

[illegible]

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450		1		2

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

VALEC

ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S/A.



FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE-LESTE (FIOL)


TRECHO: FIGUEIRÓPOLIS/TO – ILHÉUS/BA

SUBTRECHO: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA
SEGMENTO / LOTE – PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO/ Km 803+645 ao Km 968+430 - LOTE 7EF

LOTE 5F


PROJETO ESTRUTURAL
DO VIADUTO km 964

FEVEREIRO/2012

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	2	2

ÍNDICE

1.	APRESENTAÇÃO	4
2.	MAPA DE LOCALIZAÇÃO	6
3.	MEMÓRIA DE CÁLCULO	8
4.	QUANTITATIVOS.....	45



	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	3	2

1- APRESENTAÇÃO


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	4	2

1. APRESENTAÇÃO


A VETEC ENGENHARIA LTDA. submete a apreciação da VALEC - ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A., a Memória de Cálculo do Viaduto km 964, referente à Elaboração de Projeto Executivo para a Implantação da Ferrovia de Integração Oeste-Leste, Trecho Rio São Francisco (km 803,645) – Riacho da Barroca (km 968,430) Lote 7EF , com extensão total de 165,0 km.

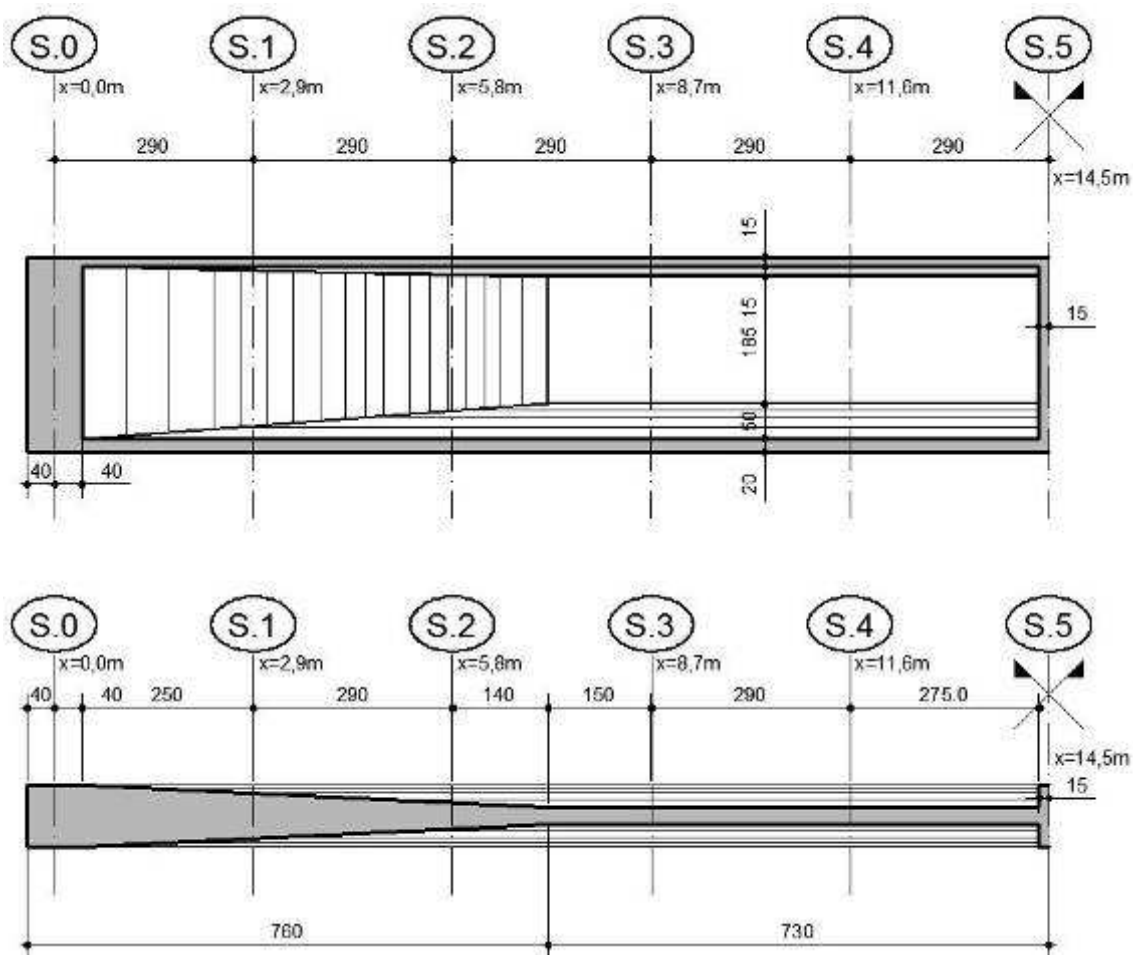
	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	5	2

2- MAPA DE LOCALIZAÇÃO


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	7	2

3- MEMÓRIA DE CÁLCULO

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	9	2



Propriedades Geométricas das seções de análise

	<div><div>VALEC</div><div>"Desenvolvimento Sustentável do Brasil"</div></div>	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	10	2

Viga Pré-moldada Protendida para vão de 30m					L _{Teórico} (m)	29
Seção	S.0	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5
x(m)	0,00	2,90	5,80	8,70	11,60	14,50
Propriedades Geométricas da Viga Pré-moldada - Seção I						
A (cm ²)	25.614,00	19.611,50	13.645,57	14.476,50	14.476,50	14.476,50
I (cm ⁴)	172.916.776,26	144.347.105,60	120.229.683,03	111.756.565,73	111.756.565,73	111.756.565,73
y _{sup} (cm)	-142,70	-144,50	-151,10	-156,30	-156,30	-156,30
y _{inf} (cm)	142,30	140,50	133,90	128,70	128,70	128,70
W _{sup} (cm ³)	-1.211.750,36	-998.941,91	-795.696,12	-715.013,22	-715.013,22	-715.013,22
W _{inf} (cm ³)	1.215.156,54	1.027.381,53	897.906,52	868.349,38	868.349,38	868.349,38
Propriedades Geométricas da Viga Composta - Seção T						
A (cm ²)	32.314,00	26.311,50	20.345,57	18.176,50	18.176,50	18.176,50
I (cm ⁴)	302.538.594,56	269.151.120,13	242.115.126,58	233.755.644,59	233.755.644,59	233.755.644,59
y _{sup} (cm)	-135,30	-129,30	-122,00	-118,70	-118,70	-118,70
y _{inf} (cm)	174,70	180,70	188,00	191,30	191,30	191,30
W _{sup} (cm ³)	-2.236.057,61	-2.081.601,86	-1.984.550,22	-1.969.297,76	-1.969.297,76	-1.969.297,76
W _{inf} (cm ³)	1.731.760,70	1.489.491,53	1.287.846,42	1.221.932,28	1.221.932,28	1.221.932,28

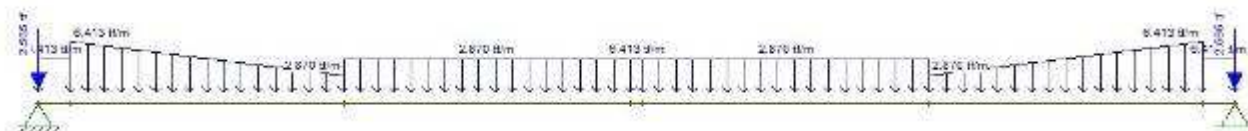
Ações Permanentes


1.ª fase: peso-próprio da viga pré-moldada (g₁)

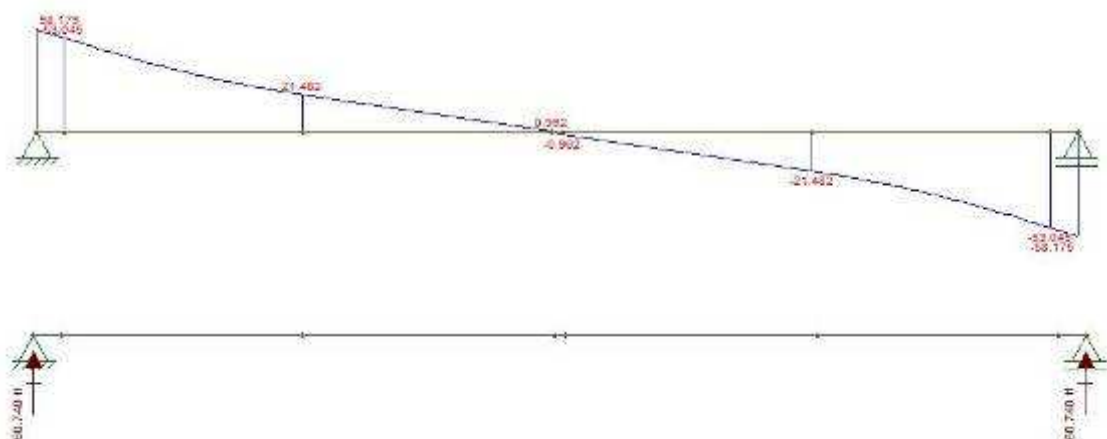
Seção retangular: $0,90\text{m} \times 2,85\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 6,413\text{tf/m}$

Seção típica: $1,148\text{m}^2 \times 2,5\text{tf/m}^3 = 2,870\text{tf/m}$

Cabeça: $6,413\text{tf/m} \times 0,40\text{m} = 2,565\text{tf}$



	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	11	2




2.ª fase: peso-próprio da laje e das transversinas (g2)

