


[illegible]

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	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
PASSAGEM INFERIOR SOB A BA-160

FEVEREIRO/2012



	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	2	2


ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	6
2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO	8
3. CARACTERÍSTICAS DA OBRA.....	10
4. DOCUMENTOS DE REFÊRENCIA.....	12
5. DOCUMENTOS RESULTANTES	14
6. BIBLIOGRAFIA	16
7. IMPLANTAÇÃO.....	19
7.1 SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA	19
7.2 PLANTA	20
8. CRITÉRIOS DE PROJETO.....	22
8.1 CRITÉRIOS ADOTADOS:	22
8.2 CLASSE DE PROJETO:	22
8.3 DURABILIDADE:.....	22
9. MÉTODO DOS ESTADOS – LIMITES	24
9.1 ESTADOS – LIMITE ÚLTIMO (ELU):.....	24
9.2 ESTADOS – LIMITE DE SERVIÇO (ELS):	24
10. PROPRIEDADES DOS MATERIAIS.....	26
10.1 CONCRETO:.....	26
10.2 AÇO	26
10.3 SOLO.....	27
11. CALCULO DA SUPERESTRUTURA	29
11.1 AÇÕES VERTICAIS	29
11.1.1 Ações Permanentes:.....	29
11.1.2 Ações Variáveis:	30
12. VERIFICAÇÃO DA TENSÃO ATUANTE NO SOLO	32
12.1 AÇÕES PERMANENTES:	32
12.2 AÇÕES VARIÁVEIS:	33
12.2.1 TT 45:.....	33
12.2.2 TB 360:	34
12.3 CÁLCULO DA TENSÃO.....	34
13. PROCESSAMENTO ESTRUTURAL	36
13.1 SOFTWARE DE CÁLCULO	36


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000		3		2

13.2	DISCRETIZAÇÃO DA ESTRUTURA:.....	36
13.3	ESFORÇOS DEVIDO À AÇÃO DO EMPUXO DO SOLO	36
13.4	MODELO DE CÁLCULO.....	41
14.	DIMENSIONAMENTO	54
14.1	DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO	54
14.1.1	Momento de Cálculo:.....	55
14.1.2	Cálculo da Armadura:	56
14.1.3	Verificações quanto à Fissuração:	59
14.1.4	Verificação quanto ao cisalhamento:	62
14.1.5	Verificação da Fadiga (ELU):	63
14.2	LAJE DE APROXIMAÇÃO	66
15.	QUANTITATIVOS	78

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV	
	NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	4	2	


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	5	2

1- APRESENTAÇÃO


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	6	2

1. APRESENTAÇÃO

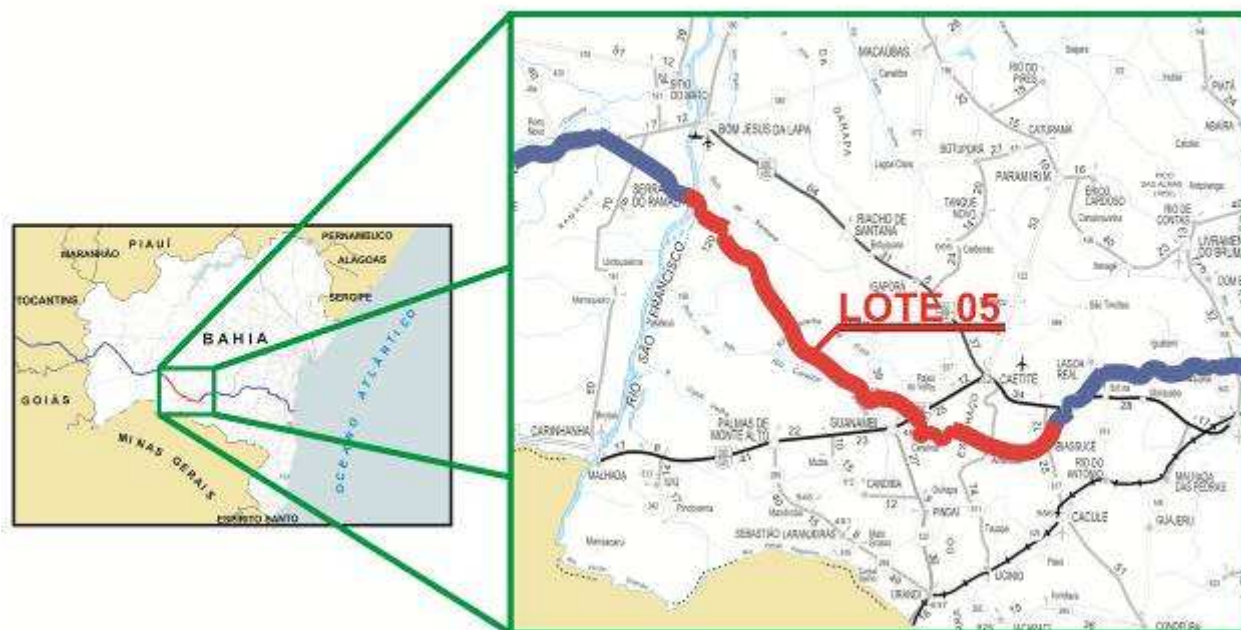
A VETEC ENGENHARIA LTDA. submete a apreciação da VALEC - ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A., a Memória de cálculo da passagem superior sobre a Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) na estaca 817+690, próximo a Bom Jesus da Lapa, referente à Elaboração de Projeto Executivo para a Implantação da FIOL, Trecho Rio São Francisco (km 803,645) – Riacho da Barroca (km 968,430) Lote 7EF , com extensão total de 165,0 km.



	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	7	2

2- MAPA DE LOCALIZAÇÃO



	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	8	2

2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO



	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	9	2


3- CARACTERÍSTICAS DA OBRA

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	10	2


3. CARACTERÍSTICAS DA OBRA

Passagem inferior ferroviária (galeria) com capacidade de suportar os trens-tipo TB 360 na laje inferior e o TT45 na laje do nível superior, prevista para transposição da BA 160, na Ferrovia Integração Oeste-Leste, no trecho Figueirópolis, no estado do Tocantins até Ilhéus na Bahia e que se desenvolverá entre o km 817+659, e o km 817+714, totalizando uma extensão de 55m. A obra situa-se em um trecho em tangente.

Em decorrência das condicionantes de ordem geométrica a obra será constituída de uma galeria formada por célula de concreto armado e alas de contenção, esconsa em relação à rodovia. A estrutura por ser monolítica, apresenta maior segurança e durabilidade já que não são necessárias juntas, pontos de início de patologias. Por cruzar a rodovia praticamente em nível, a rodovia existente terá de ser dessa forma remanejada a fim de transpor a galeria em um ponto mais alto.

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	11	2

4- DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	12	2


4. DOCUMENTOS DE REFÊRENCIA


80-DES-0700G-22-1050 – PROJETO EXECUTIVO DE REMANEJAMENTO DE INTERFERÊNCIAS – PASSAGEM INFERIOR SOB BA 160

80-DES-0700G-22-1051 – PROJETO EXECUTIVO DE REMANEJAMENTO DE INTERFERÊNCIAS – PASSAGEM INFERIOR SOB BA 160

80-DES-0700G-17-1007 – PROJETO EXECUTIVO DE GEOMETRIA E DRENAGEM – PLANTA E PERFIL

80-DES-0700G-20-1036 – PROJETO EXECUTIVO DE TERRAPLENAGEM – SEÇÕES TRANSVERSAIS

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	13	2


	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	14	2



5. DOCUMENTOS RESULTANTES

80-DES-0700G-01-1000

80-DES-0700G-01-1001

80-DES-0700G-01-1002

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	15	2

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	16	2

6. BIBLIOGRAFIA

Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações [Livro] / A. El Debs Mounir Khalil. - São Carlos : EESC-USP, 2000. - 1.

Construções de concreto: casos especiais de dimensionamento de estruturas de concreto armado [Livro] / A. Leonhardt Fritz e Mönnig Eduard / trad. Merino João Luís Escosteguy. - Rio de Janeiro : Interciência Ltda, 1978. - 1 : Vol. 2 : 6.

Construções de concreto: princípios básicos da construção de pontes de concreto [Livro] / A. Leonhardt Fritz / trad. Merino João Luís Escosteguy. - Rio de Janeiro : Interciência, 1979. - 1 : Vol. 6 : 6.

Construções de concreto: princípios básicos do dimensionamento de estruturas de concreto armado [Livro] / A. Leonhardt Fritz e Mönnig Eduard / trad. Villas Boas José de Moura. - Rio de Janeiro : Interciência Ltda, 1978. - 1 : Vol. 1 : 6.

Construções de concreto: princípios básicos sobre a armação de estruturas de concreto armado [Livro] / A. Leonhardt Fritz e Mönnig Eduard / trad. Villas Boas José de Moura. - Rio de Janeiro : Interciência Ltda, 1978. - 1 : Vol. 3 : 6.

Construções de concreto: verificação da capacidade de utilização. Limitação da fissuração, deformações, redistribuição de momentos e teoria das linhas de ruptura em estruturas de concreto armado [Livro] / A. Leonhardt Fritz / trad. Merino João Luís Escosteguy. - Rio de Janeiro : Interciência Ltda, 1979. - 1 : Vol. 4 : 6.

Design of highway bridges: an LRFD approach [Livro] / A. Barker Richard M e Puckett Jay A. - New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2007. - 2.


Modelos de bielas e tirantes aplicados a estruturas de concreto armado [Livro] / A. Silva Reginaldo Carneiro da e Giongo José Samuel. - São Carlos : EESC-USP, 2000. - 1.

NBR 6118 Projeto de estruturas de concreto [Livro] / A. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - Rio de Janeiro : ABNT, 2007.

NBR 6122 Projeto e execução de fundações [Livro] / A. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - Rio de Janeiro : ABNT, 1996.

NBR 6123 Forças devidas ao vento em edificações [Livro] / A. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - Rio de Janeiro : ABNT, 1988.

NBR 7187 Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido [Livro] / A. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - Rio de Janeiro : ABNT, 2003.

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	17	2

NBR 7188 Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre [Livro] / A. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - Rio de Janeiro : ABNT, 1984.

