

# REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE - DNIT

## PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DO VIADUTO BENJAMIN CONSTANT NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA

<b>Local:</b>	Rua Benjamin Constant
<b>Trecho:</b>	Juiz de Fora / MG
<b>Sub-Trecho:</b>	km 212+86 da Ferrovia da MRS
<b>Extensão:</b>	360 metros
<b>Seguimento:</b>	Sobre Ruas José Calil Ahouagi e Francisco Bernardino

**VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**

**REVISÃO 03**  
MAIO/2022

---

**Ficha Técnica**  
**Diretoria de Projetos e Obras**

**JM Souto Engenharia e Consultoria LTDA**

Responsável Técnico Principal: Marcelo Figueiredo da Silva Souto  
*Engenheiro Civil – CREA 90204/D-MG*

Responsável Técnico: Marcelo Figueiredo da Silva Souto  
*Engenheiro Civil – CREA 90204/D-MG*

**Equipe Técnica da JM Souto Engenharia e Consultoria LTDA**

Eng. Marcelo Figueiredo da Silva Souto  
Coordenador Geral do Contrato  
ART – 14201600000003169001



## ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>1.0</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>7</b>
1.1	MAPA DE SITUAÇÃO	8
1.2	ESCOPO DO PROJETO	9
<b>2.0</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b>	<b>10</b>
<b>3.0</b>	<b>ESTUDOS TÉCNICOS</b>	<b>11</b>
3.1	VISITA TÉCNICA	11
3.2	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	11
3.3	ESTUDOS GEOLÓGICOS	12
3.4	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	13
<b>4.0</b>	<b>PROJETOS DE ENGENHARIA</b>	<b>21</b>
4.1	GEOMETRIA	21
4.2	TERRAPLENAGEM	24
4.3	PROJETO DE DRENAGEM	25
4.4	INTERFERÊNCIAS	27
4.5	OBRAS COMPLEMENTARES	29
4.6	ELÉTRICAS – REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA	30
4.7	OBRAS DE ARTES ESPECIAIS	33
4.8	ILUMINAÇÃO	37
4.9	PAVIMENTAÇÃO	42
4.10	SINALIZAÇÃO	51
4.11	ARQUITETURA E URBANISMO	53
4.12	URBANISMO - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	58
4.13	HIDROSSANITÁRIO	67
<b>5.0</b>	<b>TERMO DE REFERÊNCIA</b>	<b>72</b>
<b>6.0</b>	<b>ATESTADOS DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DA EMPRESA</b>	<b>73</b>
<b>7.0</b>	<b>RELAÇÃO DOS PROFISSIONAIS</b>	<b>74</b>
<b>8.0</b>	<b>ATESTADOS DE RESPONSABILIDADES DOS PROFISSIONAIS</b>	<b>75</b>
<b>9.0</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>80</b>
<b>10.0</b>	<b>TERMO DE ENCERRAMENTO</b>	<b>81</b>

## LISTA DE FIGURAS

<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO VIADUTO BENJAMIN	7
FIGURA 2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO	8
FIGURA 3 – MAPA GEOLÓGICO (FONTE: DNMP)	12
FIGURA 4 - CLASSIFICAÇÃO DE W. KOPPEN.	14
FIGURA 5 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NA ESTAÇÃO DE JUIZ DE FORA – CÓDIGO 2143012.	16
FIGURA 6 - NÚMERO DE DIAS DE CHUVA – MÉDIA ANUAL NA ESTAÇÃO JUIZ DE FORA – CÓDIGO 2143012.	16
FIGURA 7 - PROJETO GEOMÉTRICO – PLANTA	22
FIGURA 8 - SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO LOCALIZADAS	23
FIGURA 9 – QUADRO DE RESUMO DAS INTERFERÊNCIAS	28
FIGURA 10 – VISTA DO TOTTEN (SUPERMERCADO BRETAS)	29
FIGURA 11 - TRECHO DE DISTRIBUIÇÃO EM VERMELHO A SER REMOVIDO	31
FIGURA 12 – SUBSTITUIÇÃO DA REDE AÉREA POR REDE SUBTERRÂNEA	32
FIGURA 13 – TRECHO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO A SER REMANEJADO PARA O OUTRO LADO DA VIA.	32
FIGURA 14 – ALTERAÇÃO NA LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO	34
FIGURA 15 – SISTEMA DE COORDENADAS DE UM ELEMENTO DO TIPO SHELL COM QUATRO NÓS	35
FIGURA 16 – SISTEMA DE COORDENADAS DE UM ELEMENTO DO TIPO SHELL COM TRÊS NÓS	35
FIGURA 17 – SISTEMA DE COORDENADAS DE UM ELEMENTO DO TIPO FRAME	36
FIGURA 18 – CÁLCULO LUMINOTÉCNICO	38

---

<b>FIGURA 20 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 21 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 22 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 23 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 24 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 25 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 26 – ATESTADO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DA EMPRESA</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 27 – ART – PROJETOS DE INFRAESTRUTURA</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 28 – ART – PROJETOS DE ILUMINAÇÃO E ELÉTRICA</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 29 – ART – ORÇAMENTO E PLANO DE EXECUÇÃO</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 30 – ART – PROJETO ESTRUTURA E CONCRETO</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 31 – ART – SONDAgens</b>	<b>79</b>

---

## **LISTA DE TABELAS**

<b><u>DESCRIÇÃO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
<b>TABELA 1 – TABELA DE MARCOS TOPOGRÁFICOS</b>	<b>11</b>
<b>TABELA 2 – NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DA ESTAÇÃO DE JUIZ DE FORA (INMET).</b>	<b>15</b>
<b>TABELA 3 – RELAÇÃO DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS ESTUDADAS</b>	<b>15</b>
<b>TABELA 4 – VALORES DE COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL</b>	<b>20</b>
<b>TABELA 5 – CÁLCULO HIDROLÓGICO – MÉTODO RACIONAL.</b>	<b>20</b>
<b>TABELA 6 – COMPRIMENTO CRÍTICO DO MEIO FIO</b>	<b>26</b>
<b>TABELA 7 – RESULTADOS DOS ENSAIOS.</b>	<b>43</b>

## 1.0 APRESENTAÇÃO

A JM Souto Engenharia e Consultoria Ltda. Através do contrato N° 38423MRS-2015, apresenta a prefeitura de Juiz de Fora por intermédio da MRS Logística S.A., o Projeto Executivo de implantação do Viaduto Benjamin, localizado na região central do município de Juiz de Fora, no Estado de Minas Gerais.



Figura 1 - Localização do Viaduto Benjamin

O presente trabalho visa atender uma reestruturação viária da Rua Benjamin Constant e Avenida Francisco Bernardino conforme plano viário da prefeitura de Juiz de Fora. A proposta de implantação do viaduto, e alça de acesso à rua Francisco Bernardino tem como objetivo, a eliminação da passagem em nível na Rua Benjamin Constant com a ferrovia sobre concessão da MRS.

O Projeto Executivo é apresentado nos seguintes volumes, conforme contrato.

- Volume 1: Relatório de Projeto e Documentos para Concorrência;
- Volume 2: Projetos de Execução;
- Volume 3: Memória Justificativa;
  - Anexo 3A: Estudos Geotécnicos
  - Anexo 3B: Memória de Cálculo das Estruturas
  - Anexo 3C: Cálculo dos Volumes e Notas de Serviço de Terraplenagem.
  - Anexo 3D – Memória de Cálculo de Infraestrutura.
- Volume 4: Orçamento das Obras.



## 1.1 MAPA DE SITUAÇÃO

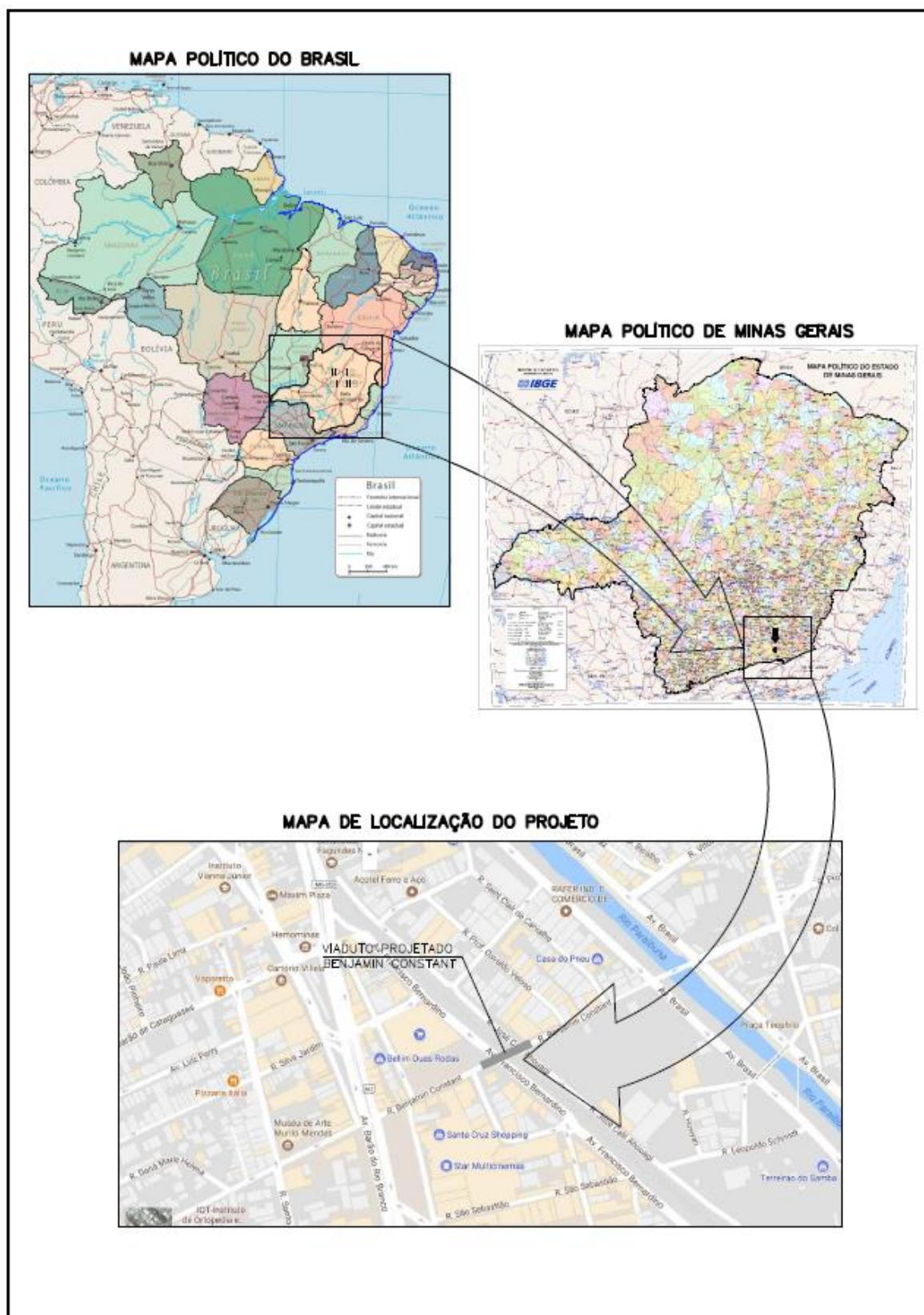


Figura 2 - Mapa de Localização

## 1.2 ESCOPO DO PROJETO

O escopo deste trabalho contempla o desenvolvimento de engenharia detalhada através da elaboração e consolidação de documentação técnica com as soluções de engenharia necessárias para a implantação do Viaduto Benjamin na região central de Juiz de Fora, conforme Plano de Trabalho aprovado.

### 1.2.1 Escopo

Faz parte dos trabalhos a elaboração dos seguintes estudos e projetos:

- Análises do projeto básico original;
- Estudos de alternativas – Layout para aprovação da PMJF;
- Geometria;
- Terraplenagem;
- Drenagem e OAC;
- Pavimentação;
- Estrutural do Viaduto – OAE;
- Interferências;
- Obras Complementares;
- Iluminação e Elétrica;
- Especificações Técnicas de Serviços;
- Relatórios Técnicos;
- Orçamento com CPU's;
- Plano de Execução de Obra, com dimensionamento de Canteiro.

### 1.2.2 Fora de Escopo

Não compreendem o escopo de projeto os seguintes serviços:

- Serviços Topográficos de campo;
- Investigações Geológicas e Geotécnicas;
- Aprovação do projeto na prefeitura de Juiz de Fora;
- Estudos e Projetos não especificados no item de Escopo.

Os serviços fora de escopo são de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora.

### 1.2.3 Limite de Baterias

O traçado projetado do viaduto tem início na Rua Benjamin Constant existente, desenvolvendo-se a partir da estaca 0+0,000, de coordenadas UTM - N=7.593.420,2326, E=670.819,9516, e final na estaca 13+0,000, coordenadas UTM - N=7.593.315,1332, E=670.584,7142, na rua Benjamin Constant, perfazendo uma extensão de 260,00m, passando sobre a ferrovia MRS; o traçado projetado da alça tem início na estaca 0+0,000 (=5+13,074 do viaduto), de coordenadas N=7.593.377,4640 e E=670.715,4922 e final na estaca 5+0,000 de coordenadas N=7.593.434,9263 e E=670.637,2521 na Rua Francisco Bernardino, perfazendo uma extensão de 100,00m.

A obra do Viaduto Benjamin será executada em estrutura elevada a partir da estaca 2+16,139, coordenadas UTM N=7.593.396,4979, E=670.769,0768, e final da estrutura na estaca 13+19,639, nas coordenadas UTM N=7.593.348,9274, E=670.633,9037, com extensão de 143,50m.

A obra da alça do viaduto será executada em estrutura elevada a partir da estaca 0+0,000 de coordenadas N=7.593.377,4640 e E=670.715,4922 até a estaca 3+6,000, de coordenadas N= 7.593.412,1856 e E= 670.662,5278, com extensão de 66,00m.

## **2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

Para o desenvolvimento do Projeto Detalhado tomou-se como referência os documentos fornecidos pela MRS, listados a seguir.

- Projeto Básico fornecido pela MRS.
- Levantamento topográfico cadastral de campo fornecido pela MRS;
- Sondagens executadas pela MRS;
- Mapeamento cadastral das redes áreas e subterrâneas da CEMIG;



### 3.0 ESTUDOS TÉCNICOS

#### 3.1 VISITA TÉCNICA

Foi realizada na fase inicial dos trabalhos uma visita no local para conhecimento e detalhes técnicos principalmente no que se refere às interferências com equipamentos públicos, linhas da MRS e faixa de domínio, sistemas de drenagem etc.

Nesta oportunidade, informaram à MRS, os detalhes para os serviços topográficos para o desenvolvimento do projeto, como limites de baterias para os trabalhos, em como uma campanha de sondagens.

#### 3.2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

##### 3.2.1 Introdução

Os serviços Topográficos foram desenvolvidos pela MRS conforme informações do plano de trabalho elaborado pela JM Souto.

Após o recebimento do levantamento topográfico de campo, foi feita uma verificação dos trabalhos e validado o documento para início do projeto.

Apresenta a seguir as informações técnicas dos marcos implantados.

Tabela 1 – Tabela de Marcos Topográficos

NOME	NORTE (m)	ESTE (m)	ALTITUDE (m)
NC10	7.593.324,4140	670.779,9365	777,982
NC11	7.593.373,5463	670.740,9081	777,396
NC12	7.593.347,9697	670.667,4081	776,842
NC15	7.593.382,0031	670.702,0777	776,982
NC17	7.593.410,8418	670.704,7423	776,863
NC20	7.593.387,5015	670.761,6712	777,426
NC21	7.593.411,2939	670.814,2260	777,386
NC23	7.593.418,3865	670.792,7707	777,201
NC24	7.593.391,5627	670.735,6279	777,610
NC25	7.593.360,5706	670.733,7028	776,685
MERIDIANO CENTRAL: -45 WGr			
REFERÊNCIA HORIZONTAL: SIRGAS 2000			
REFERÊNCIA VERTICAL: MARÉGRAFO DE IMBITUBA, SC			

Nos desenhos do projeto geométrico são apresentadas as informações de cadastro, principalmente as relacionadas com interferências.

### 3.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS

#### 3.3.1 Apresentação

Os aspectos geológicos da área do viaduto Benjamin foram elaborados através de bibliografia concernente à área, de visita ao campo por equipe técnica da Projetista e das sondagens executadas no local do viaduto. A seguir apresenta um mapa geológico da região de Juiz de Fora onde está localizado o viaduto.

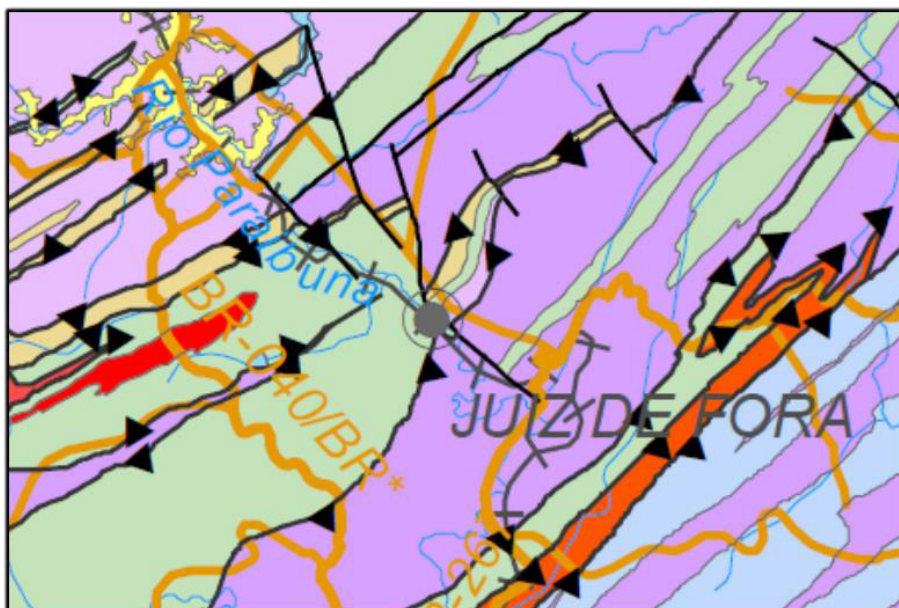


Figura 3 – Mapa Geológico (Fonte: DNMP)

#### 3.3.2 Características Geológicas

O viaduto Benjamin situado na cidade de Juiz de Fora está inserido dentro da unidade geológica denominada de Complexo Juiz de Fora, constituído por ampla variedade composicional tendo protólitos de formação graníticas e rochas de composição básica com tendências ao ortognaisses, ou seja, rocha derivada do granito metamorfozado. Importante lembrar a presença de intercalação de quartzitos impuros e em gnaisses que estão ligados aos setores mais elevados do relevo e áreas de exploração saibro. Em geral são rochas muito antigas que remontam ao paleoproterozóico que produziram, localmente, uma pedologia composta por solos residuais maduros silto argilosos. Em geral os solos residuais oriundos desta litologia têm limites de liquidez e índice de plasticidade altos, são de granulometria fina com mais de 50,0% passando na peneira nº 200 e de qualidades mecânicas baixas.

As sondagens executadas para os estudos de fundação do viaduto (SM-100 até a SM-112) são apresentadas no Anexo 3A - Estudos Geotécnicos. Elas indicam que na região do viaduto o perfil pedológico existente um horizonte superficial em aterro executado em silte que é sobreposto sobre horizonte com 9,5 m de espessura de silte areno argiloso com 6,30 m espessura média. Segue-se um horizonte de transição de material de 2ª categoria até atingir o gnaiss. O nível d'água foi encontrado com 3,80 m de profundidade média. As sondagens mistas penetraram 5,0 m na rocha sã.

### 3.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

#### 3.4.1 Apresentação

Os Estudos Hidrológicos foram elaborados com o intuito de fundamentar a definição da vazão de projeto e do dimensionamento hidráulico das estruturas de drenagem superficial do viaduto Benjamin em Juiz de Fora - MG.

#### 3.4.2 Coleta e Análise de Dados

O desenvolvimento de Estudos Hidrológicos, para qualquer finalidade, exige a pesquisa e coleta de dados básicos, envolvendo, principalmente, estudos existentes, informações cartográficas, informações pluviométricas e observações de campo.

Os elementos básicos consultados e utilizados no desenvolvimento dos estudos são listados a seguir:

- Equações de Chuvas Intensas, fornecidas pelo *software* PLÚVIO 2.1 (desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa);
- Normais climatológicas referentes à estação de Juiz de Fora – código 83692 por meio das informações constantes na publicação Normais Climatológicas (1961-1990) do Departamento Nacional de Meteorologia – INMET;
- Cartas topográficas do IBGE;
- Dados das estações pluviométricas 2143012 – Juiz de Fora, 2143023 – Matias Barbosa, 21413050 – Juiz de Fora (Distrito Industrial), 2143056 – Juiz de Fora e 2143070 – Juiz de Fora (jusante), disponíveis no site da ANA (Agência Nacional de Águas).

#### 3.4.3 Aspectos Fisiográficos da Região

O clima de Juiz de Fora apresenta duas estações bem definidas: uma, que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas.

De acordo com a classificação de W. Köppen a região possui um clima Cwa, ou seja, um clima mesotérmico com verão quente e estação chuvosa também no verão. Este clima pode também ser definido, genericamente, como Tropical de Altitude, por corresponder a um tipo tropical influenciado pelos fatores altimétricos, em vista do relevo local apresentar altitudes médias entre 700 e 900 m, que contribuem para a amenização das temperaturas.

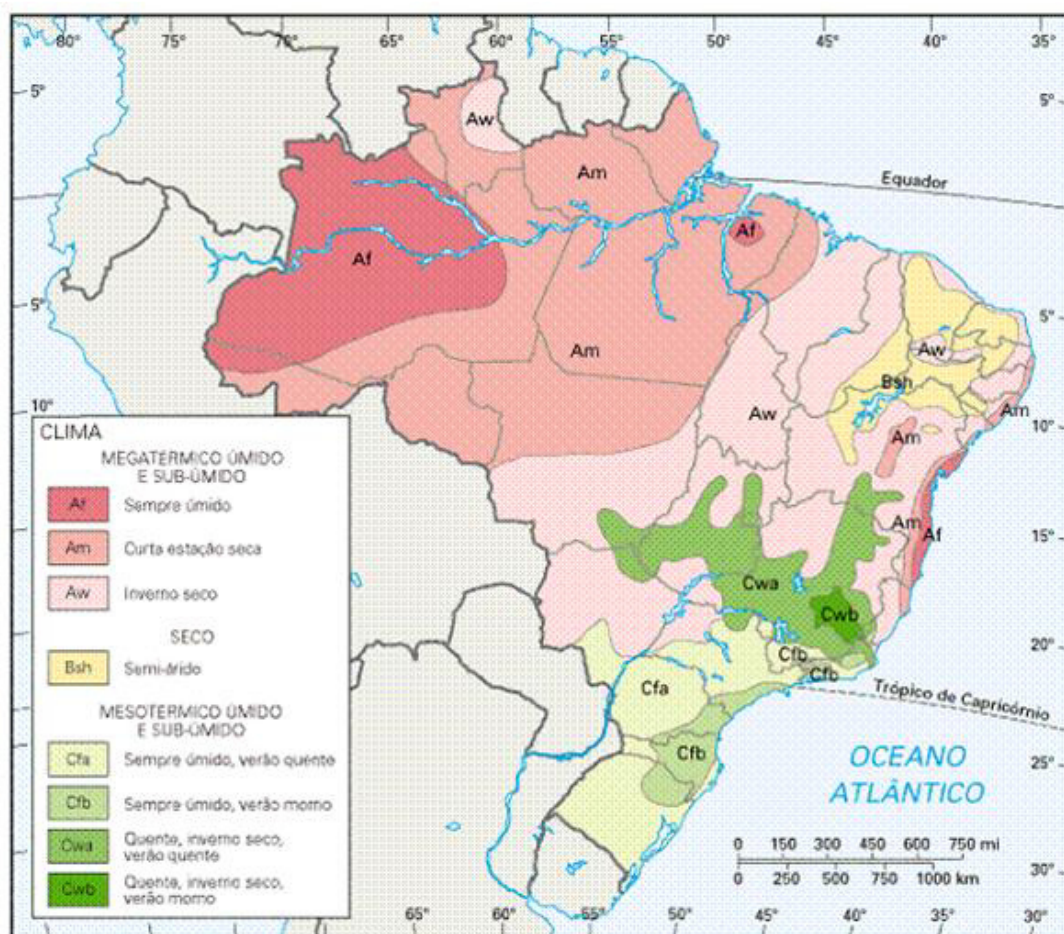


Figura 4 - Classificação de W. Köppen.

Na tabela abaixo, apresenta-se as normais climatológicas da Estação de Juiz de Fora, código 83589, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.



Tabela 2 – Normais Climatológicas da Estação de Juiz de Fora (INMET).

Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990						
Estação : Juiz de Fora			Código: 83692	Estado: MG		
Período	Precipitação (mm)	Número de dias de Chuva	Temperatura (° C)			Evaporação Total (mm)
			Máxima	Média	Mínima	
Janeiro	286,7	16,0	27,5	21,9	18,2	73,2
Fevereiro	181,3	12,0	28,0	22,4	18,5	73,1
Março	186,4	11,0	26,8	21,4	17,7	72,5
Abril	92,5	7,0	27,7	19,5	15,9	57,5
Maiο	48,6	5,0	23,2	17,6	13,7	62,8
Junho	31,7	3,0	22,1	16,5	12,4	64,4
Julho	23,2	3,0	22,1	16,1	11,8	72,8
Agosto	22,1	3,0	23,5	17,2	12,7	93,3
Setembro	75,8	7,0	23,9	18,0	13,8	84,3
Outubro	155,2	12,0	24,7	19,4	15,7	76,2
Novembro	216,4	14,0	25,5	20,3	16,7	68,6
Dezembro	277,1	17,0	26,3	21,1	17,5	70,6
Total	1597,0	110,0				869,3

Os dados apresentados mostraram que a temperatura média anual na região é de 19,3 °C, a temperatura média máxima é da ordem de 25,1 °C, enquanto a mínima chega a 15,4 °C, sendo a amplitude térmica, portanto, bastante elevada. As temperaturas mínimas ocorrem geralmente nos meses de junho, julho e agosto, enquanto as máximas acontecem nos meses de janeiro, fevereiro e março.

#### 3.4.4 Pluviometria

Visando à caracterização do regime pluviométrico da região, foram estudadas várias estações pluviométricas próximas da área em estudo. Na Tabela a seguir, encontra-se a relação das estações utilizadas para a caracterização pluviométrica da área do projeto.

Tabela 3 – Relação das Estações Pluviométricas Estudadas

Nome da Estação	Código	Município	Dados históricos	Operadora
Juiz de Fora	2143012	Juiz de Fora	1942-1975	ANA
Matias Barbosa	2143023	Matias Barbosa	2009-2016	CPRM
Juiz de Fora (Distr. Indust)	2143050	Juiz de Fora	1975-1983	ANA
Juiz de Fora	2143056	Juiz de Fora	1961-1998	INMET
Juiz de Fora - jusante	2143070	Juiz de Fora	2002-2005	CPRM

A estação escolhida foi a de número 2143012 – Juiz de Fora por possuir uma base de dados mais extensa e consistente se comparada com as outras. A seguir apresentamos os gráficos com os totais mensais de precipitação e número de dias de chuva para a estação escolhida.

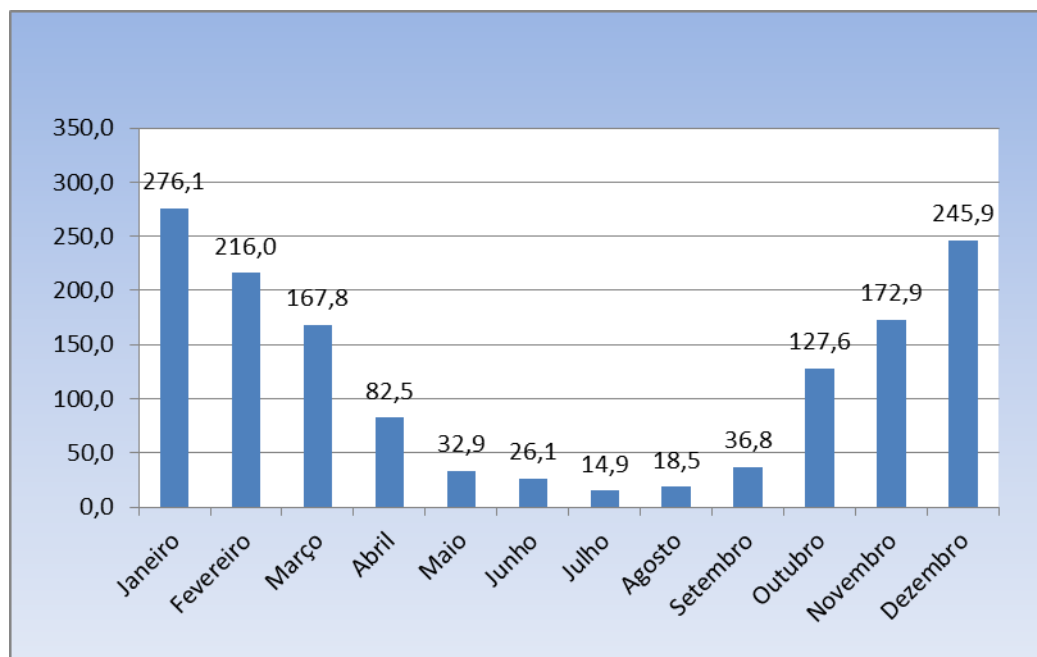


Figura 5 - Precipitação Média Mensal na Estação de Juiz de Fora – Código 2143012.

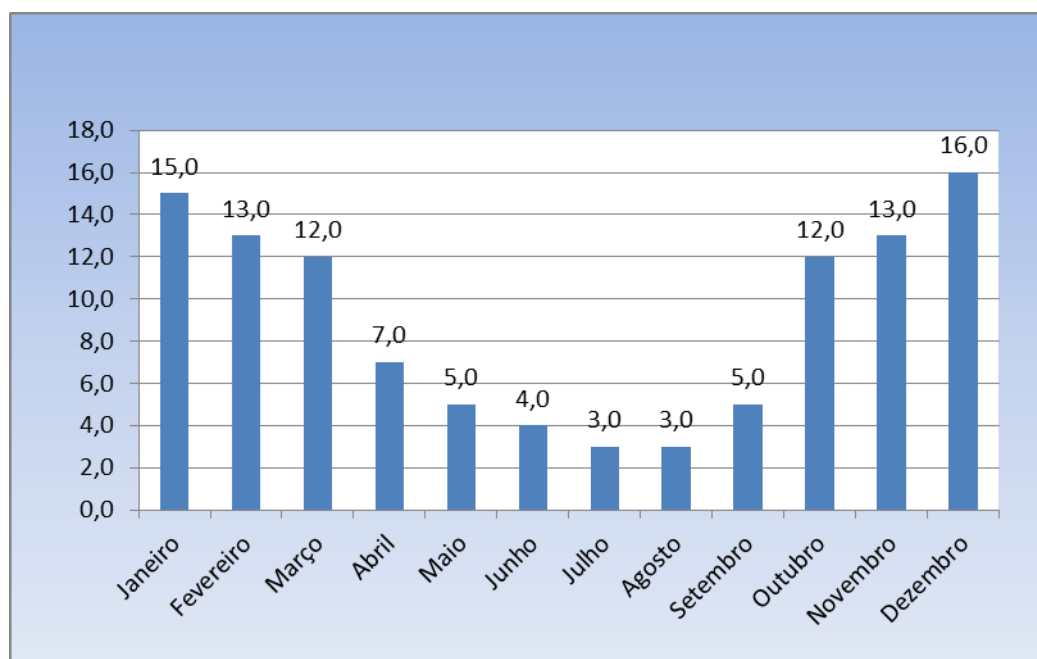


Figura 6 - Número de Dias de Chuva – Média Anual na Estação Juiz de Fora – Código 2143012.

### 3.4.5 Modelo de Chuvas da Região

Para a definição das curvas de intensidade – duração – frequência das precipitações, foi utilizado o modelo de chuvas utilizado no trabalho elaborado pela Universidade Federal de Viçosa para a COPASA “Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais.

Para obter os dados do posto pluviométrico para este modelo foi utilizado o software PLUVIO 2.1, software elaborado pela Universidade Federal de Viçosa onde são apresentados dos dados mais recentes dos postos.

A equação de Juiz de Fora é assim expressa:

$$i = \frac{3000 \times T^{0,173}}{(t + 23,965)^{0,960}}$$

Onde:

- I = intensidade média de precipitação, em mm/h;
- t = duração, em minutos;
- T = período de recorrência, em anos.

Os valores das Intensidades Pluviométricas calculadas para este posto são apresentados a seguir.

#### MÉTODO EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS MG - RESULTADO

Posto :	JUIZ DE FORA				Código:	02143056			
INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA ( mm/h )									
T ( anos )	t ( horas )								
	0,08	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	156,5	117,8	86,1	56,4	33,6	18,8	10,1	6,0	3,6
10	176,5	132,8	97,1	63,5	37,9	21,2	11,4	6,8	4,1
15	189,3	142,4	104,2	68,1	40,6	22,7	12,2	7,3	4,4
25	206,8	155,6	113,8	74,4	44,4	24,8	13,3	7,9	4,8
50	233,2	175,4	128,3	83,9	50,0	27,9	15,0	9,0	5,4
100	262,9	197,7	144,6	94,6	56,4	31,5	16,9	10,1	6,1

Fonte : Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais - COPASA / Universidade Federal de Viçosa

Posto :	JUIZ DE FORA				Código:	02143056			
ALTURA DA PRECIPITAÇÃO ( mm )									
T ( anos )	t ( horas )								
	0,08	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	13,0	29,4	43,1	56,4	67,2	75,1	80,7	84,2	87,0
10	14,7	33,2	48,6	63,5	75,7	84,6	91,0	94,9	98,0
15	15,8	35,6	52,1	68,1	81,2	90,8	97,6	101,8	105,2
25	17,2	38,9	56,9	74,4	88,7	99,2	106,6	111,2	114,9
50	19,4	43,8	64,1	83,9	100,0	111,8	120,2	125,4	129,5
100	21,9	49,4	72,3	94,6	112,8	126,0	135,5	141,3	146,0

Fonte : Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais - COPASA / Universidade Federal de Viçosa

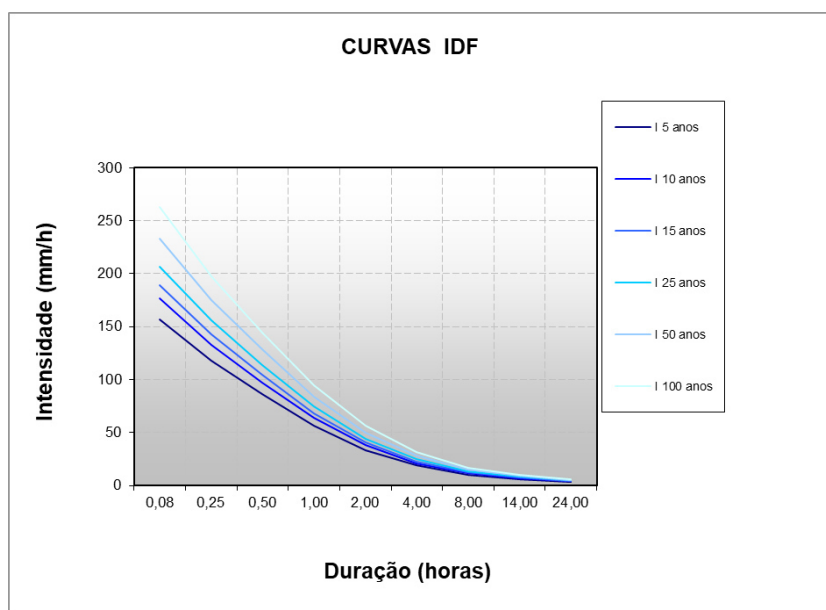


Gráfico: Intensidade Duração Frequência

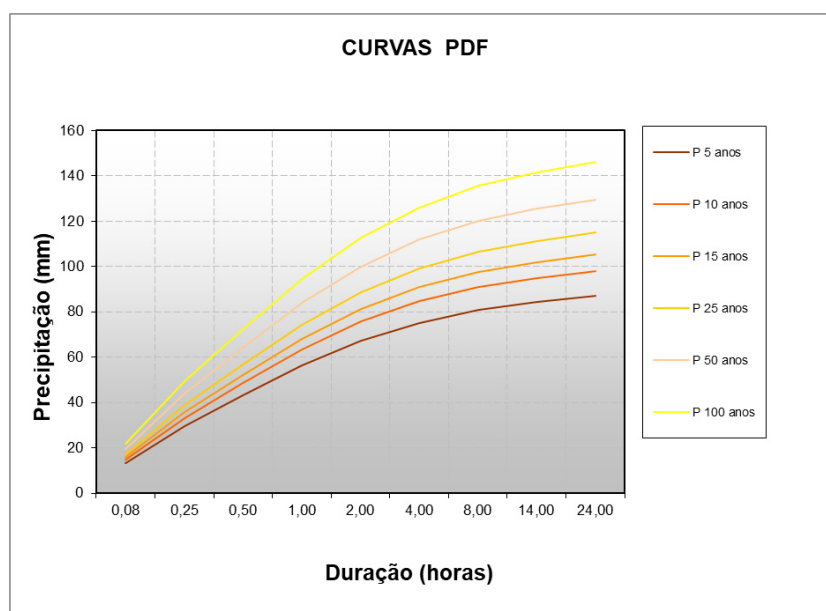


Gráfico: Precipitação Duração Frequência

### 3.4.6 Metodologia de Cálculo das Vazões de Projeto

Para determinar as vazões de dimensionamento dos dispositivos de drenagem e obras de arte correntes, adotou-se o método racional, que é um método indireto de transformação de eventos de chuva em vazão baseado na teoria do hidrograma unitário, para bacias menores que 1 km<sup>2</sup>. A partir da aplicação do método, obtém-se a vazão de pico associada a cada evento chuvoso, assumindo que a recorrência da vazão obtida corresponderá à recorrência do evento chuvoso.

O método racional leva em consideração a intensidade, a duração e a frequência da chuva, a área da bacia hidrográfica, as abstrações hidrológicas e o uso do solo na bacia hidrográfica, por meio do coeficiente de escoamento superficial. As hipóteses básicas para a aplicação do método são:



- Coeficiente de escoamento, definido pela razão entre o total precipitado e o deflúvio superficial e constante durante todo o evento;
- A intensidade da chuva é a mesma em qualquer instante;
- A distribuição da chuva é uniforme sobre toda a bacia hidrográfica;
- A duração crítica corresponde ao tempo de concentração da bacia hidrográfica.

Em função dessas hipóteses, a aplicação do método racional fica limitada a bacias de pequeno porte, com área de drenagem máxima até 1 km<sup>2</sup>.

A equação que define o método racional é dada por:

$$Q = \frac{C.I.A}{3,6}$$

Onde:

- Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s;
- C = coeficiente de escoamento superficial;
- I = intensidade média de precipitação, em mm/h;
- A = área da bacia, em km<sup>2</sup>.

### 3.4.7 Tempo de Concentração

Quando da aplicação do método racional, a duração da chuva média coincide com o tempo de concentração da bacia. Essa variável pode ser entendida como o tempo necessário para que toda a bacia hidrográfica contribua com o escoamento superficial no ponto de controle em que o hidrograma é observado, quando então se atinge a vazão de pico do hidrograma. Para determinar o tempo de concentração de cada bacia de contribuição, utilizou-se a formulação de Kirpich, qual seja:

$$t_c = 57 \times \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

- Tc= tempo de concentração, em minutos;
- L= comprimento do curso d'água, em km;
- H= desnível máximo, em metros.

O tempo de concentração mínimo adotado foi de 5 minutos.

### 3.4.8 Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial (*runoff*) é o parâmetro que mede a proporção do total precipitado que se transforma em escoamento superficial. Sua determinação é realizada de forma subjetiva, em função do grau de impermeabilização da bacia, do uso e ocupação do solo.

Ao longo do traçado da estrada, encontramos variações de vegetação e ocupação do solo, sendo encontradas pequenas áreas com vegetação nativa abundante e, em sua maioria,

áreas de pastagem com vegetação baixa, além de área de plantio de eucalipto. O coeficiente C utilizado foi fixado a partir da avaliação dos parâmetros relativos às características de uso e ocupação do solo.

Tabela 4 – Valores de Coeficiente de Escoamento Superficial

Tipologia de uso e ocupação do solo	Coeficiente de escoamento superficial
Sem vegetação (solo exposto)	0,65 / 0,40
Campo natural (vegetação baixa)	0,40 / 0,25
Arbusto cerrado (vegetação média)	0,45 / 0,30
Florestas e matas densas	0,05 / 0,20
Áreas de cultivo (sem curvas de nível)	0,35 / 0,25
Vias pavimentadas	0,75 / 0,85

Para o projeto, foi adotado o valor de 0,85, sendo consideradas vias pavimentadas.

#### 3.4.9 Dimensionamento das Obras

O dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial foi efetuado para atendimento às vazões de projeto associadas ao período de retorno de 10 anos.

As vazões encontradas no estudo do foram consideradas baixas conforme critérios adotados, portanto, adotamos dispositivos de drenagens superficiais com dimensões mínimas.

Tabela 5 – Cálculo Hidrológico – Método racional.

Nº da Bacia	Localização (estaca ou km)	Área	Tempo de Concent.	Coef. Run off	Intensidade (mm/h)	Vazão (l/s)
		km <sup>2</sup>	min.	C	T ( anos )	T ( anos )
					10	10
1	BLS lado esquerdo	0,00047	10,00	0,85	151,47	16,6
2	BLS lado direito	0,00074	10,00	0,85	151,47	26,3

## 4.0 PROJETOS DE ENGENHARIA

### 4.1 GEOMETRIA

O Projeto Geométrico foi elaborado com base nos elementos resultantes dos estudos Layout, a partir da opção aprovada pela MRS e Prefeitura de Juiz de Fora.

Procurou-se sempre atender às normas para projetos viários IPR-740 do DNIT, em conformidade com as condições expostas pela Prefeitura de Juiz de Fora.

#### 4.1.1 Premissas

Conforme informações do documento “Dados de Entrada” elaborado no início dos trabalhos e aprovado pela MRS e PMJF, tomou-se como principais premissas o seguinte:

- Raio mínimo de curvatura horizontal no viaduto = 250 metros;
- Raio mínimo de curvatura horizontal na alça = 25 metros;
- Raio mínimo de curvatura no encontro do viaduto com rua existente = 32 metros;
- Rampa máxima = 11% (rampa de entrada);
- Gabarito Ferroviário Vertical Mínimo = 6,00m (do topo do boleto até a face inferior da viga);
- Largura do viaduto =  $2 \times (3,30\text{m} + 0,30\text{m} + 0,40\text{m})$ , totalizando 8,00m de largura;
- Largura da alça =  $2 \times (2,80\text{m} + 0,30\text{m} + 0,40\text{m})$ , totalizando 7,00m de largura;
- Velocidade diretriz = 60km/h;
- Tipo de revestimento = CBUQ;
- Viaduto em estrutura mista;
- Trem tipo = TB 450;
- A obra deverá ser executada após a conclusão dos viadutos Três Poderes e Alça Augusto Franco.

#### 4.1.2 Desenvolvimento

A partir dos desenhos dos estudos Layout aprovados pela prefeitura Municipal de Juiz de Fora, foram criados os eixos do projeto detalhado de forma a evitar impactos de grande monta e interferências com estruturas existentes, tendo em vista a região atravessada ser em área urbana central com comércios e grande movimentação de veículos e pessoas.

Os trabalhos foram desenvolvidos em base topográfica fornecida pela MRS.

Após a definição do arranjo geométrico do viaduto, elaborou-se a linha de perfil com as condições geométricas do greide.

A rampa de entrada do viaduto entre estacas 2+5,00 e 5+0,00 é de 11,00%, após a estaca 5+0,00 o viaduto segue com uma parábola de 60,00m de comprimento sobre a ferrovia, até a estaca 8+0,00, a partir deste ponto a rampa aplicada é de -10,619% até a estaca 10+5,00. No final do projeto e da mesma forma do início, a rampa de projeto foi compatibilizada com o greide da rua existente, conforme levantamento topográfico.

A rampa de saída da Alça se inicia na estaca 5+13,074 do viaduto, com uma parábola de 20,00m até a estaca 1+0,00, a partir deste ponto a rampa aplicada é de -11,5375% até a estaca 4+0,00; no final do projeto e da mesma forma do início, a rampa de projeto foi compatibilizada respectivamente com o greide da rua existente e do viaduto, conforme levantamento topográfico e projeto geométrico.

A seção acabada da via tem uma faixa de rolamento com largura útil de 7,20 metros, 2 afastamentos laterais de segurança de 0,30 metros cada, 2 barreiras New Jersey de 0,40 metros cada, desta forma a largura total da caixa do viaduto é de 8,00 metros.

A seção acabada da alça tem uma faixa de rolamento com largura útil de 6,20 metros, 2 afastamentos laterais de segurança de 0,30 metros cada, 2 barreiras New Jersey de 0,40 metros cada, desta forma a largura total da caixa do viaduto é de 7,00 metros.

Ao final do projeto geométrico, chegou-se numa extensão de 360 metros de via, sendo 143,50 metros de viaduto e 66,00 metros de alça; o restante das vias se dará em segmentos com alas no início (31,00m) e final do viaduto (20,50m), e final da alça (20,50m); ambos os segmentos deverão ter concordância com ruas existentes (Benjamin Constant e Av. Francisco Bernardino).

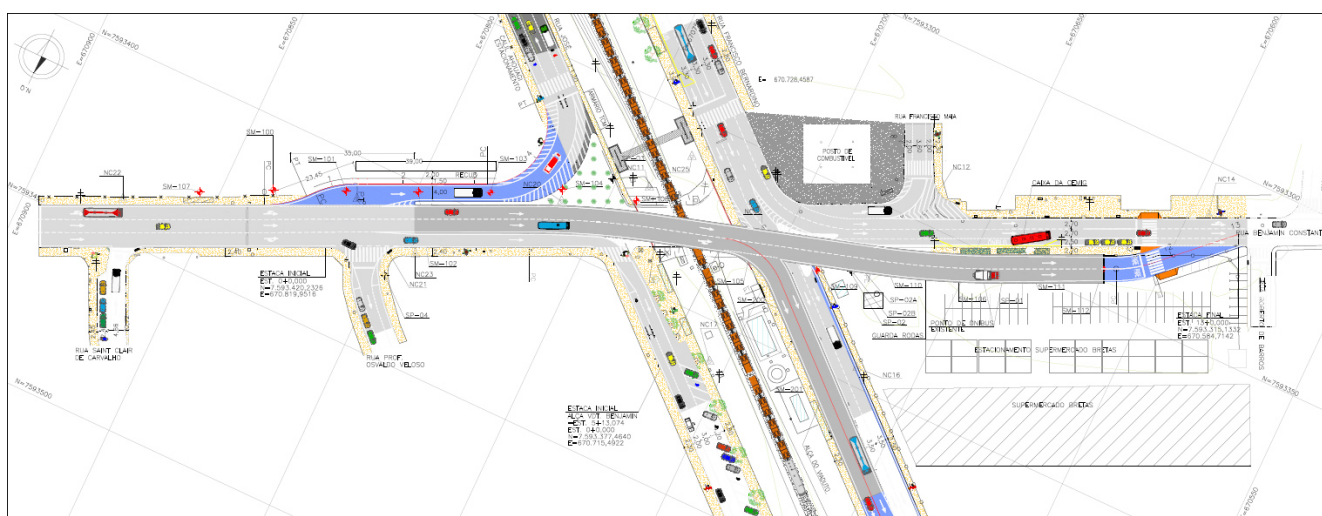


Figura 7 - Projeto Geométrico – Planta

SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO LOCALIZADAS  
ESC:1:100

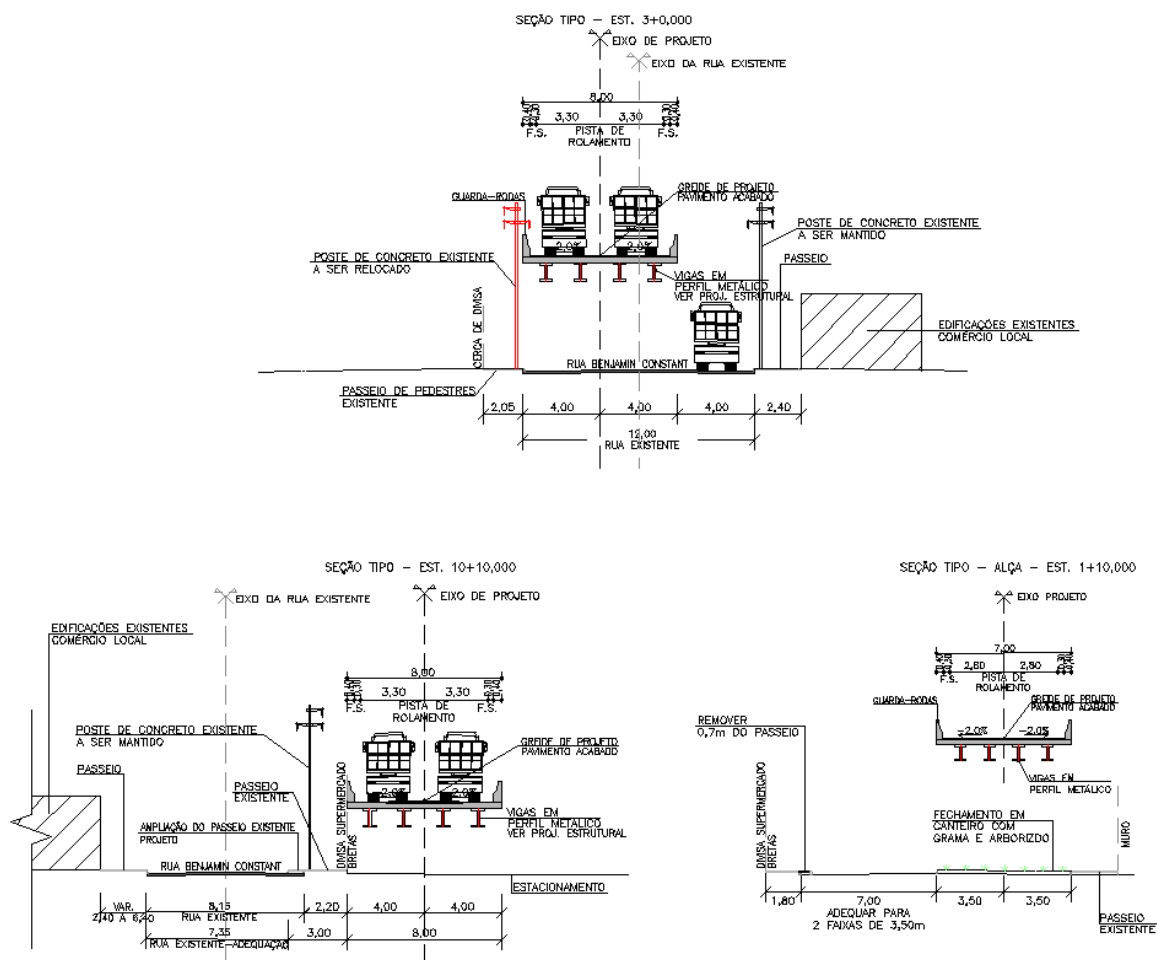


Figura 8 - Seções transversais tipo localizadas

O projeto geométrico foi desenvolvido, conforme normas e critérios estabelecidos pelo DNIT, e, visto que o viaduto se encontra em área urbana com grandes restrições de faixa de domínio, e interferências locais com estruturas existentes.

## 4.2 TERRAPLENAGEM

O Projeto de terraplenagem teve o objetivo de determinar o volume de material resultante das escavações mecânica com retroescavadeira – sem escoramentos, para execução do pavimento da rua lateral ao viaduto, entre a estaca 0+0,00 até a Rua José Caliu Ahouagi, além das escavações para ligação do viaduto e alça com as ruas e remanejamento de estruturas existentes.

Por se tratar de obra estrutural elevada em quase toda sua extensão de projeto, a terraplenagem resume-se em uma pequena quantidade de material escavado, da ordem de 458,55 m<sup>3</sup> de escavação para os trechos em contenção do viaduto e alça, e para execução de via, que serão destinados para o bota-fora licenciado – Aterro do Grama.

A área de descarte de materiais de limpeza e remoção de solo é o Aterro do Grama, distante de 12,00 km do local de obra. Este local é considerado para descarte de materiais da região, e resíduos de construção.

### 4.3 PROJETO DE DRENAGEM

Por sistema de drenagem compreende-se a macrodrenagem executada nas vias com o fim de coletar e conduzir as águas pluviais. Compõem o sistema a própria via, as sarjetas, os meios-fios, as bocas de lobo com a finalidade de coletar, conduzir ou lançar as águas do escoamento pluvial.

#### 4.3.1 Vias

A pista foi projetada com inclinação transversal de 2%. Admitiu-se um alagamento parcial da pista até uma faixa de 1,67m, contada a partir do meio-fio, conforme projeto.

#### 4.3.2 Sarjeta e Meio-Fio

Os meios fios com sarjeta são dispositivos que tem a função de captar e conduzir as águas superficiais que incidem sobre a plataforma e conduzir as águas até local de deságue seguro. Foi utilizado também o meio fio para separar a faixa de pavimentação da faixa do passeio como delimitador físico.

Foi utilizado o MFC-01 e MFC-05 padrão DNIT.

#### 4.3.3 Comprimento Crítico do Meio fio

Para a determinação do comprimento crítico, considerou-se a bacia de contribuição de sarjeta como sendo um paralelepípedo de altura igual à Precipitação Pluvial (P) com Largura de Implúvio (L) e Comprimento Crítico (d).

A Largura de Implúvio (L) é a projeção horizontal da largura de contribuição. O Comprimento Crítico (d) é definido como o comprimento máximo de utilização para a sarjeta para que não haja transbordamento d'água e/ou início de processo erosivo.

Para o cálculo do Comprimento Crítico, foi utilizado o Método de Equivalência de Vazões.

A vazão decorrente se precipitações pluviais é dada por:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}, \text{ onde:}$$

- Q = Vazão, em m<sup>3</sup>/s;
- I = Intensidade de precipitação, em mm/h;
- A = Área da bacia, em km<sup>2</sup> (A = d x L);
- C = Coeficiente de deflúvio;

$$\text{Para A em m}^2, \text{ chega-se a: } Q = \frac{C \times I \times d \times L}{3.6 \times 10^6}$$

Considerando-se o tempo de concentração igual a 10 minutos, para um período de recorrência de 10 anos, o valor da intensidade da precipitação para o posto é de 150,60 mm/h.

Tal vazão deverá ser equivalente à vazão  $Q'$  na sarjeta, onde  $Q$  está associado as equações de Manning da continuidade:

$$Q' = S V \text{ e } V = \frac{R^{2/3} \times i^{1/2}}{n}$$

$$Q' = \frac{S \times R^{2/3} \times i^{1/2}}{n}, \text{ onde:}$$

- $Q'$  = Vazão máxima admissível, em  $m^3/s$ ;
- $n$  = Coeficiente de rugosidade, cujo valor é 0,015 para sarjetas de concreto;
- $S$  = área molhada da sarjeta, em  $m^2$ ;
- $I$  = declividade da sarjeta, em  $m/m$ .

Igualando-se as equações (1) e (2), tem-se:

$$\frac{C \times I \times d \times L}{3,6 \times 10^6} = \frac{S \times R^{2/3} \times i^{1/2}}{n} \quad d = \frac{3,6 \times 10^6 \times S \times R^{2/3} \times i^{1/2}}{I \times n \times C \times L}$$

O comprimento crítico é apresentado a seguir.

Tabela 6 – Comprimento Crítico do Meio Fio

COMPRIMENTO CRÍTICO DA SARJETA <b>MFC - 01</b>					
BORDO INTERNO			TANGENTE		
i ( % )	l ( m )	L ( m )	i ( % )	l ( m )	L ( m )
0,48	7,50	64	0,48	7,50	64
0,88	7,50	87	0,88	7,50	87
1,38	7,50	109	1,38	7,50	109
2,07	7,50	134	2,07	7,50	134
2,57	7,50	149	2,57	7,50	149
3,07	7,50	163	3,07	7,50	163
3,57	7,50	176	3,57	7,50	176
4,07	7,50	188	4,07	7,50	188
4,57	7,50	199	4,57	7,50	199
5,07	7,50	209	5,07	7,50	209
5,57	7,50	219	5,57	7,50	219
6,07	7,50	229	6,07	7,50	229
6,57	7,50	238	6,57	7,50	238
7,07	7,50	247	7,07	7,50	247
7,57	7,50	256	7,57	7,50	256
8,07	7,50	264	8,07	7,50	264
8,57	7,50	272	8,57	7,50	272
9,07	7,50	280	9,07	7,50	280
9,57	7,50	288	9,57	7,50	288
10,07	7,50	295	10,07	7,50	295



#### 4.3.4 Bocas de Lobo

As bocas-de-lobo são dispositivos destinados a captar as águas pluviais, que escoam nas sarjetas, encaminhando-as aos poços de visita ou às caixas de passagem através dos tubos de ligação.

Para o dimensionamento das bocas-de-lobo foram adotados os estudos realizados pela Universidade de Johns Hopkins – Baltimore – EEUU, que já possui comprovação da coincidência operacional entre as capacidades das bocas-de-lobo calculadas e observadas. Este estudo é tratado em detalhes nas publicações “Drenagem Urbana – Manual de Projeto” – CETESB (1980) e “Drenagem Urbana” – DEH/UFMG – Marcos José Murta dos Santos (1984).

A capacidade de engolimento de projeto de uma boca de lobo é fixada entre 40 a 60 l/s.

#### 4.3.5 Rede Tubular

Este dispositivo de drenagem superficial tem a função de conduzir as águas coletadas pelas bocas de lobo e/ou outros dispositivos de drenagem para o deságue seguro.

Foi utilizado, para este projeto, o tipo BSTC Ø 0,40 padrão DNIT

### 4.4 INTERFERÊNCIAS

#### 4.4.1 Introdução

O Projeto de Interferências foi desenvolvido com o objetivo de identificar as estruturas que interferem direta e indiretamente com as obras do Viaduto Benjamin.

É apresentando também as soluções de relocação ou remanejamento dessas estruturas conforme a necessidade de cada, desde que estes serviços sejam acompanhados pelas empresas concessionárias e pela FISCALIZAÇÃO.

#### 4.4.2 Serviços e quantitativos de referência

Após a conclusão da concepção geométrica do Viaduto Benjamin, chegou-se aos seguintes serviços e quantitativos de interferências:

RESUMO TOTAL DAS INTERFERÊNCIAS	
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
CAIXAS CEMIG A SEREM RELOCADAS	1 und
CAIXAS A SEREM RELOCADAS	5 und
PONTO DE ÔNIBUS A SER REMOVIDO	2 und
MEIO-FIO A SER DEMOLIDO	233,70 m
TOTTEN – SUPERMERCADO A SER REMOVIDO	1 und
POSTES A SEREM RELOCADOS	10 und
BOCA DE LOBO A DEMOLIR	2 und
DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES	27,40 m³
REMOÇÃO DE PAVIMENTO EM CBUQ	104,18 m³
REMOÇÃO DE CERCA DE TELA	97,40 m
REMOÇÃO DE GRADIL, COM APROVEITAMENTO PARCIAL	125,00 m

**Figura 9 – Quadro de Resumo das Interferências**

- Demolição de concreto simples

A demolição de concreto simples refere-se as demolições de caixas e estruturas existentes que possuem interferências com o projeto. São elas caixas de concreto, e passeios.

Os quantitativos referentes a estes serviços são apresentados na memória de cálculo e orçamento das obras.

- Remoção de ponto de Ônibus

Este serviço refere-se à remoção de ponto de Ônibus (estrutura metálica), sem o aproveitamento do material. O ponto de ônibus a ser removido está localizado a 35,00m antes da estaca 0+0,000.

- Remoção da Estrutura Metálica (TOTTEN SUPERMERCADO)

Este serviço refere-se à remoção de Totten do Supermercado (estrutura metálica). O Totten a ser removido tem interferência com o projeto próximo à estaca 7+0,00 do Viaduto, e deve ser removido para área dentro do estacionamento do supermercado Bretas.



Figura 10 – Vista do Totten (Supermercado Bretas)

- Remoção da Estrutura Metálica (GRADIL SUPERMERCADO)

Este serviço refere-se à remoção do Gradil do Supermercado em (estrutura metálica) com aproveitamento parcial do material. O Gradil a ser removido tem interferência com o projeto próximo à estaca 7+0,00 do Viaduto.

Todas as informações de interferências são apresentadas no desenho específico, com detalhes de posições e quantidades.

Todos os materiais provenientes de demolição serão destinados ao bota-fora Aterro do Grama, conforme apresentado no Volume 2, documento JERG001-05-1-PV-LPA-0001.

## 4.5 OBRAS COMPLEMENTARES

### 4.5.1 Introdução

O Projeto de Obras Complementares trata da vedação da faixa do pátio da MRS, implantação de calçada para pedestres, e rebaixamento de passeios para mobilidade urbana.

- Vedação da faixa do pátio

Considera no projeto a vedação da faixa de domínio da MRS, muro em concreto armado e tela, conforme padrões adotados pela MRS para vedação da faixa de domínio em áreas urbanas. A vedação será implantada nos dois lados da ferrovia, numa extensão de 45 metros lineares, para assegurar que não haja invasão nos domínios da ferrovia.

- Calçada para pedestres.

Refre-se a implantação de calçada de pedestres no ramo de ligação entre as ruas Francisco Bernardino e Benjamin Constant, Rua lateral (ligação R. G. Constant e José C. Ahouagi) e Rua José C. Ahouagi.

- Rebaixamento de passeios

O rebaixamento de passeios visa garantir a mobilidade para cadeirantes conforme as normas vigentes. Foi considerado nos locais de travessias na rua Francisco Bernardino, José Caliu Ahouagi e no final do trecho está prevista na rua Benjamin Constant, conforme mostra no projeto em prancha específica.

Foram considerados 9 locais de rebaixamento de passeios, estes rebaixamentos tem largura média de 2,00 metros, e extensão mínima de 4,00 metros de comprimento cada um deles.

## **4.6 ELÉTRICAS – REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA**

### **4.6.1 Introdução**

Devido a construção do Viaduto Benjamin Constant, a rede de distribuição deverá ser remanejada. Foi elaborado um projeto de distribuição para o remanejamento como também a construção de uma nova rede aérea com conexão à rede existente e o ponto de conexão para suprimento de energia incluindo iluminação das vias.

O objetivo do projeto de rede de distribuição é relocar os pontos existentes de tal forma que sejam mantidos os trechos existentes, entretanto aqueles que sejam pontos de interferência no viaduto deverão ser remanejados para o desenvolvimento do projeto.

Segue abaixo as normas e Bibliografias utilizadas no desenvolvimento dos projetos de iluminação e elétricas.

ABNT:

NBR-5410 (2004) – Instalações elétricas de baixa tensão;

NBR-14039 (2005) – Instalações elétricas de Média Tensão;

CEMIG:

ND-3.1 – Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas

ND-3.3 – Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas

### **4.6.2 Suprimentos de Energia**

#### **Informações Gerais**

Como o projeto visa manter a instalação da rede de distribuição existente, foram mantidos os níveis de tensão estabelecidos pela concessionária. Com essa premissa, os níveis de tensão devem ser 13,8kV para Rede de Distribuição Primária e 220V para Rede Secundária.

#### 4.6.3 Pontos de Conexão

Os circuitos de Média Tensão serão trifásicos e serão distribuídos em condutores isolados, formando uma Rede Aérea de Média Tensão Compacta.

Os circuitos de Baixa Tensão serão, também, trifásicos com cabos multiplexados. Como estabelecido pela ND3.1, os cabos com nomenclatura antiga foram atualizados para os padrões de cabos primários e secundários estabelecidos pela concessionária.

Os postes que têm alguma interferência no trecho do viaduto deverão ser removidos ou relocados ao lado oposto das vias. No ponto E=670850 e N=7593450 encontra-se o início do viaduto e um dos trechos deverá ser removido já que há interferência como mostra a figura abaixo.

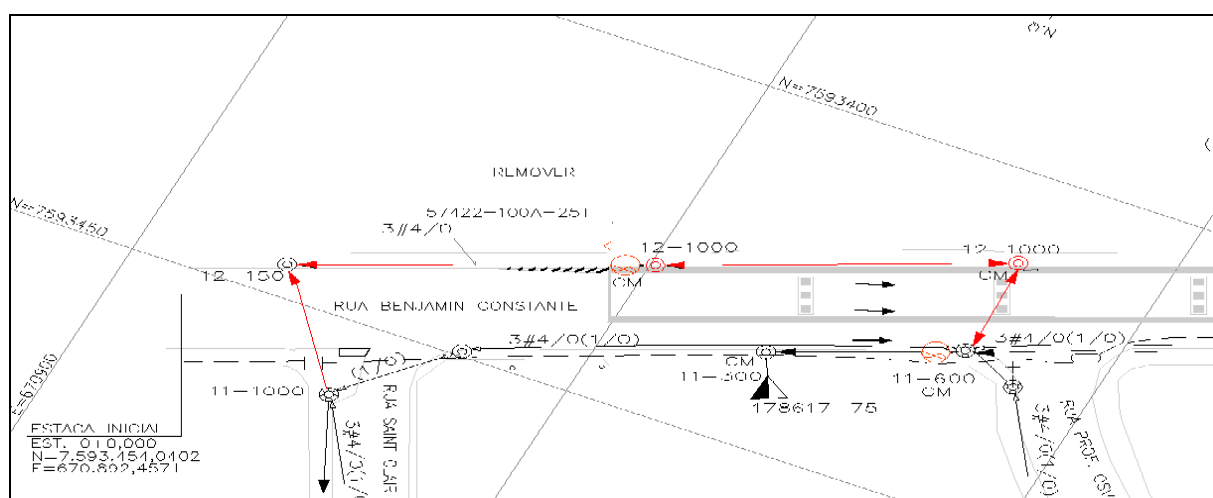


Figura 11 - Trecho de distribuição em vermelho a ser removido

Nos trechos que são continuidade de circuitos existentes e passarão abaixo do viaduto foi projetada uma parte do trecho subterrânea. Um exemplo disso pode ser visto no ponto N=7593350 e E=670750. Como há circuitos de média tensão e baixa tensão foram separadas caixas de passagem diferentes para cada nível de tensão como é estabelecido por norma vigentes.



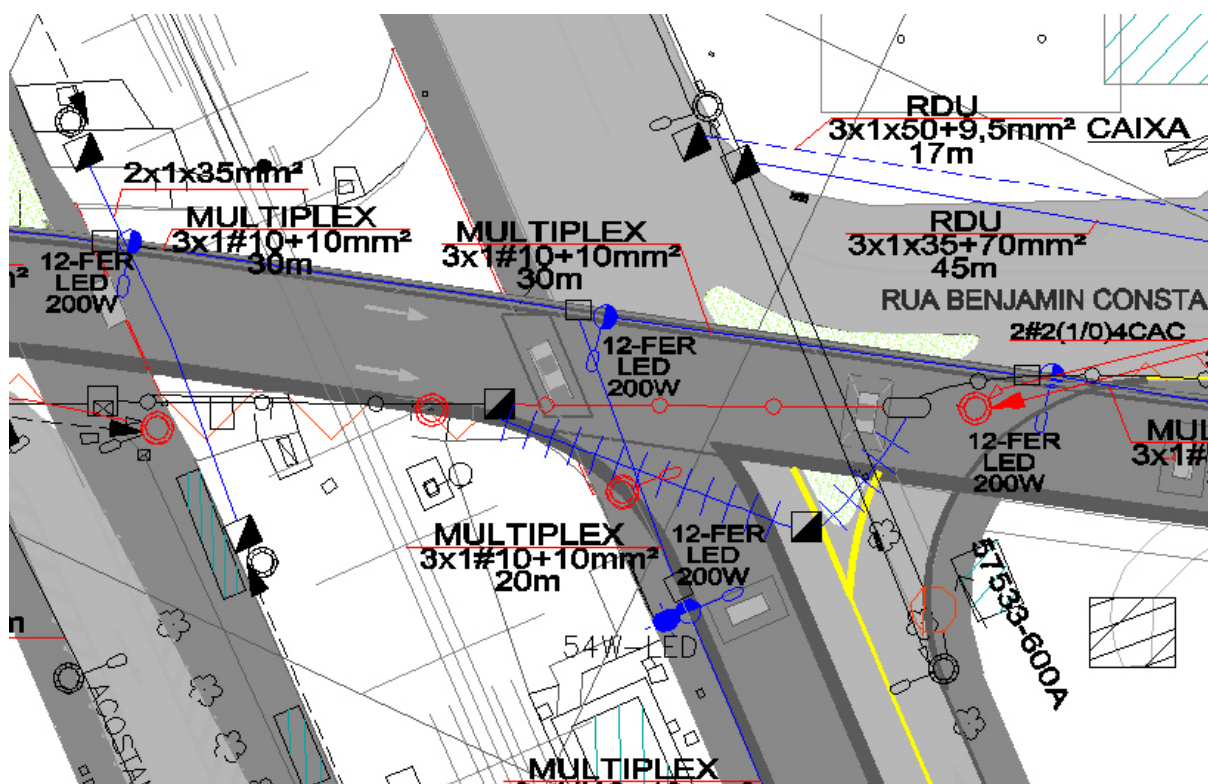


Figura 12 – Substituição da rede aérea por rede subterrânea

Os postes que se encontram abaixo do viaduto deverão ser removidos e os circuitos remanejados para postes novos localizados no outro lado da via, como pode ser visto na figura abaixo. Os postes existentes a remover se encontram na cor vermelha sendo que serão substituídos por postes novos localizados do outro lado da via.

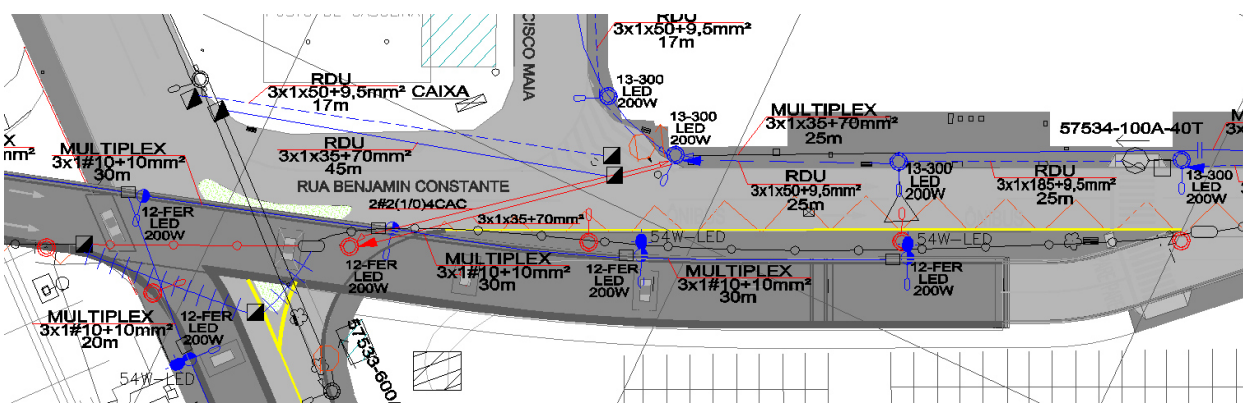


Figura 13 – Trecho da rede de distribuição a ser remanejado para o outro lado da via.

#### 4.6.4 Notas

Todas as alterações nas redes de distribuição aérea e embutidas no piso foram previamente acordadas com a CEMIG.

Para execução das alterações, somente se permite contratar empreiteira homologada pela CEMIG.

Deve-se tomar maior atenção na alteração da rede subterrânea, a mesma alimenta todo o centro da cidade. Deve ser realizada todo ajuste e lançamento dos condutores para remanejamento antes do desligamento total do circuito.

## **4.7 OBRAS DE ARTES ESPECIAIS**

### **4.7.1 Introdução**

A intervenção é constituída de 11 (onze) vãos, sendo 10 vãos contínuos com comprimentos entre 16m e 21,5 m entre apoios e 1 (um) vão isostático sobre a linha férrea com comprimento de 28,5m.

No trecho sobre a linha férrea a seção transversal do tabuleiro possui 8,00m de largura e é composta de 4 vigas metálicas. A laje sobre as vigas metálicas, que formará o tabuleiro da pista de rolamento, será executada sem a utilização de cimbramentos convencionais, devendo ser executada através do capeamento de concreto sobre pré-lajes pré-moldadas e lançadas sobre as vigas metálicas, servindo de forma para a concretagem do capeamento e incorporando a laje devido ao atrito entre os concretos de etapas distintas como também pela união promovida pelas treliças eletrosoldadas projetadas nas pré-lajes. A união da laje composta do tabuleiro com as vigas metálicas se dará pela presença de conectores metálicos tipo “stud bolts”, devidamente soldados na mesa superior das longarinas metálicas. O sistema de grelha metálica de vigamentos, longarinas mistas e laje do tabuleiro define a superestrutura da O.A.E neste ponto. O apoio das longarinas nas vigas travessas se dará sobre aparelhos de apoio em neoprenes fretados com chapas de aço.

Nos demais vãos da OAE a seção transversal é formada por uma laje lisa convencional em concreto armado com espessura constante de 65cm.

A mesoestrutura da O.A.E. será definida por n apoios compostos de pilares únicos centrais com uma travessa superior em “T” com dois balanços, um para cada lado, com seção e comprimentos suficientes para receber os aparelhos de apoio e longarinas metálicas os a laje maciça.

A infraestrutura da O.A.E. será definida por blocos de fundação sobre estacas raíz, solução definida após análise dos boletins de sondagem e os devidos estudos de capacidade de carga e interação estaca-solo. Havendo a necessidade de sondagens confirmatórias no momento da execução.

Para contornar a interferência da fundação do apoio 4 (Bloco B3) e o cabeamento da CEMIG, a estrutura de fundação será deslocada.

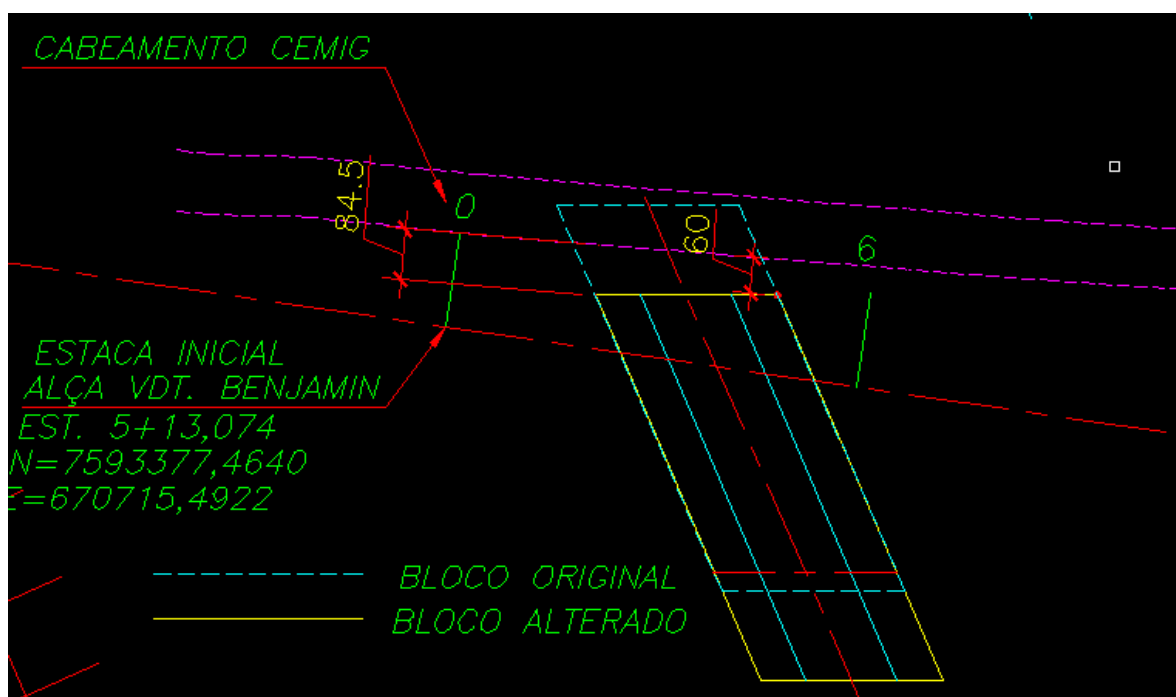


Figura 14 – Alteração na localização da fundação

#### 4.7.2 Aspectos Gerais

A distribuição dos esforços entre cada um dos elementos que compõe a superestrutura e a sua interação com os demais elementos que compõe a ponte se dá de forma mais complexa. Salienta-se também, que a interação solo-estrutura não é algo que se possa quantificar analiticamente sem uso de equações diferenciais com razoável nível de complexidade. Frente a esta conjuntura, a determinação dos esforços solicitantes em cada elemento da estrutura foi feita por meio de modelos numéricos.

Dentre os diversos métodos de modelagem numérica existentes na literatura (Métodos dos Elementos Finitos, Método dos Elementos de Contorno, Métodos das Faixas Finitas, Método dos Elementos Finitos Generalizados, etc) optou-se pelo o uso do Método dos Elementos Finitos clássico, de agora em diante denominado no presente texto como MEF. Frente esta escolha, fez necessário o uso de um software capaz de gerar modelos de elementos finitos com facilidade de uso e confiabilidade garantida. Dentre os diversos softwares disponíveis no mercado optou-se pelo o uso do “CSiBridge” (versão 21.2.0).

Nos modelos elaborados, quando se fez necessário modelar elementos estruturais planos delgados sujeitos a solicitações normais e tangenciais, utilizaram-se elementos finitos de casca delgada denominados pelo programa como “shell thin”. As shell’s thin são elementos planos de quatro ou três nós cuja formulação combina o comportamento de membrana ao comportamento de flexão de placas delgadas.



A idealização matemática do comportamento de membrana usa uma formulação paramétrica que inclui todos os esforços decorrentes de deslocamentos no plano médio da casca e esforços decorrente do momento de torção paralelo ao eixo ortogonal ao plano médio da casca.

O comportamento a flexão da “shell thin” é formulado segundo a teoria de placas delgadas de Kirchhoff - Love.

Cada “shell thin” possui um sistema de eixos locais na qual são definidas as orientações das propriedades dos materiais (recurso que possibilita a simulação de materiais anisotrópico e ortotrópico), carregamentos e esforços solicitantes.

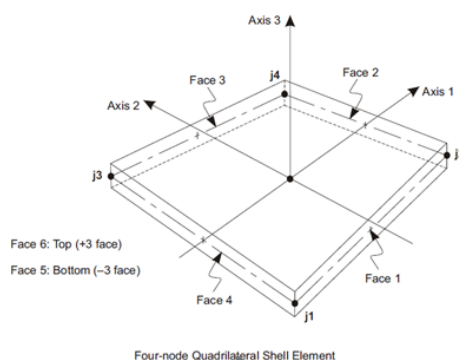


Figura 15 – Sistema de coordenadas de um elemento do tipo shell com quatro nós

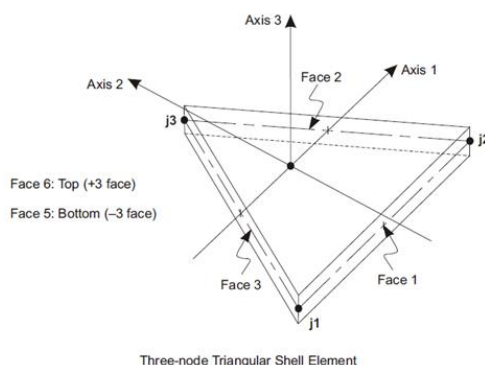


Figura 16 – Sistema de coordenadas de um elemento do tipo shell com três nós

A matriz de rigidez destes elementos é obtida por meio de uma formulação isoparamétrica e integração numérica com o uso de quatro pontos de integração. As tensões e forças internas nos elementos são determinadas em 2x2 pontos de Gauss e extrapoladas para os nós do elemento.

Quando se fez necessário modelar elementos estruturais planos medianamente espessos (espessura maior que um décimo do vão) sujeitos a solicitações normais e tangenciais, utilizaram-se elementos finitos de casca medianamente espessa e denominados pelo programa como “shell thick”. O elemento “shell thick” se difere do elemento “shell thin” no seu comportamento a flexão. O elemento de shell thick possui seu comportamento a flexão baseado na teoria de Mindlin–Reissner para placas medianamente espessas.

Elementos estruturais que permitem a sua idealização por meio de elementos unidimensionais, tais como, pilares, vigas e estacas, foram modelados utilizando elementos finitos de pórtico espacial generalizado e denominados pelo programa com "Frame". A formulação das frame's inclui os efeitos da flexão biaxial, torção, deformação axial e distorções causadas pelas tensões tangenciais (formulação baseada na viga de Timoshenko). Cada elemento do tipo frame possui dois nós com seis graus de liberdade cada.

As frames possuem um sistema de eixo local onde são definidas as orientações das propriedades dos materiais, carregamentos e esforços solicitantes. A Figura 17 apresenta o sistema de coordenadas local de um do tipo frame.

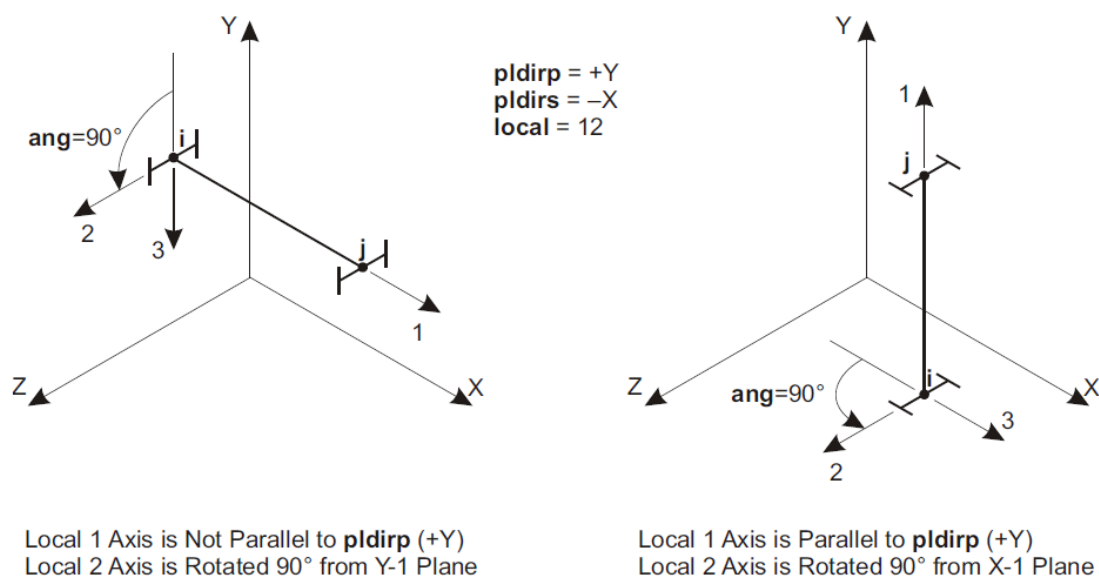


Figura 17 – Sistema de coordenadas de um elemento do tipo frame

A transferência de carga da superestrutura para a mesoestrutura foi feita por intermédio de um elemento que simula o aparelho de apoio.

A interface da estrutura com o solo foi modelada com o uso de molas elásticas, cujas rizezas foram calculadas com base nas propriedades da camada de suporte (solo ou rocha).

A acurácia dos modelos elaborados foi garantida com o uso de um número de elementos suficientes para que não haja diferença significativa entre os resultados obtidos com a presente malha e os resultados de uma malha com maior discretização. Em malhas elaboradas com elementos de cascas e elementos sólidos, evitou-se o uso de elementos com elevado grau de distorção e o uso de elementos triangulares (elementos com acurácia inferior aos elementos quadrilaterais).

## **4.8 ILUMINAÇÃO**

### **4.8.1 Introdução**

Com a construção do Viaduto Benjamin Constant foi necessário desenvolvimento de um projeto elétrico para a iluminação das vias como também a determinação do suprimento de energia para o mesmo.

### **4.8.2 Suprimentos de Energia**

#### **Informações Gerais**

Como o projeto visa manter a instalação da rede de distribuição existente, foram mantidos os níveis de tensão estabelecidos pela concessionária local. Com essa premissa, os níveis de tensão devem ser 13,8kV para Rede de Distribuição Primária e 220V para Rede Secundária.

Segue abaixo as normas e Bibliografias utilizadas no desenvolvimento dos projetos de iluminação e elétricas.

ABNT:

NBR-5101 (2012) – Iluminância Pública - Procedimentos;

NBR-5410 (2004) – Instalações elétricas de baixa tensão;

NBR-14039 (2005) – Instalações elétricas de Média Tensão;

### **4.8.3 Pontos de Conexão**

O Suprimento poderá ser pela mesma rede que alimenta o local hoje. O ponto de conexão da Rede Existente se Encontra na Coordenada E=670850, N=7593450. A rede existente será conectada a nova rede a ser projetada.

Os circuitos de Baixa Tensão serão monofásicos com cabos multiplexados.

### **4.8.4 Cálculo Luminotécnico**

Para iluminação da via foi utilizado como critério de projeto a ABNT NBR 5101:2012 – Iluminação Pública - Procedimento, baseados nessa norma, classificamos a via como de tráfego médio, cujos critérios de dimensionamento foram usados no software Dialux, encontrando a melhor forma de distribuição.

Foram utilizados dois tipos de luminárias para atender tanto a passagem de pedestres quanto de veículos. A iluminância média do sistema é de 20 lux. A luminária utilizada para a estrada foi a HDA 01 LED 100W, fluxo Luminoso do LED 12.988lm, fluxo Luminoso Efetivo Luminária 10.800lm A proposta é que os postes fiquem distantes 30m entre si, respeitando as curvas, onde a distância deve ser reduzida em até 70%. A Altura proposta para montagem das luminárias é de 12m. Para a iluminação da via para pedestres foi utilizada a Luminária LDX Street Slim, 39W, 5.046lm com base para relé fotocélula. A altura proposta para montagem da iluminação da passagem de pedestres é de 6 metros.

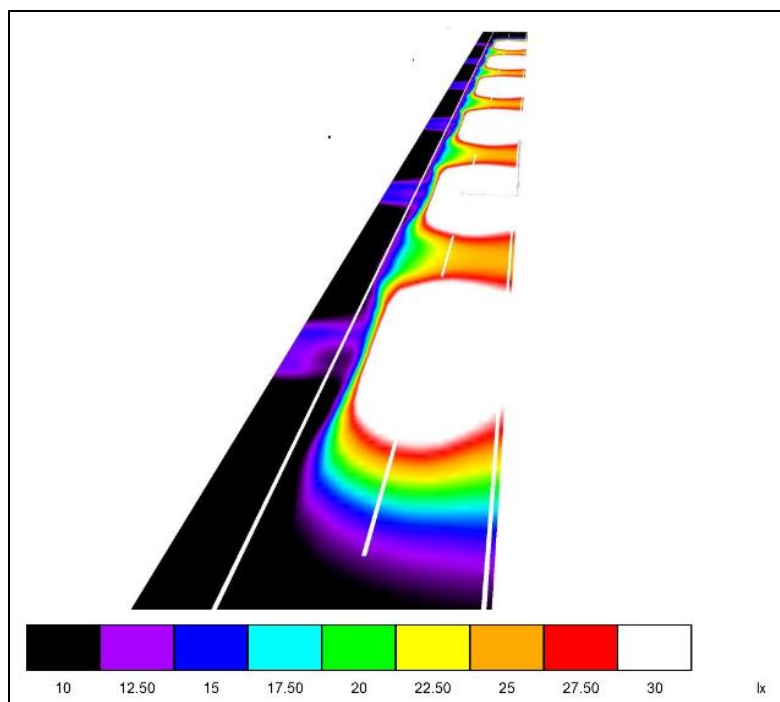


Figura 18 – Cálculo Luminotécnico

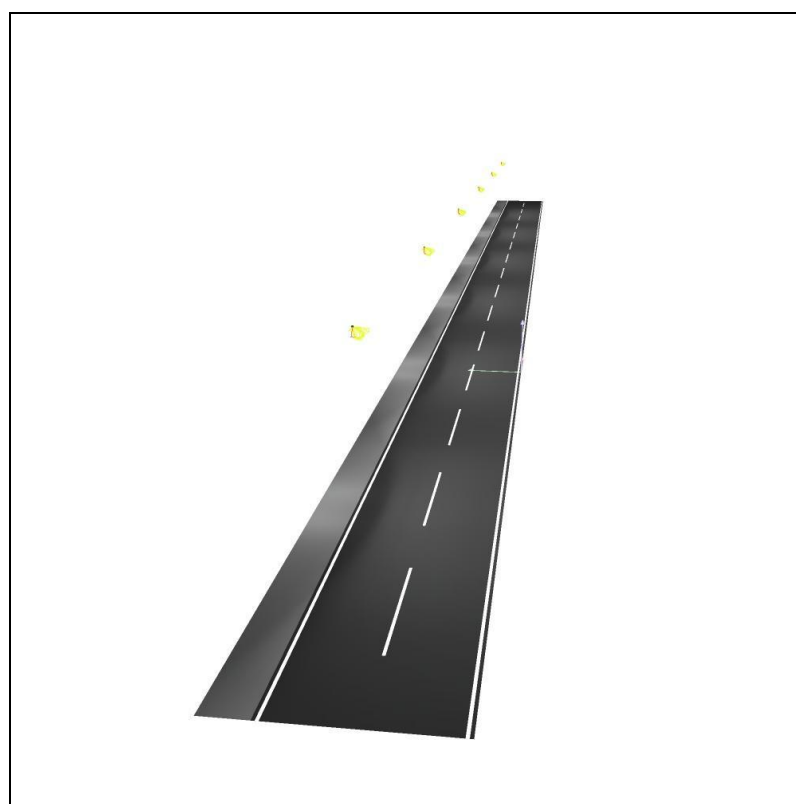
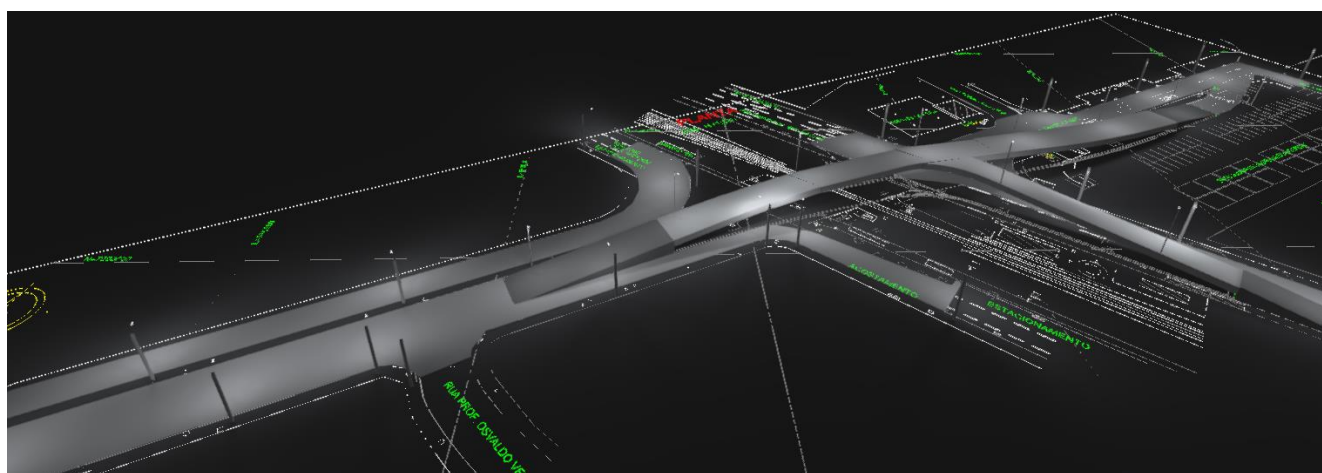
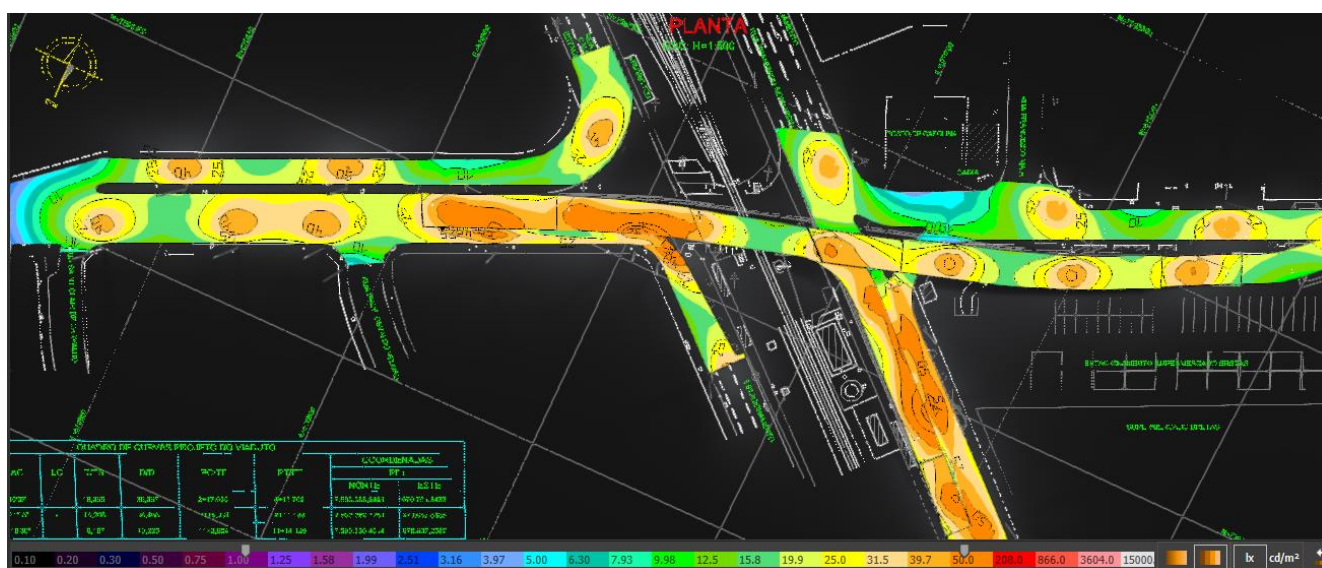


Figura 19 – Disposição das Luminárias





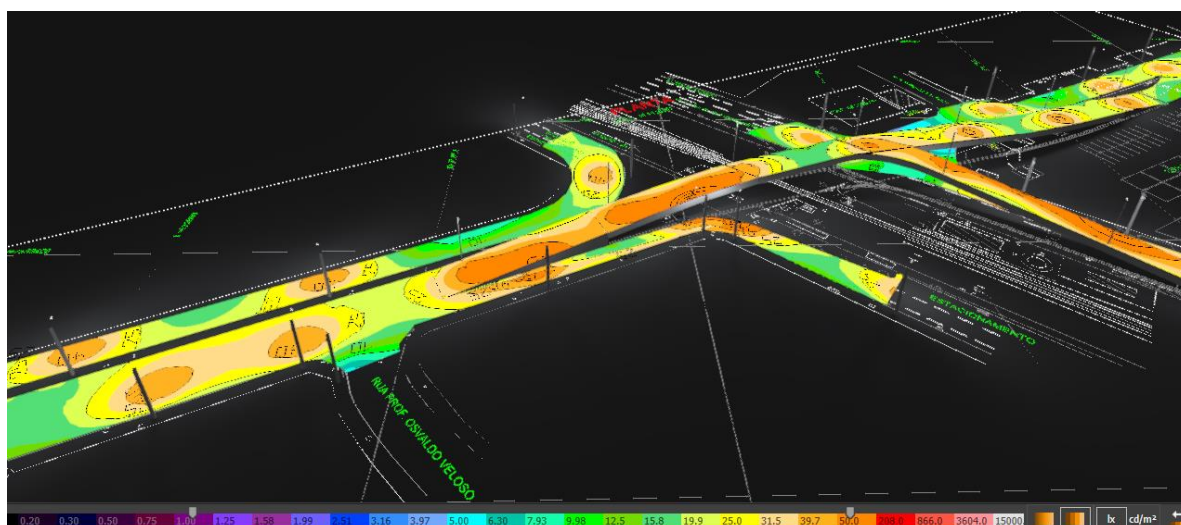


Figura 23 - Disposição das Luminárias

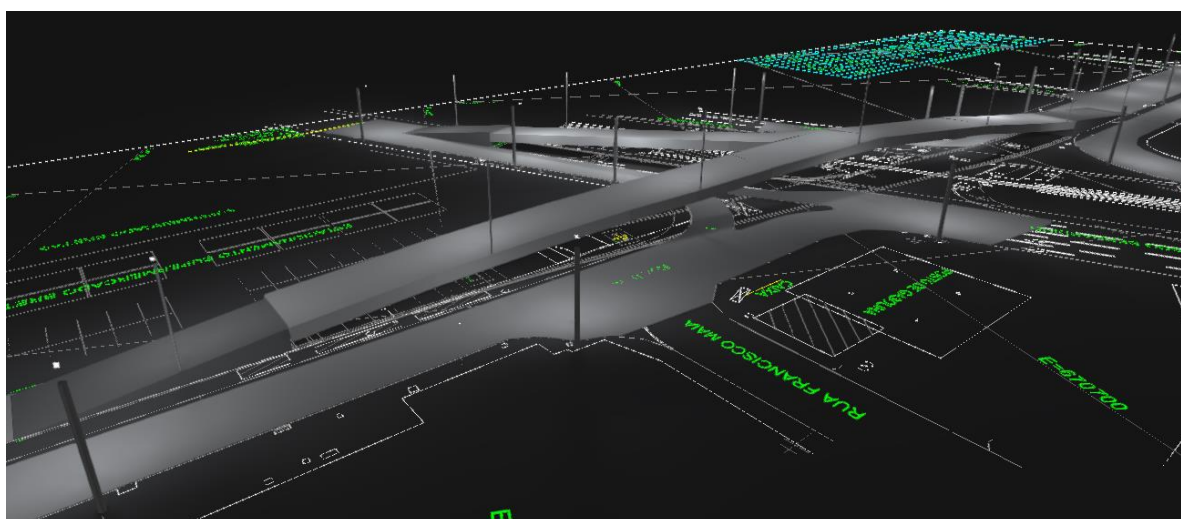


Figura 24 - Disposição das Luminárias

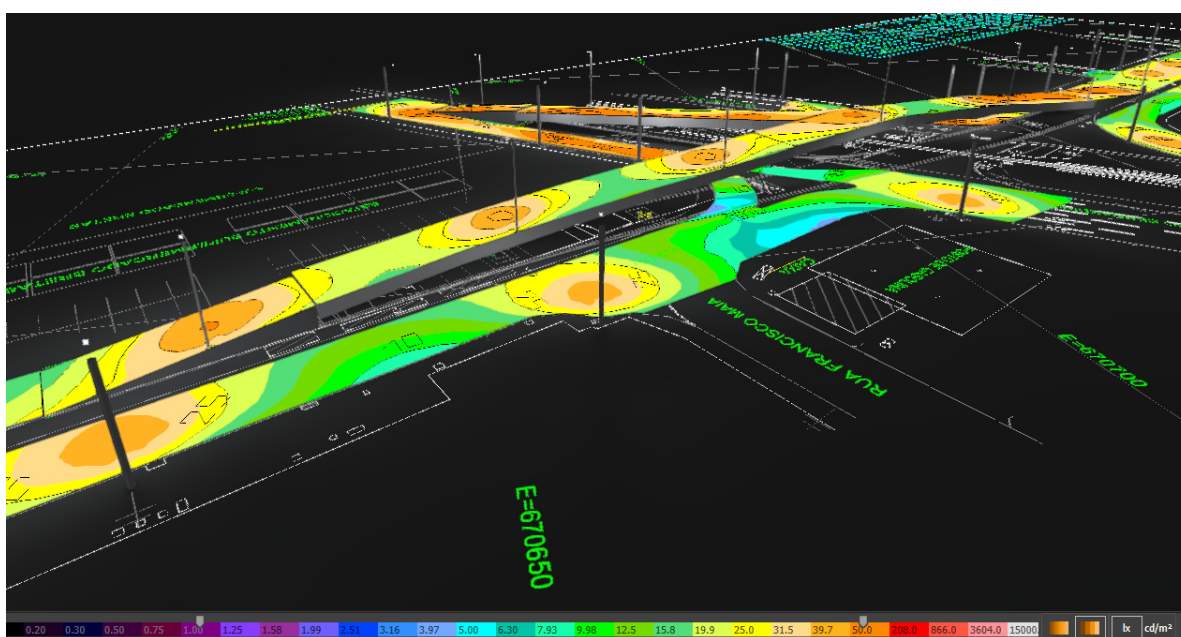


Figura 25 - Disposição das Luminárias



#### 4.8.5 Circuitos de alimentação

A alimentação do sistema de iluminação será proveniente da rede existente, sendo os condutores de #6,0mm<sup>2</sup> derivados no poste existente próximo a estaca 0 do projeto. A nova rede será embutida no piso através de dutos de PEAD. Próximo ao viaduto, será instalado uma caixa de passagem, onde a infraestrutura passa a ser aparente em eletroduto de aço galvanizado fixado na estrutura de concreto do viaduto.

Foi projetado um circuito monofásico de 1951,09VA. O sistema será alimentado em 220V.

Deverá ser verificada a alimentação do sistema ao circuito existente localizado em N=7593450 e E=670850.

#### 4.8.6 Notas

Os pontos de conexão com a rede existente estão indicados no projeto de iluminação. Devem ser analisados pela concessionária.

As luminárias podem ser substituídas por modelos equivalentes, desde que respeitados os fluxos luminosos emitidos e ângulo de abertura. As potências devem ser verificadas para redimensionamento dos condutores e capacidade de conexão na rede existente.

## **4.9 PAVIMENTAÇÃO**

O pavimento do ramo de acesso ao Viaduto Benjamin em Juiz de Fora – MG, conforme indicado em projeto, foi elaborado de modo a comportar um tráfego com volume representativo de veículos. Assim, no que pese a ausência de estudo de tráfego e de estudos inerentes ao pavimento, procurou-se dotar o projeto de modo que atendesse as recomendações técnicas adotadas pelo DNIT.

São abordados os seguintes temas:

- Estudo do Subleito;
- Estudo do Pavimento Existente;
- Ocorrências de Material para Terraplenagem e Pavimentação.

O dimensionamento do pavimento foi efetuado seguindo-se o método de dimensionamento de pavimentos do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Ex DNER) - "Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis", de autoria do Engenheiro Murillo Lopes de Souza e também pelo "Método da Resiliência", de autoria dos Engenheiros Ernesto Simões Preussler e Salomão Pinto, também conhecido como TECNAPAV. Ambos os métodos estão apresentados no Manual de Pavimentação do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura, edição de 2006.

### **4.9.1 Estudo do Subleito e Número N**

Na área do viaduto não foram executadas sondagens nem ensaios relativos ao subleito. Tomaram-se como referência os números de golpes das sondagens mistas e a consistência do solo no horizonte superficial até 1,5m de profundidade. Assim, adotou-se para o subleito um CBR mínimo de 8%, valor aplicado em outras vias próximas ao viaduto. Levou-se, também, em conta a configuração dos pavimentos asfálticos das vias próximas ao viaduto.

Os estudos geotécnicos com material do subleito consistiram na realização de ensaios de caracterização física e mecânica, assim como na determinação do grau de compactação, índice de suporte califórnia e grau de compactação pelo método frasco de areia.

A seguir é apresentado o furo de sondagem N°1, localizado na interseção da Av. Brasil com a Rua Padre Júlio Maria a cerca de 400,0m do Viaduto Benjamin. A referida sondagem foi realizada pela empresa JD Engenharia e Consultoria no ano de 2009, e foi

disponibilizada pela MRS logística para embasamento dos estudos do pavimento existente na área de abrangência do projeto.

Tabela 7 – Resultados dos ensaios.

RESUMO DOS ESTUDOS																						
Obra:		Vias Urbanas de juiz de Fora												Data: Agosto / 2009								
														Camada: Sub Leito								
Registro N°	Furo	Profundidade	GRANULOMETRIA							LIMITES FÍSICOS		I.G	Classif. T.R.B	Faixa	COMPACTAÇÃO (Proctor Normal)							
			% que passa nas peneiras							LL %	I.P %				CAMPO		LABORATÓRIO			I.S.C		
			2"	1'	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°200						Densid. In-Situ	Umid. %	Hot. %	D. máx. Kg/m³	Grau Compac. %	Exp. %	CBR %	
	1	1.15 - 1.58				100	98	85	59	56.70	18.10	10	A-7-5		1555	12.40	17.80	1623	96	0.26	8.20	

Os resultados apresentados acima contribuirão para subsidiar o estudo do subleito do acesso ao viaduto Benjamin.

A estimativa da solicitação do pavimento da via de acesso ao empreendimento, a partir da repetição de um eixo padrão de 8,2tf, conforme recomenda a metodologia adotada pelo DNIT.

Para a estimativa da solicitação de tráfego dos pavimentos, expressa pelo Número "N" de repetições do eixo simples padrão de rodas duplas de 8,2 t, foram adotadas, como referência, as orientações e critérios estabelecidos pela Prefeitura Municipal de São Paulo (IP-02 - "Classificação das Vias").

Em tal instrução de projeto as vias urbanas são classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com o tráfego previsto, nos seguintes tipos:

- Tráfego leve: ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um Número "N" típico de  $10^5$  para período de projeto de 10 anos;
- Tráfego médio: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um Número "N" típico de  $5 \times 10^5$  para período de projeto de 10 anos;
- Tráfego médio pesado: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um Número "N" típico de  $2 \times 10^6$  para período de projeto de 10 anos;

- Tráfego pesado: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 301 a 1.000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um Número "N" típico de  $2 \times 10^7$  para período de projeto de 12 anos;
- Tráfego muito pesado: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 1.001 a 2.000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um Número "N" típico de  $5 \times 10^7$  para período de projeto de 12 anos;
- Faixa exclusiva de ônibus: vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de ônibus e veículos comerciais (em número reduzido), podendo ser classificadas em:
  - Faixa exclusiva de ônibus com volume médio: onde é prevista a passagem de ônibus em número não superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por um Número "N" típico de  $10^7$  para período de projeto de 12 anos;
  - Faixa exclusiva de ônibus com volume elevado: onde é prevista a passagem de ônibus em número superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por um Número "N" típico de  $5 \times 10^7$  para período de projeto de 12 anos.

O quadro a seguir sintetiza os parâmetros adotados para a classificação das vias e Número "N" típicos utilizados pela Prefeitura Municipal de São Paulo:

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	PERÍODO DE PROJETO (ANOS)	VMD INICIAL NA FAIXA MAIS CARREGADA		NÚMERO "N" (nota 1)	NÚMERO "N" CARACTERÍSTICO (ver nota 3)
			Veículos Leves	Ônibus e Caminhões		
Via local residencial	Leve	10	100 a 400	4 a 20	$2,7 \times 10^4$ a $1,4 \times 10^5$	$10^5$
Via coletora secundária	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	$1,4 \times 10^5$ a $6,8 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
Via coletora principal	Meio pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	$2 \times 10^6$
<b>Via arterial</b>	<b>Pesado</b>	<b>12</b>	<b>5.001 a 10.000</b>	<b>301 a 1.000</b>	<b><math>1,0 \times 10^7</math> a <math>3,3 \times 10^7</math></b>	<b><math>3,3 \times 10^7</math></b>
Via arterial principal ou expressa	Muito pesado	12	> 10.000	1.001 a 2.000	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	$5 \times 10^7$
Faixa exclusiva de ônibus	Volume médio	12	–	< 500	$3 \times 10^6$	$10^7$ (nota 2)
	Volume pesado	12	–	> 500	$5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$

**Notas:** 1) Projeção do tráfego com taxa de crescimento geométrico correspondente a 5% ao ano.

2) Majorado em função do tráfego (excesso de frenagens e partidas).

3) Número "N" estimado com os fatores de veículos (FV) do USACE.

Para o presente projeto, as solicitações de tráfego foram reavaliadas com base em observações das características/composições do tráfego (eminentemente urbano, com participação do tráfego comercial de caminhões, concluindo-se pela adoção do Número "N" de repetições do eixo padrão de  $8,2 \text{ t} = 3,3 \times 10^7$ .

#### 4.9.2 Estudo do Pavimento Existente

Considerando a sondagem W1 feita no pavimento existente da interseção da Av. Brasil com a Rua Padre Júlio Maria tomou-se como premissa, o dimensionamento descrito abaixo.

- Revestimento: CBUQ (Faixa "C"), com espessura de 10,0cm;
- Base: brita graduada, com espessura média de 20,0cm;
- Sub-base: saibro argiloso vermelho, com de 20,0cm.

O subleito deverá apresentar CBR mínimo de 8,0%. Espera-se que o mesmo material das vias ao empreendimento seja similar ao da Interseção da Avenida Brasil com Rua Padre Júlio Maria.

#### 4.9.3 Ocorrências de Material para Terraplenagem e Pavimentação

Os materiais para pavimentação serão provenientes de locais próximos à área de projeto.

As camadas de Base e Sub-base serão constituídas por brita graduada e bica corrida respectivamente e serão proveniente das seguintes pedreiras comerciais:

- Pedreira Santa Monica situada na BR-267 no Bairro Vila Ideal – Juiz de Fora;
- Pedreira Santo Cristo – Estrada Geraldino Monteiro da Silva 510 – Linhares – Juiz de Fora.

O concreto asfáltico poderá ser proveniente das seguintes usinas de asfalto:

- EMPAV, localizada no Distrito Industrial do Bairro Benfica;
- Duas usinas de CBUQ ( Engedrain / Construtora Engetran ) localizadas no Park Sul ( BR-040 km 800 em Matias Barbosa.

O material para execução do aterro deverá atender à norma DNIT 108/2009 ES.

As sondagens executadas para elaboração do projeto serão apresentadas no Volume 3 - ANEXO 3A – ESTUDOS GEOTÉCNICOS.

#### 4.9.4 Dimensionamento do Pavimento

##### 4.8.4.1 – Método da Resiliência

O método consiste na determinação pelo critério da fadiga a deflexão admissível para o revestimento projetado, em função do número “N” de solicitações previstas e da classificação do solo do subleito quanto à resiliência.

As etapas da verificação do dimensionamento são as seguintes:

- Etapa 1 - Definir o número de operações do eixo padrão de 8,2 tf para o período de projeto considerado (mesmo critério do Método do DNIT);
- Etapa 2 - Determinar o valor do ISC do subleito de projeto, obtidos a partir de análise dos resultados dos ensaios de laboratório (mesmo critério do Método do DNIT);
- Etapa 3 - Classificar o solo do subleito quanto à resiliência: solo tipo I, solo tipo II e solo tipo III;
- Etapa 4 - Determinar a espessura equivalente do pavimento ( $H_t$ ), a partir do ISC do subleito e do número “N”;
- Etapa 5 - Calcular a deflexão prevista na superfície do revestimento -  $D = D_p$ ;
- Etapa 6 - Determinar a espessura mínima do revestimento betuminoso -  $H_{cb}$ .

Da aplicação da citada metodologia, observou-se a necessidade da espessura mínima de 10,0 cm de camada betuminosa.

##### 4.8.4.2 – Método do DNIT

O Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis – DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (Ex. DNER), edição de 2006, de autoria do Engenheiro Murilo Lopes de Souza baseia-se no “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Trafics Volume”, de autoria do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA.

Trata-se de método empírico que se fundamenta na capacidade de suporte do subleito, traduzida pelos ensaios de ISC dos seus materiais constituintes e pelo tráfego em termos de número equivalente de operações de um determinado eixo padrão que é fixado em 8,2t. As diversas camadas que irão constituir o pavimento são então dimensionadas de forma a proteger o subleito e resistirem à atuação das cargas dinâmicas causadas pelo tráfego.



Previamente à execução do dimensionamento foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e estipulados os seus coeficientes de equivalência estrutural, sendo:

- Sub-base de solo estabilizado granulometricamente  $K=1,0$ ;
- Base de Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa  $K=1,7$ ;
- Revestimento em Concreto Betuminoso (CBUQ)  $K=2,0$ .

Com base nos parâmetros de dimensionamento estabelecidos no item anterior, ábaco do método de dimensionamento e a partir da inequação

$$\sum_{1}^n K_n \cdot E_n \geq H_{(n+1)}$$

Onde:

- $K_n$  = coeficiente estrutural do material da camada de ordem  $n$ ;
- $E_n$  = espessura da camada de ordem  $n$ ;
- $H_{(n+1)}$  = espessura total do pavimento acima da camada de ordem  $(n+1)$ , calculada em função do Número "N" e do ISC da camada de ordem  $(n+1)$ , tem-se:

A espessura mínima do revestimento betuminoso (concreto betuminoso) recomendada pelo "Método do DNER" (2006) é de:

- $e = 5,0$  cm para  $10^6 < N \leq 5 \times 10^6$ ;
- $e = 7,5$  cm para  $5 \times 10^6 < N \leq 10^7$ ;
- $e = 10,0$  cm para  $10^7 < N \leq 5 \times 10^7$ ;
- $e = 12,5$  cm para  $N > 5 \times 10^7$ .

Da aplicação com o método citado, observou-se a necessidade da espessura mínima de camada betuminosa de 10,0 cm, sendo a espessura mínima adotada.

A memória do dimensionamento do pavimento novo é apresentada a seguir.

### DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO NOVO

<b>DADOS DE TRÁFEGO</b>	Número "N" de Projeto (USACE)	<b>Np</b>	<b>3.30E+07</b>
	Período de Projeto	<b>P</b>	<b>12 anos</b>

### CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

Camada	Materiais constituintes	ISC (%)	Coefficiente
REVESTIMENTO	CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente		KR = 2,0
BASE	BGS - Brita Graduada Simples	> 80	KB = 1,0
SUB-BASE	BGS - Brita Graduada Simples	> 20	KS = 1,0
REFORÇO			

### APLICAÇÃO DO MÉTODO TECNAPAV - Definição da Espessura Mínima de Revestimento

Tipo de Solo predominante no Subleito	HRB: S (% de Silte): ISC (%): 8	Classificação do Solo do Subleito quanto a Resiliência			
		<b>Tipo</b>	<b>S (% de Silte)</b>		
		<b>ISC (%)</b>	< 35 %	35 a 65 %	> 65 %
		> 9	1	2	3
		6 a 9	2	2	3
		2 a 5	3	3	3
Tipo de Solo do Subleito = (*) 2					
Constantes quanto à resiliência: I1 = 1 I2 = 0		<b>Tipo</b>	1	2	3
		<b>I1</b>	0	1	0
		<b>I2</b>	0	0	1
Cálculo da Deflexão Admissível:		log Dadm = 3,148 - 0,188 log Np		Dadm = 54 (0,01mm)	
Deflexão sobre o Pavimento:		Dp = D adm		Dp = 54 (0,01mm)	
Espessura Mínima de Revestimento:		Hcb = 807,961/Dp - 5,737 + 0,972 I1 + 4,101 I2		Hcb = 10,1 cm	
				Ht = 51,6 cm	
				Hcg = 31,6 cm	

### APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PROJETO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DO DNER

Espessura Mínima de Revestimento: R = 10 cm de CBUQ Adotado R= 10 cm													
Cálculos das Espessuras: H20 = 30 cm													
R x KR + B x KB > H20 B > 10 cm Adotado B = 20 cm													
R x KR + B x KB + h20 x KS > Hn h20 > Hn - 40,0													
R x KR + B x KB + h20 x KS + href x Kref > Hn													
Seg- mento  nº	Entre Estacas		Ext.  Km	Solo Class.  HRB	ISC  %	Hn	Espessuras (cm)						
	Inicial	Final					CBUQ	Base	Sub-base h20		Reforço href		Total
							R	B	calculado	adotado	calculado	adotado	
Viaduto de Benjamin					8	53	10,0	20	13	20			

#### 4.8.4.3 – Dimensionamento Recomendado

Considerando o dimensionamento efetuado e a estrutura do pavimento existente, o pavimento novo deverá ser executado com a seguinte estrutura:

- Revestimento: CBUQ (Faixa “C”), com espessura de 10,0cm;
- Base: brita graduada, com espessura média de 20,0cm;
- Sub-base: bica corrida, com espessura de 20,0cm.

O pavimento existente da Baia de ônibus encontra-se em mau estado de conservação com incidência de trincas classe 3, panelas e afundamentos, conforme fotos apresentadas a seguir.



Portanto, o pavimento existente da Baia de ônibus deverá ser removido para implantação do pavimento novo com a seguinte com a seguinte estrutura, conforme dimensionamento:

- Revestimento: CBUQ (Faixa “C”), com espessura de 10,0cm;

- Base: brita graduada, com espessura média de 20,0cm;
- Sub-base: bica corrida, com espessura de 20,0cm.

#### 4.9.5 Concepção das camadas do pavimento

Apresentam-se, a seguir, as principais condições executivas das diversas camadas do pavimento, bem como as especificações de serviço para cada etapa executiva.

- Regularização do subleito

O material do subleito deverá apresentar um ISC mínimo de 8,0%. A regularização do subleito o solo deverá ser compactado numa camada de 20 cm com a energia de 100% Proctor Normal.

Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT-ES 137/2010 para Regularização do Subleito.

- Camada de Sub-base

O material utilizado para a execução da sub-base deverá apresentar  $ISC \geq 20\%$  e Expansão  $\leq 1,0\%$ . Será proveniente de pedreiras da região e será constituída de bica corrida. O material deverá ser compactado na energia de 100% Proctor Intermediário, com espessura de 20 cm.

Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT-ES139/2010 para Sub-base de Solo Estabilizado Granulometricamente.

- Camada de Base

O material para a execução da base igualmente será proveniente de Pedreiras da região e será constituída de brita graduada, e deverá apresentar  $ISC \geq 80\%$ ,  $LL \leq 25\%$ ,  $IP < 6\%$ . A camada deverá ter espessura acabada de 20,0cm. O material deverá ser compactado na energia de 100% do Proctor Modificado.

Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT-ES 141/2010 para Base de Solo Estabilizado Granulometricamente. O material deverá se enquadrar dentro das faixas A,B,C ou D da referida especificação.

- Imprimação

Deverá ser executada utilizando-se asfalto diluído CM-30, cuja taxa de aplicação sugerida será de 1,2 l/m<sup>2</sup>.

Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT-ES 144/2010 para Imprimação.

- Pintura de ligação

Para Pintura de Ligação, indica-se a utilização da emulsão asfáltica do tipo RR-1C. Esse serviço deverá ser executado entre a primeira e a segunda camada de CBUQ e sobre a

superfície da mesa do viaduto antes de receber a camada de 5,0 cm de CBUQ. Todos os serviços deverão ser executados de acordo com a especificação DNIT-ES 145/2010.

- Revestimento em concreto betuminoso usinado a quente CBUQ (Faixa “C”)

O revestimento em CBUQ será constituído de duas camadas de 5,0 cm cada camada. Entre as duas camadas deverá ser aplicada uma pintura de ligação. O CBUQ deverá atender à especificação DNER ES 031/2006.

A seguir é apresentado o resumo do pavimento dos acessos do Viaduto Benjamin.

- Camada de rolamento em concreto betuminoso usinado a quente CBUQ (Faixa “C”) – espessura de 10 cm, compactada em duas camadas;
- Base estabilizada granulometricamente em Brita graduada – espessura de 20 cm.
- Sub-base estabilizada granulometricamente em Bica-corrida – espessura de 20 cm.

#### **4.10 SINALIZAÇÃO**

O objetivo do Projeto de Sinalização é, de forma mais ampla, transmitir mensagens ao usuário de forma clara e que traga informações imprescindíveis a um bom comportamento na via e alertando aos perigos que estarão no decorrer do seu trajeto.

Para tanto, dispõe-se de elementos de sinalização horizontal e sinalização vertical, que são pintados sobre a pista de rolamento ou posicionados ao lado da plataforma da mesma, respectivamente.

O Projeto de Sinalização e Segurança Viária foi elaborado de acordo com as Resoluções do CONTRAN – Código de Trânsito Brasileiro, as Recomendações Técnicas RT-01-24 e o Manual de Procedimentos para Elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Rodoviária – Volume IX Projeto de Sinalização e Segurança Viária 2ª Edição, estes dois últimos do DER/MG, do ano de 2013.

A velocidade diretriz máxima adotada para a definição dos parâmetros do projeto de sinalização é de 60 km/h.

Foram abordados os seguintes aspectos de sinalização:

- Elementos de Sinalização Horizontal:
  - Linhas de marcação de bordo;
  - Linhas de retenção;
  - Linhas de canalização;
  - Linhas de continuidade;
  - Faixas de pedestre;

- Linhas simples contínuas;
- Linhas simples seccionadas;
- Elementos de Sinalização Vertical:
  - Placas de regulamentação;
  - Placas de advertência;
  - Tachas prismáticas monodirecionais e bidirecionais.
- Dispositivos de Contenção Veicular:
  - Rígido: Barreira New Jersey (incorporada à estrutura do viaduto);

Todos os elementos básicos da sinalização, tais como dimensões das placas de regulamentação e advertência, e números das placas, dependem do valor adotado para a velocidade de projeto de 60 km/h.

#### 4.10.1 Sinalização Horizontal

No eixo, nos segmentos com duas pistas de rolamento, é indicado a implantação de Linha Simples Seccionada (LMS-2), na cor branca, com largura de 0,10m, cadência 1:2 sendo 2,00m de pintura para 4,00m de espaçamento.

As linhas de marcação de bordos serão pintadas em cor branca, a 0,10 m do bordo e com largura de 0,10 m.

As faixas da sinalização horizontal terão largura de 0,10 m nas cores branca, para os bordos e eixo, delimita o espaço disponível na pista de mesmo sentido e regulamenta os trechos onde é permitida a ultrapassagem e transposição.

#### 4.10.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é determinada por meio das placas de indicação, regulamentação, advertência, informações e serviços, e tem como função básica regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições, transmitindo ao usuário os seus deveres, de forma a orientá-los e discipliná-los quanto às condições operacionais da rodovia.

As cores e os padrões adotados são aqueles definidos no manual do CONTRAN – Código de Trânsito Brasileiro e RT.01.32a do DER-MG.

#### 4.10.3 Dispositivo de Contenção Veicular

Os dispositivos de contenção veicular têm por finalidade: redirecionar os veículos desgovernados à pista de rolamento, reduzir a severidade dos acidentes; minimizar os danos às pessoas e propriedades, protegendo os veículos que deixam a pista de rolamento, e que possam se chocar contra obstáculos fixos, frontais ou laterais, ou prevenir a queda ou



choque dos veículos desgovernados em viadutos, pontes, muros de contenção ou taludes de aterro.

- Rígido: Barreira New Jersey.

Esse dispositivo deverá cumprir os requisitos definidos pela RT - 01.24 do DER-MG, para o nível de contenção H 2. Deverá ser projetado para resistir ao impacto de um veículo com massa total de 13.000 Kg, velocidade de impacto de 70 Km/h e ângulo de impacto de até 20º.

#### **4.11 ARQUITETURA E URBANISMO**

O projeto do Viaduto Benjamin tem como objetivo a implantação de um viaduto rodoviário no bairro Centro para transpor a linha férrea de forma segura entre a Avenida Francisco Bernardino, Rua José Calil Ahouagi e Rua Benjamin Constant, e eliminação da Passagem em Nível existente no local. Além disso, busca a revitalização das áreas urbanas renascentes da obra desse novo viaduto.

Buscou-se dar tratamento arquitetônico adequado aos diversos trajetos possíveis para os pedestres proporcionando assim maior segurança aos usuários

Além disso, há entendimento comum de que devem ser incorporados ao projeto outros equipamentos urbanos que beneficiarão não somente as comunidades vizinhas, mas a população da cidade em geral.

O projeto conta com a implantação de faixas acessíveis em todo o trecho, instalação de equipamentos diversos e a requalificação da área. Todas as áreas deverão receber infraestrutura de iluminação pública e drenagem adequados

##### **4.11.1 Pavimentação**

###### **5.10.1.1 Calçadas - concreto vassourado**

Em parte das calçadas o revestimento do piso será em concreto áspero, brita "0", espessura 8cm, vassourado. Mistura acima na confecção do piso, separando a cada 1,5 x 1,5 m com separadores. Utilizar desempenadeira de aço para melhor acabamento do piso.

Fazer uma mistura de 1 parte de Pó Xadrez® para cada 10 partes de cimento (cinza ou CAUÊ Branco Estrutural, para melhor acabamento).

A mistura escurece após alguns minutos da aplicação. Quando ela absorver a água, alisar com a desempenadeira de aço ou uma esponja em movimentos circulares sempre no mesmo sentido.

###### **5.10.1.2 Piso em bloco de concreto intertravado**

Parte das calçadas possuirá blocos de concreto intertravado na cor concreto como revestimento do piso, conforme o projeto arquitetônico. Estes deverão ser assentados sobre

colchão de areia com 4cm de espessura, respeitando o nível da calçada e sem gerar sobressaliência na mesma.

#### 5.10.1.3 Pisos podotáteis

Os pisos podotáteis de alerta e direcional serão feitos em concreto, com dimensões 20x20cm, deverão ser instalados em nível com a pavimentação da calçada e devem atender as normas da NBR 16537/2016.

O piso podotátil de alerta possuirá cor vermelha e o piso podotátil direcional possuirá cor amarela.

#### 5.10.1.4 Rampas de acesso a calçada

As rampas de acesso às calçadas serão feitas com concreto áspero, brita "0", espessura 8cm, vassourado e possuirão inclinação de no máximo 8,33%.

Fazer uma mistura de 1 parte de Pó Xadrez® para cada 10 partes de cimento (cinza ou CAUÊ Branco Estrutural, para melhor acabamento).

A mistura escurece após alguns minutos da aplicação. Quando ela absorver a água, alisar com a desempenadeira de aço ou uma esponja em movimentos circulares sempre no mesmo sentido

#### 4.11.2 Vedações verticais

##### 5.10.2.1 Muro em bloco de concreto

O muro de separação da linha férrea das vias terá 200cm de altura e será feito em blocos de concreto 14x19x39cm, chapiscado, rebocado, e pintado com tinta acrílica na cor branca.

A estrutura de amarração do muro será feita com pilares em concreto com dimensão 15x15cm (LxP), espaçados a cada 2,50m, com 4 ferros Ø 8mm e estribos Ø 4,2mm a cada 25cm e a verga em concreto armado com dimensão 10x15cm, com 2 ferros de diâmetro 5,0mm corridos em cima e 2 ferros Ø 10mm corridos em baixo, estribos com ferro Ø 4,2mm a cada 30cm.

O muro será construído sobre uma viga baldrame em concreto armado com dimensão 20x20cm, com 2 ferros de Ø 6,3mm corridos em cima e 2 ferros de Ø 10mm corridos em baixo, estribos com ferro de Ø 5mm a cada 20cm e blocos para fundação com 40x40x20cm, com esteira com ferro de Ø 5mm a cada 10cm, inclusive broca de Ø15cm por 1,0m de profundidade com 4 ferros de Ø 8mm, conforme projeto arquitetônico.

##### 5.10.2.2 Bloco de concreto

Os blocos de concreto serão utilizados nos muros, floreiras, floreiras banco e canteiros e deverão atender as Normas Técnicas existentes quanto à resistência aos testes da NBR 13439.

- Descarga e Armazenamento

Os blocos devem ser descarregados e armazenados bem empilhados (na vertical) em local coberto, seco e ventilado.

- Importante:

Os blocos não devem ser aplicados quando estiverem com umidade superior a 15% em volume, ou seja, densidade aparente de massa superior a 580 Kg/m<sup>3</sup>.

- Argamassa de Assentamento:

Para melhor acomodar as movimentações, utilizar argamassa com as seguintes características:

- Trabalhabilidade e coesão que possibilite o espalhamento para o assentamento de, no mínimo, três blocos (1,80m), permitindo que os mesmos sejam corretamente aprumados, nivelados e alinhados.
- Módulo de deformação máximo de 10.000Kg/cm<sup>2</sup>, determinado a partir de ensaio específico.
- Aderência bloco-argamassa, na flexão, média mínima igual a 2Kg/cm<sup>2</sup> aos 14 dias de idade.

Na ausência de um traço específico, recomenda-se empregar argamassa convencional mista, 1:3:7,5 (cimento, cal hidratada CH1 e areia lavada média), em volume com espessura de 10 a 15 mm.

Preparo da argamassa convencional: preparar pasta básica com 3 partes de cal, 7,5 partes de areia lavada média e água até obter-se uma boa consistência.

- Elevação da alvenaria:

A primeira fiada deverá ser assentada, com a mesma argamassa, utilizando-se duas linhas (topo e base), para garantir o perfeito alinhamento e prumo.

- Juntas de Assentamento:

As juntas horizontais de assentamento devem ter de 10 a 15 mm de espessura. Valores acima ou abaixo desses limites resultam em características inadequadas da alvenaria.

#### 4.11.3 Bancos e Mesas

##### 5.10.3.1 Mesa de jogos

As mesas de jogos serão feitas em argamassa armada com espessura de 5cm e dimensão de 60x60cm e altura de 80cm. Elas possuirão base em bloco de concreto com dimensões 20x20x50cm (LxCxP), serão apoiadas em bloco de argamassa com concreto 12,5x 12,5 x 19cm (LxCxP) e serão fixadas com uma cruzeta em ferro com dimensões 30x3x0,5 cm soldada ao pilar.

#### 5.10.3.2 Banco da mesa de jogos

Os bancos das mesas de jogos serão feitos com argamassa armada, espessura de 5cm, 40cm de diâmetro e altura de 40cm. Elas possuirão base em bloco de concreto com dimensões 20x20x50cm (LxCxP) e serão apoiados em bloco de argamassa com concreto com diâmetro de 10cm. A ancoragem será fundida na laje e terá 6mm de diâmetro.

#### 5.10.3.3 Banco

Os bancos serão pré-moldados em concreto estrutural com  $f_{ck} = 15,0$  Mpa, dimensão 180x45cm, altura de 45cm e bordas arredondadas.

Eles possuirão um apoio lateral em concreto armado na dimensão 45x7cm e serão instalados sobre um bloco de concreto armado de 45x30x20cm, conforme projeto arquitetônico.

### 4.11.4 Serralheria

#### 5.10.4.1 Guarda-corpo

O guarda-corpo da passagem de pedestres será feito em tubo metálico, diâmetros de 2",  $\frac{3}{4}$ " e 1"  $\frac{1}{2}$ ", altura de 110cm, acabamento pintado com tinta automotiva branca e todos os elementos serão soldados.

Os guarda-corpos serão aplicados nas rampas de pedestre antes da travessia da linha férrea, conforme projeto arquitetônico.

#### 5.10.4.2 Corrimão

Os corrimões serão duplos de acordo com a NBR 9050/2015, com altura de 92cm e 70cm.

Serão de tubo de aço galvanizado com acabamento pintado com tinta automotiva na cor branca, e diâmetro de 1  $\frac{1}{4}$ ". Os suportes serão em tubo de aço galvanizado diâmetro  $\varnothing$   $\frac{1}{2}$ " com acabamento pintado com tinta automotiva na cor branca. O corrimão deverá ser instalado a 92/70 cm de altura em relação ao piso acabado.

Os corrimões serão aplicados nas rampas de pedestre antes da travessia da linha férrea, conforme projeto arquitetônico.

#### 5.10.4.3 Grade de cercamento

As grades de cercamento possuirão estrutura com perfis 40mm x 40mm em aço galvanizado a quente com pintura por fosfatação microcristalina e tampões de acabamento em poliamida, na cor verde RAL 6005.

A base dos pilaretes possuirá 4 furos 7/16 com perfil seção 60mm x 40mm para encaixe dos mesmos.

A tela de vedação será do tipo belgo, malha 200mm x 55mm, com acabamento em pintura por fosfatação microcristalina e tampões de acabamento em poliamida cor verde RAL 6005. A aplicação das grades de cercamento acontecerá na esquina da Rua Benjamin Constant e Rua José Calil Ahouagi.

#### 4.11.5 Bica

Bica de água com acionamento por válvula temporizada instalada em estrutura em bloco de concreto, chapiscada, rebocada e pintada, com dimensão 30x50cm e 120cm de altura e acesso a instalação hidráulica pela parte traseira da mesma. A parte traseira será fechada com chapa metálica galvanizada pintada com tinta eletrostática cor cinza RAL 7024.

Será construído uma valeta de concreto para saída de água na frente da bica e um ralo de concreto com caimento de 1%, conforme projeto arquitetônico.

#### 4.11.6 Abrigo de ônibus

Os abrigos de ônibus serão modulares, com altura de 3,22m e terão as seguintes características técnicas:

- Cobertura em telha de polycarbonato alveolar de 6mm
- Estrutura com tubos de aço galvanizado de 6", 3" e 2" com acabamento em pintura com tinta esmalte sintético, conforme projeto arquitetônico. Os elementos estruturais serão soldados entre si.
- Painel publicitário em estrutura em acrílico 4mm.
- Base de fundação em estrutura de concreto armado.

#### 4.11.7 Paisagismo

##### 5.10.7.1 Árvores

Algumas árvores serão suprimidas, outras serão mantidas e outras serão plantadas. As árvores que serão plantadas são:

- 24 unidades de areca de locuba
- 27 unidades de ipê amarelo
- 9 unidades de palmeira fênix

##### 5.10.7.2 Floreira

As muretas das floreiras serão feitas com blocos canaleta com concreto, revestidos com argamassa e pintados com tinta acrílica na cor branca.

O chapim será pré-moldado em concreto com dimensões 20x50x5,5cm e será instalado com argamassa por cima da mureta em bloco totalizando a altura de 42cm.

A base da floreira será uma viga baldrame em concreto armado com dimensão 30x20cm (LxA).

Deverá ser instalado um dreno por dentro da floreira (parte gramada) a fim de captar água pluvial. O mesmo será composto por uma tela de nylon, área média, brita 1 e manta geotextil R16, seção de 54cm, conforme o projeto arquitetônico, e deverá ser ligado a tubulação hidráulica.

#### 5.10.7.3 Floreira banco

As muretas das floreiras banco serão feitas com blocos canaleta com concreto, revestidos com argamassa e pintados com tinta acrílica na cor branca.

Será instalado no topo das muretas placas pré moldadas em concreto com dimensões 45x45x2,5cm, assentadas sobre as muretas e base de concreto de 10x26cm, conforme projeto arquitetônico. A altura total da floreira banco será de 42cm.

A base da floreira banco será uma viga baldrame em concreto armado com dimensão 30x20cm (LxA).

Deverá ser instalado um dreno por dentro da floreira banco (parte gramada) a fim de captar água pluvial. O mesmo será composto por uma tela de nylon, área média, brita 1 e manta geotextil R16, seção de 54cm, conforme o projeto arquitetônico, e deverá ser ligado a tubulação hidráulica.

#### 5.10.7.4 Canteiros

Os canteiros possuirão 15cm de altura e serão delimitados por meio-fio em concreto pré-moldado com dimensão 12x30x100cm. O substrato a ser plantado deverá ficar 3cm mais baixo que o topo do meio fio.

## 4.12 URBANISMO - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

### 4.12.1 INTRODUÇÃO

O nível de tensão padrão adotado para as instalações de baixa tensão para a urbanização do Viaduto Benjamin foi o de 220/127V. Os circuitos de iluminação serão bifásicos 220V.



Os níveis de tensão das tomadas elétricas e dos alimentadores de equipamentos e quadros elétricos são devidamente indicados em planta ou nas respectivas relações de carga e diagramas.

A montagem e instalação da infraestrutura e de todos os equipamentos são escopo e responsabilidade da empresa contratada para execução dos trabalhos do Parque Linear.

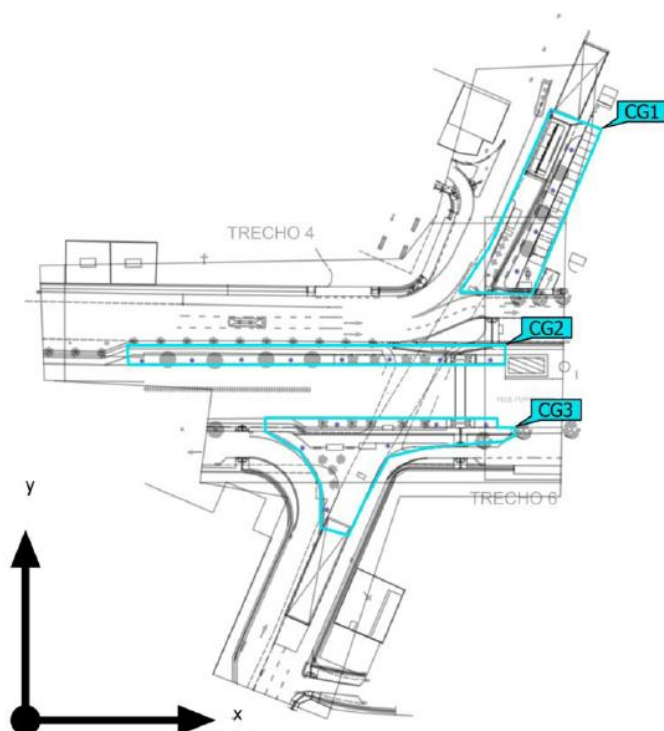
Na época da obra, deverá ser observada as normas e recomendações vigentes por parte da Concessionária (CEMIG).

#### 4.12.2 ILUMINAÇÃO PRAÇAS

Para iluminação das praças foi utilizado como critério de projeto a ABNT NBR 5101:2018 – Iluminação Pública – Procedimento, baseados nessas normas, classificamos a via como sem tráfego e uso intenso por pedestres, cujos critérios de dimensionamento, tabela 7 ABNT NBR 5101:2018, foram usados no software Dialux, encontrando a melhor forma de distribuição para o ambiente de trabalho.

Foram utilizadas luminárias LED de 115W para grande reprodução de cores 3000K lumens, fator de potência >90%, instaladas em postes metálicos tubulares de 5,5m de altura, acionadas por relé fotoelétrico individual em cada luminária.

As potências indicadas dos equipamentos que foram utilizadas para dimensionamento dos sistemas, foram tomadas por base em dados de mercado e quando da falta deste, em equipamentos similares. Os valores apontados em projeto devem ser considerados como limites. Caso os equipamentos comprados futuramente e/ou recebidos em obra, com características diferentes aos projetados, deverá ser verificada a nova carga, a fim de compatibilizar a alimentação deles.

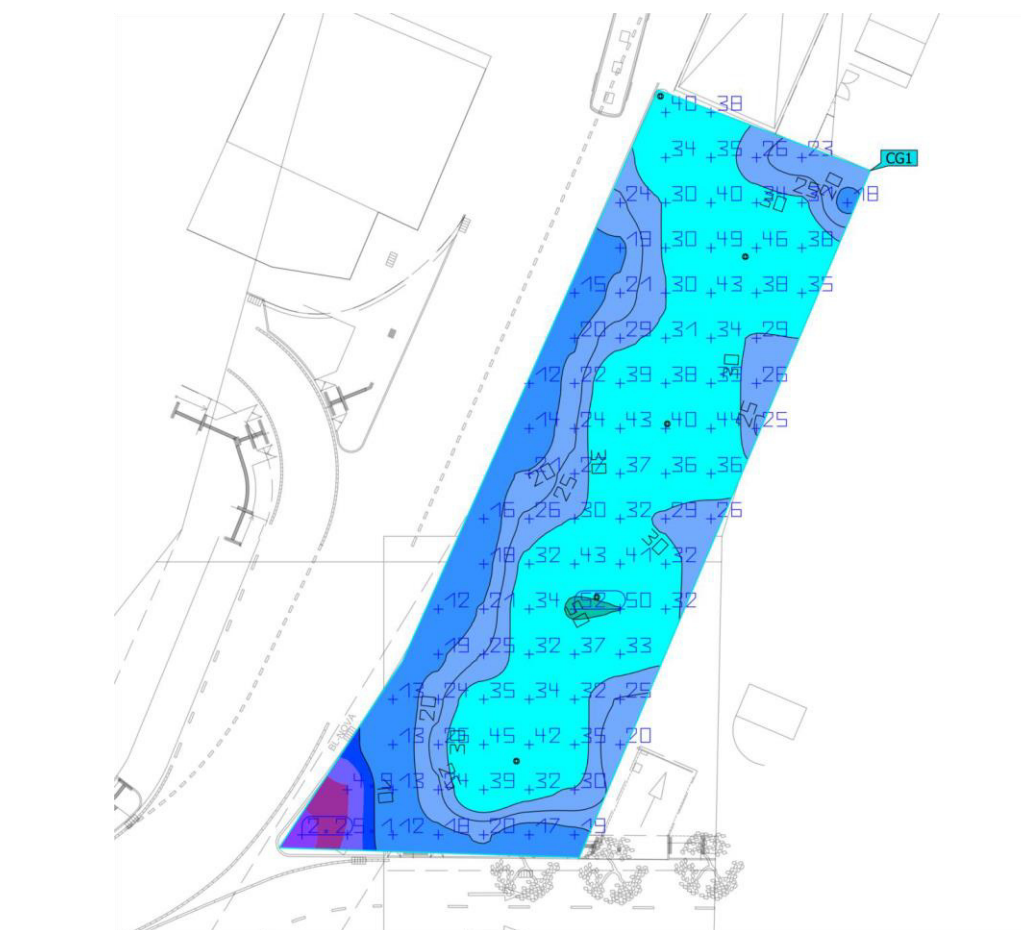


#### Calculation surfaces

Properties	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Index
Calculation surface 1 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	28.9 lx	2.21 lx	51.7 lx	0.076	0.043	CG1
Calculation surface 2 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	35.3 lx	21.3 lx	49.3 lx	0.60	0.43	CG2
Calculation surface 3 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	28.0 lx	8.72 lx	54.1 lx	0.31	0.16	CG3

#### 5.11.2.1 Praças 01

Para a Praça 01, foram calculados os seguintes resultados.



Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Index	
Calculation surface 1	28.9 lx	2.21 lx	51.7 lx	0.076	0.043	CG1	
Perpendicular illuminance Height: 0.000 m							
transportation area)							Utilisation DIALux Standard
							profile: presetting, (outdoor)

### 5.11.2.2 Praça 02

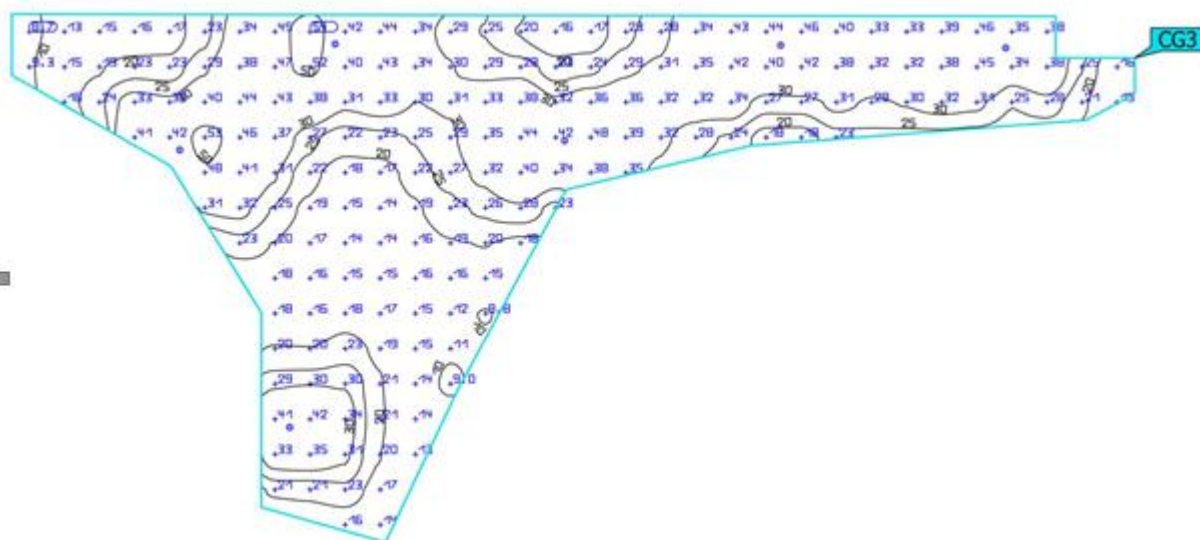
Para a Praça 02, foram calculados os seguintes resultados.



Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Index
Calculation surface 2	35.3 lx	21.3 lx	49.3 lx	0.60	0.43	CG2
Perpendicular illuminance						
Height: 0.000 m						

### 5.11.2.3 Praça 03

Para a Praça 03, foram calculados os seguintes resultados.



Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Index
Calculation surface 3	28.0 lx	8.72 lx	54.1 lx	0.31	0.16	CG3
Perpendicular illuminance						
Height: 0.000 m						

### 4.12.3 ELETRODUTOS

Os eletrodutos serão PEAD, na cor preta, de seção circular, com corrugação helicoidal, excelente raio de curvatura, impermeável, destinado à proteção de cabos subterrâneos de energia ou de telecomunicações, conforme indicados no projeto elétrico, a taxa máxima de ocupação de eletrodutos em relação à área da seção transversal não deve ser superior a 40%.

Instalados de modo a constituírem uma rede contínua de caixa a caixa, luminária a luminária, no qual os condutores possam a qualquer tempo ser enfiados e removidos sem prejuízo para o isolamento. Deverão ser colocadas guias de arame de ferro galvanizado, nº14 nas tubulações vagas, a fim de facilitar a enfição de condutores elétricos. Os

eletrodutos deverão ser obstruídos com tampão, logo após a instalação para evitar a entrada de corpos estranhos.

#### 4.12.4 CONDUTORES

Os condutores serão de cobre com têmpera mole, flexível e com isolamento termoplástico de PVC tipo antichama para 750 V, nas cores conforme padrão NBR-5410, a saber:

Condutor fase: cor preta;

Condutor neutro: cor azul claro;

Condutor terra: cor verde;

Condutor retorno: cor branco;

Os alimentadores devem ser de cobre com isolamento para 0,6/1 KV tipo Sintenax da Pirelli ou similar, devendo ser identificados com fita isolante coloridas com as cores R, S, T e Neutro ou anilhas apropriadas.

Os condutores deverão ser instalados de forma que não atue sobre ele nenhum tipo de esforço mecânico que seja incompatível com sua resistência, com o isolamento e com o seu revestimento. Para dimensionamento dos circuitos, foi considerado o limite de queda de tensão para cada trecho da instalação de acordo com a NBR 5410 item 6.2.7

Do ponto de entrega da concessionária no centro de medição até o ponto de consumo teremos no máximo 7% de queda, distribuídos da seguinte forma:

1% do centro de medição até o quadro geral

2% do quadro geral até os quadros de distribuição

4% dos quadros de distribuição até os circuitos de iluminação, tomadas e equipamentos.

Quando houver necessidade de emendas e derivações dos condutores essas deverão ser executadas de modo a garantir a resistência mecânica adequada e contato elétrico permanente e perfeito através do uso de conectores e/ou terminais apropriados.

As emendas deverão ser feitas dentro das caixas de passagem nunca em hipótese alguma no interior de eletrodutos. As emendas e derivações deverão receber material isolante que lhes garanta uma isolação no mínimo igual ou equivalente à dos condutores usados.

#### 4.12.5 INFRAESTRUTURA

Antes do lançamento dos condutores será feita uma inspeção para verificação de arestas e detritos que possam danificar os condutores quando de seu puxamento.

Os condutores serão puxados em lances inteiros, sem emendas entre caixas de passagem.

Serão empregados lubrificantes adequados, preferivelmente talco, para diminuir o atrito durante o puxamento dos condutores. Não será usado graxa. Os cabos serão puxados simultaneamente pôr circuito, pelos condutores, de forma contínua e com tensão constante até que a enfição se processe totalmente.

Serão deixadas em todas as caixas de passagem, sobras adequadas de condutor para permitir eventuais remanejamentos ou correções.

Quando instalados em eletrodutos esta identificação nos condutores deverá existir em todas as caixas de passagem a 300 mm da entrada/saída deles nos eletrodutos. Em ambos os casos a identificação também deverá ser executada nos trechos terminais condutores, onde estarão conectados. A identificação básica consiste do número do circuito e fase.

#### 4.12.6 ENTRADAS DE ENERGIA

Foi previsto para todas as praças, entradas de energia aéreas independentes, de forma que o consumo de energia possa ser medido e entregue a entidade competente., instaladas em postes, sendo que todas as infraestruturas até os postes deverão ser executadas de acordo com projeto.

Deve-se instalar medidor polifásico, padrão da Concessionária CEMIG, conforme projeto e Norma ND-5.1 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária, da Concessionária CEMIG.

#### 5.11.6.1 Praças 01

QDF-01										
Nº CIRCUITO	DESCRIÇÃO CARGAS			F. P.	POTÊNCIA TOTAL		TENSÃO (V)	SISTEMA	CORRENTE NOMINAL (A)	
					(W)	(VA)				
A1	ILUMINAÇÃO			0,92	575	625	220	2F+T	2,84	
<b>CARGAS TOTAIS</b>			<b>5</b>	-	<b>575</b>	<b>625</b>	<b>220</b>	<b>2F+N+T</b>	<b>2,84</b>	
BALANCEAMENTO ENTRE FASES (VA)				DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO			DR	MÉTODO DE INSTALAÇÃO	DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR	
BALANC.	R	S	T	In (A)	Icc (kA)	CURVA			TEMP. CONDUTOR (°C)	SEÇÃO (mm²)
RS	313	313		10	5	C	X	B1	70	#2,5 (24A)
RT	313	313		40	18	C	-	B1	90	#6,0 (48A)



FATORES DE CORREÇÃO						
TEMP. INSTALAÇÃO (°C)	FATOR CORREÇÃO TEMPERATURA [F1]	Nº DE CIRCUITOS	FATOR DE CORREÇÃO AGRUPAMENTO [F2]	CORRENTE CORRIGIDA $I_z' = I_z \times F1 \times F2$ (A)	CARREGAMENTO DO CABO $CB = I_n / I_z'$ (%)	CORRENTE CORRIGIDA $I_{z''} = I_z' / CB$ (A)
30	1	1	1,00	24	11,84%	37,26
30	1	1	1,00	48	5,92%	75,66

QUEDA DE TENSÃO							
TIPO CONDUTO	QUEDA DE TENSÃO MÁXIMA PERMITIDA (%)	QUEDA DE TENSÃO MÁXIMA PERMITIDA (V)	QUEDA DE TENSÃO PARA $\cos\phi=0,80$ (V/A Km)	DISTÂNCIA MÁXIMA À SER PERCORRIDA (m)	DISTÂNCIA PERCORRIDA (m)	QUEDA DE TENSÃO REAL (V)	QUEDA DE TENSÃO REAL (%)
NÃO MAGNÉTICO	4%	8,80	14,30	216,62	80,00	3,25	1,48%
NÃO MAGNÉTICO	2%	4,40	5,20	297,85	3,00	0,04	0,02%

Para este local foi adotado padrão de entrada com caixa com lente instalada no poste da CEMIG, conforme desenho 19 da ND 5.1 da CEMIG.

Entrada foi dimensionada de acordo com a Tabela 3, item D1 da ND 5.1 da CEMIG.

#### 5.11.6.2 Praças 02

QDF-02										
Nº CIRCUITO	DESCRIÇÃO CARGAS			ILUMINAÇÃO (W)	F. P.	POTÊNCIA TOTAL		TENSÃO (V)	SISTEMA	CORRENTE NOMINAL (A)
				115		(W)	(VA)			
B1	ILUMINAÇÃO			8	0,92	920	1.000	220	2F+T	4,55
B2	RESERVA									
CARGAS TOTAIS				8	-	920	1.000	220	2F+N+T	4,55
BALANCEAMENTO ENTRE FASES (VA)				DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO			DR	MÉTODO DE INSTALAÇÃO	DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR	
BALANC.	R	S	T	In (A)	Icc (kA)	CURVA			TEMP. CONDUTOR (°C)	SEÇÃO (mm²)
RS	500	500		10	5	C	X	B1	70	#4,0 (32A)
				10	5	C				
RT	500	500		40	18	C	-	B1	90	#6,0 (48A)
FATORES DE CORREÇÃO										
TEMP. INSTALAÇÃO (°C)	FATOR CORREÇÃO TEMPERATURA [F1]	Nº DE CIRCUITOS	FATOR DE CORREÇÃO AGRUPAMENTO [F2]	CORRENTE CORRIGIDA Iz'=Iz x F1 x F2 (A)	CARREGAMENTO DO CABO CB = In/Iz' (%)	CORRENTE CORRIGIDA Iz''=Iz' / CB (A)				
30	1	1	1,00	32	14,20%	49,38				
30	1			#N/D	#VALOR!	#VALOR!				
30	1	1	1,00	48	9,47%	74,98				
QUEDA DE TENSÃO										
TIPO CONDUTO	QUEDA DE TENSÃO MÁXIMA PERMITIDA (%)	QUEDA DE TENSÃO MÁXIMA PERMITIDA (V)	QUEDA DE TENSÃO PARA COSØ=0,80 (V/A Km)	DISTÂNCIA MÁXIMA À SER PERCORRIDA (m)	DISTÂNCIA PERCORRIDA (m)	QUEDA DE TENSÃO REAL (V)	QUEDA DE TENSÃO REAL (%)			
NÃO MAGNÉTICO	4%	8,80	8,96	216,07	145,00	5,91	2,68%			
			FALSO			#VALOR!				
NÃO MAGNÉTICO	2%	4,40	5,20	186,15	3,00	0,07	0,03%			

Para este local foi adotado padrão de entrada com caixa com lente instalada no poste da CEMIG, conforme desenho 19 da ND 5.1 da CEMIG.  
Entrada foi dimensionada de acordo com a Tabela 3, item D1 da ND 5.1 da CEMIG.