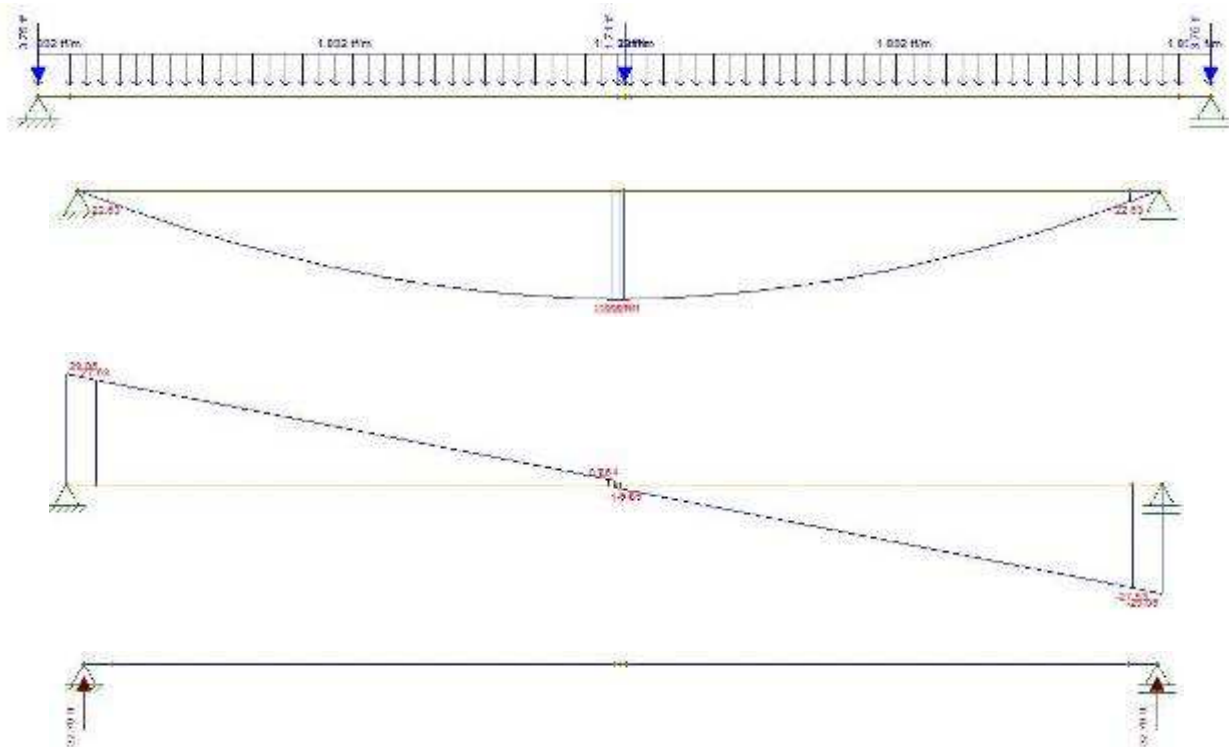
Pré-laje: $0,06\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,15\text{tf/m}^2$

Transversina do apoio: $0,50\text{m} \times 2,85\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 3,563\text{tf/m}$

Transversina do vão: $0,30\text{m} \times 2,85\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 2,138\text{tf/m}$

Laje moldada in loco: $1,41\text{m}^2 \times 2,5\text{tf/m}^3 = 3,525\text{tf/m}$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	12	2



3.ª fase: peso-próprio dos acabamentos

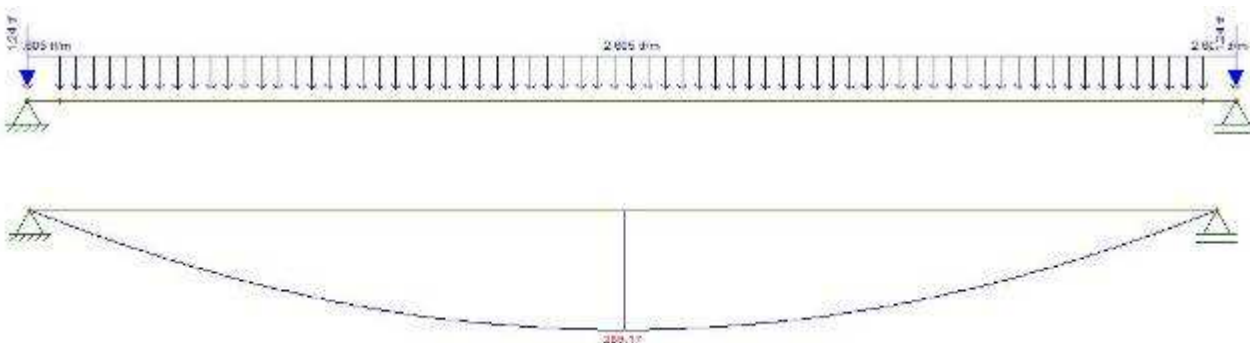
Guarda-corpo metálico: $2 \times 0,025\text{tf/m} = 0,05\text{tf/m}$


Paralastro: $4 \times (0,37\text{m} \times 0,10\text{m} + 0,32\text{m} \times 0,05\text{m}) \times 2,5 \text{ tf/m}^3 = 0,53\text{tf/m}$

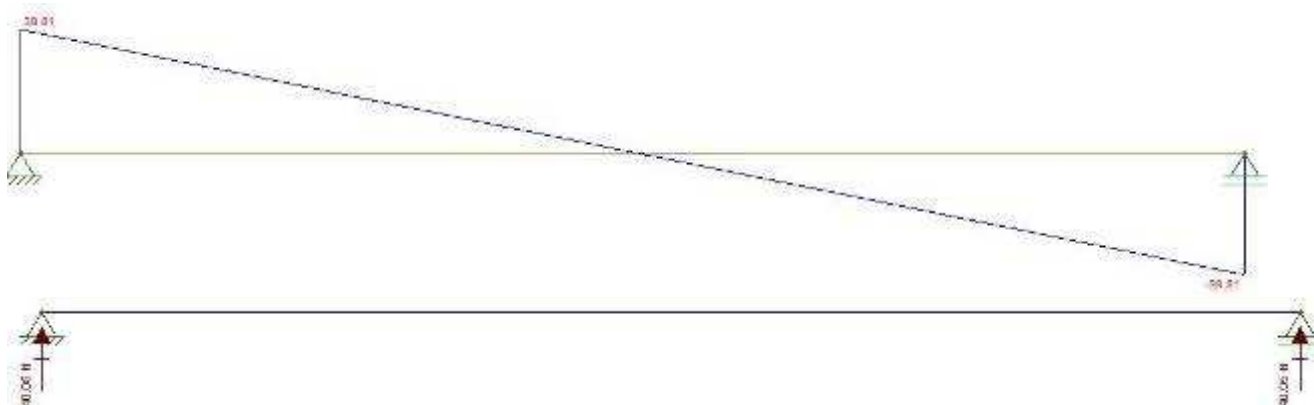
Placa pré-moldada: $2 \times 0,40\text{m} \times 0,05\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,10\text{tf/m}$

Lastro: $2,072\text{m}^2 \times 1,8\text{tf/m}^3 = 3,73\text{tf/m}$

Acessórios: 0,80 tf/m

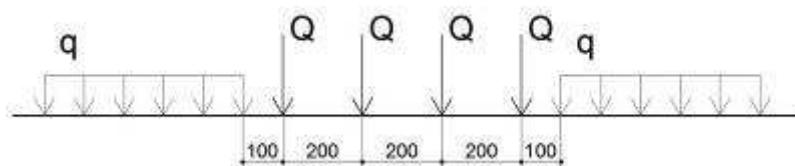


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	13	2



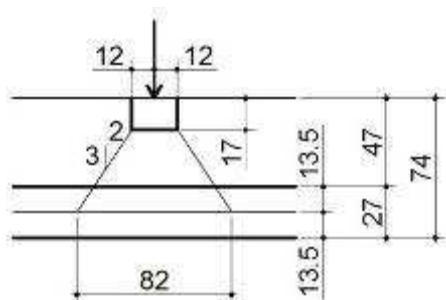
Ações variáveis

Carga móvel




TB-360: $Q=36tf$, $q=12tf/m$, $p'=0,6m \times 0,3tf/m^2 = 0,18tf/m$

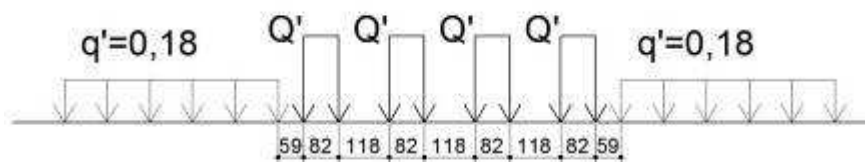
$$\phi = \frac{1}{1000} \times (1600 - \sqrt{29,00} + 2,25 \times 29,00) = 1,34 > 1,22$$



$$Q' = \frac{36}{0,82} = 43,9 \frac{tf}{m}$$

Trem-tipo longitudinal sobre a viga

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	14	2



$$p' = 0,18 \text{ tf/m}$$

$$q = 12 \text{ tf/m}$$

Choque lateral

$$q = 0,20 \times 36 \text{ tf} = 7,20 \text{ tf}$$

admitindo trilho TR-68 com altura $h = 0,185 \text{ m}$:

$$e = 0,185 \text{ m} + 0,47 \text{ m} + 0,28 \text{ m} + 2,85 \text{ m} = 3,785 \text{ m}$$

$$M = 3,785 \text{ m} \times 7,20 \text{ tf} = 27,252 \text{ tfm}$$

$$R = \pm \frac{27,252 \text{ tfm}}{2,50 \text{ m}} = \pm 10,9 \text{ tf}$$

Frenação/Aceleração

$$L_{\text{tabuleiro}} = 29,95 \text{ m}$$

Frenação

$$F_f = 0,15 \times [4 \times 36 \text{ tf} + 12 \text{ tf/m} \times (29,95 \text{ m} - 7,00 \text{ m})] = 62,9 \text{ tf}$$

