

---

# MUNICÍPIO DE JOINVILLE

---

---

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO URBANO E DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL - SEPUD

---

---

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA URBANA DE JOINVILLE - SEINFRA

---



**PROJETO EXECUTIVO DA PONTE SOBRE O RIO  
CACHOEIRA  
INTERLIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO  
OLÍMPIO DE OLIVEIRA**

**Volume 02 - Memória Justificativa**

NOVEMBRO DE 2021

Elaboração: Azimute Consultoria e Projetos de Engenharia

D	Novembro 2021		Revisão conteúdo	J.F.C	E.L.P
C	Setembro 2021		Revisão conteúdo	J.F.C	E.L.P
B	Agosto 2016		Revisão conteúdo		
A	Novembro de 2010	L.H.	Emissão inicial	V.P.	A.C.R.
<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Elaboração</b>	<b>Modificação</b>	<b>Verificação</b>	<b>Aprovação</b>



## SUMÁRIO

<b>1.0 - APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.0 - ESTUDO GEOTÉCNICO .....</b>	<b>7</b>
2.1 – Introdução .....	8
2.2 – Sondagem SPT .....	8
<b>3.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO.....</b>	<b>9</b>
3.1 – Superestrutura .....	10
3.2 – Mesoestrutura .....	40
3.3 – Infraestrutura.....	60
<b>4.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS DA ESTRUTURA DE CONCRETO .....</b>	<b>70</b>
4.1 – Infra e Mesoestrutura .....	71
4.2 – Superestrutura .....	73
4.3 – Barreira New Jersey.....	76
4.4 – Placa de Transição.....	77
4.5 – Guarda-corpo .....	77
4.6 – Acabamentos e Obras Complementares.....	78
<b>5.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS GERAL.....</b>	<b>79</b>
5.1 – Terraplenagem.....	80
5.2 – Drenagem Pluvial.....	83
5.3 – Pavimentação .....	84
5.4 – Sinalização.....	85
5.5 – Muro de contenção em Gabião .....	87
5.6 – Obras Complementares .....	88
<b>6.0 – PLANILHAS DE LOCAÇÃO E CÁLCULO DE VOLUMES.....</b>	<b>92</b>
6.1 – Relatório de alinhamento do eixo .....	93
6.2 – Curvas horizontais.....	97
6.3 – Curvas verticais.....	100
6.4 – Cálculo de volumes.....	103
6.5 – Nota de serviço .....	108



## **1.0 - APRESENTAÇÃO**

## 1.0 – APRESENTAÇÃO

O presente **Volume 02 – Memória Justificativa** salienta os objetivos a que se propõe, visando:

- Apresentar o conjunto dos estudos realizados com vistas à geração dos insumos básicos necessários à elaboração do projeto da ponte, descrevendo e justificando os métodos e processos utilizados e expondo os resultados obtidos;
- Descrever e justificar as soluções adotadas, complementadas por memórias de cálculo que demonstrem que a solução selecionada é a mais adequada sob os aspectos técnicos, econômicos, financeiros e ambientais.

Joinville, agosto de 2016.

## **2.0 - ESTUDO GEOTÉCNICO**



## **2.0 - ESTUDO GEOTÉCNICO**

### **2.1 - Introdução**

Com o objetivo de caracterizar o solo do subleito e fornecer subsídios ao dimensionamento do pavimento, foi realizada sondagem à percussão, datada de 1995, pela empresa Geoforma.

A localização dos furos de sondagem pode ser visualizada tanto no Levantamento Planialtimétrico quanto como no Projeto Geométrico, constantes do Volume 02 deste relatório.

### **2.2 - Sondagem SPT**

O método de sondagem consiste na abertura do furo por meio de trados (trado concha, trado helicoidal) e/ou por lavagem (circulação d'água), com execução de ensaio de penetração de amostrador padrão, tipo "Raymond" (50,8mm de diâmetro externo), a cada metro. A cravação do amostrador dá-se por meio de um martelo, pesando 65kg, deixado cair de uma altura de 75cm.

O resultado do ensaio, índice SPT - "Standard Penetration Test", é o número de golpes necessários à cravação de 30cm do amostrador, após a cravação dos 15cm iniciais.

Os trabalhos foram executados em consonância com as normas brasileiras, em especial a NBR 6484 "Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos", de fevereiro de 2001, bem como as normas NBR 7250 de abril de 1982 e NBR 8036 de junho de 1983.

Foram realizados 08 furos de sondagem SPT, nomeados de SP-01 à SP-08, totalizando 104,30m de sondagem.

As planilhas com os resultados das sondagens SPT são apresentadas na sequência.

### **3.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO**

## 3.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO

### 3.1 - Superestrutura

#### 3.1.1 - Longarinas dos vãos extremos

##### a) Cargas permanentes

Devido ao processo construtivo da superestrutura, os esforços deverão ser avaliados para cada etapa:

##### I. Cargas distribuídas no vão de 21,6 m:

Para a fase 1, perfil isolado:

-longarina: 5,285 kN/m

Para a fase 2, na concretagem da laje:

-laje: 6,613 kN/m

Para a fase 3, com a obra pronta:

-pavimentação e barreiras: 3,385 kN/m

##### II. Cargas distribuídas nos balanços:

Para a fase 3, com a obra pronta:

-todas as cargas: 15,283 kN/m

##### III. Cargas concentradas nos apoios: $G_1 = 0$

##### IV. Cargas concentradas nas extremidades dos balanços: $G_2 = 46,958 \text{ kN}$

##### b) Cargas móveis : classe 45, trem-tipo homogeneizado

$$P = 60 \text{ kN}, \quad p = 5 \text{ kN/m}^2, \quad \varphi = 1,4 - 0,007 \times 21,6 = 1,249$$

Como a superestrutura é desprovida de transversinas de vão, foi avaliada a distribuição transversal efetuada pela laje. No meio do vão a constante elástica das longarinas vale  $k = 8948 \text{ kN/m}$ . O cálculo da distribuição transversal foi realizado por *software* de análise elástica linear,

considerando-se uma fatia de laje de 1,5m de largura, equivalente à faixa de influência de cada eixo do veículo-tipo.

Aplicando sucessivamente a carga unitária sobre cada longarina, constatou-se que a situação mais desfavorável de carga móvel será da viga 06.

O trem - tipo de cálculo para esta longarina mais solicitada será:

a) No meio do vão:  $Q = 39,798 \text{ kN} / \text{eixo}$        $q = 7,602 \text{ kN/m}$

b) Nos apoios:       $Q = 74,940 \text{ kN} / \text{roda}$        $q = 7,182 \text{ kN/m}$

### **c) Reações de apoio:**

#### **I. Nos apoios extremos**

- Devido cargas permanentes

$$R_g = 296 \text{ kN/viga}$$

- Devido cargas móveis

$$R_Q = 251 \text{ kN/rodado}$$

$$R_q = 109 \text{ kN/viga}$$

#### **II. Nos apoios internos**

- Devido cargas permanentes

$$R_g = 156 \text{ kN/viga}$$

- Devido cargas móveis

$$R_Q = 212 \text{ kN/rodado}$$

$$R_q = 80 \text{ kN/viga}$$

### d) Momentos Fletores (MN.m)

Seção	M <sub>g1</sub>	M <sub>g2</sub>	M <sub>g3</sub>	M <sub>Σg</sub>	M <sub>q</sub> <sup>+</sup>	M <sub>q</sub> <sup>-</sup>	M <sub>d</sub> <sup>+</sup>	M <sub>d</sub> <sup>-</sup>
0	0,000	0,000	-0,310	-0,310	0,000	-0,320	0,000	-0,882
1	0,111	0,139	-0,208	0,042	0,374	-0,288	0,666	-0,444
2	0,197	0,247	-0,122	0,322	0,660	-0,256	1,424	-0,085
3	0,259	0,324	-0,051	0,532	0,860	-0,224	1,969	0,198
4	0,296	0,370	0,004	0,670	0,985	-0,192	2,317	0,401
5	0,308	0,386	0,042	0,736	1,028	-0,160	2,470	0,512
6	0,296	0,370	0,066	0,732	0,985	-0,128	2,404	0,553
7	0,259	0,324	0,073	0,656	0,860	-0,096	2,122	0,522
8	0,197	0,247	0,064	0,508	0,660	-0,064	1,635	0,418
9	0,111	0,139	0,040	0,290	0,374	-0,032	0,930	0,245
10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

### e) Momentos Fletores (MN.m)

#### 1.1.5. Esforços cortantes (MN)

Seção	V <sub>g1</sub>	V <sub>g2</sub>	V <sub>g3</sub>	V <sub>Σg</sub>	V <sub>q</sub> <sup>+</sup>	V <sub>q</sub> <sup>-</sup>	V <sub>sd</sub>	V <sub>c</sub>	V <sub>sw</sub>	A <sub>sw</sub>	Estribos
0 <sub>E</sub>	-0,021	-0,026	-0,060	-0,107	0,000	-0,110	0,304	0,152	0,152	3,77	φ 6,3 c.17
0 <sub>D</sub>	0,057	0,071	0,051	0,179	0,196	0,000	0,525	0,152	0,373	9,25	φ 6,3 c.7
1	0,046	0,057	0,043	0,146	0,169	-0,006	0,441	0,152	0,289	7,17	φ 6,3 c.9
2	0,034	0,043	0,036	0,113	0,143	-0,019	0,358	0,152	0,206	5,11	φ 6,3 c.12
3	0,023	0,029	0,029	0,081	0,119	-0,035	0,280	0,152	0,128	3,17	φ 6,3 c.20
4	0,011	0,014	0,021	0,046	0,096	-0,053	0,199	0,152	0,047	1,90	φ 6,3 c.20
5	0,000	0,000	0,014	0,014	0,075	-0,072	0,125	0,152	-0,027	1,90	φ 6,3 c.20
6	-0,011	-0,014	0,007	-0,018	0,056	-0,093	0,155	0,152	0,003	1,90	φ 6,3 c.20
7	-0,023	-0,029	-0,001	-0,053	0,038	-0,116	0,237	0,152	0,085	2,11	φ 6,3 c.20
8	-0,034	-0,043	-0,008	-0,085	0,022	-0,140	0,315	0,152	0,163	4,04	φ 6,3 c.12
9	-0,046	-0,057	-0,015	-0,118	0,009	-0,116	0,328	0,152	0,176	4,36	φ 6,3 c.9
10 <sub>E</sub>	-0,057	-0,071	-0,023	-0,151	0,003	-0,193	0,482	0,152	0,330	8,18	φ 6,3 c.7

### f) Dimensionamento à flexão para os momentos negativos

As armaduras negativas serão dispostas na laje

$$M_{d \max} = 88200 \text{ kN.cm} \rightarrow k_c = \frac{80 \cdot 103^2}{88200} = 9,6 \rightarrow A_s = 20,55 \text{ cm}^2 \rightarrow 7 \phi 20,0$$

### g) Verificação das tensões em serviço das longarinas, nas seções do vão:

Seção 0 :  $A_{p1} = 4 \# 12,7 \text{ CP-190}$  e  $A_{p2} = 2 \# 7,0 \text{ CP-175}$

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
 Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

Enquanto perfil isolado : 6,00  
 Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$M_{gI} = 0,000$		$V_{gI} = 0,057$
$M_{gII} = 0,000$		$V_{gII} = 0,071$
$M_{gIII} = 0,000$		$V_{gIII} = 0,051$

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q = 0,000$		$V_q = 0,196$

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<b>Fases de carga</b>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1565	1449			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1718	1305	-6,43	0,45	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1474	1448	-5,32	0,00	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1290	1448	-4,68	0,01	-0,13
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1290	1448	-4,68	0,01	-0,13

$P_{ok}$  : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

$P_{od} + g_I$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$  , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_q$

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28,00 \text{ MPa}$

Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72 \text{ MPa}$

Tensão no aço:  $< 0,77f_{ptk} = 1463 \text{ MPa}$

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00 \text{ MPa (perfil)}$        $-18,00 \text{ MPa (laje)}$

Tração no concreto:  $< f_{ctk} = 3,1 \text{ MPa}$

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-1,23	3,75	-4,41	3,18

Limitação normativa para as tensões principais :

Tração (com previsão de armaduras):  $\sigma_{II} < f_{ctk} = 3,1 \text{ MPa}$

Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -12,05 \text{ MPa}$

**Seção 1 : A<sub>p1</sub> = 8 # 12,7 CP-190 e A<sub>p2</sub> = 2 # 7,0 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

 Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
 Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

 Enquanto perfil isolado : 6,00  
 Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I$	= 0,111	$Vg_I$ = 0,046
$Mg_{II}$	= 0,139	$Vg_{II}$ = 0,057
$Mg_{III}$	= 0,040	$Vg_{III}$ = 0,043

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q$	= 0,374	$V_q$ = 0,169

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<b>Fases de carga</b>					
$P_{Ok}$ (liberação na pista)	1529	1460			
$P_{Od} + g_I$ (em vazio)	1684	1300	-11,25	0,02	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1467	1416	-6,46	-5,24	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1293	1415	-4,81	-5,37	-0,54
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1317	1408	-0,84	-6,80	-3,25

 $P_{Ok}$  : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

 $P_{Od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$ , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

 Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28,00$  MPa

 Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

 Tensão no aço :  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

 Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil)      -18,00 MPa (laje)

 Tração no concreto :  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-5,22	3,15	-6,70	1,48

Limitação normativa para as tensões principais :

 Tração (com previsão de armaduras) :  $\sigma_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

 Compressão :  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -16,30$  MPa

**Seção 16 : A<sub>p1</sub> = 18 # 12,7 CP-190 A<sub>p2</sub> = 2 # 7,0 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

Enquanto perfil isolado : 6,00  
Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I = 0,197$		$Vg_I = 0,034$
$Mg_{II} = 0,247$		$Vg_{II} = 0,043$
$Mg_{III} = 0,064$		$Vg_{III} = 0,036$

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q = 0,660$		$V_q = 0,143$

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<b>Fases de carga</b>					
$P_{Ok}$ (liberação na pista)	1493	1473			
$P_{Od} + g_I$ (em vazio)	1649	1299	-16,43	0,34	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1455	1394	-8,61	-8,69	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1290	1393	-6,15	-8,90	-0,84
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1332	1381	0,83	-11,44	-5,62

$P_{Ok}$  : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

$P_{Od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$ , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28,00$  MPa

Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

Tensão no aço :  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil) -18,00 MPa (laje)

Tração no concreto :  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-8,16	2,56	-8,90	0,73

Limitação normativa para as tensões principais :

Tração (com previsão de armaduras):  $\sigma_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -18,16$  MPa



**Seção 17 : A<sub>p1</sub> = 16 # 12,7 CP-190 A<sub>p2</sub> = 2 # 7,0 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

 Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
 Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

 Enquanto perfil isolado : 6,00  
 Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I = 0,259$		$Vg_I = 0,023$
$Mg_{II} = 0,324$		$Vg_{II} = 0,029$
$Mg_{III} = 0,073$		$Vg_{III} = 0,029$

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q = 0,860$		$V_q = 0,119$

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<b>Fases de carga</b>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1457	1485			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1612	1302	-21,95	1,38	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1437	1382	-11,76	-10,41	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1281	1382	-8,68	-10,65	-1,02
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1335	1365	0,38	-13,97	-7,26

 $P_{ok}$ : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

 $P_{od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$ , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

 Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28,00$  MPa

 Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

 Tensão no aço:  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

 Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil)  $-18,00$  MPa (laje)

 Tração no concreto:  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-10,12	2,00	-10,50	0,38

Limitação normativa para as tensões principais :

 Tração (com previsão de armaduras):  $_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

 Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -19,05$  MPa

**Seção 18 : A<sub>p1</sub> = 18 # 12,7 CP-190 A<sub>p2</sub> = 2 # 7,0 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

 Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
 Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

 Enquanto perfil isolado : 6,00  
 Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I = 0,296$		$Vg_I = 0,011$
$Mg_{II} = 0,370$		$Vg_{II} = 0,014$
$Mg_{III} = 0,066$		$Vg_{III} = 0,021$

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q = 0,985$		$V_q = 0,096$

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<b>Fases de carga</b>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1439	1492			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1595	1302	-24,59	1,77	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1429	1374	-13,08	-11,63	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1277	1374	-9,82	-11,84	-1,03
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1338	1355	0,54	-15,65	-8,18

 $P_{ok}$ : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

 $P_{od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$  , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

 Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28,00$  MPa

 Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

 Tensão no aço:  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

 Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil)  $-18,00$  MPa (laje)

 Tração no concreto:  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-11,29	1,42	-11,47	0,18

Limitação normativa para as tensões principais :

 Tração (com previsão de armaduras):  $_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

 Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -19,56$  MPa

**Seção 5 : A<sub>p1</sub> = 18 # 12,7 CP-190 e A<sub>p2</sub> = 2 # 7,0 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

Enquanto perfil isolado : 6,00  
Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I = 0,308$		$VgI = 0,000$
$Mg_{II} = 0,386$		$VgII = 0,000$
$Mg_{III} = 0,042$		$VgIII = 0,014$

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q = 1,028$		$V_q = 0,075$

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<b>Fases de carga</b>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1439	1492			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1596	1300	-24,39	1,46	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1432	1369	-12,56	-12,45	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1278	1370	-9,55	-12,57	-0,85
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1342	1350	1,26	-16,55	-8,31

$P_{ok}$  : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

$P_{od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$ , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_q$

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28,00$  MPa

Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

Tensão no aço:  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil) -18,00 MPa (laje)

Tração no concreto:  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-11,76	0,89	-11,82	0,07

Limitação normativa para as tensões principais :

Tração (com previsão de armaduras):  $\sigma_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -19,83$  MPa

**Seção 5 :  $A_{p1} = 18 \# 12,7 \text{ CP-190}$  e  $A_{p2} = 2 \# 7 \text{ CP-175}$**

Resistências características do concreto (MPa)

Perfil:  $f_{ck} = 40$  Laje:  $f_{ck} = 30$

Dados geométricos da laje (m)

$b_f = 1,150$   $h_f = 0,200$   $b_{fr} = 0,996$

Dados geométricos do perfil (m)

$b_2 = 0,300$   $h_{t2} = 0,080$   $h_2 = 0,050$

$b_w = 0,140$   $h = 0,850$   $h_c = 1,050$

$b_1 = 0,800$   $h_{t1} = 0,090$   $h_1 = 0,050$

$A_{p1} = 0,0018$   $h'_{12} = 0,050$   $E_p/E_c = 6,477$

$A_{p2} = 0,0001$   $h'_{21} = 0,050$   $f_{ptk} = 1900$

Elem.	Área	y	A*y	A*y <sup>2</sup>	I <sub>o</sub>
1	0,0594	-0,380	-0,023	0,0086	0,0000
2	0,0165	-0,318	-0,005	0,0017	0,0000
3	0,1190	0,000	0,000	0,0000	0,0072
4	0,0040	0,328	0,001	0,0004	0,0000
5	0,0128	0,385	0,005	0,0019	0,0000
$A_{p1}$	0,0115	-0,375	-0,004	0,0016	0,0000
$A_{p2}$	0,0005	0,375	0,000	0,0001	0,0000
Soma:	0,2237		-0,022	0,0126	0,0072
6	0,199	0,525	0,105	0,0549	0,0007
SOMA	0,4229		0,083	0,0675	0,0079

Características geométricas do perfil isolado (m)

$Y_{G1} = -0,096$   $Y_{11} = 0,329$   $Y_{21} = 0,521$

$I_{G1} = 0,0177$   $W_{in} = 0,0539$   $W_{su} = 0,0340$

$Y_{a11} = 0,279$   $Y_{a21} = 0,471$

$W_{a1} = 0,0636$   $W_{a2} = 0,0376$

Características geométricas perfil composto (m)

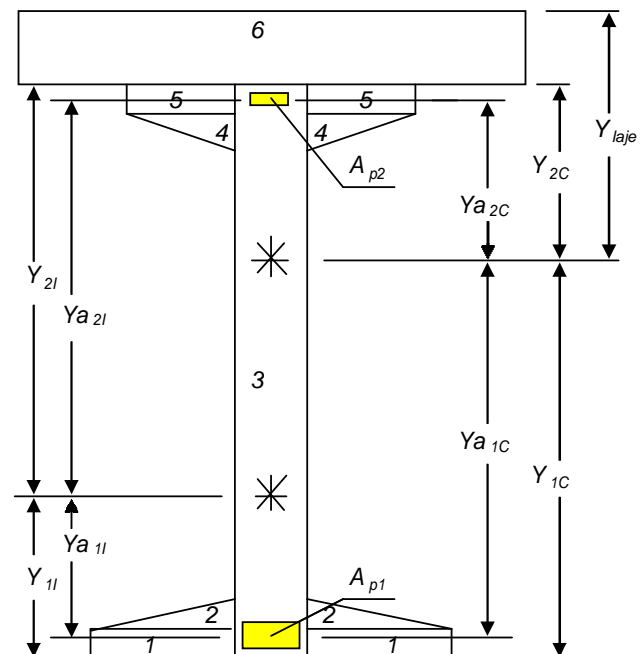
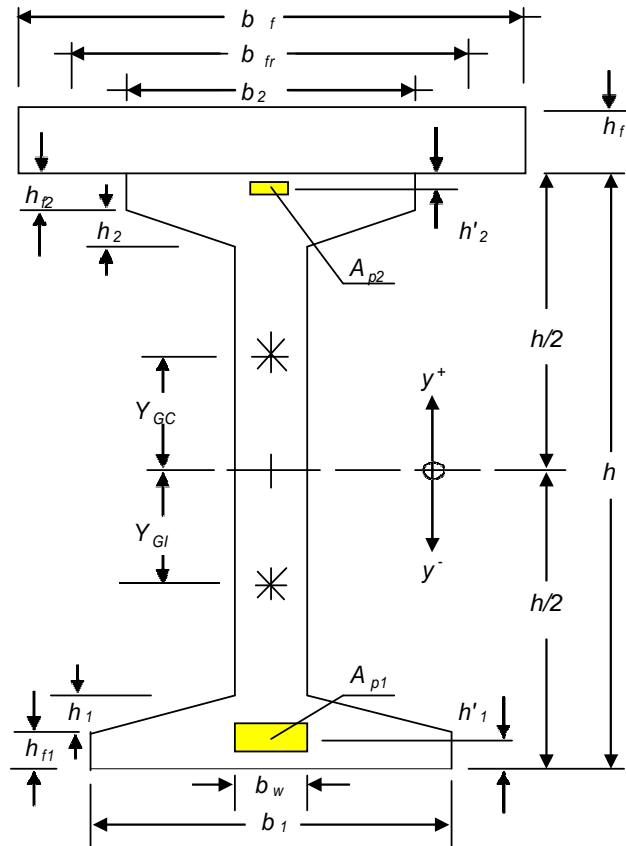
$Y_{GC} = 0,196$   $Y_{1C} = 0,621$   $Y_{2C} = 0,229$

$I_{GC} = 0,0591$   $W_{in} = 0,0951$   $W_{su} = 0,2582$

$Y_{laje} = 0,429$   $W_{laje} = 0,1378$

$Y_{a1C} = 0,571$   $Y_{a2C} = 0,179$

$W_{a1} = 0,1034$   $W_{a2} = 0,3305$



As tensões e as características geométricas dos perfis foram obtidos por meio de planilhas de cálculo (Excel), programadas pelo autor do projeto e encontram-se impressas nas folhas acima.

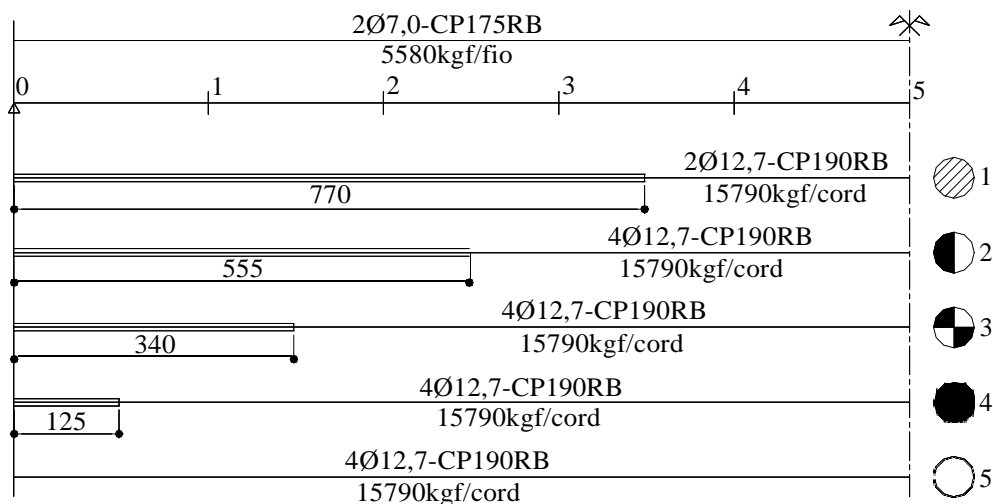
O perfil isolado, em concreto  $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$ , foi verificado no estado limite último para a situação “em vazio”, atendendo às limitações normativas impostas às tensões.

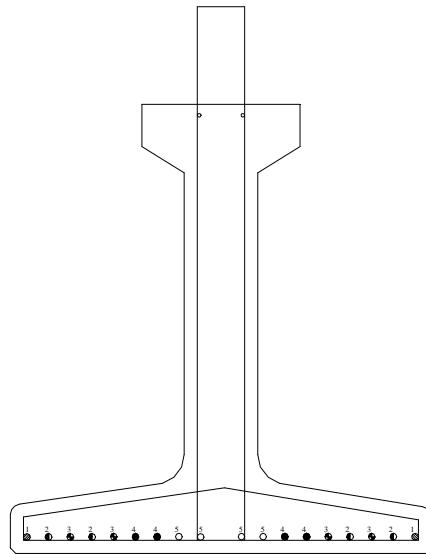
As perdas foram estimadas supondo-se:

- Umidade do ar = 70%
- Temperatura de cura = 20°C
- Slump do concreto = 4cm
- Idade de protensão = 7 dias

As demais tensões em serviço também atendem às limitações normativas.

As cordoalhas de protensão de 12,7mm em CP-190 RB situadas na mesa inferior à medida que possível e/ou necessário, terão suas extremidades “isoladas” pela interrupção de aderência.





### h) Verificação no estado limite último

Para  $M_d = 2,470 \text{ MN.m}$  obtivemos a profundidade da linha neutra:

$$x = 0,153 \text{ m}, z = 0,969 \text{ m}, d = 1,03 \text{ m}$$

$$\text{O alongamento do aço } \varepsilon_{p_d} = \frac{1,03 - 0,153}{0,153} \times 0,0035 = 0,010 = 10\%$$

$$\text{O pré - alongamento do aço, } \varepsilon_p^* = \frac{1375}{195000} = 0,00705 = 7,05\%$$

$$\text{Para } \varepsilon_p = (10 + 7,05) \times 10^{-3} = 17,05\% \rightarrow \sigma_{p_d} = 1517 \text{ MPa}$$

$$A_p = 17,766 \text{ cm}^2 = 0,0017766 \rightarrow T_p = 1517 \times 0,0017766 = 2,695 \text{ MN}$$

$$M_{T_p} = 2,695 \times 0,969 = 2,611 \text{ MN.m} > M_d = 2,470 \text{ MN.m}$$

### i) Armaduras Complementares

a) Armadura junto aos apoios na mesa inferior:

$$V_d = 0,525 \text{ MN}$$

$$A_s = \frac{0,525}{435} = 0,001207 \text{ m}^2 = 12,07 \text{ cm}^2 \rightarrow 6 \text{ } \varnothing 16,0$$

Não consideramos as cordoalhas protendidas (4 Ø12,7) aderentes junto aos apoios pois estas estão em região de ancoragem.

b) Armaduras juntos aos apoios na face superior do perfil:

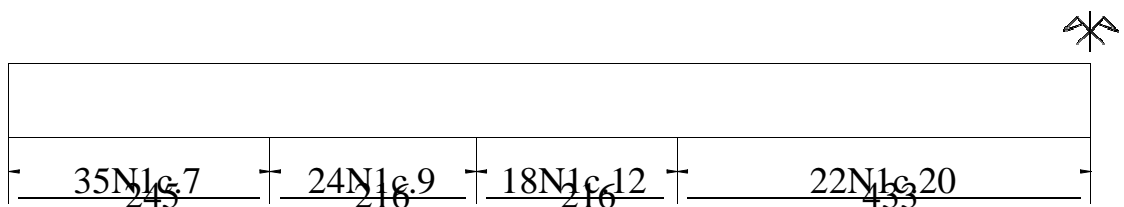
O momento negativo causado pelos 4 Ø12,7 cordoalhas inferiores vale:

$$M_{pd}^- = 4 \times 0,0000987 \times 1596 \times 0,286 = 0,180 \text{ MN.m} = 18000 \text{ kN.cm}$$

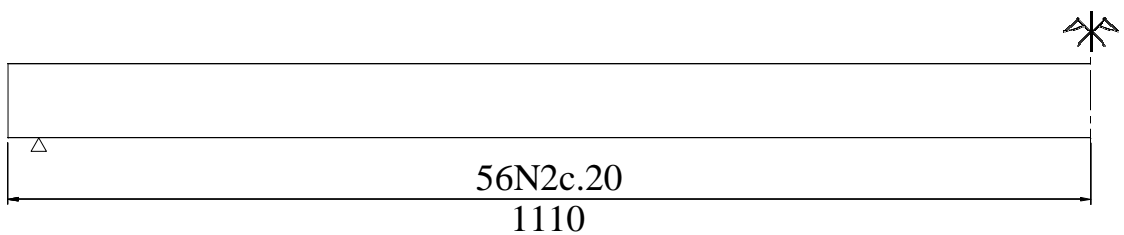
$$bf = 0,80 \text{ m}, h_f^- = 0,10 \text{ m}, d = 0,81 \text{ m} \rightarrow k_c = \frac{80 \times 81^2}{18000} = 29,2$$

$$A_s = 5,11 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Adoto } 4 \text{ } \varnothing 12,5$$

c) Estribos verticais na alma do perfil: Usaremos Ø6,3-N1



d) Estribos horizontais na mesa inferior: Usaremos Ø5,0-N2



### 3.1.2 - Longarinas dos vãos centrais

#### 3.1.2.1. - Cargas permanentes

Devido ao processo construtivo da superestrutura os esforços deverão ser avaliados para cada etapa:

- Para a fase 1, perfil isolado:
  - longarina: 5,285 kN/m
- Para a fase 2, na concretagem da laje:
  - laje: 6,613 kN/m
- Para a fase 3, com a obra pronta:
  - pavimentação e barreiras: 3,385 kN/m

#### 3.1.2.2 – Cargas móveis : classe 45, trem-tipo homogeneizado

$$P = 60 \text{ kN}, \quad p = 5 \text{ kN/m}^2, \quad \varphi = 1,4 - 0,007 \times 21,25 = 1,251$$

Como a superestrutura é desprovida de transversinas de vão, foi avaliada a distribuição transversal efetuada pela laje. No meio do vão a constante elástica das longarinas vale  $k = 9397 \text{ kN/m}$ . O cálculo da distribuição transversal foi realizado por “software” de análise elástica linear, considerando-se uma fatia de laje de 1,5m de largura, equivalente à faixa de influência de cada eixo do veículo - tipo.