### 5.11.6.3 Praças 03

QDF-03									
Nº CIRCUITO	DESCRIÇÃO CARGAS		ILUMINAÇÃO (W)	F. P.	POTÊNCIA TOTAL		TENSÃO (V)	SISTEMA	CORRENTE NOMINAL (A)
			115		(W)	(VA)			
C1	ILUMINAÇÃO		6	0,92	690	750	220	2F+T	3,41
CARGAS TOTAIS			6	-	690	750	220	2F+N+T	3,41
BALANCEAMENTO ENTRE FASES (VA)			DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO			DR	MÉTODO DE INSTALAÇÃO	DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR	
BALANC.	R	S	In (A)	Icc (kA)	CURVA			TEMP. CONDUTOR (°C)	SEÇÃO (mm²)
RS	375	375	10	5	C	X	B1	70	#2,5 (24A)
RT	375	375	40	18	C	-	B1	90	#6,0 (48A)
FATORES DE CORREÇÃO									
TEMP. INSTALAÇÃO (°C)	FATOR CORREÇÃO TEMPERATURA [F1]	Nº DE CIRCUITOS	FATOR DE CORREÇÃO AGRUPAMENTO [F2]	CORRENTE CORRIGIDA Iz'=Iz x F1 x F2 (A)	CARREGAMENTO DO CABO CB = Iz"/Iz' (%)	CORRENTE CORRIGIDA Iz"=Iz' / CB (A)			
30	1	1	1,00	24	14,20%	37,04			
30	1	1	1,00	48	7,10%	75,44			
QUEDA DE TENSÃO									
TIPO CONDUTO	QUEDA DE TENSÃO MÁXIMA PERMITIDA (%)	QUEDA DE TENSÃO MÁXIMA PERMITIDA (V)	QUEDA DE TENSÃO PARA COSØ=0,80 (V/A Km)	DISTÂNCIA MÁXIMA À SER PERCORRIDA (m)	DISTÂNCIA PERCORRIDA (m)	QUEDA DE TENSÃO REAL (V)	QUEDA DE TENSÃO REAL (%)		
NÃO MAGNÉTICO	4%	8,80	14,30	180,51	50,00	2,44	1,11%		
NÃO MAGNÉTICO	2%	4,40	5,20	248,21	15,00	0,27	0,12%		

Para este local foi adotado padrão de entrada com caixa com lente instalada no poste da CEMIG, conforme desenho 19 da ND 5.1 da CEMIG.  
Entrada foi dimensionada de acordo com a Tabela 3, item D1 da ND 5.1 da CEMIG.

### 5.11.6.4 Containers

Para os containers, foi considerada padrão com ramal de ligação aéreo com padrão de entrada pré-fabricado em concreto para ligação de duas unidades consumidoras distintas sem área de comum circulação, conforme desenho 18 da ND 5.1 da CEMIG.  
Entrada foi dimensionada de acordo com a Tabela 3, item D1 da ND 5.1 da CEMIG.

## **4.13 HIDROSSANITÁRIO**

### **4.13.1 OBJETIVO**

O projeto foi desenvolvido segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e da CESAMA, concessionária de água e esgoto local.

A empresa contratada para a execução deverá analisar previamente o projeto, as planilhas e este memorial, em caso de dúvida ou divergência, contatar com antecedência os engenheiros responsáveis ou à gerência de obra, para os esclarecimentos necessários.

Foram consideradas para desenvolvimento do projeto, segundo a necessidade, as orientações da secretaria de obras.

### **4.13.2 TUBULAÇÕES**

Para execução das tubulações, deverão ser utilizados tubos, conexões e acessórios sempre da mesma marca;

Antes do início da montagem das tubulações, a Contratada deverá examinar cuidadosamente o projeto e verificar a existência de todas as passagens e aberturas nas estruturas. A montagem deverá ser executada com as dimensões indicadas no desenho e confirmadas no local da obra.

As tubulações no solo deverão ser assentes em terreno resistente ou sobre embasamento adequado, com recobrimento mínimo de 60 cm, sob o leito de vias trafegáveis ou locais em que haja cargas móveis e, de 30 cm nos demais casos. Onde não for possível tal recobrimento, deverá ser prevista proteção mecânica adequada.

As tubulações de água fria devem ser assentadas acima de outras redes, nos casos de sobreposição.

### **4.13.3 MATERIAIS**

Tubos e conexões para água fria deverão ser de PVC rígido soldável, Ref. Tigre NBR 5626, NBR 5648.

As conexões terminais deverão ser de PVC solda rosca e com bucha de latão. Quando não indicado deverão ser no diâmetro de 1/2”;

Tubos e conexões para rede de coleta de esgoto sanitário e coleta pluvial, deverão ser de PVC rígido ponta e bolsa com virola série “normal” que também podem ser soldados, Ref. Tigre, NBR 5688, NBR 8160;

#### 4.13.4 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS

##### 5.12.4.1 Abastecimento de Água

O abastecimento de água deverá ser feito a partir da rede pública da CESAMA concessionária local. O padrão de entrada deverá ser totalmente novo e instalado conforme as exigências da mesma e no local projetado. A empresa contratada o proprietário deverá efetuar contato prévio com a concessionária para dirimir eventuais pendências quanto ao suprimento de água para o empreendimento.

Para o abastecimento do container, foi previsto uma caixa com registro em sua lateral, a ligação desta caixa com os pontos do container, não foram previstos neste projeto;

Para o abastecimento de água das torneiras e bebedouros, foi previsto caixas com registros em locais próximos.

Os bebedouros/Bica d'água, torneiras de jardim e suas ligações, deverão ser padrão SEPUR, Juiz de Fora.

##### 5.12.4.2 Hidrômetro

Os medidores ou hidrômetros são aparelhos destinados à medida e indicação do volume de água escoado da rede de abastecimento ao ramal predial de uma instalação. Os hidrômetros contêm uma câmara de medição, e um mecanismo de relojoaria ligado a um indicador que registra o volume escoado.

O hidrômetro a ser instalado deverá ser de 1/2" do tipo embutido no passeio; sendo instalado na faixa de serviço (entre a guia e o passeio de concreto), a empresa contratada deverá instalar o hidrômetro de acordo com as normas da concessionária de água local.

##### 5.12.4.3 Reservatórios

Para este empreendimento, está sendo previsto somente o reservatório de acumulação de água no contêiner (1000 l);

#### 4.13.5 REDE DE COLETA DE ESGOTO

Não é permitido o lançamento de águas pluviais nos ramais e redes de coleta de esgoto.

##### 5.12.5.1 Rede de coleta de esgoto:

Para este projeto somente foi previsto a rede de coleta de esgoto do container; Foi previsto uma caixa de inspeção ao lado do container e desta deverá seguir à rede pública;

Não foi previsto neste projeto as ligações internas do container e suas ligações à caixa de inspeção;

A rede de esgoto será composta por tubos coletores até as caixas de inspeção e ligação à rede pública no PL da rua a ser construído pela empresa contratada;

#### 5.12.5.2 Caixas de inspeção:

A construção das caixas de inspeção, deverão começar pela caixa mais distante do ponto de conexão com a rede pública, mantendo sempre o caimento mínimo das tubulações.

As cotas de tampa e fundo e profundidade das caixas de inspeção deverão ser confirmadas no local antes do início das obras;

As caixas de passagem e inspeção, deverão ser executadas conforme padrão da secretaria de obras.

#### 5.12.5.3 Considerações finais:

A profundidade do ponto de ligação da rede particular, com a rede pública (PL) deverá ser confirmada logo no início da execução das obras, caso a ligação não seja possível a empresa contratada deverá entrar em contato imediato com o proprietário/gerência da obra e com o eng. projetista para tomadas as decisões necessárias.

As redes coletoras de esgoto deverão ser inclinadas no sentido do escoamento, com 1.0% de queda, no mínimo, ou conforme indicado até o local dos respectivos despejos. Antes das interligações finais às instalações públicas, construir os poços de visita segundo instruções da municipalidade local.

### 4.13.6 REDE DE COLETA DE ÁGUA PLUVIAL

#### 5.12.5.4 Objetivo

Para este projeto foi considerado a coleta pluvial somente para drenagem das bicas d'água, seu lançamento deverá ser ligado à rede de drenagem, ou ao sistema de coleta público;

Não é permitido o lançamento de águas pluviais nos ramais e redes de coleta de esgoto.

#### 4.13.7 OBSERVAÇÕES

As listas quantitativas de materiais foram elaboradas com bastante rigor técnico. Não obstante, as empresas contratadas para execução dos serviços, deverão elaborar seus próprios levantamentos. Não serão aceitos questionamentos posteriores referentes a divergências entre os quantitativos de materiais.

Todos os materiais deverão ser recebidos em obra, em perfeitas condições de uso e com lacres inviolados;

Deverão ser armazenados e conservados de acordo com as instruções dos fabricantes; não sendo permitido a utilização de materiais, que não estejam em perfeitas condições de uso;

O projeto do contêiner não faz parte do escopo deste projeto;

#### 4.13.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as caixas de passagem, inspeção e manutenção, deverão ter suas cotas de locação e profundidade confirmadas antes da execução das redes, estas deverão ter os caimentos mínimos especificados mantidos;

Caso exista alguma interferência o projetista deverá ser informado para providências;

Alterações de execução que sejam procedidas sem o prévio conhecimento da fiscalização da obra não serão aceitas ficando sob inteira responsabilidade do construtor as correções necessárias para os reparos devidos solicitados pela fiscalização.

Todas as alterações no projeto, seja com relação às conexões bem como aos caminhamentos deverão comunicadas à fiscalização da obra. E deverá ser apresentado a fiscalização os desenhos finais “as-built”, atualizados;

Todas as instalações (água fria, pluvial, esgoto, ventilação, gás etc.), depois de concluídas deverão ser inspecionadas e ensaiadas com os testes previstos pela norma ABNT.

Alterações de execução que sejam procedidas sem o prévio conhecimento da fiscalização da obra não serão aceitas ficando sob inteira responsabilidade do construtor as correções necessárias para os reparos devidos solicitados pela fiscalização.

Quaisquer alterações do projeto ou especificações somente serão aceitas se acordadas, por escrito, com o responsável técnico; dúvidas de especificações e/ou projetos deverão ser esclarecidas junto ao projetista, sendo que, qualquer execução baseada em má interpretação de desenho ou especificações será de inteira responsabilidade do executor dos serviços.

As instalações hidrossanitárias serão consideradas aceitas após a execução e aprovação do teste de todas as tubulações e/ou partes destas instalações e verificação da exatidão e atendimento à todas as especificações apresentadas, além de não mais restarem entulhos ou restos de materiais inutilizados, característicos dos serviços executados.

Toda a execução do projeto deverá ser acompanhada por profissional habilitado, devendo ser registrada a anotação de responsabilidade técnica junto ao CREA regional da execução da obra;



#### 4.13.9 NORMAS

Os serviços deverão ser rigorosamente executados de acordo com as normas da ABNT abaixo e/ou suas sucessoras e demais normas pertinentes:

- Normas, leis e instruções do Corpo de Bombeiros local;
- Código de Obras do Município;
- Normas, leis e instruções da concessionária de água e esgoto local;

Fica estabelecido que as normas apresentadas deverão ser seguidas como se fossem parte integrante do presente documento.

NBR 9050/15 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

NBR 5626/98- instalações prediais de água fria,

NBR 8160/99- sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução

NBR 10844/89- Instalações prediais de águas pluviais – procedimento

## **5.0 TERMO DE REFERÊNCIA**

O Termo de Referência utilizado para o desenvolvimento dos projetos, foi o procedimento da MRS de N°(POP-INF-0335\_01.00 - Procedimento para desenv. de projeto executivo), , conforme apresentado no Anexo 3D – Termo de Referência de projeto, além das Normas do DNIT para apresentação de projeto - (Instrução de Serviço-n.-15-Elaboração de Projetos de Infraestrutura), e IPR-740-Manual de Projeto em Travessias Urbanas.

## 6.0 ATESTADOS DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DA EMPRESA

Via do Contratante  
Página 1/1

**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART** **CREA-MG** **ART de Obra ou Serviço**  
Leinº 6.496, de 7 de dezembro de 1977 **14201700000004020725**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

1. Responsável Técnico  
**MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO**  
Título profissional:  
**ENGENHEIRO CIVIL;**  
RNP: 1400495512  
Registro: 04.0.0000090204  
Empresa contratada:  
**JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA**  
Registro: 17046

2. Dados do Contrato  
Contratante: **MRS LOGÍSTICA S.A.** CNPJ: 01.417.222/0001-77  
Logradouro: **PRAIA DE BOTAFOGO** Nº: 000000  
Bairro: **BOTAFOGO** CEP: 22250040  
UF: **RJ**  
Cidade: **RIO DE JANEIRO**  
Contrato: **38423 -JMRS01A3** Celebrado em: **18/11/2015**  
Valor: **1.437.150,00** Tipo de contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO**

3. Dados da Obra/Serviço  
Logradouro: **RUA CORONEL VITRAL MONTEIRO** Nº: 000000  
Complemento: **S/N** Bairro: **SANTA HELENA**  
Cidade: **JUIZ DE FORA** UF: **MG** CEP: 36015340  
Data de início: **15/05/2017** Previsão de término: **24/07/2017**  
Finalidade: **OUTRO**  
Proprietário: **MRS LOGÍSTICA S.A** CNPJ: 01.417.222/0001-77

4. Atividade Técnica

	Quantidade:	Unidade:
<b>1 - CONSULTORIA</b>		
COLETA DE DADOS, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A(CIVIL), PARA OUTROS FINS	340.00	m
PROJETO, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A(CIVIL), PARA OUTROS FINS	340.00	m
PROJETO, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A(CIVIL), PARA OUTROS FINS	340.00	m
PROJETO, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A(CIVIL), PARA OUTROS FINS	340.00	m
ORÇAMENTO, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A(CIVIL), PARA OUTROS FINS	340.00	m

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações  
CT 38423 MRS/2015- (JMRS01A3) - VIADUTO BENJAMIN - NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA/MG (R\$ 139.775,83 )...

6. Declarações

7. Entidade de Classe  
**SINDICATO DE ENGENHEIROS NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

8. Assinaturas  
Declaro ser verídicas as informações acima  
de  
**MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO** RNP: 1400495512  
**MRS LOGÍSTICA S.A.** CNPJ: 01.417.222/0001-77  
Valor da ART: 214,82 Registrada em: 11/09/2017 Valor Pago: 214,82

9. Informações  
- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.  
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confes.org.br](http://www.confes.org.br)  
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.  
VALOR DA CREA: R\$ 139.775,83, ÁREA DE ATUAÇÃO: CIVIL, CÁLCULO ESTRUTURAL, CIVIL, GEOMÉTRICO, CIVIL,  
**CREA-MG**  
[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732  
Nosso Número: 000000003956008

Figura 26 – Atestado de Responsabilidade Técnica da empresa

## **7.0      RELAÇÃO DOS PROFISSIONAIS**

Segue abaixo a relação dos profissionais responsáveis pela elaboração dos projetos dos projetos do Viaduto Benjamin.

Projetos de Infraestrutura:

Marcelo Figueiredo da Silva Souto – CREA 90204/D-MG

Projeto Estrutural:

Bruno Alberto Machado – CREA 79092/D-MG

Projeto de Elétricas e Iluminação:

Gustavo Luiz de Freitas Campolina - CREA 166907/D-MG

Orçamento e Plano de Execução:

João Antônio Pinto Horta – CREA 162343/D-MG

Levantamento Topográfico:

Romeu Miranda Lopes – CREA 158279/D-MG

Sondagens:

Carlos Alberto Ramim Reis – CREA 83289/D-MG

## 8.0 ATESTADOS DE RESPONSABILIDADES DOS PROFISSIONAIS

Segue abaixo os atestados de responsabilidade técnica dos profissionais responsáveis pela elaboração dos projetos do Viaduto Benjamin.

Via do Profissional	
Página 1/1	
<p><b>Anotação de Responsabilidade Técnica - ART</b>  <b>Leinº 6.496, de 7 de dezembro de 1977</b>  <b>CREA-MG</b>  <b>Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais</b></p>	
<p><b>ART de Obra ou Serviço</b>  <b>14202000000005927967</b></p>	
<p>1. Responsável Técnico</p> <p><b>MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO</b>  Título profissional:  <b>ENGENHEIRO CIVIL;</b>  RNP: 1400495512  Registro: 04.0.0000090204</p> <p>Empresa contratada:  <b>JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA</b>  Registro: 17046</p>	
<p>2. Dados do Contrato</p> <p>Contratante: <b>ERG PARTICIPAÇÕES LTDA</b>  Logradouro: <b>AVENIDA BRIGADEIRO FARIA LIMA</b>  Complemento: <b>ANDAR 3</b>  Cidade: <b>SÃO PAULO</b>  Contrato: <b>JERG001</b>  Valor: <b>204.012,87</b></p> <p>CNPJ: 05.262.797/0001-19  Nº: 003144  Bairro: <b>JARDIM PAULISTANO</b>  UF: <b>SP</b>  CEP: 01451000  Celebrado em: 01/12/2019  Tipo de contratante: <b>PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO</b></p>	
<p>3. Dados da Obra/Serviço</p> <p>Logradouro: <b>RUA BENJAMIN CONSTANT</b>  Cidade: <b>JUIZ DE FORA</b>  Data de início: 10/12/2019 Previsão de término: 20/03/2020  Finalidade: <b>INFRAESTRUTURA</b>  Proprietário: <b>ERG PARTICIPAÇÕES LTDA</b></p> <p>Bairro: <b>SANTA HELENA</b>  UF: <b>MG</b>  CEP: 36015400  Nº: 000396  CNPJ: 05.262.797/0001-19</p>	
<p>4. Atividade Técnica</p> <p><b>1 - CONSULTORIA</b>  <b>PROJETO EXECUTIVO, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A (CIVIL), PARA OUTROS FINS</b>  Quantidade: 1.00 Unidade: km</p>	
<p>5. Observações</p> <p><b>PROJETO EXECUTIVO GEOMÉTRICO, TERRAPLENAGEM, DRENAGEM, SINALIZAÇÃO, PAVIMENTAÇÃO, OBRAS COMPLEMENTARES, INTERFERÊNCIAS E ESTRUTURAL. JERG001 ADEQUAÇÃO DO VIADUTO BENJAMIN EM JUIZ DE FORA MG.</b></p>	
<p>6. Declarações</p>	
<p>7. Entidade de Classe</p> <p><b>ASSOCIAÇÃO DOS EX-ALUNOS DA ESCOLA DE ENGENHARIA</b></p>	
<p>8. Assinaturas</p> <p>Declaro ser verdadeiras as informações acima</p> <p>de de</p> <p><b>MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO</b> RNP: 1400495512</p> <p><b>ERG PARTICIPAÇÕES LTDA</b> CNPJ: 05.262.797/0001-19</p> <p>Valor da ART: 233,94 Registrada em: 12/03/2020 Valor Pago: 233,94</p>	
<p>9. Informações</p> <p>- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.  - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site <a href="http://www.crea-mg.org.br">www.crea-mg.org.br</a> ou <a href="http://www.confea.org.br">www.confea.org.br</a>  - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.</p> <p>VALOR DA OBRA: R\$ 204.012,87. ÁREA DE ATUAÇÃO: CIVIL.</p> <p><b>CREA-MG</b>  <a href="http://www.crea-mg.org.br">www.crea-mg.org.br</a>   0800.0312732  Nº do Documento: 000000005699518</p>	

Figura 27 – ART – Projetos de Infraestrutura



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-MG**

ART de Obra ou Serviço  
1420200000005913929

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

Via do Profissional  
Página 1/1

1. Responsável Técnico

**GUSTAVO LUIS DE FREITAS CAMPOLINA**

Título profissional:  
**ENGENHEIRO INDUSTRIAL - ELÉTRICA;**

RNP: 1412168414

Registro: 04.0.0000166907

Empresa contratada:  
**NC2 ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA**

Registro: 52036

2. Dados do Contrato

Contratante: **JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA**

CNPJ: 70.951.686/0001-81

Logradouro: **RUA ACARAÚ**

Nº: 000196

Complemento: **LOJA 09**

Bairro: **CIDADE JARDIM**

CEP: 30380020

Cidade: **BELO HORIZONTE**

UF: **MG**

Contrato: **JERG001**

Celebrado em: **08/01/2020**

Valor: **3.600,00**

Tipo de contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO**

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **RUA BENJAMIN CONSTANT**

Nº: 000396

Cidade: **JUIZ DE FORA**

Bairro: **SANTA HELENA**

CEP: 36015400

UF: **MG**

Data de início: **08/01/2020** Previsão de término: **31/03/2020**

Finalidade: **INFRAESTRUTURA**

Proprietário: **BRG PARTICIPAÇÕES LTDA**

CNPJ: 05.262.797/0002-08

4. Atividade Técnica

Quantidade: Unidade:

1 - **ELABORAÇÃO**

**PROJETO EXECUTIVO, UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ILUMINAÇÃO**

600.00

m

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

**PROJETO DE ILUMINAÇÃO PARA VIADUTO BENJAMIN CONSTANT EM JUIZ DE FORA CONFORME CONTRATO JERG001. PROJETO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO EM BT E MT PARA ATENDIMENTO A ILUMINAÇÃO E INTERFERÊNCIAS NO LOCAL.....**

6. Declarações

7. Entidade de Classe

**ASSOCIAÇÃO BRAS. DE ENG. ELETRICISTAS - DEPTO.**

8. Assinaturas

Declaro ser verdadeiras as informações acima

de de

**GUSTAVO LUIS DE FREITAS CAMPOLINA** RNP: 1412168414

**JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA** CNPJ: 70.951.686/0001-81

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.  
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confea.org.br](http://www.confea.org.br)  
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ R\$3.600,00. ÁREA DE ATUAÇÃO: ELÉTRICO,

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732



Valor da ART: 88,78

Registrada em: 06/03/2020

Valor Pago: 88,78

Nosso Número: 000000005686990

Figura 28 – ART – Projetos de Iluminação e Elétrica



Via do Contratante  
Página 1/1

**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART** **CREA-MG** **ART de Obra ou Serviço**  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977 **14202000000006069115**

**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais**

**1. Responsável Técnico**  
JOAO ANTONIO PINTO HORTA  
Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL;  
RNP: 1411756339  
Registro: 04.0.0000162343  
Empresa contratada: COMPOSIÇÃO ENGENHARIA EIRELI  
Registro: 83263

**2. Dados do Contrato**  
Contratante: JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA  
Logradouro: RUA ACARAÚ  
Cidade: BELO HORIZONTE  
Estado: UF: MG  
Bairro: CIDADE JARDIM  
CEP: 30380020  
Contrato: CTJMCCE004-20  
Valor: R\$ 8.000,00  
Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO  
CNPJ: 70.951.686/0001-81  
Nº: 000196

**3. Dados da Obra/Serviço**  
Logradouro: RUA BENJAMIN CONSTANT  
Cidade: JUIZ DE FORA  
Data de início: 03/06/2020  
Prestação de término: 19/06/2020  
Finalidade: INFRAESTRUTURA  
Proprietário: ERG PARTICIPAÇÕES LTDA  
Nº: 000396  
CEP: 36015400  
CNPJ: 05.262.797/0002-08

**4. Atividade Técnica**  
1 - ELABORAÇÃO  
ORÇAMENTO, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A(CIVIL), PARA OUTROS FINS  
Quantidade: 1.00  
Unidade: item

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

**5. Observações**  
ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO ANALÍTICO PADRÃO UNIT/NOVO SICRO REFERENTE AO PROJETO JERG001 - VIADUTO BENJAMIN.

**6. Declarações**

**7. Entidade de Classe**  
SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

**8. Assinaturas**  
Declaro ser verdadeiro as informações acima  
de de  
JOAO ANTONIO PINTO HORTA RNP: 1411756339  
JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA CNPJ: 70.951.686/0001-81

**9. Informações**  
- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou confissão no site do Crea.  
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site: [www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.crea.org.br](http://www.crea.org.br)  
- A guarda da via autuada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.  
VALOR DA OBRAS: R\$ 810.000,00. ÁREA DE ATUACÃO: CIVIL.

**CREA-MG**  
[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732  
Número: 0000000005825209

Valor da ART: 88,78  
Registada em: 08/06/2020  
Valor Pago: 88,78

Figura 29 – ART – Orçamento e Plano de Execução



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-MG**

**ART de Obra ou Serviço**  
14202000000005914904

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

Via do Contratante  
Página 1/1

**1. Responsável Técnico**

**BRUNO ALBERTO MACHADO**

Título profissional:  
**ENGENHEIRO CIVIL;**

RNP: 1405905263

Registro: 04.0.0000079092

Registro: 5433

Empresa contratada:  
**PAULA MACHADO ENGENHARIA E PROJETOS**

**2. Dados do Contrato**

Contratante: **JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA**

CNPJ: 70.951.686/0001-81

Logradouro: **RUA ACARAÚ**

Nº: 000106

Complemento: **CONJ. 09**

Bairro: **CIDADE JARDIM**

Cidade: **BELO HORIZONTE**

UF: **MG**

CEP: 30380020

Contrato: **CSJMPLM 002-19**

Celebrado em: **12/12/2019**

Valor: **40.500,00**

Tipo de contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO**

**3. Dados da Obra/Serviço**

Logradouro: **RUA BENJAMIN CONSTANT**

Nº: 000396

Cidade: **JUIZ DE FORA**

Bairro: **SANTA HELENA**

UF: **MG**

CEP: 36015400

Data de início: **12/12/2019** Prazo de término: **12/03/2020**

Finalidade: **INFRAESTRUTURA**

Proprietário: **ERG PARTICIPAÇÕES LTDA.**

CNPJ: 05.262.797/0002-08

**4. Atividade Técnica**

**1 - ELABORAÇÃO**

Quantidade: Unidade:

**PROJETO EXECUTIVO, ESTRUTURA E CONCRETO, PARA OUTROS FINS**

3600.00

m²

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

**5. Observações**

**PROJETO ESTRUTURAL DE VIADUTO RODOVIÁRIO COM EXTENSÃO TOTAL DE 450 M2 - VIADUTO BENJAMIN EM JUIZ DE FORA-MG - PROJETO JERG001**

**6. Declarações**

**7. Entidade de Classe**

**SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE**

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima

*Bruno Alberto Machado* de *11* de *Março* de *2020*

**BRUNO ALBERTO MACHADO**

RNP: 1405905263

**JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA** CNPJ: 70.951.686/0001-81

Valor da ART: 233,94

Registrada em: 10/03/2020

Valor Pago: 233,94

Nosso Número: 000000005688105

**9. Informações**

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confrea.org.br](http://www.confrea.org.br)
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ 40.500,00. ÁREA DE ATUAÇÃO: CÁLCULO ESTRUTURAL.



**CREA-MG**

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732

Figura 30 – ART – Projeto Estrutura e Concreto



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977  
**CREA-MG**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

Via da Obra/Serviço  
Página 1/1

**ART de Obra ou Serviço**  
**14201400000001859270**

1. Responsável Técnico

**CARLOS ALBERTO RAMIM REIS**

Título profissional:

**ENGENHEIRO CIVIL;**

RNP: 1404767703

Registro: 04.0.0000083289

Registro: 34068

Empresa contratada:

**CONSENCEO CONSULTORES DE ENGENHARIA E GEOTECNIA LTDA**

2. Dados do Contrato

Contratante: **MRS LOGÍSTICA SA**

Logradouro: **PRAIA DE BOTAFOGO**

Complemento: **GRUPO 1201-E**

Cidade: **RIO DE JANEIRO**

Contrato: **29773/MRS/2014**

Valor: **2.557.012,24**

Bairro: **BOTAFOGO**

UF: **RJ**

Celebrado em: **16/05/2014**

Tipo de contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO**

CNPJ: 01.417.222/0001-77

Nº: 000228

CEP: 22250906

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **FERROVIA DIVERSAS FERROVIAS**

Cidade: **JUIZ DE FORA**

Data de início: **16/05/2014** Previsão de término: **16/05/2017**

Finalidade: **OUTRO**

Proprietário: **MRS LOGÍSTICA SA**

Bairro: **CENTRO**

UF: **MG**

Nº: 000000

CEP: 36060010

CNPJ: 01.417.222/0003-39

4. Atividade Técnica

**1 - CONSULTORIA**

Quantidade:

Unidade:

**ESTUDO, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A(CIVIL), SONDAGEM**

**25300.00**

**m**

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

**ESTUDOS GEOTECNICOS E SONDAGENS ROTATIVAS E A PERCUSSÃO NA FAIXA DE DOMÍNIO DA MRS NOS ESTADOS DE MG, RJ E SP.**

6. Declarações

7. Entidade de Classe

**SINDICATO DE ENGENHEIROS NO ESTADO DE MINAS GER**

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

**JP** 25 de JUN no de 2014

**CARLOS ALBERTO RAMIM REIS**

RNP: 1404767703

**MRS LOGÍSTICA SA**

CNPJ: 01.417.222/0001-77

Valor da ART: 167,68

Registrada em: 25/06/2014

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.  
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confrea.org.br](http://www.confrea.org.br)  
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ R\$2.557.012,24. ÁREA DE ATUAÇÃO: GEOTECNIA,

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732

Valor Pago: 167,68

Nosso Número: 0000000001890279



Figura 31 – ART – Sondagens

## 9.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. *Manual de projeto geométrico de rodovias rurais*. Rio de Janeiro, 1999.

Dorr et al. (1969); LADEIRA, E. A. (1983), professor de Geologia Estrutural da UFMG; H. M. P. Roeser (1983) professor da Escola de Minas de Ouro Preto.

FREITAS, A. J.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; PINTO, F. A.; PEREIRA, S. B.; GOMES FILHO, R. R.; TEIXEIRA, A. F. BAENA, L. G. N.; MELLO, L. T. A.; NOVAES, L. F. *Equações de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Copasa; UFV, 2001. 65 p.

LADEIRA, E. A. Evolução Petrogenética do Cinturão de Rochas Verdes, Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: *Anais do II Simpósio de Geologia de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1983. p.149-163.

LOBATO et. al. Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero: Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa. Belo Horizonte: CODEMIG, 2005. 1 CD ROM.

PFAFSTETTER, O. *Chuvas intensas no Brasil*. s.l.; DNOS; 1957.

## 10.0 TERMO DE ENCERRAMENTO

Encerra-se nesta página o Relatório Técnico, realizado pela JM Souto Engenharia completando um total de 81 páginas, está incluída, o qual é parte integrante do Volume 3 - Memória Justificativa do projeto.

Belo Horizonte, 02 de maio de 2022.

---

Marcelo Figueiredo da Silva Souto  
CREA 90204/D-MG

Nome:

CPF:

Telefone:

Endereço de correio eletrônico:

# REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE - DNIT

## PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DO VIADUTO BENJAMIN CONSTANT NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA

<b>Local:</b>	<b>Rua Benjamin Constant</b>
<b>Trecho:</b>	<b>Juiz de Fora / MG</b>
<b>Sub-Trecho:</b>	<b>km 212+86 da Ferrovia da MRS</b>
<b>Extensão:</b>	<b>440 metros</b>
<b>Seguimento:</b>	<b>Sobre Ruas José Calil Ahouagi e Francisco Bernardino</b>

**VOLUME 3 – ANEXO 3A – ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

FEVEREIRO / 2020



## 1.0 APRESENTAÇÃO

A JM Souto Engenharia e Consultoria Ltda. Apresenta neste VOLUME 3 - ANEXO 3A – ESTUDOS GEOTÉCNICOS o perfil geotécnico das sondagens recebidas da MRS Logística, e executadas pela empresa CONSENCEO, para desenvolvimento dos projetos do Viaduto Benjamin Constant, no município de Juiz de Fora em Minas Gerais.

Segue abaixo quadro de locação das sondagens mistas realizadas, as sondagens foram paralisadas quando atingiram 5,00 metros em rocha sã, conforme apresentado no item 3.0 - Boletins de Sondagem


TABELA DE LOCAÇÃO DAS SONDAgens			
FURO	COORDENADAS		PROF. (m)
	NORTE	ESTE	
SM-100	7.593.418,916	670.836,671	15,60
SM-101	7.593.410,458	670.817,981	15,10
SM-102	7.593.402,111	670.799,413	15,90
SM-103	7.593.393,682	670.780,910	20,90
SM-104	7.593.384,405	670.762,853	15,30
SM-105	7.593.379,183	670.707,174	16,50
SM-106	7.593.354,815	670.653,383	21,10
SM-107	7.593.428,246	670.855,232	16,50
SM-108	7.593.378,420	670.742,663	18,40
SM-109	7.593.374,767	670.688,191	16,80
SM-110	7.593.364,320	670.671,864	20,30
SM-111	7.593.348,927	670.633,902	22,90
SM-112	7.593.340,258	670.615,327	21,70
*PARA CRITÉRIOS DE PARALISAÇÃO VER NOTA 2			


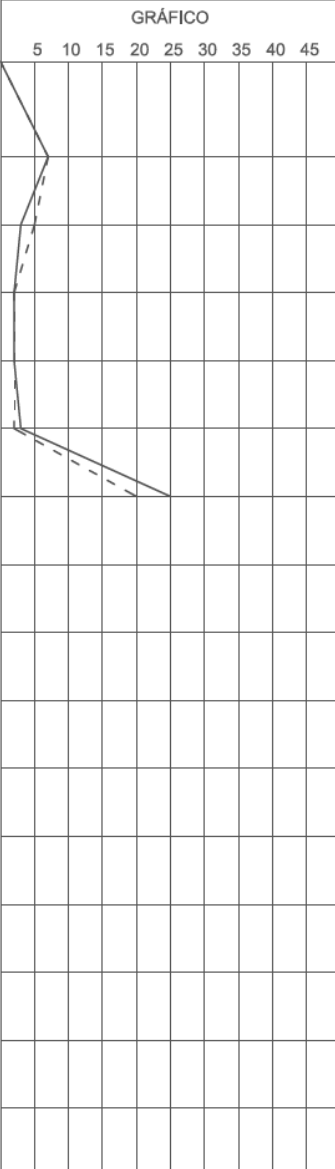

## **2.0 ESTUDOS GEOTÉCNICOS**


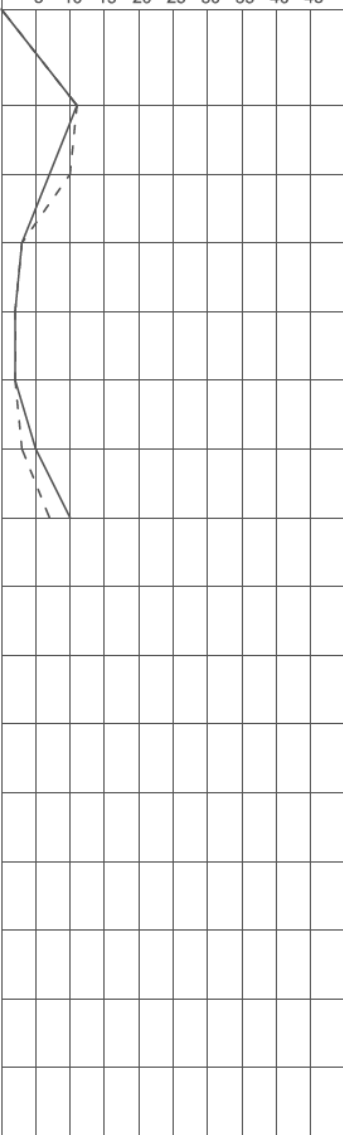
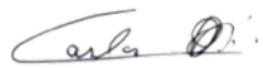
### **2.1 Características Geotécnicas**

As sondagens executadas para a os estudos de fundação do viaduto (SM-100 até a SM-112) são apresentadas no Anexo 3A - Estudos Geotécnicos. Elas indicam que na região do viaduto o perfil pedológico existente um horizonte superficial em aterro executado em silte que é sobrepõe sobre horizonte com 9,5 m de espessura de silte arenoso argiloso com 6,30 m espessura média. Segue-se um horizonte de transição de material até atingir o gnaisse. O nível d'água foi encontrado com 3,80 m de profundidade média. As sondagens mistas foram paralisadas quando penetraram 5,0 metros na rocha sã.


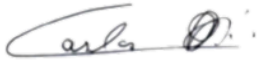
### 3.0 BOLETINS DE SONDAGEM

 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consenggeo@yahoo.com.br</p>		CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00	
		LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG			
		RELATÓRIO : 0192017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017	
		FURO : SM100		COTA : X = 0670841 Y = 7593420 Z = 673	
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) 1ª e 2ª PENETRAÇÕES 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 1º e 2º 2º e 3º			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )
EQUIPAMENTO REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL					


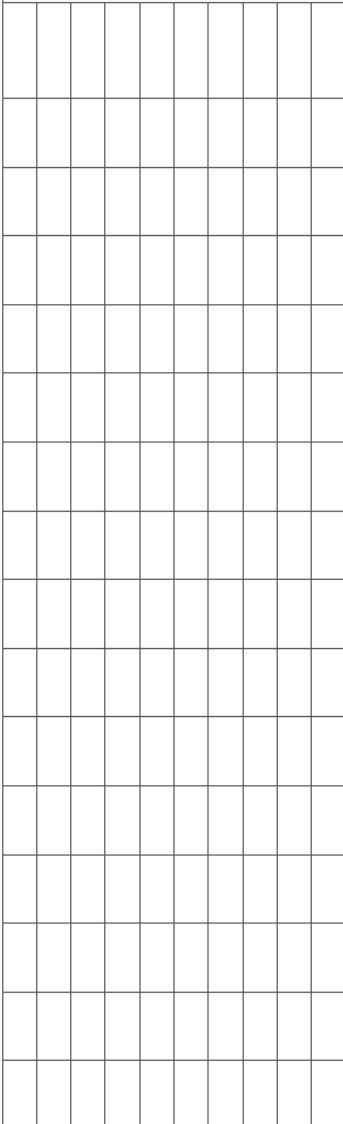


 <p>Run B, nº330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consenggeo@yahoo.com.br</p>		CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00				
		LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG						
		RELATÓRIO : 0192017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017				
		FURO : SM101		COTA : X = 0670819 Y = 7593412 Z = 681		FOLHA : 02		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>								
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) ----- 1º e 2º PENETRAÇÕES ----- 2º e 3º PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 GOLPES 1º e 2º 2º e 3º				COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
SILTE ARGILOSO, CONSISTÊNCIA MÉDIA, COR VARIEGADO (ATERRO). SILTE ARGILOSO, CONSISTÊNCIA MOLE, COR ROXO COM VEIOS CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. SILTE ARGILOSO ARENOSO, CONSISTÊNCIA MUITO MOLE A MOLE, COR MARROM, SOLO RESIDUAL JOVEM. AREIA, COMPACIDADE COMPACTA, COR CINZA COM PRESENÇA DE CASCALHO. IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM. FIM DA SONDAGEM MISTA PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA ROTATIVA ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO. ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 3%. ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 70%. FINAL DA SONDAGEM MISTA ROTATIVA PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.								
				679,30	01	1,70		
				678,15	02	2,85		
					03			
					04			
				675,55	05	5,45		
				674,10	06	6,90		
				673,30	07	7,70		
					08			
					09			
				670,90	10	10,10		
					11			
					12			
					13			
					14			
				665,90	15	15,10		
					16			
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Allne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :				
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 15,10		 Eng. Carlos Alberto Ramlim Rels CREA-MG 83.289/D				
DATA DO INÍCIO : 07/07/2017		DATA DO TÉRMINO : 11/08/2017						
N.A. INICIAL : 5,90		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 5,70						
REVESTIMENTO : 2,00		BENTONITA A PARTIR: -						
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.								


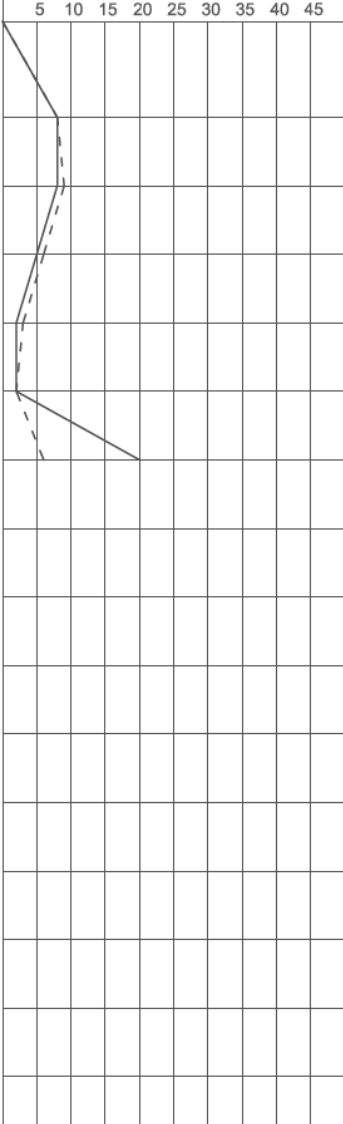
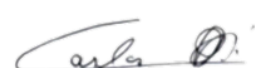
 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda.</p> <p>Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consenggeo@ynhoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>		
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>				
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>		
	<b>FURO : SM102</b>		<b>COTA : X = 0670813 Y = 7593402 Z = 692</b>		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b>				<b>EQUIPAMENTO</b>	
<b>PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm)</b> ----- 1º e 2º PENETRAÇÕES ----- 2º e 3º PENETRAÇÕES		<b>COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA</b>	<b>AMOSTRA N.º</b>	<b>PROF. DA CAMADA (m)</b>	<b>REVESTIMENTO Ø 2.1/2"</b> AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
<b>GRÁFICO</b> 5 10 15 20 25 30 35 40 45	<b>GOLPES</b> 1º e 2º 2º e 3º				<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
		<b>11 11</b> <b>690,35</b>	<b>01</b> <b>1,65</b>	<b>SILTE ARENOSO, COMPACIDADE MEDIANAMENTE COMPACTO, COR VERMELHO (ATERRO).</b>	
		<b>10 7</b> <b>NAI 3,25</b>	<b>02</b>	<b>SILTE ARENOSO, COMPACIDADE FOFA A MEDIANAMENTE COMPACTO, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.</b>	
		<b>3 3</b>	<b>03</b>		
		<b>2 2</b> <b>687,50</b>	<b>04</b> <b>4,50</b>	<b>SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A POUCO COMPACTO, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.</b>	
		<b>2 2</b>	<b>05</b>		
		<b>3 5</b> <b>685,15</b>	<b>06</b> <b>6,85</b>	<b>AREIA, COMPACIDADE POUCO A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA, COM PRESENÇA DE CASCALHO. IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM.</b>	
		<b>7 10</b> <b>684,30</b>	<b>07</b> <b>7,70</b>		
		<b>682,90</b>	<b>08</b> <b>9,10</b>	<b>FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO</b> <b>INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA</b>	
		<b>681,10</b>	<b>09</b> <b>10,90</b>	<b>ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.</b>	
		<b>676,10</b>	<b>10</b> <b>15,90</b>	<b>ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 8%.</b>	
		<b>11</b>	<b>11</b>	<b>ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO, DURA, POUCO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 80%.</b>	
		<b>12</b>	<b>12</b>		
		<b>13</b>	<b>13</b>		
		<b>14</b>	<b>14</b>		
		<b>15</b>	<b>15</b>	<b>FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA</b> <b>PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.</b>	
		<b>16</b>	<b>16</b>		
<b>SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho</b>		<b>DESENHO : Allne Bonsanto</b>		<b>ENGº RESPONSÁVEL :</b>  <b>Eng. Carlos Alberto Ramilim Rels</b> CREA-MG 83.289/D	
<b>ESCALA : 1:100</b>		<b>PROFUNDIDADE (m) : 15,90</b>			
<b>DATA DO INÍCIO : 18/07/2017</b>		<b>DATA DO TÉRMINO : 18/08/2017</b>			
<b>N.A. INICIAL : 3,25</b>		<b>N.A. FINAL APÓS 24 hs : 3,45</b>			
<b>REVESTIMENTO : -</b>		<b>BENTONITA A PARTIR: -</b>			
<b>NOTAS :</b> <b>COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.</b>					






 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengco@yahoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>			
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>					
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>			
	<b>FURO : SM103</b>	<b>COTA : X = 0670787 Y = 7593391 Z = 704</b>	<b>FOLHA : 04</b>			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>						
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm <b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
1º e 2º 2º e 3º 9 10 7 5 3 2 3 5 10 15 40/27 697,73 691,00 688,10			NA/ 2,65 701,30 699,55 697,73 691,00 688,10	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16	2,70 4,45 6,27 13,00 15,90	SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR VARIEGADO (ATERRO). SILTE ARENOSO, COMPACIDADE FOFA A POUCO COMPACTA, MARROM COM VEIOS CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. SILTE ARENOSO, COMPACIDADE MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR. FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO. ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 5%. ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 76%.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Alne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :  Eng. Carlos Alberto Ramalho Reis CREA-MG 83.289/D		
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 20,90				
DATA DO INÍCIO : 28/07/2017		DATA DO TÉRMINO : 17/08/2017				
N.A. INICIAL : 2,65		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 4,10				
REVESTIMENTO : -		BENTONITA A PARTIR : -				
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.						


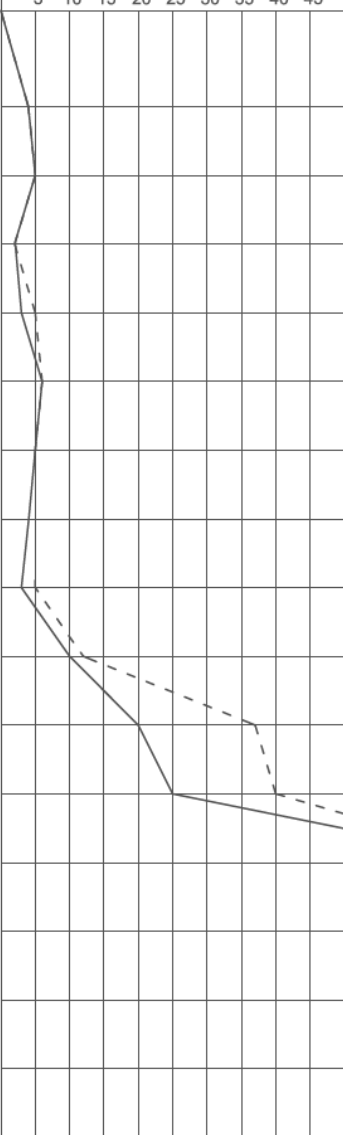



 <b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengco@ynhoo.com.br	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>		
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>				
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>		
	<b>FURO : SM103</b>	<b>COTA : X = 0670787 Y = 7593391 Z = 704</b>	<b>FOLHA : 05</b>		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b>		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b>
PENETRAÇÃO ( GOLPES / 30 cm ) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES					REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45					GOLPES 1º e 2º 2º e 3º
		683,10		20,90	ROCHA SÃ DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 76%.
					FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA  PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Allne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 20,90			
DATA DO INÍCIO : 28/07/2017		DATA DO TÉRMINO : 17/08/2017		Eng. Carlos Alberto Ramlim Rels CREA-MG 83.289/D	
N.A. INICIAL : 2,65		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 4,10			
REVESTIMENTO : -		BENTONITA A PARTIR : -			
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					



 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengco@ynhoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>			
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>					
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>			
	<b>FURO : SM104</b>	<b>COTA : X = 0670771 Y = 7593385 Z = 677</b>	<b>FOLHA : 06</b>			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>						
<b>PERCUSSÃO</b>		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b>	
PENETRAÇÃO ( GOLPES / 30 cm ) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES					REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm	
GRÁFICO	GOLPES				<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>	
5 10 15 20 25 30 35 40 45	1º e 2º 2º e 3º					
	8	8	674,10	01	2,90	SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR VERMELHO A LARANJA (ATERRO).
	9	8	NA 3,70	02		
	6	5		03		SILTE ARENOSO, COMPACIDADE FOFA A POUCA COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.
	3	2	672,25	04	4,75	SILTE ARENOSO, COMPACIDADE FOFA A COMPACTA, COR MARROM, SOLO RESIDUAL JOVEM.
	2	2		05		IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR.
	6	20	669,90	06	7,10	FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA
				07		
			668,00	08	9,00	ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.
				09		
			666,70	10	10,30	ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 2%.
				11		
				12		
				13		
				14		
			661,70	15	15,30	ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 68%.
				16		FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Alinne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :		
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 15,30		 Eng. Carlos Alberto Ramilim Rels CREA-MG 83,289/D		
DATA DO INÍCIO : 01/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 16/08/2017				
N.A. INICIAL : 3,70		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 3,60				
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR : -				
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.						

 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consenggeo@ynhoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>		
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>				
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>		
	<b>FURO : SM105</b>	<b>COTA :</b>	<b>X = 0670711 Y = 7593383 Z = 677</b>	<b>FOLHA : 07</b>	
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b>		<b>COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA</b>	<b>AMOSTRA N.º</b>	<b>PROF. DA CAMADA ( m )</b>	<b>EQUIPAMENTO</b>
<b>PENETRAÇÃO ( GOLPES / 30 cm )</b> - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES					REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
<b>GRÁFICO</b>		<b>GOLPES</b>			<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
5 10 15 20 25 30 35 40 45	1º e 2º 2º e 3º				
		5 5	675,20	1,80	SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCA COMPACTA, COR VERMELHO (ATERRO).
		4 4			
		2 2	NA/ 3,90		SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.
		3 3			
		3 3	671,55	5,45	AREIA, COMPACIDADE MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA.
		14 15	670,10	6,90	IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM.
			668,40	8,60	FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA
					ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.
			665,50	11,50	ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 5%.
					ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 70%.
<b>SONDADOR :</b> Marcelo Gomes Rogério Coelho		<b>DESENHO :</b> Allne Bonsanto		<b>ENGº RESPONSÁVEL :</b>	
<b>ESCALA :</b> 1:100		<b>PROFUNDIDADE (m) :</b> 16,50		 Eng. Carlos Alberto Ramalim Reis CREA-MG 83.289/D	
<b>DATA DO INÍCIO :</b> 04/08/2017		<b>DATA DO TÉRMINO :</b> 14/08/2017			
<b>N.A. INICIAL :</b> 3,90		<b>N.A. FINAL APÓS 24 hs :</b> 2,95			
<b>REVESTIMENTO :</b> 1,00		<b>BENTONITA A PARTIR:</b> -			
<b>NOTAS :</b>					
COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					


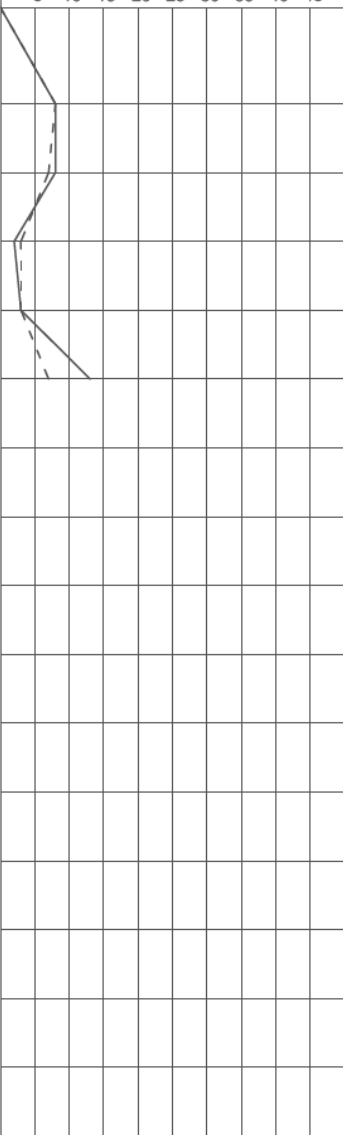
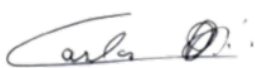
<div><p>CONSENCEO Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda Rua B, nº330 - Viña Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone:0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br</p></div>		CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00			
		LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG					
		RELATÓRIO : 0192017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017			
FURO : SM105		COTA : X = 0670711 Y = 7593383 Z = 677		FOLHA : 08			
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA							
PERCUSSÃO			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	EQUIPAMENTO	
PENETRAÇÃO ( GOLPES / 30 cm )		REVESTIMENTO Ø 2.1/2"					
1º e 2º PENETRAÇÕES		AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm					
2º e 3º PENETRAÇÕES		- Ø INTERNO DE 51 mm		PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm			
GRÁFICO		GOLPES		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL			
5 10 15 20 25 30 35 40 45		1º e 2º 2º e 3º					
				660,50 + 16,50			
				17			
				18			
				19			
				20			
				21			
				22			
				23			
				24			
				25			
				26			
				27			
				28			
				29			
				30			
				31			
				32			
ROCHA SÃ DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 70%.							
FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA							
PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.							
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Allne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :			
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 16,50		Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D			
DATA DO INÍCIO : 04/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 14/08/2017					
N.A. INICIAL : 3,90		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,95					
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR: -					
NOTAS :							
COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.							


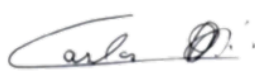
 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda.</p> <p>Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consenggeo@yahoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>				
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>						
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>				
	<b>FURO : SM 106</b>		<b>COTA : X = 670647 Y = 7593355 Z = 684</b>		<b>FOLHA : 09</b>		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>							
<b>PERCUSSÃO</b>			<b>COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA</b>	<b>AMOSTRA N.º</b>	<b>PROF. DA CAMADA (m)</b>	<b>EQUIPAMENTO</b>	
<p>PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm)</p> <p>----- 1º e 2º PENETRAÇÕES</p> <p>----- 2º e 3º PENETRAÇÕES</p>						<p>REVESTIMENTO Ø 2.1/2"</p> <p>AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm</p> <p>- Ø INTERNO DE 51 mm</p> <p>PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm</p>	
<b>GRÁFICO</b>		<b>GOLPES</b>	<b>1º e 2º</b>	<b>2º e 3º</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>		
5 10 15 20 25 30 35 40 45							
		3 5 2 3 6 5 4 3 10 15 20 40/16 40/13	3 5 2 5 6 5 5 5 12 37 40 40/13	680,9 NA/ 3,02 671,7 669,8 668,05	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16	3,10 12,30 14,20 15,95	<p>SILTE ARGILOSO ARENOSO, CONSISTÊNCIA MOLE A MEDIA, COR VERMELHO (ATERRO).</p> <p>SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.</p> <p>IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR.</p> <p>FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA</p> <p>ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.</p> <p>ROCHA FRATURADA DE GNAISSE, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 2%</p> <p>ROCHA Sã DE GNAISSE, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 59%</p>
<b>SONDADOR :</b> Marcelo Gomes Rogério Coelho		<b>DESENHO :</b> Allne Bonsanto		<b>ENGº RESPONSÁVEL :</b>			
<b>ESCALA :</b> 1:100		<b>PROFUNDIDADE (m) :</b> 21,10					
<b>DATA DO INÍCIO :</b> 02/08/2017		<b>DATA DO TÉRMINO :</b> 06/09/2017		<b>Eng. Carlos Alberto Ramilim Rels</b> CREA-MG 83.289/D			
<b>N.A. INICIAL :</b> 3,02		<b>N.A. FINAL APÓS 24 hs :</b> 2,70					
<b>REVESTIMENTO :</b> 1,00		<b>BENTONITA A PARTIR:</b> -					
<b>NOTAS :</b>							
COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.							


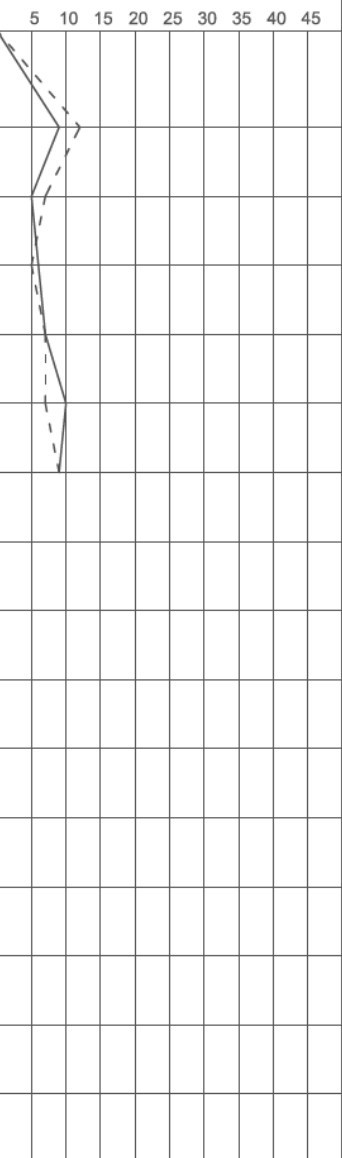






 <b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengco@yahoo.com.br	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>			
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>					
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>			
	<b>FURO : SM 106</b>	<b>COTA : X = 670647 Y = 7593355 Z = 684</b>	<b>FOLHA : 10</b>			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>						
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) ----- 1º e 2º PENETRAÇÕES ----- 2º e 3º PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 GOLPES 1º e 2º 2º e 3º			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL ROCHA SÃ DE GNAISSE, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 59% FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA						
662,9			21,10	PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.		
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho			DESENHO : Allne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :  Eng. Carlos Alberto Ramalim Reis CREA-MG 83,289/D	
ESCALA : 1:100			PROFUNDIDADE (m) : 21,10			
DATA DO INÍCIO : 02/08/2017			DATA DO TÉRMINO : 06/09/2017			
N.A. INICIAL : 3,05			N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,65			
REVESTIMENTO : 1,00			BENTONITA A PARTIR : -			
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.						


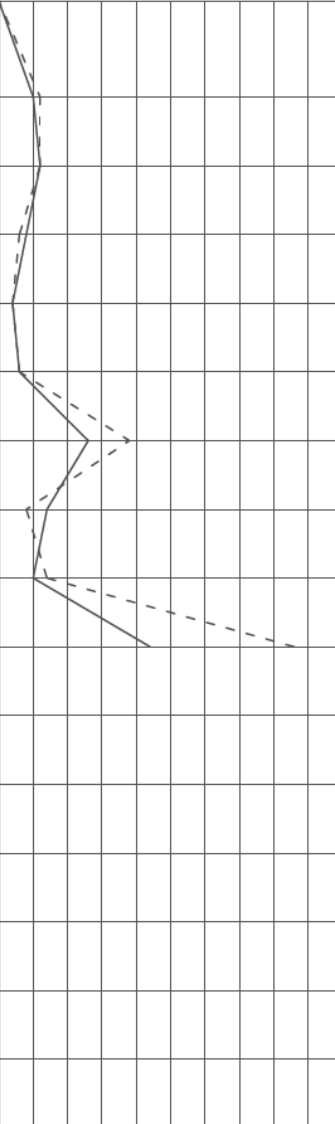



 <b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consenggeo@yahoo.com.br	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>				
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>						
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>				
	<b>FURO : SM107</b>		<b>COTA : X = 0670859 Y = 7593430 Z = 671</b>				
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>							
<b>PERCUSSÃO</b>			<b>COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA</b>	<b>AMOSTRA N.º</b>	<b>PROF. DA CAMADA ( m )</b>	<b>EQUIPAMENTO</b>	
PENETRAÇÃO ( GOLPES / 30 cm ) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 GOLPES 1º e 2º 2º e 3º						REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm	
						<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>	
			8 8 7 8 3 2 3 3 7 13	668,20 665,10 662,80 659,5	2,80 5,90 8,20 11,50	SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE POUCO COMPACTA, COR LARANJA COM VEIOS VARIEGADOS. (ATERRO) SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM. FIM DA SONDAGEM MISTA PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA ROTATIVA ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO. ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 5%. ROCHA SÃ DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 75%.	
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho			DESENHO : Allne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :		
ESCALA : 1:100			PROFUNDIDADE ( m ) : 16,50				
DATA DO INÍCIO : 04/07/2017			DATA DO TÉRMINO : 09/08/2017		Eng. Carlos Alberto Ramlim Rels CREA-MG 83.289/D		
N.A. INICIAL : 6,10			N.A. FINAL APÓS 24 hs : 6,25				
REVESTIMENTO : 2,00			BENTONITA A PARTIR: -				
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.							


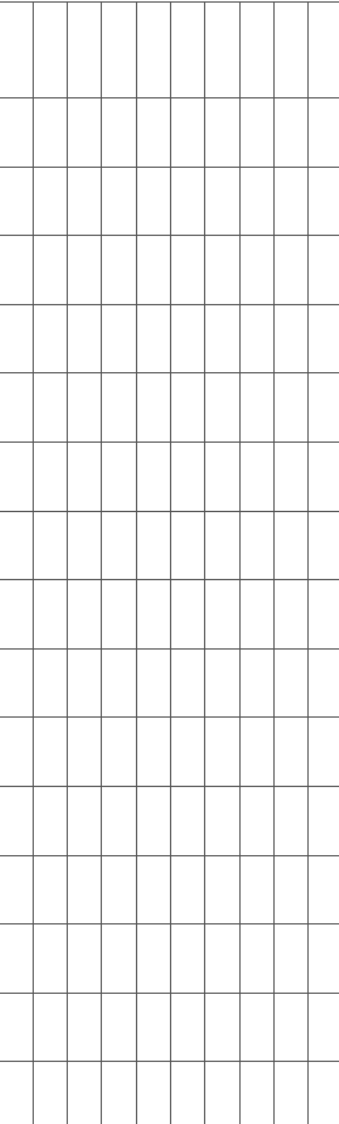

 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br</p>		CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00				
		LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG						
		RELATÓRIO : 0192017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017				
		FURO : SM107		COTA : X = 0670859 Y = 7593430 Z = 671		FOLHA : 12		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>								
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO ( GOLPES / 30 cm ) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 GOLPES 1º e 2º 2º e 3º				COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm	
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL ROCHA SÃ DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 75%. FINAL DA SONDAGEM MISTA ROTATIVA PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.								
654,50				16,50	17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32			
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Allne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :  Eng. Carlos Alberto Ramalho Rels CREA-MG 83.289/D				
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 16,50						
DATA DO INÍCIO : 04/07/2017		DATA DO TÉRMINO : 09/08/2017						
N.A. INICIAL : 6,10		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 6,25						
REVESTIMENTO : 2,00		BENTONITA A PARTIR: -						
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.								

 <b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>			
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>					
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>			
	<b>FURO : SM108</b>	<b>COTA : X = 0670750 Y = 7593375 Z = 678</b>	<b>FOLHA : 13</b>			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>						
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) ----- 1º e 2º PENETRAÇÕES ----- 2º e 3º PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 GOLPES 1º e 2º 2º e 3º			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL						
			676,10 674,35 670,85 666,40 664,60	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16	1,90 3,65 7,15 11,60 13,40	SILTE ARENOSO, COMPACIDADE MEDIANAMENTE COMPACTA, COR LARANJA (ATERRO). SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE POUCO COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA COM PRESENÇA DE CASCALHO, SOLO RESIDUAL JOVEM. IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR. FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO. ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 4%. ROCHA SÃ DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 73%.
<b>SONDADOR :</b> Marcelo Gomes Rogério Coelho		<b>DESENHO :</b> Alne Bonsanto		<b>ENGº RESPONSÁVEL :</b>  Eng. Carlos Alberto Ramalho Reis CREA-MG 83.289/D		
<b>ESCALA :</b> 1:100		<b>PROFUNDIDADE (m) :</b> 18,40				
<b>DATA DO INÍCIO :</b> 02/08/2017		<b>DATA DO TÉRMINO :</b> 15/08/2017				
<b>N.A. INICIAL :</b> 4,10		<b>N.A. FINAL APÓS 24 hs :</b> 3,75				
<b>REVESTIMENTO :</b> 2,00		<b>BENTONITA A PARTIR:</b> -				
<b>NOTAS :</b> COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.						


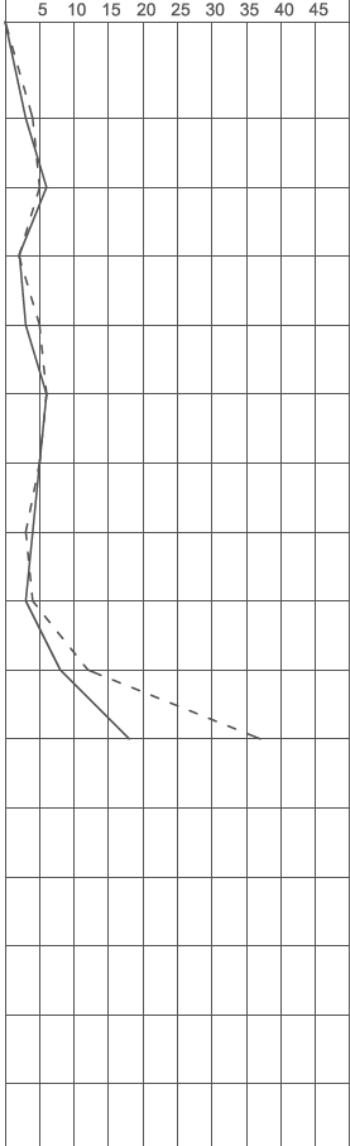

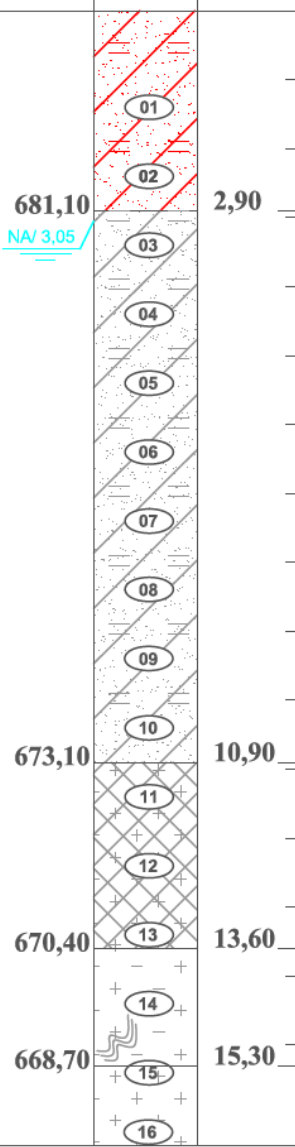
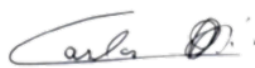
 <b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>		
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>				
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>		
	<b>FURO : SM108</b>	<b>COTA : X = 0670750 Y = 7593375 Z = 678</b>	<b>FOLHA : 14</b>		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b>		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b>
PENETRAÇÃO ( GOLPES / 30 cm ) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES					REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45					GOLPES 1º e 2º 2º e 3º
		659,60	 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32	18,40	ROCHA SÃ DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 73%.  FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA  PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Allne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :   Eng. Carlos Alberto Ramim Rels CREA-MG 83.289/D	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 18,40			
DATA DO INÍCIO : 02/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 15/08/2017			
N.A. INICIAL : 4,10		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 3,75			
REVESTIMENTO : 2,00		BENTONITA A PARTIR: -			
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					


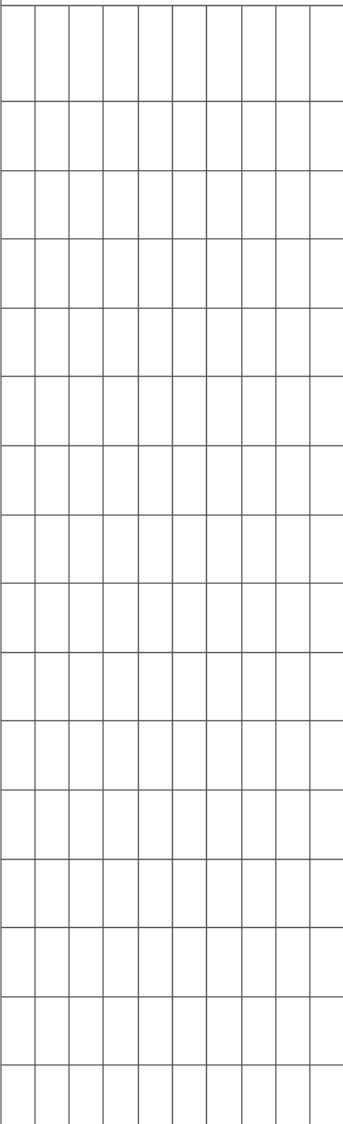

 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº330 - Viña Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>			
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>					
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>			
	<b>FURO : SM109</b>	<b>COTA : X = 0670686 Y = 7593367 Z = 684</b>	<b>FOLHA : 15</b>			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>						
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 GOLPES 1º e 2º 2º e 3º			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>						
			5 6 6 6 4 3 2 2 3 3 13 19 7 4 5 7 22 43  674,15 673,80  672,20	NA/ 1,90  681,20  677,25  674,15 673,80  672,20	2,80  6,75  9,85 10,20  11,80	SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO COMPACTA, COR VERMELHO.  SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.  SILTE ARENOSO, COMPACIDADE FOFA A MUITO COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.  IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM.  FIM DA SONDAGEM MISTA /PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA /ROTATIVA ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.  ROCHA FRATURADA DE GNAISSE, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 6%  ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 85%.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Allne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :   Eng. Carlos Alberto Ramim Rels CREA-MG 83.289/D		
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 16,80				
DATA DO INÍCIO : 30/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 04/09/2017				
N.A. INICIAL : 1,90		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,05				
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR: -				
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.						


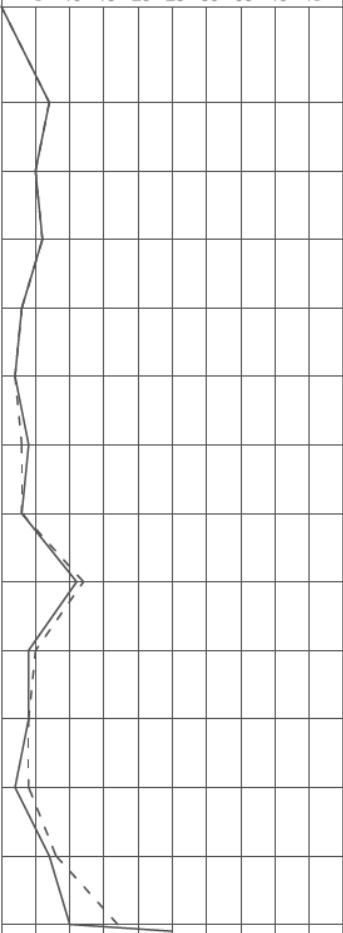





 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consenggeo@yahoo.com.br</p>		CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00				
		LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG						
		RELATÓRIO : 0192017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017				
		FURO : SM109		COTA : X = 0670686 Y = 7593367 Z = 684		FOLHA : 16		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>								
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 GOLPES 1º e 2º 2º e 3º				COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm	
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL								
				667,20	 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32	16,80	ROCHA SÃ DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 85%.  FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA  PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
							SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 16,80						
DATA DO INÍCIO : 30/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 04/09/2017						
N.A. INICIAL : 1,90		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,05						
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR: -						
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.								


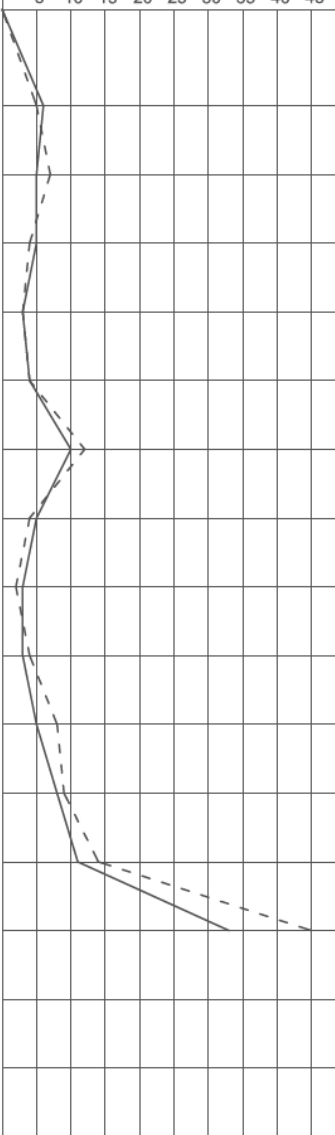



 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda.</p> <p>Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>		
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>				
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>		
	<b>FURO : SM 110</b>		<b>COTA : X = 0670661 Y = 7593360 Z = 684</b>		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b>				<b>EQUIPAMENTO</b>	
PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES				REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm	
<b>GRÁFICO</b>		<b>GOLPES</b>		<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>	
5 10 15 20 25 30 35 40 45		1º e 2º 2º e 3º		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	
					
		3 4 6 5 2 2 3 5 6 6 5 5 4 3 3 4 8 12 18 37		681,10 NAI 3,05 2,90 673,10 10,90 670,40 13,60 668,70 15,30	
				SILTE ARGILOSO ARENOSO, CONSISTÊNCIA MOLE A MEDIA, COR VERMELHO (ATERRO).  SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.  IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM.  FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA  ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.  ROCHA FRATURADA DE GNAISSE, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 2%.  ROCHA Sã DE GNAISSE, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 60%.	
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Alline Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 20,30			
DATA DO INÍCIO : 02/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 04/09/2017		Eng. Carlos Alberto Ramalim Reis CREA-MG 83.289/D	
N.A. INICIAL : 3,05		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,65			
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR: -			
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					

 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>		
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>				
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>		
	<b>FURO : SM 110</b>	<b>COTA : X = 0670661 Y = 7593360 Z = 684</b>	<b>FOLHA : 18</b>		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b>		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b>
PENETRAÇÃO ( GOLPES / 30 cm ) - - - - - 1º e 2º PENETRAÇÕES - - - - - 2º e 3º PENETRAÇÕES					REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 1º e 2º 2º e 3º					<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
		663,70		20,30	ROCHA SÃ DE GNAISSE, , DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 60%.
					FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA
					PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.
					SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 20,30			
DATA DO INÍCIO : 02/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 04/09/2017			
N.A. INICIAL : 3,05		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,65			
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR: -			
<b>NOTAS :</b> COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					

 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº330 - Vila Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>					
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>							
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>					
	<b>FURO : SM 111</b>		<b>COTA : X = 0670639Y = 7593348 Z = 684</b>					
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>								
<b>PERCUSSÃO</b>			<b>COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA</b>	<b>AMOSTRA N.º</b>	<b>PROF. DA CAMADA (m)</b>	<b>EQUIPAMENTO</b>		
<p>PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm)</p> <p>----- 1º e 2º PENETRAÇÕES</p> <p>----- 2º e 3º PENETRAÇÕES</p>						<p>REVESTIMENTO Ø 2.1/2"</p> <p>AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm</p> <p>- Ø INTERNO DE 51 mm</p> <p>PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm</p>		
<p>GRÁFICO</p> <p>5 10 15 20 25 30 35 40 45</p>			<p>GOLPES</p> <p>1º e 2º 2º e 3º</p>		<p>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</p>			
			<p>7 7</p> <p>5 5</p> <p>6 6</p> <p>3 3</p> <p>2 2</p> <p>4 3</p> <p>3 3</p> <p>11 12</p> <p>4 5</p> <p>4 4</p> <p>2 4</p> <p>7 8</p> <p>10 17</p> <p>25/10</p>		<p>NA/ 2,60</p> <p>680,30</p> <p>3,70</p> <p>669,90</p> <p>14,10</p>		<p>SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO COMPACTA, COR VERMELHO (ATERRO).</p> <p>SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.</p> <p>IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR.</p> <p>FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA</p> <p>ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.</p>	
<b>SONDADOR :</b> Marcelo Gomes Rogério Coelho			<b>DESENHO :</b> Allne Bonsanto		<b>ENGº RESPONSÁVEL :</b>			
<b>ESCALA :</b> 1:100			<b>PROFUNDIDADE (m) :</b> 22,90					
<b>DATA DO INÍCIO :</b> 01/08/2017			<b>DATA DO TÉRMINO :</b> 05/09/2017		<b>Eng. Carlos Alberto Ramalho Rels</b> CREA-MG 83.289/D			
<b>N.A. INICIAL :</b> 2,60			<b>N.A. FINAL APÓS 24 hs :</b> 2,80					
<b>REVESTIMENTO :</b> 1,00			<b>BENTONITA A PARTIR:</b> -					
<b>NOTAS :</b>								
COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.								

 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda</p> <p>Rua B, nº330 - Viña Del Mar - CEP.: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consengco@ynhoo.com.br</p>	<b>CLIENTE : MRS LOGÍSTICA</b>		<b>Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00</b>				
	<b>LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG</b>						
	<b>RELATÓRIO : 0192017</b>		<b>DATA DE ENTREGA: 14/09/2017</b>				
	<b>FURO : SM 111</b>		<b>COTA : X = 0670639Y = 7593348 Z = 684</b>				
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>							
<b>PERCUSSÃO</b>			<b>COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA</b>	<b>AMOSTRA N.º</b>	<b>PROF. DA CAMADA ( m )</b>	<b>EQUIPAMENTO</b>	
<p>PENETRAÇÃO ( GOLPES / 30 cm )</p> <p>----- 1º e 2º PENETRAÇÕES</p> <p>----- 2º e 3º PENETRAÇÕES</p> <p>GRÁFICO</p> <p>5 10 15 20 25 30 35 40 45</p> <p>GOLPES</p> <p>1º e 2º 2º e 3º</p>						<p>REVESTIMENTO Ø 2.1/2"</p> <p>AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm</p> <p>- Ø INTERNO DE 51 mm</p> <p>PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm</p>	
						<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>	
			667,10	17	16,90	ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.	
			666,10	18	17,90	ROCHA FRATURADA DE GNAISSE, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 3%	
				19			
				20			
				21			
			661,10	22	22,90	ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO, DURA, POUCO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 78%.	
				23			
				24			
				25			
				26			
				27			
				28			
				29			
				30			
				31			
				32			
						FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
<b>SONDADOR :</b> Marcelo Gomes Rogério Coelho			<b>DESENHO :</b> Allne Bonsanto		<b>ENGº RESPONSÁVEL :</b>		
<b>ESCALA :</b> 1:100			<b>PROFUNDIDADE (m) :</b> 22,90				
<b>DATA DO INÍCIO :</b> 01/08/2017			<b>DATA DO TÉRMINO :</b> 05/09/2017		<b>Eng. Carlos Alberto Ramim Reis</b> CREA-MG 83.289/D		
<b>N.A. INICIAL :</b> 2,60			<b>N.A. FINAL APÓS 24 hs :</b> 2,80				
<b>REVESTIMENTO :</b> 1,00			<b>BENTONITA A PARTIR:</b> -				
<b>NOTAS :</b>							
COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.							



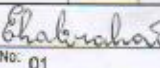
 <p><b>CONSENCEO</b> Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: 0XX(32) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consenggeo@ynhoo.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00			
	LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG					
	RELATÓRIO : 0192017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017			
	FURO : SM112	COTA : X = 0670611 Y = 7593338 Z = 635	FOLHA : 21			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>						
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) ----- 1º e 2º PENETRAÇÕES ----- 2º e 3º PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45 GOLPES 1º e 2º 2º e 3º			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA ( m )	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL						
			633,15 NA/ 2,40	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16	1,85 5,60 10,55 13,80 14,90	SILTE ARGILOSO, CONSISTÊNCIA MOLE A MEDIA, COR VERMELHO (ATERRO).  SILTE ARGILOSO ARENOSO, CONSISTÊNCIA MUITO MOLE A MEDIA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.  SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR MARROM, SOLO RESIDUAL JOVEM.  SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO A MUITO COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.  IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM. FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA  ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.  ROCHA FRATURADA DE GNAISSE, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 5%.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Alne Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :  Eng. Carlos Alberto Ramlim Rels CREA-MG 83.289/D		
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 21,70				
DATA DO INÍCIO : 31/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 06/09/2017				
N.A. INICIAL : 2,40		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,45				
REVESTIMENTO : -		BENTONITA A PARTIR: -				
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.						



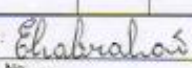




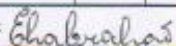
[illegible]




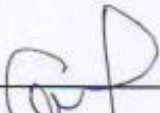
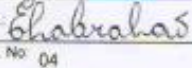
#### 4.0 BOLETINS DE SONDAAGEM A PERCUSSÃO ELABORADOS NO ANO DE 2009


 <b>TECNOSEF</b> Sondagens e Fundações Ltda										
SONDAGEM A PERCUSSÃO					Ø 2. 1/2"					
AMOSTRADOR : ø ext. 2" ø int. 1.3/8" MARTELO - 65KG					ALTURA DE QUEDA - 75CM					
FURO No: SP-01					COTA: 676.453M		INÍCIO: 22/05/2009		TÉRMINO: 22/05/2009	
Prof.	Classificação	Camadas	N. A.	Resistência a penetração - SPT standard penetration test						
				I	F	10	20	30		
-0,10M	Piso existente ( asfalto ), cor escura.	1		2	2					
		2		2	3					
		3		3	4					
	Aterro arenoso, com materiais diversos, cor variegado.	4		3	3					
		5		5	6					
		6		9	11					
-6,81M	Camada de areia de granulação variada (com pedregulhos de granulação variada), cores amarela e marrom, medianamente compacta	7		5	11					
-7,52M		8		10	14					
		9		9	11					
	Sítio arenoso, micáceo, solo proveniente da decomposição da rocha matriz "in situ", cores cinza e branco, medianamente compacto a muito compacto.	10		7	10					
	(solo residual)	11		7	10					
		12		7	10					
-13,08M	IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO E NA BROCA DE LAVAGEM	13		30/04						
				LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Lavagem por tempo: De 00:00 à 00:10 min. = 0.03m. De 00:10 à 00:20 min. = 0.00m. De 00:20 à 00:30 min. = 0.00m.						
Data: 12/06/2009	Conferido: 	Eng: 	Golpes <span style="color: green;">---</span> iniciais <span style="color: red;">---</span> finais							
Escala: 1/100	Relatório No: TEC-08506/09	Des. No: 01	Obs.: O nível d'água subiu 0.11m no período de 06:00 horas.							
MRS LOGÍSTICA S.A. - A/C BETON STAHL ENGENHARIA LTDA. - ATT. DR. GUSTAVO - OBRA PARA TRINCHEIRA BENJAMIN CONSTANT, Á RUA BENJAMIN CONSTANT - CENTRO - MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG.										

 <b>TECNOSEF</b> Sondagens e Fundações Ltda									
<b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b> Ø 2. 1/2"									
AMOSTRADOR = ext. 2" = Int. 1.3/8" MARTELO = 65KG ALTURA DE QUEDA = 75CM									
FURO No: SP-02 COTA: 676.284M INÍCIO: 22/05/2009 TÉRMINO: 23/05/2009									
Prof.	Classificação	Camadas	N. A.	Resistência a penetração - SPT standard penetration test					
				I	F	10	20	30	
-0,08M	Piso existente ( asfalto ), cor escura.	1		4	2				
		2	-1,96M	2	2				
	Aterro areno-argiloso, com materiais diversos, cor variegado.	3		2	2				
		4		2	2				
		5		8	11				
-5,53M	Camada de areia de granulação variada (com pedregulhos de granulação variada), cores amarela e branca.								
-5,94M									
IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO E NA BROCA DE LAVAGEM  LIMITE DE SONDAGEM  Obs.: Lavagem por tempo: De 00:00 à 00:10 min. = 0.02m. De 00:10 à 00:20 min. = 0.03m. De 00:20 à 00:30 min. = 0.03m.									
Data: 12/06/2009		Conferido: 		Eng: 		Golpes: ----- iniciais ----- finais.			
Escala: 1/100		Relatório No: TEC-08505/09		Des. No: 02					
MRS LOGÍSTICA S.A. - A/C BETON STAHL ENGENHARIA LTDA. - ATT. DR. GUSTAVO - OBRA PARA TRINCHEIRA BENJAMIN CONSTANT, Á RUA BENJAMIN CONSTANT - CENTRO - MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG.						Obs.: O nível d'água subiu 0.58m no período de 24:00 horas.			

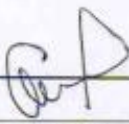
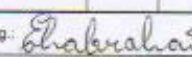
 <b>TECNOSEF</b> Sondagens e Fundações Ltda									
<b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b> Ø 2. 1/2"									
AMOSTRADOR : ext. 2" : int. 1.3/8" MARTELO - 65KG ALTURA DE QUEDA - 75CM									
FURO Nº: SP-02-A COTA: 676.231M INÍCIO: 23/05/2009 TÉRMINO: 23/05/2009									
Prof.	Classificação	Camadas	N. A.	Resistência a penetração - SPT standard penetration test					
				I	F	10	20	30	
-0,08M	Piso existente ( asfalto ), cor escura.								
	Aterro arenoso, com materiais diversos, cor variegado.								
-1,22M		1		35/22	34/07				
	IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO E NA BROCA DE LAVAGEM LIMITE DE SONDAGEM Obs.: Lavagem por tempo: De 00:00 à 00:10 min. = 0.04m. De 00:10 à 00:20 min. = 0.02m. De 00:20 à 00:30 min. = 0.00m.								
Data: 12/06/2009		Conferido: 		Eng: 		Golpes ----- Iniciais			
Escala: 1/100		Relatório No: TEC-08508/09		Des. No: 03		----- Finais			
MRS LOGÍSTICA S.A. - A/C BETON STAHL ENGENHARIA LTDA. - ATT. DR. GUSTAVO - OBRA PARA TRINCHEIRA BENJAMIN CONSTANT, À RUA BENJAMIN CONSTANT - CENTRO - MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG.						Obs.: Não foi encontrado lençol d'água subterrâneo dentro dos limites do furo, à época de sua execução.			


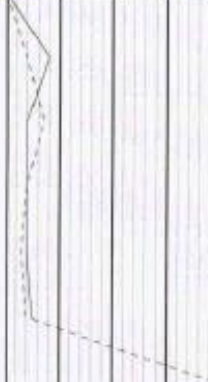
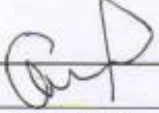


 <b>TECNOSEF</b> Sondagens e Fundações Ltda									
<b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b> AMOSTRADOR $\varnothing$ ext. 2" $\varnothing$ int. 1.3/8" MARTELO - 65KG FURO No: SP-02-B COTA: 676.309M INÍCIO: 23/05/2009 TÉRMINO: 23/05/2009					<b><math>\varnothing</math> 2. 1/2"</b> ALTURA DE QUEDA - 75CM				
Prof.	Classificação	Camadas	N. A.	Resistência a penetração - SPT standard penetration test					
				I	F	10	20	30	
-0,08M	Piso existente ( asfalto ), cor escura.								
		1		2	2				
		2		3	3				
	Aterro areno-argiloso (com matações e materiais diversos), cor variegado.	3		3	3				
		4		2	2				
		5		6	8				
-5,46M	Camada de areia de granulação variada (com pedregulhos de granulação variada), cores amarela e branca, pouco compacta.	6		7	10				
-5,83M		7		7	8				
	Slite arenoso, micáceo, solo proveniente da decomposição da rocha matriz "in situ", cores cinza e branco, medianamente compacto, pouco compacto a muito compacto.	8		9	10				
	(solo residual)	9		10	12				
		10		38/15					
-10,76M	IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO E NA BROCA DE LAVAGEM								
	LIMITE DE SONDAGEM								
	Obs.: Lavagem por tempo: De 00:00 à 00:10 min. = 0.03m. De 00:10 à 00:20 min. = 0.01m. De 00:20 à 00:30 min. = 0.00m.								
Data: 12/06/2009	Conferido: 	Eng: 	Golpes ----- iniciais ----- finais						
Escala: 1/100	Relatório No: TEC-06506/09	Des. No: 04							
MRS LOGISTICA S.A. - A/C BETON STAHL ENGENHARIA LTDA. - ATT. DR. GUSTAVO - OBRA PARA TRINCHEIRA BENJAMIN CONSTANT, À RUA BENJAMIN CONSTANT - CENTRO - MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG.				Obs.: O nível d'água foi encontrado à profundidade de 2.38m, na data da sondagem.					



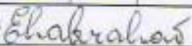
 <b>TECNOSEF</b> Sondagens e Fundações Ltda									
<b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b> Ø 2. 1/2"									
AMOSTRADOR ø ext. 2" ø int. 1.3/8" MARTELO - 65KG ALTURA DE QUEDA - 75CM									
FURO No: SP-03 COTA: 676.871M INÍCIO: 24/05/2009 TÉRMINO: 24/05/2009									
Prof.	Classificação	Camadas	N. A.	Resistência a penetração - SPT standard penetration test					
				I	F	10	20	30	
	Aterro areno-argiloso, com materiais diversos, cor variegado.	1	-1.36M	2/45					
		2		3	2				
		3		3	4				
		4		4	5				
-4.66M	Camada de areia de granulação variada (com pedregulhos de granulação variada), cores amarela e branca, pouco compacta a medianamente compacta.	5		4	6				
		6	11	10					
-7.16M	Silte arenoso, micáceo, solo proveniente da decomposição da rocha matriz "in situ", cores branco e cinza, pouco compacto a muito compacto. (solo residual)	7		5	7				
		8	48	31/15					
		9	36/04						
-9.36M	IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO E NA BROCA DE LAVAGEM LIMITE DE SONDAGEM Obs.: Lavagem por tempo: De 00:00 à 00:10 min. = 0.06m. De 00:10 à 00:20 min. = 0.03m. De 00:20 à 00:30 min. = 0.00m.								

Data: 12/06/2009	Conferido: 	Eng.: 	Golpes: ----- iniciais ----- finais
Escala: 1/100	Relatório No: TEC-08506/09	Des. No: 05	
MRS LOGISTICA S.A. - A/C BETON STAHL ENGENHARIA LTDA. - ATT. DR. GUSTAVO - OBRA PARA TRINCHEIRA BENJAMIN CONSTANT, À RUA BENJAMIN CONSTANT - CENTRO - MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG.			Obs.: O nível d'água foi encontrado à profundidade de 1.36m, na data da sondagem.

 <b>TECNOSEF</b> Sondagens e Fundações Ltda									
<b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b> Ø 2. 1/2"									
AMOSTRADOR : ext. 2" : Int. 1.3/8" MARTELO : 65KG ALTURA DE QUEDA : 75CM									
FURO No: SP-04 COTA: 676.702M INÍCIO: 24/05/2009 TÉRMINO: 24/05/2009									
Prof.	Classificação	Camadas	N. A.	Resistência a penetração - SPT standard penetration test					
				I	F	10	20	30	
	Aterro areno-argiloso, com materiais diversos, cor variegado.	1	-2.68M	4	8				
		2		7	4				
		3		4	4				
		4		3	4				
-4.26M	Camada de areia de granulação variada, cores branca e amarela, fofa e pouco compacta.	5		4	5				
-6.03M	Siltos arenoso, micáceo, solo proveniente da decomposição da rocha matriz "in situ", cores branco e cinza, muito compacto. (solo residual)	6		46/15					
		7		38/04					
-7.40M	IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO E NA BROCA DE LAVAGEM  LIMITE DE SONDAGEM  Obs.: Lavagem por tempo: De 00:00 à 00:10 min. = 0.07m. De 00:10 à 00:20 min. = 0.04m. De 00:20 à 00:30 min. = 0.00m.								
Data: 12/06/2009		Conferido: 		Eng: 		Golpes: ----- iniciais ----- finais			
Escala: 1/100		Relatório No: TEC-08506/09		Des. No: 06					
MRS LOGÍSTICA S.A. - A/C BETON STAHL ENGENHARIA LTDA. - ATT. DR. GUSTAVO - OBRA PARA TRINCHEIRA BENJAMIN CONSTANT, À RUA BENJAMIN CONSTANT - CENTRO - MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG.						Obs.: O nível d'água foi encontrado à profundidade de 2.68m, na data da sondagem.			



 <b>TECNOSEF</b> Sondagens e Fundações Ltda									
<b>SONDAGEM A PERCUSSÃO</b> Ø 2. 1/2"									
AMOSTRADOR = ext. 2" = int. 1.3/8" MARTELO = 65KG ALTURA DE QUEDA = 75CM FURO No: SP-05 COTA: 676.446M INÍCIO: 31/05/2009 TÉRMINO: 31/05/2009									
Prof.	Classificação	Camadas	N. A.	Resistência a penetração - SPT standard penetration test					
				I	F	10	20	30	
	Aterro areno-argiloso, com materiais diversos, cor variegado.	1	-2,26M	4	4				
		2		2	2				
		3		4					
		4		4					
-4,78M	Camada de areia de granulação variada (com pedregulhos de granulação variada), cores amarela e branca, medianamente compacta.	5		13	15				
		6	10	9					
-6,41M	Silte arenoso, micáceo, solo proveniente da decomposição da rocha matriz "in situ", cores branco e cinza, pouco compacto a compacto. (solo residual)	7		9	7				
		8	9	12					
		9	10	13					
		10	13	16					
		11	22	29					
-11,64M	IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO E NA BROCA DE LAVAGEM LIMITE DE SONDAGEM Obs.: Lavagem por tempo: De 00:00 à 00:10 min. = 0.04m. De 00:10 à 00:20 min. = 0.01m. De 00:20 à 00:30 min. = 0.00m.								
Data: 12/06/2009		Conferido: 		Eng.: 		Golpes ----- iniciais ----- finais			
Escala: 1/100		Relatório No: TEC-08506/09		Des. No: 07					
MRS LOGÍSTICA S.A. - A/C BETON STAHL ENGENHARIA LTDA. - ATT. DR. GUSTAVO - OBRA PARA TRINCHEIRA BENJAMIN CONSTANT, À RUA BENJAMIN CONSTANT - CENTRO - MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG.						Obs.: O nível d'água foi encontrado à profundidade de 2.26m, na data da sondagem.			

# REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

## MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE - DNIT

### PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DO VIADUTO BENJAMIN CONSTANT NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA

Local:	Rua Benjamin Constant
Trecho:	Juiz de Fora / MG
Sub-Trecho:	km 212+86 da Ferrovia da MRS
Extensão:	255,50 metros
Seguimento:	Sobre Ruas José Calil Ahouagi e Francisco Bernardino

MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS

VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA – ANEXO 3B

MAIO/2022

---

## Ficha Técnica

### Diretoria de Projetos e Obras

#### **JM Souto Engenharia e Consultoria LTDA**

Responsável Técnico Principal: Marcelo Figueiredo da Silva Souto  
*Engenheiro Civil – CREA-90204/D-MG*

Responsável Técnico: Bruno Alberto Machado  
*Engenheiro Civil – CREA-79092/D-MG*

### **Equipe Técnica da JM Souto Engenharia e Consultoria LTDA**

Eng. Marcelo Figueiredo da Silva Souto  
Coordenador Geral do Contrato  
ART – 14201600000003169001

## ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>1.0</b>	<b>PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS</b>	<b>6</b>
1.1	MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DO VIADUTO	6
<b>2.0</b>	<b>GEOMETRIA</b>	<b>7</b>
<b>3.0</b>	<b>MATERIAIS UTILIZADOS</b>	<b>9</b>
3.1	CONCRETO ESTRUTURAL	9
3.2	AÇO ESTRUTURAL (CANTONEIRAS, CHAPAS E PERFIS)	9
3.3	AÇO PARA ARMAÇÃO	9
<b>4.0</b>	<b>NORMAS E BIBLIOGRAFIA ADOTADAS</b>	<b>9</b>
4.1	NORMAS BRASILEIRAS	9
4.2	NORMA AMERICANA	10
4.3	BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	10
<b>5.0</b>	<b>CARREGAMENTOS</b>	<b>11</b>
5.1	CARGAS PERMANENTES	11
5.2	CARGAS ACIDENTAIS	12
5.3	COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTOS	16
<b>6.0</b>	<b>MODELO DE CALCULO ESTRUTURAL</b>	<b>19</b>
6.1	CARACTERÍSTICAS DOS MODELOS DE CÁLCULO – DADOS DE ENTRADA	22
<b>7.0</b>	<b>CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DA SUPERESTRUTURA EM VIGA MISTA</b>	<b>30</b>
7.1	ESFORÇOS NA ESTRUTURA METÁLICA (VIGAS MISTAS)	30
7.2	DIMENSIONAMENTO DA VIGA MISTA	35
7.3	VERIFICAÇÃO DAS TRANSVERSINAS E CONTRAVENTAMENTOS	55
7.4	DIMENSIONAMENTO DOS APARELHOS DE APOIO	73
<b>8.0</b>	<b>CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DA SUPERESTRUTURA EM CONCRETO</b>	<b>76</b>
8.1	LAJES E PRÉ-LAJES DO SISTEMA DE VIGAS MISTAS	76
8.2	LAJES MACIÇAS DO SISTEMA DE PÓRTICOS	100
8.3	AVALIAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES	112
8.4	VIGAS DE TRAVAMENTO VT 120X105	114
<b>9.0</b>	<b>VERIFICAÇÃO DA MESOESTRUTURA</b>	<b>123</b>
9.1	DIMENSIONAMENTO DAS LAJES DE TRANSIÇÃO	123
9.2	DIMENSIONAMENTO DOS ENCONTROS E PILARES	128
<b>10.0</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DA INFRAESTRUTURA</b>	<b>166</b>
10.1	DETERMINAÇÃO DAS CARGAS NAS FUNDAÇÕES	166

10.2	VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL DAS ESTACAS	181
10.3	BLOCOS DE FUNDAÇÃO – PRESCRIÇÕES DA NBR 6118:2014	188
10.4	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO	189
<b>11.0</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES EM ESTACAS</b>	<b>198</b>
11.1	VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA GEOTÉCNICA DAS ESTACAS	198
<b>12.0</b>	<b>CALCULO E DIMENSIONAMENTO DOS MUROS</b>	<b>227</b>
<b>13.0</b>	<b>VERIFICAÇÃO E ALTERAÇÃO DEVIDO INTERFERÊNCIA COM CEMIG</b>	<b>248</b>
13.1	INTRODUÇÃO	248
13.2	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA OAE	248
13.3	PROPRIDADES DOS MATERIAIS	249
13.4	AÇO PARA ARMADURA PASSIVA	250
13.5	PAVIMENTO	250
13.6	SOLO	250
<b>14.0</b>	<b>MODELAGEM ESTRUTURAL DA OAE</b>	<b>251</b>
14.1	ASPECTOS GERAIS	251
14.2	CONDIÇÕES DE CONTORNO	254
<b>15.0</b>	<b>CARREGAMENTOS</b>	<b>261</b>
15.1	PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA	261
15.2	PESO PRÓPRIO DO PAVIMENTO	261
15.3	PESO PRÓPRIO DO RECAPEAMENTO	261
15.4	PESO PRÓPRIO DO GUARDA RODAS	262
15.5	CARGA MÓVEL	262
15.6	FRENAGEM E ACELERAÇÃO	265
15.7	VARIAÇÃO DE TEMPERATURA	266
15.8	FORÇA CENTRIFUGA	268
15.9	PRESSÃO DO VENTO	269
<b>16.0</b>	<b>COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO</b>	<b>272</b>
16.1	COMBINAÇÕES ÚLTIMAS NORMAIS	272
16.2	COMBINAÇÕES ÚLTIMAS EXCEPCIONAIS	273
16.3	COMBINAÇÕES FREQUENTES DE SERVIÇO	273
16.4	COMBINAÇÕES QUASE PERMANENTES DE SERVIÇO	273
16.5	FATORES PARA COMBINAÇÃO ÚLTIMA	273
16.6	FATORES PARA COMBINAÇÃO DE SERVIÇO	275
<b>17.0</b>	<b>DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL</b>	<b>276</b>
17.1	MESOESTRUTURA	276
<b>18.0</b>	<b>ESFORÇOS SOLICITANTES</b>	<b>277</b>
18.1	VIGA TRAVESSA	277
<b>19.0</b>	<b>LIGAÇÃO COM SUPERESTRUTURA</b>	<b>278</b>

---

<b>20.0</b>	<b>VERIFICAÇÃO AS SOLICITAÇÕES NORMAIS</b>	<b>280</b>
20.1	VIGA TRAVESSA	280
20.2	LIGAÇÃO COM SUPERESTRUTURA	280
<b>21.0</b>	<b>VERIFICAÇÃO AS SOLICITAÇÕES TANGENCIAIS</b>	<b>281</b>
21.1	VIGA TRAVESSA	281
21.2	LIGAÇÃO COM SUPERESTRUTURA	282
<b>22.0</b>	<b>VERIFICAÇÃO DO ELS-DEF</b>	<b>283</b>
<b>23.0</b>	<b>VERIFICAÇÃO DO ELS-W</b>	<b>284</b>
23.1	VIGA TRAVESSA	284
23.2	LIGAÇÃO COM SUPERESTRUTURA	285
<b>24.0</b>	<b>FRETAGEM</b>	<b>286</b>
24.1	PILAR P3	287
<b>25.0</b>	<b>INFRAESTRUTURA</b>	<b>293</b>
25.1	BOLETINS DE SONDAGEM	295
25.2	ESTACAS	297
<b>26.0</b>	<b>VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE ESTRUTURAL</b>	<b>300</b>
26.1	INTERAÇÃO SOLO ESTRUTURA	300
26.2	ESFORÇOS SOLICITANTES	303
26.3	VERIFICAÇÃO AS SOLICITAÇÕES NORMAIS	304
26.4	VERIFICAÇÃO AS SOLICITAÇÕES TANGENCIAIS	306
<b>27.0</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>311</b>



## **1.0 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**

### **1.1 MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DO VIADUTO**

O presente documento apresenta o dimensionamento estrutural do Viaduto da Rua Benjamin Constant – Juiz de fora – MG.

A intervenção é constituída de 11 (onze) vãos, sendo 10 vãos contínuos com comprimentos entre 16m e 21,5 m entre apoios e 1 (um) vão isostático sobre a linha férrea com comprimento de 28,5m.

No trecho sobre a linha férrea a seção transversal do tabuleiro possui 8,00m de largura e é composta de 4 vigas metálicas. A laje sobre as vigas metálicas, que formará o tabuleiro da pista de rolamento, será executada sem a utilização de cimbramentos convencionais, devendo ser executada através do capeamento de concreto sobre pré-lajes premoldadas e lançadas sobre as vigas metálicas, servindo de forma para a concretagem do capeamento e incorporando a laje devido ao atrito entre os concretos de etapas distintas como também pela união promovida pelas treliças eletrosoldadas projetadas nas pré-lajes. A união da laje composta do tabuleiro com as vigas metálicas se dará pela presença de conectores metálicos tipo “stud bolts”, devidamente soldados na mesa superior das longarinas metálicas. O sistema de grelha metálica de vigamentos, longarinas mistas e laje do tabuleiro define a superestrutura da O.A.E neste ponto. O apoio das longarinas nas vigas travessas se dará sobre aparelhos de apoio em neoprenes fretados com chapas de aço.

Nos demais vãos da OAE a seção transversal é formada por uma laje lisa convencional em concreto armado com espessura constante de 65cm.

A mesoestrutura da O.A.E. será definida por n apoios compostos de pilares únicos centrais com uma travessa superior em “T” com dois balanços, um para cada lado, com seção e comprimentos suficientes para receber os aparelhos de apoio e longarinas metálicas os a laje maciça.

A infraestrutura da O.A.E. será definida por blocos de fundação sobre estacas raiz, solução definida após análise dos boletins de sondagem e os devidos estudos de capacidade de carga e interação estaca-solo.

## 2.0 GEOMETRIA

Apresenta-se a seguir a geometria da estrutura.

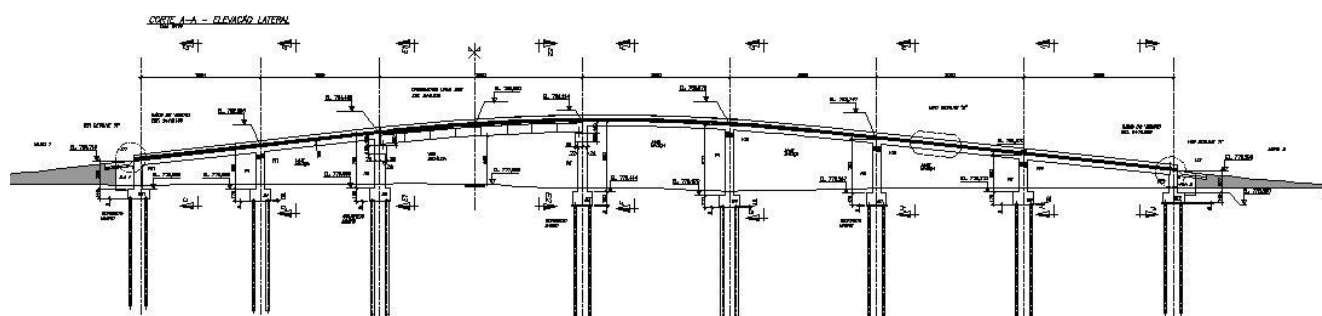


Figura 1 - Perspectiva lateral do viaduto

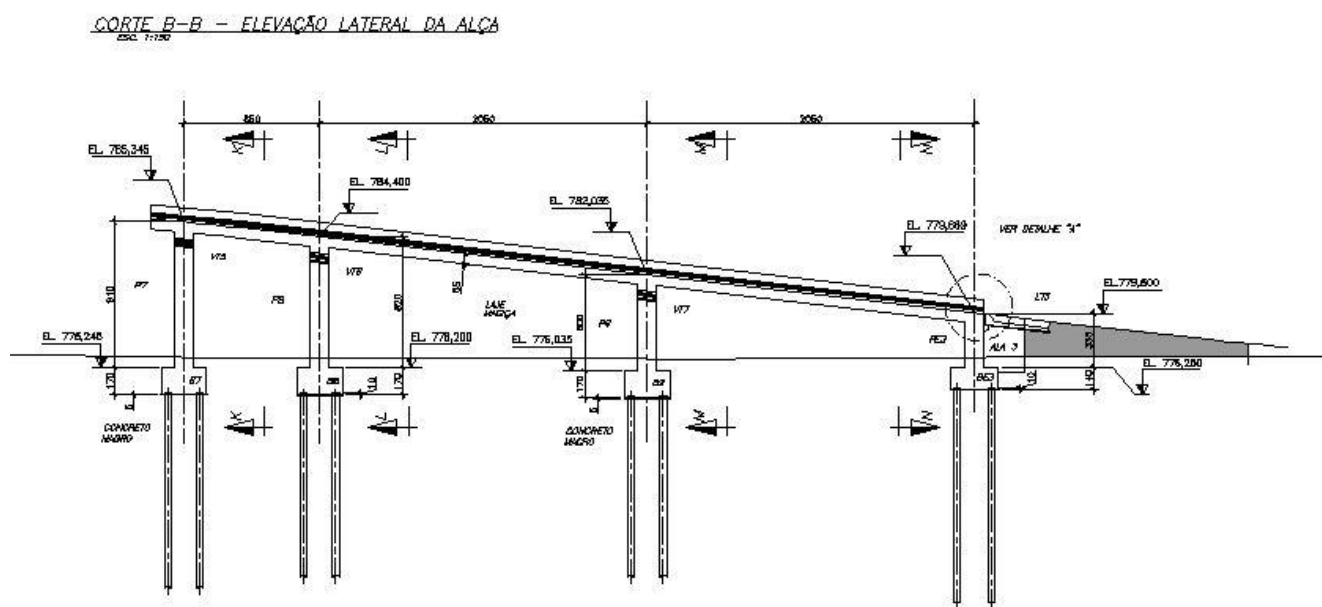


Figura 2 - Perspectiva inferior do viaduto

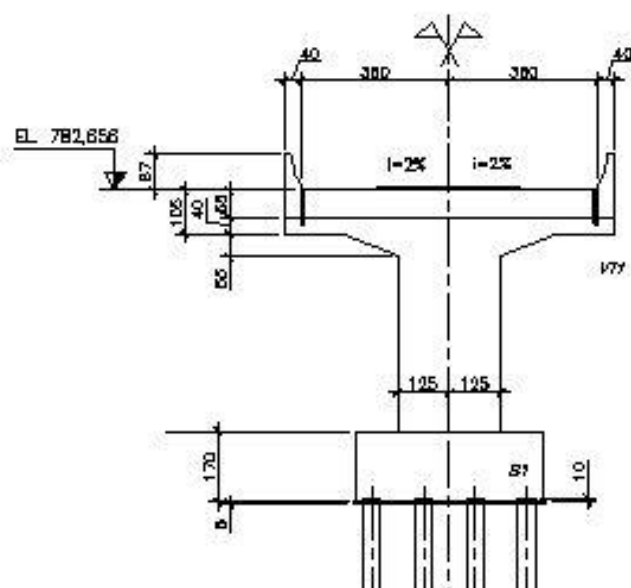


Figura 3 – Seção transversal típica em concreto

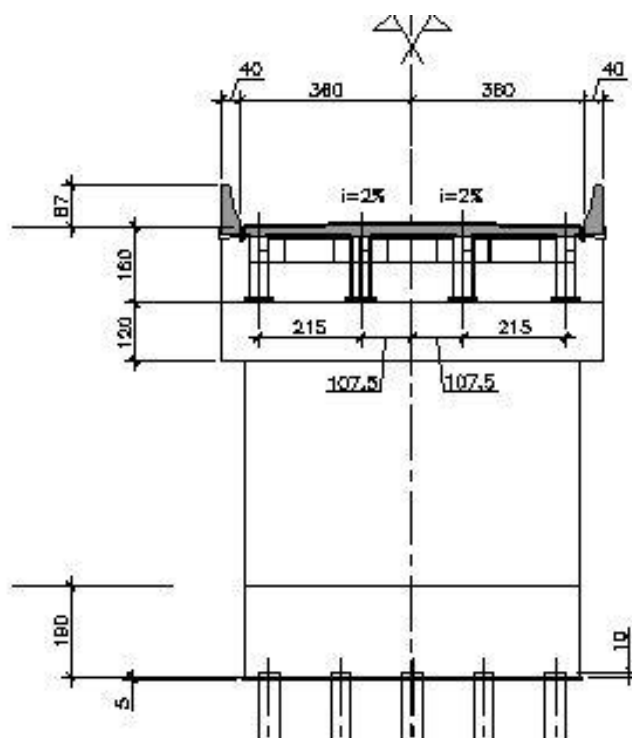


Figura 4 - Seção transversal típica em estrutura mista

### 3.0 MATERIAIS UTILIZADOS

#### 3.1 Concreto estrutural

Classe de agressividade ambiental II, abertura limite de fissuras  $W_k \leq 0,3\text{mm}$ .

- Superestrutura (lajes e vigas)

Resistência Característica.....35 MPa

Modulo

Elasticidade.....29 GPa

- Meso, Infra-estrutura e contenções (pilares, blocos e muros)

Resistência

Características.....30 MPa

Modulo Elasticidade.....27 GPa

#### 3.2 Aço Estrutural (Cantoneiras, chapas e perfis)

Especificação.....SAC 300

$f_y$ .....300 MPa

$f_u$ .....400 MPa

#### 3.3 Aço para armação

- Barras Retas

Especificação.....CA50

$f_y$ .....500 MPa

- Trelça Eletro-soldadas

Especificação.....CA60

$f_y$ .....600 MPa

### 4.0 NORMAS E BIBLIOGRAFIA ADOTADAS

#### 4.1 Normas brasileiras

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR 6118:2014 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR 6123:1988 – Forças Devidas ao Vento em Edificações.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR 7187:2003 – Projeto e Execução de Pontes em Concreto Armado e Protendido.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR 7188:2013 – Cargas Móveis para Projeto Estrutural de Obras Rodoviárias.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR 8681:2004 – Ações e Segurança das Estruturas.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR 8800:2008 – Projeto de Estruturas de Aço e Estruturas Mistas de Aço e Concreto para Edifícios.

## 4.2 Norma Americana

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) Standard Specifications for Highway Bridges. AASHTO 2014.

## 4.3 Bibliografia complementar

CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço) – Manual de Construção em Aço : Pontes e Viadutos em Vigas Mistas.

Siderbrás – Pontes Rodoviárias Metálicas : Introdução ao Projeto e Cálculo 1989.

**Tabela 1 – Casos de Carregamentos**

TABLE:Combination Definitions				
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName
Text	Text	Yes/No	Text	Text
PERMANENTE	Linear Add	No	Linear Static	DEAD
PERMANENTE			Linear Static	CAPEAMENTO
PERMANENTE			Linear Static	CONCRETO
				GUARDA RODAS
FREQUENTE	Linear Add	No	Response Combo	PERMANENTE
FREQUENTE			Linear Static	MULTIDAO
FREQUENTE			Moving Load	MOVE-1
FREQUENTE			Moving Load	MOVE-2
RARA	Linear Add	No	Response Combo	PERMANENTE
RARA			Moving Load	MOVE
RARA			Linear Static	MULTIDAO
TOTAL	Linear Add	No	Response Combo	RARA
TOTAL			Linear Static	TEMPERATURA
TOTAL			Linear Static	VENTO
TOTAL			Linear Static	IMPACTO GUARDA
TOTAL			Linear Static	RODAS
TOTAL			Linear Static	FRENAGEM

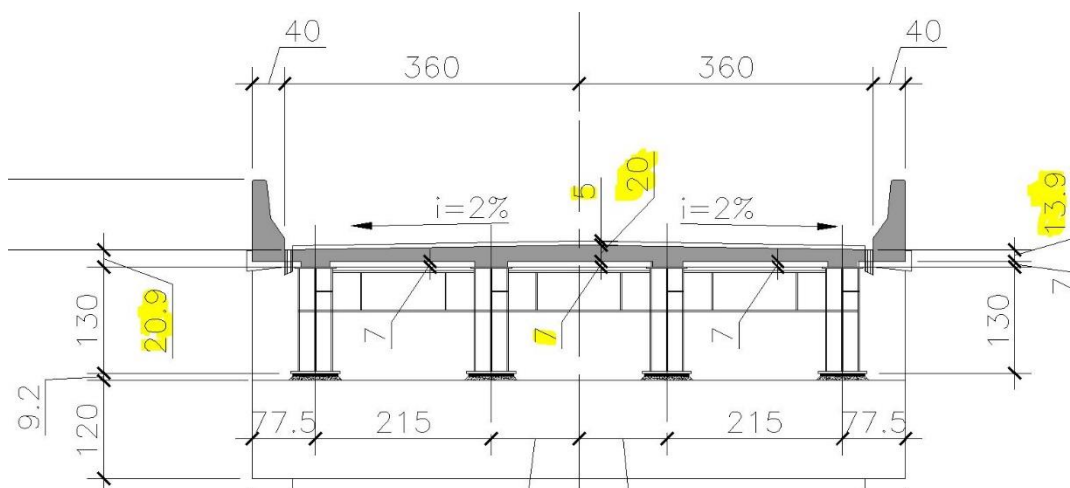
## 5.0 CARREGAMENTOS

### 5.1 CARGAS PERMANENTES

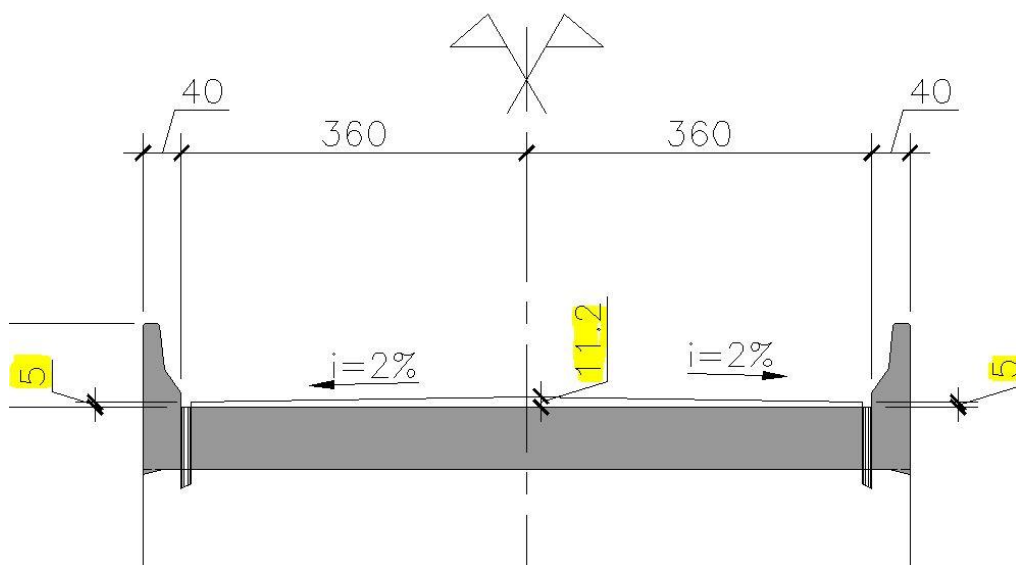
**Peso próprio da estrutura:** computado automaticamente pelo software de análise estrutural.

**Guarda-rodas:** 5,88 kN/m

**Pavimento asfáltico com espessura de 5cm no trecho de laje mista:** 2,00 kN/m<sup>2</sup>



**Pavimento asfáltico com espessura variando de 5cm a 11,2cm no trecho de laje maciça:** var de 2,00 kN/m<sup>2</sup> a 2,00 kN/m<sup>2</sup>



**Recapeamento do pavimento asfáltico:** 2,00 kN/m<sup>2</sup> (item NBR 7187:2013)



### **Empuxo de solo:**

- Densidade do aterro compactado:  $1,8 \text{ KN/m}^3$
- Ângulo de repouso:  $30^\circ$
- Coeficiente de Empuxo ativo  $K_a$ : 0,33
- Coeficiente de Empuxo em repouso  $K_0$ : 0,5
- Coesão do solo: Desconsiderada a favor da segurança

### **Empuxo devido ao TR 450 KN:**

Conforme NBR 7188 a sobrecarga equivalente do TR 450KN no terreno é igual ao peso do veículo tipo dividido por sua área de projeção. Portanto, para o TR 450 KN temos uma sobrecarga no terreno de  $25 \text{ KN/m}^2$  que causa um empuxo de  $25 \times 0,333 = 8,325 \text{ KN/m}^2$ .

Sendo 0,333 o coeficiente de empuxo ativo  $K_a$  determinado pela teoria de Rankine para um ângulo de repouso de  $30^\circ$ .

### **Retração e fluencia:**

Considerado no calculo da viga mista para ações de longa duração.

Para os pórticos de concreto a retração foi considerada uma variação linear equivalente de temperatura “negativa” de  $-3^\circ\text{C}$ . A fluência foi determinada em cada caso específico do dimensionamento dos elementos estruturais para a determinação da deformação a longo prazo.

## **5.2 CARGAS ACIDENTAIS**

### **Carga móvel devido ao TR 450KN (NBR 7188:2013)**

A carga  $P$ , em quilonewtons, é a carga estática concentrada aplicada no nível do pavimento, com valor característico e sem qualquer majoração. A carga  $p$ , em quilonewtons por metro quadrado, é a carga uniformemente distribuída, aplicada no nível do pavimento, com valor característico e sem qualquer majoração.

A carga concentrada  $Q$ , em quilonewtons, e a carga distribuída  $q$ , em quilonewtons por metro quadrado, são os valores da carga móvel aplicados no nível do pavimento, iguais aos valores característicos ponderados pelos coeficientes de impacto vertical (CIV), do número de faixas (CNF) e de impacto adicional (CIA) abaixo definidos:

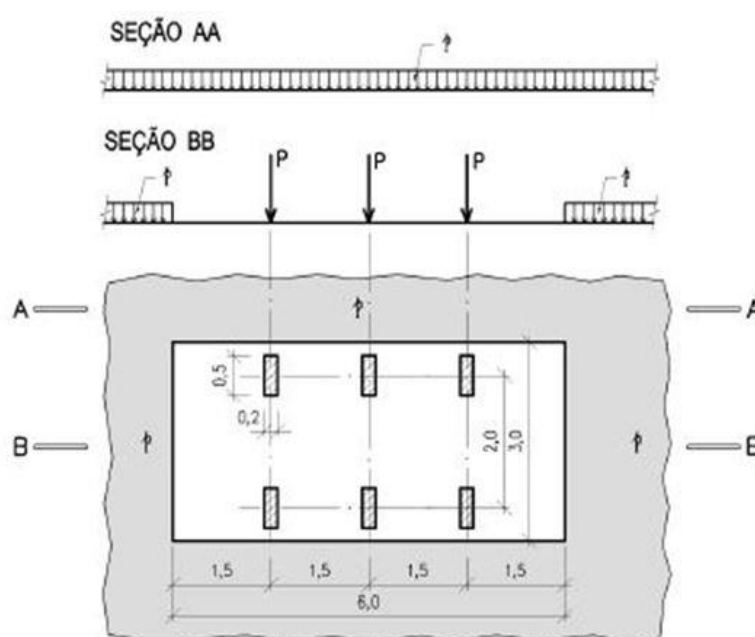
$$Q = P \cdot \text{CIV} \cdot \text{CNF} \cdot \text{CIA}$$

$$q = p \cdot \text{CIV} \cdot \text{CNP} \cdot \text{CIA}$$

As ações para pontes, galerias e viadutos rodoviários são definidas a partir da carga abaixo descrita.

São definidas as cargas estáticas, sua disposição e intensidade, para verificações e dimensionamento dos diversos elementos estruturais, assim como para verificações globais.

A carga móvel rodoviária padrão TB-450 é definida por um veículo tipo de 450 kN, com seis rodas,  $P = 75$  kN, três eixos de carga afastados entre si em 1,5 m, com área de ocupação de  $18,0 \text{ m}^2$ , circundada por uma carga uniformemente distribuída constante  $p = 5$  kN/m<sup>2</sup>, conforme figura a seguir:



**Figura 1 –Disposição de cargas estáticas**

A carga móvel assume posição qualquer em toda a pista rodoviária com as rodas na posição mais desfavorável, inclusive acostamento e faixas de segurança. A carga distribuída deve ser aplicada na posição mais desfavorável, independentemente das faixas rodoviárias.

Admite-se a distribuição espacial da carga concentrada no elemento estrutural a partir da sua superfície de contato em um ângulo de  $45^\circ$ .

### **Coeficiente de Impacto Vertical (NBR 7188:2013)**

$CIV = 1,35$  para as lajes (vãos menores que 10 m)

$CIV = 1 + 1,06(20/Liv+50)$

$CNF = 1,0$  (duas faixas de rolagem).

$CIA = 1,25$  (adotado apenas nas extremidades  $\leq$  a 5m)

Liv é o vão em metros para o cálculo CIV, conforme o tipo de estrutura, sendo;

Liv: usado para estruturas de vão isostático.

Liv: média aritmética dos vãos nos casos de vãos contíguos;

Liv é o comprimento do próprio balanço para estruturas em balanço;

L é o vão, expresso em metros (m).

Para a laje de transição será adotado um coeficiente de impacto padrão de 1,2 (20%) uma vez que se encontra apoiada diretamente sobre o solo.

### **Aceleração/Frenagem (NBR 7188:2013)**

As cargas horizontais devido à frenagem e/ou aceleração aplicados no nível do pavimento são um percentual da carga vertical característica dos veículos aplicados sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável concomitante com a respectiva carga vertical.

$$H_f = 0,25 \cdot B \cdot L \cdot CNF, \text{ em [kN]}$$

Sendo o valor mínimo de  $H_f \geq 135 \text{ kN}$

B é a largura efetiva [m] da carga distribuída de 5 kN/m<sup>2</sup>.

L é o comprimento concomitante [m] da carga distribuída.

$$CNF = 1 - 0,05 \cdot (n - 2) > 0,9$$

Onde:

N é o número (inteiro) de faixas de tráfego rodoviário a serem carregadas sobre um tabuleiro transversalmente contínuo. Acostamentos e faixas de segurança não são faixas de tráfego da rodovia.

Este coeficiente não se aplica para o dimensionamento de elementos estruturais transversais ao sentido do tráfego (lajes, transversinas, etc.).

### **Variação uniforme de temperatura (item 11.4.2.1 da NBR 6118)**

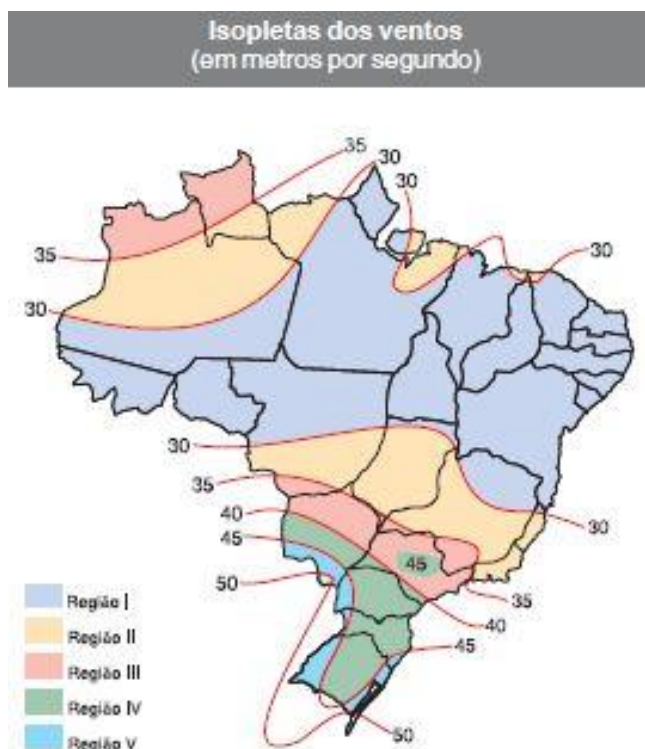
Será considerada uma variação linear de  $\pm 10^\circ\text{C}$ . em relação a média de temperatura anual.

### **Variação não uniforme de Temperatura (item 11.4.2.2 da NBR 6118):**

Carregamentos oriundos do efeito de insolação direta (gradiente térmico) na estrutura – item 11.4.2.2 da NBR 6118 que trata de variações não uniformes de temperatura.

### **Carregamento devido ao vento**

Em conformidade com a NBR-6123/1988 a isopleta aplicável à região será adotado o valor de  $V_o = 35 \text{ m/s}$ .



Para a topografia, obstrução do local e altura da obra ( $H < 10\text{m}$ ) teremos sucessivamente – Itens 5.2; 5.3 e 5.4 da NBR 6123:

$S1 = 1,0$ ;  $S2 = 0,86$ ;  $S3 = 1,1$  (Rugosidade IV, Classe A (pontes),  $H < 10\text{m}$ )

$V_k = 35 \times 0,86 \times 1,0 \times 1,1$

$V_k = 33,11 \text{ m/s}$

Força do Vento  $F_v = C \times q \times A$

Coefficiente de força  $C=2,1 \rightarrow$  Barras Prismáticas de faces planas (tab. 12 NBR 6122)

Fator de redução K para a relação  $l/d = 0,71$  (por interpolação)

Logo  $C = 2,1 \times 0,71 = 1,49 \sim 1,50$

Pressão dinâmica do vento  $q = 0,613 \times V_k^2 \rightarrow q = 672,01 \text{ N/m}^2 = 67,20 \text{ kgf/m}^2$

Área frontal da estrutura da OAE acrescida da altura de obstrução dos veículos rodoviários

$A = 0,65 + 2,0 = 2,65\text{m}$

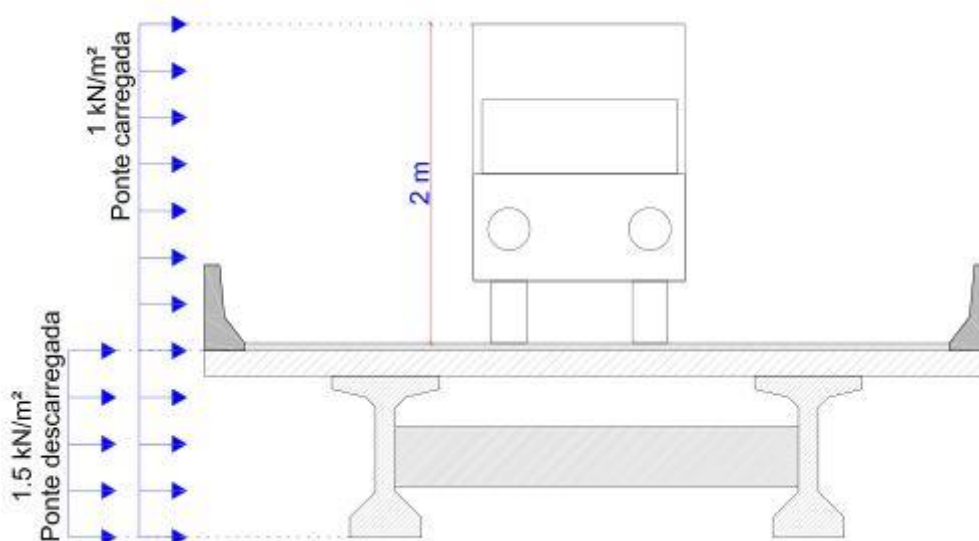
Pressão sobre a estrutura carregada:

$F_v = 1,5 \times 67,20 \times 2,65 = 267,12 \text{ kgf/m} \approx 0,28 \text{ t/m}$  (sobre a estrutura).

A favor da segurança será adotada a pressão mínima comumente indicada nas literaturas técnicas brasileiras.

Adotaram-se as seguintes cargas de vento atuantes no plano perpendicular ao eixo do viaduto

$$F_r \geq \begin{cases} 150 \text{ kgf/m}^2 & \text{para ponte vazia;} \\ 100 \text{ kgf/m}^2 & \text{para ponte cheia;} \end{cases}$$



Para o caso de viaduto cheio, a carga de vento foi considerada atuando até uma altura de 2 metros acima do estrado.

No modelo de discreto elaborado, a pressão de vento deverá aplicada no centróide da seção em forma de uma carga uniformemente distribuída ao longo de toda extensão do Viaduto e acompanhado do binário oriundo da excentricidade da resultante com relação ao centróide da seção.

### 5.3 COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTOS

Os carregamentos atuantes no Viaduto e sua alça foram combinados de forma a obter uma envoltória de esforços para verificação dos estados limites últimos e estados limites de utilização. Para tal, as ações foram classificadas como ações permanentes e ações variáveis da seguinte forma:

Ações permanentes:

- Pesos próprios dos elementos estruturais;
- Peso do pavimento (incluindo recapeamentos);
- Deformações impostas (retração e fluência).

Ações variáveis:

- As cargas móveis;
- Pressões de vento;
- Variações de temperatura

Apresenta-se em continuação a definição de cada uma das combinações elaboradas.

## COMBINAÇÕES ÚLTIMAS NORMAIS

Segundo a NBR 8681:2004, item 5.1.3.1, as combinações últimas normais são dadas por:

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} \cdot F_{Gi,k}) + \gamma_q \cdot \left[ F_{q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{0j} \cdot F_{qj,k}) \right]$$

Onde

$F_{Gi,k}$  é o valor característico das ações permanentes,

$F_{Q1,k}$  é o valor característico da ação variável considerada como ação principal para a combinação;

$\psi_{0j} F_{Qj,k}$  é o valor reduzido de combinação de cada uma das demais ações variáveis.

## COMBINAÇÕES ÚLTIMAS ESPECIAIS OU DE CONSTRUÇÃO

Segundo a NBR 8681:2004, item 5.1.3.2, as combinações últimas especiais ou de construção são dadas por:

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} \cdot F_{Gi,k}) + \gamma_q \cdot \left[ F_{q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{0j,ef} \cdot F_{qj,k}) \right]$$

Onde

$F_{Gi,k}$  é o valor característico das ações permanentes,

$F_{Q1,k}$  é o valor característico da ação variável admitida como principal para a situação transitória considerada;

$\psi_{0j,ef}$  é igual ao fator  $\psi_{0j}$  adotado nas combinações normais, salvo quando a ação principal  $F_{Q1}$  tiver um tempo de atuação muito pequeno, caso em que  $\psi_{0j,ef}$  pode ser tomado com o correspondente a  $\psi_{2j}$ .

## COMBINAÇÃO RARA DE SERVIÇO

Segundo a NBR 8681:2004, item 5.1.5.3, "nas combinações raras de serviço, a ação variável principal  $F_{Q1}$  é tomada com o seu valor característico  $F_{Q1,k}$  e todas as demais ações são tomadas com seus valores freqüentes  $\psi_1 F_{Qk}$ ". Sendo assim tem-se que:

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{1j} \cdot F_{Qj,k})$$

## COMBINAÇÃO FREQUENTE DE SERVIÇO

Segundo a NBR 8681:2004, item 5.1.5.2, "nas combinações freqüentes de serviço, as ação variável principal é tomada com seu valor freqüente  $\psi_1 F_{Q1,k}$  e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores quase-permanentes  $\psi_2 F_{Qk}$ ". Sendo assim, tem-se que:



$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 \cdot F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} \cdot F_{Qj,k})$$

## COMBINAÇÃO FREQUENTE PARA FADIGA

$$F_{d,ser.} = \sum_{i=1}^m FG_{i,k} + \psi_1 \cdot F_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} \cdot F_{Qj,k}$$

$\Psi_1 = 0,5$  para verificação das vigas

$\Psi_1 = 0,7$  para verificação das transversinas

$\Psi_1 = 0,8$  para verificação das lajes do tabuleiro

## FATORES PARA AS COMBINAÇÕES ÚLTIMAS

Na elaboração das combinações normais e de construção utilizaram-se os fatores de majoração especificados no item 5.1.4.2 da NBR 8681:2004, que por sua vez são reproduzidos as seguir:

**Tabela 2 – Fatores de majoração para as cargas permanentes**

Combinação	Tipo de Ações	Efeito	
		Desfavorável	Favorável
Normal	Peso próprio de estruturas metálicas	1,25	1,00
	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	1,30	1,00
	Peso próprio de estruturas moldadas no local	1,35	1,00
	Elementos construtivos Industrializados <sup>1)</sup>	1,35	1,00
	Elementos contrutivos com adições "in loco"	1,40	1,00
	Elementos contrutivos em geral e equipamento <sup>2)</sup>	1,50	1,00
Especial ou de Construção	Peso próprio de estruturas metálicas	1,15	1,00
	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	1,20	1,00
	Peso próprio de estruturas moldadas no local	1,25	1,00
	Elementos construtivos Industrializados <sup>1)</sup>	1,25	1,00
	Elementos contrutivos com adições "in loco"	1,30	1,00
	Elementos contrutivos em geral e equipamento <sup>2)</sup>	1,40	1,00

## FATOR PARA AS COMBINAÇÕES DE SERVIÇO

**Tabela 3 – Fatores de majoração para as cargas variáveis**

Combinação	Tipo de Ação	Coefficiente
Normal	Ações Truncadas <sup>1)</sup>	1,2
	Efeito de temperatura	1,2
	Ação de vento	1,4
	Ações variáveis em geral	1,5
Especial ou de construção	Ações Truncadas <sup>1)</sup>	1,1
	Efeito de temperatura	1
	Ação de vento	1,2
	Ações variáveis em geral	1,3

## FATOR PARA AS COMBINAÇÕES DE SERVIÇO

Na elaboração das combinações normais e de construção utilizaram-se os fatores de majoração especificados no item 5.1.4.4 da NBR 8681:2004, que por sua vez são reproduzidos as seguir:

**Tabela 4- Fatores de combinação de redução para as ações variáveis**

Ações	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<i>Vento</i>			
<i>Pressões dinâmicas do vento nas estruturas em geral</i>	0,6	0,3	0
<i>Temperatura</i>			
<i>Variações uniformes de temperatura em relação a média anual local</i>	0,6	0,5	0,3
<i>Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos</i>			
<i>Passarelas de pedestres</i>	0,6	0,4	0,3
<i>Pontes rodoviárias</i>	0,7	0,5	0,3
<i>Pontes ferroviárias não especializadas</i>	0,8	0,7	0,5
<i>Pontes ferroviárias especializadas</i>	1	1	0,6
<i>Vigas de rolamento de pontes rolantes</i>	1	0,8	0,5

CASOS DE CARREGAMENTO E PONDERAÇÕES		
Case	$\gamma_g$	$\psi_0$
Text		
CARGA PERMANENTE	1.35	1
EMPUXO DE SOLO	1.4	1
TEMPERATURA	1.2	0.6
RETRAÇÃO/FLUÊNCIA	1.35	0.6
FRENAGEM	1.5	0.7
MOVEL	1.5	1
VENTO	1.4	0.6

## 6.0 MODELO DE CALCULO ESTRUTURAL

Para a análise das estruturas, foi elaborado um modelo de cálculo espacial em elementos finitos de cascas e barras para a estrutura da OAE. Foram elaboradas linhas de influência por sobre o tabuleiro para simular cada situação de carregamento móvel, resultando em uma envoltória máxima e mínima de solicitações em cada peça. Foi adotado o software CSIBRIDGE da Computers and Structures em sua versão V21.1. Este software é utilizado mundialmente sendo comercializado no Brasil pela Multiplus Softwares técnicos.

A ligação dos elementos estruturais foi executada por meio de link's não-lineares simulando a exata rigidez dos neoprenes.

As fundações foram modeladas de forma integrada ao modelo utilizando coeficientes de mola para simular a interação com o terreno conforme figura 5A. As estacas, na região de engaste com a rocha foram modeladas com restrição total na extremidade, conforme figura 5B.

Os carregamentos adicionais foram posicionados no modelo de forma a propiciar as situações mais críticas de cálculo.

O dimensionamento e detalhamento das peças foi obtido em função do atendimento das mesmas aos Estados Limites Últimos (E.L.U) e Estados Limites de Serviço (E.L.S) conforme prescrito em norma.

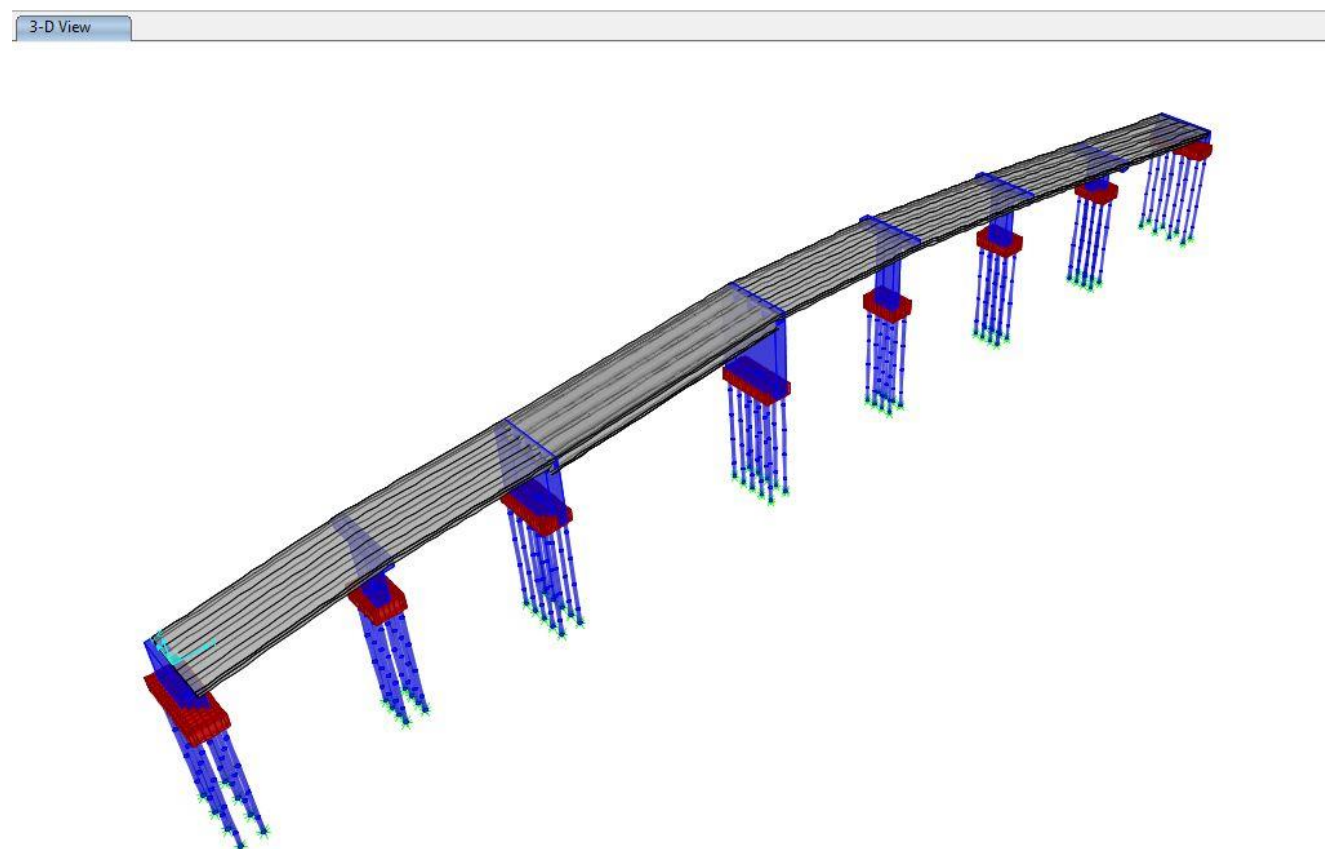


Figura 1 - Modelo de calculo da via principal- Vista 3D

Soil Layer Properties

	Layer Thickness, m	Ks, tonf/m <sup>3</sup>
1	3.	900.
2	3.	1200.
3	3.	1500.
4	3.	1800.
5	3.	2100.

Figura 2A – camadas de solo e coeficiente de rigidez.

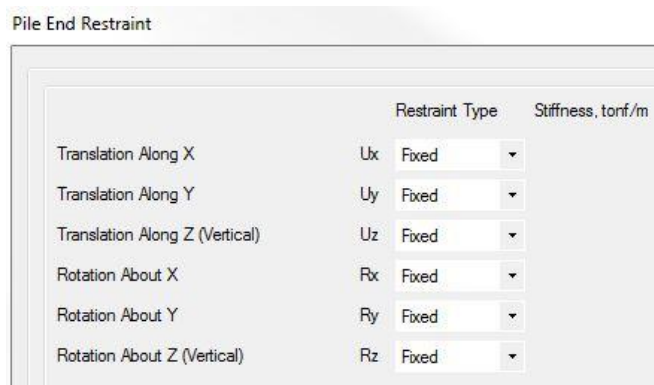


Figura 3b – Restrição das estacs junto a rocha.

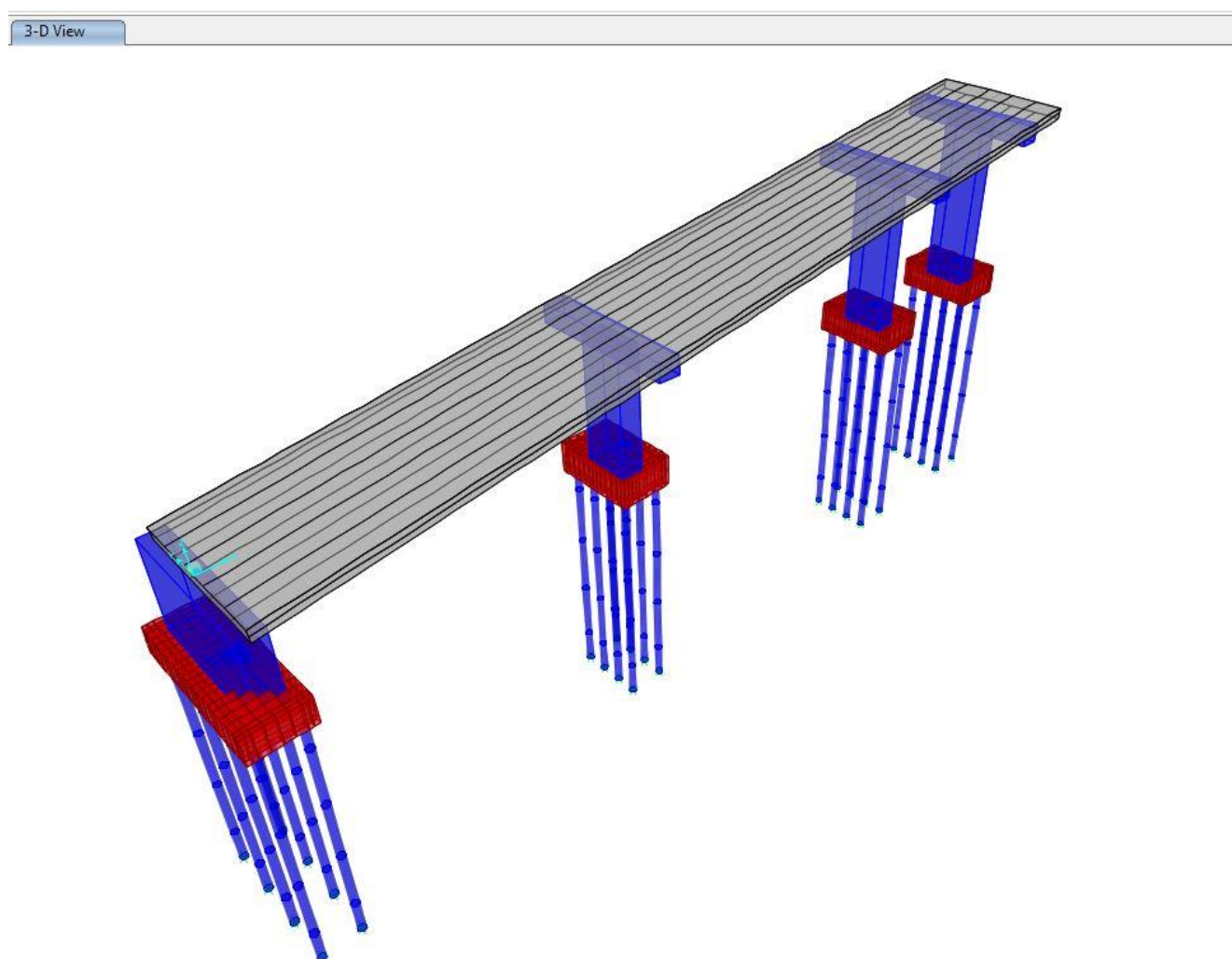
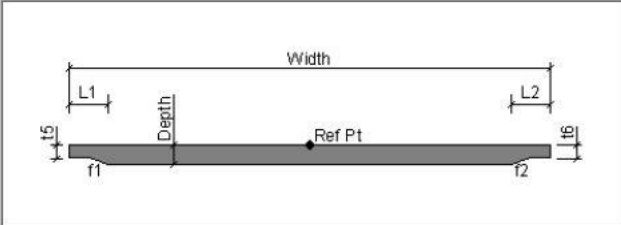
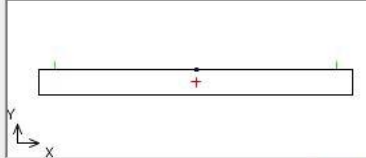


Figura 6 - Modelo de calculo da Alça - Vista 3D

## 6.1 Características dos modelos de cálculo – Dados de entrada

### 6.1.1 SUPERESTRUTURA - LAJES





X:  Y:  ☒ Do Snap

Section is Legal Show Section Details...

**Section Data**

Definition Loads

Item	Value
<b>General Data</b>	
Bridge Section Name	BSEC1
Material Property	fcK=35MPa
Number of Interior Girders	4
Total Width	8,
Total Depth	0,65
<b>Fillet Horizontal Dimension Data</b>	
f1 Horizontal Dimension	0,
f2 Horizontal Dimension	0,
<b>Left Overhang Data</b>	
Left Overhang Length (L1)	0,
Left Overhang Outer Thickness (t5)	0,305
<b>Right Overhang Data</b>	
Right Overhang Length (L2)	0,
Right Overhang Outer Thickness (t6)	0,305
<b>Insertion Point Location</b>	
Offset X From Reference Point To Insertion Point	0,
Offset Y From Reference Point To Insertion Point	0,

**Girder Output**

Modify/Show Girder Force Output Locations...

**Modify/Show Properties**

Materials... Frame Sects... Units: Tonf, m, C

**Modify/Show Load Patterns**

Load Patterns...

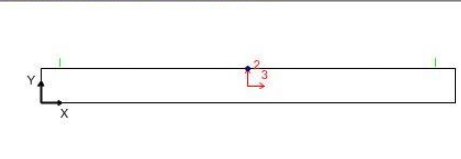
Convert To User Bridge Section

OK Cancel

Bridge Section Name: BSEC1

Units: Tonf, m, C

Bridge Section (Double Click Picture for Larger View)



**Section Points**

Shape	Point	Material	X	Y
Reference Point			4,	0,65
Insertion Point			4,	0,65
Structural Polygon 1	1	fcK=40MPa	0,	0,65
	2		0,	0,65
	3		1,6	0,65
	4		3,2	0,65
	5		4,8	0,65
	6		6,4	0,65
	7		8,	0,65
	8		8,	0,65
	9		8,	0,345
	10		8,	0,345
	11		8,	0,
	12		6,4	0,

Mouse Coordinates

X Coordinate: 8,6731

Y Coordinate: -0,2254

Options

☐ Show Dots At Points

☐ Display Point Labels

☐ Disable Corner Point Snap

Show Section Properties

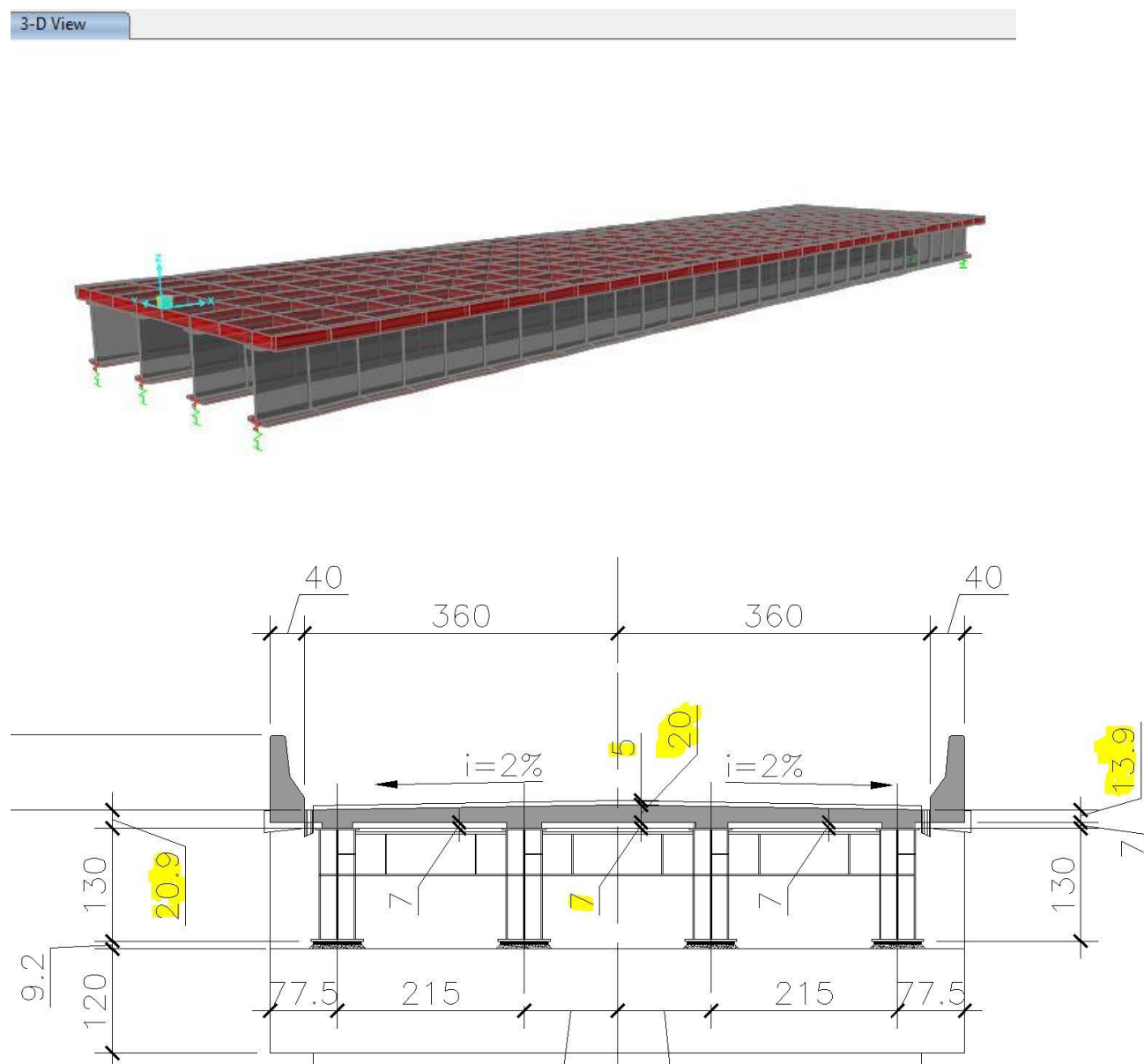
OK Cancel

A	5,2
J	0
I33	0,1831
I22	27,7333
I23	0
AS2	5,2
AS3	5,2
S33(+face)	0,5633
S33(-face)	0,5633
S22(+face)	6,9333
S22(-face)	6,9333
Z33	0
Z22	0
r33	0,1876
r22	2,3094
Xcg	4
Ycg	0,325
Xpna	4
Ypna	0,325

OK

### 6.1.2 SUPERESTRUTURA - VIGAS

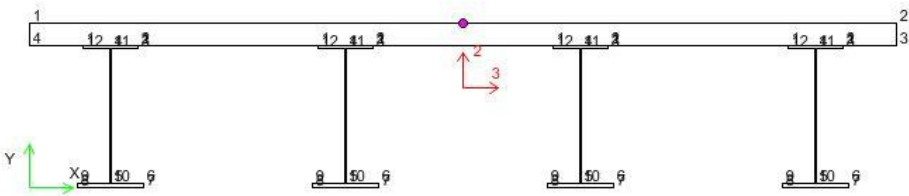
### 6.1.3 SUPERESTRUTURA - ESTRUTURA MISTA



Como a laje varia de 20,9 cm nas extremidades até 27 cm no centro, para a determinação de esforços solicitantes nas vigas mistas a mesma foi modelada no modelo computacional considerando a variação da espessura por meio do deslocamento do nó central do modelo editável.



Bridge Section



1 Points Selected

Bridge Section Name  
BSEC1

Units  
Tonf, m, C

Properties  
Show Section Properties

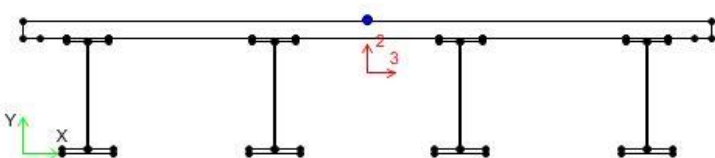
Options  
☐ Show Dots At Points  
☒ Display Point Labels  
☐ Disable Corner Point Snap

Mouse Pointer Coordinates  
 X Coord 4.4387  
 Y Coord -1.6503

Bridge Section Name  
BSEC1

Units  
Tonf, m, C

Bridge Section (Double Click Picture for Larger View)



Mouse Coordinates  
 X Coordinate 6.6783  
 Y Coordinate -0.6938

Options  
☒ Show Dots At Points  
☐ Display Point Labels  
☐ Disable Corner Point Snap  
 Show Section Properties

Section Points

Type	Name	Material	Point	X	Y	Radius
Reference Point				4.	1.509	
Insertion Point				4.	1.515	
Solid Polygon	Slab	fck=35MPa	1	0.	1.509	0.
			2	8.	1.509	0.
			3	8.	1.3	0.
			4	7.8	1.3	0.
			5	7.5	1.3	0.
			6	0.5	1.3	0.
			7	0.2	1.3	0.
			8	0.	1.3	0.
Solid Polygon	Haunch_1	fck=35MPa	1	0.5	1.3	0.
			2	1.	1.3	0.
			3	1.	1.3	0.
			4	0.5	1.3	0.
Solid Polygon	Haunch_2	fck=35MPa	1	2.6667	1.3	0.
			2	3.1667	1.3	0.
			3	3.1667	1.3	0.
			4	2.6667	1.3	0.
Solid Polygon	Haunch_3	fck=35MPa	1	4.8333	1.3	0.
			2	5.3333	1.3	0.

Edit Points in Grid  
 Insert Above Selected Row  
 Insert Below Selected Row  
 Delete Point In Selected Row

Girder Force Output  
 Modify/Show Locations...