NBR 7189 Cargas móveis para projeto estrutural de obras ferroviárias [Livro] / A. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - Rio de Janeiro : ABNT, 1985.

NBR 8681 Ações e segurança nas estruturas [Livro] / A. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - Rio de Janeiro : ABNT, 2003.

NBR 8953 Concreto para fins estruturais - Classificação por grupos de resistência - Classificação [Livro] / A. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - Rio de Janeiro : ABNT, 1992.


NBR 9062 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado [Livro] / A. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - Rio de Janeiro : ABNT, 2006.


Pontes em concreto armado: elementos de projetos, solicitações, dimensionamento [Livro] / A. Pfeil Walter. - Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1979. - 1.

Técnicas de armar as estruturas de concreto [Livro] / A. Fusco Péricles Brasiliense. - São Paulo : PINI, 1995.

Tensão admissível em fundações diretas [Livro] / A. Cintra José Carlos A, Aoki Nelson e Albiero José Henrique. - São Carlos : Rima, 2003.

Tratado de concreto armado: cálculo do concreto armado [Livro] / A. Guerrin A / trad. Lauand Carlos Antonio. - [s.l.] : Hemus, 1970. - Vol. I : VI.

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	18	2

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	19	2

7. IMPLANTAÇÃO

7.1 Seção transversal típica

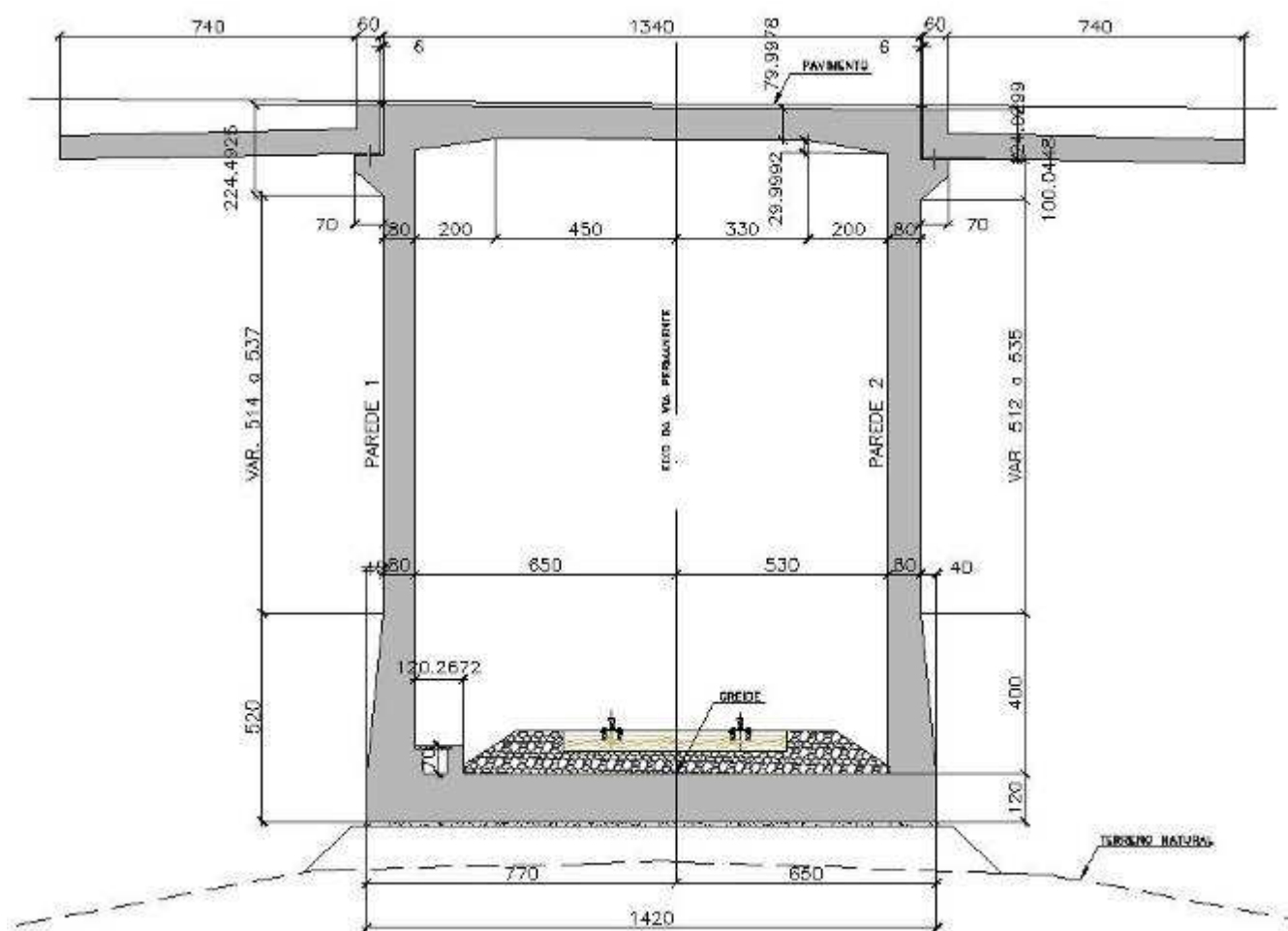



Figura 1: Seção Transversal da Ferrovia

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	20	2

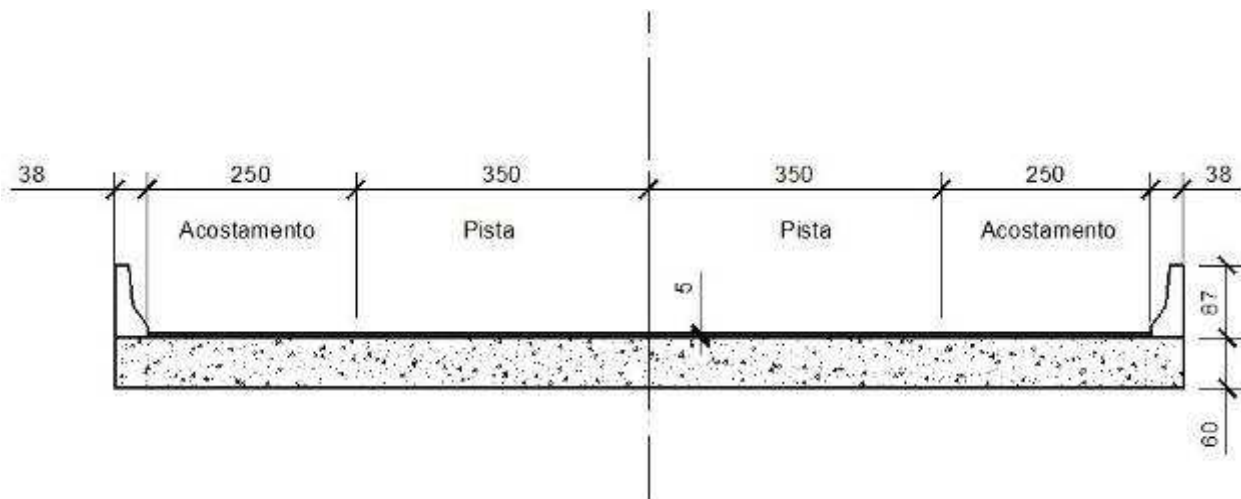


Figura 2: Seção Transversal da Rodovia

7.2 Planta

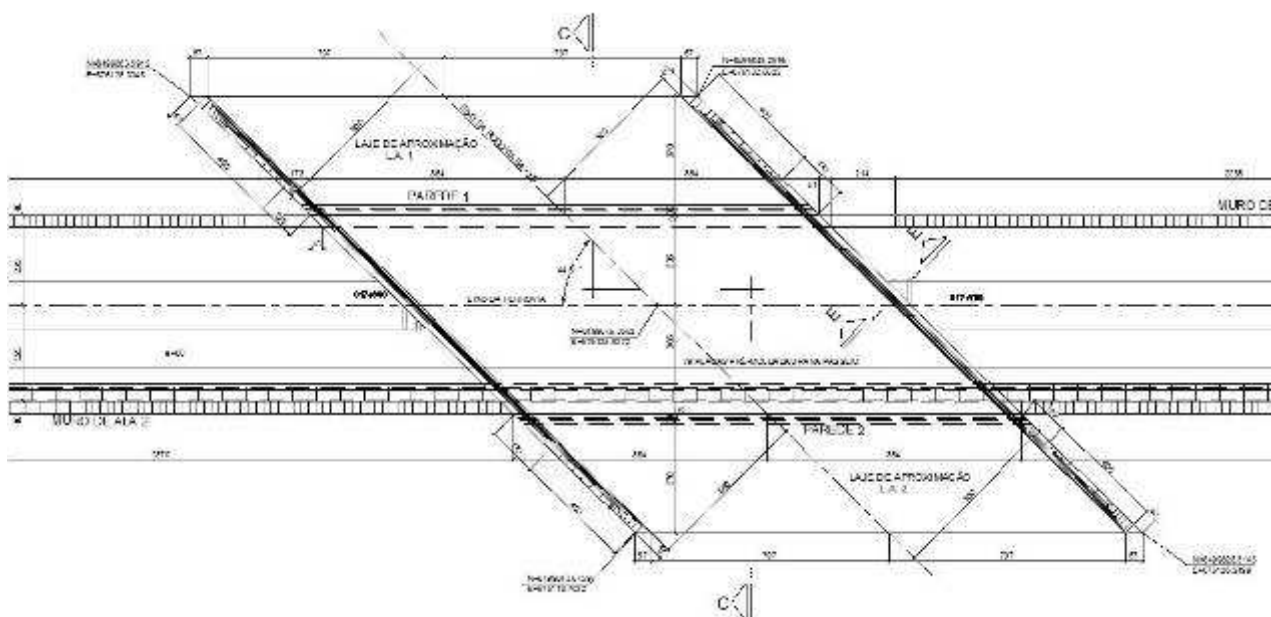






Figura 3: Planta

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV	
	NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	21	2	

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	22	2

8. CRITÉRIOS DE PROJETO

8.1 Critérios adotados:

Os critérios de projeto adotados visam, sobretudo, atender aos requisitos estabelecidos nos itens 5 (requisitos de Qualidade da estrutura e do projeto) e 6 (Diretrizes para a durabilidade das estruturas de concreto) ambos da NBR 6118:2007.