Aplicando sucessivamente a carga unitária sobre cada longarina, constatou-se que a situação mais desfavorável de carga móvel será da viga 06.

O trem - tipo de cálculo para esta longarina mais solicitada será:

- a) No meio do vão:  $Q = 39,861 \text{ kN} / \text{eixo}$        $q = 7,614 \text{ kN/m}$
- b) Nos apoios:       $Q = 75,06 \text{ kN} / \text{roda}$        $q = 7,194 \text{ kN/m}$

#### 3.1.2.3- Reações de apoio:

- Devido cargas permanentes

$$R_g = 167 \text{ kN/viga}$$

- Devido cargas móveis

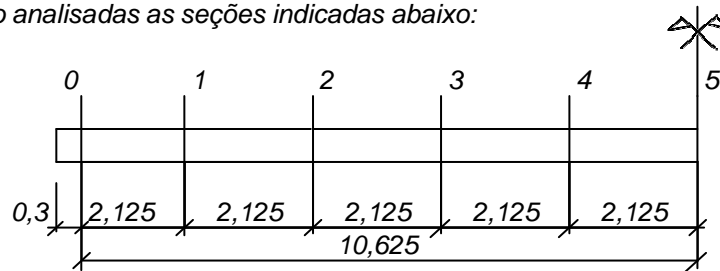
$$R_Q = 212 \text{ kN/rodado}$$

$$R_q = 79 \text{ kN/viga}$$



### 3.1.2.4- Cálculo das solicitações:

Serão analisadas as seções indicadas abaixo:



**1.2.4.1 Esforços devidos às cargas permanentes:**

$$\Sigma g = 15,283 \text{ kN/m}$$

$$g_I = 5,285 \text{ kN/m}$$

$$g_{II} = 6,613 \text{ kN/m}$$

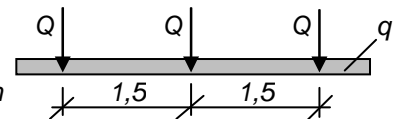
$$g_{III} = 3,385 \text{ kN/m}$$

Seções	Momentos Fletores (kN.m)				Esforços Cortantes (kN)			
	Mg <sub>I</sub>	Mg <sub>II</sub>	Mg <sub>III</sub>	M <sub>Σg</sub>	Vg <sub>I</sub>	Vg <sub>II</sub>	Vg <sub>III</sub>	V <sub>Σg</sub>
0	0,000	0,000	0,000	0,000	56,153	70,263	35,966	162,382
1	107,393	134,378	68,784	310,555	44,923	56,211	28,773	129,906
2	190,921	238,895	122,283	552,098	33,692	42,158	21,579	97,429
3	250,583	313,549	160,497	724,629	22,461	28,105	14,386	64,953
4	286,381	358,342	183,425	828,148	11,231	14,053	7,193	32,476
5	298,313	373,273	191,067	862,654	0,000	0,000	0,000	0,000

**1.2.4.2 Esforços devidos às cargas móveis:**

$$Q = 39,861 \text{ kN}$$

$$q = 7,614 \text{ kN/m}$$



Seções	Momentos Fletores (kN.m) Mq	Esforços Cortantes (kN)	
		Vq <sup>+</sup>	Vq <sup>-</sup>
0	0,000	192,041	0,000
1	365,484	164,712	-5,967
2	645,763	139,000	-18,711
3	840,837	114,907	-34,715
4	962,665	92,432	-52,336
5	1005,268	71,575	-71,575

**1.2.4.3 Esforços de cálculo :**

$$S_d = 1,4 * S_{gk} + 1,4 * S_{qk}$$

Seções	Momentos Fletores (MN.m)			Esforços Cortantes (MN)		
	M <sub>gk</sub>	M <sub>qk</sub>	M <sub>d</sub>	V <sub>gk</sub>	V <sub>qk</sub>	V <sub>d</sub>
0	0,000	0,000	0,000	0,162	0,192	0,496
1	0,311	0,365	0,946	0,130	0,165	0,412
2	0,552	0,646	1,677	0,097	0,139	0,331
3	0,725	0,841	2,192	0,065	0,115	0,252
4	0,828	0,963	2,507	0,032	0,092	0,175
5	0,863	1,005	2,615	0,000	0,072	0,100

**3.1.2.5- Verificações para esforços cortantes**

a) Limitação de tensões no concreto :  $V_{Sd} < V_{Rd2}$

$$V_{Sd} = 1,4 \cdot V_g + 1,4 \cdot V_q$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$\alpha_{v2} = 1 - f_{ck}/250$$

b) Armadura transversal (estribos verticais) :  $V_{Sd} < V_{Rd3}$

$$V_{Rd3} = V_{sw} + V_c \quad \text{onde:} \quad V_{sw} = (A_{sw}/s) \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd}$$

$$V_c = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$f_{ctd} = 0,7 \cdot f_{ctm} / \gamma_c$$

$$A_{sw} > A_{sw\ min} = 0,2 \cdot b_w \cdot f_{ctm} / f_{ywk}$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

c) Características dos materiais :

Concreto :  $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$      $f_{ctm} = 3,509 \text{ MPa}$      $\alpha_{v2} = 0,84$   
 $f_{cd} = 28,6 \text{ MPa}$

Aço :  $f_{ywk} = 500 \text{ MPa}$      $f_{ywd} = 435 \text{ MPa}$

d) Planilha de cálculo :

Seções	$V_{\Sigma g}$ (MN)	$V_q$ (MN)	$V_{Sd}$ (MN)	$b_w$ (m)	$d$ (m)	$V_{Rd2}$ (MN)	$V_c$ (MN)	$V_{sw}$ (MN)	$A_{sw}/s$ (m <sup>2</sup> /m)	$A_{sw}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	Estribos 2 ramos
0	0,162	0,192	0,496	0,140	1,030	0,934	0,152	0,344	0,000854	8,54	φ 6,3c.7
1	0,130	0,165	0,412	0,140	1,030	0,934	0,152	0,261	0,000646	6,46	φ 6,3c.10
2	0,097	0,139	0,331	0,140	1,030	0,934	0,152	0,179	0,000444	4,44	φ 6,3c.14
3	0,065	0,115	0,252	0,140	1,030	0,934	0,152	0,100	0,00025	2,48	φ 6,3c.20
4	0,032	0,092	0,175	0,140	1,030	0,934	0,152	0,023	0,00006	1,96	φ 6,3c.20
5	0,000	0,072	0,100	0,140	1,030	0,934	0,152	-0,052	-0,00013	1,96	φ 6,3c.20

### 3.1.2.6- Verificações para a ligação mesa-alma

a) Limitação de tensões no concreto :  $V_{Sd} < 0,3 \cdot f_{cd} \cdot h_f$

$$V_{Sd} = (V_{Sd}/z) \cdot (b_{f1}/b_f) \quad \text{onde: } b_{f1} = \text{dimensão da aba da mesa em estudo}$$

$$b_f = \text{dimensão total da mesa}$$

$$h_f = \text{espessura da mesa em estudo}$$

$$z = d - h_f/2$$

b) Armadura de ligação mesa-alma :  $A_{sf}/sf = (V_{Sd} - 2,5 \cdot \tau_{RD} \cdot h_f) / f_{yd} > A_{sf\ min} = 0,0015 \cdot h_f$

c) Planilha de cálculo :  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$      $\tau_{RD} = 0,35 \text{ MPa}$      $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Seções	$h_f$ (m)	$b_{f1}$ (m)	$b_f$ (m)	$d$ (m)	$z$ (m)	$V_{Sd}$ (MN/m)	$V_{Sd}$ (limite)	$A_{sf}/sf$ (cm <sup>2</sup> /m)
0	0,2	0,5	1,15	1,03	0,93	0,232	1,2857	3,00
1	0,2	0,5	1,15	1,03	0,93	0,193	1,2857	3,00
2	0,2	0,5	1,15	1,03	0,93	0,155	1,2857	3,00
3	0,2	0,5	1,15	1,03	0,93	0,118	1,2857	3,00
4	0,2	0,5	1,15	1,03	0,93	0,082	1,2857	3,00
5	0,2	0,5	1,15	1,03	0,93	0,047	1,2857	3,00

**Seção 0 : A<sub>p1</sub> = 4 # 12,7 CP-190 e A<sub>p2</sub> = 2 # 7 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

 Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
 Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

 Enquanto perfil isolado : 6,00  
 Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I = 0,000$		$VgI = 0,056$
$Mg_{II} = 0,000$		$VgII = 0,070$
$Mg_{III} = 0,000$		$VgIII = 0,036$

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q = 0,000$		$V_q = 0,192$

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<b>Fases de carga</b>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1565	1449			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1718	1305	-6,43	0,45	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1474	1448	-5,32	0,00	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1290	1448	-4,68	0,01	-0,13
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1290	1448	-4,68	0,01	-0,13

 $P_{ok}$  : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

 $P_{od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$  , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

 Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28$  MPa

 Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

 Tensão no aço :  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

 Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil) -18,00 MPa (laje)

 Tração no concreto :  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-1,23	3,54	-4,20	2,98

Limitação normativa para as tensões principais :

 Tração (com previsão de armaduras):  $\sigma_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

 Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -12,56$  MPa

**Seção 1 : A<sub>p1</sub> = 8 # 12,7 CP-190 e A<sub>p2</sub> = 2 # 7 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

Enquanto perfil isolado : 6,00  
Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I$	= 0,107	$Vg_I$ = 0,045
$Mg_{II}$	= 0,134	$Vg_{II}$ = 0,056
$Mg_{III}$	= 0,069	$Vg_{III}$ = 0,029

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q$	= 0,365	$V_q$ = 0,165

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<i>Fases de carga</i>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1529	1460			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1684	1300	-11,32	0,13	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1466	1417	-6,63	-4,97	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1294	1416	-4,66	-5,21	-0,75
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1317	1409	-0,79	-6,61	-3,40

$P_{ok}$  : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

$P_{od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$  , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_q$

Limitações normativas para as tensões normais ( peça em vazio):

Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28 \text{ MPa}$

Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72 \text{ MPa}$

Tensão no aço:  $< 0,77f_{ptk} = 1463 \text{ MPa}$

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00 \text{ MPa (perfil)} \quad -18,00 \text{ MPa (laje)}$

Tração no concreto:  $< f_{ctk} = 3,1 \text{ MPa}$

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-5,06	2,95	-6,42	1,35

Limitação normativa para as tensões principais :

Tração(com previsão de armaduras):  $\sigma_{II} < f_{ctk} = 3,1 \text{ MPa}$

Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -16,62 \text{ MPa}$

**Seção 30 : A<sub>p1</sub> = 12 # 12,7 CP-190 e A<sub>p2</sub> = 2 # 7 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

 Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
 Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

 Enquanto perfil isolado : 6,00  
 Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I = 0,191$		$Vg_I = 0,034$
$Mg_{II} = 0,239$		$Vg_{II} = 0,042$
$Mg_{III} = 0,122$		$Vg_{III} = 0,022$

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q = 0,646$		$V_q = 0,139$

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<i>Fases de carga</i>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1493	1473			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1649	1299	-16,53	0,50	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1453	1396	-8,87	-8,28	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1293	1395	-5,79	-8,71	-1,26
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1333	1382	1,04	-11,20	-5,94

 $P_{ok}$  : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

 $P_{od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$ , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_q$ 

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

 Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28$  MPa

 Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

 Tensão no aço:  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

 Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil) -18,00 MPa (laje)

 Tração no concreto:  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-7,93	2,37	-8,58	0,65

Limitação normativa para as tensões principais :

 Tração (com previsão de armaduras):  $\sigma_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

 Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -18,37$  MPa

**Seção 31 : A<sub>p1</sub> = 16 # 12,7 CP-190 A<sub>p2</sub> = 2 # 7 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

 Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
 Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

 Enquanto perfil isolado : 6,00  
 Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I$	= 0,251	$Vg_I$ = 0,022
$Mg_{II}$	= 0,314	$Vg_{II}$ = 0,028
$Mg_{III}$	= 0,160	$Vg_{III}$ = 0,014

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q$	= 0,841	$V_q$ = 0,115

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<b>Fases de carga</b>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1457	1485			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1612	1303	-22,09	1,60	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1435	1385	-12,10	-9,88	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1284	1383	-8,09	-10,45	-1,65
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1337	1367	0,77	-13,70	-7,75

 $P_{ok}$ : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

 $P_{od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$ , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_q$ 

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

 Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28$  MPa

 Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

 Tensão no aço:  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

 Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil) -18,00 MPa (laje)

 Tração no concreto:  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-9,82	1,79	-10,13	0,32

Limitação normativa para as tensões principais :

 Tração (com previsão de armaduras):  $_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

 Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -19,21$  MPa

**Seção 32 :  $A_{p1} = 12 \# 12,7$  CP-190 e  $A_{p2} = 2 \# 7$  CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

 Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
 Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

 Enquanto perfil isolado : 6,00  
 Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

(MN.m)	(MN)
$Mg_I = 0,286$	$Vg_I = 0,011$
$Mg_{II} = 0,358$	$Vg_{II} = 0,014$
$Mg_{III} = 0,183$	$Vg_{III} = 0,007$

Esforços devidos à carga móvel :

(MN.m)	(MN)
$M_q = 0,963$	$V_q = 0,092$

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<i>Fases de carga</i>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1439	1492			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1594	1304	-24,76	2,04	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1427	1378	-13,49	-10,98	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1282	1376	-9,00	-11,64	-1,87
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1342	1357	1,13	-15,37	-8,86

 $P_{ok}$  : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

 $P_{od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$ , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$ , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$ 
 $P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_q$ 

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

 Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28$  MPa

 Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

 Tensão no aço:  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

 Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil) -18,00 MPa (laje)

 Tração no concreto:  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-10,93	1,24	-11,07	0,14

Limitação normativa para as tensões principais :

 Tração (com previsão de armaduras):  $\sigma_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

 Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -19,65$  MPa



**Seção 5 : A<sub>p1</sub> = 18 # 12,7 CP-190 e A<sub>p2</sub> = 2 # 7 CP-175**

Tensão inicial nas armaduras protendidas (MPa) :

Inferior ( $\sigma_{a1}$ ) : 1600  
Superior ( $\sigma_{a2}$ ) : 1450

Perdas de protensão consideradas (%) :

Enquanto perfil isolado : 6,00  
Valor máximo final : 18,00

Esforços devidos às cargas permanentes:

	(MN.m)	(MN)
$Mg_I$	= 0,298	$Vg_I$ = 0,000
$Mg_{II}$	= 0,373	$Vg_{II}$ = 0,000
$Mg_{III}$	= 0,191	$Vg_{III}$ = 0,000

Esforços devidos à carga móvel :

	(MN.m)	(MN)
$M_q$	= 1,005	$V_q$ = 0,072

Tensões (MPa)	$\sigma_{a1}$	$\sigma_{a2}$	$\sigma_{in}$	$\sigma_{su}$	$\sigma_{laje}$
<b>Fases de carga</b>					
$P_{ok}$ (liberação na pista)	1439	1492			
$P_{od} + g_I$ (em vazio)	1595	1302	-24,56	1,72	
$P_{td} + g_I + g_{II}$ (perfil isolado)	1430	1373	-12,99	-11,77	
$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$ (perfil composto)	1285	1371	-8,41	-12,47	-1,93
$P_{td} + \Sigma g + Q$ (perfil composto)	1348	1351	2,16	-16,36	-9,23

$P_{ok}$ : no instante da liberação na pista com  $\sigma_{p0} = \sigma_{pi}$  - perdas por encurtamento elástico do concreto

$P_{od} + g$  : em vazio com  $1,1 \cdot \sigma_{a1}$  , com  $0,9 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $0,9 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II}$  : em serviço, perfil isolado, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + g_I + g_{II} + g_{III}$  : em serviço, perfil composto, com  $\sigma_{a1} = (\sigma_{a1} - \Delta\sigma_{a1}) \cdot 1,0$  , com  $1,0 \cdot \sigma_{a2}$  e com  $1,0 \cdot \sigma_g$

$P_{td} + \Sigma g + Q$  : perfil composto, idem acima, e com  $1,0 \cdot \sigma_q$

Limitações normativas para as tensões normais (peça em vazio):

Compressão no concreto :  $< 0,7f_{ck} = -28$  MPa

Tração no concreto :  $< 1,2f_{ctk} = 3,72$  MPa

Tensão no aço:  $< 0,77f_{ptk} = 1463$  MPa

Limitações normativas para as tensões normais (peça em serviço):

Compressão no concreto :  $< 0,6f_{ck} = -24,00$  MPa (perfil) -18,00 MPa (laje)

Tração no concreto:  $< f_{ctk} = 3,1$  MPa

Cálculo das tensões principais(MPa)			
$\sigma_{cg}$	$\tau$	$\sigma_I$	$\sigma_{II}$
-11,38	0,72	-11,42	0,05

Limitação normativa para as tensões principais :

Tração (com previsão de armaduras):  $_{II} < f_{ctk} = 3,1$  MPa

Compressão:  $\sigma_I < 0,5f_{ck} - 2,5 \sigma_{II} = -19,89$  MPa

**Seção 5 :  $A_{p1} = 18 \# 12,7 \text{ CP-190}$  e  $A_{p2} = 2 \# 7 \text{ CP-175}$**

Resistências características do concreto (MPa)

Perfil:  $f_{ck} = 40$  Laje:  $f_{ck} = 30$

Dados geométricos da laje (m)

$b_f = 1,150$   $h_f = 0,200$   $b_{fr} = 0,996$

Dados geométricos do perfil (m)

$b_2 = 0,300$   $h_{p2} = 0,080$   $h_2 = 0,050$

$b_w = 0,140$   $h = 0,850$   $h_c = 1,050$

$b_1 = 0,800$   $h_{p1} = 0,090$   $h_1 = 0,050$

$A_{p1} = 0,0018$   $h'_1 = 0,050$   $E_p/E_c = 6,477$

$A_{p2} = 0,0001$   $h'_2 = 0,050$   $f_{ptk} = 1900$

Elem.	Área	y	A*y	A*y <sup>2</sup>	I <sub>o</sub>
1	0,0594	-0,380	-0,023	0,0086	0,0000
2	0,0165	-0,318	-0,005	0,0017	0,0000
3	0,1190	0,000	0,000	0,0000	0,0072
4	0,0040	0,328	0,001	0,0004	0,0000
5	0,0128	0,385	0,005	0,0019	0,0000
$A_{p1}$	0,0115	-0,375	-0,004	0,0016	0,0000
$A_{p2}$	0,0005	0,375	0,000	0,0001	0,0000
Soma:	0,2237		-0,022	0,0126	0,0072
6	0,199	0,525	0,105	0,0549	0,0007
SOMA	0,4229		0,083	0,0675	0,0079

Características geométricas do perfil isolado (m)

$Y_{G1} = -0,096$   $Y_{11} = 0,329$   $Y_{21} = 0,521$

$I_{G1} = 0,0177$   $W_{in} = 0,0539$   $W_{su} = 0,0340$

$Y_{a11} = 0,279$   $Y_{a21} = 0,471$

$W_{a1} = 0,0636$   $W_{a2} = 0,0376$

Características geométricas perfil composto (m)

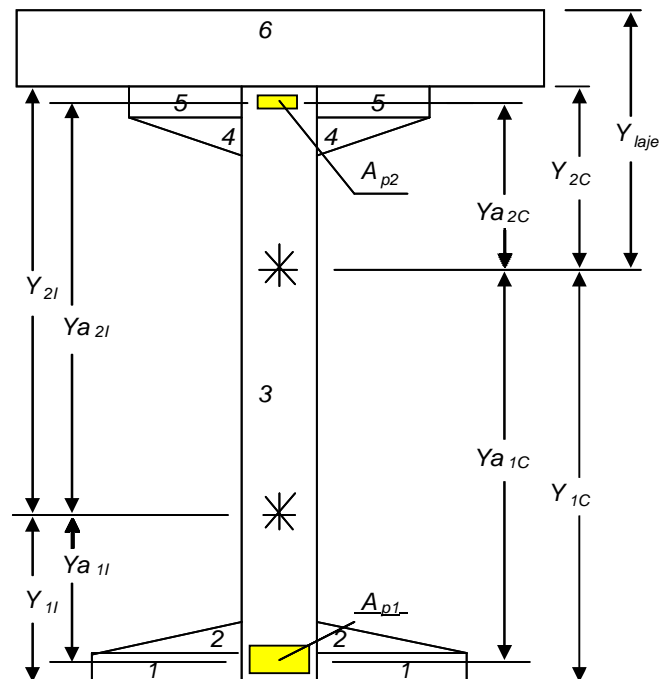
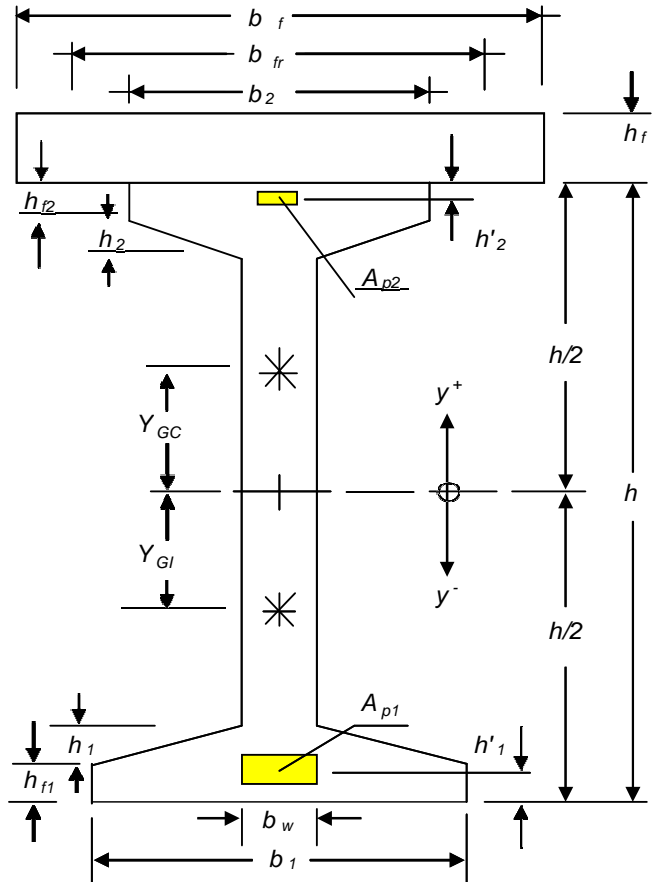
$Y_{GC} = 0,196$   $Y_{1C} = 0,621$   $Y_{2C} = 0,229$

$I_{GC} = 0,0591$   $W_{in} = 0,0951$   $W_{su} = 0,2582$

$Y_{laje} = 0,429$   $W_{laje} = 0,1378$

$Y_{a1C} = 0,571$   $Y_{a2C} = 0,179$

$W_{a1} = 0,1034$   $W_{a2} = 0,3305$



As tensões e as características geométricas dos perfis foram obtidos por meio de planilhas de cálculo (Excel), programadas pelo autor do projeto e encontram-se impressas nas folhas acima.

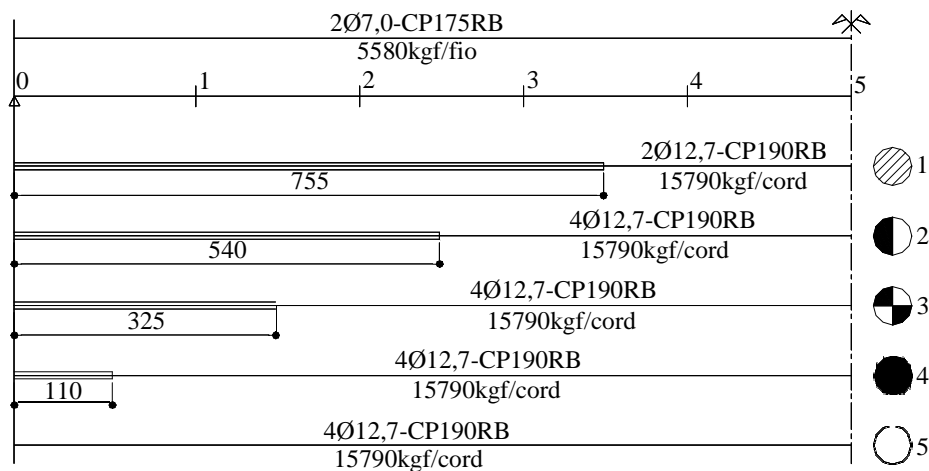
O perfil isolado, em concreto  $f_{ck} = 40$  MPa, foi verificado no estado limite último para a situação “em vazio”, atendendo às limitações normativas impostas às tensões.

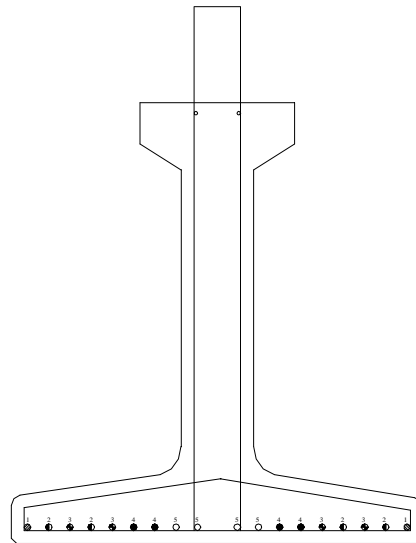
As perdas foram estimadas supondo-se:

- Umidade do ar = 70%
- Temperatura de cura = 20°C
- Slump do concreto = 4cm
- Idade de protensão = 7 dias

As demais tensões em serviço também atendem às limitações normativas.

As cordoalhas de protensão de 12,7mm em CP-190 RB situadas na mesa inferior à medida que possível e/ou necessário, terão suas extremidades “isoladas” pela interrupção de aderência.