Aceleração

$$F_a = 0,25 \times 4 \times 36 \text{ tf} = 36 \text{ tf}$$

$$F = 62,9 \text{ tf}$$

Ação do vento

Ponte carregada (V1)

$$q_1 = 100 \text{ kgf/m}^2$$

$$H_1 = 3,50 \text{ m} + 0,185 \text{ m} + 0,47 \text{ m} + 0,28 \text{ m} + 2,85 \text{ m} = 7,285 \text{ m}$$

$$q = 0,100 \text{ tf/m}^2 \times 7,285 \text{ m} = 0,729 \text{ tf/m}$$

$$q_v1 = 0,729 \text{ tf/m} \times 29,95 \text{ m} = 21,83 \text{ tf}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	15	2

$$mqv1 = 21,83tf \times \frac{7,285}{2} = 79,52tfm$$

$$Rv1 = \pm \frac{79,52}{2,50} \times 0,5 = \pm 15,9 \text{ tf}$$

$$Rv1 = \pm 15,9 \text{ tf}$$

Ponte descarregada (V2)

$$Q2 = 150 \text{ kgf/m}^2$$

$$H2 = 0,185m + 0,47m + 0,28m + 2,85m = 3,785m$$

$$q = 0,150tf/m^2 \times 3,785m = 0,568 \text{ tf/m}$$

$$qv2 = 0,568tf/m \times 29,95m = 17,01tf$$

$$mqv2 = 17,01tf \times \frac{3,785}{2} = 32,19tfm$$

$$Rv2 = \pm \frac{32,19}{2,50} \times 0,5 = \pm 6,4 \text{ tf}$$

$$Rv1 = \pm 6,4 \text{ tf}$$

Efeitos do tempo/ temperatura

Fluência e retração

$$U = 75\%$$

$$h_{fic} = \frac{39.170,50cm^2}{2.782,57cm} = 28cm$$

$$h_{fic} = 28cm$$

$$t_0 = 60dias$$


Conforme tabela 8.1 da NBR 6118:2007:

$$\varphi(t_{00}, t_0) = 1,7 + \frac{(28 - 20) \times (1,8 - 1,7)}{(60 - 20)} = 1,72$$

$$M_{CQP} = 823,760tfm + 0,6 \times 1,34 \times 800,967tfm = 1.467,74tfm$$

$$\sigma_{t0} = \frac{1.467,74tfm}{1.969,298 \times 10^{-3}m^3} = 745,31 \frac{tf}{m^2}$$

$$E_{ci} = 5600 \times \sqrt{35} = 33.130MPa = 33,13 \times 10^5 \frac{tf}{m^2}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	16	2

$$\varepsilon_{cc} = \frac{745,31}{33,13 \times 10^5} \times (1 + 1,72) = 6,119 \times 10^{-4}$$


$$\varepsilon_{cs} = 0,17 \times 10^{-3} + \frac{(28 - 20) \times 0,02 \times 10^{-3}}{40} = 1,74 \times 10^{-4}$$

$$\varepsilon = 6,119 \times 10^{-4} + 1,74 \times 10^{-4} = 7,859 \times 10^{-4}$$

$$\varepsilon = 7,859 \times 10^{-4}$$

Retração térmica

$$\varepsilon = 1,0 \times 10^{-5} \times 25^{\circ}\text{C} = 2,5 \times 10^{-4}$$


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	17	2

Esforços solicitantes

Esforços para viga de 30m

Viga Pré-moldada Protendida para vão de 30m					L _{Teórico} (m)	29
Seção	S.0	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5
x(m)	0,00	2,90	5,80	8,70	11,60	14,50
Momentos Fletores característicos (tfm)						
M _{g1k}	0,000	133,390	225,245	287,313	325,048	338,615
M _{g2k}	0,000	74,082	132,253	174,512	200,859	211,294
M _{g3k}	0,000	98,586	175,264	230,035	262,897	273,851
M _{Qk}	0,000	283,499	501,738	657,889	751,959	782,044
M _{q'k}	0,000	6,812	12,110	15,895	18,166	18,923
Força Cortante característica (tf)						
V _{g1k}	-54,659	-38,107	-25,922	-17,172	-8,852	0,000
V _{g2k}	-28,289	-22,802	-17,312	-11,829	-6,342	0,000
V _{g3k}	-37,772	-30,211	-22,658	-15,109	-7,554	0,000
V _{Qk}	-111,756	-92,451	-74,908	-59,123	-45,059	0,000
V _{q'k}	-2,610	-2,114	-1,670	-1,279	-0,940	0,000
Reações de Apoio (tf)						
R _{g1k}	57,22					
R _{g2k}	32,04					
R _{g3k}	39,01					
R _{Qk}	111,76					
R _{q'k}	2,61					
Deslocamentos δz (mm)						
δ_{g1k}	0,00	-2,94	-5,61	-7,74	-9,08	-9,53
δ_{g2k}	0,00	-1,78	-3,40	-4,71	-5,55	-5,83
δ_{g3k}	0,00	-1,16	-2,22	-3,07	-3,61	-3,79
δ_{Qk}	0,00	-3,22	-6,17	-8,56	-10,09	-10,61
$\delta_{q'k}$	0,00	-0,08	-0,15	-0,21	-0,25	-0,26
Rotação dos Apoios α (10^{-4}rad)						
α_{g1k}	10,10					
α_{g2k}	6,10					
α_{g3k}	3,90					
α_{Qk}	10,90					
$\alpha_{q'k}$	0,30					

NOTA: Os valores referentes à carga móvel não estão majorados pelo coeficiente de impacto

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450		19		2

Tensões normais

Viga Pré-moldada Protendida para vão de 30m					L _{Teórico} (m)	29	
Seção	S.0	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	
x(m)	0,00	2,90	5,80	8,70	11,60	14,50	
Momentos Fletores característicos (tfm)							
M _{g1k}	0,000	133,390	225,245	287,313	325,048	338,615	
M _{g2k}	0,000	74,082	132,253	174,512	200,859	211,294	
M _{g3k}	0,000	98,586	175,264	230,035	262,897	273,851	
M _{Qk}	0,000	283,499	501,738	657,889	751,959	782,044	
M _{q'k}	0,000	6,812	12,110	15,895	18,166	18,923	
Borda Superior							
1.ª/2.ª Fases	W _{sup} (cm³)	-1.211.750,36	-998.941,91	-795.696,12	-715.013,22	-715.013,22	-715.013,22
3.ª Fase	W _{sup} (cm³)	-2.236.057,61	-2.081.601,86	-1.984.550,22	-1.969.297,76	-1.969.297,76	-1.969.297,76
Tensões de compressão (kgf/cm²)							
1.ª Fase	σ _{g1}	0,00	-13,35	-28,31	-40,18	-45,46	-47,36
2.ª Fase	σ _{g2}	0,00	-3,56	-6,66	-8,86	-10,20	-10,73
3.ª Fase	σ _{g3}	0,00	-4,74	-8,83	-11,68	-13,35	-13,91
	σ _Q	0,00	-13,62	-25,28	-33,41	-38,18	-39,71
	σ _{q'}	0,00	-0,33	-0,61	-0,81	-0,92	-0,96
CF	σ _{CF}	0,00	-35,59	-69,70	-94,94	-108,12	-112,67
CQP	σ _{CQP}	0,00	-30,02	-59,34	-81,25	-92,47	-96,40
Borda Inferior							
1.ª/2.ª Fases	W _{inf} (cm³)	1.215.156,54	1.027.381,53	897.906,52	868.349,38	868.349,38	868.349,38
3.ª Fase	W _{inf} (cm³)	1.731.760,70	1.489.491,53	1.287.846,42	1.221.932,28	1.221.932,28	1.221.932,28
Tensões de tração (kgf/cm²)							
1.ª Fase	σ _{g1}	0,00	12,98	25,09	33,09	37,43	39,00
2.ª Fase	σ _{g2}	0,00	7,21	14,73	20,10	23,13	24,33
3.ª Fase	σ _{g3}	0,00	6,62	13,61	18,83	21,51	22,41
	σ _Q	0,00	19,03	38,96	53,84	61,54	64,00
	σ _{q'}	0,00	0,46	0,94	1,30	1,49	1,55
CF	σ _{CF}	0,00	46,30	93,32	127,15	145,10	151,29
CQP	σ _{CQP}	0,00	38,51	77,36	105,09	119,89	125,07

Pré-dimensionamento da Protensão

Tensões normais

Momentos fletores no meio do vão

$$m_{gk} = 823,76 \text{ tfm} = 823,76 \times 10^5 \text{ kgfcm}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	20		2	

$$\emptyset m_{qk} = 1.073,30 \text{ t/m} = 1.073,30 \times 10^5 \text{ kg/cm}$$

Força de protensão inicial

$$f_{ptk} = 19.000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{pyk} = \frac{16.860 \text{ kgf}}{0,987 \text{ cm}^2} = 17.082 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

σ_{pi} é o menor valor entre $0,74f_{ptk}$ e $0,82f_{pyk}$:

$$0,74 \times 19.000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 14.060 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$0,82 \times 17.082 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 14.007 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{pi} = 14.007 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$P_i = 0,987 \text{ cm}^2 \times 14.007 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 13.825 \text{ kgf}$$

$$P_i = 13.825 \text{ kgf}$$

Perdas de protensão estimadas

Imediatas: 8%

Progressivas: 15%

Forças de protensão no tempo


$$P_0 = 0,92 \times 13.825 \text{ kgf} = 12.719 \text{ kgf}$$

$$P_\infty = 0,77 \times 13.825 \text{ kgf} = 10.645 \text{ kgf}$$

Tensões devidas à uma cordoalha

Para o aço CP-190RB 12.7:

$$e_{p,est} = 191,30 \text{ cm} - 10 \text{ cm} = 181,30 \text{ cm}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	21	2

$$\sigma_{p1,sup} = -10.645 \text{kgf} \times \left[\frac{1}{18.176,50 \text{cm}^2} + \frac{181,30 \text{cm}}{(-1.969.297,76 \text{cm}^3)} \right] = 0,394 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{p1,inf} = -10.645 \text{kgf} \times \left[\frac{1}{18.176,50 \text{cm}^2} + \frac{181,30 \text{cm}}{(1.221.932,28 \text{cm}^3)} \right] = -2,165 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Determinação da quantidade necessária de cabos

$$\text{Protensão Limitada: } \begin{cases} \text{ELS-F} & \psi_1 = 1,0 \\ \text{ELS-D} & \psi_2 = 0,6 \end{cases}$$