8.2 Classe de projeto:

A OAE em questão deve atender à duas classes distintas de projeto, conforme as normas NBR 7188:1984 e a NBR 7185. Para a rodovia a OAE possui classe 45 (NBR 7188:1984) e para a ferrovia classe TB-360 (NBR 7189:1985).

8.3 Durabilidade:



Para a região na qual se encontra a obra pode-se adotar CAA-II (Moderada). Em decorrência disso tem-se para a relação água/cimento e classe de concreto:

Elementos de concreto armado:



- Recomendado pela NBR 6118:2007: C25 ($a/c \leq 0,60$)

Umidade relativa do ar: 70%

Temperatura ambiente: 20°C

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV	
	NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	23	2	

9- MÉTODO DOS ESTADOS LIMITES

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	24		2	

9. MÉTODO DOS ESTADOS – LIMITES

O cálculo foi desenvolvido conforme as premissas estabelecidas nas normas NBR 6118:2007 e NBR 8681:2004 adotando-se para o dimensionamento dos elementos estruturais o Método dos Estados – Limites.

9.1 Estados – Limite Último (ELU):

Coeficientes de ponderação das resistências (γ_m):

Concreto: $\gamma_m = \gamma_c = 1,4$

Aço: $\gamma_m = \gamma_s = 1,15$

Coeficientes de ponderação das ações (γ_f):

Ações permanentes: $\gamma_f = \gamma_g = 1,35$ (ou 1,00)

Ações variáveis: $\gamma_f = \gamma_q = 1,50$ (ou 0,00)

9.2 Estados – Limite de Serviço (ELS):

- Fatores de combinação (ψ_0) e redução (ψ_1 e ψ_2) para ações variáveis:

Vento: $\psi_0 = 0,6$ $\psi_1 = 0,3$ $\psi_2 = 0$

Temperatura: $\psi_0 = 0,6$ $\psi_1 = 0,5$ $\psi_2 = 0,3$

Pontes rodoviárias: $\psi_0 = 0,7$ $\psi_1 = 0,5$ $\psi_2 = 0,3$

Pontes ferroviárias especializadas: $\psi_0 = 1,0$ $\psi_1 = 1,0$ $\psi_2 = 0,6$


- Fatores de redução para combinação freqüente na verificação da fadiga


($\psi_{1,fad}$):

Lajes: $\psi_{1,fad} = 0,8$

Meso e infra: $\psi_{1,fad} = 0$

Ponte ferroviária: $\psi_{1,fad} = 1,0$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	25	2

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	26	2

10. PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

10.1 Concreto:

$$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$$

$$\alpha = 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$$

$$\nu = 0,2$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \times 25^{2/3} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,inf} = 0,7 \times f_{ct,m} = 1,80 \text{ MPa}$$

$$E_{ci} = 5600 \times 25^{1/2} = 28000 \text{ MPa}$$

$$E_{cs} = 0,85 \times E_{ci} = 23800 \text{ MPa}$$

$$G = 0,4 \times E_{cs} = 0,4 \times 23800 = 9520 \text{ MPa}$$



10.2 Aço

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$\alpha = 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$$

$$\text{CA-50 (} f_{yk} = 500 \text{ MPa)}$$

$$E_s = 210 \text{ GPa}$$


	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	27	2

10.3 Solo


- Propriedades mecânicas:

$$\gamma_{\text{solo}} = 1,8 \text{ tf/m}^2$$

$$\phi = 30^\circ$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV	
	NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	28	2	

11- CÁLCULO DA ESTRUTURA

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	29	2

11. CALCULO DA SUPERESTRUTURA

11.1 Ações Verticais

11.1.1 Ações Permanentes:

a) Laje sup.:

Pavimento: $0,05\text{m} \times 2,4\text{tf/m}^3 = 0,12\text{tf/m}^2$

Laje: $0,40\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 1,00\text{tf/m}^2$

GR.: $0,23\text{m}^2 \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,58\text{tf/m}$

Recap.: $= 0,20\text{tf/m}^2$

b) Paredes:

$h = 0,30\text{m} @ 8,00\text{m}$

$0,30\text{m} \times 0,40\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,30\text{tf/m}$

$8,00\text{m} \times 0,40 \times 2,5\text{tf/m}^3 = 8,00\text{tf/m}$

c) Laje inf.:



Lastro: $0,50\text{m} \times 1,8\text{tf/m}^3 = 0,9\text{tf/m}^2$

Dormentes/acessórios: $= 0,8\text{tf/m}$

Laje: $0,6\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 1,50 \text{tf/m}^3 = 1,5\text{tf/m}^2$

Paralastro: $0,20\text{m} \times 0,35\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,175\text{tf/m}$

Placa pré-moldada: $0,05\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,125\text{tf/m}^2$

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	30	2

d) Laje de aproximação:

Enchimento: $0,30\text{m} \times 2,4\text{tf/m}^3 = 0,72\text{tf/m}^2$

Laje: $0,30\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,75\text{tf/m}^2$

Paramento de junta elástica: $0,25\text{m} \times 0,25\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,156\text{tf/m}$

Consolo: $((0,20 + 0,50)/2) \times 0,35 \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,31\text{tf/m}$

11.1.2 Ações Variáveis:

a) Trem-tipo classe 45:

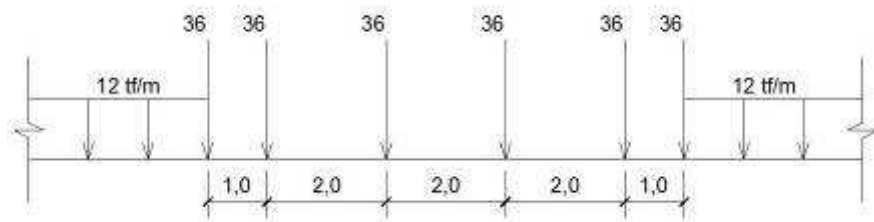
$Q = 7,5 \text{ tf/roda}$

$p = 0,5 \text{ tf/m}^2$

Efeito dinâmico:



$$\phi = 1,4 - 0,007 \times 5,90 = 1,36$$

b) TB - 360:




Efeito dinâmico:

$$\phi = 0,001 \times (1600 - 60 \times 5,90^{1/2} + 2,25 \times 5,90) = 1,47 > 1,2 \text{ ok!}$$

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV	
	NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	31	2	

12- VERIFICAÇÃO DA TENSÃO ATUANTE NO SOLO

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	32	2

12. VERIFICAÇÃO DA TENSÃO ATUANTE NO SOLO

12.1 Ações permanentes:

Laje sup.:

- pav.: 0,12tf/m²
- laje: 1,0tf/m²
- recap.: 0,2tf/m²
- gr.: 0,58tf/m

$$g = 1,32\text{tf/m}^2 \times 127,31\text{m} + 0,58\text{tf/m} \times 10,5\text{m} = 174\text{tf}$$

Paredes₁:

$$g = (8\text{tf/m} \times 17\text{m}) \times 2 = 272\text{tf}$$



Paredes₂:

$$g = [(8\text{tf/m} \times 2,14\text{m}) + ((0,3\text{tf/m} + 8\text{tf/m})/2) \times 19,77\text{m}] \times 4 = 396,7 \text{ tf}$$

Laje inf. 1:

- lastro: 0,9tf/m²
- dorm.: 0,8tf/m
- laje = 1,5tf/m²
- para lastro: 0,175tf/m
- placa pré: 0,125tf/m²

$$g = 1,47\text{tf/m}^2 \times (62+63)\text{m}^2 + 0,466\text{tf/m} \times 17\text{m} = 191,92\text{tf}$$

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	33	2

Laje inf. 2:

- lastro: 0,9tf/m²
- dorm.: 0,8tf/m
- laje = 1,5tf/m²
- para lastro: 0,175tf/m
- placa pré: 0,125tf/m²

$$g = 1,47\text{tf/m}^2 \times (151,4+164)\text{m}^2 + 0,466\text{tf/m} \times (22,55+23,62)\text{m} = 484\text{tf}$$

$$g_{\text{total } 1} = 976 \text{ tf}$$

$$g_{\text{total } 2} = 881 \text{ tf}$$

12.2 Ações variáveis:



12.2.1 TT 45:

$$\text{Área} = 127,31 + (62+63) = 252,3\text{m}^2$$

$$q = 252,3\text{m}^2 \times 0,5\text{tf/m}^2 = 126\text{tf}$$

$$\text{TT45} = 45\text{tf} - (3 \times 6 \times 0,5) = 36\text{tf}$$

$$q_{\text{TT45}} = 162\text{tf}$$

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	34	2

12.2.2 TB 360:

Laje inf. 1:

$$L = 17 - 8 = 9\text{m}$$

$$q = 36 \times 4 + 9 \times 12 = 252 \text{ tf}$$

Laje inf. 2:

$$L = (22,55+23,62) - 8 = 38,17 \text{ m}$$

$$q = 36 \times 4 + 38,17 \times 12 = 602 \text{ tf}$$

12.3 Cálculo da Tensão

Laje inf. 1:

$$P_{\text{total}} = 976 + 162 + 252 = 1390 \text{ tf}$$

$$\text{Área} = 127,31 \text{ m}^2$$

$$\sigma = 1390\text{tf} / 127,3\text{m}^2 = 10,9 \text{ tf/m}^2 = 10,9 \times 1000\text{kgf}/10^4\text{cm}^2$$

$$\sigma = 1,1 \text{ kgf/cm}^2 \leq \sigma_{\text{adm}} = 5\text{kgf/cm}^2 \rightarrow \text{ok!}$$


Laje inf. 2:



$$P_{\text{total}} = 881 + 602 = 1483 \text{ tf}$$

$$\text{Área} = 151,4 + 164 = 315,4 \text{ m}^2$$

$$\sigma = 11483\text{tf} / 315,4\text{m}^2 = 4,7 \text{ tf/m}^2 = 4,7 \times 1000\text{kgf}/10^4\text{cm}^2$$

$$\sigma = 0,47 \text{ kgf/cm}^2 \leq \sigma_{\text{adm}} = 5\text{kgf/cm}^2 \rightarrow \text{ok!}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	35	2

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	36	2

13. PROCESSAMENTO ESTRUTURAL

13.1 Software de cálculo

Para obtenção dos esforços solicitantes atuantes na estrutura foi utilizado o software de processamento e cálculo MIDAS – Modeling, Integrated Design and Analysis Software

13.2 Discretização da estrutura:

A estrutura em questão foi discretizada em elementos da placa – MEF - . Os elementos possuem tamanhos variáveis, no entanto, a dimensão padrão adotada foi de 50 cm.