Edit Section Load and Design Data  
 Load and Design Data

Base Material  
 fck=35MPa

Edit Section in Section Designer  
 Section Designer

OK Cancel

**Section Name** VP **Display Color** ■

**Section Notes**

---

**Dimensions**

Outside height ( t3 )	<input type="text" value="130."/>
Top flange width ( t2 )	<input type="text" value="50."/>
Top flange thickness ( tf )	<input type="text" value="2.5"/>
Web thickness ( tw )	<input type="text" value="1.25"/>
Bottom flange width ( t2b )	<input type="text" value="60."/>
Bottom flange thickness ( tfb )	<input type="text" value="5."/>

**Section**

**Properties**

**Section Name** VP

---

**Properties**

Cross-section (axial) area	<input type="text" value="578.125"/>	Section modulus about 3 axis	<input type="text" value="20143.627"/>
Moment of Inertia about 3 axis	<input type="text" value="1678318."/>	Section modulus about 2 axis	<input type="text" value="3868.7202"/>
Moment of Inertia about 2 axis	<input type="text" value="116061.6"/>	Plastic modulus about 3 axis	<input type="text" value="25595.662"/>
Product of Inertia about 2-3	<input type="text" value="0."/>	Plastic modulus about 2 axis	<input type="text" value="6110.3516"/>
Shear area in 2 direction	<input type="text" value="162.5"/>	Radius of Gyration about 3 axis	<input type="text" value="53.8798"/>
Shear area in 3 direction	<input type="text" value="354.1667"/>	Radius of Gyration about 2 axis	<input type="text" value="14.1688"/>
Torsional constant	<input type="text" value="2700.2035"/>	Shear Center Eccentricity (x3)	<input type="text" value="0."/>

## 6.1.4 MESOESTRUTURA - PILARES

**Section Name** VIGA TRAVESSA **Display Color** ■

**Section Notes**

---

**Dimensions**

Depth ( t3 )	<input type="text" value="1,05"/>
Width ( t2 )	<input type="text" value="1,2"/>

**Section**


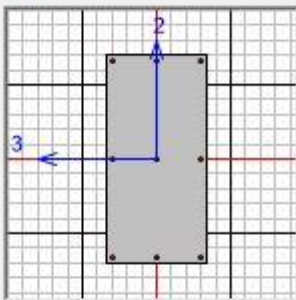
**Properties**

---

**Material**  fck=30MPa

**Property Modifiers**

Section Name		VIGA TRAVESSA	
<b>Properties</b>			
Cross-section (axial) area	1,26	Section modulus about 3 axis	0,2205
Moment of Inertia about 3 axis	0,1158	Section modulus about 2 axis	0,252
Moment of Inertia about 2 axis	0,1512	Plastic modulus about 3 axis	0,3308
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,378
Shear area in 2 direction	1,05	Radius of Gyration about 3 axis	0,3031
Shear area in 3 direction	1,05	Radius of Gyration about 2 axis	0,3464
Torsional constant	0,2203	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Section Name		Display Color
PILAR 1,2X2,5		
Section Notes		Modify/Show Notes...
<b>Dimensions</b>		<b>Section</b>
Depth ( t3 )	2,5	
Width ( t2 )	1,2	
<b>Material</b>	<b>Property Modifiers</b>	<b>Properties</b>
+ fcK=30MPa	Set Modifiers...	Section Properties...
		Time Dependent Properties...

Section Name		PILAR 1,2X2,5	
<b>Properties</b>			
Cross-section (axial) area	3,	Section modulus about 3 axis	1,25
Moment of Inertia about 3 axis	1,5625	Section modulus about 2 axis	0,6
Moment of Inertia about 2 axis	0,36	Plastic modulus about 3 axis	1,875
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	0,9
Shear area in 2 direction	2,5	Radius of Gyration about 3 axis	0,7217
Shear area in 3 direction	2,5	Radius of Gyration about 2 axis	0,3464
Torsional constant	1,0065	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Section Name

P3=P4

Display Color

Section Notes

Modify/Show Notes...

Dimensions

Depth ( t3 )

8,

Width ( t2 )

1,4

Section

Material

+

fcK=30MPa

Property Modifiers

Set Modifiers...

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Section Name

P3=P4

Properties

Cross-section (axial) area	11,2	Section modulus about 3 axis	14,9333
Moment of Inertia about 3 axis	59,7333	Section modulus about 2 axis	2,6133
Moment of Inertia about 2 axis	1,8293	Plastic modulus about 3 axis	22,4
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	3,92
Shear area in 2 direction	9,3333	Radius of Gyration about 3 axis	2,3094
Shear area in 3 direction	9,3333	Radius of Gyration about 2 axis	0,4041
Torsional constant	6,5107	Shear Center Eccentricity (x3)	0,



Section Name

ENCONTRO

Display Color

Section Notes

Modify/Show Notes...

Dimensions

Depth ( t3 )

8,

Width ( t2 )

1,2

Section

Material

+

fcK=30MPa

Property Modifiers

Set Modifiers...

Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

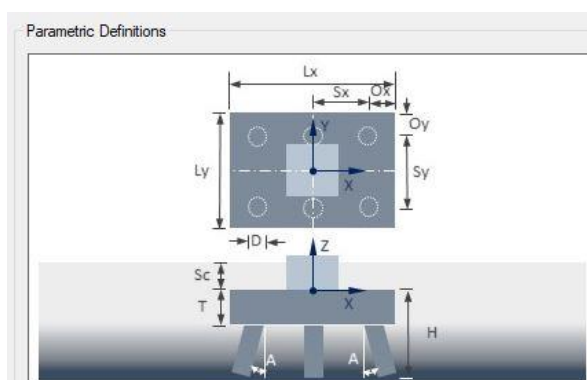
Section Name

ENCONTRO

Properties

Cross-section (axial) area	9,6	Section modulus about 3 axis	12,8
Moment of Inertia about 3 axis	51,2	Section modulus about 2 axis	1,92
Moment of Inertia about 2 axis	1,152	Plastic modulus about 3 axis	19,2
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	2,88
Shear area in 2 direction	8,	Radius of Gyration about 3 axis	2,3094
Shear area in 3 direction	8,	Radius of Gyration about 2 axis	0,3464
Torsional constant	4,1726	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

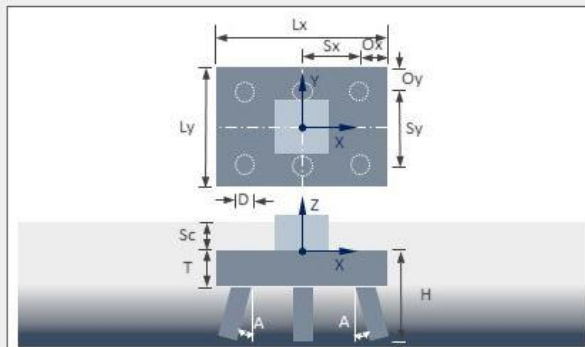
## 6.1.4 MESOESTRUTURA - BLOCOS



### Parameters

<b>General</b>	
Name	BE1-BE2
<b>Pile Cap</b>	
Footing Material	fcK=30MPa
Total Length, Lx (m)	82
Total Width, Ly (m)	12
Thickness, T (m)	14
Overhang, Ox (m)	5
Overhang, Oy (m)	5
Max Mesh Size (m)	5
<b>Pile Group</b>	
Pile Material	fcK=30MPa
Number of Piles - Nx	4
Number of Piles - Ny	2
Pile Diameter, D (m)	0,41

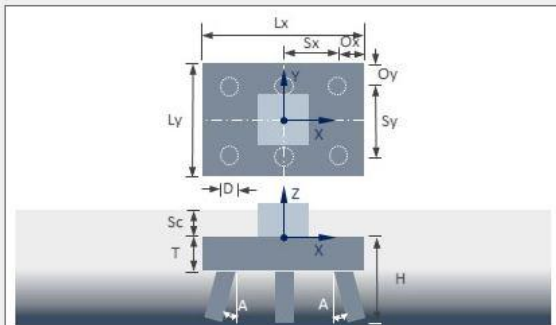
### Parametric Definitions



### Parameters

<b>General</b>	
Name	B1
<b>Pile Cap</b>	
Footing Material	fcK=35MPa
Total Length, Lx (m)	46
Total Width, Ly (m)	12
Thickness, T (m)	17
Overhang, Ox (m)	5
Overhang, Oy (m)	5
Max Mesh Size (m)	5
<b>Pile Group</b>	
Pile Material	fcK=35MPa
Number of Piles - Nx	4
Number of Piles - Ny	2
Pile Diameter, D (m)	0,41

### Parametric Definitions



### Parameters

<b>General</b>	
Name	B3-B3
<b>Pile Cap</b>	
Footing Material	fcK=35MPa
Total Length, Lx (m)	70
Total Width, Ly (m)	32
Thickness, T (m)	14
Overhang, Ox (m)	5
Overhang, Oy (m)	5
Max Mesh Size (m)	5
<b>Pile Group</b>	
Pile Material	fcK=35MPa
Number of Piles - Nx	5
Number of Piles - Ny	2
Pile Diameter, D (m)	0,41


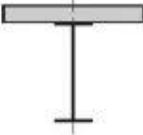
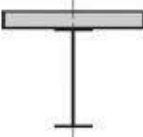


## 7.0 CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DA SUPERESTRUTURA EM VIGA MISTA

As estruturas metálicas e mistas serão calculadas e dimensionadas seguindo as seguintes etapas de análise e carregamento.

Etapas de análise estrutural das vigas:

- 1ª Etapa: Transporte e montagem da viga de aço isolada. O lançamento das vigas será feito por meio de içamento por guindaste. Cada viga será transportada isoladamente e posicionada no local.
- 2ª Etapa: Concretagem do tabuleiro de concreto para a viga de aço isolada em situação não escorada.
- 3ª Etapa: Viga mista recebendo a concretagem do guarda-rodas e execução da pavimentação asfáltica.
- 4ª Etapa: Viga mista em situação final de trabalho permitindo o fluxo de veículos.

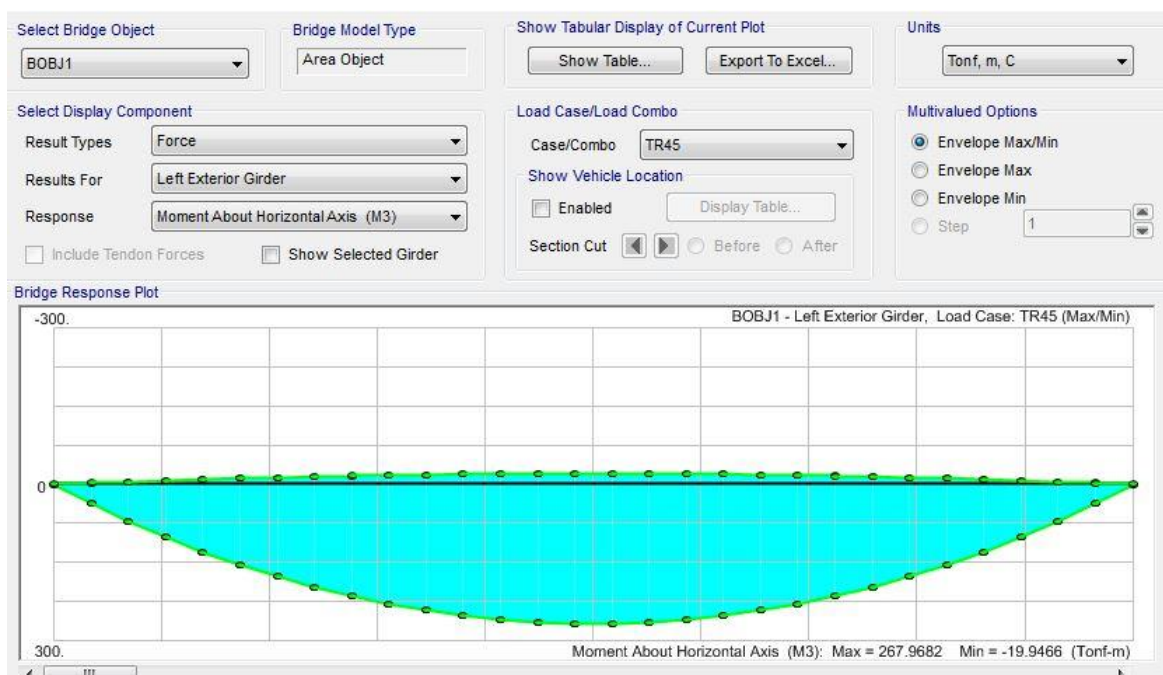
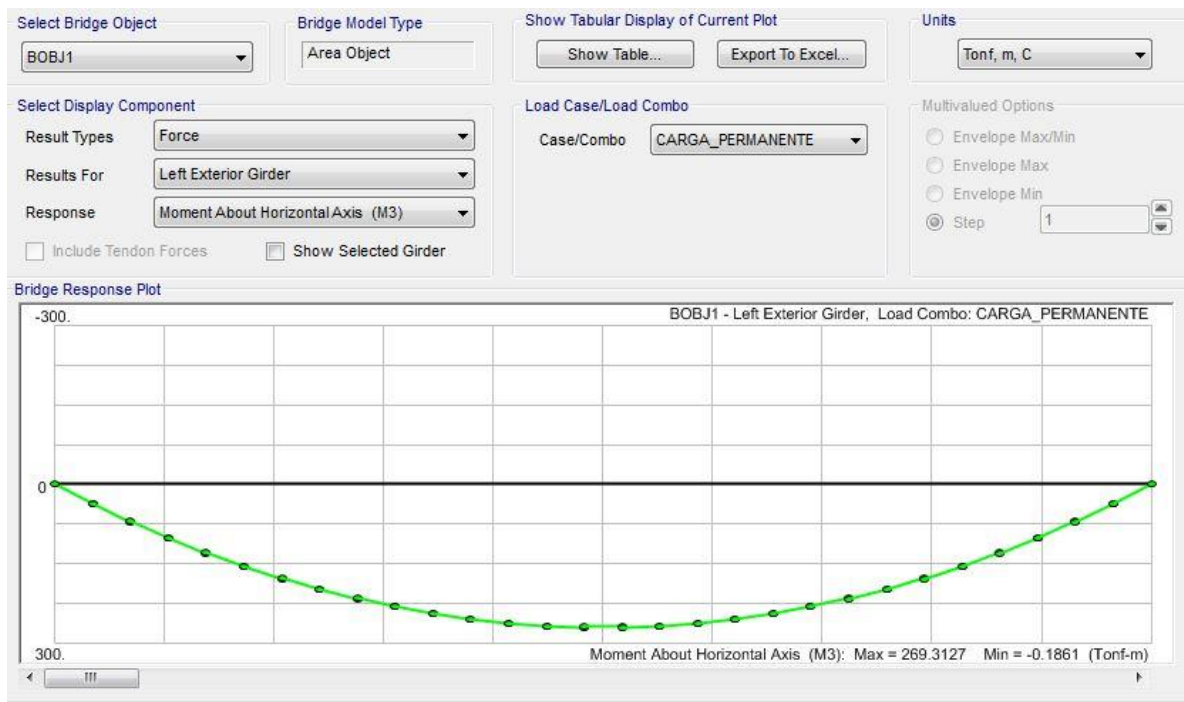
Cross Section Resistance	Actions
 <p>steel</p>	<p><i>Loads during erection</i> examples: self weight of the steel beam, of the concrete slab (if no temporary supports) construction loads.</p>
 <p>composite</p> $n_{el} = \frac{E_a}{E_{cm}} = n_0$	<p><i>Short term</i> examples: traffic, temperature.</p>
 <p>composite</p> $n_{el} = 3 \frac{E_a}{E_{cm}} = n_\varphi$	<p><i>Long term</i> examples: surfacing, mechanical components, long term actions after steel-concrete connection, temporary support reactions.</p>

### 7.1 ESFORÇOS NA ESTRUTURA METÁLICA (VIGAS MISTAS)

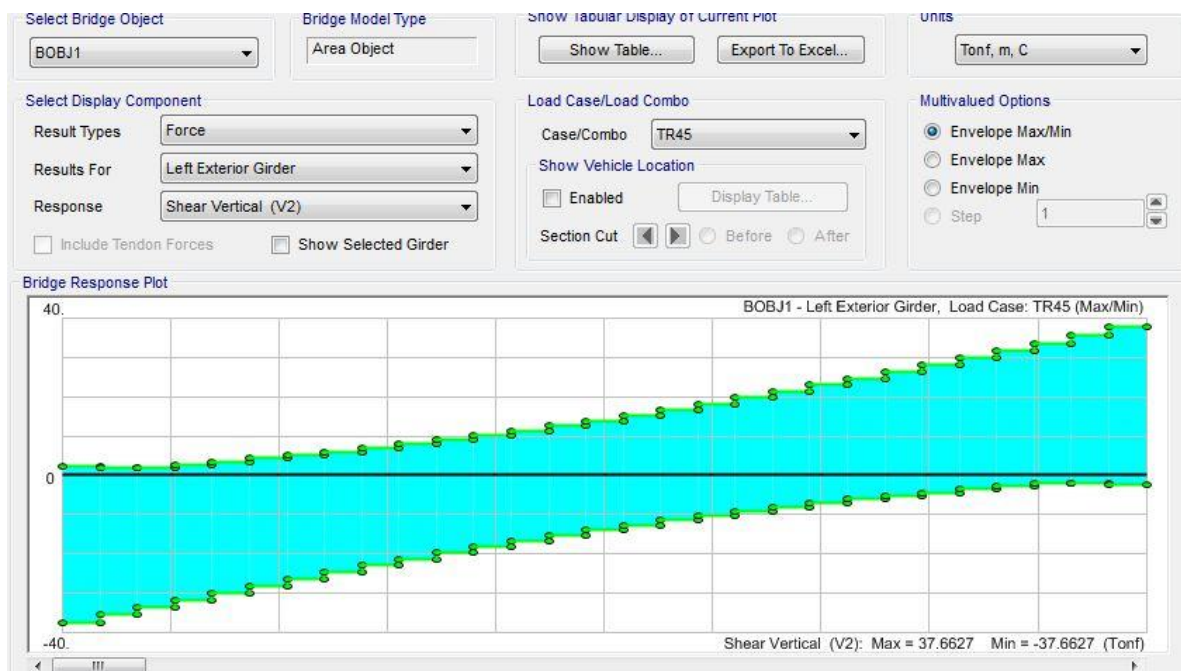
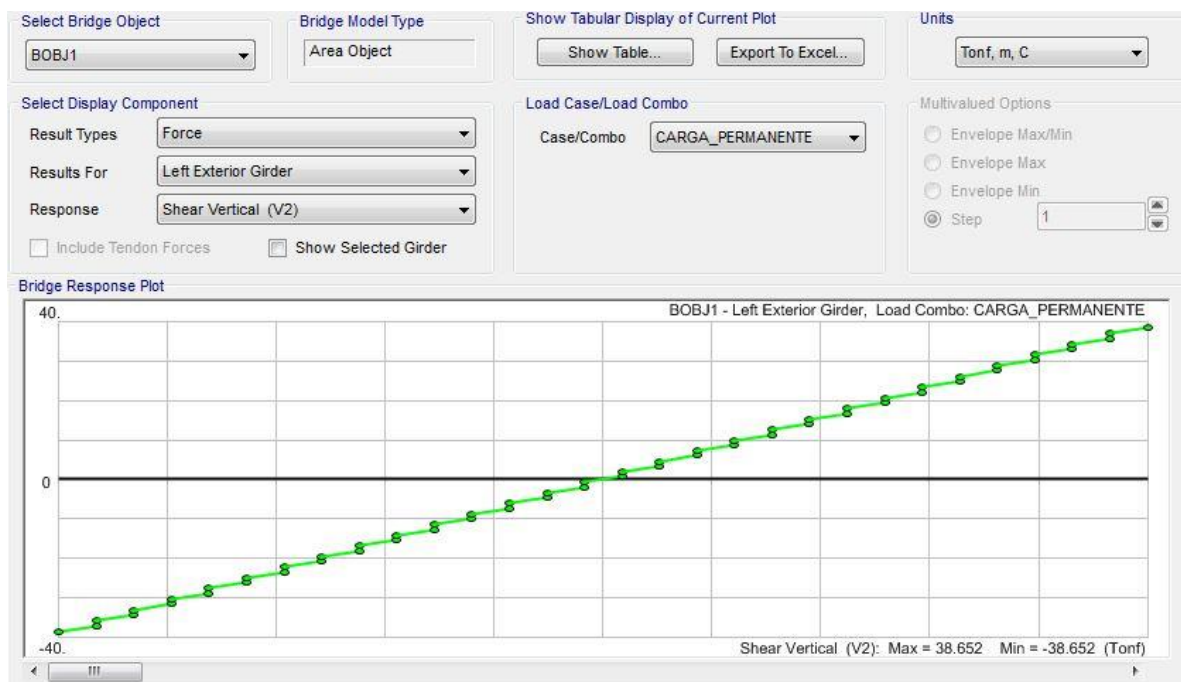
Os gráficos a seguir apresentam os esforços solicitantes nominais para as vigas isostáticas na situação final de trabalho (seção mista).

O caso CARGA PERMANENTE refere-se à todo carregamento permanente atuando simultaneamente (Peso próprio + asfalto + guarda rodas).

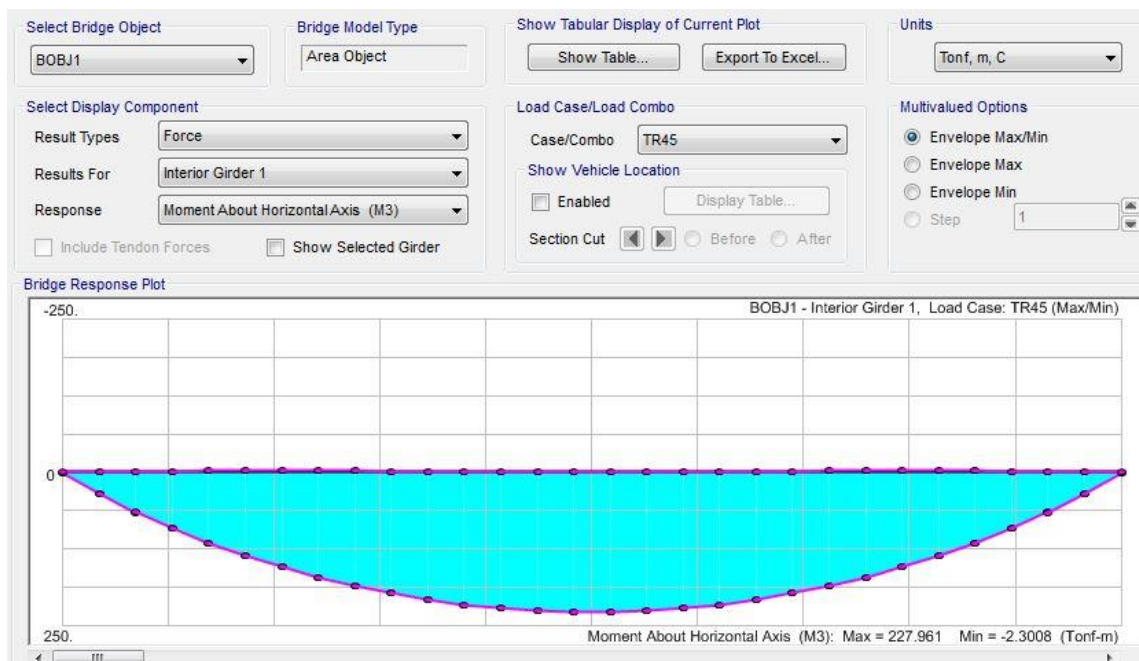
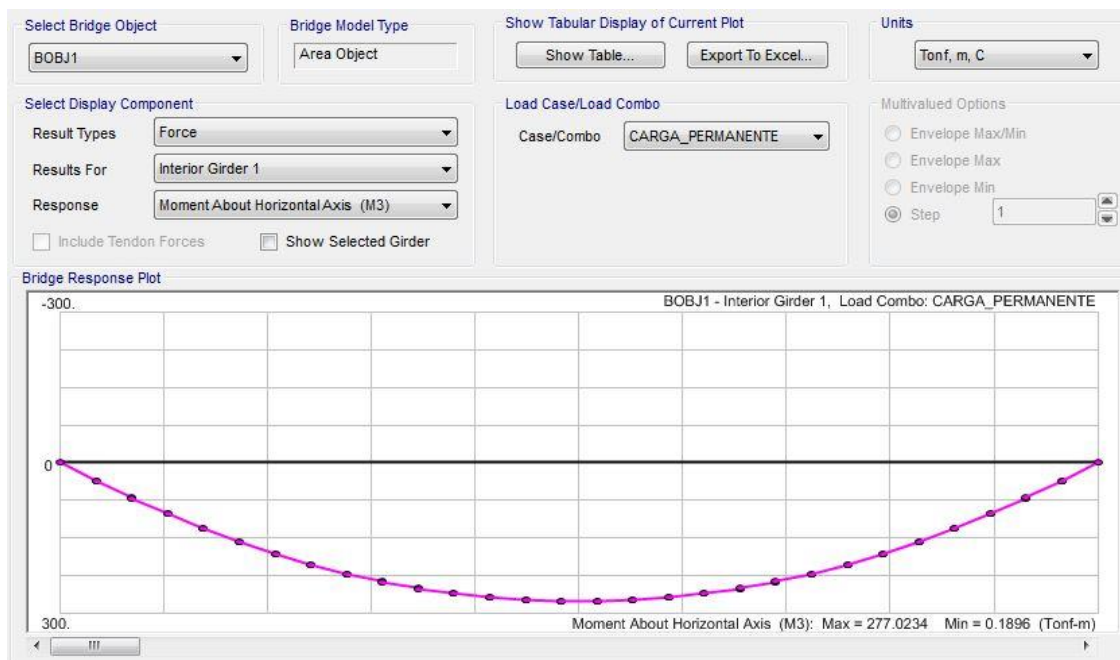
O caso MOVEI refere-se à envoltória de carga móvel com impacto vertical no valor de 1,27.  
**ESFORÇOS DE FLEXÃO – VIGAS DE EXTREMIDADE**



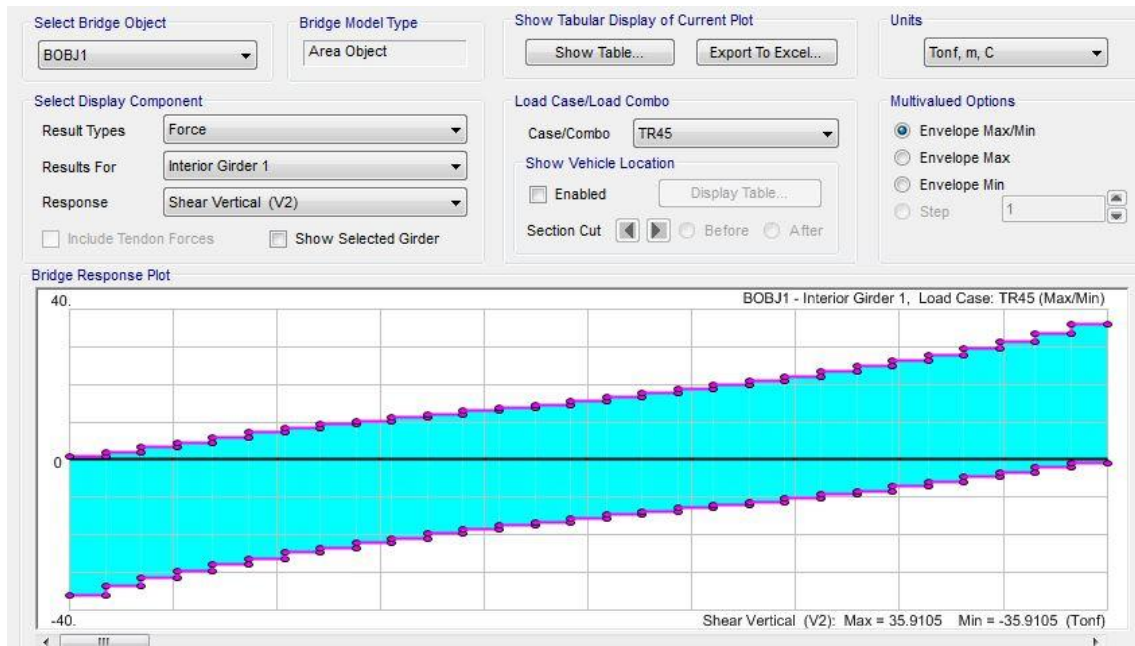
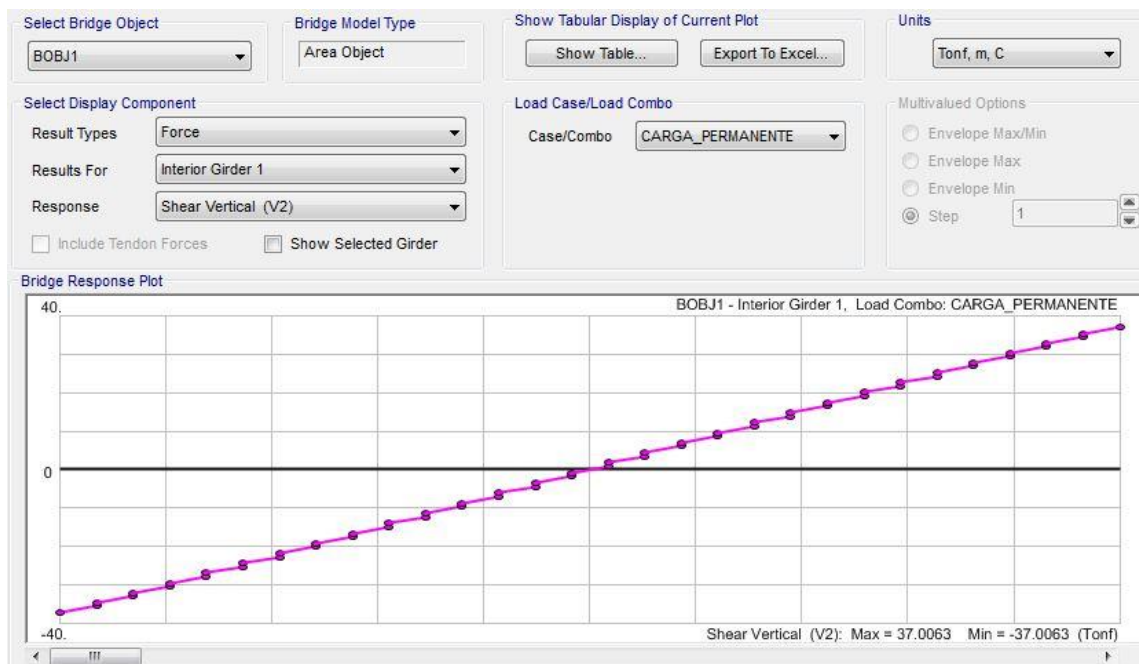
## ESFORÇOS DE CISALHAMENTO – VIGAS DE EXTREMIDADE



## ESFORÇOS DE FLEXÃO – VIGAS CENTRAIS



## ESFORÇOS DE CISALHAMENTO – VIGAS CENTRAIS





## 7.2 DIMENSIONAMENTO DA VIGA MISTA

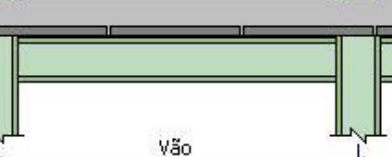
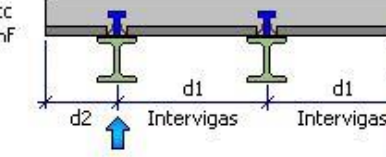
O dimensionamento sera elaborado para a viga de extremidade por ser a viga mais solicitada e possuir menor resistencia estrutural como vioga mista. Para o valor do cisalhamento foi considerado o coeficiente adicional de impacto de extremidade de 1,25.

### 7.2.1 DIMENSIONAMENTO CONFORME NBR 8800:2008

Esforços de cálculo:

$$Md = 1,35 \times 269,3 + 1,5 \times 267,9 = 765,40 \text{ t/m}$$

$$V_d = 1,35 \times 38,65 + 1,5 \times 1,25 \times 37,66 = 122,79 \text{ t}$$

**Dados gerais**

→ Vão  m

→ d1  m

→ d2  m

bef  m

**Dados da Laje**

hF  mm

bF  mm

tc  mm

fck  MPa

**Dados do conector**

STB 150x19

**T** Selecionar

**Interação**

☒ Completa ☐ Parcial

**Dados da Viga**

☐ Escorada ☒ Não escorada

☐ Intermediária ☒ Extremidade

fy  MPa

USI-SAC-300

Selecionar

**Solicitações**

VSd  tf

MSd  tf.m

d  mm

bfc  mm

tfc  mm

tw  mm

bft  mm

tft  mm

PS 1300x500x25x12.5x600x5

**I** Selecionar

**Armadura Longitudinal**

**viga semi-esbelta**

n

φ  mm

fys  MPa



<b>Cliente</b>	MRS
<b>Obra</b>	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT
<b>Trabalho</b>	VIGA DE EXTREMIDADE
<b>Responsável</b>	PME

## DIMENSIONAMENTO

### 1.Dados gerais da viga mista

Características da viga	
<b>Vão</b>	28.5 m
<b>Intervigas (d1)</b>	2.15 m
<b>Sistema de construção</b>	Não Escorada
<b>Posicionamento da viga</b>	Viga extremidade
<b>Tipo de interação</b>	Completa

Características da laje de concreto( $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$ )	
<b>Largura da Laje de concreto adotada(<math>b_{ef}</math>)</b>	1.83 m
<b>Espessura da Laje (<math>t_c</math>)</b>	139 mm
<b>Tipo de laje</b>	Pré Moldada

Armadura longitudinal para viga semi-esbelta	
<b>Número barras (n)</b>	6
<b>Diâmetro</b>	12.5 mm
<b><math>f_{ys}</math></b>	50000 tf/m <sup>2</sup>

Características do perfil	
<b>Perfil</b>	PS 1300x500x25x12.5x600x50
<b>Limite de escoamento do perfil(<math>f_y</math>)</b>	300 MPa
<b>Altura do perfil(d)</b>	1300 mm
<b>Momento de inércia do perfil (<math>I_a</math>)</b>	1678318 cm <sup>4</sup>

Característica dos conectores	
<b>Tipo</b>	STB 150x19

Solicitações de cálculo	
<b>Momento fletor máximo de cálculo(<math>M_{Sd}</math>)</b>	765.4 tf.m
<b>Momento fletor máximo de cálculo antes da cura(<math>M_{Sdo}</math>)</b>	153.08 tf.m
<b>Esforço cortante máximo de cálculo(<math>V_{Sd}</math>)</b>	122.79 tf

## 2.Verificação da esbeltez

$$\frac{h}{t_w} = 98 \quad \text{Esbeltez da viga.}$$

$$3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} < \frac{h}{t_w} \leq 5,70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad \text{A viga é semi-esbelta.}$$

## 3.Verificação da flambagem na mesa

MSdo = 153.08 tf.m    Momento fletor na viga antes da cura do concreto.  
 W = 20143.63 cm<sup>3</sup>    Módulo elástico da seção de aço.  
 Wc = 20143.63 cm<sup>3</sup>    Módulo elástico da região comprimida da seção de aço.  
 fr = 9000 tf/m<sup>2</sup>    Tensão residual de compressão nas mesas.

$$\lambda = \frac{b}{t_f} = 5.88 \quad \text{Parâmetro de esbeltez.}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.81 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.}$$

$$\lambda_r = 0,83 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y - f_r}} = 18.64 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.}$$

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{\frac{h}{t_w}}} = 0.4$$

$$\lambda_r = 0,83 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y - f_r}} = 18.64$$

$$M_r = (f_y - f_r) \cdot W_c = 423.02 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_{pl} = 1,15 \cdot M_r = 486.47 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção.}$$

$$M_{cr} = \frac{0,90 \cdot k_c \cdot E \cdot W_c}{\lambda^2} = 4244.65 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica.}$$

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$M_{Rk} = M_{pl} = 486.47 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor característico.}$$

$$M_{Rd0} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 442.24 \text{ tf.m} \quad \text{Momento resistente de cálculo antes da cura do concreto.}$$

#### 4. Verificação da flambagem na alma

$M_{Sdo} = 153.08 \text{ tf.m}$  Momento fletor na viga antes da cura do concreto.

$W = 20143.63 \text{ cm}^3$  Módulo elástico da seção de aço.

$h_p = 1.62 \text{ m}$  Altura comprimida da alma da viga.

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = 98 \quad \text{Parâmetro de esbeltez.}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \frac{h}{h_p} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 73.58 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.}$$

$$M_r = W_{ef} \cdot f_y = 604.31 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_{pl} = 1,15 \cdot M_r = 694.96 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção.}$$

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$$

$$M_{Rk} = M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \cdot \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \leq M_{pl} = 679.91 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor característico.}$$

$$M_{Rd0} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 618.1 \text{ tf.m} \quad \text{Momento resistente de cálculo antes da cura do concreto.}$$

O momento resistente de cálculo para verificação da viga antes da cura do concreto é:

$M_{Rd} = 442.24 \text{ tf.m}$  Momento fletor na viga antes da cura do concreto.

$$M_{Rd} \geq M_{Sdo} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{M_{Sdo}}{M_{Rd0}} = 0.35 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

#### 5. Verificação da tração e compressão dos componentes da viga mista.

$(W_{tr})_i = 0.04 \text{ m}^3$  Módulo de resistência elástico inferior da seção mista.

$(W_{tr})_s = 0.03 \text{ m}^3$  Módulo de resistência elástico superior da seção mista.

$W_a = 0.03 \text{ m}^3$  Módulo de resistência elástico inferior da seção da viga de aço.

$nE = 21.31$  Relação aço-concreto.

##### 5.1. Verificação da tração.

$$f_{dt} = \frac{M_{Sd}}{(W_{tr})_i} = 18526.57 \text{ tf/m}^2 \quad \text{Tensão de tração de cálculo na face inferior da viga de aço.}$$

$$\frac{R_{Rknt}}{\gamma} = \frac{f_y}{1,10} = 27272.73 \text{ tf/m}^2 \quad \text{Resistência à tração da viga de aço.}$$

$$\frac{R_{Rknt}}{\gamma} \geq f_{dt} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{\text{Solicitação}}{\text{Resistência}} = \frac{f_{dt}}{R_{Rknt}/\gamma} = 0.68 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

## 5.2.Verificação da compressão.

$$f_{dc} = \frac{M_{sd}}{nE \cdot (W_{tr})_s} = 1202.32 \text{ tf/m}^2 \quad \text{Tensão de compressão de cálculo na face superior da laje de concreto.}$$

$$\frac{R_{Rknc}}{\gamma} = \frac{f_{ck}}{1,40} = 2500 \text{ tf/m}^2 \quad \text{Resistência à compressão da laje de concreto.}$$

$$\frac{R_{Rknc}}{\gamma} \geq f_{dc} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{\text{Solicitação}}{\text{Resistência}} = \frac{f_{dc}}{R_{Rknc}/\gamma} = 0.48 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

## 6.Verificação ao esforço cortante

$$\lambda = 98 \quad \text{Parâmetro de esbeltez.}$$

$$\lambda_p = 63.51 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.}$$

$$\lambda_r = 79.1 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.}$$

$$A_w = 0.02 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento.}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 292.5 \text{ tf} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação.}$$

$$V_{Rk} = 1,24 \cdot \left( \frac{\lambda_p}{\lambda} \right)^2 \cdot V_{pl} = 152.32 \text{ tf} \quad \text{Força cortante resistente característica.}$$

$$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 138.47 \text{ tf} \quad \text{Força cortante resistente de cálculo.}$$

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} = 0.89 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

## 7.Determinação do número de conectores

Conector: STB 150x19

$A_{cs} = 2.84 \text{ cm}^2$  Área da seção transversal dos conectores.

$$E_c = 0.85 \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}} = 28160.54 \text{ MPa} \quad \text{Módulo de elasticidade do concreto.}$$

$$R_g = 1$$

$$R_p = 1$$

$$Q_{Rd} = R_p \cdot R_g \cdot \frac{A_{cs} \cdot f_{ucs}}{1,25} = 11.11 \text{ tf}$$

$$T_d = \frac{A_{sl} \cdot f_{ys}}{1,15} = 1576.7 \text{ tf} \quad \text{Força resistente de tração de cálculo nas barras da armadura longitudinal}$$

$$\frac{T_d}{Q_{Rd}} = 142 \quad \text{Número de conectores para metade do vão}$$

## 8. Distribuição dos conectores

Distância interconectores = 150 mm

Número total de conectores ao longo do vão: 284 mais 98 conectores extras

Distribuição: 2 linhas com 191 conectores por linha

Para fadiga utilizar 3 linhas com 191 conectores cada (ver dimensionamento complementar item 7.2.2 desta memória)

### 8.1. Verificação dos espaçamentos máximos e mínimos

$$e_{\max} = 8 \cdot t_c = 1112 \text{ mm}$$

$$150 \text{ mm} \leq 1112 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

$$e_{\min} = 6 \cdot \phi = 114 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = b_f = 19 \text{ mm}$$

$$150 \text{ mm} \geq 19 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

## 9. Determinação da inércia da viga mista: Análise elástica simplificada

$$E_c = 0.85 \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}} = 28160.54 \text{ MPa} \quad \text{Módulo de elasticidade do concreto.}$$

$\kappa = 3$  Coeficiente que leva em conta a fluência do concreto no cálculo da relação modular.

$$R_{MO} = \frac{E_a}{E_c} = 7.1 \quad \text{Relação modular para ações de curta duração.}$$

$$R_M = \kappa \cdot R_{MO} = 21.31 \quad \text{Relação modular para ações de longa duração.}$$

Para ações de curta duração

$$I_{tr} = 3776398.25 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento de inércia da seção mista homogeneizada.}$$

Para ações de longa duração

$$I_{tr} = 2616426 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento de inércia da seção mista homogeneizada.}$$

## 10. Verificação da tensão na mesa inferior

Para obter valores de momentos máximos deverá ser feita a análise da viga!

$$LN = 0.63 \text{ m} \quad \text{Posição da linha neutra}$$

$$M_{SdGa} = 0 \text{ tf.m} \quad \text{Momento máximo de cálculo devido a ação permanente antes da cura}$$

$$M_{SdL} = 0 \text{ tf.m} \quad \text{Momento máximo de cálculo devido as ações depois da cura}$$

$$W_a = 35951.81 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico da seção de aço}$$

$$W_{ef} = 41313.63 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico efetivo da seção transformada}$$

$$f_{yd} = 27272.73 \text{ tf/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo da seção de aço}$$

$$\frac{M_{SdGa}}{W_a} + \frac{M_{SdL}}{W_{ef}} = 0 \text{ tf/m}^2$$

$$\frac{M_{SdGa}}{W_a} + \frac{M_{SdL}}{W_{ef}} \leq f_{yd} \quad \text{OK!}$$

## **RESUMO DA VIGA MISTA**

### **Verificação da esbeltez**

A viga não é esbelta.

### **Verificação da flambagem na mesa**

$M_{Rk} = 486.47 \text{ tf.m}$  Momento fletor característico.

### **Verificação da flambagem na alma**

$M_{Rk} = 679.91 \text{ tf.m}$  Momento fletor característico.

$M_{Rd0} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 618.1 \text{ tf.m}$  Momento resistente de cálculo antes da cura do concreto.

$M_{Sd0} = 153.08 \text{ tf.m}$

$$\frac{M_{Sd0}}{M_{Rd0}} = 0.35 < 1.0 \quad \text{OK!}$$

### **Verificação ao esforço cortante**

$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 138.47 \text{ tf}$  Força cortante resistente de cálculo.

$V_{Sd} = 122.79 \text{ tf}$  Esforço cortante atuante na viga.

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} = 0.89 < 1.0 \quad \text{OK!}$$

$q_n = 11.11 \text{ tf}$  Resistência de cada conector

$L_{cs} = 150 \text{ mm}$  Comprimento

Número total de conectores ao longo do vão: 284 mais 98 conectores extras

Distribuição: 2 linhas com 191 conectores por linha

### **Determinação da inércia da viga mista: análise elástica simplificada**

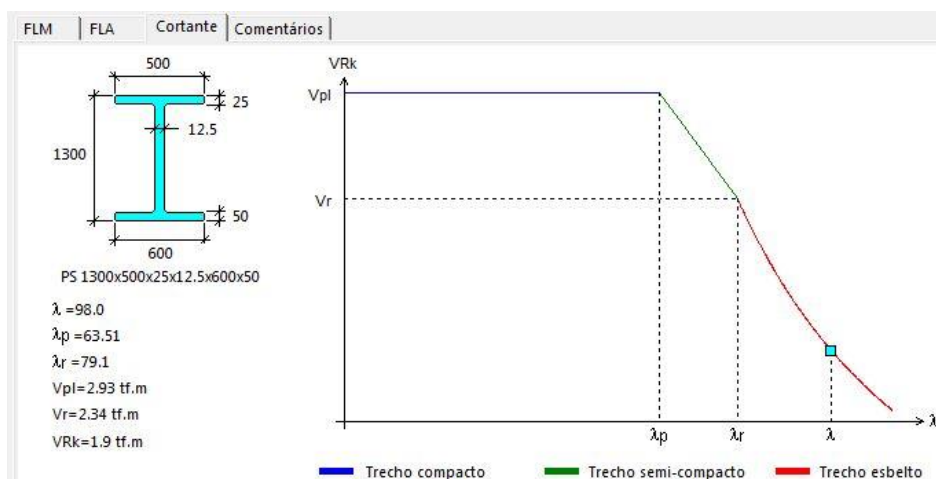
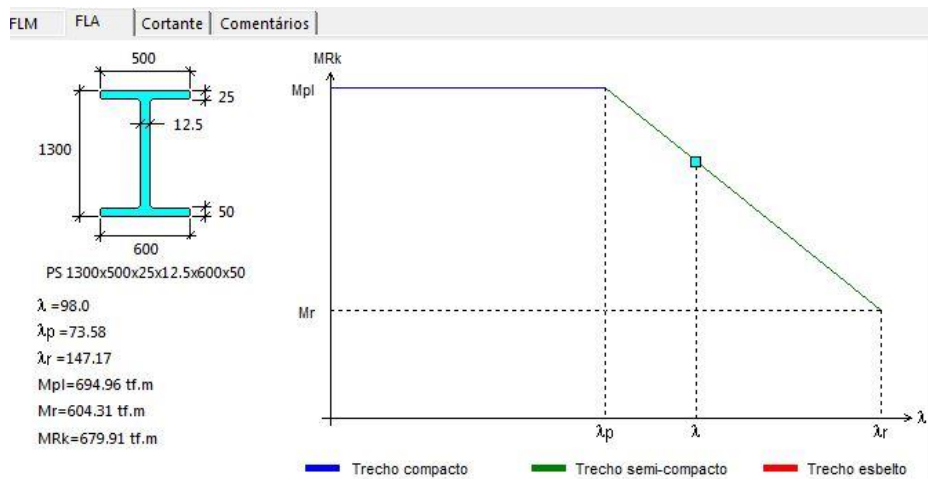
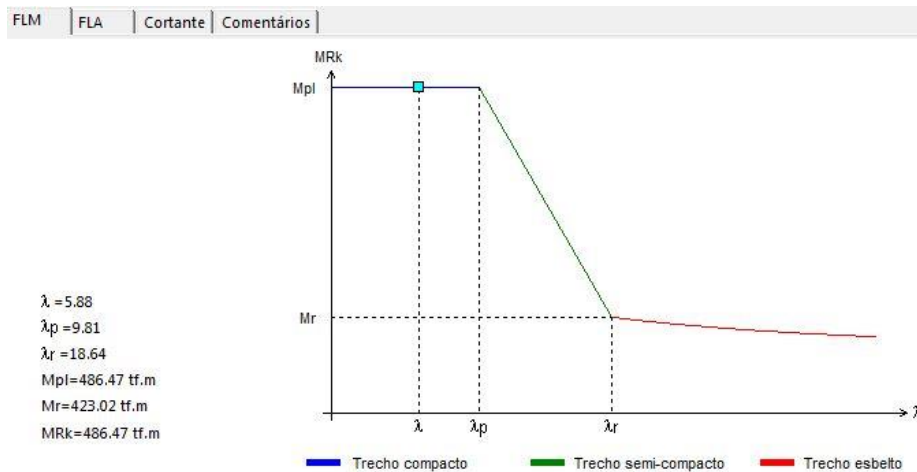
Para ações de curta duração

$I_{tr} = 3776398.25 \text{ cm}^4$  Momento de inércia da seção mista homogeneizada.

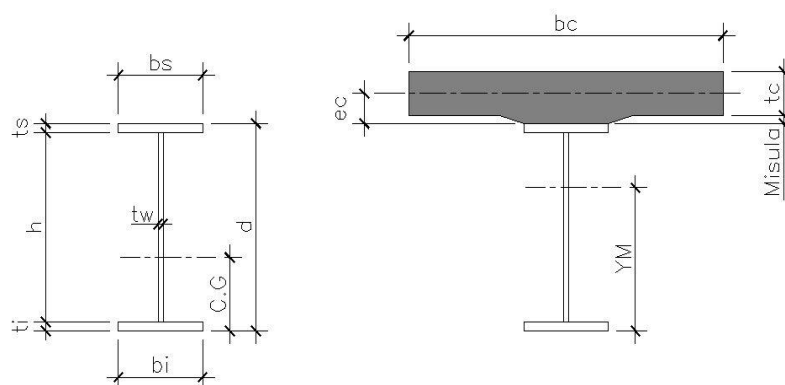
Para ações de longa duração

$I_{tr} = 2616426 \text{ cm}^4$  Momento de inércia da seção mista homogeneizada.





## 7.2.2 VERIFICAÇÕES COMPLEMENTARES DA VIGA MISTA



PRESCRIÇÕES AASHOT LFRD - 2014		
RELAÇÕES GEOMÉTRICAS PARA A VIGA DE AÇO		
$h/tw \leq 150$	98	OK
$bi/2ti \leq 12$	6	OK
$bs \geq h/6$	20.42	OK
$ts \geq 1,1tw$	1.375	OK
$ti \geq 1,1tw$	1.375	OK
$0,1 \leq l_{yc}/l_{yt} \leq 10$	0.29	OK

DIMENSIONAMENTO DOS CONECTORES TIPO STUD BOLT						
$\varnothing_{stud}$ (cm)	Asc (cm <sup>2</sup> )	hs (cm)	fck (KN/cm <sup>2</sup> )	Ec (KN/cm <sup>2</sup> )	Su (KN)	FuxAsc
1.9	2.84	15	3.5	2816.05	140.74	117.66
Su Adotada	AsFy	0.85xFckxLeff	P (KN)	Nc	$\alpha$	Q (cm <sup>3</sup> )
117.66	20234.38	7546.83	7546.83	75.46	3.70	21474.58
IM (cm <sup>4</sup> )	Zr	Vmax	Vmin	$\Psi$	Vr (KN)	Sr
3772848.79	13.357	376.6	58	1.25	398.25	2.27
Linhas	Esp. (cm)	Adotado 3 linhas a cada 15cm				
3	17.68					

$\varnothing_{stud}$ (cm)	Diâmetro do pino do Stud Bolt
Asc (cm <sup>2</sup> )	Área do Stud Bolt
hs (cm)	Altura do Stud Bolt
fck (KN/cm <sup>2</sup> )	Resistência característica do concreto aos 28 dias
Ec (KN/cm <sup>2</sup> )	módulo de elasticidade secante do concreto
Su (KN)	Resistência última do conector
Fu (KN/cm <sup>2</sup> )	Resistência última do aço do conector = 41,5 KN/cm <sup>2</sup>
P (KN)	Força de cisalhamento na interface da Laje com a viga
Nc	Número mínimo de conectores para meio vão
$\alpha$	$\alpha = 34,5 - 4,28 \cdot \log N$ ; $N = (365) \cdot (75) \cdot n \cdot (ADTT)_{SL}$ Para $(ADTT)_{SL} \geq 930$ Trucks/day - $\alpha = 5.5$ (6.10.10.2)
Q (cm <sup>3</sup> )	Momento estático da laje de concreto
IM (cm <sup>4</sup> )	Inercia da viga mista (n=1)
Zr	Faixa de variação admissível para o cisalhamento horizontal = $\alpha \cdot d^2$
Vmax	V <sub>máx</sub> de carga móvel para condição FATIGUE II ( $\delta=0,75$ )
Vmin	V <sub>min</sub> de carga móvel para condição FATIGUE II ( $\delta=0,75$ )
$\Psi$	Coeficiente de impacto de extremidade
Vr (KN)	Variação do esforço cortante que provoca fadiga
Sr	faixa de cisalhamento horizontal
Linhas	Numero de linhas de conectores
Esp. (cm)	espaçamento longitudinal entre os conectores

Table 6.6.1.2.3-2—75-yr  $(ADTT)_{SL}$  Equivalent to Infinite Life

Detail Category	75-yr $(ADTT)_{SL}$ Equivalent to Infinite Life (trucks per day)
A	530
B	860
B'	1035
C	1290
C'	745
D	1875
E	3530
E'	6485

VERIFICAÇÃO DO ENRIJECEDOR LONGITUDIAL (HORIZONTAL)					
D	Dc	K	E	tw	Rh
122.5	22	279.04	20000.00	1.25	1
$F_{crw}$ (KN/cm <sup>2</sup> )	Vu (KN)	Aw	Tv (KN/cm <sup>2</sup> )	Fyw/0.7	STATUS
522.99	1227.90	153.13	8.02	24.5	OK

The nominal bend-buckling resistance shall be taken as:

$$F_{crw} = \frac{0.9Ek}{\left(\frac{D}{t_w}\right)^2} \quad (6.10.1.9.1-1)$$

but not to exceed the smaller of  $R_h F_{yc}$  and  $F_{yw}/0.7$

in which:

$k$  = bend-buckling coefficient

$$= \frac{9}{(D_e/D)^2} \quad (6.10.1.9.1-2)$$

where:

$D_e$  = depth of the web in compression in the elastic range (in.). For composite sections,  $D_e$  shall be determined as specified in Article D6.3.1.

$R_h$  = hybrid factor specified in Article 6.10.1.10.1

DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO					
VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA SEM ENRIJECEDORES					
Vu (KN)	Vp (KN)	E (KN/cm <sup>2</sup> )	Fy (KN/cm <sup>2</sup> )	h/tw	K
1227.90	3108.44	20000.00	35.00	98.00	5.00
$1.2(EK/fy)^{1/2}$	$1.4(EK/fy)^{1/2}$	C	CxVp(KN)	Vu/CVp	
59.87	74.83	0.47	1460.97	0.84	
Não é necessário o uso de enrijecedores!					

$$Vu \leq CxVp - Vp = 0,58x F_y x h x t_w$$

K=5 para painéis sem enrijecedores

Vu - Esforço cortante fatorado

CVn - Esforço cortante resistente

The ratio, C, shall be determined as specified below:

- If  $\frac{D}{t_w} \leq 1.12 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}}$ , then:

$$C = 1.0 \quad (6.10.9.3.2-4)$$

- If  $1.12 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}} < \frac{D}{t_w} \leq 1.40 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}}$ , then:

$$C = \frac{1.12}{\frac{D}{t_w}} \sqrt{\frac{Ek}{F_y}} \quad (6.10.9.3.2-5)$$

- If  $\frac{D}{t_w} > 1.40 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}}$ , then:

$$C = \frac{1.57}{\left(\frac{D}{t_w}\right)^2} \left(\frac{Ek}{F_y}\right) \quad (6.10.9.3.2-6)$$

in which:

k = shear-buckling coefficient

$$= 5 + \frac{5}{\left(\frac{d_w}{D}\right)^2} \quad (6.10.9.3.2-7)$$

Otherwise, the nominal shear resistance shall be taken as follows:

$$V_n = V_p \left[ C + \frac{0.87(1-C)}{\left( \sqrt{1 + \left(\frac{d_w}{D}\right)^2} + \frac{d_w}{D} \right)} \right] \quad (6.10.9.3.2-8)$$

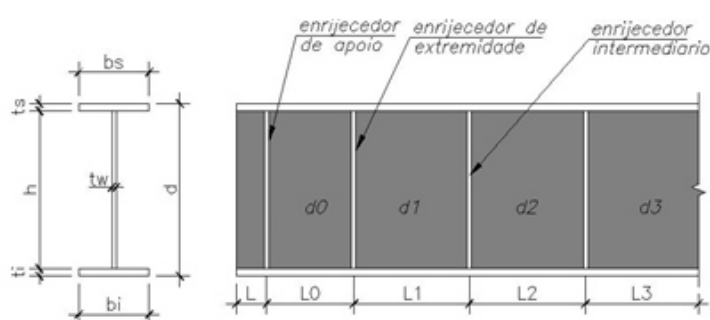
DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO					
PAINEL DE EXTREMIDADE - VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA					
Vu (KN)	Vp (KN)	E (KN/cm <sup>2</sup> )	Fy (KN/cm <sup>2</sup> )	h/tw	K
1227.90	3108.44	20000.00	35.00	98.00	17.49
$1.2(EK/fy)^{1/2}$	$1.4(EK/fy)^{1/2}$	C	CxVp(KN)	Vu/CVp	d0 (cm)
119.97	139.97	1	3108.44	0.40	77.5

$$Vu \leq CxVp - Vp = 0,58 \times Fy \times h \times tw$$

K=5 para painéis sem enrijecedores

Vu - Esforço cortante fatorado

CVn - Esforço cortante resistente



DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO					
PAINE INTERMEDIÁRIO - VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA					
Vu (KN)	VP (KN)	E (KN/cm <sup>2</sup> )	Fy (KN/cm <sup>2</sup> )	h/tw	K
1030.00	3108.44	20000.00	35.00	98.00	6.01
$1.2(EK/fy)^{1/2}$	$1.4(EK/fy)^{1/2}$	C	Vn (KN)	Vu/Vn	d1 (cm)
70.30	82.02	0.51	2048.20	0.50	273
2Dtw	bfc x tfc	bft x tft	$2Dtw/(bfcxtfc + tfcxtft)$		STATUS
306.25	125	300	0.72		OK

For interior panels of both nonhybrid and hybrid members with the section along the entire panel proportioned such that:

$$\frac{2Dtw}{(b_{fc}t_{fc} + b_{ft}t_{ft})} \leq 2.5 \quad \text{Eq. (6.10.9.3.2-1)}$$

The nominal shear resistance is to be taken as the sum of the shear buckling resistance and the postbuckling resistance due to tension-field action, or:

$$V_n = V_p \left[ C + \frac{0.87(1-C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_o}{D}\right)^2}} \right] \quad \text{Eq. (6.10.9.3.2-2)}$$



DIMENSIONAMENTO DO ENRIJECEDOR TRANSVERSAL DE VÃO		
RELAÇÕES GEOMÉTRICAS PARA O ENRIJECEDOR		
$Bt \geq Bf/4$	13	OK
$Bt \geq 2 + h/30$	6	OK
$16 tp \geq Bt$	26	OK

Bt	Bf	tp
20.00	50	1.60

where:  $\phi_v$  = resistance factor for shear = 1.0 (Article 6.5.4.2)

$I_t$  = moment of inertia of the transverse stiffener taken about the edge in contact with the web for single stiffeners

$b$  = the smaller of  $d_o$  and  $D$

$d_o$  = the smaller of the adjacent web panel widths

$J$  = stiffener bending rigidity parameter

$\rho_t$  = the larger of  $F_{yw}/F_{cr}$  and 1.0

$F_{cr}$  = local buckling stress for the stiffener

$F_{ys}$  = specified minimum yield strength of the stiffener

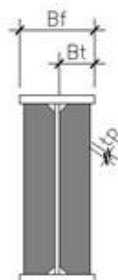
in which:

$$I_{t1} = bt_w^3 J$$

$$I_{t2} = \frac{D^4 \rho_t^{1.5}}{40} \left( \frac{F_{yw}}{E} \right)^{1.5}$$

$$J = \frac{2.5}{(d_o/D)^2} - 2.0 \geq 0.5$$

$$F_{cr} = \frac{0.31E}{\left( \frac{b_1}{t_r} \right)^2} \leq F_{ys}$$



Fys (KN/cm2)	Fyw (KN/cm2)	d <sub>o</sub> (cm)	D (cm)	b (cm)	E (KN/cm2)
35	35	77.50	122.50	77.5	20000.00
J	ρ <sub>t</sub>	tw	It1 (cm4)	It2 (cm4)	Imin
4.25	1	1.25	642.72	412.14	412.14
Bt	tp	Fcr (KN/cm2)	Ienr.	STATUS	
18.35	2	35.00	4119.24	OK	

## DIMENSIONAMENTO DO ENRIJECEDOR DE APOIO

### Projecting Width (Article 6.10.11.2.2)

The width,  $b_t$ , of each projecting stiffener element must satisfy

$$b_t \leq 0.48 t_p \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}} \quad (t_p)_{\min} = \frac{b_t}{0.48 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}}$$

bt	E	Fys	$0,48(E/fy)^{1/2}$	tp(min)
22	20000	35	11.47	1.92

### Bearing Resistance (Article 6.10.11.2.3)

According to Article 6.10.11.2.3, the factored resistance for the fitted ends of bearing stiffeners is to be taken as:

$$(R_{sb})_t = \phi_b (R_{sb})_n \quad \text{Eq. (6.10.11.2.3-1)}$$

where:  $\phi_b$  = resistance factor for bearing = 1.0 (Article 6.5.4.2)  
 $(R_{sb})_n$  = nominal bearing resistance for the fitted end of bearing stiffeners

$$(R_{sb})_n = 1.4 A_{pn} F_{ys} \quad \text{Eq. (6.10.11.2.3-2)}$$

$A_{pn}$  = area of the projecting elements of the stiffener outside of the web-to-flange fillet welds but not beyond the edge of the flange

bt	tp	Apn	Fys	Y
22	2	88	35	1.4
Øb	(Rsb)n	(Rsb)r	Ru	Ru/(Rsb)r
1	4312.00	4312.00	1227.90	0.28

### Axial Resistance (Article 6.10.11.2.4)

Determine the axial resistance of the bearing stiffener according to Article 6.10.11.2.4. This article directs the engineer to Article 6.9.2.1 for calculation of the factored axial resistance,  $P_t$ . The yield strength is  $F_{ys}$ , the radius of gyration is computed about the midthickness of the web, and the effective length is 0.75 times the web depth ( $KL = 0.75D$ ).

$$P_t = \phi_c P_n \quad \text{Eq. (6.9.2.1-1)}$$

where:  $P_n$  = nominal compressive resistance determined using the provisions of Article 6.9.4  
 $\phi_c$  = resistance factor for compression as specified in Article 6.5.4.2

As indicated in Article 6.9.4.1.1,  $P_n$  is the smallest value of the applicable modes of buckling, and in the case of bearing stiffeners, torsional buckling and flexural-torsional buckling are not applicable. Therefore,  $P_n$  is computed for flexural buckling only.

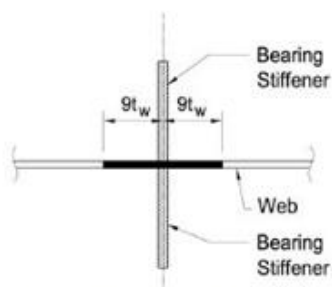
To compute  $P_n$ , first compute  $P_e$  and  $P_o$ .  $P_e$  is the elastic critical buckling resistance determined as specified in Article 6.9.4.1.2 for flexural buckling.  $P_o$  is the equivalent nominal yield resistance equal to  $QF_y A_g$ , where  $Q$  is the slender element reduction factor, taken equal to 1.0 for bearing stiffeners per Article 6.9.4.1.1

$$P_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r_t}\right)^2} A_g \quad \text{Eq. (6.9.4.1.2-1)}$$

Compute the radius of gyration about the midthickness of the web.

$$r_s = \sqrt{\frac{I_s}{A_s}}$$

According to the provisions of Article 6.10.11.2.4b, for stiffeners welded to the web, a portion of the web shall be included as part of the effective column section. For stiffeners consisting of two plates welded to the web, the effective column section shall consist of the two stiffener elements, plus a centrally located strip of web extending  $9t_w$  on each side of the outer projecting elements



Effective Column Section for Bearing Stiffener Design

the nominal axial compression resistance is computed as:

$$P_n = \left[ 0.658^{\left( \frac{F_y}{F_u} \right)} \right] P_u \quad \text{Eq. (6.9.4.1.1-1)}$$

The equivalent nominal yield resistance is computed as follows, with  $A_s$  used for  $A_g$ :

$$P_o = QF_y A_s$$

Apn	18tw	As	K	L	Is
88	22.5	110.5	0.75	122.5	15442.03
rs	Pe	Po	Pe/Pe	Pn	Øc
11.82	2806339.19	3867.5	0.001378	3865.27	0.9
Q	Pr (KN)	Pu (KN)	Pu/Pr		
1	3478.74	1227.90	0.35		

TENSÕES QUE PROVOCAM FADIGA				
CONDIÇÃO	$\Psi \times \Delta M$	WM		
Solda na mesa inferior	267968	WiM	45007.21	
Solda na emenda dos perfis	267968	WiM	45007.21	
Solda nos conectores	267968	WsM	81712.29	

$\Delta M$  = Variação do momento fletor com impacto que ocorre na seção (KNxcm)

WM = Modulo Elastico superior/inferior da viga mista

VERIFICAÇÃO À FADIGA - FATIGUE I - $(\Delta F)_{TH} \geq Y(\Delta F)$					
CONDIÇÃO	Referência	Categoria	T.admissivel	T.atuante	STATUS
Solda na mesa inferior	1.2	B	11.0	8.9	OK
Solda na emenda dos perfis	5.1	B	11.0	8.9	OK
Solda nos conectores	8.1	C	6.9	4.9	OK

$(\Delta F)_{TH}$  = Tensão admissivel para vida util infinita (KN/cm<sup>2</sup>)

Y = Ponderador de cálculo para estado limite de fadiga - Fatigue I (Y = 1.5)

$(\Delta F)$  = Variação de tensão devido aos ciclos de carga movel com impacto

VERIFICAÇÃO À FADIGA - FATIGUE II - $(\Delta F)n = (A/N)^{1/3} \geq Y(\Delta F)$					
CONDIÇÃO	Referência	Categoria	T.admissivel	T.atuante	STATUS
Solda na mesa inferior	1.2	B	9.14	4.5	OK
Solda na emenda dos perfis	5.1	B	9.14	4.5	OK
Solda nos conectores	8.1	C	5.70	2.5	OK

Referência	Categoria	constante A	days/Year	Year	$(ADDT)_{SL}$	N
1.2	B	1.2E+10	365	75	860	23542500
5.1	B	1.2E+10	365	75	860	23542500
8.1	C	4.40E+09	365	75	1290	35313750

N = Numero de variação de ciclos para vida util de projeto de 75 anos

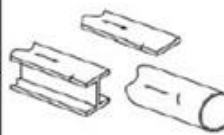

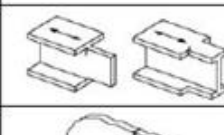
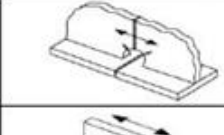
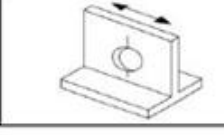
$(\Delta F)n$  = Tensão admissivel vida util de 75 anos (KN/cm<sup>2</sup>)

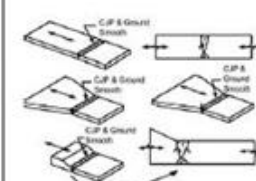
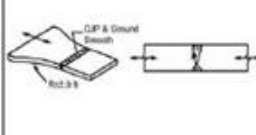
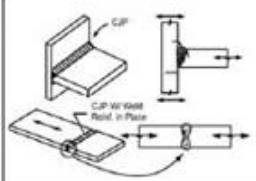
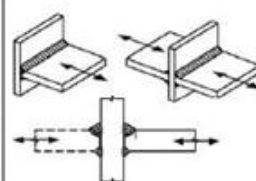
Y = Ponderador de cálculo para estado limite de fadiga - Fatigue II (Y = 0.75)

$(\Delta F)$  = Variação de tensão devido aos ciclos de carga movel com impacto

Detail Category	75-yrs $(ADDT)_{SL}$ Equivalent to Infinite Life (trucks per day)
A	530
B	860
B'	1035
C	1290
C'	745
D	1875
E	3530
E'	6485



Descrição	Categoria	Constante A (MPa <sup>3</sup> )	Limite $\sigma_{T0}$ (MPa)	Localização potencial do início da fissura	Detalhes Construtivos
Seção 1—Material base afastado de qualquer tipo de solda					
1.1 Metal-base, exceto aços resistentes à corrosão atmosférica não pintados, com superfícies laminadas, sujeitas ou não à limpeza superficial. Bordas cortadas a macho com rugosidade superficial não superior a 25 $\mu$ m, mas sem cantos reentrantes.	A	$250 \times 10^3$	165	Afastado de qualquer solda ou ligação estrutural	
1.2 Metal-base de aço resistente à corrosão atmosférica não pintado, com superfícies laminadas, sujeitas ou não à limpeza superficial. Bordas cortadas a macho com rugosidade superficial não superior a 25 $\mu$ m, mas sem cantos reentrantes.	B	$120 \times 10^3$	110	Afastado de qualquer solda ou ligação estrutural	
1.3 Elementos com cantos reentrantes, cortes e outras descontinuidades obedecendo aos requisitos da AASHTO/AWS D1.5, exceto aberturas de acesso para solda.	C	$44 \times 10^3$	69	Em qualquer borda externa	
1.4 Seções laminadas com aberturas de acesso para solda de acordo com os requisitos da AASHTO/AWS D1.5, item 3.2.4.	C	$44 \times 10^3$	69	No metal base no canto reentrante da abertura de acesso para solda	
1.5 Furos abertos em elementos (Brown et al., 2007).	D	$22 \times 10^3$	48	Na seção líquida localizada ao lado do furo	

Seção 5—Ligações soldadas transversais à direção das tensões					
5.1 Metal base e metal da solda em emendas de topo com soldas de penetração total, com a qualidade da solda comprovada através de ensaio não-destrutivo e, na direção das tensões aplicadas, com nivelamento da solda com o metal-base por meio de esmerilhamento. Transições em espessuras e larguras devem ser feitas com uma inclinação não superior a 1:2,5.  $F_y < 690$ MPa  $F_y \geq 690$ MPa	B  B'	$120 \times 10^3$  $61 \times 10^3$	110  83	A partir de descontinuidades internas no metal da solda ou ao longo da face de fusão ou no início da transição	
5.2 Metal-base e metal da solda em emendas com soldas de penetração total, com a qualidade da solda comprovada através de ensaio não-destrutivo, havendo transição de largura feita com raio igual ou superior a 600 mm, com o ponto de tangência na extremidade da solda de penetração. As soldas devem ser niveladas com o metal-base por meio de esmerilhamento na direção das tensões aplicadas.	B	$120 \times 10^3$	110	A partir de descontinuidades internas no metal da solda ou ao longo da face de fusão	
5.3 Metal-base e metal da solda em emendas, juntas em T ou juntas de canto, com soldas de penetração total, havendo transição de espessura com inclinação não superior a 1:2,5 ou sem transição de espessura, quando o excesso de solda não for removido (Nota: a fissuração na mesa do 'T' pode ocorrer devido às tensões de flexão fora do plano induzidas pelos vapores do processo de soldagem).	C	$44 \times 10^3$	69	A partir de descontinuidades superficiais na transição entre a solda e o metal-base, estendendo-se no metal-base, ou ao longo da face de fusão	
5.4 Metal-base e metal da solda em detalhes onde as chapas carregadas são descontinuas e estão conectadas a outra chapa, normal à direção das tensões principais, através de pares de soldas de filetes ou soldas de penetração parcial (em lados opostos a esta chapa).	C	$44 \times 10^3$	69	A partir de descontinuidades geométricas no pé do filete de solda, estendendo-se no metal-base, ou iniciando na raiz da solda sujeita a tração e estendendo-se, em seguida, pela solda	

CÁLCULO DAS SOLDAS					
V1 (KN)	V2 (KN)	V3 (KN)	$\Psi$	Eletrodo	Fw(KN/cm <sup>2</sup> )
92.6	386	296	1.58	E70XX	48.5
ESFORÇO NA MESA SUPERIOR					
Sv1	Sv2	Sv3	Ssup(KN/cm)	Ssup/2	Filete
0.57	4.85	0.70	6.12	3.06	8mm
ESFORÇO NA MESA INFERIOR					
Sv1	Sv2	Sv3	Sinf(KN/cm)	Sinf/2	Filete
0.73	2.69	3.02	6.45	3.22	8mm
V1 - Cortante de carga permanente nominal atuando na viga de aço isolada					
V2 - Cortante de carga permanente nominal atuando na viga mista					
V3 - Cortante de carga movel com coeficiente de impacto					

- Resistência admissível do filete de solda a Cisalhamento Rs (kN / cm), de acordo com o tipo de eletrodo

a (mm)	hs=0,707a (cm)	Eletrodo	
		E70	E80
3	0,212	2,77	3,52
5	0,354	4,63	5,86
6	0,424	5,55	7,02
8	0,566	7,41	9,37
10	0,707	9,26	11,7
13	0,919	12,0	15,2
16	1,131	14,8	18,7

Notas ;

1- Rs = hs . Fv .  $\ell$  sendo  $\ell = 1$  cm

Fv = 0,27x Fu

Para solda manual hs = 0,707 a

a = perna do filete de solda

Fu = Tensão de ruptura do eletrodo em kN/cm<sup>2</sup>

- Resistência mínima à tração do metal de solda

Metal de solda	Fw ( kN/cm <sup>2</sup> )
E70XX; F7X-EXXX; E7X-X; ER70S-X	48,5
E80XX; F8X-EXX	55,2

- Dimensão mínima de uma solda de filete feita por um só passe (mm)

Menor espes. do metal base na junta	Espes. mínima da solda de filete
t ≤ 20	6
t ≥ 20	8



## VERIFICAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES

Combinação frequente de ações:

1,0 x Carga permanente + 0,6 x carga móvel para inercia de longa duração

Deformação da Viga metálica antes da cura da Cura: 28,66mm

Deformação da Viga metálica antes da cura da Cura: 50,76mm

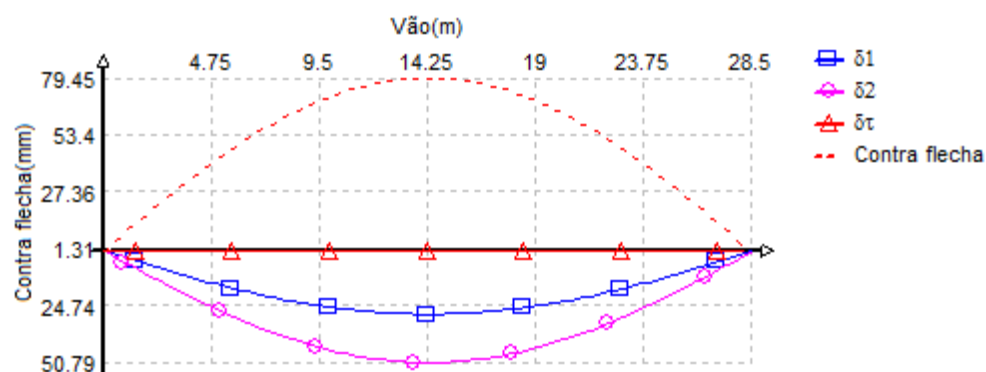
### Diagrama de deslocamentos com Contra flecha:

$$CF = - (\delta_1 + \delta_2) = 79.45 \text{ mm}$$

$$\delta_t = \delta_1 + \delta_2 - CF = 0 \text{ mm}$$

$\delta_1 = 28.66 \text{ mm}$  flecha máxima devido à ação permanente no lançamento.

$\delta_2 = 50.79 \text{ mm}$  flecha máxima relacionada à ação permanente após a cura mais SC total.

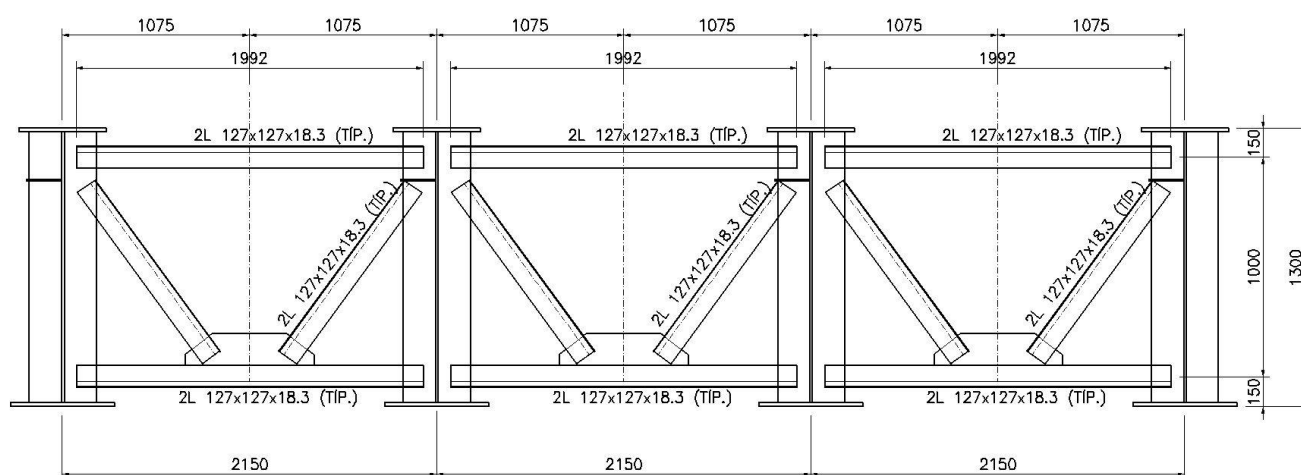


### 7.3 VERIFICAÇÃO DAS TRANSVERSINAS E CONTRAVENTAMENTOS

As transversinas de apoio serão dimensionadas para a troca de aparelhos de apoio assim como receber as resultantes das cargas transversais da OAE.

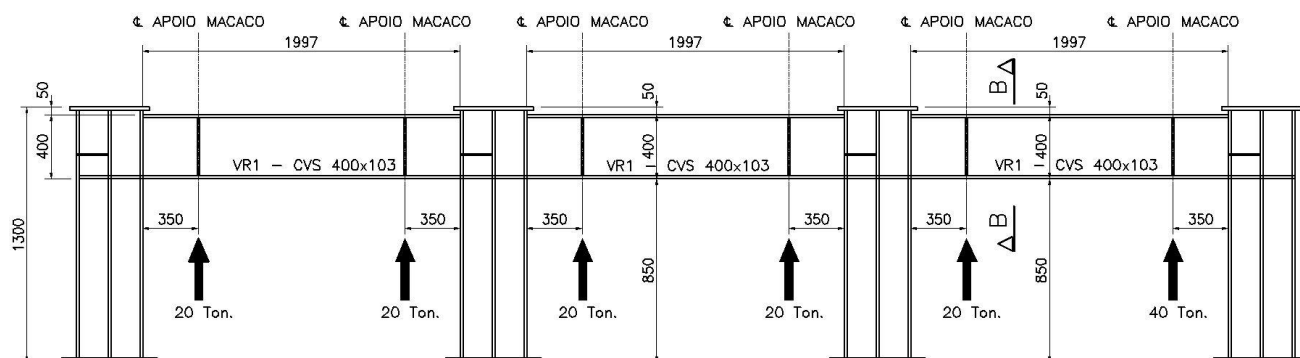
#### CONJUNTO TRANSVERSINA DE VÃO – VT2 (5x)

ESC. 1:25



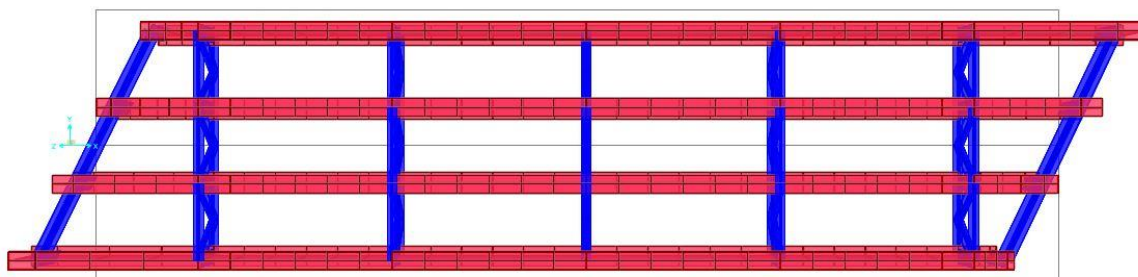
#### CONJUNTO TRANSVERSINA DE APOIO – VT1 (2x)

ESC. 1:25

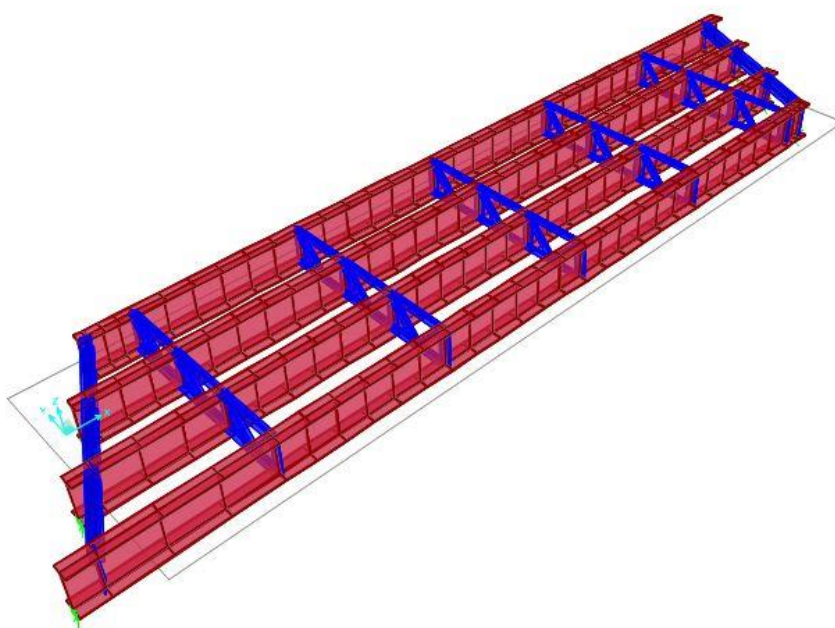


## MODELO DE CALCULO EM ELEMENTOS FINITOS

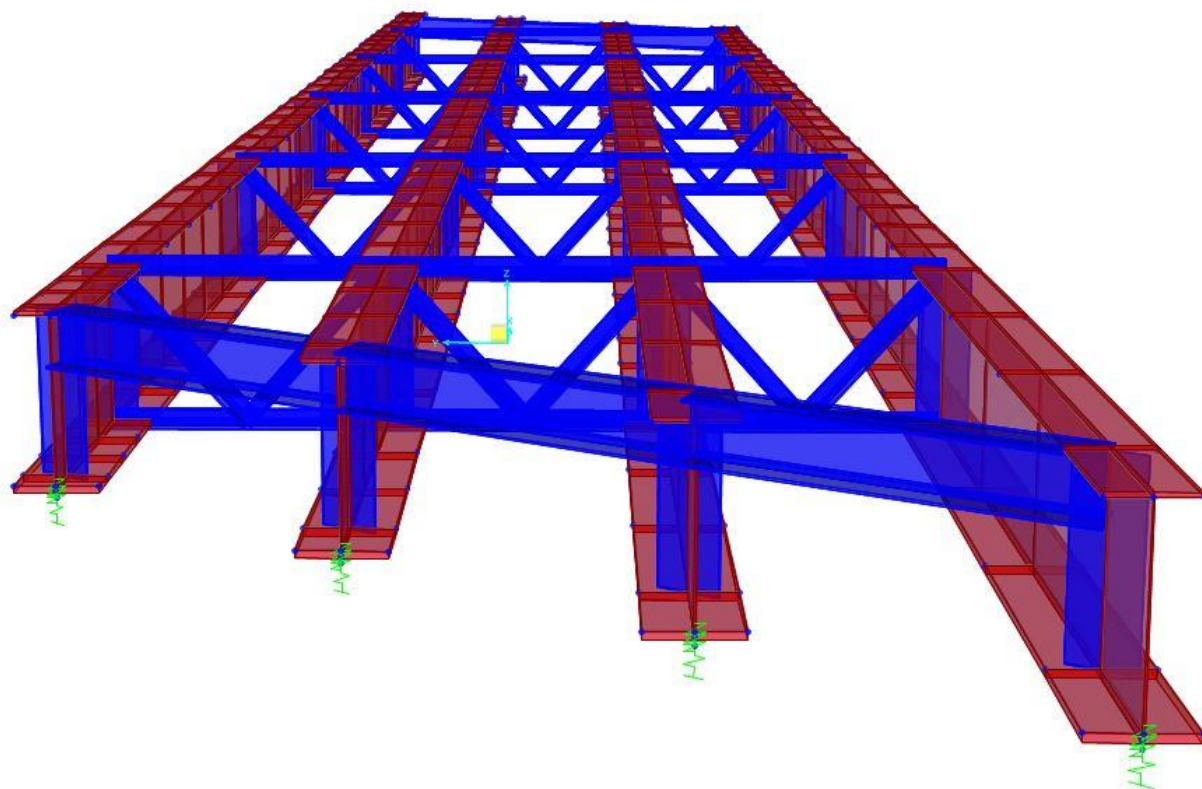
3-D View



3-D View



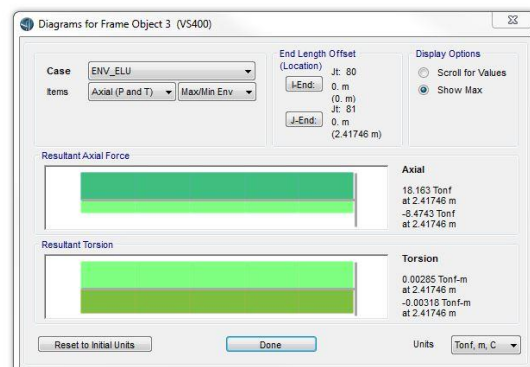
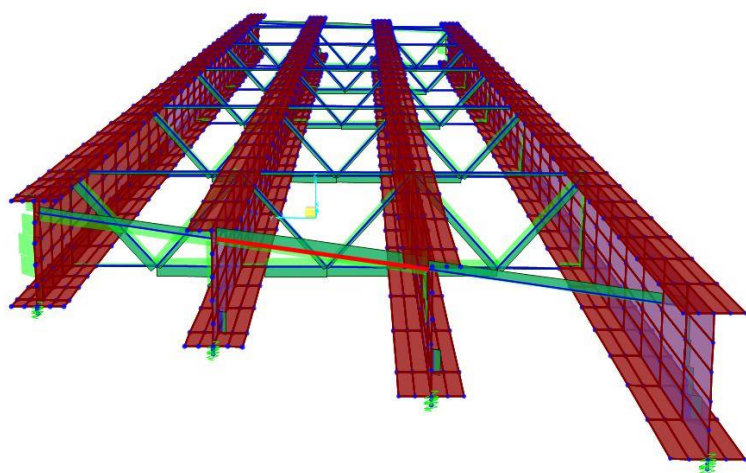
3-D View



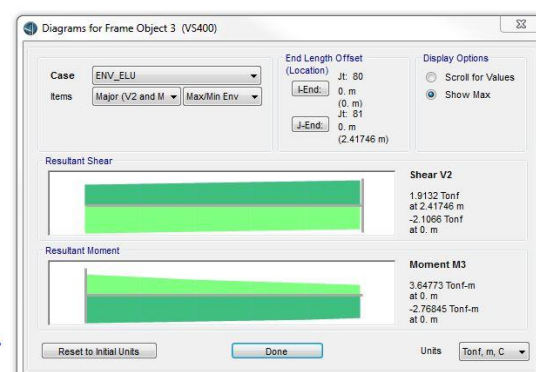
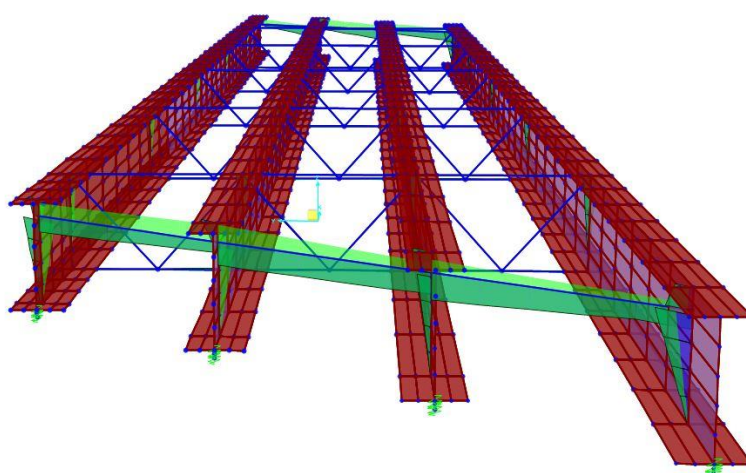
## ESFORÇOS SOLICITANTES DE CALCULO NOS ELEMENTOS

### TRANSVERSINA DE APOIO

Axial Force Diagram (ENV\_ELU - Max/Min)



Moment 3-3 Diagram (ENV\_ELU - Max/Min)



Perfil: PS (I Soldado)

Dimensões:

b<sub>w</sub>: 400 mm  
b<sub>f</sub>: 300 mm  
t<sub>f</sub>: 16 mm  
t<sub>w</sub>: 9.5 mm

ix, iy, ...

PS 400 x 300 x 16 x 9.5

Solicitações de Cálculo (tf e m)

N<sub>c,sd</sub>: 8.47 V<sub>x,sd</sub>: V<sub>y,sd</sub>: 2.1 M<sub>x,sd</sub>: 3.64 C<sub>b</sub>: 1  
N<sub>t,sd</sub>: 18.16 V<sub>x,sd</sub>: 2.1 M<sub>y,sd</sub>: C<sub>mx</sub>: 1  
C<sub>my</sub>: 1

Comprimentos da Barra (m)

K<sub>x</sub>L<sub>x</sub>: 2.15 K<sub>z</sub>L<sub>z</sub>: 2.15 λ<sub>x</sub>: 12.4 Travej. L/: 3 Aço: USI-SAC-300 Selecionar  
K<sub>y</sub>L<sub>y</sub>: 2.15 L<sub>b</sub>: 2.15 λ<sub>y</sub>: 28.99 f<sub>y</sub>: 300 MPa f<sub>u</sub>: 400 MPa

Resistências de Cálculo

N<sub>c,Rd</sub>: 337.25 Sd/Rd = 0.025 V<sub>x,Rd</sub>: 104.47 Sd/Rd = 0  
N<sub>t,Rd</sub>: 357.16 Sd/Rd = 0.051 V<sub>y,Rd</sub>: 62.18 Sd/Rd = 0.034  
M<sub>x,Rd</sub>: 59.04 Sd/Rd = 0.062 M<sub>y,Rd</sub>: 19.86 Sd/Rd = 0

$$\frac{N_{c,sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \frac{\left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right)}{2} = 0.087$$

$$\frac{N_{c,sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \frac{\left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right)}{2} = 0.074$$

### Perfil VS

Perfil: VS 400 x 300 x 16 x 9.5

Aço: USI-SAC-300  $f_y = 300 \text{ MPa}$   $f_u = 400 \text{ MPa}$

### COMPRIMENTOS DA BARRA

$K_x L_x = 2.15 \text{ m}$   $K_t L_t = 2.15 \text{ m}$

$K_y L_y = 2.15 \text{ m}$   $L_b = 2.15 \text{ m}$

## 1. Cálculo da Tração

$C_T = 1.0$  Coeficiente de redução da área líquida

$A_n = 0.0 \text{ m}^2$  Área líquida da seção transversal

$A_e = C_T \cdot A_n = 0.0 \text{ m}^2$  Área líquida efetiva da seção transversal

$$N_{tRd1} = \frac{A \cdot f_y}{1.10} = 357.2 \text{ tf} \quad \text{Resistência de escoamento}$$

$$N_{tRd2} = \frac{A_e \cdot f_u}{1.35} = 388.0 \text{ tf} \quad \text{Resistência à ruptura}$$

$N_{tRd} = 357.2 \text{ tf}$  Força normal resistente de cálculo à tração

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0.1 < 1.00 \quad \text{OK!}$$

## 2. Cálculo da Compressão

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(K_x \cdot L_x)^2} = 16805.7 \text{ tf}$$

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 3075.8 \text{ tf}$$

$$N_{ez} = \frac{1}{r_o^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_z \cdot L_z)^2} + G \cdot J \right] = 3388.3 \text{ tf}$$

$$H = 1 - \frac{x_o^2}{r_o^2} = 1.0$$

$$N_{exz} = \frac{N_{ex} + N_{ez}}{2 \cdot H} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot N_{ex} \cdot N_{ez} \cdot H}{(N_{ex} + N_{ez})^2}} \right] = 3388.3 \text{ tf}$$

$N_e = 3075.8 \text{ tf}$

$Q = 1.0$  Fator de redução associado à instabilidade local

$N_{pl} = A \cdot f_y = 392.9 \text{ tf}$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{Q \cdot N_{pl}}{N_e}} = 0.4$$

$\lambda_o \leq 1.5$  então  $\chi = 0.658 (\lambda_o)^2 = 0.9$

$$N_{cRd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A \cdot f_y}{1.10} = 337.3 \text{ tf}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} = 0.0 < 1.00 \quad \text{OK!}$$



### 3. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo X

$$\begin{aligned}\sigma_r &= 9000.0 \text{ tf/m}^2 && \text{Tensão residual} \\ W &= 0.0 \text{ m}^3 && \text{Módulo resistente elástico} \\ Z &= 0.0 \text{ m}^3 && \text{Módulo resistente plástico} \\ M_{pl} &= Z \cdot f_y = 64.9 \text{ tf.m} && \text{Momento fletor de plastificação da seção}\end{aligned}$$

#### 3.1. FLT - Flambagem Lateral com Torção

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{L_b}{r_y} = 29.0 && \text{Parâmetro de esbeltez} \\ \lambda_p &= 1,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 45.4 && \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação} \\ \beta_1 &= 0.0 \\ \lambda_r &= \frac{1,38 \cdot \sqrt{I_y \cdot I_t}}{r_y \cdot I_t \cdot \beta_1} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + \frac{27 \cdot C_w \cdot \beta_1^2}{I_y}}} = 136.4 && \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento} \\ M_r &= (f_y - \sigma_r) \cdot W = 41.3 \text{ tf.m} && \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento} \\ C_b &= 1.0 && \text{Fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme} \\ M_{cr} &= \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_b^2} \cdot \sqrt{\frac{C_w}{I_y} \cdot \left(1 + 0,039 \cdot \frac{I_t \cdot L_b^2}{C_w}\right)} \leq M_{pl} = 64.9 \text{ tf.m} && \text{Momento fletor de flambagem elástica}\end{aligned}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLT} = 64.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLT}$$

#### 3.2. FLM - Flambagem Local da Mesa

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{b}{t} = 9.1 && \text{Parâmetro de esbeltez} \\ \lambda_p &= 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.8 && \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação} \\ k_c &= \frac{4}{\sqrt{h/t_w}} = 0.6 \\ \lambda_r &= 0,95 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)/k_c}} = 23.5 && \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento} \\ M_{cr} &= \frac{0,90 \cdot E \cdot k_c}{\lambda^2} \cdot W_c = 276.2 \text{ tf.m} && \text{Momento fletor de flambagem elástica} \\ \lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} &= \frac{M_{pl}}{1,10} \\ M_{Rk}^{FLM} &= 64.9 \text{ tf.m} && \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}\end{aligned}$$

#### 3.3. FLA - Flambagem Local da Alma

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = 38.7 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 97.1 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 5,70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 147.2 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_r = W \cdot f_y = 59.0 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLA} = 64.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLA}$$

$$M_{Rk} = 64.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

$$M_{xRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 59.0 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{SOLIC.}{RESIST.} = \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} = 0.1 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

#### 4. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Y

$$\sigma_r = 9000.0 \text{ tf/m}^2 \quad \text{Tensão residual}$$

$$W = 0.0 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente elástico}$$

$$Z = 0.0 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente plástico}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 21.8 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção}$$

##### 4.1. FLM - Flambagem Local da Mesa

$$\lambda = \frac{b}{t} = 9.4 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.8 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 0,95 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r) / k_c}} = 23.5 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLM} = 21.8 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}$$

$$M_{Rk} = 21.8 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

$$M_{yRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 19.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{SOLIC.}{RESIST.} = \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} = 0.0 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

#### 5. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo X

$$\lambda = \frac{h}{t} = 18.8 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5.00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 63.5 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 79.1 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para início de escoamento}$$

$$A_w = 0.0 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 114.9 \text{ tf} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{então} \quad V_{Rk} = V_{pl}$$

$$V_{xRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 104.5 \text{ tf} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo X}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{xSd}}{V_{xRd}} = 0.0 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 6. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Y

$$\lambda = \frac{h}{t} = 38.7 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5.00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 63.5 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 79.1 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para início de escoamento}$$

$$A_w = 0.0 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 68.4 \text{ tf} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{então} \quad V_{Rk} = V_{pl}$$

$$V_{yRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 62.2 \text{ tf} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Y}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{ySd}}{V_{yRd}} = 0.0 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

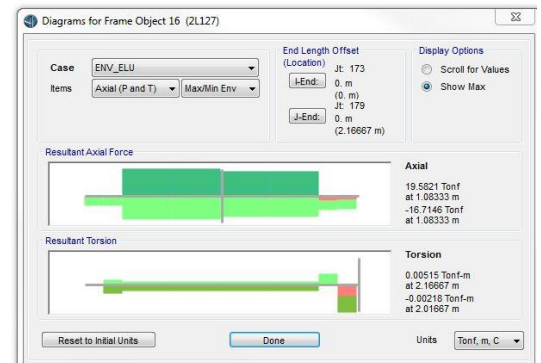
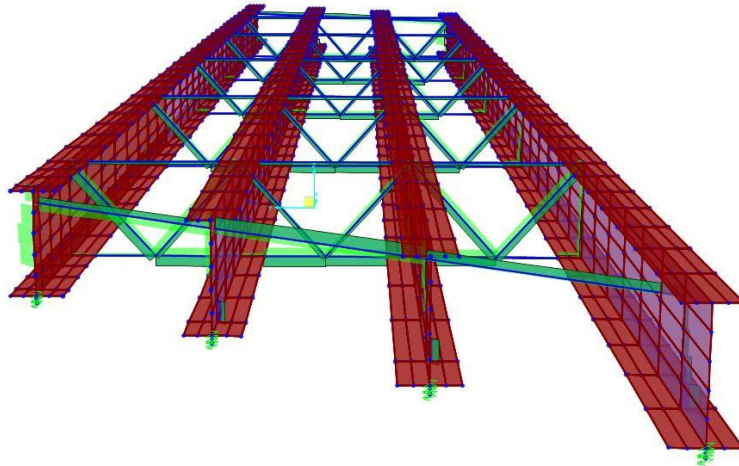
## 7. Equações de Interação

$$\frac{N_{cSd}}{2 \cdot N_{cRd}} + \left( \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} \right) = 0.1$$

$$\frac{N_{cSd}}{2 \cdot N_{cRd}} + \left( \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} \right) = 0.1$$

## CORDA INFERIOR

Axial Force Diagram (ENV\_ELU - Max/Min)



Perfil: 2 Cantoneiras (Lam.) opostas pelas

Dimensões

b<sub>w</sub>: 127 mm

t: 9.5 mm

B: 50 mm

Solicitações de Cálculo (tf e m)

N<sub>c,sd</sub>: 16.7 V<sub>x,sd</sub>: M<sub>x,sd</sub>: C<sub>b</sub>: 1

N<sub>t,sd</sub>: 19.58 V<sub>y,sd</sub>: M<sub>y,sd</sub>: C<sub>mx</sub>: 1

C<sub>my</sub>: 1

Comprimentos da Barra (m)

K<sub>x</sub>L<sub>x</sub>: 2.15 K<sub>z</sub>L<sub>z</sub>: 2.15 λ<sub>x</sub>: 29.85 Travej. L/: Aço USI-SAC-300 Selecionar

K<sub>y</sub>L<sub>y</sub>: 2.15 L<sub>b</sub>: 2.15 λ<sub>y</sub>: 54.57 3 f<sub>y</sub>: 300 MPa f<sub>u</sub>: 400 MPa

Resistências de Cálculo

N<sub>c,Rd</sub>: 87.8 Sd/Rd = 0.19 V<sub>x,Rd</sub>: 39.49 Sd/Rd = 0

N<sub>t,Rd</sub>: 127.09 Sd/Rd = 0.154 V<sub>y,Rd</sub>: 39.49 Sd/Rd = 0

M<sub>x,Rd</sub>: 2.15 Sd/Rd = 0 M<sub>y,Rd</sub>: 6.24 Sd/Rd = 0

$\frac{N_{c,sd}}{2 \cdot N_{t,Rd}} + \left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right) = 0.077$

$\frac{N_{c,sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right) = 0.095$

2LLM 127 x 9.5 x 50 TR 716

Perfis Favoritos:

### Perfil Dupla Cantoneira laminada opostas pelas abas

Perfil: 2LLM 127 x 9.5 x 50 TR 716  
Aço: USI-SAC-300  $f_y = 300 \text{ MPa}$   $f_u = 400 \text{ MPa}$

### COMPRIMENTOS DA BARRA

$K_x L_x = 2.15 \text{ m}$   $K_t L_t = 2.15 \text{ m}$   
 $K_y L_y = 2.15 \text{ m}$   $L_b = 2.15 \text{ m}$

## 1. Cálculo da Tração

$C_T = 1.0$  Coeficiente de redução da área líquida  
 $A_n = 0.0 \text{ m}^2$  Área líquida da seção transversal  
 $A_e = C_T \cdot A_n = 0.0 \text{ m}^2$  Área líquida efetiva da seção transversal

$$N_{tRd1} = \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 127.1 \text{ tf} \quad \text{Resistência de escoamento}$$

$$N_{tRd2} = \frac{A_e \cdot f_u}{1,35} = 138.1 \text{ tf} \quad \text{Resistência à ruptura}$$

$$N_{tRd} = 127.1 \text{ tf} \quad \text{Força normal resistente de cálculo à tração}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0.2 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 2. Cálculo da Compressão

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(K_x \cdot L_x)^2} = 752.9 \text{ tf}$$

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 308.9 \text{ tf}$$

$$N_{ez} = \frac{1}{r_o^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_z \cdot L_z)^2} + G \cdot J \right] = 184.6 \text{ tf}$$

$$H = 1 - \frac{x_o^2}{r_o^2} = 0.8$$

$$N_{exz} = \frac{N_{ex} + N_{ez}}{2 \cdot H} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot N_{ex} \cdot N_{ez} \cdot H}{(N_{ex} + N_{ez})^2}} \right] = 175.9 \text{ tf}$$

$$N_e = 175.9 \text{ tf}$$

$Q = 0.9$  Fator de redução associado à instabilidade local

$$N_{pl} = A \cdot f_y = 139.8 \text{ tf}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{Q \cdot N_{pl}}{N_e}} = 0.9$$

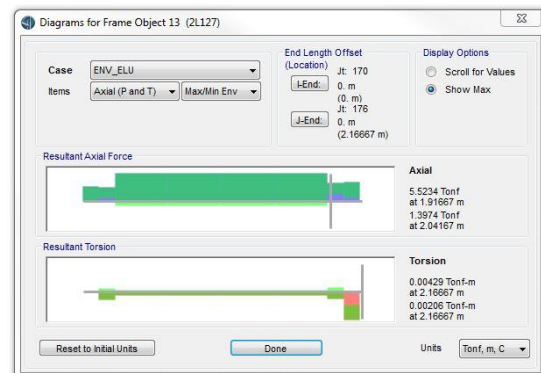
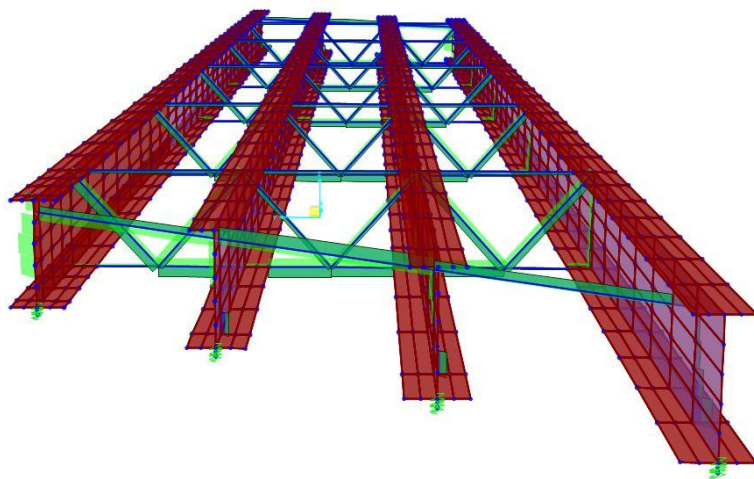
$$\lambda_o \leq 1,5 \text{ então } \chi = 0,658 (\lambda_o)^2 = 0.7$$

$$N_{cRd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A \cdot f_y}{1,10} = 87.8 \text{ tf}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} = 0.2 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## CORDA SUPERIOR

Axial Force Diagram (ENV\_ELU - Max/Min)



Perfil: 2 Cantoneiras (Lam.) opostas pelas

Dimensões

b<sub>w</sub>: 127 mm  
t: 9.5 mm  
B: 50 mm

ix, ly, ...

2LLM 127 x 9.5 x 50 TR 716

Perfis Favoritos:

Solicitações de Cálculo (tf e m)

N<sub>c,sd</sub>: 0 V<sub>x,sd</sub>: V<sub>y,sd</sub>: M<sub>x,sd</sub>: C<sub>b</sub>: 1  
N<sub>t,sd</sub>: 5.52 V<sub>y,sd</sub>: M<sub>y,sd</sub>: C<sub>mx</sub>: 1  
C<sub>my</sub>: 1

Comprimentos da Barra (m)

K<sub>x</sub>L<sub>x</sub>: 2.15 K<sub>z</sub>L<sub>z</sub>: 2.15 λ<sub>x</sub>: 29.85 Travej. L/: Aço: USI-SAC-300 Selecionar  
K<sub>y</sub>L<sub>y</sub>: 2.15 L<sub>b</sub>: 2.15 λ<sub>y</sub>: 54.57 3 f<sub>y</sub>: 300 MPa f<sub>u</sub>: 400 MPa

Resistências de Cálculo

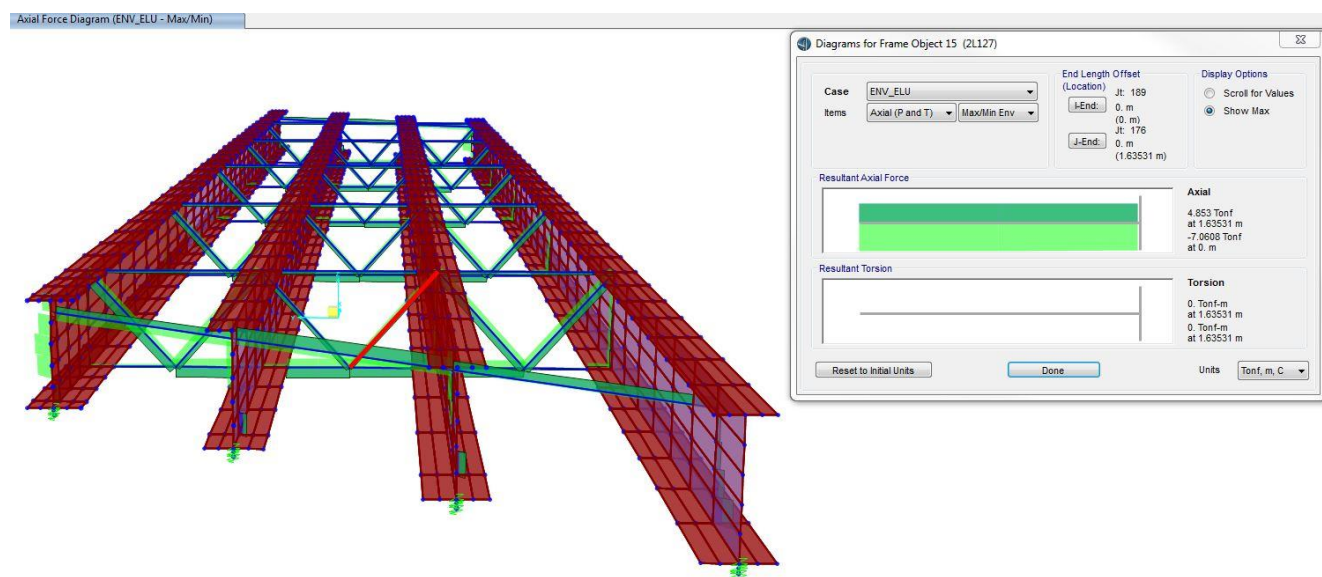
N<sub>c,Rd</sub>: 87.8 Sd/Rd = 0 V<sub>x,Rd</sub>: 39.49 Sd/Rd = 0  
N<sub>t,Rd</sub>: 127.09 Sd/Rd = 0.043 V<sub>y,Rd</sub>: 39.49 Sd/Rd = 0  
M<sub>x,Rd</sub>: 2.15 Sd/Rd = 0 M<sub>y,Rd</sub>: 6.24 Sd/Rd = 0

$$\frac{N_{c,sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right) = 0.022$$

$$\frac{N_{c,sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right) = 0$$



## DIAGONAL



Perfil: 2 Cantoneiras (Lam.) opostas pelas

Dimensões

$b_w$  127 mm

$t$  9.5 mm

$B$  50 mm

$I_x, I_y, \dots$

**2LLM 127 x 9.5 x 50 TR 533**

Perfis Favoritos:

Solicitações de Cálculo (tf e m)

$N_{c,sd}$  7.06  $V_{x,sd}$   $M_{x,sd}$   $C_b$  1

$N_{t,sd}$  4.86  $V_{y,sd}$   $M_{y,sd}$   $C_{mx}$  1

$C_{my}$  1

Comprimentos da Barra (m)

$K_x L_x$  1.6  $K_z L_z$  1.6  $\lambda_x$  22.21  $T_{ravej. L/}$  3  $Aço$  USI-SAC-300 **Selecionar**

$K_y L_y$  1.6  $L_b$  1.6  $\lambda_y$  40.61  $f_y$  300 MPa  $f_u$  400 MPa

Resistências de Cálculo

$N_{c,Rd}$  93.39  $Sd/Rd = 0.076$   $V_{x,Rd}$  39.49  $Sd/Rd = 0$

$N_{t,Rd}$  127.09  $Sd/Rd = 0.038$   $V_{y,Rd}$  39.49  $Sd/Rd = 0$

$M_{x,Rd}$  2.15  $Sd/Rd = 0$   $M_{y,Rd}$  6.24  $Sd/Rd = 0$

$$\frac{N_{c,sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right) = 0.019$$

$$\frac{N_{t,sd}}{2 \cdot N_{t,Rd}} + \left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right) = 0.038$$

### Perfil Dupla Cantoneira laminada opostas pelas abas

Perfil: 2LLM 127 x 9.5 x 50 TR 533

Aço: USI-SAC-300  $f_y = 300$  MPa  $f_u = 400$  MPa

### COMPRIMENTOS DA BARRA

$K_x L_x = 1.6$  m  $K_t L_t = 1.6$  m

$K_y L_y = 1.6$  m  $L_b = 1.6$  m

## 1. Cálculo da Tração

$$C_T = 1.0 \quad \text{Coeficiente de redução da área líquida}$$

$$A_n = 0.0 \text{ m}^2 \quad \text{Área líquida da seção transversal}$$

$$A_e = C_T \cdot A_n = 0.0 \text{ m}^2 \quad \text{Área líquida efetiva da seção transversal}$$

$$N_{tRd1} = \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 127.1 \text{ tf} \quad \text{Resistência de escoamento}$$

$$N_{tRd2} = \frac{A_e \cdot f_u}{1,35} = 138.1 \text{ tf} \quad \text{Resistência à ruptura}$$

$$N_{tRd} = 127.1 \text{ tf} \quad \text{Força normal resistente de cálculo à tração}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0.0 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 2. Cálculo da Compressão

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(K_x \cdot L_x)^2} = 1359.4 \text{ tf}$$

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 557.8 \text{ tf}$$

$$N_{ez} = \frac{1}{r_o^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_z \cdot L_z)^2} + G \cdot J \right] = 225.6 \text{ tf}$$

$$H = 1 - \frac{x_o^2}{r_o^2} = 0.8$$

$$N_{exz} = \frac{N_{ex} + N_{ez}}{2 \cdot H} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot N_{ex} \cdot N_{ez} \cdot H}{(N_{ex} + N_{ez})^2}} \right] = 218.8 \text{ tf}$$

$$N_e = 218.8 \text{ tf}$$

$$Q = 0.9 \quad \text{Fator de redução associado à instabilidade local}$$

$$N_{pl} = A \cdot f_y = 139.8 \text{ tf}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{Q \cdot N_{pl}}{N_e}} = 0.8$$

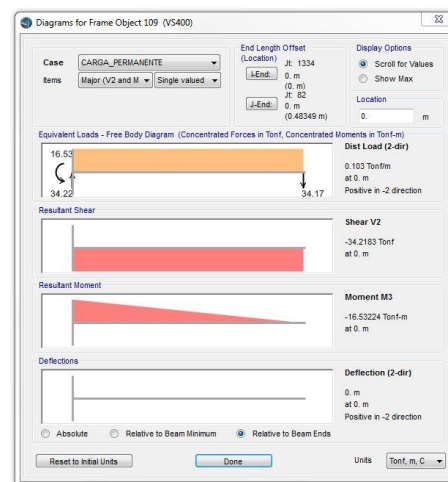
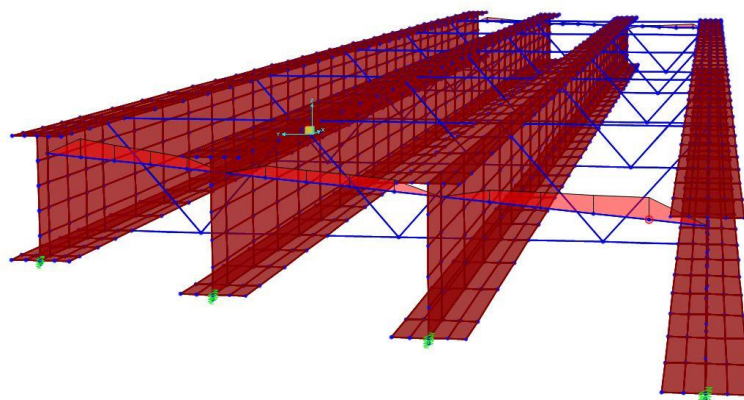
$$\lambda_o \leq 1,5 \text{ então } \chi = 0,658 (\lambda_o)^2 = 0.8$$

$$N_{cRd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A \cdot f_y}{1,10} = 93.4 \text{ tf}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} = 0.1 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## TROCA DE APARELHO DE APOIO

Moment 3-3 Diagram (CARGA PERMANENTE)



<b>Perfil</b> <span>PS (I Soldado)</span>		<b>Solicitações de Cálculo (tf e m)</b>			
<b>Dimensões</b>					
$b_w$	400 mm	$N_{c,sd}$	$V_{x,sd}$	$M_{x,sd}$	16.5
$b_f$	300 mm	$N_{t,sd}$	$V_{y,sd}$	$M_{y,sd}$	34.2
$t_f$	16 mm				
$t_w$	9.5 mm				
		<b>Comprimentos da Barra (m)</b>			
		$K_x L_x$	$K_z L_z$	$\lambda_x$	12.4
		$K_y L_y$	$L_b$	$\lambda_y$	28.99
		<b>Resistências de Cálculo</b>			
		$N_{c,Rd}$	337.25	$S_d/R_d = 0$	$V_{x,Rd}$
		$N_{t,Rd}$	357.16	$S_d/R_d = 0$	$V_{y,Rd}$
		$M_{x,Rd}$	59.04	$S_d/R_d = 0.279$	$M_{y,Rd}$
		$\frac{N_{c,sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right) = 0.279$			
		$\frac{N_{c,sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \left( \frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,sd}}{M_{y,Rd}} \right) = 0.279$			

### Perfil VS

Perfil: VS 400 x 300 x 16 x 9.5

Aço: USI-SAC-300  $f_y = 300$  MPa  $f_u = 400$  MPa

### COMPRIMENTOS DA BARRA

$K_x L_x = 2.15$  m  $K_t L_t = 2.15$  m

$K_y L_y = 2.15$  m  $L_b = 2.15$  m

## 1. Cálculo da Tração

$$\begin{aligned}
 C_T &= 1.0 && \text{Coeficiente de redução da área líquida} \\
 A_n &= 0.0 \text{ m}^2 && \text{Área líquida da seção transversal} \\
 A_e &= C_T \cdot A_n = 0.0 \text{ m}^2 && \text{Área líquida efetiva da seção transversal} \\
 N_{tRd1} &= \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 357.2 \text{ tf} && \text{Resistência de escoamento} \\
 N_{tRd2} &= \frac{A_e \cdot f_u}{1,35} = 388.0 \text{ tf} && \text{Resistência à ruptura} \\
 N_{tRd} &= 357.2 \text{ tf} && \text{Força normal resistente de cálculo à tração} \\
 \frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} &= \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0.0 < 1,00 && \text{OK!}
 \end{aligned}$$

## 2. Cálculo da Compressão

$$\begin{aligned}
 N_{ex} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(K_x \cdot L_x)^2} = 16805.7 \text{ tf} \\
 N_{ey} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 3075.8 \text{ tf} \\
 N_{ez} &= \frac{1}{r_o^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_z \cdot L_z)^2} + G \cdot J \right] = 3388.3 \text{ tf} \\
 H &= 1 - \frac{x_o^2}{r_o^2} = 1.0 \\
 N_{exz} &= \frac{N_{ex} + N_{ez}}{2 \cdot H} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot N_{ex} \cdot N_{ez} \cdot H}{(N_{ex} + N_{ez})^2}} \right] = 3388.3 \text{ tf} \\
 N_e &= 3075.8 \text{ tf} \\
 Q &= 1.0 && \text{Fator de redução associado à instabilidade local} \\
 N_{pl} &= A \cdot f_y = 392.9 \text{ tf} \\
 \lambda_o &= \sqrt{\frac{Q \cdot N_{pl}}{N_e}} = 0.4 \\
 \lambda_o \leq 1,5 \text{ então } \chi &= 0,658 (\lambda_o)^2 = 0.9 \\
 N_{cRd} &= \frac{\chi \cdot Q \cdot A \cdot f_y}{1,10} = 337.3 \text{ tf} \\
 \frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} &= \frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} = 0.0 < 1,00 && \text{OK!}
 \end{aligned}$$

## 3. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo X

$$\begin{aligned}
 \sigma_r &= 9000.0 \text{ tf/m}^2 && \text{Tensão residual} \\
 W &= 0.0 \text{ m}^3 && \text{Módulo resistente elástico} \\
 Z &= 0.0 \text{ m}^3 && \text{Módulo resistente plástico} \\
 M_{pl} &= Z \cdot f_y = 64.9 \text{ tf.m} && \text{Momento fletor de plastificação da seção}
 \end{aligned}$$

### 3.1. FLT - Flambagem Lateral com Torção

$$\lambda = \frac{L_b}{r_y} = \frac{29.0}{r_y} \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 45.4 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\beta_1 = 0.0$$

$$\lambda_r = \frac{1,38 \cdot \sqrt{I_y \cdot I_t}}{r_y \cdot I_t \cdot \beta_1} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + \frac{27 \cdot C_w \cdot \beta_1^2}{I_y}}} = 136.4 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_r = (f_y - \sigma_r) \cdot W = 41.3 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento}$$

$$C_b = 1.0 \quad \text{Fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme}$$

$$M_{cr} = \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_b^2} \cdot \sqrt{\frac{C_w}{I_y} \cdot \left(1 + 0,039 \cdot \frac{I_t \cdot L_b^2}{C_w}\right)} \leq M_{pl} = 64.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLT} = 64.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLT}$$

### 3.2. FLM - Flambagem Local da Mesa

$$\lambda = \frac{b}{t} = \frac{9.1}{t} \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.8 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}} = 0.6$$

$$\lambda_r = 0,95 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)/k_c}} = 23.5 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_{cr} = \frac{0,90 \cdot E \cdot k_c}{\lambda^2} \cdot W_c = 276.2 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLM} = 64.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}$$

### 3.3. FLA - Flambagem Local da Alma

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{38.7}{t_w} \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 97.1 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 5,70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 147.2 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_r = W \cdot f_y = 59.0 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLA} = 64.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLA}$$

$$M_{Rk} = 64.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

$$M_{xRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 59.0 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{SOLIC.}{RESIST.} = \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} = 0.3 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

#### 4. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Y

$$\sigma_r = 9000.0 \text{ tf/m}^2 \quad \text{Tensão residual}$$

$$W = 0.0 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente elástico}$$

$$Z = 0.0 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente plástico}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 21.8 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção}$$

##### 4.1. FLM - Flambagem Local da Mesa

$$\lambda = \frac{b}{t} = 9.4 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.8 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 0,95 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)/k_c}} = 23.5 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLM} = 21.8 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}$$

$$M_{Rk} = 21.8 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

$$M_{yRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 19.9 \text{ tf.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{SOLIC.}{RESIST.} = \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} = 0.0 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

#### 5. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo X

$$\lambda = \frac{h}{t} = 18.8 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5.00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 63.5 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 79.1 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para para início de escoamento}$$

$$A_w = 0.0 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 114.9 \text{ tf} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$



$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{então} \quad V_{Rk} = V_{pl}$$

$$V_{xRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 104.5 \text{ tf} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo X}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{xSd}}{V_{xRd}} = 0.0 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 6. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Y

$$\lambda = \frac{h}{t} = 38.7 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5.00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 63.5 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 79.1 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para início de escoamento}$$

$$A_w = 0.0 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 68.4 \text{ tf} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{então} \quad V_{Rk} = V_{pl}$$

$$V_{yRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 62.2 \text{ tf} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Y}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{ySd}}{V_{yRd}} = 0.6 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 7. Equações de Interação

$$\frac{N_{cSd}}{2 \cdot N_{cRd}} + \left( \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} \right) = 0.3$$

$$\frac{N_{cSd}}{2 \cdot N_{cRd}} + \left( \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} \right) = 0.3$$

## CALCULO ENRIJECEDOR SOB CARGA CONCENTRADA DE CALCULO DE 580KN

DIMENSIONAMENTO DO ENRIJECEDOR TRANSVERSAL DE VÃO		
RELAÇÕES GEOMÉTRICAS PARA O ENRIJECEDOR		
$Bt \geq Bf/4$	8	OK
$Bt \geq 2 + h/30$	3	OK
$16 tp \geq Bt$	26	OK

Bt	Bf	tp
14.50	30	1.60

where:  $\phi_v$  = resistance factor for shear = 1.0 (Article 6.5.4.2)

$I_t$  = moment of inertia of the transverse stiffener taken about the edge in contact with the web for single stiffeners

$b$  = the smaller of  $d_o$  and  $D$

$d_o$  = the smaller of the adjacent web panel widths

$J$  = stiffener bending rigidity parameter

$\rho_t$  = the larger of  $F_{yw}/F_{cr}$  and 1.0

$F_{cr}$  = local buckling stress for the stiffener

$F_y$  = specified minimum yield strength of the stiffener

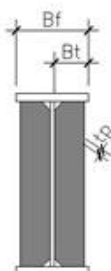
in which:

$$I_{ti} = bt_w^3 J$$

$$I_{ti} = \frac{D^4 \rho_t^{1.3}}{40} \left( \frac{F_{yw}}{E} \right)^{1.3}$$

$$J = \frac{2.5}{(d_o/D)^2} - 2.0 \geq 0.5$$

$$F_{cr} = \frac{0.31E}{\left( \frac{b_t}{t_p} \right)^2} \leq F_y$$



Fys (KN/cm2)	Fyw (KN/cm2)	$d_o$ (cm)	D (cm)	b (cm)	E (KN/cm2)
30	30	35.00	36.80	35	20000.00
J	$\rho_t$	tw	It1 (cm4)	It2 (cm4)	Imin
0.50	1	0.95	15.00	2.66	2.66
Bt	tp	Fcr(KN/cm2)	Ienr.	STATUS	
14.5	1.6	30.00	1625.93	OK	

Apn	18tw	As	K	L	Is
46.4	17.1	63.5	0.75	36.8	3582.03
rs	Pe	Po	Po/Pe	Pn	Øc
7.51	3410723.49	2222.5	0.000652	2221.89	0.9
Q	Pr (KN)	Pu (KN)	Pu/Pr		
1	1999.70	580.00	0.29		

## 7.4 DIMENSIONAMENTO DOS APARELHOS DE APOIO

A reação de apoio utilizada contempla o coeficiente de impacto adicional de extremidade de valor de 1,25.

## DIMENSIONAMENTO DE APARELHOS DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO

### 1. DADOS DE ENTRADA

Forças Normais

Nmax= 856.00 KN

Nmin= 386.00 KN

Forças horizontais (H)

Hll= 8.60 KN

Hlc= 16.88 KN

Htl= 3.84 KN

Htc= 12.83 KN

Rotação de Apoio

$\alpha_0 = 0.0010$  rad

$\alpha_t = 0.0049$  rad

$\alpha_g = 0.0026$  rad

$\alpha_q = 0.0023$  rad

Nmax = carga vertical máxima (peso próprio + carga vertical c/ impacto)

Nmin = carga vertical mínima (peso próprio)

Hll = força longitudinal de longa duração – temperatura e fluência

Hlc = força longitudinal de curta duração - frenagem

Htl = força transversal de longa duração – temperatura e fluência

Htc = força transversal de curta duração - vento

Dimensões do Aparelho

a= 30 cm

b= 50 cm

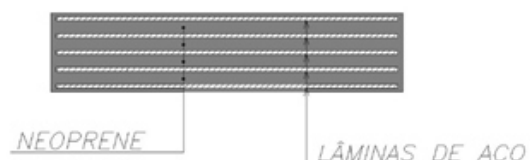
n= 4

t= 5 mm

l= 3 mm

c= 2.5 mm

G= 0.1 kN/cm<sup>2</sup>



Tensão da chapa metálica

$\sigma_e = 16$  kN/cm<sup>2</sup>

### 2. CÁLCULO DAS TENSÕES NORMAIS

$$\sigma_{c,max} = \frac{N_{max}}{(a-2c)(b-2c)} < 1 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \sigma_{c,max} = 0.59 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{c,min} = \frac{N_{min}}{(a-2c)(b-2c)} > 0.25 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \sigma_{c,min} = 0.26 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

### 3. CÁLCULO DA TENSÃO DE CISALHAMENTO DA FORÇA NORMAL

$$\text{Fator de forma} = ff = \frac{(a-2c)(b-2c)}{2t((a-2c)+(b-2c))} = 18.48$$

$$T_n = \frac{1.5 \sigma_{c,max}}{\text{Fator de forma}} < 0.3 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow T_n = 0.05 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

### 4. CÁLCULO DO RECALQUE

$$\text{Altura total do aparelho} = h = nt + (n+1)l + 2c \rightarrow h = 4.0 \text{ cm}$$

$$D_h = \frac{\sigma_{max}(nt+2c)}{4Gff^2+3\sigma_{max}} < 0.25h \rightarrow D_h = 0.01 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

### 5. CÁLCULO DA TENSÃO DE CISALHAMENTO DAS FORÇAS HORIZONTAIS

$$T_{ll} = \frac{H_{ll}}{(a-2c)(b-8c)} < 0.5G \rightarrow T_{ll} = 0.006 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$T_{lc} = \frac{H_{lc}}{(a-2c)(b-8c)} < 0.5G \rightarrow T_{lc} = 0.006 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$T_{tl} = \frac{H_{tl}}{(a-2c)(b-8c)} < 0.5G \rightarrow T_{tl} = 0.00 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$T_{tc} = \frac{H_{tc}}{(a-2c)(b-8c)} < 0.5G \rightarrow T_{tc} = 0.004 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$Tl = Tll + Tlc < 0,7G \rightarrow Tl = 0.012 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$Tt = Ttl + Ttc < 0,7G \rightarrow Tt = 0.007 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

#### 6. CÁLCULO DA DISTORÇÃO

$$Hr = ((Hll + 0,5Hlc)^2 + (Htl + 0,5Htc)^2)^{0,5} \rightarrow Hr = 17.23 \text{ kN/cm}^2$$

$$Dab = \frac{ntHr}{(a-2c)(b-8c)G} = 0.24$$

$$tgA = \frac{Dab}{h} < 0,5 \rightarrow 0.06 \quad \text{OK}$$

#### 7. CÁLCULO DA TENSÃO DE CISALHAMENTO NA ROTAÇÃO

$$Ta = \frac{G(a-2c)^2(\alpha_0 + \alpha_t)}{2th} < 1,5G \rightarrow 0.128 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK}$$

#### 8. CÁLCULO DA TENSÃO DO CISALHAMENTO TOTAL

$$T = Tn + Tl + Tt + Ta < 5G \rightarrow T = 0.19 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{ok}$$

#### 9. CÁLCULO DA ESBELTEZ E DA ESPESSURA

Esbeltez

$$h < \frac{(a-2c)}{5} = 5.9 \quad \text{OK}$$

Espessura mínima

$$h > \frac{(a-2c)}{10} = 2.95 \quad \text{OK}$$

#### 10. LEVANTAMENTO DAS BORDAS DO APARELHO

$$\frac{\alpha_t}{n} = 0.00122 < \frac{3(\sigma_{\max} + \sigma_{\min})0,5(t/(a-2c))}{Gff} = 0.0002$$

#### 11. ESCORREGAMENTO

$$\frac{Hr}{N_{\min}} = 0.04 < \frac{0,1 + \frac{0.06}{\sigma_{\min}}}{\sigma_{\min}} = 0.327$$

#### 12. ESPESSURA DAS CHAPAS METÁLICAS

$$e > \frac{(a-2c)\sigma_{\max}}{ff\sigma_c} = 0.058 \text{ cm}$$

#### 13. DEFORMABILIDADE

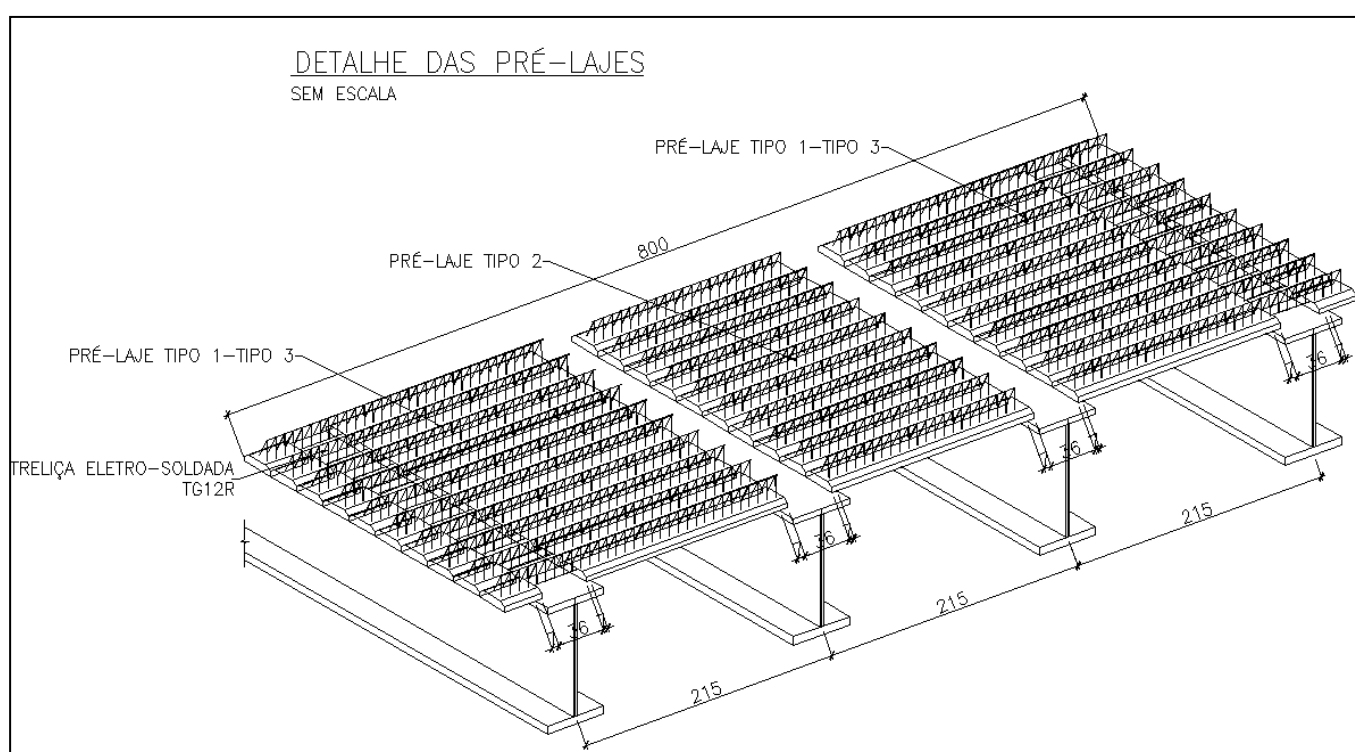
$$Def = \frac{nt}{G(a-2c)(b-2c)} = 0.137$$

## 8.0 CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DA SUPERESTRUTURA EM CONCRETO

### 8.1 LAJES E PRÉ-LAJES DO SISTEMA DE VIGAS MISTAS

Na verificação da treliça eletro-soldada usada na lajota foi feita adotando duas situações distintas. A primeira situação considerou-se que a lajota pudesse ser içada pelas suas extremidades, ou seja, considerou-se que a lajota estaria bi-apoiada sobre a atuação do seu peso próprio.

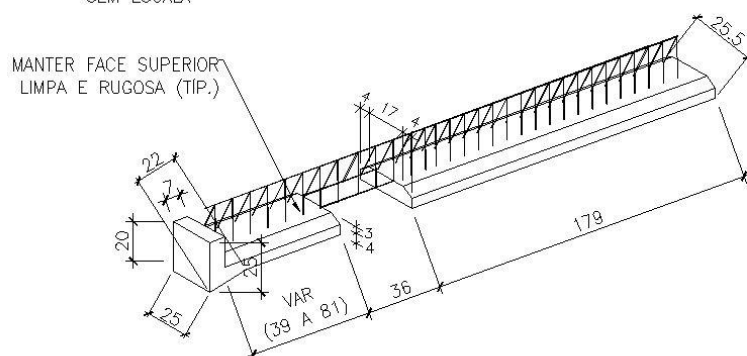
A segunda situação de cálculo, adotou-se que a treliça estaria apoiada como indicado na Figura 25, sobre a atuação do seu peso próprio e peso próprio da camada de concreto referente a espessura restante do tabuleiro.



*Figura 25 – Dimensões das lajes pré-moldadas*

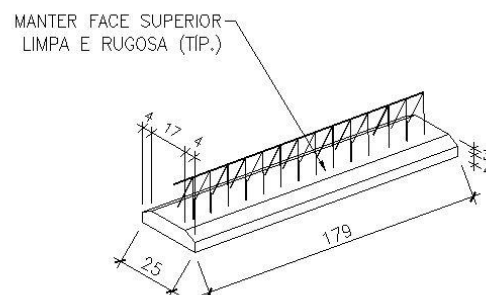
### PRÉ-LAJES TIPO 3 (204x)

SEM ESCALA



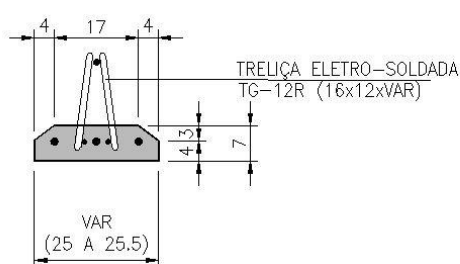
### PRÉ-LAJES TIPO 2 (102x)

SEM ESCALA



### PRÉ-LAJES TIPO 3 – SEÇÃO

ESC. 1:10



### PRÉ-LAJES TIPO 2 – SEÇÃO

ESC. 1:10

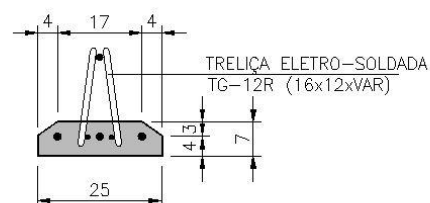


Figura 26 – Dimensões das lajes pré-moldadas – Detalhes

Designação Gerdau	Designação conforme NBR14862	Peso (kg/m)	Altura (cm)	Banzo Superior	Diagonal	Banzo Inferior
TG 8 L	TR 08644	0,735	8	6,0	4,2	4,2
TG 8 M	TR 08645	0,821	8	6,0	4,2	5,0
TG 12 M	TR 12645	0,886	12	6,0	4,2	5,0
TG 12 R	TR 12646	1,016	12	6,0	4,2	6,0
TG 16 L	TR 16745	1,032	16	7,0	4,2	5,0
TG 16 R	TR 16746	1,168	16	7,0	4,2	6,0
TG 20 L	TR 20745	1,111	20	7,0	4,2	5,0
TG 20 R	TR 20756	1,446	20	7,0	5,0	6,0
TG 25 L	TR 25856	1,686	25	8,0	5,0	6,0
TG 25 R	TR 25857	1,855	25	8,0	5,0	7,0

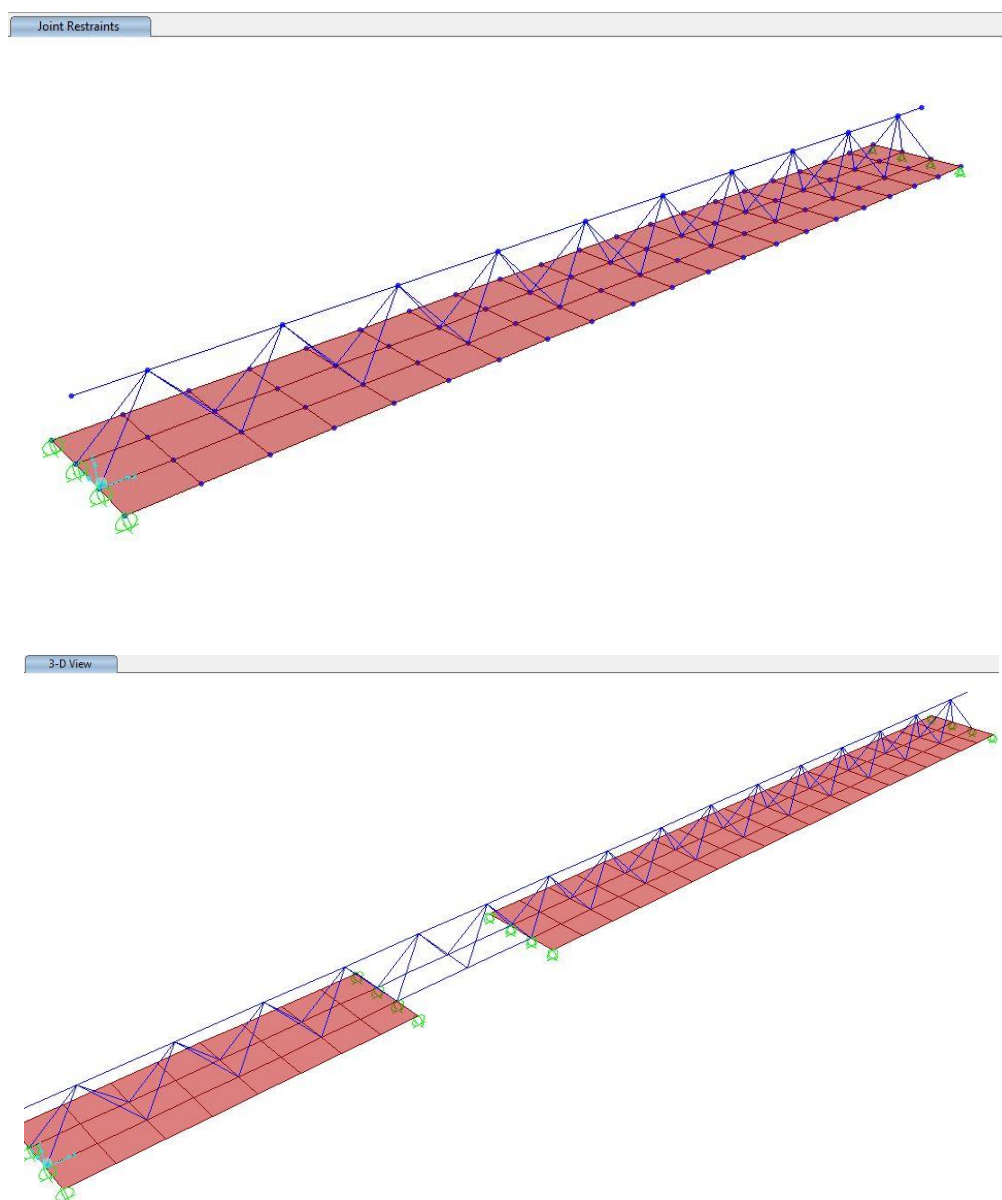
A determinação dos esforços atuantes em cada elemento da treliça e da lajota foi obtido através de um modelo de elementos finitos.

Apresenta-se em continuação o modelo de elementos finitos usado para a determinação dos esforços solicitantes.



### 8.1.1 MODELO DE ELEMENTOS FINITOS PARA AS LAJOTAS PRÉ-MOLDADAS

As lajotas pré-moldadas foram modeladas usando elementos de placas formulados segundo a teoria de Kirchhoff para representar a placa de concreto e elementos de treliça espacial para modelar a treliça eletro soldada. Apresenta-se abaixo os modelos elaborados.



*Figura 27 – Modelo de Elementos Finitos*

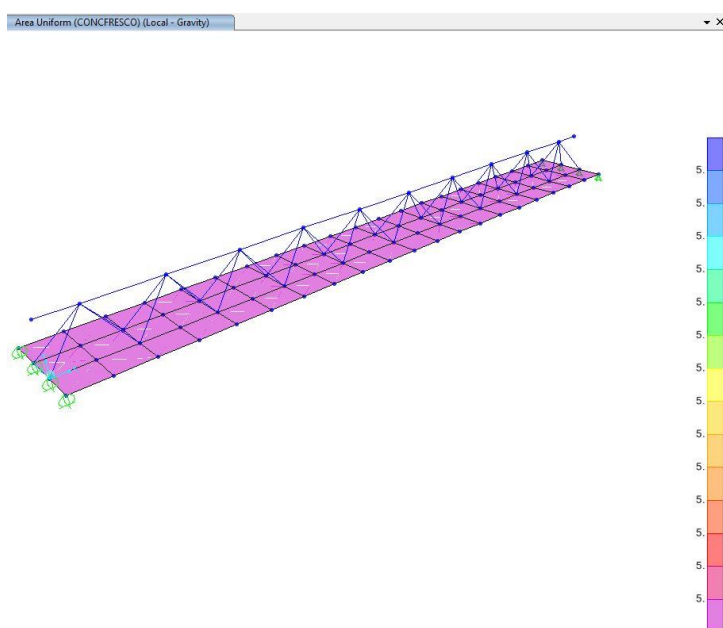
## 8.1.2 CARREGAMENTOS

### Peso Próprio das lajotas

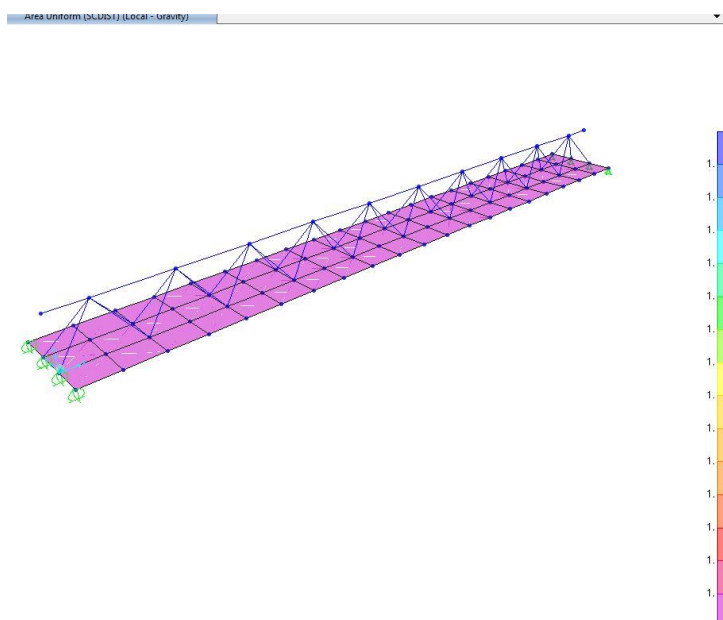
O peso próprio das lajotas de espessura de 7cm será aplicado automaticamente pelo programa usando como parâmetros a geometria da lajota e o seu peso específico

### Peso da camada de concreto Adicional

Como a laje do tabuleiro possui espessura variável, adotou-se como peso do concreto fresco o peso gerado pela espessura máxima de 20cm ( a favor da segurança) no valor de 5 KN/m<sup>2</sup>.

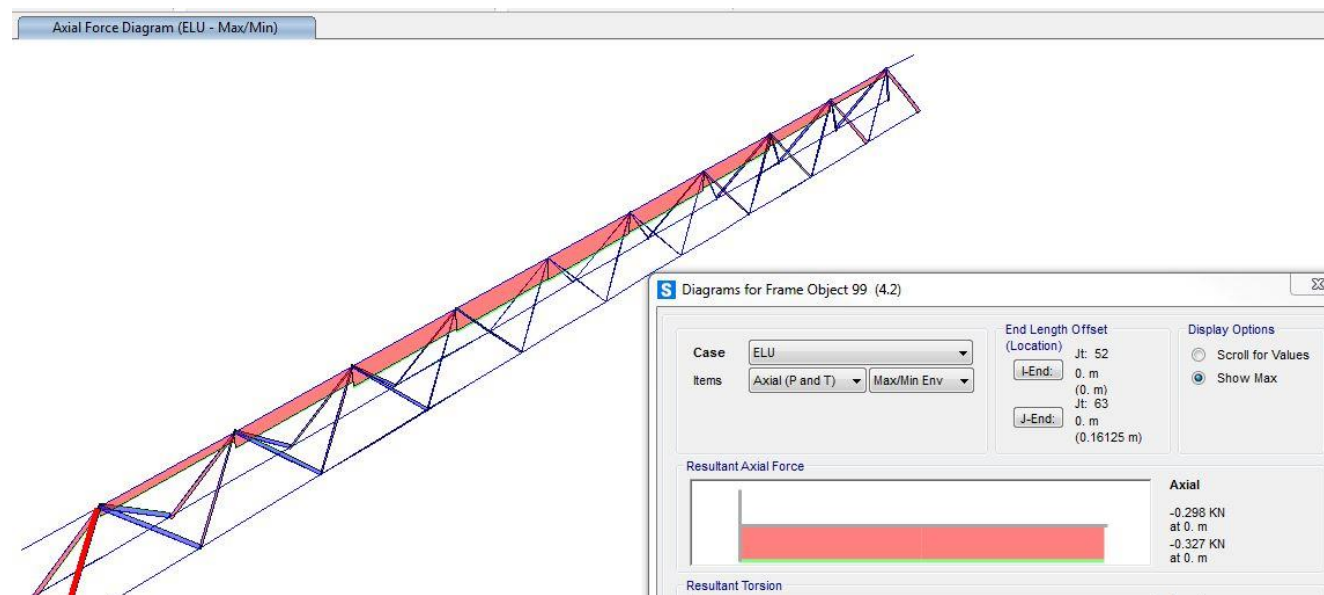
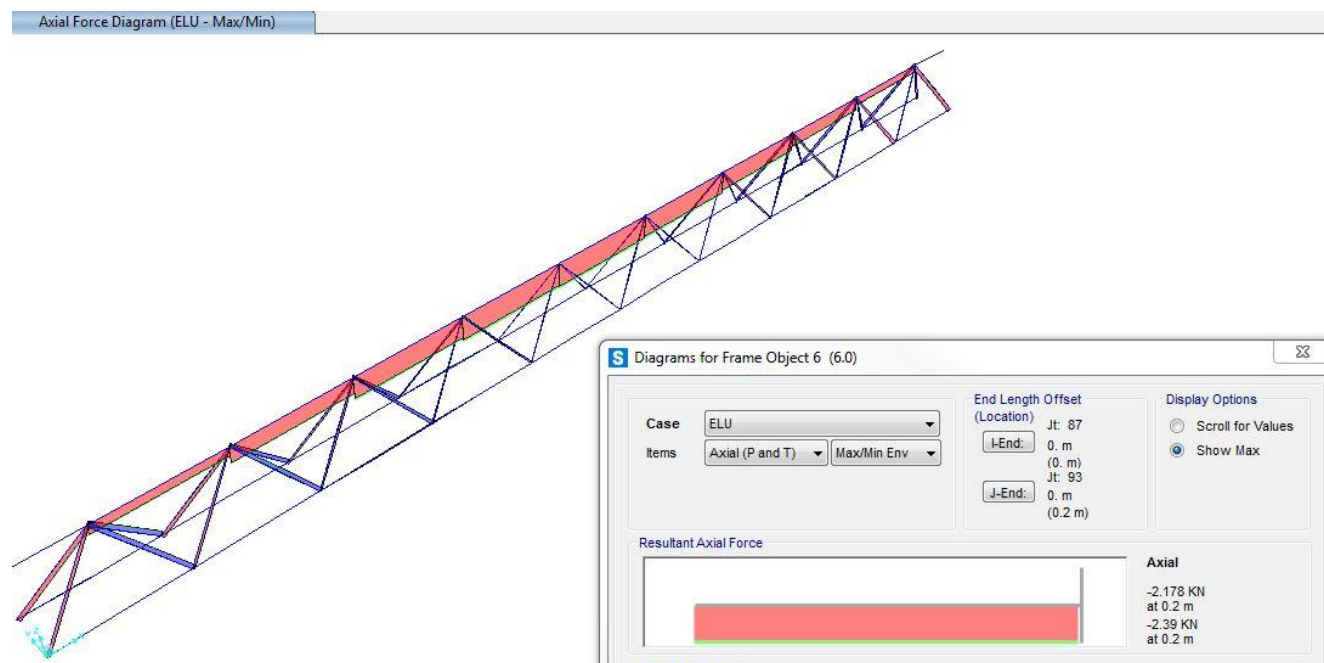


Adicionalmente, para o dimensionamento, utilizou-se uma sobrecarga de lançamento de 1 KN/m<sup>2</sup>.