ELS-F

Combinação frequente

Fibra inferior:

$$\sigma_g + \psi_1 \sigma_q + N \sigma_{p1,inf} \leq f_{ct,f}$$

$$f_{ct,f} = 1,2 \times 0,21 \times \sqrt[3]{35^2} = 2,696 \text{ MPa} = 26,96 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$67,41 + 1,0 \times 1,34 \times 65,55 + (-2,165) \times N \leq 26,96 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$-2,165 \times N \leq -128,287$$

$$N \geq 59 \text{ cordoalhas}$$

$$N_{adot} = 60 \text{ cordoalhas}$$

Fibra superior:

$$|\sigma_g + \psi_1 \sigma_q + N \sigma_{p1,sup}| \leq |0,7 f_{ck}|$$

$$|-41,83 + 1,0 \times 1,34 \times (-40,67) + 60 \times (0,394)| \leq 0,7 \times 350 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$|-72,69| \leq 245 \text{ ok.}$$

$$73 \leq 245 \quad \text{ok.}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	22	2

ELS-D

Combinação quase-permanente

Fibra inferior:

$$\sigma_g + \psi_2 \sigma_q + N \sigma_{p1,inf} = 0$$

$$67,41 + 0,6 \times 1,34 \times 65,55 + (-2,165) \times N = 0$$

$$120,112 + (-2,165) \times N = 0$$

N = 55 cordoalhas, no entanto, menor que N_{adot} = 60 cordoalhas (na verificação de ELS-F);

Fibra superior:

$$|\sigma_g + \psi_2 \sigma_q + N \sigma_{p1,sup}| \leq |0,7 f_{ck}|$$

$$|-41,83 + 0,6 \times 1,34 \times (-40,67) + 60 \times (0,394)| \leq 0,7 \times 350 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$51 \leq 245 \quad \text{ok.}$$

Para o pré-dimensionamento da protensão serão adotados inicialmente 5 cabos com 12 cordoalhas de 12.7mm

Verificação Quanto à força cortante

$$V_d = 1,35 \times (54,659 + 28,289 + 37,772) + 1,5 \times 1,34 \times 111,756 + 1,5 \times 2,61 = 392\text{tf}$$

1) Verificação da compressão diagonal do concreto:

$$V_{Rd2} = 0,27 \times (1 - 35/250) \times 0,35 \times 0,25 \times 260 = 528\text{tf}$$

$$V_{Rd2} = 528\text{tf} > V_{Sd} = 392\text{tf}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	23	2

Mesoestrutura

Dimensionamento dos aparelhos de apoio

Ações

Permanentes:

$$1.^{\text{a}}\text{Fase: } N = 57,22\text{tf} \quad \alpha = 10,1 \times 10^{-4}$$

$$2.^{\text{a}}\text{Fase: } N = 32,04\text{tf} \quad \alpha = 6,1 \times 10^{-4}$$

$$3.^{\text{a}}\text{Fase: } \frac{N = 39,01\text{tf}}{N = 128,27\text{tf}} \quad \frac{\alpha = 3,9 \times 10^{-4}}{\alpha = 20,1 \times 10^{-4}}$$

Variáveis:

$$Q: \quad \emptyset N = 152,37\text{tf} \quad \alpha = 11,2 \times 10^{-4}\text{rad} \quad H_T = 0 \quad H_L = 0$$

$$\text{aceleração: } N = 4,10\text{tf} \quad \alpha = 0 \quad H_T = 0 \quad H_L = 15,73\text{tf}$$

$$\text{impacto: } N = 10,90\text{tf} \quad \alpha = 0 \quad H_T = 3,6\text{tf} \quad H_L = 0$$

$$\text{vento-1: } N = 15,90\text{tf} \quad \alpha = 0 \quad H_T = 5,46\text{tf} \quad H_L = 0$$

$$N_{q,\max} = 183,27\text{tf} \quad \alpha_q = 11,2 \times 10^{-4}\text{rad} \quad H_T = 9,06\text{tf} \quad H_L = 15,73\text{tf}$$

$$\text{Vento 2: } N_{q,\min} = -6,4\text{tf}$$

Deslocamentos Longitudinais impostos pelas deformações

$$\varepsilon = 7,859 \times 10^{-4} + 2,5 \times 10^{-4} = 10,359 \times 10^{-4}$$

$$\delta = 10,359 \times 10^{-4} \times \frac{29950}{2} = 15,5\text{mm}$$


$$\delta = 15,5\text{mm}$$

Geometria do Aparelho de apoio:

$$N_{\max} = 128,27\text{tf} + 183,27\text{tf} = 311,54\text{tf}$$

$$N_{\min} = 128,27\text{tf} - 6,4\text{tf} = 121,87\text{tf}$$

$$\sigma_{\text{adm}} = 1100 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	24	2

$$\text{Área} \geq \frac{311,54}{1100} = 0,238\text{m}^2$$

$$b' = 0,90\text{m} - 2 \times 0,10\text{m} = 0,70\text{m}$$

$$a' = \frac{0,283}{0,70} = 0,40\text{m}$$

$$a = 40\text{cm}; b = 70\text{cm}$$

$$\frac{a}{10} = 4\text{cm} \quad \frac{a}{5} = 8\text{cm}$$

$$4\text{cm} < h < 8\text{cm}$$

$$h = 4t_i + 5t_s + 2c = 4 \times 1,0\text{cm} + 5 \times 0,3\text{cm} + 2 \times 0,3\text{cm} = 6,1\text{cm}$$

$$h = 6,1\text{cm}$$

Adotando elastômero com dureza shore 60:

$$G = 100\text{tf/m}^2$$

$$k = \frac{100 \times 0,40 \times 0,70}{0,061} = 459 \frac{\text{tf}}{\text{m}}$$

$$a_H = \frac{(H_g + 0,5 H_q) h}{abG} = \frac{(15,5 \times 10^{-3} \times 459 + 0,5 \times \sqrt{9,06^2 + 15,73^2}) \times 0,061}{0,4 \times 0,70 \times 100} = 0,035\text{m}$$

$$b_H = \frac{0,5 H_q h}{abG} = \frac{0,5 \times 18,15 \times 0,061}{0,40 \times 0,70 \times 100} = 0,020\text{m}$$

Deslizamento

$$A' = (0,40\text{m} - 0,035\text{m}) \times 0,70\text{m} = 0,256\text{m}^2$$

$$\sigma'_{mg} = \frac{128,27}{0,256} = 501 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$


$$\sigma'_{m(g+q)} = \frac{311,54}{0,256} = 1.217 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma'_m = 1.217 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

$$\mu = 0,1 + \frac{0,2}{12,17} = 0,12$$

$$H_g = 7,11\text{tf} < 0,12 \times 128,27\text{tf} = 15,39\text{tf} \quad \text{ok.}$$

$$H_q = 18,15\text{tf} < 0,12 \times 311,54\text{tf} = 37,38\text{tf} \quad \text{ok.}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	25	2

Compressão mínima

$$\sigma_{N,\min} = \frac{121,87 \text{ tf}}{0,256 \text{ m}^2} = 476 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2} > 200 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2} \quad \text{ok.}$$

Levantamento da borda menos carregada

$$\alpha_g = 20,1 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

$$\alpha_q = 11,2 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

$$a=0,40\text{m} \quad b=0,70\text{m} \quad t_i=0,01\text{m} \quad c=0,003\text{m} \quad G=100\text{tf/m}^2$$

$$B_i = \frac{ab}{2h_i(a+b)}$$

$$h_{li} = \frac{h\sigma}{4GB_i^2 + 3\sigma}$$

Para camada de 3mm:

$$B_3 = \frac{0,40 \times 0,70}{2 \times 0,003 \times (0,40 + 0,70)} = 42,424 \quad B_3 = 42,424$$

Para camada de 10mm:

$$B_{10} = \frac{0,40 \times 0,70}{2 \times 0,01 \times (0,40 + 0,70)} = 12,727 \quad B_{10} = 12,727$$

Verificação 1 – Carga permanente


$$\sigma_g = 501 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

$$h_{l3} = \frac{0,061 \times 501}{4 \times 100 \times 42,424^2 + 3 \times 501} = 4,236 \times 10^{-5}$$

$$h_{l10} = \frac{0,061 \times 501}{4 \times 100 \times 12,727^2 + 3 \times 501} = 46,099 \times 10^{-5}$$

$$\text{tg}(\alpha') = \frac{6 \times (2 \times 4,236 \times 10^{-5} + 4 \times 46,099 \times 10^{-5})}{0,40} = 0,0289$$

$$\text{tg}(\alpha_g) = 0,0020 < \text{tg}(\alpha') = 0,0289 \quad \text{ok.}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	26	2

Verificação 2 – Carga permanente + variável

$$\sigma_{g+q} = 1.217 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

$$h_{l3} = \frac{0,061 \times 1.217}{4 \times 100 \times 42,424^2 + 3 \times 1.217} = 10,260 \times 10^{-5}$$

$$h_{l10} = \frac{0,061 \times 1.217}{4 \times 100 \times 12,727^2 + 3 \times 1.217} = 108,468 \times 10^{-5}$$

$$\text{tg}(\alpha') = \frac{6 \times (2 \times 10,260 \times 10^{-5} + 4 \times 108,468 \times 10^{-5})}{0,40} = 0,068$$

$$\text{tg } \alpha_g + 1,5 \text{ tg } \alpha_q = 0,004 < \text{tg } (\alpha') = 0,068 \quad \text{ok.}$$