### 3.1.2.7 - Verificação no estado limite último

Para  $M_d = 2,615 \text{ MN.m}$  obtivemos a profundidade da linha neutra:

$x = 0,16 \text{ m}$ ,  $z = 0,976 \text{ m}$ ,  $d = 1,03 \text{ m}$

O alongamento do aço  $\varepsilon_{p_d} = \frac{1,03 - 0,16}{0,16} \times 0,0035 = 0,010 = 10\text{‰}$

O pré - alongamento do aço,  $\varepsilon_p^* = \frac{1375}{195000} = 0,00705 = 7,05\text{‰}$

Para  $\varepsilon_p = (10 + 7,05) \times 10^{-3} = 17,05\text{‰} \rightarrow \sigma_{p_d} = 1517 \text{ MPa}$

$A_p = 17,766 \text{ cm}^2 = 0,0017766 \rightarrow T_p = 1517 \times 0,0017766 = 2,695 \text{ MN}$

$M_{T_p} = 2,695 \times 0,976 = 2,630 \text{ MN.m} > M_d = 2,615 \text{ MN.m}$

### 3.1.2.8 - Armaduras Complementares

a) Armadura junto aos apoios na mesa inferior:

$V_d = 0,496 \text{ MN}$

$A_s = \frac{0,496}{435} = 0,001140 \text{ m}^2 = 11,40 \text{ cm}^2 \rightarrow 6 \text{ } \varnothing 16,0$

Não consideramos as cordoalhas protendidas (4 Ø12,7) aderentes junto aos apoios pois estas estão em região de ancoragem.

b) Armaduras juntos aos apoios na face superior do perfil:

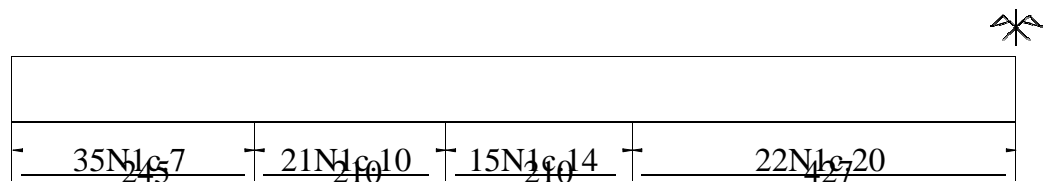
O momento negativo causado pelos 4 Ø12,7 cordoalhas inferiores vale:

$$M_{pd}^- = 4 \times 0,0000987 \times 1596 \times 0,286 = 0,180 \text{ MN.m} = 18000 \text{ kN.cm}$$

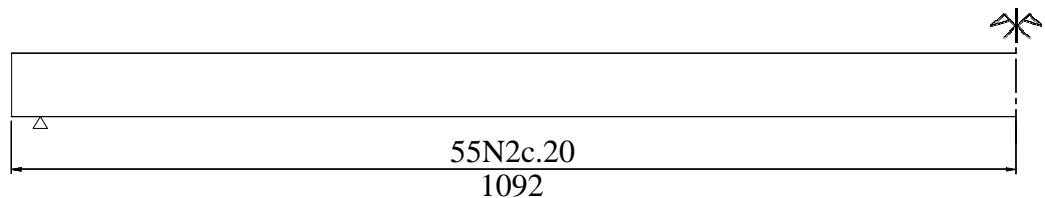
$$bf = 0,80 \text{ m}, h_f^- = 0,10 \text{ m}, d = 0,81 \text{ m} \rightarrow k_c = \frac{80 \times 81^2}{18000} = 29,2$$

$A_s = 5,11 \text{ cm}^2 \rightarrow$  Adoto 4 Ø12,5

c) Estribos verticais na alma do perfil: Usaremos Ø6,3-N1



d) Estribos horizontais na mesa inferior: Usaremos Ø5,0-N2



### 3.1.3 - Lajes do Tabuleiro

Prevalecem os esforços provenientes da distribuição transversal

$$M_{máx}^- = 0,102 \times 93,825 = 9,57 \text{ kN.m}/1,5\text{m} = 6,38 \text{ kN.m/m}$$

$$M_d^- = 1,4 \times 638 = 893 \text{ kN.cm/m}, k_c = \frac{100 \times 17^2}{893} = 32,3 \rightarrow A_s^- = A_{s\min} = 3,00 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Adotar  $\varnothing 8,0$  c16.

$$M_{máx}^+ = 0,470 \times 93,825 = 44,10 \text{ kN.m}/1,5\text{m} = 29,40 \text{ kN.m/m}$$

$$M_d^+ = 1,4 \times 2940 = 4116 \text{ kN.cm/m}, k_c = \frac{100 \times 17^2}{4116} = 7,0 \rightarrow A_s^+ = 5,81 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Adotar  $\varnothing 10,0$  c13.

Para armaduras longitudinais, positivas e negativas, adotar armaduras mínimas  $\square 8,0$  c.16

### 3.1.4 - Cálculo das Alas

a) Para cargas verticais:

$$M = 7,79 \cdot 0,822 = 6,40 \text{ kN.m} \rightarrow M_d = 896 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{20 \cdot 103^2}{896} = 237 \rightarrow A_{s\min} = 3,24 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \phi 16,0$$

b) Para cargas horizontais devido pressão do solo:

$$M = 4,902 \cdot 1,258 \cdot 0,822 / 1,08 = 4,69 \text{ kN.m} / \text{m} \rightarrow M_d = 657 \text{ kN.cm} / \text{m}$$

$$k_c = \frac{100 \cdot 15^2}{657} = 34,2 \rightarrow A_{s\min} = 3,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0 \text{ c.16}$$

Armadura na face externa:  $A_{s\min} = 3,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0$  c.16

Armadura vertical:  $A_{sw\min} = 3,26 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow$  estribos de 2 ramos de  $\phi 6,3$  c.19

### 3.1.5 - Cálculo das Cortinas

$$M_d^- = 1,4 \cdot (6,78 + 17,64) = 34,19 \text{ kN.m} = 3419 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{50 \cdot 100^2}{3419} = 146,2 \rightarrow A_s^- = A_{s\min} = 8,50 \text{ cm}^2 \rightarrow 5 \phi 16,0$$

$$M_d^+ = 1,4 \cdot (0,27 + 11,76) = 16,84 \text{ kN.m} = 1684 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{25 \cdot 100^2}{1684} = 148,5 \rightarrow A_s^+ = A_{s,\min} = 4,46 \text{ cm}^2 \rightarrow 3 \phi 16,0$$

$$V_{Sd} = 1,4 \cdot (10,45 + 104,55) = 161 \text{ kN} = 0,161 \text{ MN}$$

$$V_c = 0,6 \cdot 1,448 \cdot 0,25 \cdot 1,0 = 0,217 \text{ MN} \rightarrow V_{sw} = 0,161 - 0,217 = -0,056 \text{ MN}$$

$$A_{sw,\min} = 6,65 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0 \text{ c.15 de 2 ramos}$$

$$A_{spele} = 5,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0 \text{ c.10}$$

### 3.1.6 - Cálculo das Transversinas de Apoio

Para cargas permanentes:  $M_g^- = 1,69 \text{ kN.m}$        $M_g^+ = 0,95 \text{ kN.m}$        $V_g = 5,11 \text{ kN}$

Para cargas móveis:  $M_q^- = 66,95 \text{ kN.m}$        $M_q^+ = 55,79 \text{ kN.m}$        $V_q = 313,2 \text{ kN}$

Dimensionamento:  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ , cobrimentos de 3 cm

$$M_d^- = 1,4 \cdot (1,69 + 66,95) = 96,10 \text{ kN.m} = 9610 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{25 \times 95^2}{9610} = 23,5 \rightarrow A_s^- = 2,34 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_{s,\min} = 3,68 \rightarrow 2 \phi 16,0$$

$$M_d^+ = 1,4 \cdot (0,95 + 55,79) = 79,44 \text{ kN.m} = 7944 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{25 \times 95^2}{7944} = 28,4 \rightarrow A_s^+ = 1,94 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_{s,\min} = 3,68 \rightarrow 2 \phi 16,0$$

$$V_{Sd} = 1,4 \cdot (5,11 + 313,2) = 446 \text{ kN} = 0,446 \text{ MN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot 0,88 \cdot 21,428 \cdot 0,25 \cdot 0,95 = 1,209 \text{ MN} > V_{Sd} \rightarrow \text{ok}$$

$$V_c = 0,6 \cdot 1,448 \cdot 0,25 \cdot 0,95 = 0,206 \text{ MN} \rightarrow V_{sw} = 0,446 - 0,206 = 0,240 \text{ MN}$$

$$A_{sw} = \frac{0,240}{0,9 \cdot 435 \cdot 0,95} = 0,000645 \text{ m}^2 / \text{m} = 6,45 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0 \text{ c.15 de 2 ramos}$$

$$A_{pele} = 2,50 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0 \text{ c.20}$$

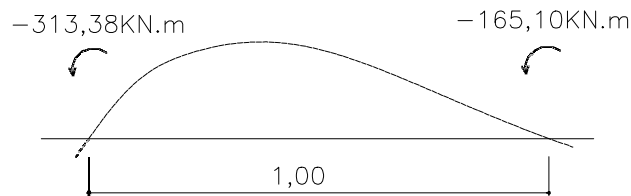
### 3.1.7 - Cálculo da Laje Elástica

Será dimensionada para absorver as solicitações provenientes das deformações elásticas (rotações) do tabuleiro.

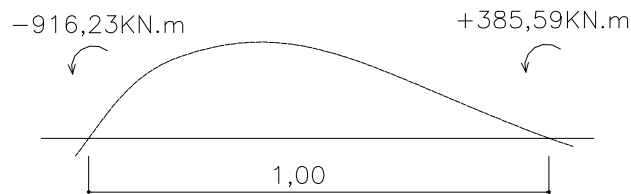
As solicitações serão obtidas por software apropriado, considerando os carregamentos da carga permanente  $g_3$  e das cargas móveis nos vãos extremos.

As solicitações mais desfavoráveis serão:

a) Para cargas permanentes  $g_3$ :



b) Para cargas móveis:



Dimensionamento:  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ , aço CA-50

$$M_d^- = 1,4 \cdot 313,38 + 1,4 \cdot 916,23 = 1721,45 \text{ kN.m}$$

$$M_d^+ = -1,0 \cdot 165,10 + 1,4 \cdot 385,59 = 374,73 \text{ kN.m}$$

Considerando a largura de 13,0 m da placa temos:

$$M_d^- = \frac{1721,45}{13,0} = 132,42 \text{ kN.m/m}$$

$$M_d^+ = \frac{374,73}{13,0} = 28,83 \text{ kN.m/m}$$



$$\text{Para } M_t^- = 13242 \text{ kN.cm/m}, \quad \rightarrow \quad k_c = \frac{100 \cdot 16^2}{13242} = 1,9 \quad \rightarrow \quad k_s = 0,0279$$

$$\rightarrow A_s^- = 23,09 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 16,0 \text{ c.8,5}$$

$$A_{sd}^- = \frac{23,09}{5} = 4,62 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 8 \text{ c.11}$$

$$\text{Para } M_d^+ = 2883 \text{ kN.cm/m}, \quad \rightarrow \quad k_c = \frac{100 \cdot 16^2}{2883} = 8,9 \rightarrow k_s = 0,0238$$

$$A_s = 4,29 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 10 \text{ c.18}$$

$$A_{sd}^+ = A_{smin} = \phi 8 \text{ c.17}$$

## 3.2 - Mesoestrutura

### 3.2.1 - Cargas verticais da superestrutura

#### 3.2.1.1. Nos apoios extremos: P1 e P6

a) Permanentes:  $R_g = 296 \text{ kN/longarina}$

b) Móveis:  $R_q = 109 \text{ kN/longarina}$

$$R_Q = 251 \text{ kN/rodado}$$

#### 3.2.1.2. Nos apoios intermediários: P2 a P5

a) Permanentes:  $R_g = 167 \text{ kN/longarina}$

b) Móveis:  $R_q = 79 \text{ kN/longarina}$

$$R_Q = 212 \text{ kN/rodado}$$

### 3.2.2 - Aparelhos de apoio de borracha fretada

### 3.2.2.1. Apoios extremos P1 e P6: 200 x 250 x 64mm ( 5 camadas de 8 mm)

$$N_{m\acute{a}x} = 0,656 \text{ MN} \rightarrow \sigma_{\text{max}} = \frac{0,656}{0,2 \cdot 0,25} = 13,12 \text{ MPa}$$

$$k_a = \frac{1000 \times 0,20 \times 0,25}{5 \cdot 0,008} = 1250 \text{ kN/m} = 1,250 \text{ MN/m por aparelho}$$

### 3.2.2.2. Apoios internos P2 e P5: 200 x 250 x 53mm (4 camadas de 8mm)

$$N_{m\acute{a}x} = 0,458 \text{ MN} \rightarrow \sigma_{\text{max}} = \frac{0,458}{0,2 \cdot 0,25} = 9,16 \text{ MPa}$$

$$k_a = \frac{1000 \times 0,20 \times 0,25}{4 \cdot 0,008} = 1562 \text{ kN/m} = 1,562 \text{ MN/m por aparelho}$$

### 3.2.2.3. Apoios internos P3 e P4: 200 x 250 x 31 mm ( 2 camadas de 8 mm)

$$N_{m\acute{a}x} = 0,458 \text{ MN} \rightarrow \sigma_{\text{max}} = \frac{0,458}{0,2 \cdot 0,25} = 9,16 \text{ MPa}$$

$$k_a = \frac{1000 \times 0,20 \times 0,25}{2 \cdot 0,008} = 3125 \text{ kN/m} = 3,125 \text{ MN/m por aparelho}$$

## 3.2.3 - Rigidez longitudinal

### 3.2.3.1. Dos pilares:

$$\text{P1 e P6: } k_p = \frac{3 \cdot 26071 \cdot 0,04909}{1,75^3} = 716,404 \text{ MN/m por pilar}$$

$$\text{P2 e P5: } k_p = \frac{3 \cdot 26071 \cdot 0,04909}{5,0^3} = 30,716 \text{ MN/m por pilar}$$

$$\text{P3 e P4: } k_p = \frac{3 \cdot 26071 \cdot 0,04909}{8,60^3} = 6,036 \text{ MN/m por pilar}$$

### 3.2.3.2. Dos conjuntos (pilar + aparelhos):

$$P1 \text{ e } P6: \quad \frac{1}{k_L} = \frac{1}{716,404} + \frac{1}{5,5 \cdot 1,250} \Rightarrow k_L = 6,810 \text{ MN/m por pilar}$$

$$P2 \text{ e } P5: \quad \frac{1}{k_L} = \frac{1}{59,992} + \frac{1}{11 \cdot 1,562} \Rightarrow k_L = 13,357 \text{ MN/m por pilar}$$

$$P3 \text{ e } P4: \quad \frac{1}{k_L} = \frac{1}{10,727} + \frac{1}{11 \cdot 3,125} \Rightarrow k_L = 8,176 \text{ MN/m por pilar}$$

### 3.2.4 - Forças horizontais longitudinais da superestrutura

#### 3.2.4.1- Frenagem e aceleração

a)  $5\% \times 7 \times 118,06 \times 5 = 206,60 \text{ kN} \leftarrow$

b)  $30\% \times 450 = 135 \text{ kN}$

$$P1 \text{ e } P6: \quad F_f = \frac{6,810}{113,372} \cdot 206,60 = 12,41 \text{ kN por pilar}$$

$$P2 \text{ e } P5: \quad F_f = \frac{13,357}{113,372} \cdot 206,60 = 24,34 \text{ kN por pilar}$$

$$P3 \text{ e } P4: \quad F_f = \frac{8,176}{113,372} \cdot 206,60 = 14,90 \text{ kN por pilar}$$

#### 3.2.4.2 - Deformações impostas

Adotamos encurtamento equivalente a uma queda de temperatura de  $36^\circ\text{C}$ , referente à retração, fluência e queda de temperatura.

$$P1 \text{ e } P6: \quad F_\varepsilon = 36 \cdot 10^{-5} \cdot 6810 \cdot 54,92 = 134,64 \text{ kN por pilar}$$

$$P2 \text{ e } P5: \quad F_\varepsilon = 36 \cdot 10^{-5} \cdot 13357 \cdot 32,98 = 158,58 \text{ kN por pilar}$$

$$P3 \text{ e } P4: \quad F_\varepsilon = 36 \cdot 10^{-5} \cdot 8176 \cdot 11,00 = 32,38 \text{ kN por pilar}$$

### 3.2.5 - Rigidez transversal

#### 3.2.5.1. Dos pórticos: avaliado segundo Kleinlogel

$$\text{P1 e P6: } k = \frac{0,144}{0,04909} \cdot \frac{1,75}{8,05} = 0,6377 \rightarrow N_2 = 6 \cdot 0,6377 + 1 = 4,8262$$

$$k_{pt} = \frac{12 \cdot 26071 \cdot 0,04909 \cdot 4,8262}{(3 \cdot 0,6377 + 2) \cdot 1,75^3} = 3534,290 \text{ MN / m}$$

$$\text{P2 e P5: } k = \frac{0,1872}{0,04909} \cdot \frac{5,00}{8,05} = 2,3686 \rightarrow N_2 = 6 \cdot 2,3686 + 1 = 14,2114$$

$$k_{pt} = \frac{12 \cdot 26071 \cdot 0,04909 \cdot 14,2114}{(3 \cdot 2,3686 + 2) \cdot 5,00^3} = 191,752 \text{ MN / m}$$

$$\text{P3 e P4: } k = \frac{0,1872}{0,04909} \cdot \frac{8,60}{8,05} = 4,0739 \rightarrow N_2 = 6 \cdot 4,0739 + 1 = 25,4436$$

$$k_{pt} = \frac{12 \cdot 26071 \cdot 0,04909 \cdot 25,4436}{(3 \cdot 4,0739 + 2) \cdot 8,60^3} = 43,198 \text{ MN / m}$$

#### 3.2.5.2. Dos conjuntos (pórtico + aparelhos de apoio):

$$\text{P1 e P6: } \frac{1}{k_T} = \frac{1}{3534,290} + \frac{1}{11 \cdot 1,250} \Rightarrow k_T = 13,697 \text{ MN / m}$$

$$\text{P2 e P5: } \frac{1}{k_T} = \frac{1}{386,255} + \frac{1}{22 \cdot 1,562} \Rightarrow k_T = 31,557 \text{ MN / m}$$

$$\text{P3 e P4: } \frac{1}{k_T} = \frac{1}{75,172} + \frac{1}{22 \cdot 3,125} \Rightarrow k_T = 35,909 \text{ MN / m}$$

### 3.2.6 - Força horizontal transversal devido ao vento

$$F_w = 118,06 \cdot 3,22 \cdot 1,0 = 380,15 \text{ kN}$$

$$\text{P1 e P6: } F_w = \frac{13,697}{162,326} \cdot 380,15 = 32,08 \text{ kN por apoio}$$

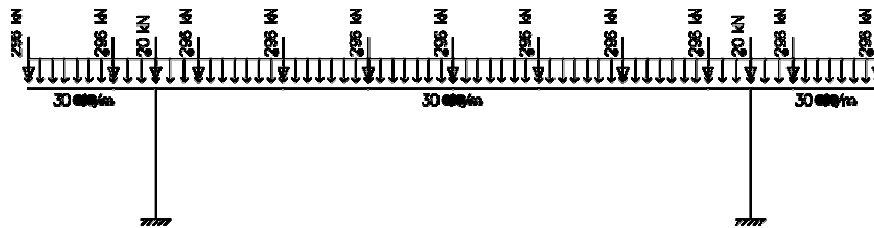
$$\text{P2 e P5: } F_w = \frac{31,557}{162,326} \cdot 380,15 = 73,90 \text{ kN por apoio}$$

$$\text{P3 e P4: } F_w = \frac{35,909}{162,326} \cdot 380,15 = 84,10 \text{ kN por apoio}$$

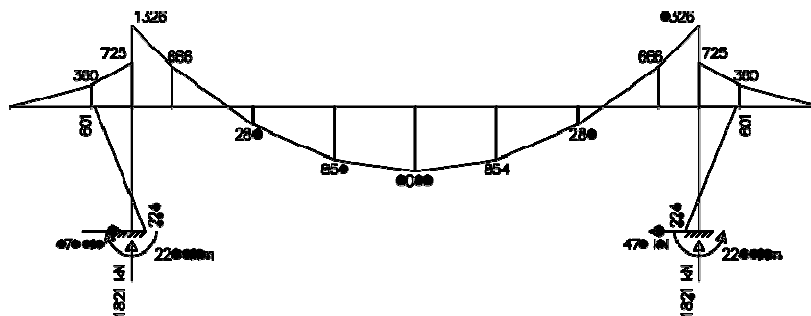
### 3.2.7 - Cálculo dos pórticos

#### 3.2.7.1. Pórticos P1 e P6

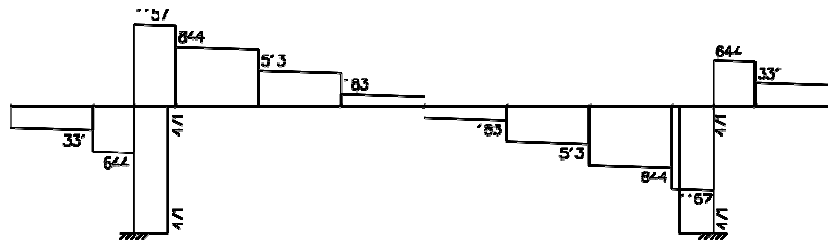
a) Para cargas permanentes:



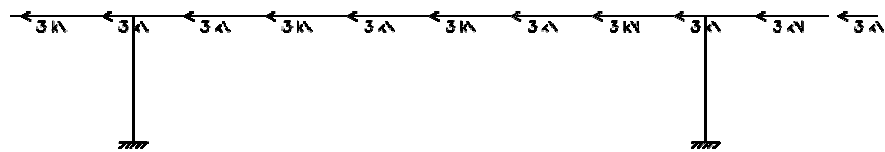
-Momentos fletores:



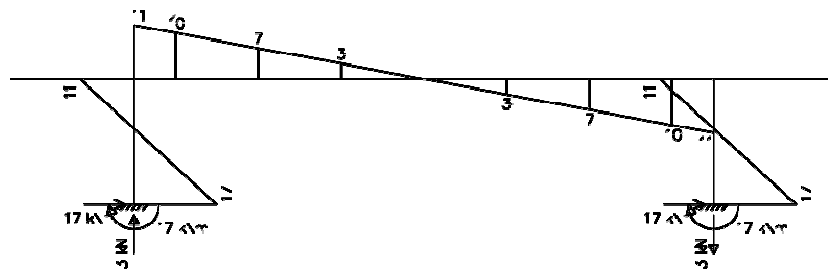
-Esforços cortantes:



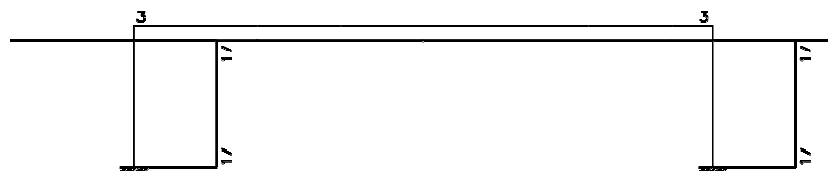
b) Para carga horizontal devido ao vento:



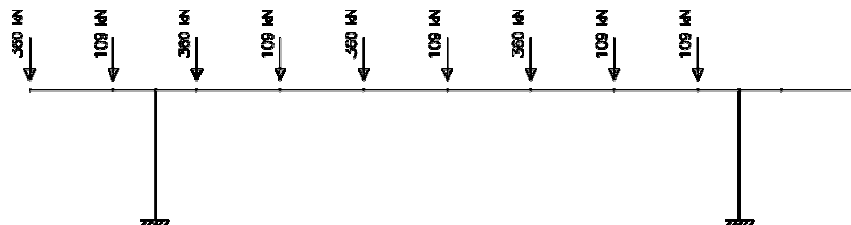
-Momentos fletores:



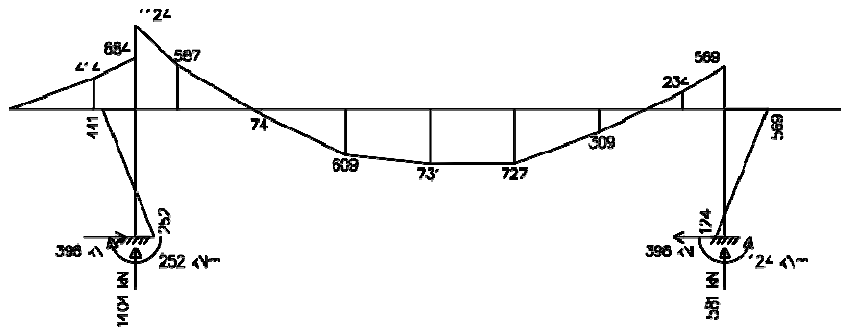
-Esforços cortantes:



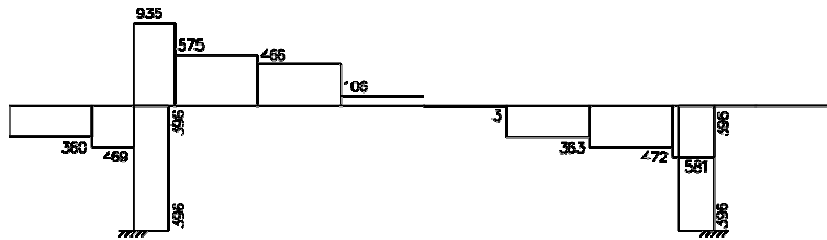
c) Para cargas móveis – hipótese 1:



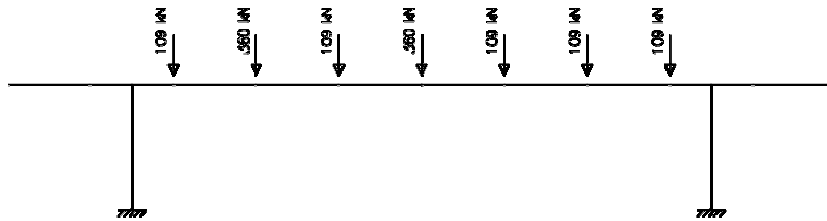
-Momentos fletores:



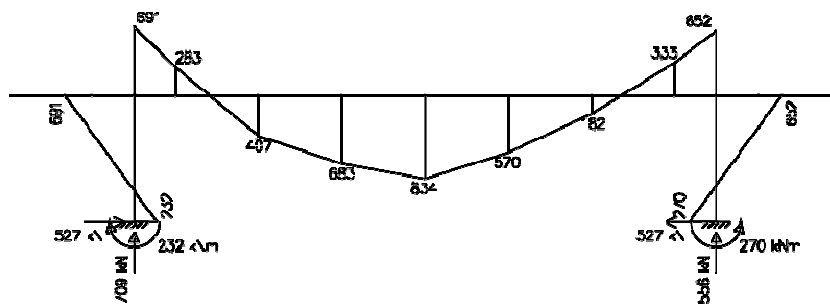
-Esforços cortantes:



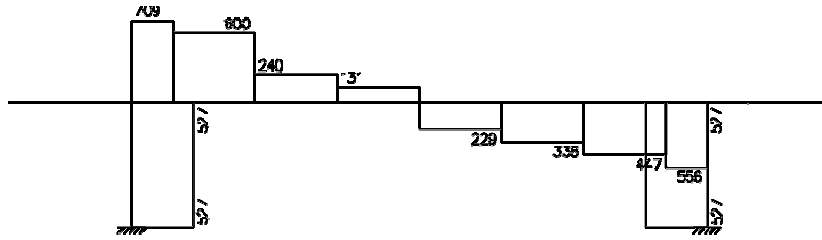
d) Para cargas móveis – hipótese 2:



-Momentos fletores:

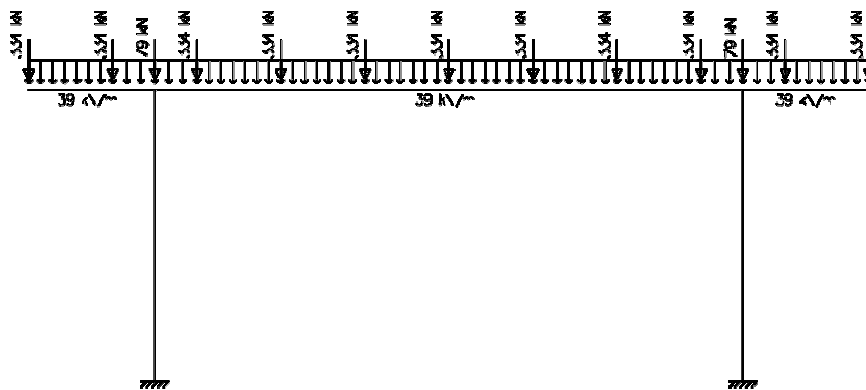


-Esforços cortantes:

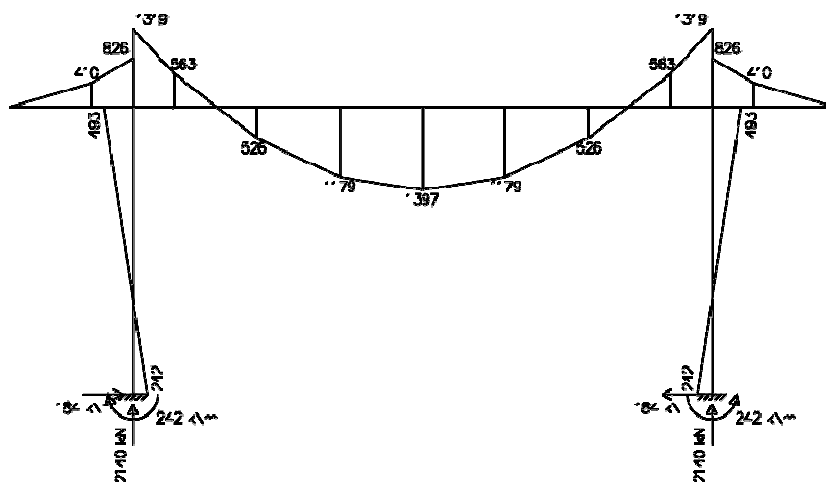


### 3.2.7.2. Pórticos P2 e P5

a) Para cargas permanentes:

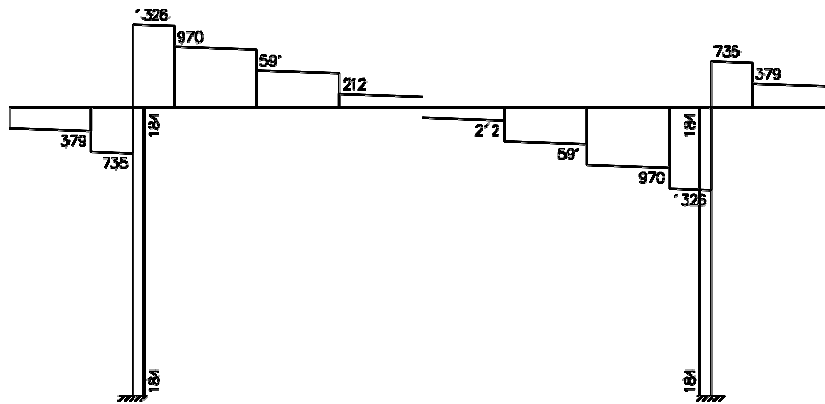


-Momentos fletores:

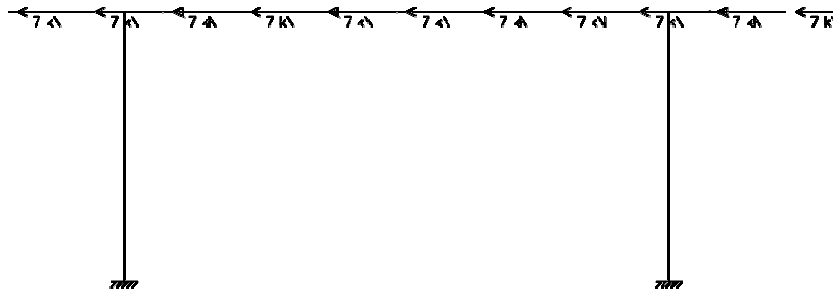




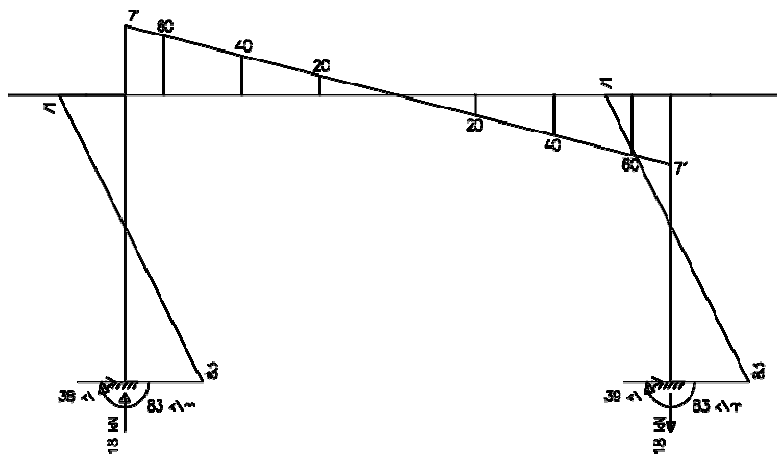
-Esforços cortantes:



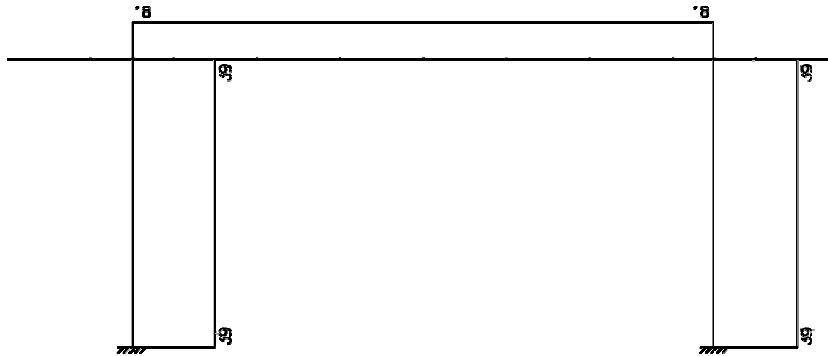
b) Para carga horizontal devido ao vento:



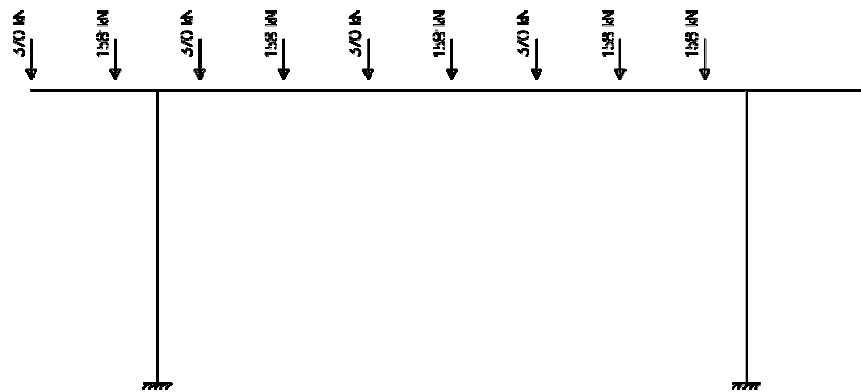
-Momentos fletores:



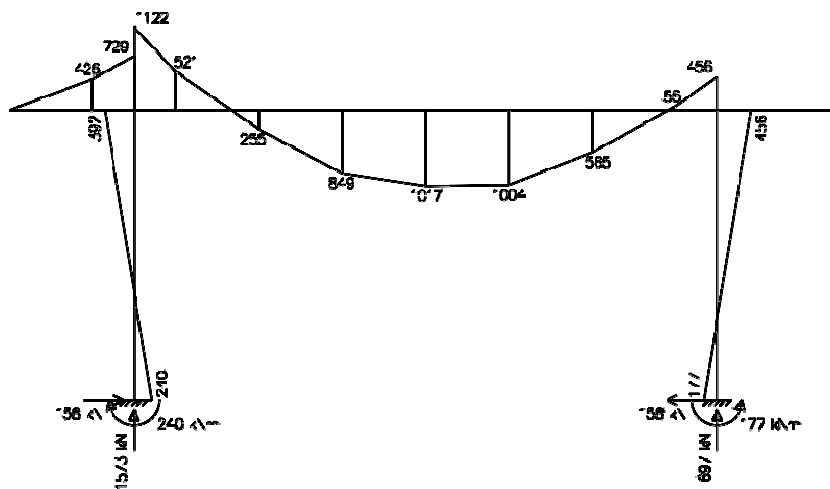
-Esforços cortantes:



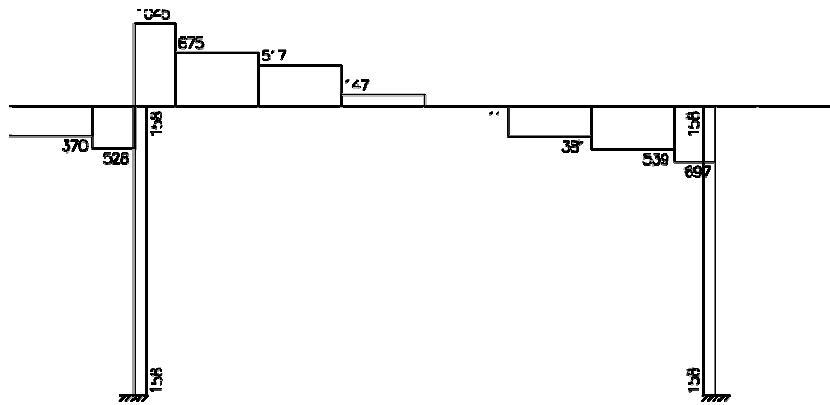
c) Para cargas móveis – hipótese 1:



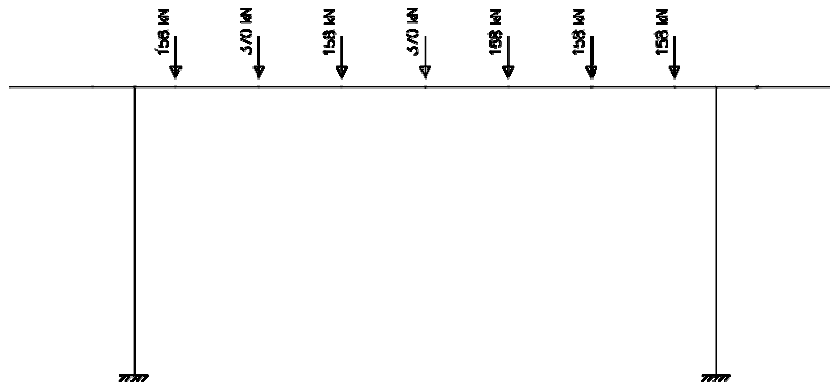
-Momentos fletores:



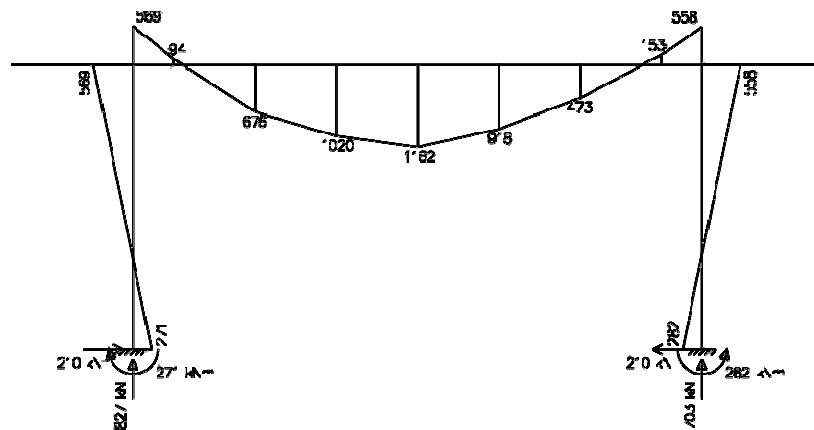
-Esforços cortantes:



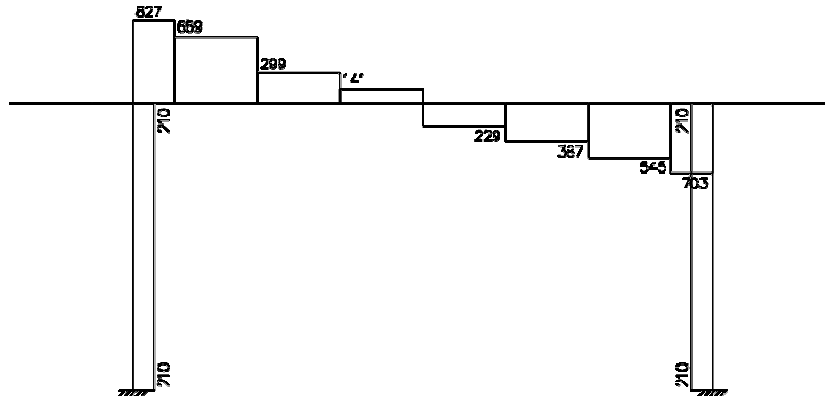
d) Para cargas móveis – hipótese 2:



-Momentos fletores:

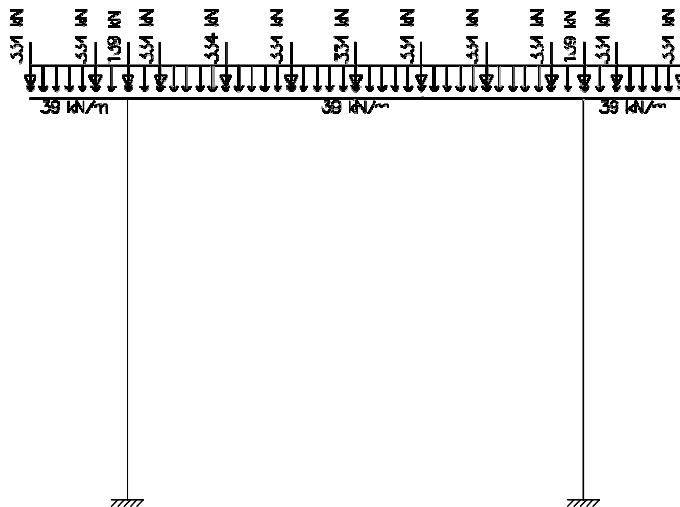


-Esforços cortantes:

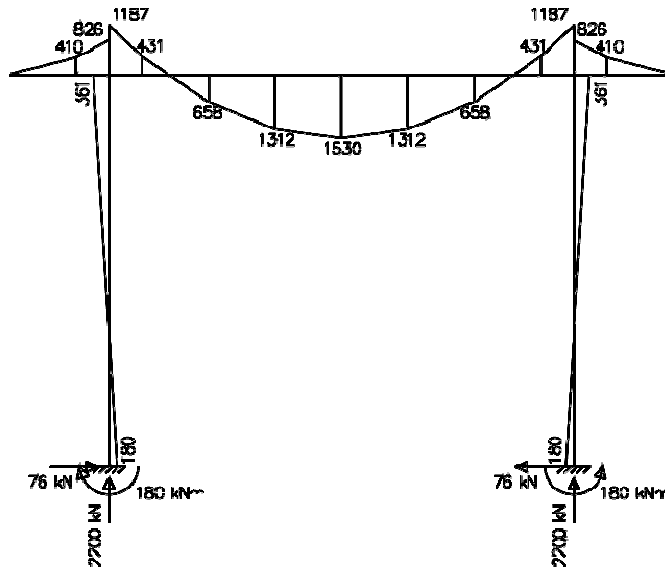


### 3.2.7.3. Pórticos P3 e P4

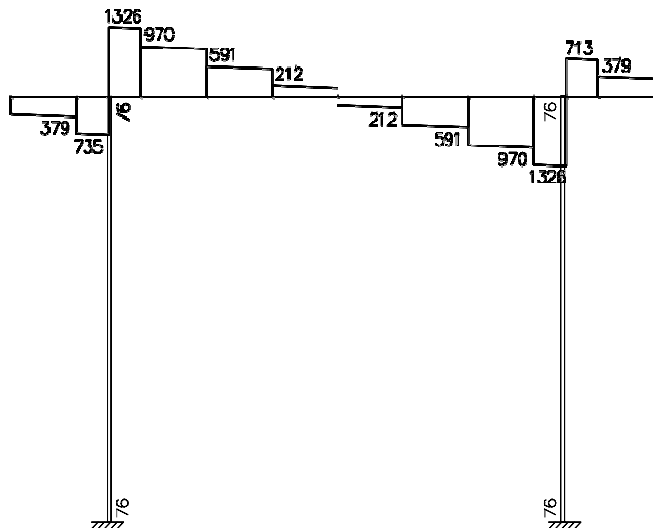
a) Para cargas permanentes:



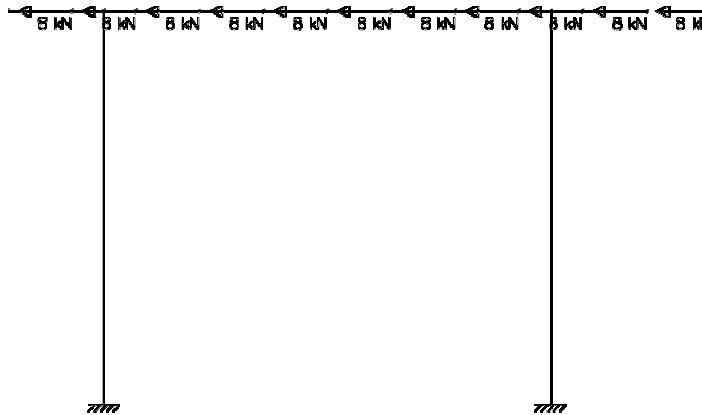
-Momentos fletores:



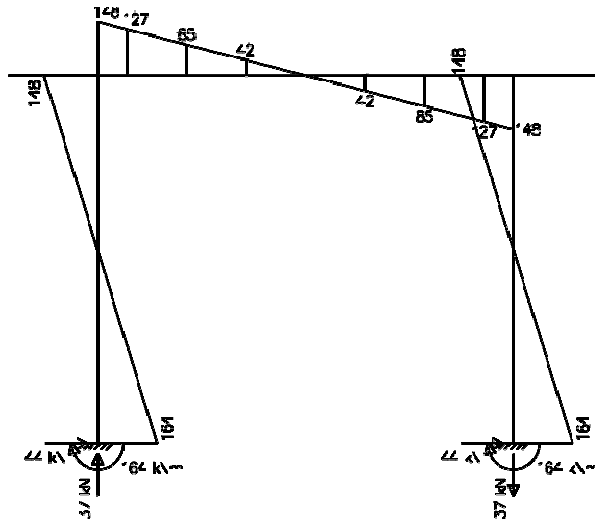
-Esforços cortantes:



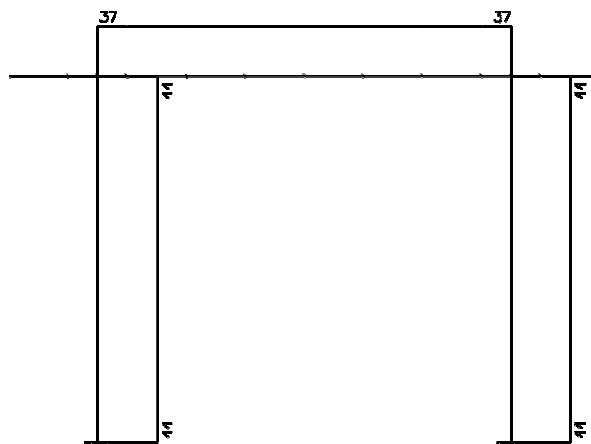
b) Para carga horizontal devido ao vento:



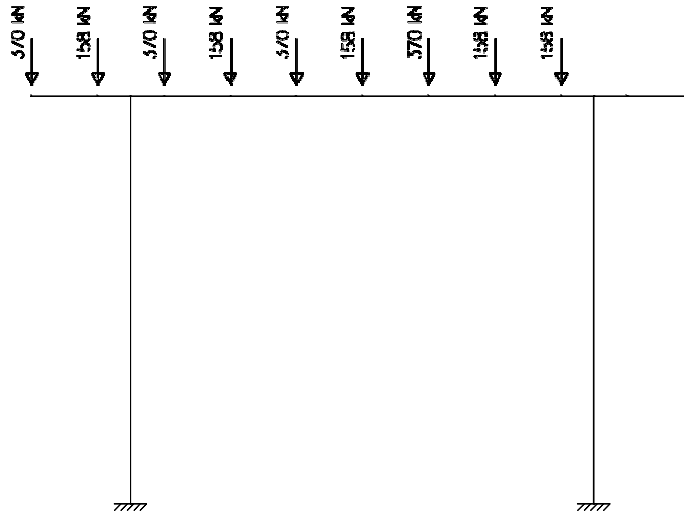
-Momentos fletores:



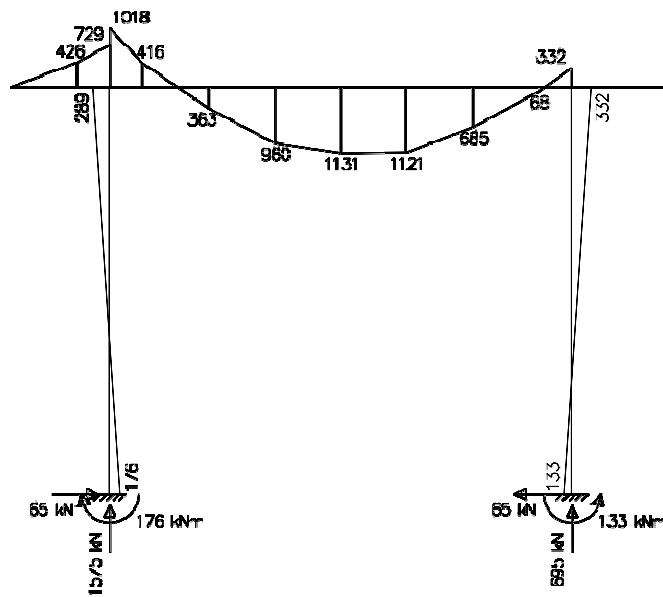
-Esforços cortantes:



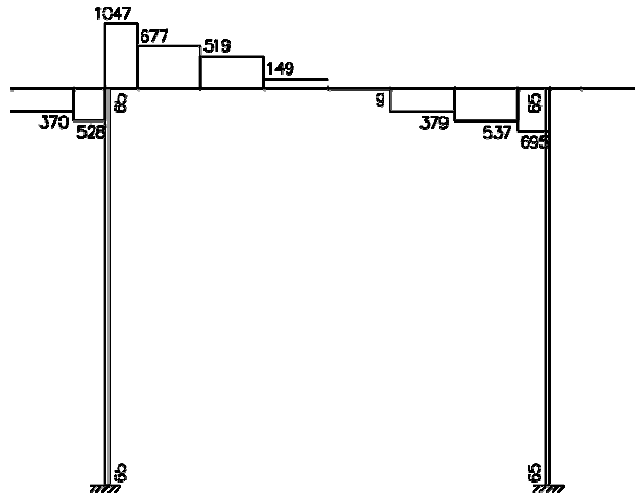
c) Para cargas móveis – hipótese 1:



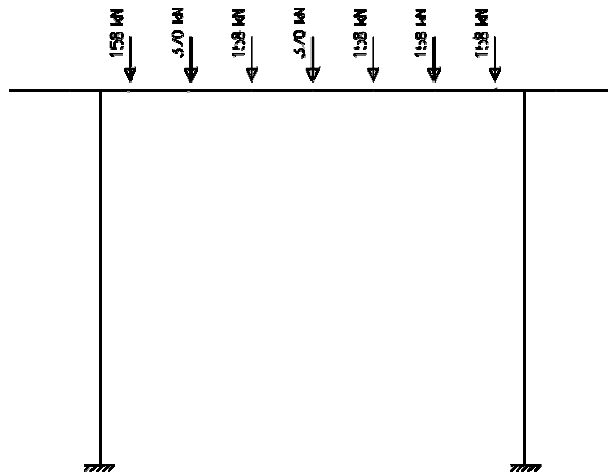
-Momentos fletores:



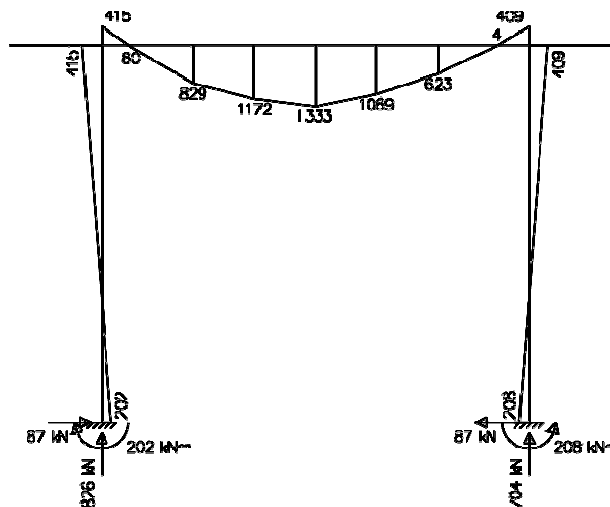
-Esforços cortantes:



d) Para cargas móveis – hipótese 2:

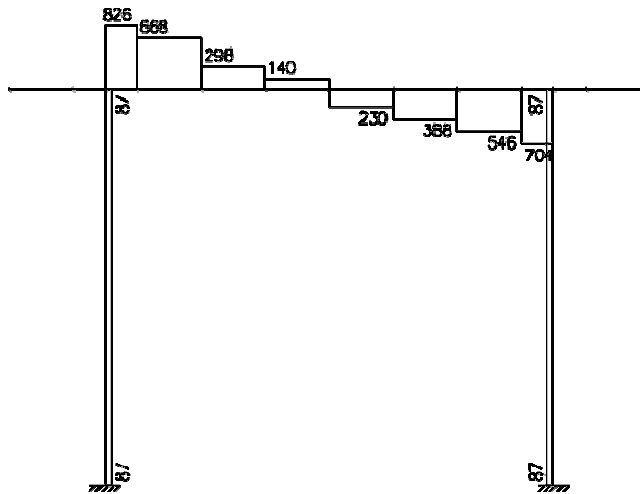


-Momentos fletores:





-Esforços cortantes:



### 3.2.8 - Dimensionamento das vigas dos pórticos

Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ , aço CA-50

#### 3.2.8.1. Pórticos P1 e P6

$$M_d^- = 1,4 \cdot (1326 + 11 + 1124) = 3445,40 \text{ kN.m} = 344540 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{100 \cdot 115^2}{344540} = 3,8 \rightarrow A_s^- = 74,90 \text{ cm}^2 \rightarrow 15 \phi 25,0$$

$$M_d^+ = 1,4 \cdot (1044 + 0 + 834) = 2629,20 \text{ kN.m} = 262920 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{100 \cdot 115^2}{262920} = 5,0 \rightarrow A_s^+ = 55,78 \text{ cm}^2 \rightarrow 12 \phi 25,0$$

$$V_{sd} = 1,4 \cdot (1157 + 3 + 935) = 2933 \text{ kN} = 2,933 \text{ MN}$$

$$V_{Rd2} = 0,88 \cdot 0,27 \cdot 21,428 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 5,854 \text{ MN} > V_{sd} \rightarrow ok$$

$$V_c = 0,6 \cdot 1,448 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 0,999 \text{ MN}$$

$$V_{sw} = 2,933 - 0,999 = 1,934 \text{ MN}$$

$$A_{sw} = \frac{1,934}{0,9 \cdot 435 \cdot 1,15} = 0,004295 \text{ m}^2 / \text{m} > A_{sw \text{ min}} = 0,00133 \text{ m}^2 / \text{m}$$

Adotamos estribos de 6 ramos de  $\phi 10,0 \text{ c.11}$

Armadura de pele:  $A_{sp} = 0,1 \cdot 100 = 10,00 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 12,5 \text{ c } 12,5$

### 3.2.8.2. Pórticos P2 e P5

$$M_d^- = 1,4 \cdot (1319 + 7 + 1122) = 3427,20 \text{ kN.m} = 342720 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{130 \cdot 115^2}{342720} = 5,0 \rightarrow A_s^- = 72,72 \text{ cm}^2 \rightarrow 15 \phi 25,0$$

$$M_d^+ = 1,4 \cdot (1397 + 0 + 1182) = 3610,60 \text{ kN.m} = 361060 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{130 \cdot 115^2}{361060} = 4,8 \rightarrow A_s^+ = 76,61 \text{ cm}^2 \rightarrow 16 \phi 25,0$$

$$V_{sd} = 1,4 \cdot (1326 + 18 + 1045) = 3345 \text{ kN} = 3,345 \text{ MN}$$

$$V_{Rd2} = 0,88 \cdot 0,27 \cdot 21,428 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 7,611 \text{ MN} > V_{sd} \rightarrow ok$$

$$V_c = 0,6 \cdot 1,448 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 1,299 \text{ MN}$$

$$V_{sw} = 3,345 - 1,299 = 2,046 \text{ MN}$$

$$A_{sw} = \frac{2,046}{0,9 \cdot 435 \cdot 1,15} = 0,004544 \text{ m}^2 / \text{m} > A_{sw \text{ min}} = 0,001729 \text{ m}^2 / \text{m}$$

Adotamos estribos de 6 ramos de  $\phi 10,0 \text{ c } 11$

Armadura de pele:  $A_{sp} = 0,1 \cdot 130 = 13,00 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 12,5 \text{ c } 10$

### 3.2.8.3. Pórticos P3 e P4

$$M_d^- = 1,4 \cdot (1187 + 148 + 1018) = 3294,20 \text{ kN.m} = 329420 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{130 \cdot 115^2}{329420} = 5,2 \rightarrow A_s^- = 69,89 \text{ cm}^2 \rightarrow 14 \phi 25,0$$

$$M_d^+ = 1,4 \cdot (1530 + 0 + 1333) = 4294,50 \text{ kN.m} = 429450 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{130 \cdot 115^2}{429450} = 4,0 \rightarrow A_s^+ = 92,61 \text{ cm}^2 \rightarrow 19 \phi 25,0$$

$$V_{sd} = 1,4 \cdot (1326 + 37 + 1047) = 3374 \text{ kN} = 3,374 \text{ MN}$$

$$V_{Rd2} = 0,88 \cdot 0,27 \cdot 21,428 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 7,611 \text{ MN} > V_{sd} \rightarrow ok$$

$$V_c = 0,6 \cdot 1,448 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 1,299 \text{ MN}$$

$$V_{sw} = 3,374 - 1,299 = 2,075 \text{ MN}$$

$$A_{sw} = \frac{2,075}{0,9 \cdot 435 \cdot 1,15} = 0,004608 \text{ m}^2 / \text{m} > A_{sw \text{ min}} = 0,001729 \text{ m}^2 / \text{m}$$

Adotamos estribos de 6 ramos de  $\phi 10,0$  c.10,5

Armadura de pele:  $A_{sp} = 0,1 \cdot 130 = 13,00 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 12,5$  c 10