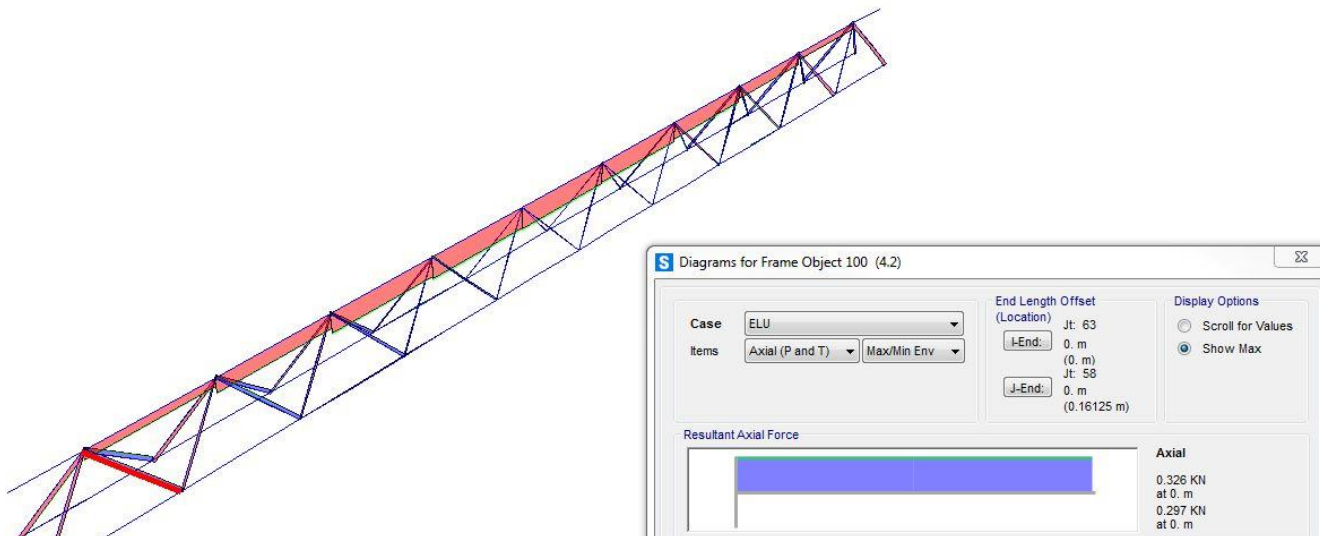


Apresenta-se em continuação, os esforços solicitantes de calculo nas treliças:

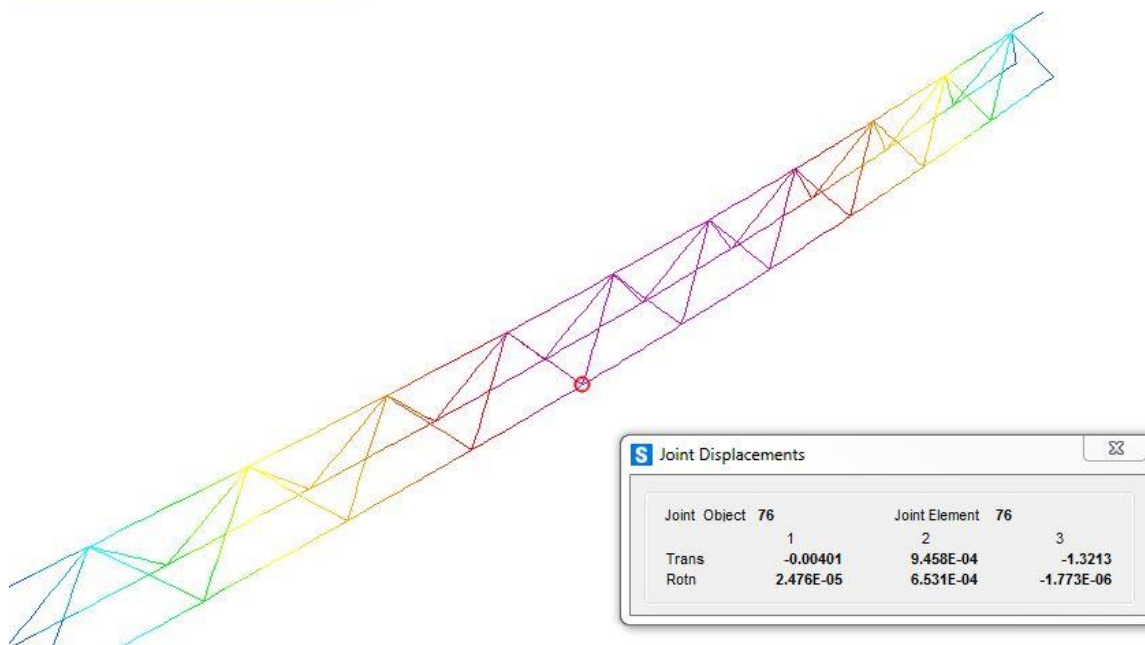
## TRELIÇA BI-APOIADA



Axial Force Diagram (ELU - Max/Min)



Deformed Shape (ELS) - Contours for Uz



### **RESUMO TRELIÇA BI-APOIADA:**

Banzo superior:

$N_d = -2,9 \text{ KN}$

Diagonal:

$N_d = -0,33 \text{ KN}$

$T_d = 0,33 \text{ KN}$

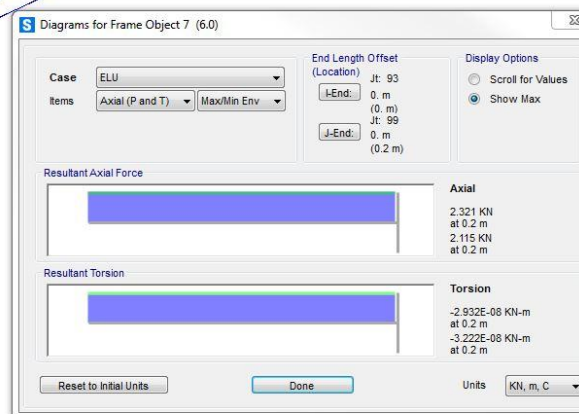
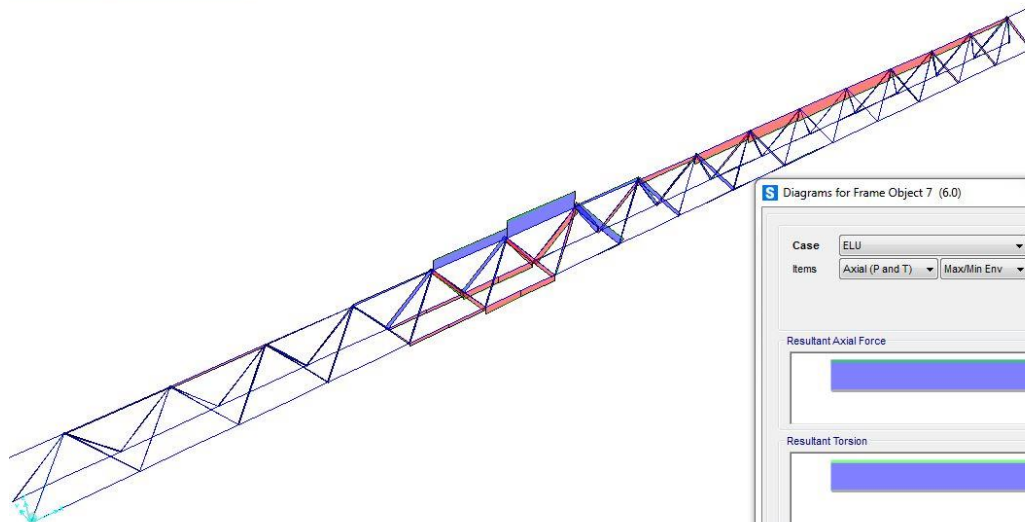
Banzo Inferior:

$T_d = 0,32 \text{ KN}$

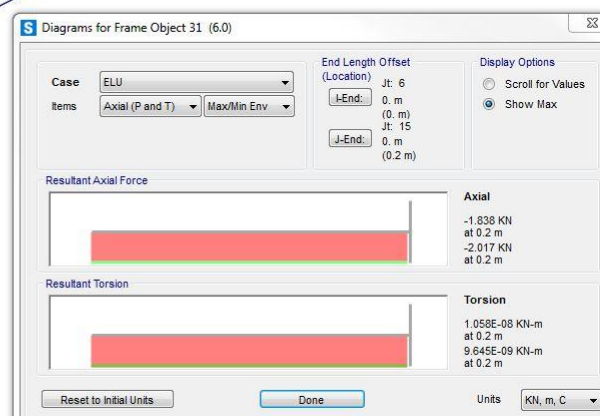
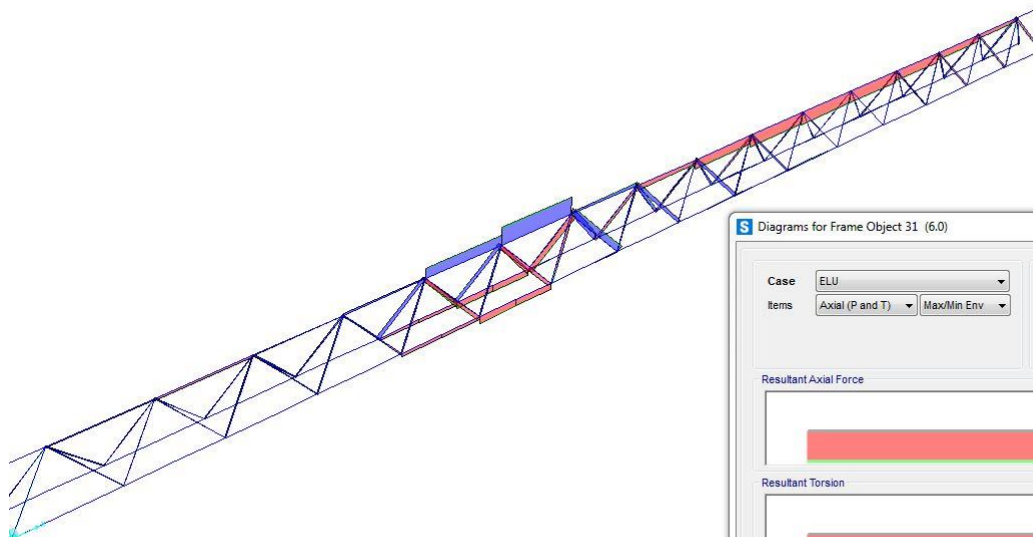
Deformação: 1,3mm

## TRELIÇA EM BALANÇO

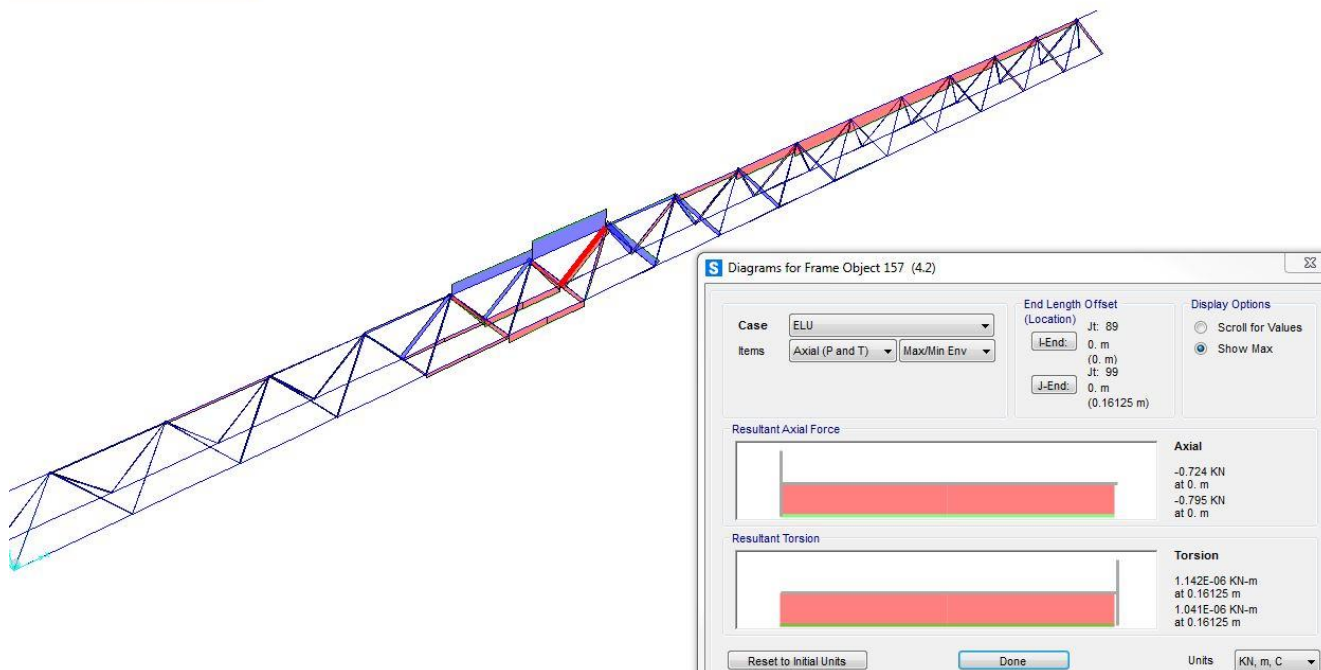
Axial Force Diagram (ELU - Max/Min)



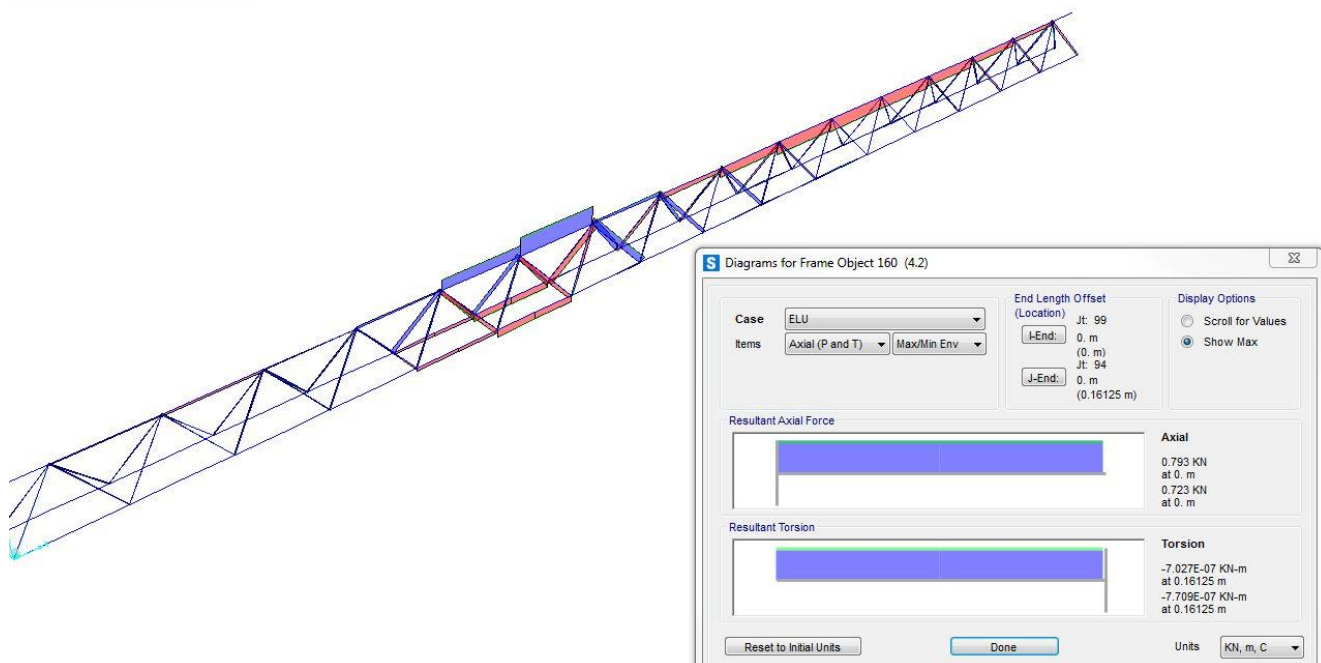
Axial Force Diagram (ELU - Max/Min)



Axial Force Diagram (ELU - Max/Min)

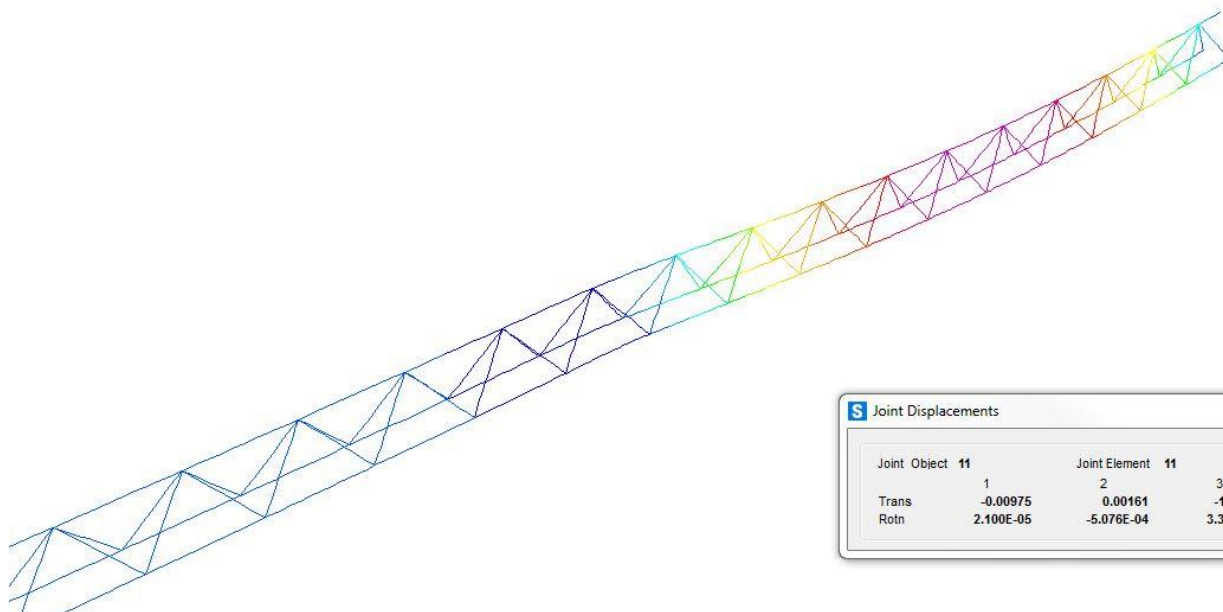


Axial Force Diagram (ELU - Max/Min)





Deformed Shape (ELS) - Contours for Uz



Joint Displacements			
Joint	Object	Joint Element	11
	1	2	3
Trans	-0.00975	0.00161	-1.12512
Rotn	2.100E-05	-5.076E-04	3.302E-06

## **RESUMO TRELIÇA EM BALANÇO:**

Banzo superior:

Nd = -2,01 KN

Nt = 2,32 KN

Diagonal:

Nd = -0,79 KN

Td = 0,79 KN

Banzo Inferior:

Td = 0,26 KN

Deformação: 1,15 mm

### 8.1.3 VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS COMPRIMIDOS

Banzo superior mais comprimido é solicitado em  $-2,09 \text{ kN} < -2,50 \text{ kN} \rightarrow \text{ok}$

O elemento mais comprimido foi verificado quanto a estabilidade a compressão de acordo com as prescrições da NBR 8800:2008.

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(K_x \cdot L_x)^2} = 3.1 \text{ kN}$$

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 3.1 \text{ kN}$$

$$N_e = 3.1 \text{ kN}$$

$$Q = 1.0 \quad \text{Fator de redução associado à instabilidade local}$$

$$N_{pl} = A \cdot f_y = 17.0 \text{ kN}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{Q \cdot N_{pl}}{N_e}} = 2.3$$

$$\lambda_o > 1,5 \text{ então } \chi = \frac{0,877}{(\lambda_o)^2} = 0.2$$

$$N_{cRd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A \cdot f_y}{1,10} = 2.5 \text{ kN}$$

A diagonal mais comprimida é solicitada em  $-0,79 \text{ kN} < -1,0 \text{ kN} \rightarrow \text{ok}$

O elemento mais comprimido foi verificado quanto a estabilidade a compressão de acordo com as prescrições da NBR 8800:2008.

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(K_x \cdot L_x)^2} = 1.2 \text{ kN}$$

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 1.2 \text{ kN}$$

$$N_e = 1.2 \text{ kN}$$

$$Q = 1.0 \quad \text{Fator de redução associado à instabilidade local}$$

$$N_{pl} = A \cdot f_y = 8.3 \text{ kN}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{Q \cdot N_{pl}}{N_e}} = 2.6$$

$$\lambda_o > 1,5 \text{ então } \chi = \frac{0,877}{(\lambda_o)^2} = 0.1$$

$$N_{cRd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A \cdot f_y}{1,10} = 1.0 \text{ kN}$$

### 8.1.4 VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS TRACIONADOS

Banzo superior mais tracionado é solicitado em  $-2,32 \text{ kN} < 15,40 \text{ kN} \rightarrow \text{ok}$

O elemento mais comprimido foi verificado quanto a estabilidade a compressão de acordo com as prescrições da NBR 8800:2008.

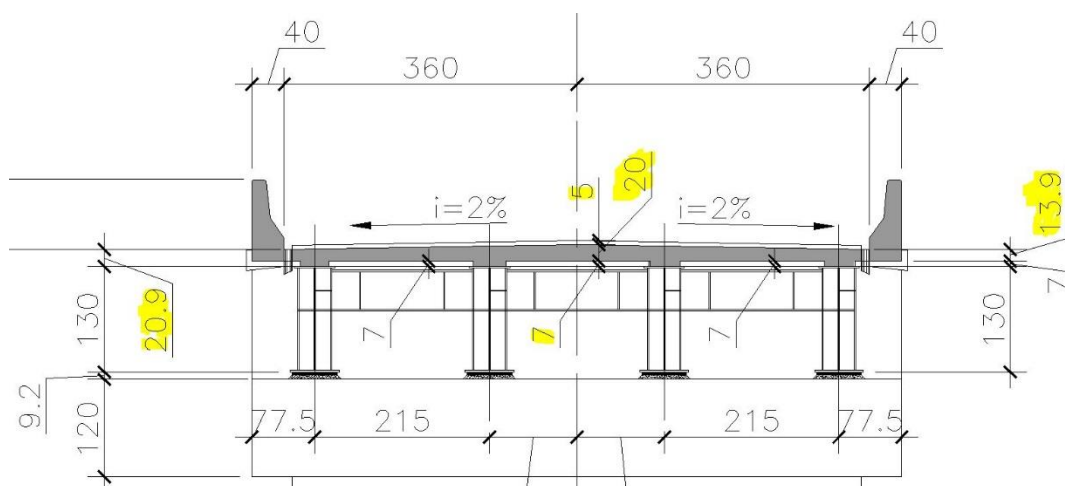
$$\begin{aligned}
 C_T &= 1.0 && \text{Coeficiente de redução da área líquida} \\
 A_n &= 0.3 \text{ cm}^2 && \text{Área líquida da seção transversal} \\
 A_e &= C_T \cdot A_n = 0.3 \text{ cm}^2 && \text{Área líquida efetiva da seção transversal} \\
 N_{tRd1} &= \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 15.4 \text{ kN} && \text{Resistência de escoamento} \\
 N_{tRd} &= 15.4 \text{ kN} && \text{Força normal resistente de cálculo à tração}
 \end{aligned}$$

A diagonal mais tracionada é solicitada em  $0,79 \text{ kN} < 7,6 \text{ kN} \rightarrow \text{ok}$

O elemento mais comprimido foi verificado quanto a estabilidade a compressão de acordo com as prescrições da NBR 8800:2008.

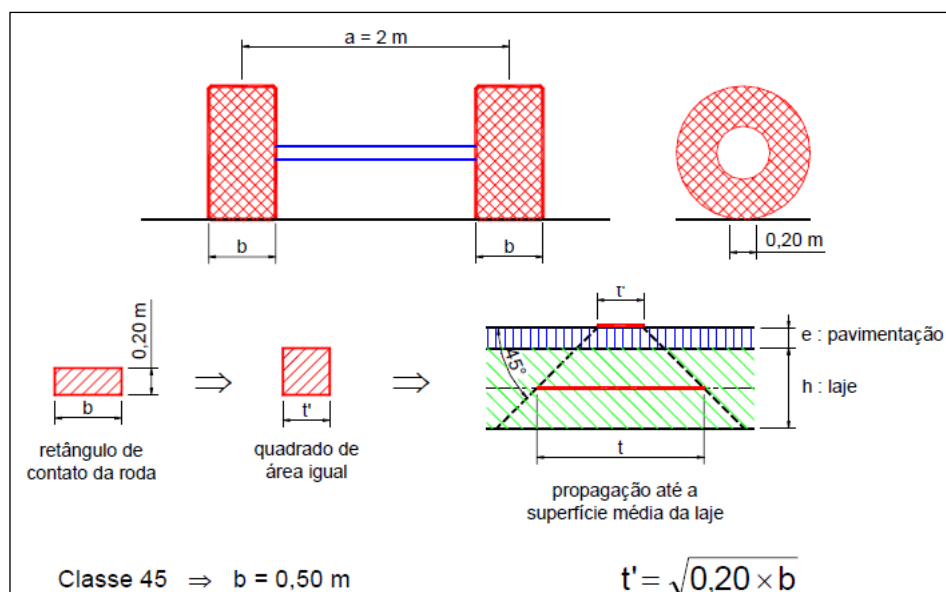
$$\begin{aligned}
 C_T &= 1.0 && \text{Coeficiente de redução da área líquida} \\
 A_n &= 0.1 \text{ cm}^2 && \text{Área líquida da seção transversal} \\
 A_e &= C_T \cdot A_n = 0.1 \text{ cm}^2 && \text{Área líquida efetiva da seção transversal} \\
 N_{tRd1} &= \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 7.6 \text{ kN} && \text{Resistência de escoamento} \\
 N_{tRd} &= 7.6 \text{ kN} && \text{Força normal resistente de cálculo à tração}
 \end{aligned}$$

### 8.1.5 Dimensionamento das armaduras das lajes compostas (pré-lajes + capeamento)



Os esforços solicitantes das lajes foi obtido através das tabelas de Rüsç.

Desta forma tem-se:



A fim de introduzir o efeito da continuidade das lajes, os momentos obtidos serão corrigidos, quando do dimensionamento final, segundo um fator proposto por Rüsç.

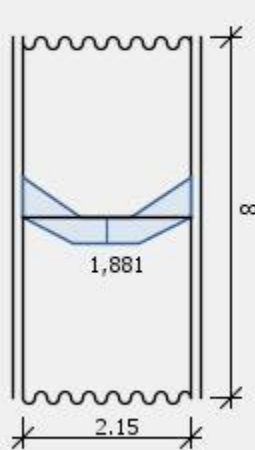
Para momentos positivos:

$$\text{Fator de correção} \rightarrow \varphi = \frac{1,2}{1+0,0540} \cdot 1,10 = 1,25$$

Para momentos negativos:

$$\text{Fator de correção} \rightarrow \varphi = \frac{1,2}{1+0,0540} \cdot 0,92 = 1,04$$

Combinação Última: 1,35 x Carga Permanente + 1,5 x Carga móvel com impacto



**Dimensões:**

$l_x = 2,15$  m

$l_y = \infty$  m

$t = 0,25$  m

$a = 2$  m

**Vinculações:**

Borda superior: Indefinida

Borda inferior: Indefinida

Borda esquerda: Engastada

Borda direita: Engastada

Direção do tráfego: ☒ ☐

Coeficiente de Impacto ( $\phi$ ) :

**Calcular**
Mxm
Mym
Mxe

$l_x/a$	$t/a$				Para todos os valores de $t/a$	
	0,125	0,250	0,5	1,0		
	L	L	L	L	p	p'
0,5	0,118	0,083	0,041	0,02	0,0	0,0
1,0	0,171	0,129	0,078	0,061	0,0	0,0
1,5	0,266	0,216	0,175	0,12	0,0	0,05
2,0	0,332	0,29	0,25	0,195	0,0	0,1
2,5	0,399	0,357	0,318	0,264	0,0	0,27
3,0	0,452	0,415	0,37	0,33	0,3	0,53
4,0	0,56	0,52	0,485	0,44	0,8	1,11
5,0	0,65	0,62	0,58	0,53	1,25	1,79
6,0	0,74	0,71	0,67	0,63	1,65	2,9
7,0	0,82	0,79	0,75	0,7	2,0	4,5
8,0	0,87	0,85	0,81	0,76	2,4	6,3
9,0	0,91	0,89	0,85	0,8	2,75	8,4
10,0	0,94	0,91	0,87	0,82	3,12	10,55

**Resultados:**

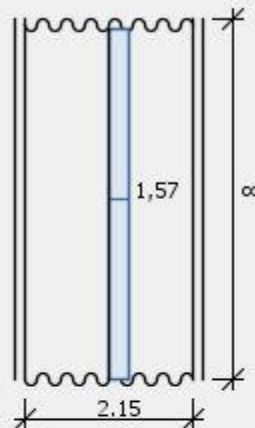
Tabela Utilizada: 27

**Cargas Móveis:**  
 $M_L = 0,185$   
 $M_P = 0,000$   
 $M_{P'} = 0,007$   
 $M_{xm} = 1,881 \text{ tf.m/m}$

**Cargas Permanentes:**  
 $k_{xm} = 0,042$   
 $M_{xm} = 0,222 \text{ tf.m/m}$

Correção dos esforços de carga móvel:

$$M_{xm} = 1,04 \times 1,881 = 1,956 \text{ t.m}$$



**Dimensões:**

$l_x = 2,15$  m

$l_y = \infty$  m

$t = 0,25$  m

$a = 2$  m

**Vinculações:**

Borda superior: Indefinida

Borda inferior: Indefinida

Borda esquerda: Engastada

Borda direita: Engastada

**Direção do tráfego:** ☒ ☐

**Coefficiente de Impacto ( $\phi$ ):** 1,35

**Calcular**
Mxm
Mym
Mxe

$l_x/a$	$t/a$				Para todos os valores de $t/a$	
	0,125	0,250	0,5	1,0		
	L	L	L	L	p	p'
0,5	0,097	0,051	0,031	0,008	0,0	0,01
1,0	0,149	0,091	0,051	0,023	0,0	0,01
1,5	0,187	0,134	0,08	0,038	0,0	0,03
2,0	0,215	0,168	0,096	0,064	0,0	0,05
2,5	0,248	0,198	0,137	0,096	0,0	0,13
3,0	0,287	0,239	0,179	0,141	0,05	0,24
4,0	0,361	0,315	0,262	0,222	0,13	0,57
5,0	0,43	0,389	0,338	0,295	0,21	0,83
6,0	0,498	0,457	0,412	0,37	0,28	1,33
7,0	0,56	0,52	0,479	0,433	0,33	2,03
8,0	0,61	0,58	0,54	0,49	0,42	2,89
9,0	0,66	0,63	0,59	0,54	0,48	3,82
10,0	0,71	0,67	0,63	0,58	0,56	4,85

**Resultados:**

Tabela Utilizada: 27

**Cargas Móveis:**  
 $M_L = 0,155$   
 $M_p = 0,000$   
 $M_p' = 0,013$   
 $M_{ym} = 1,575 \text{ tf.m/m}$

**Cargas Permanentes:**  
 $k_{ym} = 0,007$   
 $M_{ym} = 0,037 \text{ tf.m/m}$

Correção dos esforços de carga móvel:

$$M_{ym} = 1,04 \times 1,575 = 1,638 \text{ txm}$$



**Dimensões:**

$l_x = 2,15$  m

$l_y = \infty$  m

$t = 0,25$  m

$a = 2$  m

**Vinculações:**

Borda superior: Indefinida

Borda inferior: Indefinida

Borda esquerda: Engastada

Borda direita: Engastada

**Direção do tráfego:** ☒ ☐

**Coefficiente de Impacto ( $\phi$ ):** 1,35

**Calcular**
Mxm
Mym
Mxe

$l_x/a$	$t/a$				Para todos os valores de $t/a$	
	0,125	0,250	0,5	1,0	$p$	$p'$
	L	L	L	L		
0,5	0,25	0,19	0,12	0,05	0,0	0,1
1,0	0,32	0,26	0,18	0,09	0,0	0,28
1,5	0,42	0,4	0,34	0,25	0,0	0,35
2,0	0,58	0,56	0,51	0,4	0,03	0,35
2,5	0,72	0,7	0,66	0,55	0,08	0,37
3,0	0,85	0,84	0,8	0,78	0,2	0,8
4,0	1,06	1,06	1,01	0,98	0,55	2,2
5,0	1,21	1,21	1,18	1,14	1,0	4,25
6,0	1,32	1,32	1,3	1,26	1,4	7,6
7,0	1,41	1,41	1,4	1,36	2,0	11,8
8,0	1,47	1,47	1,47	1,44	2,4	16,2
9,0	1,52	1,52	1,52	1,5	3,0	21,6
10,0	1,54	1,54	1,54	1,53	3,5	26,3

**Resultados:**

Tabela Utilizada: 27

**Cargas Móveis:**

$M_L = 0,335$

$M_p = 0,000$

$M_{p'} = 0,291$

$M_{xe} = -3,588 \text{ tf.m/m}$

**Cargas Permanentes:**

$k_{xe} = -0,083$

$M_{xe} = -0,443 \text{ tf.m/m}$

Correção dos esforços de carga móvel:

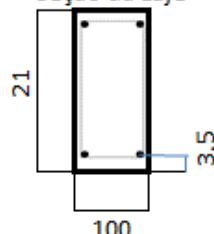
$$M_{xe} = 1,25 \times -3,588 = 4,485 \text{ t.m}$$

**DIMENSIONAMENTO DA LAJE SUPERIOR - VIGA MISTA**  
**FLEXÃO POSITIVA - Mxm**

**1. Dados de entrada**

Mg =	222 kNcm
Mqmax =	1956 kNcm
Mqmin =	0 kNcm
$\gamma_f =$	1.35/1.5
fck =	35 MPa
h =	21 cm
b =	100 cm
c =	3.0 cm
d' =	3.5 cm
Aço	CA-50
CAA	II
$\psi_1 =$	0.8
Md =	3234 kNcm

seção da Laje



Legenda:

M = momento fletor

h = altura da viga

b = base da viga

c = cobrimento

$d' = c + \phi_{est} + \phi/2$

$\psi_1 = 0,5$  p/ verificação das vigas

0,7 p/ verificação das transversinas

0,8 p/ verificação das lajes do tabuleiro

1,0 p/ verificação das pontes ferroviárias e rolantes

Mg = Momento Fletor Nominal de Carga Permanente

Mqmax = Momento Fletor nominal maximo de Carga movel com imp

Mqmin = Momento Fletor nominal minimo de Carga movel com imp

**2. Armadura a flexão**

$$k = \frac{M_d}{f_{ct} \cdot b \cdot d^2} = 0.050 \leq k_L = 0.320 \rightarrow K' = 0.05$$

onde:  $f_{ct} = 0,85 f_{ck} / \gamma_c = 0,85 f_{ck} / 1,4$

$k_L = 0,32$  para  $f_{ck} \leq 35$  Mpa

0,269 para  $f_{ck} > 35$  Mpa

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}$$

$$A_{s1} = \frac{f_{ct} \cdot b \cdot d \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot K'})}{f_{yd}} = 4.39 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{f_{ct} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{K - K'}{1 - d'/d} = 0.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 4.39 \text{ cm}^2$$

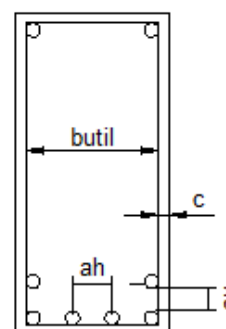
$$\rightarrow A_s = 4.39 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \text{ } \phi 12.5$$

$$A_{smin} = 4.20 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ adotado} = 11.25 \text{ cm}^2 \rightarrow 9 \text{ } \phi 12.5$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais



- na direção horizontal ( $a_h$ )

20 mm

diâmetro da barra 12.5

1,2 vez o diâmetro máximo do agregado

$$\rightarrow a_h = 2$$

- na direção vertical ( $a_v$ )

20 mm

diâmetro da barra 12.5

0,5 vez o diâmetro máximo do agregado

$$\rightarrow a_v = 2$$

$$\text{butil} = b - 2(c - \phi_{est}) \rightarrow \text{butil} = 94.00 \text{ cm}$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{\text{butil} + a_h}{a_h + \phi_{long}} = 29.54 = 29 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camadas}$$

$$A's = A_{s2} / \varphi$$

$$\varphi = \frac{735 \cdot (x/d)_{lim} - (d'/d)}{f_{yd} \cdot (x/d)_{lim}} \leq 1$$

$$\text{onde: } d'/d = 0.201$$

$$(x/d)_{lim} = 0,5 \text{ para } f_{ck} \leq 35 \text{ Mpa}$$

$$\varphi = 1$$

0,4 para  $f_{ck} > 35 \text{ Mpa}$

$$A'_s = 0.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 0 \quad \phi \quad 12.50$$

$$A'_s \text{ adotado} = 12.50 \text{ cm}^2 \rightarrow 10 \quad \phi \quad 12.50$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais

$$a_h = 2 \quad a_v = 2$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{b_{util} + a_h}{a_h + \phi_{long}} = 29.54 = 29 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camadas}$$

### 3. Cálculo da Tensão $\sigma_c$ no Estádio II

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cs}} = 7.46$$

$$X_{II} = -A + (A^2 + B)^{1/2}$$

$$\text{onde: } A = (\alpha_e A_s + \alpha'_e A'_s) / b$$

$$B = 2(\alpha_e A_s d + \alpha'_e A'_s d') / b$$

$$\alpha'_e = \alpha_e - 1$$

$$\alpha'_e = 6.46$$

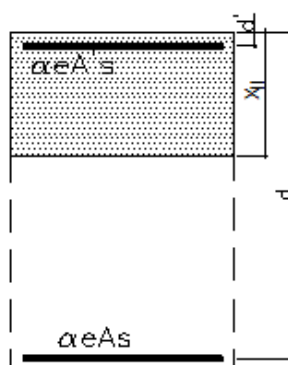
$$A = 1.65$$

$$B = 34.85$$

$$X_{II} = 4.48 \text{ cm}$$

$$I_{II} = \frac{b X_{II}^3}{3} + \alpha'_e A'_s (X_{II} - d')^2 + \alpha_e A_s (d - X_{II})^2$$

$$I_{II} = 17078.82 \text{ cm}^4$$



### 4. Verificação da fadiga

$$M_{servmax} = Mg + \psi_1 M_q$$

$$M_{serv, max} = 1787 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto máximo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 0.47 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura máxima

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 0.77 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma_s = 10.08 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{servmin} = Mg + \psi_1 M_{qmin}$$

$$M_{serv} = 222 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto mínimo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 0.06 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura mínimo

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 0.10 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma'_s = 1.25 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_s = \sigma_{smax} - \sigma_{smin} \rightarrow \Delta\sigma_s = 8.83 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta f_{s,fad,min} = 190 \text{ MPa} = 19.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_s < \Delta f_{s,fad,min} \quad \text{OK}$$

### 5. Verificação da fissuração

$$7,5\phi = 9.375$$

$$A_{cr} = 1287.5 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{r,cal} = 0.9 \%$$

Abertura estimada da fissura é o menor entre os valores obtidos nas expressões a seguir

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si} \cdot 3 \cdot \sigma_{si}}{12,5 \cdot \eta_1 \cdot E_{si} \cdot f_{ctm}}$$

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si}}{12,5 \cdot \eta_1 \cdot E_{si}} \left( \frac{4}{\rho_i} + 45 \right)$$

$$\text{Abertura máxima } W_k = 0.3 \text{ mm}$$

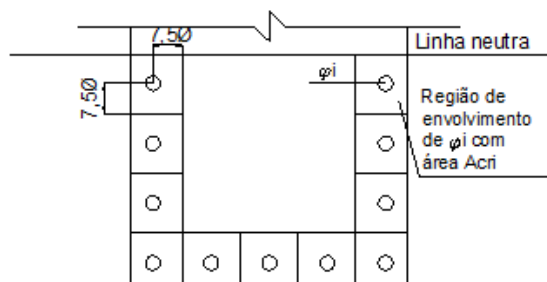
$$w = 0.02 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

onde:

$\sigma_{si}$  é a tensão de tração no centro de gravidade da armadura considerada, calculada no estágio II

$\eta_1$  é a taxa de armadura passiva em relação à área da região de envolvimento Acri

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} \text{ em MPa}$$

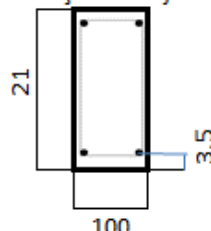


**DIMENSIONAMENTO DA LAJE SUPERIOR - VIGA MISTA**  
**FLEXÃO POSITIVA -  $M_{ym}$**

**1. Dados de entrada**

$M_g =$	37 kNcm
$M_{qmax} =$	1638 kNcm
$M_{qmin} =$	0 kNcm
$\gamma_f =$	1.35/1.5
$f_{ck} =$	35 MPa
$h =$	21 cm
$b =$	100 cm
$c =$	3.0 cm
$d' =$	3.5 cm
Aço	CA-50
CAA	II
$\psi_1 =$	0.8
$M_d =$	2507 kNcm

seção da Laje



Legenda:

$M$  = momento fletor

$h$  = altura da viga

$b$  = base da viga

$c$  = cobrimento

$d' = c + \phi_{est} + \phi/2$

$\psi_1 = 0,5$  p/ verificação das vigas

$0,7$  p/ verificação das transversinas

$0,8$  p/ verificação das lajes do tabuleiro

$1,0$  p/ verificação das pontes ferroviárias e rolantes

$M_g$  = Momento Fletor Nominal de Carga Permanente

$M_{qmax}$  = Momento Fletor nominal máximo de Carga movel com imp

$M_{qmin}$  = Momento Fletor nominal mínimo de Carga movel com imp

**2. Armadura a flexão**

$$k = \frac{M_d}{f_c \cdot b \cdot d^2} = 0.039 \leq k_L = 0.320 \rightarrow K' = 0.039$$

onde:  $f_c = 0,85 f_{ck} / \gamma_c = 0,85 f_{ck} / 1,4$

$K_L = 0,32$  para  $f_{ck} \leq 35$  Mpa

$0,269$  para  $f_{ck} > 35$  Mpa

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}$$

$$A_{s1} = \frac{f_c \cdot b \cdot d \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot K'})}{f_{yd}} = 3.36 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{f_c \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{K - K'}{1 - d'/d} = 0.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 3.36 \text{ cm}^2$$

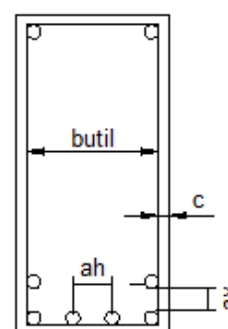
$$\rightarrow A_s = 4.22 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \text{ } \phi \text{ } 12.5$$

$$A_{smin} = 4.22 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ adotado} = 7.50 \text{ cm}^2 \rightarrow 6 \text{ } \phi \text{ } 12.5$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais



na direção horizontal ( $a_h$ )

20 mm

diâmetro da barra 12.5

1,2 vez o diâmetro máximo do agregado

$$\rightarrow a_h = 2$$

na direção vertical ( $a_v$ )

20 mm

diâmetro da barra 12.5

0,5 vez o diâmetro máximo do agregado

$$\rightarrow a_v = 2$$

$$\text{butil} = b - 2(c - \phi_{est}) \rightarrow \text{butil} = 94.00 \text{ cm}$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{\text{butil} + a_h}{a_h + \phi_{long}} = 29.54 = 29 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camadas}$$

$$A's = A_s / \varphi$$

$$\varphi = \frac{735 \cdot (x/d)_{lim} - (d'/d)}{f_{yd} \cdot (x/d)_{lim}} \leq 1$$

$$\text{onde: } d'/d = 0.200$$

$$(x/d)_{lim} = 0,5 \text{ para } f_{ck} \leq 35 \text{ Mpa}$$

$$\varphi = 1$$

0,4 para  $f_{ck} > 35 \text{ Mpa}$

$$A's = 0.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 0 \quad \phi \quad 12.50$$

$$A's \text{ adotado} = 7.50 \text{ cm}^2 \rightarrow 6 \quad \phi \quad 12.50$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais

$$a_h = 2 \quad a_v = 2$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{b_{util} + a_h}{a_h + \phi_{long}} = 29.54 = 29 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camadas}$$

### 3. Cálculo da Tensão $\sigma_c$ no Estádio II

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cs}} = 7.46$$

$$X_{II} = -A + (A^2 + B)^{1/2}$$

$$\text{onde: } A = (\alpha_e A_s + \alpha'_e A'_s) / b$$

$$B = 2(\alpha_e A_s d + \alpha'_e A'_s d') / b$$

$$\alpha'_e = \alpha_e - 1$$

$$\alpha'_e = 6.46$$

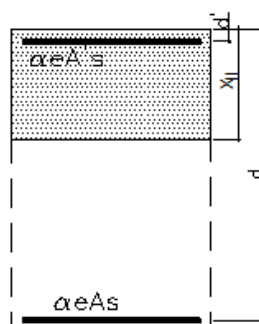
$$A = 1.04$$

$$B = 22.97$$

$$X_{II} = 3.86 \text{ cm}$$

$$I_{II} = \frac{b X_{II}^3}{3} + \alpha'_e A'_s (X_{II} - d')^2 + \alpha_e A_s (d - X_{II})^2$$

$$I_{II} = 12328.99 \text{ cm}^4$$



### 4. Verificação da fadiga

$$M_{servmax} = Mg + \psi M_q$$

$$M_{serv, \max} = 1347 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto máximo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 0.42 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura máxima

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 0.29 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma_s = 11.12 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{servmin} = Mg + \psi M_{qmin}$$

$$M_{serv} = 37 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto mínimo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 0.01 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura mínimo

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 0.01 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma_s = 0.31 \text{ kN/cm}^2$$



$$\Delta\sigma_s = \sigma_{smax} - \sigma_{smin} \rightarrow \Delta\sigma_s = 10.81 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta f_{s,fad,min} = 190 \text{ MPa} = 19.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_s < \Delta f_{s,fad,min} \quad \text{OK}$$

### 5. Verificação da fissuração

$$7,5\phi = 9.375$$

$$A_{cr} = 1287.5 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{r,cal} = 0.6 \%$$

Abertura estimada da fissura é o menor entre os valores obtidos nas expressões a seguir

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si} \cdot 3 \cdot \sigma_{si}}{12,5 \cdot \eta_1 \cdot E_{si} \cdot f_{ctm}}$$

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si}}{12,5 \cdot \eta_1 \cdot E_{si}} \left( \frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right)$$

$$\text{Abertura máxima } w_k = 0.3 \text{ mm}$$

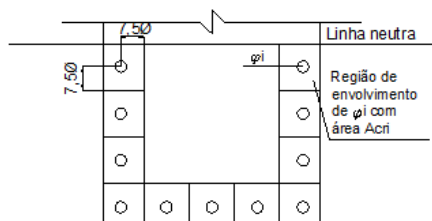
$$w = 0.02 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

onde:

$\sigma_{si}$  é a tensão de tração no centro de gravidade da armadura considerada, calculada no estágio II

$\eta_1$  é a taxa de armadura passiva em relação à área da região de envolvimento  $A_{cri}$

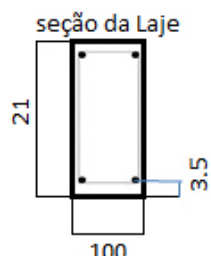
$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} \text{ em MPa}$$



**DIMENSIONAMENTO DA LAJE SUPERIOR - VIGA MISTA**  
**FLEXÃO NEGATIVA - Mxe**

**1. Dados de entrada**

Mg =	443 kNcm
Mqmax =	4485 kNcm
Mqmin =	0 kNcm
$\gamma_f =$	1.35/1.5
fck =	35 MPa
h =	21 cm
b =	100 cm
c =	3.0 cm
d' =	3.5 cm
Aço	CA-50
CAA	II
$\psi_1 =$	0.8
Md =	7326 kNcm



Legenda:

M = momento fletor

h = altura da viga

b = base da viga

c = cobrimento

$d' = c + \phi_{est} + \phi/2$

$\psi_1 =$  0,5 p/ verificação das vigas

0,7 p/ verificação das transversinas

0,8 p/ verificação das lajes do tabuleiro

1,0 p/ verificação das pontes ferroviárias e rolantes

Mg = Momento Fletor Nominal de Carga Permanente

Mqmax = Momento Fletor nominal máximo de Carga movel com imp

Mqmin = Momento Fletor nominal mínimo de Carga movel com imp

**2. Armadura a flexão**

$$k = \frac{M_d}{f_c \cdot b \cdot d^2} = 0.113 \leq k_L = 0.320 \rightarrow K' = 0.113$$

onde:  $f_c = 0,85f_{ck}/\gamma_c = 0,85f_{ck}/1,4$

$K_L = 0,32$  para  $f_{ck} \leq 35$  Mpa

0,269 para  $f_{ck} > 35$  Mpa

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}$$

$$A_{s1} = \frac{f_c \cdot b \cdot d \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot K'})}{f_{yd}} = 10.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{f_c \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{K - K'}{1 - d'/d} = 0.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 10.24 \text{ cm}^2$$

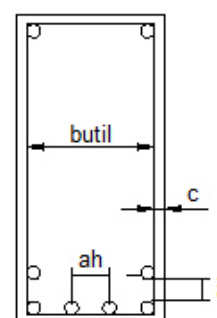
$$\rightarrow A_s = 10.24 \text{ cm}^2 \rightarrow 9 \quad \phi \quad 12.5$$

$$A_{smin} = 4.22 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ adotado} = 12.50 \text{ cm}^2 \rightarrow 10 \quad \phi \quad 12.5$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais



- na direção horizontal ( $a_h$ )

20 mm

$$\rightarrow a_h = 2$$

diâmetro da barra 12.5

1,2 vez o diâmetro máximo do agregado

- na direção vertical ( $a_v$ )

20 mm

$$\rightarrow a_v = 2$$

diâmetro da barra 12.5

0,5 vez o diâmetro máximo do agregado

$$\text{butil} = b - 2(c - \phi_{est}) \rightarrow \text{butil} = 94.00 \text{ cm}$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{\text{butil} + a_h}{a_h + \phi_{long}} = 29.54 = 29 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camadas}$$

$$A's = A_s / \varphi$$

$$\varphi = \frac{735 \cdot (x/d)_{lim} - (d'/d)}{f_{yd} \cdot (x/d)_{lim}} \leq 1$$

$$\text{onde: } d'/d = 0.200$$

$(x/d)_{lim} = 0,5$  para  $f_{ck} \leq 35$  Mpa

$$\varphi = 1$$

0,4 para  $f_{ck} > 35 \text{ Mpa}$

$$A'_s = 0.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 0 \quad \phi \quad 12.50$$

$$A'_s \text{ adotado} = 11.25 \text{ cm}^2 \rightarrow 9 \quad \phi \quad 12.50$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais

$$a_h = 2 \quad a_v = 2$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{\text{butil} + a_h}{a_h + \phi_{\text{long}}} = 29.54 = 29 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camadas}$$

### 3. Cálculo da Tensão $\sigma_{si}$ no Estádio II

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cs}} = 7.46$$

$$X_{II} = -A + (A^2 + B)^{1/2}$$

$$\text{onde: } A = (\alpha_e A_s + \alpha'_e A'_s) / b$$

$$B = 2(\alpha_e A_s d + \alpha'_e A'_s d') / b$$

$$\alpha'_e = \alpha_e - 1$$

$$\alpha'_e = 6.46$$

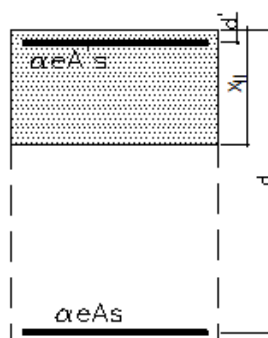
$$A = 1.66$$

$$B = 37.71$$

$$X_{II} = 4.70 \text{ cm}$$

$$I_{II} = \frac{b X_{II}^3}{3} + \alpha'_e A'_s (X_{II} - d')^2 + \alpha_e A_s (d - X_{II})^2$$

$$I_{II} = 18837.81 \text{ cm}^4$$



### 4. Verificação da fadiga

$$M_{servmax} = Mg + \psi_1 M_q$$

$$M_{serv, \max} = 4031 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto máximo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 1.01 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura máxima

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 1.92 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma_s = 20.42 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{servmin} = Mg + \psi_1 M_{qmi}$$

$$M_{serv} = 443 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto mínimo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 0.11 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura mínimo

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 0.21 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma_s = 2.24 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_s = \sigma_{smax} - \sigma_{smin} \rightarrow \Delta\sigma_s = 18.18 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta f_{s,fad,min} = 190 \text{ MPa} = 19.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_s < \Delta f_{s,fad,min} \quad \text{OK}$$

### 5. Verificação da fissuração

$$7,5\phi = 9.375$$

$$A_{cr} = 1287.5 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{r,cal} = 1.0 \%$$

Abertura estimada da fissura é o menor entre os valores obtidos nas expressões a seguir

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si} \cdot 3 \cdot \sigma_{si}}{12.5 \cdot \gamma_1 \cdot E_{si} \cdot f_{ctm}}$$

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si}}{12.5 \cdot \gamma_1 \cdot E_{si}} \left( \frac{4}{\rho_i} + 45 \right)$$

$$\text{Abertura máxima } W_k = 0.3 \text{ mm}$$

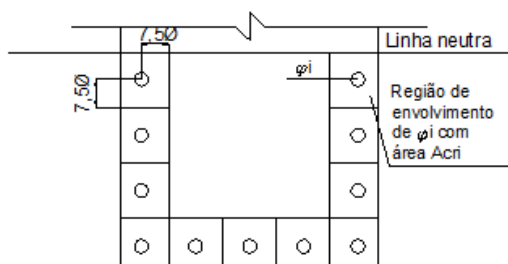
$$w = 0.08 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

onde:

$\sigma_{si}$  é a tensão de tração no centro de gravidade da armadura considerada, calculada no estágio II

$\gamma_1$  é a taxa de armadura passiva em relação à área da região de envolvimento  $A_{cr}$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} \text{ em MPa}$$



### Verificação ao Cisalhamento

As elementos lineares com relação  $b_w \geq 5d$  podem prescindir de armadura transversal para resistir aos esforços de tração oriundos da força cortante, quando a força cortante de cálculo obedecer à expressão:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd1}$$

onde,

$$V_{Rd1} = \left[ \tau_{Rd} k (1.2 + 40 \rho_1) - 0.15 \sigma_{cp} \right] b_w d$$

Será desprezada a contribuição das treliças á resistência ao cisalhamento. Para a roda mais próxima do apoio da laje temos:

$$V_d = 1,35 \times 6,7 + (1,5 \times 75 \text{ kN} \times 1,35) = 160,92 \text{ kN}$$

$$\text{Largura de contribuição} = 50 \text{ cm} + 2 \times 20 \text{ cm} = 90 \text{ cm}$$

$$\text{Para 1 metro de largura temos } 160,92 \times 1/0,9 = 178,80 \text{ kN}$$

## 8.2 LAJES MACIÇAS DO SISTEMA DE PÓRTICOS

O dimensionamento estrutural das lajes será efetuado para a envoltória de carregamentos máximos e mínimos. As envoltórias de esforços solicitantes nominais para cada caso de carregamento encontram-se representadas nos diagramas seguintes. Estes diagramas apresentam os esforços atuando no eixo de apoio do sistema.

Para o dimensionamento à flexão serão adotados os esforços máximos na região de engaste das lajes com os pilares e vigas travessas conforme item da NBR 6118. Para o esforço cortante o esforço será tomado na face de apoio das lajes.

### 14.6.2.1 Trechos rígidos

Os trechos de elementos lineares pertencentes à região comum ao cruzamento de dois ou mais elementos podem ser considerados rígidos (nós de dimensões finitas), da maneira como é ilustrado na Figura 14.1.

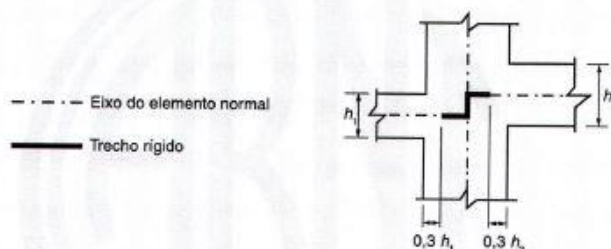


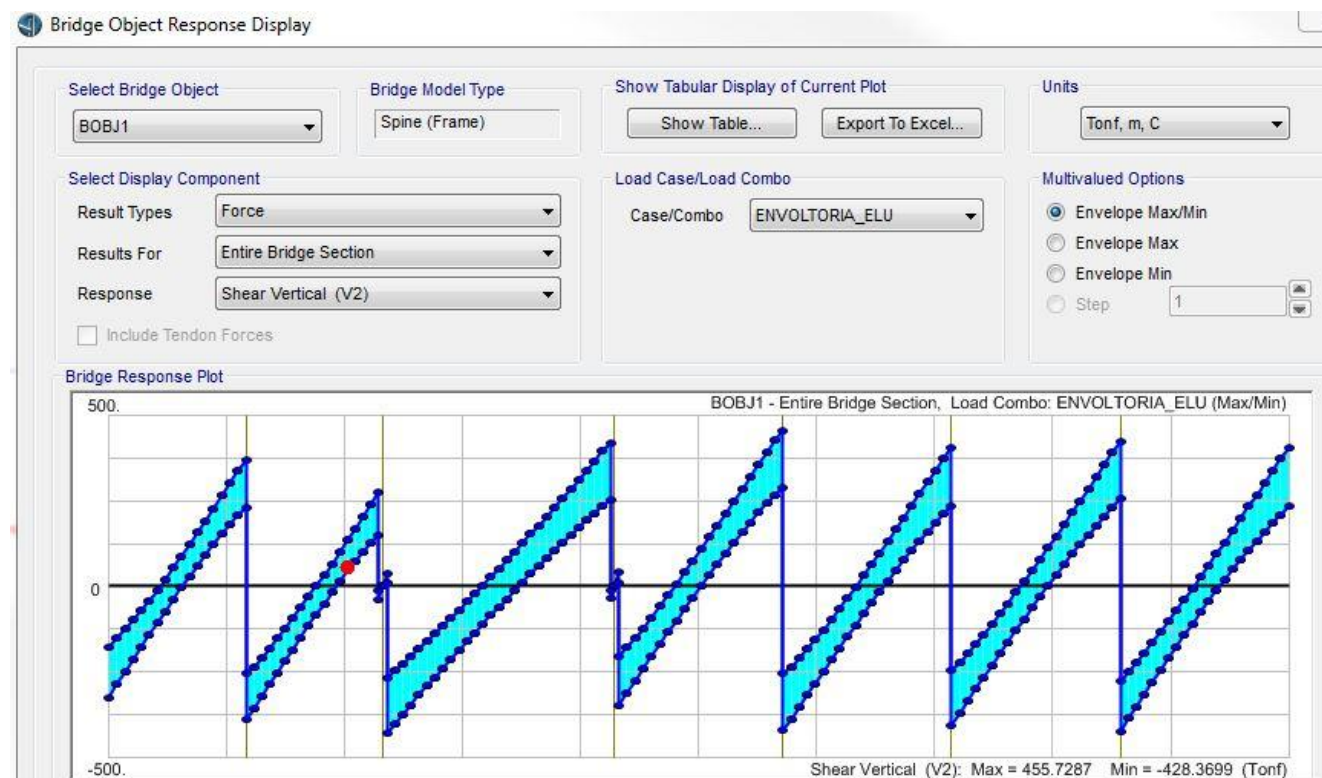
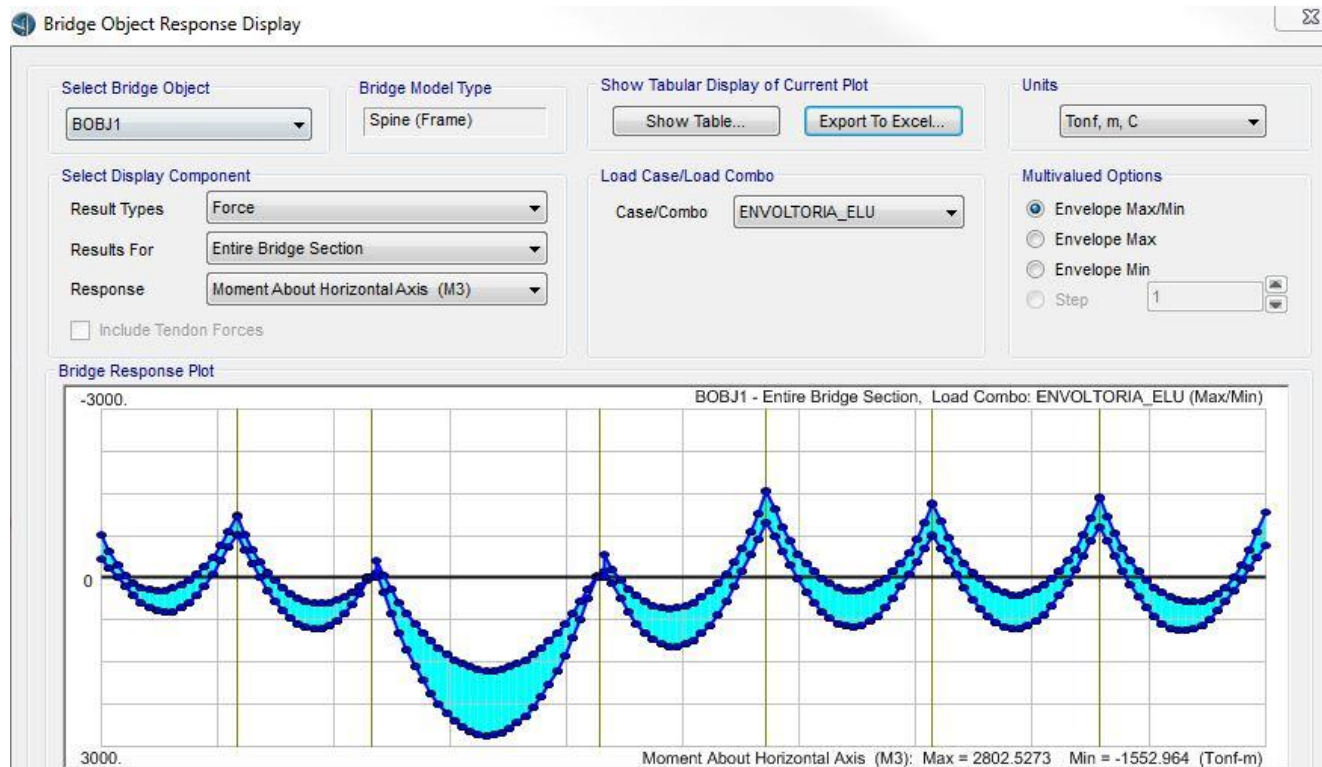
Figura 14.1 – Trechos rígidos

### CASOS DE CARREGAMENTO E.L.U:

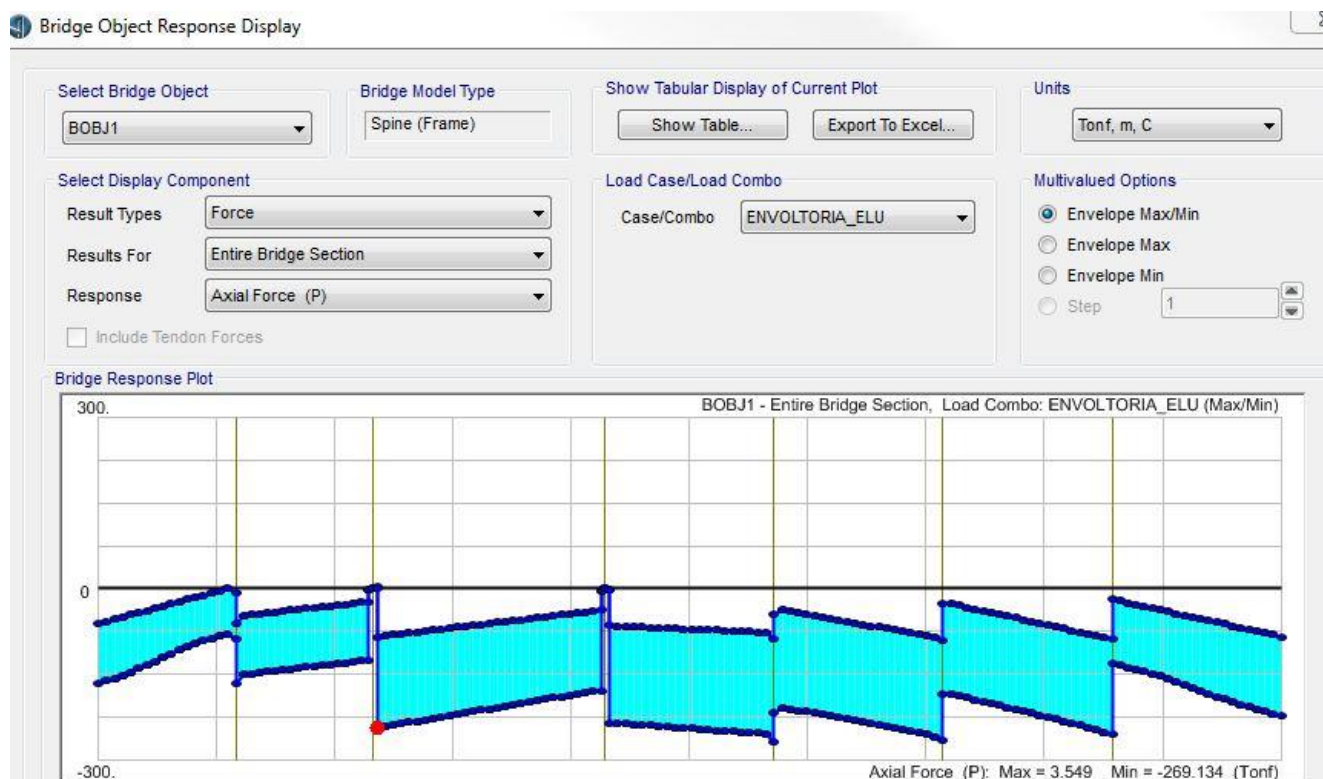
ELU1: 1,35CP + 1,5VY+  
 ELU2: 1,35CP + 1,5VY-  
 ELU3: 1,35CP + 1,5TEMP+  
 ELU4: 1,35CP + 1,5TEMP-  
 ELU5: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO)  
 ELU6: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY+  
 ELU7: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY-  
 ELU8: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,72TEMP+  
 ELU9: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,72TEMP-  
 ELU10: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY+ + 0,72TEMP+  
 ELU11: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY- + 0,72TEMP-  
 ELU12: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY+ + 0,72TEMP+  
 ELU13: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY- + 0,72TEMP-  
 ELU14: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM  
 ELU15: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72 VY+  
 ELU16: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72VY-  
 ELU17: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72TEMP+  
 ELU18: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72TEMP-  
 ELU19: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72 VY+ + TEMP+  
 ELU20: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72VY- + TEMP-  
 ELU21: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72VY+ + TEMP+  
 ELU22: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72VY- + TEMP-  
 ENVOLTORIA ELU: Envoltoria da combinação ELU1 a ELU 22



## ESFORÇOS GLOBAIS NO PORTICO







## RESUMO DOS ESFORÇOS DE CALCULO MAXIMOS E MINIMOS ATUANTES

VIADUTO PRINCIPAL								
Esforços de	TRECHO 1 - ELEMENTOS							
Calculo	PE1	L1	P1	L2	P2	P3	L4	P4
Xd(max)	-95.2		-136.6		-38.2	-51.2		-194.5
Xd(min)	-40.5		-94.2		-8.5	-12.4		-123.5
Md(max)		74.4		113.5			152.75	
Md(min)		26.6		56.1			68.2	
Vd(max)	40.8		48.4		34.5	43.3		56.8
Vd(min)	22.1		31.6		18.8	25.3		35.7
Esforços de	TRECHO 2 - ELEMENTOS							
Calculo	L5	P5	L6	P6	L7	PE2		
Xd(max)		-165.7		-179.2		-147.25		
Xd(min)		-96.2		-113.3		-73.6		
Md(max)	108.5		112.5		115.5			
Md(min)	30.4		37.5		53.5			
Vd(max)		50.75		53.2		50.4		
Vd(min)		30.6		31.9		29.3		
ALÇA DO VIADUTO								
Esforços de	ELEMENTOS							
Calculo	PE3	L10	P9	L9	P8	L8	P7	BALANÇO
Xd(max)	-95.8		-130.2		-97.5			
Xd(min)	-34.3		-80.6		-39.75	-33.9	-34.6	-34.6
Md(max)		90.6		90.6		-8.2	-12.2	-12.2
Md(min)		34.1		33.9				
Vd(max)	37.2		40.7		38.5		14.6	14.6
Vd(min)	17.4		22.5		17.5		6.2	6.2

Peça estrutural: LAJES L1=L2=L5=L6=L7

Programa FNS2

## DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm  
Altura total  $h$  da seção = 65.0 cm  
Altura útil  $d$  da seção = 59.0 cm  
Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{mC} = 1.40$   
 $f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{mS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_iBarra = 25 \text{ mm}$

$M_d = 115.5 \text{ tf.m}$

### RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 50.29 \text{ cm}^2$   
Armadura  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca  $z = 52.8 \text{ cm}$

Armadura de pele:  $6.50 \text{ cm}^2$ , de cada lado,  
numa altura de  $48.5 \text{ cm}$

X - X - X

PROJETO:	Viaduto Benjamin						
PEÇA:	Lajes L1=L2=L5=L6=L7						
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As`	As	$\Delta fsk$	$\emptyset$
41500	0	2900	21000	7.5	50	17.5	25
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)		t	I			$\Psi_1$
65	59		6	2288541.67			0.8
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(Asup)$		$\sigma_3(Ainf)$		$\sigma_2(Asup)$		$\sigma_4(Ainf)$	
-0.94		16.95		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
0.94				16.95			
Não há fadiga				Não há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.00			
As' Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				50.00			

Peça estrutural: LAJE L4

Programa FNS2

## DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm

Altura total  $h$  da seção = 65.0 cm

Altura útil  $d$  da seção = 59.0 cm

Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{mC} = 1.40$

$f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{mS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_{Barra} = 25 \text{ mm}$

$M_d = 152.8 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 69.66 \text{ cm}^2$

Armadura  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca  $z = 50.5 \text{ cm}$

Armadura de pele: 6.50  $\text{cm}^2$ , de cada lado,  
numa altura de 42.4 cm

X - X - X

PROJETO:	Viaduto Benjamin						
PEÇA:	Lajes L4						
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As´	As	$\Delta fsk$	Ø
56360	0	2900	21000	7.5	70	17.5	25
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)		t	I			$\Psi_1$
65	59		6	2288541.67			0.8
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(Asup)$		$\sigma_3(Ainf)$		$\sigma_2(Asup)$		$\sigma_4(Ainf)$	
-1.28		16.44		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
1.28				16.44			
Não há fadiga				Não há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.00			
As´ Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				70.00			

Projeto estrutural: ALÇA

Peça estrutural: LAJES L10=L9

Programa FNS2

## DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118/2003

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm  
Altura total  $h$  da seção = 65.0 cm  
Altura útil  $d$  da seção = 59.0 cm  
Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{maC} = 1.40$   
 $f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{maS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_iBarra = 25 \text{ mm}$

$M_d = 90.6 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 38.49 \text{ cm}^2$

Armadura  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca  $z = 54.1 \text{ cm}$

Armadura de pele:  $6.50 \text{ cm}^2$ , de cada lado,  
numa altura de  $51.4 \text{ cm}$

X - X - X

PROJETO:	Viaduto Benjamin						
PEÇA:	Lajes L9=L10						
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As´	As	$\Delta fsk$	$\emptyset$
37800	0	2900	21000	7.5	38	17.5	25
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)		t	I			$\psi_1$
65	59		6	2288541.67			0.8
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(Asup)$		$\sigma_3(Ainf)$		$\sigma_2(Asup)$		$\sigma_4(Ainf)$	
-0.86		20.31		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
0.86				20.31			
Não há fadiga				Há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.16			
As' Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				44.11			

Peça estrutural: PE1=PE3

Programa FNS2

## DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm

Altura total  $h$  da seção = 65.0 cm

Altura útil  $d$  da seção = 59.0 cm

Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30$  tf/cm<sup>2</sup>

$\gamma_{cC} = 1.40$

$f_{yk} = 5.00$  tf/cm<sup>2</sup>

$\gamma_{sS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100$  tf/cm<sup>2</sup>

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_iBarra = 25$  mm

$M_d = 95.8$  tf.m

### RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 40.90$  cm<sup>2</sup>

Armadura  $A_{s2} = 0.00$  cm<sup>2</sup>

Braço de alavanca  $z = 53.9$  cm

Armadura de pele: 6.50 cm<sup>2</sup>, de cada lado,  
numa altura de 50.9 cm

X - X - X

PROJETO:		Viaduto Benjamin					
PEÇA:		Lajes APOIO PE1=PE3					
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As'	As	$\Delta f_{sk}$	$\emptyset$
41000	0	2900	21000	7.5	41	17.5	25
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)		t	I			$\psi_1$
65	59		6	2288541.67			0.8
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(A_{sup})$		$\sigma_3(A_{inf})$		$\sigma_2(A_{sup})$		$\sigma_4(A_{inf})$	
-0.93		20.42		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
0.93				20.42			
Não há fadiga				Há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.17			
As' Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				47.84			



Peça estrutural: PE2

Programa FNS2

## DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm  
Altura total  $h$  da seção = 65.0 cm  
Altura útil  $d$  da seção = 59.0 cm  
Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30$  tf/cm<sup>2</sup>       $\gamma_{mC} = 1.40$   
 $f_{yk} = 5.00$  tf/cm<sup>2</sup>       $\gamma_{mS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100$  tf/cm<sup>2</sup>

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_iBarra = 25$  mm

$M_d = 147.3$  tf.m

### RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 66.66$  cm<sup>2</sup>

Armadura  $A_{s2} = 0.00$  cm<sup>2</sup>

Braço de alavanca  $z = 50.8$  cm

Armadura de pele: 6.50 cm<sup>2</sup>, de cada lado,  
numa altura de 43.3 cm

X - X - X

PROJETO:	Viaduto Benjamin						
PEÇA:	Lajes apoio PE2						
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As´	As	$\Delta fsk$	$\emptyset$
49100	0	2900	21000	7.5	66.6	17.5	25
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)		t	I			$\Psi_1$
65	59		6	2288541.67			0.8
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(Asup)$		$\sigma_3(Ainf)$		$\sigma_2(Asup)$		$\sigma_4(Ainf)$	
-1.12		15.05		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
1.12				15.05			
Não há fadiga				Não há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.00			
As´ Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				66.60			



Peça estrutural: P8=P7=BALANÇO

Programa FNS2

## DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm

Altura total  $h$  da seção = 65.0 cm

Altura útil  $d$  da seção = 59.0 cm

Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{mC} = 1.40$

$f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{mS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_{Barra} = 25 \text{ mm}$

$M_d = 97.5 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 41.69 \text{ cm}^2$

Armadura  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca  $z = 53.8 \text{ cm}$

Armadura de pele: 6.50 cm<sup>2</sup>, de cada lado,  
numa altura de 50.7 cm

X - X - X

PROJETO:		Viaduto Benjamin					
PEÇA:		Lajes apoio P8=P7=Balanço					
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As´	As	$\Delta fsk$	$\emptyset$
38500	0	2900	21000	7.5	41	17.5	25
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)		t	I			$\psi_1$
65	59		6	2288541.67			0.8
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(Asup)$		$\sigma_3(Ainf)$		$\sigma_2(Asup)$		$\sigma_4(Ainf)$	
-0.88		19.18		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
0.88				19.18			
Não há fadiga				Há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.10			
As' Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				44.93			

Peça estrutural: P4=P5=P6

Programa FNS2

## DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm  
Altura total  $h$  da seção = 65.0 cm  
Altura útil  $d$  da seção = 59.0 cm  
Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{maC} = 1.40$   
 $f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{maS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_iBarra = 25 \text{ mm}$

$M_d = 194.5 \text{ tf.m}$

### RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 94.31 \text{ cm}^2$   
Armadura  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca  $z = 47.4 \text{ cm}$

Armadura de pele:  $6.50 \text{ cm}^2$ , de cada lado,  
numa altura de  $34.4 \text{ cm}$

X - X - X

PROJETO:		Viaduto Benjamin					
PEÇA:		Lajes apoio P4=P5=P6					
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As´	As	$\Delta fsk$	$\emptyset$
47333	0	2900	21000	7.5	94.3	17.5	25
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)		t	I			$\psi_1$
65	59		6	2288541.67			0.8
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(Asup)$		$\sigma_3(Ainf)$		$\sigma_2(Asup)$		$\sigma_4(Ainf)$	
-1.08		10.25		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
1.08				10.25			
Não há fadiga				Não há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.00			
As' Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				94.30			

Peça estrutural: P1=P9

Programa FNS2

## DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm

Altura total  $h$  da seção = 65.0 cm

Altura útil  $d$  da seção = 59.0 cm

Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30$  tf/cm<sup>2</sup>

$\gamma_{cC} = 1.40$

$f_{yk} = 5.00$  tf/cm<sup>2</sup>

$\gamma_{sS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100$  tf/cm<sup>2</sup>

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_{Barra} = 25$  mm

$M_d = 136.6$  tf.m

RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 60.98$  cm<sup>2</sup>

Armadura  $A_{s2} = 0.00$  cm<sup>2</sup>

Braço de alavanca  $z = 51.5$  cm

Armadura de pele: 6.50 cm<sup>2</sup>, de cada lado,  
numa altura de 45.2 cm

X - X - X

PROJETO:	Viaduto Benjamin						
PEÇA:	Lajes apoio P1=P9						
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As`	As	$\Delta fsk$	$\emptyset$
28266	0	2900	21000	7.5	61	17.5	25
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)		t	I			$\psi_1$
65	59		6	2288541.67			0.8
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(Asup)$		$\sigma_3(Ainf)$		$\sigma_2(Asup)$		$\sigma_4(Ainf)$	
-0.64		9.46		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
0.64				9.46			
Não há fadiga				Não há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.00			
As' Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				61.00			

Peça estrutural: P2=P3

Programa FNS2

## DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm  
Altura total  $h$  da seção = 65.0 cm  
Altura útil  $d$  da seção = 59.0 cm  
Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{maC} = 1.40$   
 $f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{maS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_iBarra = 25 \text{ mm}$

$M_d = 51.2 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 21.05 \text{ cm}^2$   
Armadura  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca  $z = 55.9 \text{ cm}$

Armadura de pele:  $6.50 \text{ cm}^2$ , de cada lado,  
numa altura de  $55.8 \text{ cm}$

X - X - X

PROJETO:		Viaduto Benjamin					
PEÇA:		Lajes apoio P2=P3					
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As'	As	$\Delta fsk$	$\emptyset$
25866	0	2900	21000	7.5	21	17.5	25
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)		t	I			$\psi_1$
65	59		6	2288541.67			0.8
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(Asup)$		$\sigma_3(Ainf)$		$\sigma_2(Asup)$		$\sigma_4(Ainf)$	
-0.59		25.15		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
0.59				25.15			
Não há fadiga				Há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.44			
As' Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				30.18			

## Verificação ao Cisalhamento

As elementos lineares com relação  $b_w \geq 5d$  podem prescindir de armadura transversal para resistir aos esforços de tração oriundos da força cortante, quando a força cortante de cálculo obedecer à expressão:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd1}$$

onde,

$$V_{Rd1} = \left[ \tau_{Rd} k (1.2 + 40 \rho_1) - 0.15 \sigma_{cp} \right] b_w d$$

Para armação longitudinal mínima de projeto de 50cm<sup>2</sup>/m temos a resistência máxima da laje em 37,28 tf para a dispensa de armação.

<b>CISALHAMENTO EM LAJES - NBR 6118:2014</b>					
<b>Peça:</b>	<b>Lajes H=65cm</b>				
<b>Vd (kgf/m)</b>	<b>h (cm)</b>	<b>d (cm)</b>	<b>fck (Mpa)</b>	<b>As (cm<sup>2</sup>/m)</b>	<b>Nd(kgf)</b>
0	65	59	35	50	0
<b><math>\tau_{rd}</math>(Mpa)</b>	<b><math>\tau_{wu1}</math>(Mpa)</b>	<b>k</b>	<b><math>\rho_1</math></b>	<b><math>\tau_{wd}</math>(Mpa)</b>	<b><math>0,15\sigma_{cp}</math></b>
0.406595243	0.6320006	1.01	0.008475	0	0
<b>Vd<sub>máx</sub> (kgf/m)</b>	<b>Cortante máxima p/ o qual não precisa armar</b>				
37288					

Para a laje mais solicitada ao cisalhamento temos Vd=56,8 tf. Para este valor temos que o Asnec=Asmin = 12,84cm<sup>2</sup>/m

## ARMADURA DE FLEXÃO TRANSVERSAL DA LAJE

As lajes serão armadas transversalmente com o valor de 20% da area de aço longitudinal.

### 8.3 AVALIAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES

A flecha imediata foi determinada com a utilização da rigidez equivalente das vigas e lajes trabalhando parcialmente no estadio II. A deformação ao longo do tempo foi verificada para a combinação frequente de carregamentos.

Determinação do coeficiente de fluência  $\alpha_f$ :



A flecha adicional diferida, decorrente das cargas de longa duração em função da fluência, pode ser calculada de maneira aproximada pela multiplicação da flecha imediata pelo fator  $\alpha_f$  dado pela expressão

$$\alpha_f = \frac{\Delta \xi}{1 + 50 \cdot \rho'}$$

$\rho'$  é a taxa de armadura de compressão (armadura dupla), dada por:

$$\rho' = \frac{A_s'}{b \cdot d}$$

$$\Delta \xi = \xi(t) - \xi(t_0) \quad (\text{Tabela 14.2})$$

$t$  é o tempo, em meses, quando se deseja o valor da flecha diferida;

$t_0$  é a idade, em meses, relativa à data de aplicação da carga de longa duração.

Obtém-se, portanto:

$$\text{Flecha diferida: } a_f = \alpha_f \cdot a_i$$

$$\text{Flecha total: } a_t = a_i + \alpha_f \cdot a_i = a_i (1 + \alpha_f)$$

Tabela 14.2 – Valores de  $\xi$

Tempo (t) meses	0	0,5	1	2	3	4	5	10	20	40	$\geq 70$
Coeficiente $\xi(t)$	0	0,54	0,68	0,84	0,95	1,04	1,12	1,36	1,64	1,89	2

Temos:

$a_0 \rightarrow$  flecha elástica para  $EI_{eq}$  combinação frequente de ações

$a_\infty \rightarrow$  Flecha diferida

$$a_\infty = a_0 \times (1 + \alpha_f)$$

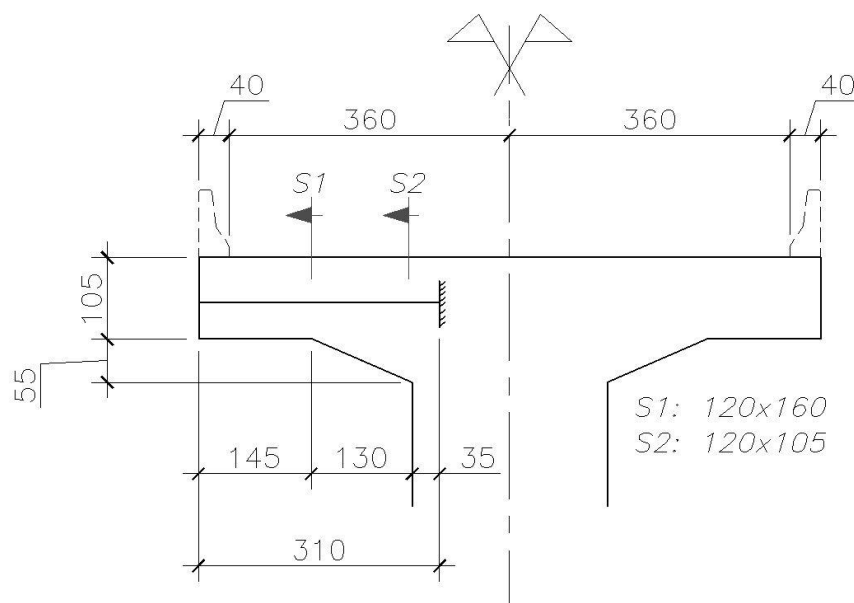
$$\alpha_f = (2 - 0,68) / (1 + 50 \times 0,0012) = 1,36 / 1,06 = 1,28$$

$$a_\infty = a_0 \times 2,28$$

Verificação da deformação para combinação frequente de ações											
VERIFICAÇÕES	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L10	L8	L9	Balanço
Flecha Diferida (cm)	3.53	5.36	VER VIGA MISTA	7.29	6.98	7.11	7.2	6.42	5.96	2.12	0.36
Vão (cm)	1600	1600		2000	2000	2000	2020	2000	2000	800	225
Defomação limite (cm)	6.4	6.4		8	8	8	8.08	8	8	3.2	0.45
Status	ok	ok		ok	ok	ok	ok	ok	ok		ok

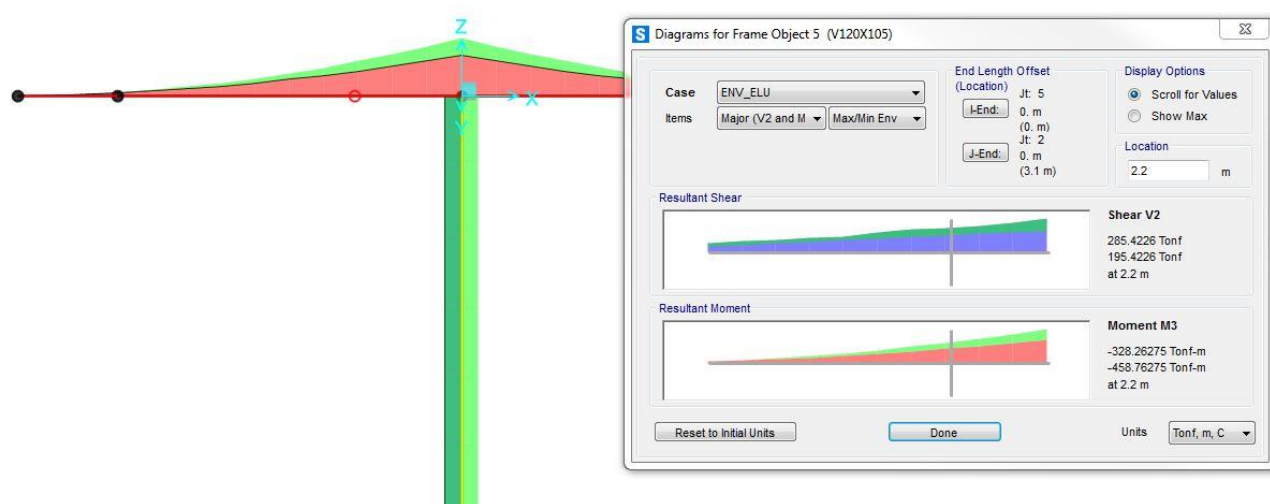


## 8.4 VIGAS DE TRAVAMENTO VT 120x105



## ESFORÇOS DE CÁLCULO - ELU

Moment 3-3 Diagram (ENV\_ELU - Max/Min)

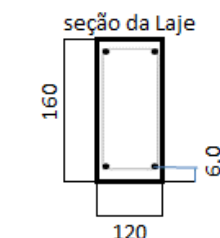


## DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO S2

### DIMENSIONAMENTO DA VIGA VT SEÇÃO S2

#### 1. Dados de entrada

Mg =	243000 kNcm
Mqmax =	106000 kNcm
Mqmin =	62000 kNcm
$\gamma/f =$	1.35/1.5
fck =	35 MPa
h =	160 cm
b =	120 cm
c =	4.0 cm
d' =	6.0cm
Aço	CA-50
CAA	II
$\psi_1 =$	0.7
Md =	487050 kNcm



Legenda:

M = momento fletor

h = altura da viga

b = base da viga

c = cobrimento

d' = c +  $\phi_{est}$  +  $\phi/2$

$\psi_1 =$  0,5 p/ verificação das vigas

0,7 p/ verificação das transversinas

0,8 p/ verificação das lajes do tabuleiro

1,0 p/ verificação das pontes ferroviárias e rolantes

Mg = Momento Fletor Nominal de Carga Permanente

Mqmax = Momento Fletor nominal máximo de Carga movel com imp

Mqmin = Momento Fletor nominal mínimo de Carga movel com imp

#### 2. Armadura a flexão

$$k = \frac{M_d}{f_c \cdot b \cdot d^2} = 0.081 \leq k_L = 0.320 \rightarrow K' = 0.081$$

onde:  $f_c = 0,85f_{ck}/\gamma_c = 0,85f_{ck}/1,4$

$K_L = 0,32$  para  $f_{ck} \leq 35$  Mpa

0,269 para  $f_{ck} > 35$  Mpa

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}$$

$$A_{s1} = \frac{f_c \cdot b \cdot d \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot K'})}{f_{yd}} = 75.93 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{f_c \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{K - K'}{1 - d'/d} = 0.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 75.93 \text{ cm}^2$$

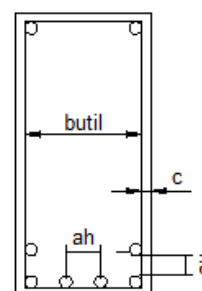
$$\rightarrow A_s = 75.93 \text{ cm}^2 \rightarrow 16 \text{ } \phi 25.0$$

$$A_{smin} = 38.59 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ adotado} = 80.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 16 \text{ } \phi 25.0$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais



- na direção horizontal ( $a_h$ )

20 mm

diâmetro da barra 25.0

1,2 vez o diâmetro máximo do agregado

$$\rightarrow a_h = 2.5$$

- na direção vertical ( $a_v$ )

20 mm

diâmetro da barra 25.0

0,5 vez o diâmetro máximo do agregado

$$\rightarrow a_v = 2.5$$

$$\text{butil} = b - 2(c - \phi_{est}) \rightarrow \text{butil} = 112.00 \text{ cm}$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{\text{butil} + a_h}{a_h + \phi_{long}} = 22.90 = 22 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camada}$$

$$A's = A_s / \varphi$$

$$\varphi = \frac{735 \cdot (x/d)_{lim} - (d'/d)}{f_{yd} \cdot (x/d)_{lim}} \leq 1$$

$$\text{onde: } d'/d = 0.039$$

$$(x/d)_{lim} = 0,5 \text{ para } f_{ck} \leq 35 \text{ Mpa}$$

$$\varphi = 1$$

0,4 para  $f_{ck} > 35 \text{ Mpa}$

$$A's = 0.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 0 \quad \phi \quad 12.50$$

$$A's \text{ adotado} = 16.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 8 \quad \phi \quad 16.00$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais

$$a_h = 2 \quad a_v = 2$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{b_{util} + a_h}{a_h + \phi_{long}} = 31.67 = 31 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camadas}$$

### 3. Cálculo da Tensão $\sigma_{ci}$ no Estádio II

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cs}} = 7.46$$

$$X_{II} = -A + (A^2 + B)^{1/2}$$

$$\text{onde: } A = (\alpha_e A_s + \alpha'_e A'_s) / b$$

$$B = 2(\alpha_e A_s d + \alpha'_e A'_s d') / b$$

$$\alpha'_e = \alpha_e - 1$$

$$\alpha'_e = 6.46$$

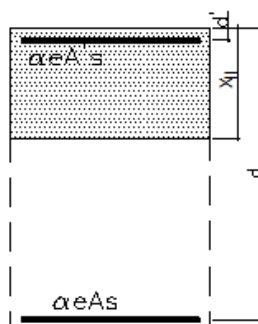
$$A = 5.83$$

$$B = 1541.55$$

$$X_{II} = 33.86 \text{ cm}$$

$$I_{II} = \frac{b X_{II}^3}{3} + \alpha'_e A'_s (X_{II} - d')^2 + \alpha_e A_s (d - X_{II})^2$$

$$I_{II} = 10243811.93 \text{ cm}^4$$



### 4. Verificação da fadiga

$$M_{servmax} = Mg + \psi_1 M_q$$

$$M_{serv, max} = 317200 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto máximo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 1.05 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura máxima

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 6.43 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma_s = 27.74 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{servmin} = Mg + \psi_1 M_{qmin}$$

$$M_{serv} = 286400 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto mínimo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 0.95 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura mínimo

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 5.81 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma'_s = 25.05 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_s = \sigma_{smax} - \sigma_{smin} \rightarrow \Delta\sigma_s = 2.69 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta f_{s,fad,min} = 190 \text{ MPa} = 19.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_s < \Delta f_{s,fad,min} \quad \text{OK}$$

### 5. Verificação da fissuração

$$7,5\phi = 18.75$$

$$A_{cr} = 2475.0 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{r,cal} = 3.2 \%$$

Abertura estimada da fissura é o menor entre os valores obtidos nas expressões a seguir

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si} \cdot 3 \cdot \sigma_{si}}{12,5 \cdot \eta_1 \cdot E_{si} \cdot f_{ctm}}$$

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si}}{12,5 \cdot \eta_1 \cdot E_{si}} \left( \frac{4}{\rho_i} + 45 \right)$$

$$\text{Abertura máxima } W_k = 0.3 \text{ mm}$$

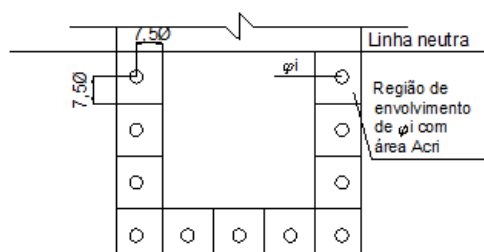
$$w = 0.20 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

onde:

$\sigma_{si}$  é a tensão de tração no centro de gravidade da armadura considerada, calculada no estágio II

$\eta_1$  é a taxa de armadura passiva em relação à área da região de envolvimento  $A_{cr}$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} \text{ em MPa}$$

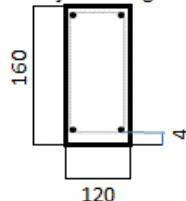


## DIMENSIONAMENTO AO CISLHAMENTO - SEÇÃO S2

### 1. Dados de entrada

Vg=	1448 kN
Vqmax=	703 kN
Vqmin=	408 kN
$\gamma/f =$	1.35/1.5
fck =	35 MPa
h =	160 cm
b =	120 cm
c =	4 cm
Aço	CA-50
$\Psi_1 =$	0.7
Vd=	3009 kN

seção da viga



Legenda:

V = força cortante

h = altura da viga

b = base da viga

c = cobrimento

$\Psi_1 =$  0,5 p/ verificação das vigas  
0,7 p/ verificação das transversinas  
0,8 p/ verificação das lajes do tabuleiro  
1,0 p/ verificação das pontes ferroviárias e rolantes

### 2. Verificação do Concreto

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 10866.96 \text{ kN} \quad \text{OK} \quad \text{onde: } \alpha_v = 1 - f_{ck}/250$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = f_{ck}/1,4$$

### 3. Cálculo de Vco

$$V_{co} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 1802.71 \text{ kN} \quad \text{onde: } f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / 1,4$$

### 4. Cálculo da Armadura Transversal

$$V_{rd3} = V_c + V_{sw}$$

1  $V_c = 0$  Elementos estruturais tracionados, quando a linha neutra se situa fora da seção

2  $V_c = V_{co}$ : Na flexão simples e na flexo-tração, com linha neutra cortando a seção

3  $V_c = V_{co} \cdot (1 + M_o / M_{sdmax}) \leq 2V_{co}$  na flexão-composta

então  $V_c = 2$

$$V_{sw} = 1206.59 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 19.77 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima

$$A_{swmin} = 14.40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

então  $A_{sw} = 19.77 \text{ cm}^2/\text{m}$

Diâmetro do estribo:  $\varnothing 10.0$  c/ 15

número de ramos: 4

espaçamento máximo 30

espaçamento máximo entre ramos: 35

### CÁLCULO DA FADIGA: COMBINAÇÃO FREQUENTE DE AÇÕES

$$V_{serv,max} = 1940 \text{ kN}$$

$$V_{serv,min} = 1734 \text{ kN}$$

$$\sigma_{sw,max} = \frac{V - 0,5V_c}{0,9dA_{sw}/s} = 37.43 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{sw,max} = \frac{V - 0,5V_c}{0,9dA_{sw}/s} = 29.99 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_{sw} = \sigma_{sw,max} - \sigma_{sw,min} = 74.4 \text{ MPa}$$

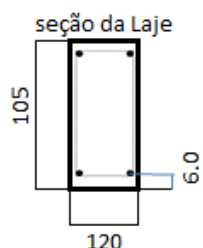
$$\Delta\sigma_{sw} < \Delta f_{sd,fad,min} = 85 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

## DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO S1

### DIMENSIONAMENTO DA VIGA VT SEÇÃO S1

#### 1. Dados de entrada

$M_g =$	91200 kNcm
$M_{qmax} =$	34600 kNcm
$M_{qmin} =$	21100 kNcm
$\gamma_f =$	1.35/1.5
$f_{ck} =$	35 MPa
$h =$	105 cm
$b =$	120 cm
$c =$	4.0 cm
$d' =$	6.0 cm
Aço	CA-50
CAA	II
$\psi_1 =$	0.7
$M_d =$	175020 kNcm



Legenda:

$M$  = momento fletor

$h$  = altura da viga

$b$  = base da viga

$c$  = cobrimento

$d' = c + \phi_{est} + \phi/2$

$\psi_1 =$  0,5 p/ verificação das vigas

0,7 p/ verificação das transversinas

0,8 p/ verificação das lajes do tabuleiro

1,0 p/ verificação das pontes ferroviárias e rolantes

$M_g$  = Momento Fletor Nominal de Carga Permanente

$M_{qmax}$  = Momento Fletor nominal maximo de Carga movel com imp

$M_{qmin}$  = Momento Fletor nominal minimo de Carga movel com imp

#### 2. Armadura a flexão

$$k = \frac{M_d}{f_c \cdot b \cdot d^2} = 0.070 \leq k_L = 0.320 \rightarrow K' = 0.07$$

onde:  $f_c = 0.85 f_{ck} / \gamma_c = 0.85 f_{ck} / 1.4$

$K_L = 0.32$  para  $f_{ck} \leq 35$  Mpa

0.269 para  $f_{ck} > 35$  Mpa

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}$$

$$A_{s1} = \frac{f_c \cdot b \cdot d \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot K'})}{f_{yd}} = 42.19 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{f_c \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{K - K'}{1 - d'/d} = 0.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 42.19 \text{ cm}^2$$

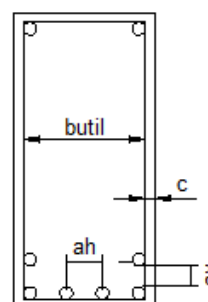
$$\rightarrow A_s = 42.19 \text{ cm}^2 \rightarrow 9 \quad \phi \quad 25.0$$

$$A_{smin} = 25.33 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ adotado} = 80.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 16 \quad \phi \quad 25.0$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais



- na direção horizontal ( $a_h$ )

20 mm

diâmetro da barra 25.0

1,2 vez o diâmetro máximo do agregado

$$\rightarrow a_h = 2.5$$

- na direção vertical ( $a_v$ )

20 mm

diâmetro da barra 25.0

0,5 vez o diâmetro máximo do agregado

$$\rightarrow a_v = 2.5$$

$$butil = b - 2(c - \phi_{est}) \rightarrow butil = 112.00 \text{ cm}$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{butil + a_h}{a_h + \phi_{long}} = 22.90 = 22 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camadas}$$

$$A's = A_s / \varphi$$

$$\varphi = \frac{735 \cdot (x/d)_{lim} - (d'/d)}{f_{yd} \cdot (x/d)_{lim}} \leq 1$$

$$\text{onde: } d'/d = 0.061$$

$$(x/d)_{lim} = 0.5 \text{ para } f_{ck} \leq 35 \text{ Mpa}$$



$$\varphi = 1$$

0,4 para  $f_{ck} > 35 \text{ Mpa}$

$$A's = 0.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 0 \quad \phi \quad 12.50$$

$$A's \text{ adotado} = 12.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 6 \quad \phi \quad 16.00$$

Distribuição transversal das armaduras

Espaçamento mínimo entre as faces das barras longitudinais

$$a_h = 2 \quad a_v = 2$$

Número máximo de barras por camada

$$n \leq \frac{b_{util} + a_h}{a_h + \phi_{long}} = 31.67 = 31 \text{ barras por camada} \rightarrow 1 \text{ camadas}$$

### 3. Cálculo da Tensão $\sigma_s$ no Estádio II

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cs}} = 7.46$$

$$X_{II} = -A + (A^2 + B)^{1/2}$$

$$\text{onde: } A = (\alpha_e A_s + \alpha'_e A'_s) / b$$

$$B = 2(\alpha_e A_s d + \alpha'_e A'_s d') / b$$

$$\alpha'_e = \alpha_e - 1$$

$$\alpha'_e = 6.46$$

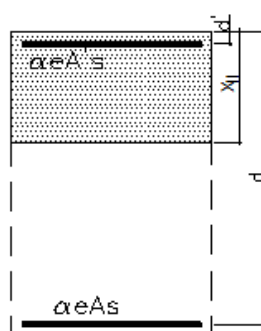
$$A = 5.62$$

$$B = 992.10$$

$$X_{II} = 26.38 \text{ cm}$$

$$I_{II} = \frac{b X_{II}^3}{3} + \alpha'_e A'_s (X_{II} - d')^2 + \alpha_e A_s (d - X_{II})^2$$

$$I_{II} = 3912661.99 \text{ cm}^4$$



### 4. Verificação da fadiga

$$M_{servmax} = Mg + \psi_1 M_q$$

$$M_{serv, max} = 115420 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto máximo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 0.78 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura máxima

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 4.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma_s = 15.98 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{servmin} = Mg + \psi_1 M_{qmin}$$

$$M_{serv} = 105970 \text{ kNcm}$$

Tensão no concreto mínimo

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{II}} X_{II} \rightarrow \sigma_c = 0.71 \text{ kN/cm}^2$$

Tensão na armadura mínimo

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (X_{II} - d') \rightarrow \sigma'_s = 4.12 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M}{I_{II}} (d - X_{II}) \rightarrow \sigma_s = 14.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_s = \sigma_{smax} - \sigma_{smin} \rightarrow \Delta\sigma_s = 1.31 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta f_{s,fad,min} = 190 \text{ MPa} = 19.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_s < \Delta f_{s,fad,min} \quad \text{OK}$$

### 5. Verificação da fissuração

$$7,5\phi = 18.75$$

$$A_{cr} = 2475.0 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{r,cal} = 3.2 \%$$

Abertura estimada da fissura é o menor entre os valores obtidos nas expressões a seguir

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si} \cdot 3 \cdot \sigma_{si}}{12,5 \cdot \eta_1 \cdot E_{si} \cdot f_{ctm}}$$

$$w = \frac{\phi \cdot \sigma_{si}}{12,5 \cdot \eta_1 \cdot E_{si}} \left( \frac{4}{\rho_i} + 45 \right)$$

$$\text{Abertura máxima } W_k = 0.3 \text{ mm}$$

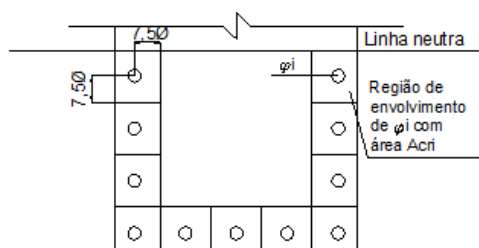
$$w = 0.10 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

onde:

$\sigma_{si}$  é a tensão de tração no centro de gravidade da armadura considerada, calculada no estágio II

$\eta_1$  é a taxa de armadura passiva em relação à área da região de envolvimento  $A_{cr}$

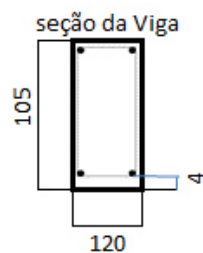
$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} \text{ em MPa}$$



## DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO - SEÇÃO S1

### 1. Dados de entrada

Vg=	890 kN
Vqmax=	384 kN
Vqmin=	236 kN
$\gamma_f$ =	1.35/1.5
fck =	35 MPa
h =	105 cm
b =	120 cm
c =	4 cm
Aço	CA-50
$\Psi_1$ =	0.7
Vd=	1778 kN



Legenda:  
V = força cortante  
h = altura da viga  
b = base da viga  
c = cobrimento

$\Psi_1$  = 0,5 p/ verificação das vigas  
0,7 p/ verificação das transversinas  
0,8 p/ verificação das lajes do tabuleiro  
1,0 p/ verificação das pontes ferroviárias e rolantes

### 2. Verificação do Concreto

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 7035.66 \text{ kN} \quad \text{OK} \quad \text{onde: } \alpha_v = 1 - f_{ck}/250$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = f_{ck} / 1,4$$

### 3. Cálculo de Vco

$$V_{co} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 1167.14 \text{ kN} \quad \text{onde: } f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / 1,4$$

### 4. Cálculo da Armadura Transversal

$$V_{rd3} = V_c + V_{sw}$$

1  $V_c = 0$  Elementos estruturais tracionados, quando a linha neutra se situa fora da seção

2  $V_c = V_{co}$ : Na flexão simples e na flexo-tração, com linha neutra cortando a seção

3  $V_c = V_{co} \cdot (1 + M_o / M_{sdmax}) \leq 2V_{co}$  na flexão-composta

então  $V_c$  **2**

$$V_{sw} = 610.36 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 15.44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima

$$A_{swmin} = 14.40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

então  $A_{sw} = 15.44 \text{ cm}^2/\text{m}$  Diâmetro do estribo: **Ø 10.0** c/ 20

número de ramos: **4** espaçamento máximo 30

espaçamento máximo entre ramos: 35

### CÁLCULO DA FADIGA: COMBINAÇÃO FREQUENTE DE AÇÕES

$$V_{serv,max} = 1159 \text{ kN}$$

$$V_{serv,min} = 1055 \text{ kN}$$

$$\sigma_{sw,max} = \frac{V - 0,5V_c}{0,9dA_{sw}/s} = 40.98 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{sw,max} = \frac{V - 0,5V_c}{0,9dA_{sw}/s} = 33.60 \text{ kN/cm}^2$$

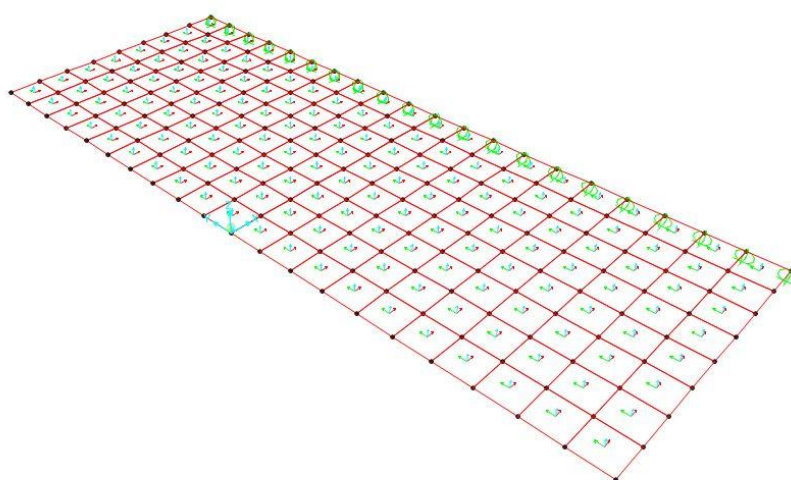
$$\Delta\sigma_{sw} = \sigma_{sw,max} - \sigma_{sw,min} = 73.8 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{sw} < \Delta f_{sd,fad,min} = 85 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

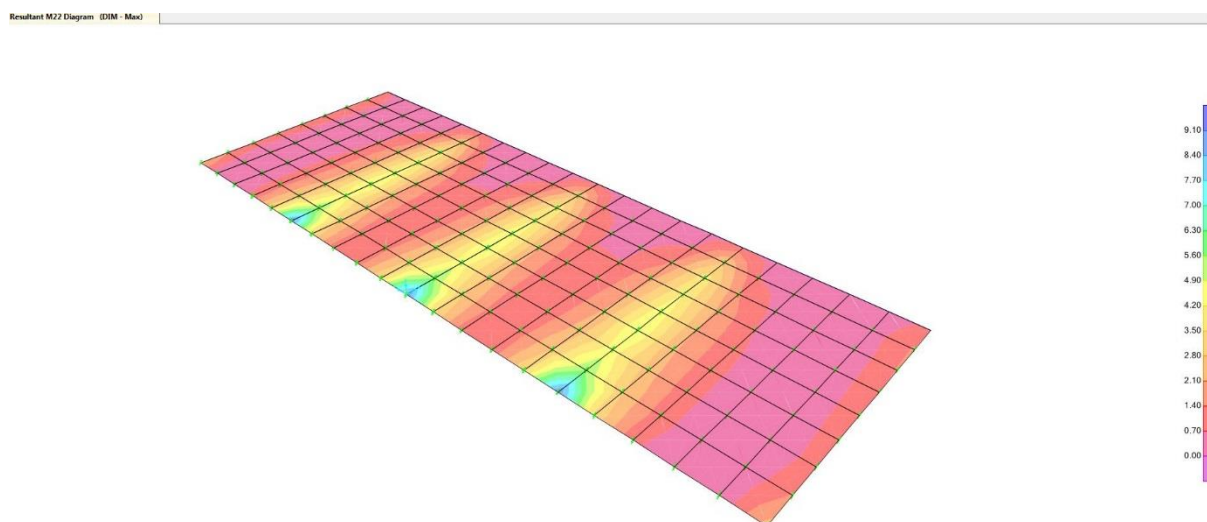
## 9.0 VERIFICAÇÃO DA MESOESTRUTURA

### 9.1 DIMENSIONAMENTO DAS LAJES DE TRANSIÇÃO

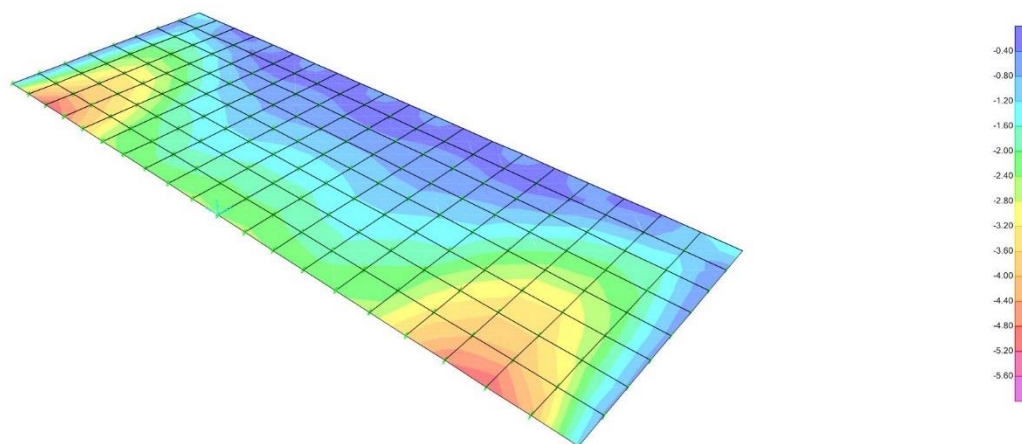
As lajes serão consideradas apoiadas no solo e na região dos consolos. Para a capa de terra de 55 cm, adotou-se coeficiente de impacto vertical de 1,2. Foi elaborado modelo de cálculo em elementos finitos com tratamento da carga móvel em base elástica.



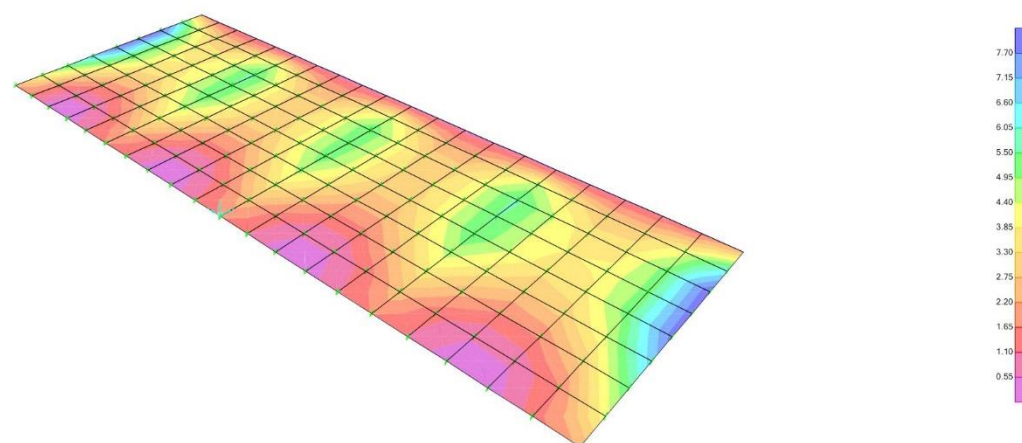
Para a combinação última de esforços, temos:



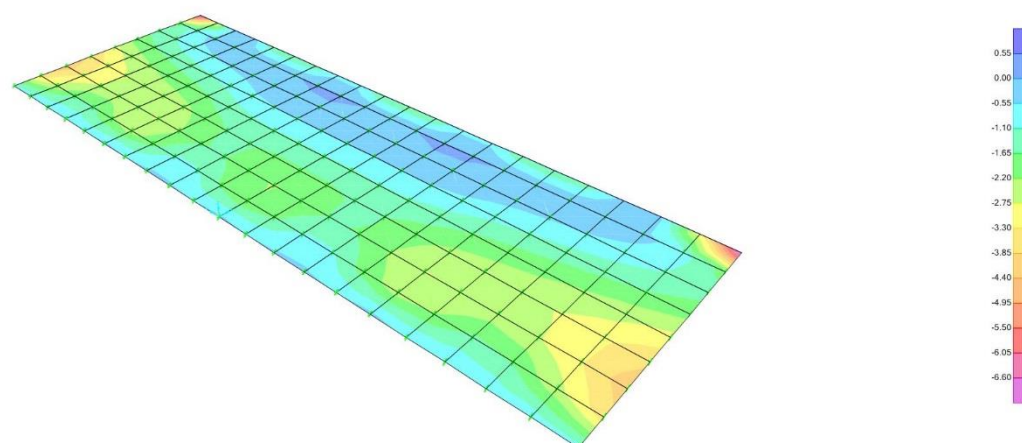
Resultant M22 Diagram (DIM - Min)



Resultant M11 Diagram (DIM - Max)



Resultant M11 Diagram (DIM - Min)



resumo de esforços para o dimensionamento:

- $M_{xdmáx} = 4,4 \text{ t.m}$
- $M_{xdmin} = -3,62 \text{ t.m}$
- $M_{ydmáx} = 5,57 \text{ t.m}$
- $M_{ydmín} = -2,66 \text{ t.m}$

#### DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm  
Altura total  $h$  da seção = 25.0 cm  
Altura útil  $d$  da seção = 20.0 cm  
Distância  $d_{linha}$  = 5.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.25 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{mC} = 1.40$   
 $f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{mS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $F_iBarra = 12.5 \text{ mm}$

$M_d = 5.6 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura  $A_{s1} = 6.79 \text{ cm}^2$   
Armadura  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca  $z = 18.9 \text{ cm}$

x - x - x

PROJETO:	LAJE DE TRANSIÇÃO						
PEÇA:	Laje - Flexão positiva						
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
$\Delta M+$	$\Delta M-$	Econc	Eaço	As'	As	$\Delta f_{sk}$	$\phi$
3112	0	2380	21000	7.5	10	19	16
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)	t	I			$\psi_1$	
25	20	5	130208.33			0.8	
M > 0				M < 0			
$\sigma_1(A_{sup})$		$\sigma_3(A_{inf})$		$\sigma_2(A_{sup})$		$\sigma_4(A_{inf})$	
-0.66		18.75		0.00		0.00	
$\Delta\sigma$ Armadura superior (kN/cm2)				$\Delta\sigma$ Armadura inferior (kN/cm2)			
0.66				18.75			
Não há fadiga				Não há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.00			
As' Final (cm2)				As Final(cm2)			
7.50				10.00			



Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 100.0 cm  
Altura total  $h$  da seção = 25.0 cm  
Altura útil  $d$  da seção = 20.0 cm  
Distância  $d_{linha}$  = 5.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.25 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{maC} = 1.40$   
 $f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$        $\gamma_{maS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $\Phi_{Barra} = 12.5 \text{ mm}$

$M_d = 3.6 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

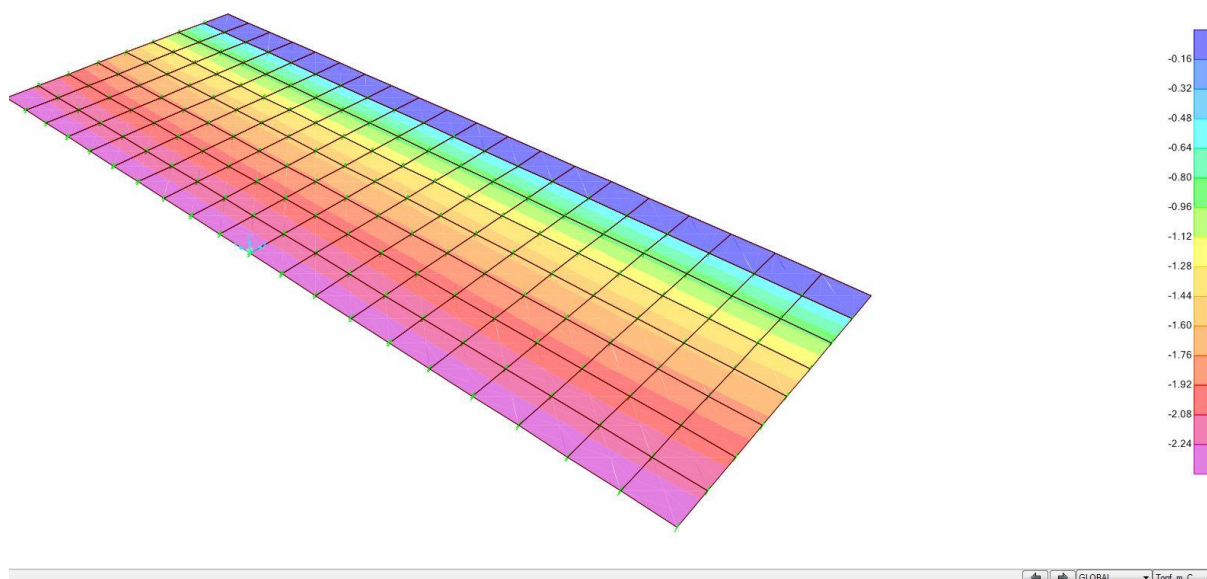
Armadura  $A_{s1} = 4.35 \text{ cm}^2$   
Armadura  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$

Armadura mínima p/combater fissuração:  
 $A_{s1min} = 5.84 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca  $z = 19.1 \text{ cm}$

x - x - x

PROJETO:		LAJE DE TRANSIÇÃO					
PEÇA:		Laje - Flexão Negativa					
Verificação da fadiga em lajes							
Dados de entrada: KN & cm							
ΔM+	ΔM-	Econc	Eaço	As'	As	Δfsk	Ø
2057	0	2380	21000	10	7.5	19	12.5
Geometria da peça							
h(cm)	d(cm)	t	I				ψ1
25	20	5	130208.33				0.8
M > 0				M < 0			
σ1(Asup)		σ3(Ainf)		σ2(Asup)		σ4(Ainf)	
-0.44		16.52		0.00		0.00	
Δσ Armadura superior (kN/cm2)				Δσ Armadura inferior (kN/cm2)			
0.44				16.52			
Não há fadiga				Não há fadiga			
kf1				kf2			
1.00				1.00			
As' Final (cm2)				As Final(cm2)			
10.00				7.50			



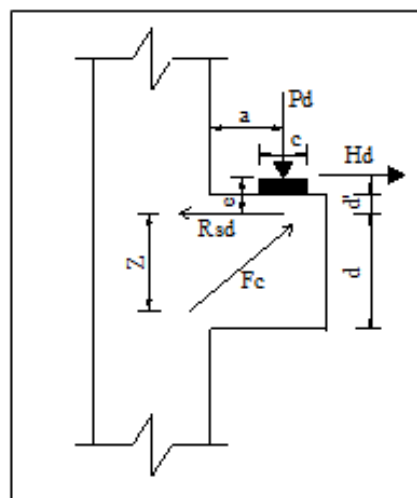
Tensão máxima no terreno de  $2,24 \text{ t/m}^2 = 0,224 \text{ Kg/cm}^2$

### Dimensionamento do Consolo que recebe a Laje de Transição

Os consolos das parede dos encontros E1 a E3 serão dimensionados pela teoria das bielas para receber a reação de apoio da laje transição, determinada pelo modelo de calculo em elementos finitos conforme apresentado no item 14.0 deste memorial.

Reação da carga móvel e carga permanente sobre o consolo:  $7,71 \text{ t/m}$ .

Consolos - NBR 6118/2014		
Apoio Laje de transição		
Dados de entrada		
Pd (kgf)	Hd (kgf)	fck (Mpa)
10800	950	30
a (cm)	b (cm)	c (cm)
12.5	100	20
d (cm)	d' (cm)	e (cm)
25	5	10
Resultados:		
Rsd (kgf)	AS (cm <sup>2</sup> )	Fc (kgf)
51910	11.94	17400
Biela de concreto - OK		



## 9.2 DIMENSIONAMENTO DOS ENCONTROS E PILARES

### ASOS DE CARREGAMENTO E.L.U:

ELU1: 1,35CP + 1,5VY+  
ELU2: 1,35CP + 1,5VY-  
ELU3: 1,35CP + 1,5TEMP+  
ELU4: 1,35CP + 1,5TEMP-  
ELU5: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO)  
ELU6: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY+  
ELU7: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY-  
ELU8: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,72TEMP+  
ELU9: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,72TEMP-  
ELU10: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY+ + 0,72TEMP+  
ELU11: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY- + 0,72TEMP-  
ELU12: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY+ + 0,72TEMP+  
ELU13: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84VY- + 0,72TEMP-  
ELU14: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM  
ELU15: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72 VY+  
ELU16: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72VY-  
ELU17: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72TEMP+  
ELU18: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72TEMP-  
ELU19: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72 VY+ + TEMP+  
ELU20: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72VY- + TEMP-  
ELU21: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72VY+ + TEMP+  
ELU22: 1,35CP + 1,5TR45 (COM IMPACTO) + 0,84FRENAGEM + 0,72VY- + TEMP-  
ENVOLTORIA ELU: Envoltoria da ELU1 a ELU 22

Apresentamos os esforços atuantes nos encontros e pilares subdivididos ao longo da sua altura.

ESFORÇOS DE CALCULO - PILARES DO TRECHO PRINCIPAL									
Frame	Station	OutputCase	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
P1	0	ELU1		-575.8	-4.5	9.2	-0.3	55.0	-29.9
P1	2.475	ELU1		-551.8	-4.5	9.2	-0.3	32.3	-18.6
P1	4.95	ELU1		-527.7	-4.5	9.2	-0.3	9.6	-7.4
P1	0	ELU2		-575.8	4.5	9.2	0.3	55.0	29.9
P1	2.475	ELU2		-551.8	4.5	9.2	0.3	32.3	18.6
P1	4.95	ELU2		-527.7	4.5	9.2	0.3	9.6	7.4
P1	0	ELU3		-537.3	0.0	42.3	0.0	253.6	0.0
P1	2.475	ELU3		-513.2	0.0	42.3	0.0	149.0	0.0
P1	4.95	ELU3		-489.1	0.0	42.3	0.0	44.4	0.0
P1	0	ELU4		-614.4	0.0	-23.9	0.0	-143.5	0.0
P1	2.475	ELU4		-590.3	0.0	-23.9	0.0	-84.3	0.0
P1	4.95	ELU4		-566.2	0.0	-23.9	0.0	-25.1	0.0
P1	0	ELU5	Max	-572.4	14.9	16.5	5.1	98.7	132.6
P1	2.475	ELU5	Max	-548.3	14.9	16.5	5.1	58.0	168.2
P1	4.95	ELU5	Max	-524.2	14.9	16.5	5.1	17.3	203.8
P1	0	ELU5	Min	-778.2	-14.9	6.1	-5.1	36.7	-132.6
P1	2.475	ELU5	Min	-754.2	-14.9	6.1	-5.1	21.5	-168.2
P1	4.95	ELU5	Min	-730.1	-14.9	6.1	-5.1	6.4	-203.8
P1	0	ELU6	Max	-572.4	12.3	16.5	5.0	98.7	115.8
P1	2.475	ELU6	Max	-548.3	12.3	16.5	5.0	58.0	157.7
P1	4.95	ELU6	Max	-524.2	12.3	16.5	5.0	17.3	199.6
P1	0	ELU6	Min	-778.2	-17.4	6.1	-5.3	36.7	-149.3
P1	2.475	ELU6	Min	-754.2	-17.4	6.1	-5.3	21.5	-178.6
P1	4.95	ELU6	Min	-730.1	-17.4	6.1	-5.3	6.4	-207.9
P1	0	ELU7	Max	-572.4	17.4	16.5	5.3	98.7	149.3
P1	2.475	ELU7	Max	-548.3	17.4	16.5	5.3	58.0	178.6
P1	4.95	ELU7	Max	-524.2	17.4	16.5	5.3	17.3	207.9
P1	0	ELU7	Min	-778.2	-12.3	6.1	-5.0	36.7	-115.8
P1	2.475	ELU7	Min	-754.2	-12.3	6.1	-5.0	21.5	-157.7
P1	4.95	ELU7	Min	-730.1	-12.3	6.1	-5.0	6.4	-199.6
P1	0	ELU8	Max	-553.9	14.9	32.3	5.1	194.1	132.6
P1	2.475	ELU8	Max	-529.8	14.9	32.3	5.1	114.0	168.2
P1	4.95	ELU8	Max	-505.7	14.9	32.3	5.1	34.0	203.8
P1	0	ELU8	Min	-759.7	-14.9	22.0	-5.1	132.0	-132.6
P1	2.475	ELU8	Min	-735.7	-14.9	22.0	-5.1	77.5	-168.2
P1	4.95	ELU8	Min	-711.6	-14.9	22.0	-5.1	23.1	-203.8
P1	0	ELU9	Max	-590.9	14.9	0.6	5.1	3.4	132.6
P1	2.475	ELU9	Max	-566.8	14.9	0.6	5.1	2.0	168.2
P1	4.95	ELU9	Max	-542.7	14.9	0.6	5.1	0.6	203.8
P1	0	ELU9	Min	-796.7	-14.9	-9.8	-5.1	-58.7	-132.6
P1	2.475	ELU9	Min	-772.6	-14.9	-9.8	-5.1	-34.5	-168.2
P1	4.95	ELU9	Min	-748.6	-14.9	-9.8	-5.1	-10.3	-203.8

P1	0	ELU10	Max	-553.9	12.3	32.3	5.0	194.1	115.8
P1	2.475	ELU10	Max	-529.8	12.3	32.3	5.0	114.0	157.7
P1	4.95	ELU10	Max	-505.7	12.3	32.3	5.0	34.0	199.6
P1	0	ELU10	Min	-759.7	-17.4	22.0	-5.3	132.0	-149.3
P1	2.475	ELU10	Min	-735.7	-17.4	22.0	-5.3	77.5	-178.6
P1	4.95	ELU10	Min	-711.6	-17.4	22.0	-5.3	23.1	-207.9
P1	0	ELU11	Max	-590.9	17.4	0.6	5.3	3.4	149.3
P1	2.475	ELU11	Max	-566.8	17.4	0.6	5.3	2.0	178.6
P1	4.95	ELU11	Max	-542.7	17.4	0.6	5.3	0.6	207.9
P1	0	ELU11	Min	-796.7	-12.3	-9.8	-5.0	-58.7	-115.8
P1	2.475	ELU11	Min	-772.6	-12.3	-9.8	-5.0	-34.5	-157.7
P1	4.95	ELU11	Min	-748.6	-12.3	-9.8	-5.0	-10.3	-199.6
P1	0	ELU12	Max	-590.9	12.3	0.6	5.0	3.4	115.8
P1	2.475	ELU12	Max	-566.8	12.3	0.6	5.0	2.0	157.7
P1	4.95	ELU12	Max	-542.7	12.3	0.6	5.0	0.6	199.6
P1	0	ELU12	Min	-796.7	-17.4	-9.8	-5.3	-58.7	-149.3
P1	2.475	ELU12	Min	-772.6	-17.4	-9.8	-5.3	-34.5	-178.6
P1	4.95	ELU12	Min	-748.6	-17.4	-9.8	-5.3	-10.3	-207.9
P1	0	ELU13	Max	-553.9	17.4	32.3	5.3	194.1	149.3
P1	2.475	ELU13	Max	-529.8	17.4	32.3	5.3	114.0	178.6
P1	4.95	ELU13	Max	-505.7	17.4	32.3	5.3	34.0	207.9
P1	0	ELU13	Min	-759.7	-12.3	22.0	-5.0	132.0	-115.8
P1	2.475	ELU13	Min	-735.7	-12.3	22.0	-5.0	77.5	-157.7
P1	4.95	ELU13	Min	-711.6	-12.3	22.0	-5.0	23.1	-199.6
P1	0	ELU14	Max	-572.3	14.9	16.6	5.1	99.6	132.8
P1	2.475	ELU14	Max	-548.2	14.9	16.6	5.1	58.5	168.5
P1	4.95	ELU14	Max	-524.1	14.9	16.6	5.1	17.4	204.1
P1	0	ELU14	Min	-778.9	-14.9	6.0	-5.1	36.2	-132.8
P1	2.475	ELU14	Min	-754.8	-14.9	6.0	-5.1	21.3	-168.5
P1	4.95	ELU14	Min	-730.8	-14.9	6.0	-5.1	6.3	-204.1
P1	0	ELU15	Max	-572.3	12.4	16.6	5.0	99.6	116.1
P1	2.475	ELU15	Max	-548.2	12.4	16.6	5.0	58.5	158.1
P1	4.95	ELU15	Max	-524.1	12.4	16.6	5.0	17.4	200.0
P1	0	ELU15	Min	-778.9	-17.4	6.0	-5.3	36.2	-149.5
P1	2.475	ELU15	Min	-754.8	-17.4	6.0	-5.3	21.3	-178.9
P1	4.95	ELU15	Min	-730.8	-17.4	6.0	-5.3	6.3	-208.3
P1	0	ELU16	Max	-572.3	17.4	16.6	5.3	99.6	149.5
P1	2.475	ELU16	Max	-548.2	17.4	16.6	5.3	58.5	178.9
P1	4.95	ELU16	Max	-524.1	17.4	16.6	5.3	17.4	208.3
P1	0	ELU16	Min	-778.9	-12.4	6.0	-5.0	36.2	-116.1
P1	2.475	ELU16	Min	-754.8	-12.4	6.0	-5.0	21.3	-158.1
P1	4.95	ELU16	Min	-730.8	-12.4	6.0	-5.0	6.3	-200.0
P1	0	ELU17	Max	-553.8	14.9	32.5	5.1	194.9	132.8
P1	2.475	ELU17	Max	-529.7	14.9	32.5	5.1	114.5	168.5
P1	4.95	ELU17	Max	-505.6	14.9	32.5	5.1	34.1	204.1
P1	0	ELU17	Min	-760.4	-14.9	21.9	-5.1	131.5	-132.8

P1	2.475	ELU17	Min	-736.4	-14.9	21.9	-5.1	77.3	-168.5
P1	4.95	ELU17	Min	-712.3	-14.9	21.9	-5.1	23.0	-204.1
P1	0	ELU18	Max	-590.8	14.9	0.7	5.1	4.3	132.8
P1	2.475	ELU18	Max	-566.7	14.9	0.7	5.1	2.5	168.5
P1	4.95	ELU18	Max	-542.6	14.9	0.7	5.1	0.7	204.1
P1	0	ELU18	Min	-797.4	-14.9	-9.8	-5.1	-59.1	-132.8
P1	2.475	ELU18	Min	-773.3	-14.9	-9.8	-5.1	-34.7	-168.5
P1	4.95	ELU18	Min	-749.2	-14.9	-9.8	-5.1	-10.3	-204.1
P1	0	ELU19	Max	-553.8	12.4	32.5	5.0	194.9	116.1
P1	2.475	ELU19	Max	-529.7	12.4	32.5	5.0	114.5	158.1
P1	4.95	ELU19	Max	-505.6	12.4	32.5	5.0	34.1	200.0
P1	0	ELU19	Min	-760.4	-17.4	21.9	-5.3	131.5	-149.5
P1	2.475	ELU19	Min	-736.4	-17.4	21.9	-5.3	77.3	-178.9
P1	4.95	ELU19	Min	-712.3	-17.4	21.9	-5.3	23.0	-208.3
P1	0	ELU20	Max	-590.8	12.4	0.7	5.0	4.3	116.1
P1	2.475	ELU20	Max	-566.7	12.4	0.7	5.0	2.5	158.1
P1	4.95	ELU20	Max	-542.6	12.4	0.7	5.0	0.7	200.0
P1	0	ELU20	Min	-797.4	-17.4	-9.8	-5.3	-59.1	-149.5
P1	2.475	ELU20	Min	-773.3	-17.4	-9.8	-5.3	-34.7	-178.9
P1	4.95	ELU20	Min	-749.2	-17.4	-9.8	-5.3	-10.3	-208.3
P1	0	ELU21	Max	-553.8	17.4	32.5	5.3	194.9	149.5
P1	2.475	ELU21	Max	-529.7	17.4	32.5	5.3	114.5	178.9
P1	4.95	ELU21	Max	-505.6	17.4	32.5	5.3	34.1	208.3
P1	0	ELU21	Min	-760.4	-12.4	21.9	-5.0	131.5	-116.1
P1	2.475	ELU21	Min	-736.4	-12.4	21.9	-5.0	77.3	-158.1
P1	4.95	ELU21	Min	-712.3	-12.4	21.9	-5.0	23.0	-200.0
P1	0	ELU22	Max	-590.8	17.4	0.7	5.3	4.3	149.5
P1	2.475	ELU22	Max	-566.7	17.4	0.7	5.3	2.5	178.9
P1	4.95	ELU22	Max	-542.6	17.4	0.7	5.3	0.7	208.3
P1	0	ELU22	Min	-797.4	-12.4	-9.8	-5.0	-59.1	-116.1
P1	2.475	ELU22	Min	-773.3	-12.4	-9.8	-5.0	-34.7	-158.1
P1	4.95	ELU22	Min	-749.2	-12.4	-9.8	-5.0	-10.3	-200.0
P2	0	ELU1		-748.2	-21.5	-169.6	-4.1	-673.7	-145.7
P2	2.975	ELU1		-640.1	-21.5	-169.6	-4.1	-169.0	-81.7
P2	5.95	ELU1		-532.0	-21.5	-169.6	-4.1	335.7	-17.7
P2	0	ELU2		-748.2	21.5	-169.6	4.1	-673.7	145.7
P2	2.975	ELU2		-640.1	21.5	-169.6	4.1	-169.0	81.7
P2	5.95	ELU2		-532.0	21.5	-169.6	4.1	335.7	17.7
P2	0	ELU3		-758.6	0.0	-55.0	0.0	832.7	0.0
P2	2.975	ELU3		-650.5	0.0	-55.0	0.0	996.1	0.0
P2	5.95	ELU3		-542.4	0.0	-55.0	0.0	1159.6	0.0
P2	0	ELU4		-737.8	0.0	-284.3	0.0	-2180.1	0.0
P2	2.975	ELU4		-629.7	0.0	-284.3	0.0	-1334.2	0.0
P2	5.95	ELU4		-521.6	0.0	-284.3	0.0	-488.2	0.0
P2	0	ELU5	Max	-736.2	9.6	-141.8	26.2	-487.0	302.6
P2	2.975	ELU5	Max	-628.1	9.6	-141.8	26.2	-61.2	291.3



P2	5.95	ELU5	Max	-520.1	9.6	-141.8	26.2	570.8	282.3
P2	0	ELU5	Min	-979.6	-9.6	-263.0	-26.2	-1120.0	-302.6
P2	2.975	ELU5	Min	-871.5	-9.6	-263.0	-26.2	-358.7	-291.3
P2	5.95	ELU5	Min	-763.4	-9.6	-263.0	-26.2	233.7	-282.3
P2	0	ELU6	Max	-736.2	-2.5	-141.8	23.9	-487.0	221.0
P2	2.975	ELU6	Max	-628.1	-2.5	-141.8	23.9	-61.2	245.6
P2	5.95	ELU6	Max	-520.1	-2.5	-141.8	23.9	570.8	272.4
P2	0	ELU6	Min	-979.6	-21.6	-263.0	-28.5	-1120.0	-384.2
P2	2.975	ELU6	Min	-871.5	-21.6	-263.0	-28.5	-358.7	-337.1
P2	5.95	ELU6	Min	-763.4	-21.6	-263.0	-28.5	233.7	-292.2
P2	0	ELU7	Max	-736.2	21.6	-141.8	28.5	-487.0	384.2
P2	2.975	ELU7	Max	-628.1	21.6	-141.8	28.5	-61.2	337.1
P2	5.95	ELU7	Max	-520.1	21.6	-141.8	28.5	570.8	292.2
P2	0	ELU7	Min	-979.6	2.5	-263.0	-23.9	-1120.0	-221.0
P2	2.975	ELU7	Min	-871.5	2.5	-263.0	-23.9	-358.7	-245.6
P2	5.95	ELU7	Min	-763.4	2.5	-263.0	-23.9	233.7	-272.4
P2	0	ELU8	Max	-741.2	9.6	-86.8	26.2	236.1	302.6
P2	2.975	ELU8	Max	-633.1	9.6	-86.8	26.2	498.1	291.3
P2	5.95	ELU8	Max	-525.1	9.6	-86.8	26.2	966.3	282.3
P2	0	ELU8	Min	-984.6	-9.6	-207.9	-26.2	-396.9	-302.6
P2	2.975	ELU8	Min	-876.5	-9.6	-207.9	-26.2	200.6	-291.3
P2	5.95	ELU8	Min	-768.4	-9.6	-207.9	-26.2	629.2	-282.3
P2	0	ELU9	Max	-731.2	9.6	-196.9	26.2	-1210.0	302.6
P2	2.975	ELU9	Max	-623.2	9.6	-196.9	26.2	-620.4	291.3
P2	5.95	ELU9	Max	-515.1	9.6	-196.9	26.2	175.3	282.3
P2	0	ELU9	Min	-974.6	-9.6	-318.0	-26.2	-1843.0	-302.6
P2	2.975	ELU9	Min	-866.5	-9.6	-318.0	-26.2	-917.9	-291.3
P2	5.95	ELU9	Min	-758.4	-9.6	-318.0	-26.2	-161.8	-282.3
P2	0	ELU10	Max	-741.2	-2.5	-86.8	23.9	236.1	221.0
P2	2.975	ELU10	Max	-633.1	-2.5	-86.8	23.9	498.1	245.6
P2	5.95	ELU10	Max	-525.1	-2.5	-86.8	23.9	966.3	272.4
P2	0	ELU10	Min	-984.6	-21.6	-207.9	-28.5	-396.9	-384.2
P2	2.975	ELU10	Min	-876.5	-21.6	-207.9	-28.5	200.6	-337.1
P2	5.95	ELU10	Min	-768.4	-21.6	-207.9	-28.5	629.2	-292.2
P2	0	ELU11	Max	-731.2	21.6	-196.9	28.5	-1210.0	384.2
P2	2.975	ELU11	Max	-623.2	21.6	-196.9	28.5	-620.4	337.1
P2	5.95	ELU11	Max	-515.1	21.6	-196.9	28.5	175.3	292.2
P2	0	ELU11	Min	-974.6	2.5	-318.0	-23.9	-1843.0	-221.0
P2	2.975	ELU11	Min	-866.5	2.5	-318.0	-23.9	-917.9	-245.6
P2	5.95	ELU11	Min	-758.4	2.5	-318.0	-23.9	-161.8	-272.4
P2	0	ELU12	Max	-731.2	-2.5	-196.9	23.9	-1210.0	221.0
P2	2.975	ELU12	Max	-623.2	-2.5	-196.9	23.9	-620.4	245.6
P2	5.95	ELU12	Max	-515.1	-2.5	-196.9	23.9	175.3	272.4
P2	0	ELU12	Min	-974.6	-21.6	-318.0	-28.5	-1843.0	-384.2
P2	2.975	ELU12	Min	-866.5	-21.6	-318.0	-28.5	-917.9	-337.1
P2	5.95	ELU12	Min	-758.4	-21.6	-318.0	-28.5	-161.8	-292.2

P2	0	ELU13	Max	-741.2	21.6	-86.8	28.5	236.1	384.2
P2	2.975	ELU13	Max	-633.1	21.6	-86.8	28.5	498.1	337.1
P2	5.95	ELU13	Max	-525.1	21.6	-86.8	28.5	966.3	292.2
P2	0	ELU13	Min	-984.6	2.5	-207.9	-23.9	-396.9	-221.0
P2	2.975	ELU13	Min	-876.5	2.5	-207.9	-23.9	200.6	-245.6
P2	5.95	ELU13	Min	-768.4	2.5	-207.9	-23.9	629.2	-272.4
P2	0	ELU14	Max	-736.2	9.8	-141.4	26.2	-484.2	303.0
P2	2.975	ELU14	Max	-628.1	9.8	-141.4	26.2	-59.5	291.7
P2	5.95	ELU14	Max	-520.0	9.8	-141.4	26.2	572.8	282.8
P2	0	ELU14	Min	-979.8	-9.8	-264.3	-26.2	-1125.8	-303.0
P2	2.975	ELU14	Min	-871.7	-9.8	-264.3	-26.2	-360.4	-291.7
P2	5.95	ELU14	Min	-763.6	-9.8	-264.3	-26.2	233.4	-282.8
P2	0	ELU15	Max	-736.2	-2.2	-141.4	24.0	-484.2	221.4
P2	2.975	ELU15	Max	-628.1	-2.2	-141.4	24.0	-59.5	246.0
P2	5.95	ELU15	Max	-520.0	-2.2	-141.4	24.0	572.8	272.8
P2	0	ELU15	Min	-979.8	-21.8	-264.3	-28.5	-1125.8	-384.6
P2	2.975	ELU15	Min	-871.7	-21.8	-264.3	-28.5	-360.4	-337.5
P2	5.95	ELU15	Min	-763.6	-21.8	-264.3	-28.5	233.4	-292.7
P2	0	ELU16	Max	-736.2	21.8	-141.4	28.5	-484.2	384.6
P2	2.975	ELU16	Max	-628.1	21.8	-141.4	28.5	-59.5	337.5
P2	5.95	ELU16	Max	-520.0	21.8	-141.4	28.5	572.8	292.7
P2	0	ELU16	Min	-979.8	2.2	-264.3	-24.0	-1125.8	-221.4
P2	2.975	ELU16	Min	-871.7	2.2	-264.3	-24.0	-360.4	-246.0
P2	5.95	ELU16	Min	-763.6	2.2	-264.3	-24.0	233.4	-272.8
P2	0	ELU17	Max	-741.2	9.8	-86.3	26.2	238.9	303.0
P2	2.975	ELU17	Max	-633.1	9.8	-86.3	26.2	499.8	291.7
P2	5.95	ELU17	Max	-525.0	9.8	-86.3	26.2	968.3	282.8
P2	0	ELU17	Min	-984.7	-9.8	-209.2	-26.2	-402.7	-303.0
P2	2.975	ELU17	Min	-876.7	-9.8	-209.2	-26.2	198.9	-291.7
P2	5.95	ELU17	Min	-768.6	-9.8	-209.2	-26.2	628.9	-282.8
P2	0	ELU18	Max	-731.2	9.8	-196.5	26.2	-1207.3	303.0
P2	2.975	ELU18	Max	-623.1	9.8	-196.5	26.2	-618.7	291.7
P2	5.95	ELU18	Max	-515.0	9.8	-196.5	26.2	177.3	282.8
P2	0	ELU18	Min	-974.8	-9.8	-319.3	-26.2	-1848.8	-303.0
P2	2.975	ELU18	Min	-866.7	-9.8	-319.3	-26.2	-919.7	-291.7
P2	5.95	ELU18	Min	-758.6	-9.8	-319.3	-26.2	-162.1	-282.8
P2	0	ELU19	Max	-741.2	-2.2	-86.3	24.0	238.9	221.4
P2	2.975	ELU19	Max	-633.1	-2.2	-86.3	24.0	499.8	246.0
P2	5.95	ELU19	Max	-525.0	-2.2	-86.3	24.0	968.3	272.8
P2	0	ELU19	Min	-984.7	-21.8	-209.2	-28.5	-402.7	-384.6
P2	2.975	ELU19	Min	-876.7	-21.8	-209.2	-28.5	198.9	-337.5
P2	5.95	ELU19	Min	-768.6	-21.8	-209.2	-28.5	628.9	-292.7
P2	0	ELU20	Max	-731.2	-2.2	-196.5	24.0	-1207.3	221.4
P2	2.975	ELU20	Max	-623.1	-2.2	-196.5	24.0	-618.7	246.0
P2	5.95	ELU20	Max	-515.0	-2.2	-196.5	24.0	177.3	272.8
P2	0	ELU20	Min	-974.8	-21.8	-319.3	-28.5	-1848.8	-384.6

P2	2.975	ELU20	Min	-866.7	-21.8	-319.3	-28.5	-919.7	-337.5
P2	5.95	ELU20	Min	-758.6	-21.8	-319.3	-28.5	-162.1	-292.7
P2	0	ELU21	Max	-741.2	21.8	-86.3	28.5	238.9	384.6
P2	2.975	ELU21	Max	-633.1	21.8	-86.3	28.5	499.8	337.5
P2	5.95	ELU21	Max	-525.0	21.8	-86.3	28.5	968.3	292.7
P2	0	ELU21	Min	-984.7	2.2	-209.2	-24.0	-402.7	-221.4
P2	2.975	ELU21	Min	-876.7	2.2	-209.2	-24.0	198.9	-246.0
P2	5.95	ELU21	Min	-768.6	2.2	-209.2	-24.0	628.9	-272.8
P2	0	ELU22	Max	-731.2	21.8	-196.5	28.5	-1207.3	384.6
P2	2.975	ELU22	Max	-623.1	21.8	-196.5	28.5	-618.7	337.5
P2	5.95	ELU22	Max	-515.0	21.8	-196.5	28.5	177.3	292.7
P2	0	ELU22	Min	-974.8	2.2	-319.3	-24.0	-1848.8	-221.4
P2	2.975	ELU22	Min	-866.7	2.2	-319.3	-24.0	-919.7	-246.0
P2	5.95	ELU22	Min	-758.6	2.2	-319.3	-24.0	-162.1	-272.8
P3	0	ELU1		-843.0	-23.7	-69.1	-6.9	-163.4	-219.7
P3	4.225	ELU1		-689.5	-23.7	-69.1	-6.9	128.5	-119.5
P3	8.45	ELU1		-536.0	-23.7	-69.1	-6.9	420.4	-19.4
P3	0	ELU2		-843.0	23.7	-69.1	6.9	-163.4	219.7
P3	4.225	ELU2		-689.5	23.7	-69.1	6.9	128.5	119.5
P3	8.45	ELU2		-536.0	23.7	-69.1	6.9	420.4	19.4
P3	0	ELU3		-830.1	0.0	-183.6	0.0	-458.4	0.0
P3	4.225	ELU3		-676.6	0.0	-183.6	0.0	317.1	0.0
P3	8.45	ELU3		-523.1	0.0	-183.6	0.0	1092.7	0.0
P3	0	ELU4		-855.8	0.0	45.4	0.0	131.5	0.0
P3	4.225	ELU4		-702.3	0.0	45.4	0.0	-60.2	0.0
P3	8.45	ELU4		-548.8	0.0	45.4	0.0	-251.9	0.0
P3	0	ELU5	Max	-828.6	10.8	-10.2	10.8	328.1	360.5
P3	4.225	ELU5	Max	-675.1	10.8	-10.2	10.8	375.0	328.3
P3	8.45	ELU5	Max	-521.6	10.8	-10.2	10.8	680.7	299.8
P3	0	ELU5	Min	-1073.6	-10.8	-161.0	-10.8	-708.9	-360.5
P3	4.225	ELU5	Min	-920.1	-10.8	-161.0	-10.8	-32.7	-328.3
P3	8.45	ELU5	Min	-766.6	-10.8	-161.0	-10.8	342.3	-299.8
P3	0	ELU6	Max	-828.6	-2.4	-10.2	7.0	328.1	237.5
P3	4.225	ELU6	Max	-675.1	-2.4	-10.2	7.0	375.0	261.4
P3	8.45	ELU6	Max	-521.6	-2.4	-10.2	7.0	680.7	288.9
P3	0	ELU6	Min	-1073.6	-24.1	-161.0	-14.7	-708.9	-483.6
P3	4.225	ELU6	Min	-920.1	-24.1	-161.0	-14.7	-32.7	-395.2
P3	8.45	ELU6	Min	-766.6	-24.1	-161.0	-14.7	342.3	-310.6
P3	0	ELU7	Max	-828.6	24.1	-10.2	14.7	328.1	483.6
P3	4.225	ELU7	Max	-675.1	24.1	-10.2	14.7	375.0	395.2
P3	8.45	ELU7	Max	-521.6	24.1	-10.2	14.7	680.7	310.6
P3	0	ELU7	Min	-1073.6	2.4	-161.0	-7.0	-708.9	-237.5
P3	4.225	ELU7	Min	-920.1	2.4	-161.0	-7.0	-32.7	-261.4
P3	8.45	ELU7	Min	-766.6	2.4	-161.0	-7.0	342.3	-288.9
P3	0	ELU8	Max	-822.4	10.8	-65.2	10.8	186.5	360.5
P3	4.225	ELU8	Max	-668.9	10.8	-65.2	10.8	465.5	328.3

P3	8.45	ELU8	Max	-515.4	10.8	-65.2	10.8	1003.4	299.8
P3	0	ELU8	Min	-1067.4	-10.8	-215.9	-10.8	-850.4	-360.5
P3	4.225	ELU8	Min	-913.9	-10.8	-215.9	-10.8	57.9	-328.3
P3	8.45	ELU8	Min	-760.4	-10.8	-215.9	-10.8	665.0	-299.8
P3	0	ELU9	Max	-834.8	10.8	44.7	10.8	469.7	360.5
P3	4.225	ELU9	Max	-681.3	10.8	44.7	10.8	284.4	328.3
P3	8.45	ELU9	Max	-527.8	10.8	44.7	10.8	358.0	299.8
P3	0	ELU9	Min	-1079.8	-10.8	-106.0	-10.8	-567.3	-360.5
P3	4.225	ELU9	Min	-926.3	-10.8	-106.0	-10.8	-123.3	-328.3
P3	8.45	ELU9	Min	-772.8	-10.8	-106.0	-10.8	19.6	-299.8
P3	0	ELU10	Max	-822.4	-2.4	-65.2	7.0	186.5	237.5
P3	4.225	ELU10	Max	-668.9	-2.4	-65.2	7.0	465.5	261.4
P3	8.45	ELU10	Max	-515.4	-2.4	-65.2	7.0	1003.4	288.9
P3	0	ELU10	Min	-1067.4	-24.1	-215.9	-14.7	-850.4	-483.6
P3	4.225	ELU10	Min	-913.9	-24.1	-215.9	-14.7	57.9	-395.2
P3	8.45	ELU10	Min	-760.4	-24.1	-215.9	-14.7	665.0	-310.6
P3	0	ELU11	Max	-834.8	24.1	44.7	14.7	469.7	483.6
P3	4.225	ELU11	Max	-681.3	24.1	44.7	14.7	284.4	395.2
P3	8.45	ELU11	Max	-527.8	24.1	44.7	14.7	358.0	310.6
P3	0	ELU11	Min	-1079.8	2.4	-106.0	-7.0	-567.3	-237.5
P3	4.225	ELU11	Min	-926.3	2.4	-106.0	-7.0	-123.3	-261.4
P3	8.45	ELU11	Min	-772.8	2.4	-106.0	-7.0	19.6	-288.9
P3	0	ELU12	Max	-834.8	-2.4	44.7	7.0	469.7	237.5
P3	4.225	ELU12	Max	-681.3	-2.4	44.7	7.0	284.4	261.4
P3	8.45	ELU12	Max	-527.8	-2.4	44.7	7.0	358.0	288.9
P3	0	ELU12	Min	-1079.8	-24.1	-106.0	-14.7	-567.3	-483.6
P3	4.225	ELU12	Min	-926.3	-24.1	-106.0	-14.7	-123.3	-395.2
P3	8.45	ELU12	Min	-772.8	-24.1	-106.0	-14.7	19.6	-310.6
P3	0	ELU13	Max	-822.4	24.1	-65.2	14.7	186.5	483.6
P3	4.225	ELU13	Max	-668.9	24.1	-65.2	14.7	465.5	395.2
P3	8.45	ELU13	Max	-515.4	24.1	-65.2	14.7	1003.4	310.6
P3	0	ELU13	Min	-1067.4	2.4	-215.9	-7.0	-850.4	-237.5
P3	4.225	ELU13	Min	-913.9	2.4	-215.9	-7.0	57.9	-261.4
P3	8.45	ELU13	Min	-760.4	2.4	-215.9	-7.0	665.0	-288.9
P3	0	ELU14	Max	-828.6	10.9	-9.0	10.9	339.7	360.7
P3	4.225	ELU14	Max	-675.1	10.9	-9.0	10.9	381.4	328.5
P3	8.45	ELU14	Max	-521.6	10.9	-9.0	10.9	681.5	300.0
P3	0	ELU14	Min	-1073.9	-10.9	-161.3	-10.9	-711.7	-360.7
P3	4.225	ELU14	Min	-920.4	-10.9	-161.3	-10.9	-34.3	-328.5
P3	8.45	ELU14	Min	-766.9	-10.9	-161.3	-10.9	341.8	-300.0
P3	0	ELU15	Max	-828.6	-2.4	-9.0	7.1	339.7	237.6
P3	4.225	ELU15	Max	-675.1	-2.4	-9.0	7.1	381.4	261.6
P3	8.45	ELU15	Max	-521.6	-2.4	-9.0	7.1	681.5	289.1
P3	0	ELU15	Min	-1073.9	-24.2	-161.3	-14.7	-711.7	-483.7
P3	4.225	ELU15	Min	-920.4	-24.2	-161.3	-14.7	-34.3	-395.4
P3	8.45	ELU15	Min	-766.9	-24.2	-161.3	-14.7	341.8	-310.8

P3	0	ELU16	Max	-828.6	24.2	-9.0	14.7	339.7	483.7
P3	4.225	ELU16	Max	-675.1	24.2	-9.0	14.7	381.4	395.4
P3	8.45	ELU16	Max	-521.6	24.2	-9.0	14.7	681.5	310.8
P3	0	ELU16	Min	-1073.9	2.4	-161.3	-7.1	-711.7	-237.6
P3	4.225	ELU16	Min	-920.4	2.4	-161.3	-7.1	-34.3	-261.6
P3	8.45	ELU16	Min	-766.9	2.4	-161.3	-7.1	341.8	-289.1
P3	0	ELU17	Max	-822.4	10.9	-64.0	10.9	198.2	360.7
P3	4.225	ELU17	Max	-668.9	10.9	-64.0	10.9	472.0	328.5
P3	8.45	ELU17	Max	-515.4	10.9	-64.0	10.9	1004.2	300.0
P3	0	ELU17	Min	-1067.7	-10.9	-216.3	-10.9	-853.3	-360.7
P3	4.225	ELU17	Min	-914.2	-10.9	-216.3	-10.9	56.3	-328.5
P3	8.45	ELU17	Min	-760.7	-10.9	-216.3	-10.9	664.5	-300.0
P3	0	ELU18	Max	-834.8	10.9	45.9	10.9	481.3	360.7
P3	4.225	ELU18	Max	-681.3	10.9	45.9	10.9	290.8	328.5
P3	8.45	ELU18	Max	-527.8	10.9	45.9	10.9	358.8	300.0
P3	0	ELU18	Min	-1080.1	-10.9	-106.4	-10.9	-570.1	-360.7
P3	4.225	ELU18	Min	-926.6	-10.9	-106.4	-10.9	-124.9	-328.5
P3	8.45	ELU18	Min	-773.1	-10.9	-106.4	-10.9	19.1	-300.0
P3	0	ELU19	Max	-822.4	-2.4	-64.0	7.1	198.2	237.6
P3	4.225	ELU19	Max	-668.9	-2.4	-64.0	7.1	472.0	261.6
P3	8.45	ELU19	Max	-515.4	-2.4	-64.0	7.1	1004.2	289.1
P3	0	ELU19	Min	-1067.7	-24.2	-216.3	-14.7	-853.3	-483.7
P3	4.225	ELU19	Min	-914.2	-24.2	-216.3	-14.7	56.3	-395.4
P3	8.45	ELU19	Min	-760.7	-24.2	-216.3	-14.7	664.5	-310.8
P3	0	ELU20	Max	-834.8	-2.4	45.9	7.1	481.3	237.6
P3	4.225	ELU20	Max	-681.3	-2.4	45.9	7.1	290.8	261.6
P3	8.45	ELU20	Max	-527.8	-2.4	45.9	7.1	358.8	289.1
P3	0	ELU20	Min	-1080.1	-24.2	-106.4	-14.7	-570.1	-483.7
P3	4.225	ELU20	Min	-926.6	-24.2	-106.4	-14.7	-124.9	-395.4
P3	8.45	ELU20	Min	-773.1	-24.2	-106.4	-14.7	19.1	-310.8
P3	0	ELU21	Max	-822.4	24.2	-64.0	14.7	198.2	483.7
P3	4.225	ELU21	Max	-668.9	24.2	-64.0	14.7	472.0	395.4
P3	8.45	ELU21	Max	-515.4	24.2	-64.0	14.7	1004.2	310.8
P3	0	ELU21	Min	-1067.7	2.4	-216.3	-7.1	-853.3	-237.6
P3	4.225	ELU21	Min	-914.2	2.4	-216.3	-7.1	56.3	-261.6
P3	8.45	ELU21	Min	-760.7	2.4	-216.3	-7.1	664.5	-289.1
P3	0	ELU22	Max	-834.8	24.2	45.9	14.7	481.3	483.7
P3	4.225	ELU22	Max	-681.3	24.2	45.9	14.7	290.8	395.4
P3	8.45	ELU22	Max	-527.8	24.2	45.9	14.7	358.8	310.8
P3	0	ELU22	Min	-1080.1	2.4	-106.4	-7.1	-570.1	-237.6
P3	4.225	ELU22	Min	-926.6	2.4	-106.4	-7.1	-124.9	-261.6
P3	8.45	ELU22	Min	-773.1	2.4	-106.4	-7.1	19.1	-289.1
P4	0	ELU1		-654.7	-11.9	2.6	1.4	22.1	-100.4
P4	3.975	ELU1		-616.0	-11.9	2.6	1.4	11.7	-53.1
P4	7.95	ELU1		-577.3	-11.9	2.6	1.4	1.4	-5.7
P4	0	ELU2		-654.7	11.9	2.6	-1.4	22.1	100.4