Cisalhamento

$$\tau_{\text{aun}} = \frac{G_{\text{ah}}}{h} = \frac{100 \times 0,035}{0,061} = 57,4 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

Cisalhamento para a camada de 10mm:

$$\tau_n = \frac{1,5}{12,727} \times \frac{(128,27 + 1,5 \times 183,27)}{0,40 \times 0,70} = 169,7 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

$$\tau_\theta = \frac{100 \times 0,40^2}{2 \times 0,01 \times 0,061} \times (\text{tg}(\alpha_g) + 1,5\text{tg}(\alpha_q)) = 52,5 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

Cisalhamento para a camada de 3mm:


$$\tau_n = \frac{1,5}{42,427} \times \frac{(128,27 + 1,5 \times 183,27)}{0,40 \times 0,70} = 50,9 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

$$\tau_\theta = \frac{100 \times 0,40^2}{2 \times 0,003 \times 0,061} \times (\text{tg}(\alpha_g) + 1,5\text{tg}(\alpha_q)) = 174,9 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

Verificações:

$$57,4 + 169,7 + 52,5 = 279,6 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2} < 500 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2} \quad \text{ok.}$$

$$57,4 + 50,9 + 174,9 = 283,2 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2} < 500 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2} \quad \text{ok.}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	27	2

Detalhamento


Aparelho de apoio em elastômero fretado (cintado) 400mm x 700mm x 61mm com dureza Shore 60

$$k' = \frac{1 \times \sqrt{40^2 + 70^2}}{40 \times 70} = 0,0288$$

$$E = \frac{300}{3 \times 0,0288^2} = 120.615 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

$$kh = 459 \frac{\text{tf}}{\text{m}}$$

$$G = 100 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	29	2

Dimensionamento dos pilares

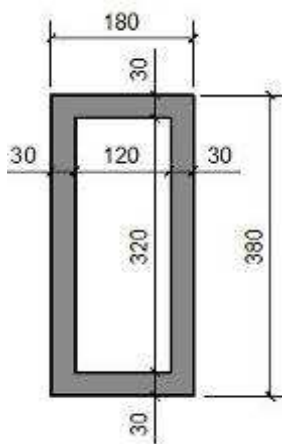
OAE	Hmax (m)	Hmin(m)	Hmed(m)	Hmodal(m)
Viaduto km 964	31	13,00	23,25	29,00

Hmax: altura máxima do pilar

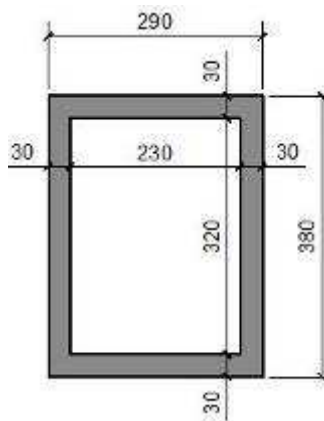
Hmax: altura mínima do pilar

Hmax: altura média do pilar

Hmax: altura modal do pilar



Seção para H_{mín}



Seção para H_{med} e H_{máx}

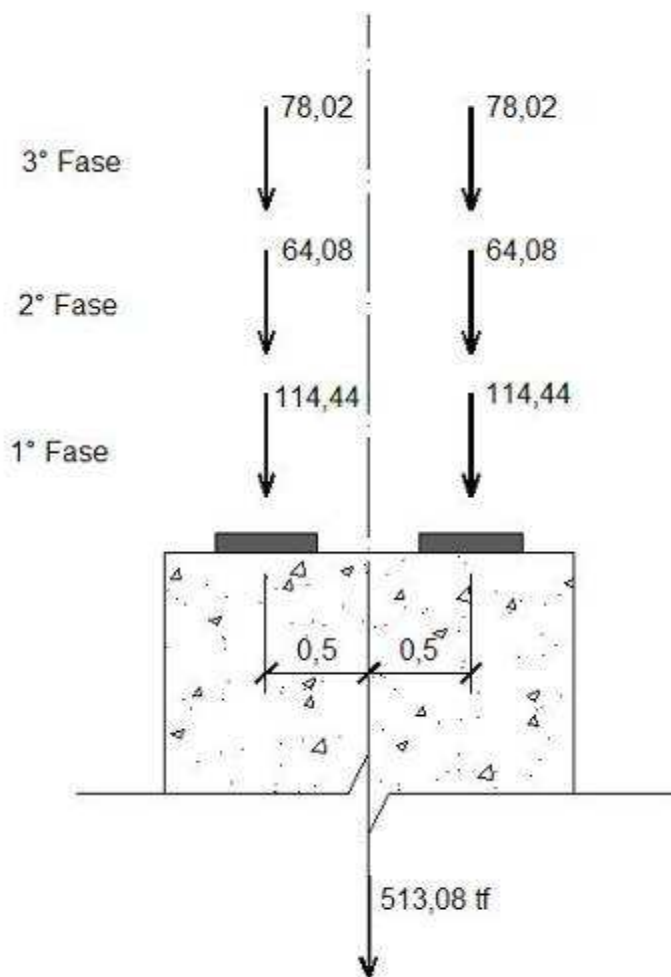
Propriedades geométricas (B=180)		Propriedades geométricas (B=290)	
B(cm) =	180	B(cm) =	290
H(cm) =	380	H(cm) =	380
b(cm) =	120	b(cm) =	230
h(cm) =	320	h(cm) =	320
Área(cm²) =	30.000	Área(cm²) =	36.600
y _{inf} (cm) =	190	y _{inf} (cm) =	190
I _x (cm⁴) =	495.400.000	I _x (cm⁴) =	698.020.000
I _y (cm⁴) =	138.600.000	I _y (cm⁴) =	447.870.000
W _{xinf} (cm³) =	2.607.368	W _{xinf} (cm³) =	3.673.789
W _{xsup} (cm³) =	2.607.368	W _{xsup} (cm³) =	3.673.789


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	30	2

1. Ações

a) Ações com origem na superestrutura:

a1) Ações Permanentes:



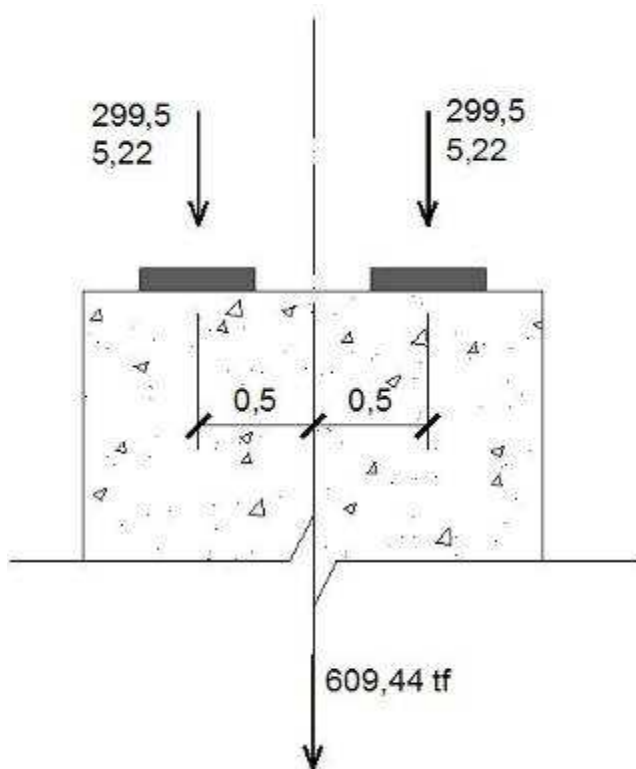
	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	31	2


a2) Ações Variáveis (verticais):

i. Carga Móvel

$$Q = 299,5 \text{ tf}$$

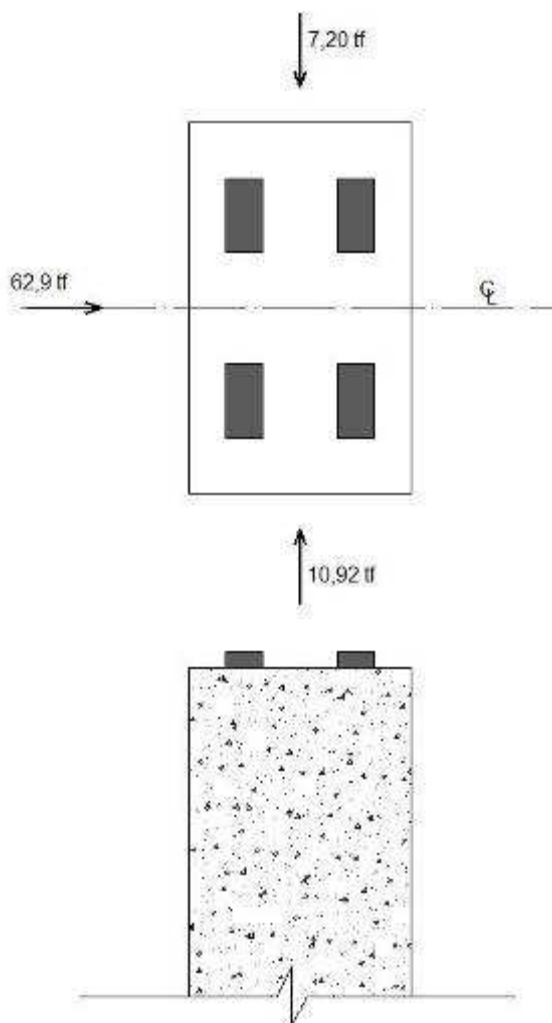
$$p = 5,22 \text{ tf}$$



	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	32	2

a3) Ações Variáveis (horizontais):

i) Aceleração; Impacto Lateral; vento (super)