### 3.2.9 - Dimensionamento dos pilares

#### 2.9.1. P1 e P6

Comprimento do pilar:  $l = 1,75 \text{ m}$        $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$        $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$   
 Diâmetro do pilar:  $h = 1,00 \text{ m}$        $A_c = 7854 \text{ cm}^2$       p. próprio =  $34 \text{ kN}$   
 Carga vertical:  $V = 3228 \text{ kN}$        $N_d = 4,567 \text{ MN}$        $v = 0,326$   
 Força horizont.  $H = 375,0 \text{ kN}$        $M_{1d,A} = 0,656 \text{ MN.m}$        $> M_{1d,min} = 0,206 \text{ MN.m}$   
 Como  $M_{1d,A} > M_{1d,min} \rightarrow M_{1d} = 0,656 \text{ MN.m} \rightarrow e_1 = 0,144 \text{ m}$   
 $\lambda = 14,0 < \lambda_1 = 35,0 \rightarrow$  Não será considerado o efeito de 2ª ordem  
 $M_{d,tot} = 0,656 \text{ MN.m} \rightarrow e = 0,144 \text{ m} \rightarrow e/h = 0,144$   
 Ábaco 5.4 de W. Pfeil:  $f_c = 18,214 \text{ MPa}$        $v_1 = 0,251$        $v_1 \cdot e/h = 0,036$        $\omega = 0$   
 $A_s = 0,00 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 31,42 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s = 31,42 \text{ cm}^2$   
 Adotamos  $18 \phi 16,0$  e estribos  $\phi 6,3$  c. 20

#### 2.9.2. P2 e P5

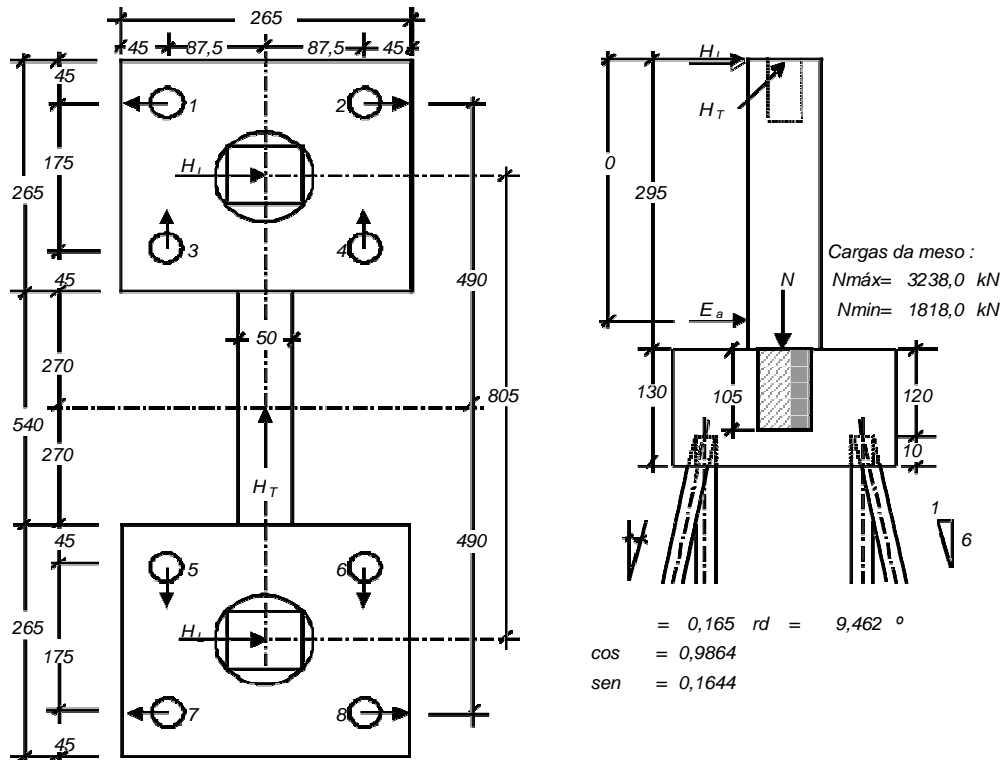
Comprimento do pilar:  $l = 5,00 \text{ m}$        $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$        $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$   
 Diâmetro do pilar:  $h = 1,00 \text{ m}$        $A_c = 7854 \text{ cm}^2$       p. próprio =  $79 \text{ kN}$   
 Carga vertical:  $V = 3731 \text{ kN}$        $N_d = 5,333 \text{ MN}$        $v = 0,380$   
 Força horizont.  $H = 213,0 \text{ kN}$        $M_{1d,A} = 0,852 \text{ MN.m}$        $> M_{1d,min} = 0,240 \text{ MN.m}$   
 Como  $M_{1d,A} > M_{1d,min} \rightarrow M_{1d} = 0,852 \text{ MN.m} \rightarrow e_1 = 0,160 \text{ m}$   
 $\lambda = 32,0 < \lambda_1 = 35,0 \rightarrow$  Não será considerado o efeito de 2ª ordem  
 $M_{d,tot} = 0,852 \text{ MN.m} \rightarrow e = 0,160 \text{ m} \rightarrow e/h = 0,160$   
 Ábaco 5.4 de W. Pfeil:  $f_c = 18,214 \text{ MPa}$        $v_1 = 0,293$        $v_1 \cdot e/h = 0,047$        $\omega = 0$   
 $A_s = 0,00 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 31,42 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s = 31,42 \text{ cm}^2$   
 Adotamos  $18 \phi 16,0$  e estribos  $\phi 6,3$  c. 20

### 2.9.3. P3 e P4

Comprimento do pilar:  $l = 8,60 \text{ m}$        $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$        $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$   
 Diâmetro do pilar:       $h = 1,00 \text{ m}$        $A_c = 7854 \text{ cm}^2$       p. próprio = 139 kN  
 Carga vertical:  $V = 3812 \text{ kN}$        $N_d = 5,532 \text{ MN}$        $v = 0,394$   
 Força horizont.  $H = 78,0 \text{ kN}$        $M_{1d,A} = 0,554 \text{ MN.m}$        $>$        $M_{1d,min} = 0,249 \text{ MN.m}$   
 Como  $M_{1d,A} > M_{1d,min} \rightarrow M_{1d} = 0,554 \text{ MN.m} \rightarrow e_1 = 0,100 \text{ m}$   
 $\lambda = 56,8 > \lambda_1 = 35,0 \rightarrow$  Será considerado o efeito de 2ª ordem  
 $M_{d,tot} = 1,056 \text{ MN.m} \rightarrow e = 0,191 \text{ m} \rightarrow e/h = 0,191$   
 Ábaco 5.4 de W. Pfeil:       $f_c = 18,214 \text{ MPa}$        $v_1 = 0,304$        $v_1 \cdot e/h = 0,058$        $\omega = 0$   
 $A_s = 0,00 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 31,42 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s = 31,42 \text{ cm}^2$   
 Adotamos 18  $\phi$  16,0 e estribos  $\phi$  6,3 c. 20

### 3.3 - Infraestrutura

#### 3.1 Apoios P1 e P6



##### 3.1.1. Cálculo das cargas axiais nas estacas

##### 3.1.1.1. Para a hipótese de máxima carga vertical

Máxima carga da meso(N<sub>máx</sub>): 3238,0 kN/pilar  
 Carga de solo sobre a infra : 0,0 kN/pilar  
 Peso próprio da infraestrutura : 263,7 kN/pilar  
 $V_{máx} = 3501,7$  kN/pilar

Máxima força horiz. longitud.(H<sub>L</sub>) : 147,1 kN/pilar  
 Máximo empuxo horiz. longitud.(E<sub>a</sub>) : 0,0 kN/pilar  
 Máxima força horizontal transv.(H<sub>T</sub>) : 32,1 kN/apoio

a) Devido às cargas verticais :  $\cos = 0,9864$        $\cos^2 = 3,8919$        $V_{máx} = 3501,7$  kN/pilar

$$F_1=F_2=F_3=F_4=F_5=F_6=F_7=F_8 = 887,5 \text{ kN/estaca}$$

b) Devido força longitudinal :  $\sin = 0,1644$        $\sin^2 = 0,0541$       H<sub>L</sub> = 147,1 kN/pilar  
 E<sub>a</sub> = 0,0 kN/pilar  
 Total = 147,1 kN/pilar  
 F<sub>3</sub>=F<sub>5</sub>= -447,4 kN/estaca  
 F<sub>4</sub>=F<sub>6</sub>= 447,4 kN/estaca

c) Devido momento longitudinal :  $r_i = 0,8750$        $r_i^2 = 1,5313$       M<sub>L</sub> = -161,8 kN.m/pilar

$$F_1=F_7 = 92,5 \text{ kN/estaca}$$

$$F_2=F_8 = -92,5 \text{ kN/estaca}$$

d) Devido força transversal :  $\sin = 0,1644$        $\sin^2 = 0,1081$       H<sub>T</sub> = 32,1 kN/apoio

$$F_1=F_2 = 48,8 \text{ kN/estaca}$$

$$F_7=F_8 = -48,8 \text{ kN/estaca}$$

e) Devido momento transversal :  $r_i = 4,9000$   $\sqrt{r_i^2} = 96,040$   $M_T = -473,5 \text{ kN.m/apoio}$

$F5=F6= 24,2 \text{ kN/estaca}$   
 $F3=F4= -24,2 \text{ kN/estaca}$

f) Superposição dos efeitos :

$F1= 1028,8 \text{ kN/estaca}$   $F2= 843,8 \text{ kN/estaca}$   
 $F3= 415,9 \text{ kN/estaca}$   $F4= 1310,7 \text{ kN/estaca}$   
 $F5= 464,3 \text{ kN/estaca}$   $F6= 1359,0 \text{ kN/estaca}$  ← máx  
 $F7= 931,1 \text{ kN/estaca}$   $F8= 746,2 \text{ kN/estaca}$

3.1.1.2. Para a hipótese de mínima carga vertical

Mínima carga da meso (Nmin):  $1818,0 \text{ kN/pilar}$   $Máxima \text{ força horiz. longitud.}(H_L) : 147,1 \text{ kN/pilar}$   
 Carga de solo sobre a infra :  $0,0 \text{ kN/pilar}$   $Máximo \text{ empuxo horiz. longitud.}(E_a) : 0,0 \text{ kN/pilar}$   
 Peso próprio da infraestrutura :  $263,7 \text{ kN/pilar}$   $Máxima \text{ força horiz. transv.}(H_T) : 32,1 \text{ kN/apoio}$   
 $V_{min} = 2081,7 \text{ kN/pilar}$

a) Devido às cargas verticais :  $\cos \alpha = 0,9864$   $\sqrt{\cos^2 \alpha} = 3,8919$   $V_{min} = 2081,7 \text{ kN/pilar}$

$F1=F2=F3=F4=F5=F6=F7=F8 = 527,6 \text{ kN/estaca}$

b) Devido força longitudinal :  $\sin \alpha = 0,1644$   $\sqrt{\sin^2 \alpha} = 0,0541$   $H_L = 147,1 \text{ kN/pilar}$   
 $E_a = 0,0 \text{ kN/pilar}$   
 $Total = 147,1 \text{ kN/pilar}$   
 $F3=F5= -447,4 \text{ kN/estaca}$   
 $F4=F6= 447,4 \text{ kN/estaca}$

c) Devido momento longitudinal :  $r_i = 0,8750$   $\sqrt{r_i^2} = 1,5313$   $M_L = -161,8 \text{ kN.m/pilar}$

$F1=F7= 92,5 \text{ kN/estaca}$   
 $F2=F8= -92,5 \text{ kN/estaca}$

d) Devido força transversal :  $\sin \alpha = 0,1644$   $\sqrt{\sin^2 \alpha} = 0,1081$   $H_T = 32,1 \text{ kN/apoio}$

$F1=F2= 48,8 \text{ kN/estaca}$   
 $F7=F8= -48,8 \text{ kN/estaca}$

e) Devido momento transversal :  $r_i = 4,9000$   $\sqrt{r_i^2} = 96,040$   $M_T = -473,5 \text{ kN.m/apoio}$

$F5=F6= 24,2 \text{ kN/estaca}$   
 $F3=F4= -24,2 \text{ kN/estaca}$

f) Superposição dos efeitos :

$F1= 668,9 \text{ kN/estaca}$   $F2= 483,9 \text{ kN/estaca}$   
 $F3= 56,1 \text{ kN/estaca}$  ← min  $F4= 950,8 \text{ kN/estaca}$   
 $F5= 104,4 \text{ kN/estaca}$   $F6= 999,1 \text{ kN/estaca}$   
 $F7= 571,2 \text{ kN/estaca}$   $F8= 386,3 \text{ kN/estaca}$

3.1.2. Cálculo dos blocos  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$   $f_{ctk,sup} = 3,765 \text{ MPa}$   $f_{ctm} = 2,896 \text{ MPa}$

a) Na direção longitudinal :

$M_{Ld} = 2639,3 \text{ kN.m}$   $b_w = 265 \text{ cm}$   $d = 117 \text{ cm}$

$M_{dmin} = 1915,8 \text{ kN.m} < M_{Ld} ? M_d = 2639,3 \text{ kN.m}$

$k_c = 13,74$   $k_s = 0,0236$   $A_s = 53,24 \text{ cm}^2$   $Adotar: 27 \diamond 16,0$

b) Na direção transversal

$$M_{Td} = 2294,0 \text{ kN.m} \quad b_w = 265 \text{ cm} \quad d = 117 \text{ cm}$$

$$M_{dmin} = 1915,8 \text{ kN.m} < M_{Td} \rightarrow M_d = 2294,0 \text{ kN.m}$$

$$k_c = 15,81 \quad k_s = 0,0236 \quad A_s = 46,27 \text{ cm}^2 \quad \text{Adotar: } 27 \quad \phi \quad 16,0$$

### 3.1.3. Cálculo da viga de rigidez entre blocos

Momentos transversais nos pés dos pilares :      1º pilar: 493,0 kN.m      2º pilar: 493,0 kN.m

Cargas sobre a viga :

Peso próprio :	13,1 kN/m
Sobrecargas :	<u>0,0 kN/m</u>
	13,1 kN/m

a) Para momentos fletores

$$M_{dmin} = 276,76 \text{ kN.m} < M_{Sd} \rightarrow M_d = 734,85 \text{ kN.m}$$

$$M_{Sd} = 734,85 \text{ kN.m} \quad b_w = 50 \text{ cm} \quad d = 100 \text{ cm} \quad k_c = 6,80 \quad k_s = 0,0240$$

$$A_s = 17,64 \text{ cm}^2 \quad \text{Adotar: } 9 \quad \phi \quad 16,0$$

b) Para esforços cortantes

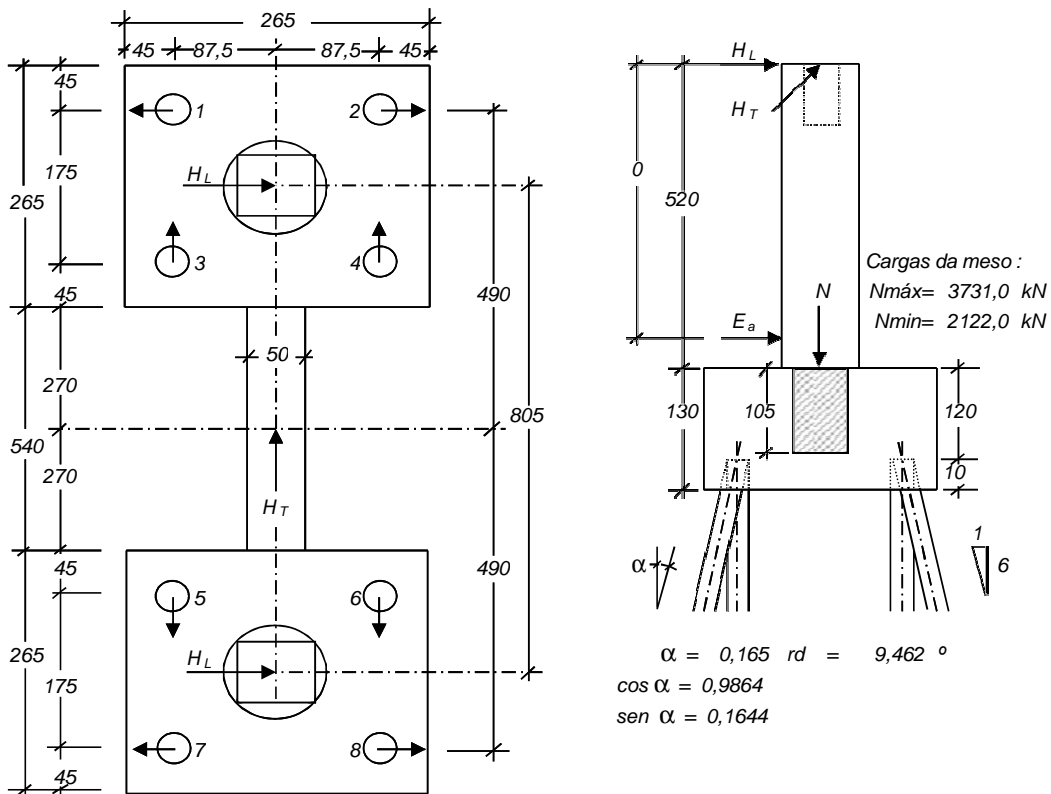
$$V_d = 221,1 \text{ kN} \quad A = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m} < A = 6,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adotar estribos:       $\phi$  8,0    c.15      de    2    ramos

c) Para armadura de pele

$$A_{sp} = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Adotar } \phi \quad 10,0 \quad \text{c.16}$$

### 3.2 Apoios P2 e P5



#### 3.2.1. Cálculo das cargas axiais nas estacas

##### 3.2.1.1. Para a hipótese de máxima carga vertical

Máxima carga da meso(Nmáx):	3731,0 kN/pilar	Máxima força horiz. longitud.(H <sub>L</sub> ):	182,9 kN/pilar
Carga de solo sobre a infra:	0,0 kN/pilar	Máximo empuxo horiz. longitud.(E <sub>a</sub> ):	0,0 kN/pilar
Peso próprio da infraestrutura:	263,7 kN/pilar	Máxima força horizontal transv.(H <sub>T</sub> ):	73,9 kN/apoio
<b>V<sub>máx</sub> =</b>	<b>3994,7 kN/pilar</b>		

a) Devido às cargas verticais :  $\cos \alpha = 0,9864$        $\Sigma \cos^2 \alpha = 3,8919$       **V<sub>máx</sub> = 3994,7 kN/pilar**

$F_1=F_2=F_3=F_4=F_5=F_6=F_7=F_8 = 1012,4 \text{ kN/estaca}$

b) Devido força longitudinal :  $\sin \alpha = 0,1644$        $\Sigma \sin^2 \alpha = 0,0541$       **H<sub>L</sub> = 182,9 kN/pilar**  
**E<sub>a</sub> = 0,0 kN/pilar**  
**Total = 182,9 kN/pilar**  
 $F_3=F_5 = -556,3 \text{ kN/estaca}$   
 $F_4=F_6 = 556,3 \text{ kN/estaca}$

c) Devido momento longitudinal :  $r_i = 0,8750$        $\Sigma r_i^2 = 1,5313$       **M<sub>L</sub> = 210,3 kN.m/pilar**  
 $F_1=F_7 = -120,2 \text{ kN/estaca}$   
 $F_2=F_8 = 120,2 \text{ kN/estaca}$

d) Devido força transversal :  $\sin \alpha = 0,1644$        $\Sigma \sin^2 \alpha = 0,1081$       **H<sub>T</sub> = 73,9 kN/apoio**  
 $F_1=F_2 = 112,4 \text{ kN/estaca}$   
 $F_7=F_8 = -112,4 \text{ kN/estaca}$



e) Devido momento transversal :  $r_i = 4,9000$   $\Sigma r_i^2 = 96,040$   $M_T = -923,8 \text{ kN.m/apoio}$

$F5=F6= 47,1 \text{ kN/estaca}$   
 $F3=F4= -47,1 \text{ kN/estaca}$

f) Superposição dos efeitos :

$F1= 1004,6 \text{ kN/estaca}$   $F2= 1245,0 \text{ kN/estaca}$   
 $F3= 409,0 \text{ kN/estaca}$   $F4= 1521,6 \text{ kN/estaca}$   
 $F5= 503,3 \text{ kN/estaca}$   $F6= 1615,8 \text{ kN/estaca}$  ←máx  
 $F7= 779,9 \text{ kN/estaca}$   $F8= 1020,3 \text{ kN/estaca}$

### 3.2.1.2. Para a hipótese de mínima carga vertical

Mínima carga da meso (Nmin):  $2122,0 \text{ kN/pilar}$   $Máxima \text{ força horiz. longitud.}(H_L) : 182,9 \text{ kN/pilar}$   
 Carga de solo sobre a infra :  $0,0 \text{ kN/pilar}$   $Máximo \text{ empuxo horiz. longitud.}(E_a) : 0,0 \text{ kN/pilar}$   
 Peso próprio da infraestrutura :  $263,7 \text{ kN/pilar}$   $Máxima \text{ força horiz. transv.}(H_T) : 73,9 \text{ kN/apoio}$   
 $V_{min} = 2385,7 \text{ kN/pilar}$

a) Devido às cargas verticais :  $\cos \alpha = 0,9864$   $\Sigma \cos^2 \alpha = 3,8919$   $V_{min} = 2385,7 \text{ kN/pilar}$

$F1=F2=F3=F4=F5=F6=F7=F8 = 604,6 \text{ kN/estaca}$

b) Devido força longitudinal :  $\sin \alpha = 0,1644$   $\Sigma \sin^2 \alpha = 0,0541$   $H_L = 182,9 \text{ kN/pilar}$   
 $E_a = 0,0 \text{ kN/pilar}$   
 $Total = 182,9 \text{ kN/pilar}$   
 $F3=F5 = -556,3 \text{ kN/estaca}$   
 $F4=F6 = 556,3 \text{ kN/estaca}$

c) Devido momento longitudinal :  $r_i = 0,8750$   $\Sigma r_i^2 = 1,5313$   $M_L = 210,3 \text{ kN.m/pilar}$

$F1=F7 = -120,2 \text{ kN/estaca}$   
 $F2=F8 = 120,2 \text{ kN/estaca}$

d) Devido força transversal :  $\sin \alpha = 0,1644$   $\Sigma \sin^2 \alpha = 0,1081$   $H_T = 73,9 \text{ kN/apoio}$

$F1=F2 = 112,4 \text{ kN/estaca}$   
 $F7=F8 = -112,4 \text{ kN/estaca}$

e) Devido momento transversal :  $r_i = 4,9000$   $\Sigma r_i^2 = 96,040$   $M_T = -923,8 \text{ kN.m/apoio}$

$F5=F6 = 47,1 \text{ kN/estaca}$   
 $F3=F4 = -47,1 \text{ kN/estaca}$

f) Superposição dos efeitos :

$F1= 596,8 \text{ kN/estaca}$   $F2= 837,2 \text{ kN/estaca}$   
 $F3= 1,2 \text{ kN/estaca}$  ←min  $F4= 1113,8 \text{ kN/estaca}$   
 $F5= 95,5 \text{ kN/estaca}$   $F6= 1208,0 \text{ kN/estaca}$   
 $F7= 372,1 \text{ kN/estaca}$   $F8= 612,5 \text{ kN/estaca}$

3.2.2. Cálculo dos blocos  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$   $f_{ctk,sup} = 3,765 \text{ MPa}$   $f_{ctm} = 2,896 \text{ MPa}$

a) Na direção longitudinal:

$M_{Ld} = 3389,1 \text{ kN.m}$   $b_w = 265 \text{ cm}$   $d = 117 \text{ cm}$

$M_{dmin} = 1915,8 \text{ kN.m} < M_{Ld} \rightarrow M_d = 3389,1 \text{ kN.m}$

$k_c = 10,70$   $k_s = 0,0236$   $A_s = 68,36 \text{ cm}^2$  Adotar:  $34 \phi 16,0$

b) Na direção transversal

$$M_{Td} = 2755,8 \text{ kN.m} \quad b_w = 265 \text{ cm} \quad d = 117 \text{ cm}$$

$$M_{dmin} = 1915,8 \text{ kN.m} < M_{Td} \rightarrow M_d = 2755,8 \text{ kN.m}$$

$$k_c = 13,16 \quad k_s = 0,0236 \quad A_s = 55,59 \text{ cm}^2 \quad \text{Adotar: } 34 \quad \phi \quad 16,0$$

### 3.2.3. Cálculo da viga de rigidez entre blocos

Momentos transversais nos pés dos pilares :      1º pilar: 565,0 kN.m      2º pilar: 565,0 kN.m

Cargas sobre a viga :      Peso próprio : 13,1 kN/m  
Sobrecargas :  $\frac{0,0}{13,1}$  kN/m  
13,1 kN/m

a) Para momentos fletores

$$M_{dmin} = 276,76 \text{ kN.m} < M_{Sd} \rightarrow M_d = 835,65 \text{ kN.m}$$

$$M_{Sd} = 835,65 \text{ kN.m} \quad b_w = 50 \text{ cm} \quad d = 100 \text{ cm} \quad k_c = 5,98 \quad k_s = 0,0242$$

$$A_s = 20,22 \text{ cm}^2 \quad \text{Adotar: } 10 \quad \phi \quad 16,0$$

b) Para esforços cortantes

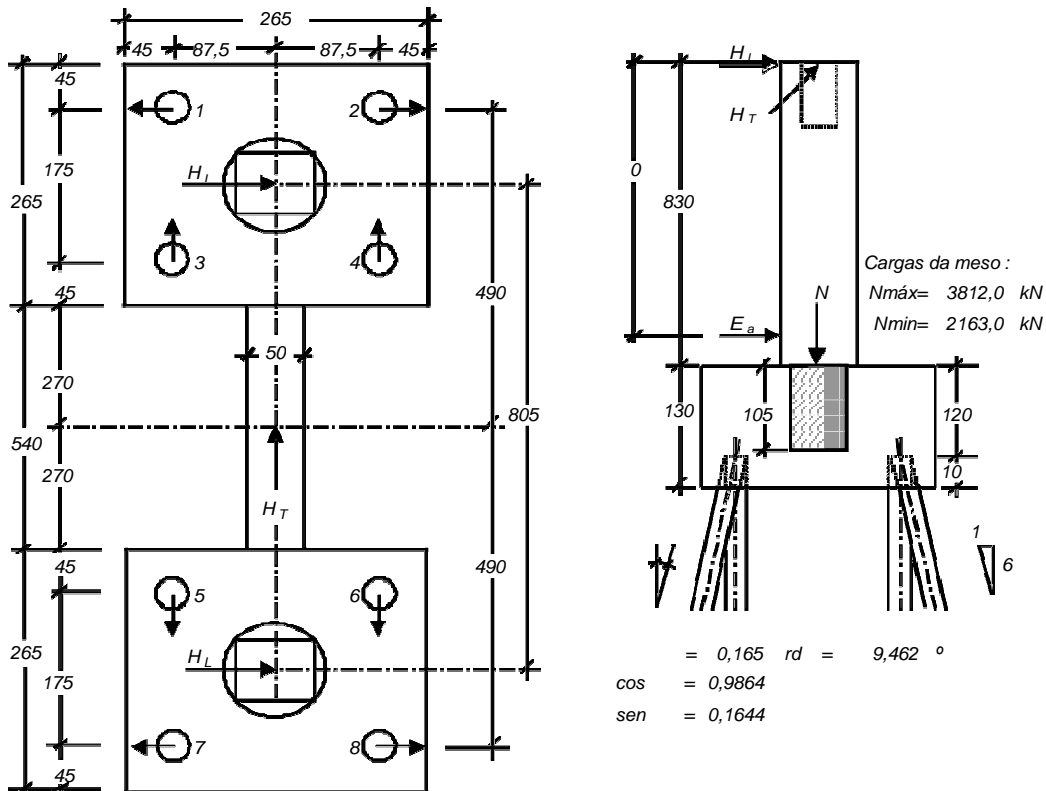
$$V_d = 246,1 \text{ kN} \quad A = 6,29 \text{ cm}^2/\text{m} < A = 6,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adotar estribos:  $\phi$  8,0 c.15 de 2 ramos

c) Para armadura de pele

$$A_{sp} = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Adotar } \phi \quad 10,0 \quad \text{c.16}$$

### 3.3 Apoios P3 e P4



#### 3.3.1. Cálculo das cargas axiais nas estacas

##### 3.3.1.1. Para a hipótese de máxima carga vertical

Máxima carga da meso ( $N_{máx}$ ):	3812,0 kN/pilar	Máxima força horiz. longitud. ( $H_L$ ):	47,3 kN/pilar
Carga de solo sobre a infra :	0,0 kN/pilar	Máximo empuxo horiz. longitud. ( $E_a$ ):	0,0 kN/pilar
Peso próprio da infraestrutura :	263,7 kN/pilar	Máxima força horizontal transv. ( $H_T$ ):	84,1 kN/apoio
$V_{máx} =$	<u>4075,7 kN/pilar</u>		

a) Devido às cargas verticais :  $\cos = 0,9864$      $\cos^2 = 3,8919$      $V_{máx} = 4075,7 \text{ kN/pilar}$