P4	3.975	ELU2		-616.0	11.9	2.6	-1.4	11.7	53.1
P4	7.95	ELU2		-577.3	11.9	2.6	-1.4	1.4	5.7
P4	0	ELU3		-551.5	0.0	-65.9	0.0	-560.6	0.0
P4	3.975	ELU3		-512.8	0.0	-65.9	0.0	-298.4	0.0
P4	7.95	ELU3		-474.2	0.0	-65.9	0.0	-36.3	0.0
P4	0	ELU4		-757.9	0.0	71.1	0.0	604.7	0.0
P4	3.975	ELU4		-719.2	0.0	71.1	0.0	321.9	0.0
P4	7.95	ELU4		-680.5	0.0	71.1	0.0	39.1	0.0
P4	0	ELU5	Max	-627.9	21.8	6.9	6.1	58.4	116.3
P4	3.975	ELU5	Max	-589.2	21.8	6.9	6.1	31.1	180.8
P4	7.95	ELU5	Max	-550.5	21.8	6.9	6.1	3.8	246.1
P4	0	ELU5	Min	-884.4	-21.8	-0.3	-6.1	-2.6	-116.3
P4	3.975	ELU5	Min	-845.7	-21.8	-0.3	-6.1	-1.4	-180.8
P4	7.95	ELU5	Min	-807.1	-21.8	-0.3	-6.1	-0.2	-246.1
P4	0	ELU6	Max	-627.9	15.1	6.9	6.9	58.4	60.1
P4	3.975	ELU6	Max	-589.2	15.1	6.9	6.9	31.1	151.1
P4	7.95	ELU6	Max	-550.5	15.1	6.9	6.9	3.8	242.9
P4	0	ELU6	Min	-884.4	-28.4	-0.3	-5.3	-2.6	-172.5
P4	3.975	ELU6	Min	-845.7	-28.4	-0.3	-5.3	-1.4	-210.5
P4	7.95	ELU6	Min	-807.1	-28.4	-0.3	-5.3	-0.2	-249.3
P4	0	ELU7	Max	-627.9	28.4	6.9	5.3	58.4	172.5
P4	3.975	ELU7	Max	-589.2	28.4	6.9	5.3	31.1	210.5
P4	7.95	ELU7	Max	-550.5	28.4	6.9	5.3	3.8	249.3
P4	0	ELU7	Min	-884.4	-15.1	-0.3	-6.9	-2.6	-60.1
P4	3.975	ELU7	Min	-845.7	-15.1	-0.3	-6.9	-1.4	-151.1
P4	7.95	ELU7	Min	-807.1	-15.1	-0.3	-6.9	-0.2	-242.9
P4	0	ELU8	Max	-578.4	21.8	-26.0	6.1	-221.3	116.3
P4	3.975	ELU8	Max	-539.7	21.8	-26.0	6.1	-117.8	180.8
P4	7.95	ELU8	Max	-501.0	21.8	-26.0	6.1	-14.3	246.1
P4	0	ELU8	Min	-834.9	-21.8	-33.2	-6.1	-282.3	-116.3
P4	3.975	ELU8	Min	-796.2	-21.8	-33.2	-6.1	-150.3	-180.8
P4	7.95	ELU8	Min	-757.5	-21.8	-33.2	-6.1	-18.3	-246.1
P4	0	ELU9	Max	-677.4	21.8	39.8	6.1	338.0	116.3
P4	3.975	ELU9	Max	-638.7	21.8	39.8	6.1	180.0	180.8
P4	7.95	ELU9	Max	-600.1	21.8	39.8	6.1	21.9	246.1
P4	0	ELU9	Min	-934.0	-21.8	32.6	-6.1	277.0	-116.3
P4	3.975	ELU9	Min	-895.3	-21.8	32.6	-6.1	147.5	-180.8
P4	7.95	ELU9	Min	-856.6	-21.8	32.6	-6.1	17.9	-246.1
P4	0	ELU10	Max	-578.4	15.1	-26.0	6.9	-221.3	60.1
P4	3.975	ELU10	Max	-539.7	15.1	-26.0	6.9	-117.8	151.1
P4	7.95	ELU10	Max	-501.0	15.1	-26.0	6.9	-14.3	242.9
P4	0	ELU10	Min	-834.9	-28.4	-33.2	-5.3	-282.3	-172.5
P4	3.975	ELU10	Min	-796.2	-28.4	-33.2	-5.3	-150.3	-210.5
P4	7.95	ELU10	Min	-757.5	-28.4	-33.2	-5.3	-18.3	-249.3
P4	0	ELU11	Max	-677.4	28.4	39.8	5.3	338.0	172.5
P4	3.975	ELU11	Max	-638.7	28.4	39.8	5.3	180.0	210.5



P4	7.95	ELU11	Max	-600.1	28.4	39.8	5.3	21.9	249.3
P4	0	ELU11	Min	-934.0	-15.1	32.6	-6.9	277.0	-60.1
P4	3.975	ELU11	Min	-895.3	-15.1	32.6	-6.9	147.5	-151.1
P4	7.95	ELU11	Min	-856.6	-15.1	32.6	-6.9	17.9	-242.9
P4	0	ELU12	Max	-677.4	15.1	39.8	6.9	338.0	60.1
P4	3.975	ELU12	Max	-638.7	15.1	39.8	6.9	180.0	151.1
P4	7.95	ELU12	Max	-600.1	15.1	39.8	6.9	21.9	242.9
P4	0	ELU12	Min	-934.0	-28.4	32.6	-5.3	277.0	-172.5
P4	3.975	ELU12	Min	-895.3	-28.4	32.6	-5.3	147.5	-210.5
P4	7.95	ELU12	Min	-856.6	-28.4	32.6	-5.3	17.9	-249.3
P4	0	ELU13	Max	-578.4	28.4	-26.0	5.3	-221.3	172.5
P4	3.975	ELU13	Max	-539.7	28.4	-26.0	5.3	-117.8	210.5
P4	7.95	ELU13	Max	-501.0	28.4	-26.0	5.3	-14.3	249.3
P4	0	ELU13	Min	-834.9	-15.1	-33.2	-6.9	-282.3	-60.1
P4	3.975	ELU13	Min	-796.2	-15.1	-33.2	-6.9	-150.3	-151.1
P4	7.95	ELU13	Min	-757.5	-15.1	-33.2	-6.9	-18.3	-242.9
P4	0	ELU14	Max	-627.8	21.8	7.0	6.1	59.2	116.4
P4	3.975	ELU14	Max	-589.1	21.8	7.0	6.1	31.5	181.0
P4	7.95	ELU14	Max	-550.4	21.8	7.0	6.1	3.8	246.4
P4	0	ELU14	Min	-884.9	-21.8	-0.4	-6.1	-3.5	-116.4
P4	3.975	ELU14	Min	-846.2	-21.8	-0.4	-6.1	-1.8	-181.0
P4	7.95	ELU14	Min	-807.6	-21.8	-0.4	-6.1	-0.2	-246.4
P4	0	ELU15	Max	-627.8	15.1	7.0	6.9	59.2	60.2
P4	3.975	ELU15	Max	-589.1	15.1	7.0	6.9	31.5	151.3
P4	7.95	ELU15	Max	-550.4	15.1	7.0	6.9	3.8	243.2
P4	0	ELU15	Min	-884.9	-28.5	-0.4	-5.3	-3.5	-172.7
P4	3.975	ELU15	Min	-846.2	-28.5	-0.4	-5.3	-1.8	-210.7
P4	7.95	ELU15	Min	-807.6	-28.5	-0.4	-5.3	-0.2	-249.6
P4	0	ELU16	Max	-627.8	28.5	7.0	5.3	59.2	172.7
P4	3.975	ELU16	Max	-589.1	28.5	7.0	5.3	31.5	210.7
P4	7.95	ELU16	Max	-550.4	28.5	7.0	5.3	3.8	249.6
P4	0	ELU16	Min	-884.9	-15.1	-0.4	-6.9	-3.5	-60.2
P4	3.975	ELU16	Min	-846.2	-15.1	-0.4	-6.9	-1.8	-151.3
P4	7.95	ELU16	Min	-807.6	-15.1	-0.4	-6.9	-0.2	-243.2
P4	0	ELU17	Max	-578.3	21.8	-25.9	6.1	-220.5	116.4
P4	3.975	ELU17	Max	-539.6	21.8	-25.9	6.1	-117.4	181.0
P4	7.95	ELU17	Max	-500.9	21.8	-25.9	6.1	-14.3	246.4
P4	0	ELU17	Min	-835.4	-21.8	-33.3	-6.1	-283.1	-116.4
P4	3.975	ELU17	Min	-796.7	-21.8	-33.3	-6.1	-150.7	-181.0
P4	7.95	ELU17	Min	-758.0	-21.8	-33.3	-6.1	-18.3	-246.4
P4	0	ELU18	Max	-677.3	21.8	39.9	6.1	338.8	116.4
P4	3.975	ELU18	Max	-638.6	21.8	39.9	6.1	180.4	181.0
P4	7.95	ELU18	Max	-599.9	21.8	39.9	6.1	21.9	246.4
P4	0	ELU18	Min	-934.4	-21.8	32.5	-6.1	276.2	-116.4
P4	3.975	ELU18	Min	-895.8	-21.8	32.5	-6.1	147.0	-181.0
P4	7.95	ELU18	Min	-857.1	-21.8	32.5	-6.1	17.9	-246.4

P4	0	ELU19	Max	-578.3	15.1	-25.9	6.9	-220.5	60.2
P4	3.975	ELU19	Max	-539.6	15.1	-25.9	6.9	-117.4	151.3
P4	7.95	ELU19	Max	-500.9	15.1	-25.9	6.9	-14.3	243.2
P4	0	ELU19	Min	-835.4	-28.5	-33.3	-5.3	-283.1	-172.7
P4	3.975	ELU19	Min	-796.7	-28.5	-33.3	-5.3	-150.7	-210.7
P4	7.95	ELU19	Min	-758.0	-28.5	-33.3	-5.3	-18.3	-249.6
P4	0	ELU20	Max	-677.3	15.1	39.9	6.9	338.8	60.2
P4	3.975	ELU20	Max	-638.6	15.1	39.9	6.9	180.4	151.3
P4	7.95	ELU20	Max	-599.9	15.1	39.9	6.9	21.9	243.2
P4	0	ELU20	Min	-934.4	-28.5	32.5	-5.3	276.2	-172.7
P4	3.975	ELU20	Min	-895.8	-28.5	32.5	-5.3	147.0	-210.7
P4	7.95	ELU20	Min	-857.1	-28.5	32.5	-5.3	17.9	-249.6
P4	0	ELU21	Max	-578.3	28.5	-25.9	5.3	-220.5	172.7
P4	3.975	ELU21	Max	-539.6	28.5	-25.9	5.3	-117.4	210.7
P4	7.95	ELU21	Max	-500.9	28.5	-25.9	5.3	-14.3	249.6
P4	0	ELU21	Min	-835.4	-15.1	-33.3	-6.9	-283.1	-60.2
P4	3.975	ELU21	Min	-796.7	-15.1	-33.3	-6.9	-150.7	-151.3
P4	7.95	ELU21	Min	-758.0	-15.1	-33.3	-6.9	-18.3	-243.2
P4	0	ELU22	Max	-677.3	28.5	39.9	5.3	338.8	172.7
P4	3.975	ELU22	Max	-638.6	28.5	39.9	5.3	180.4	210.7
P4	7.95	ELU22	Max	-599.9	28.5	39.9	5.3	21.9	249.6
P4	0	ELU22	Min	-934.4	-15.1	32.5	-6.9	276.2	-60.2
P4	3.975	ELU22	Min	-895.8	-15.1	32.5	-6.9	147.0	-151.3
P4	7.95	ELU22	Min	-857.1	-15.1	32.5	-6.9	17.9	-243.2
P5	0	ELU1		-623.9	-20.6	4.9	-0.4	31.6	-127.9
P5	2.975	ELU1		-595.0	-20.6	4.9	-0.4	17.1	-66.7
P5	5.95	ELU1		-566.0	-20.6	4.9	-0.4	2.7	-5.5
P5	0	ELU2		-623.9	20.6	4.9	0.4	31.6	127.9
P5	2.975	ELU2		-595.0	20.6	4.9	0.4	17.1	66.7
P5	5.95	ELU2		-566.0	20.6	4.9	0.4	2.7	5.5
P5	0	ELU3		-617.5	0.0	-96.5	0.0	-627.6	0.0
P5	2.975	ELU3		-588.6	0.0	-96.5	0.0	-340.3	0.0
P5	5.95	ELU3		-559.6	0.0	-96.5	0.0	-53.1	0.0
P5	0	ELU4		-630.3	0.0	106.3	0.0	690.8	0.0
P5	2.975	ELU4		-601.4	0.0	106.3	0.0	374.6	0.0
P5	5.95	ELU4		-572.4	0.0	106.3	0.0	58.5	0.0
P5	0	ELU5	Max	-591.4	22.5	19.8	8.6	128.4	205.0
P5	2.975	ELU5	Max	-562.4	22.5	19.8	8.6	69.6	226.0
P5	5.95	ELU5	Max	-533.5	22.5	19.8	8.6	10.9	247.2
P5	0	ELU5	Min	-856.5	-22.5	-9.0	-8.6	-58.8	-205.0
P5	2.975	ELU5	Min	-827.5	-22.5	-9.0	-8.6	-31.9	-226.0
P5	5.95	ELU5	Min	-798.6	-22.5	-9.0	-8.6	-5.0	-247.2
P5	0	ELU6	Max	-591.4	11.0	19.8	8.4	128.4	133.4
P5	2.975	ELU6	Max	-562.4	11.0	19.8	8.4	69.6	188.6
P5	5.95	ELU6	Max	-533.5	11.0	19.8	8.4	10.9	244.1
P5	0	ELU6	Min	-856.5	-34.0	-9.0	-8.9	-58.8	-276.6

P5	2.975	ELU6	Min	-827.5	-34.0	-9.0	-8.9	-31.9	-263.3
P5	5.95	ELU6	Min	-798.6	-34.0	-9.0	-8.9	-5.0	-250.3
P5	0	ELU7	Max	-591.4	34.0	19.8	8.9	128.4	276.6
P5	2.975	ELU7	Max	-562.4	34.0	19.8	8.9	69.6	263.3
P5	5.95	ELU7	Max	-533.5	34.0	19.8	8.9	10.9	250.3
P5	0	ELU7	Min	-856.5	-11.0	-9.0	-8.4	-58.8	-133.4
P5	2.975	ELU7	Min	-827.5	-11.0	-9.0	-8.4	-31.9	-188.6
P5	5.95	ELU7	Min	-798.6	-11.0	-9.0	-8.4	-5.0	-244.1
P5	0	ELU8	Max	-588.3	22.5	-28.9	8.6	-188.0	205.0
P5	2.975	ELU8	Max	-559.3	22.5	-28.9	8.6	-101.9	226.0
P5	5.95	ELU8	Max	-530.4	22.5	-28.9	8.6	-15.9	247.2
P5	0	ELU8	Min	-853.4	-22.5	-57.7	-8.6	-375.2	-205.0
P5	2.975	ELU8	Min	-824.4	-22.5	-57.7	-8.6	-203.5	-226.0
P5	5.95	ELU8	Min	-795.5	-22.5	-57.7	-8.6	-31.7	-247.2
P5	0	ELU9	Max	-594.4	22.5	68.4	8.6	444.8	205.0
P5	2.975	ELU9	Max	-565.5	22.5	68.4	8.6	241.2	226.0
P5	5.95	ELU9	Max	-536.5	22.5	68.4	8.6	37.6	247.2
P5	0	ELU9	Min	-859.5	-22.5	39.6	-8.6	257.6	-205.0
P5	2.975	ELU9	Min	-830.6	-22.5	39.6	-8.6	139.7	-226.0
P5	5.95	ELU9	Min	-801.6	-22.5	39.6	-8.6	21.8	-247.2
P5	0	ELU10	Max	-588.3	11.0	-28.9	8.4	-188.0	133.4
P5	2.975	ELU10	Max	-559.3	11.0	-28.9	8.4	-101.9	188.6
P5	5.95	ELU10	Max	-530.4	11.0	-28.9	8.4	-15.9	244.1
P5	0	ELU10	Min	-853.4	-34.0	-57.7	-8.9	-375.2	-276.6
P5	2.975	ELU10	Min	-824.4	-34.0	-57.7	-8.9	-203.5	-263.3
P5	5.95	ELU10	Min	-795.5	-34.0	-57.7	-8.9	-31.7	-250.3
P5	0	ELU11	Max	-594.4	34.0	68.4	8.9	444.8	276.6
P5	2.975	ELU11	Max	-565.5	34.0	68.4	8.9	241.2	263.3
P5	5.95	ELU11	Max	-536.5	34.0	68.4	8.9	37.6	250.3
P5	0	ELU11	Min	-859.5	-11.0	39.6	-8.4	257.6	-133.4
P5	2.975	ELU11	Min	-830.6	-11.0	39.6	-8.4	139.7	-188.6
P5	5.95	ELU11	Min	-801.6	-11.0	39.6	-8.4	21.8	-244.1
P5	0	ELU12	Max	-594.4	11.0	68.4	8.4	444.8	133.4
P5	2.975	ELU12	Max	-565.5	11.0	68.4	8.4	241.2	188.6
P5	5.95	ELU12	Max	-536.5	11.0	68.4	8.4	37.6	244.1
P5	0	ELU12	Min	-859.5	-34.0	39.6	-8.9	257.6	-276.6
P5	2.975	ELU12	Min	-830.6	-34.0	39.6	-8.9	139.7	-263.3
P5	5.95	ELU12	Min	-801.6	-34.0	39.6	-8.9	21.8	-250.3
P5	0	ELU13	Max	-588.3	34.0	-28.9	8.9	-188.0	276.6
P5	2.975	ELU13	Max	-559.3	34.0	-28.9	8.9	-101.9	263.3
P5	5.95	ELU13	Max	-530.4	34.0	-28.9	8.9	-15.9	250.3
P5	0	ELU13	Min	-853.4	-11.0	-57.7	-8.4	-375.2	-133.4
P5	2.975	ELU13	Min	-824.4	-11.0	-57.7	-8.4	-203.5	-188.6
P5	5.95	ELU13	Min	-795.5	-11.0	-57.7	-8.4	-31.7	-244.1
P5	0	ELU14	Max	-591.4	22.6	19.9	8.7	129.5	205.5
P5	2.975	ELU14	Max	-562.4	22.6	19.9	8.7	70.2	226.5

P5	5.95	ELU14	Max	-533.5	22.6	19.9	8.7	11.0	247.7
P5	0	ELU14	Min	-857.2	-22.6	-9.2	-8.7	-60.0	-205.5
P5	2.975	ELU14	Min	-828.2	-22.6	-9.2	-8.7	-32.5	-226.5
P5	5.95	ELU14	Min	-799.3	-22.6	-9.2	-8.7	-5.1	-247.7
P5	0	ELU15	Max	-591.4	11.1	19.9	8.5	129.5	133.9
P5	2.975	ELU15	Max	-562.4	11.1	19.9	8.5	70.2	189.1
P5	5.95	ELU15	Max	-533.5	11.1	19.9	8.5	11.0	244.6
P5	0	ELU15	Min	-857.2	-34.1	-9.2	-8.9	-60.0	-277.1
P5	2.975	ELU15	Min	-828.2	-34.1	-9.2	-8.9	-32.5	-263.8
P5	5.95	ELU15	Min	-799.3	-34.1	-9.2	-8.9	-5.1	-250.8
P5	0	ELU16	Max	-591.4	34.1	19.9	8.9	129.5	277.1
P5	2.975	ELU16	Max	-562.4	34.1	19.9	8.9	70.2	263.8
P5	5.95	ELU16	Max	-533.5	34.1	19.9	8.9	11.0	250.8
P5	0	ELU16	Min	-857.2	-11.1	-9.2	-8.5	-60.0	-133.9
P5	2.975	ELU16	Min	-828.2	-11.1	-9.2	-8.5	-32.5	-189.1
P5	5.95	ELU16	Min	-799.3	-11.1	-9.2	-8.5	-5.1	-244.6
P5	0	ELU17	Max	-588.3	22.6	-28.7	8.7	-186.9	205.5
P5	2.975	ELU17	Max	-559.3	22.6	-28.7	8.7	-101.3	226.5
P5	5.95	ELU17	Max	-530.4	22.6	-28.7	8.7	-15.8	247.7
P5	0	ELU17	Min	-854.1	-22.6	-57.9	-8.7	-376.4	-205.5
P5	2.975	ELU17	Min	-825.2	-22.6	-57.9	-8.7	-204.1	-226.5
P5	5.95	ELU17	Min	-796.2	-22.6	-57.9	-8.7	-31.8	-247.7
P5	0	ELU18	Max	-594.4	22.6	68.6	8.7	445.9	205.5
P5	2.975	ELU18	Max	-565.5	22.6	68.6	8.7	241.8	226.5
P5	5.95	ELU18	Max	-536.5	22.6	68.6	8.7	37.7	247.7
P5	0	ELU18	Min	-860.3	-22.6	39.5	-8.7	256.4	-205.5
P5	2.975	ELU18	Min	-831.3	-22.6	39.5	-8.7	139.1	-226.5
P5	5.95	ELU18	Min	-802.4	-22.6	39.5	-8.7	21.7	-247.7
P5	0	ELU19	Max	-588.3	11.1	-28.7	8.5	-186.9	133.9
P5	2.975	ELU19	Max	-559.3	11.1	-28.7	8.5	-101.3	189.1
P5	5.95	ELU19	Max	-530.4	11.1	-28.7	8.5	-15.8	244.6
P5	0	ELU19	Min	-854.1	-34.1	-57.9	-8.9	-376.4	-277.1
P5	2.975	ELU19	Min	-825.2	-34.1	-57.9	-8.9	-204.1	-263.8
P5	5.95	ELU19	Min	-796.2	-34.1	-57.9	-8.9	-31.8	-250.8
P5	0	ELU20	Max	-594.4	11.1	68.6	8.5	445.9	133.9
P5	2.975	ELU20	Max	-565.5	11.1	68.6	8.5	241.8	189.1
P5	5.95	ELU20	Max	-536.5	11.1	68.6	8.5	37.7	244.6
P5	0	ELU20	Min	-860.3	-34.1	39.5	-8.9	256.4	-277.1
P5	2.975	ELU20	Min	-831.3	-34.1	39.5	-8.9	139.1	-263.8
P5	5.95	ELU20	Min	-802.4	-34.1	39.5	-8.9	21.7	-250.8
P5	0	ELU21	Max	-588.3	34.1	-28.7	8.9	-186.9	277.1
P5	2.975	ELU21	Max	-559.3	34.1	-28.7	8.9	-101.3	263.8
P5	5.95	ELU21	Max	-530.4	34.1	-28.7	8.9	-15.8	250.8
P5	0	ELU21	Min	-854.1	-11.1	-57.9	-8.5	-376.4	-133.9
P5	2.975	ELU21	Min	-825.2	-11.1	-57.9	-8.5	-204.1	-189.1
P5	5.95	ELU21	Min	-796.2	-11.1	-57.9	-8.5	-31.8	-244.6

P5	0	ELU22	Max	-594.4	34.1	68.6	8.9	445.9	277.1
P5	2.975	ELU22	Max	-565.5	34.1	68.6	8.9	241.8	263.8
P5	5.95	ELU22	Max	-536.5	34.1	68.6	8.9	37.7	250.8
P5	0	ELU22	Min	-860.3	-11.1	39.5	-8.5	256.4	-133.9
P5	2.975	ELU22	Min	-831.3	-11.1	39.5	-8.5	139.1	-189.1
P5	5.95	ELU22	Min	-802.4	-11.1	39.5	-8.5	21.7	-244.6
P6	0	ELU1		-618.1	-21.7	3.0	-1.1	12.0	-91.5
P6	1.725	ELU1		-601.3	-21.7	3.0	-1.1	6.8	-54.1
P6	3.45	ELU1		-584.5	-21.7	3.0	-1.1	1.7	-16.8
P6	0	ELU2		-618.1	21.7	3.0	1.1	12.0	91.5
P6	1.725	ELU2		-601.3	21.7	3.0	1.1	6.8	54.1
P6	3.45	ELU2		-584.5	21.7	3.0	1.1	1.7	16.8
P6	0	ELU3		-589.0	0.0	-175.1	0.0	-700.6	0.0
P6	1.725	ELU3		-572.2	0.0	-175.1	0.0	-398.4	0.0
P6	3.45	ELU3		-555.5	0.0	-175.1	0.0	-96.3	0.0
P6	0	ELU4		-647.2	0.0	181.2	0.0	724.6	0.0
P6	1.725	ELU4		-630.4	0.0	181.2	0.0	412.1	0.0
P6	3.45	ELU4		-613.6	0.0	181.2	0.0	99.6	0.0
P6	0	ELU5	Max	-594.6	22.9	34.7	10.3	138.8	207.0
P6	1.725	ELU5	Max	-577.8	22.9	34.7	10.3	79.0	223.6
P6	3.45	ELU5	Max	-561.0	22.9	34.7	10.3	19.1	240.2
P6	0	ELU5	Min	-846.6	-22.9	-29.7	-10.3	-119.0	-207.0
P6	1.725	ELU5	Min	-829.8	-22.9	-29.7	-10.3	-67.7	-223.6
P6	3.45	ELU5	Min	-813.0	-22.9	-29.7	-10.3	-16.4	-240.2
P6	0	ELU6	Max	-594.6	10.8	34.7	9.7	138.8	155.7
P6	1.725	ELU6	Max	-577.8	10.8	34.7	9.7	79.0	193.3
P6	3.45	ELU6	Max	-561.0	10.8	34.7	9.7	19.1	230.8
P6	0	ELU6	Min	-846.6	-35.1	-29.7	-10.9	-119.0	-258.3
P6	1.725	ELU6	Min	-829.8	-35.1	-29.7	-10.9	-67.7	-253.9
P6	3.45	ELU6	Min	-813.0	-35.1	-29.7	-10.9	-16.4	-249.6
P6	0	ELU7	Max	-594.6	35.1	34.7	10.9	138.8	258.3
P6	1.725	ELU7	Max	-577.8	35.1	34.7	10.9	79.0	253.9
P6	3.45	ELU7	Max	-561.0	35.1	34.7	10.9	19.1	249.6
P6	0	ELU7	Min	-846.6	-10.8	-29.7	-9.7	-119.0	-155.7
P6	1.725	ELU7	Min	-829.8	-10.8	-29.7	-9.7	-67.7	-193.3
P6	3.45	ELU7	Min	-813.0	-10.8	-29.7	-9.7	-16.4	-230.8
P6	0	ELU8	Max	-580.6	22.9	-50.8	10.3	-203.2	207.0
P6	1.725	ELU8	Max	-563.8	22.9	-50.8	10.3	-115.6	223.6
P6	3.45	ELU8	Max	-547.0	22.9	-50.8	10.3	-27.9	240.2
P6	0	ELU8	Min	-832.6	-22.9	-115.3	-10.3	-461.0	-207.0
P6	1.725	ELU8	Min	-815.8	-22.9	-115.3	-10.3	-262.2	-223.6
P6	3.45	ELU8	Min	-799.0	-22.9	-115.3	-10.3	-63.4	-240.2
P6	0	ELU9	Max	-608.5	22.9	120.2	10.3	480.9	207.0
P6	1.725	ELU9	Max	-591.7	22.9	120.2	10.3	273.5	223.6
P6	3.45	ELU9	Max	-574.9	22.9	120.2	10.3	66.1	240.2
P6	0	ELU9	Min	-860.5	-22.9	55.8	-10.3	223.1	-207.0

P6	1.725	ELU9	Min	-843.7	-22.9	55.8	-10.3	126.9	-223.6
P6	3.45	ELU9	Min	-826.9	-22.9	55.8	-10.3	30.7	-240.2
P6	0	ELU10	Max	-580.6	10.8	-50.8	9.7	-203.2	155.7
P6	1.725	ELU10	Max	-563.8	10.8	-50.8	9.7	-115.6	193.3
P6	3.45	ELU10	Max	-547.0	10.8	-50.8	9.7	-27.9	230.8
P6	0	ELU10	Min	-832.6	-35.1	-115.3	-10.9	-461.0	-258.3
P6	1.725	ELU10	Min	-815.8	-35.1	-115.3	-10.9	-262.2	-253.9
P6	3.45	ELU10	Min	-799.0	-35.1	-115.3	-10.9	-63.4	-249.6
P6	0	ELU11	Max	-608.5	35.1	120.2	10.9	480.9	258.3
P6	1.725	ELU11	Max	-591.7	35.1	120.2	10.9	273.5	253.9
P6	3.45	ELU11	Max	-574.9	35.1	120.2	10.9	66.1	249.6
P6	0	ELU11	Min	-860.5	-10.8	55.8	-9.7	223.1	-155.7
P6	1.725	ELU11	Min	-843.7	-10.8	55.8	-9.7	126.9	-193.3
P6	3.45	ELU11	Min	-826.9	-10.8	55.8	-9.7	30.7	-230.8
P6	0	ELU12	Max	-608.5	10.8	120.2	9.7	480.9	155.7
P6	1.725	ELU12	Max	-591.7	10.8	120.2	9.7	273.5	193.3
P6	3.45	ELU12	Max	-574.9	10.8	120.2	9.7	66.1	230.8
P6	0	ELU12	Min	-860.5	-35.1	55.8	-10.9	223.1	-258.3
P6	1.725	ELU12	Min	-843.7	-35.1	55.8	-10.9	126.9	-253.9
P6	3.45	ELU12	Min	-826.9	-35.1	55.8	-10.9	30.7	-249.6
P6	0	ELU13	Max	-580.6	35.1	-50.8	10.9	-203.2	258.3
P6	1.725	ELU13	Max	-563.8	35.1	-50.8	10.9	-115.6	253.9
P6	3.45	ELU13	Max	-547.0	35.1	-50.8	10.9	-27.9	249.6
P6	0	ELU13	Min	-832.6	-10.8	-115.3	-9.7	-461.0	-155.7
P6	1.725	ELU13	Min	-815.8	-10.8	-115.3	-9.7	-262.2	-193.3
P6	3.45	ELU13	Min	-799.0	-10.8	-115.3	-9.7	-63.4	-230.8
P6	0	ELU14	Max	-594.5	23.1	35.2	10.3	140.9	207.6
P6	1.725	ELU14	Max	-577.7	23.1	35.2	10.3	80.2	224.2
P6	3.45	ELU14	Max	-560.9	23.1	35.2	10.3	19.4	240.8
P6	0	ELU14	Min	-847.2	-23.1	-30.3	-10.3	-121.2	-207.6
P6	1.725	ELU14	Min	-830.5	-23.1	-30.3	-10.3	-69.0	-224.2
P6	3.45	ELU14	Min	-813.7	-23.1	-30.3	-10.3	-16.7	-240.8
P6	0	ELU15	Max	-594.5	11.0	35.2	9.7	140.9	156.3
P6	1.725	ELU15	Max	-577.7	11.0	35.2	9.7	80.2	193.9
P6	3.45	ELU15	Max	-560.9	11.0	35.2	9.7	19.4	231.4
P6	0	ELU15	Min	-847.2	-35.3	-30.3	-10.9	-121.2	-258.8
P6	1.725	ELU15	Min	-830.5	-35.3	-30.3	-10.9	-69.0	-254.5
P6	3.45	ELU15	Min	-813.7	-35.3	-30.3	-10.9	-16.7	-250.2
P6	0	ELU16	Max	-594.5	35.3	35.2	10.9	140.9	258.8
P6	1.725	ELU16	Max	-577.7	35.3	35.2	10.9	80.2	254.5
P6	3.45	ELU16	Max	-560.9	35.3	35.2	10.9	19.4	250.2
P6	0	ELU16	Min	-847.2	-11.0	-30.3	-9.7	-121.2	-156.3
P6	1.725	ELU16	Min	-830.5	-11.0	-30.3	-9.7	-69.0	-193.9
P6	3.45	ELU16	Min	-813.7	-11.0	-30.3	-9.7	-16.7	-231.4
P6	0	ELU17	Max	-580.5	23.1	-50.3	10.3	-201.1	207.6
P6	1.725	ELU17	Max	-563.8	23.1	-50.3	10.3	-114.4	224.2



P6	3.45	ELU17	Max	-547.0	23.1	-50.3	10.3	-27.7	240.8
P6	0	ELU17	Min	-833.3	-23.1	-115.8	-10.3	-463.3	-207.6
P6	1.725	ELU17	Min	-816.5	-23.1	-115.8	-10.3	-263.5	-224.2
P6	3.45	ELU17	Min	-799.7	-23.1	-115.8	-10.3	-63.7	-240.8
P6	0	ELU18	Max	-608.4	23.1	120.7	10.3	483.0	207.6
P6	1.725	ELU18	Max	-591.7	23.1	120.7	10.3	274.7	224.2
P6	3.45	ELU18	Max	-574.9	23.1	120.7	10.3	66.4	240.8
P6	0	ELU18	Min	-861.2	-23.1	55.2	-10.3	220.8	-207.6
P6	1.725	ELU18	Min	-844.4	-23.1	55.2	-10.3	125.6	-224.2
P6	3.45	ELU18	Min	-827.6	-23.1	55.2	-10.3	30.4	-240.8
P6	0	ELU19	Max	-580.5	11.0	-50.3	9.7	-201.1	156.3
P6	1.725	ELU19	Max	-563.8	11.0	-50.3	9.7	-114.4	193.9
P6	3.45	ELU19	Max	-547.0	11.0	-50.3	9.7	-27.7	231.4
P6	0	ELU19	Min	-833.3	-35.3	-115.8	-10.9	-463.3	-258.8
P6	1.725	ELU19	Min	-816.5	-35.3	-115.8	-10.9	-263.5	-254.5
P6	3.45	ELU19	Min	-799.7	-35.3	-115.8	-10.9	-63.7	-250.2
P6	0	ELU20	Max	-608.4	11.0	120.7	9.7	483.0	156.3
P6	1.725	ELU20	Max	-591.7	11.0	120.7	9.7	274.7	193.9
P6	3.45	ELU20	Max	-574.9	11.0	120.7	9.7	66.4	231.4
P6	0	ELU20	Min	-861.2	-35.3	55.2	-10.9	220.8	-258.8
P6	1.725	ELU20	Min	-844.4	-35.3	55.2	-10.9	125.6	-254.5
P6	3.45	ELU20	Min	-827.6	-35.3	55.2	-10.9	30.4	-250.2
P6	0	ELU21	Max	-580.5	35.3	-50.3	10.9	-201.1	258.8
P6	1.725	ELU21	Max	-563.8	35.3	-50.3	10.9	-114.4	254.5
P6	3.45	ELU21	Max	-547.0	35.3	-50.3	10.9	-27.7	250.2
P6	0	ELU21	Min	-833.3	-11.0	-115.8	-9.7	-463.3	-156.3
P6	1.725	ELU21	Min	-816.5	-11.0	-115.8	-9.7	-263.5	-193.9
P6	3.45	ELU21	Min	-799.7	-11.0	-115.8	-9.7	-63.7	-231.4
P6	0	ELU22	Max	-608.4	35.3	120.7	10.9	483.0	258.8
P6	1.725	ELU22	Max	-591.7	35.3	120.7	10.9	274.7	254.5
P6	3.45	ELU22	Max	-574.9	35.3	120.7	10.9	66.4	250.2
P6	0	ELU22	Min	-861.2	-11.0	55.2	-9.7	220.8	-156.3
P6	1.725	ELU22	Min	-844.4	-11.0	55.2	-9.7	125.6	-193.9
P6	3.45	ELU22	Min	-827.6	-11.0	55.2	-9.7	30.4	-231.4
PE1	0	ELU1		-324.9	-11.3	-75.5	14.0	264.4	-40.1
PE1	1.75	ELU1		-270.4	-11.3	-75.5	14.0	396.5	-20.3
PE1	3.5	ELU1		-215.9	-11.3	-75.5	14.0	528.5	-0.5
PE1	0	ELU2		-324.9	11.3	-75.5	-14.0	264.4	40.1
PE1	1.75	ELU2		-270.4	11.3	-75.5	-14.0	396.5	20.3
PE1	3.5	ELU2		-215.9	11.3	-75.5	-14.0	528.5	0.5
PE1	0	ELU3		-402.7	0.0	-570.1	0.0	-1233.7	0.0
PE1	1.75	ELU3		-348.2	0.0	-570.1	0.0	-236.0	0.0
PE1	3.5	ELU3		-293.8	0.0	-570.1	0.0	761.6	0.0
PE1	0	ELU4		-247.1	0.0	419.1	0.0	1762.5	0.0
PE1	1.75	ELU4		-192.6	0.0	419.1	0.0	1029.0	0.0
PE1	3.5	ELU4		-138.1	0.0	419.1	0.0	295.5	0.0

PE1	0	ELU5	Max	-299.0	7.5	-41.4	32.9	559.4	210.8
PE1	1.75	ELU5	Max	-244.5	7.5	-41.4	32.9	727.7	204.7
PE1	3.5	ELU5	Max	-190.0	7.5	-41.4	32.9	912.4	198.6
PE1	0	ELU5	Min	-464.5	-7.5	-130.8	-32.9	132.1	-210.8
PE1	1.75	ELU5	Min	-410.0	-7.5	-130.8	-32.9	286.0	-204.7
PE1	3.5	ELU5	Min	-355.5	-7.5	-130.8	-32.9	406.4	-198.6
PE1	0	ELU6	Max	-299.0	1.1	-41.4	40.7	559.4	188.4
PE1	1.75	ELU6	Max	-244.5	1.1	-41.4	40.7	727.7	193.4
PE1	3.5	ELU6	Max	-190.0	1.1	-41.4	40.7	912.4	198.4
PE1	0	ELU6	Min	-464.5	-13.8	-130.8	-25.0	132.1	-233.3
PE1	1.75	ELU6	Min	-410.0	-13.8	-130.8	-25.0	286.0	-216.1
PE1	3.5	ELU6	Min	-355.5	-13.8	-130.8	-25.0	406.4	-198.9
PE1	0	ELU7	Max	-299.0	13.8	-41.4	25.0	559.4	233.3
PE1	1.75	ELU7	Max	-244.5	13.8	-41.4	25.0	727.7	216.1
PE1	3.5	ELU7	Max	-190.0	13.8	-41.4	25.0	912.4	198.9
PE1	0	ELU7	Min	-464.5	-1.1	-130.8	-40.7	132.1	-188.4
PE1	1.75	ELU7	Min	-410.0	-1.1	-130.8	-40.7	286.0	-193.4
PE1	3.5	ELU7	Min	-355.5	-1.1	-130.8	-40.7	406.4	-198.4
PE1	0	ELU8	Max	-336.3	7.5	-278.8	32.9	-159.7	210.8
PE1	1.75	ELU8	Max	-281.8	7.5	-278.8	32.9	424.1	204.7
PE1	3.5	ELU8	Max	-227.3	7.5	-278.8	32.9	1024.3	198.6
PE1	0	ELU8	Min	-501.9	-7.5	-368.3	-32.9	-586.9	-210.8
PE1	1.75	ELU8	Min	-447.4	-7.5	-368.3	-32.9	-17.6	-204.7
PE1	3.5	ELU8	Min	-392.9	-7.5	-368.3	-32.9	518.2	-198.6
PE1	0	ELU9	Max	-261.6	7.5	196.0	32.9	1278.5	210.8
PE1	1.75	ELU9	Max	-207.1	7.5	196.0	32.9	1031.3	204.7
PE1	3.5	ELU9	Max	-152.6	7.5	196.0	32.9	800.6	198.6
PE1	0	ELU9	Min	-427.1	-7.5	106.6	-32.9	851.2	-210.8
PE1	1.75	ELU9	Min	-372.6	-7.5	106.6	-32.9	589.6	-204.7
PE1	3.5	ELU9	Min	-318.2	-7.5	106.6	-32.9	294.5	-198.6
PE1	0	ELU10	Max	-336.3	1.1	-278.8	40.7	-159.7	188.4
PE1	1.75	ELU10	Max	-281.8	1.1	-278.8	40.7	424.1	193.4
PE1	3.5	ELU10	Max	-227.3	1.1	-278.8	40.7	1024.3	198.4
PE1	0	ELU10	Min	-501.9	-13.8	-368.3	-25.0	-586.9	-233.3
PE1	1.75	ELU10	Min	-447.4	-13.8	-368.3	-25.0	-17.6	-216.1
PE1	3.5	ELU10	Min	-392.9	-13.8	-368.3	-25.0	518.2	-198.9
PE1	0	ELU11	Max	-261.6	13.8	196.0	25.0	1278.5	233.3
PE1	1.75	ELU11	Max	-207.1	13.8	196.0	25.0	1031.3	216.1
PE1	3.5	ELU11	Max	-152.6	13.8	196.0	25.0	800.6	198.9
PE1	0	ELU11	Min	-427.1	-1.1	106.6	-40.7	851.2	-188.4
PE1	1.75	ELU11	Min	-372.6	-1.1	106.6	-40.7	589.6	-193.4
PE1	3.5	ELU11	Min	-318.2	-1.1	106.6	-40.7	294.5	-198.4
PE1	0	ELU12	Max	-261.6	1.1	196.0	40.7	1278.5	188.4
PE1	1.75	ELU12	Max	-207.1	1.1	196.0	40.7	1031.3	193.4
PE1	3.5	ELU12	Max	-152.6	1.1	196.0	40.7	800.6	198.4
PE1	0	ELU12	Min	-427.1	-13.8	106.6	-25.0	851.2	-233.3

PE1	1.75	ELU12	Min	-372.6	-13.8	106.6	-25.0	589.6	-216.1
PE1	3.5	ELU12	Min	-318.2	-13.8	106.6	-25.0	294.5	-198.9
PE1	0	ELU13	Max	-336.3	13.8	-278.8	25.0	-159.7	233.3
PE1	1.75	ELU13	Max	-281.8	13.8	-278.8	25.0	424.1	216.1
PE1	3.5	ELU13	Max	-227.3	13.8	-278.8	25.0	1024.3	198.9
PE1	0	ELU13	Min	-501.9	-1.1	-368.3	-40.7	-586.9	-188.4
PE1	1.75	ELU13	Min	-447.4	-1.1	-368.3	-40.7	-17.6	-193.4
PE1	3.5	ELU13	Min	-392.9	-1.1	-368.3	-40.7	518.2	-198.4
PE1	0	ELU14	Max	-298.6	7.6	-39.6	32.9	567.8	211.6
PE1	1.75	ELU14	Max	-244.1	7.6	-39.6	32.9	731.2	205.2
PE1	3.5	ELU14	Max	-189.6	7.6	-39.6	32.9	912.6	198.9
PE1	0	ELU14	Min	-464.6	-7.6	-133.6	-32.9	125.5	-211.6
PE1	1.75	ELU14	Min	-410.1	-7.6	-133.6	-32.9	282.9	-205.2
PE1	3.5	ELU14	Min	-355.6	-7.6	-133.6	-32.9	405.3	-198.9
PE1	0	ELU15	Max	-298.6	1.3	-39.6	40.8	567.8	189.2
PE1	1.75	ELU15	Max	-244.1	1.3	-39.6	40.8	731.2	193.9
PE1	3.5	ELU15	Max	-189.6	1.3	-39.6	40.8	912.6	198.7
PE1	0	ELU15	Min	-464.6	-13.9	-133.6	-25.1	125.5	-234.0
PE1	1.75	ELU15	Min	-410.1	-13.9	-133.6	-25.1	282.9	-216.6
PE1	3.5	ELU15	Min	-355.6	-13.9	-133.6	-25.1	405.3	-199.2
PE1	0	ELU16	Max	-298.6	13.9	-39.6	25.1	567.8	234.0
PE1	1.75	ELU16	Max	-244.1	13.9	-39.6	25.1	731.2	216.6
PE1	3.5	ELU16	Max	-189.6	13.9	-39.6	25.1	912.6	199.2
PE1	0	ELU16	Min	-464.6	-1.3	-133.6	-40.8	125.5	-189.2
PE1	1.75	ELU16	Min	-410.1	-1.3	-133.6	-40.8	282.9	-193.9
PE1	3.5	ELU16	Min	-355.6	-1.3	-133.6	-40.8	405.3	-198.7
PE1	0	ELU17	Max	-336.0	7.6	-277.0	32.9	-151.3	211.6
PE1	1.75	ELU17	Max	-281.5	7.6	-277.0	32.9	427.6	205.2
PE1	3.5	ELU17	Max	-227.0	7.6	-277.0	32.9	1024.5	198.9
PE1	0	ELU17	Min	-501.9	-7.6	-371.0	-32.9	-593.5	-211.6
PE1	1.75	ELU17	Min	-447.4	-7.6	-371.0	-32.9	-20.7	-205.2
PE1	3.5	ELU17	Min	-392.9	-7.6	-371.0	-32.9	517.2	-198.9
PE1	0	ELU18	Max	-261.3	7.6	197.8	32.9	1286.9	211.6
PE1	1.75	ELU18	Max	-206.8	7.6	197.8	32.9	1034.8	205.2
PE1	3.5	ELU18	Max	-152.3	7.6	197.8	32.9	800.8	198.9
PE1	0	ELU18	Min	-427.2	-7.6	103.8	-32.9	844.6	-211.6
PE1	1.75	ELU18	Min	-372.7	-7.6	103.8	-32.9	586.5	-205.2
PE1	3.5	ELU18	Min	-318.2	-7.6	103.8	-32.9	293.4	-198.9
PE1	0	ELU19	Max	-336.0	1.3	-277.0	40.8	-151.3	189.2
PE1	1.75	ELU19	Max	-281.5	1.3	-277.0	40.8	427.6	193.9
PE1	3.5	ELU19	Max	-227.0	1.3	-277.0	40.8	1024.5	198.7
PE1	0	ELU19	Min	-501.9	-13.9	-371.0	-25.1	-593.5	-234.0
PE1	1.75	ELU19	Min	-447.4	-13.9	-371.0	-25.1	-20.7	-216.6
PE1	3.5	ELU19	Min	-392.9	-13.9	-371.0	-25.1	517.2	-199.2
PE1	0	ELU20	Max	-261.3	1.3	197.8	40.8	1286.9	189.2
PE1	1.75	ELU20	Max	-206.8	1.3	197.8	40.8	1034.8	193.9

PE1	3.5	ELU20	Max	-152.3	1.3	197.8	40.8	800.8	198.7
PE1	0	ELU20	Min	-427.2	-13.9	103.8	-25.1	844.6	-234.0
PE1	1.75	ELU20	Min	-372.7	-13.9	103.8	-25.1	586.5	-216.6
PE1	3.5	ELU20	Min	-318.2	-13.9	103.8	-25.1	293.4	-199.2
PE1	0	ELU21	Max	-336.0	13.9	-277.0	25.1	-151.3	234.0
PE1	1.75	ELU21	Max	-281.5	13.9	-277.0	25.1	427.6	216.6
PE1	3.5	ELU21	Max	-227.0	13.9	-277.0	25.1	1024.5	199.2
PE1	0	ELU21	Min	-501.9	-1.3	-371.0	-40.8	-593.5	-189.2
PE1	1.75	ELU21	Min	-447.4	-1.3	-371.0	-40.8	-20.7	-193.9
PE1	3.5	ELU21	Min	-392.9	-1.3	-371.0	-40.8	517.2	-198.7
PE1	0	ELU22	Max	-261.3	13.9	197.8	25.1	1286.9	234.0
PE1	1.75	ELU22	Max	-206.8	13.9	197.8	25.1	1034.8	216.6
PE1	3.5	ELU22	Max	-152.3	13.9	197.8	25.1	800.8	199.2
PE1	0	ELU22	Min	-427.2	-1.3	103.8	-40.8	844.6	-189.2
PE1	1.75	ELU22	Min	-372.7	-1.3	103.8	-40.8	586.5	-193.9
PE1	3.5	ELU22	Min	-318.2	-1.3	103.8	-40.8	293.4	-198.7
PE2	0	ELU1		-381.2	-5.8	294.6	-14.4	-245.0	-17.2
PE2	1.25	ELU1		-342.2	-5.8	294.6	-14.4	-613.2	-10.0
PE2	2.5	ELU1		-303.3	-5.8	294.6	-14.4	-981.4	-2.7
PE2	0	ELU2		-381.2	5.8	294.6	14.4	-245.0	17.2
PE2	1.25	ELU2		-342.2	5.8	294.6	14.4	-613.2	10.0
PE2	2.5	ELU2		-303.3	5.8	294.6	14.4	-981.4	2.7
PE2	0	ELU3		-482.9	0.0	1104.0	0.0	1460.2	0.0
PE2	1.25	ELU3		-444.0	0.0	1104.0	0.0	80.3	0.0
PE2	2.5	ELU3		-405.1	0.0	1104.0	0.0	-1299.7	0.0
PE2	0	ELU4		-279.4	0.0	-514.8	0.0	-1950.3	0.0
PE2	1.25	ELU4		-240.5	0.0	-514.8	0.0	-1306.7	0.0
PE2	2.5	ELU4		-201.5	0.0	-514.8	0.0	-663.2	0.0
PE2	0	ELU5	Max	-357.5	11.5	456.9	40.5	113.9	226.2
PE2	1.25	ELU5	Max	-318.6	11.5	456.9	40.5	-414.5	217.9
PE2	2.5	ELU5	Max	-279.6	11.5	456.9	40.5	-837.2	213.8
PE2	0	ELU5	Min	-544.8	-11.5	257.6	-40.5	-736.5	-226.2
PE2	1.25	ELU5	Min	-505.9	-11.5	257.6	-40.5	-1130.0	-217.9
PE2	2.5	ELU5	Min	-467.0	-11.5	257.6	-40.5	-1554.6	-213.8
PE2	0	ELU6	Max	-357.5	8.2	456.9	32.4	113.9	216.5
PE2	1.25	ELU6	Max	-318.6	8.2	456.9	32.4	-414.5	212.3
PE2	2.5	ELU6	Max	-279.6	8.2	456.9	32.4	-837.2	212.3
PE2	0	ELU6	Min	-544.8	-14.7	257.6	-48.6	-736.5	-235.8
PE2	1.25	ELU6	Min	-505.9	-14.7	257.6	-48.6	-1130.0	-223.5
PE2	2.5	ELU6	Min	-467.0	-14.7	257.6	-48.6	-1554.6	-215.4
PE2	0	ELU7	Max	-357.5	14.7	456.9	48.6	113.9	235.8
PE2	1.25	ELU7	Max	-318.6	14.7	456.9	48.6	-414.5	223.5
PE2	2.5	ELU7	Max	-279.6	14.7	456.9	48.6	-837.2	215.4
PE2	0	ELU7	Min	-544.8	-8.2	257.6	-32.4	-736.5	-216.5
PE2	1.25	ELU7	Min	-505.9	-8.2	257.6	-32.4	-1130.0	-212.3
PE2	2.5	ELU7	Min	-467.0	-8.2	257.6	-32.4	-1554.6	-212.3

PE2	0	ELU8	Max	-406.3	11.5	845.4	40.5	932.4	226.2
PE2	1.25	ELU8	Max	-367.4	11.5	845.4	40.5	-81.6	217.9
PE2	2.5	ELU8	Max	-328.5	11.5	845.4	40.5	-989.9	213.8
PE2	0	ELU8	Min	-593.7	-11.5	646.1	-40.5	82.0	-226.2
PE2	1.25	ELU8	Min	-554.8	-11.5	646.1	-40.5	-797.1	-217.9
PE2	2.5	ELU8	Min	-515.8	-11.5	646.1	-40.5	-1707.3	-213.8
PE2	0	ELU9	Max	-308.6	11.5	68.4	40.5	-704.6	226.2
PE2	1.25	ELU9	Max	-269.7	11.5	68.4	40.5	-747.4	217.9
PE2	2.5	ELU9	Max	-230.8	11.5	68.4	40.5	-684.4	213.8
PE2	0	ELU9	Min	-496.0	-11.5	-130.9	-40.5	-1555.0	-226.2
PE2	1.25	ELU9	Min	-457.0	-11.5	-130.9	-40.5	-1462.8	-217.9
PE2	2.5	ELU9	Min	-418.1	-11.5	-130.9	-40.5	-1401.8	-213.8
PE2	0	ELU10	Max	-406.3	8.2	845.4	32.4	932.4	216.5
PE2	1.25	ELU10	Max	-367.4	8.2	845.4	32.4	-81.6	212.3
PE2	2.5	ELU10	Max	-328.5	8.2	845.4	32.4	-989.9	212.3
PE2	0	ELU10	Min	-593.7	-14.7	646.1	-48.6	82.0	-235.8
PE2	1.25	ELU10	Min	-554.8	-14.7	646.1	-48.6	-797.1	-223.5
PE2	2.5	ELU10	Min	-515.8	-14.7	646.1	-48.6	-1707.3	-215.4
PE2	0	ELU11	Max	-308.6	14.7	68.4	48.6	-704.6	235.8
PE2	1.25	ELU11	Max	-269.7	14.7	68.4	48.6	-747.4	223.5
PE2	2.5	ELU11	Max	-230.8	14.7	68.4	48.6	-684.4	215.4
PE2	0	ELU11	Min	-496.0	-8.2	-130.9	-32.4	-1555.0	-216.5
PE2	1.25	ELU11	Min	-457.0	-8.2	-130.9	-32.4	-1462.8	-212.3
PE2	2.5	ELU11	Min	-418.1	-8.2	-130.9	-32.4	-1401.8	-212.3
PE2	0	ELU12	Max	-308.6	8.2	68.4	32.4	-704.6	216.5
PE2	1.25	ELU12	Max	-269.7	8.2	68.4	32.4	-747.4	212.3
PE2	2.5	ELU12	Max	-230.8	8.2	68.4	32.4	-684.4	212.3
PE2	0	ELU12	Min	-496.0	-14.7	-130.9	-48.6	-1555.0	-235.8
PE2	1.25	ELU12	Min	-457.0	-14.7	-130.9	-48.6	-1462.8	-223.5
PE2	2.5	ELU12	Min	-418.1	-14.7	-130.9	-48.6	-1401.8	-215.4
PE2	0	ELU13	Max	-406.3	14.7	845.4	48.6	932.4	235.8
PE2	1.25	ELU13	Max	-367.4	14.7	845.4	48.6	-81.6	223.5
PE2	2.5	ELU13	Max	-328.5	14.7	845.4	48.6	-989.9	215.4
PE2	0	ELU13	Min	-593.7	-8.2	646.1	-32.4	82.0	-216.5
PE2	1.25	ELU13	Min	-554.8	-8.2	646.1	-32.4	-797.1	-212.3
PE2	2.5	ELU13	Min	-515.8	-8.2	646.1	-32.4	-1707.3	-212.3
PE2	0	ELU14	Max	-357.0	11.6	462.7	40.6	124.8	226.8
PE2	1.25	ELU14	Max	-318.1	11.6	462.7	40.6	-410.3	218.4
PE2	2.5	ELU14	Max	-279.2	11.6	462.7	40.6	-835.7	214.1
PE2	0	ELU14	Min	-545.3	-11.6	252.8	-40.6	-748.1	-226.8
PE2	1.25	ELU14	Min	-506.4	-11.6	252.8	-40.6	-1135.5	-218.4
PE2	2.5	ELU14	Min	-467.5	-11.6	252.8	-40.6	-1556.1	-214.1
PE2	0	ELU15	Max	-357.0	8.4	462.7	32.5	124.8	217.2
PE2	1.25	ELU15	Max	-318.1	8.4	462.7	32.5	-410.3	212.8
PE2	2.5	ELU15	Max	-279.2	8.4	462.7	32.5	-835.7	212.6
PE2	0	ELU15	Min	-545.3	-14.9	252.8	-48.7	-748.1	-236.5

PE2	1.25	ELU15	Min	-506.4	-14.9	252.8	-48.7	-1135.5	-224.0
PE2	2.5	ELU15	Min	-467.5	-14.9	252.8	-48.7	-1556.1	-215.7
PE2	0	ELU16	Max	-357.0	14.9	462.7	48.7	124.8	236.5
PE2	1.25	ELU16	Max	-318.1	14.9	462.7	48.7	-410.3	224.0
PE2	2.5	ELU16	Max	-279.2	14.9	462.7	48.7	-835.7	215.7
PE2	0	ELU16	Min	-545.3	-8.4	252.8	-32.5	-748.1	-217.2
PE2	1.25	ELU16	Min	-506.4	-8.4	252.8	-32.5	-1135.5	-212.8
PE2	2.5	ELU16	Min	-467.5	-8.4	252.8	-32.5	-1556.1	-212.6
PE2	0	ELU17	Max	-405.9	11.6	851.2	40.6	943.4	226.8
PE2	1.25	ELU17	Max	-367.0	11.6	851.2	40.6	-77.4	218.4
PE2	2.5	ELU17	Max	-328.0	11.6	851.2	40.6	-988.5	214.1
PE2	0	ELU17	Min	-594.2	-11.6	641.3	-40.6	70.4	-226.8
PE2	1.25	ELU17	Min	-555.2	-11.6	641.3	-40.6	-802.6	-218.4
PE2	2.5	ELU17	Min	-516.3	-11.6	641.3	-40.6	-1708.9	-214.1
PE2	0	ELU18	Max	-308.2	11.6	74.1	40.6	-693.7	226.8
PE2	1.25	ELU18	Max	-269.2	11.6	74.1	40.6	-743.2	218.4
PE2	2.5	ELU18	Max	-230.3	11.6	74.1	40.6	-683.0	214.1
PE2	0	ELU18	Min	-496.5	-11.6	-135.7	-40.6	-1566.6	-226.8
PE2	1.25	ELU18	Min	-457.5	-11.6	-135.7	-40.6	-1468.4	-218.4
PE2	2.5	ELU18	Min	-418.6	-11.6	-135.7	-40.6	-1403.4	-214.1
PE2	0	ELU19	Max	-405.9	8.4	851.2	32.5	943.4	217.2
PE2	1.25	ELU19	Max	-367.0	8.4	851.2	32.5	-77.4	212.8
PE2	2.5	ELU19	Max	-328.0	8.4	851.2	32.5	-988.5	212.6
PE2	0	ELU19	Min	-594.2	-14.9	641.3	-48.7	70.4	-236.5
PE2	1.25	ELU19	Min	-555.2	-14.9	641.3	-48.7	-802.6	-224.0
PE2	2.5	ELU19	Min	-516.3	-14.9	641.3	-48.7	-1708.9	-215.7
PE2	0	ELU20	Max	-308.2	8.4	74.1	32.5	-693.7	217.2
PE2	1.25	ELU20	Max	-269.2	8.4	74.1	32.5	-743.2	212.8
PE2	2.5	ELU20	Max	-230.3	8.4	74.1	32.5	-683.0	212.6
PE2	0	ELU20	Min	-496.5	-14.9	-135.7	-48.7	-1566.6	-236.5
PE2	1.25	ELU20	Min	-457.5	-14.9	-135.7	-48.7	-1468.4	-224.0
PE2	2.5	ELU20	Min	-418.6	-14.9	-135.7	-48.7	-1403.4	-215.7
PE2	0	ELU21	Max	-405.9	14.9	851.2	48.7	943.4	236.5
PE2	1.25	ELU21	Max	-367.0	14.9	851.2	48.7	-77.4	224.0
PE2	2.5	ELU21	Max	-328.0	14.9	851.2	48.7	-988.5	215.7
PE2	0	ELU21	Min	-594.2	-8.4	641.3	-32.5	70.4	-217.2
PE2	1.25	ELU21	Min	-555.2	-8.4	641.3	-32.5	-802.6	-212.8
PE2	2.5	ELU21	Min	-516.3	-8.4	641.3	-32.5	-1708.9	-212.6
PE2	0	ELU22	Max	-308.2	14.9	74.1	48.7	-693.7	236.5
PE2	1.25	ELU22	Max	-269.2	14.9	74.1	48.7	-743.2	224.0
PE2	2.5	ELU22	Max	-230.3	14.9	74.1	48.7	-683.0	215.7
PE2	0	ELU22	Min	-496.5	-8.4	-135.7	-32.5	-1566.6	-217.2
PE2	1.25	ELU22	Min	-457.5	-8.4	-135.7	-32.5	-1468.4	-212.8
PE2	2.5	ELU22	Min	-418.6	-8.4	-135.7	-32.5	-1403.4	-212.6



ESFORÇOS DE CALCULO - PILARES DA ALÇA									
Frame	Station	OutputCase	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
P7	0	COMB1		-142.0	-3.4	2.6	-1.6	25.7	-76.6
P7	4.45	COMB1		-109.9	-3.4	2.6	-1.6	14.3	-61.6
P7	8.9	COMB1		-77.8	-3.4	2.6	-1.6	2.9	-46.7
P7	0	COMB2		-142.0	-3.4	2.6	-1.6	25.7	-76.6
P7	4.45	COMB2		-109.9	-3.4	2.6	-1.6	14.3	-61.6
P7	8.9	COMB2		-77.8	-3.4	2.6	-1.6	2.9	-46.7
P7	0	COMB3		-139.3	-3.0	16.1	-1.9	162.0	-73.0
P7	4.45	COMB3		-107.3	-3.0	16.1	-1.9	90.3	-59.6
P7	8.9	COMB3		-75.2	-3.0	16.1	-1.9	18.5	-46.3
P7	0	COMB4		-144.6	-3.7	-11.0	-1.4	-110.7	-80.3
P7	4.45	COMB4		-112.5	-3.7	-11.0	-1.4	-61.7	-63.7
P7	8.9	COMB4		-80.4	-3.7	-11.0	-1.4	-12.7	-47.0
P7	0	COMB5	Max	-113.7	6.7	4.7	-0.1	47.2	-2.5
P7	4.45	COMB5	Max	-81.6	6.7	4.7	-0.1	26.3	16.4
P7	8.9	COMB5	Max	-49.5	6.7	4.7	-0.1	5.4	41.4
P7	0	COMB5	Min	-236.8	-13.5	1.9	-4.3	19.5	-202.0
P7	4.45	COMB5	Min	-204.7	-13.5	1.9	-4.3	10.8	-193.2
P7	8.9	COMB5	Min	-172.7	-13.5	1.9	-4.3	2.2	-196.3
P7	0	COMB6	Max	-113.7	6.7	4.7	-0.1	47.2	-2.5
P7	4.45	COMB6	Max	-81.6	6.7	4.7	-0.1	26.3	16.4
P7	8.9	COMB6	Max	-49.5	6.7	4.7	-0.1	5.4	41.4
P7	0	COMB6	Min	-236.8	-13.5	1.9	-4.3	19.5	-202.0
P7	4.45	COMB6	Min	-204.7	-13.5	1.9	-4.3	10.8	-193.2
P7	8.9	COMB6	Min	-172.7	-13.5	1.9	-4.3	2.2	-196.3
P7	0	COMB7	Max	-113.7	6.7	4.7	-0.1	47.2	-2.5
P7	4.45	COMB7	Max	-81.6	6.7	4.7	-0.1	26.3	16.4
P7	8.9	COMB7	Max	-49.5	6.7	4.7	-0.1	5.4	41.4
P7	0	COMB7	Min	-236.8	-13.5	1.9	-4.3	19.5	-202.0
P7	4.45	COMB7	Min	-204.7	-13.5	1.9	-4.3	10.8	-193.2
P7	8.9	COMB7	Min	-172.7	-13.5	1.9	-4.3	2.2	-196.3
P7	0	COMB8	Max	-111.0	7.1	18.3	-0.3	183.6	1.2
P7	4.45	COMB8	Max	-79.0	7.1	18.3	-0.3	102.3	18.4
P7	8.9	COMB8	Max	-46.9	7.1	18.3	-0.3	21.0	41.8
P7	0	COMB8	Min	-234.2	-13.1	15.5	-4.6	155.8	-198.4
P7	4.45	COMB8	Min	-202.1	-13.1	15.5	-4.6	86.8	-191.2
P7	8.9	COMB8	Min	-170.0	-13.1	15.5	-4.6	17.8	-195.9
P7	0	COMB9	Max	-116.3	6.3	-8.9	0.2	-89.2	-6.2
P7	4.45	COMB9	Max	-84.2	6.3	-8.9	0.2	-49.7	14.3
P7	8.9	COMB9	Max	-52.1	6.3	-8.9	0.2	-10.2	41.1
P7	0	COMB9	Min	-239.4	-13.8	-11.6	-4.0	-116.9	-205.7
P7	4.45	COMB9	Min	-207.4	-13.8	-11.6	-4.0	-65.2	-195.3
P7	8.9	COMB9	Min	-175.3	-13.8	-11.6	-4.0	-13.4	-196.7

P7	0	COMB10	Max	-111.0	7.1	18.3	-0.3	183.6	1.2
P7	4.45	COMB10	Max	-79.0	7.1	18.3	-0.3	102.3	18.4
P7	8.9	COMB10	Max	-46.9	7.1	18.3	-0.3	21.0	41.8
P7	0	COMB10	Min	-234.2	-13.1	15.5	-4.6	155.8	-198.4
P7	4.45	COMB10	Min	-202.1	-13.1	15.5	-4.6	86.8	-191.2
P7	8.9	COMB10	Min	-170.0	-13.1	15.5	-4.6	17.8	-195.9
P7	0	COMB11	Max	-116.3	6.3	-8.9	0.2	-89.2	-6.2
P7	4.45	COMB11	Max	-84.2	6.3	-8.9	0.2	-49.7	14.3
P7	8.9	COMB11	Max	-52.1	6.3	-8.9	0.2	-10.2	41.1
P7	0	COMB11	Min	-239.4	-13.8	-11.6	-4.0	-116.9	-205.7
P7	4.45	COMB11	Min	-207.4	-13.8	-11.6	-4.0	-65.2	-195.3
P7	8.9	COMB11	Min	-175.3	-13.8	-11.6	-4.0	-13.4	-196.7
P7	0	COMB12	Max	-111.0	7.1	18.3	-0.3	183.6	1.2
P7	4.45	COMB12	Max	-79.0	7.1	18.3	-0.3	102.3	18.4
P7	8.9	COMB12	Max	-46.9	7.1	18.3	-0.3	21.0	41.8
P7	0	COMB12	Min	-234.2	-13.1	15.5	-4.6	155.8	-198.4
P7	4.45	COMB12	Min	-202.1	-13.1	15.5	-4.6	86.8	-191.2
P7	8.9	COMB12	Min	-170.0	-13.1	15.5	-4.6	17.8	-195.9
P7	0	COMB13	Max	-116.3	6.3	-8.9	0.2	-89.2	-6.2
P7	4.45	COMB13	Max	-84.2	6.3	-8.9	0.2	-49.7	14.3
P7	8.9	COMB13	Max	-52.1	6.3	-8.9	0.2	-10.2	41.1
P7	0	COMB13	Min	-239.4	-13.8	-11.6	-4.0	-116.9	-205.7
P7	4.45	COMB13	Min	-207.4	-13.8	-11.6	-4.0	-65.2	-195.3
P7	8.9	COMB13	Min	-175.3	-13.8	-11.6	-4.0	-13.4	-196.7
P7	0	COMB14	Max	-113.6	6.7	4.8	-0.1	48.0	-2.2
P7	4.45	COMB14	Max	-81.5	6.7	4.8	-0.1	26.7	16.5
P7	8.9	COMB14	Max	-49.4	6.7	4.8	-0.1	5.5	41.5
P7	0	COMB14	Min	-237.0	-13.5	1.9	-4.3	19.1	-202.3
P7	4.45	COMB14	Min	-204.9	-13.5	1.9	-4.3	10.7	-193.3
P7	8.9	COMB14	Min	-172.9	-13.5	1.9	-4.3	2.2	-196.5
P7	0	COMB15	Max	-113.6	6.7	4.8	-0.1	48.0	-2.2
P7	4.45	COMB15	Max	-81.5	6.7	4.8	-0.1	26.7	16.5
P7	8.9	COMB15	Max	-49.4	6.7	4.8	-0.1	5.5	41.5
P7	0	COMB15	Min	-237.0	-13.5	1.9	-4.3	19.1	-202.3
P7	4.45	COMB15	Min	-204.9	-13.5	1.9	-4.3	10.7	-193.3
P7	8.9	COMB15	Min	-172.9	-13.5	1.9	-4.3	2.2	-196.5
P7	0	COMB16	Max	-113.6	6.7	4.8	-0.1	48.0	-2.2
P7	4.45	COMB16	Max	-81.5	6.7	4.8	-0.1	26.7	16.5
P7	8.9	COMB16	Max	-49.4	6.7	4.8	-0.1	5.5	41.5
P7	0	COMB16	Min	-237.0	-13.5	1.9	-4.3	19.1	-202.3
P7	4.45	COMB16	Min	-204.9	-13.5	1.9	-4.3	10.7	-193.3
P7	8.9	COMB16	Min	-172.9	-13.5	1.9	-4.3	2.2	-196.5
P7	0	COMB17	Max	-111.0	7.1	18.3	-0.3	184.3	1.5
P7	4.45	COMB17	Max	-78.9	7.1	18.3	-0.3	102.7	18.5
P7	8.9	COMB17	Max	-46.8	7.1	18.3	-0.3	21.1	41.9
P7	0	COMB17	Min	-234.4	-13.1	15.5	-4.6	155.5	-198.6

P7	4.45	COMB17	Min	-202.3	-13.1	15.5	-4.6	86.6	-191.3
P7	8.9	COMB17	Min	-170.3	-13.1	15.5	-4.6	17.8	-196.1
P7	0	COMB18	Max	-116.2	6.3	-8.8	0.2	-88.4	-5.9
P7	4.45	COMB18	Max	-84.1	6.3	-8.8	0.2	-49.3	14.5
P7	8.9	COMB18	Max	-52.0	6.3	-8.8	0.2	-10.1	41.2
P7	0	COMB18	Min	-239.6	-13.8	-11.7	-4.0	-117.3	-205.9
P7	4.45	COMB18	Min	-207.6	-13.8	-11.7	-4.0	-65.3	-195.3
P7	8.9	COMB18	Min	-175.5	-13.8	-11.7	-4.0	-13.4	-196.8
P7	0	COMB19	Max	-111.0	7.1	18.3	-0.3	184.3	1.5
P7	4.45	COMB19	Max	-78.9	7.1	18.3	-0.3	102.7	18.5
P7	8.9	COMB19	Max	-46.8	7.1	18.3	-0.3	21.1	41.9
P7	0	COMB19	Min	-234.4	-13.1	15.5	-4.6	155.5	-198.6
P7	4.45	COMB19	Min	-202.3	-13.1	15.5	-4.6	86.6	-191.3
P7	8.9	COMB19	Min	-170.3	-13.1	15.5	-4.6	17.8	-196.1
P7	0	COMB20	Max	-111.0	7.1	18.3	-0.3	184.3	1.5
P7	4.45	COMB20	Max	-78.9	7.1	18.3	-0.3	102.7	18.5
P7	8.9	COMB20	Max	-46.8	7.1	18.3	-0.3	21.1	41.9
P7	0	COMB20	Min	-234.4	-13.1	15.5	-4.6	155.5	-198.6
P7	4.45	COMB20	Min	-202.3	-13.1	15.5	-4.6	86.6	-191.3
P7	8.9	COMB20	Min	-170.3	-13.1	15.5	-4.6	17.8	-196.1
P7	0	COMB21	Max	-111.0	7.1	18.3	-0.3	184.3	1.5
P7	4.45	COMB21	Max	-78.9	7.1	18.3	-0.3	102.7	18.5
P7	8.9	COMB21	Max	-46.8	7.1	18.3	-0.3	21.1	41.9
P7	0	COMB21	Min	-234.4	-13.1	15.5	-4.6	155.5	-198.6
P7	4.45	COMB21	Min	-202.3	-13.1	15.5	-4.6	86.6	-191.3
P7	8.9	COMB21	Min	-170.3	-13.1	15.5	-4.6	17.8	-196.1
P7	0	COMB22	Max	-116.2	6.3	-8.8	0.2	-88.4	-5.9
P7	4.45	COMB22	Max	-84.1	6.3	-8.8	0.2	-49.3	14.5
P7	8.9	COMB22	Max	-52.0	6.3	-8.8	0.2	-10.1	41.2
P7	0	COMB22	Min	-239.6	-13.8	-11.7	-4.0	-117.3	-205.9
P7	4.45	COMB22	Min	-207.6	-13.8	-11.7	-4.0	-65.3	-195.3
P7	8.9	COMB22	Min	-175.5	-13.8	-11.7	-4.0	-13.4	-196.8
P8	0	COMB1		-262.0	2.6	1.7	-2.6	15.6	-71.6
P8	4	COMB1		-233.2	2.6	1.7	-2.6	8.7	-82.1
P8	8	COMB1		-204.4	2.6	1.7	-2.6	1.7	-92.5
P8	0	COMB2		-262.0	2.6	1.7	-2.6	15.6	-71.6
P8	4	COMB2		-233.2	2.6	1.7	-2.6	8.7	-82.1
P8	8	COMB2		-204.4	2.6	1.7	-2.6	1.7	-92.5
P8	0	COMB3		-261.2	2.6	17.4	-2.9	156.0	-72.1
P8	4	COMB3		-232.4	2.6	17.4	-2.9	86.3	-82.4
P8	8	COMB3		-203.6	2.6	17.4	-2.9	16.6	-92.7
P8	0	COMB4		-262.8	2.7	-13.9	-2.4	-124.7	-71.1
P8	4	COMB4		-234.0	2.7	-13.9	-2.4	-69.0	-81.7
P8	8	COMB4		-205.2	2.7	-13.9	-2.4	-13.2	-92.4
P8	0	COMB5	Max	-239.8	16.7	4.9	1.3	44.3	5.4
P8	4	COMB5	Max	-210.9	16.7	4.9	1.3	24.5	-5.5

P8	8	COMB5	Max	-182.1	16.7	4.9	1.3	4.7	4.4
P8	0	COMB5	Min	-399.7	-9.2	-0.3	-7.4	-2.7	-203.0
P8	4	COMB5	Min	-370.9	-9.2	-0.3	-7.4	-1.5	-213.0
P8	8	COMB5	Min	-342.1	-9.2	-0.3	-7.4	-0.3	-261.6
P8	0	COMB6	Max	-239.8	16.7	4.9	1.3	44.3	5.4
P8	4	COMB6	Max	-210.9	16.7	4.9	1.3	24.5	-5.5
P8	8	COMB6	Max	-182.1	16.7	4.9	1.3	4.7	4.4
P8	0	COMB6	Min	-399.7	-9.2	-0.3	-7.4	-2.7	-203.0
P8	4	COMB6	Min	-370.9	-9.2	-0.3	-7.4	-1.5	-213.0
P8	8	COMB6	Min	-342.1	-9.2	-0.3	-7.4	-0.3	-261.6
P8	0	COMB7	Max	-239.8	16.7	4.9	1.3	44.3	5.4
P8	4	COMB7	Max	-210.9	16.7	4.9	1.3	24.5	-5.5
P8	8	COMB7	Max	-182.1	16.7	4.9	1.3	4.7	4.4
P8	0	COMB7	Min	-399.7	-9.2	-0.3	-7.4	-2.7	-203.0
P8	4	COMB7	Min	-370.9	-9.2	-0.3	-7.4	-1.5	-213.0
P8	8	COMB7	Min	-342.1	-9.2	-0.3	-7.4	-0.3	-261.6
P8	0	COMB8	Max	-239.0	16.6	20.6	1.0	184.6	4.9
P8	4	COMB8	Max	-210.1	16.6	20.6	1.0	102.1	-5.8
P8	8	COMB8	Max	-181.3	16.6	20.6	1.0	19.6	4.3
P8	0	COMB8	Min	-398.9	-9.2	15.4	-7.7	137.6	-203.5
P8	4	COMB8	Min	-370.1	-9.2	15.4	-7.7	76.1	-213.3
P8	8	COMB8	Min	-341.3	-9.2	15.4	-7.7	14.6	-261.8
P8	0	COMB9	Max	-240.6	16.7	-10.7	1.5	-96.0	5.9
P8	4	COMB9	Max	-211.7	16.7	-10.7	1.5	-53.1	-5.1
P8	8	COMB9	Max	-182.9	16.7	-10.7	1.5	-10.2	4.6
P8	0	COMB9	Min	-400.5	-9.2	-16.0	-7.1	-143.0	-202.5
P8	4	COMB9	Min	-371.7	-9.2	-16.0	-7.1	-79.1	-212.6
P8	8	COMB9	Min	-342.9	-9.2	-16.0	-7.1	-15.2	-261.5
P8	0	COMB10	Max	-239.0	16.6	20.6	1.0	184.6	4.9
P8	4	COMB10	Max	-210.1	16.6	20.6	1.0	102.1	-5.8
P8	8	COMB10	Max	-181.3	16.6	20.6	1.0	19.6	4.3
P8	0	COMB10	Min	-398.9	-9.2	15.4	-7.7	137.6	-203.5
P8	4	COMB10	Min	-370.1	-9.2	15.4	-7.7	76.1	-213.3
P8	8	COMB10	Min	-341.3	-9.2	15.4	-7.7	14.6	-261.8
P8	0	COMB11	Max	-240.6	16.7	-10.7	1.5	-96.0	5.9
P8	4	COMB11	Max	-211.7	16.7	-10.7	1.5	-53.1	-5.1
P8	8	COMB11	Max	-182.9	16.7	-10.7	1.5	-10.2	4.6
P8	0	COMB11	Min	-400.5	-9.2	-16.0	-7.1	-143.0	-202.5
P8	4	COMB11	Min	-371.7	-9.2	-16.0	-7.1	-79.1	-212.6
P8	8	COMB11	Min	-342.9	-9.2	-16.0	-7.1	-15.2	-261.5
P8	0	COMB12	Max	-239.0	16.6	20.6	1.0	184.6	4.9
P8	4	COMB12	Max	-210.1	16.6	20.6	1.0	102.1	-5.8
P8	8	COMB12	Max	-181.3	16.6	20.6	1.0	19.6	4.3
P8	0	COMB12	Min	-398.9	-9.2	15.4	-7.7	137.6	-203.5
P8	4	COMB12	Min	-370.1	-9.2	15.4	-7.7	76.1	-213.3
P8	8	COMB12	Min	-341.3	-9.2	15.4	-7.7	14.6	-261.8

P8	0	COMB13	Max	-240.6	16.7	-10.7	1.5	-96.0	5.9
P8	4	COMB13	Max	-211.7	16.7	-10.7	1.5	-53.1	-5.1
P8	8	COMB13	Max	-182.9	16.7	-10.7	1.5	-10.2	4.6
P8	0	COMB13	Min	-400.5	-9.2	-16.0	-7.1	-143.0	-202.5
P8	4	COMB13	Min	-371.7	-9.2	-16.0	-7.1	-79.1	-212.6
P8	8	COMB13	Min	-342.9	-9.2	-16.0	-7.1	-15.2	-261.5
P8	0	COMB14	Max	-239.7	16.7	5.0	1.3	45.0	5.5
P8	4	COMB14	Max	-210.9	16.7	5.0	1.3	24.9	-5.4
P8	8	COMB14	Max	-182.0	16.7	5.0	1.3	4.8	4.6
P8	0	COMB14	Min	-400.1	-9.2	-0.4	-7.4	-3.3	-203.1
P8	4	COMB14	Min	-371.3	-9.2	-0.4	-7.4	-1.8	-213.0
P8	8	COMB14	Min	-342.4	-9.2	-0.4	-7.4	-0.4	-261.9
P8	0	COMB15	Max	-239.7	16.7	5.0	1.3	45.0	5.5
P8	4	COMB15	Max	-210.9	16.7	5.0	1.3	24.9	-5.4
P8	8	COMB15	Max	-182.0	16.7	5.0	1.3	4.8	4.6
P8	0	COMB15	Min	-400.1	-9.2	-0.4	-7.4	-3.3	-203.1
P8	4	COMB15	Min	-371.3	-9.2	-0.4	-7.4	-1.8	-213.0
P8	8	COMB15	Min	-342.4	-9.2	-0.4	-7.4	-0.4	-261.9
P8	0	COMB16	Max	-239.7	16.7	5.0	1.3	45.0	5.5
P8	4	COMB16	Max	-210.9	16.7	5.0	1.3	24.9	-5.4
P8	8	COMB16	Max	-182.0	16.7	5.0	1.3	4.8	4.6
P8	0	COMB16	Min	-400.1	-9.2	-0.4	-7.4	-3.3	-203.1
P8	4	COMB16	Min	-371.3	-9.2	-0.4	-7.4	-1.8	-213.0
P8	8	COMB16	Min	-342.4	-9.2	-0.4	-7.4	-0.4	-261.9
P8	0	COMB17	Max	-238.9	16.7	20.7	1.0	185.4	5.0
P8	4	COMB17	Max	-210.1	16.7	20.7	1.0	102.5	-5.7
P8	8	COMB17	Max	-181.2	16.7	20.7	1.0	19.7	4.4
P8	0	COMB17	Min	-399.3	-9.3	15.3	-7.7	137.0	-203.6
P8	4	COMB17	Min	-370.5	-9.3	15.3	-7.7	75.8	-213.4
P8	8	COMB17	Min	-341.6	-9.3	15.3	-7.7	14.5	-262.1
P8	0	COMB18	Max	-240.5	16.7	-10.6	1.5	-95.3	5.9
P8	4	COMB18	Max	-211.7	16.7	-10.6	1.5	-52.7	-5.1
P8	8	COMB18	Max	-182.8	16.7	-10.6	1.5	-10.1	4.8
P8	0	COMB18	Min	-400.9	-9.2	-16.0	-7.1	-143.6	-202.6
P8	4	COMB18	Min	-372.1	-9.2	-16.0	-7.1	-79.4	-212.7
P8	8	COMB18	Min	-343.2	-9.2	-16.0	-7.1	-15.2	-261.8
P8	0	COMB19	Max	-238.9	16.7	20.7	1.0	185.4	5.0
P8	4	COMB19	Max	-210.1	16.7	20.7	1.0	102.5	-5.7
P8	8	COMB19	Max	-181.2	16.7	20.7	1.0	19.7	4.4
P8	0	COMB19	Min	-399.3	-9.3	15.3	-7.7	137.0	-203.6
P8	4	COMB19	Min	-370.5	-9.3	15.3	-7.7	75.8	-213.4
P8	8	COMB19	Min	-341.6	-9.3	15.3	-7.7	14.5	-262.1
P8	0	COMB20	Max	-238.9	16.7	20.7	1.0	185.4	5.0
P8	4	COMB20	Max	-210.1	16.7	20.7	1.0	102.5	-5.7
P8	8	COMB20	Max	-181.2	16.7	20.7	1.0	19.7	4.4
P8	0	COMB20	Min	-399.3	-9.3	15.3	-7.7	137.0	-203.6

P8	4	COMB20	Min	-370.5	-9.3	15.3	-7.7	75.8	-213.4
P8	8	COMB20	Min	-341.6	-9.3	15.3	-7.7	14.5	-262.1
P8	0	COMB21	Max	-238.9	16.7	20.7	1.0	185.4	5.0
P8	4	COMB21	Max	-210.1	16.7	20.7	1.0	102.5	-5.7
P8	8	COMB21	Max	-181.2	16.7	20.7	1.0	19.7	4.4
P8	0	COMB21	Min	-399.3	-9.3	15.3	-7.7	137.0	-203.6
P8	4	COMB21	Min	-370.5	-9.3	15.3	-7.7	75.8	-213.4
P8	8	COMB21	Min	-341.6	-9.3	15.3	-7.7	14.5	-262.1
P8	0	COMB22	Max	-240.5	16.7	-10.6	1.5	-95.3	5.9
P8	4	COMB22	Max	-211.7	16.7	-10.6	1.5	-52.7	-5.1
P8	8	COMB22	Max	-182.8	16.7	-10.6	1.5	-10.1	4.8
P8	0	COMB22	Min	-400.9	-9.2	-16.0	-7.1	-143.6	-202.6
P8	4	COMB22	Min	-372.1	-9.2	-16.0	-7.1	-79.4	-212.7
P8	8	COMB22	Min	-343.2	-9.2	-16.0	-7.1	-15.2	-261.8
P9	0	COMB1		-302.7	3.6	6.1	-2.0	42.5	-92.4
P9	2.9	COMB1		-281.8	3.6	6.1	-2.0	24.8	-102.9
P9	5.8	COMB1		-260.9	3.6	6.1	-2.0	7.0	-113.5
P9	0	COMB2		-302.7	3.6	6.1	-2.0	42.5	-92.4
P9	2.9	COMB2		-281.8	3.6	6.1	-2.0	24.8	-102.9
P9	5.8	COMB2		-260.9	3.6	6.1	-2.0	7.0	-113.5
P9	0	COMB3		-300.4	2.4	19.7	-2.8	136.9	-99.8
P9	2.9	COMB3		-279.5	2.4	19.7	-2.8	79.8	-106.7
P9	5.8	COMB3		-258.6	2.4	19.7	-2.8	22.7	-113.6
P9	0	COMB4		-304.9	4.9	-7.5	-1.1	-51.9	-84.9
P9	2.9	COMB4		-284.0	4.9	-7.5	-1.1	-30.3	-99.1
P9	5.8	COMB4		-263.1	4.9	-7.5	-1.1	-8.6	-113.3
P9	0	COMB5	Max	-300.0	17.6	11.5	0.7	79.6	-14.7
P9	2.9	COMB5	Max	-279.0	17.6	11.5	0.7	46.4	-6.9
P9	5.8	COMB5	Max	-258.1	17.6	11.5	0.7	13.2	1.0
P9	0	COMB5	Min	-450.0	-6.0	4.3	-6.4	29.8	-227.2
P9	2.9	COMB5	Min	-429.1	-6.0	4.3	-6.4	17.4	-268.1
P9	5.8	COMB5	Min	-408.2	-6.0	4.3	-6.4	4.9	-309.5
P9	0	COMB6	Max	-300.0	17.6	11.5	0.7	79.6	-14.7
P9	2.9	COMB6	Max	-279.0	17.6	11.5	0.7	46.4	-6.9
P9	5.8	COMB6	Max	-258.1	17.6	11.5	0.7	13.2	1.0
P9	0	COMB6	Min	-450.0	-6.0	4.3	-6.4	29.8	-227.2
P9	2.9	COMB6	Min	-429.1	-6.0	4.3	-6.4	17.4	-268.1
P9	5.8	COMB6	Min	-408.2	-6.0	4.3	-6.4	4.9	-309.5
P9	0	COMB7	Max	-300.0	17.6	11.5	0.7	79.6	-14.7
P9	2.9	COMB7	Max	-279.0	17.6	11.5	0.7	46.4	-6.9
P9	5.8	COMB7	Max	-258.1	17.6	11.5	0.7	13.2	1.0
P9	0	COMB7	Min	-450.0	-6.0	4.3	-6.4	29.8	-227.2
P9	2.9	COMB7	Min	-429.1	-6.0	4.3	-6.4	17.4	-268.1
P9	5.8	COMB7	Min	-408.2	-6.0	4.3	-6.4	4.9	-309.5
P9	0	COMB8	Max	-297.7	16.3	25.0	-0.1	174.0	-22.2
P9	2.9	COMB8	Max	-276.8	16.3	25.0	-0.1	101.4	-10.7



P9	5.8	COMB8	Max	-255.9	16.3	25.0	-0.1	28.8	0.8
P9	0	COMB8	Min	-447.8	-7.3	17.9	-7.2	124.2	-234.7
P9	2.9	COMB8	Min	-426.9	-7.3	17.9	-7.2	72.4	-271.9
P9	5.8	COMB8	Min	-406.0	-7.3	17.9	-7.2	20.6	-309.7
P9	0	COMB9	Max	-302.2	18.9	-2.1	1.6	-14.8	-7.2
P9	2.9	COMB9	Max	-281.3	18.9	-2.1	1.6	-8.6	-3.0
P9	5.8	COMB9	Max	-260.4	18.9	-2.1	1.6	-2.5	1.2
P9	0	COMB9	Min	-452.2	-4.8	-9.3	-5.6	-64.6	-219.7
P9	2.9	COMB9	Min	-431.3	-4.8	-9.3	-5.6	-37.6	-264.2
P9	5.8	COMB9	Min	-410.4	-4.8	-9.3	-5.6	-10.7	-309.3
P9	0	COMB10	Max	-297.7	16.3	25.0	-0.1	174.0	-22.2
P9	2.9	COMB10	Max	-276.8	16.3	25.0	-0.1	101.4	-10.7
P9	5.8	COMB10	Max	-255.9	16.3	25.0	-0.1	28.8	0.8
P9	0	COMB10	Min	-447.8	-7.3	17.9	-7.2	124.2	-234.7
P9	2.9	COMB10	Min	-426.9	-7.3	17.9	-7.2	72.4	-271.9
P9	5.8	COMB10	Min	-406.0	-7.3	17.9	-7.2	20.6	-309.7
P9	0	COMB11	Max	-302.2	18.9	-2.1	1.6	-14.8	-7.2
P9	2.9	COMB11	Max	-281.3	18.9	-2.1	1.6	-8.6	-3.0
P9	5.8	COMB11	Max	-260.4	18.9	-2.1	1.6	-2.5	1.2
P9	0	COMB11	Min	-452.2	-4.8	-9.3	-5.6	-64.6	-219.7
P9	2.9	COMB11	Min	-431.3	-4.8	-9.3	-5.6	-37.6	-264.2
P9	5.8	COMB11	Min	-410.4	-4.8	-9.3	-5.6	-10.7	-309.3
P9	0	COMB12	Max	-297.7	16.3	25.0	-0.1	174.0	-22.2
P9	2.9	COMB12	Max	-276.8	16.3	25.0	-0.1	101.4	-10.7
P9	5.8	COMB12	Max	-255.9	16.3	25.0	-0.1	28.8	0.8
P9	0	COMB12	Min	-447.8	-7.3	17.9	-7.2	124.2	-234.7
P9	2.9	COMB12	Min	-426.9	-7.3	17.9	-7.2	72.4	-271.9
P9	5.8	COMB12	Min	-406.0	-7.3	17.9	-7.2	20.6	-309.7
P9	0	COMB13	Max	-302.2	18.9	-2.1	1.6	-14.8	-7.2
P9	2.9	COMB13	Max	-281.3	18.9	-2.1	1.6	-8.6	-3.0
P9	5.8	COMB13	Max	-260.4	18.9	-2.1	1.6	-2.5	1.2
P9	0	COMB13	Min	-452.2	-4.8	-9.3	-5.6	-64.6	-219.7
P9	2.9	COMB13	Min	-431.3	-4.8	-9.3	-5.6	-37.6	-264.2
P9	5.8	COMB13	Min	-410.4	-4.8	-9.3	-5.6	-10.7	-309.3
P9	0	COMB14	Max	-300.0	17.7	11.6	0.7	80.8	-14.3
P9	2.9	COMB14	Max	-279.0	17.7	11.6	0.7	47.1	-6.5
P9	5.8	COMB14	Max	-258.1	17.7	11.6	0.7	13.4	1.2
P9	0	COMB14	Min	-450.5	-6.0	4.2	-6.4	29.2	-227.2
P9	2.9	COMB14	Min	-429.6	-6.0	4.2	-6.4	17.0	-268.3
P9	5.8	COMB14	Min	-408.7	-6.0	4.2	-6.4	4.8	-309.9
P9	0	COMB15	Max	-300.0	17.7	11.6	0.7	80.8	-14.3
P9	2.9	COMB15	Max	-279.0	17.7	11.6	0.7	47.1	-6.5
P9	5.8	COMB15	Max	-258.1	17.7	11.6	0.7	13.4	1.2
P9	0	COMB15	Min	-450.5	-6.0	4.2	-6.4	29.2	-227.2
P9	2.9	COMB15	Min	-429.6	-6.0	4.2	-6.4	17.0	-268.3
P9	5.8	COMB15	Min	-408.7	-6.0	4.2	-6.4	4.8	-309.9

P9	0	COMB16	Max	-300.0	17.7	11.6	0.7	80.8	-14.3
P9	2.9	COMB16	Max	-279.0	17.7	11.6	0.7	47.1	-6.5
P9	5.8	COMB16	Max	-258.1	17.7	11.6	0.7	13.4	1.2
P9	0	COMB16	Min	-450.5	-6.0	4.2	-6.4	29.2	-227.2
P9	2.9	COMB16	Min	-429.6	-6.0	4.2	-6.4	17.0	-268.3
P9	5.8	COMB16	Min	-408.7	-6.0	4.2	-6.4	4.8	-309.9
P9	0	COMB17	Max	-297.7	16.5	25.2	-0.1	175.2	-21.8
P9	2.9	COMB17	Max	-276.8	16.5	25.2	-0.1	102.1	-10.4
P9	5.8	COMB17	Max	-255.9	16.5	25.2	-0.1	29.0	1.1
P9	0	COMB17	Min	-448.3	-7.3	17.8	-7.3	123.6	-234.7
P9	2.9	COMB17	Min	-427.4	-7.3	17.8	-7.3	72.0	-272.1
P9	5.8	COMB17	Min	-406.5	-7.3	17.8	-7.3	20.4	-310.1
P9	0	COMB18	Max	-302.2	19.0	-2.0	1.6	-13.7	-6.8
P9	2.9	COMB18	Max	-281.3	19.0	-2.0	1.6	-8.0	-2.7
P9	5.8	COMB18	Max	-260.4	19.0	-2.0	1.6	-2.3	1.4
P9	0	COMB18	Min	-452.7	-4.8	-9.4	-5.6	-65.2	-219.7
P9	2.9	COMB18	Min	-431.8	-4.8	-9.4	-5.6	-38.0	-264.4
P9	5.8	COMB18	Min	-410.9	-4.8	-9.4	-5.6	-10.8	-309.8
P9	0	COMB19	Max	-297.7	16.5	25.2	-0.1	175.2	-21.8
P9	2.9	COMB19	Max	-276.8	16.5	25.2	-0.1	102.1	-10.4
P9	5.8	COMB19	Max	-255.9	16.5	25.2	-0.1	29.0	1.1
P9	0	COMB19	Min	-448.3	-7.3	17.8	-7.3	123.6	-234.7
P9	2.9	COMB19	Min	-427.4	-7.3	17.8	-7.3	72.0	-272.1
P9	5.8	COMB19	Min	-406.5	-7.3	17.8	-7.3	20.4	-310.1
P9	0	COMB20	Max	-297.7	16.5	25.2	-0.1	175.2	-21.8
P9	2.9	COMB20	Max	-276.8	16.5	25.2	-0.1	102.1	-10.4
P9	5.8	COMB20	Max	-255.9	16.5	25.2	-0.1	29.0	1.1
P9	0	COMB20	Min	-448.3	-7.3	17.8	-7.3	123.6	-234.7
P9	2.9	COMB20	Min	-427.4	-7.3	17.8	-7.3	72.0	-272.1
P9	5.8	COMB20	Min	-406.5	-7.3	17.8	-7.3	20.4	-310.1
P9	0	COMB21	Max	-297.7	16.5	25.2	-0.1	175.2	-21.8
P9	2.9	COMB21	Max	-276.8	16.5	25.2	-0.1	102.1	-10.4
P9	5.8	COMB21	Max	-255.9	16.5	25.2	-0.1	29.0	1.1
P9	0	COMB21	Min	-448.3	-7.3	17.8	-7.3	123.6	-234.7
P9	2.9	COMB21	Min	-427.4	-7.3	17.8	-7.3	72.0	-272.1
P9	5.8	COMB21	Min	-406.5	-7.3	17.8	-7.3	20.4	-310.1
P9	0	COMB22	Max	-302.2	19.0	-2.0	1.6	-13.7	-6.8
P9	2.9	COMB22	Max	-281.3	19.0	-2.0	1.6	-8.0	-2.7
P9	5.8	COMB22	Max	-260.4	19.0	-2.0	1.6	-2.3	1.4
P9	0	COMB22	Min	-452.7	-4.8	-9.4	-5.6	-65.2	-219.7
P9	2.9	COMB22	Min	-431.8	-4.8	-9.4	-5.6	-38.0	-264.4
P9	5.8	COMB22	Min	-410.9	-4.8	-9.4	-5.6	-10.8	-309.8
PE3	0	COMB1		-204.7	-2.9	-10.4	25.2	300.6	-117.0
PE3	2.06	COMB1		-157.2	-2.9	-10.4	25.2	322.1	-111.0
PE3	4.12	COMB1		-109.6	-2.9	-10.4	25.2	343.5	-105.1
PE3	0	COMB2		-204.7	-2.9	-10.4	25.2	300.6	-117.0

PE3	2.06	COMB2		-157.2	-2.9	-10.4	25.2	322.1	-111.0
PE3	4.12	COMB2		-109.6	-2.9	-10.4	25.2	343.5	-105.1
PE3	0	COMB3		-210.3	-2.0	-53.3	32.4	147.7	-115.1
PE3	2.06	COMB3		-162.8	-2.0	-53.3	32.4	257.4	-111.0
PE3	4.12	COMB3		-115.3	-2.0	-53.3	32.4	367.1	-107.0
PE3	0	COMB4		-199.0	-3.8	32.4	17.9	453.5	-118.9
PE3	2.06	COMB4		-151.5	-3.8	32.4	17.9	386.7	-111.0
PE3	4.12	COMB4		-104.0	-3.8	32.4	17.9	319.9	-103.1
PE3	0	COMB5	Max	-192.5	2.5	-9.8	61.8	609.0	-21.4
PE3	2.06	COMB5	Max	-145.0	2.5	-9.8	61.8	641.8	-21.5
PE3	4.12	COMB5	Max	-97.5	2.5	-9.8	61.8	674.7	-20.1
PE3	0	COMB5	Min	-303.9	-11.0	-18.0	4.7	209.6	-339.1
PE3	2.06	COMB5	Min	-256.4	-11.0	-18.0	4.7	237.1	-324.6
PE3	4.12	COMB5	Min	-208.8	-11.0	-18.0	4.7	264.6	-311.7
PE3	0	COMB6	Max	-192.5	2.5	-9.8	61.8	609.0	-21.4
PE3	2.06	COMB6	Max	-145.0	2.5	-9.8	61.8	641.8	-21.5
PE3	4.12	COMB6	Max	-97.5	2.5	-9.8	61.8	674.7	-20.1
PE3	0	COMB6	Min	-303.9	-11.0	-18.0	4.7	209.6	-339.1
PE3	2.06	COMB6	Min	-256.4	-11.0	-18.0	4.7	237.1	-324.6
PE3	4.12	COMB6	Min	-208.8	-11.0	-18.0	4.7	264.6	-311.7
PE3	0	COMB7	Max	-192.5	2.5	-9.8	61.8	609.0	-21.4
PE3	2.06	COMB7	Max	-145.0	2.5	-9.8	61.8	641.8	-21.5
PE3	4.12	COMB7	Max	-97.5	2.5	-9.8	61.8	674.7	-20.1
PE3	0	COMB7	Min	-303.9	-11.0	-18.0	4.7	209.6	-339.1
PE3	2.06	COMB7	Min	-256.4	-11.0	-18.0	4.7	237.1	-324.6
PE3	4.12	COMB7	Min	-208.8	-11.0	-18.0	4.7	264.6	-311.7
PE3	0	COMB8	Max	-198.2	3.4	-52.7	69.1	456.1	-19.5
PE3	2.06	COMB8	Max	-150.7	3.4	-52.7	69.1	577.2	-21.5
PE3	4.12	COMB8	Max	-103.1	3.4	-52.7	69.1	698.3	-22.0
PE3	0	COMB8	Min	-309.5	-10.1	-60.8	12.0	56.7	-337.2
PE3	2.06	COMB8	Min	-262.0	-10.1	-60.8	12.0	172.5	-324.7
PE3	4.12	COMB8	Min	-214.5	-10.1	-60.8	12.0	288.2	-313.7
PE3	0	COMB9	Max	-186.9	1.5	33.0	54.6	761.9	-23.3
PE3	2.06	COMB9	Max	-139.4	1.5	33.0	54.6	706.5	-21.5
PE3	4.12	COMB9	Max	-91.9	1.5	33.0	54.6	651.1	-18.1
PE3	0	COMB9	Min	-298.2	-11.9	24.9	-2.6	362.5	-341.0
PE3	2.06	COMB9	Min	-250.7	-11.9	24.9	-2.6	301.8	-324.6
PE3	4.12	COMB9	Min	-203.2	-11.9	24.9	-2.6	241.0	-309.8
PE3	0	COMB10	Max	-198.2	3.4	-52.7	69.1	456.1	-19.5
PE3	2.06	COMB10	Max	-150.7	3.4	-52.7	69.1	577.2	-21.5
PE3	4.12	COMB10	Max	-103.1	3.4	-52.7	69.1	698.3	-22.0
PE3	0	COMB10	Min	-309.5	-10.1	-60.8	12.0	56.7	-337.2
PE3	2.06	COMB10	Min	-262.0	-10.1	-60.8	12.0	172.5	-324.7
PE3	4.12	COMB10	Min	-214.5	-10.1	-60.8	12.0	288.2	-313.7
PE3	0	COMB11	Max	-186.9	1.5	33.0	54.6	761.9	-23.3
PE3	2.06	COMB11	Max	-139.4	1.5	33.0	54.6	706.5	-21.5

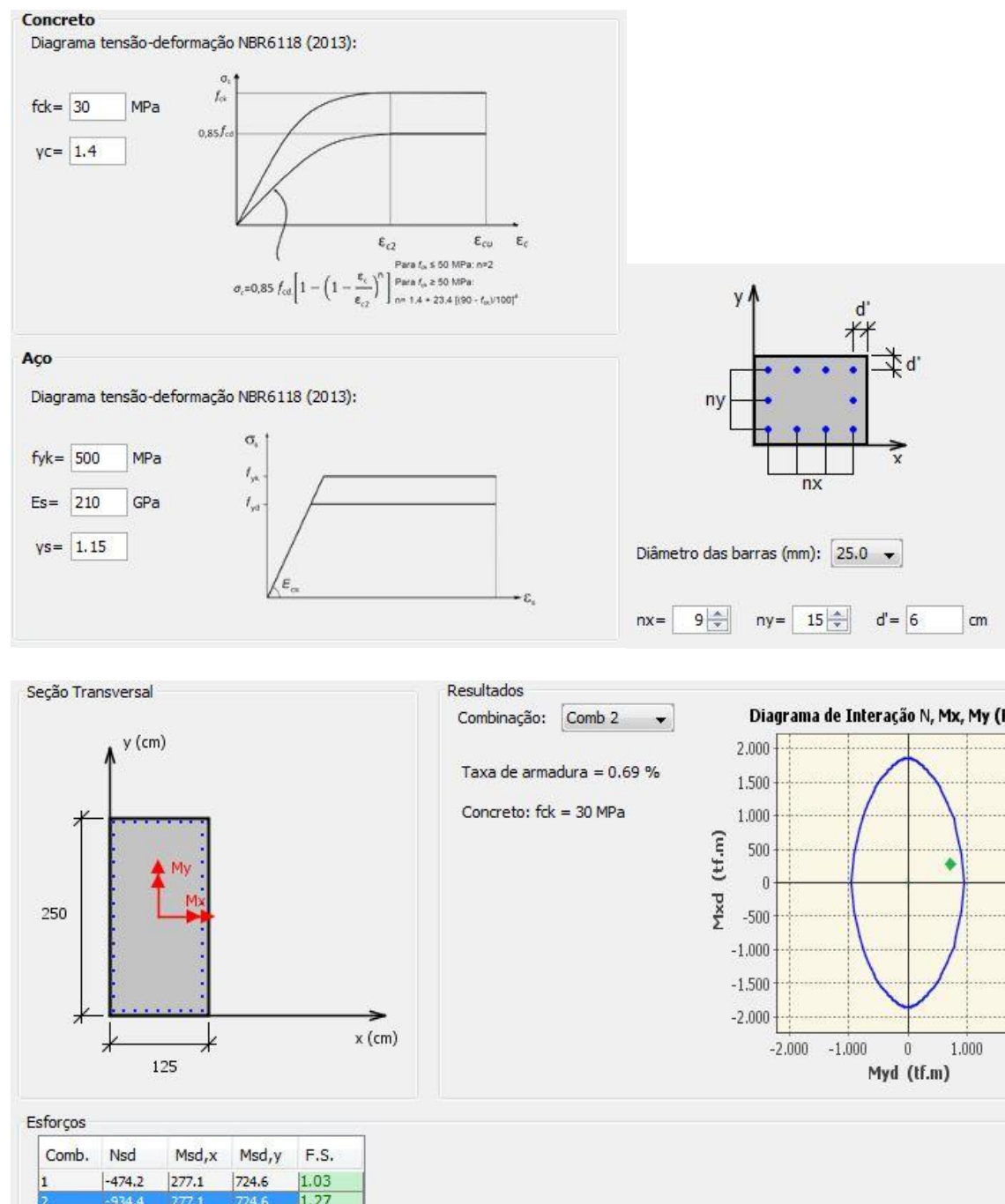
PE3	4.12	COMB11	Max	-91.9	1.5	33.0	54.6	651.1	-18.1
PE3	0	COMB11	Min	-298.2	-11.9	24.9	-2.6	362.5	-341.0
PE3	2.06	COMB11	Min	-250.7	-11.9	24.9	-2.6	301.8	-324.6
PE3	4.12	COMB11	Min	-203.2	-11.9	24.9	-2.6	241.0	-309.8
PE3	0	COMB12	Max	-198.2	3.4	-52.7	69.1	456.1	-19.5
PE3	2.06	COMB12	Max	-150.7	3.4	-52.7	69.1	577.2	-21.5
PE3	4.12	COMB12	Max	-103.1	3.4	-52.7	69.1	698.3	-22.0
PE3	0	COMB12	Min	-309.5	-10.1	-60.8	12.0	56.7	-337.2
PE3	2.06	COMB12	Min	-262.0	-10.1	-60.8	12.0	172.5	-324.7
PE3	4.12	COMB12	Min	-214.5	-10.1	-60.8	12.0	288.2	-313.7
PE3	0	COMB13	Max	-186.9	1.5	33.0	54.6	761.9	-23.3
PE3	2.06	COMB13	Max	-139.4	1.5	33.0	54.6	706.5	-21.5
PE3	4.12	COMB13	Max	-91.9	1.5	33.0	54.6	651.1	-18.1
PE3	0	COMB13	Min	-298.2	-11.9	24.9	-2.6	362.5	-341.0
PE3	2.06	COMB13	Min	-250.7	-11.9	24.9	-2.6	301.8	-324.6
PE3	4.12	COMB13	Min	-203.2	-11.9	24.9	-2.6	241.0	-309.8
PE3	0	COMB14	Max	-192.3	2.5	-7.9	62.1	619.4	-21.1
PE3	2.06	COMB14	Max	-144.7	2.5	-7.9	62.1	646.7	-21.3
PE3	4.12	COMB14	Max	-97.2	2.5	-7.9	62.1	675.1	-19.9
PE3	0	COMB14	Min	-304.0	-11.2	-22.0	4.3	201.7	-339.9
PE3	2.06	COMB14	Min	-256.5	-11.2	-22.0	4.3	233.9	-325.2
PE3	4.12	COMB14	Min	-209.0	-11.2	-22.0	4.3	263.4	-311.9
PE3	0	COMB15	Max	-192.3	2.5	-7.9	62.1	619.4	-21.1
PE3	2.06	COMB15	Max	-144.7	2.5	-7.9	62.1	646.7	-21.3
PE3	4.12	COMB15	Max	-97.2	2.5	-7.9	62.1	675.1	-19.9
PE3	0	COMB15	Min	-304.0	-11.2	-22.0	4.3	201.7	-339.9
PE3	2.06	COMB15	Min	-256.5	-11.2	-22.0	4.3	233.9	-325.2
PE3	4.12	COMB15	Min	-209.0	-11.2	-22.0	4.3	263.4	-311.9
PE3	0	COMB16	Max	-192.3	2.5	-7.9	62.1	619.4	-21.1
PE3	2.06	COMB16	Max	-144.7	2.5	-7.9	62.1	646.7	-21.3
PE3	4.12	COMB16	Max	-97.2	2.5	-7.9	62.1	675.1	-19.9
PE3	0	COMB16	Min	-304.0	-11.2	-22.0	4.3	201.7	-339.9
PE3	2.06	COMB16	Min	-256.5	-11.2	-22.0	4.3	233.9	-325.2
PE3	4.12	COMB16	Min	-209.0	-11.2	-22.0	4.3	263.4	-311.9
PE3	0	COMB17	Max	-197.9	3.4	-50.8	69.4	466.5	-19.2
PE3	2.06	COMB17	Max	-150.4	3.4	-50.8	69.4	582.1	-21.3
PE3	4.12	COMB17	Max	-102.9	3.4	-50.8	69.4	698.7	-21.8
PE3	0	COMB17	Min	-309.6	-10.2	-64.8	11.6	48.8	-338.0
PE3	2.06	COMB17	Min	-262.1	-10.2	-64.8	11.6	169.2	-325.2
PE3	4.12	COMB17	Min	-214.6	-10.2	-64.8	11.6	287.0	-313.9
PE3	0	COMB18	Max	-186.6	1.5	34.9	54.8	772.3	-23.0
PE3	2.06	COMB18	Max	-139.1	1.5	34.9	54.8	711.4	-21.2
PE3	4.12	COMB18	Max	-91.6	1.5	34.9	54.8	651.5	-17.9
PE3	0	COMB18	Min	-298.3	-12.1	20.9	-2.9	354.6	-341.8
PE3	2.06	COMB18	Min	-250.8	-12.1	20.9	-2.9	298.5	-325.1
PE3	4.12	COMB18	Min	-203.3	-12.1	20.9	-2.9	239.8	-310.0

PE3	0	COMB19	Max	-197.9	3.4	-50.8	69.4	466.5	-19.2
PE3	2.06	COMB19	Max	-150.4	3.4	-50.8	69.4	582.1	-21.3
PE3	4.12	COMB19	Max	-102.9	3.4	-50.8	69.4	698.7	-21.8
PE3	0	COMB19	Min	-309.6	-10.2	-64.8	11.6	48.8	-338.0
PE3	2.06	COMB19	Min	-262.1	-10.2	-64.8	11.6	169.2	-325.2
PE3	4.12	COMB19	Min	-214.6	-10.2	-64.8	11.6	287.0	-313.9
PE3	0	COMB20	Max	-197.9	3.4	-50.8	69.4	466.5	-19.2
PE3	2.06	COMB20	Max	-150.4	3.4	-50.8	69.4	582.1	-21.3
PE3	4.12	COMB20	Max	-102.9	3.4	-50.8	69.4	698.7	-21.8
PE3	0	COMB20	Min	-309.6	-10.2	-64.8	11.6	48.8	-338.0
PE3	2.06	COMB20	Min	-262.1	-10.2	-64.8	11.6	169.2	-325.2
PE3	4.12	COMB20	Min	-214.6	-10.2	-64.8	11.6	287.0	-313.9
PE3	0	COMB21	Max	-197.9	3.4	-50.8	69.4	466.5	-19.2
PE3	2.06	COMB21	Max	-150.4	3.4	-50.8	69.4	582.1	-21.3
PE3	4.12	COMB21	Max	-102.9	3.4	-50.8	69.4	698.7	-21.8
PE3	0	COMB21	Min	-309.6	-10.2	-64.8	11.6	48.8	-338.0
PE3	2.06	COMB21	Min	-262.1	-10.2	-64.8	11.6	169.2	-325.2
PE3	4.12	COMB21	Min	-214.6	-10.2	-64.8	11.6	287.0	-313.9
PE3	0	COMB22	Max	-186.6	1.5	34.9	54.8	772.3	-23.0
PE3	2.06	COMB22	Max	-139.1	1.5	34.9	54.8	711.4	-21.2
PE3	4.12	COMB22	Max	-91.6	1.5	34.9	54.8	651.5	-17.9
PE3	0	COMB22	Min	-298.3	-12.1	20.9	-2.9	354.6	-341.8
PE3	2.06	COMB22	Min	-250.8	-12.1	20.9	-2.9	298.5	-325.1
PE3	4.12	COMB22	Min	-203.3	-12.1	20.9	-2.9	239.8	-310.0

Os pilares serão verificados, a favor da segurança, para a envoltória de valores máximos e mínimos atuando concomitantemente na seção.

P1=P4=P5=P6

$\lambda_{max}=19,4$





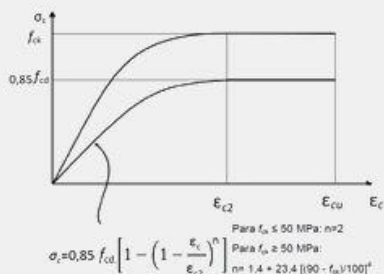
P7=P8=P9  
 $\lambda_{max}=18,2$

### Concreto

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

fck = 30 MPa

$\gamma_c = 1,4$



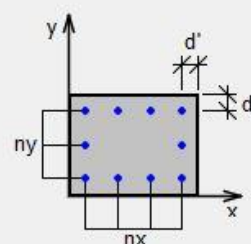
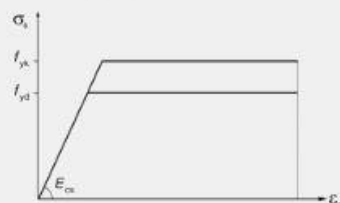
### Aço

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

fyk = 500 MPa

Es = 210 GPa

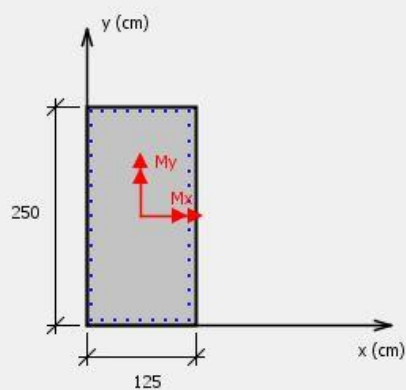
$\gamma_s = 1,15$



Diâmetro das barras (mm): 25,0

nx = 9 ny = 15 d' = 6 cm

### Seção Transversal



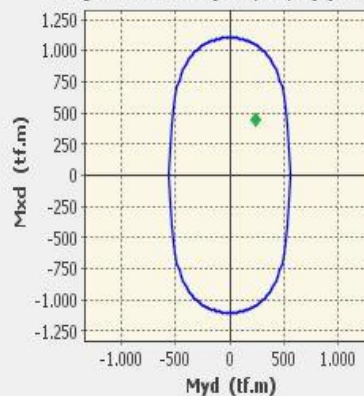
### Resultados

Combinação: Comb 1

Taxa de armadura = 0,69 %

Concreto: fck = 30 MPa

### Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)



### Esforços

Comb.	Nsd	Msd,x	Msd,y	F.S.
1	-60,3	448	239	1,83
2	-631,9	448	239	2,48

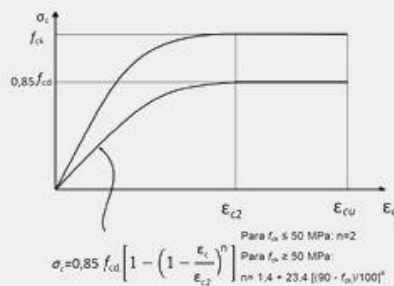
P2=P3  
 $\lambda_{max} = 17,15$

### Concreto

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

fck = 30 MPa

$\gamma_c = 1.4$



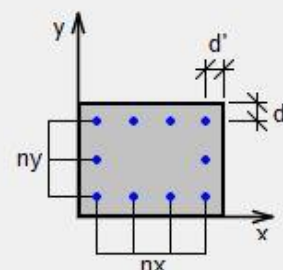
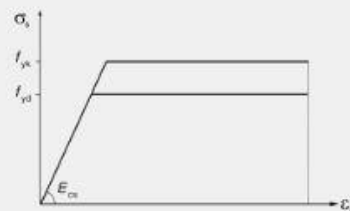
### Aço

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

fyk = 500 MPa

Es = 210 GPa

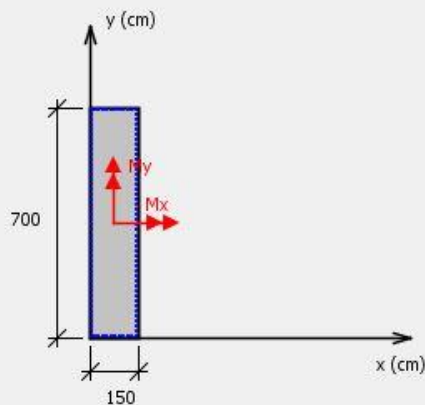
$\gamma_s = 1.15$



Diâmetro das barras (mm): 25.0

nx = 12 ny = 46 d' = 6 cm

### Seção Transversal



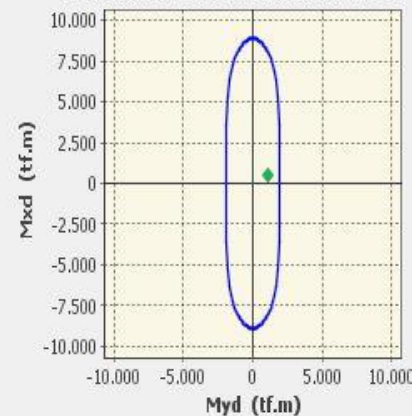
### Resultados

Combinação: Comb 1

Taxa de armadura = 0.52 %

Concreto: fck = 30 MPa

### Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)



### Esforços

Comb.	Nsd	Msd,x	Msd,y	F.S.
1	-515.4	483.7	1092.7	1.78
2	-1080.1	483.7	1092.7	2.11

PE1=PE2

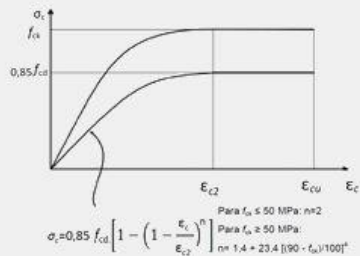
$\lambda_{max} = 8$

#### Concreto

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

fck = 30 MPa

$\gamma_c = 1.4$



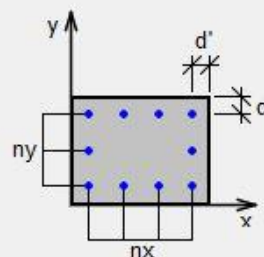
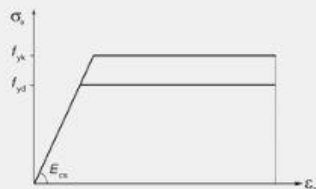
#### Aço

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

fyk = 500 MPa

Es = 210 GPa

$\gamma_s = 1.15$



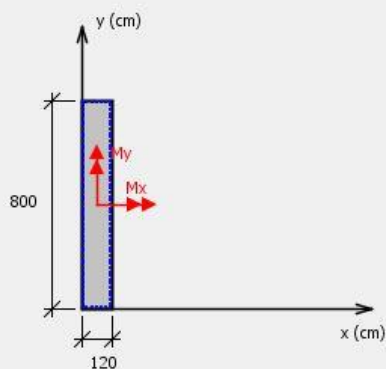
Diâmetro das barras (mm): 25.0

$n_x = 7$

$n_y = 53$

$d' = 6$  cm

#### Seção Transversal



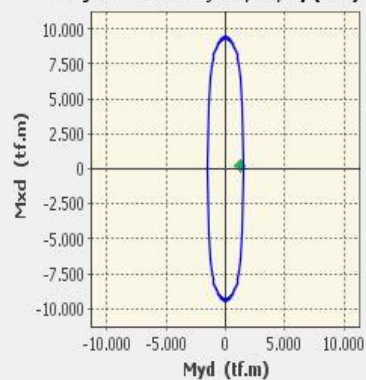
#### Resultados

Combinação: Comb 1

Taxa de armadura = 0.59 %

Concreto: fck = 30 MPa

#### Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)



#### Esforços

Comb.	Nsd	Msd,x	Msd,y	F.S.
1	-247.1	236.5	1233	1.18
2	-594.2	236.5	1233	1.33

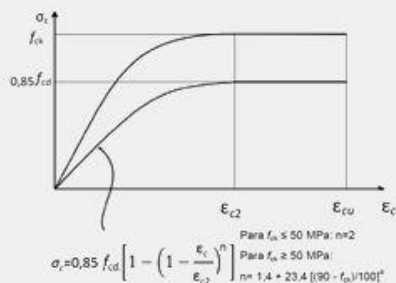
## PE3

### Concreto

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

fck = 30 MPa

γc = 1.4



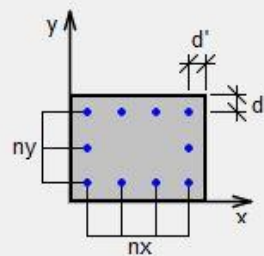
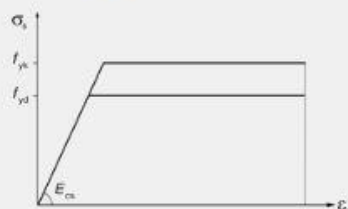
### Aço

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

fyk = 500 MPa

Es = 210 GPa

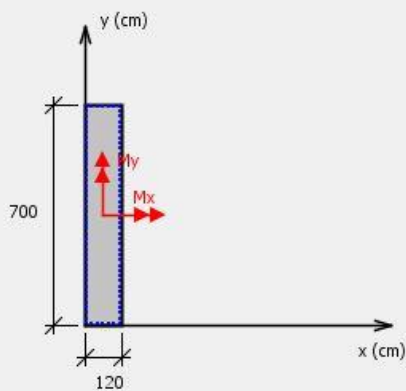
γs = 1.15



Diâmetro das barras (mm): 25.0

nx = 7 ny = 42 d' = 6 cm

### Seção Transversal



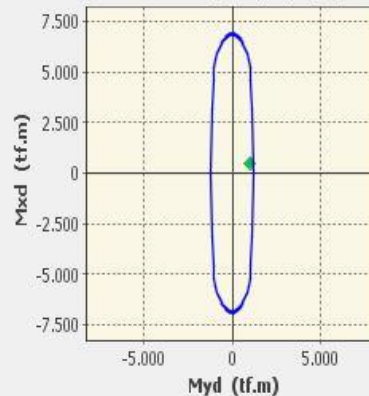
### Resultados

Combinação: Comb 1

Taxa de armadura = 0.55 %

Concreto: fck = 30 MPa

### Diagrama de Interação N, Mx, My (FC0)



### Esforços

Comb.	Nsd	Msd,x	Msd,y	F.S.
1	-253.6	493	994	1.21
2	-430.1	493	994	1.30

## 10.0 DIMENSIONAMENTO DA INFRAESTRUTURA

### 10.1 DETERMINAÇÃO DAS CARGAS NAS FUNDAÇÕES

Apresentaremos a seguir, as tabelas de carregamentos atuantes nos blocos de fundação de fundação

COMB1: CP + VY+  
COMB2: CP + VY-  
COMB3: CP + TEMP+  
COMB4: CP + TEMP-  
COMB5: CP + TR45 (COM IMPACTO)  
COMB6: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY+  
COMB7: CP + TR45 (COM IMPACTO) VY-  
COMB8: CP TR45 (COM IMPACTO) + TEMP+  
COMB9: CP + TR45 (COM IMPACTO) + TEMP-  
COMB10: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY+ + TEMP+  
COMB11: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY- + TEMP-  
COMB12: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY+ + TEMP+  
COMB13: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY- + TEMP-  
COMB14: CP TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM  
COMB15: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY+  
COMB16: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY-  
COMB17: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + TEMP+  
COMB18: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + TEMP-  
COMB19: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY+ + TEMP+  
COMB20: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY- + TEMP-  
COMB21: CP + + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY+ + TEMP+  
COMB22: CP + + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY- + TEMP-

CARGAS NOS BLOCOS DA ALÇA								
Bloco	OutputCase	StepType	N	Fx	Fy	Mz	My	Mx
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
B8	COMB1		262.0	-2.6	-1.7	2.6	15.6	71.6
B8	COMB2		262.0	-2.6	-1.7	2.6	15.6	71.6
B8	COMB3		261.2	-2.6	-17.4	2.9	156.0	72.1
B8	COMB4		262.8	-2.7	13.9	2.4	-124.7	71.1
B8	COMB5	Max	399.7	9.2	0.3	7.4	44.3	203.0
B8	COMB5	Min	239.8	-16.7	-4.9	-1.3	-2.7	-5.4
B8	COMB6	Max	399.7	9.2	0.3	7.4	44.3	203.0
B8	COMB6	Min	239.8	-16.7	-4.9	-1.3	-2.7	-5.4
B8	COMB7	Max	399.7	9.2	0.3	7.4	44.3	203.0
B8	COMB7	Min	239.8	-16.7	-4.9	-1.3	-2.7	-5.4
B8	COMB8	Max	398.9	9.2	-15.4	7.7	184.6	203.5
B8	COMB8	Min	239.0	-16.6	-20.6	-1.0	137.6	-4.9
B8	COMB9	Max	400.5	9.2	16.0	7.1	-96.0	202.5
B8	COMB9	Min	240.6	-16.7	10.7	-1.5	-143.0	-5.9
B8	COMB10	Max	398.9	9.2	-15.4	7.7	184.6	203.5
B8	COMB10	Min	239.0	-16.6	-20.6	-1.0	137.6	-4.9
B8	COMB11	Max	400.5	9.2	16.0	7.1	-96.0	202.5
B8	COMB11	Min	240.6	-16.7	10.7	-1.5	-143.0	-5.9
B8	COMB12	Max	398.9	9.2	-15.4	7.7	184.6	203.5
B8	COMB12	Min	239.0	-16.6	-20.6	-1.0	137.6	-4.9
B8	COMB13	Max	400.5	9.2	16.0	7.1	-96.0	202.5
B8	COMB13	Min	240.6	-16.7	10.7	-1.5	-143.0	-5.9
B8	COMB14	Max	400.1	9.2	0.4	7.4	45.0	203.1
B8	COMB14	Min	239.7	-16.7	-5.0	-1.3	-3.3	-5.5
B8	COMB15	Max	400.1	9.2	0.4	7.4	45.0	203.1
B8	COMB15	Min	239.7	-16.7	-5.0	-1.3	-3.3	-5.5
B8	COMB16	Max	400.1	9.2	0.4	7.4	45.0	203.1
B8	COMB16	Min	239.7	-16.7	-5.0	-1.3	-3.3	-5.5
B8	COMB17	Max	399.3	9.3	-15.3	7.7	185.4	203.6
B8	COMB17	Min	238.9	-16.7	-20.7	-1.0	137.0	-5.0
B8	COMB18	Max	400.9	9.2	16.0	7.1	-95.3	202.6
B8	COMB18	Min	240.5	-16.7	10.6	-1.5	-143.6	-5.9
B8	COMB19	Max	399.3	9.3	-15.3	7.7	185.4	203.6
B8	COMB19	Min	238.9	-16.7	-20.7	-1.0	137.0	-5.0
B8	COMB20	Max	399.3	9.3	-15.3	7.7	185.4	203.6
B8	COMB20	Min	238.9	-16.7	-20.7	-1.0	137.0	-5.0
B8	COMB21	Max	399.3	9.3	-15.3	7.7	185.4	203.6
B8	COMB21	Min	238.9	-16.7	-20.7	-1.0	137.0	-5.0
B8	COMB22	Max	400.9	9.2	16.0	7.1	-95.3	202.6
B8	COMB22	Min	240.5	-16.7	10.6	-1.5	-143.6	-5.9
B9	COMB1		302.7	-3.6	-6.1	2.0	42.5	92.4
B9	COMB2		302.7	-3.6	-6.1	2.0	42.5	92.4



B9	COMB3		300.4	-2.4	-19.7	2.8	136.9	99.8
B9	COMB4		304.9	-4.9	7.5	1.1	-51.9	84.9
B9	COMB5	Max	450.0	6.0	-4.3	6.4	79.6	227.2
B9	COMB5	Min	300.0	-17.6	-11.5	-0.7	29.8	14.7
B9	COMB6	Max	450.0	6.0	-4.3	6.4	79.6	227.2
B9	COMB6	Min	300.0	-17.6	-11.5	-0.7	29.8	14.7
B9	COMB7	Max	450.0	6.0	-4.3	6.4	79.6	227.2
B9	COMB7	Min	300.0	-17.6	-11.5	-0.7	29.8	14.7
B9	COMB8	Max	447.8	7.3	-17.9	7.2	174.0	234.7
B9	COMB8	Min	297.7	-16.3	-25.0	0.1	124.2	22.2
B9	COMB9	Max	452.2	4.8	9.3	5.6	-14.8	219.7
B9	COMB9	Min	302.2	-18.9	2.1	-1.6	-64.6	7.2
B9	COMB10	Max	447.8	7.3	-17.9	7.2	174.0	234.7
B9	COMB10	Min	297.7	-16.3	-25.0	0.1	124.2	22.2
B9	COMB11	Max	452.2	4.8	9.3	5.6	-14.8	219.7
B9	COMB11	Min	302.2	-18.9	2.1	-1.6	-64.6	7.2
B9	COMB12	Max	447.8	7.3	-17.9	7.2	174.0	234.7
B9	COMB12	Min	297.7	-16.3	-25.0	0.1	124.2	22.2
B9	COMB13	Max	452.2	4.8	9.3	5.6	-14.8	219.7
B9	COMB13	Min	302.2	-18.9	2.1	-1.6	-64.6	7.2
B9	COMB14	Max	450.5	6.0	-4.2	6.4	80.8	227.2
B9	COMB14	Min	300.0	-17.7	-11.6	-0.7	29.2	14.3
B9	COMB15	Max	450.5	6.0	-4.2	6.4	80.8	227.2
B9	COMB15	Min	300.0	-17.7	-11.6	-0.7	29.2	14.3
B9	COMB16	Max	450.5	6.0	-4.2	6.4	80.8	227.2
B9	COMB16	Min	300.0	-17.7	-11.6	-0.7	29.2	14.3
B9	COMB17	Max	448.3	7.3	-17.8	7.3	175.2	234.7
B9	COMB17	Min	297.7	-16.5	-25.2	0.1	123.6	21.8
B9	COMB18	Max	452.7	4.8	9.4	5.6	-13.7	219.7
B9	COMB18	Min	302.2	-19.0	2.0	-1.6	-65.2	6.8
B9	COMB19	Max	448.3	7.3	-17.8	7.3	175.2	234.7
B9	COMB19	Min	297.7	-16.5	-25.2	0.1	123.6	21.8
B9	COMB20	Max	448.3	7.3	-17.8	7.3	175.2	234.7
B9	COMB20	Min	297.7	-16.5	-25.2	0.1	123.6	21.8
B9	COMB21	Max	448.3	7.3	-17.8	7.3	175.2	234.7
B9	COMB21	Min	297.7	-16.5	-25.2	0.1	123.6	21.8
B9	COMB22	Max	452.7	4.8	9.4	5.6	-13.7	219.7
B9	COMB22	Min	302.2	-19.0	2.0	-1.6	-65.2	6.8
B7	COMB1		142.0	3.4	-2.6	1.6	25.7	76.6
B7	COMB2		142.0	3.4	-2.6	1.6	25.7	76.6
B7	COMB3		139.3	3.0	-16.1	1.9	162.0	73.0
B7	COMB4		144.6	3.7	11.0	1.4	-110.7	80.3
B7	COMB5	Max	236.8	13.5	-1.9	4.3	47.2	202.0
B7	COMB5	Min	113.7	-6.7	-4.7	0.1	19.5	2.5
B7	COMB6	Max	236.8	13.5	-1.9	4.3	47.2	202.0
B7	COMB6	Min	113.7	-6.7	-4.7	0.1	19.5	2.5

B7	COMB7	Max	236.8	13.5	-1.9	4.3	47.2	202.0
B7	COMB7	Min	113.7	-6.7	-4.7	0.1	19.5	2.5
B7	COMB8	Max	234.2	13.1	-15.5	4.6	183.6	198.4
B7	COMB8	Min	111.0	-7.1	-18.3	0.3	155.8	-1.2
B7	COMB9	Max	239.4	13.8	11.6	4.0	-89.2	205.7
B7	COMB9	Min	116.3	-6.3	8.9	-0.2	-116.9	6.2
B7	COMB10	Max	234.2	13.1	-15.5	4.6	183.6	198.4
B7	COMB10	Min	111.0	-7.1	-18.3	0.3	155.8	-1.2
B7	COMB11	Max	239.4	13.8	11.6	4.0	-89.2	205.7
B7	COMB11	Min	116.3	-6.3	8.9	-0.2	-116.9	6.2
B7	COMB12	Max	234.2	13.1	-15.5	4.6	183.6	198.4
B7	COMB12	Min	111.0	-7.1	-18.3	0.3	155.8	-1.2
B7	COMB13	Max	239.4	13.8	11.6	4.0	-89.2	205.7
B7	COMB13	Min	116.3	-6.3	8.9	-0.2	-116.9	6.2
B7	COMB14	Max	237.0	13.5	-1.9	4.3	48.0	202.3
B7	COMB14	Min	113.6	-6.7	-4.8	0.1	19.1	2.2
B7	COMB15	Max	237.0	13.5	-1.9	4.3	48.0	202.3
B7	COMB15	Min	113.6	-6.7	-4.8	0.1	19.1	2.2
B7	COMB16	Max	237.0	13.5	-1.9	4.3	48.0	202.3
B7	COMB16	Min	113.6	-6.7	-4.8	0.1	19.1	2.2
B7	COMB17	Max	234.4	13.1	-15.5	4.6	184.3	198.6
B7	COMB17	Min	111.0	-7.1	-18.3	0.3	155.5	-1.5
B7	COMB18	Max	239.6	13.8	11.7	4.0	-88.4	205.9
B7	COMB18	Min	116.2	-6.3	8.8	-0.2	-117.3	5.9
B7	COMB19	Max	234.4	13.1	-15.5	4.6	184.3	198.6
B7	COMB19	Min	111.0	-7.1	-18.3	0.3	155.5	-1.5
B7	COMB20	Max	234.4	13.1	-15.5	4.6	184.3	198.6
B7	COMB20	Min	111.0	-7.1	-18.3	0.3	155.5	-1.5
B7	COMB21	Max	234.4	13.1	-15.5	4.6	184.3	198.6
B7	COMB21	Min	111.0	-7.1	-18.3	0.3	155.5	-1.5
B7	COMB22	Max	239.6	13.8	11.7	4.0	-88.4	205.9
B7	COMB22	Min	116.2	-6.3	8.8	-0.2	-117.3	5.9
BE3	COMB1		204.7	2.9	10.4	-25.2	300.6	117.0
BE3	COMB2		204.7	2.9	10.4	-25.2	300.6	117.0
BE3	COMB3		210.3	2.0	53.3	-32.4	147.7	115.1
BE3	COMB4		199.0	3.8	-32.4	-17.9	453.5	118.9
BE3	COMB5	Max	303.9	11.0	18.0	-4.7	609.0	339.1
BE3	COMB5	Min	192.5	-2.5	9.8	-61.8	209.6	21.4
BE3	COMB6	Max	303.9	11.0	18.0	-4.7	609.0	339.1
BE3	COMB6	Min	192.5	-2.5	9.8	-61.8	209.6	21.4
BE3	COMB7	Max	303.9	11.0	18.0	-4.7	609.0	339.1
BE3	COMB7	Min	192.5	-2.5	9.8	-61.8	209.6	21.4
BE3	COMB8	Max	309.5	10.1	60.8	-12.0	456.1	337.2
BE3	COMB8	Min	198.2	-3.4	52.7	-69.1	56.7	19.5
BE3	COMB9	Max	298.2	11.9	-24.9	2.6	761.9	341.0
BE3	COMB9	Min	186.9	-1.5	-33.0	-54.6	362.5	23.3

BE3	COMB10	Max	309.5	10.1	60.8	-12.0	456.1	337.2
BE3	COMB10	Min	198.2	-3.4	52.7	-69.1	56.7	19.5
BE3	COMB11	Max	298.2	11.9	-24.9	2.6	761.9	341.0
BE3	COMB11	Min	186.9	-1.5	-33.0	-54.6	362.5	23.3
BE3	COMB12	Max	309.5	10.1	60.8	-12.0	456.1	337.2
BE3	COMB12	Min	198.2	-3.4	52.7	-69.1	56.7	19.5
BE3	COMB13	Max	298.2	11.9	-24.9	2.6	761.9	341.0
BE3	COMB13	Min	186.9	-1.5	-33.0	-54.6	362.5	23.3
BE3	COMB14	Max	304.0	11.2	22.0	-4.3	619.4	339.9
BE3	COMB14	Min	192.3	-2.5	7.9	-62.1	201.7	21.1
BE3	COMB15	Max	304.0	11.2	22.0	-4.3	619.4	339.9
BE3	COMB15	Min	192.3	-2.5	7.9	-62.1	201.7	21.1
BE3	COMB16	Max	304.0	11.2	22.0	-4.3	619.4	339.9
BE3	COMB16	Min	192.3	-2.5	7.9	-62.1	201.7	21.1
BE3	COMB17	Max	309.6	10.2	64.8	-11.6	466.5	338.0
BE3	COMB17	Min	197.9	-3.4	50.8	-69.4	48.8	19.2
BE3	COMB18	Max	298.3	12.1	-20.9	2.9	772.3	341.8
BE3	COMB18	Min	186.6	-1.5	-34.9	-54.8	354.6	23.0
BE3	COMB19	Max	309.6	10.2	64.8	-11.6	466.5	338.0
BE3	COMB19	Min	197.9	-3.4	50.8	-69.4	48.8	19.2
BE3	COMB20	Max	309.6	10.2	64.8	-11.6	466.5	338.0
BE3	COMB20	Min	197.9	-3.4	50.8	-69.4	48.8	19.2
BE3	COMB21	Max	309.6	10.2	64.8	-11.6	466.5	338.0
BE3	COMB21	Min	197.9	-3.4	50.8	-69.4	48.8	19.2
BE3	COMB22	Max	298.3	12.1	-20.9	2.9	772.3	341.8
BE3	COMB22	Min	186.6	-1.5	-34.9	-54.8	354.6	23.0

CARGAS NOS BLOCOS DO VIADUTO PRINCIPAL								
Bloco	OutputCase	StepType	N	Fx	Fy	Mz	My	Mx
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
B1	COMB1		426.5	3.0	-6.8	0.2	40.8	19.9
B1	COMB2		426.5	-3.0	-6.8	-0.2	40.8	-19.9
B1	COMB3		400.9	0.0	-28.9	0.0	173.1	0.0
B1	COMB4		452.2	0.0	15.3	0.0	-91.6	0.0
B1	COMB5	Max	561.5	9.9	-4.8	3.4	69.9	88.4
B1	COMB5	Min	424.2	-9.9	-11.7	-3.4	28.5	-88.4
B1	COMB6	Max	561.5	12.9	-4.8	3.6	69.9	108.3
B1	COMB6	Min	424.2	-6.9	-11.7	-3.2	28.5	-68.5
B1	COMB7	Max	561.5	6.9	-4.8	3.2	69.9	68.5
B1	COMB7	Min	424.2	-12.9	-11.7	-3.6	28.5	-108.3
B1	COMB8	Max	535.8	9.9	-26.8	3.4	202.3	88.4
B1	COMB8	Min	398.5	-9.9	-33.7	-3.4	160.9	-88.4
B1	COMB9	Max	587.2	9.9	17.3	3.4	-62.5	88.4
B1	COMB9	Min	449.9	-9.9	10.4	-3.4	-103.9	-88.4
B1	COMB10	Max	535.8	12.9	-26.8	3.6	202.3	108.3
B1	COMB10	Min	398.5	-6.9	-33.7	-3.2	160.9	-68.5
B1	COMB11	Max	587.2	6.9	17.3	3.2	-62.5	68.5
B1	COMB11	Min	449.9	-12.9	10.4	-3.6	-103.9	-108.3
B1	COMB12	Max	587.2	12.9	17.3	3.6	-62.5	108.3
B1	COMB12	Min	449.9	-6.9	10.4	-3.2	-103.9	-68.5
B1	COMB13	Max	535.8	6.9	-26.8	3.2	202.3	68.5
B1	COMB13	Min	398.5	-12.9	-33.7	-3.6	160.9	-108.3
B1	COMB14	Max	561.9	9.9	-4.7	3.4	70.5	88.5
B1	COMB14	Min	424.2	-9.9	-11.7	-3.4	28.2	-88.5
B1	COMB15	Max	561.9	13.0	-4.7	3.6	70.5	108.5
B1	COMB15	Min	424.2	-6.9	-11.7	-3.2	28.2	-68.6
B1	COMB16	Max	561.9	6.9	-4.7	3.2	70.5	68.6
B1	COMB16	Min	424.2	-13.0	-11.7	-3.6	28.2	-108.5
B1	COMB17	Max	536.3	9.9	-26.8	3.4	202.8	88.5
B1	COMB17	Min	398.5	-9.9	-33.8	-3.4	160.6	-88.5
B1	COMB18	Max	587.6	9.9	17.4	3.4	-61.9	88.5
B1	COMB18	Min	449.9	-9.9	10.3	-3.4	-104.2	-88.5
B1	COMB19	Max	536.3	13.0	-26.8	3.6	202.8	108.5
B1	COMB19	Min	398.5	-6.9	-33.8	-3.2	160.6	-68.6
B1	COMB20	Max	587.6	13.0	17.4	3.6	-61.9	108.5
B1	COMB20	Min	449.9	-6.9	10.3	-3.2	-104.2	-68.6
B1	COMB21	Max	536.3	6.9	-26.8	3.2	202.8	68.6
B1	COMB21	Min	398.5	-13.0	-33.8	-3.6	160.6	-108.5
B1	COMB22	Max	587.6	6.9	17.4	3.2	-61.9	68.6
B1	COMB22	Min	449.9	-13.0	10.3	-3.6	-104.2	-108.5
B2	COMB1		554.2	14.3	125.7	2.7	-499.1	97.1
B2	COMB2		554.2	-14.3	125.7	-2.7	-499.1	-97.1
B2	COMB3		561.1	0.0	49.2	0.0	505.2	0.0

B2	COMB4		547.3	0.0	202.1	0.0	-1503.3	0.0
B2	COMB5	Max	708.5	6.4	187.9	17.5	-374.6	201.7
B2	COMB5	Min	546.2	-6.4	107.1	-17.5	-796.5	-201.7
B2	COMB6	Max	708.5	20.7	187.9	20.2	-374.6	298.9
B2	COMB6	Min	546.2	8.0	107.1	-14.8	-796.5	-104.6
B2	COMB7	Max	708.5	-8.0	187.9	14.8	-374.6	104.6
B2	COMB7	Min	546.2	-20.7	107.1	-20.2	-796.5	-298.9
B2	COMB8	Max	715.4	6.4	111.4	17.5	629.7	201.7
B2	COMB8	Min	553.2	-6.4	30.6	-17.5	207.7	-201.7
B2	COMB9	Max	701.5	6.4	264.3	17.5	-1378.8	201.7
B2	COMB9	Min	539.3	-6.4	183.6	-17.5	-1800.8	-201.7
B2	COMB10	Max	715.4	20.7	111.4	20.2	629.7	298.9
B2	COMB10	Min	553.2	8.0	30.6	-14.8	207.7	-104.6
B2	COMB11	Max	701.5	-8.0	264.3	14.8	-1378.8	104.6
B2	COMB11	Min	539.3	-20.7	183.6	-20.2	-1800.8	-298.9
B2	COMB12	Max	701.5	20.7	264.3	20.2	-1378.8	298.9
B2	COMB12	Min	539.3	8.0	183.6	-14.8	-1800.8	-104.6
B2	COMB13	Max	715.4	-8.0	111.4	14.8	629.7	104.6
B2	COMB13	Min	553.2	-20.7	30.6	-20.2	207.7	-298.9
B2	COMB14	Max	708.6	6.5	188.8	17.5	-372.7	202.0
B2	COMB14	Min	546.2	-6.5	106.8	-17.5	-800.4	-202.0
B2	COMB15	Max	708.6	20.9	188.8	20.2	-372.7	299.1
B2	COMB15	Min	546.2	7.8	106.8	-14.8	-800.4	-104.9
B2	COMB16	Max	708.6	-7.8	188.8	14.8	-372.7	104.9
B2	COMB16	Min	546.2	-20.9	106.8	-20.2	-800.4	-299.1
B2	COMB17	Max	715.5	6.5	112.3	17.5	631.5	202.0
B2	COMB17	Min	553.1	-6.5	30.4	-17.5	203.8	-202.0
B2	COMB18	Max	701.7	6.5	265.2	17.5	-1377.0	202.0
B2	COMB18	Min	539.3	-6.5	183.3	-17.5	-1804.7	-202.0
B2	COMB19	Max	715.5	20.9	112.3	20.2	631.5	299.1
B2	COMB19	Min	553.1	7.8	30.4	-14.8	203.8	-104.9
B2	COMB20	Max	701.7	20.9	265.2	20.2	-1377.0	299.1
B2	COMB20	Min	539.3	7.8	183.3	-14.8	-1804.7	-104.9
B2	COMB21	Max	715.5	-7.8	112.3	14.8	631.5	104.9
B2	COMB21	Min	553.1	-20.9	30.4	-20.2	203.8	-299.1
B2	COMB22	Max	701.7	-7.8	265.2	14.8	-1377.0	104.9
B2	COMB22	Min	539.3	-20.9	183.3	-20.2	-1804.7	-299.1
B3	COMB1		624.4	15.8	51.2	4.6	-121.1	146.5
B3	COMB2		624.4	-15.8	51.2	-4.6	-121.1	-146.5
B3	COMB3		615.8	0.0	127.5	0.0	-317.7	0.0
B3	COMB4		633.0	0.0	-25.1	0.0	75.6	0.0
B3	COMB5	Max	778.2	7.2	112.4	7.2	206.6	240.4
B3	COMB5	Min	614.8	-7.2	11.9	-7.2	-484.7	-240.4
B3	COMB6	Max	778.2	23.0	112.4	11.8	206.6	386.8
B3	COMB6	Min	614.8	8.6	11.9	-2.6	-484.7	-93.9
B3	COMB7	Max	778.2	-8.6	112.4	2.6	206.6	93.9

B3	COMB7	Min	614.8	-23.0	11.9	-11.8	-484.7	-386.8
B3	COMB8	Max	769.6	7.2	188.7	7.2	10.0	240.4
B3	COMB8	Min	606.3	-7.2	88.2	-7.2	-681.3	-240.4
B3	COMB9	Max	786.7	7.2	36.1	7.2	403.3	240.4
B3	COMB9	Min	623.4	-7.2	-64.4	-7.2	-288.1	-240.4
B3	COMB10	Max	769.6	23.0	188.7	11.8	10.0	386.8
B3	COMB10	Min	606.3	8.6	88.2	-2.6	-681.3	-93.9
B3	COMB11	Max	786.7	-8.6	36.1	2.6	403.3	93.9
B3	COMB11	Min	623.4	-23.0	-64.4	-11.8	-288.1	-386.8
B3	COMB12	Max	786.7	23.0	36.1	11.8	403.3	386.8
B3	COMB12	Min	623.4	8.6	-64.4	-2.6	-288.1	-93.9
B3	COMB13	Max	769.6	-8.6	188.7	2.6	10.0	93.9
B3	COMB13	Min	606.3	-23.0	88.2	-11.8	-681.3	-386.8
B3	COMB14	Max	778.4	7.3	112.7	7.3	214.4	240.4
B3	COMB14	Min	614.8	-7.3	11.1	-7.3	-486.6	-240.4
B3	COMB15	Max	778.4	23.1	112.7	11.8	214.4	386.9
B3	COMB15	Min	614.8	8.6	11.1	-2.7	-486.6	-94.0
B3	COMB16	Max	778.4	-8.6	112.7	2.7	214.4	94.0
B3	COMB16	Min	614.8	-23.1	11.1	-11.8	-486.6	-386.9
B3	COMB17	Max	769.8	7.3	189.0	7.3	17.8	240.4
B3	COMB17	Min	606.3	-7.3	87.4	-7.3	-683.2	-240.4
B3	COMB18	Max	786.9	7.3	36.4	7.3	411.0	240.4
B3	COMB18	Min	623.4	-7.3	-65.2	-7.3	-289.9	-240.4
B3	COMB19	Max	769.8	23.1	189.0	11.8	17.8	386.9
B3	COMB19	Min	606.3	8.6	87.4	-2.7	-683.2	-94.0
B3	COMB20	Max	786.9	23.1	36.4	11.8	411.0	386.9
B3	COMB20	Min	623.4	8.6	-65.2	-2.7	-289.9	-94.0
B3	COMB21	Max	769.8	-8.6	189.0	2.7	17.8	94.0
B3	COMB21	Min	606.3	-23.1	87.4	-11.8	-683.2	-386.9
B3	COMB22	Max	786.9	-8.6	36.4	2.7	411.0	94.0
B3	COMB22	Min	623.4	-23.1	-65.2	-11.8	-289.9	-386.9
B4	COMB1		485.0	7.9	-1.9	-1.0	16.3	66.9
B4	COMB2		485.0	-7.9	-1.9	1.0	16.3	-66.9
B4	COMB3		416.2	0.0	43.8	0.0	-372.1	0.0
B4	COMB4		553.8	0.0	-47.6	0.0	404.7	0.0
B4	COMB5	Max	638.1	14.5	0.0	4.1	40.6	77.5
B4	COMB5	Min	467.1	-14.5	-4.8	-4.1	-0.1	-77.5
B4	COMB6	Max	638.1	22.4	0.0	3.1	40.6	144.5
B4	COMB6	Min	467.1	-6.6	-4.8	-5.0	-0.1	-10.6
B4	COMB7	Max	638.1	6.6	0.0	5.0	40.6	10.6
B4	COMB7	Min	467.1	-22.4	-4.8	-3.1	-0.1	-144.5
B4	COMB8	Max	569.3	14.5	45.7	4.1	-347.8	77.5
B4	COMB8	Min	398.3	-14.5	40.9	-4.1	-388.5	-77.5
B4	COMB9	Max	706.9	14.5	-45.7	4.1	429.0	77.5
B4	COMB9	Min	535.9	-14.5	-50.5	-4.1	388.3	-77.5
B4	COMB10	Max	569.3	22.4	45.7	3.1	-347.8	144.5



B4	COMB10	Min	398.3	-6.6	40.9	-5.0	-388.5	-10.6
B4	COMB11	Max	706.9	6.6	-45.7	5.0	429.0	10.6
B4	COMB11	Min	535.9	-22.4	-50.5	-3.1	388.3	-144.5
B4	COMB12	Max	706.9	22.4	-45.7	3.1	429.0	144.5
B4	COMB12	Min	535.9	-6.6	-50.5	-5.0	388.3	-10.6
B4	COMB13	Max	569.3	6.6	45.7	5.0	-347.8	10.6
B4	COMB13	Min	398.3	-22.4	40.9	-3.1	-388.5	-144.5
B4	COMB14	Max	638.4	14.5	0.1	4.1	41.1	77.6
B4	COMB14	Min	467.0	-14.5	-4.8	-4.1	-0.7	-77.6
B4	COMB15	Max	638.4	22.5	0.1	3.1	41.1	144.6
B4	COMB15	Min	467.0	-6.6	-4.8	-5.0	-0.7	-10.7
B4	COMB16	Max	638.4	6.6	0.1	5.0	41.1	10.7
B4	COMB16	Min	467.0	-22.5	-4.8	-3.1	-0.7	-144.6
B4	COMB17	Max	569.7	14.5	45.8	4.1	-347.3	77.6
B4	COMB17	Min	398.2	-14.5	40.9	-4.1	-389.1	-77.6
B4	COMB18	Max	707.2	14.5	-45.6	4.1	429.5	77.6
B4	COMB18	Min	535.8	-14.5	-50.5	-4.1	387.7	-77.6
B4	COMB19	Max	569.7	22.5	45.8	3.1	-347.3	144.6
B4	COMB19	Min	398.2	-6.6	40.9	-5.0	-389.1	-10.7
B4	COMB20	Max	707.2	22.5	-45.6	3.1	429.5	144.6
B4	COMB20	Min	535.8	-6.6	-50.5	-5.0	387.7	-10.7
B4	COMB21	Max	569.7	6.6	45.8	5.0	-347.3	10.7
B4	COMB21	Min	398.2	-22.5	40.9	-3.1	-389.1	-144.6
B4	COMB22	Max	707.2	6.6	-45.6	5.0	429.5	10.7
B4	COMB22	Min	535.8	-22.5	-50.5	-3.1	387.7	-144.6
B5	COMB1		462.2	13.7	-3.6	0.2	23.4	85.3
B5	COMB2		462.2	-13.7	-3.6	-0.2	23.4	-85.3
B5	COMB3		457.9	0.0	64.0	0.0	-416.0	0.0
B5	COMB4		466.4	0.0	-71.2	0.0	462.9	0.0
B5	COMB5	Max	617.2	15.0	5.7	5.8	88.0	136.7
B5	COMB5	Min	440.5	-15.0	-13.5	-5.8	-36.8	-136.7
B5	COMB6	Max	617.2	28.7	5.7	6.0	88.0	221.9
B5	COMB6	Min	440.5	-1.3	-13.5	-5.5	-36.8	-51.4
B5	COMB7	Max	617.2	1.3	5.7	5.5	88.0	51.4
B5	COMB7	Min	440.5	-28.7	-13.5	-6.0	-36.8	-221.9
B5	COMB8	Max	612.9	15.0	73.3	5.8	-351.5	136.7
B5	COMB8	Min	436.2	-15.0	54.1	-5.8	-476.3	-136.7
B5	COMB9	Max	621.5	15.0	-61.9	5.8	527.4	136.7
B5	COMB9	Min	444.7	-15.0	-81.1	-5.8	402.6	-136.7
B5	COMB10	Max	612.9	28.7	73.3	6.0	-351.5	221.9
B5	COMB10	Min	436.2	-1.3	54.1	-5.5	-476.3	-51.4
B5	COMB11	Max	621.5	1.3	-61.9	5.5	527.4	51.4
B5	COMB11	Min	444.7	-28.7	-81.1	-6.0	402.6	-221.9
B5	COMB12	Max	621.5	28.7	-61.9	6.0	527.4	221.9
B5	COMB12	Min	444.7	-1.3	-81.1	-5.5	402.6	-51.4
B5	COMB13	Max	612.9	1.3	73.3	5.5	-351.5	51.4

B5	COMB13	Min	436.2	-28.7	54.1	-6.0	-476.3	-221.9
B5	COMB14	Max	617.7	15.1	5.8	5.8	88.7	137.0
B5	COMB14	Min	440.5	-15.1	-13.6	-5.8	-37.6	-137.0
B5	COMB15	Max	617.7	28.8	5.8	6.0	88.7	222.3
B5	COMB15	Min	440.5	-1.4	-13.6	-5.5	-37.6	-51.7
B5	COMB16	Max	617.7	1.4	5.8	5.5	88.7	51.7
B5	COMB16	Min	440.5	-28.8	-13.6	-6.0	-37.6	-222.3
B5	COMB17	Max	613.4	15.1	73.4	5.8	-350.8	137.0
B5	COMB17	Min	436.2	-15.1	54.0	-5.8	-477.1	-137.0
B5	COMB18	Max	621.9	15.1	-61.8	5.8	528.2	137.0
B5	COMB18	Min	444.7	-15.1	-81.3	-5.8	401.8	-137.0
B5	COMB19	Max	613.4	28.8	73.4	6.0	-350.8	222.3
B5	COMB19	Min	436.2	-1.4	54.0	-5.5	-477.1	-51.7
B5	COMB20	Max	621.9	28.8	-61.8	6.0	528.2	222.3
B5	COMB20	Min	444.7	-1.4	-81.3	-5.5	401.8	-51.7
B5	COMB21	Max	613.4	1.4	73.4	5.5	-350.8	51.7
B5	COMB21	Min	436.2	-28.8	54.0	-6.0	-477.1	-222.3
B5	COMB22	Max	621.9	1.4	-61.8	5.5	528.2	51.7
B5	COMB22	Min	444.7	-28.8	-81.3	-6.0	401.8	-222.3
B6	COMB1		457.8	14.4	-2.2	0.7	8.9	61.0
B6	COMB2		457.8	-14.4	-2.2	-0.7	8.9	-61.0
B6	COMB3		438.5	0.0	116.5	0.0	-466.1	0.0
B6	COMB4		477.2	0.0	-121.0	0.0	484.0	0.0
B6	COMB5	Max	610.2	15.3	19.6	6.9	93.5	138.0
B6	COMB5	Min	442.2	-15.3	-23.4	-6.9	-78.4	-138.0
B6	COMB6	Max	610.2	29.7	19.6	7.6	93.5	199.0
B6	COMB6	Min	442.2	-0.8	-23.4	-6.2	-78.4	-77.0
B6	COMB7	Max	610.2	0.8	19.6	6.2	93.5	77.0
B6	COMB7	Min	442.2	-29.7	-23.4	-7.6	-78.4	-199.0
B6	COMB8	Max	590.8	15.3	138.4	6.9	-381.6	138.0
B6	COMB8	Min	422.8	-15.3	95.4	-6.9	-553.5	-138.0
B6	COMB9	Max	629.5	15.3	-99.2	6.9	568.5	138.0
B6	COMB9	Min	461.5	-15.3	-142.1	-6.9	396.6	-138.0
B6	COMB10	Max	590.8	29.7	138.4	7.6	-381.6	199.0
B6	COMB10	Min	422.8	-0.8	95.4	-6.2	-553.5	-77.0
B6	COMB11	Max	629.5	0.8	-99.2	6.2	568.5	77.0
B6	COMB11	Min	461.5	-29.7	-142.1	-7.6	396.6	-199.0
B6	COMB12	Max	629.5	29.7	-99.2	7.6	568.5	199.0
B6	COMB12	Min	461.5	-0.8	-142.1	-6.2	396.6	-77.0
B6	COMB13	Max	590.8	0.8	138.4	6.2	-381.6	77.0
B6	COMB13	Min	422.8	-29.7	95.4	-7.6	-553.5	-199.0
B6	COMB14	Max	610.6	15.4	20.0	6.9	94.8	138.4
B6	COMB14	Min	442.1	-15.4	-23.7	-6.9	-79.9	-138.4
B6	COMB15	Max	610.6	29.9	20.0	7.6	94.8	199.4
B6	COMB15	Min	442.1	-1.0	-23.7	-6.2	-79.9	-77.4
B6	COMB16	Max	610.6	1.0	20.0	6.2	94.8	77.4

B6	COMB16	Min	442.1	-29.9	-23.7	-7.6	-79.9	-199.4
B6	COMB17	Max	591.2	15.4	138.7	6.9	-380.2	138.4
B6	COMB17	Min	422.7	-15.4	95.1	-6.9	-555.0	-138.4
B6	COMB18	Max	630.0	15.4	-98.8	6.9	569.9	138.4
B6	COMB18	Min	461.5	-15.4	-142.5	-6.9	395.1	-138.4
B6	COMB19	Max	591.2	29.9	138.7	7.6	-380.2	199.4
B6	COMB19	Min	422.7	-1.0	95.1	-6.2	-555.0	-77.4
B6	COMB20	Max	630.0	29.9	-98.8	7.6	569.9	199.4
B6	COMB20	Min	461.5	-1.0	-142.5	-6.2	395.1	-77.4
B6	COMB21	Max	591.2	1.0	138.7	6.2	-380.2	77.4
B6	COMB21	Min	422.7	-29.9	95.1	-7.6	-555.0	-199.4
B6	COMB22	Max	630.0	1.0	-98.8	6.2	569.9	77.4
B6	COMB22	Min	461.5	-29.9	-142.5	-7.6	395.1	-199.4
BE1	COMB1		240.7	7.5	55.9	-9.3	195.9	26.7
BE1	COMB2		240.7	-7.5	55.9	9.3	195.9	-26.7
BE1	COMB3		292.6	0.0	385.6	0.0	-802.9	0.0
BE1	COMB4		188.8	0.0	-273.8	0.0	1194.6	0.0
BE1	COMB5	Max	333.7	5.0	92.8	21.9	392.5	140.6
BE1	COMB5	Min	223.4	-5.0	33.2	-21.9	107.7	-140.6
BE1	COMB6	Max	333.7	12.5	92.8	12.6	392.5	167.3
BE1	COMB6	Min	223.4	2.6	33.2	-31.2	107.7	-113.8
BE1	COMB7	Max	333.7	-2.6	92.8	31.2	392.5	113.8
BE1	COMB7	Min	223.4	-12.5	33.2	-12.6	107.7	-167.3
BE1	COMB8	Max	385.6	5.0	422.6	21.9	-606.2	140.6
BE1	COMB8	Min	275.3	-5.0	363.0	-21.9	-891.0	-140.6
BE1	COMB9	Max	281.8	5.0	-236.9	21.9	1391.2	140.6
BE1	COMB9	Min	171.5	-5.0	-296.5	-21.9	1106.4	-140.6
BE1	COMB10	Max	385.6	12.5	422.6	12.6	-606.2	167.3
BE1	COMB10	Min	275.3	2.6	363.0	-31.2	-891.0	-113.8
BE1	COMB11	Max	281.8	-2.6	-236.9	31.2	1391.2	113.8
BE1	COMB11	Min	171.5	-12.5	-296.5	-12.6	1106.4	-167.3
BE1	COMB12	Max	281.8	12.5	-236.9	12.6	1391.2	167.3
BE1	COMB12	Min	171.5	2.6	-296.5	-31.2	1106.4	-113.8
BE1	COMB13	Max	385.6	-2.6	422.6	31.2	-606.2	113.8
BE1	COMB13	Min	275.3	-12.5	363.0	-12.6	-891.0	-167.3
BE1	COMB14	Max	333.8	5.1	94.6	21.9	398.1	141.1
BE1	COMB14	Min	223.2	-5.1	32.0	-21.9	103.3	-141.1
BE1	COMB15	Max	333.8	12.6	94.6	12.6	398.1	167.8
BE1	COMB15	Min	223.2	2.5	32.0	-31.3	103.3	-114.3
BE1	COMB16	Max	333.8	-2.5	94.6	31.3	398.1	114.3
BE1	COMB16	Min	223.2	-12.6	32.0	-12.6	103.3	-167.8
BE1	COMB17	Max	385.7	5.1	424.4	21.9	-600.6	141.1
BE1	COMB17	Min	275.1	-5.1	361.7	-21.9	-895.4	-141.1
BE1	COMB18	Max	281.9	5.1	-235.1	21.9	1396.8	141.1
BE1	COMB18	Min	171.3	-5.1	-297.8	-21.9	1102.0	-141.1
BE1	COMB19	Max	385.7	12.6	424.4	12.6	-600.6	167.8

BE1	COMB19	Min	275.1	2.5	361.7	-31.3	-895.4	-114.3
BE1	COMB20	Max	281.9	12.6	-235.1	12.6	1396.8	167.8
BE1	COMB20	Min	171.3	2.5	-297.8	-31.3	1102.0	-114.3
BE1	COMB21	Max	385.7	-2.5	424.4	31.3	-600.6	114.3
BE1	COMB21	Min	275.1	-12.6	361.7	-12.6	-895.4	-167.8
BE1	COMB22	Max	281.9	-2.5	-235.1	31.3	1396.8	114.3
BE1	COMB22	Min	171.3	-12.6	-297.8	-12.6	1102.0	-167.8
BE2	COMB1		282.3	3.9	-218.2	9.6	-181.5	11.5
BE2	COMB2		282.3	-3.9	-218.2	-9.6	-181.5	-11.5
BE2	COMB3		350.2	0.0	-757.8	0.0	955.3	0.0
BE2	COMB4		214.5	0.0	321.4	0.0	-1318.3	0.0
BE2	COMB5	Max	391.5	7.7	-193.5	27.0	57.8	150.8
BE2	COMB5	Min	266.6	-7.7	-326.4	-27.0	-509.2	-150.8
BE2	COMB6	Max	391.5	11.5	-193.5	36.6	57.8	162.2
BE2	COMB6	Min	266.6	-3.8	-326.4	-17.4	-509.2	-139.3
BE2	COMB7	Max	391.5	3.8	-193.5	17.4	57.8	139.3
BE2	COMB7	Min	266.6	-11.5	-326.4	-36.6	-509.2	-162.2
BE2	COMB8	Max	459.3	7.7	-733.1	27.0	1194.6	150.8
BE2	COMB8	Min	334.4	-7.7	-866.0	-27.0	627.7	-150.8
BE2	COMB9	Max	323.6	7.7	346.1	27.0	-1079.0	150.8
BE2	COMB9	Min	198.7	-7.7	213.2	-27.0	-1646.0	-150.8
BE2	COMB10	Max	459.3	11.5	-733.1	36.6	1194.6	162.2
BE2	COMB10	Min	334.4	-3.8	-866.0	-17.4	627.7	-139.3
BE2	COMB11	Max	323.6	3.8	346.1	17.4	-1079.0	139.3
BE2	COMB11	Min	198.7	-11.5	213.2	-36.6	-1646.0	-162.2
BE2	COMB12	Max	323.6	11.5	346.1	36.6	-1079.0	162.2
BE2	COMB12	Min	198.7	-3.8	213.2	-17.4	-1646.0	-139.3
BE2	COMB13	Max	459.3	3.8	-733.1	17.4	1194.6	139.3
BE2	COMB13	Min	334.4	-11.5	-866.0	-36.6	627.7	-162.2
BE2	COMB14	Max	391.8	7.8	-190.4	27.1	65.1	151.2
BE2	COMB14	Min	266.2	-7.8	-330.3	-27.1	-516.9	-151.2
BE2	COMB15	Max	391.8	11.6	-190.4	36.7	65.1	162.7
BE2	COMB15	Min	266.2	-3.9	-330.3	-17.4	-516.9	-139.7
BE2	COMB16	Max	391.8	3.9	-190.4	17.4	65.1	139.7
BE2	COMB16	Min	266.2	-11.6	-330.3	-36.7	-516.9	-162.7
BE2	COMB17	Max	459.6	7.8	-730.0	27.1	1201.9	151.2
BE2	COMB17	Min	334.1	-7.8	-869.9	-27.1	620.0	-151.2
BE2	COMB18	Max	323.9	7.8	349.2	27.1	-1071.7	151.2
BE2	COMB18	Min	198.4	-7.8	209.3	-27.1	-1653.7	-151.2
BE2	COMB19	Max	459.6	11.6	-730.0	36.7	1201.9	162.7
BE2	COMB19	Min	334.1	-3.9	-869.9	-17.4	620.0	-139.7
BE2	COMB20	Max	323.9	11.6	349.2	36.7	-1071.7	162.7
BE2	COMB20	Min	198.4	-3.9	209.3	-17.4	-1653.7	-139.7
BE2	COMB21	Max	459.6	3.9	-730.0	17.4	1201.9	139.7
BE2	COMB21	Min	334.1	-11.6	-869.9	-36.7	620.0	-162.7
BE2	COMB22	Max	323.9	3.9	349.2	17.4	-1071.7	139.7

BE2	COMB22	Min	198.4	-11.6	209.3	-36.7	-1653.7	-162.7
-----	--------	-----	-------	-------	-------	-------	---------	--------

Apresentaremos a seguir a envoltória resultante de cargas nas estacas para as seguintes combinações de carregamentos atuando no bloco de fundação

COMB1: CP + VY+  
 COMB2: CP + VY-  
 COMB3: CP + TEMP+  
 COMB4: CP + TEMP-  
 COMB5: CP + TR45 (COM IMPACTO)  
 COMB6: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY+  
 COMB7: CP + TR45 (COM IMPACTO) VY-  
 COMB8: CP TR45 (COM IMPACTO) + TEMP+  
 COMB9: CP + TR45 (COM IMPACTO) + TEMP-  
 COMB10: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY+ + TEMP+  
 COMB11: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY- + TEMP-  
 COMB12: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY+ + TEMP+  
 COMB13: CP + TR45 (COM IMPACTO) + VY- + TEMP-  
 COMB14: CP TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM  
 COMB15: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY+  
 COMB16: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY-  
 COMB17: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + TEMP+  
 COMB18: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + TEMP-  
 COMB19: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY+ + TEMP+  
 COMB20: CP + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY- + TEMP-  
 COMB21: CP + + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY+ + TEMP+  
 COMB22: CP + + TR45 (COM IMPACTO) + FRENAGEM + VY- + TEMP-

ENVOLTORIA\_ELS: Envoltoria das combinações 1 a 22

ESFORÇOS NAS ESTACAS DA ALÇA								
Estaca	Station	OutputCase	StepType	N	Hx	Hy	My	Mx
Text	m	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m
E69	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-13.7	0.0	0.9	1.2	0.0
E69	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-65.5	-1.2	-0.9	-1.4	-0.9
E70	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-0.9	0.1	0.9	1.2	0.1
E70	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-51.6	-1.2	-0.9	-1.4	-0.9
E71	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-21.9	0.0	0.9	1.2	0.0
E71	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-57.1	-1.2	-0.9	-1.3	-0.9
E72	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-9.4	0.0	0.9	1.3	0.1
E72	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-42.6	-1.2	-0.9	-1.3	-0.9
E73	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-21.6	0.0	0.9	1.3	0.0
E73	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-57.1	-1.2	-0.9	-1.2	-0.9
E74	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-9.5	0.0	0.9	1.4	0.1
E74	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-42.4	-1.2	-0.9	-1.3	-0.9
E75	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-13.6	0.0	0.9	1.4	0.0
E75	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-65.6	-1.2	-0.9	-1.2	-0.9
E76	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-1.1	0.0	1.0	1.4	0.0
E76	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-51.4	-1.2	-0.9	-1.2	-0.9
E77	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-33.1	0.0	0.9	1.3	0.0
E77	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-82.7	-1.4	-1.0	-1.5	-1.1
E78	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-17.9	0.1	0.9	1.3	0.1
E78	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-70.8	-1.3	-1.0	-1.5	-1.1
E79	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-41.8	0.0	0.9	1.3	0.0
E79	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-76.5	-1.3	-1.0	-1.5	-1.1
E80	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-25.2	0.0	0.9	1.4	0.1
E80	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-65.0	-1.3	-1.0	-1.5	-1.0
E81	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-41.8	0.0	1.0	1.5	0.0
E81	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-76.6	-1.4	-0.9	-1.3	-1.1
E82	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-25.4	0.0	1.0	1.5	0.1
E82	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-64.6	-1.3	-0.9	-1.3	-1.0
E83	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-33.2	0.0	1.0	1.6	0.0
E83	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-83.2	-1.4	-0.9	-1.3	-1.2
E84	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-18.3	0.0	1.0	1.6	0.1
E84	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-70.7	-1.4	-0.9	-1.2	-1.1
E85	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-49.6	-0.5	1.4	2.0	-0.5
E85	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-91.4	-1.6	-1.4	-2.3	-1.5
E86	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-32.2	-0.5	1.3	1.9	-0.4
E86	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-72.2	-1.6	-1.3	-2.1	-1.5
E87	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-56.4	-0.6	1.4	2.1	-0.6
E87	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-86.6	-1.6	-1.4	-2.2	-1.5
E88	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-39.6	-0.5	1.3	2.0	-0.4
E88	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-66.5	-1.5	-1.3	-2.0	-1.4
E89	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-56.6	-0.6	1.5	2.3	-0.6
E89	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-87.0	-1.6	-1.3	-2.0	-1.5
E90	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-40.0	-0.5	1.4	2.1	-0.5



E90	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-66.2	-1.5	-1.2	-1.9	-1.4
E91	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-50.3	-0.5	1.5	2.3	-0.5
E91	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-92.6	-1.6	-1.3	-1.9	-1.6
E92	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-33.5	-0.5	1.4	2.2	-0.4
E92	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-72.7	-1.6	-1.2	-1.8	-1.5
E93	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-43.9	4.4	0.7	0.7	8.5
E93	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-94.4	0.5	-1.3	-2.2	1.9
E94	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	16.0	4.4	0.7	0.7	8.5
E94	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-23.5	0.5	-1.3	-2.1	1.9
E95	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-58.3	4.4	0.8	0.8	8.5
E95	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-109.7	0.6	-1.3	-2.0	2.1
E96	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-1.7	4.4	0.8	0.9	8.5
E96	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-32.8	0.6	-1.1	-1.7	2.1
E97	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-60.0	4.4	1.2	1.7	8.4
E97	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-112.3	0.5	-0.9	-1.0	2.0
E98	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-4.0	4.4	1.1	1.5	8.5
E98	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-35.6	0.5	-0.9	-1.1	2.0
E99	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	-48.2	4.4	1.3	2.0	8.3
E99	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-101.6	0.4	-0.8	-0.8	1.7
E100	0	ENVOLTORIA_ELS	Max	9.4	4.4	1.2	1.9	8.4
E100	0	ENVOLTORIA_ELS	Min	-30.3	0.4	-0.8	-0.8	1.7

## 10.2 VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL DAS ESTACAS

Apresentaremos a seguir a resistência de calulo das estacas. Conforme NBR 6122:2019 a resistência estrutural da argamassa deve ser de 20 Mpa para a classe de agressividade ambiental II assim como recobrimento de mínimo de 4,0 cm.