13.3 Esforços devido à ação do Empuxo do solo

Características do solo (Propriedades p/ Cálculo Estrutural):



$$\gamma = 1,8 \text{ tf/m}^2$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$k = \text{tg}^2 (45^\circ - 30^\circ / 2) = 0,33$$

$$\sigma_E = 0,33 \times 1,8 \text{ tf/m}^3 \times 8,50 \text{ m} = 5,05 \text{ tf/m}^2$$

$$k_v = 1500 \text{ tf/m}^3$$

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	37	2

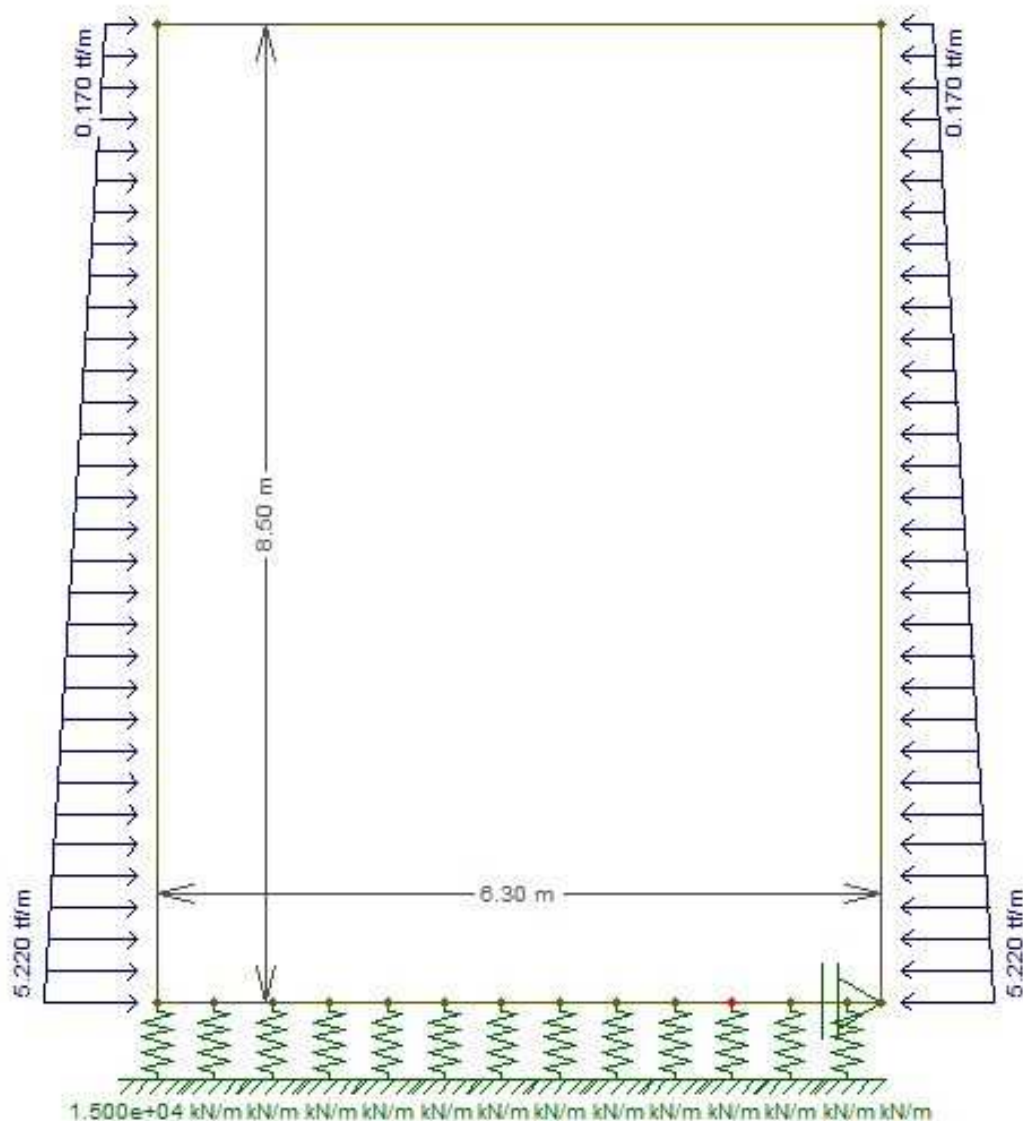



Figura 4: Carregamento com laje superior

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	38	2

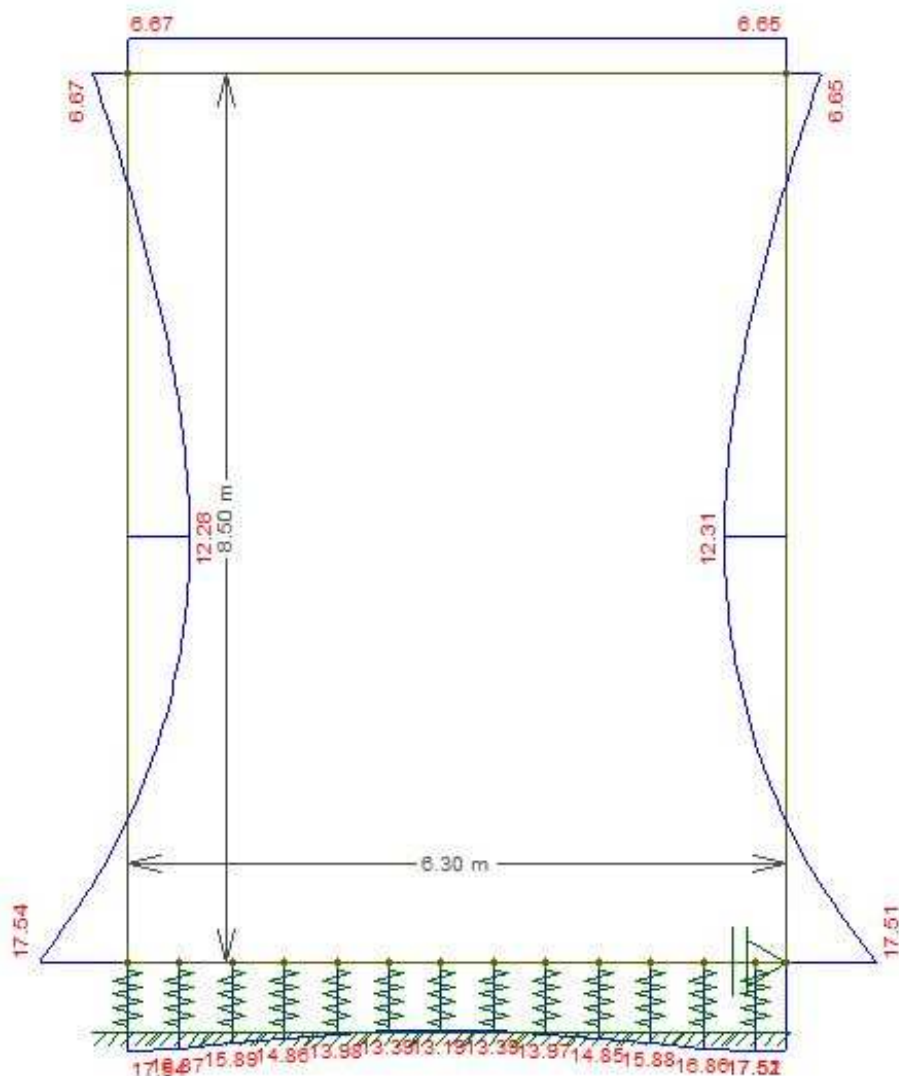



Figura 5: Momento Fletor com laje superior

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	39	2

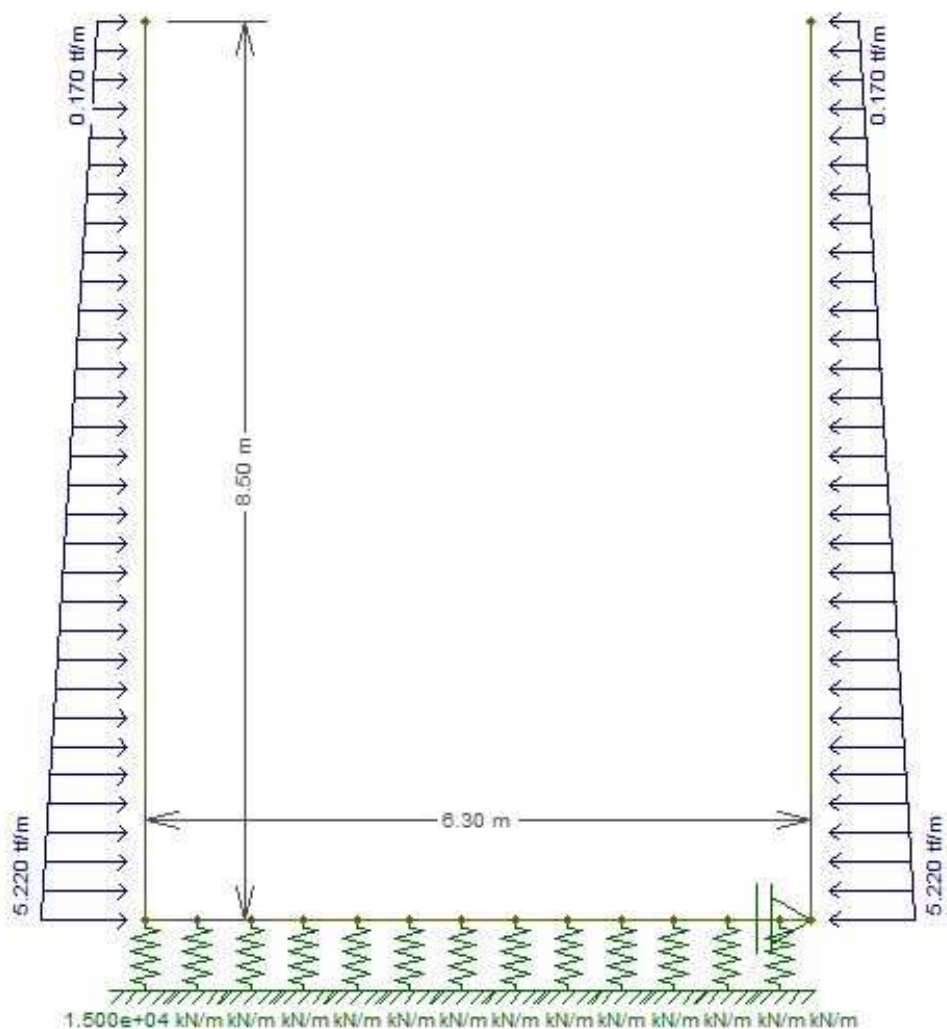



Figura 6: Carregamento sem laje superior

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	40	2

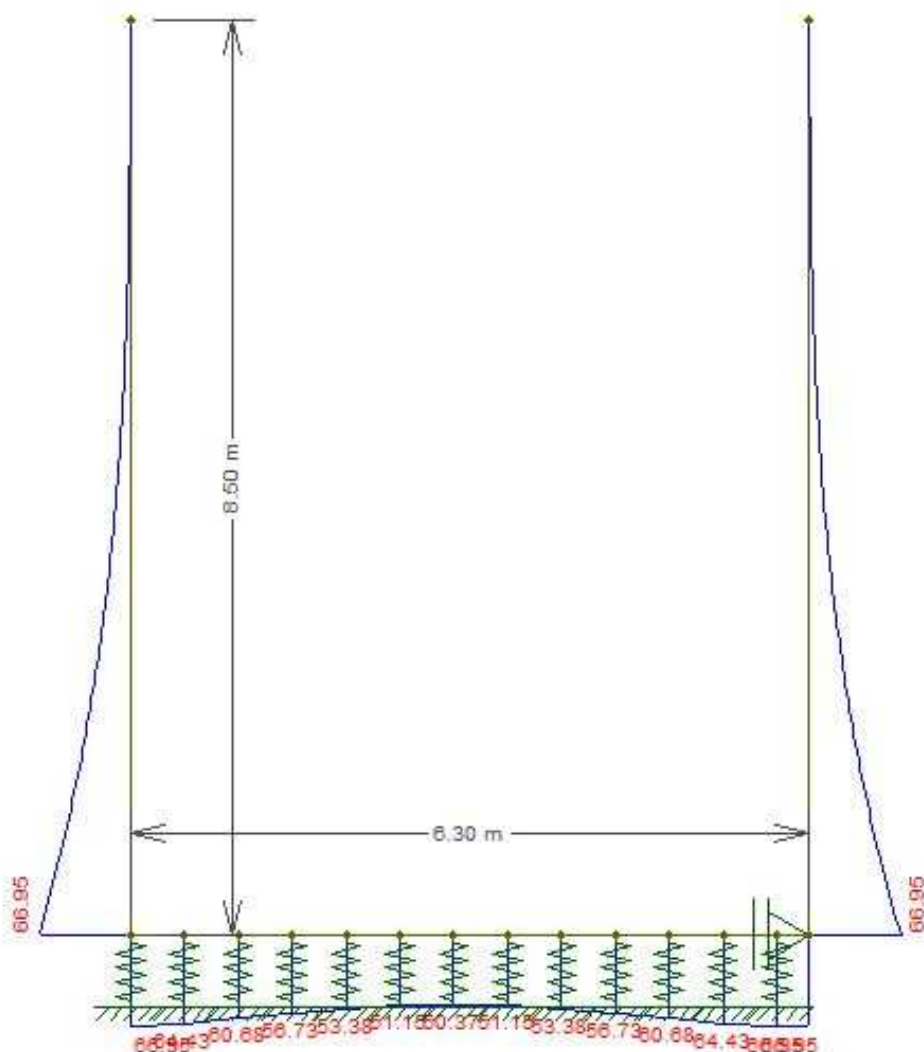



Figura 7: Momento Fletor sem laje superior

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	41	2

13.4 Modelo de Cálculo

Geometria

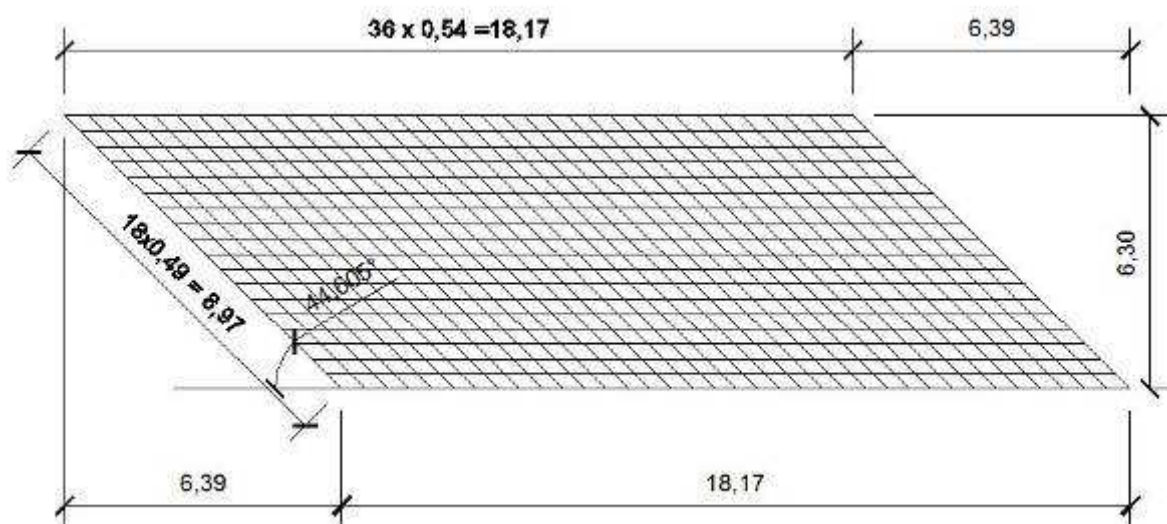


Figura 8: Laje superior

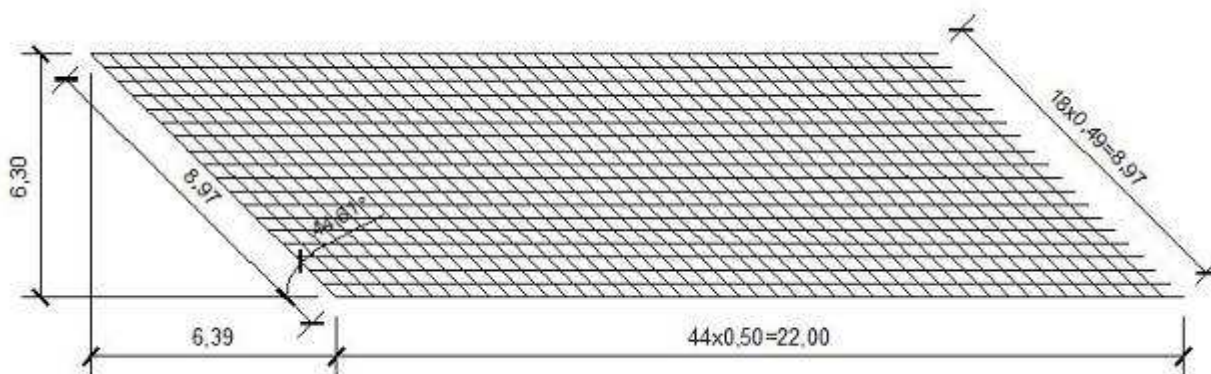



Figura 9: Laje inferior 1