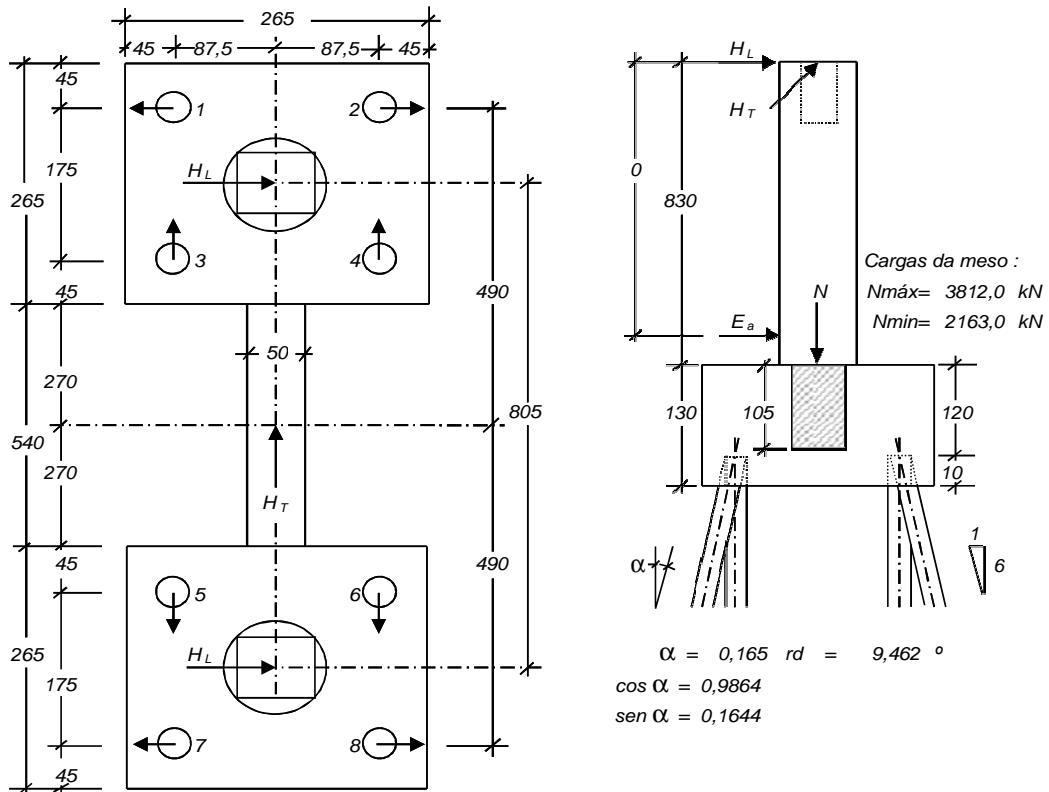
$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F_5 = F_6 = F_7 = F_8 = 1033,0 \text{ kN/estaca}$

b) Devido força longitudinal :  $\text{sen} = 0,1644$      $\text{sen}^2 = 0,0541$      $H_L = 47,3 \text{ kN/pilar}$   
 $E_a = 0,0 \text{ kN/pilar}$   
 $\text{Total} = 47,3 \text{ kN/pilar}$   
 $F_3 = F_5 = -143,9 \text{ kN/estaca}$   
 $F_4 = F_6 = 143,9 \text{ kN/estaca}$

c) Devido momento longitudinal :  $r_i = 0,8750$      $r_i^2 = 1,5313$      $M_L = 201,0 \text{ kN.m/pilar}$   
 $F_1 = F_7 = -114,9 \text{ kN/estaca}$   
 $F_2 = F_8 = 114,9 \text{ kN/estaca}$

d) Devido força transversal :  $\text{sen} = 0,1644$      $\text{sen}^2 = 0,1081$      $H_T = 84,1 \text{ kN/apoio}$   
 $F_1 = F_2 = 127,9 \text{ kN/estaca}$   
 $F_7 = F_8 = -127,9 \text{ kN/estaca}$

### 3.3 Apoios P3 e P4



#### 3.3.1. Cálculo das cargas axiais nas estacas

##### 3.3.1.1. Para a hipótese de máxima carga vertical

Máxima carga da meso(Nmáx):	3812,0 kN/pilar	Máxima força horiz. longitud.(HL):	47,3 kN/pilar
Carga de solo sobre a infra :	0,0 kN/pilar	Máximo empuxo horiz. longitud.(Ea):	0,0 kN/pilar
Peso próprio da infraestrutura :	263,7 kN/pilar	Máxima força horizontal transv.(HT):	84,1 kN/apoio
	<b>Vmáx = 4075,7 kN/pilar</b>		

a) Devido às cargas verticais :  $\cos \alpha = 0,9864$        $\Sigma \cos^2 \alpha = 3,8919$        $Vmáx= 4075,7 \text{ kN/pilar}$

$$F1=F2=F3=F4=F5=F6=F7=F8 = 1033,0 \text{ kN/estaca}$$

b) Devido força longitudinal :  $\sin \alpha = 0,1644$        $\Sigma \sin^2 \alpha = 0,0541$        $H_L = 47,3 \text{ kN/pilar}$   
 $F3=F5 = -143,9 \text{ kN/estaca}$        $E_a = 0,0 \text{ kN/pilar}$   
 $F4=F6 = 143,9 \text{ kN/estaca}$        $Total = 47,3 \text{ kN/pilar}$

c) Devido momento longitudinal :  $r_i = 0,8750$        $\Sigma r_i^2 = 1,5313$        $M_L = 201,0 \text{ kN.m/pilar}$   
 $F1=F7 = -114,9 \text{ kN/estaca}$   
 $F2=F8 = 114,9 \text{ kN/estaca}$

d) Devido força transversal :  $\sin \alpha = 0,1644$        $\Sigma \sin^2 \alpha = 0,1081$        $H_T = 84,1 \text{ kN/apoio}$   
 $F1=F2 = 127,9 \text{ kN/estaca}$   
 $F7=F8 = -127,9 \text{ kN/estaca}$

e) Devido momento transversal :  $r_i = 4,9000$   $\Sigma r_i^2 = 96,040$   $M_T = -790,5 \text{ kN.m/apoio}$

$F5=F6= 40,3 \text{ kN/estaca}$   
 $F3=F4= -40,3 \text{ kN/estaca}$

f) Superposição dos efeitos :

$F1= 1046,0 \text{ kN/estaca}$   $F2= 1275,7 \text{ kN/estaca}$  ←máx  
 $F3= 848,8 \text{ kN/estaca}$   $F4= 1136,5 \text{ kN/estaca}$   
 $F5= 929,4 \text{ kN/estaca}$   $F6= 1217,2 \text{ kN/estaca}$   
 $F7= 790,2 \text{ kN/estaca}$   $F8= 1020,0 \text{ kN/estaca}$

### 3.3.1.2. Para a hipótese de mínima carga vertical

Mínima carga da meso (Nmin):  $2163,0 \text{ kN/pilar}$   $\text{Máxima força horiz. longitud.}(H_L) : 47,3 \text{ kN/pilar}$   
 Carga de solo sobre a infra :  $0,0 \text{ kN/pilar}$   $\text{Máximo empuxo horiz. longitud.}(E_a) : 0,0 \text{ kN/pilar}$   
 Peso próprio da infraestrutura :  $263,7 \text{ kN/pilar}$   $\text{Máxima força horiz. transv.}(H_T) : 84,1 \text{ kN/apoio}$   
 $V_{min} = 2426,7 \text{ kN/pilar}$

a) Devido às cargas verticais :  $\cos \alpha = 0,9864$   $\Sigma \cos^2 \alpha = 3,8919$   $V_{min} = 2426,7 \text{ kN/pilar}$

$F1=F2=F3=F4=F5=F6=F7=F8 = 615,0 \text{ kN/estaca}$

b) Devido força longitudinal :  $\sin \alpha = 0,1644$   $\Sigma \sin^2 \alpha = 0,0541$   $H_L = 47,3 \text{ kN/pilar}$   
 $E_a = 0,0 \text{ kN/pilar}$   
 $F3=F5 = -143,9 \text{ kN/estaca}$   $\text{Total} = 47,3 \text{ kN/pilar}$   
 $F4=F6 = 143,9 \text{ kN/estaca}$

c) Devido momento longitudinal :  $r_i = 0,8750$   $\Sigma r_i^2 = 1,5313$   $M_L = 201,0 \text{ kN.m/pilar}$

$F1=F7 = -114,9 \text{ kN/estaca}$   
 $F2=F8 = 114,9 \text{ kN/estaca}$

d) Devido força transversal :  $\sin \alpha = 0,1644$   $\Sigma \sin^2 \alpha = 0,1081$   $H_T = 84,1 \text{ kN/apoio}$

$F1=F2 = 127,9 \text{ kN/estaca}$   
 $F7=F8 = -127,9 \text{ kN/estaca}$

e) Devido momento transversal :  $r_i = 4,9000$   $\Sigma r_i^2 = 96,040$   $M_T = -790,5 \text{ kN.m/apoio}$

$F5=F6 = 40,3 \text{ kN/estaca}$   
 $F3=F4 = -40,3 \text{ kN/estaca}$

f) Superposição dos efeitos :

$F1= 628,1 \text{ kN/estaca}$   $F2= 857,8 \text{ kN/estaca}$   
 $F3= 430,8 \text{ kN/estaca}$   $F4= 718,6 \text{ kN/estaca}$   
 $F5= 511,5 \text{ kN/estaca}$   $F6= 799,2 \text{ kN/estaca}$   
 $F7= 372,3 \text{ kN/estaca}$  ←min  $F8= 602,0 \text{ kN/estaca}$

3.3.2. Cálculo dos blocos  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$   $f_{ctk,sup} = 3,765 \text{ MPa}$   $f_{ctm} = 2,896 \text{ MPa}$

a) Na direção longitudinal:

$M_{Ld} = 2955,0 \text{ kN.m}$   $b_w = 265 \text{ cm}$   $d = 117 \text{ cm}$

$M_{dmin} = 1915,8 \text{ kN.m} < M_{Ld} \rightarrow M_d = 2955,0 \text{ kN.m}$

$k_c = 12,28$   $k_s = 0,0236$   $A_s = 59,60 \text{ cm}^2$   $\text{Adotar: } 30 \text{ } \phi \text{ } 16,0$

b) Na direção transversal

$$M_{Td} = 2844,1 \text{ kN.m} \quad b_w = 265 \text{ cm} \quad d = 117 \text{ cm}$$

$$M_{dmin} = 1915,8 \text{ kN.m} < M_{Td} \rightarrow M_d = 2844,1 \text{ kN.m}$$

$$k_c = 12,75 \quad k_s = 0,0236 \quad A_s = 57,37 \text{ cm}^2 \quad \text{Adotar: } 30 \quad \phi \quad 16,0$$

### 3.3.3. Cálculo da viga de rigidez entre blocos

$$\text{Momentos transversais nos pés dos pilares :} \quad 1^\circ \text{ pilar: } 520,0 \text{ kN.m} \quad 2^\circ \text{ pilar: } 520,0 \text{ kN.m}$$

$$\begin{array}{l} \text{Cargas sobre a viga :} \\ \text{Peso próprio : } 13,1 \text{ kN/m} \\ \text{Sobrecargas : } \frac{0,0}{13,1} \text{ kN/m} \\ \hline 13,1 \text{ kN/m} \end{array}$$

a) Para momentos fletores

$$M_{dmin} = 276,76 \text{ kN.m} < M_{Sd} \rightarrow M_d = 772,65 \text{ kN.m}$$

$$M_{Sd} = 772,65 \text{ kN.m} \quad b_w = 50 \text{ cm} \quad d = 100 \text{ cm} \quad k_c = 6,47 \quad k_s = 0,0242$$

$$A_s = 18,70 \text{ cm}^2 \quad \text{Adotar: } 10 \quad \phi \quad 16,0$$

b) Para esforços cortantes

$$V_d = 230,5 \text{ kN} \quad A = 5,89 \text{ cm}^2/\text{m} < A = 6,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Adotar estribos: } \phi \quad 8,0 \quad \text{c.15} \quad \text{de} \quad 2 \quad \text{ramos}$$

c) Para armadura de pele

$$A_{sp} = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Adotar } \phi \quad 10,0 \quad \text{c.16}$$

## **4.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS**

## 4.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

### 4.1 - Infra e Mesoestrutura

**a) Estacas metálicas perfil laminado W310x97,0-Forn. e Crav. - Total = 864,00 m**

Comprimento das estacas metálicas conforme sondagem=18,00metros

Comprimento total das estacas: 48 estacas x 18,00m=864,00m

**b) Escavação manual de solo a céu aberto - Total = 252,72 m<sup>3</sup>**

Blocos P1 a P6: 3,00 x 3,00 x 1,80 x 12 = 194,40 m<sup>3</sup>

Viga de ligação blocos: 1,00 x 1,80 x 5,40 x 6 = 58,32 m<sup>3</sup>

**c) Concreto Magro - Total = 9,75 m<sup>3</sup>**

Blocos: 2,85 x 2,85 x 0,10 x 12 = 9,75 m<sup>3</sup>

**d) Forma de placa compensada resinada - Total = 759,82 m<sup>2</sup>**

Blocos P1 a P6: 2,65 x 1,40 x 4 x 12 = 178,08 m<sup>2</sup>

Pilares P1 e P6: 2 x 3,14 x 0,50 x 1,75 x 4 = 21,98 m<sup>2</sup>

Pilares P2 e P5: 2 x 3,14 x 0,50 x 5,00 x 4 = 59,56m<sup>2</sup>

Pilares P3 a P4: 2 x 3,14 x 0,50 x 8,60x 4 = 104,93 m<sup>2</sup>

Vigas de ligação blocos P1 a P6: 2,60 x 5,40 x 6 = 84,24 m<sup>2</sup>

Vigas travessa P1 e P6: 3,40 x 12,30 x 2 + 1,00 x 1,20 x 2 x 2 = 88,44 m<sup>2</sup>



Vigas travessa P2, P3, P4 e P5:  $3,70 \times 12,30 \times 4 + 1,30 \times 1,20 \times 2 \times 4 = 194,52 \text{ m}^2$

Berços P1 e P6:  $1,70 \times 0,10 \times 11 \times 2 = 3,74 \text{ m}^2$

Berços P2 e P5:  $1,70 \times 0,10 \times 11 \times 2 + 1,70 \times 0,15 \times 11 \times 2 = 9,35 \text{ m}^2$

Berços P3 e P4:  $1,70 \times 0,10 \times 11 \times 2 + 1,70 \times 0,13 \times 11 \times 2 = 8,60 \text{ m}^2$

**e) Concr. estr.fck=30 MPa-c.raz.uso ger conf. e lanç. - Total = 290,35 m<sup>3</sup>**

Blocos P1 a P6:  $2,65 \times 2,65 \times 1,40 \times 12 = 117,98 \text{ m}^3$

Pilares P1 e P6:  $3,14 \times 0,50^2 \times 1,75 \times 4 = 5,50 \text{ m}^3$

Pilares P2 e P5:  $3,14 \times 0,50^2 \times 5,00 \times 4 = 14,97 \text{ m}^3$

Pilares P3 a P4:  $3,14 \times 0,50^2 \times 8,60 \times 4 = 26,31 \text{ m}^3$

Vigas de ligação blocos P1 a P6:  $0,50 \times 1,05 \times 5,40 \times 6 = 17,01 \text{ m}^3$

Vigas travessa P1 e P6:  $1,00 \times 1,20 \times 12,30 \times 2 = 29,52 \text{ m}^3$

Vigas travessa P2, P3, P4 e P5:  $1,30 \times 1,20 \times 12,30 \times 4 = 76,75 \text{ m}^3$

Berços P1 e P6:  $0,40 \times 0,45 \times 0,10 \times 11 \times 2 = 0,40 \text{ m}^3$

Berços P2 e P5:  $0,40 \times 0,45 \times 0,10 \times 11 \times 2 + 0,40 \times 0,45 \times 0,15 \times 11 \times 2 = 1,00 \text{ m}^3$

Berços P3 e P4:  $0,40 \times 0,45 \times 0,10 \times 11 \times 2 + 0,40 \times 0,45 \times 0,13 \times 11 \times 2 = 0,92 \text{ m}^3$

**f) Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50 - Total = 31.692 kg**

Ligação estaca bloco: 711 kg

Blocos apoios P1 a P6: 7.954 kg

Pórticos P1 e P6: 5.919 kg

Pórticos P2 e P5: 7.169 kg

Pórticos P3 e P4: 7.645 kg

Berços: 2.294 kg

**g) Fornec. e coloc. de aparelhos de apoio de elastômero fretado - Total = 791,12 kg**

Pórticos P1 e P6:  $2,0 \times 2,5 \times 0,64 \times 22 = 70,40 \text{ dm}^3 \times 3,10 \text{ kg/dm}^3 = 218,24 \text{ kg}$

Pórticos P2 e P5:  $2,0 \times 2,5 \times 0,53 \times 44 = 116,60 \text{ dm}^3 \times 3,10 \text{ kg/dm}^3 = 361,46 \text{ kg}$

Pórticos P3 e P4:  $2,0 \times 2,5 \times 0,31 \times 44 = 68,20 \text{ dm}^3 \times 3,10 \text{ kg/dm}^3 = 211,42 \text{ kg}$

**h) Escoramento de OAE para mesoestrutura - Total = 1174,55 m<sup>3</sup>**

Pórticos P1 e P6:  $2,50 \times 1,75 \times 13,00 \times 2 = 113,75 \text{ m}^3$

Pórticos P2 e P5:  $3,00 \times 5,00 \times 13,00 \times 2 = 390,00 \text{ m}^3$

Pórticos P3 e P4:  $3,00 \times 8,60 \times 13,00 \times 2 = 670,80 \text{ m}^3$

## 4.2 - Superestrutura

**a) Forma de placa compensada resinada - Total = 2168,50 m<sup>2</sup>**

Lajes:  $2,26 \times 110,50 + 5,00 \times 13,00 = 314,73 \text{ m}^2$

Transversinas:  $1,77 \times 10,57 \times 10 + 0,25 \times 0,76 \times 2 \times 10 = 190,89 \text{ m}^2$

Cortinas:  $2,68 \times 13,00 \times 2 = 69,68 \text{ m}^2$

Alas:  $1,53 \times 2 \times 4 + 0,20 \times 1,87 \times 4 = 13,74 \text{ m}^2$

Cunhas de nivelamento longarinas:  $1,70 \times 0,07 \times 110 = 13,09 \text{ m}^2$

Enchimento de regularização longarinas:  $22,00 \times 0,07 \times 2 \times 55 = 169,40 \text{ m}^2$

Longarina in loco:  $3,15 \times 0,45 \times 22 = 31,19 \text{ m}^2$

Pré-laje:  $2210 \times 0,618 = 1365,78 \text{ m}^2$

**b) Concr. estr.fck=30 MPa-c.raz.uso ger conf. e lanç. - Total = 419,09 m<sup>3</sup>**

Lajes e Pré-laje:  $0,23 \times 13,00 \times 118,06 + 0,15 \times 0,15 \times 118,06 \times 2 = 358,31 \text{ m}^3$

Transversinas:  $0,25 \times 0,76 \times 10,57 \times 10 = 20,08 \text{ m}^3$

Cortinas:  $0,41 \times 13,00 \times 2 = 10,66 \text{ m}^3$

Alas:  $1,53 \times 0,20 \times 4 = 1,23 \text{ m}^3$

Cunhas de nivelamento longarinas:  $0,40 \times 0,45 \times 0,07 \times 110 = 1,39 \text{ m}^3$

Enchimento de regularização longarinas:  $0,30 \times 22,00 \times 0,07 \times 55 = 25,41 \text{ m}^3$

Longarina in loco:  $0,213 \times 0,45 \times 22 = 2,11 \text{ m}^3$

**c) Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50 - Total = 38.610 kg**

Lajes: 26.748 kg

Pré-lajes: 8.873 kg

Transversinas: 1.734 kg

Cortinas: 959 kg

Alas: 131 kg

Cunhas de nivelamento longarinas: 165 kg

**d) Fornecimento e colocação de longarinas pré-moldadas de 21,85m - Total = 33,00 un**

- **Formas de placa compensada - Total = 2.271,31 m<sup>2</sup>**

Longarina de 21,85m:  $3,15 \times 21,85 \times 33 = 2.271,31 \text{ m}^2$

- **Concr. estr.fck=430 MPa-c.raz.uso ger conf. e lanç. - Total = 153,59 m<sup>3</sup>**

Longarina de 21,85m:  $0,213 \times 21,85 \times 33 = 153,59 \text{ m}^3$

- **Fornecimento, preparo, colocação aço CA-50 - Total = 11.094 kg**
- **Fornecimento, preparo, colocação de cordoalha CP-190 RB - Total = 10.059 kg**
- **Fornecimento, preparo, colocação de fio CP-175 RB - Total = 440 kg**
- **Protensão de 20 cordoalhas de 21,85 mm – Total = 33 und.**
- **Carga, trans., içam. e lançam. de longarina pré-moldada até 20 ton. - Total = 33 und.**

**e) Fornecimento e colocação de longarinas pré-moldadas de 22,325m - Total = 22,00 un**

- **Formas de placa compensada - Total = 1.547,13 m<sup>2</sup>**

Longarina de 22,325m:  $3,15 \times 22,325 \times 22 = 1.547,13 \text{ m}^2$

- **Concr. estr.fck=40 MPa-c.raz.uso ger conf. e lanç. - Total = 104,62 m<sup>3</sup>**

Longarina de 22,325m:  $0,213 \times 22,325 \times 22 = 104,62 \text{ m}^3$

- **Fornecimento, preparo, colocação aço CA-50 - Total = 8.765 kg**
- **Fornecimento, preparo, colocação de cordoalha CP-190 RB - Total = 6.850 kg**
- **Fornecimento, preparo, colocação de fio CP-175 RB - Total = 300 kg**
- **Protensão de 20 cordoalhas de 22,325 mm – Total = 22 un**
- **Carga, trans., içam. e lançam. de longarina pré-moldada até 20 ton. – Total = 22 un**

**f) Fornecimento e colocação de longarinas pré-moldadas de 2,95m - Total = 22,00 un**

- **Formas de placa compensada - Total = 204,44 m<sup>2</sup>**

Longarina de 2,95m:  $3,15 \times 2,95 \times 22 = 204,44 \text{ m}^2$

- **Concr. estr.fck=40 MPa-c.raz.uso ger conf. e lanç. - Total = 13,83 m<sup>3</sup>**

Longarina de 2,95m:  $0,213 \times 2,95 \times 22 = 13,83 \text{ m}^3$

- **Fornecimento, preparo, colocação aço CA-50 - Total = 2.010 kg**
- **Carga, trans., içam. e lançam. de longarina pré-moldada até 5 ton. – Total = 22 un**

#### 4.3 - Barreira New Jersey

- a) **Forma de placa compensada resinada - Total = 408,60 m<sup>2</sup>**

$$1,80 \times 227,00 = 408,60 \text{ m}^2$$

- b) **Concr. estr.fck=30 MPa-c.raz.uso ger conf. e lanç. - Total = 54,48 m<sup>3</sup>**

$$0,24 \times 227,00 = 54,48 \text{ m}^3$$

- c) **Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50- Total = 3.947 kg**

#### 4.4 - Placa de Transição

- a) **Concreto magro - Total = 9,45 m<sup>3</sup>**

$$3,75 \times 12,60 \times 0,10 \times 2 = 9,45 \text{ m}^3$$

- b) **Forma de placa compensada resinada - Total = 15,37 m<sup>2</sup>**

$$(0,25 + 0,36) \times 12,60 \times 2 = 15,37 \text{ m}^2$$

**c) Concr. estr.fck=30 MPa-c.raz.uso ger conf. e lanç. - Total = 27,97 m<sup>3</sup>**

$$1,11 \times 12,60 \times 2 = 27,97 \text{ m}^3$$

**d) Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50- Total = 3.435 kg**

#### **4.5 - Guarda-corpo**

**a) Forma de placa compensada resinada – Total = 66,12 m<sup>2</sup>**

$$0,60 \times 0,95 \times 116 = 66,12 \text{ m}^2$$

**b) Concr. estr.fck=30 MPa-c.raz.uso ger conf. e lanç. – Total = 2,48 m<sup>3</sup>**

$$0,15 \times 0,15 \times 0,95 \times 116 = 2,48 \text{ m}^3$$

**c) Fornecimento preparo colocação aço CA-50 e CA-60 – Total = 327 kg**

**d) Tubo galvanizado  $\phi = 50 \text{ mm}$  - Total = 630,30 m**

$$210,10 \times 3 = 630,30 \text{ m}$$

#### **4.6 - Acabamentos e Obras Complementares**

**a) Dreno de PVC D=100 mm, fornec. e colocação – Total = 40 un**

**b) Concr. estr.fck=30 MPa-c.raz.uso ger conf. e lanç.cap. e passeios - Total = 83,88 m<sup>3</sup>**

Capa de concreto pistas de rolamento:  $7,00 \times 0,07 \times 118,06 = 57,85 \text{ m}^3$

Capa de concreto passeios:  $2,45 \times 0,045 \times 118,06 \times 2 = 26,03 \text{ m}^3$

**c) Asfalto faixa de rolamento e=5,00cm - Total = 41,32 m<sup>3</sup>**

$7,00 \times 0,05 \times 118,06 = 41,32 \text{ m}^3$

## **5.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS GERAL**



## 5.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS GERAL

### 5.1 - Terraplanagem

#### 5.1.1 - Limpeza e destocagem da vegetação

- Remoção de vegetação existente na cabeceira Leste (Rua Aubé)
  - Largura média: Largura da pista mais três metros em cada bordo
  - Extensão com vegetação de diâmetro menor que 15cm: 325,00m<sup>2</sup>
  - Estimativa de vegetação com diâmetro maior que 15cm: 180 unidades
  
- Remoção de vegetação existente na cabeceira Oeste (Rua Plácido Olímpio de Oliveira)
  - Largura média: Largura da pista mais três metros em cada bordo
  - Extensão com vegetação de diâmetro menor que 15cm: 1.985,00m<sup>2</sup>
  - Estimativa de vegetação com diâmetro maior que 15cm: 200 unidades

**ÁREA TOTAL DE VEGETAÇÃO A SER REMOVIDA: 2.310,00 m<sup>2</sup>**

**ÁRVORES A SEREM REMOVIDAS: 14 Unidades**

#### 5.1.2 - Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria

- O volume de escavação e transporte de material de 1ª categoria compreende todo o volume da planilha de volumes do eixo 03 descontando a camada de 10cm de remoção de pavimentação asfáltica e 30cm de remoção de solo mole
  - Volume da planilha de volumes: 723,00m<sup>3</sup>
  - Volume de remoção de solo mole: 426,00m<sup>3</sup>
  - Volume de remoção de pavimentação asfáltica: 123,00m<sup>3</sup>
  - Volume de escavação; carga e transporte de material de 1ª categoria: 174,00m<sup>3</sup>

## 5.2 – Drenagem Pluvial

Todas as extensões de tubulação e quantitativos de poços de visita, chaminé de poços de visita e caixas de ligação foram obtidos a partir do projeto de Drenagem, constantes do Volume 02 deste relatório.

### 5.2.1 – Escavação de vala não escorada em material de 1ª categoria

O quantitativo de vala foi obtido multiplicando-se a largura da vala considerando o diâmetro externo do tubo mais metade do seu diâmetro de cada lado do mesmo, pela profundidade de 0,95m mais o diâmetro externo do tubo e pela extensão da tubulação.

### 5.2.2 – Reaterro e compactação mecânica das valas com compactador tipo soquete

O reaterro e compactação mecânica das valas foi calculada subtraindo-se a área da seção do tubo da área da escavação da vala e multiplicando-se a área resultante pela extensão total de tubulação.

### 5.2.3 – Lastro de brita

O volume do lastro de brita foi adquirido multiplicando-se a largura da vala considerando o diâmetro externo do tubo mais metade do seu diâmetro de cada lado do mesmo, pela espessura de 0,15m e pela extensão da tubulação.