O fator de redução do concreto  $\gamma_c$  deve ser de 1,6 conforme tabela 4 da NBR6122:20019.

A verificação ao cisalhamento das estacas circulares deverão obedecer aos seguintes requisitos:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd}$$

Inicialmente, o programa computa a resistência ao cisalhamento última do concreto  **$V_{Rd1}$**  (Art. 6.2.2(1)). As fórmulas estão presentes no Art. 17.4.2.2 - Modelo I, onde a largura da secção ( **$bw$** ) é substituída por  $0,9d$  e a profundidade efetiva ( **$d$** ) é substituída por  $0,8 \cdot 0,9d$ .

$$V_{Rd1} = 0.6 f_{ctd} 0.6336 d^2$$

onde:

$$\begin{aligned} f_{ctd} &= f_{ctk,inf} / \gamma_C \\ f_{ctk,inf} &= 0.7 f_{ctm} \\ \gamma_C &= 1.4 \end{aligned}$$

Se a resistência ao cisalhamento máxima do concreto for excedida, a resistência ao cisalhamento máxima  **$V_{max}$**  e a resistência da secção armada  **$V_s$**  são verificadas (Art. 17.4.2.2).

$$\begin{aligned} V_{Rd2} &= 0.27 \alpha_{v2} f_{cd} 0.6336 d^2 \\ \alpha_{v2} &= (1 - f_{ck}/250) \\ V_{Rd3} &= V_{Rd1} + \frac{A_{sw} 0.9 f_{ywd} 0.72 d}{s} \end{aligned}$$

Para o trecho das estacas embutidas em rocha não há necessidade de se verificar ao cisalhamento em função do confinamento gerado pela rocha.

## ESTACAS DOS BLOCOS BE1, BE2 E BE3.

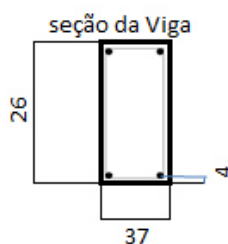
Estacas submetidas a Flexo-tração e flexo compressão. Para o cisalhamento a parcela do concreto sera desprezada.

Verificação da resistência para Ø10.0 a cada 10cm e Ø8.0 a cada 15cm

### DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO - ESTACA Ø41cm

#### 1. Dados de entrada

Vd = 140 kN  
fck = 20 MPa  
h = 26 cm  
b = 37 cm  
c = 4 cm  
Aço CA-50



Legenda:

Vd = força cortante de cálculo  
h = altura da viga  
b = base da viga  
c = cobrimento

#### 2. Verificação do Concreto

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 288.85 \text{ kN} \quad \text{OK} \quad \text{onde: } \alpha_v = 1 - f_{ck}/250$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = f_{ck} / 1,6$$

#### 3. Cálculo de Vco

$$V_{co} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{onde: } f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / 1,6$$

#### 4. Cálculo da Armadura Transversal

$$V_{rd3} = V_c + V_{sw}$$

1 Vc = 0 Elementos estruturais tracionados, quando a linha neutra se situa fora da seção

2 Vc = Vco: Na flexão simples e na flexo-tração, com linha neutra cortando a seção

3 Vc = Vco \* (1 + Mo / Msdmax) ≤ 2Vco na flexão-composta

então Vc = 1

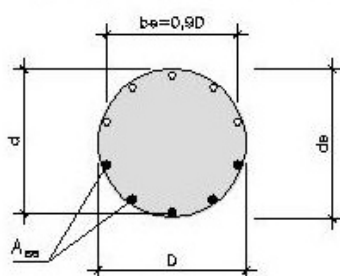
$$V_{sw} = 140.00 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 16.26 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Ø10.0 c/10}$$

Armadura mínima

$$A_{swmin} = 3.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### 1º CASO - SEÇÕES CHEIAS COM ARMADURAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDAS



$$b_e = 0,9D$$

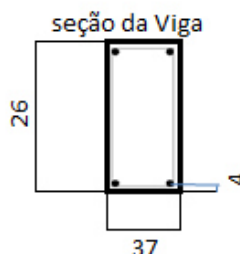
$$d_e = 0,13D + 0,64d$$

$$A_{sw} = \text{METADE DA ARMADURA TOTAL (} A_{sw} = 0,5 A_{st} \text{)}$$

## DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO - ESTACA Ø41cm

### 1. Dados de entrada

Vd =	85 kN
fck =	20 MPa
h =	26 cm
b =	37 cm
c =	4 cm
Aço	CA-50



Legenda:

Vd = força cortante de cálculo

h = altura da viga

b = base da viga

c = cobrimento

### 2. Verificação do Concreto

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 288.85 \text{ kN} \quad \text{OK} \quad \text{onde: } \alpha_v = 1 - f_{ck}/250$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = f_{ck}/1,6$$

### 3. Cálculo de Vco

$$V_{co} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 0.00 \text{ kN} \quad \text{onde: } f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / 1,6$$

### 4. Cálculo da Armadura Transversal

$$V_{rd3} = V_c + V_{sw}$$

1 Vc = 0 Elementos estruturais tracionados, quando a linha neutra se situa fora da seção

2 Vc = Vco: Na flexão simples e na flexo-tração, com linha neutra cortando a seção

3 Vc = Vco \* (1 + Mo/Msdmax) ≤ 2Vco na flexão-composta

então Vc = 1

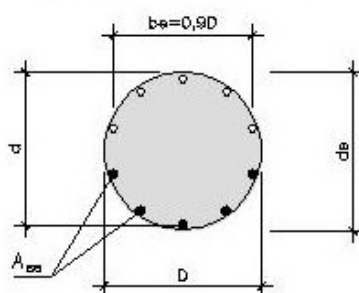
$$V_{sw} = 85.00 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 9.87 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \phi 8.0 \text{ c}/10$$

Armadura mínima

$$A_{swmin} = 3.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### 1º CASO - SEÇÕES CHEIAS COM ARMADURAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDAS



$$b_e = 0,9D$$

$$d_e = 0,13D + 0,64d$$

$$A_{s1} = \text{METADE DA ARMADURA TOTAL (} A_{s1} = 0,5 A_s \text{)}$$

Projeto estrutural: VIADUTO BENJAMIN

Peça estrutural: ESTACAS DOS ENCONTROS

Programa FNC

FLEXÃO NORMAL COMPOSTA - VERIFICAÇÃO

Norma: NBR 6118

SEÇÃO CIRCULAR

Diâmetro  $h$  da seção = 41.0 cm

Distância  $d$  linha = 6.0 cm

Armadura distribuída -

8 barras de aço com área total = 40.00 cm<sup>2</sup>

Dados relativos aos materiais:

$f_{ck} = 0.20 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{maC} = 1.60$

$f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{maS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

RESULTADOS:

$N_{dmax} = 308.3 \text{ tf}$

$N_{dmin} = -173.9 \text{ tf}$

$N_d$ tf	$M_{Rd}$ tf.m
-35	16.6
2	18.4
28	19.5
56	19.4
84	18.7
112	17.5
140	15.9
168	14.1
196	12.0

X - X - X

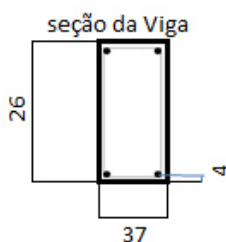
## ESTACAS DOS BLOCOS B1 A B9

Estacas submetidas a e flexo-compressão. Verificação da resistência para Ø8.0 a cada 10cm e Ø8.0 a cada 15cm

### DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO - ESTACA Ø41cm

#### 1. Dados de entrada

Vd = 140 kN  
fck = 20 MPa  
h = 26 cm  
b = 37 cm  
c = 4 cm  
Aço CA-50



Legenda:

Vd = força cortante de cálculo

h = altura da viga

b = base da viga

c = cobrimento

#### 2. Verificação do Concreto

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 288.85 \text{ kN} \quad \text{OK} \quad \text{onde: } \alpha_v = 1 - f_{ck}/250$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = f_{ck}/1,6$$

#### 3. Cálculo de Vco

$$V_{co} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 53.98 \text{ kN} \quad \text{onde: } f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / 1,6$$

#### 4. Cálculo da Armadura Transversal

$$V_{rd3} = V_c + V_{sw}$$

1 Vc = 0 Elementos estruturais tracionados, quando a linha neutra se situa fora da seção

2 Vc = Vco: Na flexão simples e na flexo-tração, com linha neutra cortando a seção

3 Vc = Vco \* (1 + Mo/Msdmax) ≤ 2Vco na flexão-composta

então Vc = 2

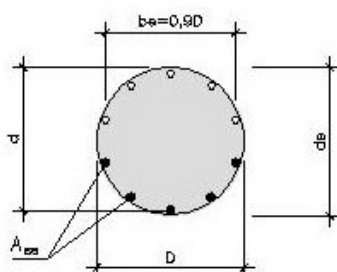
$$V_{sw} = 86.02 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 9.99 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \phi 8.0 \text{ c}/10$$

Armadura mínima

$$A_{swmin} = 3.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### 1º CASO - SEÇÕES CHEIAS COM ARMADURAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDAS



$$b_e = 0,9D$$

$$d_e = 0,13D + 0,64d$$

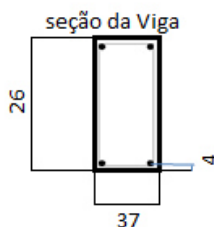
$$A_{se} = \text{METADE DA ARMADURA TOTAL (} A_{se} = 0,5 A_{st} \text{)}$$



## DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO - ESTACA Ø41cm

### 1. Dados de entrada

Vd = 105 kN  
fck = 20 MPa  
h = 26 cm  
b = 37 cm  
c = 4 cm  
Aço CA-50



Legenda:  
Vd = força cortante de cálculo  
h = altura da viga  
b = base da viga  
c = cobrimento

### 2. Verificação do Concreto

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 288.85 \text{ kN} \quad \text{OK} \quad \text{onde: } \alpha_v = 1 - f_{ck}/250$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = f_{ck}/1,6$$

### 3. Cálculo de Vco

$$V_{co} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 53.98 \text{ kN} \quad \text{onde: } f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / 1,6$$

### 4. Cálculo da Armadura Transversal

$$V_{rd3} = V_c + V_{sw}$$

1 Vc = 0 Elementos estruturais tracionados, quando a linha neutra se situa fora da seção

2 Vc = Vco: Na flexão simples e na flexão-tração, com linha neutra cortando a seção

3 Vc = Vco \* (1 + Mo/Msdmax) ≤ 2Vco na flexão-composta

então Vc = 2

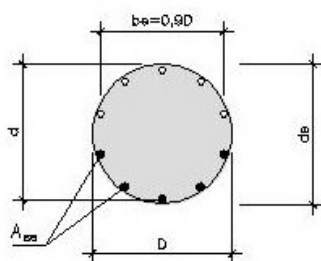
$$V_{sw} = 51.02 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 5.93 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \phi 8.0 \text{ c}/15$$

Armadura mínima

$$A_{swmin} = 3.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### 1º CASO - SEÇÕES CHEIAS COM ARMADURAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDAS



$$b_e = 0,9D$$

$$d_e = 0,13D + 0,64d$$

$$A_{se} = \text{METADE DA ARMADURA TOTAL (} A_{se} = 0,5 A_{st} \text{)}$$

Projeto estrutural: VIADUTO BENJAMIN

Peça estrutural: ESTACAS DOS PILARES

Programa FNC

FLEXÃO NORMAL COMPOSTA - VERIFICAÇÃO

Norma: NBR 6118

SEÇÃO CIRCULAR

Diâmetro  $h$  da seção = 41.0 cm

Distância  $d$  linha = 6.0 cm

Armadura distribuída -

8 barras de aço com área total = 25.20 cm<sup>2</sup>

Dados relativos aos materiais:

$f_{ck} = 0.20 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{mC} = 1.60$

$f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{mS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

RESULTADOS:

$N_{dmax} = 246.1 \text{ tf}$

$N_{dmin} = -109.6 \text{ tf}$

$N_d$ tf	$M_{Rd}$ tf.m
2	12.7
28	13.9
56	14.3
84	13.6
112	12.4
140	10.7
168	8.7
0	12.6

X - X - X

### 10.3 BLOCOS DE FUNDAÇÃO – PRESCRIÇÕES DA NBR 6118:2014

Os blocos de fundação serão dimensionados utilizando-se a teoria de blocos rígidos sobre estacas, uma vez que as bielas de compressão do concreto conformam ângulos compatíveis com esta hipótese de cálculo adotada. Conforme preconizado pela NBR 6118:2014 a armação principal será concentrada sobre as estacas e a secundária distribuída entre as mesmas. Para o cálculo e dimensionamento dos blocos serão adotadas as premissas normativas indicadas em 11.1.

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2).

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2).

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

Para garantir o cobrimento mínimo ( $c_{min}$ ) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal ( $c_{nom}$ ), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução ( $\Delta c$ ). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para  $\square c = 10$  mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5).

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6).

As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.

Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5).

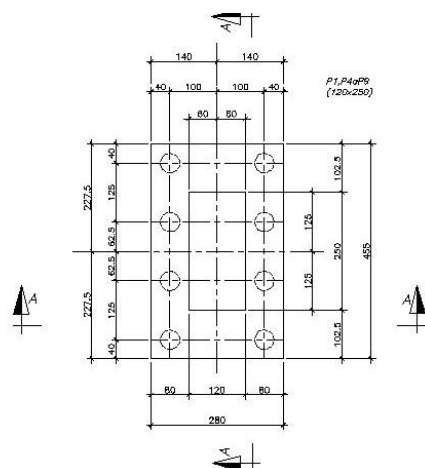
Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

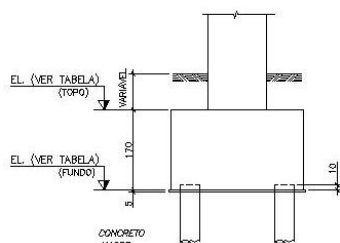
#### **10.4 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO**

Os blocos serão dimensionados para atender a carga máxima de trabalho das estacas

BLOCOS B1, B4, B5, B6, B7, B8 E B9



CORTE A-A  
Esc. 1:50



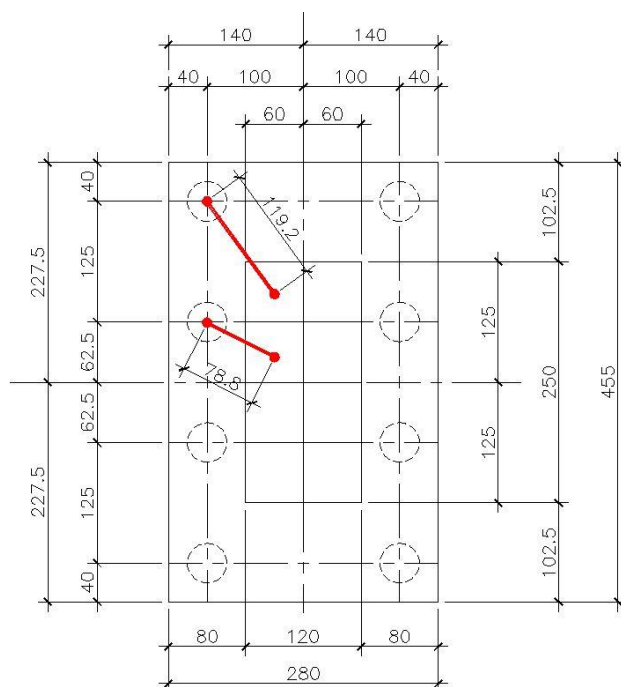
BLOCOS B1 E B4 a B9						
280x455/170						
Bloco	d (m)	Cap. (tf)	x <sub>máx</sub> (m)	x/d	y <sub>máx</sub> (m)	y/d
Rígido	1.6	125	1.0000	0.63	1.8750	1.17

Direção x		
Linha	x (m)	n
1	1.0000	4
2		
3		
4		

Direção y		
Linha	y (m)	n
1	1.8750	2
2	0.6250	2
3		
4		

Tx (kN)	As (cm <sup>2</sup> )	A's (cm <sup>2</sup> )
367.65	118.38	14.80
φ (mm)	25.0	16.0
n	25	8

Ty (kN)	As (cm <sup>2</sup> )	A's (cm <sup>2</sup> )
459.56	147.98	18.50
φ (mm)	25.0	16.0
n	31	10

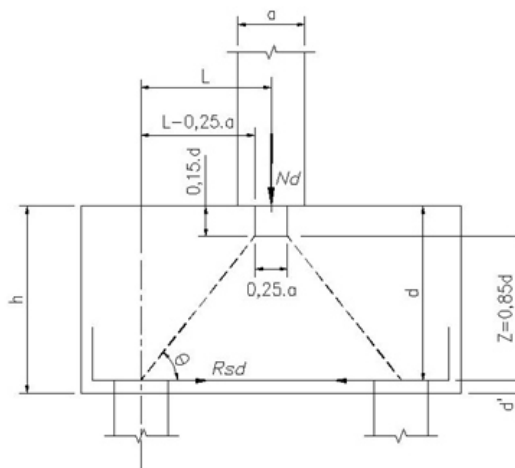
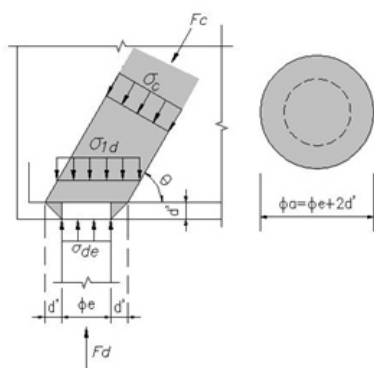


VERIFICAÇÃO DAS BIELAS DE CONCRETO

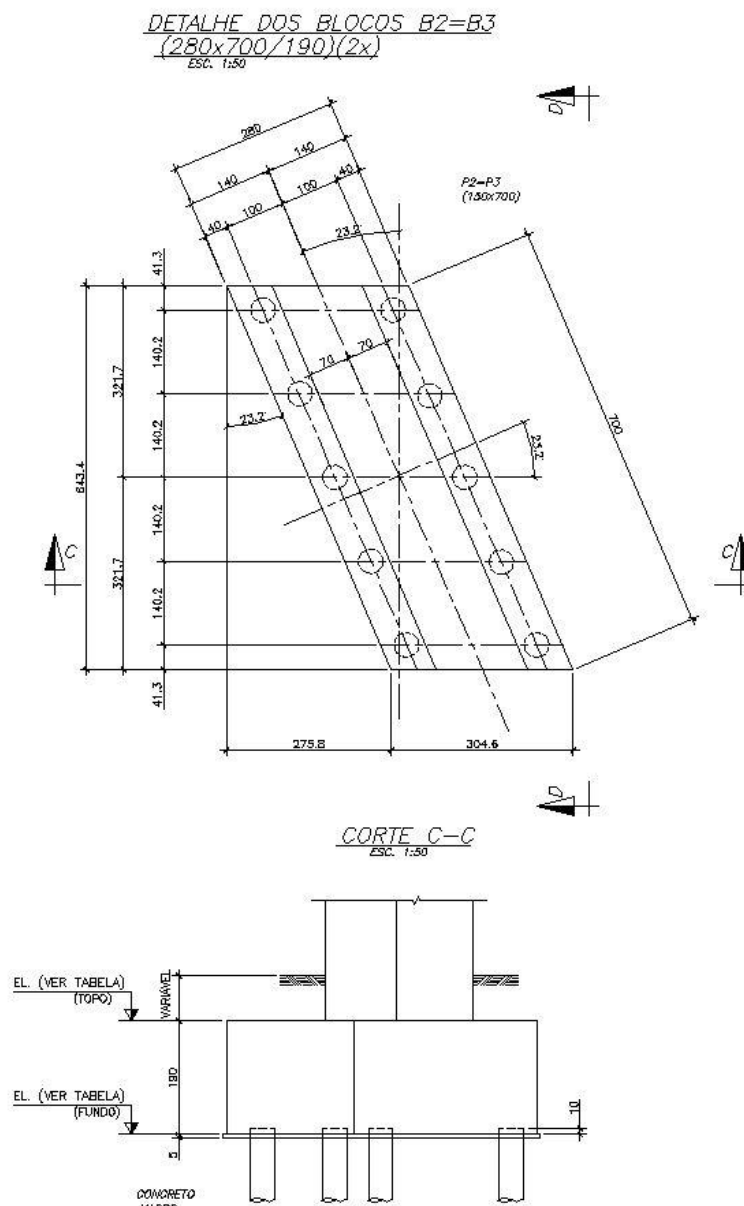
Estaca	N	Øe	αv	K	Θ	fck	L	a	b	d	d'	σke	σbiela	Status
E1	125000	41	0.88	2.2136	52.33	300	120	60	60	160	10	94.68	109.84	OK
E2	125000	41	0.88	2.2136	64.45	300	80	60	60	160	10	94.68	142.71	OK

N	Carga Nominal na estaca (Kg)
Øe	Diametro Nominal da estaca (cm)
αv	(1- fck/250); fck em Mpa
K	(1+2d'/Øe) <sup>2</sup>
Θ	angulo de inclinação da biela (graus)
fck	Resistencia nominal do concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )
L	Distancia do centro da estaca ao centro do pilar
a	Largura do pilar
b	Largura do pilar
d	altura util do bloco
d'	altura da armação

$$\sigma_{ke} < 0,3 \cdot \alpha_v \cdot k \cdot \sin^2 \Theta \cdot f_{ck} = \sigma_{biela}$$







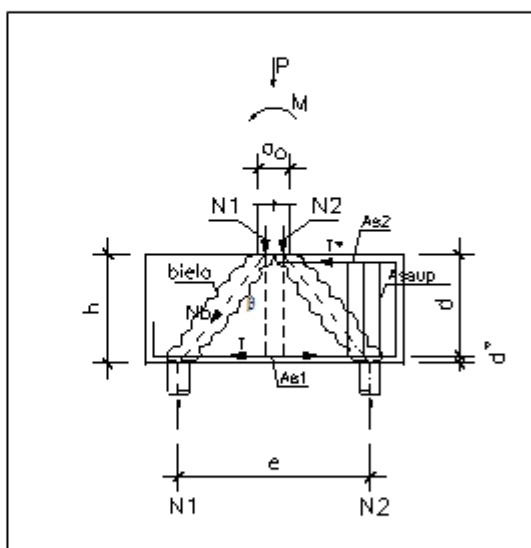
BLOCO B2=B3	
280x700/190	
Esforços Solicitantes	
P (kN): 2300	M (kNxm): 0
Altura útil e distância entre estacas	
d(cm) 180	e(cm) 200

Verificação das bielas			
Øestaca(cm) 41		fck(Mpa) 30	
β 19.86	bb 82.00	hb 38.56	Nb 1222.68
σcd(kN/cm²) 0.541		σadm(kN/cm²) 1.429	

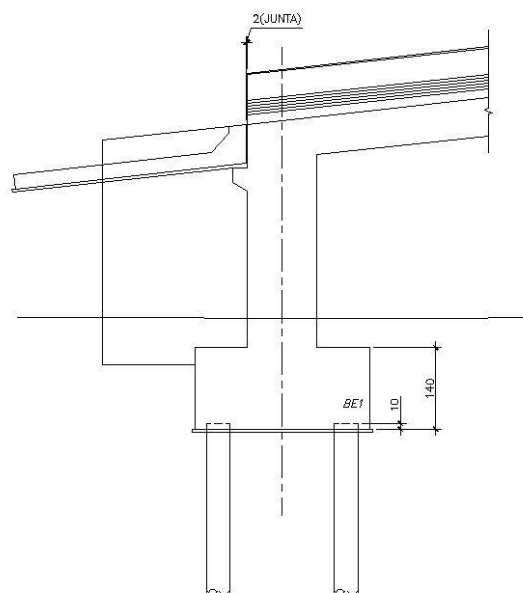
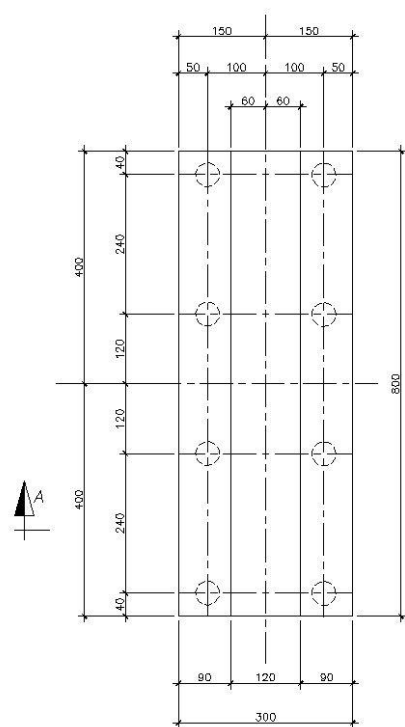
Dimensões do pilar/bloco (cm):	
a0(cm) 140	
Esforços nas estacas:	
N1(kN) 1150.00	N2(kN) 1150.00
T(kN) 415.28	AS1(cm²) 13.37

Verificação caso haja estaca tracionada:		
T*(kN) 638.8889	AS2(cm²) -20.57	ASsup(cm²) -37.03
<b>AS2 e As sup desnecessários</b>		

Verificação ao esmagamento na estaca			
Menor distância do eixo da estaca até a borda:			
40			
A0(cm²)	Ac(cm²)	fc(kN/cm²)	Z(kN)
1320.25	5026.55	1.82	-76.64
σcd(kN/cm²)		σadm(kN/cm²)	
1.22		4.18	
f (cm)		As	
34		-2.47	
Não é necessário fretar			



## BLOCOS BE1=BE2



BLOCOS BE1=BE2	
300x800/140	
Esforços Solicitantes	
P (kN): 2800	M (kNm): 0
Altura útil e distância entre estacas	
d(cm) 140	e(cm) 200

Verificação das bielas			
$\varnothing_{estaca}(cm)$ 41		$f_{ck}(Mpa)$ 30	
$\beta$ 26.57	$b_b$ 82.00	$h_b$ 36.67	$N_b$ 1565.25
$\sigma_{cd}(kN/cm^2)$ 0.729		$\sigma_{adm}(kN/cm^2)$ 1.429	

Dimensões do pilar/bloco (cm):	
$a_0(cm)$ 120	
Esforços nas estacas:	
$N_1(kN)$ 1400.00	$N_2(kN)$ 1400.00
$T(kN)$ 700.00	$AS_1(cm^2)$ 22.54

**Verificação caso haja estaca tracionada:**

$T^*(kN)$ 1000	$AS_2(cm^2)$ -32.20	$AS_{sup}(cm^2)$ -45.08
-------------------	------------------------	----------------------------

**AS2 e As sup desnecessários**

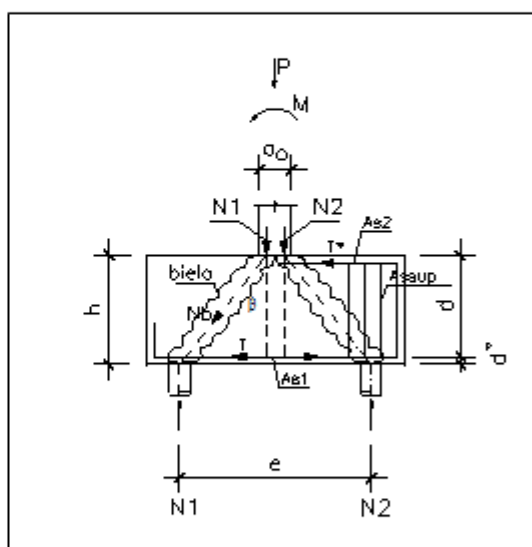
**Verificação ao esmagamento na estaca**

Menor distância do eixo da estaca até a borda:

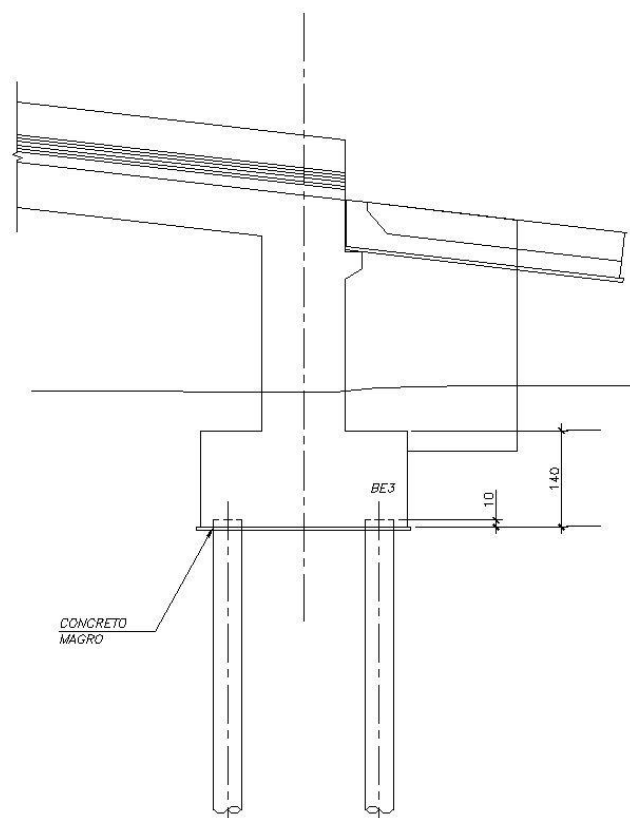
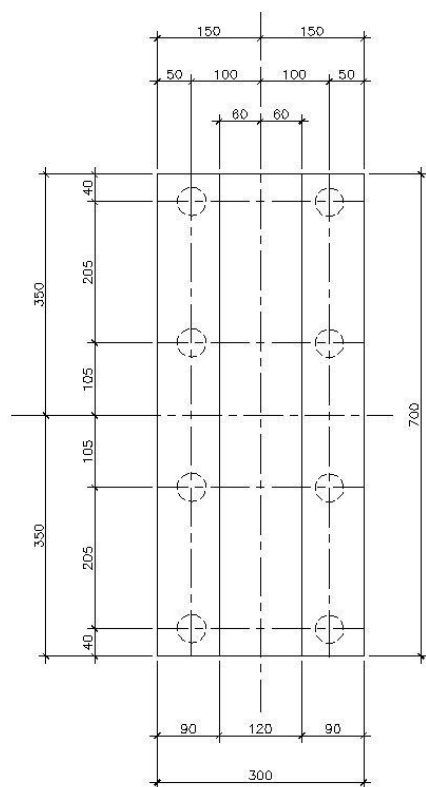
40

$A_0(cm^2)$ 1320.25	$A_c(cm^2)$ 5026.55	$f_c(kN/cm^2)$ 1.82	$Z(kN)$ -45.22
$\sigma_{cd}(kN/cm^2)$ 1.48		$\sigma_{adm}(kN/cm^2)$ 4.18	
$f(cm)$ 37		$A_s$ -1.46	

**Não é necessário fretar**



## BLOCO BE3



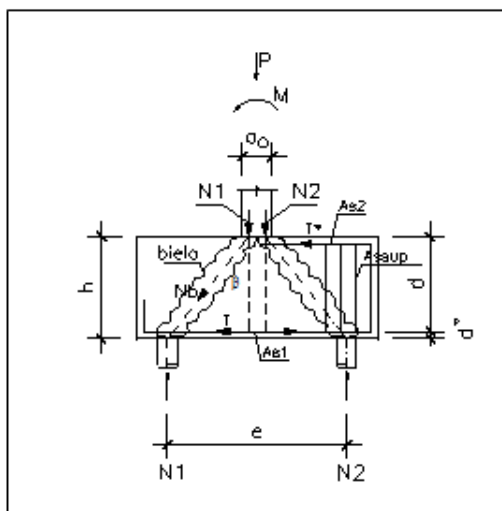
BLOCOS BE3	
300x700/140	
Esforços Solicitantes	
P (kN): 2800	M (kNm): 0
Altura útil e distância entre estacas	
d(cm) 140	e(cm) 200

Verificação das bielas			
$\phi_{estaca}(cm)$ 41		$f_{ck}(Mpa)$ 30	
$\beta$ 26.57	$b_b$ 82.00	$h_b$ 36.67	$N_b$ 1565.25
$\sigma_{cd}(kN/cm^2)$ 0.729		$\sigma_{adm}(kN/cm^2)$ 1.429	

Dimensões do pilar/bloco (cm):	
$a_0(cm)$ 120	
Esforços nas estacas:	
$N_1(kN)$ 1400.00	$N_2(kN)$ 1400.00
$T(kN)$ 700.00	$AS_1(cm^2)$ 22.54

Verificação caso haja estaca tracionada:		
$T^*(kN)$ 1000	$AS_2(cm^2)$ -32.20	$AS_{sup}(cm^2)$ -45.08
<b>AS2 e As sup desnecessários</b>		

Verificação ao esmagamento na estaca			
Menor distância do eixo da estaca até a borda:			
40			
A0(cm2)	Ac(cm2)	fc(kN/cm2)	Z(kN)
1320.25	5026.55	1.82	-45.22
$\sigma_{cd}(kN/cm^2)$		$\sigma_{adm}(kN/cm^2)$	
1.48		4.18	
f (cm)		As	
37		-1.46	
Não é necessário fretar			





## **11.0 DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES EM ESTACAS**

### **11.1 VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA GEOTÉCNICA DAS ESTACAS**

A carga admissível das estacas será estimada por métodos consagrados de vários autores sendo elaborada uma média ponderada dos valores obtidos com os seus respectivos fatores de segurança.

#### **DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO EM SOLO**

Para o dimensionamento geotécnico das estacas que atravessam o terreno natural situado abaixo do aterro, serão adotadas as fórmulas semi-empíricas dos seguintes autores consagrados no meio técnico:

- P.P.C.V : Pedro Paulo Costa Velloso
- D.Q : Decourt Quaresma
- A.V: Aoki - Veloso
- A.H.T: Alberto Henriques Teixeira
- U.R.A: Urbano Rodrigues Alonso
- A.H.S: Jose Hernani da Silveira

A capacidade de carga será a resultante da media ponderada dos resultados obtidos.

Para a interpretação das formulações considerar:

- L - Comprimento da Estaca
- p - Perímetro da estaca
- dp - diâmetro da ponta da estaca
- sp - área da ponta da estaca
- Qu - Capacidade de Carga Total da Estaca
- Qlu - Capacidade de Carga por atrito lateral
- Qpu - Capacidade de Carga por resistência de ponta
- Qadm - Carga admissível na estaca
- N - valores de SPT medidos em sondagens de reconhecimento à percussão
- l - intervalo de medição do SPT nas sondagens (usualmente 1.00m)

## DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO EM ROCHA

A capacidade de carga das estacas no trecho em rocha será determinada pelo seu embutimentos, levando em consideração apenas o atrito lateral desenvolvido.

A NBR 6122:2019 em seu item 8.2.1.2 preconiza que para estacas com embutimentos em rocha deve-se adotar métodos que consideram a resistência do concreto e o grau de faturamento da rocha.

Desta forma temos no meio técnico os métodos empírico mais utilizados para a determinação da capacidade de carga em rocha de *Poulos e Davis* descrito a seguir.

O método consiste na consideração dos fatores de segurança associados às características da rocha. Os valores das características de segurança são variáveis dependendo do grau de integridade da rocha.

A parcela de ponta é determinada através da expressão:

$q_p$ : tensão na base  $\rightarrow 0,2$  a  $0,5$   $q_{uc}$

$q_{uc}$ : resistência a compressão simples da rocha

A parcela de atrito lateral é determinada através da expressão:

$q_l = 0,05 \times q_{uc} = 0,05 \times f_{cj}$  (adotar o menor valor)

$q_l$ : resistência ao atrito lateral

$q_{uc}$ : resistência a compressão simples  $\rightarrow$  Conforme Tabela

$f_{cj}$ : resistência do concreto aos 28 dias  $\rightarrow 20\text{Mpa}$

<b>Grau de resistência à compressão simples</b>	
<b>Rocha</b>	<b>Resistência (<math>\text{kg/cm}^2</math>)</b>
muito resistente	$> 1.200$
resistente	$1.200 - 600$
pouco resistente	$600 - 300$
branda	$300 - 100$
muito branda	$< 100$

$Q_{ult} = A_p \times q_p + A_l \times q_l \rightarrow$  Carga última admissível


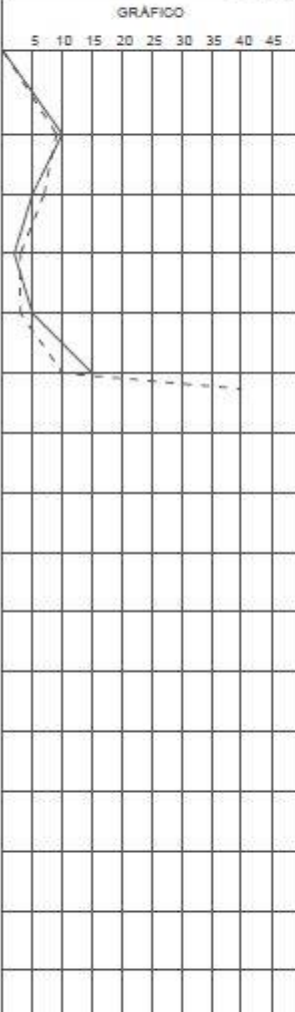
$A_p$ : área da estaca apoiada em rocha

$A_l$ : seção lateral da estaca na rocha

$Q_{adm} = Q_{ult} / 3 \rightarrow$  Carga admissível

A seguir apresentaremos as planilhas de dimensionamento de cada furo de sondagem. As estacas encotram-se arrasadas em media a 2 metros de prosundidade da cota de boca dos furos.

# FURO SM103 – BLOCOS BE1

 <p><b>CONSENTEO</b> Consultoria de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº 350 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (0XX) (52) 3216-7671 / 3218-5602 e-mail: consenteo@yahoo.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00		
	LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG				
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017		
	FURO : SM103		COTA : X = 0670787 Y = 7583391 Z = 704		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) - - - - - 1ª e 2ª PENETRAÇÕES - - - - - 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
					<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
		1ª e 2ª 2ª e 3ª 9 10 7 5 3 2 3 5 10 15 40/27	701,30 699,55 697,73 691,00 688,10	2,70 4,45 6,27 13,00 15,90	SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR VARIEGADO (ATERRO).  SILTE ARENOSO, COMPACIDADE FOFA A POUCO COMPACTA, MARROM COM VEIOS CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.  SILTE ARENOSO, COMPACIDADE MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR. <small>PIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA</small> ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.  ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 5%.  ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 76%.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Aline Bonsanto		ENG.º RESPONSÁVEL :  Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 20,90			
DATA DO INÍCIO : 28/07/2017		DATA DO TÉRMINO : 17/08/2017			
N.A. INICIAL : 2,65		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 4,10			
REVESTIMENTO : -		BENTONITA A PARTIR : -			
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					

<p>Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (31) 3216-7671 / 3218-8602 e-mail: consencao@yaho.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00		
	LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG				
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017		
	FURO : SM103	COTA :	X = 0670787 Y = 7583391 Z = 704		
FOLHA : 05					
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO					
PERCUSSÃO		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	EQUIPAMENTO
PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) --- 1ª e 2ª PENETRAÇÕES --- 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45					REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
GOLPES 1ª e 2ª 2ª e 3ª		683,10		20,90	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
					ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 76%. FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Aline Bonzano		ENG.º RESPONSÁVEL :	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 20,90		Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D	
DATA DO INÍCIO : 28/07/2017		DATA DO TÉRMINO : 17/08/2017			
N.A. INICIAL : 2,65		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 4,10			
REVESTIMENTO : -		BENTONITA A PARTIR : -			
NOTAS :					
COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					



### FURO SM-103


#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)

Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	2	6	1	0.77	0.4	0.4
2	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	1.4
3	0.41	3.1415	15	45	1	5.80	2.9	4.3
4	0.41	3.1415	40	120	1	15.46	7.7	12.0
5	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
6	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
7	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
8	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
9	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
10	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
11	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
12	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	12.0
						23.96	11.98	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	3.2
	2	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	6.5
	3	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	9.7
	4	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	13.0
	5	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	16.2
	6	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	19.5
	7	31	97.3865	200	2.5	100	24.35	8.1	27.6
	8	31	97.3865	200	2.5	100	24.35	8.1	35.7
	9	31	97.3865	200	2.5	100	24.35	8.1	43.8
	10	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	60.1
	11	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	76.3
	12	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	92.5
	13	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	108.7
	14	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	125.0
	15	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	141.2
							423.6	141.2	

## FURO SM104 – BLOCOS BE1 E B1

 <p><b>CONSENTEO</b> Engenharia e Consultoria Ltda. Rua 8, nº 330 - Vila Del Mar - C/P: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (31) 3216-7671 / 3218-4602 e-mail: consenteo@yaho.com.br</p>		CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00	
		LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG			
		RELATÓRIO : 0192017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017	
		FURO : SM104		COTA : X = 0870771 Y = 7583385 Z = 677	
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) 1ª e 2ª PENETRAÇÕES 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2 1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm <b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
1ª e 2ª 2ª e 3ª 8 8 9 8 6 5 3 2 2 2 6 20			674,10 N/A 3,70 672,25 669,90 668,00 666,70 661,70	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16	2,90 4,75 7,10 9,00 10,30 15,30
					SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR VERMELHO A LARANJA (ATERRO). SILTE ARENOSO, COMPACIDADE FOFA A POUCO COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. SILTE ARENOSO, COMPACIDADE FOFA A COMPACTA, COR MARROM, SOLO RESIDUAL JOVEM. IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR. FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO. ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 2%. ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 68%. FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Aline Bonsanto		ENG.º RESPONSÁVEL :	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 15,30		Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D	
DATA DO INÍCIO : 01/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 16/08/2017			
N.A. INICIAL : 3,70		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 3,60			
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A P ARTIR : -			
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					



### FURO SM-104


#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)

Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	1.0
2	0.41	3.1415	2	6	1	0.77	0.4	1.4
3	0.41	3.1415	2	6	1	0.77	0.4	1.7
4	0.41	3.1415	20	60	1	7.73	3.9	5.6
5	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
6	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
7	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
8	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
9	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
10	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
11	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
12	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	5.6
						11.21	5.60	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	3.9
	2	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	7.8
	3	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	11.7
	4	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	27.9
	5	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	44.1
	6	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	60.4
	7	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	76.6
	8	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	92.8
	9	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	92.8
	10	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	92.8
	11	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	92.8
	12	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	92.8
	13	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	92.8
	14	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	92.8
	15	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	92.8
							278.5	92.8	

## FURO SM108 – BLOCO B2

 <p><b>CONSENTEGE</b> Consultoria de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (31) 3216-7671 / 3216-8602 e-mail: consenge@yaho.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS : REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00			
	LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG					
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA : 14/09/2017			
	FURO : SM108	COTA : X = 0670750 Y = 7583375 Z = 878	FOLHA : 13			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>						
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLFES / 30 cm) - - - - - 1ª e 2ª PENETRAÇÕES - - - - - 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2 1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm <b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
12 9 7 5 5 6 7 7 7 10 9 9			676,10 674,35 N/A 4,10 670,85 666,40 664,60	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16	1,90 3,65 7,15 11,60 13,40	SILTE ARENOSO, COMPACIDADE MEDIANAMENTE COMPACTA, COR LARANJA (ATERRO).  SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE POUCA COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.  SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA COM PRESENÇA DE CASCALHO, SOLO RESIDUAL JOVEM.  IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR.  FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / TROTATIVA  ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.  ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 4%.  ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 73%.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Aline Bonsanto		ENG. RESPONSÁVEL :		
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 18,40		Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D		
DATA DO INÍCIO : 02/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 15/08/2017				
N.A. INICIAL : 4,10		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 3,75				
REVESTIMENTO : 2,00		BENTONITA A PARTIR : -				
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.						

<p> <b>CONSENCEO</b>          Consultores de Engenharia e Geotecnia Ltda.          Rua 9, nº 330 - Vila Del Mar -          CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG          Fone: (000) 3216-7671 / 3218-5602          e-mail: consengeo@yahoo.com.br       </p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00		
	LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG				
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA : 14/09/2017		
	FURO : SM108	COTA : X = 0670750 Y = 7583375 Z = 678		FOLHA : 14	
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>					
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) - - - - - 1ª e 2ª PENETRAÇÕES - - - - - 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2 1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm <b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
1ª e 2ª 2ª e 3ª 5 10 15 20 25 30 35 40 45		659,60	17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32	18,40	ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 73%.  FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA  PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Aline Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :  Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 18,40			
DATA DO INÍCIO : 02/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 15/08/2017			
N.A. INICIAL : 4,10		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 3,75			
REVESTIMENTO : 2,00		BENTONITA A PARTIR : -			
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					



### FURO SM-108


#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)

Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	1.0
2	0.41	3.1415	6	18	1	2.32	1.2	2.1
3	0.41	3.1415	7	21	1	2.70	1.4	3.5
4	0.41	3.1415	10	30	1	3.86	1.9	5.4
5	0.41	3.1415	9	27	1	3.48	1.7	7.1
6	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
7	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
8	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
9	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
10	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
11	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
12	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	7.1
						14.30	7.15	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	3.9
	2	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	7.8
	3	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	11.7
	4	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	15.6
	5	31	97.3865	200	2	100	19.48	6.5	22.1
	6	31	97.3865	200	2	100	19.48	6.5	28.6
	7	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	44.8
	8	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	61.0
	9	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	77.3
	10	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	93.5
	11	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	109.7
	12	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	109.7
	13	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	109.7
	14	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	109.7
	15	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	109.7
							329.2	109.7	

# FURO SM105 – BLOCOS B3 E B7

 <p><b>CONSENTEC</b> Engenharia de Soluções e Geotecnia Ltda. Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (31) 3216-7671 / 3216-8602 e-mail: consen-tec@yahoo.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00			
	LOCAL DA OBRA : Km 275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG					
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017			
	FURO : SM105	COTA : X = 0670711 Y = 7593383 Z = 677	FOLHA : 07			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>						
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLFES / 30 cm) - - - - - 1ª e 2ª PENETRAÇÕES - - - - - 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO - Ø 2 1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
						<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
5 5 4 4 2 2 3 3 3 3 14 15			675,20 N/A 3,90 671,55 670,10 668,40 665,50	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17	1,80 5,45 6,90 8,60 11,50	SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO COMPACTA, COR VERMELHO (ATERRO). SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. AREIA, COMPACIDADE MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA. IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM. FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / TROTATIVA ALTERAÇÃO DE ROCHA GNAISSE, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO. ROCHA FRATURADA DE QUARTZO, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 5%. ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 70%.
SONDADOR: Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO: Aline Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL:		
ESCALA: 1:100		PROFUNDIDADE (m): 16,50		Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D		
DATA DO INÍCIO: 04/08/2017		DATA DO TÉRMINO: 14/08/2017				
N.A. INICIAL: 3,90		N.A. FINAL APÓS 24 hs: 2,95				
REVESTIMENTO: 1,00		BENTONITA A PARTIR: -				
NOTAS: COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.						



<b>CLIENTE :</b> MRS LOGÍSTICA	<b>Nº MRS:</b> REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00
<b>LOCAL DA OBRA :</b> Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG	
<b>RELATÓRIO :</b> 0182017	<b>DATA DE ENTREG A:</b> 14/09/2017
<b>FURO :</b> SM105	<b>COTA :</b> X=0670711 Y=7583383 Z=877 <b>FOLHA :</b> 06
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>	
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO ( GOLFES / 30 cm ) ----- 1ª e 2ª PENETRAÇÕES _____ 2ª e 3ª PENETRAÇÕES  GRÁFICO                  GOLFES 5  10  15  20  25  30  35  40  45     1ª e 2ª     2ª e 3ª	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2-1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm  CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL  <p>ROCHA SÃO DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 70%.</p> <p align="center">FINAL DA SONDADE MISTA / ROTATIVA</p> <p>PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.</p>
COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA 660,50 +0.4	AMOSTRA Nº. PROF. DA CAMADA (m) 16,50
	(+) (+) (+) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32)
<b>SONDADOR :</b> Marcelo Gomes Rogério Coelho	<b>DESENHO :</b> Alaine Borsanto
<b>ESCALA :</b> 1:100	<b>PROFUNIDADE (m) :</b> 16,50
<b>DATA DO INÍCIO :</b> 04/08/2017	<b>DATA DO TÉRMINO :</b> 14/08/2017
<b>N.A. INICIAL :</b> 3,90	<b>N.A. FINAL APÓS 24 hs :</b> 2,95
<b>REVESTIMENTO :</b> 1,00	<b>BENTONITA A PARTIR :</b> -
<b>ENG° RESPONSÁVEL :</b>  Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREMAG 83.289/D	
<b>NOTAS :</b> COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISAÇÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.	



### FURO SM-105


#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)

Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	1.0
2	0.41	3.1415	4	12	1	1.55	0.8	1.7
3	0.41	3.1415	2	6	1	0.77	0.4	2.1
4	0.41	3.1415	3	9	1	1.16	0.6	2.7
5	0.41	3.1415	3	9	1	1.16	0.6	3.3
6	0.41	3.1415	15	45	1	5.80	2.9	6.2
7	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
8	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
9	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
10	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
11	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
12	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	6.2
						12.36	6.18	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	3.2
	2	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	6.5
	3	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	10.4
	4	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	14.3
	5	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	18.2
	6	31	97.3865	200	2	100	19.48	6.5	24.7
	7	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	40.9
	8	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	57.1
	9	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	73.4
	10	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	89.6
	11	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	105.8
	12	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	105.8
	13	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	105.8
	14	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	105.8
	15	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	105.8
							317.5	105.8	

## FURO SM109 – BLOCOS B4, B7 E B8

 <p>CONSENCEO Engenharia e Consultoria LTDA Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (000) 321 5216 / 3218-6602 e-mail: consencao@yahoo.com.br</p>		CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00	
		LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG			
		RELATÓRIO : 01/02/2017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017	
		FURO : SM109		COTA : X = 0670688 Y = 7583387 Z = 684	
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) 1ª e 2ª PENETRAÇÕES 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2 1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
1ª e 2ª 2ª e 3ª 5 6 6 3 2 2 3 3 13 19 7 4 5 7 22 43			NAV 1,90 681,20 677,25 674,15 673,80 672,20	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16	2,80 6,75 9,85 10,20 11,80
					SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO COMPACTA, COR VERMELHO. SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. SILTE ARENOSO, COMPACIDADE FOFA A MUITO COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM. FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA ROTATIVA ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO. ROCHA FRATURADA DE GNAISSE, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 8% ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 85%.
SONDADOR: Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO: Aline Bonfante		ENGº RESPONSÁVEL:	
ESCALA: 1:100		PROFUNDIDADE (m): 16,80		Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D	
DATA DO INÍCIO: 30/08/2017		DATA DO TÉRMINO: 04/09/2017			
N.A. INICIAL: 1,90		N.A. FINAL APÓS 24 hs: 2,05			
REVESTIMENTO: 1,00		BENTONITA A PARTIR: -			
NOTAS: COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					

<p><b>CONSENCEO</b> Consultoria de Engenharia e Geotecnia Ltda.</p> <p>Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (000) 3216-7671 / 3216-5602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS : REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00		
	LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG				
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017		
	FURO : SM109	COTA : X = 0670686 Y = 7583367 Z = 684	FOLHA : 16		
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) ----- 1ª e 2ª PENETRAÇÕES ----- 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
1ª e 2ª 2ª e 3ª 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32					CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO E BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 85%. FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Aline Bonsanto		ENG.º RESPONSÁVEL :  Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 63.289/D	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 16,80			
DATA DO INÍCIO : 30/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 04/09/2017			
N.A. INICIAL : 1,90		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,05			
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR : -			
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					



### FURO SM-109


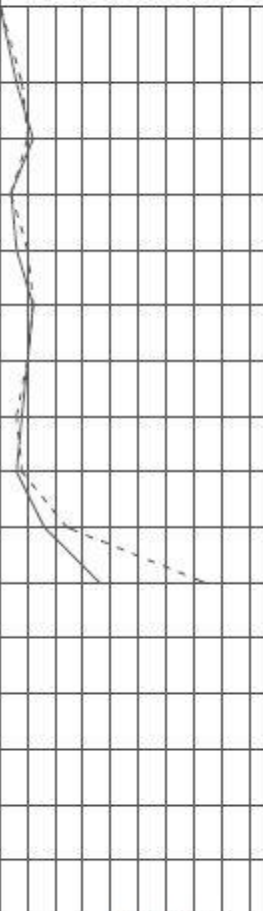
#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)


Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	6	18	1	2.32	1.2	1.2
2	0.41	3.1415	3	9	1	1.16	0.6	1.7
3	0.41	3.1415	2	6	1	0.77	0.4	2.1
4	0.41	3.1415	3	9	1	1.16	0.6	2.7
5	0.41	3.1415	19	57	1	7.34	3.7	6.4
6	0.41	3.1415	4	12	1	1.55	0.8	7.1
7	0.41	3.1415	7	21	1	2.70	1.4	8.5
8	0.41	3.1415	40	120	1	15.46	7.7	16.2
9	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
10	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
11	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
12	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
						32.46	16.23	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	3.9
	2	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	7.8
	3	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	24.0
	4	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	40.3
	5	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	56.5
	6	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	72.7
	7	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	88.9
	8	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	88.9
	9	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	88.9
	10	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	88.9
	11	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	88.9
	12	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	88.9
	13	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	88.9
	14	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	88.9
	15	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	88.9
							266.8	88.9	

# FURO SM110 – BLOCO B5

 <p>Rua 9, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (31) 3216-7671 / 3216-6602 e-mail: consenteo@yahoo.com.br</p>		CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00									
		LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG											
		RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017									
		FURO : SM 110		COTA : X = 0670661 Y = 7583360 Z = 684		FOLHA : 17							
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>													
<b>PERCUSSÃO</b>			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)								
PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm)		<b>EQUIPAMENTO</b>											
1ª e 2ª PENETRAÇÕES		REVESTIMENTO Ø 2.1/2"											
2ª e 3ª PENETRAÇÕES		AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm		- Ø INTERNO DE 51 mm									
GRÁFICO		GOLPES		PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm									
5 10 15 20 25 30 35 40 45		1ª e 2ª 2ª e 3ª		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL									
		<p>3 4</p> <p>6 5</p> <p>2 2</p> <p>3 5</p> <p>6 6</p> <p>5 5</p> <p>4 3</p> <p>3 4</p> <p>8 12</p> <p>18 37</p>		<p>681,10</p> <p>NA 3,05</p> <p>673,10</p> <p>670,40</p> <p>668,70</p>		<p>2,90</p> <p>10,90</p> <p>13,60</p> <p>15,30</p>							
								SILTE ARGILOSO ARENOSO, CONSISTÊNCIA MOLE A MÉDIA, COR VERMELHO (ATERRO).					
								SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACTIDADE FOFA A COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.					
								IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM.					
								FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA					
								ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.					
								ROCHA FRATURADA DE GNAISSE, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 2%.					
								ROCHA Sã DE GNAISSE, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 60%.					
								SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Aline Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL :	
								ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 20,30			
								DATA DO INÍCIO : 02/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 04/09/2017			
								N.A. INICIAL : 3,05		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,65			
								REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR : -			
								NOTAS :					
								COORDENADAS: TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					

 <p><b>CONSENCEO</b> Criador de Supersanta's Geocell Ltda</p> <p>Rua B, nº 530 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (000) 3216-7671 / 3218-8602 e-mail: consencao@yahoo.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00				
	LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG						
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017				
	FURO : SM 110	COTA :	X = 0670661 Y = 7583360 Z = 684	FOLHA : 18			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>							
<b>PERCUSSÃO</b>			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b>	
PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) ----- 1ª e 2ª PENETRAÇÕES ----- 2ª e 3ª PENETRAÇÕES						REVESTIMENTO - Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm	
GRÁFICO			GOLPES			CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
5 10 15 20 25 30 35 40 45			1ª e 2ª 2ª e 3ª			ROCHA Sã DE GNAISSE, , DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 60%.	
						FINAL DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA  PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
						PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	



### FURO SM-110


#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)

Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	1.0
2	0.41	3.1415	2	6	1	0.77	0.4	1.4
3	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	2.3
4	0.41	3.1415	6	18	1	2.32	1.2	3.5
5	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	4.4
6	0.41	3.1415	3	9	1	1.16	0.6	5.0
7	0.41	3.1415	4	12	1	1.55	0.8	5.8
8	0.41	3.1415	12	36	1	4.64	2.3	8.1
9	0.41	3.1415	37	111	1	14.30	7.1	15.3
10	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
11	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
12	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	15.3
						30.53	15.26	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	3.2
	2	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	6.5
	3	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	9.7
	4	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	13.6
	5	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	17.5
	6	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	33.8
	7	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	50.0
	8	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	66.2
	9	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	82.5
	10	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	98.7
	11	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	98.7
	12	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	98.7
	13	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	98.7
	14	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	98.7
	15	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	98.7
							296.1	98.7	

FURO SM106 – BLOCO B6

 <p>Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (000) 3216-7671 / 3216-8602 e-mail: consengeo@yahoo.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00		
	LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG				
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017		
	FURO : SM 106	COTA :	X = 870647 Y = 7583355 Z = 684	FOLHA : 09	
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) 1ª e 2ª PENETRAÇÕES 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2.1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm <b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
1ª e 2ª 2ª e 3ª 3 3 5 5 2 2 3 5 6 6 5 5 4 5 3 5 10 12 15 37 20 40 40/16 40/13 671,7 669,8 668,05		680,9 NV 3,02 671,7 669,8 668,05	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17	3,10 12,30 14,20 15,95	SILTE ARGILOSO ARENOSO, CONSISTÊNCIA MOLE A MEDIA, COR VERMELHO (ATERRO). SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM. IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR. TIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO. ROCHA FRATURADA DE GNAISSE, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 2% ROCHA Sã DE GNAISSE, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 50%
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Aline Bonsanto		ENGº RESPONSÁVEL : Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 21,10			
DATA DO INÍCIO : 02/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 06/09/2017			
N.A. INICIAL : 3,02		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,70			
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR : -			
NOTAS : COORDENADAS: TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					

[illegible]



### FURO SM-106


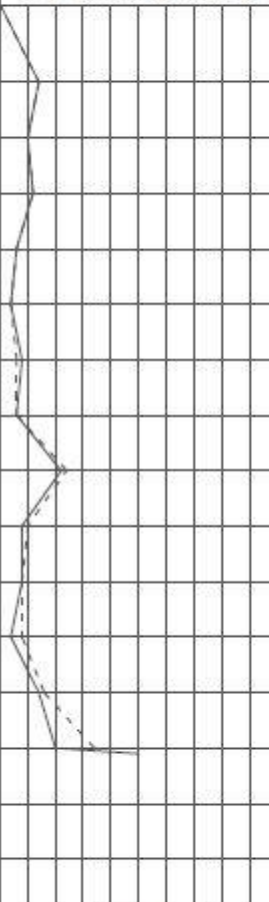
#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)

Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	2	6	1	0.77	0.4	0.4
2	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	1.4
3	0.41	3.1415	6	18	1	2.32	1.2	2.5
4	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	3.5
5	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	4.4
6	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	5.4
7	0.41	3.1415	13	39	1	5.02	2.5	7.9
8	0.41	3.1415	37	111	1	14.30	7.1	15.1
9	0.41	3.1415	40	120	1	15.46	7.7	22.8
10	0.41	3.1415	40	120	1	15.46	7.7	30.5
11	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
12	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	30.5
						61.05	30.53	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	3.2
	2	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	6.5
	3	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	10.4
	4	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	14.3
	5	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	30.5
	6	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	46.7
	7	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	63.0
	8	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	79.2
	9	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	95.4
	10	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	111.7
	11	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	111.7
	12	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	111.7
	13	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	111.7
	14	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	111.7
	15	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	111.7
							335.0	111.7	

## FURO SM111 – BLOCOS BE2

 <p><b>CONSENCEO</b> Consultoria de Engenharia e Geotecnia Ltda. Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (31) 3216-7671 / 3218-8602 e-mail: consencao@yahoo.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS: REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00				
	LOCAL DA OBRA : Km 275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG						
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA: 14/09/2017				
	FURO : SM 111	COTA :	X = 0670639Y = 7583348 Z = 884	FOLHA : 19			
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>							
<b>PERCUSSÃO</b>			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b>	
PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) ----- 1ª e 2ª PENETRAÇÕES ----- 2ª e 3ª PENETRAÇÕES						REVESTIMENTO Ø 2 1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm	
GRÁFICO			GOLPES			CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
5 10 15 20 25 30 35 40 45			1ª e 2ª    2ª e 3ª			SILTE ARENOSO, COMPACIDADE POUCO COMPACTA, COR VERMELHO (ATERRO).	
			7    7 5    5 6    6 3    3 2    2 4    3 3    3 11    12 4    5 4    4 2    4 7    8 10    17 25/10		NA 2,60 680,30 669,90	3,70 14,10	SILTE ARENOSO ARGILOSO, COMPACIDADE FOFA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA, SOLO RESIDUAL JOVEM.  IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR.  FIM DA SONDAGEM MISTA / PERCUSSÃO INÍCIO DA SONDAGEM MISTA / ROTATIVA  ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho			DESENHO : Aline Borsatto			ENGº RESPONSÁVEL :  Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.285/D	
ESCALA : 1:100			PROFUNDIDADE (m) : 22,90				
DATA DO INÍCIO : 01/08/2017			DATA DO TÉRMINO : 05/09/2017				
N.A. INICIAL : 2,60			N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,80				
REVESTIMENTO : 1,00			BENTONITA A PARTIR : -				
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.							

<p><b>CONSENCEO</b> Engenharia de Superfície e Geotecnia Ltda. Rua B, nº 330 - Vila Del Mar - CEP: 36037-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (31) 3216-7671 / 3218-8602 e-mail: consengeo@ydnos.com.br</p>	CLIENTE : MRS LOGÍSTICA		Nº MRS : REL-INF-0332_275.400.02.001-2017-00		
	LOCAL DA OBRA : Km275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG				
	RELATÓRIO : 0182017		DATA DE ENTREGA : 14/09/2017		
	FURO : SM 111	COTA :	X = 0670639Y = 7583348 Z = 884	FOLHA : 20	
<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM MISTA</b>					
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) - - - - - 1ª e 2ª PENETRAÇÕES - - - - - 2ª e 3ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45		COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA	AMOSTRA N.º	PROF. DA CAMADA (m)	<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO Ø 2 1/2" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 65 kg ALTURA DE QUEDA 75 cm
1ª e 2ª 2ª e 3ª					<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL</b>
		667,10	17	16,90	ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR CINZA, SEM RECUPERAÇÃO.
		666,10	18	17,90	ROCHA FRATURADA DE GNAISSE, FRIÁVEL, MUITO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 3%
			19		
			20		
			21		
		661,10	22	22,90	ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE QUARTZO, DURA, POUCO FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 78%.
			23		
			24		
			25		
			26		
			27		
			28		
			29		
			30		
			31		
			32		
SONDADOR : Marcelo Gomes Rogério Coelho		DESENHO : Aline Bonsanto		ENG.º RESPONSÁVEL :	
ESCALA : 1:100		PROFUNDIDADE (m) : 22,90		Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CREA-MG 83.289/D	
DATA DO INÍCIO : 01/08/2017		DATA DO TÉRMINO : 05/09/2017			
N.A. INICIAL : 2,60		N.A. FINAL APÓS 24 hs : 2,80			
REVESTIMENTO : 1,00		BENTONITA A PARTIR : -			
NOTAS : COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.					



### FURO SM-111

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)

Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	1.0
2	0.41	3.1415	6	18	1	2.32	1.2	2.1
3	0.41	3.1415	3	9	1	1.16	0.6	2.7
4	0.41	3.1415	2	6	1	0.77	0.4	3.1
5	0.41	3.1415	3	9	1	1.16	0.6	3.7
6	0.41	3.1415	3	9	1	1.16	0.6	4.3
7	0.41	3.1415	12	36	1	4.64	2.3	6.6
8	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	7.5
9	0.41	3.1415	4	12	1	1.55	0.8	8.3
10	0.41	3.1415	4	12	1	1.55	0.8	9.1
11	0.41	3.1415	8	24	1	3.09	1.5	10.6
12	0.41	3.1415	17	51	1	6.57	3.3	13.9
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	13.9
						27.82	13.91	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	3.2
	2	31	97.3865	200	1	100	9.74	3.2	6.5
	3	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	10.4
	4	31	97.3865	200	1.2	100	11.69	3.9	14.3
	5	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	30.5
	6	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	46.7
	7	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	63.0
	8	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	79.2
	9	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	95.4
	10	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	95.4
	11	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	95.4
	12	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	95.4
	13	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	95.4
	14	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	95.4
	15	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	95.4
							286.3	95.4	

FURO SM200 – BLOCOS B8 E B9

<b>GEOSONDAR</b>		<b>GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA</b>				<b>Sondagem Nº: SM200</b>			
Av Dep Anuar Menhen, Nº1137- Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200									
Tel: (31) 3658-0990/(31) 99894-2606									
geosondar@gmail.com									
<b>SONDAGEM</b>		<b>Nº DE GOLPES A CADA 15 cm</b>		<b>COORDENADA NORTE:</b>		<b>COORDENADA LESTE:</b>		<b>COTA:</b>	
<b>ROTATIVA / MISTA</b>				<b>7593384,0</b>		<b>670683,00</b>		<b>m</b>	
Resistência a S. P. T.		<b>GOLPES</b>		<b>S.P.T</b>		<b>Prof. Do Avanço (m)</b>		<b>RQD.</b>	
<b>15cm iniciais</b>		<b>30cm finais</b>							
10 20 30 40		1º 2º 3º							
		<b>Trado</b>							
		03 03 04 07							
		01 01 01 02							
		01 02 02 04							
		01 02 03 05							
		02 02 02 04							
		02 03 03 06							
		03 03 04 07							
		03 04 05 09							
		04 06 06 14							
		10 15 20 35							
		45/09							

### FURO SM-200

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)

Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	4	12	1	1.55	0.8	0.8
2	0.41	3.1415	5	15	1	1.93	1.0	1.7
3	0.41	3.1415	4	12	1	1.55	0.8	2.5
4	0.41	3.1415	6	18	1	2.32	1.2	3.7
5	0.41	3.1415	7	21	1	2.70	1.4	5.0
6	0.41	3.1415	9	27	1	3.48	1.7	6.8
7	0.41	3.1415	14	42	1	5.41	2.7	9.5
8	0.41	3.1415	35	105	1	13.52	6.8	16.2
9	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
10	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
11	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	16.2
12	0.41	3.1415	17	51	1	6.57	3.3	19.5
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	19.5
						39.03	19.51	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	2	100	19.48	6.5	6.5
	2	31	97.3865	200	2.5	100	24.35	8.1	14.6
	3	31	97.3865	200	2.5	100	24.35	8.1	22.7
	4	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	39.0
	5	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	55.2
	6	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	71.4
	7	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	71.4
	8	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	71.4
	9	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	71.4
	10	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	71.4
	11	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	71.4
	12	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	71.4
	13	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	71.4
	14	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	71.4
	15	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	71.4
							214.3	71.4	



## FURO SM201 – BLOCOS B9 E BE3

<

### FURO SM-200

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM SOLO (FATOR DE SEGURANÇA F.S=2)

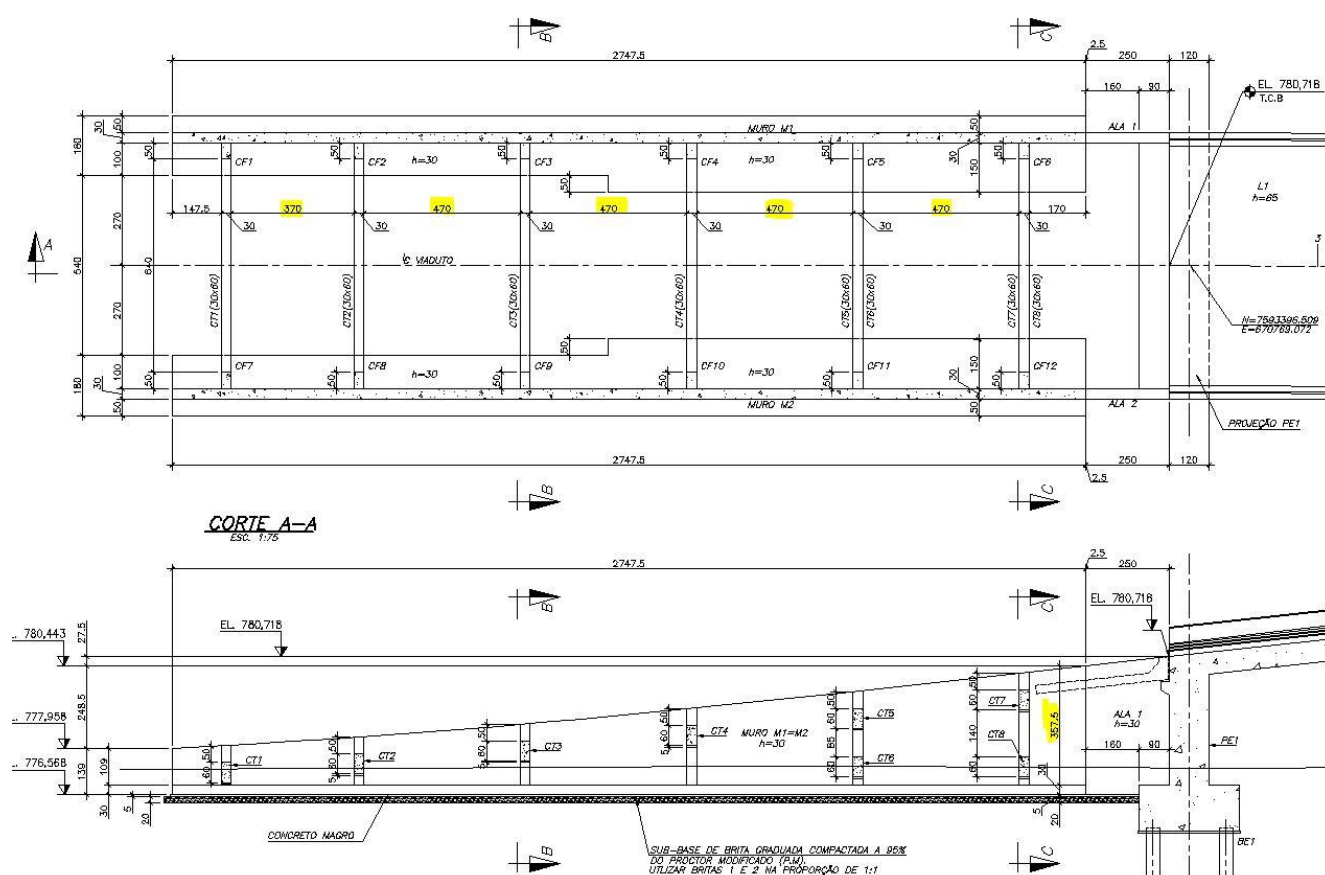
Prof(m)	Øest.(m)	pi	N (SPT)	FS (Kpa)	camada (m)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
1	0.41	3.1415	8	24	1	3.09	1.5	1.5
2	0.41	3.1415	9	27	1	3.48	1.7	3.3
3	0.41	3.1415	12	36	1	4.64	2.3	5.6
4	0.41	3.1415	11	33	1	4.25	2.1	7.7
5	0.41	3.1415	40	120	1	15.46	7.7	15.5
6	0.41	3.1415	40	120	1	15.46	7.7	23.2
7	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
8	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
9	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
10	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
11	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
12	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
13	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
14	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
15	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
16	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
17	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
18	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
19	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
20	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
21	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
22	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
23	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
24	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
25	0.41	3.1415	0	0	1	0.00	0.0	23.2
						46.37	23.18	

#### ESTACA RAIZ - ATRITO LATERAL EM ROCHA ( FATOR DE SEGURANÇA = 3)

TERRENO	prof(m)	Øest.(m)	A(cm <sup>2</sup> )	Fck(Kg/cm2)	f <sub>s</sub> (Kg/cm2)	camada(cm)	Qult.(t)	Qadm.(t)	Parcial (t)
ROCHA	1	31	97.3865	200	1.5	100	14.61	4.9	4.9
	2	31	97.3865	200	1.5	100	14.61	4.9	9.7
	3	31	97.3865	200	1.5	100	14.61	4.9	14.6
	4	31	97.3865	200	2	100	19.48	6.5	21.1
	5	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	37.3
	6	31	97.3865	200	5	100	48.69	16.2	53.6
	7	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	53.6
	8	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	53.6
	9	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	53.6
	10	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	53.6
	11	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	53.6
	12	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	53.6
	13	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	53.6
	14	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	53.6
	15	31	97.3865	200		100	0.00	0.0	53.6
							160.7	53.6	

## 12.0 CALCULO E DIMENSIONAMENTO DOS MUROS

Os muros serão dimensionados para receber o empuxo de solo proveniente do aterro interno assim como a pressão dos veículos transitando sobre a via. De forma a travar os muros entre si foram distribuídas cintas de concreto trabalhando como tirantes apoiados em contrafortes de concreto.

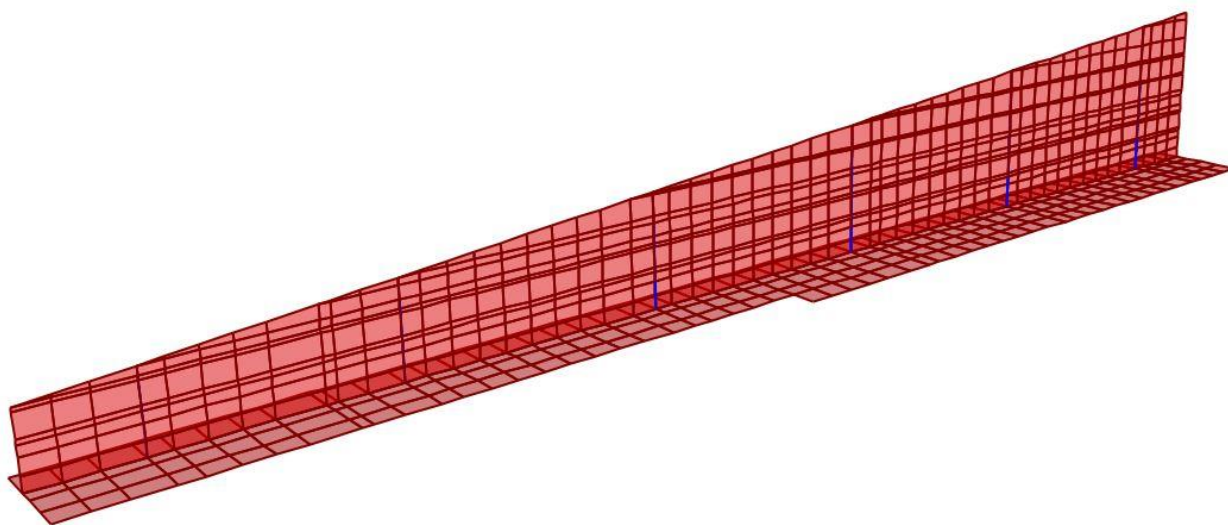


Iremos apresentar o dimensionamento do muro mais critico por possuir a maior altura total e maior espaçamento entre cintas de travamento.

Para tanto, foi elaborado modelo de calculo em elementos finitos de barras e cascas.



3-D View



#### EMPUXO DE SOLO – ATERRO INTERNO

Densidade do solo:  $18 \text{ KN/m}^3$

Ângulo de repouso:  $30^\circ$

Coeficiente de Empuxo ativo  $K_a$ : 0,33

Coesão do solo: 0

#### EMPUXO DE VEÍCULOS – TR 450KN

Sobrecarga na superfície de  $25 \text{ KN/m}^2$

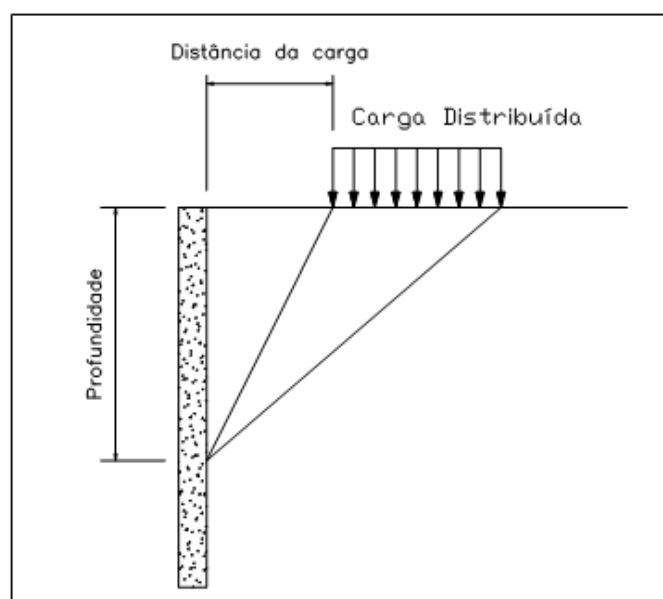
## DETERMINAÇÃO DOS EMPUXOS

Empuxo horizontal/vertical para cargas distribuídas - Boussinesq							
Carga Distribuída (tf/m)	Distância horizontal da carga (m)	Comprim. da carga (m)	Profundidade de inicial (m)	Intervalo das profundidades	Ângulo de atrito do solo (°)	Densidade do solo (tf/m <sup>3</sup> )	Altura do muro (m)
2.5	0.5	5	0.0001	0.5	30	1.8	3.5

Prof.(m)	$\beta_1$	$\beta_2$	$\sigma_{H1}$ (tf/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{H2}$ (tf/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{Htotal}$ (tf/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{V1}$ (tf/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{Ha}$ (tf/m <sup>2</sup> )
0.00	1.571	1.571	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.785	1.328	0.644	0.300	0.944	0.227	0.396
1.00	0.464	1.111	0.517	0.600	1.117	0.560	0.539
1.50	0.322	0.932	0.344	0.900	1.244	0.745	0.541
2.00	0.245	0.791	0.224	1.200	1.424	0.846	0.510
2.50	0.197	0.680	0.148	1.500	1.648	0.900	0.467
3.00	0.165	0.593	0.101	1.800	1.901	0.927	0.420
3.50	0.142	0.524	0.071	2.100	2.171	0.935	0.374

### Legenda:

$\sigma_{H1}$ (tf/m <sup>2</sup> )	Tensão horizontal causada pela carga distribuída.
$\sigma_{H2}$ (tf/m <sup>2</sup> )	Tensão horizontal causada pelo solo.
$\sigma_{Htotal}$ (tf/m <sup>2</sup> )	Tensão horizontal total
$\sigma_{V1}$ (tf/m <sup>2</sup> )	Tensão vertical causada pela carga distribuída
$\sigma_{Ha}$ (tf/m <sup>2</sup> )	Tensão horizontal causada pela sobrecarga em solo arenoso



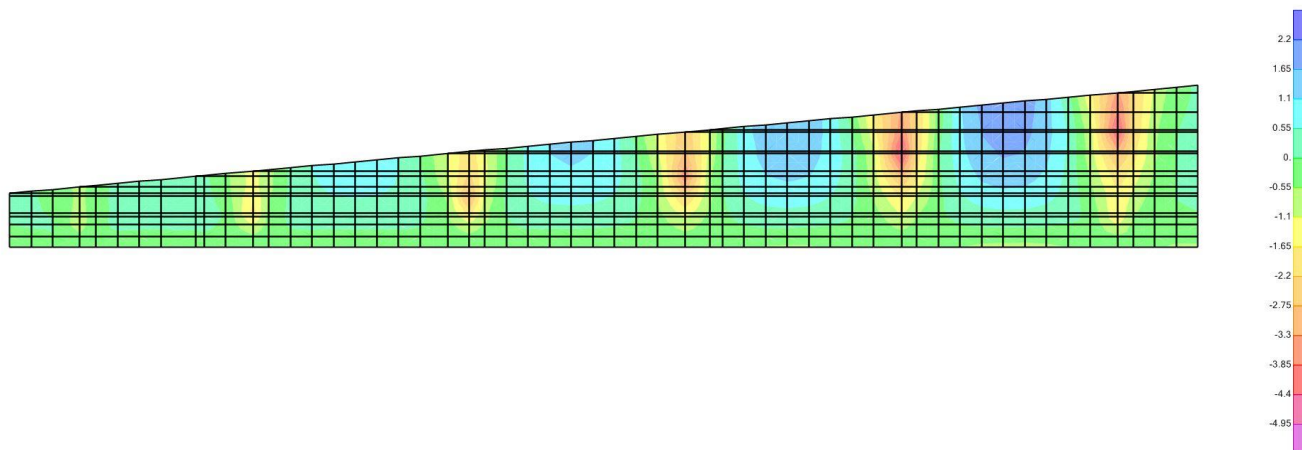
## ESFORÇOS SOLICITANTES DE CÁLCULO

ELU: 1,4 CARGA PERMANENTE + 1,4 SOLO + 1,5 SOBRECARGA

## PAREDES - FLEXÃO

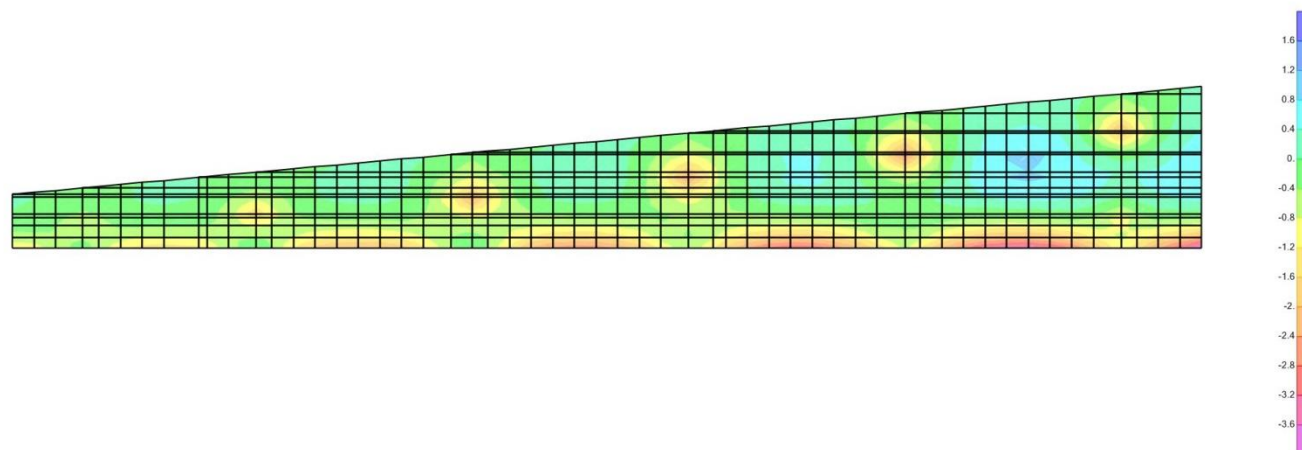
Resultant M11 Diagram (ELU)

▼ X



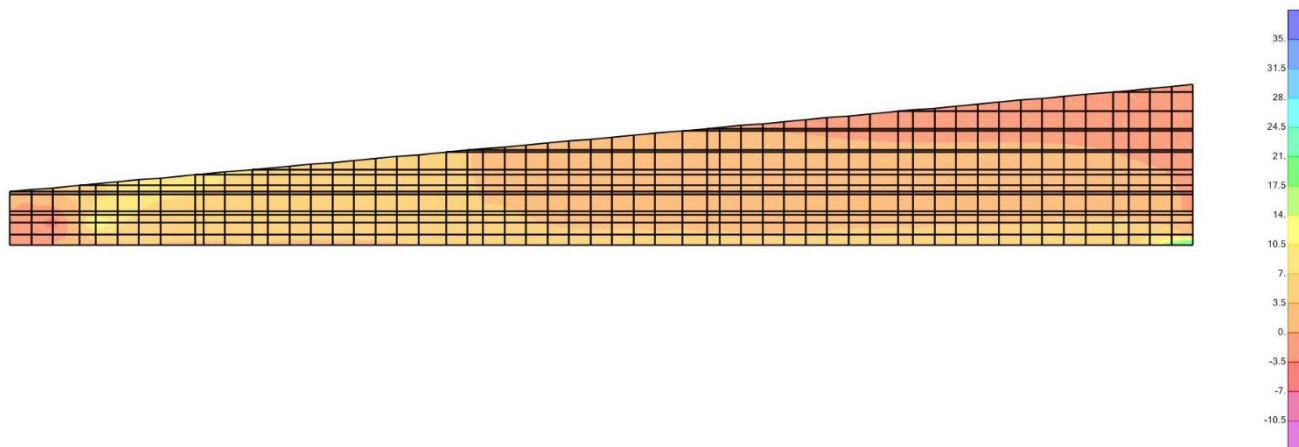
Resultant M22 Diagram (ELU)

▼ X

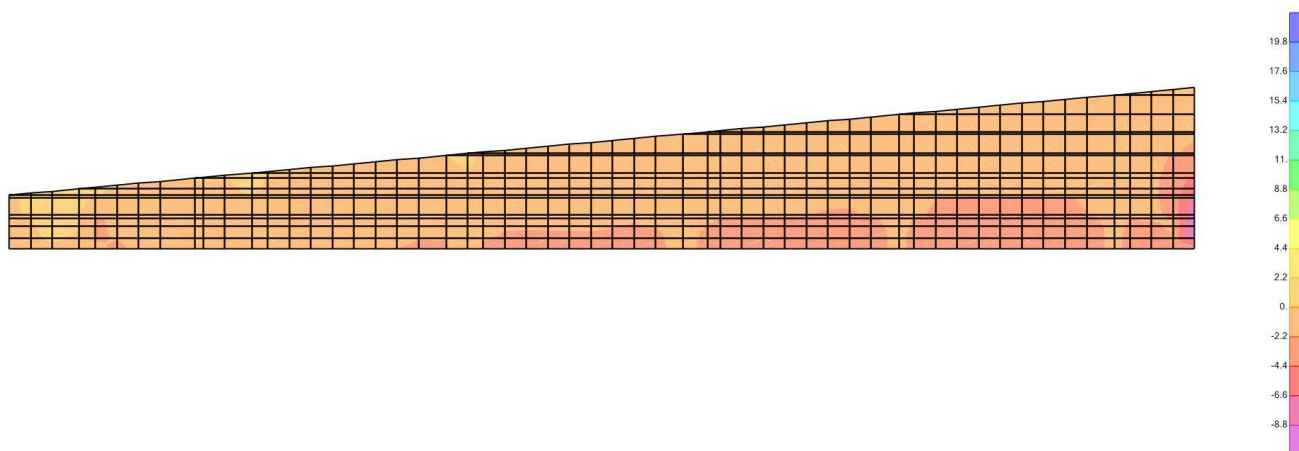


## PAREDES – FORÇA NORMAL

Resultant F11 Diagram (ELU) ✕

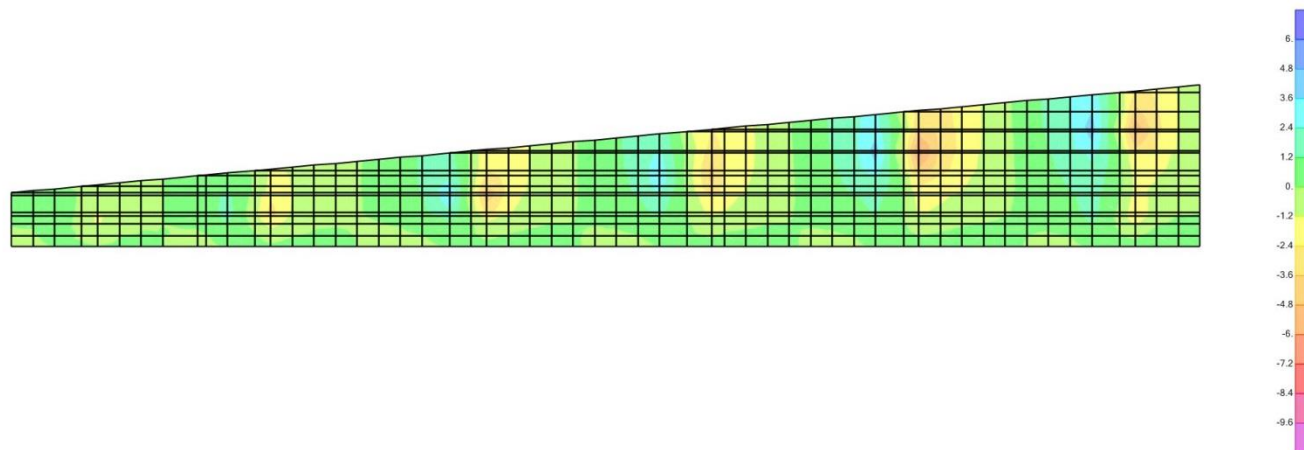


Resultant F22 Diagram (ELU) ✕

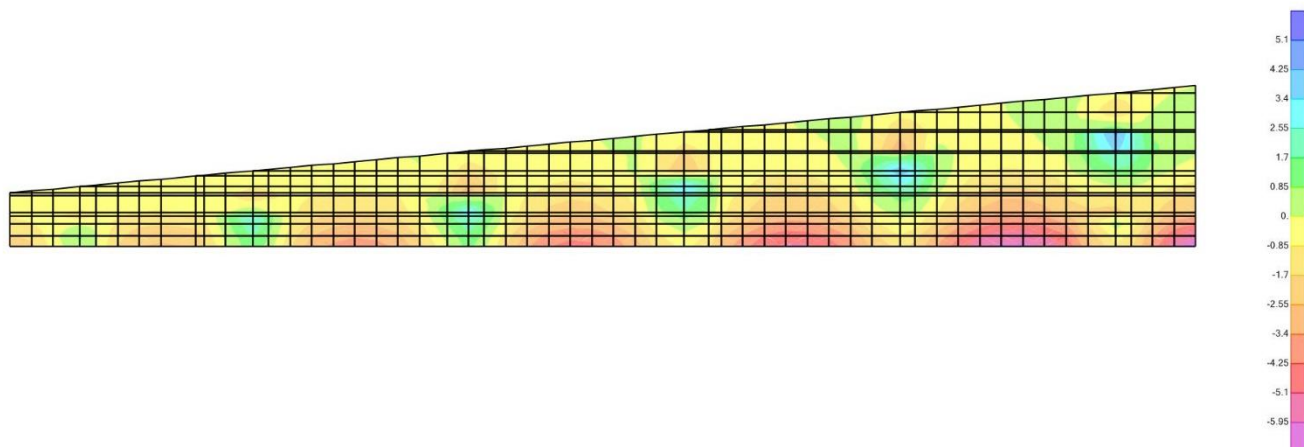


## PAREDES - CISALHAMENTO

Resultant V13 Diagram (ELU) x



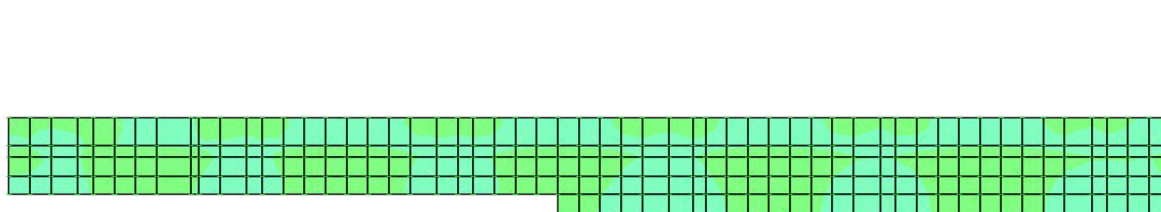
Resultant V23 Diagram (ELU) x



## LAJE DE FUNDO - FLEXÃO

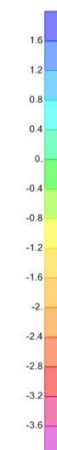
Resultant M11 Diagram (ELU)

✕



Resultant M22 Diagram (ELU)

✕

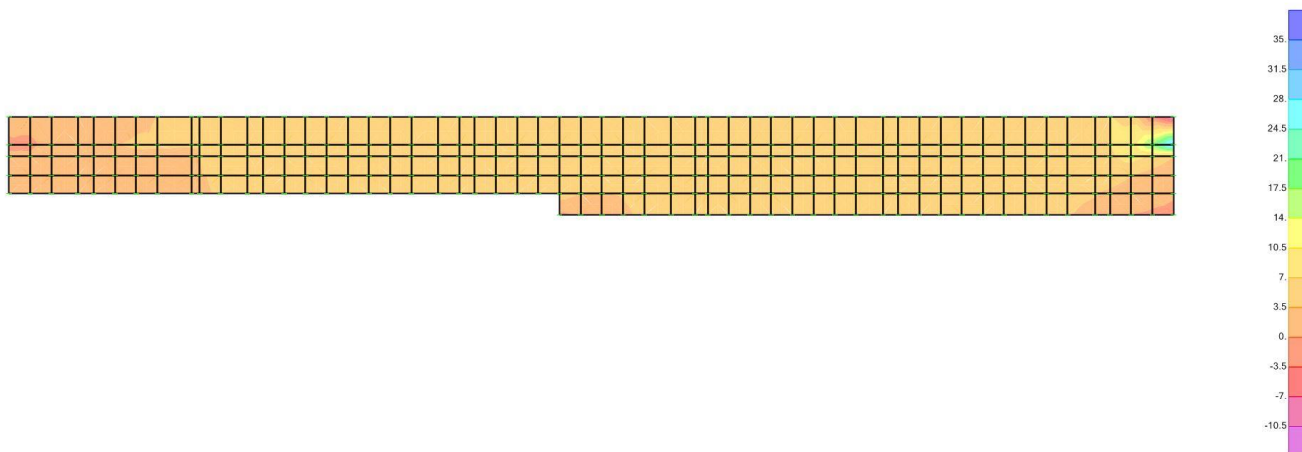




## LAJE DE FUNDO – FORÇA NORMAL

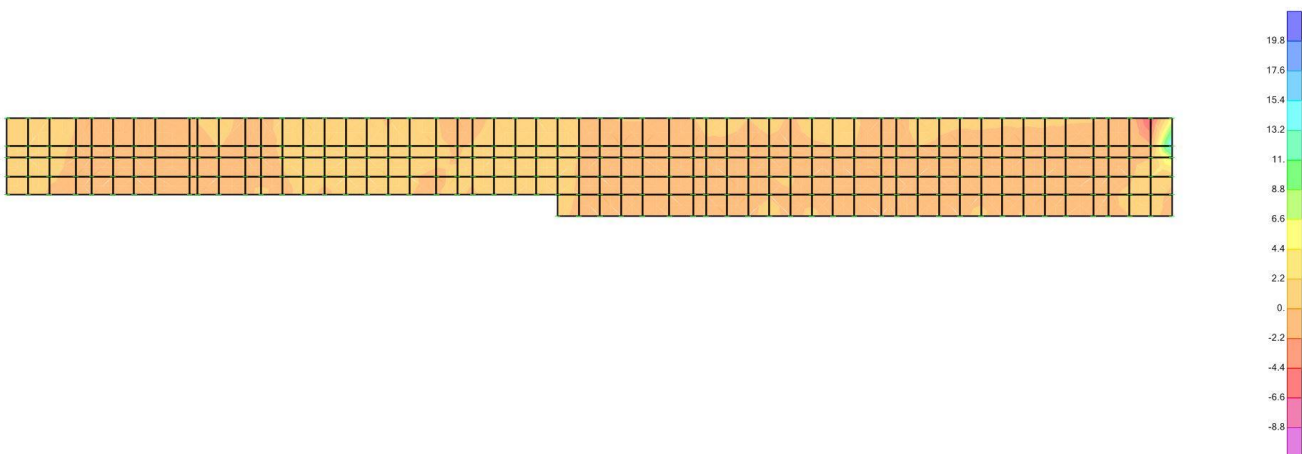
Resultant F11 Diagram (ELU)

→



Resultant F22 Diagram (ELU)

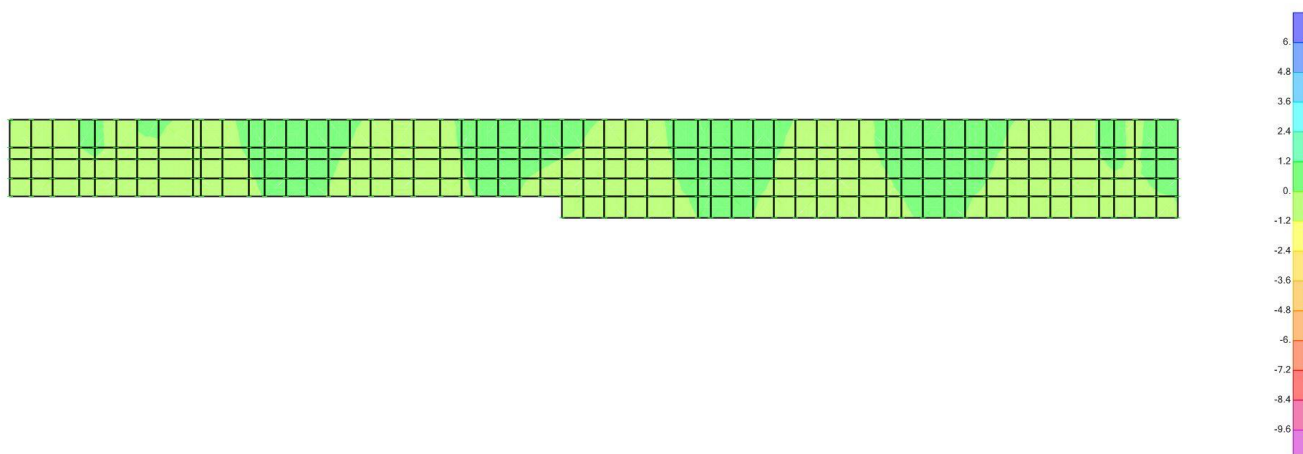
→



## LAJE DE FUNDO - CISALHAMENTO

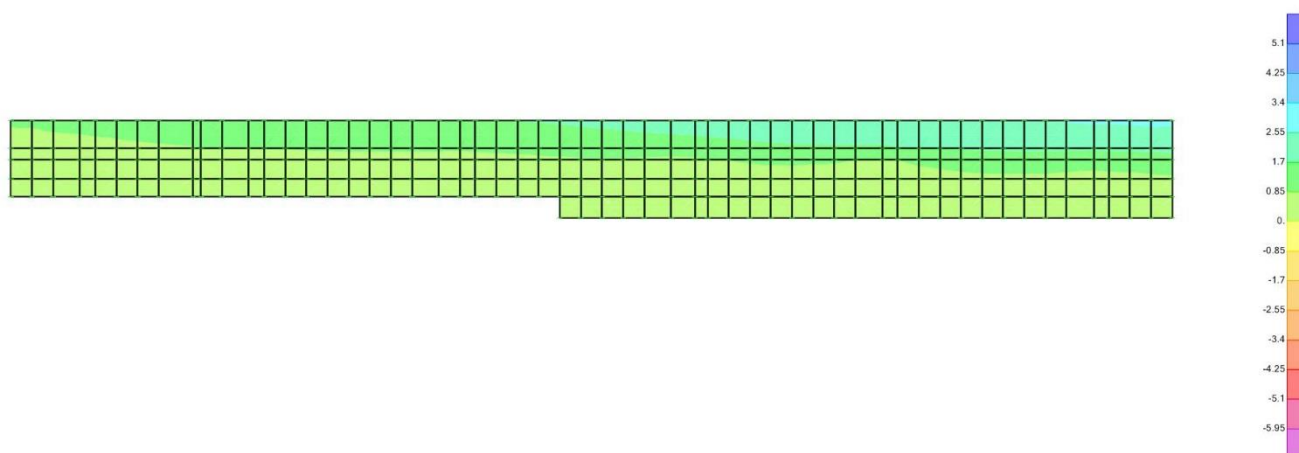
Resultant V13 Diagram (ELU)

▼ X



Resultant V23 Diagram (ELU)

▼ X



## DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Peso específico = 25 kN/m<sup>3</sup>

Módulo de elasticidade secante  $E_{sec} = 26 \text{ GPa}$ .

Cobrimento mínimo para as peças = 4 cm.

Abertura Limite de Fissuras  $W_k \leq 0,3\text{mm}$

Coeficiente de ponderação para o concreto  $\gamma_c = 1,4$

Aço CA50 – Armadura frouxa em barras.

$$F_{yk} = 500 \text{ Mpa}$$

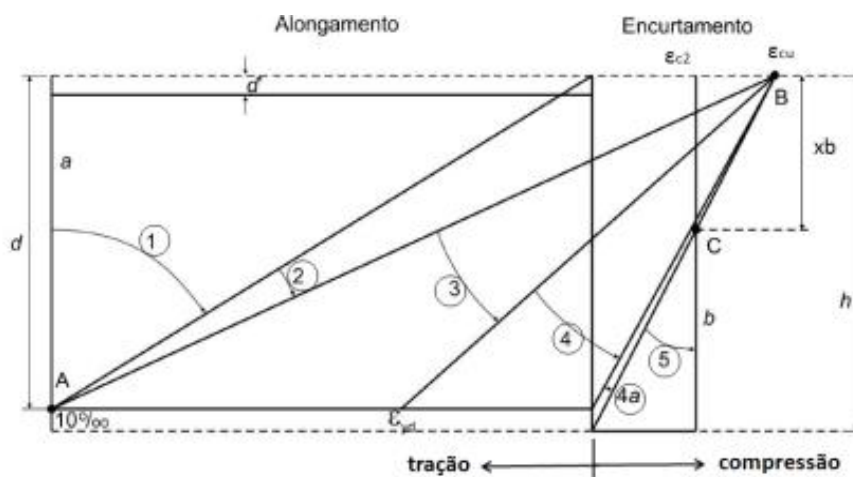
As estruturas das paredes e lajes de fundo serão analisadas à Flexão Oblíqua Composta, tendo as áreas de aço determinadas conforme as prescrições da NBR 6118:2014. São verificadas também as resultantes das bielas de concreto assim como verificação ao cisalhamento dos elementos laminares ( $b_w \geq 5h$ ).

Apresentamos a seguir as premissas de análise do Software:

De acordo com a ABNT NBR 6118:2014, a distribuição das tensões no concreto é feita de acordo com o diagrama parábola-retângulo, com tensão de pico igual a  $(0,85.f_{cd})$ . Esse diagrama pode ser substituído pelo retângulo de profundidade  $(y = \lambda.x)$ , onde o valor do parâmetro  $(\lambda)$  pode ser tomado igual a:

$$\lambda = 0,8 \text{ para } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} \text{ , ou,}$$

$$\lambda = 0,8 - \frac{f_{ck} - 50}{400} \text{ para } f_{ck} > 50 \text{ MPa}$$



## – Domínios de Dimensionamento do Concreto Armado

Ruptura por deformação plástica excessiva da armadura:

Reta a – corresponde à tração uniforme.

Domínio 1 – tração não uniforme sem compressão.

Domínio 2 – flexão simples ou composta sem ruptura à compressão do concreto ( $\varepsilon_c < 0,35\%$ ) e com o máximo alongamento permitido para o aço ( $\varepsilon_s < 1,0\%$ ).

Ruptura por encurtamento do concreto:

Domínio 3 - flexão simples (seção sub-armada) ou composta com ruptura à compressão do concreto e com escoamento do aço ( $\varepsilon_s > \varepsilon_{yd}$ ).

Domínio 4 – flexão simples (seção super-armada) ou composta com ruptura à compressão do concreto e aço tracionado sem escoamento ( $\varepsilon_s < \varepsilon_{yd}$ ).

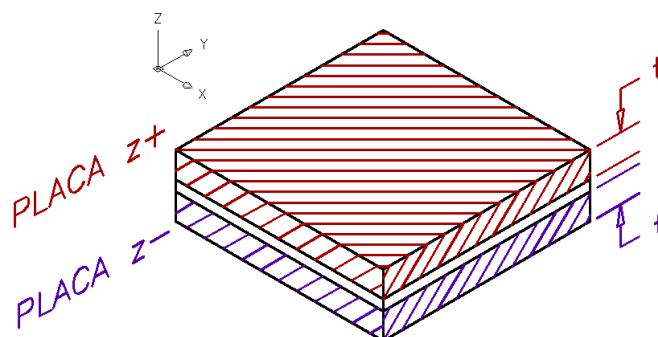
Domínio 4a – flexão composta com armaduras comprimidas.

Domínio 5 – compressão não uniforme, sem tração.

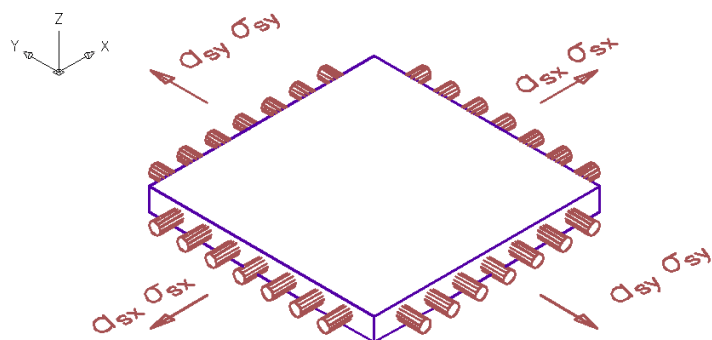
Reta b – compressão uniforme.

No caso em que existe mais de uma camada de armadura e queiramos aproveitar toda a armação longitudinal existente na seção, tais como as costelas e a armadura de compressão, o procedimento para a determinação do momento de ruptura da seção deverá ser iterativo.

O dimensionamento dos elementos de concreto armado, será efetuado por meio de software específico de análise de estruturas laminares de concreto armado, conforme descrito a seguir.

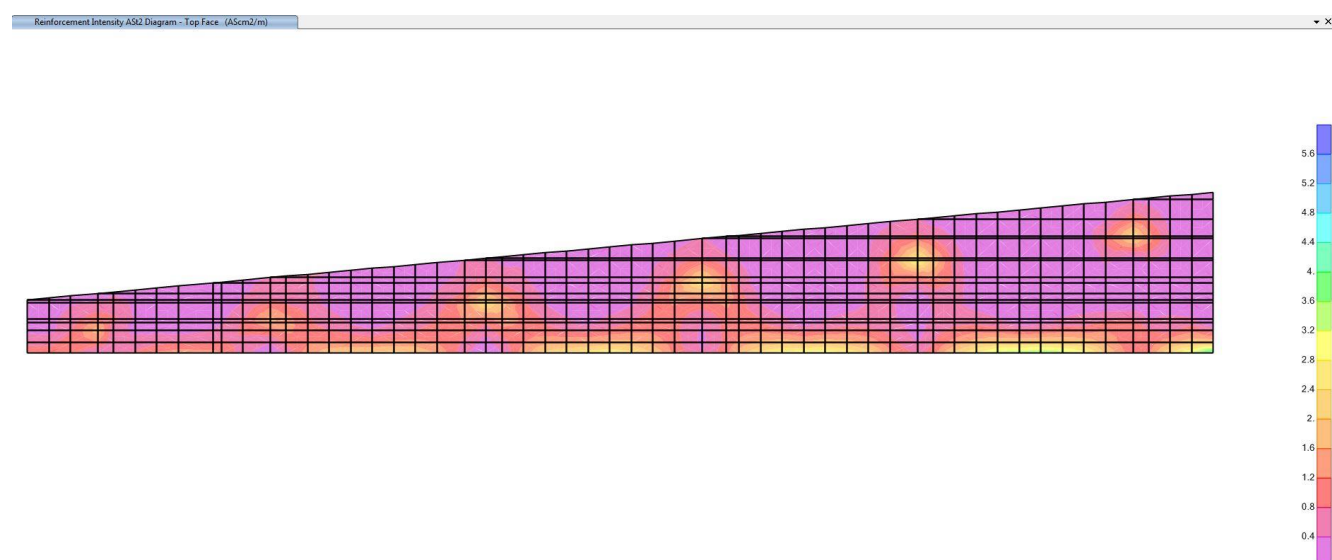


Definidas as espessuras das peças e a determinação do C.G das Barras, o software dimensiona a armação necessária para combater todos os esforços atuantes em cada caso de combinação analisada ou seja, para cada combinação de esforços de cálculo a armação necessária é dimensionada sendo apresentada como resposta em cada face da peça a armação máxima necessária.

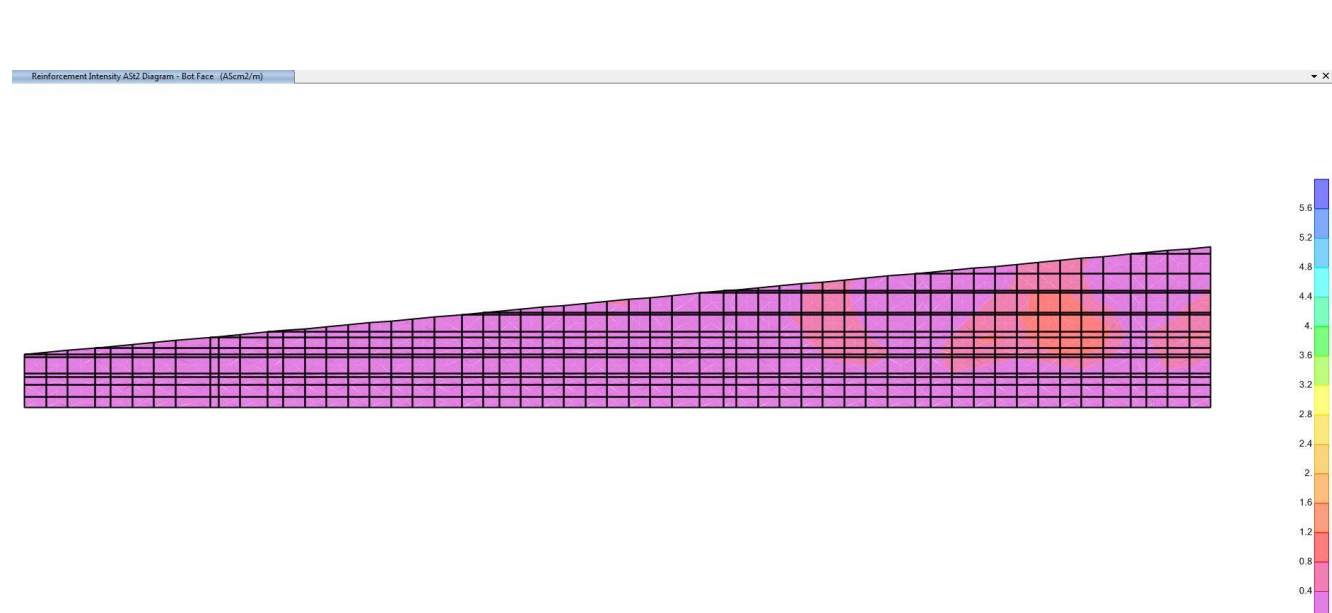


A verificação do dimensionamento estrutural lajes será efetuado para a envoltória de carregamentos máximos e mínimos.

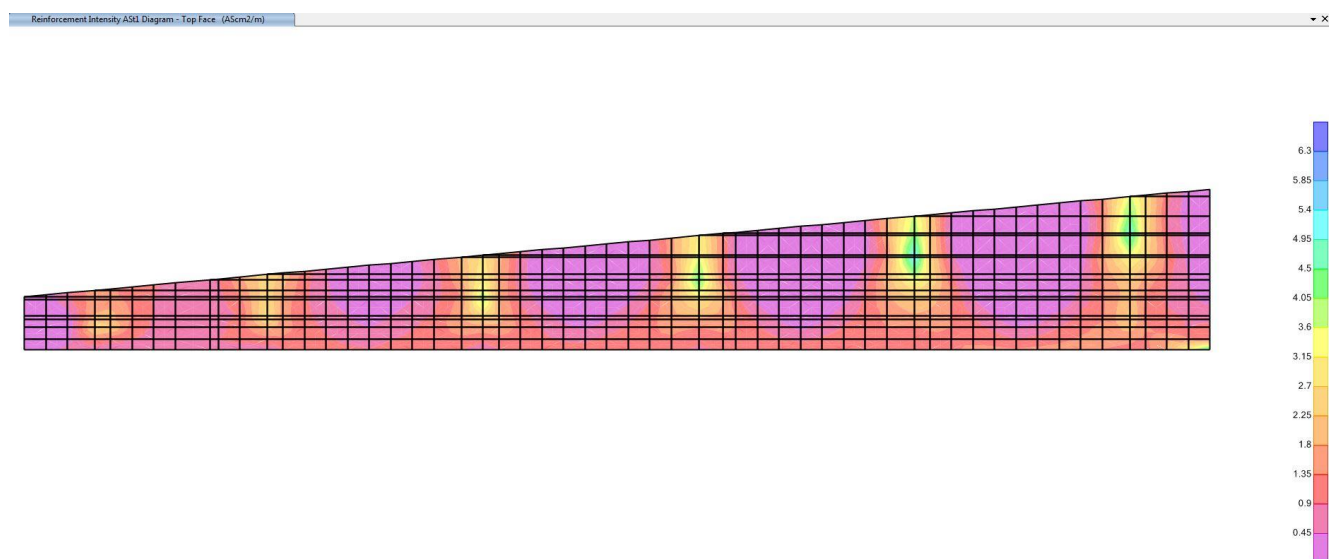
### PAREDES - ARMAÇÃO VERTICAL – FACE INTERNA



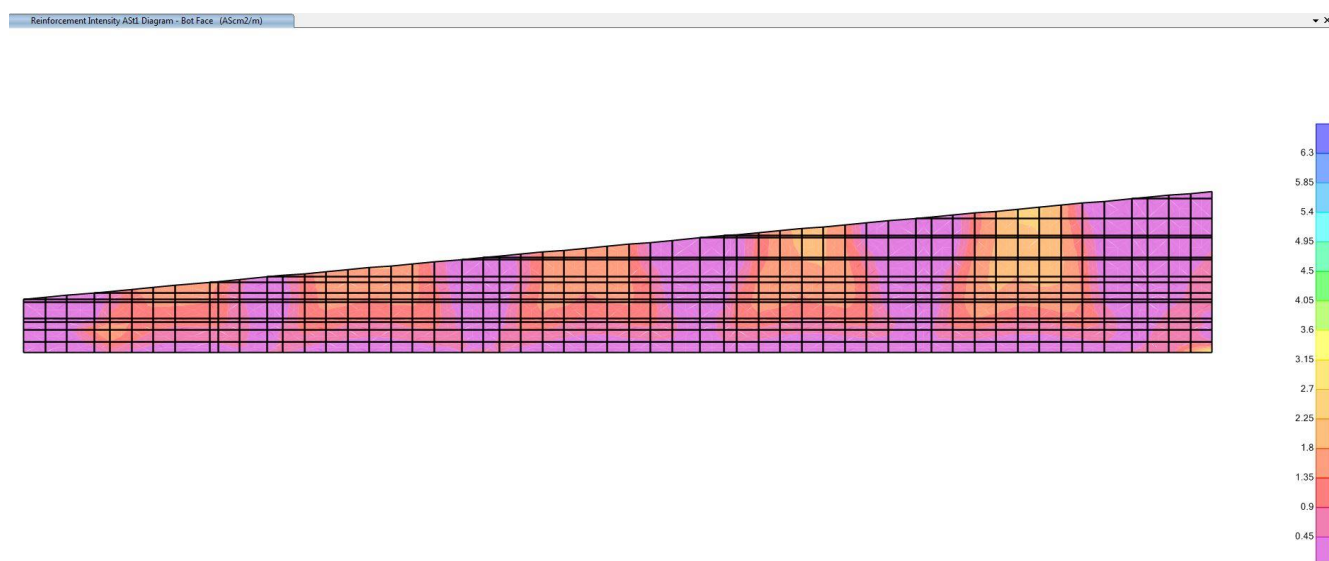
### PAREDES - ARMAÇÃO VERTICAL – FACE EXTERNA



## PAREDES - ARMAÇÃO HORIZONTAL – FACE INTERNA



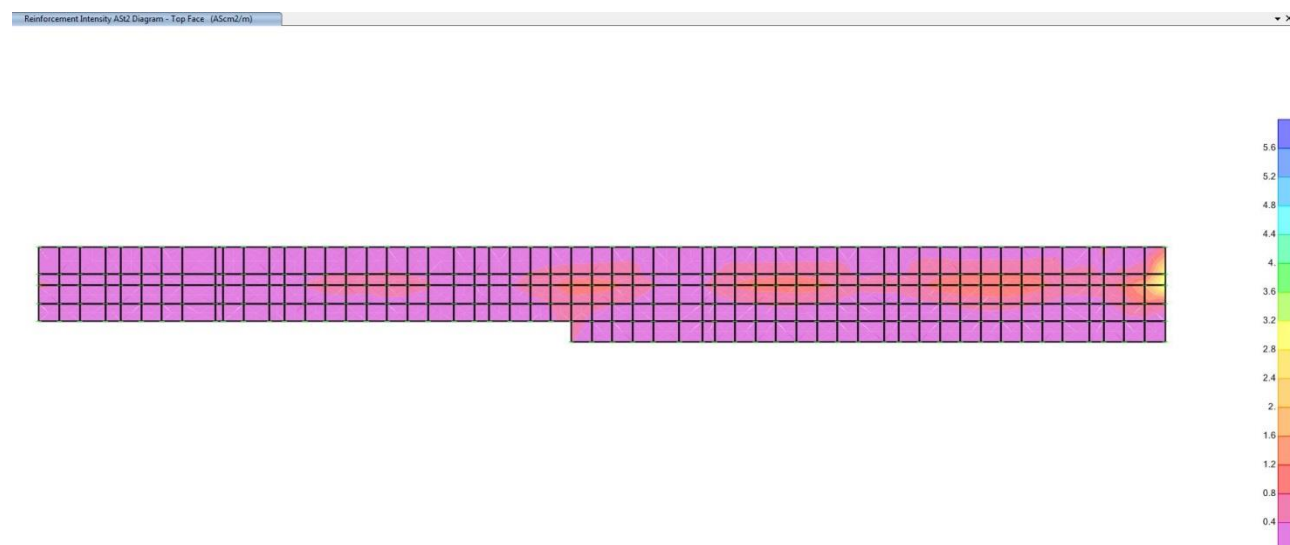
## PAREDES - ARMAÇÃO HORIZONTAL – FACE EXTERNA



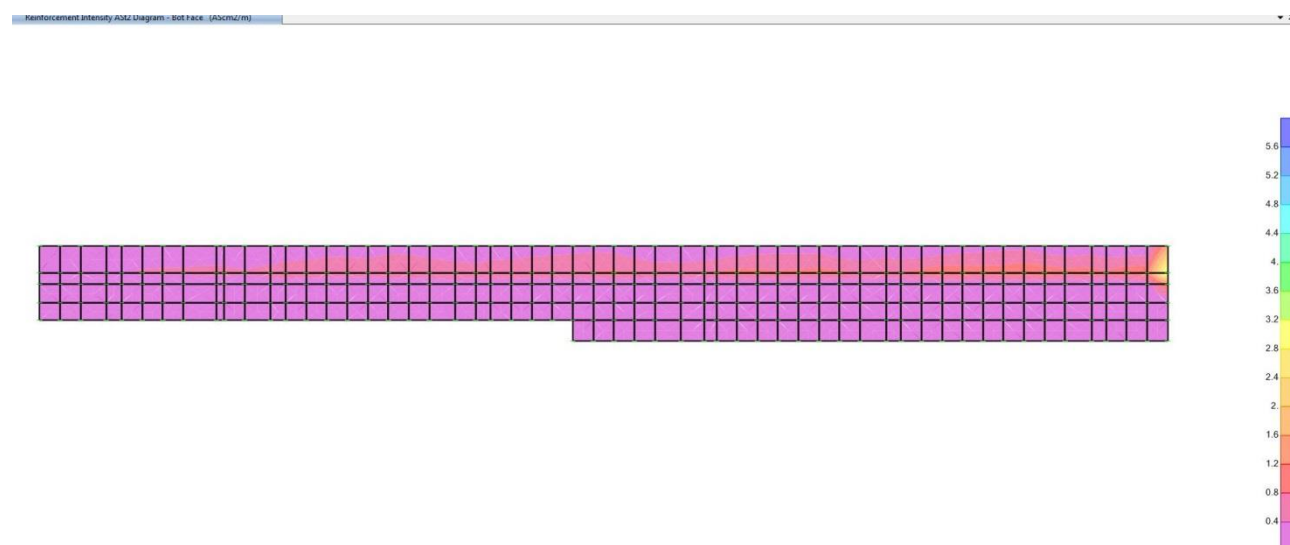
Portanto, a armação vertical e horizontal de Ø12,5 c/15 atende plenamente á necessidade estrutural.



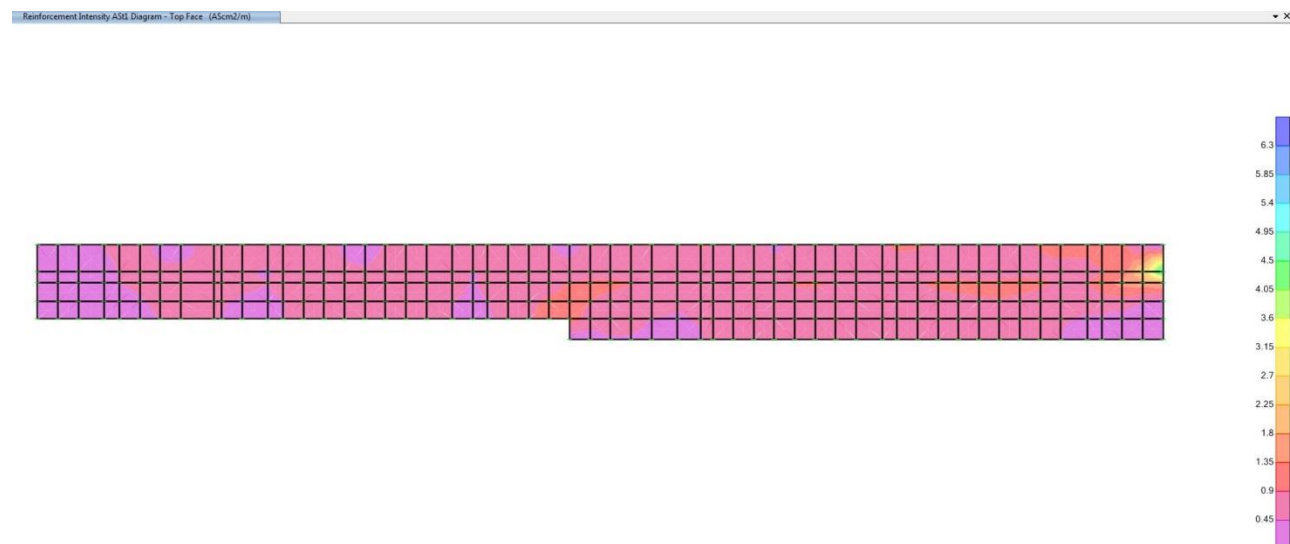
## LAJE DE FUNDO - ARMAÇÃO VERTICAL – FACE INTERNA



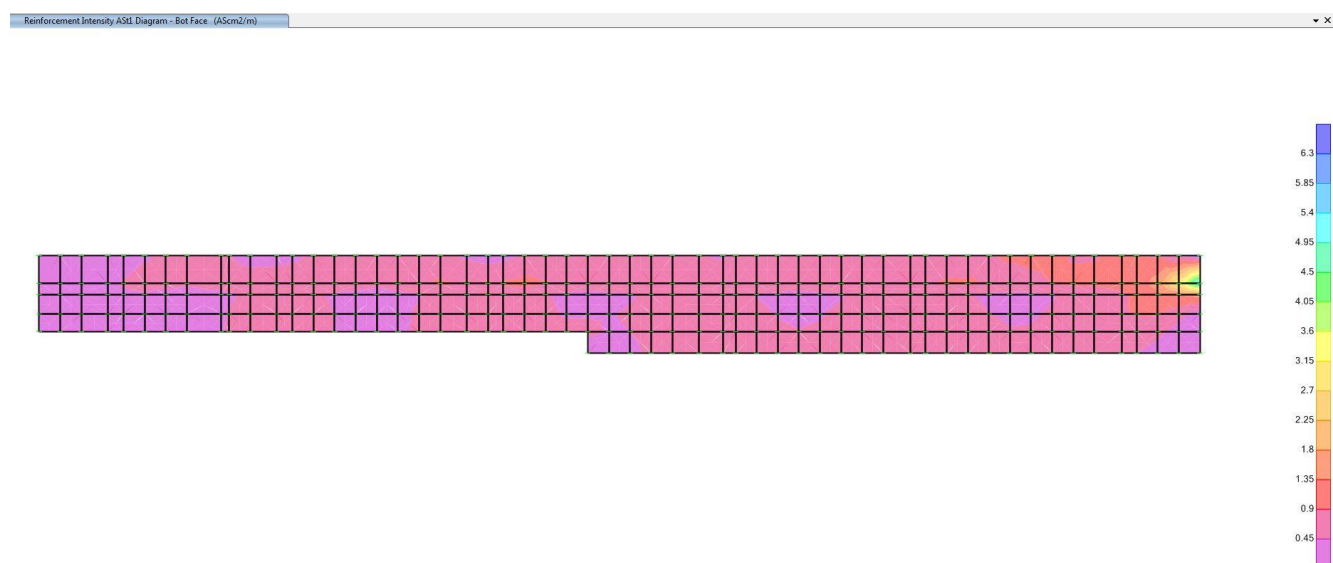
## LAJE DE FUNDO - ARMAÇÃO VERTICAL – FACE EXTERNA



## LAJE DE FUNDO - ARMAÇÃO HORIZONTAL – FACE INTERNA



## LAJE DE FUNDO - ARMAÇÃO HORIZONTAL – FACE EXTERNA



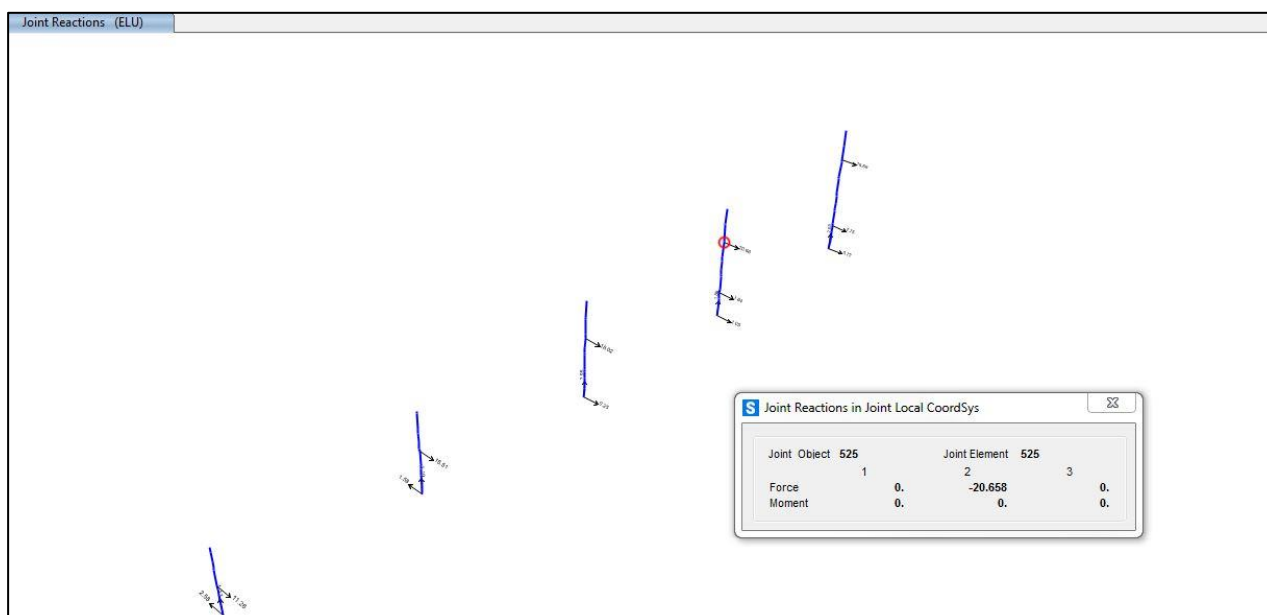
Portanto, a armação vertical e horizontal de Ø12,5 c/15 atende plenamente à necessidade estrutural.

CISALHAMENTO EM LAJES - NBR 6118:2014					
Peça:	Parede do Muro				
Vd (kgf/m)	h (cm)	d (cm)	fck (Mpa)	As (cm <sup>2</sup> /m)	Nd(kgf)
6100	30	25	30	7.5	0
τrd(Mpa)	τwu1(Mpa)	k	ρ1	τwd(Mpa)	0,15σcp
0.366885966	0.6537908	1.35	0.003	0.244	0
Vdmáx (kgf/m)	Cortante máxima p/ o qual não precisa armar				
16345					

CISALHAMENTO EM LAJES - NBR 6118:2014					
Peça:	Laje de fundo - Muro				
Vd (kgf/m)	h (cm)	d (cm)	fck (Mpa)	As (cm <sup>2</sup> /m)	Nd(kgf)
3450	30	25	30	7.5	0
τrd(Mpa)	τwu1(Mpa)	k	ρ1	τwd(Mpa)	0,15σcp
0.366885966	0.6537908	1.35	0.003	0.138	0
Vdmáx (kgf/m)	Cortante máxima p/ o qual não precisa armar				
16345					

## DIMENSIONAMENTO DAS CINTAS DE TRAVAMENTO (TIRANTES)

As cintas de travamento serão dimensionadas á flexo-tração para a cinta mais solicitada.



Projeto estrutural: MURO DE CONTENÇÃO

Peça estrutural: CINTA DE TRAVAMENTO

Programa DimSec

FLEXÃO NORMAL COMPOSTA - DIMENSIONAMENTO

Norma: NBR 6118

SEÇÃO RETANGULAR

Armadura em duas bordas

Largura b da seção = 30.0 cm

Altura total h da seção = 60.0 cm

Distância dlinha1 = 6.0 cm

Distância dlinha2 = 6.0 cm

Características dos materiais:

fck = 0.30 tf/cm<sup>2</sup> gamaC = 1.40

fyk = 5.00 tf/cm<sup>2</sup> gamaS = 1.15

Módulo de elasticidade do aço Es = 2100 tf/cm<sup>2</sup>

Esforços solicitantes de cálculo:

Nd = -21 tf Md = 12.4 tf.m

RESULTADOS:

Armadura em baixo: As1 = 8.03 cm<sup>2</sup>

Armadura em cima: As2 = 0.00 cm<sup>2</sup>

Armadura total: Astot = 8.03 cm<sup>2</sup>

Braço de alavanca z = 52. cm

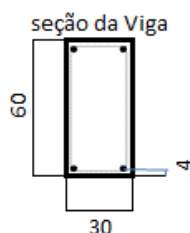
X - X - X

Adotado 3Ø20mm – ca50

## DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO

### 1. Dados de entrada

Vd = 142 kN  
fck = 30 MPa  
h = 60 cm  
b = 30 cm  
c = 4 cm  
Aço CA-50



Legenda:

Vd = força cortante de cálculo  
h = altura da viga  
b = base da viga  
c = cobrimento

### 2. Verificação do Concreto

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 855.36 \text{ kN} \quad \text{OK} \quad \text{onde: } \alpha_v = 1 - f_{ck}/250$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = f_{ck} / 1,4$$

### 3. Cálculo de Vco

$$V_{co} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 145.98 \text{ kN} \quad \text{onde: } f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / 1,4$$

### 4. Cálculo da Armadura Transversal

$$V_{rd3} = V_c + V_{sw}$$

1  $V_c = 0$  Elementos estruturais tracionados, quando a linha neutra se situa fora da seção

2  $V_c = V_{co}$ : Na flexão simples e na flexo-tração, com linha neutra cortando a seção

3  $V_c = V_{co} \cdot (1 + M_o / M_{sdmax}) \leq 2V_{co}$  na flexão-composta

então  $V_c = 2$

$$V_{sw} = -3.98 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = -0.18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima

$$A_{swmin} = 3.60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

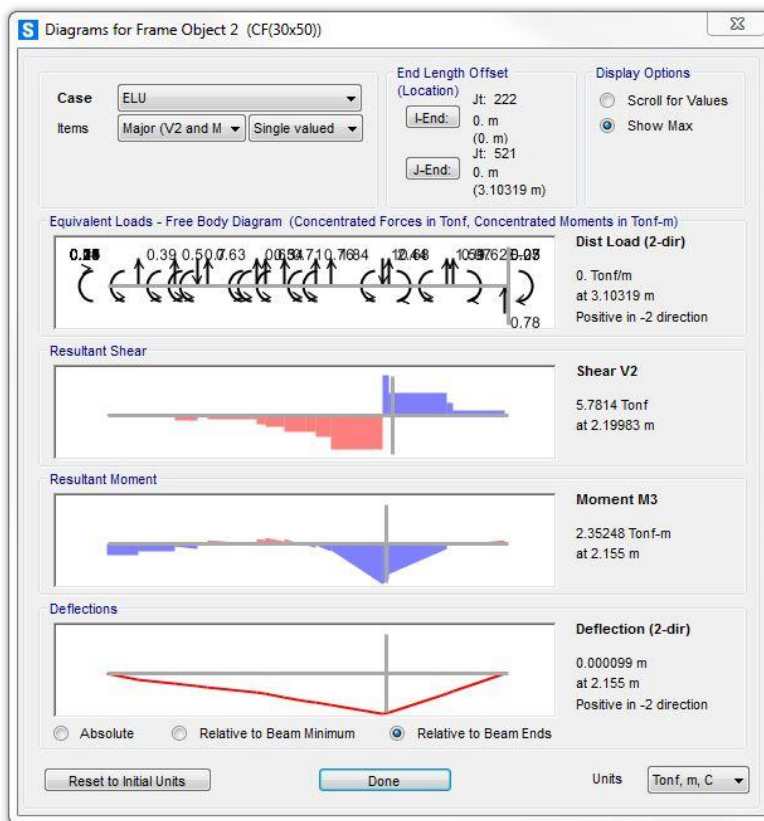
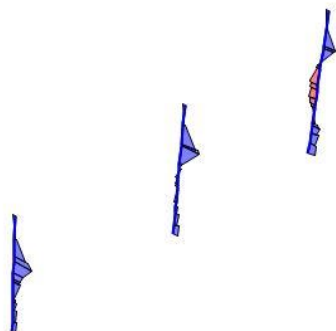
$$\text{então } A_{sw} = 3.60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{número de ramos: } 2$$

$$\text{Diâmetro do estribo: } \varnothing 6.3 \text{ c/ } 17$$

$$\text{espaçamento máximo } 30$$

## DIMENSIONAMENTO DOS CONTRA-FORTES



**Projeto estrutural: MURO DE CONTEÇÃO**

**Peça estrutural: CONTRA-FORTE**

**Programa FNS2**

## **DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR À FLEXÃO NORMAL SIMPLES**

Norma: NBR 6118

Dimensões da seção:

Largura  $b_w$  da seção = 30.0 cm  
Altura total  $h$  da seção = 80.0 cm  
Altura útil  $d$  da seção = 74.0 cm  
Distância  $d_{linha}$  = 6.0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0.30 \text{ tf/cm}^2$                        $\gamma_{maC} = 1.40$   
 $f_{yk} = 5.00 \text{ tf/cm}^2$                        $\gamma_{maS} = 1.15$

Módulo de elasticidade do aço  $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada:  $\Phi_{Barra} = 16 \text{ mm}$

$M_d = 2.4 \text{ tf.m}$

### **RESULTADOS:**

As armaduras foram calculadas com o momento mínimo  $M_{dmin} = 9.6 \text{ tf.m}$

Armadura  $A_{s1} = 3.09 \text{ cm}^2$   
Armadura  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$

$A_{s1min} = 3.60 \text{ cm}^2$

Armadura mínima p/combater fissuração:  
 $A_{s1min} = 5.04 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca  $z = 71.8 \text{ cm}$

Armadura de pele:  $2.40 \text{ cm}^2$ , de cada lado,  
numa altura de  $73.2 \text{ cm}$

X - X - X

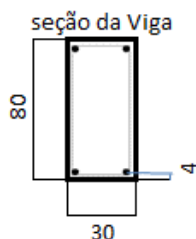
Adotado  $4\Phi 16\text{mm} - ca50$



## DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO

### 1. Dados de entrada

Vd = 58 kN  
fck = 30 MPa  
h = 80 cm  
b = 30 cm  
c = 4 cm  
Aço CA-50



Legenda:

Vd = força cortante de cálculo  
h = altura da viga  
b = base da viga  
c = cobrimento

### 2. Verificação do Concreto

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 1160.85 \text{ kN} \quad \text{OK} \quad \text{onde: } \alpha_v = 1 - f_{ck}/250$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = f_{ck}/1,4$$

### 3. Cálculo de Vco

$$V_{co} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 198.12 \text{ kN} \quad \text{onde: } f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / 1,4$$

### 4. Cálculo da Armadura Transversal

$$V_{rd3} = V_c + V_{sw}$$

1 Vc = 0 Elementos estruturais tracionados, quando a linha neutra se situa fora da seção

2 Vc = Vco: Na flexão simples e na flexo-tração, com linha neutra cortando a seção

3 Vc = Vco \* (1 + Mo/Msdmax) ≤ 2Vco na flexão-composta

então Vc = 2

$$V_{sw} = -140.12 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = -4.71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima

$$A_{swmin} = 3.60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

então Asw = 3.60 cm<sup>2</sup>/m

número de ramos: 2

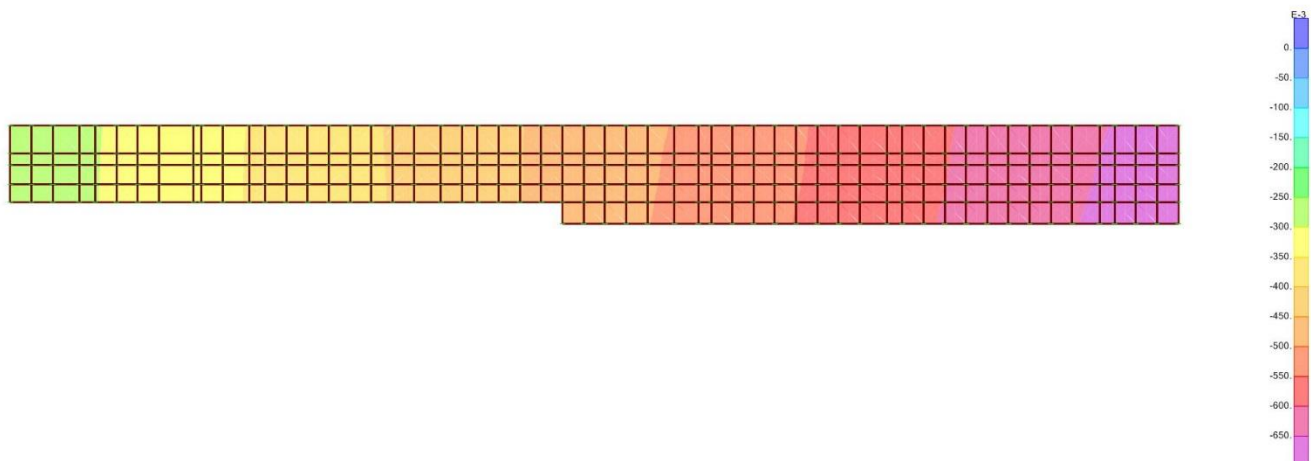
Diâmetro do estribo: Ø 6.3 c/ 17

espaçamento máximo 30

## PRESSÃO DE CONTATO COM O SOLO

Soil Pressure (PRESSÃO\_SOLO)

✕



Tensão máxima de contato = 0,65 Kg/cm<sup>2</sup>

Laje totalmente comprimida (100%)

## 13.0 VERIFICAÇÃO E ALTERAÇÃO DEVIDO INTERFERÊNCIA COM CEMIG

### 13.1 INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta o dimensionamento estrutural das estruturas que compõem o apoio 4 do Viaduto da Rua Benjamin Constant – Juiz de fora – MG.