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	42	2

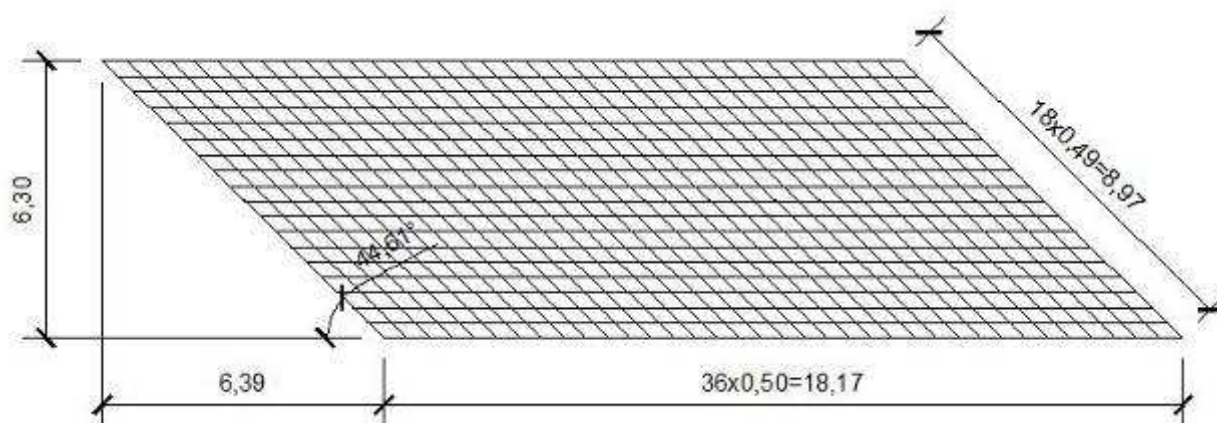


Figura 10: Laje inferior 2

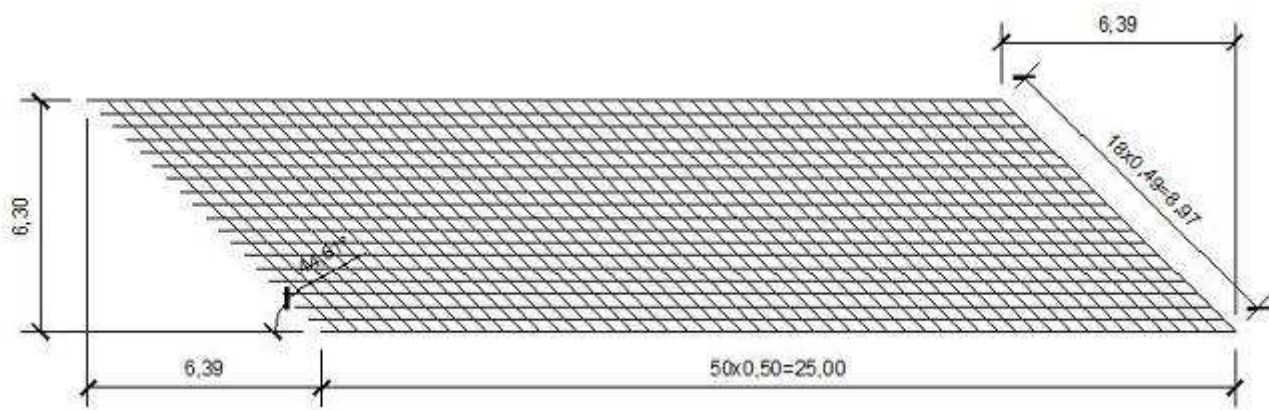



Figura 11: Laje inferior 3

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	43	2

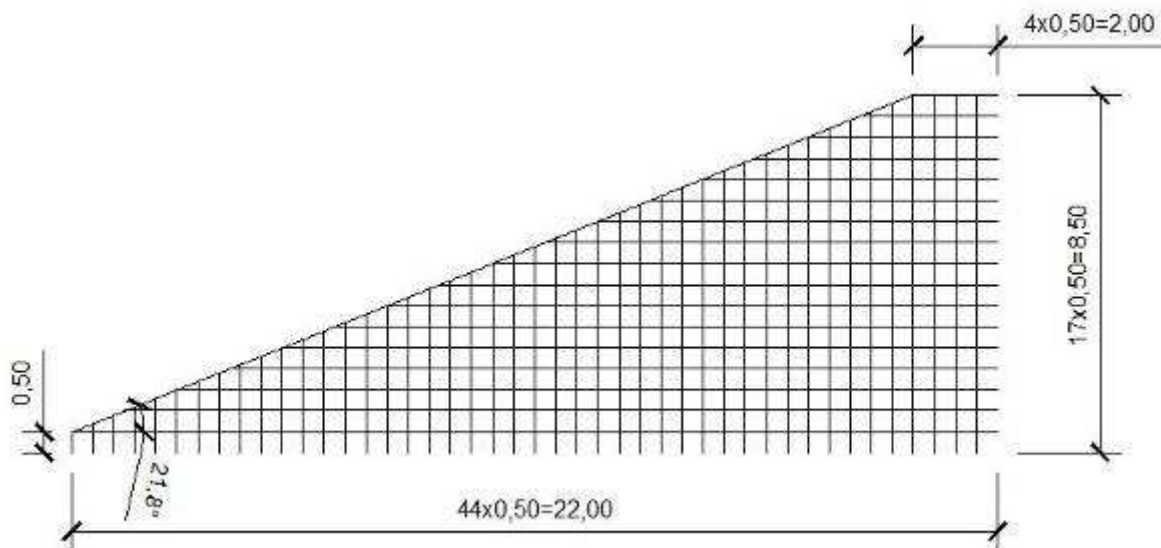


Figura 12: Parede 1

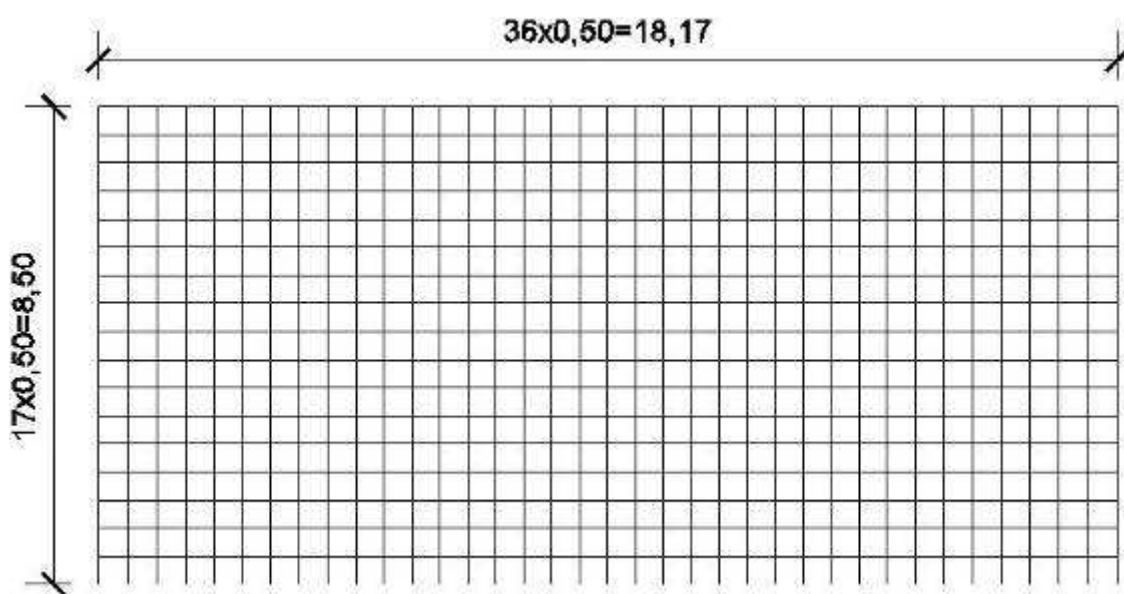



Figura 13: Parede 2

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	44	2

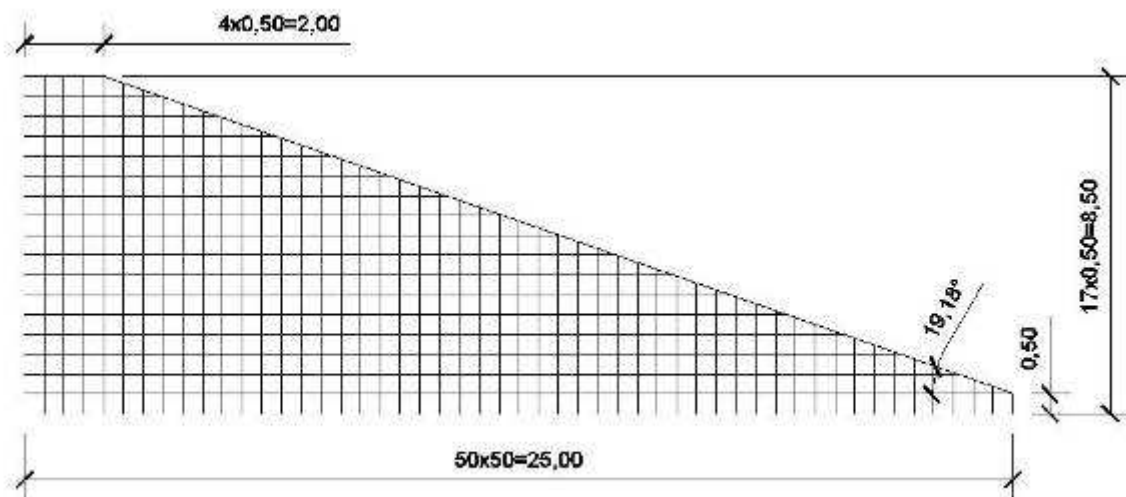



Figura 14: Parede 3

	<p align="center">VALEC</p> <p align="center">"Desenvolvimento Sustentável do Brasil"</p>	<p align="center">EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE</p>		
<p>Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690</p> <p>Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA)</p> <p>Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA</p> <p>Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA</p> <p>Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F</p>	<p>NºVALEC:</p> <p align="center">80-MC-0700G-01-1000</p>	<p>FOLHA</p>	<p>REV</p>	
	<p>NºPROJ:</p> <p align="center">80-MC-0700G-01-1000</p>	<p align="center">45</p>	<p align="center">2</p>	