	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	33	2

Resumo dos Esforços com origem na superestrutura no topo do pilar:

1º) Fase construtiva: (cargas permanentes)

a) $N = 114,44 \text{ tf}$ $m_y = \pm 57,22 \text{ tfm}$

b) $N = 178,52 \text{ tf}$ $m_y = \pm 89,26 \text{ tfm}$

2º) Carga Móvel

a) N_{\max} e concomitantes:

$$N_{\max} = 609,44 \text{ tf} \quad M = 0$$

b) M_{\max} e concomitantes:


$$N = 304,72 \text{ tf} \quad M_{y_{\max}} = \pm 152,36 \text{ tfm}$$

3º) Carregamento horizontal:

a) Aceleração: $H_x = \pm 62,9 \text{ tf}$


b) Choque Lateral: $H_y = \pm 7,20 \text{ tf}$

c) Vento (super): $H_y = \pm 10,92 \text{ tf}$

	<div>VALEC</div> <div>"Desenvolvimento Sustentável do Brasil"</div>	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
<div>Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964</div> <div>Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA)</div> <div>Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA</div> <div>Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA</div> <div>Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F</div>		<div>NºVALEC:</div> <div>80-MC-0700G-11-1450</div>	FOLHA	REV
		<div>NºPROJ:</div> <div>80-MC-0700G-11-1450</div>	34	2

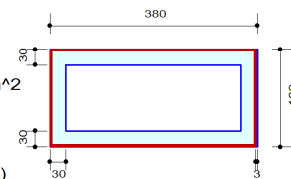
MIDAS/Civil

RC Column Design Result

	Company	Project Title	
	Author Vetec	File Name	C:\...lvão 30m - Dim Pilares.mcb

1. Design Condition

Design Code ACI318-02
Unit System tonf, cm
Member Number 90 (PM), 90 (Shear)
Material Data $f_c' = 0.246074$, $f_y = 3.51535$, $f_{ys} = 3.51535$ tonf/cm²
Column Height 250 cm
Section Property Pilar (No : 5)
Rebar Pattern Total Rebar Area $A_{st} = 300$ cm² (Rhost = 0.0100)



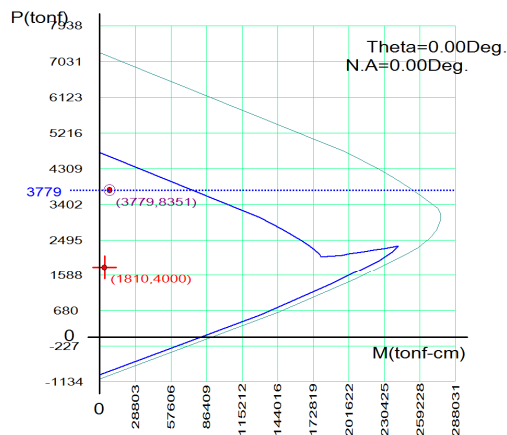
2. Applied Loads

Load Combination 2 AT (J) Point
 $P_u = 1810.02$ tonf, $M_{cy} = 4000.00$, $M_{cz} = 0.00000$, $M_c = 4000.00$ tonf-cm

3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load $\Phi P_n\text{-max} = 3778.71$ tonf
Axial Load Ratio $P_u/\Phi P_n = 1810.02 / 3778.71 = 0.479 < 1.000$ O.K
Moment Ratio $M_{cy}/\Phi M_{ny} = 4000.00 / 8350.63 = 0.479 < 1.000$ O.K
 $M_{cz}/\Phi M_{nz} = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000$ O.K
 $M_c/\Phi M_n = 4000.00 / 8350.63 = 0.479 < 1.000$ O.K


4. P-M Interaction Diagram



PhiPn(tonf)	PhiMn(tonf-cm)
4723.39	0.00
2790.82	147715.40
2503.25	162782.03
2255.84	173803.85
2083.08	179191.81
2109.26	190787.96
2154.29	202502.43
2210.58	214905.18
2292.35	231016.38
2282.07	240011.61
2092.86	232170.34
1367.24	187588.99
-949.14	0.00

5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength $V_{uy} = 0.00000$, $V_{uz} = 16.0000$ tonf (Load Combination 2)
Shear Strength (Y-Direction) $\Phi V_{cy} = 125.537$, $\Phi V_{sy} = 352.644$ tonf (10.-#11 @1700)
Shear Strength (Z-Direction) $\Phi V_{cz} = 72.7714$, $\Phi V_{sz} = 204.421$ tonf (10.-#11 @1700)
Shear Ratio $V_u/\Phi V_n = 16.0000 / 277.193 = 0.058 < 1.000$ O.K

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	35	2

ACI318-02 RC-Column Design Result Dialog

Code : ACI318-02 Unit : tonf , cm

Sorted by ☐ Member ☒ Section

Primary Sorting Option
☐ SECT ☒ MEMB

MEMB	SE	Section	Bc	Hc	fc'	fy	CHK	LC	PO	Pu	Mc	Ast	Vu	Asvz	Ties/Spirals
SECT	L	t	a	b	Height	fys		B	S	Rat-P	Rat-M		Rat-V	Asvz	
0	<input checked="" type="checkbox"/>	Pilar	380.0	180.0	0.24607	3.51535	OK	2	J	1810.02	4000.00	300.00	16.0000	1.4426	10-#11 @1700
S		30.000	0.000	0.000	250.00	3.51535				0.479	0.479		0.058	1.4426	

☐ Connect Model View


Select All Unselect All Re-calculation

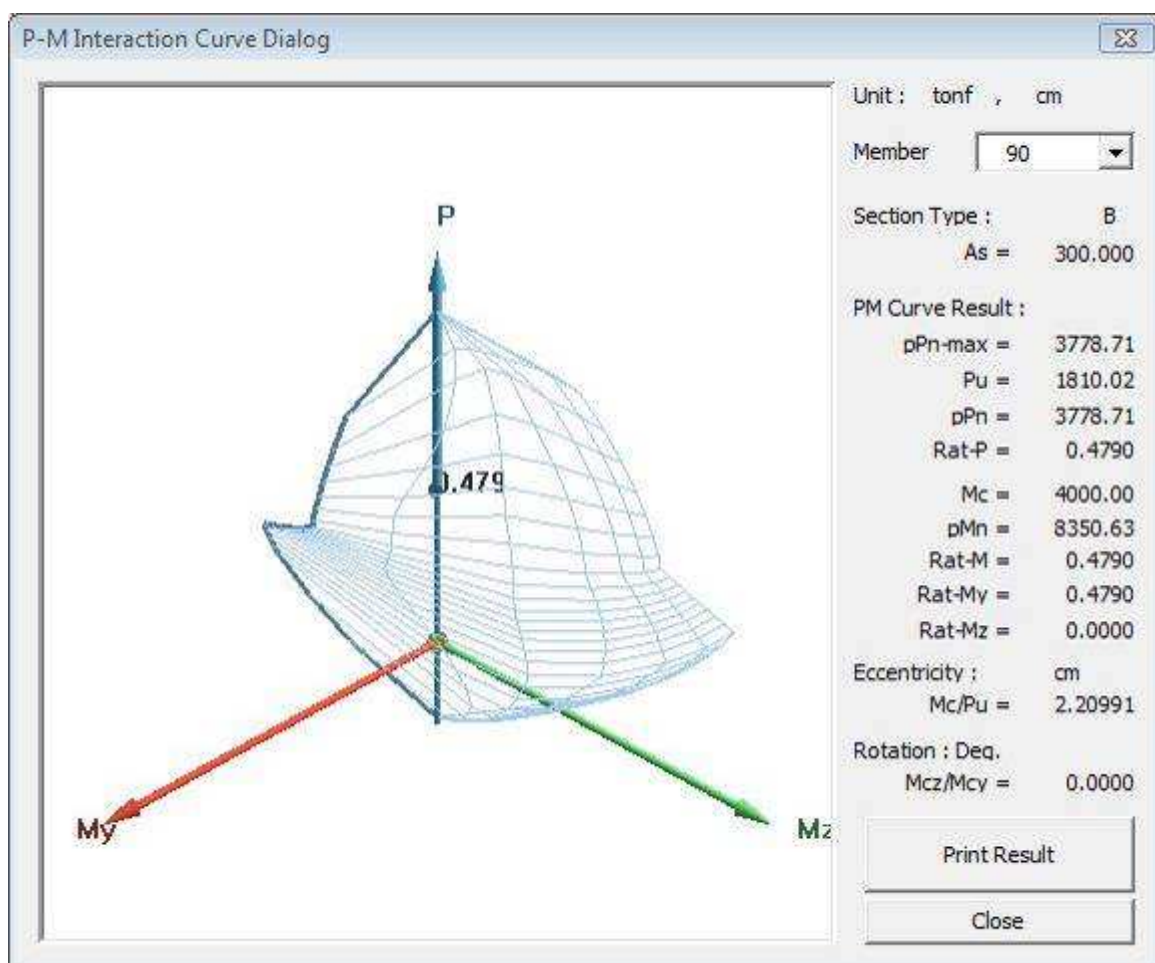
Graphic... Detail... Summary... <<


Draw PM Curve... Summary By LCB Close

Result View Option
☒ All ☐ OK ☐ NG

Copy Table


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	36	2



	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	37	2

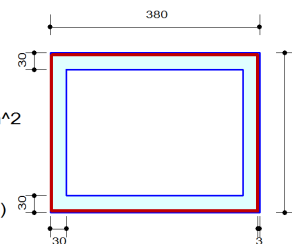
MIDAS/Civil

RC Column Design Result

	Company		Project Title	
	Author	Vetec	File Name	C:\...lvão 30m - Dim Pilares.mcb

1. Design Condition

Design Code ACI318-02
 Unit System tonf, cm
 Member Number 90 (PM), 90 (Shear)
 Material Data $f_c' = 0.246074$, $f_y = 3.51535$, $f_{ys} = 3.51535$ tonf/cm²
 Column Height 250 cm
 Section Property Pilar (No : 5)
 Rebar Pattern Total Rebar Area $A_{st} = 366$ cm² ($R_{hst} = 0.0100$)