A verificação se faz necessária, uma vez que, devido a interferência do projeto estrutural com cabeamento da CEMIG será necessário adequar o projeto estrutural.

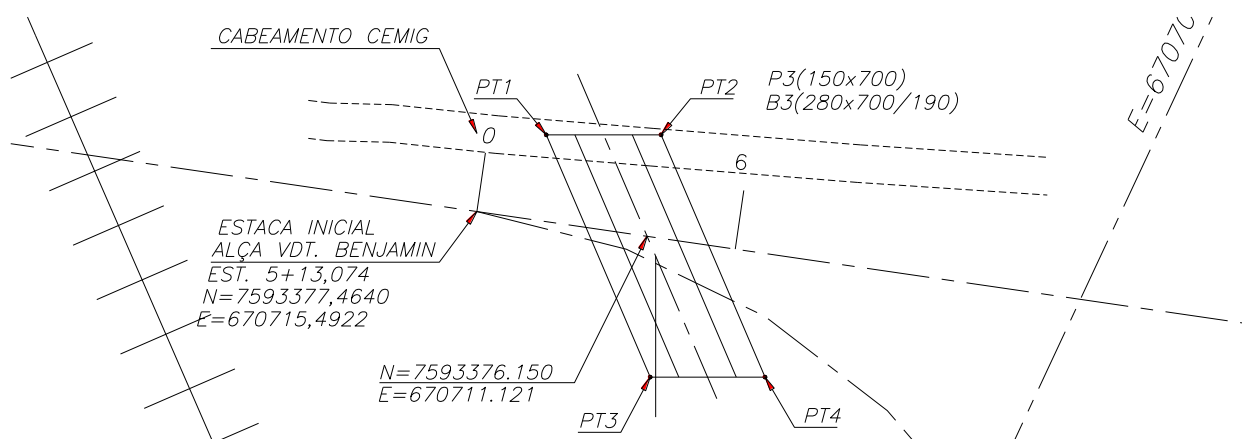


Figura 4 – Interferência entre estrutura e cabeamento da CEMIG

### 13.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA OAE

A intervenção é constituída de 11 (onze) vãos, sendo 10 vãos contínuos com comprimentos entre 16m e 21,5 m entre apoios e 1 (um) vão isostático sobre a linha férrea com comprimento de 28,5m.

No trecho sobre a linha férrea a seção transversal do tabuleiro possui 8,00m de largura e é composta de 4 vigas metálicas. A laje sobre as vigas metálicas, que formará o tabuleiro da pista de rolamento, será executada sem a utilização de cimbramentos convencionais, devendo ser executada através do capeamento de concreto sobre pré-lajes pré-moldadas e lançadas sobre as vigas metálicas, servindo de forma para a concretagem do capeamento e incorporando a laje devido ao atrito entre os concretos de etapas distintas como também pela união promovida pelas treliças eletrosoldadas projetadas nas pré-lajes. A união da laje composta do tabuleiro com as vigas metálicas se dará pela presença de conectores metálicos tipo “stud bolts”, devidamente soldados na mesa superior das longarinas metálicas. O sistema de grelha metálica de vigamentos, longarinas mistas e laje do tabuleiro define a superestrutura da O.A.E neste ponto. O apoio das longarinas nas vigas travessas se dará sobre aparelhos de apoio em neoprenes fretados com chapas de aço.

Nos demais vãos da OAE a seção transversal é formada por uma laje lisa convencional em concreto armado com espessura constante de 65cm.

A mesoestrutura da O.A.E. será definida por n apoios compostos de pilares únicos centrais com uma travessa superior em “T” com dois balanços, um para cada lado, com

seção e comprimentos suficientes para receber os aparelhos de apoio e longarinas metálicas os a laje maciça.

A infraestrutura da O.A.E. será definida por blocos de fundação sobre estacas raíz, solução definida após análise dos boletins de sondagem e os devidos estudos de capacidade de carga e interação estaca-solo.

Para contornar a interferência da fundação do apoio 4 (Bloco B3) e o cabeamento da CEMIG, a estrutura de fundação será deslocada.

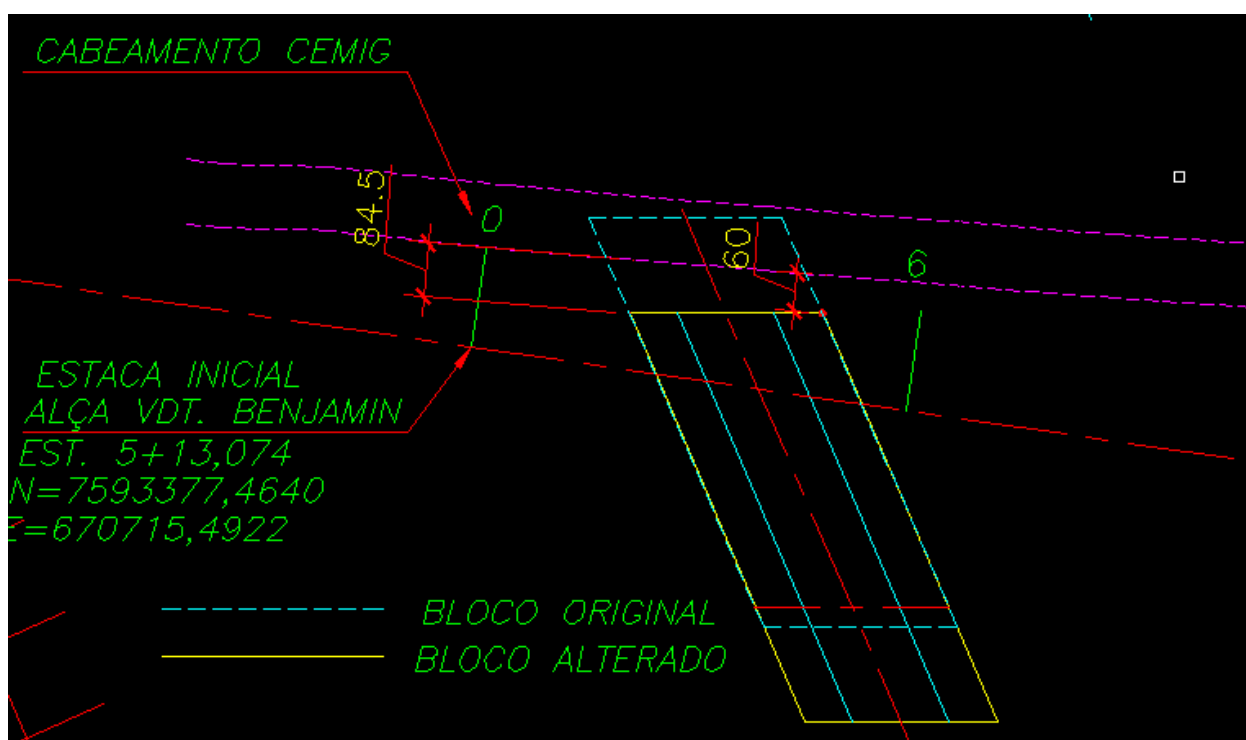


Figura 5 – Alteração na localização da fundação

### 13.3 PROPRIDADES DOS MATERIAIS

Concreto estrutural

Resistência característica a compressão<sup>1</sup> ( $f_{ck}$ )

Superestrutura.....	35MPa
Mesoestrutura.....	30MPa
Infraestrutura.....	30MPa
Estacas.....	20MPa

Resistência característica média a tração<sup>2</sup> ( $f_{tk, med}$ )

Superestrutura.....	3,21MPa
Mesoestrutura.....	2,90MPa
Infraestrutura.....	2,90MPa
Estacas.....	2,21MPa

Módulo de elasticidade secante<sup>3</sup> ( $E_{cs}$ )

Superestrutura.....	29403MPa
Mesoestrutura.....	26838MPa
Infraestrutura.....	26838MPa
Estacas.....	21287MPa

Coeficiente de poisson.....	0,2
Coeficiente de dilatação térmica.....	10-5°C-1
Peso específico do concreto.....	25kN/m <sup>3</sup>
Tipo de cimento previsto.....	CPIII ou CPIV
Cobrimento Nominal <sup>4</sup> (CAA II) – Armaduras passivas.....	30mm

### Notas

1 - Resistência característica aos 28 dias;

2 - A resistência média a tração foi determinada segundo as prescrições do item 8.2.5 (pg. 22) da NBR 6118:2014. Para os concretos especificados tem-se:

$$f_{ct,m} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3,5MPa$$

3 - A determinação do módulo de elasticidade secante foi determinada seguindo as recomendações do item 8.2.8 (pg.23) da NBR 6118:2014.

$$E_{cs} = (0,80 + 0,2 \times \frac{f_{ck}}{80}) \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

4 – Os cobrimentos nominais adotados consideram tolerância de execução de 10 mm conforme prescrições do item 7.4.7.2 (pg. 19) da NBR6118:2014 e classe de agressividade ambiental II. Para os trechos em contato com o solo será adotado cobrimento nominal  $\geq$  5mm.

## 13.4 Aço para armadura passiva

Tensão de escoamento nominal.....	500MPa
Módulo de Elasticidade.....	210GPa
Coeficiente de poisson.....	0,3
Coeficiente de dilatação térmica.....	10-5 °C-1
Peso específico.....	78,50kN/m <sup>3</sup>

## 13.5 Pavimento

Peso específico.....	24,00kN/m <sup>3</sup>
----------------------	------------------------

## 13.6 Solo

Peso específico.....	18,00kN/m <sup>3</sup>
Ângulo de atrito.....	30°

## 14.0 MODELAGEM ESTRUTURAL DA OAE

### 14.1 Aspectos Gerais

A distribuição dos esforços entre cada um dos elementos que compõe a superestrutura e a sua interação com os demais elementos que compõe a ponte se dá de forma mais complexa. Salienta-se também, que a interação solo-estrutura não é algo que se possa quantificar analiticamente sem uso de equações diferenciais com razoável nível de complexidade. Frente a esta conjuntura, a determinação dos esforços solicitantes em cada elemento da estrutura foi feita por meio de modelos numéricos.

Dentre os diversos métodos de modelagem numérica existentes na literatura (Métodos dos Elementos Finitos, Método dos Elementos de Contorno, Métodos das Faixas Finitas, Método dos Elementos Finitos Generalizados, etc) optou-se pelo o uso do Método dos Elementos Finitos clássico, de agora em diante denominado no presente texto como MEF. Frente esta escolha, fez necessário o uso de um software capaz de gerar modelos de elementos finitos com facilidade de uso e confiabilidade garantida. Dentre os diversos softwares disponíveis no mercado optou-se pelo o uso do “CSiBridge” (versão 21.2.0).

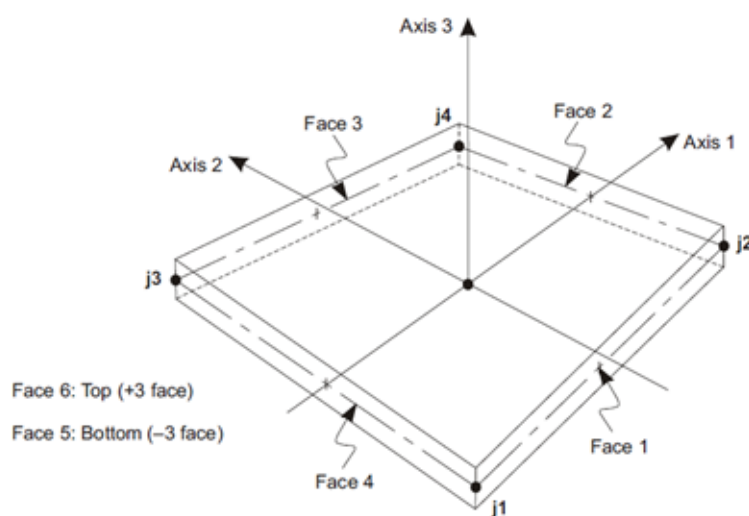
Nos modelos elaborados, quando se fez necessário modelar elementos estruturais planos delgados sujeitos a solicitações normais e tangenciais, utilizaram-se elementos finitos de casca delgada denominados pelo programa como “shell thin”. As shell's thin são elementos planos de quatro ou três nós cuja formulação combina o comportamento de membrana ao comportamento de flexão de placas delgadas.

A idealização matemática do comportamento de membrana usa uma formulação paramétrica que inclui todos os esforços decorrentes de deslocamentos no plano médio da casca e esforços decorrente do momento de torção paralelo ao eixo ortogonal ao plano médio da casca.

O comportamento a flexão da “shell thin” é formulado segundo a teoria de placas delgadas de Kirchhoff - Love.

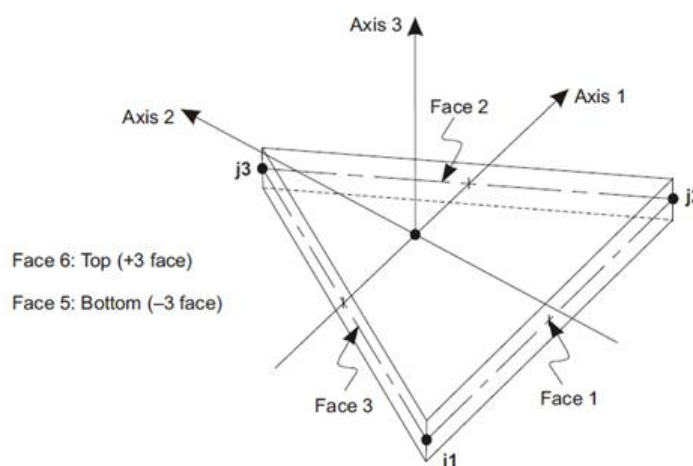
Cada “shell thin” possui um sistema de eixos locais na qual são definidas as orientações das propriedades dos materiais (recurso que possibilita a simulação de materiais anisotrópico e ortotrópico), carregamentos e esforços solicitantes.





Four-node Quadrilateral Shell Element

Figura 6 – Sistema de coordenadas de um elemento do tipo shell com quatro nós



Three-node Triangular Shell Element

Figura 7 – Sistema de coordenadas de um elemento do tipo shell com três nós

A matriz de rigidez destes elementos é obtida por meio de uma formulação isoparamétrica e integração numérica com o uso de quatro pontos de integração. As tensões e forças internas nos elementos são determinadas em 2x2 pontos de Gauss e extrapoladas para os nós do elemento.

Quando se fez necessário modelar elementos estruturais planos medianamente espessos (espessura maior que um décimo do vão) sujeitos a solicitações normais e tangenciais, utilizaram-se elementos finitos de casca medianamente espessa e denominados pelo programa como “shell thick”. O elemento “shell thick” se difere do elemento “shell thin” no seu comportamento a flexão. O elemento de shell thick possui seu comportamento a flexão baseado na teoria de Mindlin–Reissner para placas medianamente espessas.

Elementos estruturais que permitem a sua idealização por meio de elementos unidimensionais, tais como, pilares, vigas e estacas, foram modelados utilizando elementos finitos de pórtico espacial generalizado e denominados pelo programa com “Frame”. A

formulação das frame's inclui os efeitos da flexão biaxial, torção, deformação axial e distorções causadas pelas tensões tangenciais (formulação baseada na viga de Timoshenko). Cada elemento do tipo frame possui dois nós com seis graus de liberdade cada.

As frames possuem um sistema de eixo local onde são definidas as orientações das propriedades dos materiais, carregamentos e esforços solicitantes. A Figura 8 apresenta o sistema de coordenadas local do de um do tipo frame.

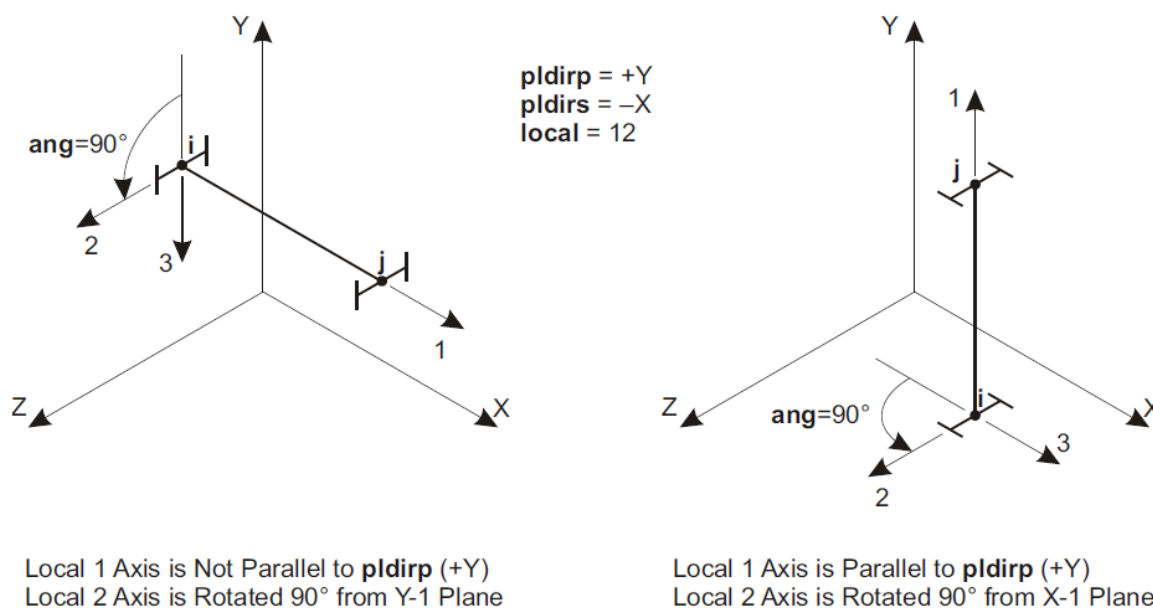


Figura 8 – Sistema de coordenadas de um elemento do tipo frame

A transferência de carga da superestrutura para a mesoestrutura foi feita por intermédio de um elemento que simula o aparelho de apoio.

A interface da estrutura com o solo foi modelada com o uso de molas elásticas, cujas rigezas foram calculadas com base nas propriedades da camada de suporte (solo ou rocha).

A acurácia dos modelos elaborados foi garantida com o uso de um número de elementos suficientes para que não haja diferença significativa entre os resultados obtidos com a presente malha e os resultados de uma malha com maior discretização. Em malhas elaboradas com elementos de cascas e elementos sólidos, evitou-se o uso de elementos com elevado grau de distorção e o uso de elementos triangulares (elementos com acurácia inferior aos elementos quadrilaterais).

A seguir são apresentados os dados de entrada referentes aos materiais e à geometria dos elementos estruturais da ponte.

## 14.2 Condições de contorno

Os aparelhos de apoio que promovem a interação entre a mesoestrutura e a superestrutura serão modelados com o uso de elementos especiais denominados como links. Para determinar a rigidez dos links em cada uma das direções ortogonais, foram utilizadas as propriedades geométricas e mecânicas dos aparelhos de apoio. Assim sendo, apresenta-se a seguir a determinação da rigidez em cada uma das direções ortogonais.

### 14.2.1 Rigidez a translação vertical

A rigidez a translação vertical foi determinada por meio da lei de Hooke simplificada para corpos reticulares. Assim sendo tem-se que:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E \longrightarrow \frac{F}{A} = \frac{\delta}{L} \cdot E \longrightarrow F = \frac{E \cdot A}{L} \cdot \delta$$

Onde:

$\sigma$  é a tensão axial no elemento,

$\varepsilon$  é a deformação do elemento;

$\delta$  é o deslocamento na extremidade do elemento;

E é o módulo de elasticidade do elemento;

A é área da seção transversal do elemento;

L é o comprimento original do elemento.

Sendo a rigidez definida como a constante que correlaciona uma força ao deslocamento provocado por esta força, tem-se que.

$$k_z = \frac{E \cdot A}{L}$$

Tomando “L” como espessura, a equação pode ser reescrita como:

$$k_z = \frac{E \cdot A}{t}$$

### 14.2.2 Rigidez a translação horizontal

De forma análoga ao apresentado no item --, a lei de Hooke pode ser rearranjada da seguinte forma:

$$\gamma = \frac{\tau}{G} \rightarrow tg \gamma = \frac{\Delta}{t} = \frac{\tau}{G} \rightarrow \frac{F}{A \cdot G} = \frac{\Delta}{t}$$

Tomando “ $\Delta$ ” igual a um, a equação pode ser reescrita como:

$$k_x = k_y = \frac{A \cdot G}{t}$$

Onde

A é área da seção transversal do elemento;

G é o módulo de elasticidade transversal do neoprene;

t é a espessura do elemento.

### 14.2.3 Aplicação no modelo elaborado

Com as dimensões dos aparelhos de apoio e as formulações apresentadas nos itens -- e 14.2.2, é calculada a rigidez equivalente em todas as direções.

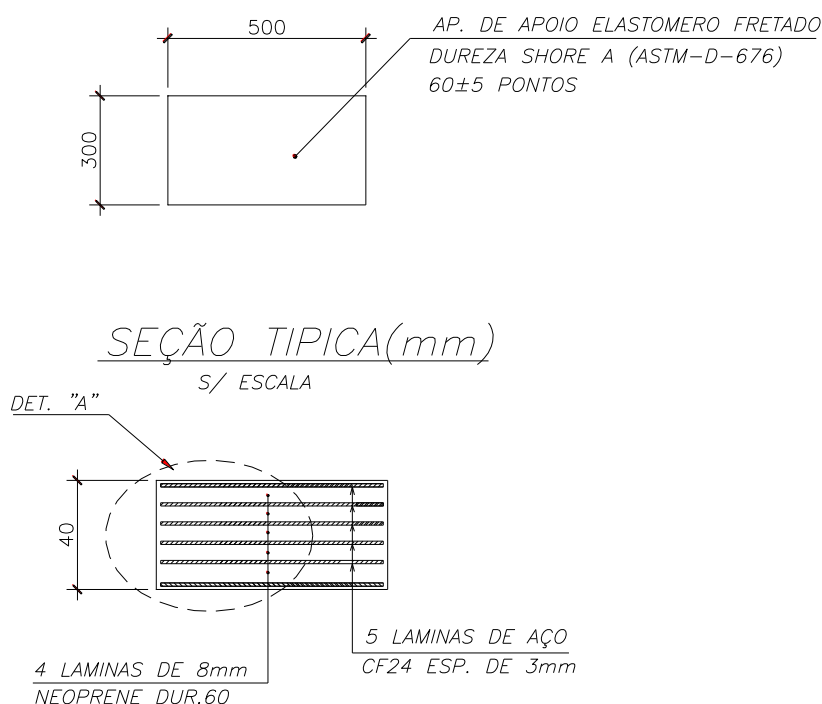


Figura 9 – Aparelho de apoio

$$k_x = k_y = \frac{(0,50m \cdot 0,30m) \cdot 1000kN / m^2}{0,040m} = 3750kN / m$$

$$k_z = \frac{(0,50m \cdot 0,30m) \cdot 2000000kN / m^2}{0,040m} = 7500000kN / m$$

#### 14.2.4 Dados de entrada

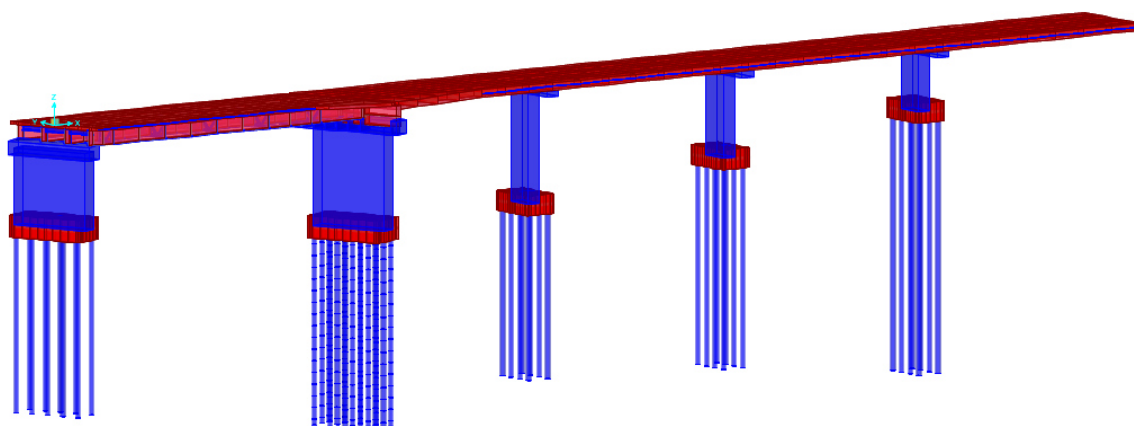


Figura 10 – Modelo Estrutural da ponte no programa CSiBridge – Perspectiva

General Data	
Material Name and Display Color	35 MPa <span style="color: green;">■</span>
Material Type	Concrete
Material Grade	
Material Notes	<a href="#">Modify/Show Notes...</a>
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	25,
Mass per Unit Volume	2,5493
Units	
	KN, m, C
Isotropic Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	26462000,
Poisson, U	0,2
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1,000E-05
Shear Modulus, G	11025833,
Other Properties For Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f <sub>c</sub>	27579,032
Expected Concrete Compressive Strength	27579,032
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	

Figura 11 – Propriedades do concreto f<sub>ck</sub> = 35 Mpa

**General Data**

Material Name and Display Color: 30 Mpa ■

Material Type: Concrete

Material Grade:

Material Notes: [Modify/Show Notes...](#)

---

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 25,

Mass per Unit Volume: 2,5493

**Units**

KN, m, C

---

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 24154565,

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,000E-05

Shear Modulus, G: 10064402,

---

**Other Properties For Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, f<sub>c</sub>: 27579,032

Expected Concrete Compressive Strength: 27579,032

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Figura 12 – Propriedades do concreto f<sub>ck</sub> = 30 Mpa

**General Data**

Material Name and Display Color: 20 MPa ■

Material Type: Concrete

Material Grade:

Material Notes: [Modify/Show Notes...](#)

---

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 25,

Mass per Unit Volume: 2,5493

**Units**

KN, m, C

---

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 20285000,

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,000E-05

Shear Modulus, G: 8452083,

---

**Other Properties For Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, f<sub>c</sub>: 27579,032

Expected Concrete Compressive Strength: 27579,032

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Figura 13 – Propriedades do concreto f<sub>ck</sub> = 20 MPa



**Section Name** Travessa P2 Display Color ■

**Section Notes** Modify/Show Notes...

---

**Dimensions**

Depth (t3)

Width (t2)

**Material** Property Modifiers

+ C35 Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

**Section**

**Properties**

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Figura 14 – Seção transversal das travessas

**Section Name** Pilar P2/P3 Display Color ■

**Section Notes** Modify/Show Notes...

---

**Dimensions**

Depth (t3)

Width (t2)

**Material** Property Modifiers

+ C30 Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

**Section**

**Properties**

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Figura 15 – Seção transversal dos pilares

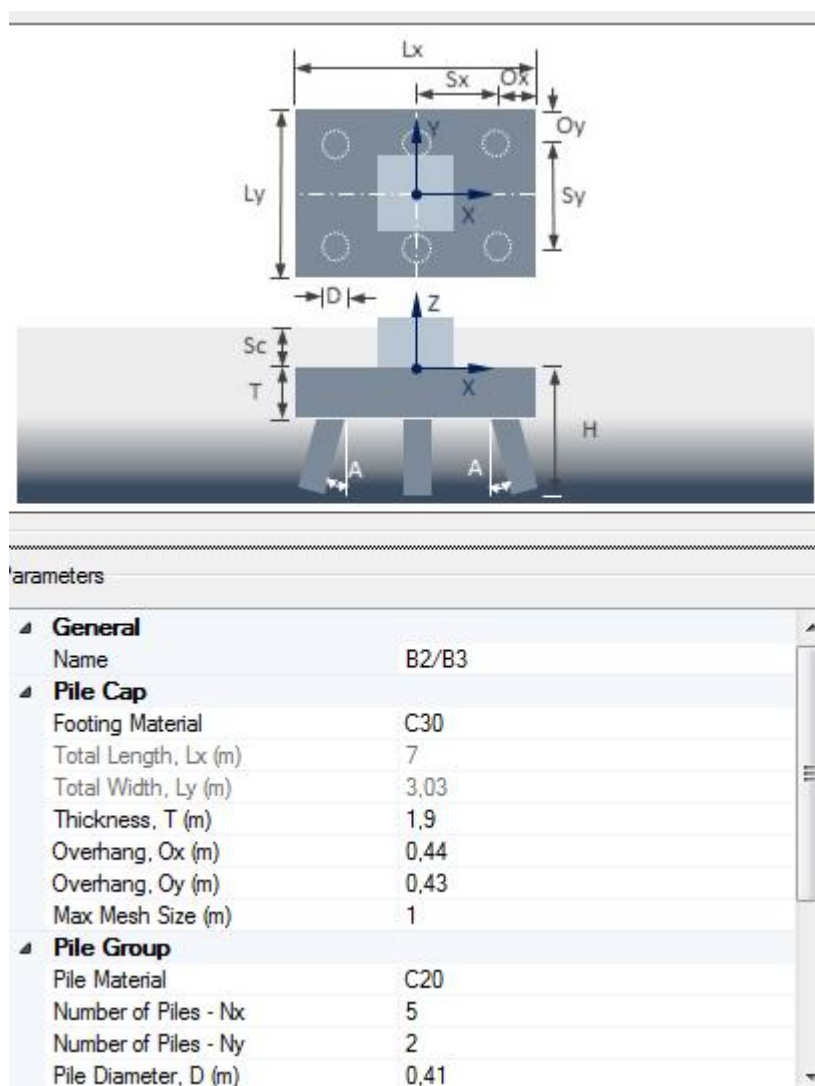


Figura 16 – Seção dos blocos de fundação

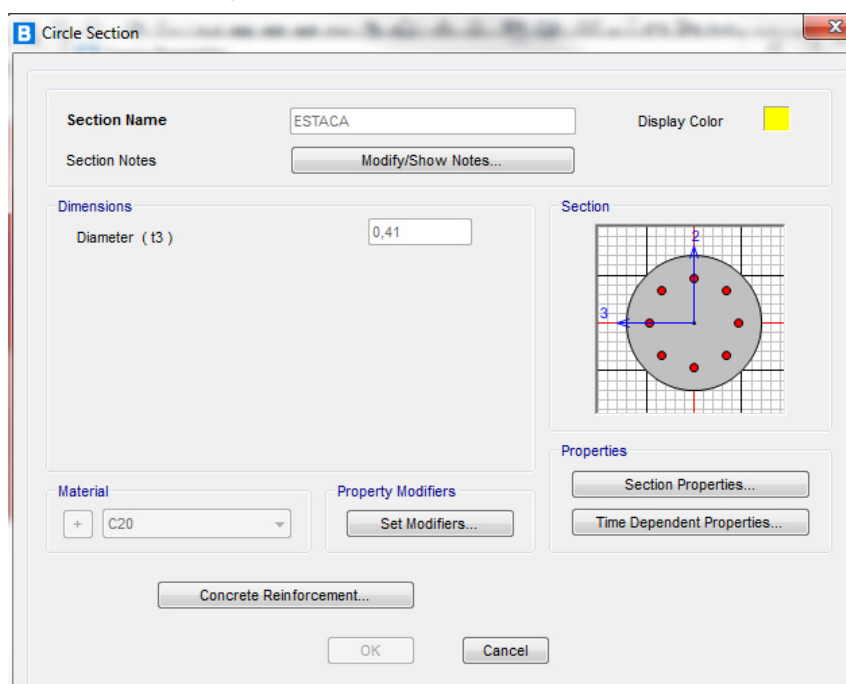



Figura 17 – Seção transversal das estacas com diâmetro de 410mm

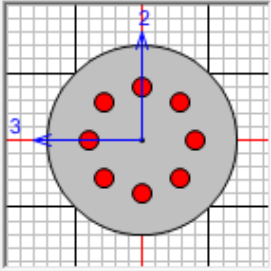
**Section Name** Estaca 31 **Display Color** 

**Section Notes** [Modify/Show Notes...](#)

**Dimensions**

Diameter ( t3 ) 0,31

**Section**



**Properties**

[Section Properties...](#)

[Time Dependent Properties...](#)

**Material**

+ 20 MPa

**Property Modifiers**

[Set Modifiers...](#)

Figura 18 – Seção transversal das estacas com diâmetro de 310mm

## 15.0 CARREGAMENTOS

### 15.1 Peso próprio da Estrutura

O peso próprio dos elementos estruturais é calculado automaticamente pelo programa CSiBridge, uma vez que são atribuídas seção, propriedades geométricas e propriedades dos materiais que os compõe.

### 15.2 Peso próprio do Pavimento

Atendendo as especificações contidas no item 7.1.2 (pg.4) da NBR 7187:2003 será tomado o valor de  $2,4 \text{tf/m}^3$  como sendo o peso específico mínimo do pavimento. Desta forma, tendo o pavimento espessura de 5cm no vão de estrutura metálica e 8,2cm em média nos vão de concreto, tem-se que:

$$G_{Pav.1} = 0,05m \cdot 24kN / m^3 = 1,20kN / m^2$$

$$G_{Pav.} = 0,082m \cdot 24kN / m^3 = 1,97kN / m^2$$

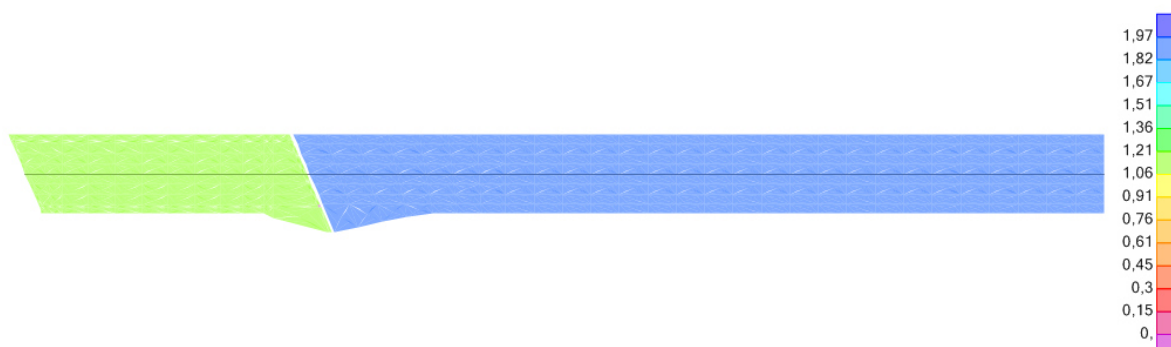


Figura 19 – Carga de peso próprio referente a pavimentação

### 15.3 Peso próprio do Recapeamento

Atendendo as especificações contidas no item 7.1.2 (pg.4) da NBR 7187:2003, além do peso próprio do pavimento será considerada uma carga adicional de  $2,00 \text{kN/m}^2$  a fim de prever possíveis recapeamentos na pista.

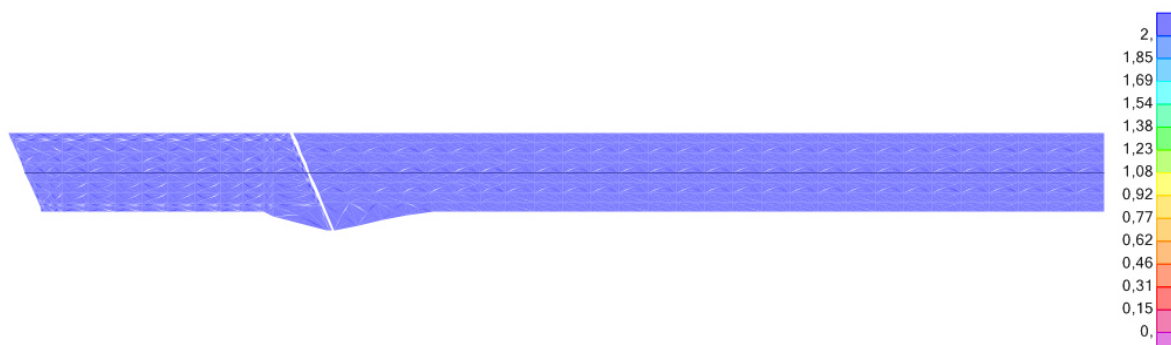


Figura 20 – Carga de peso de recapeamento

## 15.4 Peso próprio do Guarda Rodas

Para consideração do peso próprio do guarda rodas aplicou-se uma carga equivalente a 5,80 kN/m.

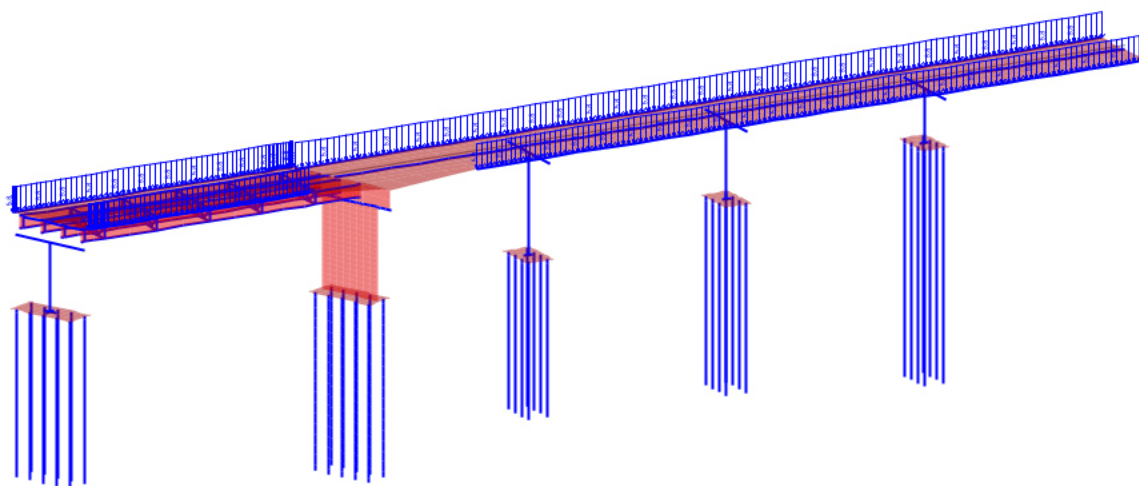


Figura 21 – Carga de peso próprio do guarda rodas

## 15.5 Carga Móvel

A carga móvel vertical é representada pelo carregamento gerado pelo tráfego de veículos conforme especificado pela NBR7188:2013 item 5.1 (pg.3 a pg.5). Foi considerado veículo tipo TB-450, que possui uma carga concentrada “P” de 75 kN/roda e carga distribuída “p” de 5kN/m2 em seu entorno, conforme ilustrado abaixo.

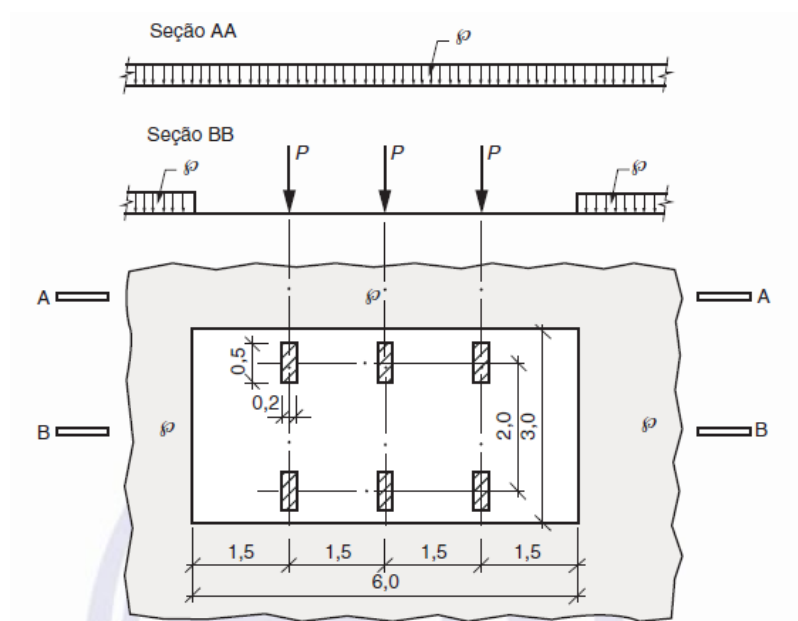


Figura 22 – Disposição das cargas estáticas do TB-450

A carga móvel assume posição qualquer em toda a pista rodoviária com as rodas na posição mais desfavorável, inclusive acostamento e faixas de segurança. A carga distribuída é aplicada na posição mais desfavorável, independentemente das faixas rodoviárias.

A fim de considerar o efeito dinâmico das cargas móveis, serão calculados a seguir os coeficientes de ponderação CIV, CNF e CIA conforme o item 5.1.2 da NBR 7188/2013.

- Coeficiente de Impacto Vertical (CIV):

CIV = 1,35, para estruturas com vão menor do que 10,0 m;

$CIV = 1 + 1,06 \cdot \left(\frac{20}{L_{iv} + 50}\right)$ , para estruturas com vão entre 10,0 m e 200,0 m;

Onde:

$L_{iv}$  é o vão em metros para o cálculo CIV, conforme o tipo de estrutura, sendo:

$L_{iv}$  usado para estruturas de vão isostático.

$L_{iv}$ : média aritmética dos vãos nos casos de vãos contínuos;

$L_{iv}$  é o comprimento do próprio balanço para estruturas em balanço;

$L$  é o vão, expresso em metros (m).

Para estruturas com vãos acima de 200,0 m, deve ser realizado estudo específico para a consideração da amplificação dinâmica e definição do coeficiente de impacto vertical.

Para o dimensionamento das longarinas do OAE em questão, será considerada o coeficiente médio para os vãos:

$$CIV_{V\tilde{a}o \text{ Concreto}} = 1 + 1,06 \cdot \left(\frac{20}{20,5 + 50}\right) = 1,30$$

$$CIV_{V\tilde{a}o \text{ Metálico}} = 1 + 1,06 \cdot \left(\frac{20}{28,22 + 50}\right) = 1,27$$

Para o dimensionamento das lajes e transversinas, CIV = 1,35.

Para o dimensionamento das travessas, pilares, blocos e de fundação será adotado CIV, conforme longarinas.

- Coeficiente de Número de Faixas (CNF):

$$CNF = 1 - 0,05 \cdot (n - 2) > 0,9$$

Onde “n” é o número (inteiro) de faixas de tráfego rodoviário a serem carregadas sobre um tabuleiro transversalmente contínuo. Acostamentos e faixas de segurança não são faixas de tráfego da rodovia.

$$CNF = 1 - 0,05 \cdot (2 - 2) = 1$$

- Coeficiente de Impacto Adicional (CIA):



Os esforços das cargas móveis definidas devem ser majorados na região das juntas estruturais e extremidades da obra. Todas as seções dos elementos estruturais a uma distância horizontal, normal à junta, inferior a 5,0 m para cada lado da junta ou descontinuidade estrutural, devem ser dimensionadas com os esforços das cargas móveis majorados pelo coeficiente de impacto adicional, abaixo definido:

CIA = 1,25, para obras em concreto ou mistas.

### 15.5.1 Carga móvel aplicada no modelo da OAE

O software utilizado para obtenção dos esforços solicitantes tem o recurso de posicionar (de forma automática) o veículo em diversos pontos da estrutura ao longo de caminho pré-determinado pelo usuário (o software denomina este caminho como “lane”). Contudo, o recurso possui a limitação numérica de não permitir descontar do veículo a carga uniformemente distribuída sob sua projeção. Devido a esta limitação, foi utilizada a aplicação do veículo reduzido, ou seja, a carga distribuída (multidão) foi aplicada integralmente sobre o tabuleiro e a carga do trem tipo será subtraída de uma carga referente à carga distribuída abaixo do veículo.

**General**

Lane Name: LANE 1

Coordinate System: GLOBAL

Units: KN, m, C

**Maximum Lane Load Discretization Lengths**

Along Lane: 3

Across Lane: 3

**Additional Lane Load Discretization Parameters Along Lane**

☒ Discretization Length Not Greater Than 1/ 4 of Span Length

☒ Discretization Length Not Greater Than 1/ 10 of Lane Length

**Lane Data**

Bridge Layout Line	Station m	Centerline Offset m	Lane Width m	Radius m
BLL1	0	0	6,2	0
BLL1	0	0	6,2	0
BLL1	111,2	0	6,2	0

**Lane type**

☒ Fixed Lane

☐ Floating Lane Set

1 Fixed Lane

☐ Auto Floating Lane Width

**Plan View (X-Y Projection)**

Layout Line

Station

Bearing

Radius

Grade

X

Y

Z

☒ Snap To Layout Line

☐ Snap To Lane

**Lane Edge Type**

Left Edge: Interior

Right Edge: Interior

**Objects Loaded By Lane**

☒ Program Determined

☐ Group

Figura 23 –Percurso a ser realizado pelo veículo – “lane”

**Loads**

Uniform Load Scale Factor: 1      Axle Load Scale Factor: 1

Load Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Uniform Width Type	Uniform Width	Axle Load	Axle Width Type	Axle Width
Trailing Load	Infinite		31,	Lane Width				
Trailing Load	Infinite		31,	Lane Width				

Add    Insert    Modify    Delete

**Floating Axle Loads**

	Value	Width Type	Axle Width
For Lane Moments	0	One Point	1
For Other Responses	0	One Point	1

Floating Axle Load Scale Factor: 1

☐ Double the Lane Moment Load when Calculating Negative Span Moments

☐ Ignore Vertical Loads if Horizontal Centrifugal or Braking Loads are Defined

OK    Cancel

**Superelevation Effects**

☐ Adjust Vertical Loads for Superelevation

Axle Load Factor:      Uniform Load Factor:     

**Load Plan**

**Load Elevation**

Modify/Show Loads

Vertical Loading...    Horizontal Loading...

Center of Gravity

Height - Axle Loads: 0,      Height - Uniform Loads: 0,

Figura 24 –Carga distribuída sobre o tabuleiro – Multidão

**Loads**

Uniform Load Scale Factor: 1      Axle Load Scale Factor: 1

Load Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Uniform Width Type	Uniform Width	Axle Load	Axle Width Type	Axle Width
Fixed Length	1,5	0,	Zero Width		120,	Two Points	2,	
Fixed Length	1,5	0,	Zero Width		120,	Two Points	2,	
Fixed Length	1,5	0,	Zero Width		120,	Two Points	2,	
Trailing Load	Infinite	0,	Zero Width					

Add    Insert    Modify    Delete

**Floating Axle Loads**

	Value	Width Type	Axle Width
For Lane Moments	0	One Point	1
For Other Responses	0	One Point	1

Floating Axle Load Scale Factor: 1

☐ Double the Lane Moment Load when Calculating Negative Span Moments

☐ Ignore Vertical Loads if Horizontal Centrifugal or Braking Loads are Defined

OK    Cancel

**Superelevation Effects**

☐ Adjust Vertical Loads for Superelevation

Axle Load Factor:      Uniform Load Factor:     

**Load Plan**

**Load Elevation**

Modify/Show Loads

Vertical Loading...    Horizontal Loading...

Center of Gravity

Height - Axle Loads: 0,      Height - Uniform Loads: 0,

Figura 25 – Veículos classe TB-450

## 15.6 Frenagem e aceleração

De acordo com o item 5.2.1 da ABNT NBR 7188:2013 as forças horizontais devido à frenagem e/ou aceleração aplicadas no nível do pavimento são um percentual da carga característica dos veículos aplicados sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável, concomitantemente com a respectiva carga:

$$H_f = 0,25.B.L.CNF$$

Onde:

$$H_f \geq 135 \text{ kN};$$

B é a largura efetiva, expressa em metros (m), da carga distribuída de 5 kN/m<sup>2</sup>;

L é o comprimento concomitante, expresso em metros (m), da carga distribuída.

$$H_{f1} = 0,25 * 6,20 * 28,22 * 1,00 = 44 \text{ kN} < 135 \text{ kN}$$
$$H_{f2} = 0,25 * 6,20 * 82,36 * 1,00 = 126 \text{ kN} < 135 \text{ kN}$$

## 15.7 Variação de Temperatura

Segundo o item 11.4.2.1 (pg. 62 a 63) da NBR6118:2014, admite-se que, “a variação de temperatura da estrutura, causada globalmente pela a variação de temperatura da atmosfera e pela insolação direta, é considerada uniforme”. Tal variação também é dependente das dimensões da estrutura e do local de implantação da mesma.

No que se refere ao nível de oscilação da temperatura, o item 11.4.2.1 estabelece que, de uma maneira genérica, elementos cuja menor dimensão não seja superior a 50 cm, deve-se considerar uma oscilação de 10°C a 15°C em torno da temperatura média.

Quanto à escolha de um valor entre os limites recomendados, o mesmo item mencionado prescreve que, “a escolha de um valor entre os dois limites pode ser feita considerando-se 50% da diferença entre as temperaturas médias de verão e inverno, no local da obra”.

Segundo as temperaturas médias apresentadas e as prescrições do item 11.4.2.1 (pg. 62 a 63) da NBR6118:2014, adota-se que a estrutura está sujeita a seguinte variação de temperatura:

Para elementos com espessura inferior a 50cm será considerado uma variação de temperatura igual a 10°C.

Para analisar o efeito da temperatura nas longarinas, entende-se que uma variação de temperatura constante não seria o modelo mais adequado. Desta forma, para a sua análise será considerado que a mesma estará sujeita a uma variação de temperatura não uniforme.

Frente à necessidade de adotar um modelo de variação de temperatura não uniforme e a inexistência de dados que descrevam como tal variação ocorre, será admitida uma variação de temperatura linear. Para tal, fez uso do item 11.4.2.2 (pg. 63) da NBR:6118:2014 e considerado que a longarina esteja sujeita a dois gradientes de temperatura distintos:

- O primeiro gradiente de temperatura admite a variação de 10°C na face inferior a 15°C na face superior;
- O segundo gradiente adotado admite uma variação de 15°C na face inferior a 10°C na face superior.

A aplicação da temperatura foi incluída automaticamente no modelo pelo software por meio da definição do gradiente de temperatura.

Bridge Temperature Gradient Data

Temperature Gradient Name: BTGL1 Units: Tonf, m, C

Temperature Gradient Type

☐ AASHTO Default

Zone: [ ]

Negative Temperature Multiplier: [ ]

☐ Chinese JTG D60 Default

Overlay Type: [ ]

Asphalt Thickness: [ ]

Negative Temperature Multiplier: [ ]

Use 0.7 Concrete-Masonry Arch Factor: [ ]

☒ User

Type: General

General User - 1 Specified Distances

Temperature Difference Data

Number of Specified Distances: 1

This Distance May Vary: 1

Include These Temperature Difference Values: Positive and Negative

d1: May Vary

T1 Positive: 10

T1 Negative: -10

T2 Positive: 15

T2 Negative: -15

OK

Cancel

Figura 26 – Definição do primeiro gradiente de temperatura

Bridge Temperature Gradient Data

Temperature Gradient Name: BTGL1 Units: Tonf, m, C

Temperature Gradient Type

☐ AASHTO Default

Zone: [ ]

Negative Temperature Multiplier: [ ]

☐ Chinese JTG D60 Default

Overlay Type: [ ]

Asphalt Thickness: [ ]

Negative Temperature Multiplier: [ ]

Use 0.7 Concrete-Masonry Arch Factor: [ ]

☒ User

Type: General

General User - 1 Specified Distances

Temperature Difference Data

Number of Specified Distances: 1

This Distance May Vary: 1

Include These Temperature Difference Values: Positive and Negative

d1: May Vary

T1 Positive: 15

T1 Negative: -15

T2 Positive: 10

T2 Negative: -10

OK

Cancel

Figura 27 – Definição do segundo gradiente de temperatura

## 15.8 Força Centrífuga

Foi aplicada força centrífuga no modelo, na região sobre o pilar P3, conforme item 5.2.2 da ANBT NBR 7188:2013.

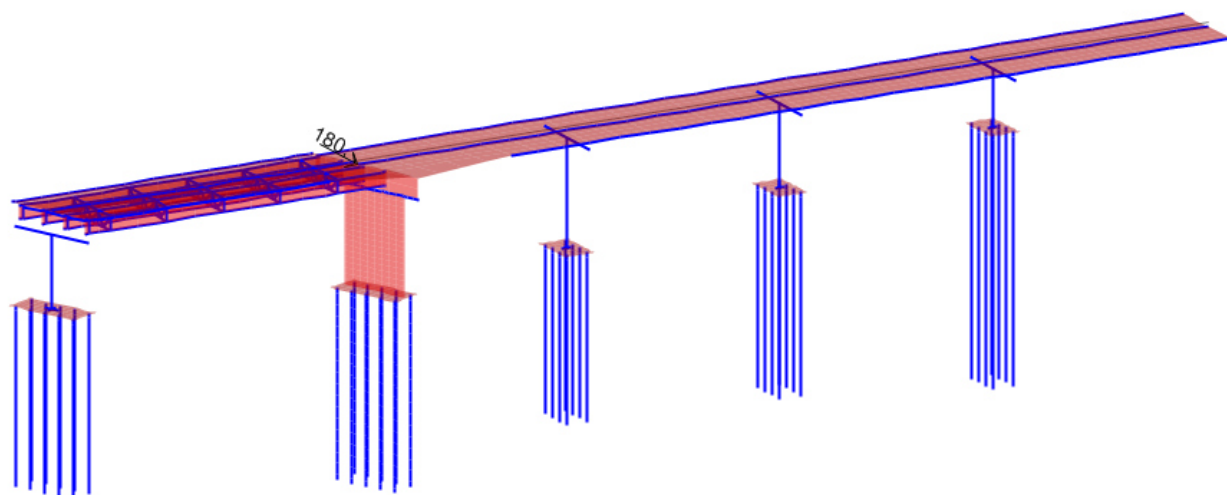


Figura 28 – Aplicação da força centrífuga

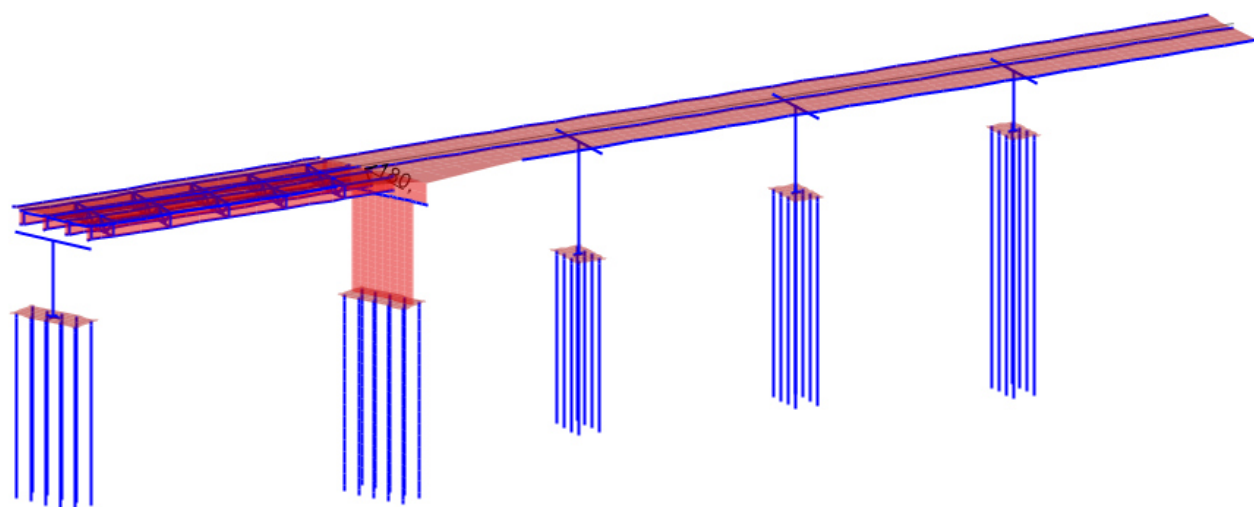


Figura 29 – Aplicação da força centrífuga

## 15.9 Pressão do Vento

A NBR7187:2003, recomenda por meio do item 7.2.3 (pg.6), que a força estática equivalente decorrente da pressão de vento deve ser determinada segundo as prescrições da NBR 6123.

Para o caso de ponte cheia, a carga de vento foi considerada atuando até uma altura de 3,5 metros acima do trilho.

Segundo o Item 4.2 ABNT NBR 6123:1988 a pressão dinâmica do vento é função da velocidade característica dada por:

$$q = 0,613V_k^2$$

Onde  $V_k$  é a velocidade característica do vento.

A velocidade característica do vento é definida no subitem “b” do item 4.2 da NBR 6123:2019 é dada por:

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

$V_0$  é velocidade básica do vento em função do local de implantação da OAE. A velocidade básica é extraída das Isopletas de velocidades básicas.

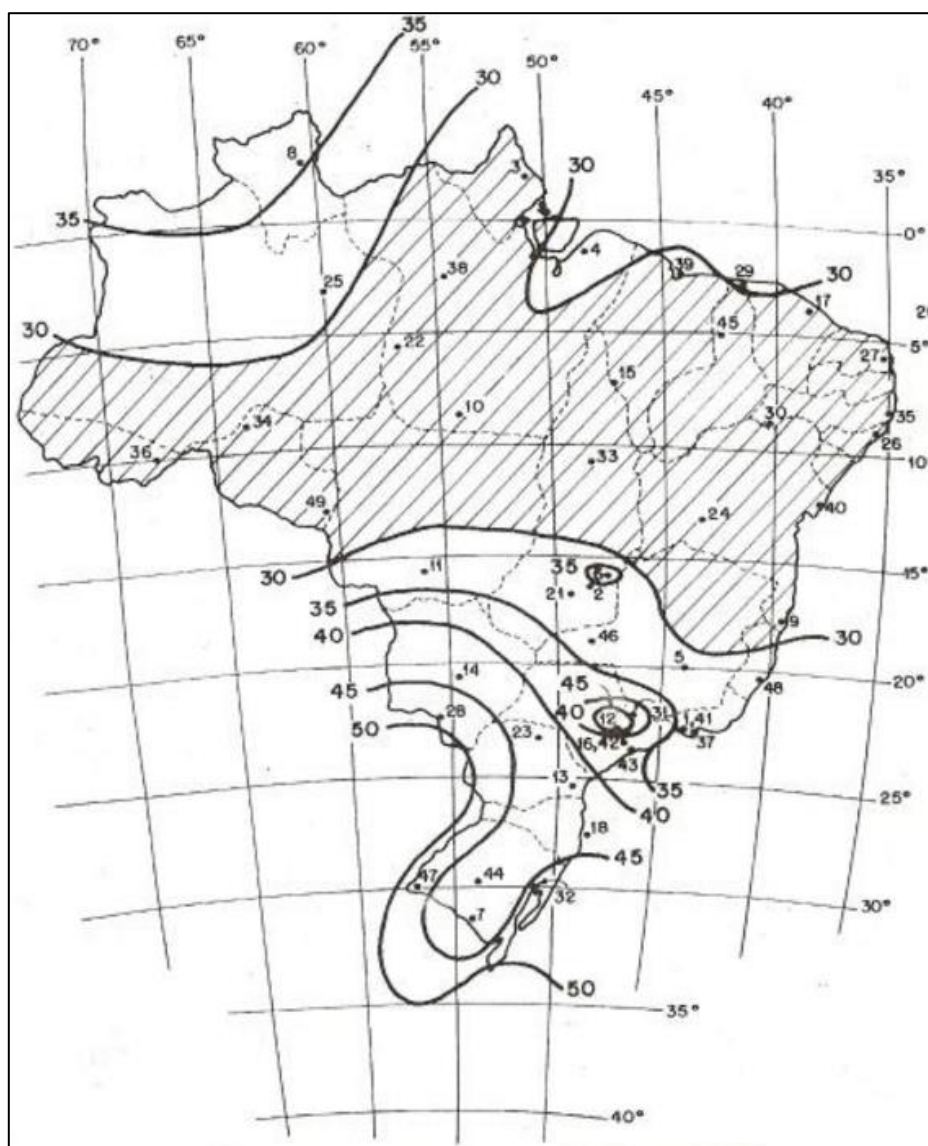


Figura 30 – Isopletas de velocidade básica



S1 é o fator que leva em consideração as variações do relevo (fator definido no item 5.2 da NBR6123/1988);

S2 é o fator que considera o efeito combinado da rugosidade do terreno, da velocidade do vento com a altura acima do terreno e das dimensões da OAE (fator definido no item 5.3 da NBR6123/1988);

S3 é o fator estatístico baseado em fatores estatísticos e considera o grau de segurança requerido e a vida útil da OAE (fator definido no item 5.4 da NBR6123/1988).

A OAE em estudo está situada em uma região onde a velocidade básica do vento é de aproximadamente 30,0m/s.

O fator S1 foi tomado como sendo igual a 1 (terreno plano ou fracamente acidentado).

O fator S2 é obtido pela Tabela 2 da ABNT NBR 6123:1988.

Para a OAE em estudo, será considerado que a mesma se encontra em um terreno de categoria "II". No que se refere a sua geometria (extensão total de 9,00m) a OAE ela se enquadra em obras da classe "A". Desta forma, o fator S2 será tomado como 1,00.

O fator S3 foi tomado como sendo igual a 1,1 (ver Tabela 3 da ABNT NBR 6123:1988).

Definidos os parâmetros acima, tem-se que:

$$V_k = 30,0m/s \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,1 = 33,00m/s$$
$$q = 0,613 \cdot 33,00^2 = 668N/m^2$$

Segundo o item 4.2.3 (pg. 5) da NBR6123:1988 da força global do vento sobre uma edificação é dada por:

$$F = C_a \cdot q \cdot A_e$$

Onde  $C_a$  é o coeficiente de arrasto e  $A_e$  é a área de incidência do vento.

A variável é obtida por meio do ábaco da figura 4 da ABNT NBR 6123:1988 em função da geometria da OAE.

Assim sendo tem-se que:

$$C_a = 1,20$$
$$P = 1,20 \times 668N/m^2 = 802N/m^2 \rightarrow 0,802kN/m^2$$

Para trabalharmos a favor da segurança, será considerado o cálculo abaixo:

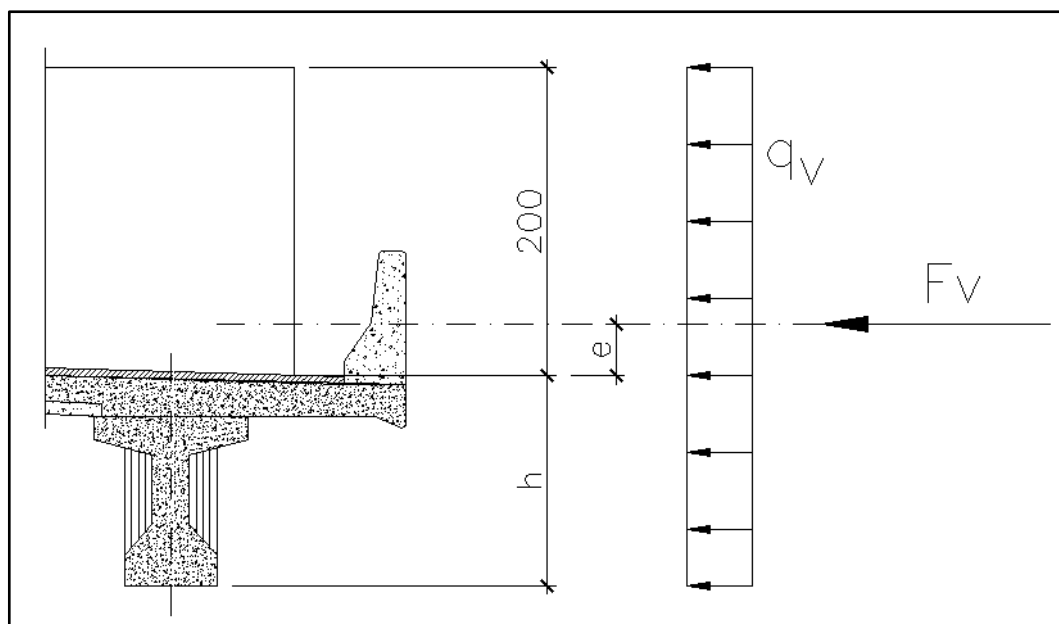


Figura 31 – Hipótese de ponte cheia

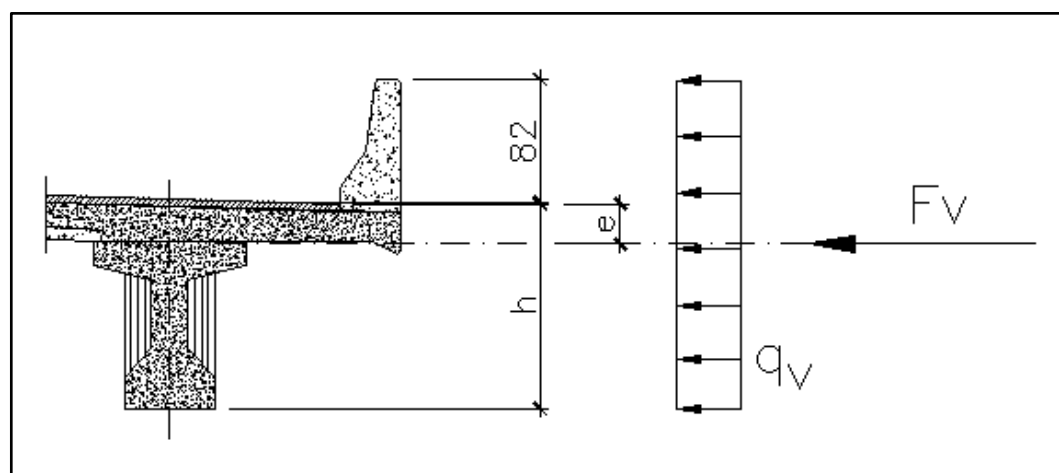


Figura 32 – Hipótese de ponte vazia

- 1ª Hipótese: ponte cheia  
-  $q_v = 1 \text{ kN/m}^2$ ;
- 2ª Hipótese: ponte vazia  
-  $q_v = 1,5 \text{ kN/m}^2$ ;

## 16.0 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO

Os carregamentos atuantes no viaduto em questão foram combinados de forma a obter uma envoltória de esforços para verificação dos estados limites últimos e estados limites de utilização. Para tal, as ações foram classificadas como ações permanentes e ações variáveis da seguinte forma:

### Ações permanentes:

- Peso próprio dos elementos estruturais;
- Peso do capeamento;
- Recapeamentos futuros;
- Peso do solo;
- Guarda corpo;

### Ações variáveis:

- Cargas móveis (Trem tipo e Frenagem / Aceleração);
- Variação de temperatura;
- Carga de Vento.

## 16.1 Combinações últimas normais

Segundo a NBR 8681:2004, item 5.1.3.1, as combinações últimas normais são dadas por:

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} \cdot F_{Gi,k}) + \gamma_q \cdot \left[ F_{q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{0j} \cdot F_{qj,k}) \right]$$

Onde:

$F_{Gi,k}$ , é o valor característico das ações permanentes;

$F_{q1,k}$ , é o valor característico da ação variável considerada como ação principal para a combinação;

$\psi_{0j} \cdot F_{qj,k}$ , é o valor reduzido de combinação de cada uma das demais ações variáveis.

## 16.2 Combinações últimas Excepcionais

Segundo a NBR 8681:2004, item 5.1.3.3, as combinações últimas normais são dadas por:

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

Onde:

$F_{Q,exc}$  é o valor da ação transitória excepcional.

## 16.3 Combinações frequentes de serviço

Segundo a NBR 8681:2004, item 5.1.5.2, "nas combinações freqüentes de serviço, as ação variável principal é tomada com se valor freqüente  $\psi_1 \cdot F_{Q1,k}$  e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores quase-permanentes  $\psi_{2j} \cdot F_{Qj,k}$ ". Sendo assim, tem-se que:

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 \cdot F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} \cdot F_{Qj,k})$$

## 16.4 Combinações quase permanentes de serviço

Segundo a NBR 8681:2004, item 5.1.5.2, "nas combinações quase permanentes de serviço, todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanentes  $\psi_{2j} \cdot F_{Qj,k}$

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} \cdot F_{Qj,k})$$

## 16.5 Fatores para combinação última

Na elaboração das combinações normais e de construção utilizaram-se os fatores de majoração especificados no item 5.1.4.2 da NBR 8681:2004, que por sua vez são reproduzidos as seguir:

**Tabela 2 — Ações permanentes diretas agrupadas**

Combinação	Tipo de estrutura	Efeito	
		Desfavorável	Favorável
Normal	Grandes pontes <sup>1)</sup>	1,30	1,0
	Edificações tipo 1 e pontes em geral <sup>2)</sup>	1,35	1,0
	Edificação tipo 2 <sup>3)</sup>	1,40	1,0
Especial ou de construção	Grandes pontes <sup>1)</sup>	1,20	1,0
	Edificações tipo 1 e pontes em geral <sup>2)</sup>	1,25	1,0
	Edificação tipo 2 <sup>3)</sup>	1,30	1,0
Excepcional	Grandes pontes <sup>1)</sup>	1,10	1,0
	Edificações tipo 1 e pontes em geral <sup>2)</sup>	1,15	1,0
	Edificação tipo 2 <sup>3)</sup>	1,20	1,0

<sup>1)</sup> Grandes pontes são aquelas em que o peso próprio da estrutura supera 75% da totalidade das ações.  
<sup>2)</sup> Edificações tipo 1 são aquelas onde as cargas acidentais superam 5 kN/m<sup>2</sup>.  
<sup>3)</sup> Edificações tipo 2 são aquelas onde as cargas acidentais não superam 5 kN/m<sup>2</sup>.

Figura 33 – Fatores de majoração para as cargas permanentes.

**Tabela 5 — Ações variáveis consideradas conjuntamente<sup>1)</sup>**

Combinação	Tipo de estrutura	Coefficiente de ponderação
Normal	Pontes e edificações tipo 1	1,5
	Edificações tipo 2	1,4
Especial ou de construção	Pontes e edificações tipo 1	1,3
	Edificações tipo 2	1,2
Excepcional	Estruturas em geral	1,0

<sup>1)</sup> Quando as ações variáveis forem consideradas conjuntamente, o coeficiente de ponderação mostrado na tabela 5 se aplica a todas as ações, devendo-se considerar também conjuntamente as ações permanentes diretas. Nesse caso permite-se considerar separadamente as ações indiretas como recalque de apoio e retração dos materiais conforme tabela 3 e o efeito de temperatura conforme tabela 4.

Figura 34 – Fatores de majoração para as cargas variáveis

## 16.6 Fatores para combinação de serviço

Na elaboração das combinações normais e de construção utilizaram-se os fatores de majoração especificados no item 5.1.4.4 da NBR 8681:2004, que por sua vez são reproduzidos as seguir:

Ações	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<i>Vento</i>			
<i>Pressões dinâmicas do vento nas estruturas em geral</i>	0,6	0,3	0
<i>Temperatura</i>			
<i>Variações uniformes de temperatura em relação a média anual local</i>	0,6	0,5	0,3
<i>Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos</i>			
<i>Passarelas de pedestres</i>	0,6	0,4	0,3
<i>Pontes rodoviárias</i>	0,7	0,5	0,3
<i>Pontes ferroviárias não especializadas</i>	0,8	0,7	0,5
<i>Pontes ferroviárias especializadas</i>	1	1	0,6
<i>Vigas de rolamento de pontes rolantes</i>	1	0,8	0,5

Figura 35 – Fatores de combinação de redução para as ações variáveis

A norma NBR 8681:2004 apresenta na Tabela 7 os fatores de redução para análise de fadiga das estruturas.

- Pontes rodoviárias

$\psi_1=0,5$ , para verificação de vigas;

$\psi_1=0,7$ , para verificação das transversinas;

$\psi_1=0,8$ , para verificação das lajes de tabuleiro.



Figura 37 – Planta – Viga Travessa

## 18.0 ESFORÇOS SOLICITANTES

### 18.1 Viga Travessa

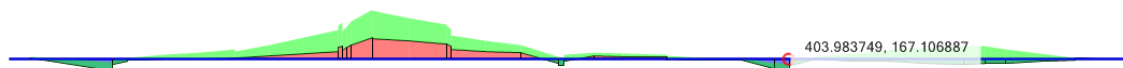


Figura 38 – Momento fletor – kN.m - Máximo

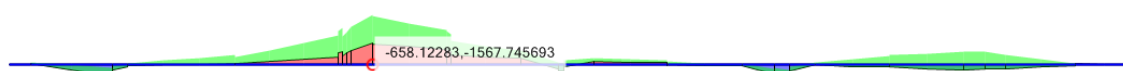


Figura 39 – Momento fletor – kN.m - Mínimo



Figura 40 – Esforço Normal – kN - Máximo

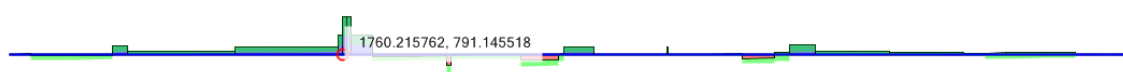


Figura 41 – Momento torsor – kN.m - Máximo

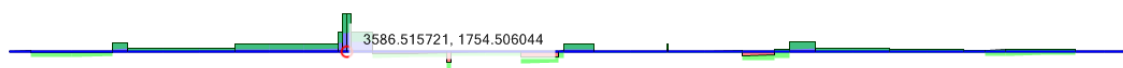


Figura 42 – Esforço Cortante – kN - Máximo

## 19.0 LIGAÇÃO COM SUPERESTRUTURA

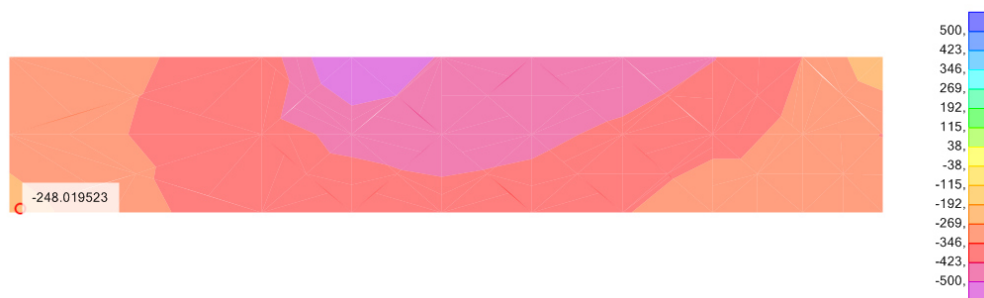


Figura 43 – Momento fletor Vertical – kN.m/m - Máximo

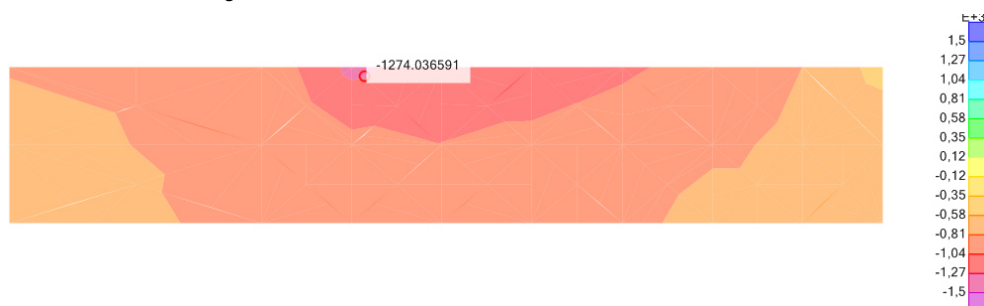


Figura 44 – Momento fletor Vertical – kN.m/m - Mínimo

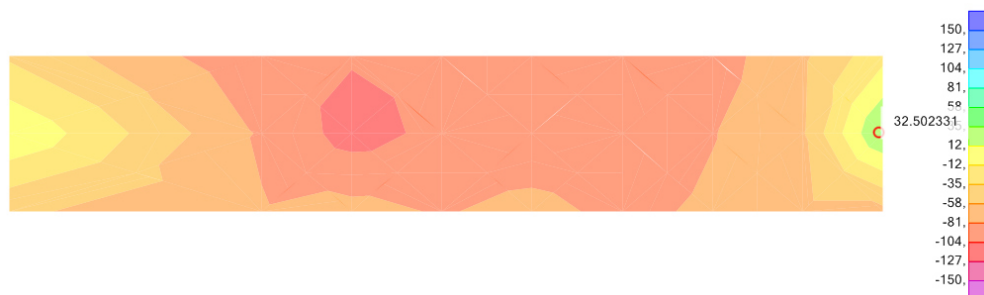


Figura 45 – Momento fletor Horizontal – kN.m/m - Máximo

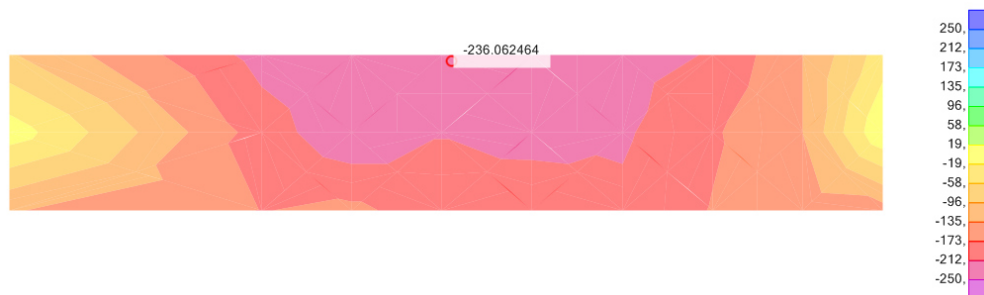


Figura 46 – Momento fletor Horizontal – kN.m/m - Mínimo



Figura 47 – Esforço Normal Vertical – kN/m - Máximo

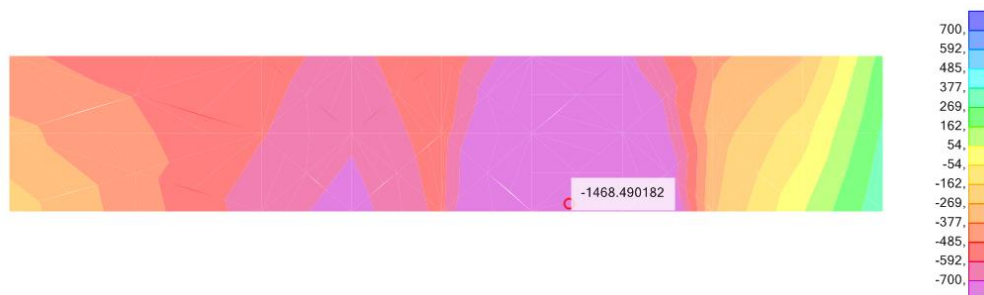


Figura 48 – Esforço Normal Vertical – kN/m - Mínimo

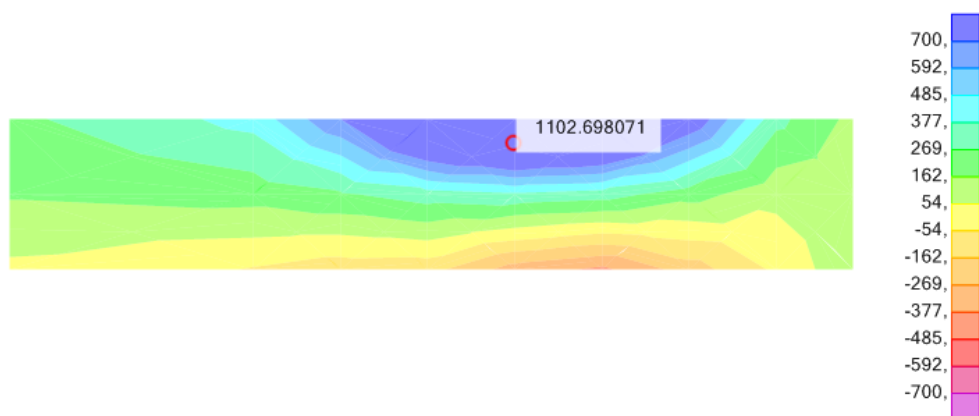


Figura 49 – Esforço Normal Horizontal – kN/m - Máximo

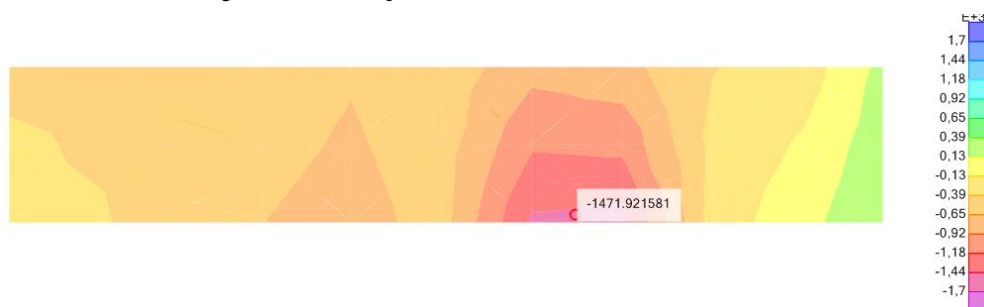


Figura 50 – Esforço Normal Horizontal – kN/m - Mínimo

## 20.0 VERIFICAÇÃO AS SOLICITAÇÕES NORMAIS

### 20.1 Viga Travessa

FLEXÃO NORMAL COMPOSTA - NBR 6118:2014											fck (Mpa)	35,00
											fyk (Mpa)	500,00
Identificação	Características Geométricas				Esforços de Cálculo		Armadura em ELU					
	B (cm)	H (cm)	d (cm)	d' (cm)	Md,máx (kN.m)	Nd,máx (kN)	As Calculado (cm²)	Armadura existente	A's (cm²)	Status	As,min (cm²)	
Travessa - Armadura longitudinal - Face inferior	165,00	120,00	114,00	6,00	1.570	470,00	37,76	10 Ø 25mm	0,00	Ok! Armadura atende	32,47	
Travessa - Armadura longitudinal - Face superior	165,00	120,00	114,00	6,00	410	470,00	13,97	10 Ø 25mm	0,00	Ok! Armadura atende	32,47	

Figura 51 – Dimensionamento da armadura de flexão

VERIFICAÇÃO DA FADIGA NA ARMADURA													
Identificação	Md,serv.máx (kN.m)	$\sigma_{max}$ (MPa)	Md,serv.Mín. (kN.m)	$\sigma_{min}$ (MPa)	Bitola adotada (mm)	$\Delta\sigma$	$\Delta f_{sd,fad}$ , mín	K,fad	As,fad	K,fiss	As,fiss	As Adotada	
Travessa - Armadura longitudinal - Face inferior	865,00	236,41	480,00	131	25,0	105,22	175	1,00	37,76	1,00	37,76	10 Ø25mm	
Travessa - Armadura longitudinal - Face superior	256,00	81,36	138,00	44	25,0	37,50	175	1,00	32,47	1,00	32,47	10 Ø25mm	

Figura 52 – Verificação a fadiga

### 20.2 Ligação com superestrutura

FLEXÃO NORMAL COMPOSTA - NBR 6118:2014										fck (Mpa) 35,00	
										fyk (Mpa) 500,00	
Identificação	Características Geométricas				Esforços de Cálculo		Armadura em ELU				
	B (cm)	H (cm)	d (cm)	d' (cm)	Md,máx (kN.m)	Nd,máx (kN)	A <sub>s</sub> Calculado (cm²)	Armadura existente	A' <sub>s</sub> (cm²)	Status	A <sub>s,min</sub> (cm²)
Ligação com Super - Armadura Vertical - Face Interna	100,00	70,00	64,00	6,00	0	836,00	9,61	Ø 25mm c.10	9,61	Ok! Armadura atende	11,48
Ligação com Super - Armadura Vertical - Face Externa	100,00	70,00	64,00	6,00	1.275	-150,00	48,20	Ø 25mm c.10	0,00	Ok! Armadura atende	11,48
Ligação com Super - Armadura Horizontal - Face Interna	100,00	70,00	65,00	5,00	32	909,00	11,68	Ø 16mm c.10	9,23	Ok! Armadura atende	11,48
Ligação com Super - Armadura Horizontal - Face Externa	100,00	70,00	65,00	5,00	237	1102,00	21,76	Ø 16mm c.10	3,59	Ok! Armadura atende	11,48

Figura 53 – Dimensionamento da armadura de flexão

VERIFICAÇÃO DA FADIGA NA ARMADURA												
Identificação	Md,serv.máx (kN.m)	$\sigma_{max}$ (MPa)	Md,serv.Mín. (kN.m)	$\sigma_{min}$ (MPa)	Bitola adotada (mm)	$\Delta\sigma$	$\Delta f_{sd,fad}$ min	K,fad	As,fad	K,fiss	As,fiss	As Adotada
Ligação com Super - Armadura Vertical - Face Interna	10,00	16,01	0,00	0	25,0	16,01	175	1,00	11,48	1,00	11,48	Ø25mmc/10
Ligação com Super - Armadura Vertical - Face Externa	680,00	259,35	398,00	152	25,0	107,55	175	1,00	48,20	1,00	48,20	Ø25mmc/10
Ligação com Super - Armadura Horizontal - Face Interna	16,00	24,79	-5,00	-8	16,0	32,54	190	1,00	11,68	1,00	11,68	Ø16mmc/10
Ligação com Super - Armadura Horizontal - Face Externa	144,00	125,91	83,00	73	16,0	53,34	190	1,00	20,70	1,00	20,70	Ø16mmc/10

Figura 54 – Verificação a fadiga

## 21.0 VERIFICAÇÃO AS SOLICITAÇÕES TANGENCIAIS

### 21.1 Viga Travessa

DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO + TORÇÃO - ENTRADA DE DADOS											fck (Mpa)	35
											Aço (Mpa)	500
IDENTIFICAÇÃO	Características geométricas								Esforços de cálculo			Número de Pernas
	B <sub>w</sub> (cm)	h (cm)	d' (cm)	h <sub>e</sub> (cm)	A/u (cm)	2C <sub>1</sub> (cm)	U <sub>e</sub> (cm)	A <sub>e</sub> (cm <sup>2</sup> )	V <sub>d</sub> (kN.m)	Protensão (kN)	T <sub>d</sub> (kN.m)	
Travessa -Apoio	165	120	5	17,5	34,7	10	500	15119	3586	0	1760	6
Travessa	165	120	5	17,5	34,7	10	500	15119	700	0	1197	6

Figura 55 – Dados de entrada

DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO + TORÇÃO - RESULTADOS											
IDENTIFICAÇÃO	Dimensionamento										
	Biela do Concreto	Verificação conjunta		A <sub>sw,min</sub> (cm <sup>2</sup> /m) (Cisalhamento)	A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> /m) (Cisalhamento)	A <sub>w,min</sub> (cm <sup>2</sup> /m) (torção)	A <sub>w</sub> (cm <sup>2</sup> /m) (torção)	A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> /m) Perna Externa	A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> /m) Perna Interna	A <sub>sl,min</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>sl</sub> (cm <sup>2</sup> )
Travessa -Apoio	OK	0,94	OK	21,19	39,06	2,25	13,39	19,90	6,51	11,23	66,94
Travessa	OK	0,67	OK	21,19	0,00	2,25	9,10	12,64	3,53	11,23	45,52

Figura 56 – Verificação estrutural

RESUMO DA ARMAÇÃO				
IDENTIFICAÇÃO	Asw,adotado	PERNA EXTERNA	PERNA INTERNA	ARMADURA DE COSTELA
Travessa -Apoio	111,88	Ø12,5 mm c.5	Ø8 mm c.5	8Ø16 mm
Travessa	44,54	Ø12,5 mm c.10	Ø8 mm c.10	8Ø16 mm

Figura 57 – Armadura adotada



VERIFICAÇÃO DA FADIGA												
IDENTIFICAÇÃO	Esforços em serviço						k <sub>fad</sub>	Armadura Final				
	V <sub>máx, serv.</sub> (kN)	τ <sub>máx</sub> (Mpa)	V <sub>mín, serv.</sub> (kN)	τ <sub>mín</sub> (Mpa)	T <sub>máx, serv.</sub> (kNm)	τ <sub>máx</sub> (Mpa)		Asw (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> /m) Perna Externa	A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> /m) Perna Interna		
Travessa - Apoio	2205	111,52	1371	39,50	981	0,29	1,00	111,88	19,90	Ø12,5 mm c.5	6,51	Ø8 mm c.5
Travessa	500	0,00	188	0,00	650	0,48	1,00	44,54	12,64	Ø12,5 mm c.10	3,53	Ø8 mm c.10

Figura 58 – Verificação a fadiga

## 21.2 Ligação com superestrutura

Para de verificar o cisalhamento, verificou-se primeiro se a seção de concreto resiste aos esforços solicitantes sem a necessidade de armaduras transversais. Tomando como a ABNT NBR 6118:2003 temos que caso  $V_{sd} \leq V_{Rd1}$  não é necessário armar elementos lineares com  $b_w \geq 5d$  ao cisalhamento.

Sendo a força cortante de cálculo dada por:

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \times k \times (1,2 + 40\rho_1) + 0,15\sigma_{cp}] \times b_w \times d$$

Onde:

$\tau_{Rd} = 0,25 \times \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$ , sendo  $\tau_{Rd}$  a tensão resistente de cálculo do concreto ao cisalhamento;

k é um coeficiente estabelecido por norma;

$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \times d}$  é a taxa de armadura da seção em análise;

$\sigma_{cp} = \frac{N_{sd}}{A_c}$ , é a tensão de compressão atuante na seção em análise.

Dados			
Base da Seção de Concreto ( $b_w$ ou $b_f$ )	1,000	m	
Altura da Seção de Concreto (h)	0,300	m	
Cobrimento (d')	0,060	m	
Área de concreto ( $A_c$ )	0,300	m <sup>2</sup>	
Seção transversal totalmente tracionada?	NÃO		
Resistência nominal do concreto ( $f_{ck}$ )	25,00	MPa	
Resistência de cálculo ( $f_{ywd}$ )- Item 19.4.2	364	MPa	
Coeficiente de minoração da resistência ( $\gamma_c$ )	1,4		
Modelo I ( NBR 6118/2003: 19.4.1 )			
Fases			
$f_{ctd}$	$(0,7 * 0,3 * f_{ck}^{2/3}) / \gamma_c$	1,28	MPa
k	Valor absoluto de: 1,6 - d	1,36	m
$\rho$	$A_s / (b_w * d)$	0,0000	
$\sigma_{cp}$	$N_s / (b_w * h)$	0,00	MPa
$V_{Rd1}$	$[0,25 * f_{ctd} * k * (1,2 + 40 * \rho) + 0,15 * \sigma_{cp}] * b_w * d$	125,58	kN

Figura 59 – Cálculo  $V_{Rd1}$  – Combinação Última

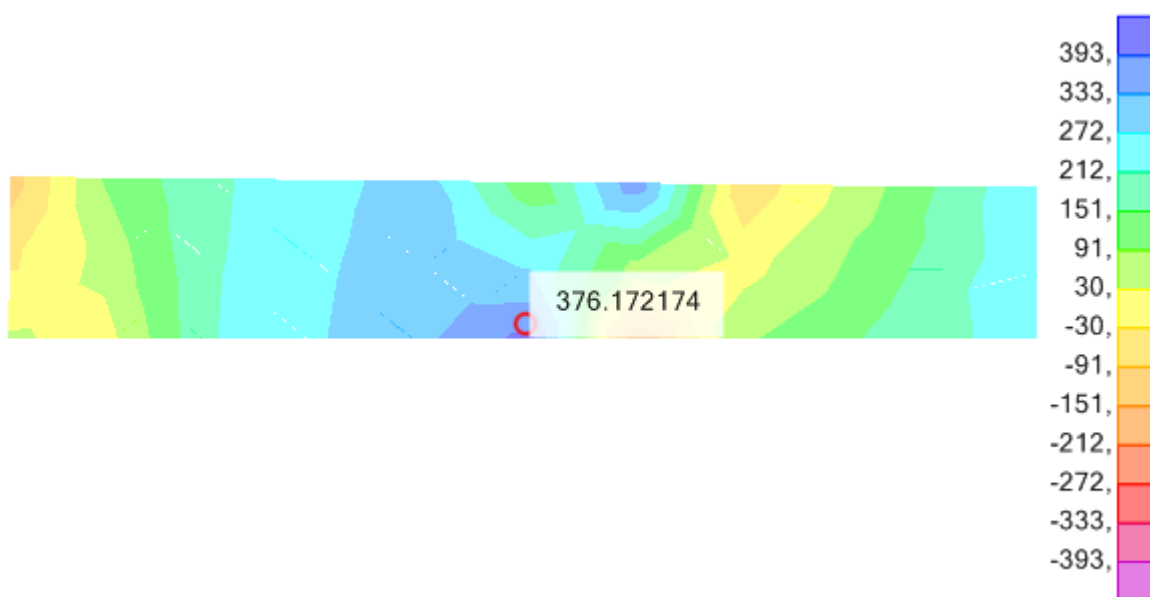


Figura 60 – Esforço cisalhante máximo – kN/m – Combinação Última Normal

É possível notar que não existem esforços superiores a  $V_{Rd1}$  atuando na estrutura, portanto, a seção resiste as solicitações transversais sem a necessidade de armaduras.

## 22.0 VERIFICAÇÃO DO ELS-DEF

Seção	$b_f$ (cm)	$h_f$ (cm)	$h$ (cm)	$b_w$ (cm)	$d'$ (cm)	$f_{ck}$ (MPa)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s'$ (cm <sup>2</sup> )	$E_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$E_{cs}$ (kN/cm <sup>2</sup> )
Travessa	165,00	0,00	120,00	165,00	7,00	35,00	49,09	49,09	21000,00	2940,29

Figura 61 – Dados de entrada

Seção	$\alpha$	$f_{ct,m}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$I$ (cm <sup>4</sup> )	$y_t$ (cm)	$M_r$ (kN.cm)
Travessa	1,5	0,225	23760000	60	133470,2383

Figura 62 – Momento de fissuração

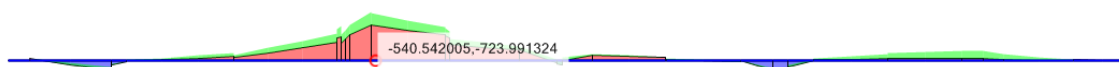


Figura 63 – Momento solicitante para combinação ELS-DEF

Pt Obj: 800  
Pt Elm: 800  
U1 = -0.0096  
U2 = -0.0061  
U3 = -0.0786  
R1 = -0.00025  
R2 = 0.00019  
R3 = 3E-05

Figura 64 – Deformação - cm

Seção	$\delta_{v,0}$ (cm)	$1+\alpha_f$	$\delta_{v,dif}$ (cm)	Vão(cm)	$\delta_{v,adm}$ (cm)	Verificação
Travessa	0,100	2,46	0,25	340	0,97	OK

Figura 65 – Verificação ELS-DEF

## 23.0 VERIFICAÇÃO DO ELS-W

### 23.1 Viga Travessa

VERIFICAÇÃO À FISSURAÇÃO			
Diâmetro da Armadura de Flexão ( $\phi$ )	25,0	mm	
Coeficiente de Conformação ( $\eta$ )	2,25		
Área de Crítica ( $A_{cri}$ )	3.918,8	cm <sup>2</sup>	
Área da Armadura Calculada	37,76	cm <sup>2</sup>	
Área da Armadura Real	49,90	cm <sup>2</sup>	
Módulo de Elasticidade do Aço ( $E_s$ )	210.000,0	MPa	
Tensão no Aço	500,0	MPa	
Resistência Nominal do Concreto ( $f_{ck}$ )	35,0	MPa	
Limite da Abertura de Fissura	0,30	mm	
Coeficiente de Majoração de Carga ( $\gamma_f$ )	1,40		
Coeficiente de Minoração da Resistência do Aço ( $\gamma_s$ )	1,15		
$f_{ct,m}$	$0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3,21	MPa
$A_{s,calc} / A_{s,real}$		0,76	
$\rho$	$A_{s,real} / A_c$	0,01273	
$\sigma_{si}$	$f_y \cdot A_{s,calc} / \gamma_f \cdot g_s \cdot A_{s,real}$	235,00	MPa
$\sigma_{si}'$	$(w' \cdot (12,5 \cdot \eta) \cdot E_s \cdot f_{ct,m} / (3 \cdot \phi))^{1/2}$	275,38	MPa
$\sigma_{si}''$	$(w' \cdot (12,5 \cdot \eta) \cdot E_s / \phi \cdot (4/\rho_t + 45))$	197,35	MPa
$k_{fiss}'$	$\sigma_{si} / \sigma_{si}'$	0,85	
$k_{fiss}''$	$\sigma_{si} / \sigma_{si}''$	1,19	
		<b>k = 1,00</b>	
<b>A<sub>s</sub> necessário</b>	$A_{s,real} \cdot k$	<b>49,90</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>

Figura 66 – Verificação ELS-W

## 23.2 Ligação com superestrutura

VERIFICAÇÃO À FISSURAÇÃO			
Diâmetro da Armadura de Flexão ( $\phi$ )	25,0	mm	
Coefficiente de Conformação ( $\eta$ )	2,25		
Área de Crítica ( $A_{cri}$ )	2.375,0	cm <sup>2</sup>	
Área da Armadura Calculada	48,20	cm <sup>2</sup>	
Área da Armadura Real	49,90	cm <sup>2</sup>	
Módulo de Elasticidade do Aço ( $E_{si}$ )	210.000,0	MPa	
Tensão no Aço	500,0	MPa	
Resistência Nominal do Concreto ( $f_{ck}$ )	35,0	MPa	
Limite da Abertura de Fissura	0,30	mm	
Coefficiente de Majoração de Carga ( $\gamma_f$ )	1,40		
Coefficiente de Minoração da Resistência do Aço ( $\gamma_s$ )	1,15		
$f_{ct,m}$	$0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3,21	MPa
$A_{s,calc} / A_{s,real}$		0,97	
$\rho$	$A_{s,real} / A_c$	0,02101	
$\sigma_{si}$	$f_y \cdot A_{s,calc} / \gamma_f \cdot g_s \cdot A_{s,real}$	299,98	MPa
$\sigma_{si}'$	$(w' \cdot (12,5 \cdot \eta) \cdot E_{si} \cdot f_{ct,m} / 3 \cdot \phi)^{1/2}$	275,38	MPa
$\sigma_{si}''$	$(w' \cdot (12,5 \cdot \eta) \cdot E_{si} / \phi \cdot (4/\rho_{ri} + 45))$	301,11	MPa
$k_{fiss}'$	$\sigma_{si} / \sigma_{si}'$	1,09	
$k_{fiss}''$	$\sigma_{si} / \sigma_{si}''$	1,00	
		<b>k = 1,00</b>	
<b>As necessário</b>	$A_{s,real} \cdot k$	<b>49,90</b>	cm <sup>2</sup>

Figura 67 – Verificação ELS-W – Armadura Vertical

VERIFICAÇÃO À FISSURAÇÃO			
Diâmetro da Armadura de Flexão ( $\phi$ )	16,0	mm	
Coefficiente de Conformação ( $\eta$ )	2,25		
Área de Crítica ( $A_{cri}$ )	1.700,0	cm <sup>2</sup>	
Área da Armadura Calculada	21,76	cm <sup>2</sup>	
Área da Armadura Real	22,00	cm <sup>2</sup>	
Módulo de Elasticidade do Aço ( $E_{si}$ )	210.000,0	MPa	
Tensão no Aço	500,0	MPa	
Resistência Nominal do Concreto ( $f_{ck}$ )	35,0	MPa	
Limite da Abertura de Fissura	0,30	mm	
Coefficiente de Majoração de Carga ( $\gamma_f$ )	1,40		
Coefficiente de Minoração da Resistência do Aço ( $\gamma_s$ )	1,15		
$f_{ct,m}$	$0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3,21	MPa
$A_{s,calc} / A_{s,real}$		0,99	
$\rho$	$A_{s,real} / A_c$	0,01294	
$\sigma_{si}$	$f_y \cdot A_{s,calc} / \gamma_f \cdot g_s \cdot A_{s,real}$	307,17	MPa
$\sigma_{si}'$	$(w' \cdot (12,5 \cdot \eta) \cdot E_{si} \cdot f_{ct,m} / 3 \cdot \phi)^{1/2}$	344,23	MPa
$\sigma_{si}''$	$(w' \cdot (12,5 \cdot \eta) \cdot E_{si} / \phi \cdot (4/\rho_{ri} + 45))$	312,75	MPa
$k_{fiss}'$	$\sigma_{si} / \sigma_{si}'$	0,89	
$k_{fiss}''$	$\sigma_{si} / \sigma_{si}''$	0,98	
		<b>k = 1,00</b>	
<b>As necessário</b>	$A_{s,real} \cdot k$	<b>22,00</b>	cm <sup>2</sup>

Figura 68 – Verificação ELS-W – Armadura Horizontal

## 24.0 FRETAGEM

Para se calcular as armaduras de fretagem, adotou-se o método exposto por Leonhardt (1973), onde as armaduras de fretagem são dadas pelas equações:

$$A_{sy} = \frac{0,3 \times P_d \times \left(1 - \frac{a}{d}\right)}{f_{yd}}$$

$$A_{sz} = \frac{0,3 \times P_d \times \left(1 - \frac{c}{b}\right)}{f_{yd}}$$

Onde:

$P_d$  - É a reação de apoio atuante na estrutura

$a$  – dimensão de apoio paralela ao eixo  $y$

$b$  – dimensão da estrutura paralela ao eixo  $z$

$c$  – dimensão de apoio paralela ao eixo  $z$

$d$  – dimensão da estrutura paralela ao eixo  $y$

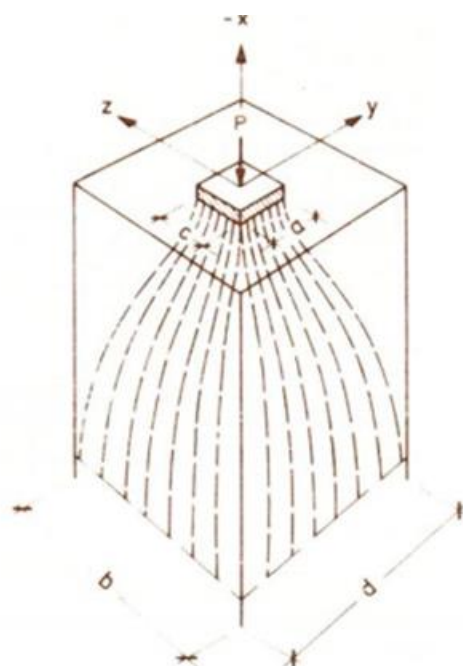


Figura 69 – Bloco parcialmente carregado

Armadura de Fretagem					
Apoio	$P_d$ (kN)	$a$ (m)	$b$ (m)	$c$ (m)	$d$ (m)
Travessa	1280,00	0,30	1,00	0,50	1,65

Figura 70 – Propriedades geométricas

Armadura de Fretagem								
Apoio	$Z_{yd}$ (kN)	$Z_{zd}$ (kN)	$f_{yd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$A_{s,y}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s,z}$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{Comp.}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{Resist.}$ (kN/m <sup>2</sup> )	Status
Travessa	314,18	192,00	43,48	7,23	4,42	775,76	21250,00	OK

Figura 71 – Verificação estrutural

## 24.1 Pilar P3

### 24.1.1 Esforços Solicitantes

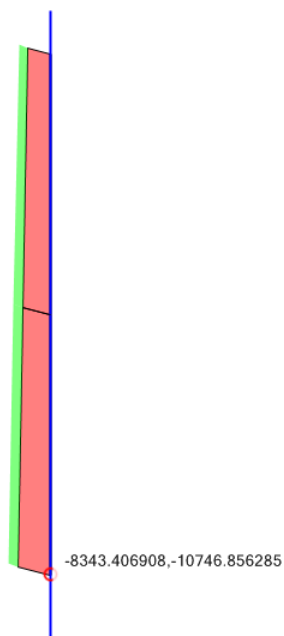


Figura 72 – Esforço Normal(kN)

$$N_{sd(máx)} = -8344\text{kN}$$
$$N_{sd(mín)} = -10747\text{kN}$$

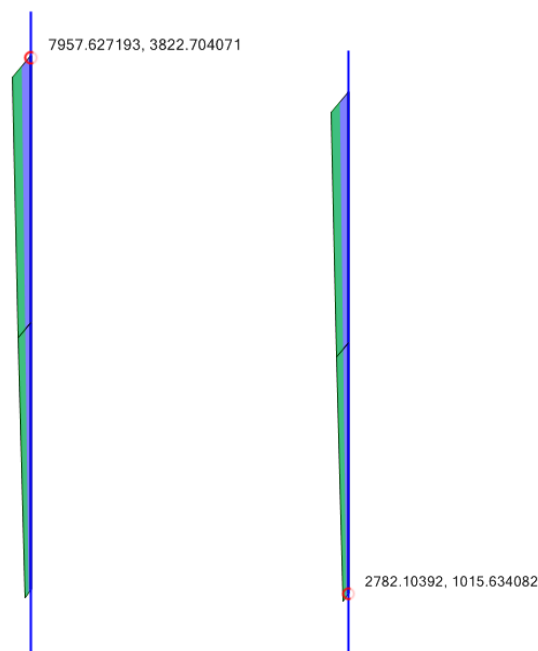


Figura 73 – Momento fletor  $M_{22}$ (kN.m)

$$M_{22sd(máx)BASE} = 2782\text{kN.m}$$
$$M_{22sd(mín)BASE} = 1015\text{kN.m}$$

$$M_{22sd(máx)TOPO} = 7958\text{kN.m}$$
$$M_{22sd(mín)TOPO} = 3823\text{kN.m}$$



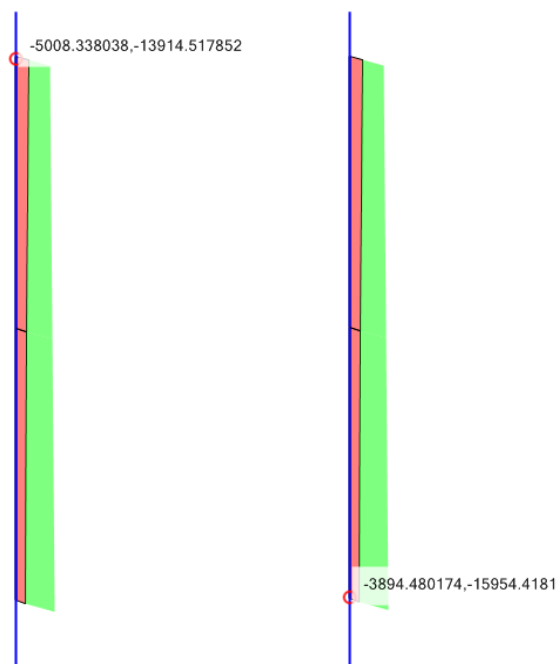


Figura 74 – Momento fletor  $M_{33}$ (kN.m)

$$M_{22sd(máx)BASE} = -3894\text{kN.m}$$

$$M_{22sd(mín)BASE} = -15955\text{kN.m}$$

$$M_{22sd(máx)TOPO} = -5008\text{kN.m}$$

$$M_{22sd(mín)TOPO} = -13195\text{kN.m}$$

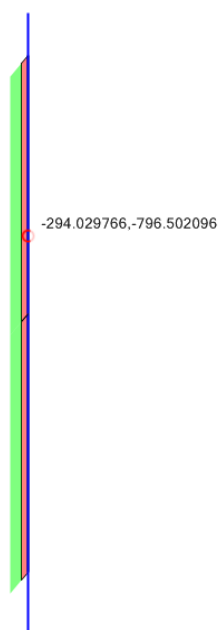


Figura 75 – Esforço Cortante  $V_{33}$ (kN)

$$V_{33sd(máx)} = 797\text{kN}$$

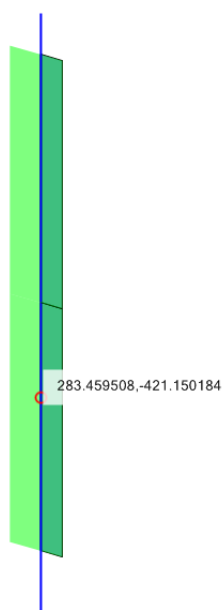


Figura 76 – Esforço Cortante  $V_{22}(\text{kN})$

$$V_{22sd(\text{máx})} = 422\text{kN}$$

#### 24.1.2 Verificação as solicitações normais

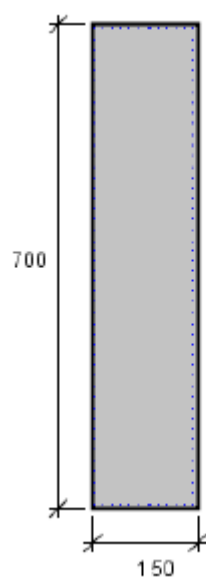


Figura 77 – Verificação de flexo-compressão – Seção transversal

**Armação:** 112 $\phi$ 25 mm ( $A_s = 549.78 \text{ cm}^2$ )

**Propriedade seção bruta de concreto:**

Área:  $A_c = 105000 \text{ cm}^2$

Centro de gravidade:  $x_{cg} = 75 \text{ cm}$

$y_{cg} = 350 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg:  $I_x = 4287500000 \text{ cm}^4$

$I_y = 196875000 \text{ cm}^4$

**Taxa de armadura:**  $\rho_s = 0.52 \%$

**Materiais:** Concreto  $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$

Aço  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

**Tipo de vinculação:** Pilar em Balanço

**Comprimento:**  $L = 850 \text{ cm}$

**Índice de Esbeltez:**  $\lambda_x = 8$

$\lambda_y = 39$

Figura 78 – Verificação de flexo-compressão – Propriedades geométricas

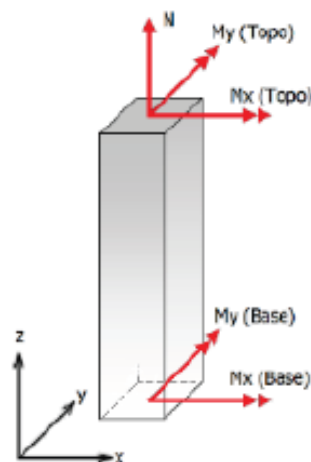


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços,  $N < 0$  para compressão

Combinação	$N_{dk}$	$M_{dk,x}(\text{Topo})$	$M_{dk,y}(\text{Topo})$	$M_{dk,x}(\text{Base})$	$M_{dk,y}(\text{Base})$
1	-8343	-13195	7958	15955	-2782
2	-10746	-13195	7958	15955	-2782
3	-8343	-13195	7958	3894	-1015
4	-10746	-13195	7958	3894	-1015
5	-8343	-5008	3823	15955	-2782
6	-10746	-5008	3823	15955	-2782
7	-8343	-5008	3823	3894	-1015
8	-10746	-5008	3823	3894	-1015
9	-8343	0	0	0	0
10	-10746	0	0	0	0

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [kN, kN.m]

Figura 79 – Verificação de flexo-compressão – Esforços Solicitantes

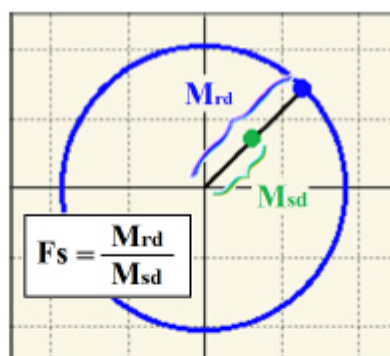


Figura: Esquema para determinação do fator de segurança (F.S.)

Combinação	N <sub>sd</sub>	M <sub>sd,x</sub>	M <sub>sd,y</sub>	F.S.
1	-8343	-13195	-7958	2.64
2	-10746	-13195	-7958	2.82
3	-8343	-13195	-7958	2.64
4	-10746	-13195	-7958	2.82
5	-8343	-15032.5	-3585.7	4.91
6	-10746	-15082.1	-3817.2	4.99
7	-8343	-5008	-3823	5.55
8	-10746	-5008	-3823	5.93
9	-8343	0	0	Ok!
10	-10746	0	0	Ok!

Tabela: Resumo verificação ELU, Unidades [kN, kN.m]

Figura 80 – Verificação de flexo-compressão – Fatores de segurança

Combinação	Tensões Máximas (MPa)		$\Delta\sigma$ (MPa)	$\Delta\sigma_{adm}$ (MPa)	Status
	Tração	Comp.			
1	94,71	-54,64	149,36	175	OK
2	70,29	-51,50	121,79	175	OK
3	94,71	-55,36	150,07	175	OK
4	70,29	-52,21	122,50	175	OK
5	26,71	-29,64	56,36	175	OK
6	18,71	-28,93	47,64	175	OK
7	12,14	-19,86	32,00	175	OK
8	6,50	-19,71	26,21	175	OK

Figura 81 – Verificação a fadiga

### 24.1.3 Verificação as solicitações tangenciais

DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO + TORÇÃO - ENTRADA DE DADOS											fck (Mpa)	30
											Aço (Mpa)	500
IDENTIFICAÇÃO	Características geométricas								Esforços de cálculo			Número de Pernas
	B <sub>w</sub> (cm)	h (cm)	d' (cm)	h <sub>e</sub> (cm)	A/u (cm)	2C <sub>1</sub> (cm)	U <sub>e</sub> (cm)	A <sub>e</sub> (cm <sup>2</sup> )	V <sub>d</sub> (kN.m)	Protensão (kN)	T <sub>d</sub> (kN.m)	
Pilar - Sentido X	700	150	5	15	61,8	10	1640	92475	797		0	18
Pilar - Sentido Y	150	700	5	15	61,8	10	1640	92475	422		0	2

Figura 82 – Dados de Entrada

DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO + TORÇÃO - RESULTADOS											
IDENTIFICAÇÃO	Dimensionamento										
	Biela do Concreto	Verificação conjunta		A <sub>sw,min</sub> (cm <sup>2</sup> /m) (Cisalhamento)	A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> /m) (Cisalhamento)	A <sub>w,min</sub> (cm <sup>2</sup> /m) (torção)	A <sub>w</sub> (cm <sup>2</sup> /m) (torção)	A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> /m) Perna Externa	A <sub>sw</sub> (cm <sup>2</sup> /m) Perna Interna	A <sub>sl,min</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>sl</sub> (cm <sup>2</sup> )
Pilar - Sentido X	OK	0,26	OK	81,10	0,00	0	0,00	4,51	4,51	0,00	0,00
Pilar - Sentido Y	OK	0,26	OK	17,38	0,00	0	0,00	8,69	-	0,00	0,00

Figura 83 – Dimensionamento da armadura para solicitações tangenciais

RESUMO DA ARMAÇÃO		
IDENTIFICAÇÃO	PERNA EXTERNA	PERNA INTERNA
Pilar - Sentido X	Ø12,5 mm c.15	Ø10 mm c.15
Pilar - Sentido Y	Ø12,5 mm c.15	-

Figura 84 – Resumo da Armação

## 25.0 INFRAESTRUTURA

A infraestrutura é composta por estacas raiz com diâmetro de 410mm em solo e 310mm em rocha.



Figura 85 – Estacas adotadas em projeto

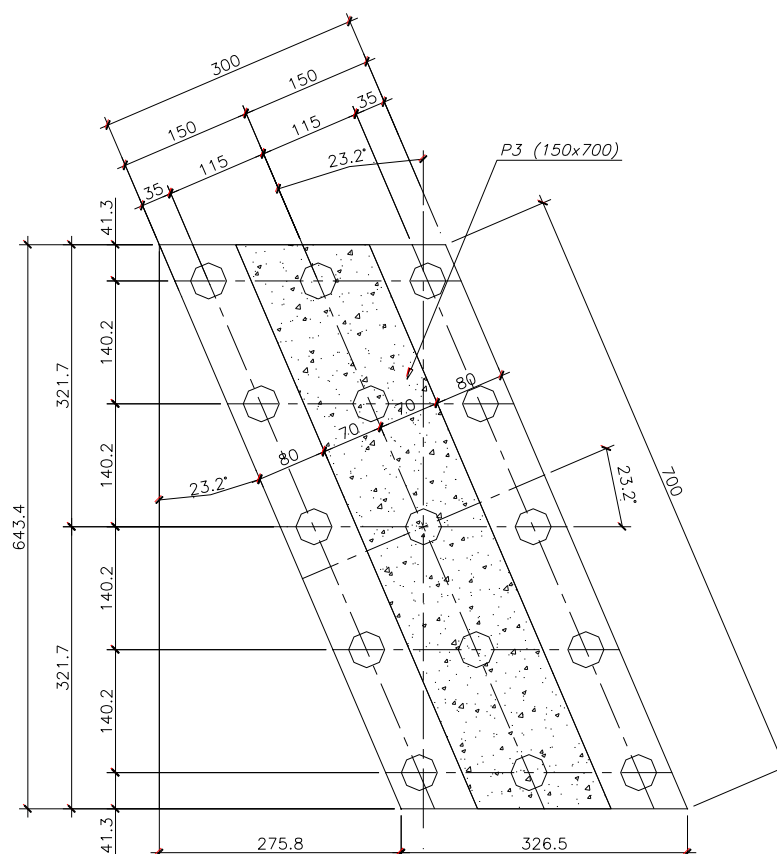


Figura 86 – Bloco de Fundação - Planta



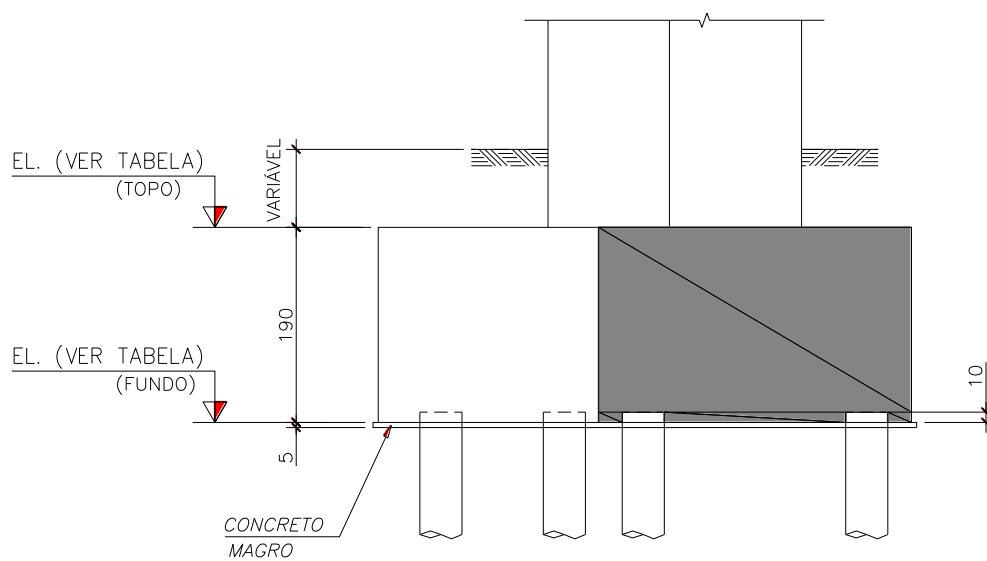


Figura 87 – Bloco de Fundação - Elevação

## 25.1 Boletins de Sondagem

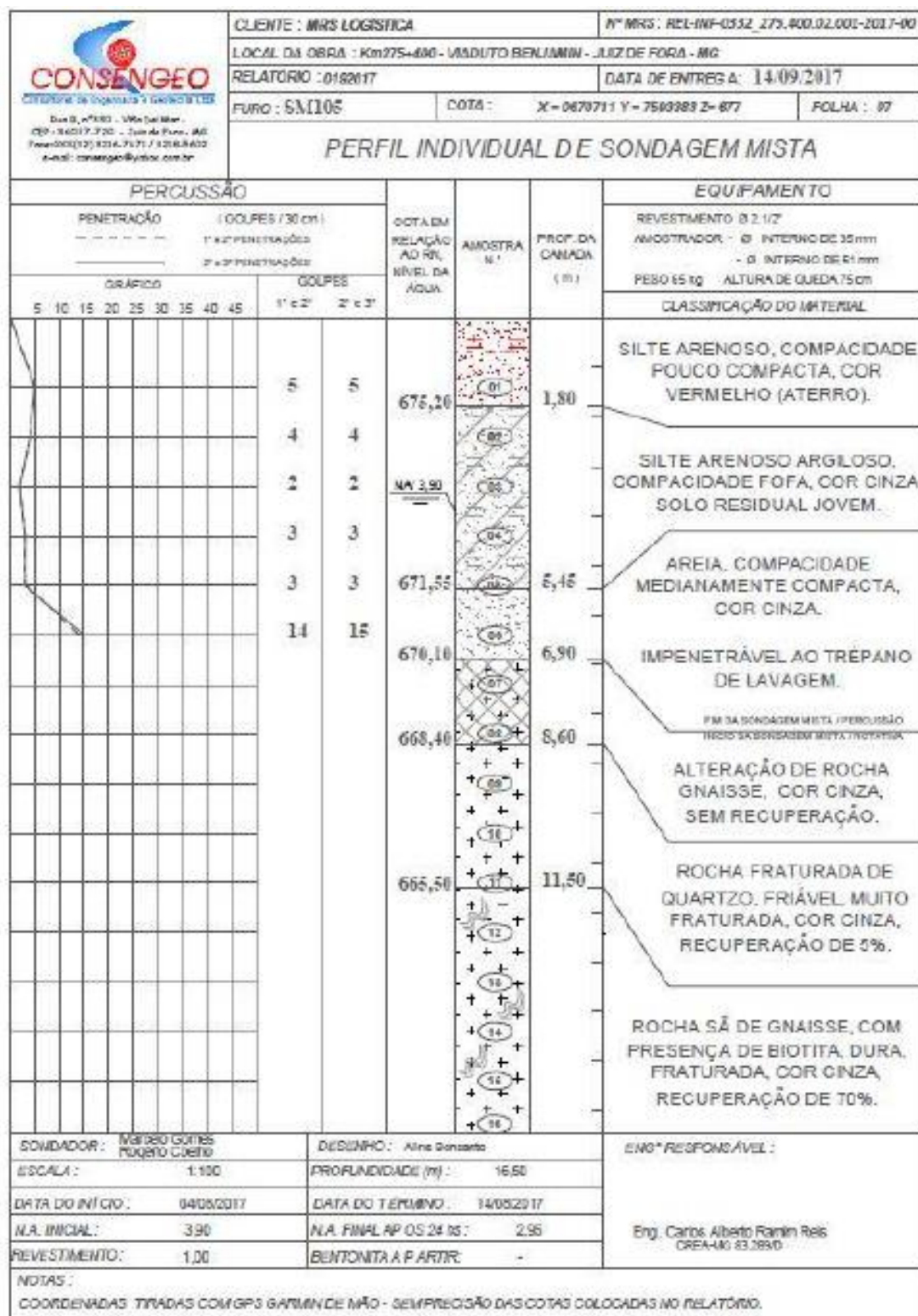


Figura 88 – Sondagem SM-105 – ½


 <p><b>CONSENCEO</b> Fundação de Engenharia, Cartão 6-108 Rua 9, nº 330 - 19º (del Mar) - CEP: 36057-720 - Juiz de Fora - MG Fone: (31) 3219-7671 / 3219-5562 e-mail: consencgeo@ydnio.com.br</p>		CLIENTE : MRS LOGÍSTICA LOCAL DA OBRA : Km 275+400 - VIADUTO BENJAMIN - JUIZ DE FORA - MG RELATÓRIO : 6192017 DATA DE ENTREGA: 14/09/2017		Nº MRS: REL-INF-0132_275.400.02.001-2017-00 FOLHA : 08		
FURTO : SM105 COTA : X = 0870711 Y = 7580383 Z = 877		<b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO</b>				
<b>PERCUSSÃO</b> PENETRAÇÃO (GOLPES / 30 cm) ----- 1ª e 2ª PENETRAÇÕES ----- 3ª e 4ª PENETRAÇÕES GRÁFICO 5 10 15 20 25 30 35 40 45			COTA EM RELAÇÃO AO RN, NÍVEL DA ÁGUA 660,50		<b>EQUIPAMENTO</b> REVESTIMENTO - Ø 2,12" AMOSTRADOR - Ø INTERNO DE 35 mm - Ø INTERNO DE 51 mm PESO 62 kg ALTURA DE QUEDA 15 cm CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
1ª e 2ª 3ª e 4ª 16,50			AMOSTRA N.º 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32		PROF. DA SONDAGEM (m) 16,50 ROCHA Sã DE GNAISSE, COM PRESENÇA DE BIOTITA, DURA, FRATURADA, COR CINZA, RECUPERAÇÃO DE 70%. PARALIZADO CONFORME ESPECIFICAÇÃO DA MRS.	
SONDADOR: MARCELO GOMES ROGERIO COELHO ESCALA: 1:100 DATA DO INÍCIO: 04/06/2017 N.A. INICIAL: 3,50 REVESTIMENTO: 1,00			DESENHO: Aline Gonzales PROFUNDIDADE (m): 16,50 DATA DO TÉRMINO: 14/08/2017 N.A. FINAL APÓS 24 hs: 2,95 BENTONITA A PARTIR: -		ENG.º RESPONSÁVEL: Eng. Carlos Alberto Ramim Reis CRE-AMG 83.385/D	
NOTAS: COORDENADAS TIRADAS COM GPS GARMIN DE MÃO - SEM PRECISÃO DAS COTAS COLOCADAS NO RELATÓRIO.						

Figura 89 – Sondagem SM-105 – 2/2

## 25.2 Estacas

### 25.2.1 Reação nas Estacas

Estaca	$R_{\max}(\text{kN})$	$R_{\min}(\text{kN})$
E27	985	576
E28	670	1190
E29	548	781
E30	639	1046
E31	436	593
E32	582	810
E33	206	460
E34	435	602
E35	-77	337
E36	172	470
E27a	624	1115
E29a	594	914
E31a	536	676
E33a	331	522
E35a	50	401

Figura 90 – Reação nas estacas

### 25.2.2 Verificação de capacidade geotécnica

O cálculo da capacidade de carga geotécnica das estacas se dará através de três métodos para trecho em solo e dois métodos para trecho em rocha. Os métodos para o cálculo em solo serão: Aoki-Veloso (1975) - Contribuição Monteiro (1997), Decourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1996). Os métodos para o cálculo em rocha serão: Cabral Antunes (2000) e Poulos & Davis (1980).

Para o cálculo da capacidade de carga geotécnica das estacas, será desconsiderada a contribuição da capacidade de carga decorrente do trecho em solo, sendo que para rocha será considerada apenas a parcela relativa a ao atrito lateral.

Para estacas tracionadas será considerado como capacidade resistente 66% do atrito lateral mobilizado.

## 25.2.3 Capacidade de carga

Definição do Domínio de Estudo						
<i>Tipo de Estaca</i>	nº Pontos	E.L. Sond. (m)	E.L. Arras. (m)	<div>Analisar</div>		
<i>Raiz</i>	17	776,964	774,514			
Geometria da Estaca						
φ(cm)	e(mm)	A <sub>p,R</sub> (cm²)	U <sub>l,R</sub> (cm)	A <sub>p</sub> (cm²)	U <sub>l</sub> (cm)	EL-Rev. (m)
41.000	50.000	754.768	97.389	1.320.254	128.805	768.964

Figura 91 – Dados de Entrada

Fatores de Segurança				
Método	Análise em Solo		Análise em Rocha	
	C.S. Ponta	C.S. Fuste	C.S. Ponta	C.S. Fuste
Aoki-Veloso (1975) - Contribuição	2	2	-	-
Decourt-Quaresma (1978)	4	2	-	-
Teixeira (1996)	2	2	-	-
Cabral Antunes (2000)	-	-	3	3
Poulos & Davis (1980)	-	-	3	3

Figura 92 – Fatores de segurança

Caracterização do Terreno									
Ponto	z (m)	Elevação (m)	Material	Para Camadas de Solo			Para Camadas de Rocha		
				Classificação	SPT	Consistência	Classificação	Alteração	RQD (%)
1	1	775,964	Solo	Silte Arenoso	5	Pouco Comp.	-	-	-
2	2	774,964	Solo	Silte Arenoso	4	Fofa	-	-	-
3	3	773,964	Solo	Silte Arenoso	2	Fofa	-	-	-
4	4	772,964	Solo	Silte Arenoso	3	Fofa	-	-	-
5	5	771,964	Solo	Silte Arenoso	3	Fofa	-	-	-
6	6	770,964	Solo	Areia	15	Med. Comp.	-	-	-
7	7	769,964	Solo	Areia	15	Med. Comp.	-	-	-
8	8	768,964	Rocha	-	-	-	Rochas Sedimentares	Muito Alterada	0
9	9	767,964	Rocha	-	-	-	Rochas Sedimentares	Muito Alterada	5
10	10	766,964	Rocha	-	-	-	Rochas Sedimentares	Muito Alterada	5
11	11	765,964	Rocha	-	-	-	Rochas Sedimentares	Muito Alterada	5
12	12	764,964	Rocha	-	-	-	Gnaíse	Sã	70
13	13	763,964	Rocha	-	-	-	Gnaíse	Sã	70
14	14	762,964	Rocha	-	-	-	Gnaíse	Sã	70
15	15	761,964	Rocha	-	-	-	Gnaíse	Sã	70
16	16	760,964	Rocha	-	-	-	Gnaíse	Sã	70
17	17	759,964	Rocha	-	-	-	Gnaíse	Sã	70

Figura 93 – Caracterização do terreno

Elevação (m)	Capacidades de Carga Decorrente de atrito Lateral - Resumo para Estacas com embutimento em Rocha							
	Atrito lateral em Solo (kN)				Atrito Lateral em Rocha (kN)			Capacidade Acumulada
	Aoki-Veloso (1995)	Decourt-Quaresma (1982)	Teixeira (1986)	Adotado	Cabral Antunes (2000)	Poulos & Davis (1980)	Adotado	
774,514	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	0,00
773,964	4,25	7,08	10,63	4,25	-	-	-	4,25
772,964	15,84	19,96	29,95	15,84	-	-	-	15,84
771,964	27,44	32,85	49,27	27,44	-	-	-	27,44
770,964	89,14	64,02	96,02	64,02	-	-	-	64,02
769,964	150,85	97,68	146,52	97,68	-	-	-	97,68
768,964	-	-	-	-	29,22	97,39	29,22	29,22
767,964	-	-	-	-	58,43	194,78	58,43	58,43
766,964	-	-	-	-	87,65	292,17	87,65	87,65
765,964	-	-	-	-	116,87	389,56	116,87	116,87
764,964	-	-	-	-	549,71	714,19	549,71	549,71
763,964	-	-	-	-	982,55	1038,82	982,55	982,55
762,964	-	-	-	-	1415,39	1363,45	1363,45	1363,45

Figura 94 – Capacidade de Carga - kN

Portanto a estaca adotada terá 12,50m, sendo 5,50m em solo, 4,60 em alteração de rocha e rocha fraturada e 2,40m em rocha sã.

Solicitação	R <sub>Solicitante</sub> (kN)	R <sub>Resistente</sub> (kN)	Status	L <sub>Solo</sub> (m)	L <sub>Alteração</sub> (m)	L <sub>Rocha</sub> (m)	L <sub>Total</sub> (m)
Tração	77	908,97	OK	5,5	4,6	2,4	12,5
Compressão	1190	1363,45	OK				

Figura 95 – Resumo



## 26.0 VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE ESTRUTURAL

### 26.1 Interação solo estrutura

Muitos são os processos propostos para o cálculo dos esforços em peças carregadas lateralmente.

O Prof. José de Miranda Tepedino apresentou um processo numérico que, aliado a parâmetros do solo correlacionados por ele, mostra-se extremamente vantajoso sobre qualquer outro processo.

Isto é devido à sua grande flexibilidade quanto a receber qualquer tipo de carregamento.

Neste pode se levar em consideração qualquer condição de contorno da estaca, e também a estratificação, a natureza e a consistência ou a compactação do solo.

Além dessas vantagens que tornam esse processo o mais geral possível, ele permite o fornecimento dos esforços solicitantes e dos deslocamentos em qualquer ponto da estaca.

Como princípio básico o processo considera que a tensão no solo é proporcional ao deslocamento da estaca nesse ponto.

$$\sigma = Cr \cdot y$$

Onde:

Cr = Coeficiente de Recalque do Solo

y = Deformação apresentada pela estaca

$\sigma$  = Tensão que a estaca provoca no solo

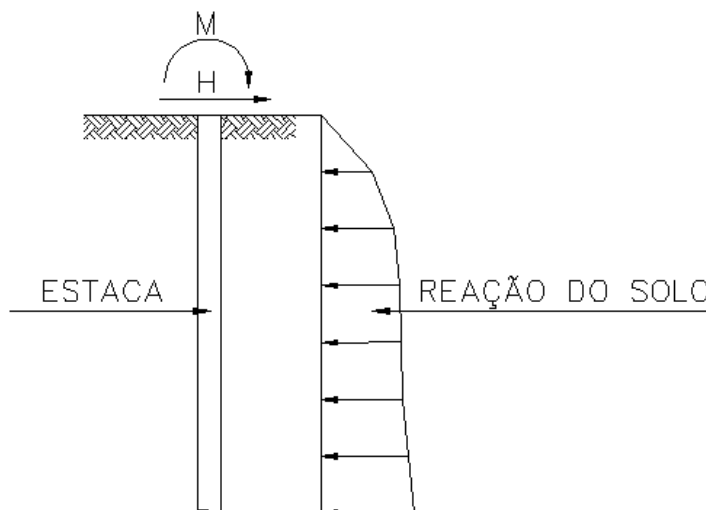


Figura 96 – Diagrama para estaca hipotética

Como parâmetros do solo, o processo propõe que os coeficientes de recalque vertical (Cr) possam ser avaliados por:

- 5N para areia ou silte arenoso
- 4N para silte
- 3N para argila ou silte argiloso

Onde N é o número de golpes (SPT) do solo, e o resultado é dado em Newton por centímetro cúbico (N / cm<sup>3</sup>).

Para o caso em estudo é necessário o coeficiente de recalque horizontal, o qual se iguala ao vertical a partir de certa profundidade.

Com o intuito de se considerar isto e eliminar as reações horizontais grandes no nível do terreno, o processo recomenda uma variação linear de zero, no nível do terreno, até o valor indicado na profundidade I<sub>1</sub>, que é tomada igual a:

$$I_1 = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E \cdot I}{b \cdot Cr}}$$

Onde:

E - Módulo de elasticidade da peça

I - Momento de inércia da peça

b - Largura da peça na direção do carregamento

Cr - Coeficiente de recalque horizontal do terreno à profundidade I<sub>1</sub>

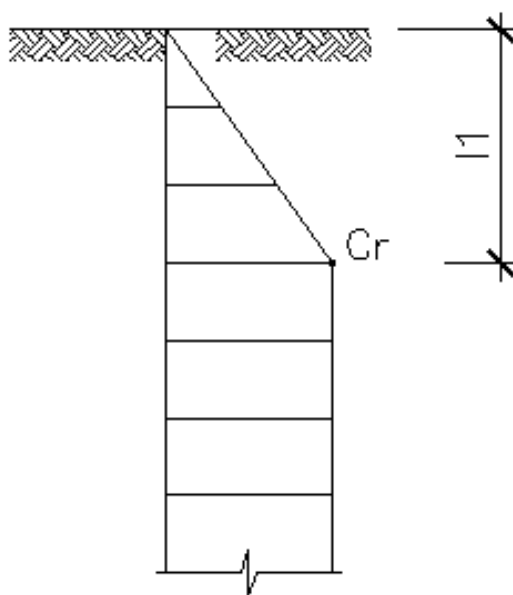


Figura 97 – Diagrama para estaca hipotética

Momento de inércia da estaca:  $I = \pi \cdot \phi^4 / 64$

$$E_{cs} = \alpha_i \cdot \alpha_E \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}}; \quad \alpha_i = \left( 0,8 + 0,2 \cdot \frac{f_{ck}}{80} \right) \leq 1,0$$

Para  $f_{ck} = 20 \text{ MPa} \rightarrow \alpha_i = 0,85$

$\alpha_E = 0,9$

$$E_{cs} = 0,85 \cdot 0,9 \cdot 5600 \cdot \sqrt{20} = 19158 \text{ MPa}$$

EL <sub>Rocha</sub> (m)	EL <sub>arrasamento</sub> (m)	$\Phi_{est. Solo}$ (m)	$\Phi_{est. Rocha}$ (m)	$f_{ck}$ (MPa)	$E_{cs}$ (MPa)	$I_1$ Calculado(m)	$I_1$ Adotado (m)	$C_{r-I1}$ (kN/m <sup>3</sup> )
769,964	774,514	0,41	0,31	20	21287,37	2,09	3,00	45000
Prof(m)	EL <sub>estaca</sub> (m)	Material	Classificação	SPT(N)/RQD(%)	$C_r$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\Phi_{est.}$ (m)	$A_{inf.}$ (m <sup>2</sup> )	$k_x, k_y$ (kN/m)
0,5	774,014	Solo	Silte Arenoso	2	7500	0,41	0,41	3075
1,5	773,014	Solo	Silte Arenoso	3	22500	0,41	0,41	9225
2,5	772,014	Solo	Areia	3	37500	0,41	0,41	15375
3,5	771,014	Solo	Areia	15	75000	0,41	0,41	30750
4,5	770,014	Rocha	Alteração de Rocha	0	150000	0,41	0,41	61500
5,5	769,014	Rocha	Alteração de Rocha	0	150000	0,31	0,31	46500
6,5	768,014	Rocha	Alteração de Rocha	0	150000	0,31	0,31	46500
7,5	767,014	Rocha	Metamórfica	5	225000	0,31	0,31	69750
8,5	766,014	Rocha	Metamórfica	5	225000	0,31	0,31	69750
9,5	765,014	Rocha	Metamórfica	5	225000	0,31	0,31	69750
10,5	764,014	Rocha	Metamórfica	70	450000	0,31	0,31	139500
11,5	763,014	Rocha	Metamórfica	70	450000	0,31	0,31	139500
12,5	762,014	Rocha	Metamórfica	70	450000	0,31	0,31	139500

Figura 98 – Coeficientes de reação horizontal do solo

## 26.2 Esforços Solicitantes

Estaca	Nd(kN)	M2Sd(kN.m)	M3Sd(kN.m)	V2Sd(kN)	V3Sd(kN)
E27	-820,73	31,53	59,25	6,46	3,43
	-1577,69	31,53	59,25	6,46	3,43
E28	-793,50	31,53	60,05	6,55	3,44
	-1284,30	31,53	60,05	6,55	3,44
E29	-728,08	31,57	60,87	6,65	3,44
	-936,92	31,57	60,87	6,65	3,44
E30	-438,43	31,71	61,54	6,72	3,46
	-734,76	31,71	61,54	6,72	3,46
E31	-35,16	31,97	62,22	6,80	3,49
	-580,97	31,97	62,22	6,80	3,49
E32	-763,81	31,62	59,51	6,51	3,46
	-1391,84	31,62	59,51	6,51	3,46
E33	-875,53	31,54	59,04	6,46	3,45
	-1765,92	31,54	59,04	6,46	3,45
E34	-738,28	31,59	60,31	6,59	3,45
	-1093,59	31,59	60,31	6,59	3,45
E35	-846,84	31,66	59,84	6,54	3,46
	-1474,56	31,66	59,84	6,54	3,46
E36	-587,85	31,58	61,07	6,68	3,45
	-828,41	31,58	61,07	6,68	3,45
E27a	-782,27	31,92	60,63	6,63	3,49
	-1130,45	31,92	60,63	6,63	3,49
E29a	-257,52	31,57	61,75	6,75	3,45
	-654,89	31,57	61,75	6,75	3,45
E31a	-584,71	32,18	61,34	6,71	3,52
	-840,67	32,18	61,34	6,71	3,52
E33a	146,86	31,60	62,44	6,83	3,45
	-499,63	31,60	62,44	6,83	3,45
E35a	-209,36	32,49	62,01	6,78	3,55
	-670,57	32,49	62,01	6,78	3,55

Figura 99 – Esforços Solicitantes – Combinação Última

## 26.3 Verificação as solicitações normais

Para verificação das solicitações normais será verificado se a armadura existente de  $8\phi 25$ , atende aos esforços solicitantes devido as combinações de cálculo elaboradas.

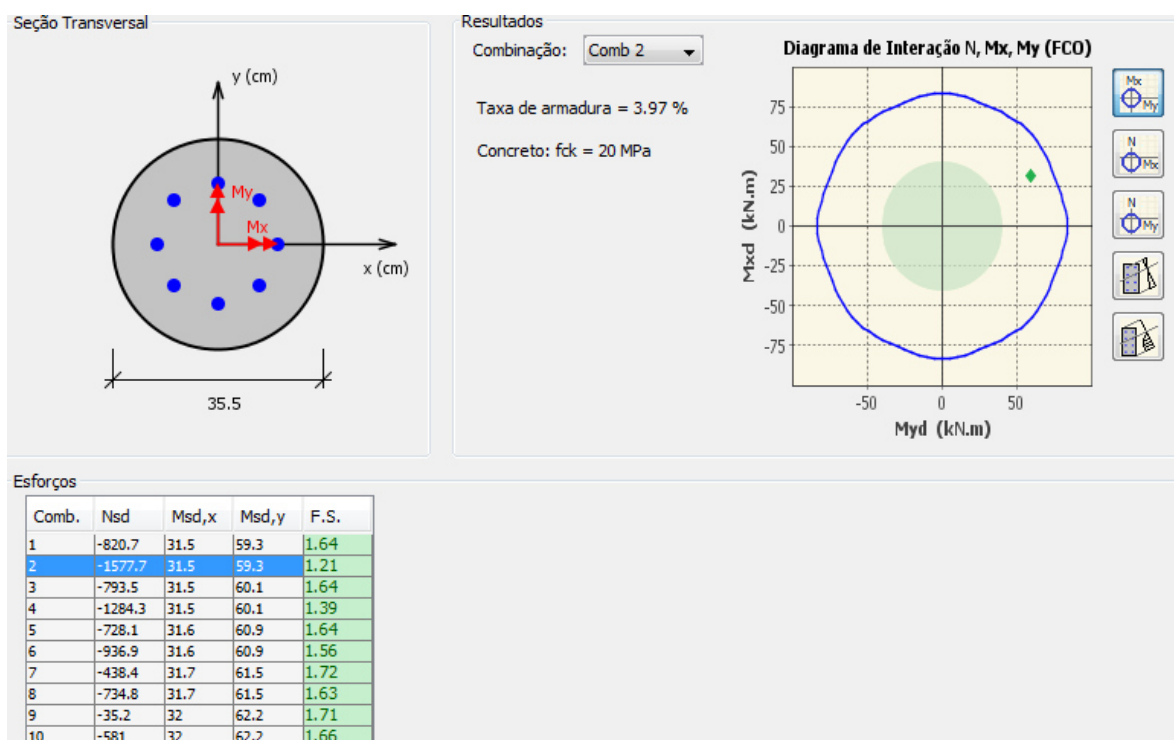


Figura 100 – Verificação flexão-composta – E27 a E31

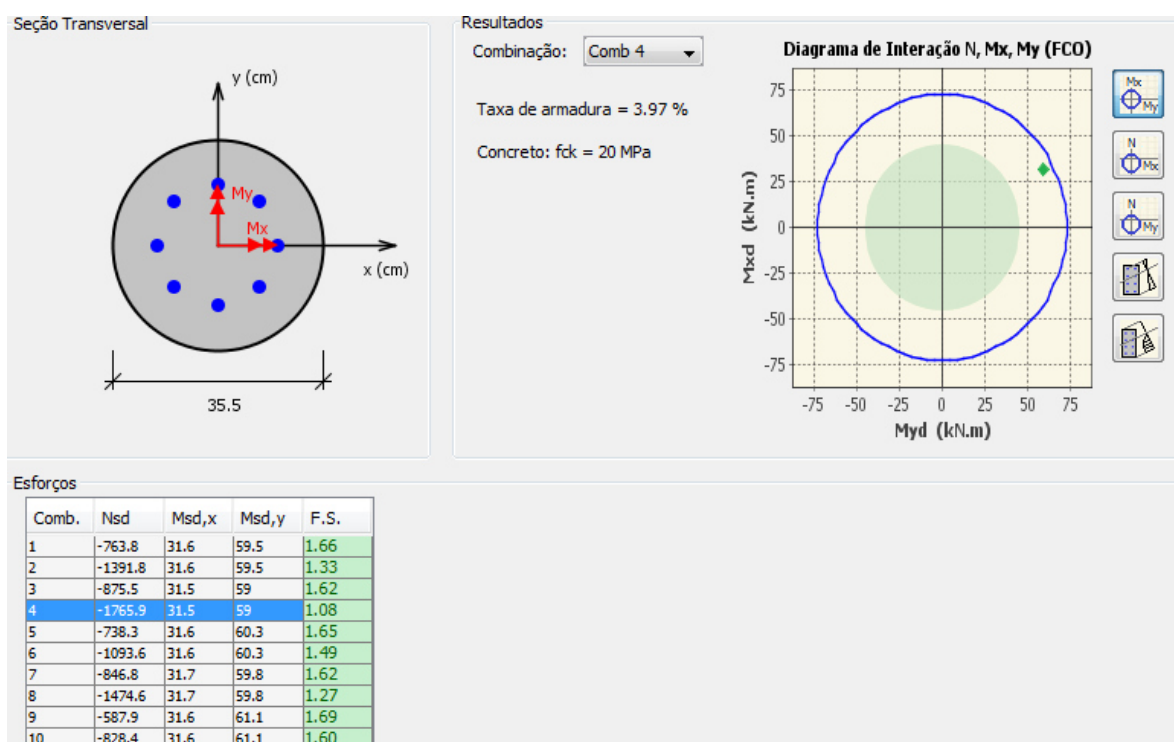


Figura 101 – Verificação flexão-composta – E32 a E36

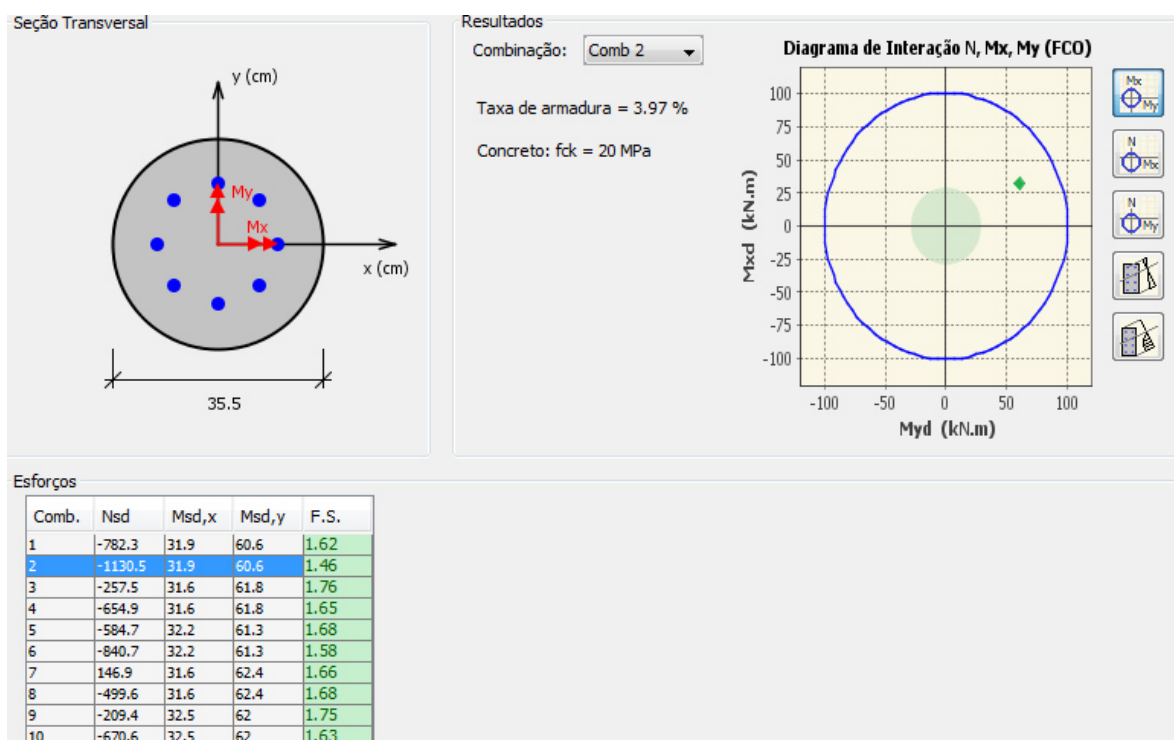


Figura 102 – Verificação flexão-composta – E27a a E35a

Estacas	$A_{s\text{Existente}} (\text{cm}^2)$	$F_{yk} (\text{MPa})$	$\sigma_{\text{máx}} (\text{MPa})$	$\sigma_{\text{mín}} (\text{MPa})$	$\Delta\sigma (\text{MPa})$	$\Delta\sigma_{\text{adm}} (\text{MPa})$	Verificação
E27 a E31	39,27	500	256,66	180,56	76,10	175	OK
E32 a E35	39,27	500	287,55	183,76	103,79	175	OK
E27a a E35a	39,27	500	212,71	176,45	36,26	175	OK

Figura 103 – Verificação a fadiga



## 26.4 Verificação as solicitações tangenciais

Para promover o dimensionamento ao cisalhamento a seção circular considerou-se uma seção retangular equivalente cujas medidas são dadas pelas equações oriundas do CEB.

Será verificada apenas a estaca mais solicitada.

$$b_e = 0,9 \cdot D$$

$$d_e = 0,13 \cdot D + 0,64d_e$$

Onde:

$b_e$  é a largura efetiva da seção equivalente;

$d_e$  é a altura útil efetiva da seção equivalente;

$D$  é o diâmetro da seção;

$d$  é a altura útil da seção.

$$V_{sd} = \sqrt{V_{sd22}^2 + V_{sd33}^2}$$

Dados			
Força Cortante Reduzida (V)	10,0	kN	
Base da Seção de Concreto ( $b_w$ ou $b_f$ )	0,320	m	
Altura da Seção de Concreto (h)	0,245	m	
Cobrimento ( $d'$ )	0,045	m	
Área de concreto ( $A_c$ )	0,078	m <sup>2</sup>	
Resistência nominal do concreto ( $f_{ck}$ )	20,00	MPa	
Resistência de cálculo ( $f_{ywd}$ )- Item 19.4.2	364	MPa	
Coeficiente de minoração da resistência ( $\gamma_c$ )	1,60		
Modelo I ( NBR 6118/2014: 19.4.1 )			
Fases			
$f_{ctd}$	$(0,7 + 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}) / \gamma_c$	0,97	MPa
k	Valor absoluto de: 1,6 - d	1,40	m
$V_d$	$V \cdot \gamma_f$	10,00	kN
$\alpha_{v2}$	$1 - f_{ck} / 250$	0,920	
$V_{Rd2}$	$0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$	197,96	kN
A seção resiste a compressão da biela $V_d < V_{Rd2}$			
$V_{C0}$	$0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$	36,99	kN
$V_c$	$V_{C0}(1 + M_0/M_{sd,max})$ ou 0 (para seção totalmente tracionada)	36,99	kN
$V_{sw}$	$V_d - V_c$	-26,99	kN
$A_{s90}$	$V_{sw} / 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd}$	0,00	cm <sup>2</sup> / m
$A_{s90,min}$	$0,2 \cdot b_w \cdot f_{ctm} / f_{ywk}$	2,82	cm <sup>2</sup> / m

## 26.4.1 Bloco de coroamento – B3

Para a verificação dos blocos de coroamento será considerado, de forma a favor da segurança, que carga do pilar é equivalente ao número de estacas multiplicado pela reação de apoio na estaca mais comprimida.

Foi elaborado um modelo de treliça espacial para simular as bielas e tirantes do bloco de fundação.