RESUMO DA DRENAGEM		
ITEM	Quant.	Unidade
ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS DE DRENAGEM	932,00	m <sup>3</sup>
REATERRO APILOADO DE VALAS DE DRENAGEM	763,00	m <sup>3</sup>
LASTRO DE BRITA PARA TUBULAÇÃO	79,00	m <sup>3</sup>
TUBULAÇÃO DE CONCRETO SIMPLES Ø40 COM LASTRO DE BRITA 15cm	170,00	m <sup>3</sup>
TUBULAÇÃO DE CONCRETO SIMPLES Ø60 COM LASTRO DE BRITA 1	91,00	m <sup>3</sup>
TUBULAÇÃO DE CONCRETO ARMADO Ø80 COM LASTRO DE BRITA 15cm	61,00	m <sup>3</sup>
TUBULAÇÃO DE CONCRETO ARMADO Ø100 COM LASTRO DE BRITA 15cm	50,00	m <sup>3</sup>
BOCA DE LOBO BLS-01 - h=1,00m	5,00	und
BOCA DE LOBO BLS-02 - h=1,50m	14,00	und
CAIXA DE LIGAÇÃO PARA Ø40cm - CLP-01	1,00	und
CAIXA DE LIGAÇÃO PARA Ø60cm - CLP-02	4,00	und
CAIXA DE LIGAÇÃO PARA Ø80cm - CLP-03	1,00	und
POÇO DE VISITA Ø40cm - PV-01	1,00	und
POÇO DE VISITA Ø60cm - PV-02	3,00	und
POÇO DE VISITA Ø80cm - PV-03	3,00	und
POÇO DE VISITA Ø100cm - PV-04	3,00	und
BOCA DE BSTC (ESC. NORMAL) Ø100cm	1,00	und

### 5.3 – Pavimentação

Os volumes dos elementos constituintes das camadas do pavimento foram retirados do projeto geométrico e representados na tabela abaixo:

#### 14.3.1 - Pavimentação Asfáltica cabeceira Rua Aubé

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m <sup>2</sup> )
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO 100% PROCTOR NORMAL	11,87	41,27	490,00
IMPRIMAÇÃO	10,76	41,27	444,00
1ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	10,76	41,27	444,00
2ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	10,32	41,27	426,00

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
CAMADA DE MACADAME SECO	11,53	41,27	0,25	119,00
CAMADA DE BRITA GRADUADA	10,76	41,27	0,18	79,92

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (T)
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE (FAIXA B)	10,32	41,27	0,05	53,25
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE – FAIXA C	10,15	41,27	0,05	52,38

#### 14.3.2 - Pavimentação Asfáltica cabeceira Rua Plácido Olímpio de Oliveira

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m <sup>2</sup> )
REGULARIZAÇÃO DO SUB LEITO 100% PROCTOR NORMAL	9,65	38,22	369,00
IMPRIMAÇÃO	8,71	38,22	333,00
1ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	8,71	38,22	333,00
2ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	8,35	38,22	319,00

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
CAMADA DE MACADAME SECO	9,37	38,22	0,25	89,50
CAMADA DE BRITA GRADUADA	8,71	38,22	0,18	59,94

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (T)
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE (FAIXA B)	8,35	38,22	0,05	39,88
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE – FAIXA C	8,21	38,22	0,05	39,25

#### 14.3.3 - Pavimentação Asfáltica cabeceira Rua Porto Belo

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m <sup>2</sup> )
REGULARIZAÇÃO DO SUB LEITO 100% PROCTOR NORMAL	8,67	18,93	164,00
IMPRIMAÇÃO	7,98	18,93	151,00
1ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	7,98	18,93	151,00
2ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	7,71	18,93	146,00

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
CAMADA DE MACADAME SECO	8,40	18,93	0,25	39,75
CAMADA DE BRITA GRADUADA	7,98	18,93	0,18	27,18

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (T)
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE (FAIXA B)	7,71	18,93	0,05	18,25
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE – FAIXA C	7,61	18,93	0,05	18,00

**14.3.4 - Pavimentação Asfáltica das Ruas Plácido Olímpio de Oliveira e Porto Belo**

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m²)
REGULARIZAÇÃO DO SUB LEITO 100% PROCTOR NORMAL	12,04	121,30	1.460,00
IMPRIMAÇÃO	10,82	121,30	1.312,00
1ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	10,82	121,30	1.312,00
2ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	10,51	121,30	1.275,00

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (m³)
CAMADA DE REFORÇO DE RACHÃO	11,71	121,30	0,30	426,00
CAMADA DE REFORÇO DE AREIA	11,71	121,30	0,30	426,00
CAMADA DE MACADAME SECO	11,16	121,30	0,25	338,50
CAMADA DE BRITA GRADUADA	10,82	121,30	0,18	236,16

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (T)
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE (FAIXA B)	10,51	121,30	0,05	159,38
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE – FAIXA C	10,41	121,30	0,05	157,88

**14.3.5 - Pavimentação Asfáltica da Ponte**

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m²)
IMPRIMAÇÃO	7,53	118,05	889,00

Serviço	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (T)
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE – FAIXA C	7,53	118,05	0,05	111,13

**RESUMO DOS QUANTITATIVOS**

REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO 100% PROCTOR NORMAL	2.483,00	m²
IMPRIMAÇÃO	3.129,00	m²
1ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	2.240,00	m²
2ª CAMADA - PINTURA DE LIGAÇÃO	2.166,00	m²
CAMADA DE REFORÇO DE RACHÃO	426,00	m³
CAMADA DE REFORÇO DE AREIA	426,00	m³
CAMADA DE MACADAME SECO	586,75	m³
CAMADA DE BRITA GRADUADA	403,20	m³
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE (FAIXA B)	270,75	T
CAMADA CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE - FAIXA C	378,63	T

**5.4 – Sinalização**

Os quantitativos da sinalização foram retirados do projeto de sinalização viária arquivo SIN-08610-01-B.dwg.

Sinalização Vertical				
Placas	Tipo	Área unitária	Quantidade	Área total
Pare - R-1	Hexagonal	0,60	1,00	0,60
R-6C	Redonda	0,28	6,00	1,68
R-19	Redonda	0,28	2,00	0,56
Sinalização Vertical				
R-36a	Redonda	0,28	2,00	0,56
R-36-b	Redonda	0,28	2,00	0,56

A-10a	Quadrada	0,36	1,00	0,36
A-10B	Quadrada	0,36	1,00	0,36
A-32b	Quadrada	0,36	6,00	2,16
A-30b	Retangular	0,80	2,00	1,60
S-06a	Retangular	0,50	2,00	1,00
<b>TOTAL</b>				<b>9,44</b>

Semi-Pórtico				
IND-01	Retangular	3,00	1,20	3,60
IND-02	Retangular	3,00	1,20	3,60
IND-03	Retangular	3,00	1,20	3,60
IND-04	Retangular	3,00	1,20	3,60
IND-05	Retangular	3,00	1,20	3,60
<b>TOTAL</b>				<b>5,00</b>

Setas, Zebrados e Dizeres			
Tipo	Extensão	Largura	Área Total
Faixa de retenção	16,00	0,40	6,40
Zebrado	192,00	1,00	192,00
Travesia de pedestres	30,00	4,00	120,00
Ciclofaixa	7,50	2,40	18,00
Siga em frente ou direita/esquerda	1,87	2,00	3,74
Vire a direita	1,83	1,00	1,83
Siga em frente	1,08	3,00	3,24
Pare	3,41	2,00	6,82
<b>TOTAL</b>			<b>352,03</b>

Pintura de Faixa			
Tipo	Área Unitária	Quantidade	Área Total
Linha simples continua	783,00	0,12	93,96
Linha simples seccionada	36,00	0,12	4,32
<b>TOTAL</b>			<b>98,28</b>

Tachas e Tachões		
Tacha refletiva monodirecional	149,00	und
Tachão refletivo monodirecional	72,00	und
Tachão refletivo Bidirecional	105,00	und

## 5.5 – Muro de Contenção em Gabião

Os volumes dos elementos constituintes dos muros de gabião foram retirados do projeto geométrico e representados na tabela abaixo:

RESUMO DAS SEÇÕES				
Seção	Muro	Estaca		Quant. (m)
		Início	Fim	
SEÇÃO TIPO - 5,00m < h < 5,50m	1	8+4,40	8+8,03	3,63
SEÇÃO TIPO - 5,00m < h < 5,50m	2	8+4,40	8+8,03	3,63
SEÇÃO TIPO - 5,00m < h < 5,50m	4	1+12,00	2+6,21	14,21
SEÇÃO TIPO - 4,50m < h < 5,00m	1	8+8,03	8+13,07	5,04
SEÇÃO TIPO - 4,50m < h < 5,00m	2	8+8,03	8+13,07	5,04
SEÇÃO TIPO - 4,50m < h < 5,00m	3	2+1,45	2+6,50	5,05
SEÇÃO TIPO - 4,50m < h < 5,00m	4	1+16,49	1+12,00	4,49
SEÇÃO TIPO - 4,00m < h < 4,50m	1	8+13,07	8+17,75	4,68
SEÇÃO TIPO - 4,00m < h < 4,50m	2	8+13,07	8+17,75	4,68
SEÇÃO TIPO - 4,00m < h < 4,50m	3	1+19,50	2+1,45	1,95
SEÇÃO TIPO - 4,00m < h < 4,50m	4	1+4,61	1+7,51	2,90
SEÇÃO TIPO - 3,50m < h < 4,00m	1	8+17,75	8+19,40	1,65
SEÇÃO TIPO - 3,50m < h < 4,00m	2	8+17,75	9+2,15	4,40
SEÇÃO TIPO - 3,50m < h < 4,00m	3	1+16,85	1+19,50	2,65
SEÇÃO TIPO - 3,50m < h < 4,00m	4	1+1,98	1+4,61	2,63
SEÇÃO TIPO - 3,00m < h < 3,50m	1	8+19,40	9+2,15	2,75
SEÇÃO TIPO - 3,00m < h < 3,50m	2	9+2,15	9+6,32	4,17
SEÇÃO TIPO - 3,00m < h < 3,50m	3	1+12,53	1+16,85	4,32
SEÇÃO TIPO - 3,00m < h < 3,50m	4	0+19,35	1+1,98	2,63
SEÇÃO TIPO - 2,50m < h < 3,00m	1	9+2,15	9+6,31	4,16
SEÇÃO TIPO - 2,50m < h < 3,00m	2	9+6,32	9+8,40	2,08
SEÇÃO TIPO - 2,50m < h < 3,00m	3	1+8,38	1+12,53	4,15
SEÇÃO TIPO - 2,50m < h < 3,00m	4	0+18,20	0+19,35	1,15
SEÇÃO TIPO - 2,00m < h < 2,50m	1	9+6,31	9+10,39	4,08
SEÇÃO TIPO - 2,00m < h < 2,50m	2	9+8,40	9+11,03	2,63
SEÇÃO TIPO - 2,00m < h < 2,50m	3	1+7,50	1+8,38	0,88
SEÇÃO TIPO - 1,50m < h < 2,00m	2	9+10,39	24,26	4,87
				<b>104,50</b>

SOMATÓRIO DAS SEÇÕES				
Seção Tipo	Quant. (m)	Área da seção (m²)	Volume da seção (m³/m)	Volume total da seção (m³)
SEÇÃO TIPO - 1,50m < h < 2,00m	4,87	2,50	2,50	12,18
SEÇÃO TIPO - 2,00m < h < 2,50m	7,59	3,50	3,50	26,57
SEÇÃO TIPO - 2,50m < h < 3,00m	11,54	4,50	4,50	51,93
SEÇÃO TIPO - 3,00m < h < 3,50m	13,87	5,75	5,75	79,75
SEÇÃO TIPO - 3,50m < h < 4,00m	11,33	7,00	7,00	79,31
SEÇÃO TIPO - 4,00m < h < 4,50m	14,21	8,50	8,50	120,79
SEÇÃO TIPO - 4,50m < h < 5,00m	19,62	10,00	10,00	196,20
SEÇÃO TIPO - 5,00m < h < 5,50m	21,47	11,75	11,75	252,27

QUANTITATIVO				
PEDRA DE MÃO PARA ENCHIMENTO DO GABIÃO			818,99	m <sup>3</sup>
PEDRA DE MÃO PARA ENCHIMENTO DOS CONTRAFORTES			100,50	m <sup>3</sup>
RACHÃO PARA BASE DO GABIÃO			177,07	m <sup>3</sup>
MANTA GEOTÊXTIL			746,74	m <sup>2</sup>
ESCAVAÇÃO DE VALA PARA EXECUÇÃO DA BASE			739,32	m <sup>3</sup>
REATERRO EXTERNO A CORTINA			87,78	m <sup>3</sup>

## 5.6 – Obras Complementares

### 5.6.1 - Volume de concreto a ser demolido

- Estrutura do muro de alvenaria no bordo esquerdo da Rua Plácido Olímpio de Oliveira;
  - Extensão prevista para demolição: 56,00m
  - Largura média: 0,20m
  - Altura adotada do baldrame: 0,30m
  - Pilaretes 0,20X0,30x0,40m a cada 2,50m
  - Volume: 4,00m<sup>3</sup>
  
- Estrutura do muro de alvenaria no bordo direito da Rua Aubé;
  - Extensão prevista para demolição: 60,00m
  - Largura média: 0,20m
  - Altura adotada do baldrame: 0,30m
  - Pilaretes 0,20X0,30x1,50m a cada 2,50m
  - Volume: 6,00m<sup>3</sup>
  
- Casa de alvenaria no bordo direito da Rua Aubé
  - Extensão prevista para demolição: 40,00m
  - Largura média: 0,20m
  - Altura adotada do baldrame: 0,30m
  - Altura média adotada das vigas de amarração: 0,30m
  - Pilares ,20X0,30m a cada 2,50m
  - Volume: 6,00m<sup>3</sup>

**VOLUME TOTAL DE CONCRETO A SER DEMOLIDO: 16,00 m<sup>3</sup>**

### 5.6.2 – Volume de alvenaria a ser demolida

- Muro de alvenaria no bordo esquerdo da Rua Plácido Olímpio de Oliveira
  - Extensão prevista para demolição: 56,00m
  - Largura média: 0,20m
  - Altura adotada: 0,40m
  - Volume: 5,00m<sup>3</sup>
  
- Muro de alvenaria no bordo direito da Rua Aubé
  - Extensão prevista para demolição: 60,00m
  - Largura média: 0,20m
  - Altura adotada: 1,50m
  - Volume: 18,00m<sup>3</sup>
  
- Casa de alvenaria no bordo direito da Rua Aubé
  - Extensão prevista para demolição: 40,00m
  - Largura média: 0,20m
  - Altura adotada: 3,00m
  - Volume: 24,00m<sup>3</sup>

**VOLUME TOTAL DE ALVENARIA A SER DEMOLIDO: 47,00 m<sup>3</sup>**

### 5.6.3 – Remoção e realocação de postes

Os postes a remover e realocar estão indicados com círculo vermelho no projeto geométrico, constando dois postes.

**TOTAL DE POSTES A SEREM REMOVIDOS: 02 UNIDADES**



#### **5.6.4 – Remoção de pavimentação asfáltica existente**

- Pavimento existente na esquina das Ruas Plácido Olímpio de Oliveira com Porto Belo
  - Área prevista para demolição: 1.230,00m<sup>2</sup>
  - Largura média: 10,00m
  - Altura adotada: 0,10m
  - Volume: 123,00m<sup>3</sup>

**VOLUME TOTAL DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA A SER REMOVIDA: 123,00 m<sup>3</sup>**

#### **5.6.5 – Remoção de meio-fio existente**

- Meio-fio existente no bordo direito da Rua Aubé
  - Extensão prevista para demolição: 42,00m
  - Largura média: 0,15m
  - Altura adotada: 0,30m
  - Volume: 2,00m<sup>3</sup>
- Meio-fio existente nos dois bordos das Ruas Plácido Olímpio de Oliveira e Porto Belo
  - Extensão prevista para demolição: 348,00m
  - Largura média: 0,15m
  - Altura adotada: 0,30m
  - Volume: 16,00m<sup>3</sup>

**VOLUME TOTAL DE MEIO-FIO A SER REMOVIDO: 18,00 m<sup>3</sup>**

#### **5.6.6 – Confeção de passeio**

- Confeção de calçadas nas cabeceiras Leste da ponte e Rua Aubé
  - Área prevista para execução das calçadas: 292,00m<sup>2</sup>
  - Largura média: 3,00m
- Confeção de calçadas nas cabeceiras Oeste da ponte e Ruas Plácido Olímpio de Oliveira e Porto Belo
  - Área prevista para execução das calçadas: 810,00m<sup>2</sup>
  - Largura média: 3,00m

**ÁREA TOTAL DE PASSEIO A SER CONFECCIONADO: 1.102,00 m<sup>2</sup>**

### **5.6.7 – Instalação de barreira de proteção em concreto (New Jersey)**

- Instalação de barreira pré-moldada externa de concreto armado 0,25X0,40X1,14m nos dois bordos da pista sobre a ponte e cabeceiras.
  - Extensão prevista para execução da barreira: 285,00m

**EXTENSÃO TOTAL DAS BARREIRAS NEW JERSEY: 285,00 m**

### **5.6.8 – Instalação de Guarda-Corpo**

- Instalação de Guarda-Corpo dois bordos da pista sobre a ponte e cabeceiras.
  - Extensão prevista para execução do Guarda-Corpo: 315,00m

**EXTENSÃO TOTAL DO GUARDA-CORPO: 315,00 m**

### **5.6.9 – Plantio de grama**

- Preparação do solo e plantio de grama nos canteiros da cabeceira do lado Oeste (Rua Plácido Olímpio de Oliveira)

**ÁREA TOTAL PARA PLANTIO DE GRAMA: 461,00 m<sup>2</sup>**

### **5.6.10 – Retirada de entulhos**

- Transporte local com caminhão basculante de 6m<sup>3</sup>, sobre rodovia pavimentada, material proveniente das demolições (entulho).

**VOLUME TOTAL PARA RETIRADA DE ENTULHO: 204,00 m<sup>3</sup>**

## **6.0 - PLANILHAS DE LOCAÇÃO E CÁLCULO DE VOLUMES**

## 6.1 - Relatório de Alinhamento do Eixo

**RELATÓRIO DE ALINHAMENTO**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 01

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-01-C.prj

Extensão: 0.197 km

Estaca	Descrição	Norte (y)	Este (x)	Cota	A.C.	Raio	Desenv.
0	PP	7088081.402	716023.072	2.019			
0+3.713	PCV	7088083.762	716025.939	2.214			
0+10.000		7088087.757	716030.793	2.044			
1		7088094.112	716038.514	2.066			
1+1.713	PTV	7088095.201	716039.837	2.052			
1+2.141	PCV	7088095.473	716040.167	2.048			
1+10.000		7088100.467	716046.235	1.862			
2		7088106.822	716053.956	1.481			
2+10.000		7088113.177	716061.677	1.407			
3		7088119.532	716069.398	1.497			
3+10.000		7088125.887	716077.119	0.449			
4		7088132.242	716084.840	-1.030			
4+10.000		7088138.597	716092.561	-1.820			
5		7088144.952	716100.282	-1.627			
5+10.000		7088151.307	716108.003	-1.220			
6		7088157.662	716115.724	0.239			
6+10.000		7088164.017	716123.445	1.602			
7		7088170.372	716131.166	1.631			
7+10.000		7088176.727	716138.887	1.618			
8		7088183.082	716146.608	1.734			
8+10.000		7088189.437	716154.329	1.871			
8+17.141	PTV	7088193.975	716159.843	1.962			
8+17.343	PCV	7088194.103	716159.999	1.963			
9		7088195.792	716162.050	2.007			
9+10.000		7088202.147	716169.771	2.233			
9+17.343	PTV	7088206.813	716175.441	2.341			
9+17.443	PF	7088206.877	716175.518	2.250		0.000	

**RELATÓRIO DE ALINHAMENTO**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 02

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-05-A.prj

Extensão: 0.019 km

Estaca	Descrição	Norte (y)	Este (x)	Cota	A.C.	Raio	Desenv.
0	PP	7088079.317	716059.982	2.002			
0+10.000		7088088.124	716055.246	1.758			
0+18.925	PF	7088095.985	716051.019	1.851		0.000	

**RELATÓRIO DE ALINHAMENTO**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 03

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-04-A.prj

Extensão: 0.121 km

Estaca	Descrição	Norte (y)	Este (x)	Cota	A.C.	Raio	Desenv.
0	PP	7088075.613	715997.444	2.304			
0+10.000		7088075.920	716007.439	2.302			
1		7088076.227	716017.435	2.272			
1+10.000		7088076.534	716027.430	2.239			
2	PCV	7088076.841	716037.425	2.192			
2+10.000		7088077.148	716047.420	2.123			
2+12.043	PC	7088077.211	716049.462	2.099	91°03'50"	14.000	22.251
3		7088075.242	716057.062	2.072	91°03'50"	14.000	22.251
3+10.000		7088067.606	716063.187	2.072	91°03'50"	14.000	22.251
3+14.294	PT	7088063.388	716063.891	2.069	91°03'50"	0.000	22.251
4	PTV	7088057.682	716063.960	2.092			
4+10.000		7088047.683	716064.082	2.089			
5		7088037.684	716064.203	2.102			
5+10.000		7088027.684	716064.325	2.114			
6		7088017.685	716064.446	2.132			
6+1.308	PF	7088016.377	716064.462	2.134		0.000	

## 6.2 - Curvas Horizontais



**RELATÓRIO DE CURVAS HORIZONTAIS**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 01

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-01-C.prj

Extensão: 0.197 km

PIH	Tipo da Curva	Norte (y)	Este (x)	A.C.	Raio	Desenv.	Tangente
Estacas	Norte (x)	Este (y)	Cota Greide				
PIH-1	INÍCIO	7088081.402	716023.072				
PIH-2	FINAL	7088206.877	716175.518				

**RELATÓRIO DE CURVAS HORIZONTAIS**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 02

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-05-A.prj

Extensão: 0.019 km

PIH	Tipo da Curva	Norte (y)	Este (x)	A.C.	Raio	Desenv.	Tangente
Estacas	Norte (x)	Este (y)	Cota Greide				
PIH-1	INÍCIO	7088079.317	716059.982				
PIH-2	FINAL	7088095.985	716051.019				

**RELATÓRIO DE CURVAS HORIZONTAIS**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 03

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-04-A.prj

Extensão: 0.121 km

PIH	Tipo da Curva	Norte (y)	Este (x)	A.C.	Raio	Desenv.	Tangente
Estacas	Norte (x)	Este (y)	Cota Greide				
<b>PIH-1</b>	<b>INÍCIO</b>	<b>7088075.613</b>	<b>715997.444</b>				
<b>PIH-2</b>	<b>Curva Circular</b>	<b>7088077.649</b>	<b>716063.718</b>	<b>91°03'50"</b>	<b>14.000</b>	<b>22.251</b>	<b>14.262</b>
PC=2+12.043	7088077.211	716049.462	2.651				
PT=3+14.294	7088063.388	716063.891	2.591				
<b>PIH-3</b>	<b>FINAL</b>	<b>7088016.377</b>	<b>716064.462</b>				

### 6.3 - Curvas Verticais

**RELATÓRIO DE CURVAS VERTICAIS**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 01

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-01-C.prj

Extensão: 0.197 km

PIV	Tipo da Curva	Progressiva	Cota	(L)	(i)	(e)	(k)
Estaca PCV	Progressiva	Cota	Estaca PTV	Progressiva	Cota		
PIV-1	INÍCIO	0.000	2.591				
PIV-2	Curva Parábola	12.713	2.600	L=18.000	i=0.122	e=-0.275	k=0.00339
PCV=0+3.713	3.713	2.594	PTV=1+1.713			21.713	3.704
PIV-3	Curva Parábola	99.641	13.266	L=155.000	i=-0.246	e=4.764	k=-0.00079
PCV=1+2.141	22.141	3.757	PTV=8+17.141			177.141	3.721
PIV-4	Curva Parábola	187.343	2.464	L=20.000	i=0.123	e=-0.308	k=0.00308
PCV=8+17.343	177.343	3.696	PTV=9+17.343			197.343	2.465
PIV-5	SEM CURVA	197.443	2.465	i=0.000			
PIV-6	FINAL	197.443	2.640				

**RELATÓRIO DE CURVAS VERTICAIS**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 02

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-05-A.prj

Extensão: 0.019 km

PIV	Tipo da Curva	Progressiva	Cota	(L)	(i)	(e)	(k)
Estaca PCV	Progressiva	Cota		Estaca PTV	Progressiva		Cota
PIV-1	INÍCIO	0.000	2.949				
PIV-2	FINAL	18.925	4.740				

**RELATÓRIO DE CURVAS VERTICAIS**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLIMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 03

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-04-A.prj

Extensão: 0.121 km

PIV	Tipo da Curva	Progressiva	Cota	(L)	(i)	(e)	(k)
Estaca PCV	Progressiva	Cota	Estaca PTV	Progressiva	Cota		
PIV-1	INÍCIO	0.000	2.304				
PIV-2	Curva Parábola	60.000	2.740	L=40.000	i=-0.017	e=0.086	k=-0.00022
PCV=2	40.000	2.594	PTV=4	80.000	2.542		
PIV-3	FINAL	121.308	2.134				

## 6.4 - Cálculo de Volumes



**RELATÓRIO DE VOLUMES (SUAVIZAÇÃO DE GREIDE)**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLIMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 01

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-01-C.prj

Extensão: 0.197 km

ESTACA	ÁREAS		ÁREA ACUMULADA		SEMI DISTÂNCIA	VOLUMES		VOLUME ACUMULADO	
	CORTE	ATERRO	CORTE	ATERRO		CORTE	ATERRO	CORTE	ATERRO
0	0.000	6.038	0.000	6.038					
					1.857	0.000	22.648	0.000	22.648
0+3.713	0.000	6.158	0.000	12.196					
					3.144	0.000	44.346	0.000	66.994
0+10.000	0.000	7.947	0.000	20.143					
					5.000	0.000	131.235	0.000	198.229
1	0.000	18.300	0.000	38.443					
					0.857	0.000	33.768	0.000	231.997
1+1.713	0.000	21.103	0.000	59.546					
					0.214	0.000	9.194	0.000	241.191
1+2.141	0.000	21.860	0.000	81.406					
					3.930	0.000	227.016	0.000	468.207
1+10.000	0.000	35.905	0.000	117.311					
					5.000	0.000	179.525	0.000	647.732
2	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
2+10.000	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
3	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
3+10.000	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
4	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
4+10.000	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
5	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
5+10.000	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
6	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
6+10.000	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
7	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	0.000	0.000	647.732
7+10.000	0.000	0.000	0.000	117.311					
					5.000	0.000	254.155	0.000	901.887
8	0.000	50.831	0.000	168.142					
					5.000	0.000	431.910	0.000	1333.797

**RELATÓRIO DE VOLUMES (SUAVIZAÇÃO DE GREIDE)**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 01

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-01-C.prj

Extensão: 0.197 km

ESTACA	ÁREAS		ÁREA ACUMULADA		SEMI DISTÂNCIA	VOLUMES		VOLUME ACUMULADO	
	CORTE	ATERRO	CORTE	ATERRO		CORTE	ATERRO	CORTE	ATERRO
8+10.000	0.000	35.551	0.000	203.693					
					3.571	0.000	211.867	0.000	1545.664
8+17.141	0.000	23.779	0.000	227.472					
					0.101	0.000	4.768	0.000	1550.432
8+17.343	0.000	23.433	0.000	250.905					
					1.329	0.000	56.048	0.000	1606.480
9	0.000	18.740	0.000	269.645					
					5.000	0.000	122.030	0.000	1728.510
9+10.000	0.000	5.666	0.000	275.311					
					3.672	0.246	27.283	0.246	1755.793
9+17.343	0.067	1.764	0.067	277.075					
					0.050	0.007	0.178	0.253	1755.971
9+17.443	0.063	1.789	0.130	278.864					

**TOTAL ÁREA DE ATERRO: 278.864 m2.**  
**TOTAL ÁREA DE CORTE: \*\*\*\*\* m2.**

**TOTAL VOLUME DE ATERRO: 1755.971 m3.**  
**TOTAL VOLUME DE CORTE: 0.253 m3.**

**RELATÓRIO DE VOLUMES (SUAVIZAÇÃO DE GREIDE)**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 02

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-05-A.prj

Extensão: 0.019 km

ESTACA	ÁREAS		ÁREA ACUMULADA		SEMI DISTÂNCIA	VOLUMES		VOLUME ACUMULADO	
	CORTE	ATERRO	CORTE	ATERRO		CORTE	ATERRO	CORTE	ATERRO
0	0.000	16.302	0.000	16.302					
					<b>5.000</b>	<b>0.000</b>	<b>429.190</b>	<b>0.000</b>	<b>429.190</b>
0+10.000	0.000	69.536	0.000	85.838					
					<b>4.463</b>	<b>0.000</b>	<b>886.383</b>	<b>0.000</b>	<b>1315.573</b>
0+18.925	0.000	129.071	0.000	214.909					

**TOTAL ÁREA DE ATERRO: 214.909 m2.****TOTAL VOLUME DE ATERRO: 1315.573 m3.****TOTAL ÁREA DE CORTE: \*\*\*\*\* m2.****TOTAL VOLUME DE CORTE: 0.000 m3.**

**RELATÓRIO DE VOLUMES (SUAVIZAÇÃO DE GREIDE)**

Município: JOINVILLE

Microbacia: BAIRRO BUCAREIN

Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 03

Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\TERRAPLENAGEM\PROJETO\PRJ-08610-04-A.prj