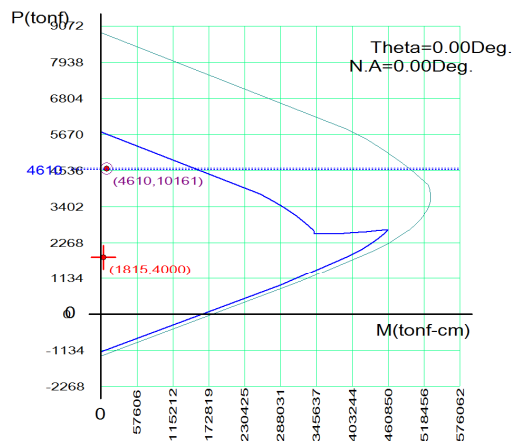
2. Applied Loads

Load Combination 2 AT (J) Point
 $P_u = 1814.78$ tonf, $M_{cy} = 4000.00$, $M_{cz} = 0.00000$, $M_c = 4000.00$ tonf-cm

3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load $\Phi P_n\text{-max} = 4610.03$ tonf
 Axial Load Ratio $P_u/\Phi P_n = 1814.78 / 4610.03 = 0.394 < 1.000$ O.K
 Moment Ratio $M_{cy}/\Phi M_{ny} = 4000.00 / 10161.1 = 0.394 < 1.000$ O.K
 $M_{cz}/\Phi M_{nz} = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000$ O.K
 $M_c/\Phi M_n = 4000.00 / 10161.1 = 0.394 < 1.000$ O.K

4. P-M Interaction Diagram



ΦP_n (tonf)	ΦM_n (tonf-cm)
5762.54	0.00
3580.71	278354.93
3162.64	311216.23
2810.15	333424.79
2559.45	343536.75
2561.79	367571.50
2579.81	389835.04
2609.65	412963.18
2659.32	442484.81
2569.37	454631.81
2263.44	434226.60
1847.74	396105.68
-1157.96	0.00

5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength $V_{uy} = 0.00000$, $V_{uz} = 16.0000$ tonf (Load Combination 2)
 Shear Strength (Y-Direction) $\Phi V_{cy} = 126.147$, $\Phi V_{sy} = 55.1255$ tonf (2.0-#8 @1210)
 Shear Strength (Z-Direction) $\Phi V_{cz} = 103.130$, $\Phi V_{sz} = 45.0671$ tonf (2.0-#8 @1210)
 Shear Ratio $V_u/\Phi V_n = 16.0000 / 148.197 = 0.108 < 1.000$ O.K

		VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"		EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F				NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
				NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	38	2

ACB18-02 RC-Column Design Result Dialog
 Unit: tonf , cm

Code : AC1318-02
 Sorted by: ☐ Member ☒ Section
Primary Sorting Option: ☐ SECT ☒ MEMB

MEMB	SE	Section	Bc	Hc	fc'	fy	CHK	LC	PO	Pu	Mc	Ast	Vu	Asvy	Ties/Spirals
SECT	L	t	a	b	Height	fys		B	S	Rat-P	Rat-M		Rat-V	Asvz	
0	<input checked="" type="checkbox"/>	Pilar	380.0	290.0	0.24607	3.51535	OK	2	J	1814.78	4000.00	368.00	16.0000	0.2124	2.0-#8 @1210
5		30.000	0.000	0.000	250.00	3.51535				0.394	0.394		0.108	0.2124	

☐ Connect Model View


Select All Unselect All Re-calculation

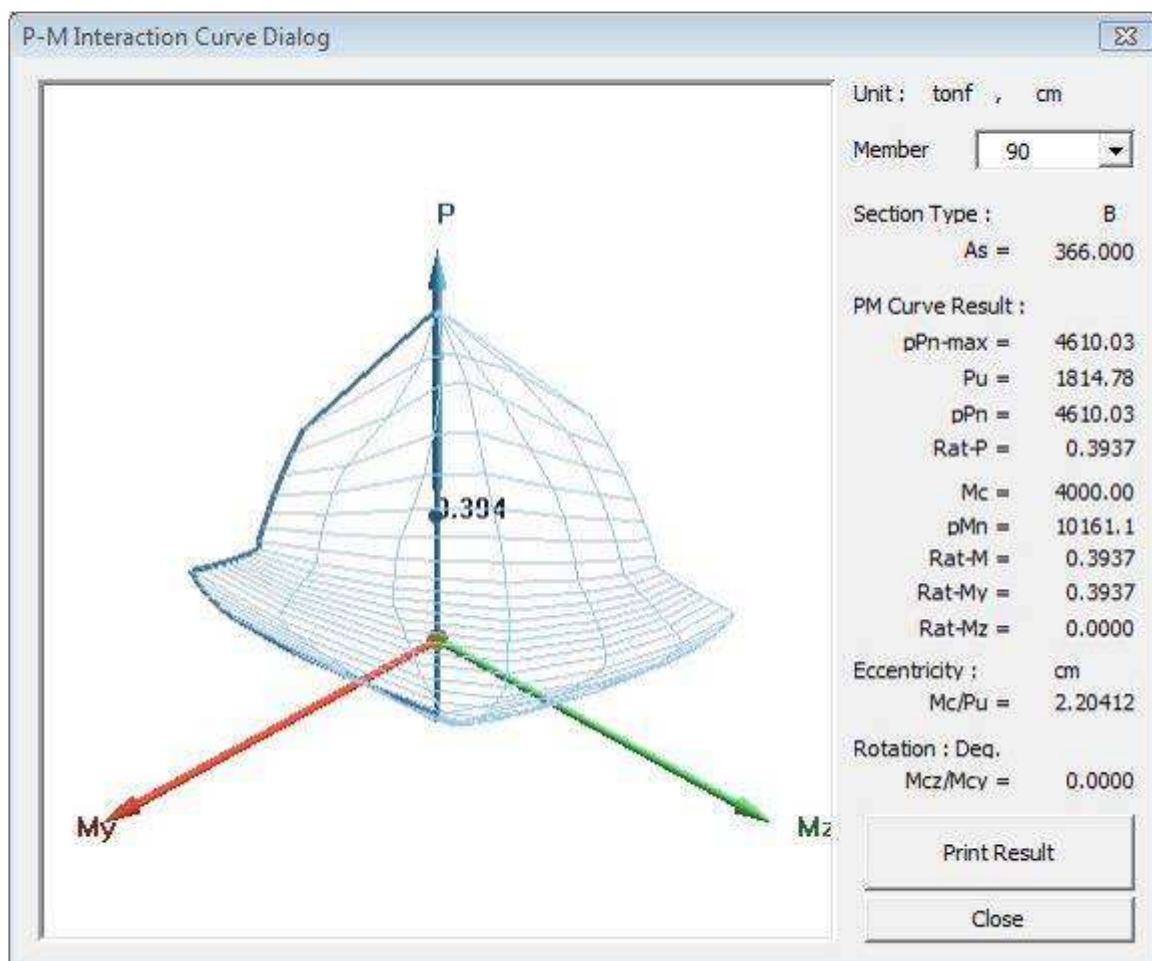
Graphic... Detail... Summary... <<


Draw PM Curve... Summary By LCB Close

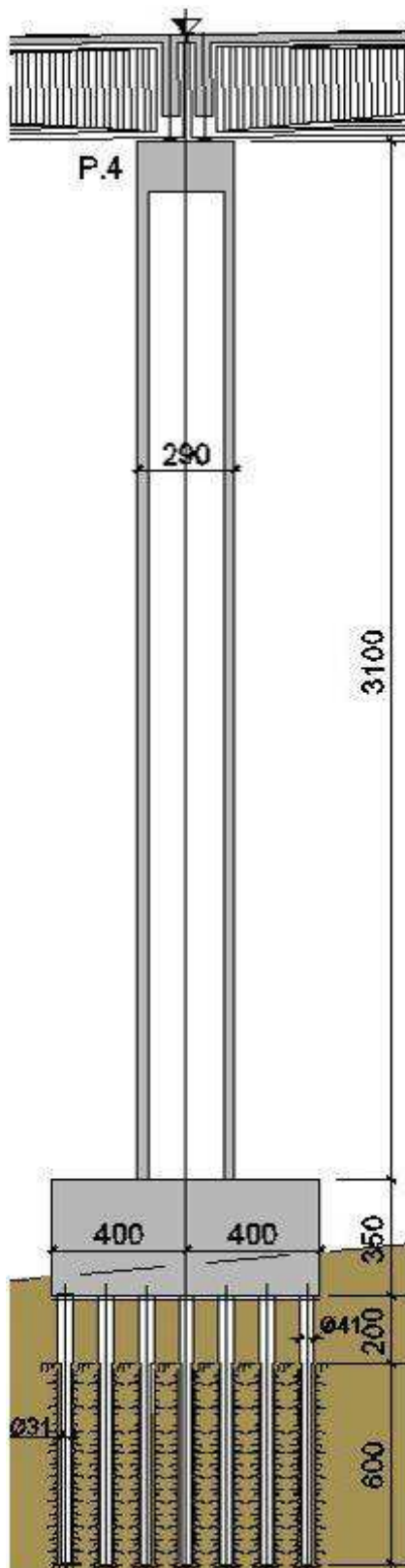
Result View Option: ☒ All ☐ OK ☐ NG


Copy Table

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	39	2



	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	40	2




 VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
	Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA REV
	NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	41	2