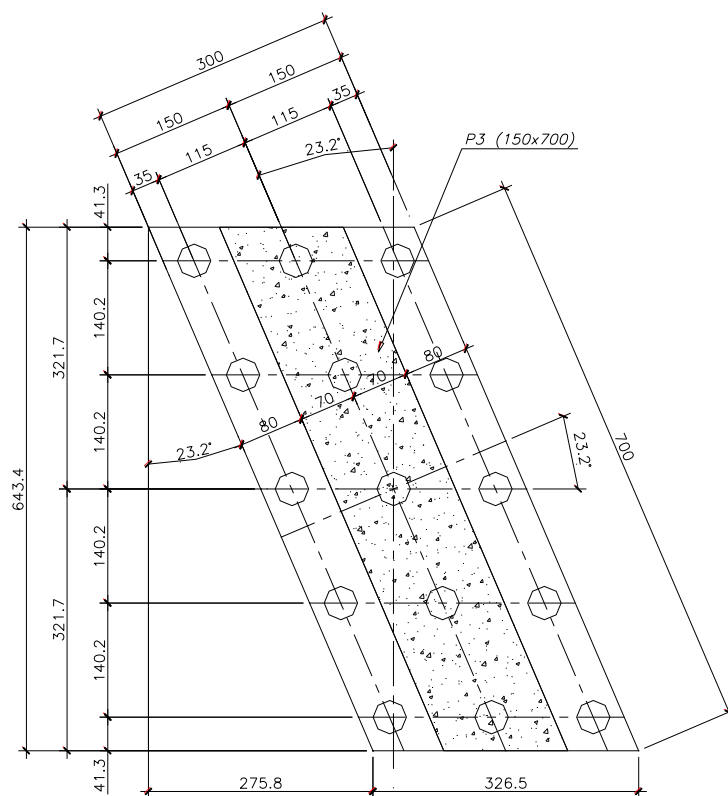


Figura 104 – Bloco B3 – Planta

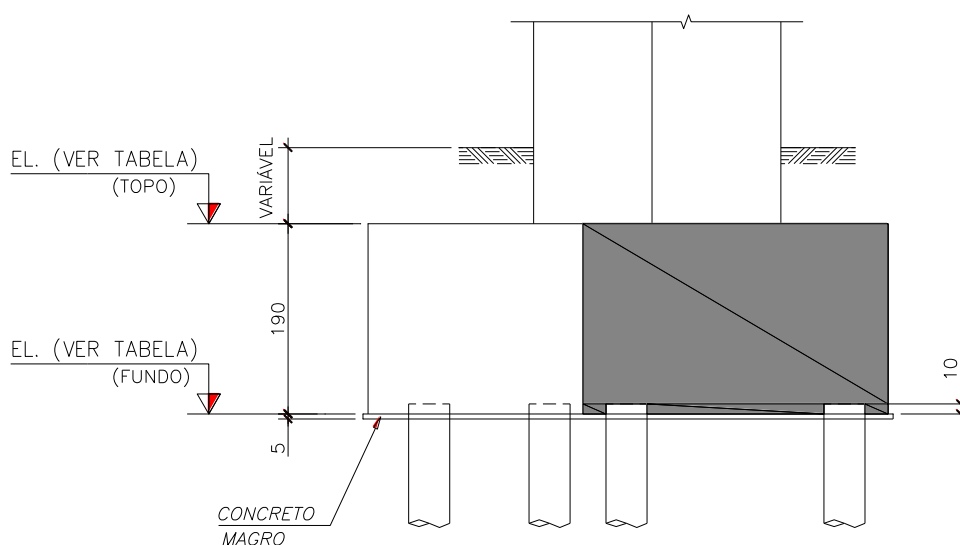


Figura 105 – Bloco B3 - Elevação

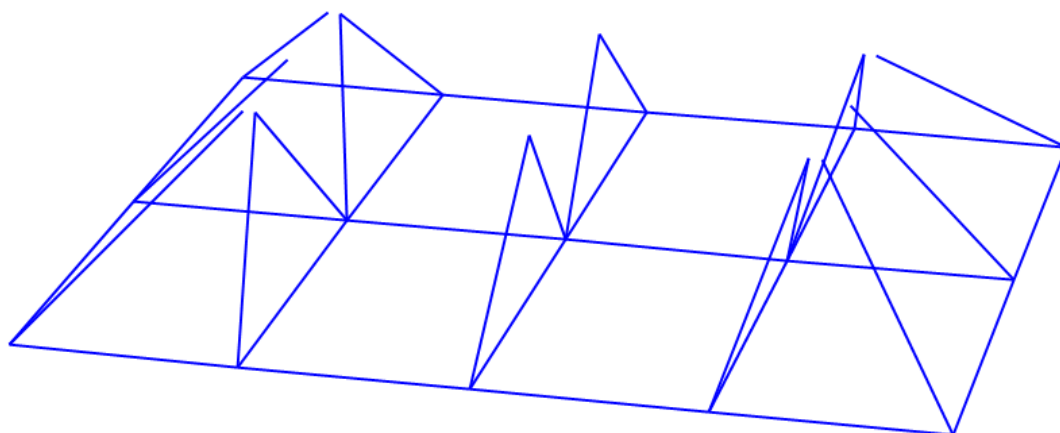


Figura 106 – Modelo Elaborado

Foi aplicada uma carga unitária no topo de cada barra do modelo, de forma a se obter o fator multiplicador, logo ao se multiplicar a reação das estacas com seu fator multiplicador obtém-se os esforços solicitantes.

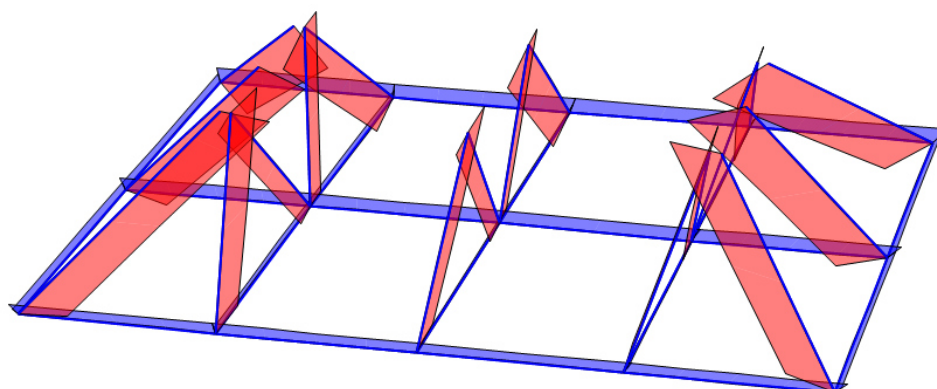


Figura 107 – Esforços Solicitantes – kN

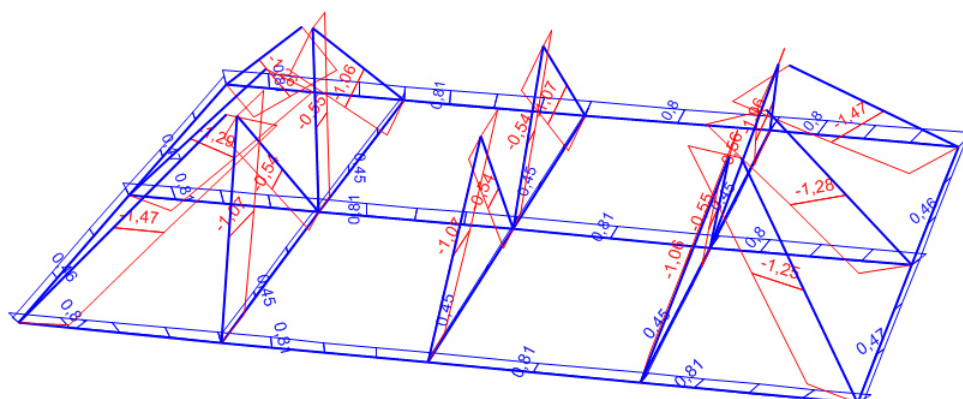


Figura 108 – Esforços Solicitantes – kN

## 26.4.2 Verificação da biela junto à estaca

Estaca	$\phi$ (m)	h(m)	Biela	$D_x$ (m)	$D_y$ (m)	$\alpha$ (°)	A(m²)	Vd(kN)	$a_{v2}$	$f_{cd3}$ (Mpa)	$\sigma_{biela}$ (Mpa)	Status
E27	0,41	0,10	1,47	1,92	1,8	43,15	0,2270	1680	0,88	11,31	10,88	OK
E28	0,41	0,10	1,26	1,34	1,8	53,33	0,2662	1680	0,88	11,31	7,95	OK
E29	0,41	0,10	1,07	0,85	1,8	64,72	0,3001	1680	0,88	11,31	5,99	OK
E30	0,41	0,10	1,07	0,85	1,8	64,72	0,3001	1680	0,88	11,31	5,99	OK
E31	0,41	0,10	1,07	0,85	1,8	64,72	0,3001	1680	0,88	11,31	5,99	OK
E32	0,41	0,10	1,07	0,85	1,8	64,72	0,3001	1680	0,88	11,31	5,99	OK
E33	0,41	0,10	1,07	0,85	1,8	64,72	0,3001	1680	0,88	11,31	5,99	OK
E34	0,41	0,10	1,07	0,85	1,8	64,72	0,3001	1680	0,88	11,31	5,99	OK
E35	0,41	0,10	1,26	1,39	1,8	52,32	0,2626	1680	0,88	11,31	8,06	OK
E36	0,41	0,10	1,47	1,97	1,8	42,42	0,2238	1680	0,88	11,31	11,03	OK
E27a	0,41	0,10	0,56	0,41	1,8	77,17	0,3235	1680	0,88	11,31	2,91	OK
E29a	0,41	0,10	0,56	0,41	1,8	77,17	0,3235	1680	0,88	11,31	2,91	OK
E31a	0,41	0,10	0,56	0,41	1,8	77,17	0,3235	1680	0,88	11,31	2,91	OK
E33a	0,41	0,10	0,56	0,41	1,8	77,17	0,3235	1680	0,88	11,31	2,91	OK
E35a	0,41	0,10	0,56	0,41	1,8	77,17	0,3235	1680	0,88	11,31	2,91	OK

Figura 109 – Verificação da biela junto à estaca

## 26.4.3 Verificação da biela junto ao pilar

Estaca	a(m)	b(m)	Biela	$D_x$ (m)	$D_y$ (m)	$\alpha$ (°)	A(m²)	Vd(kN)	$a_{v2}$	$f_{cd3}$ (Mpa)	$\sigma_{biela}$ (Mpa)	Status
E27	0,75	3,5	1,47	1,92	1,8	43,15	1,2279	1680	0,88	11,31429	2,01	OK
E28	0,75	3,5	1,26	1,34	1,8	53,33	1,6890	1680	0,88	11,31429	1,25	OK
E29	0,75	3,5	1,07	0,85	1,8	64,72	2,1464	1680	0,88	11,31429	0,84	OK
E30	0,75	3,5	1,07	0,85	1,8	64,72	2,1464	1680	0,88	11,31429	0,84	OK
E31	0,75	3,5	1,07	0,85	1,8	64,72	2,1464	1680	0,88	11,31429	0,84	OK
E32	0,75	3,5	1,07	0,85	1,8	64,72	2,1464	1680	0,88	11,31429	0,84	OK
E33	0,75	3,5	1,07	0,85	1,8	64,72	2,1464	1680	0,88	11,31429	0,84	OK
E34	0,75	3,5	1,07	0,85	1,8	64,72	2,1464	1680	0,88	11,31429	0,84	OK
E35	0,75	3,5	1,26	1,39	1,8	52,32	1,6444	1680	0,88	11,31429	1,29	OK
E36	0,75	3,5	1,47	1,97	1,8	42,42	1,1944	1680	0,88	11,31429	2,07	OK
E27a	0,75	3,5	0,56	0,41	1,8	77,17	2,4955	1680	0,88	11,31429	0,38	OK
E29a	0,75	3,5	0,56	0,41	1,8	77,17	2,4955	1680	0,88	11,31429	0,38	OK
E31a	0,75	3,5	0,56	0,41	1,8	77,17	2,4955	1680	0,88	11,31429	0,38	OK
E33a	0,75	3,5	0,56	0,41	1,8	77,17	2,4955	1680	0,88	11,31429	0,38	OK
E35a	0,75	3,5	0,56	0,41	1,8	77,17	2,4955	1680	0,88	11,31429	0,38	OK

Figura 110 – Verificação da biela junto ao pilar

## 26.4.4 Cálculo da armadura

Tirante		Vd(kN)	Td(kN)	$A_{st}$ (cm²)	$A_{s_{malha}}$ (cm²)	$A_{s_{susp}}$ (cm²)	$A_{s_{lat}}$ (cm²)
Tx	0,48	1765	847,20	16,56	4,14	-	10,48
Ty	0,81	1765	1429,65	27,95	13,97	40,60	10,48

Figura 111 – Dimensionamento das armaduras

Estaca	Tirante		Reação		$T_{kxMax}(kN)$	$T_{kxMin}(kN)$	$T_{kyMax}(kN)$	$T_{kyMin}(kN)$	Variações de Tensão - X			Variações de Tensão - Y			$\Delta\sigma_{limite}(MPa)$	Status
	$T_x$	$T_y$	Máximo	Mínimo					$\sigma_{max}(MPa)$	$\sigma_{min}(MPa)$	$\Delta\sigma(MPa)$	$\sigma_{max}(MPa)$	$\sigma_{min}(MPa)$	$\Delta\sigma(MPa)$		
E27	0,48	0,81	-593,55	-914,99	-284,90	-439,20	-480,78	-741,14	-113,36	-174,75	61,39	-122,42	-188,72	66,30	175	OK
E28	0,48	0,81	-330,89	-522,97	-158,83	-251,02	-268,02	-423,60	-63,19	-99,88	36,68	-68,25	-107,86	39,62	175	OK
E29	0,48	0,81	-49,78	-401,48	-23,89	-192,71	-40,32	-325,20	-9,51	-76,68	67,17	-10,27	-82,81	72,54	175	OK
E30	0,48	0,81	-535,28	-676,31	-256,93	-324,63	-433,57	-547,81	-102,23	-129,16	26,93	-110,40	-139,49	29,09	175	OK
E31	0,48	0,81	-623,15	-1115,35	-299,11	-535,37	-504,75	-903,43	-119,01	-213,02	94,00	-128,53	-230,05	101,52	175	OK
E32	0,48	0,81	-575,69	-985,99	-276,33	-473,28	-466,31	-798,65	-109,95	-188,31	78,36	-118,74	-203,36	84,63	175	OK
E33	0,48	0,81	-669,17	-1119,30	-321,20	-537,26	-542,03	-906,63	-127,80	-213,77	85,97	-138,02	-230,86	92,84	175	OK
E34	0,48	0,81	-547,05	-782,27	-262,58	-375,49	-443,11	-633,64	-104,48	-149,40	44,92	-112,83	-161,35	48,52	175	OK
E35	0,48	0,81	-638,59	-1047,27	-306,52	-502,69	-517,26	-848,29	-121,96	-200,01	78,05	-131,71	-216,00	84,29	175	OK
E36	0,48	0,81	-435,50	-594,04	-209,04	-285,14	-352,76	-481,17	-83,17	-113,45	30,28	-89,82	-122,52	32,70	175	OK
E27a	0,48	0,81	-580,96	-810,46	-278,86	-389,02	-470,57	-656,48	-110,95	-154,79	43,83	-119,82	-167,16	47,34	175	OK
E29a	0,48	0,81	-204,80	-460,19	-98,30	-220,89	-165,89	-372,75	-39,11	-87,89	48,78	-42,24	-94,92	52,67	175	OK
E31a	0,48	0,81	-433,94	-603,21	-208,29	-289,54	-351,49	-488,60	-82,88	-115,21	32,33	-89,50	-124,41	34,91	175	OK
E33a	0,48	0,81	77,01	-337,77	36,97	-162,13	62,38	-273,59	14,71	-64,51	79,22	15,88	-69,67	85,55	175	OK
E35a	0,48	0,81	-171,39	-470,74	-82,27	-225,96	-138,82	-381,30	-32,73	-89,91	57,17	-35,35	-97,09	61,74	175	OK

Figura 112 – Verificação de fadiga na armadura

## 27.0 REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO Provisional Standards. Washington D.C., 1995.

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. Load And Resistance Factor Design Specification For Structural Steel Buildings. Chicago, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 7187:2003 – Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 7188:2013 – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 8800:2008. Projeto de Estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

BELLEI, Ildony H. Edifícios de Múltiplos Andares em Aço. 2o.ed.PINI São Paulo, 2008.

FAKURY, Ricardo H.; SILVA, Ana L. R. D. C.; CALDAS, Rodrigo B. Dimensionamento de elementos estruturais de aço e misto de aço e concreto. São Paulo: PEARSON, 2017. 506 p.

PFEIL, Walter, PFEIL, Michèle, Estruturas de aço: Dimensionamento prático. 8ª ed., Ed. LTC, 2009.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. Fundações Volume 2: Fundações Profundas. Nova Edição, São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

Vesic', A. S. Desing of Pile foundations. NCHRP Synthesis of Practice No.42, Transportation Research Board, Washington, DC, 68 pp.

Vesic', A. S. Principles of Pile Foundation Design. Soil Mechanics Series No.38, School of Engineering, Duke University, Durham, NC, 48pp. plus figures.

CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos Solos e Suas Aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 7ª edição, 2015.





---

ALVA, Gerson Moacyr Sisniegas. Projeto estrutural de blocos sobre estacas. Santa Maria, 2007. Notas de Aula do Curso de Estruturas de Concreto da Universidade Federal de Santa Maria.

CAMPOS, João Carlos de. Elementos de fundações em concreto. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.


Pinto, André Pereira, Reforço à Flexão de Lajes de Concreto Armado com a Adição de uma Camada de Concreto/ André Pereira Pinto. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2018

	TERRAPLENAGEM		Nº CLIENTE: -							
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT								FOLHA: 1/2	
CGDESP	VOLUME 3 - ANEXO 3C - PLANILHA DE CÁLCULO DE VOLUMES									
JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-TR-PCV-0001 Nº DO CONTRATO: - RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG										
ÍNDICE DE REVISÕES										
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS									
00	EMISSÃO INICIAL									
	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV.5	REV.6	REV.7	REV. 8	
DATA	20/02/20									
PROJETO	JMS									
EXECUÇÃO	SD									
VERIFICAÇÃO	WR									
APROVAÇÃO	JMS									
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DO DNT, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE FORMULÁRIO PERTENCENTE À NORMA DNIT 125/2010 – PAD ANEXO A – FIGURA A-1										

	TERRAPLENAGEM	Nº CLIENTE: -
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT	FOLHA: 2/3

### PLANILHA DE VOLUMES – VIADUTO BENJAMIN

EST.	ÁREA CORTE	ÁREA ATERRO	ÁREA AC. CORTE	ÁREA AC. ATERRO	SEMI DISTÂNCIA	VOLUME CORTE	VOLUME AC. CORTE	VOLUME ATERRO	VOLUME AC. ATERRO
0+0,000	3,80	0,00	3,800	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0+5,000	3,80	0,02	7,600	0,020	2,500	19,000	19,000	0,050	0,050
0+10,000	3,80	0,34	7,600	0,360	2,500	19,000	38,000	0,900	0,950
0+15,000	3,80	1,45	7,600	1,790	2,500	19,000	57,000	4,475	5,425
1+0,000	3,80	2,10	7,600	3,550	2,500	19,000	76,000	8,875	14,300
1+5,000	0,00	4,62	3,800	6,720	2,500	9,500	85,500	16,800	31,100
1+10,000	0,00	7,15	0,000	11,770	2,500	0,000	85,500	29,425	60,525
1+15,000	0,00	9,67	0,000	16,820	2,500	0,000	85,500	42,050	102,575
2+0,000	0,00	12,08	0,000	21,750	2,500	0,000	85,500	54,375	156,950
2+5,000	0,00	16,04	0,000	28,120	2,500	0,000	85,500	70,300	227,250
2+10,000	0,00	19,72	0,000	35,760	2,500	0,000	85,500	89,400	316,650
2+15,000	0,00	23,15	0,000	42,870	2,500	0,000	85,500	107,175	423,825
2+16,139	0,00	25,52	0,000	48,670	0,569	0,000	85,500	27,718	451,543
2+17,635	0,00	26,86	0,000	52,380	0,748	0,000	85,500	39,180	490,723
3+0,000	0,00	0,00	0,000	26,860	1,183	0,000	85,500	31,762	522,485
3+15,669	0,00	0,00	0,000	0,000	7,835	0,000	85,500	0,000	522,485
4+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	2,166	0,000	85,500	0,000	522,485
4+13,702	0,00	0,00	0,000	0,000	6,851	0,000	85,500	0,000	522,485
5+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	3,149	0,000	85,500	0,000	522,485
5+13,074	0,00	0,00	0,000	0,000	6,537	0,000	85,500	0,000	522,485
6+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	3,463	0,000	85,500	0,000	522,485
7+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	10,000	0,000	85,500	0,000	522,485
7+15,031	0,00	0,00	0,000	0,000	7,516	0,000	85,500	0,000	522,485
8+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	2,485	0,000	85,500	0,000	522,485
8+13,265	0,00	0,00	0,000	0,000	6,632	0,000	85,500	0,000	522,485
9+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	3,368	0,000	85,500	0,000	522,485
9+11,499	0,00	0,00	0,000	0,000	5,750	0,000	85,500	0,000	522,485
9+19,639	0,00	17,40	0,000	17,400	4,070	0,000	85,500	70,818	593,303
10+0,000	0,00	17,70	0,000	35,100	0,180	0,000	85,500	6,336	599,638
10+5,000	0,00	13,57	0,000	31,270	2,500	0,000	85,500	78,175	677,813
10+10,000	0,00	10,19	0,000	23,760	2,500	0,000	85,500	59,400	737,213
10+15,000	0,00	6,99	0,000	17,180	2,500	0,000	85,500	42,950	780,163
10+19,639	0,00	3,84	0,000	10,830	2,320	0,000	85,500	25,120	805,283
11+0,000	3,80	3,84	3,800	7,680	0,180	0,686	86,186	1,386	806,670
11+3,904	3,80	2,08	7,600	5,920	1,952	14,835	101,021	11,556	818,226
11+5,000	3,80	1,68	7,600	3,760	0,548	4,165	105,186	2,060	820,286
11+9,016	3,80	0,24	7,600	1,920	2,008	15,261	120,447	3,855	824,141
11+10,000	3,80	0,09	7,600	0,330	0,492	3,739	124,186	0,162	824,304
11+14,129	3,80	0,00	7,600	0,090	2,065	15,690	139,876	0,186	824,490
11+15,000	3,80	0,00	7,600	0,000	0,436	3,310	143,186	0,000	824,490
12+0,000	3,80	0,00	7,600	0,000	2,500	19,000	162,186	0,000	824,490
12+5,000	3,80	0,00	7,600	0,000	2,500	19,000	181,186	0,000	824,490
12+9,000	0	0,00	0	0,000	2,500	9,50	190,686	0,000	824,490
12+15,000	0	0,00	0	0,000	2,500	0	190,686	0,000	824,490
13+0,000	0	0,00	0	0,000	2,500	0	190,686	0,000	824,490
<b>TOTAL</b>	190,686							<b>824,490</b>	


	TERRAPLENAGEM	Nº CLIENTE: -
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT	FOLHA: 3/3


### PLANILHA DE VOLUMES – ALÇA DO VIADUTO BENJAMIN

EST.	ÁREA CORTE	ÁREA ATERRO	ÁREA AC. CORTE	ÁREA AC. ATERRO	SEMI DISTÂNCIA	VOLUME CORTE	VOLUME AC. CORTE	VOLUME ATERRO	VOLUME AC. ATERRO
0+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0+10,247	0,00	0,00	0,000	0,000	5,124	0,000	0,000	0,000	0,000
1+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	4,877	0,000	0,000	0,000	0,000
1+0,494	0,00	0,00	0,000	0,000	0,247	0,000	0,000	0,000	0,000
2+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	9,753	0,000	0,000	0,000	0,000
3+0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3+6,000	1,70	0,00	1,700	0,000	3,000	5,100	5,100	0,000	0,000
3+10,000	1,70	12,83	3,400	0,000	2,000	6,800	11,900	0,000	0,000
3+15,000	1,70	8,25	3,400	21,080	2,500	8,500	20,400	52,700	52,700
4+0,000	1,70	4,81	3,400	13,060	2,500	8,500	28,900	32,650	85,350
4+5,000	1,70	3,21	3,400	8,020	2,500	8,500	37,400	20,050	105,400
4+10,000	1,70	1,65	3,400	4,860	2,500	8,500	45,900	12,150	117,550
4+15,000	1,70	0,26	3,400	1,910	2,500	8,500	54,400	4,775	122,325
5+0,000	1,70	0,00	3,400	0,260	2,500	8,500	62,900	0,650	122,975
<b>TOTAL</b>							<b>62,90</b>		<b>122,975</b>


### PLANILHA DE VOLUMES – RUA LATERAL


EST.	ÁREA CORTE	ÁREA ATERRO	ÁREA AC. CORTE	ÁREA AC. ATERRO	SEMI DISTÂNCIA	VOLUME CORTE	VOLUME AC. CORTE	VOLUME ATERRO	VOLUME AC. ATERRO
0+0,000	0,29	0,00	0,290	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0+6,147	0,34	0,00	0,630	0,000	3,074	1,936	1,936	0,000	0,000
0+12,293	0,51	0,00	0,850	0,000	3,073	2,612	4,548	0,000	0,000
0+14,854	0,79	0,00	1,300	0,000	1,281	1,665	6,213	0,000	0,000
1+0,000	1,22	0,00	2,010	0,000	2,573	5,172	11,385	0,000	0,000
1+0,974	1,29	0,00	2,510	0,000	0,487	1,222	12,607	0,000	0,000
1+7,093	1,08	0,00	2,370	0,000	3,060	7,251	19,858	0,000	0,000
2+0,000	1,00	0,00	2,080	0,000	6,454	13,423	33,281	0,000	0,000
3+0,000	0,73	0,00	1,730	0,000	10,000	17,300	50,581	0,000	0,000
3+3,796	0,89	0,00	1,620	0,000	1,898	3,075	53,656	0,000	0,000
4+0,000	0,99	0,00	1,880	0,000	8,102	15,232	68,888	0,000	0,000
4+0,656	0,96	0,00	1,950	0,000	0,328	0,640	69,528	0,000	0,000
4+17,517	0,09	0,00	1,050	0,000	8,430	8,852	78,380	0,000	0,000
<b>TOTAL</b>							<b>78,380</b>		<b>0,000</b>

	ENGENHARIA GERAL		Nº CLIENTE: -							
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT								FOLHA: 1/29	
CGDESP	VOLUME 3 - ANEXO 3D - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INFRAESTRUTURA									
JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001 Nº DO CONTRATO: - RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG										
INDICE DE REVISÕES										
REV.	DESCRIÇÃO									
00	EMISSION INICIAL									
01	ATENDIMENTO A COMENTÁRIOS									
02	ATENDIMENTO A COMENTÁRIOS									
03	REVISÃO ORÇAMENTO									
04	INCLUSÃO DO PROJETO DE URBANIZAÇÃO									
05	ATENDIMENTO A COMENTÁRIOS									
REVISÕES	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV.4	REV.5	REV. 6	REV. 7	REV. 8	REV. 9
DATA	20/02/20									
PROJETO	RS									
EXECUÇÃO	CBF									
VERIFICAÇÃO	WG									
APROVAÇÃO	JMS									
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DO DNT, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE										
FORMULÁRIO PERTENCENTE À NORMA DNIT 125/2010 – PAD, ANEXO A – FIGURA A-1										

<div> <div>Juiz de Fora</div> <div>Prefeitura</div> <div>  </div> </div>	ENGENHARIA GERAL	Nº CLIENTE: -																																																																																											
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT		FOLHA:																																																																																										
CGDESP	VOLUME 3 - ANEXO 3D - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INFRAESTRUTURA																																																																																												
JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001 Nº DO CONTRATO: - RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG																																																																																													
MEMÓRIA DE CÁLCULO - SERVIÇOS PRELIMINARES																																																																																													
1	SERVIÇOS PRELIMINARES																																																																																												
1.1	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">PROJETO VIADUTO BENJAMIM</th> </tr> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>EXTENSÃO (m)</th> <th>LARGURA (m)</th> <th>ESPESSURA (m)</th> <th>QUANTIDADE (m³)</th> <th>DESCRIÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JERG001-05-1-IN-PLN-0001</td> <td>0,30</td> <td>0,65</td> <td>0,50</td> <td>1,95</td> <td>CAIXA DE CONCRETO CEMIG - 1 un.</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-IN-PLN-0001</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0,20</td> <td>CAIXAS DE CONCRETO DIVERSAS - 5un.</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-IN-PLN-0001</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0,06</td> <td>27,40</td> <td>CALÇADA DE PEDESTRES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0,06</td> <td>21,79</td> <td>CALÇADA DE PEDESTRES*</td> </tr> <tr> <td>M.C. ABA "DRENAGEM"</td> <td>111,00</td> <td>0,10</td> <td></td> <td>11,37</td> <td>MEIO-FIO (VOLUME 0,10M3M)</td> </tr> <tr> <td>M.C. ABA "DRENAGEM"</td> <td>98,00</td> <td>0,10</td> <td></td> <td>10,04</td> <td>MEIO-FIO (VOLUME 0,10M3M)</td> </tr> <tr> <th colspan="6">PROJETO URBANIZAÇÃO</th> </tr> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>EXTENSÃO (m)</th> <th>LARGURA (m)</th> <th>ÁREA (m²)</th> <th>QUANTIDADE (m³)</th> <th>DESCRIÇÃO</th> </tr> <tr> <td></td> <td>1093,18</td> <td>-</td> <td>0,03</td> <td>36,51</td> <td>DEMOLIÇÃO DE MEIO FIO - PROJ. URBANIZAÇÃO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>548,90</td> <td>-</td> <td>0,08</td> <td>43,91</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>4830,72</td> <td>-</td> <td>0,08</td> <td>386,46</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>64,78</td> <td>DEMOLIÇÃO DE MURO (CONSID. 50% CONCR. ARMADO 50% CONCR. SIMPLES)</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TOTAL=</td> <td>604,42</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PROJETO VIADUTO BENJAMIM						DOCUMENTO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	QUANTIDADE (m³)	DESCRIÇÃO	JERG001-05-1-IN-PLN-0001	0,30	0,65	0,50	1,95	CAIXA DE CONCRETO CEMIG - 1 un.	JERG001-05-1-IN-PLN-0001	-	-	-	0,20	CAIXAS DE CONCRETO DIVERSAS - 5un.	JERG001-05-1-IN-PLN-0001	-	-	0,06	27,40	CALÇADA DE PEDESTRES		-	-	0,06	21,79	CALÇADA DE PEDESTRES*	M.C. ABA "DRENAGEM"	111,00	0,10		11,37	MEIO-FIO (VOLUME 0,10M3M)	M.C. ABA "DRENAGEM"	98,00	0,10		10,04	MEIO-FIO (VOLUME 0,10M3M)	PROJETO URBANIZAÇÃO						DOCUMENTO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m²)	QUANTIDADE (m³)	DESCRIÇÃO		1093,18	-	0,03	36,51	DEMOLIÇÃO DE MEIO FIO - PROJ. URBANIZAÇÃO		548,90	-	0,08	43,91			4830,72	-	0,08	386,46			-	-	-	64,78	DEMOLIÇÃO DE MURO (CONSID. 50% CONCR. ARMADO 50% CONCR. SIMPLES)	TOTAL=				604,42	
PROJETO VIADUTO BENJAMIM																																																																																													
DOCUMENTO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	QUANTIDADE (m³)	DESCRIÇÃO																																																																																								
JERG001-05-1-IN-PLN-0001	0,30	0,65	0,50	1,95	CAIXA DE CONCRETO CEMIG - 1 un.																																																																																								
JERG001-05-1-IN-PLN-0001	-	-	-	0,20	CAIXAS DE CONCRETO DIVERSAS - 5un.																																																																																								
JERG001-05-1-IN-PLN-0001	-	-	0,06	27,40	CALÇADA DE PEDESTRES																																																																																								
	-	-	0,06	21,79	CALÇADA DE PEDESTRES*																																																																																								
M.C. ABA "DRENAGEM"	111,00	0,10		11,37	MEIO-FIO (VOLUME 0,10M3M)																																																																																								
M.C. ABA "DRENAGEM"	98,00	0,10		10,04	MEIO-FIO (VOLUME 0,10M3M)																																																																																								
PROJETO URBANIZAÇÃO																																																																																													
DOCUMENTO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m²)	QUANTIDADE (m³)	DESCRIÇÃO																																																																																								
	1093,18	-	0,03	36,51	DEMOLIÇÃO DE MEIO FIO - PROJ. URBANIZAÇÃO																																																																																								
	548,90	-	0,08	43,91																																																																																									
	4830,72	-	0,08	386,46																																																																																									
	-	-	-	64,78	DEMOLIÇÃO DE MURO (CONSID. 50% CONCR. ARMADO 50% CONCR. SIMPLES)																																																																																								
TOTAL=				604,42																																																																																									
1.2	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO COM MARTELETE E CORTE OXIACETILENO																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>QUANTIDADE</th> <th>LOCALIZAÇÃO</th> <th>DESCRIÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JERG001-05-1-IN-PLN-0001</td> <td>8,70 m³</td> <td>35m ANTES DA ESTACA 0</td> <td>PONTO DE ÔNIBUS</td> </tr> <tr> <td></td> <td>13,07</td> <td></td> <td>DEMOLIÇÃO DE PP PROVISÓRIA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>68,58 m³</td> <td></td> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO - DEMOLIÇÃO DE MURO (CONSID. 50% CONCR. ARMADO 50% CONCR. SIMPLES)</td> </tr> <tr> <td>MEMÓRIA DE CÁLCULO ABA "DRENAGEM"</td> <td>1,00 m³</td> <td></td> <td>PROJETO DE DRENAGEM - REMOÇÃO DE BOCA DE LOBO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL=</td> <td>91,35 m³</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	QUANTIDADE	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO	JERG001-05-1-IN-PLN-0001	8,70 m³	35m ANTES DA ESTACA 0	PONTO DE ÔNIBUS		13,07		DEMOLIÇÃO DE PP PROVISÓRIA		68,58 m³		PROJ. URBANIZAÇÃO - DEMOLIÇÃO DE MURO (CONSID. 50% CONCR. ARMADO 50% CONCR. SIMPLES)	MEMÓRIA DE CÁLCULO ABA "DRENAGEM"	1,00 m³		PROJETO DE DRENAGEM - REMOÇÃO DE BOCA DE LOBO	TOTAL=		91,35 m³																																																																			
DOCUMENTO	QUANTIDADE	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO																																																																																										
JERG001-05-1-IN-PLN-0001	8,70 m³	35m ANTES DA ESTACA 0	PONTO DE ÔNIBUS																																																																																										
	13,07		DEMOLIÇÃO DE PP PROVISÓRIA																																																																																										
	68,58 m³		PROJ. URBANIZAÇÃO - DEMOLIÇÃO DE MURO (CONSID. 50% CONCR. ARMADO 50% CONCR. SIMPLES)																																																																																										
MEMÓRIA DE CÁLCULO ABA "DRENAGEM"	1,00 m³		PROJETO DE DRENAGEM - REMOÇÃO DE BOCA DE LOBO																																																																																										
TOTAL=		91,35 m³																																																																																											
1.3	REMOÇÃO DE PLACA DE SINALIZAÇÃO																																																																																												
	AVENIDA FRANCISCO BERNARDINO 0,10 m² AVENIDA FRANCISCO BERNARDINO (0,40 x 0,60)* 0,24 m² TOTAL 0,34 m²																																																																																												
1.4	REMOÇÃO MECANIZADA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>EXTENSÃO (m)</th> <th>ESPESS.</th> <th>LARG.</th> <th>ÁREA</th> <th>VOLUME</th> <th>DENS. OU TAXA DE APLICAÇÃO</th> <th>UN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1670,65</td> <td>0,05</td> <td></td> <td></td> <td>83,53</td> <td>-</td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,05</td> <td></td> <td>2083,51</td> <td>104,18</td> <td>-</td> <td>m²</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TOTAL</td> <td>187,71 m³</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			EXTENSÃO (m)	ESPESS.	LARG.	ÁREA	VOLUME	DENS. OU TAXA DE APLICAÇÃO	UN	1670,65	0,05			83,53	-	m³		0,05		2083,51	104,18	-	m²	TOTAL				187,71 m³																																																																
EXTENSÃO (m)	ESPESS.	LARG.	ÁREA	VOLUME	DENS. OU TAXA DE APLICAÇÃO	UN																																																																																							
1670,65	0,05			83,53	-	m³																																																																																							
	0,05		2083,51	104,18	-	m²																																																																																							
TOTAL				187,71 m³																																																																																									
1.5	TAPUME COM TELHA METÁLICA AF_05/2018																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>EXTENSÃO TOTAL (m)</th> <th>ALTURA (m)</th> <th>ÁREA (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>692,37</td> <td>2,20</td> <td>1.523,21</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td></td> <td>1.523,21 m²</td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	EXTENSÃO TOTAL (m)	ALTURA (m)	ÁREA (m²)	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	692,37	2,20	1.523,21	TOTAL			1.523,21 m²																																																																														
DOCUMENTO	EXTENSÃO TOTAL (m)	ALTURA (m)	ÁREA (m²)																																																																																										
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	692,37	2,20	1.523,21																																																																																										
TOTAL			1.523,21 m²																																																																																										
1.6	REMOÇÃO DE TELA DE ARAME																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>ÁREA (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>227,30</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>227,30 m²</td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	ÁREA (m²)	PROJ. URBANIZAÇÃO	227,30	TOTAL	227,30 m²																																																																																				
DOCUMENTO	ÁREA (m²)																																																																																												
PROJ. URBANIZAÇÃO	227,30																																																																																												
TOTAL	227,30 m²																																																																																												
1.7	REMOÇÃO DE PONTE DE ÔNIBUS																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>ÁREA (und)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>1,00 und</td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	ÁREA (und)	PROJ. URBANIZAÇÃO	1,00	TOTAL	1,00 und																																																																																				
DOCUMENTO	ÁREA (und)																																																																																												
PROJ. URBANIZAÇÃO	1,00																																																																																												
TOTAL	1,00 und																																																																																												
1.8	REMOÇÃO DE TOTEM DO SUPERMERCADO																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>ÁREA (und)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>1,00 und</td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	ÁREA (und)	PROJ. URBANIZAÇÃO	1,00	TOTAL	1,00 und																																																																																				
DOCUMENTO	ÁREA (und)																																																																																												
PROJ. URBANIZAÇÃO	1,00																																																																																												
TOTAL	1,00 und																																																																																												
1.9	CORTE E REMOÇÃO DE ÁRVORES																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>M³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>32,00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>32,00 m³</td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	M³	PROJ. URBANIZAÇÃO	32,00	TOTAL	32,00 m³																																																																																				
DOCUMENTO	M³																																																																																												
PROJ. URBANIZAÇÃO	32,00																																																																																												
TOTAL	32,00 m³																																																																																												
1.10	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>M³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>1,09</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>1,09 m³</td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	M³	PROJ. URBANIZAÇÃO	1,09	TOTAL	1,09 m³																																																																																				
DOCUMENTO	M³																																																																																												
PROJ. URBANIZAÇÃO	1,09																																																																																												
TOTAL	1,09 m³																																																																																												
1.11	DESAPROPRIAÇÃO																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>M²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JERG001-05-1-DE-PLN-0001 - ÁREA 1</td> <td>468,34</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-DE-PLN-0002 - ÁREA 2</td> <td>1131,68</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>1.600,02</td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	M²	JERG001-05-1-DE-PLN-0001 - ÁREA 1	468,34	JERG001-05-1-DE-PLN-0002 - ÁREA 2	1131,68	TOTAL	1.600,02																																																																																		
DOCUMENTO	M²																																																																																												
JERG001-05-1-DE-PLN-0001 - ÁREA 1	468,34																																																																																												
JERG001-05-1-DE-PLN-0002 - ÁREA 2	1131,68																																																																																												
TOTAL	1.600,02																																																																																												
1.12	DEMOLIÇÃO MECANICA DE ALVENARIA																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>M²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DEMOLIÇÃO DE PP PROVISÓRIA</td> <td>45,00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>45,00</td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	M²	DEMOLIÇÃO DE PP PROVISÓRIA	45,00	TOTAL	45,00																																																																																				
DOCUMENTO	M²																																																																																												
DEMOLIÇÃO DE PP PROVISÓRIA	45,00																																																																																												
TOTAL	45,00																																																																																												
1.13	REMOÇÃO DE REDE DE ESGOTO																																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MEMÓRIA DE CÁLCULO ABA "DRENAGEM"</td> <td>42,00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>42,00</td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTO	M	MEMÓRIA DE CÁLCULO ABA "DRENAGEM"	42,00	TOTAL	42,00																																																																																				
DOCUMENTO	M																																																																																												
MEMÓRIA DE CÁLCULO ABA "DRENAGEM"	42,00																																																																																												
TOTAL	42,00																																																																																												



	ENGENHARIA GERAL	Nº CLIENTE: -				
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT		FOLHA:			
CGDESP	VOLUME 3 - ANEXO 3D - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INFRAESTRUTURA					
<b>JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA</b> Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001 Nº DO CONTRATO: - RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG						
<b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - SERVIÇOS PRELIMINARES</b>						
2	<b>TERRAPLENAGEM</b>					
2.1	<b>COMPACTAÇÃO</b>					
2.1.2	<b>COMPACTAÇÃO DE ATERROS A 100% DO PROCTOR NORMAL</b>					
	DOCUMENTO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO			
	JERG001-05-1-TR-STR-0001	396,88 m³	VIADUTO BENJAMIN			
	JERG001-05-1-TR-STR-0001	24,58 m³	ALÇA DO VIADUTO BENJAMIN			
	<b>TOTAL</b>	<b>421,46 m³</b>				
2.1.3	<b>COMPACTAÇÃO DE ATERROS A 100% DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO</b>					
	DOCUMENTO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO			
	JERG001-05-1-TR-STR-0001	427,61 m³	VIADUTO BENJAMIN			
	JERG001-05-1-TR-STR-0001	98,40 m³	ALÇA DO VIADUTO BENJAMIN			
	<b>TOTAL</b>	<b>526,01 m³</b>				
2.2	<b>CORTE</b>					
2.2.1	<b>ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA NA DISTÂNCIA DE 3.000 M - CAMINHO DE SERVIÇO PAVIMENTADO - COM ESCAVADEIRA E CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³</b>					
	DESCRIÇÃO	EXTENSÃO	LARGURA	ESPESSURA	QUANTIDADE	OBSERVAÇÕES
	ESCAVAÇÃO MECÂNICA	-	-	0,15	68,34	REMOÇÃO DE PASSEIO (SOLO) - esp.=0,15m
	ESCAVAÇÃO MECÂNICA	-	-	0,15	54,48	REMOÇÃO DE PASSEIO (SOLO) - esp.=0,15m*
	ESCAVAÇÃO MECÂNICA	VER PLANILHA DE VOLUMES: JERG001-05-1-TR-PCV-0001			85,50	Acesso do Viaduto à rua Benjamin Constant - EST. 0+0,00 A EST. 1+5,00
	ESCAVAÇÃO MECÂNICA	VER PLANILHA DE VOLUMES: JERG001-05-1-TR-PCV-0001			105,20	(Reforço do estacionamento do Supermercado Bretas) - EST. 11+0,00 A
	ESCAVAÇÃO MECÂNICA	VER PLANILHA DE VOLUMES: JERG001-05-1-TR-PCV-0001			62,90	Acesso da Alça do Viaduto à rua Francisco bernardino - EST. 3+6,00 A EST. 5+0,00
	ESCAVAÇÃO MECÂNICA	VER PLANILHA DE VOLUMES: JERG001-05-1-TR-PCV-0001			78,38	Rua Lateral (Ligação Rua Benjamin Constant e Av. José Calil Ahouagi)
	ESCAVAÇÃO MECÂNICA	50,00	2,50	0,03	3,75	(ESTACIONAMENTO DO SUPERMERCADO BRETAS)
	<b>TOTAL=</b>				<b>458,55</b>	
2.2.2	<b>TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³ - RODOVIA PAVIMENTADA</b>					
	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES=		0,00 m³			
	DENSIDADE CONSIDERADA=		2,50 t/m³			
	DMT - 12,00 km		12,00 km			
	TOTAL		0,00 t x km			
	MATERIAL DE REMOÇÃO SOLO		458,55 m³			
	DMT - 12,00 km		12,00 km			
	TOTAL		7.428,51 t x km			
	<b>TOTAL GERAL=</b>		<b>7.428,51 t x km</b>			
2.2.3	<b>IDENIZAÇÃO DE BOTA-FORA (SOLO)</b>					
	<b>TOTAL DE MATERIAL ESCAVADO (SOLO)</b>		<b>458,55 m³</b>			
2.3	<b>URBANIZAÇÃO</b>					
2.3.1	<b>CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE AGREGADOS OU SOLOS EM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³ - CARGA COM MINICARREGADEIRA DE 0,45 M³ E DESCARGA LIVRE</b>					
	DOCUMENTO	t				
	PROJ. UBANIZAÇÃO	182,95				
2.3.2	<b>TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³ - RODOVIA PAVIMENTADA</b>					
	DOCUMENTO	tkm	t	km		
	PROJ. UBANIZAÇÃO	2963,79	182,95	16,20		
2.3.3	<b>INDENIZAÇÃO DE BOTA-FORA - SOLO</b>					
	DOCUMENTO	M³				
	PROJ. UBANIZAÇÃO	121,97				

<div> <div> <div>Juiz de Fora</div> <div>Prefeitura</div> </div> <div>  </div> </div>	ENGENHARIA GERAL	Nº CLIENTE: -																																																											
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT		FOLHA:																																																										
CGDESP	VOLUME 3 - ANEXO 3D - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INFRAESTRUTURA																																																												
JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001 Nº DO CONTRATO: - RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG																																																													
MEMÓRIA DE CÁLCULO - DRENAGEM E OAC																																																													
3 DRENAGEM E OAC 3.1 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM 3.1.1 MEIO FIO DE CONCRETO - MFC 01 - AREIA E BRITA COMERCIAIS - FORMA DE MADEIRA																																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dispositivo</th> <th>Est. Inicial</th> <th>Est. final</th> <th>lado</th> <th>unidade</th> <th>quantidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC</td> <td>+0,00 (Bejamin)</td> <td>1+2,00 (Bejamin)</td> <td>LE</td> <td>m</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC</td> <td>+2,00 (Bejamin)</td> <td>3+10,00 (Bejamin)</td> <td>LE</td> <td>m</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC</td> <td>+2,00 (Bejamin)</td> <td>11+12,00 (Bejamin)</td> <td>LE</td> <td>m</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC</td> <td>+2,00 (Bejamin)</td> <td>11+12,00 (Bejamin)</td> <td>LD</td> <td>m</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC</td> <td>1+4,00 (Alça)</td> <td>3+6,66 (Alça)</td> <td>LE</td> <td>m</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC</td> <td>+12,00 (Bejamin)</td> <td>12+0,00 (Bejamin)</td> <td>LE</td> <td>m</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC</td> <td>+12,00 (Bejamin)</td> <td>13+0,00 (Bejamin)</td> <td>LE</td> <td>m</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td colspan="5"><b>221,00</b></td> </tr> </tbody> </table>	Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades	Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+0,00 (Bejamin)	1+2,00 (Bejamin)	LE	m	37	Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+2,00 (Bejamin)	3+10,00 (Bejamin)	LE	m	56	Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+2,00 (Bejamin)	11+12,00 (Bejamin)	LE	m	10	Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+2,00 (Bejamin)	11+12,00 (Bejamin)	LD	m	11	Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	1+4,00 (Alça)	3+6,66 (Alça)	LE	m	74	Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+12,00 (Bejamin)	12+0,00 (Bejamin)	LE	m	7	Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+12,00 (Bejamin)	13+0,00 (Bejamin)	LE	m	26	<b>TOTAL</b>	<b>221,00</b>										
Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+0,00 (Bejamin)	1+2,00 (Bejamin)	LE	m	37																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+2,00 (Bejamin)	3+10,00 (Bejamin)	LE	m	56																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+2,00 (Bejamin)	11+12,00 (Bejamin)	LE	m	10																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+2,00 (Bejamin)	11+12,00 (Bejamin)	LD	m	11																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	1+4,00 (Alça)	3+6,66 (Alça)	LE	m	74																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+12,00 (Bejamin)	12+0,00 (Bejamin)	LE	m	7																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 01 AC/BC	+12,00 (Bejamin)	13+0,00 (Bejamin)	LE	m	26																																																								
<b>TOTAL</b>	<b>221,00</b>																																																												
3.1.2 MEIO FIO DE CONCRETO - MFC 05 - AREIA E BRITA COMERCIAIS - FORMA DE MADEIRA																																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dispositivo</th> <th>Est. Inicial</th> <th>Est. final</th> <th>lado</th> <th>unidade</th> <th>quantidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC</td> <td>2+12,00 (Bejamin)</td> <td>4+6,00 (Bejamin)</td> <td>LE</td> <td>m</td> <td>91,00</td> </tr> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC</td> <td>4+5,00 (Bejamin)</td> <td></td> <td>LE</td> <td>m</td> <td>15,00</td> </tr> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC</td> <td>0+0,00 (Alça)</td> <td>6,66 (Alça)</td> <td>LE</td> <td>m</td> <td>65,00</td> </tr> <tr> <td>Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC</td> <td>6+15,00 (Bejamin)</td> <td>8+10,00 (Bejamin)</td> <td>LD</td> <td>m</td> <td>46,00</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td colspan="5"><b>217,00</b></td> </tr> </tbody> </table>	Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades	Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC	2+12,00 (Bejamin)	4+6,00 (Bejamin)	LE	m	91,00	Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC	4+5,00 (Bejamin)		LE	m	15,00	Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC	0+0,00 (Alça)	6,66 (Alça)	LE	m	65,00	Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC	6+15,00 (Bejamin)	8+10,00 (Bejamin)	LD	m	46,00	<b>TOTAL</b>	<b>217,00</b>																												
Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC	2+12,00 (Bejamin)	4+6,00 (Bejamin)	LE	m	91,00																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC	4+5,00 (Bejamin)		LE	m	15,00																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC	0+0,00 (Alça)	6,66 (Alça)	LE	m	65,00																																																								
Meio-Fio de Concreto - MFC 05 AC/BC	6+15,00 (Bejamin)	8+10,00 (Bejamin)	LD	m	46,00																																																								
<b>TOTAL</b>	<b>217,00</b>																																																												
3.1.3 BOCA DE LOBO SIMPLES - BLS 01 - AREIA E BRITA COMERCIAIS																																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dispositivo</th> <th>Est. Inicial</th> <th>Est. final</th> <th>lado</th> <th>unidade</th> <th>quantidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boca de Lobo Simples (BLS-01)</td> <td>1+2,00 (Bejamin)</td> <td></td> <td>LE</td> <td>un.</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Boca de Lobo Simples (BLS-01)</td> <td>1+5,00 (Bejamin)</td> <td></td> <td>LE</td> <td>un.</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Boca de Lobo Simples (BLS-01)</td> <td>1+5,00 (Bejamin)</td> <td></td> <td>LD</td> <td>un.</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Boca de Lobo Simples (BLS-01)</td> <td>3+10,00 (Bejamin)</td> <td></td> <td>LD</td> <td>un.</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Boca de Lobo Simples (BLS-01)</td> <td>1+4,00 (Alça)</td> <td></td> <td>LE</td> <td>un.</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Boca de Lobo Simples (BLS-01)</td> <td>11+12,00 (Bejamin)</td> <td></td> <td>LE</td> <td>un.</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Boca de Lobo Simples (BLS-01)</td> <td>11+12,00 (Bejamin)</td> <td></td> <td>LD</td> <td>un.</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>13+0,00 (Bejamin)</td> <td></td> <td>LD</td> <td>un.</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td colspan="5"><b>8,00</b></td> </tr> </tbody> </table>	Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades	Boca de Lobo Simples (BLS-01)	1+2,00 (Bejamin)		LE	un.	1,00	Boca de Lobo Simples (BLS-01)	1+5,00 (Bejamin)		LE	un.	1,00	Boca de Lobo Simples (BLS-01)	1+5,00 (Bejamin)		LD	un.	1,00	Boca de Lobo Simples (BLS-01)	3+10,00 (Bejamin)		LD	un.	1,00	Boca de Lobo Simples (BLS-01)	1+4,00 (Alça)		LE	un.	1,00	Boca de Lobo Simples (BLS-01)	11+12,00 (Bejamin)		LE	un.	1,00	Boca de Lobo Simples (BLS-01)	11+12,00 (Bejamin)		LD	un.	1,00		13+0,00 (Bejamin)		LD	un.	1,00	<b>TOTAL</b>	<b>8,00</b>				
Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades																																																								
Boca de Lobo Simples (BLS-01)	1+2,00 (Bejamin)		LE	un.	1,00																																																								
Boca de Lobo Simples (BLS-01)	1+5,00 (Bejamin)		LE	un.	1,00																																																								
Boca de Lobo Simples (BLS-01)	1+5,00 (Bejamin)		LD	un.	1,00																																																								
Boca de Lobo Simples (BLS-01)	3+10,00 (Bejamin)		LD	un.	1,00																																																								
Boca de Lobo Simples (BLS-01)	1+4,00 (Alça)		LE	un.	1,00																																																								
Boca de Lobo Simples (BLS-01)	11+12,00 (Bejamin)		LE	un.	1,00																																																								
Boca de Lobo Simples (BLS-01)	11+12,00 (Bejamin)		LD	un.	1,00																																																								
	13+0,00 (Bejamin)		LD	un.	1,00																																																								
<b>TOTAL</b>	<b>8,00</b>																																																												

3.2  
3.2.1

**REDE TUBULAR**  
**ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA**

Obra	Comprimento (m)	Altura média (m)	Base da escavação(m)	Volume de escavação (m³)
Rede DN 200	2,00	1,50	1,300	3,900
Rede DN 200	40,00	1,50	1,300	78,000
Rede DN 200	4,00	1,50	1,300	7,800
Rede DN 400	6,00	1,50	1,300	11,700
Rede DN 400	15,00	1,50	1,300	29,250
Rede DN 400	9,00	1,50	1,300	17,550
Rede DN 400	1,00	1,50	1,300	1,950
Rede DN 400	1,00	1,50	1,300	1,950
Rede DN 400	1,00	1,50	1,300	1,950
Rede DN 400	1,00	1,50	1,300	1,950
Rede DN 400	6,00	1,50	1,300	11,700
Rede DN 400	1,00	1,50	1,300	1,950
Rede DN 600	8,00	1,80	1,300	18,720
Rede DN 600	10,00	1,80	1,300	23,400
Rede DN 600	24,00	1,80	1,300	56,160
Rede DN 600	24,00	1,80	1,300	56,160
			<b>Total</b>	<b>324,090</b>

3.2.2

**ESCORAMENTO DE VALAS COM TÁBUAS DE 2,5 X 30 CM E LONGARINAS DE 6 X 16 CM - ESTRONCAS A CADA METRO NÃO INCLUÍDAS - PROFUNDIDADE DE ATÉ 3 M - MADEIRA COM UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA**

Obra	Comprimento (m)	Altura média (m)	Escoramento (m²)
Rede DN 200	2,00	1,50	6,000
Rede DN 200	40,00	1,50	120,000
Rede DN 200	4,00	1,50	12,000
Rede DN 400	6,00	1,50	18,000
Rede DN 400	15,00	1,50	45,000
Rede DN 400	9,00	1,50	27,000
Rede DN 400	1,00	1,50	3,000
Rede DN 400	1,00	1,50	3,000
Rede DN 400	1,00	1,50	3,000
Rede DN 400	1,00	1,50	3,000
Rede DN 400	6,00	1,50	18,000
Rede DN 400	1,00	1,50	3,000
Rede DN 600	8,00	1,80	28,800
Rede DN 600	10,00	1,80	36,000
Rede DN 600	24,00	1,80	86,400
Rede DN 600	24,00	1,80	86,400
		Total	498,600

3.2.3

**TUBO PEAD COM PAREDES ESTRUTURADAS PARA REDE DE ESGOTO D = 200 MM**

Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades
Rede DN 200	2+10,00 (Bejamin)	2+12,00 (Bejamin)	LE	m	2
Rede DN 200	2+12,00 (Bejamin)	4+13,00 (Bejamin)	LE	m	40
Rede DN 200	4+13,00 (Bejamin)		LE	m	4
<b>TOTAL</b>					<b>46</b>

3.2.4

**CORPO DE BSTC D = 0,40M PA1 - AREIA, BRITA E PEDRA DE MÃO COMERCIAIS**

Dispositivo	Estaca Inicial	Estaca Final	lado	unidade	Quantidades (m)
Rede DN 400	1+2,00 (Bejamin)		LE	m	6
Rede DN 400	0+10,00 (Bejamin)	1+5,00 (Bejamin)	LE	m	15
Rede DN 400	0+0,00 (Bejamin)		LD	m	9
Rede DN 400	1+5,00 (Bejamin)		LE	m	1
Rede DN 400	3+10,00 (Bejamin)		LD	m	1
Rede DN 400	1+4,00 (Alça)		LE	m	1
Rede DN 400	11+12,00 (Bejamin)		LE	m	1
Rede DN 400	11+12,00 (Bejamin)		LD	m	6
Rede DN 400	13+0,00 (Bejamin)		LD	m	1
<b>TOTAL</b>					<b>41,00</b>

## 3.2.5 CORPO DE BSTC D = 0,60M PA1 - AREIA, BRITA E PEDRA DE MÃO COMERCIAIS

Dispositivo	Estaca Inicial	Estaca Final	lado	unidade	Quantidades (m)
Rede DN 600	0+10,00 (Bejamin)	0+14,00 (Bejamin)	LD	m	8,00
Rede DN 600	0+14,00 (Bejamin)	1+5,00 (Bejamin)	LD	m	10,00
Rede DN 600	1+5,00 (Bejamin)	2+10,00 (Bejamin)	LD	m	24,00
Rede DN 600	2+10,00 (Bejamin)	3+10,00 (Bejamin)	LD	m	24,00
<b>TOTAL</b>	<b>66,00</b>				

## 3.2.6 POÇO DE VISITA - PVI 02 - AREIA E BRITA COMERCIAIS

Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades
Poço de Visita - PVI-02	0+14,00 (Bejamin)		LD	Unid.	1,00
Poço de Visita - PVI-02	2+10,00 (Bejamin)		LD	Unid.	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>2,00</b>				

## 3.2.7 POÇO DE VISITA - PVI 03 - AREIA E BRITA COMERCIAIS

Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades
Poço de Visita - PVI-03	0+0,00 (Bejamin)		LD	Unid.	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>				

## 3.2.8 CHAMINÉ PARA POÇO DE VISITA

Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades
Chaminé para Poço de Visita CPV 03 - Padrão DNIT00cm - Padrão	0+14,00 (Bejamin)		LD	un	1,00
Chaminé para Poço de Visita CPV 03 - Padrão DNIT00cm - Padrão	2+10,00 (Bejamin)		LD	un	1,00
Chaminé para Poço de Visita CPV 03 - Padrão DNIT00cm - Padrão	0+0,00 (Bejamin)		LD	un	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>3,00</b>				

## 3.2.9 CAIXA DE PASSAGEM - CLP 01 - AREIA E BRITA COMERCIAIS

Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades
Caixa de Passagem - CLP-01	2+10,00 (Bejamin)		LD	un	1,00
Caixa de Passagem - CLP-01	2+12,00 (Bejamin)		LD	un	1,00
Caixa de Passagem - CLP-01	4+13,00 (Bejamin)		LD	un	1,00
Caixa de Passagem - CLP-01	4+13,00 (Bejamin)		LD	un	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>4,00</b>				

## 3.2.10 CAIXA DE PASSAGEM - CLP 02 - AREIA E BRITA COMERCIAIS

Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades
Caixa de Passagem - CLP-02	1+5,00 (Bejamin)		LE	Unid.	1,00
Caixa de Passagem - CLP-02	3+10,00 (Bejamin)		LD	Unid.	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>2,00</b>				

## 3.2.11 REMOÇÃO MEIO FIO DE CONCRETO

Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades	unidade	quantidades
Remoção meio fio	0+0,00 (Bejamin)	3+17,00 (Bejamin)	LE	m	111	m³	11,38
Remoção meio fio	0+0,00 (Alça)	3+6,00 (Alça)	LE	m	98	m³	10,05
<b>TOTAL</b>							<b>21,42</b>

OBS.: ITEM SERÁ CONSIDERADO COMO SERVIÇOS PRELIMINARES

## 3.2.12 REMOÇÃO REDE 200mm


Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades
Remoção Rede 200mm	2+10,00 (Bejamin)	4+13,00 (Bejamin)	LD	m	42
<b>TOTAL</b>	<b>42,00</b>				

OBS.: ITEM SERÁ CONSIDERADO COMO SERVIÇOS PRELIMINARES

## 3.2.12 REMOÇÃO BOCA DE LOBO

Dispositivo	Est. Inicial	Est. final	lado	unidade	quantidades	unidade	quantidades
Remoção Boca de Lobo	0+8,00 (Bejamin)		LE	Unid.	1	m³	0,25
Remoção Boca de Lobo	0+10,00 (Alça)		LD	Unid.	1	m³	0,25
Remoção Boca de Lobo	1+4,00 (Alça)		LD	Unid.	1	m³	0,25
Remoção Boca de Lobo	13+0,00 (Bejamin)		LD	Unid.	1	m³	0,25
<b>TOTAL</b>							<b>1,00</b>

OBS.: ITEM SERÁ CONSIDERADO COMO SERVIÇOS PRELIMINARES

<div><div>Juiz de Fora</div><div>Prefeitura</div><div></div></div>		ENGENHARIA GERAL	Nº CLIENTE: -	
		VIADUTO BENJAMIN CONSTANT		FOLHA:
CGDESP		VOLUME 3 - ANEXO 3D - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INFRAESTRUTURA		
JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001 Nº DO CONTRATO: - RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG				
MEMÓRIA DE CÁLCULO - SINALIZAÇÃO				
4	VIADUTO			
4.1	INFRAESTRUTURA			
4.1.1	ESTACAS			
4.1.1.1	2306066	ESTACA RAZ PERFORADA NO SOLO COM D = 40 CM - CONFECÇÃO		
	Estacas d=40	Comprimento (médio)	Total	
	105	14,13	1483,30	
4.1.1.2	2306070	ESTACA RAZ PERFORADA NA ROCHA COM D = 31 CM - CONFECÇÃO		
	Estacas d=31	Comprimento (médio)	Total	
	105	7,83	822,40	
4.1.1.3	407819	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO		
	Estacas	Aço CA-50 (kg)		
		38525,20		
4.1.1.4	2306248	ARRASAMENTO DE ESTACAS DE CONCRETO COM SEÇÃO SUPERIOR À		
	Arrasamento	Total (m³)		
		26,57		
4.1.1.5	CPU-05	ENSAIO DE INTEGRIDADE DAS ESTACAS PIT		
	Estacas	Total (un.)		
		92,00		
4.1.1.6	CPU-06	ENSAIO DE PROVA DE CARGA PDA		
	Estacas	Total (un.)		
		13,00		
4.1.2	BLOCOS			
4.1.2.1	4805757	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA		
	Escavação Encontros	744,14	m³	
4.1.2.2	4815671	REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO		
	Reaterro	515,38	m³	
4.1.2.3	1106057	CONCRETO MAGRO - CONFECÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS		
	Concreto Magro	6,82	m³	
4.1.2.4	3108005	FORMAS DE COMPENSADO RESINADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECÇÃO,		
	Formas	250,25	m²	
4.1.2.5	407819	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO		
	Armação	15642,99	kg	
4.1.2.6	CPU-07	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK>=30MPA - FORNECIMENTO, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO		
	Concreto 30Mpa	228,76	m³	
4.1.3	ENCONTROS			
4.1.3.1	4805757	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA		
	Escavação Encontros	282,00	m³	

4.1.3.2 4815671 REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO

Reaterro	185,40	m³
----------	--------	----

4.1.3.3 1106057 CONCRETO MAGRO - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS

Concreto Magro	3,66	m³
----------------	------	----

4.1.3.4 3108005 FORMAS DE COMPENSADO RESINADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA

Formas	206,50	m²
--------	--------	----

4.1.3.5 407819 ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO

Armação	12968,00	kg
---------	----------	----

4.1.3.6 CPU-07 CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK>=30MPa - FORNECIMENTO, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO

Concreto 30Mpa	112,50	m³
----------------	--------	----

4.1.4 MUROS

4.1.4.1 4805757 ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA

Escavação muro	291,87	m³
----------------	--------	----

4.1.4.2 4815671 REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO

Reaterro	156,05	m³
----------	--------	----

4.1.4.3 1106057 CONCRETO MAGRO - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS

Concreto Magro	15,87	m³
----------------	-------	----

4.1.4.4 3108005 FORMAS DE COMPENSADO RESINADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA

Formas	798,60	m²
--------	--------	----

4.1.4.5 407819 ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO

Armação	22675,00	kg
---------	----------	----

4.1.4.6 CPU-07 CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK>=30MPa - FORNECIMENTO, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO

Concreto 30Mpa	187,84	m³
----------------	--------	----

4.2 MESOESTRUTURA

4.2.1 PILARES

4.2.1.1 3108017 FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA

Formas	684,92	m²
--------	--------	----



4.2.1.2 CPU-07 CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK>=30MPA - FORNECIMENTO, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO

Concreto	329,54	m³
----------	--------	----

4.2.1.3 407819 ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO

Aço	9848,28	kg
-----	---------	----

## 4.2.2 TRAVESSAS

4.2.1.1 3108017 FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO,

Formas	146,33	m²
--------	--------	----

4.2.1.2 CPU-07 CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK>=30MPA - FORNECIMENTO, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO

Concreto	85,38	m³
----------	-------	----

4.2.1.3 407819 ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO

Aço	5918,38	kg
-----	---------	----

## 4.2.3 APARELHOS NEOPRENE

4.2.1.1 1109680 ARGAMASSA PARA REPAROS E GRAUTEAMENTO - CONFECCÃO EM MISTURADOR E LANÇAMENTO MANUAL

Formas	0,10	m²
--------	------	----

4.2.1.2 307732 APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO PARA ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

Concreto	48,00	dm³
----------	-------	-----

## 4.3 SUPERESTRUTURA

### 4.3.1 LAJE DE TRANSIÇÃO E EXTREMIDADE

4.3.1.1 3108017 FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA

Formas	28,32	m²
--------	-------	----

4.3.1.2 CPU-08 CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK>=35MPA - FORNECIMENTO, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO

Concreto	22,24	m³
----------	-------	----

4.3.1.3 407819 ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO

Aço	3497,00	kg
-----	---------	----

### 4.3.2 LAJES PRÉ MOLDADAS (PRÉ-LAJES)

4.3.2.1 3108001 FORMAS DE COMPENSADO RESINADO 12 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO,

Formas	315,18	m²
--------	--------	----

4.3.2.2 CPU-08 CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK>=35MPA - FORNECIMENTO, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO

Concreto	12,04	m³
----------	-------	----

4.3.2.3 407743 TRELIÇA NERVURADA TRÊS BARRAS LONGITUDINAIS INTERLIGADAS POR DUAS DIAGONAIS SINUSOIDAL -

Treliça	1621,00	kg
---------	---------	----

4.3.2.4 407819 ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO

Aço	3414,00	kg
-----	---------	----

### 4.3.3 ESTRUTURA METÁLICA

4.3.3.1 CPU-09 FORNECIMENTO, FABRICAÇÃO, TRANSPORTE, MONTAGEM E PINTURA DE ESTRUTURA METÁLICA

Estrutura Metálica	64310,00	kg
--------------------	----------	----

4.3.3.2 3806420 LANÇAMENTO DE VIGA PRÉ-MOLDADA DE ATÉ 500 KN COM UTILIZAÇÃO DE GUINDASTE

Lançamento	4,00	un.
------------	------	-----

4.3.4 LAJE DE PISTA (TABULEIRO)

4.3.4.1 3108017 FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFEÇÃO,

Formas	254,29	m²
--------	--------	----

4.3.4.2 CPU-08 CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK>=35MPA - FORNECIMENTO, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO

Concreto	1023,84	m³
----------	---------	----

4.3.4.3 407819 ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO

Aço	31928,00	kg
-----	----------	----

4.3.4.4 2106235 ESCORAMENTO METÁLICO COM QUADRO TUBULAR CONTRAVENTADO - CAPACIDADE DE CARGA ATÉ 3,8

Escoramento	7107,92	m³
-------------	---------	----

4.3.4.5 2106293 ESCORAMENTO COM PERFIS METÁLICOS I 152 MM X 10,8 KG/M A CADA METRO E CHAPAS DE AÇO -

Escoramento	148,61	m²
-------------	--------	----

4.3.5 JUNTA DE DILATAÇÃO

4.3.5.1 307733 JUNTA DE DILATAÇÃO EM PERFIL EXTRUDADO DE BORRACHA VULCANIZADA DE 20 X 40 MM -

Junta de Dilatação	49,00	m
--------------------	-------	---


4.3.5.2 307084 LÁBIOS POLIMÉRICOS 20 X 30 MM EM JUNTA DE PAVIMENTO DE CONCRETO - CONFEÇÃO E

Lábios Poliméricos	98,00	m
--------------------	-------	---

4.4 ACABAMENTO

4.4.1 3713617 BARREIRA SIMPLES DE CONCRETO, NÃO ARMADA, MOLDADA NO LOCAL (PERFIL NEW JERSEY) - H = 810 +

Barreira New Jersey	385,57	m
---------------------	--------	---

<div><div>Juiz de Fora</div><div>Prefeitura</div><div></div></div>	ENGENHARIA GERAL			Nº CLIENTE: -				
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT							FOLHA:
CGDESP	VOLUME 3 - ANEXO 3D - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INFRAESTRUTURA							
JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA								
Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001								
Nº DO CONTRATO: -								
RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG								
MEMÓRIA DE CÁLCULO - PAVIMENTAÇÃO								
5 PAVIMENTAÇÃO								
DISCRIMINAÇÃO	EXTENSÃO (m)	ESPES. (m)	LARG. (m)	ÁREA (m2)	VOLUME (m3)	DENS. OU TAXA DE APLICAÇÃO	U.N	QUANT.
5.1.1 - Regularização do Subleito								
Acesso do Viaduto à rua Benjamin Constant (EST. 0+0,00 A EST. 1+5,00)	25,140	-	6,60	165,9	-	-	m <sup>2</sup>	165,9
Alça do Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 5+0,000)	100,000	-	6,20	620,0	-	-	m <sup>2</sup>	620,0
Alça Saída do Viaduto benjamin Constant (Est. 3+6,000 à Est. 5+0,000)	34,000	-	6,60	224,4	-	-	m <sup>2</sup>	224,4
(Reforço do estacionamento do Supermercado Bretas) - EST. 11+0,00 A EST. 12+9,00	26,100	-	5,50	143,6	-	-	m <sup>2</sup>	143,6
Rua Lateral (Ligação Rua Benjamin Constant e Av. José Calil Ahouagi) - EST. 9 + 19,6639 A EST. 13+0,00	97,260	-	7,12	517,5	-	-	m <sup>2</sup>	517,5
Baia de ônibus Rua Francisco Bernardino	115,000	-	3,15	402,5	-	-	m <sup>2</sup>	402,5
					Total=		m <sup>2</sup>	2073,9
5.1.2- Sub-Base Estabilizada Granulometricamente sem mistura - Bica corrida								
Acesso do Viaduto à rua Benjamin Constant (EST. 0+0,00 A EST. 1+5,00)	25,140	0,20	6,60	165,9	33,2	-	m <sup>3</sup>	33,2
Alça do Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 5+0,000)	100,000	0,20	6,20	620,0	124,0	-	m <sup>3</sup>	124,0
Alça Saída do Viaduto benjamin Constant (Est. 3+6,000 à Est. 5+0,000)	34,000	0,20	6,60	224,4	44,9	-	m <sup>3</sup>	44,9
(Reforço do estacionamento do Supermercado Bretas) - EST. 11+0,00 A EST. 12+9,00	26,100	0,20	5,50	143,6	28,7	-	m <sup>3</sup>	28,7
Rua Lateral (Ligação Rua Benjamin Constant e Av. José Calil Ahouagi) - EST. 9 + 19,6639 A EST. 13+0,00	99,660	0,20	7,12	517,5	103,5	-	m <sup>3</sup>	103,5
Baia de ônibus Rua Francisco Bernardino	115,000	0,200	3,15	402,5	80,5	-	m <sup>3</sup>	80,5
					Total=		m <sup>3</sup>	414,8
5.1.3 - Base Estabilizada Granulometricamente sem mistura - Brita Graduada								
Acesso do Viaduto à rua Benjamin Constant (EST. 0+0,00 A EST. 1+5,00)	25,140	0,20	6,60	165,9	33,2	-	m <sup>3</sup>	33,2
Alça do Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 5+0,000)	100,000	0,20	6,20	620,0	124,0	-	m <sup>3</sup>	124,0
Alça Saída do Viaduto benjamin Constant (Est. 3+6,000 à Est. 5+0,000)	34,000	0,20	6,60	224,4	44,9	-	m <sup>3</sup>	44,9
(Reforço do estacionamento do Supermercado Bretas) - EST. 11+0,00 A EST. 12+9,00	26,100	0,20	5,50	143,6	28,7	-	m <sup>3</sup>	28,7
Rua Lateral (Ligação Rua Benjamin Constant e Av. José Calil Ahouagi) - EST. 9 + 19,6639 A EST. 13+0,00	99,660	0,20	7,12	517,5	103,5	-	m <sup>3</sup>	103,5
Baia de ônibus Rua Francisco Bernardino	115,000	0,20	3,15	402,5	80,5	-	m <sup>3</sup>	80,5
					Total=		m <sup>3</sup>	414,8
DISCRIMINAÇÃO	EXTENSÃO (m)	ESPES. (m)	LARG. (m)	ÁREA (m2)	VOLUME (m3)	DENS. OU TAXA DE APLICAÇÃO	U.N	QUANT.
5.1.4 - Imprimação com Asfalto diluído								
Acesso do Viaduto à rua Benjamin Constant (EST. 0+0,00 A EST. 1+5,00)	25,140	-	6,60	165,9	-	-	m <sup>2</sup>	165,9
Alça do Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 5+0,000)	100,000	-	6,20	620,0	-	-	m <sup>2</sup>	620,0
Alça Saída do Viaduto benjamin Constant (Est. 3+6,000 à Est. 5+0,000)	34,000	-	6,60	224,4	-	-	m <sup>2</sup>	224,4
(Reforço do estacionamento do Supermercado Bretas) - EST. 11+0,00 A EST. 12+9,00	26,100	-	5,50	143,6	-	-	m <sup>2</sup>	143,6
Rua Lateral (Ligação Rua Benjamin Constant e Av. José Calil Ahouagi) - EST. 9 + 19,6639 A EST. 13+0,00	99,660	-	7,12	517,5	-	-	m <sup>2</sup>	517,5
Baia de ônibus Rua Francisco Bernardino	115,000	-	3,15	402,5	-	-	m <sup>2</sup>	402,5
							m <sup>2</sup>	2073,9
5.1.5 - Pintura de Ligação								
Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 13+0,000)	260,000	-	6,60	1716,0	-	-	m <sup>2</sup>	1716,0
Alça do Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 10+0,000)	100,000	-	6,20	620,0	-	-	m <sup>2</sup>	620,0
Alça Saída do Viaduto benjamin Constant (Est. 3+6,000 à Est. 5+0,000)	34,000	-	6,60	224,4	-	-	m <sup>2</sup>	224,4
(Reforço do estacionamento do Supermercado Bretas) - EST. 11+0,00 A EST. 12+9,00	26,100	-	5,50	143,6	-	-	m <sup>2</sup>	143,6
Rua Lateral (Ligação Rua Benjamin Constant e Av. José Calil Ahouagi) - EST. 9 + 19,6639 A EST. 13+0,00	99,660	-	7,12	709,1	-	-	m <sup>2</sup>	709,1
Baia de ônibus Rua Francisco Bernardino	115,000	-	3,15	402,5	-	-	m <sup>2</sup>	402,5
					Total=		m <sup>2</sup>	3815,5

DISCRIMINAÇÃO	EXTENSÃO (m)	ESPES. (m)	LARG. (m)	ÁREA (m2)	VOLUME (m3)	DENS. OU TAXA DE APLICAÇÃO	U.N	QUANT.
5.1.6 - CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE- FAIXA "C"								
Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 13+0,000)	260,000	0,10	6,60	1716,0	171,6	2,4	t	411,8
Alça do Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 5+0,000)	100,000	0,10	6,20	620,0	62,0	2,4	t	148,8
Alça Saída do Viaduto benjamin Constant (Est. 3+6,000 à Est. 5+0,000)	34,000	0,10	6,60	224,4	22,4	2,4	t	53,9
(Reforço do estacionamento do Supermercado Bretas) - EST. 11+0,00 A EST. 12+9,00	26,100	0,05	5,50	143,6	7,2	2,4	t	17,2
Rua Lateral (Ligação Rua Benjamin Constant e Av. José Calil Ahouagi) - EST. 9 + 19,6639 A EST. 13+0,00	99,660	0,10	7,12	709,1	70,9	2,4	t	170,2
Baia de ônibus Rua Francisco Bernardino	115,000	0,10	3,15	362,3	36,2	2,4	t	86,9
					Total=		t	888,8
5.2 - AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO								
5.2.1 - AQUISIÇÃO DE CIMENTO ASFÁLTICO CAP-50/70								
Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 13+0,000)	260,000	0,10	6,60	1716,0	171,6	2,4	t	411,8
Alça do Viaduto benjamin Constant (Est. 0+0,000 à Est. 5+0,000)	100,000	0,10	6,20	620,0	62,0	2,4	t	148,8
Alça Saída do Viaduto benjamin Constant (Est. 3+6,000 à Est. 5+0,000)	34,000	0,10	6,60	224,4	22,4	2,4	t	53,9
Rua Lateral (Ligação Rua Benjamin Constant e Av. José Calil Ahouagi) - EST. 9 + 19,6639 A EST. 13+0,00	99,660	0,10	7,12	709,1	70,9	2,4	t	170,2
Baia de ônibus Rua Francisco Bernardino	115,000	0,10	3,15	402,5	40,3	2,4	t	96,6
					Total=		t	881,3
Aquisição Material Total=							t	881,275
5.2.2 - AQUISIÇÃO DO ASFALTO DILUÍDO CM-30								
Área=		2.173,87 m²						
Taxa Aplic.=		1,20 l / m²						
Densid.=		0,96 t x m³						
TOTAL		2,50 t						
5.2.3 - AQUISIÇÃO DE EMULSÃO ASFÁLTICA RR-1C								
Área=		3.915,53 m²						
Taxa Aplic.=		0,40 l / m²						
Densid.=		1,00 t x m³						
TOTAL		1,57 t						
5.3 - TRANSPORTE DE MATERIAL BETUMINOSO								
5.3.1 - TRANSPORTE DE CIMENTO ASFÁLTICO CAP-50/70								
Quantidade=			51,24 t					
DMT - Usina=			8,00 km					
TOTAL=			409,91 t x km					
5.3.2 - TRANSPORTE DO ASFALTO DILUÍDO CM-30								
Quantidade=			2,50 t					
DMT - Usina=			8,00 km					
TOTAL=			20,0 t x km					
5.3.3 - TRANSPORTE DA EMULSÃO ASFÁLTICA RR-1C								
Quantidade=			1,57 t					
DMT - Usina=			8,00 km					
TOTAL=			12,53 t x km					



6.1.6

DESCRIÇÃO	COMPRIM. (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	QUANTIDADE TOTAL DE PILAR (un)	TOTAL (m³)	OBSERVAÇÕES
CONCRETO FCK = 25 MPA - PILARES	0,20	0,20	2,30	6,000	0,55	RUA JOSÉ CALIL AHOUAGI
CONCRETO FCK = 25 MPA - PILARES	0,20	0,20	2,30	12,000	1,10	RUA FRANCISCO BERNARDINO
TOTAL				1,66 m³		

6.1.7

ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO

DESCRIÇÃO	COMPRIM. (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	QUANTIDADE TOTAL (un)	TOTAL (m³)	OBSERVAÇÕES
CONCRETO FCK = 25 MPA - PILARES	0,20	0,20	2,30	6,000	0,55	RUA JOSÉ CALIL AHOUAGI
CONCRETO FCK = 25 MPA - PILARES	0,20	0,20	2,30	12,000	1,10	RUA FRANCISCO BERNARDINO
TOTAL				1,66 m³		

6.1.8

ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO 20 X 20 X 40 CM COM ESPESSURA DE 20 CM COM ARGAMASSA TRAÇO 1:0,5:3,5 - AREIA COMERCIAL

DESCRIÇÃO	COMPRIMENTO MURO (m)	ALTURA MURO (un)	ÁREA TOTAL (m²)	ÁREA DOS PILARES (m²)	ÁREA TOTAL DE ALVENARIA (m²)	OBSERVAÇÕES
ALVENARIA EM BLOCOS DE CONCRETO	13,40	2,30	30,82	2,760	28,06	RUA JOSÉ CALIL AHOUAGI
ALVENARIA EM BLOCOS DE CONCRETO	31,00	2,30	71,30	5,520	65,78	RUA FRANCISCO BERNARDINO
TOTAL				94,00 m²		

6.1.9

CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COMCOLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF\_06/2014

DESCRIÇÃO	ALTURA (m)	LARGURA (m)	QUANTIDADES (un)	TOTAL (m²)	OBSERVAÇÕES
CHAPISCO PILARES - PARA OS 2 LADOS	2,30	0,20	14,36	6,60	RUA JOSÉ CALIL AHOUAGI
CHAPISCO PILARES - PARA OS 2 LADOS	2,30	0,20	33,21	15,28	RUA FRANCISCO BERNARDINO
TOTAL				21,88 m²	

DESCRIÇÃO	COMPRIMENTO MURO (m)	ALTURA MURO (un)	ÁREA TOTAL (m²)	ÁREA DOS PILARES (m²)	ÁREA TOTAL DE ALVENARIA (m²)	OBSERVAÇÕES
CHAPISCO MURO - ALVENARIA	15,00	2,30	34,50	2,760	31,74	RUA JOSÉ CALIL AHOUAGI
CHAPISCO MURO - ALVENARIA	30,00	2,30	69,00	5,520	63,48	RUA FRANCISCO BERNARDINO
TOTAL				95,00 m²		

TOTAL GERAL = 116,88 m²

6.2

URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO (SOB O VIADUTO E ILHAS)

6.2.1

GRAMA EM PLACAS TIPO BATATAIS

DOCUMENTO	ÁREA TOTAL (m²)	DESCRIÇÃO
JERG001-02-1-OB-DOC-0004	481,47	URBANIZAÇÃO SOB O VIADUTO - RUA BENJAMIN CONSTANT E RUA JOSÉ C. AHOUAGI
JERG001-02-1-OB-DOC-0004	384,54	URBANIZAÇÃO SOB A ALÇA DO VIADUTO - RUA FRANCISCO BERNARDINO
PROJ. URBANIZAÇÃO	1.588,99	
TOTAL		2.455,00 m²

6.2.2

PLANTIO DE MUDAS ARBUSTIVAS COM PORTE DE 50cm EM COVAS DE (0,40mX0,40mX0,40m)

DOCUMENTO	TOTAL (un)	DESCRIÇÃO
JERG001-02-1-OB-DOC-0004	21	URBANIZAÇÃO SOB O VIADUTO - RUA BENJAMIN CONSTANT E RUA JOSÉ C. AHOUAGI
JERG001-02-1-OB-DOC-0004	16	URBANIZAÇÃO SOB A ALÇA DO VIADUTO - RUA FRANCISCO BERNARDINO
PROJ. URBANIZAÇÃO	64	
TOTAL		101 un

6.4

SERVIÇOS COMPLEMENTARES - PROJETO URBANIZAÇÃO

6.4.1

PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE ATÉ 4 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO,

DOCUMENTO	m²	Comp. (m)	Altura (m)	Larg. (m)
PROJ. URBANIZAÇÃO	647,76	431,84	1,50	1

6.5

PASSAGEM DE PEDESTRES EM NÍVEL - PADRAO MRS/ANTT - PROVISÓRIA E DEFINITIVA

6.5.1

REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO

DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	TOTAL (m³)	OBSERVAÇÕES
REATERRO DO DIRECIONADOR (2 LADOS)	2,85	7,70	0,50	10,97	P.N - 01
REATERRO DO DIRECIONADOR (2 LADOS)	2,85	7,70	0,50	10,97	P.N - 02
TOTAL				21,945 m³	

Referência: PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

6.5.2

FORMAS DE COMPENSADO RESINADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA

DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	ALTURA (m)	LADOS (und.)	QUANTIDADE (und.)	TOTAL (m²)	OBSERVAÇÕES
FORMAS DA CINTA INFERIOR	7,70	0,30	2,00	6,00	27,72	P.N - 01
FORMAS DA CINTA INFERIOR	7,70	0,30	2,00	6,00	27,72	P.N - 02
TOTAL				55,44 m²		

DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	ALTURA (m)	LADOS (und.)	TOTAL (m²)	OBSERVAÇÕES
FORMAS DAS BASES DO DIRECIONADOR	44,20	0,30	2,00	26,52	P.N - 01
FORMAS DAS BASES DO DIRECIONADOR	44,20	0,30	2,00	26,52	P.N - 02
TOTAL				53,04 m²	

DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	ALTURA (m)	LADOS (und.)	TOTAL (m²)	OBSERVAÇÕES
FORMAS DO PISO	21,10	0,12	2,00	5,06	P.N - 01
FORMAS DO PISO	21,10	0,12	2,00	5,06	P.N - 02
TOTAL				10,13 m²	

Referência: PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

TOTAL GERAL = 118,61 m²

6.5.3

ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO

DESCRIÇÃO	COMPRIM. (m)	QUANTIDADE POR CINTA (un)	QUANTIDADE TOTAL CINTAS (un)	PESO ESPEC. (kg/m)	PESO TOTAL (kg)	OBSERVAÇÕES
ARMAÇÃO DA CINTA INFERIOR (esp. 30cm)	7,70	4,00	6,00	0,617	113,96	P.N - 01
ARMAÇÃO DA CINTA INFERIOR (esp. 30cm)	7,70	4,00	6,00	0,617	113,96	P.N - 02



TOTAL						227,92 kg
DESCRIÇÃO	COMPRIM. (m)	QUANTIDADE POR CINTA (un)	QUANTIDADE TOTAL CINTAS (un)	PESO ESPEC. (kg/m)	PESO TOTAL (kg)	OBSERVAÇÕES
ARMAÇÃO DA CINTA (esp. 11cm) - D=10mm	5,00	2,00	2,00	0,617	12,33	P.N - 01
ARMAÇÃO DA CINTA (esp. 11cm) - D=10mm	5,00	2,00	2,00	0,617	12,33	P.N - 02
TOTAL					24,67 kg	

Referência: PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

TOTAL GERAL

252,59 kg

6.5.4

CONCRETO FCK = 25 MPA - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS

DESCRIÇÃO	COMPRIM. (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	QUANTIDADE TOTAL DE PILAR (un)	TOTAL (m³)	OBSERVAÇÕES
CONCRETO FCK = 25 MPA - PILARES	0,15	0,15	0,70	24,00	0,38	P.N - 01
CONCRETO FCK = 25 MPA - PILARES	0,15	0,15	0,70	24,00	0,38	P.N - 02
TOTAL					0,76 m³	

DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	QUANTIDADE (und.)	TOTAL (m²)	OBSERVAÇÕES
CONCRETO FCK = 25 MPA - CINTA	7,70	0,20	0,30	6,00	2,77	P.N - 01
CONCRETO FCK = 25 MPA - CINTA	7,70	0,20	0,30	6,00	2,77	P.N - 02
TOTAL					5,54 m²	

DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	PROFUND. (m)	QUANTIDADE (und.)	TOTAL (m³)	OBSERVAÇÕES
CONCRETO FCK = 25 MPA - BASES DO DIRECIONADOR	0,15	0,15	0,70	24,00	0,38	P.N - 01
CONCRETO FCK = 25 MPA - BASES DO DIRECIONADOR	0,15	0,15	0,70	24,00	0,38	P.N - 02
TOTAL					0,76 m³	

DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	QUANTIDADE (und.)	TOTAL (m²)	OBSERVAÇÕES
CONCRETO FCK = 25 MPA - PISO	2,85	7,70	0,12	2,00	5,27	P.N - 01
CONCRETO FCK = 25 MPA - PISO	2,85	7,70	0,12	2,00	5,27	P.N - 02
TOTAL					10,53 m²	

DESCRIÇÃO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	QUANTIDADE (und.)	TOTAL (m²)	OBSERVAÇÕES
CONCRETO FCK = 25 MPA - PISO	17,80	2,00	0,12	1,00	4,27	P.N - 01
CONCRETO FCK = 25 MPA - PISO	17,80	2,00	0,12	1,00	4,27	P.N - 02
TOTAL					4,27 m²	

Referência: PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

TOTAL GERAL

17,59 m²

6.5.5

ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO (20cm x 20cm x 40cm) COM ESPESSURA 20cm - AREIA COMERCIAL


DESCRIÇÃO	COMPRIMENTO MURO (m)	ALTURA MURO (un)	ÁREA TOTAL (m²)	QUANTIDADE MURO (m³)	ÁREA TOTAL DE ALVENARIA (m²)	OBSERVAÇÕES
ALVENARIA EM BLOCOS DE CONCRETO	15,00	0,50	7,50	6,000	45,00	P.N - 01
ALVENARIA EM BLOCOS DE CONCRETO	15,00	0,50	7,50	6,000	45,00	P.N - 02
TOTAL					90,00 m²	

Referência: PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

6.5.6

99839 Guarda-corpo de Aço Galvanizado de 1,10m, Montantes Tubulares de 1.1/2" Espaçados de 1,20m, Travessa Superior de 2", Gradil Formado por Barras

DESCRIÇÃO	EXTENSÃO	Quant. Lados	TOTAL(m)
P.N 1 (DIRECIONADORES)	22,1	2.000	44,20
P.N 2 (DIRECIONADORES)	22,1	2.000	44,20
TOTAL(m)			88,40

	ENGENHARIA GERAL	Nº CLIENTE: -	
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT		FOLHA:
CGDESP	VOLUME 3 - ANEXO 3D - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INFRAESTRUTURA		

JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA  
 Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001  
 Nº DO CONTRATO: -  
 RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG

## MEMÓRIA DE CÁLCULO - SINALIZAÇÃO

7

SINALIZAÇÃO

7.1

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Pintura de faixa

7.1.1

5213400 Pintura de faixa - tinta base acrílica - espessura de 0,4 mm

Pintura Branca	Dimensão (m)	Linear (m)	Área (m²)
Linha de Bordo (LBO)	0,100	1680,95	168,10
Linha de Canalização (LCA)	0,100	358,40	35,84
Linha de Continuidade (LCO)	0,100	470,15	47,02
Linha de Continuidade (LCO)*	0,100	115,00	11,50
Linha de Retenção (LRE)	0,400	48,58	19,43
Faixa de Pedestre (FTP-1)	0,400	304,00	121,60
Linha Simples Seccionada (LMS-2)	0,100	950,00	95,00
Linha Simples Contínua (LMS-1)	0,100	62,70	6,27
		3989,78	504,75

Pintura Amarela	Dimensão (m)	Linear (m)	Área (m²)
Linha de Bordo (LBO)*	0,100	134,24	13,42
		134,24	13,42

Área Total: = 518,18 m

7.1.2

5213404 Pintura de setas e zebrados - tinta base acrílica - espessura de 0,4 mm

Pintura Branca	Dimensão (m)	Linear (m)	Área (m²)
Zebrado	0,300	609,50	182,85

Pintura Branca	Área (m²)	Quant.	Área Total (m²)
Legenda "PARE"	4,100	3,00	12,30
Legenda "ÔNIBUS**"	4,900	4,00	19,60
Setas Siga em frente	1,090	34,00	37,06
Setas Vire a Esq./ vire a Dir.	1,380	4,00	5,52
Setas Siga ou vire esq./ dir.	1,810	5,00	9,05
			51,63

Área Total: = 234,48 m

Dispositivos auxiliares

7.1.3

5213361 Tachão refletivo monodirecional - fornecimento e colocação

Tipo:	Quant.
Tachão refletivo monodirecional - fornecimento e colocação	112

TOTAL: = 112 unid. \*Considerado 5% de perdas

7.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

Regulamentação

7.2.1

5213445 FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PLACA DE REGULAMENTAÇÃO EM AÇO, R-1 LADO 0,331 M - PELÍCULA RETRORREFLETIVA TIPO I E SI

Octogonal	Dimensão (m)	Área (m²)	Quant.	Área Total (m²)
R-1	Lado = 0,33	0,526	3	1,578
			3	1,578

## 7.2.2

5213440 FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PLACA DE REGULAMENTAÇÃO EM AÇO D = 0,60 M - PELÍCULA RETRORREFLETIVA TIPO I + SI

Placa Circular	Dimensão (m)	Área (m²)	Quant.	Área Total (m²)
R-4a	Ø = 0,50	0,196	2	0,392
R-4b	Ø = 0,50	0,196	2	0,392
R-6b	Ø = 0,50	0,196	3	0,588
R-15	Ø = 0,50	0,196	1	0,196
R-19.3	Ø = 0,50	0,196	2	0,392
R-25c	Ø = 0,50	0,196	2	0,392
R-25d	Ø = 0,50	0,196	1	0,196
			<b>13</b>	<b>2,548</b>

## 7.2.3

5213499 FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PLACA EM AÇO - 3,00 X 1,50 M - PELÍCULA RETRORREFLETIVA TIPO I + III

Placa Circular com mensagem complementar	Dimensão (m)	Área (m²)	Quant.	Área Total (m²)
R-6b	Ø = 0,50	0,240	3	0,720
R-25b	3,00 x 1,40	4,200	1	4,200
			<b>1</b>	<b>4,920</b>
			<b>5</b>	<b>7,468</b>

#### Advertência

## 7.2.4

5213464 FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PLACA DE ADVERTÊNCIA EM AÇO, LADO DE 0,60 M - PELÍCULA RETRORREFLETIVA TIPO I E SI

Placa Quadrada	Dimensão (m)	Área (m²)	Quant.	Área Total (m²)
A-32a	0,40 x 0,60	0,240	7	1,680
A-32b	0,40 x 0,60	0,240	4	0,960
A-41		0,462	2	0,924
			<b>13</b>	<b>3,564</b>

#### Marcadores de perigo

## 7.2.5

5213477 Fornecimento e implantação de placa delineador em aço - 0,30 x 0,90 m - Película retrorrefletiva tipo I + IV

Placa Retang.	Dimensão (m)	Área (m²)	Quant.	Área Total (m²)
MP-01	0,30 x 0,90	0,270	1	0,270
MP-03	0,30 x 0,90	0,270	1	0,270
			<b>2</b>	<b>0,540</b>

#### Indicação

## 7.2.6

5213490 FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PLACA EM AÇO, DE SOLO, SIMPLES - 3,00 X 1,50 M - PELÍCULA RETRORREFLETIVA TIPO I + I

Placa Retangular	Dimensão (m)	Área (m²)	Quant.	Área Total (m²)
I-6-1	2,50 x 1,40	3,500	1	3,500
I-7-1	3,60 x 1,60	5,760	1	5,760
I-7-2	3,20 x 1,40	4,480	1	4,480
I-7-3	2,70 x 1,40	3,780	1	3,780
			<b>4</b>	<b>17,520</b>

## 7.2.7

5213477 FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PLACA DELINEADOR EM AÇO - 0,30 X 0,90 M - PELÍCULA RETRORREFLETIVA TIPO I + IV

Placa Retangular	Dimensão (m)	Área (m²)	Quant.	Área Total (m²)
I-12	0,40 x 0,60	0,240	2	0,480
			<b>2</b>	<b>35,520</b>

## 7.2.8

5213856 FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SUPORTE METÁLICO GALVANIZADO PARA PLACA DE REGULAMENTAÇÃO - R1 - LADO DE 0,331 M

Octogonal	Quant.
R-1	3
<hr/>	
	3

## 7.2.9

5213851 FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SUPORTE METÁLICO GALVANIZADO PARA PLACA DE REGULAMENTAÇÃO - D = 0,60 M

Placa Circular	Quant.
R-4a	2
R-4b	2
R-6b	3
R-15	1
R-19.3	2
R-25c	2
R-25d	1
	<b>13</b>

## 7.2.10

5213863 FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SUPORTE METÁLICO GALVANIZADO PARA PLACA DE ADVERTÊNCIA - LADO DE 0,60 M

Placa Quadrada	Quant.
A-32a	7
A-32b	4
A-41	2
	<b>13</b>

## 7.2.11

5213626 SEMIPÓRTICO METÁLICO COM VÃO DE 3,8 M, VENTO DE 35 M/S, ÁREA DE EXPOSIÇÃO DE ATÉ 5,7 M², TENSÃO ADMISSÍVEL SOLO > 200 KN/M² - AREIA E BRITA COMERCIAIS

Indicativas	Quant.
R. Benjamin	1
	<b>1</b>

## 7.2.12

5213646 PÓRTICO METÁLICO COM VÃO DE 12,5 M, VENTO DE 35 M/S, ÁREA DE EXPOSIÇÃO DE ATÉ 18,75 M², TENSÃO ADMISSÍVEL SOLO > 200 KN/M² - AREIA E BRITA COMERCIAIS

Indicativas	Quant.
R. F. Bernardino	2
	<b>2</b>

\* Baía de Ônibus Rua Francisco Bernardino

## 7.3 SINALIZAÇÃO DE OBRA

## 7.3.1 Barreiras de Sinalização

7.3.1.1 Barreira de sinalização tipo I de direcionamento ou bloqueio - confecção

DOCUMENTO	QUANTIDADE (m)	DESCRIÇÃO
JERG001-05-1-SI-PLG-0001	86	

7.3.1.2 Barreira de sinalização tipo III de direcionamento ou bloqueio - confecção

DOCUMENTO	QUANTIDADE (un)	DESCRIÇÃO
JERG001-05-1-SI-PLG-0001	39	

## 7.3.2 Sinalização Vertical

7.3.2.1 Placa em aço - película I + I - fornecimento e implantação

	Comp	Alt	Área	Quant.	Total
A-24	1,60	1,90		4,00	12,16
A-21c	1,00	1,00		1,00	1,00
Mensagem "Desvio"	1,40	1,00		1,00	1,40
Mensagem "Desvio"	2,50	1,00		1,00	2,50
R-7			0,44	1,00	0,44
R-4b			0,44	1,00	0,44
					<b>17,94</b>

7.3.2.1 Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação

	Comp	Alt	Área	Quant.	Total
A-24				8,00	8,00
A-21c				2,00	2,00
Mensagem "Desvi				2,00	2,00
Mensagem "Desvi				2,00	2,00
R-7				1,00	1,00
R-4b				1,00	1,00
					16,00

**JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA**

**Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001**

**Nº DO CONTRATO: -**

**RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG**

**MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES ELÉTRICA**

**8.7 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - PROJ. URBANIZAÇÃO**

**8.7.1 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA, AÉREA, MONOFÁSICA, COM CAIXA DE SOBREPOR (NÃO INCLUSO O FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE POSTE DE CONCRETO, ELETRODUTO E CONEXÕES, CABOS, HASTE E DISJUNTOR)**

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	2,00
<b>TOTAL</b>	<b>2,00 un.</b>

**8.7.2 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA DE CONTAINER, AÉREA, MONOFÁSICA, COM CAIXA DE SOBREPOR (NÃO INCLUSO O FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE POSTE DE CONCRETO, ELETRODUTO E CONEXÕES, CABOS, HASTE E DISJUNTOR)**

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	2,00
<b>TOTAL</b>	<b>2,00 un.</b>

**8.7.3 FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE POSTE DE CONCRETO COM COMPRIMENTO NOMINAL DE 9 M, CARGA NOMINAL MENOR OU IGUAL A 1000 DAN, ENGASTAMENTO SIMPLES COM 1,5 M DE SOLO (NÃO INCLUI FORNECIMENTO).**

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	2,00
<b>TOTAL</b>	<b>2,00 un.</b>

**8.7.4 POSTE CONICO CONTINUO EM ACO GALVANIZADO, RETO, ENGASTADO, H = 7 M - FORNECIMENTO E**

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	2,00
<b>TOTAL</b>	<b>2,00 un.</b>

**8.7.5 ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 32 MM (1 ), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM**

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	12,00
<b>TOTAL</b>	<b>12,00 m</b>

**8.7.6 HASTE ATERRAMENTO TIPO COPPERWELD ALTA CAMADA (254 MICRONS) 7/8 X 2,40M**

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	3,00
<b>TOTAL</b>	<b>3,00 un.</b>

**8.7.7 CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 6 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS -**

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	48,00
<b>TOTAL</b>	<b>48,00 m</b>

**8.7.8 CABO DE COBRE NU BITOLA 10MM2 PARA ATERRAMENTO**

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	2,00
<b>TOTAL</b>	<b>2,00 m</b>



8.7.9 CORDOALHA DE COBRE NU 16 MM², NÃO ENTERRADA, COM ISOLADOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	2,00
TOTAL	2,00 m

8.7.10 DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 40A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	4,00
TOTAL	4,00 un.

8.7.11 CURVA 90 GRAUS PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 32 MM (1 ), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	8,00
TOTAL	8,00 un.

8.7.12 LUVA PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 32 MM (1 ), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	6,00
TOTAL	6,00 un.

8.7.13 SENSOR DE PRESENÇA COM FOTOCÉLULA, FIXAÇÃO EM TETO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	3,00
TOTAL	3,00 un.

8.7.14 CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS -

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	390,00
TOTAL	390,00 m

8.7.15 CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 4 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS -

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	435,00
TOTAL	435,00 m

8.7.16 CAIXA ENTERRADA ELÉTRICA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, FUNDO COM BRITA, DIMENSÕES INTERNAS: 0,4X0,4X0,4 M

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	22,00
TOTAL	22,00 un.

8.7.17 LUMINÁRIA DECORATIVA LED DE 115W, CORPO EM ALUMÍNIO INJETADO A ALTA PRESSÃO, DIFUSOR EM VIDRO LISO PLANO TEMPERADO TRANSPARENTE, EQUIPAMENTOS AUXILIARES DRIVER LED CORRENTE CONSTANTE INCORPORADO INTERNAMENTE À LUMINÁRIA (ON/OFF), DISPOSITIVO DE FECHAMENTO MEDIANTE A 4 PARAFUSOS DE AÇO INOX QUE FICAM NA PARTE SUPERIOR DE FECHAMENTO DA LUMINÁRIA, TENSÃO NOMINAL 90 A 305VAC, 50/60HZ, FATOR DE POTÊNCIA >0.95, TEMPERATURA DE USO-300C A +50 OC, ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR >75, MANUTENÇÃO DO FLUXO LUMINOSO 102.000HRS, RESISTÊNCIA A IMPACTOS IK09, INSTALAÇÃO COM ENCAIXE LISO E FIXAÇÃO POR PARAFUSOS DE AÇO INOX EM TOPO DE POSTE DE 60,3MM DE DIÂMETRO EXTERNO, GRAU DE PROTEÇÃO IP66 PARA O CORPO ÓPTICO E ALOJAMENTO DOS EQUIPAMENTOS AUXILIARES, CLASSE DA LUMINÁRIA CLASSE 1, MANUTENÇÃO ATRAVÉS DE ACESSO AOS MÓDULOS DE LED E COMPONENTES ELETRÔNICOS PELA PARTE SUPERIOR DA LUMINÁRIA. ABERTURA ATRAVÉS DE 4 PARAFUSOS NA PARTE SUPERIOR. FIXADOR DA TAMPA NA ESTRUTURA DA LUMINÁRIA, ACABAMENTO EM PINTURA ELETROSTÁTICA – COR PADRÃO: RAL 9007 – GY9007, DESENERGIZAÇÃO ELÉTRICA AUTOMÁTICA AO ABRIR A PARTE SUPERIOR DA LUMINÁRIA, EQUIPAMENTO PROTEÇÃO CONTRA SOB TENSÕES DE 10KV/12KA LIGADO EM SÉRIE, INCORPORADO À LUMINÁRIA

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	19,00
TOTAL	19,00 un.

8.7.18 POSTE METÁLICO RETO COM ALTURA DE 6 METROS

DOCUMENTO	UN
PROJ. URBANIZAÇÃO	19,00
TOTAL	19,00 un.

8.7.19 ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PEAD, DN 40 MM (1 1/4 ), PARA CIRCUITOS TERMINAIS,

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	360,00
TOTAL	360,00 m

8.7.20 ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA


DOCUMENTO	M³	EXTENSÃO (m)	L(m)	H(m)
PROJ. URBANIZAÇÃO	216,00	360,00	0,50	1,20
TOTAL	216,00 m³			

8.7.21 REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO

DOCUMENTO	M³	EXTENSÃO (m)	L(m)	H(m)
PROJ. URBANIZAÇÃO	126,00	360,00	0,50	0,70
TOTAL	126,00 m³			

8.7.22 ENCHIMENTO DE AREIA PARA DRENO, LANÇAMENTO MANUAL

DOCUMENTO	M³	EXTENSÃO (m)	L(m)	H(m)
PROJ. URBANIZAÇÃO	90,00	360,00	0,50	0,50
TOTAL	90,00 m³			

		ENGENHARIA GERAL	Nº CLIENTE:
		VIADUTO BENJAMIN CONSTANT	
CGDESP		VOLUME 3 - ANEXO 3D - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INFRAESTRUTURA	
JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA			
Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001			
Nº DO CONTRATO: -			
RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG			
MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS			
9	INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS - PROJ. URBANIZAÇÃ		
9.1	REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA		
9.1.1	HIDRÔMETRO DN 20 (1/2), 3,0 M³/H FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO		
	DOCUMENTO	UN	
	PROJ. URBANIZAÇÃO	3,00	
	TOTAL	3,00 un.	
9.1.2	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO		
	DOCUMENTO	UN	
	PROJ. URBANIZAÇÃO	28,00	
	TOTAL	28,00 un.	
9.1.3	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 1/2 INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO		
	DOCUMENTO	UN	
	PROJ. URBANIZAÇÃO	7,00	
	TOTAL	7,00 un.	
9.1.4	TORNEIRA CROMADA 1/2 OU 3/4 PARA TANQUE, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO		
	DOCUMENTO	UN	
	PROJ. URBANIZAÇÃO	7,00	
	TOTAL	7,00 un.	
9.1.5	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E		
	DOCUMENTO	UN	
	PROJ. URBANIZAÇÃO	8,00	
	TOTAL	8,00 un.	
9.1.6	CAIXA ENTERRADA HIDRÁULICA RETANGULAR EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS,		
	DOCUMENTO	CJ	
	PROJ. URBANIZAÇÃO	1,00	
	TOTAL	1,00 cj	
9.1.7	CAIXA ENTERRADA HIDRÁULICA RETANGULAR EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS,		
	DOCUMENTO	CJ	
	PROJ. URBANIZAÇÃO	3,00	
	TOTAL	3,00 cj	
9.1.8	CAIXA ENTERRADA HIDRÁULICA RETANGULAR EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS,		
	DOCUMENTO	CJ	
	PROJ. URBANIZAÇÃO	9,00	
	TOTAL	9,00 cj	
9.2	TUBULAÇÕES		
9.2.1	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO		
	DOCUMENTO	M	
	PROJ. URBANIZAÇÃO	270,00	
	TOTAL	270,00 m	

**9.2.2 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE**

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	12,00
<b>TOTAL</b>	<b>12,00 m</b>

**9.2.3 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO**


DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	12,00
<b>TOTAL</b>	<b>12,00 m</b>

**9.2.4 ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA**

DOCUMENTO	M³	EXTENSÃO (m)	L(m)	H(m)
PROJ. URBANIZAÇÃO	26,46	294,00	0,30	0,30
<b>TOTAL</b>	<b>26,46 m³</b>			

**9.2.5 REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO**

DOCUMENTO	M³	EXTENSÃO (m)	L(m)	H(m)
PROJ. URBANIZAÇÃO	26,46	294,00	0,30	0,30
<b>TOTAL</b>	<b>26,46 m³</b>			

	ENGENHARIA GERAL		Nº CLIENTE:																																														
	VIADUTO BENJAMIN CONSTANT			FOLHA:																																													
CGDESP	VOLUME 3 - ANEXO 3D - MEMÓRIA DE CÁLCULO DE INFRAESTRUTURA																																																
JM SOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA																																																	
Nº CONTRATADA: JERG001-05-1-EG-MCA-0001																																																	
Nº DO CONTRATO: -																																																	
RESPONSÁVEL TÉCNICO: MARCELO FIGUEIREDO DA SILVA SOUTO - CREA 90204/D-MG																																																	
MEMÓRIA DE CÁLCULO - URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO																																																	
10 INSTALAÇÕES URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO - PROJ. URBANIZAÇÃO																																																	
10.1 PAVIMENTAÇÃO																																																	
10.1.1 EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, USINADO,																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>ÁREA (M²)</th> <th>ESPESSURA (M)</th> <th>M³</th> <th>DESCRIÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>3521,99</td> <td>0,08</td> <td>281,76</td> <td></td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>116,42</td> <td>0,06</td> <td>6,99</td> <td>RUA LATERAL</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>72,77</td> <td>0,06</td> <td>4,37</td> <td>RUA JOSÉ CALIU AHOUAGI</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>14,26</td> <td>0,06</td> <td>0,86</td> <td>RUA FRANCISCO BERNARDINO</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>107,97</td> <td>0,06</td> <td>6,48</td> <td>R. F. BERNARDINO E R. BENJAMIN C.</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>72,89</td> <td>0,06</td> <td>4,37</td> <td>IMPLANTAÇÃO DE CALÇADA</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>3,00</td> <td>2,00</td> <td>1,62</td> <td>IMPLANTAÇÃO DE REBAIXO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td></td> <td>306,44 m³</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					DOCUMENTO	ÁREA (M²)	ESPESSURA (M)	M³	DESCRIÇÃO	PROJ. URBANIZAÇÃO	3521,99	0,08	281,76		JERG001-05-1-OB-DOC-0004	116,42	0,06	6,99	RUA LATERAL	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	72,77	0,06	4,37	RUA JOSÉ CALIU AHOUAGI	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	14,26	0,06	0,86	RUA FRANCISCO BERNARDINO	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	107,97	0,06	6,48	R. F. BERNARDINO E R. BENJAMIN C.	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	72,89	0,06	4,37	IMPLANTAÇÃO DE CALÇADA	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	3,00	2,00	1,62	IMPLANTAÇÃO DE REBAIXO	TOTAL			306,44 m³	
DOCUMENTO	ÁREA (M²)	ESPESSURA (M)	M³	DESCRIÇÃO																																													
PROJ. URBANIZAÇÃO	3521,99	0,08	281,76																																														
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	116,42	0,06	6,99	RUA LATERAL																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	72,77	0,06	4,37	RUA JOSÉ CALIU AHOUAGI																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	14,26	0,06	0,86	RUA FRANCISCO BERNARDINO																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	107,97	0,06	6,48	R. F. BERNARDINO E R. BENJAMIN C.																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	72,89	0,06	4,37	IMPLANTAÇÃO DE CALÇADA																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	3,00	2,00	1,62	IMPLANTAÇÃO DE REBAIXO																																													
TOTAL			306,44 m³																																														
10.1.2 EXECUÇÃO DE PÁTIO/ESTACIONAMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO RETANGULAR COLORIDO DE 20 X 10 CM, ESPESSURA 6 CM.																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>ÁREA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>3.129,92</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL 3.129,92 m²</td> </tr> </tbody> </table>					DOCUMENTO	ÁREA	PROJ. URBANIZAÇÃO	3.129,92	TOTAL 3.129,92 m²																																								
DOCUMENTO	ÁREA																																																
PROJ. URBANIZAÇÃO	3.129,92																																																
TOTAL 3.129,92 m²																																																	
10.1.3 PISO PODOTÁTIL, DIRECIONAL OU ALERTA, ASSENTADO SOBRE ARGAMASSA																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>EXTENSÃO CALÇADA (m)</th> <th>QUANTIDADE S (un)</th> <th>ÁREA TOTAL (m²)</th> <th>DESCRIÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td></td> <td></td> <td>491,25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>80,60</td> <td>403</td> <td>16,12</td> <td>RUA LATERAL</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>11,94</td> <td>60</td> <td>2,4</td> <td>RUA JOSÉ CALIU AHOUAGI</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>21,00</td> <td>105</td> <td>4,2</td> <td>RUA FRANCISCO BERNARDINO</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>35,95</td> <td>180</td> <td>7,2</td> <td>R. F. BERNARDINO E R. BENJAMIN C.</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td>27,20</td> <td>136</td> <td>5,44</td> <td>IMPLANTAÇÃO DE CALÇADA</td> </tr> <tr> <td>JERG001-05-1-OB-DOC-0004</td> <td></td> <td>432</td> <td>17,28</td> <td>IMPLANTAÇÃO DE REBAIXO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td></td> <td>543,89 m²</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					DOCUMENTO	EXTENSÃO CALÇADA (m)	QUANTIDADE S (un)	ÁREA TOTAL (m²)	DESCRIÇÃO	PROJ. URBANIZAÇÃO			491,25		JERG001-05-1-OB-DOC-0004	80,60	403	16,12	RUA LATERAL	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	11,94	60	2,4	RUA JOSÉ CALIU AHOUAGI	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	21,00	105	4,2	RUA FRANCISCO BERNARDINO	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	35,95	180	7,2	R. F. BERNARDINO E R. BENJAMIN C.	JERG001-05-1-OB-DOC-0004	27,20	136	5,44	IMPLANTAÇÃO DE CALÇADA	JERG001-05-1-OB-DOC-0004		432	17,28	IMPLANTAÇÃO DE REBAIXO	TOTAL			543,89 m²	
DOCUMENTO	EXTENSÃO CALÇADA (m)	QUANTIDADE S (un)	ÁREA TOTAL (m²)	DESCRIÇÃO																																													
PROJ. URBANIZAÇÃO			491,25																																														
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	80,60	403	16,12	RUA LATERAL																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	11,94	60	2,4	RUA JOSÉ CALIU AHOUAGI																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	21,00	105	4,2	RUA FRANCISCO BERNARDINO																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	35,95	180	7,2	R. F. BERNARDINO E R. BENJAMIN C.																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004	27,20	136	5,44	IMPLANTAÇÃO DE CALÇADA																																													
JERG001-05-1-OB-DOC-0004		432	17,28	IMPLANTAÇÃO DE REBAIXO																																													
TOTAL			543,89 m²																																														
10.1.4 MEIO-FIO DE CONCRETO - MFC 03 - PADRÃO DER-MG																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>EXTENSÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>1.962,74</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL 1.962,74 m</td> </tr> </tbody> </table>					DOCUMENTO	EXTENSÃO	PROJ. URBANIZAÇÃO	1.962,74	TOTAL 1.962,74 m																																								
DOCUMENTO	EXTENSÃO																																																
PROJ. URBANIZAÇÃO	1.962,74																																																
TOTAL 1.962,74 m																																																	
10.1.5 SARJETA DE CONCRETO URBANO (SCU), TIPO 3, PADRÃO DER-MG																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>EXTENSÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>1.443,85</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL 1.443,85 m</td> </tr> </tbody> </table>					DOCUMENTO	EXTENSÃO	PROJ. URBANIZAÇÃO	1.443,85	TOTAL 1.443,85 m																																								
DOCUMENTO	EXTENSÃO																																																
PROJ. URBANIZAÇÃO	1.443,85																																																
TOTAL 1.443,85 m																																																	
10.2 EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS DE PAISAGISMO																																																	
10.2.1 ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>M³</th> <th>EXTENSÃO (m)</th> <th>L(m)</th> <th>H(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROJ. URBANIZAÇÃO</td> <td>43,43</td> <td>579,03</td> <td>0,30</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td>43,43 m³</td> </tr> </tbody> </table>					DOCUMENTO	M³	EXTENSÃO (m)	L(m)	H(m)	PROJ. URBANIZAÇÃO	43,43	579,03	0,30	0,25	TOTAL				43,43 m³																														
DOCUMENTO	M³	EXTENSÃO (m)	L(m)	H(m)																																													
PROJ. URBANIZAÇÃO	43,43	579,03	0,30	0,25																																													
TOTAL				43,43 m³																																													

**10.2.2 REGULARIZAÇÃO DE TALUDES E VALAS COM SOQUETE VIBRATÓRIO**

DOCUMENTO	M²	EXTENSÃO (m)	L(m)
PROJ. URBANIZAÇÃO	173,71	579,03	0,30
TOTAL		173,71 m³	

**10.2.3 CONCRETO MAGRO - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS**

DOCUMENTO	M³	EXTENSÃO (m)	L(m)	ESPESSURA
PROJ. URBANIZAÇÃO	8,69	579,03	0,30	0,05
TOTAL		8,69 m³		

**10.2.4 CONCRETO FCK = 20 MPA - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS**

DOCUMENTO	M³
PROJ. URBANIZAÇÃO	34,74
TOTAL	34.74 m³

**10.2.5 ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO**

DOCUMENTO	KG
PROJ. URBANIZAÇÃO	3.474,18
TOTAL	3.474,18 kg

**10.2.6 ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X29 CM, (ESPESSURA 14CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², SEM VÃOS, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO**

DOCUMENTO	M²
PROJ. URBANIZAÇÃO	340,52
TOTAL	340.52 m²

**10.2.7 CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO, COM COLHER DE PEDREIRO**

DOCUMENTO	M²
PROJ. URBANIZAÇÃO	681,05
TOTAL	681,05 m²

**10.2.8 MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, ESPESSURA DE 20MM**

DOCUMENTO	M²
PROJ. URBANIZAÇÃO	681,05
TOTAL	681.05 m²

**10.2.9 APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO**

DOCUMENTO	M²
PROJ. URBANIZAÇÃO	653,36
TOTAL	653.36 m²

**10.2.10 APLICAÇÃO MANUAL DE TINTA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS**

DOCUMENTO	M²
PROJ. URBANIZAÇÃO	653,36
TOTAL	653.36 m²

**10.2.11 CHAPIM EM CONCRETO LARGURA DE 20CM**

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	579,03
TOTAL	579.03 m

**10.2.12 BUZINOTE - DRENO COM TUBO DE 1 EMBUTIDO NO CONCRETO**

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	66,93
TOTAL	66.93 m

**10.2.13 DRENO PARA PÉ DE FLOREIRA**

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	579,03
TOTAL	579.03 m



10.2.12 **GUIA DE CORDÃO BOLEADO, EM CONCRETO COM FCK 20MPA, PRÉ-MOLDADA, 10X10CM (ALTURA X LARGURA), INCLUSIVE UMA (1) FIADA DE BLOCO DE CONCRETO, ESP. 9CM, ESCAVAÇÃO, APILOAMENTO E TRANSPORTE COM RETIRADA DO MATERIAL ESCAVADO (EM CAÇAMBA)**

DOCUMENTO	M
PROJ. URBANIZAÇÃO	153,60
<b>TOTAL</b>	<b>153,60 m</b>

10.3 **VEDAÇÃO VERTICAL**  
10.3.1 **ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA**

DOCUMENTO	M³	EXTENSÃO (m)	L(m)	ESPESSURA
PROJ. URBANIZAÇÃO	69,09	431,84	0,40	0,40
<b>TOTAL</b>	<b>69,09 m³</b>			

10.3.2 **REGULARIZAÇÃO DE TALUDES E VALAS COM SOQUETE VIBRATÓRIO**

DOCUMENTO	M²	EXTENSÃO (m)	L(m)
PROJ. URBANIZAÇÃO	172,74	431,84	0,40
<b>TOTAL</b>	<b>172,74 m²</b>		

10.3.3 **REATERRO**

DOCUMENTO	M³
PROJ. URBANIZAÇÃO	3,27
<b>TOTAL</b>	<b>3,27 m³</b>

10.3.4 **ESTACA BROCA MANUAL D = 15 CM - CONFECÇÃO**

DOCUMENTO	M	EXTENSÃO (m)	ESTACA/M
PROJ. URBANIZAÇÃO	173	431,84	2,50
<b>TOTAL</b>	<b>173 m²</b>		

10.3.5 **CONCRETO MAGRO - CONFECÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS**

Sapatas  $173 \times 0,40 \times 0,40 \times 0,05 = 1,384$   
Muro  $(431,84 - (173 \times 0,40)) \times 0,20 \times 0,05 = 3,626$

**TOTAL 5,01 m³**

10.3.6 **CONCRETO FCK = 20 MPA - CONFECÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS**

Sapatas  $173 \times 0,40 \times 0,40 \times 0,20 = 5,536$   
Muro  $431,84 \times 0,20 \times 0,20 = 17,274$   
Pilares  $173 \times 0,15 \times 0,15 \times 1,90 = 7,396$   
Vergas  $431,84 \times 0,15 \times 0,10 = 6,478$

**TOTAL 36,68 m³**

10.3.7 **FÔRMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 12 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECÇÃO,**

Muro  $431,84 \times 0,20 \times 2 = 172,736$   
Pilares  $173 \times 0,15 \times 1,9 \times 4 = 197,220$   
Vergas  $431,84 \times 0,10 \times 2 = 86,368$

**TOTAL 456,32 m³**

10.3.8 **ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO**

DOCUMENTO	KG
PROJ. URBANIZAÇÃO	3.668,00
<b>TOTAL</b>	<b>3.668,00 kg</b>

10.3.9 **ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X29 CM, (ESPESSURA 14CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², SEM VÃOS, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO**

Blocos  $(431,84 - (173 \times 0,15)) \times 1,90 = 771,191$

**TOTAL 771,19 m²**

10.3.10 **CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO, COM COLHER DE PEDREIRO**

Chapisco  $431,84 \times 2 \times 2 = 1727,36$

**TOTAL 1.727,36 m²**



# REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE - DNIT

## PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DO VIADUTO BENJAMIN CONSTANT NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA

<b>Local:</b>	Rua Benjamin Constant
<b>Trecho:</b>	Juiz de Fora / MG
<b>Sub-Trecho:</b>	km 212+86 da Ferrovia da MRS
<b>Extensão:</b>	440 metros
<b>Seguimento:</b>	Sobre Ruas José Calil Ahouagi e Francisco Bernardino

### VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA ANEXO 3E – DECLARAÇÕES E ANUENCIAS DE PROJETO E PEDREIRAS

MAIO / 2022

## **1.0 APRESENTAÇÃO**

A JM Souto Engenharia e Consultoria Ltda. Apresenta neste VOLUME 3 - ANEXO 3A – ESTUDOS GEOTÉCNICOS o perfil geotécnico das sondagens recebidas da MRS Logística, e executadas pela empresa CONSENCEO, para desenvolvimento dos projetos do Viaduto Benjamin Constant, no município de Juiz de Fora em Minas Gerais.

Este Anexo tem por objetivo apresentar as declarações e anuências de projeto e das pedreiras.

## 2.0 DOCUMENTOS DAS DECLARAÇÕES E ANUÊNCIAS DE PROJETO E PEDREIRAS

### 2.1 Plano de desvios de Obra

**Samuel Souza**

---

**De:** Eduardo Vaz <Eduardo.Vaz@mrs.com.br>  
**Enviado em:** terça-feira, 31 de outubro de 2017 17:18  
**Para:** Marcelo Souto; tatiana.souto@jmsouto.com.br; Wagner Gomes; samuel.souza@jmsouto.com.br  
**Cc:** Daniel Dauanny; Otavia Franco  
**Assunto:** Enc: Viaduto Benjamim - Plano de devios de obra  
**Anexos:** Plano desvios de obras - Benjamim.dwg

Prezados, boa tarde.

Segue anexo plano de desvios necessários à execução do viaduto Benjamim. Gentileza incluí-lo no projeto e no plano de execução.

Ressalto que o mesmo já se encontra aprovado pela PMJF, conforme histórico abaixo.

Desta forma, solicito a verificação de vocês e caso seja identificado algum serviço ou atividade com custo significativo, gentileza inserir no Capex.

Permaneço à disposição.

Att.

Eduardo Vaz

MRS Logística S/A.

Gerência Geral de Infraestrutura

Gerência de Gestão e Projetos de Expansão

Tel: 55 32 3239 5120 Cel: 55 32 9821 8832

[www.mrs.com.br](http://www.mrs.com.br)

---

**De:** MARcelo VALente <marcelo.settra@gmail.com>  
**Enviado:** terça-feira, 31 de outubro de 2017 11:17  
**Para:** Eduardo Vaz  
**Assunto:** Re: Viaduto Benjamim - Plano de devios de obra

Eduardo, bom dia!

Em análise com a equipe da Settra informo que estamos de acordo com o plano de desvio de obras apresentado.

Lembro que, devido a fatores externos alheios a nossa vontade, alterações no plano podem ocorrer quando do início das obras.

Att.

Em 27 de outubro de 2017 10:34, Eduardo Vaz <[Eduardo.Vaz@mrs.com.br](mailto:Eduardo.Vaz@mrs.com.br)> escreveu:

Bom dia, Marcelo!

Obrigado.

Enviado do meu smartphone Samsung Galaxy.

----- Mensagem original -----

De: Marcelo VAente <[marcelo.settra@gmail.com](mailto:marcelo.settra@gmail.com)>

Data: 27/10/17 10:31 (GMT-03:00)

Para: Eduardo Vaz <[Eduardo.Vaz@mrs.com.br](mailto:Eduardo.Vaz@mrs.com.br)>

Assunto: Re: Viaduto Benjamin - Plano de desvios de obra

Eduardo, bom dia!

Recebido o email. Agendei reunião com os departamentos afins da Settra na terça a tarde. Mando notícias sobre a aprovação ou comentários do plano proposto até quarta-feira.

Att

Em 26 de outubro de 2017 16:38, Eduardo Vaz <[Eduardo.Vaz@mrs.com.br](mailto:Eduardo.Vaz@mrs.com.br)> escreveu:

Boa tarde, Marcelo.

Conforme nossa reunião de hoje, segue anexo plano de desvio de trânsito para a implantação do viaduto Benjamin.

Premissas:

- Considerando o Viaduto Três Poderes executado;
- Considerando a Alça Augusto Franco executada;
- Não serão executadas PNs provisórias para veículos.

Aguardo sua análise para darmos continuidade ao plano de execução da obra.

Att.

Eduardo Vaz

MRS Logística S/A.

Gerência Geral de Infraestrutura

Gerência de Gestão e Projetos de Expansão

Tel: 55 32 3239 5120 Cel: 55 32 9821 8832

[www.mrs.com.br](http://www.mrs.com.br)

Esta mensagem, incluindo seus anexos, tem caráter confidencial e é restrita ao(s) destinatário(s). O uso não autorizado ou a divulgação do seu conteúdo são proibidos e passíveis de ações e indenizações judiciais cabíveis. Caso a mensagem tenha sido recebida por engano, por favor imediatamente avise ao remetente e apague-a do seu dispositivo. Seja consciente. Imprima somente o necessário.

This message (attachments included) is confidential and restricted to its recipient(s). Unauthorized use or dissemination of its content are prohibited and may be liable to legal procedures and compensation. If this message has been received in error, please immediately notify the sender and delete it from your device. Be conscious. Think before printing.



## 2.2 Licença Ambiental – Aterro do Grama

	<b>PREFEITURA DE JUIZ DE FORA</b> Secretaria de Meio Ambiente e Ordenamento Urbano					
<b>CERTIFICADO LAS/RAS - Nº 008/2020</b> (Renovação da LOC 42/2015)						
<b>LICENÇA AMBIENTAL SIMPLIFICADA - RAS</b>						
<p>O Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMDEMA, através da Câmara de Atividades de Infraestrutura e Saneamento - CAIS, em reunião do dia 13 de outubro de 2020, nos termos do art. 4º, inciso VIII, da Lei 9680 de 20 de dezembro de 1999 e art. 28, inciso IV, do Decreto 13.926 de 14 de abril de 2020, da Deliberação Normativa nº 50, de 27 de outubro de 2018 e do art. 1º da Deliberação Normativa do COMDEMA nº 8, de 17 de janeiro de 2002, concede ao empreendimento <b>ATERRO DO GRAMA SERVIÇOS DE ENGENHARIA SPE LTDA - EPP</b>, CNPJ 22.194.425/0001-11, situado na Rua das Flores, ao lado do nº 351 (Fazenda Ribeirão das Rosas), bairro Grama, Licença Ambiental Simplificada na modalidade LAS/RAS, para a atividade de Aterro de Resíduos Classe 'A', com validade de 10 (dez) anos, conforme processo ambiental de nº <b>10.090/2014 (vols. 01 ao 04)</b>.</p>						
<table><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Sem condicionantes</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Com condicionantes (verso)</td></tr></table>			<input type="checkbox"/>	Sem condicionantes	<input checked="" type="checkbox"/>	Com condicionantes (verso)
<input type="checkbox"/>	Sem condicionantes					
<input checked="" type="checkbox"/>	Com condicionantes (verso)					
<p>Juiz de Fora, 15 de outubro de 2020.</p> <p> <b>Pedro Augusto Junqueira Muzzi</b> Secretário-Executivo do COMDEMA</p>						



**PREFEITURA DE JUIZ DE FORA**  
Secretaria de Meio Ambiente e Ordenamento Urbano



ANEXO A LICENÇA AMBIENTAL Nº. 008/2020		
<b>Empreendimento:</b>	Aterro do Grama Serviços de Engenharia SPE Ltda - EPP	
<b>Atividade:</b>	Aterro de Resíduos Classe 'A'	
<b>Enquadramento na DN COPAM 217/17:</b>	Classe 3	
<b>Critério Locacional:</b>	0	
<b>Condicionantes</b>		
ANEXO I ITEM	DESCRIÇÃO	PRAZO
1	Apresentar relatório fotográfico comprovando o bom estado dos acessos internos no empreendimento e do cercamento da área.	Semestralmente, durante a vigência da LAS/RAS.
2	Fazer aspersão de água nas vias internas e de acesso ao Aterro.	Diariamente, no período seco do ano, durante a vigência da LAS/RAS.
3	Apresentar relatório fotográfico comprovando a implantação da drenagem pluvial das cavas, conforme projeto apresentado quando da LOC nº 42/2015.	Anualmente, durante a vigência da LAS/RAS.
4	Apresentar Relatório de Monitoramento Geotécnico com verificação do sistema de drenagem de águas pluviais (drenagem superficial) sobre o aterro, e a verificação sistemática da eventual ocorrência de trincas no topo das plataformas do aterro, nas bermas e/ou nas taludes.	Semestralmente, durante a vigência da LAS/RAS.
5	Apresentar planilha com controle da compactação de resíduos, com determinação do índice de compactação a ser feita por meio da medição da área ocupada pelo volume de resíduos aterrados por mês, assinada pelo responsável técnico.	Semestralmente, durante a vigência da LAS/RAS.
6	Enviar a SEMAUR – Secretaria de Meio Ambiente e Ordenamento Urbano, a Declaração de Movimentação de Resíduos – DMR, referente aos RCC recebidos, aos resíduos sólidos recebidos não utilizados e ao lodo do sistema de tratamento de efluentes sanitários.	Semestral (Conforme Art. 16 da DN COPAM 232/2019) Durante a vigência da Licença Ambiental
7	Manter resíduos RCC não pertencentes a "Classe A" temporariamente acondicionados em galpão, devidamente identificado e conforme a legislação vigente, até a destinação ambientalmente correta dos mesmos.	Durante a vigência da LAS/RAS.
8	Apresentar Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), juntamente à ART de elaboração e execução.	90 dias.
9	Implantar o PRAD, e apresentar nesta SEMAUR relatório fotográfico de acompanhamento da implantação do mesmo.	Semestralmente por 2 anos ou prazo maior se necessário.
10	Apresentar os 2 novos pontos de sondagem para controle da contaminação da água subterrânea pelo sistema de tratamento de efluente sanitário, e o novo ponto de monitoramento em substituição do SP3, juntamente à descrição detalhada de suas cotas e coordenadas.	90 dias.
11	Apresentar laudo de monitoramento para controle da contaminação da água subterrânea pelo sistema de tratamento de efluente sanitário, conforme Anexo II.	Semestralmente durante a vigência da LAS/RAS.
12	Apresentar laudo de monitoramento da qualidade da água subterrânea através dos pontos de sondagem SP2, SP5, e o ponto substituto para o SP3.	Semestralmente durante a vigência da LAS/RAS.
13	Apresentar relatório fotográfico de acompanhamento e manutenção do Projeto Técnico de Reconstituição da Flora – PTRF.	Semestralmente por 3 anos ou prazo maior se necessário.
14	Apresentar relatório fotográfico de acompanhamento e manutenção do projeto da cortina vegetal.	Semestralmente por 3 anos ou prazo maior se necessário.
15	Apresentar documentos que comprovem o treinamento e qualificação dos operadores através de conteúdo teórico e/ou prático, visando a otimização da segregação dos resíduos – Ministrada por entidade oficial ou de ensino regular.	Anualmente, durante a vigência da LAS/RAS.
16	Apresentar o "as built" das obras/serviços do Aterro.	No prazo da LAS/RAS e/ou encerramento do Aterro.
17	Quaisquer outras atividades a serem implantadas ou desenvolvidas futuramente no local deverão ser submetidas à apreciação desta SEMAUR.	-
18	Para utilização futura da área com edificação, deverá ser encaminhado à SMAUR, estudos técnicos, com a respectiva ART, comprovando a eficiência e estabilidade do terreno.	-

**OBS:**  
1 - Cumprir todas as recomendações do Parecer Técnico e as proposições do RAS.  
2 - As recomendações constantes no parecer e não apresentadas como condicionantes deverão ser observadas pelo empreendedor e poderão ser objeto de determinação de cumprimento no processo de acompanhamento e fiscalização desta licença.  
3 - As condicionantes que se referem a laudos, relatórios, elaboração e execução de projetos, deverão ser apresentados com as devidas ARTs. Os laboratórios de análises deverão estar acreditados ou homologados pelos organismos certificados (INMETRO e redes Metrológicas Estaduais).

**ANEXO II**  
**PROGRAMA DE AUTOMONITORAMENTO**  
1 - Controle da contaminação da água subterrânea pelo sistema de tratamento de efluente sanitário proposto no RAS

Local de amostragem	Parâmetros	Frequência
Pogo 1 – Efluente Pogo 2 – Efluente	Coliformes termotolerantes, Condutividade, DBO, DQO, Nitrito, Nível da água, pH, Sólidos Dissolvidos, Sulfatos, Turbidez.	Semestral

**Relatórios:** Apresentar à Secretaria de Meio Ambiente e Ordenamento Urbano, até o dia 10 do mês subsequente (verificar prazo da condicionante), os resultados das análises efetuadas diárias, semanais, quinzenais ou mensais, informando o número de empregados, no período.  
O relatório deverá conter a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pela coleta e análise da amostra composta.  
Deverão ser cumpridos os demais itens relativos ao plano de monitoramento contemplado no manual de operação da ETE apresentado pela consultoria técnica responsável pelo projeto da ETE.  
Método de análise: Normas aprovadas pelo INMETRO, ou na ausência delas, no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA, última edição.

**Observações:**  
1 - Cabe esclarecer que a Secretaria de Meio Ambiente e Ordenamento Urbano de Juiz de Fora não tem responsabilidade técnica sobre o projeto, sendo sua execução, de total responsabilidade dos responsáveis técnicos e do empreendedor.  
2 - O descumprimento de todas ou quaisquer condicionantes previstas ao final do parecer e qualquer alteração, modificação e/ou ampliação sem a devida e prévia comunicação à Secretaria de Meio Ambiente e Ordenamento Urbano, tornam o empreendimento em questão passível de atuação.  
3 - As recomendações constantes no parecer e não apresentadas como condicionantes deverão ser observadas pelo empreendedor e poderão ser objetos de determinação de cumprimento no processo de acompanhamento e fiscalização desta licença.  
4 - O empreendedor deverá publicar a concessão da licença nos termos da DN COPAM 217/17.

**ESTE CERTIFICADO NÃO DESOBRIGA AS PESSOAS FÍSICAS OU JURÍDICAS DE OBTER AS LICENÇAS, AUTORIZAÇÕES, PERMISSÕES, CONCESSÕES, ALVARÁS E DEMAIS DOCUMENTOS OBRIGATORIOS DOS ÓRGÃOS FEDERAIS, ESTADUAIS OU MUNICIPAIS PARA O EXERCÍCIO DE SUAS ATIVIDADES.**



## 2.3 Declaração Petra Agregados - Pedreira



À

Prefeitura de Juiz de Fora

Secretaria de Obras

Obra: Viaduto Benjamim Constant -- Juiz de Fora - MG

Declaramos que os materiais pétreos fornecidos por nossa empresa se enquadram nas especificações do DNIT listadas abaixo.

- DNIT 031/2005 – ES: Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico
- DNIT 117/2009 – ES : Pontes e Viadutos Rodoviários – Concretos, argamassas e calda de cimento.
- DNIT 121/2009 – ES : Pontes e Viadutos Rodoviários – Fundações
- DNIT 122/2009 – ES : Pontes e Viadutos Rodoviários – Estruturas de concreto armado
- DNIT 141/2009 – ES : Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente

Juiz de Fora – MG, 15 de Maio de 2019

  
Márcio Alves

**AREIA** *Plus*  
**INDUSTRIAL**

**PEDRA SUL MINERAÇÃO LTDA.**  
Empresarial Park Sul, nº 70 - Matias Barbosa - MG  
CEP: 36.120-000 - Cx. Postal: 84  
(32) 3273-5850 - Fax: (32) 3273-8190  
VENDAS: 0800 032 8100  
www.petraagregados.com



Eduardo Vaz <eduardo.vaz@mrs.com.br>

---

## Declaração Petra Agregados

1 mensagem

---

**JULIO WALTER SANABIO FREESZ** <julio.walter.freesz@gmail.com> 30 de maio de 2019 13:03  
Para: Eduardo Vaz <Eduardo.Vaz@mrs.com.br>, Daniel Dauanny <daniel.dauanny@mrs.com.br>, Angelica De Luca  
<angelica.deluca@mrs.com.br>, Marcelo Tozzo <marcelo.tozzo@mrs.com.br>, Marcela Silveira  
<Marcela.Silveira@mrs.com.br>, Roberta Ruhena <roberta@pjf.mg.gov.br>

Boa tarde Eduardo,

Segue anexo declaração da Petra Agregados referente à qualidade de seus materiais para inclusão no Projeto Viaduto Benjamin em análise.

Grato,



**Júlio Walter Sanábio Freesz**  
Fiscalização de Obras Viárias  
Engenheiro Civil  
[julio.walter.freesz@gmail.com](mailto:julio.walter.freesz@gmail.com)  
(32) 98422-2475

---

 **Declaração Petra Agregados.pdf**  
331K

## 2.4 Declaração Santa Mônica

Pedreira Santa Mônica Ltda  
BRITAS EM GERAL  
CNPJ 20.424.099/0001-66  
INSC. 367.622.777.0087  
ESTRADA UNIÃO INDÚSTRIA KM 186- VILA IDEAL  
CEP : 36001-970 - CX POSTAL -447  
TEL :3234-1321-3234-32368-3234-2264 –FAX 3234-3106  
JUIZ DE FORA - MINAS GERAIS

À

Prefeitura de Juiz de Fora

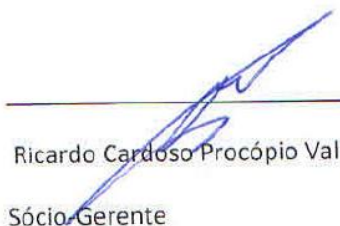
Secretaria de Obras

Obra : Alça Viaduto Benjamin Constant

Declaramos que os materiais pétreos fornecidos por nossa empresa se enquadram nas especificações do DNIT listadas abaixo :

- DNIT 031/2005 – ES : Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico
- DNIT 117/2009 – ES : Pontes e Viadutos Rodoviários – Concretos, argamassas e calda de cimento
- DNIT 121/2009 – ES : Pontes e Viadutos Rodoviários – Fundações
- DNIT 122/2009 – ES : Pontes e Viadutos Rodoviários – Estruturas de concreto armado
- DNIT 141/2009 – ES : Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente

Juiz de Fora, 30 de Maio de 2019

  
Ricardo Cardoso Procópio Valle  
Sócio-Gerente

20424099/0001-66  
PEDREIRA SANTA MÔNICA LTDA  
ESTRADA UNIÃO INDÚSTRIA KM 186  
VILA IDEAL - CEP 36001-970  
JUIZ DE FORA - MG

## 2.5 Declaração Santo Cristo



**PEDREIRA SANTO CRISTO**  
Indústria e Comércio Ltda

À  
Prefeitura de Juiz de Fora  
Secretaria de Obras  
Obra : Viaduto Benjamin Constant - Licitação

Conforme ensaios executados na Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora , MG, declaramos que os materiais pétreos fornecidos por nossa empresa se enquadram nas especificações do DNIT listadas abaixo :

- DNIT 031/2005 – ES : Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico
- DNIT 117/2009 – ES : Pontes e Viadutos Rodoviários – Concretos, argamassas e calda de cimento
- DNIT 121/2009 – ES : Pontes e Viadutos Rodoviários – Fundações
- DNIT 122/2009 – ES : Pontes e Viadutos Rodoviários – Estruturas de concreto armado
- DNIT 141/2010 – ES : Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente

Juiz de Fora, 03 de junho de 2019

Pedreira Santo Cristo Ind. Com. Ltda  
Rowena Monteiro da Silva Ferreira  
Administrador  
M = 7.378.912 - SSP-MG

Estrada Geraldino Monteiro da Silva, nº 510 - Linhares - Juiz de Fora-MG - CEP 36060-747  
Telefax (32) 3218 9946 / 3218 9680 / 3229 4600  
[www.pedreirasantocristo.com.br](http://www.pedreirasantocristo.com.br)



## 2.6 Ensaios e Laudos Petra Agregados

*Juiz de Fora, 27 de abril 2006*

### ***Ref.: Resultados dos Ensaios de Índice de Suporte Califórnia***

*Conforme solicitação de Vossa Senhoria encaminhamos os resultados dos ensaios de ISC do material coletado a quinze dias(Bica Corrida, Bica Corrida enriquecida com Brita 2, Brita Graduada – Faixa C e Brita Graduada -Faixa B), bem como densidade da bica corrida*

- Brita Graduada – Faixa C – 87%*
- Brita Graduada – Faixa B – 91%*
- Bica Corrida – 42%*
- Bica Corrida enriquecida com Brita 2 – 62%*
- Bica Corrida – densidade:1700Kg/m<sup>3</sup>*

*Colocando-nos à disposição de vossa senhoria para quaisquer esclarecimentos.*

*Atenciosamente,*

*Eng. Carlos Eduardo Pereira.*

<b>INTERESSADO:</b>	<b>PEDRA SUL MINERAÇÃO LTDA</b>
<b>MATERIAL:</b>	<b>Brita 0 - Amostra 1</b>
<b>LOCAL DE COLETA:</b>	<b>Pedreira Pedra Sul - Matias Barbosa</b>
<b>DATA DO ENSAIO:</b>	<b>16/07/19</b>

**TABELA - Graduação para ensaio**

Peneiras Abertura em mm		Amostra - massa parcial em gramas						
Passando em	Retido em	Graduação A	Graduação B	Graduação C	Graduação D	Graduação E	Graduação F	Graduação G
76	63					2500 ± 50		
63	50					2500 ± 50		
50	38					5000 ± 50	5000 ± 50	
38	25	1250 ± 25					5000 ± 25	5000 ± 25
25	19	1250 ± 25						5000 ± 25
19	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10					
12,5	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10					
9,5	6,3			2500 ± 10				
6,3	4,75			2500 ± 10				
4,8	2,36				5000 ± 10			
Massas totais em gramas		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	10000 ± 100	10000 ± 75	10000 ± 50
Nº de rotações do tambor		500	500	500	500	1000	1000	1000

**DETERMINAÇÃO DA ABRASÃO "LOS ANGELES" - DNER-ME-035/98**

<b>GRADUAÇÃO UTILIZADA:</b>	<b>A</b>
<b>Nº DE ROTAÇÕES DA MÁQUINA:</b>	<b>500</b>
<b>PESO INICIAL DA AMOSTRA (g):</b>	<b>5001,00</b>
<b>PESO DO MATERIAL RET. NA PENEIRA Nº 12 Após ensaio (g):</b>	<b>3124,00</b>
<b>ABRASÃO "LOS ANGELES" (%):</b>	<b>37,5</b>

OBS.: A coleta dos materiais para a realização dos ensaios foi realizada pelo interessado assim como o envio até o laboratório.

<b>Responsável : Prof. Geraldo Luciano de Oliveira Marques :</b>
<b>Laboratorista: Vitor</b>

<b>INTERESSADO:</b>	<b>PEDRA SUL MINERAÇÃO LTDA</b>
<b>MATERIAL:</b>	<b>Brita 1 - Amostra 2</b>
<b>LOCAL DE COLETA:</b>	<b>Pedreira Pedra Sul - Matias Barbosa</b>
<b>DATA DO ENSAIO:</b>	<b>16/07/19</b>

**TABELA - Graduação para ensaio**

Peneiras Abertura em mm		Amostra - massa parcial em gramas						
Passando em	Retido em	Graduação A	Graduação B	Graduação C	Graduação D	Graduação E	Graduação F	Graduação G
76	63					2500 ± 50		
63	50					2500 ± 50		
50	38					5000 ± 50	5000 ± 50	
38	25	1250 ± 25					5000 ± 25	5000 ± 25
25	19	1250 ± 25						5000 ± 25
19	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10					
12,5	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10					
9,5	6,3			2500 ± 10				
6,3	4,75			2500 ± 10				
4,8	2,36				5000 ± 10			
Massas totais em gramas		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	10000 ± 100	10000 ± 75	10000 ± 50
Nº de rotações do tambor		500	500	500	500	1000	1000	1000

**DETERMINAÇÃO DA ABRASÃO "LOS ANGELES" - DNER-ME-035/98**

<b>GRADUAÇÃO UTILIZADA:</b>	<b>A</b>
<b>Nº DE ROTAÇÕES DA MÁQUINA:</b>	<b>500</b>
<b>PESO INICIAL DA AMOSTRA (g):</b>	<b>5000,90</b>
<b>PESO DO MATERIAL RET. NA PENEIRA Nº 12 Após ensaio (g):</b>	<b>3300,80</b>
<b>ABRASÃO "LOS ANGELES" (%):</b>	<b>34,0</b>

OBS.: A coleta dos materiais para a realização dos ensaios foi realizada pelo interessado assim como o envio até o laboratório.

<b>Responsável : Prof. Geraldo Luciano de Oliveira Marques :</b>
<b>Laboratorista: Vitor</b>

<b>INTERESSADO:</b>	<b>PEDRA SUL MINERAÇÃO LTDA</b>
<b>MATERIAL:</b>	<b>Brita 2 - Amostra 3</b>
<b>LOCAL DE COLETA:</b>	<b>Pedreira Pedra Sul - Matias Barbosa</b>
<b>DATA DO ENSAIO:</b>	<b>16/07/19</b>

**TABELA - Graduação para ensaio**

Peneiras Abertura em mm		Amostra - massa parcial em gramas						
Passando em	Retido em	Graduação A	Graduação B	Graduação C	Graduação D	Graduação E	Graduação F	Graduação G
76	63					2500 ± 50		
63	50					2500 ± 50		
50	38					5000 ± 50	5000 ± 50	
38	25	1250 ± 25					5000 ± 25	5000 ± 25
25	19	1250 ± 25						5000 ± 25
19	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10					
12,5	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10					
9,5	6,3			2500 ± 10				
6,3	4,75			2500 ± 10				
4,8	2,36				5000 ± 10			
Massas totais em gramas		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	10000 ± 100	10000 ± 75	10000 ± 50
Nº de rotações do tambor		500	500	500	500	1000	1000	1000

**DETERMINAÇÃO DA ABRASÃO "LOS ANGELES" - DNER-ME-035/98**

<b>GRADUAÇÃO UTILIZADA:</b>	<b>A</b>
<b>Nº DE ROTAÇÕES DA MÁQUINA:</b>	<b>500</b>
<b>PESO INICIAL DA AMOSTRA (g):</b>	<b>5031,80</b>
<b>PESO DO MATERIAL RET. NA PENEIRA Nº 12 Após ensaio (g):</b>	<b>3412,60</b>
<b>ABRASÃO "LOS ANGELES" (%):</b>	<b>32,2</b>

OBS.: A coleta dos materiais para a realização dos ensaios foi realizada pelo interessado assim como o envio até o laboratório.

<b>Responsável : Prof. Geraldo Luciano de Oliveira Marques :</b>
<b>Laboratorista: Vitor</b>

---

## 2.7 Informe Prefeitura de Juiz de Fora - CEMIG

Informamos que a Prefeitura de Juiz de Fora, através do Departamento de Eficiência Energética, abriu protocolo nº 2517129752 – NS 00116598388 junto à CEMIG para análise e elaboração do projeto de rede de média e alta tensão no entorno da obra do Viaduto Benjamin, visando atendimento às normas vigentes desta concessionária, sendo gerado o projeto 116.958.8388 de 17/03/2022 anexado ao Volume 2 – Projeto Executivo.

Juiz de Fora, 17 de maio de 2022

---

Lincoln Santos Lima  
Secretário de Obras

---

**Secretaria de Obras/Subsecretaria de Coordenação e Projetos**  
Avenida Brasil, 2001 - 5º andar - Centro - CEP 36010-060 - Tel. (32) 3690-8133 - Juiz de Fora/MG

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/5971-1DC7-8E6D-01FF> e informe o código 5971-1DC7-8E6D-01FF





## 2.8 Declarações Prefeitura



### DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

A Prefeitura de Juiz de Fora, representada pelo Secretário de Obras, Lincoln Santos Lima, declara, para atendimento ao **PROJETO EXECUTIVO DO VIADUTO BENJAMIN**, que a passagem de nível veicular ( PN ) existente será totalmente demolida e as passagens de pedestres ( PN ) existentes serão remanejadas, optando por mantê-las em nível, tendo em vista que a rampa projetada para o viaduto não atende às normas de acessibilidade.

Juiz de Fora, 17 de maio de 2022

---

Lincoln Santos Lima  
Secretário de Obras

---

Secretaria de Obras/Subsecretaria de Coordenação e Projetos  
Avenida Brasil, 2001 - 5º andar - Centro - CEP 36010-060 - Tel. (32) 3690-8133 - Juiz de Fora/MG

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/5971-1DC7-8E6D-01FF> e informe o código 5971-1DC7-8E6D-01FF



## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

A Prefeitura de Juiz de Fora, representada pelo Secretário de Obras, Lincoln Santos Lima, declara, para atendimento ao **PROJETO EXECUTIVO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DO VIADUTO BENJAMIN**, que concorda com as soluções propostas neste projeto para a iluminação pública em atendimento às normas técnicas vigentes.

Juiz de Fora, 17 de março de 2022

Lincoln Santos Lima  
Secretário de Obras

Secretaria de Obras/Subsecretaria de Coordenação e Projetos  
Avenida Brasil, 2001 - 5º andar - Centro - CEP 36010-060 - Tel. (32) 3690-8133 - Juiz de Fora/MG

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/F702-6F94-E3C4-8D85> e informe o código F702-6F94-E3C4-8D85



## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

A Prefeitura de Juiz de Fora, representada pelo Secretário de Obras, Lincoln Santos Lima, declara, para atendimento ao **PROJETO EXECUTIVO DE INTERFERÊNCIAS DO VIADUTO BENJAMIN**, que concorda com as soluções propostas neste projeto para as interferências em atendimento às normas técnicas vigentes.

Juiz de Fora, 17 de março de 2022

---

Lincoln Santos Lima  
Secretário de Obras

---

Secretaria de Obras/Subsecretaria de Coordenação e Projetos

Avenida Brasil, 2001 - 5º andar - Centro - CEP 36010-060 - Tel. (32) 3690-8133 - Juiz de Fora/MG

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/F702-6F94-E3C4-8D85> e informe o código F702-6F94-E3C4-8D85



## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

A Prefeitura de Juiz de Fora, representada pelo Secretário de Obras, Lincoln Santos Lima, declara, para atendimento ao **PROJETO EXECUTIVO DE DESAPROPRIAÇÃO DO VIADUTO BENJAMIN**, que foi contratada consultoria especializada para elaboração dos Volumes 3D1 e 3D2 para aprovação deste projeto junto à Coordenação Geral de Desapropriação e Reassentamento – CGDR, sendo que valores referentes ao processo desapropriação serão custeados dentro do Convênio DIF nº 646/2011, celebrado entre o DNIT e a Prefeitura de Juiz de Fora, sendo a mesma responsável pelo processo jurídico junto ao proprietário..

Juiz de Fora, 17 de maio de 2022

\_\_\_\_\_  
Lincoln Santos Lima

\_\_\_\_\_  
Secretaria de Obras/Subsecretaria de Coordenação e Projetos  
Avenida Brasil, 2001 - 5º andar - Centro - CEP 36010-060 - Tel. (32) 3690-8133 - Juiz de Fora/MG

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/5971-1DC7-8E6D-01FF> e informe o código 5971-1DC7-8E6D-01FF



**Juiz de Fora**  
Secretaria de Obras



## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

A Prefeitura de Juiz de Fora, representada pelo Secretário de Obras, Lincoln Santos Lima, declara, para atendimento ao **PROJETO EXECUTIVO DE INTERFERÊNCIAS E DRENAGEM DO VIADUTO BENJAMIN**, que concorda com as soluções propostas neste projeto para drenagem pluvial em atendimento às normas técnicas vigentes.

Juiz de Fora, 14 de março de 2022

---

Lincoln Santos Lima  
Secretário de Obras

---

Secretaria de Obras/Subsecretaria de Coordenação e Projetos

Avenida Brasil, 2001 - 5º andar - Centro - CEP 36010-060 - Tel. (32) 3690-8133 - Juiz de Fora/MG

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/76FA-B218-0F39-B4A6> e informe o código 76FA-B218-0F39-B4A6



Juiz de Fora  
Secretaria de Obras



## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

A Prefeitura de Juiz de Fora, representada pelo Secretário de Obras, Lincoln Santos Lima, declara, para atendimento ao **PROJETO EXECUTIVO DE TERRAPLENAGEM, DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO DO VIADUTO BENJAMIN**, que as pedreiras existentes na região e que constam deste projeto, produzem material pétreo de qualidade, sendo enquadrados dentro da Norma DNIT 109/2009 -ES vigente.

Juiz de Fora, 14 de março de 2022

Lincoln Santos Lima  
Secretário de Obras

Secretaria de Obras/Subsecretaria de Coordenação e Projetos

Avenida Brasil, 2001 - 5º andar - Centro - CEP 36010-060 - Tel. (32) 3690-8133 - Juiz de Fora/MG

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/76FA-B218-0F39-B4A6> e informe o código 76FA-B218-0F39-B4A6





## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

A Prefeitura de Juiz de Fora, representada pelo Secretário de Mobilidade Urbana, Fernando Tadeu David, declara, para atendimento ao **PROJETO EXECUTIVO DO VIADUTO BENJAMIN**, que aprova o plano de desvio de tráfego durante a execução da obra conforme descrito nos volumes apresentados.

Juiz de Fora, 16 de março de 2022

---

Fernando Tadeu David  
Secretário de Mobilidade Urbana

**Secretaria de Mobilidade Urbana**

Avenida Brasil, 2001 - 4º Andar - Centro - CEP: 36060-010 - Tel: (32) 3690-7255 - Fax: (32) 2104-8356  
Juiz de Fora - MG

Assinado por 1 pessoa: FERNANDO TADEU DAVID  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/9DEE-8DCB-2527-7963> e informe o código 9DEE-8DCB-2527-7963



## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

A Prefeitura de Juiz de Fora, representada pelo Secretário de Mobilidade Urbana, Fernando Tadeu David, declara, para atendimento ao **PROJETO EXECUTIVO DO VIADUTO BENJAMIN**, que aprova o projeto de sinalização elaborado pela consultoria contratada ( JMSouto ) por estar de acordo com as normas de trânsito vigentes.

Juiz de Fora, 16 de março de 2022

---

Fernando Tadeu David  
Secretário de Mobilidade Urbana

### Secretaria de Mobilidade Urbana

Avenida Brasil, 2001 - 4º Andar - Centro - CEP: 36060-010 - Tel: (32) 3690-7255 - Fax: (32) 2104-8356  
Juiz de Fora - MG

Assinado por 1 pessoa: FERNANDO TADEU DAVID  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/9DEE-8DCB-2527-7963> e informe o código 9DEE-8DCB-2527-7963



**Juiz de Fora**  
Secretaria de Obras



**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

A Prefeitura de Juiz de Fora, representada pela Prefeita Municipal Maria Margarida Martins Salomão, declara, para atendimento ao **PROJETO EXECUTIVO DE URBANISMO DO VIADUTO BENJAMIN**, que concorda com as soluções propostas neste projeto para a urbanização das regiões no entorno em atendimento às normas técnicas vigentes.

Juiz de Fora, 14 de março de 2022

**Margarida Salomão**  
Prefeita Municipal

**Secretaria de Obras/Subsecretaria de Coordenação e Projetos**

Avenida Brasil, 2001 - 5º andar - Centro - CEP 36010-060 - Tel. (32) 3690-8133 - Juiz de Fora/MG

Assinado por 1 pessoa: MARGARIDA SALOMÃO  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/93A7-9A65-70CD-2BD3> e informe o código 93A7-9A65-70CD-2BD3