Extensão: 0.121 km

ESTACA	ÁREAS		ÁREA ACUMULADA		SEMI DISTÂNCIA	VOLUMES		VOLUME ACUMULADO	
	CORTE	ATERRO	CORTE	ATERRO		CORTE	ATERRO	CORTE	ATERRO
0	10.846	0.000	10.846	0.000					
					5.000	101.080	0.000	101.080	0.000
0+10.000	9.370	0.000	20.216	0.000					
					5.000	84.815	0.000	185.895	0.000
1	7.593	0.000	27.809	0.000					
					5.000	67.860	0.000	253.755	0.000
1+10.000	5.979	0.000	33.788	0.000					
					5.000	52.385	0.035	306.140	0.035
2	4.498	0.007	38.286	0.007					
					5.000	39.405	0.710	345.545	0.745
2+10.000	3.383	0.135	41.669	0.142					
					1.022	6.641	0.332	352.186	1.077
2+12.043	3.115	0.190	44.784	0.332					
					3.979	22.692	1.783	374.878	2.860
3	2.588	0.258	47.372	0.590					
					5.000	26.525	3.600	401.403	6.460
3+10.000	2.717	0.462	50.089	1.052					
					2.147	12.244	2.098	413.647	8.558
3+14.294	2.986	0.515	53.075	1.567					
					2.853	17.609	2.009	431.256	10.567
4	3.186	0.189	56.261	1.756					
					5.000	41.270	0.945	472.526	11.512
4+10.000	5.068	0.000	61.329	1.756					
					5.000	60.060	0.000	532.586	11.512
5	6.944	0.000	68.273	1.756					
					5.000	78.730	0.000	611.316	11.512
5+10.000	8.802	0.000	77.075	1.756					
					5.000	97.395	0.000	708.711	11.512
6	10.677	0.000	87.752	1.756					
					0.654	14.104	0.000	722.815	11.512
6+1.308	10.888	0.000	98.640	1.756					

**TOTAL ÁREA DE ATERRO: 1.756 m2.**  
**TOTAL ÁREA DE CORTE: \*\*\*\*\* m2.**

**TOTAL VOLUME DE ATERRO: 11.512 m3.**  
**TOTAL VOLUME DE CORTE: 722.815 m3.**

## 6.5 - Nota de Serviço



**NOTA DE SERVIÇO**

Cliente: MUNICÍPIO DE JOINVILLE  
 Obra: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA  
 Município: JOINVILLE  
 Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 01  
 Local: BAIRRO BUCAREIN  
 Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-01-C.prj  
 Extensão: 0.197 km

ESTACA	PONTO	NORTE	ESTE	DIST.EIXO	COTA GREIDE	COTA PRIMITIVO	COTA VERMELHA
0	7088086.427	716018.936	-6.508	2.031	2.031		
	7088086.421	716018.941	-6.501	2.731	2.031		
	7088084.105	716020.847	-3.501	2.671	2.077	0.594	
	7088084.104	716020.848	-3.500	2.521	2.077	0.444	
	7088081.402	716023.072	0.000	2.591	2.019	0.572	
	7088076.383	716027.203	6.500	2.461	2.236		
	7088076.382	716027.204	6.502	2.236	2.236		
0+3.713	7088088.786	716021.803	-6.508	2.069	2.069		
	7088088.781	716021.807	-6.501	2.734	2.069		
	7088086.465	716023.714	-3.501	2.674	2.066	0.608	
	7088086.464	716023.715	-3.500	2.524	2.066	0.458	
	7088083.762	716025.939	0.000	2.594	2.214	0.380	
	7088078.743	716030.070	6.500	2.464	2.154		
	7088078.741	716030.072	6.503	2.155	2.155		
0+10.000	7088092.782	716026.657	-6.508	2.129	2.129		
	7088092.776	716026.662	-6.501	2.872	2.129		
	7088090.460	716028.568	-3.501	2.812	2.110	0.702	
	7088090.459	716028.569	-3.500	2.662	2.110	0.552	
	7088087.757	716030.793	0.000	2.732	2.045	0.688	
	7088082.738	716034.924	6.500	2.602	2.176		
	7088082.735	716034.926	6.504	2.175	2.175		
1	7088099.143	716034.373	-6.516	2.143	2.143		
	7088099.131	716034.383	-6.501	3.644	2.142		
	7088096.815	716036.289	-3.501	3.584	2.108	1.476	
	7088096.814	716036.290	-3.500	3.434	2.108	1.326	
	7088094.112	716038.514	0.000	3.504	2.066	1.438	
	7088089.093	716042.645	6.500	3.374	2.010		
	7088089.083	716042.653	6.514	2.010	2.010		
1+1.713	7088100.233	716035.694	-6.518	2.127	2.127		
	7088100.220	716035.705	-6.501	3.844	2.127		
	7088097.904	716037.612	-3.501	3.784	2.093	1.691	
	7088097.903	716037.612	-3.500	3.634	2.093	1.541	
	7088095.201	716039.837	0.000	3.704	2.052	1.652	
	7088090.182	716043.967	6.500	3.574	2.024		
	7088090.170	716043.977	6.516	2.024	2.024		
1+2.141	7088100.506	716036.024	-6.519	2.123	2.123		
	7088100.492	716036.036	-6.501	3.897	2.123		
	7088098.176	716037.942	-3.501	3.837	2.089	1.748	
	7088098.175	716037.943	-3.500	3.687	2.089	1.598	
	7088095.473	716040.167	0.000	3.757	2.048	1.709	
	7088090.454	716044.298	6.500	3.627	2.024		
	7088090.442	716044.308	6.516	2.024	2.024		
1+10.000	7088105.507	716042.087	-6.528	1.844	1.844		
	7088105.486	716042.104	-6.500	4.602	1.844		
	7088103.169	716044.011	-3.500	4.602	1.852	2.750	
	7088100.467	716046.235	0.000	4.672	1.862	2.810	
	7088097.765	716048.459	3.500	4.602	1.878	2.724	
	7088095.448	716050.366	6.500	4.602	1.884		
	7088095.427	716050.383	6.527	1.884	1.884		
2	7088111.873	716049.799	-6.541	1.480	1.480		
	7088111.841	716049.825	-6.500	5.625	1.480		
	7088109.524	716051.732	-3.500	5.625	1.474	4.151	
	7088106.822	716053.956	0.000	5.695	1.481	4.214	
	7088104.120	716056.180	3.500	5.625	1.488	4.137	

**NOTA DE SERVIÇO**

Cliente: MUNICÍPIO DE JOINVILLE  
 Obra: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA  
 Município: JOINVILLE  
 Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 01  
 Local: BAIRRO BUCAREIN  
 Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-01-C.prj  
 Extensão: 0.197 km

ESTACA	PONTO	NORTE	ESTE	DIST.EIXO	COTA GREIDE	COTA PRIMITIVO	COTA VERMELHA
		7088101.803	716058.087	6.500	5.625	1.711	
		7088101.773	716058.112	6.539	1.720	1.720	
2+10.000		7088118.235	716057.514	-6.551	1.419	1.419	
		7088118.196	716057.546	-6.500	6.489	1.419	
		7088115.879	716059.453	-3.500	6.489	1.413	5.076
		7088113.177	716061.677	0.000	8.076	1.407	5.152
		7088110.475	716063.901	3.500	6.489	1.401	5.088
		7088108.158	716065.808	6.500	6.489	1.404	
		7088108.119	716065.840	6.551	1.404	1.404	
3		7088124.595	716065.231	-6.557	1.506	1.506	
		7088124.551	716065.267	-6.500	7.195	1.506	
		7088122.234	716067.174	-3.500	7.195	1.502	5.693
		7088119.532	716069.398	0.000	7.265	1.497	5.768
		7088116.830	716071.622	3.500	7.195	1.491	5.704
		7088114.513	716073.529	6.500	7.195	1.487	
		7088114.469	716073.565	6.557	1.486	1.486	
3+10.000		7088130.962	716072.942	-6.573	0.482	0.482	
		7088130.906	716072.988	-6.500	7.742	0.480	
		7088128.589	716074.895	-3.500	7.742	0.430	7.312
		7088125.887	716077.119	0.000	8.934	0.449	7.363
		7088123.185	716079.343	3.500	7.742	0.475	7.267
		7088120.868	716081.250	6.500	7.742	0.498	
		7088120.812	716081.296	6.572	0.499	0.499	
4		7088137.328	716080.654	-6.587	-0.545	-0.545	
		7088137.261	716080.709	-6.500	8.131	-0.551	
		7088134.944	716082.616	-3.500	8.131	-0.779	8.910
		7088132.242	716084.840	0.000	9.528	-1.030	9.231
		7088129.540	716087.064	3.500	8.131	-1.263	9.394
		7088127.223	716088.971	6.500	8.131	-1.463	
		7088127.149	716089.032	6.596	-1.470	-1.470	
4+10.000		7088143.695	716088.365	-6.603	-1.965	-1.965	
		7088143.616	716088.430	-6.500	8.360	-1.962	
		7088141.299	716090.337	-3.500	8.360	-1.870	10.230
		7088138.597	716092.561	0.000	9.808	-1.820	10.250
		7088135.895	716094.785	3.500	8.360	-1.895	10.255
		7088133.578	716096.692	6.500	8.360	-1.961	
		7088133.499	716096.757	6.603	-1.963	-1.963	
5		7088150.049	716096.087	-6.602	-1.756	-1.756	
		7088149.971	716096.151	-6.500	8.431	-1.753	
		7088147.654	716098.058	-3.500	8.431	-1.667	10.098
		7088144.952	716100.282	0.000	9.949	-1.627	10.128
		7088142.250	716102.506	3.500	8.431	-1.631	10.062
		7088139.933	716104.413	6.500	8.431	-1.631	
		7088139.856	716104.477	6.601	-1.631	-1.631	
5+10.000		7088156.401	716103.811	-6.597	-1.381	-1.381	
		7088156.326	716103.872	-6.500	8.344	-1.378	
		7088154.009	716105.779	-3.500	8.344	-1.297	9.641
		7088151.307	716108.003	0.000	9.808	-1.220	9.634
		7088148.605	716110.227	3.500	8.344	-1.159	9.503
		7088146.288	716112.134	6.500	8.344	-1.078	
		7088146.216	716112.194	6.594	-1.075	-1.075	
6		7088162.744	716111.542	-6.582	-0.066	-0.066	
		7088162.681	716111.593	-6.500	8.098	-0.061	



**NOTA DE SERVIÇO**

Cliente: MUNICÍPIO DE JOINVILLE  
 Obra: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA  
 Município: JOINVILLE  
 Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLIMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 01  
 Local: BAIRRO BUCAREIN  
 Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-01-C.prj  
 Extensão: 0.197 km

ESTACA	PONTO	NORTE	ESTE	DIST.EIXO	COTA GREIDE	COTA PRIMITIVO	COTA VERMELHA
		7088160.364	716113.500	-3.500	8.098	0.132	7.966
		7088157.662	716115.724	0.000	9.310	0.239	7.929
		7088154.960	716117.948	3.500	8.098	0.323	7.775
		7088152.643	716119.855	6.500	8.098	0.395	
		7088152.584	716119.904	6.577	0.397	0.397	
6+10.000		7088169.083	716119.275	-6.562	1.507	1.507	
		7088169.036	716119.314	-6.500	7.693	1.511	
		7088166.719	716121.221	-3.500	7.693	1.586	6.107
		7088164.017	716123.445	0.000	8.726	1.602	6.161
		7088161.315	716125.669	3.500	7.693	1.610	6.083
		7088158.998	716127.576	6.500	7.693	1.617	
		7088158.951	716127.615	6.561	1.617	1.617	
7		7088175.431	716127.002	-6.552	1.896	1.896	
		7088175.391	716127.035	-6.500	7.130	1.896	
		7088173.074	716128.942	-3.500	7.130	1.952	5.178
		7088170.372	716131.166	0.000	7.868	1.631	5.569
		7088167.670	716133.390	3.500	7.130	1.594	5.536
		7088165.353	716135.297	6.500	7.130	1.565	
		7088165.310	716135.332	6.556	1.563	1.563	
7+10.000		7088181.782	716134.726	-6.547	1.658	1.658	
		7088181.746	716134.756	-6.500	6.407	1.657	
		7088179.429	716136.663	-3.500	6.407	1.633	4.774
		7088176.727	716138.887	0.000	6.714	1.618	4.859
		7088174.025	716141.111	3.500	6.407	1.633	4.774
		7088171.708	716143.018	6.500	6.407	1.648	
		7088171.672	716143.048	6.548	1.647	1.647	
8		7088188.132	716142.452	-6.540	1.788	1.788	
		7088188.101	716142.477	-6.501	5.737	1.788	
		7088185.785	716144.383	-3.501	5.677	1.773	3.904
		7088185.784	716144.384	-3.500	5.527	1.773	3.754
		7088183.082	716146.608	0.000	5.597	1.734	3.863
		7088180.380	716148.832	3.500	5.527	1.684	3.843
		7088180.379	716148.833	3.501	5.677	1.684	3.993
		7088178.063	716150.740	6.501	5.737	1.679	
		7088178.031	716150.765	6.542	1.680	1.680	
8+10.000		7088194.478	716150.180	-6.529	1.925	1.925	
		7088194.456	716150.198	-6.501	4.697	1.925	
		7088192.140	716152.104	-3.501	4.637	1.930	2.707
		7088192.139	716152.105	-3.500	4.487	1.930	2.557
		7088189.437	716154.329	0.000	4.557	1.871	2.686
		7088186.735	716156.553	3.500	4.487	1.801	2.686
		7088186.734	716156.554	3.501	4.637	1.801	2.836
		7088184.418	716158.461	6.501	4.697	1.743	
		7088184.395	716158.479	6.531	1.743	1.743	
8+17.141		7088199.010	716155.699	-6.521	1.907	1.907	
		7088198.994	716155.711	-6.501	3.861	1.906	
		7088196.678	716157.618	-3.501	3.801	1.932	1.869
		7088196.677	716157.619	-3.500	3.651	1.932	1.719
		7088193.975	716159.843	0.000	3.721	1.962	1.759
		7088191.273	716162.067	3.500	3.651	1.918	1.733
		7088191.272	716162.068	3.501	3.801	1.918	1.883
		7088188.956	716163.974	6.501	3.861	1.812	
		7088188.940	716163.987	6.521	1.812	1.812	
8+17.343		7088199.138	716155.855	-6.520	1.918	1.918	

**NOTA DE SERVIÇO**

Cliente: MUNICÍPIO DE JOINVILLE  
 Obra: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA  
 Município: JOINVILLE  
 Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 01  
 Local: BAIRRO BUCAREIN  
 Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-01-C.prj  
 Extensão: 0.197 km

ESTACA	PONTO	NORTE	ESTE	DIST.EIXO	COTA GREIDE	COTA PRIMITIVO	COTA VERMELHA
	7088199.123	716155.867	-6.501	-6.501	3.836	1.917	
	7088196.807	716157.774	-3.501	-3.501	3.776	1.932	1.844
	7088196.806	716157.774	-3.500	-3.500	3.626	1.932	1.694
	7088194.103	716159.999	0.000	0.000	3.696	1.963	1.733
	7088191.401	716162.223	3.500	3.500	3.626	1.920	1.706
	7088191.400	716162.224	3.501	3.501	3.776	1.920	1.856
	7088189.084	716164.130	6.501	6.501	3.836	1.814	
	7088189.068	716164.143	6.521	6.521	1.814	1.814	
9	7088200.823	716157.909	-6.516	-6.516	2.023	2.023	
	7088200.811	716157.919	-6.501	-6.501	3.530	2.022	
	7088198.495	716159.825	-3.501	-3.501	3.470	1.954	1.516
	7088198.494	716159.826	-3.500	-3.500	3.320	1.954	1.366
	7088195.792	716162.050	0.000	0.000	3.390	2.007	1.383
	7088193.090	716164.274	3.500	3.500	3.320	1.998	1.322
	7088193.089	716164.275	3.501	3.501	3.470	1.998	1.472
	7088190.773	716166.182	6.501	6.501	3.530	1.839	
	7088190.759	716166.192	6.518	6.518	1.839	1.839	
9+10.000	7088207.170	716165.636	-6.506	-6.506	2.245	2.245	
	7088207.166	716165.640	-6.501	-6.501	2.770	2.245	
	7088204.850	716167.546	-3.501	-3.501	2.710	2.231	0.479
	7088204.849	716167.547	-3.500	-3.500	2.560	2.231	0.329
	7088202.147	716169.771	0.000	0.000	2.630	2.233	0.397
	7088199.445	716171.995	3.500	3.500	2.560	2.247	0.313
	7088199.444	716171.996	3.501	3.501	2.710	2.247	0.463
	7088197.128	716173.903	6.501	6.501	2.770	2.061	
	7088197.122	716173.907	6.508	6.508	2.061	2.061	
9+17.343	7088211.835	716171.308	-6.503	-6.503	2.362	2.362	
	7088211.833	716171.309	-6.501	-6.501	2.605	2.362	
	7088209.517	716173.216	-3.501	-3.501	2.545	2.293	0.252
	7088209.516	716173.216	-3.500	-3.500	2.395	2.293	0.102
	7088206.813	716175.441	0.000	0.000	2.465	2.341	0.124
	7088204.111	716177.665	3.500	3.500	2.395	2.450	-0.055
	7088204.110	716177.666	3.501	3.501	2.545	2.450	0.095
	7088201.794	716179.572	6.501	6.501	2.605	2.443	
	7088201.793	716179.573	6.503	6.503	2.443	2.443	
9+17.443	7088211.898	716171.385	-6.503	-6.503	2.371	2.371	
	7088211.896	716171.387	-6.501	-6.501	2.605	2.371	
	7088209.580	716173.293	-3.501	-3.501	2.545	2.302	0.243
	7088209.579	716173.294	-3.500	-3.500	2.395	2.302	0.093
	7088206.877	716175.518	0.000	0.000	2.465	2.250	0.215
	7088204.175	716177.742	3.500	3.500	2.395	2.453	-0.058
	7088204.174	716177.743	3.501	3.501	2.545	2.453	0.092
	7088201.858	716179.649	6.501	6.501	2.605	2.445	
	7088201.856	716179.650	6.503	6.503	2.445	2.445	

**NOTA DE SERVIÇO**

Cliente: MUNICÍPIO DE JOINVILLE  
 Obra: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA  
 Município: JOINVILLE  
 Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 02  
 Local: BAIRRO BUCAREIN  
 Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-05-A.prj  
 Extensão: 0.019 km

ESTACA	PONTO	NORTE	ESTE	DIST.EIXO	COTA GREIDE	COTA PRIMITIVO	COTA VERMELHA
0		7088079.312	716059.973	-0.010	2.001	2.001	
		7088079.317	716059.981	-0.001	2.949	2.002	
		7088079.317	716059.982	0.000	2.949	2.002	0.947
		7088085.576	716071.622	13.216	3.742	2.148	
		7088085.584	716071.636	13.232	2.148	2.148	
0+10.000		7088082.571	716044.919	-11.725	2.146	2.146	
		7088082.575	716044.925	-11.718	2.840	2.146	
		7088088.124	716055.246	0.000	3.895	1.758	2.137
		7088096.857	716071.485	18.438	5.554	1.842	
		7088096.874	716071.518	18.475	1.843	1.843	
0+18.925		7088089.874	716039.654	-12.904	2.076	2.076	
		7088089.879	716039.664	-12.893	3.193	2.076	
		7088095.985	716051.019	0.000	4.740	1.851	2.889
		7088107.147	716071.776	23.568	7.568	1.580	
		7088107.175	716071.829	23.628	1.582	1.582	

**NOTA DE SERVIÇO**

Cliente: MUNICÍPIO DE JOINVILLE  
 Obra: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA  
 Município: JOINVILLE  
 Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 03  
 Local: BAIRRO BUCAREIN  
 Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-04-A.prj  
 Extensão: 0.121 km

ESTACA	PONTO	NORTE	ESTE	DIST.EIXO	COTA GREIDE	COTA PRIMITIVO	COTA VERMELHA
0	7088083.892	715997.190	-8.283	2.082	2.082		
	7088083.610	715997.198	-8.001	2.364	2.101		
	7088080.612	715997.290	-5.001	2.304	2.106	0.198	
	7088080.611	715997.290	-5.000	2.154	2.106	0.048	
	7088075.613	715997.444	0.000	2.304	2.304	0.000	
	7088070.615	715997.598	5.000	2.104	2.116	-0.012	
	7088070.614	715997.598	5.001	2.254	2.117	0.137	
	7088067.616	715997.690	8.001	2.314	2.449		
	7088067.482	715997.694	8.135	2.448	2.448		
0+10.000	7088084.301	716007.182	-8.385	2.153	2.153		
	7088083.917	716007.194	-8.001	2.537	2.146		
	7088080.919	716007.286	-5.001	2.477	2.096	0.381	
	7088080.918	716007.286	-5.000	2.327	2.096	0.231	
	7088075.920	716007.439	0.000	2.377	2.302	0.075	
	7088070.922	716007.593	5.000	2.177	2.109	0.068	
	7088070.921	716007.593	5.001	2.327	2.110	0.217	
	7088067.923	716007.685	8.001	2.387	2.446		
	7088067.864	716007.687	8.060	2.446	2.446		
1	7088081.603	716017.269	-5.378	2.121	2.121		
	7088081.225	716017.281	-5.000	2.499	2.047		
	7088076.227	716017.435	0.000	2.449	2.272	0.177	
	7088071.229	716017.588	5.000	2.249	2.087	0.162	
	7088071.228	716017.588	5.001	2.399	2.086	0.313	
	7088068.230	716017.680	8.001	2.459	2.449		
	7088068.220	716017.681	8.011	2.449	2.449		
1+10.000	7088082.018	716027.261	-5.486	2.186	2.186		
	7088081.532	716027.276	-5.000	2.672	2.012		
	7088076.534	716027.430	0.000	2.522	2.239	0.283	
	7088071.537	716027.583	5.000	2.322	2.062	0.260	
	7088071.536	716027.583	5.001	2.472	2.062	0.410	
	7088068.537	716027.676	8.001	2.532	2.432		
	7088068.436	716027.679	8.102	2.431	2.431		
2	7088082.517	716037.251	-5.678	2.166	2.166		
	7088081.839	716037.272	-5.000	2.844	2.010		
	7088076.841	716037.425	0.000	2.594	2.192	0.402	
	7088071.844	716037.579	5.000	2.344	2.021	0.323	
	7088071.843	716037.579	5.001	2.494	2.021	0.473	
	7088068.844	716037.671	8.001	2.554	2.297		
	7088068.586	716037.679	8.260	2.295	2.295		
2+10.000	7088082.988	716047.241	-5.842	2.104	2.104		
	7088082.146	716047.267	-5.000	2.946	2.069		
	7088077.148	716047.420	0.000	2.646	2.123	0.523	
	7088072.151	716047.574	5.000	2.346	1.986	0.360	
	7088072.150	716047.574	5.001	2.496	1.986	0.510	
	7088069.151	716047.666	8.001	2.556	2.357		
	7088068.958	716047.672	8.194	2.363	2.363		
2+12.043	7088083.106	716049.281	-5.898	2.053	2.053		
	7088082.209	716049.309	-5.000	2.951	2.039		
	7088077.211	716049.462	0.000	2.651	2.099	0.552	
	7088072.213	716049.616	5.000	2.351	2.023	0.328	
	7088072.212	716049.616	5.001	2.501	2.023	0.478	
	7088069.214	716049.708	8.001	2.561	2.377		
	7088069.036	716049.713	8.179	2.383	2.383		
3	7088080.293	716060.073	-5.880	2.074	2.074		

**NOTA DE SERVIÇO**

Cliente: MUNICÍPIO DE JOINVILLE  
 Obra: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA  
 Município: JOINVILLE  
 Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 03  
 Local: BAIRRO BUCAREIN  
 Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-04-A.prj  
 Extensão: 0.121 km

ESTACA	PONTO	NORTE	ESTE	DIST.EIXO	COTA GREIDE	COTA PRIMITIVO	COTA VERMELHA
		7088079.537	716059.623	-5.000	2.954	1.999	
		7088075.242	716057.062	0.000	2.654	2.072	0.582
		7088070.948	716054.501	5.000	2.354	1.886	0.468
		7088070.947	716054.501	5.001	2.504	1.886	0.618
		7088068.370	716052.964	8.001	2.564	2.304	
		7088068.172	716052.846	8.232	2.333	2.333	
3+10.000		7088069.488	716068.888	-6.004	1.916	1.916	
		7088069.174	716067.935	-5.000	2.920	1.882	
		7088067.606	716063.187	0.000	2.620	2.072	0.548
		7088066.039	716058.439	5.000	2.320	1.900	0.420
		7088066.039	716058.438	5.001	2.470	1.900	0.570
		7088065.098	716055.589	8.001	2.530	2.270	
		7088065.025	716055.368	8.233	2.298	2.298	
3+14.294		7088063.459	716069.767	-5.877	2.014	2.014	
		7088063.448	716068.891	-5.000	2.891	1.776	
		7088063.388	716063.891	0.000	2.591	2.069	0.522
		7088063.327	716058.892	5.000	2.291	1.856	0.435
		7088063.327	716058.891	5.001	2.441	1.856	0.585
		7088063.290	716055.891	8.001	2.501	2.307	
		7088063.288	716055.702	8.190	2.312	2.312	
4		7088057.791	716072.918	-8.958	2.045	2.045	
		7088057.779	716071.961	-8.001	3.002	2.029	
		7088057.743	716068.961	-5.001	2.942	1.806	1.136
		7088057.743	716068.960	-5.000	2.792	1.806	0.986
		7088057.682	716063.960	0.000	2.542	2.092	0.450
		7088057.621	716058.961	5.000	2.292	1.920	0.372
		7088057.621	716058.960	5.001	2.442	1.921	0.521
		7088057.585	716055.960	8.001	2.502	1.971	
		7088057.578	716055.428	8.533	1.970	1.970	
4+10.000		7088047.788	716072.787	-8.706	2.098	2.098	
		7088047.780	716072.082	-8.001	2.803	2.090	
		7088047.743	716069.083	-5.001	2.743	1.899	0.844
		7088047.743	716069.081	-5.000	2.593	1.899	0.694
		7088047.683	716064.082	0.000	2.443	2.089	0.354
		7088047.622	716059.082	5.000	2.243	2.071	0.172
		7088047.622	716059.081	5.001	2.393	2.071	0.322
		7088047.586	716056.081	8.001	2.453	2.363	
		7088047.585	716055.991	8.091	2.363	2.363	
5		7088037.786	716072.653	-8.450	2.156	2.156	
		7088037.781	716072.204	-8.001	2.605	2.141	
		7088037.744	716069.204	-5.001	2.545	1.908	0.637
		7088037.744	716069.203	-5.000	2.395	1.908	0.487
		7088037.684	716064.203	0.000	2.345	2.102	0.243
		7088037.623	716059.204	5.000	2.145	2.094	0.051
		7088037.623	716059.203	5.001	2.295	2.094	0.201
		7088037.586	716056.203	8.001	2.355	2.391	
		7088037.586	716056.167	8.036	2.390	2.390	
5+10.000		7088027.785	716072.587	-8.263	2.144	2.144	
		7088027.781	716072.325	-8.001	2.406	2.135	
		7088027.745	716069.325	-5.001	2.346	1.897	0.449
		7088027.745	716069.324	-5.000	2.196	1.897	0.299
		7088027.684	716064.325	0.000	2.246	2.114	0.132
		7088027.624	716059.325	5.000	2.046	2.117	-0.071
		7088027.624	716059.324	5.001	2.196	2.117	0.079

**NOTA DE SERVIÇO**

Cliente: MUNICÍPIO DE JOINVILLE  
 Obra: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA  
 Município: JOINVILLE  
 Trecho: LIGAÇÃO ENTRE AS RUA AUBÉ E DR. PLÁCIDO OLÍMPIO DE OLIVEIRA - EIXO 03  
 Local: BAIRRO BUCAREIN  
 Arquivo: N:\PROJETOS\PROJ-2010\08610\GEOMETRICO\PROJETO\PRJ-08610-04-A.prj  
 Extensão: 0.121 km

ESTACA	PONTO	NORTE	ESTE	DIST.EIXO	COTA GREIDE	COTA PRIMITIVO	COTA VERMELHA
		7088027.587	716056.324	8.001	2.256	2.333	
		7088027.586	716056.247	8.078	2.333	2.333	
6		7088017.783	716072.546	-8.100	2.108	2.108	
		7088017.782	716072.447	-8.001	2.207	2.108	
		7088017.746	716069.447	-5.001	2.147	1.918	0.229
		7088017.746	716069.446	-5.000	1.997	1.918	0.079
		7088017.685	716064.446	0.000	2.147	2.132	0.015
		7088017.624	716059.446	5.000	1.947	2.138	-0.191
		7088017.624	716059.445	5.001	2.097	2.138	-0.041
		7088017.588	716056.446	8.001	2.157	2.143	
		7088017.588	716056.432	8.015	2.143	2.143	
6+1.308		7088016.475	716072.560	-8.098	2.097	2.097	
		7088016.474	716072.462	-8.001	2.194	2.097	
		7088016.438	716069.463	-5.001	2.134	1.932	0.202
		7088016.438	716069.462	-5.000	1.984	1.932	0.052
		7088016.377	716064.462	0.000	2.134	2.134	0.000
		7088016.316	716059.462	5.000	1.934	2.125	-0.191
		7088016.316	716059.461	5.001	2.084	2.125	-0.041
		7088016.280	716056.462	8.001	2.144	2.118	
		7088016.280	716056.436	8.027	2.118	2.118	