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIA S.A.		ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO									
ESTUDOS GEOTECNOLÓGICOS										FOLHA 02	REV

RELATÓRIO DE SONDAGEM MISTA														
CLIENTE	Vetec Engenharia Ltda				REVESTIMENTO Ø BW (3 1/2") BARRILETE Ø BX BARRILETE Ø INT. 1 5/8"									
OBRA	EF 334 - Ferrovia Oeste Leste - FIOI	Nº FURO	SM E136	COORDENADAS										
				N=	8.422.453,718									
LOCAL	Estaca 964+305	COTA		E=	754.904,717									
				PROF. REVESTIMENTO (m)										
				INÍCIO				TÉRMINO						

PROFUNDIDADE	CAMADAS	CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS	Nº DE GOLPES		PORCENTAGEM DE RQD (%)				ALTURAÇÃO	ROTULAGEM	CORREÇÃO	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO					NA (MPa)
			1º e 2º	3º e 4º	20	40	60	80				Nº DE GOLPES					
												10	20	30	40	50	
0		Furo não executado, inacessível ao equipamento da Sondagem Mista.															
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	

CLIENTE:	RESP. TÉCNICO	Nº DE GOLPES INICIAIS
		Nº DE GOLPES FINAIS


 VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
	Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA REV
	NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	42	2

VALEC <small>ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIA S.A.</small>		ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO	
ESTUDOS GEOTECNOLÓGICOS		FOLHA 02	REVI

RELATÓRIO DE SONDAGEM MISTA									
CLIENTE	Valec Engenharia Ltda				REVESTIMENTO Ø BW (3 1/2") BARRILETE Ø BX BARRILETE Ø INT. 1 5/8"				
OBRA	EF 334 - Ferrovia Oeste Leste - PIOL	Nº FURO	SM E137	COORDENADAS					
				N=	8.422.305,627	PROF. REVESTIMENTO (m)			
LOCAL	Estação 964+450	COTA		E=	764.924,095	INÍCIO		TERMINO	

PROFUNDIDADE	CAMADAS	CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS	Nº DE GOLPES		PORCENTAGEM DE RQD (%)				ALTERAÇÃO	RETRATAMENTO	CORRUPTIVA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO					NA (N)
			1ºe2º	3ºe5º	20	40	60	80				Nº DE GOLPES					
												0	10	20	30	40	
0		Furo não executado, inacessível ao equipamento da Sondagem Mista.															
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	



CLIENTE:	RESP. TÉCNICO	Nº DE GOLPES INÍCIO Nº DE GOLPES FIM
----------	---------------	---

 VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
	Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA REV
	NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	43	2

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIA S.A.		ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO	
ESTUDOS GEOTECNOLÓGICOS		FOLHA 02	REV


RELATÓRIO DE SONDAGEM MISTA											
CLIENTE	Vetec Engenharia Ltda					REVESTIMENTO Ø SW (3 1/2") BARRILETE Ø EX BARRILETE Ø INT. 1 5/8"					
OBRA	EF 334 - Ferrovia Oeste Leste - FIOL	Nº FURO	SM E138	COORDENADAS							
				N=	8.422.237.993	PROP. REVESTIMENTO (m)					
LOCAL	Estaca 964+519	COTA		E=	754.941.563	INÍCIO		TERMINO			

PROFUNDIDADE	CAMADAS	CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS	Nº DE GOLPES		PORCENTAGEM DE RQD (%)				AUTOMAÇÃO	EQUIPAMENTO	CORREÇÃO	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO					NA (m)
			1ºe2º	3ºe3º	20	40	60	80				Nº DE GOLPES					
												1	10	20	30	40	
0																	
1		Furo não executado, inacessível ao equipamento da Sondagem Mista.															
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
CLIENTE:			RESP. TÉCNICO										Nº DE GOLPES INICIAIS Nº DE GOLPES FINAIS				


	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450		44		2

Registro Fotográfico:



	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450	45	2

4- QUANTITATIVOS

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VIADUTO km 964 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7EF Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-11-1450	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-11-1450		46		2

4. QUANTITATIVOS

10.9	Viaduto 964 + 220			
10.9.1	Infraestrutura			
10.9.1.1	Escavação			
10.9.1.1.1	Em material de 1ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	1.602,00
10.9.1.1.2	Em material de 2ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.9.1.1.3	Em material de 3ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
	Transporte material	80-ES-028A-19-8004	m³xkm	10.634,00
10.9.1.1.4	Céu aberto material de 1ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.9.1.1.5	Céu aberto material de 2ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.9.1.1.6	Céu aberto material de 3ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.9.1.1.7	Ar comprimido material de 1ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.9.1.1.8	Ar comprimido material de 2ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.9.1.1.9	Ar comprimido material de 3ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.9.1.2	Tubulões/estacas			
10.9.1.2.1	Camisa de concreto D = 1,40m	80-ES-028A-11-8010	m	
10.9.1.2.2	Concreto Fck 25 MPa	80-ES-028A-11-8010	m³	
10.9.1.2.3	Armadura de aço CA 50/60	80-ES-028A-11-8010	kg	
10.9.1.2.4	Estaca raiz D= 150 mm em solo	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.5	Estaca raiz D= 200 mm em solo	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.6	Estaca raiz D= 250 mm em solo	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.7	Estaca raiz D= 310 mm em solo	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.8	Estaca raiz D= 410 mm em solo	80-ES-028A-11-8011	m	553,00
10.9.1.2.9	Estaca raiz D= 450 mm em solo	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.10	Estaca raiz D= 150 mm em rocha alterada	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.11	Estaca raiz D= 200 mm em rocha alterada	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.12	Estaca raiz D= 250 mm em rocha alterada	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.13	Estaca raiz D= 310 mm em rocha alterada	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.14	Estaca raiz D= 410 mm em rocha alterada	80-ES-028A-11-8011	m	1.524,00
10.9.1.2.15	Estaca raiz D= 450 mm em rocha alterada	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.16	Estaca raiz D= 150 mm em rocha sã	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.17	Estaca raiz D= 200 mm em rocha sã	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.18	Estaca raiz D= 250 mm em rocha sã	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.19	Estaca raiz D= 310 mm em rocha sã	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.20	Estaca raiz D= 410 mm em rocha sã	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.21	Estaca raiz D= 450 mm em rocha sã	80-ES-028A-11-8011	m	
10.9.1.2.22	Estaca escavada em material de 1ª categoria com lama bentonítica D=1,40m	80-ES-028A-11-8010	m	
10.9.1.2.23	Estaca escavada em material de 2ª categoria com lama bentonítica D=1,40m	80-ES-028A-11-8010	m	
10.9.1.2.24	Estaca escavada em material de 3ª categoria D=1,40m	80-ES-028A-11-8010	m	
10.9.1.2.25	Camisa de concreto D = 1,60m	80-ES-028A-11-8010	m	
10.9.1.2.26	Concreto Fck 25 MPa	80-ES-028A-11-8010	m³	
10.9.1.2.27	Armadura de aço CA 50/60	80-ES-028A-11-8010	kg	
10.9.1.3	Blocos e Sapatas			
10.9.1.3.1	Concreto Fck = 15 MPa	80-ES-028A-11-8010	m³	29,00
10.9.1.3.2	Concreto Fck = 25 MPa	80-ES-028A-11-8010	m³	986,00
10.9.1.3.3	Formas	80-ES-028A-11-8010	m²	694,00
10.9.1.3.4	Armadura de aço CA 50/60	80-ES-028A-11-8010	kg	98.602,00
10.9.1.4	Reaterro	80-ES-028A-11-8010	m³	1.015,00
10.9.1.5	Reaterro de solo cimento	80-ES-028A-11-8010	m³	
10.9.2	Encontros e lajes de transição			
10.9.2.1	Concreto Fck = 15 MPa	80-ES-028A-11-8004	m³	11,00
10.9.2.2	Concreto Fck = 25 MPa	80-ES-028A-11-8004	m³	242,00
10.9.2.3	Formas	80-ES-028A-11-8004	m²	269,00
10.9.2.4	Escoramento	80-ES-028A-11-8004	m³	
10.9.2.5	Armadura de aço CA 50/60	80-ES-028A-11-8004	kg	24.170,00
10.9.3	Mesoestrutura			
10.9.3.1	Concreto Fck = 25 MPa	80-ES-028A-11-8004	m³	862,00
10.9.3.2	Formas Convencionais	80-ES-028A-11-8004	m²	321,00
10.9.3.3	Formas deslizantes	80-ES-028A-11-8004	m²	4.545,00
10.9.3.4	Armadura de aço CA 50/60	80-ES-028A-11-8004	kg	120.683,00
10.9.3.5	Escoramento	80-ES-028A-11-8004	m³	
10.9.4	Superestrutura			
10.9.4.1	Concreto Fck = 35 MPa	80-ES-028A-11-8004	m³	1.460,40
10.9.4.2	Formas	80-ES-028A-11-8004	m²	4.525,00
10.9.4.3	Armadura de aço CA 50/60	80-ES-028A-11-8004	kg	199.865,00
10.9.4.4	CP 190 RB 12,7 mm	80-ES-028A-11-8004	kg	58.416,00
10.9.4.5	Cone de ancoragem 12 D = 12,7mm	80-ES-028A-11-8004	unid	
10.9.4.6	Cone de ancoragem 6 D = 12,7mm	80-ES-028A-11-8004	unid	216,00
10.9.4.7	Ancoragem passiva	80-ES-028A-11-8004	unid	
10.9.4.8	Escoramento	80-ES-028A-11-8004	m³	
10.9.4.9	Cimbramento para balanço sucessivo	80-ES-028A-11-8004	m²	