Define User Defined Vehicular Load

Load Type

☐ Truck/Lane

☒ Train Load

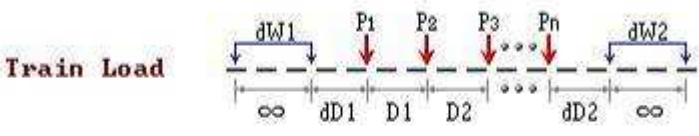
☐ Permit Truck

Vehicular Load Properties

Vehicular Load Name :

TB360

Train Load



Train Load

	Load (tonf)	Distance (m)
1	36.0000	2.0000
2	36.0000	2.0000
3	36.0000	0.0000
4		

dw1

12

tonf/m

dD1

1

m

dw2

12

tonf/m

dD2

1


m

OK

Cancel

Apply

Figura 15: Trem-Tipo Ferroviário – TB 360

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	46	2

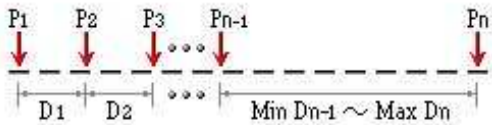
Define User Defined Vehicular Load

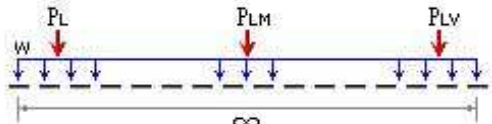
Load Type

- ☒ Truck/Lane
- ☐ Train Load
- ☐ Permit Truck

Vehicular Load Properties

Vehicular Load Name :
TT45-Homogeneizado

Truck Load


Lane Load


Truck Load

No	Load(tonf)	Spacing(m)
1	6	1.5
2	6	1.5
3	6	end

Add
Insert
Modify
Delete

Lane Load

w
1.01
tonf/m


PL
0
tonf

PLM
0
tonf

PLV
0
tonf

OK
Cancel
Apply

Figura 16: Trem-Tipo Rodoviário – TT 45

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000		47	2	

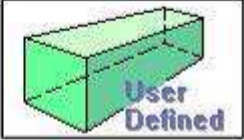
Material Data

General

Material ID: 1 Name: C35

Elasticity Data

Type of Design: User Defined



User Defined

Standard: None DB:

Concrete

Standard: Code: DB:

Type of Material

☒ Isotropic ☐ Orthotropic

User Defined

Modulus of Elasticity : 2.8161e+006 tonf/m²

Poisson's Ratio : 0.2

Thermal Coefficient : 1.0000e-004 1/[C]

Weight Density : 2.5 tonf/m³

☐ Use Mass Density: 0 tonf/m³/q

Concrete

Modulus of Elasticity : 0.0000e+000 tonf/m²

Poisson's Ratio : 0

Thermal Coefficient : 0.0000e+000 1/[C]

Weight Density : 0 tonf/m³

☐ Use Mass Density: 0 tonf/m³/q

Plasticity Data

Plastic Material Name: NONE


Thermal Transfer

Specific Heat : 0 kcal/tonf*[C]

Heat Conduction : 0 kcal/m*hr*[C]

OK Cancel Apply

Figura 17: Características do material – Concreto C35

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	48	2		

Thickness Data

Value | Stiffened

Thickness ID

1

☒ In-plane & Out-of-plane

0.4

m

☐ In-plane

0

m

Out-of-plane

0

m

☐ Plate Offset

☒ Thickness Ratio

Local z

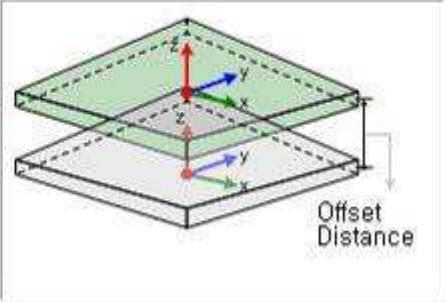
0

☐ Value

Local z

0

m




Show Calculation Result...

OK

Cancel

Apply

Figura 18: Características dos elementos – Placa (e=0,40m)

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	49		2	

Thickness Data

Value | Stiffened

Thickness ID

2

☒ In-plane & Out-of-plane

0.6

m

☐ In-plane

0

m

Out-of-plane

0

m

☐ Plate Offset

☒ Thickness Ratio

Local z

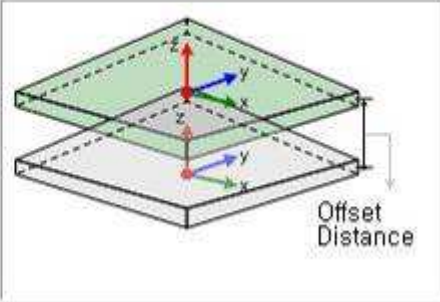
0

☐ Value

Local z

0

m




Show Calculation Result...

OK

Cancel

Apply

Figura 19: Características dos elementos – Placa (e=0,60m)

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	51	2

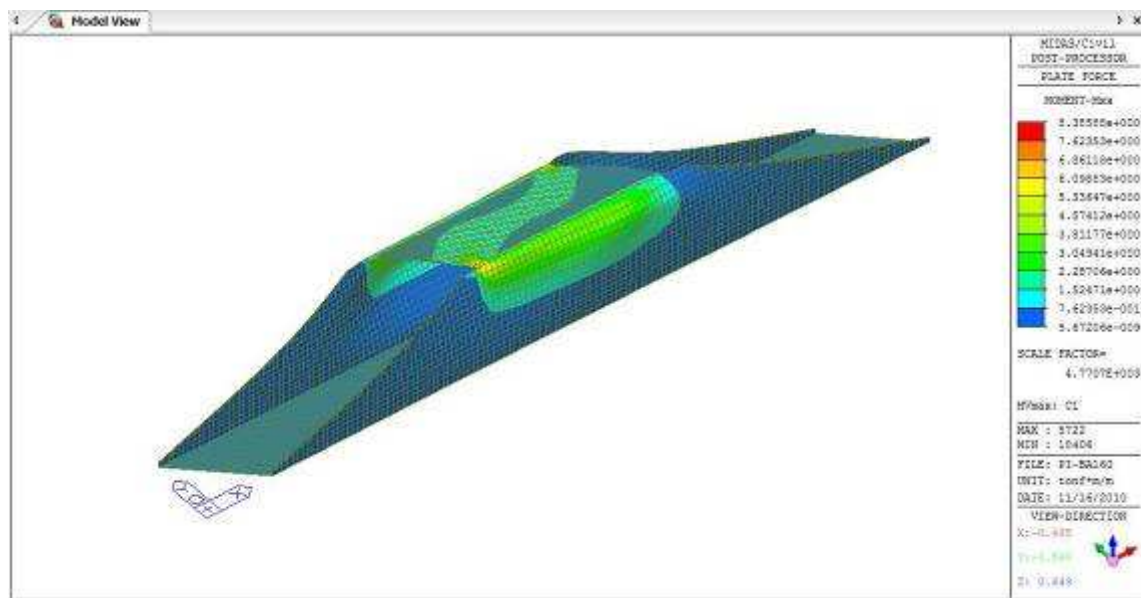


Figura 22: Momento máximo da direção “x”
M_{máx} = 2,3 tfm

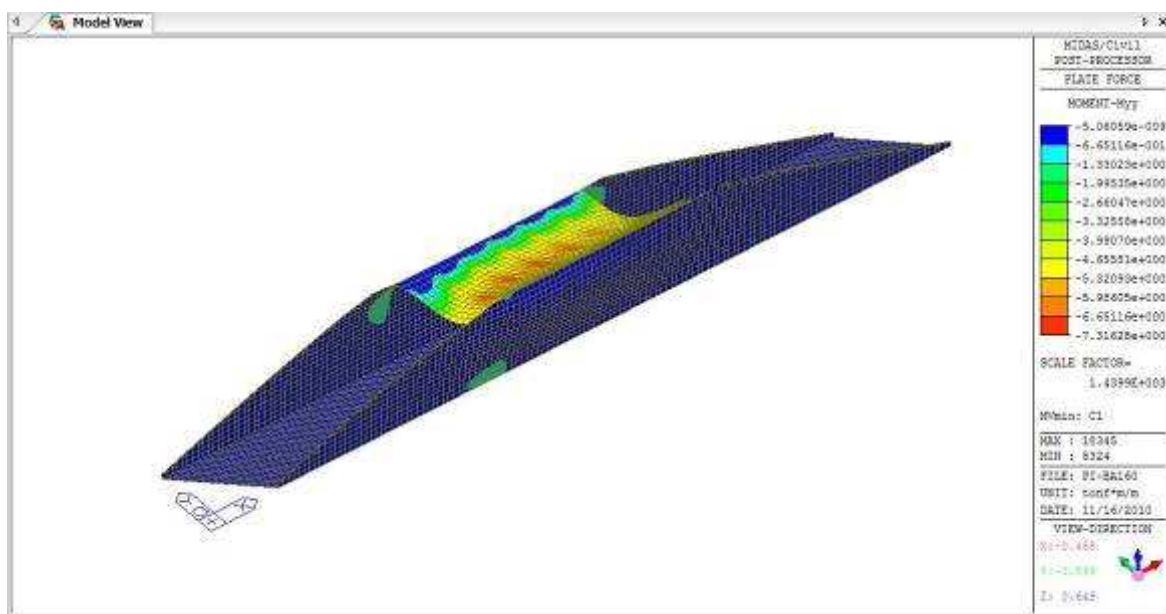



Figura 23: Momento mínimo na direção “y”
M_{min} = -7,0 tfm

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	52	2

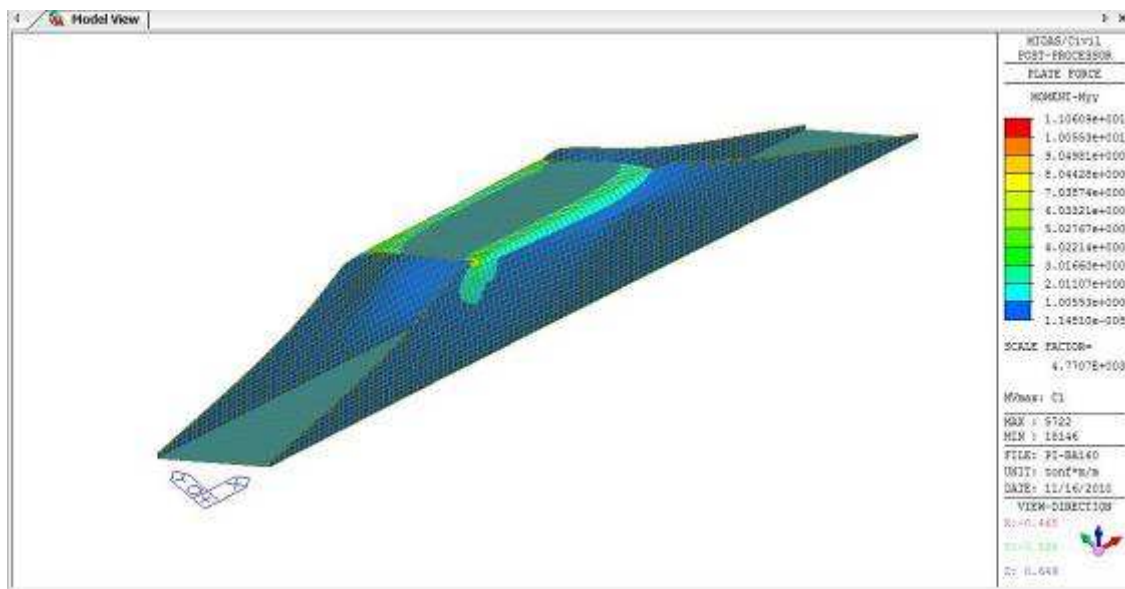




Figura 24: Momento máximo da direção “y”
M_{máx} = 3,5 tfm

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV	
	NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	53	2	

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	54	2

14. DIMENSIONAMENTO

14.1 Dimensionamento à Flexão

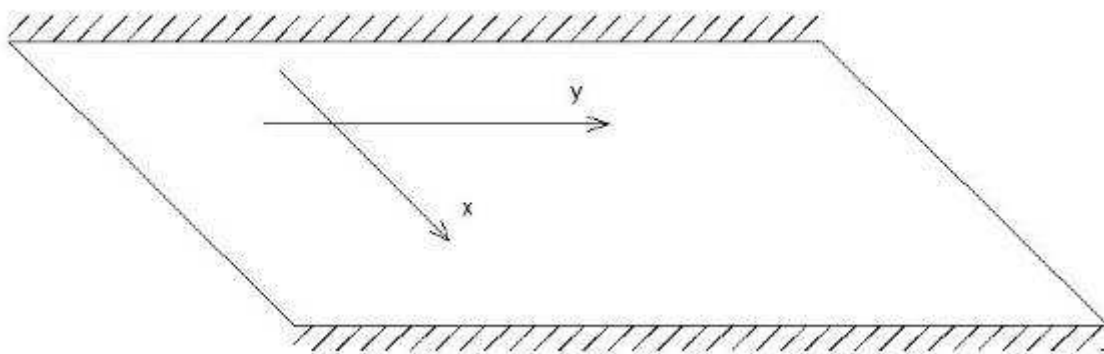


Figura 25: Laje superior

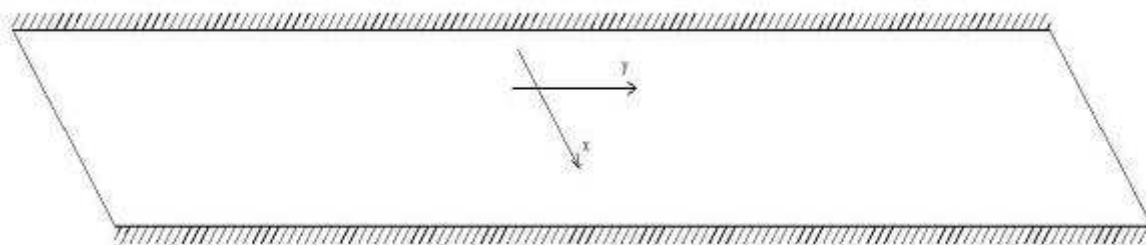



Figura 26: Laje inferior

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	55	2

14.1.1 Momento de Cálculo:

$$M_{d,ELU} = \gamma_g G + \phi \gamma_q Q$$

$$\gamma_g = 1,35$$

$$\gamma_q = 1,50$$

$$\phi_{rod} = 1,36$$

$$\phi_{ferrov.} = 1,47$$

Laje superior:

$$M_{g_{kx}}^+ = 4,7 \text{ tfm/m}$$

$$M_{q_{kx}}^+ = 7,6 \text{ tfm/m}$$

$$M_{d_x}^+ = 1,35 \times 4,7 + 1,36 \times 1,5 \times 7,6 = 21,85 \text{ tfm}$$

$$M_{g_{kx}}^- = 2,9 \text{ tfm/m}$$


$$M_{q_{kx}}^- = 4,4 \text{ tfm/m}$$

$$M_{d_x}^- = 1,35 \times -2,9 + 1,36 \times 1,5 \times -4,4 = -12,90 \text{ tfm}$$

$$M_{g_{ky}} = 1,0 \text{ tfm/m}$$

$$M_{q_{ky}} = 3,8 \text{ tfm/m}$$

$$M_{d_y} = 1,35 \times 1 + 1,36 \times 1,5 \times 3,8 = 9,10 \text{ tfm}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	56	2

Laje inferior:

$$M_{g_{kx}}^{+} = 8,1 \text{ tfm/m}$$

$$M_{q_{kx}}^{+} = 7,2 \text{ tfm/m}$$

$$M_{d_x}^{+} = 1,35 \times 8,1 + 1,47 \times 1,5 \times 7,2 = 26,81 \text{ tfm}$$

$$M_{g_{kx}}^{-} = -2,0 \text{ tfm/m}$$

$$M_{q_{kx}}^{-} = -2,7 \text{ tfm/m}$$

$$M_{d_x}^{-} = 1,35 \times -2,0 + 1,47 \times 1,5 \times -2,7 = -8,65 \text{ tfm}$$

$$M_{g_{ky}} = 1,6 \text{ tfm/m}$$

$$M_{q_{ky}} = 5,1 \text{ tfm/m}$$

$$M_{d_y} = 1,35 \times 1,6 + 1,47 \times 1,5 \times 5,1 = 13,41 \text{ tfm}$$

14.1.2 Cálculo da Armadura:

Laje superior:

Armação Mínima:

Concreto C35 -> $\rho_{\min} = 0,201\%$


$$A_{s_{\min}} = b \times h \times \rho_{\min}$$

$$A_{s_{\min}} = 100 \times 40 \times 0,201/100 = 8,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$k_c = b d^2 / M_d$$

$$k_c = 100 \times 35^2 / 2185 = 56 \text{ cm}^2/\text{tf} \quad \rightarrow k_s = 0,241$$

$$k_s = A_s \times d / M_d$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	57	2

$$0,241 = A_s \times 0,35/21,85$$

$$A_{sx}^+ = 15,05 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s_{\min}} = 8,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{portato, } A_{sx}^- = 15,05 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,calc}^+ = \phi 16 \text{ c/ } 13 \text{ cm}$$

$$k_c = b d^2 / M d$$

$$k_c = 100 \times 35^2 / 1290 = 95 \text{ cm}^2/\text{tf} \rightarrow k_s = 0,237$$

$$k_s = A_s \times d / M d$$

$$0,237 = A_s \times 0,35/12,9$$

$$A_{sx}^- = 8,74 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s_{\min}} = 8,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{portato, } A_{sx}^- = 8,74 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,calc}^- = \phi 16 \text{ c/ } 22 \text{ cm}$$

$$k_c = b d^2 / M d$$

$$k_c = 100 \times 35^2 / 910 = 135 \text{ cm}^2/\text{tf} \rightarrow k_s = 0,235$$

$$k_s = A_s \times d / M d$$

$$0,235 = A_s \times 0,35/9,10$$


$$A_{sy}^+ = 6,11 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s_{\min}} = 8,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{portato, } A_{sy} = 8,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,calc} = \phi 16 \text{ c/ } 25 \text{ cm}$$

Laje inferior:

Armadura Mínima

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	58	2

Concreto C35 -> $\rho_{\min} = 0,201\%$

$$A_{s\min} = b \times d \times \rho_{\min}$$

$$A_{s\min} = 100 \times 60 \times 0,201/100 = 12,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$k_c = bd^2/Md$$

$$k_c = 100 \times 55^2 / 2681 = 113 \text{ cm}^2/\text{tf} \quad \rightarrow k_s = 0,236$$

$$k_s = A_s \times d/Md$$

$$0,236 = A_s \times 0,55/26,81$$

$$A_{sx}^+ = 11,50 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\min} = 12,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{portato, } A_{sx}^- = 12,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,\text{calc}}^+ = \phi 16 \text{ c/ } 16 \text{ cm}$$

$$k_c = bd^2/Md$$

$$k_c = 100 \times 55^2 / 865 = 350 \text{ cm}^2/\text{tf} \quad \rightarrow k_s = 0,232$$

$$k_s = A_s \times d/Md$$


$$0,232 = A_s \times 0,55/8,65$$

$$A_{sx}^- = 3,65 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\min} = 12,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{portato, } A_{sx}^- = 12,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,\text{calc}}^- = \phi 16 \text{ c/ } 16 \text{ cm}$$

$$k_c = bd^2/Md$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	59	2

$$k_c = 100 \times 55^2 / 1341 = 226 \text{ cm}^2/\text{tf} \rightarrow k_s = 0,233$$

$$k_s = A_s \times d/M_d$$

$$0,233 = A_s \times 0,55/13,41$$

$$A_{s+} = 5,68 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{mín}} = 12,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{portato, } A_s = 12,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,\text{calc}} = \phi 16 \text{ c/ } 16 \text{ cm}$$

14.1.3 Verificações quanto à Fissuração:

Laje superior:

Momento de Fissuração:

$$M_r = \alpha \times f_{ct} \times I_c / y_t$$

$$\alpha = 1,5 \text{ (seção retangular)}$$

$$f_{ct} = f_{ct,\text{inf}} = 0,7 f_{ct,m} = 0,7(0,3 f_{ck}^{2/3}) = 0,7(0,3 \times 35^{2/3}) = 2,25 \text{ MPa}$$

$$I_c = bh^3/12 = 1 \times 0,4^3 / 12 = 0,0053 \text{ m}^4$$


$$y_t = 0,4 / 2 = 0,2 \text{ m}$$

$$M_r = 1,5 \times 225 \times 0,0053 / 0,2 = 8,94 \text{ tfm}$$

$$M_{d_x}^{+ \text{ freq}} = 4,7 + 1,36 \times 0,8 \times 7,6 = 13,00 \text{ tfm}$$

$$M_{d_x}^{+ \text{ freq}} = 13,00 \text{ tfm} > M_r = 8,94 \text{ tfm}$$

portanto, ocorre fissuração!!

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	60	2

$$w1 = (\Phi_i / (12,5\eta_i) \times (\sigma_{si} / E_{si}) \times (3\sigma_{si} / f_{ctm}))$$

$$wk \leq$$

$$w2 = (\Phi_i / (12,5\eta_i) \times (\sigma_{si} / E_{si}) \times (4\rho_{ri} + 45))$$

$$classe = 35MPa$$

$$\Phi_\ell = 1,6 \quad cm$$

$$\Phi_t = 0,63 \quad cm$$

$$\eta_i = 2,25 \quad (barras \text{ nervuradas})$$

$$Md, freq = 1296,88 \quad tfcm/m$$

$$As = 16,0768 \quad cm^2$$

$$\sigma_{si} = Md, freq / (0,80 \times d \times As) = 2,88 \quad tf/cm^2$$

$$E_{si} = 21000000tf/m^2 = 2100 \quad tf/cm^2$$

$$f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3} = 3,209962442 \quad MPa = 0,032099624 \quad tf/cm^2$$

$$\rho_{ri} = A_{si} / A_{cri} = 0,041631413 = 4,16 \quad \%$$

$$e_h = (b - (2c + 2\Phi_t + 4\Phi_\ell)) / 3 = 27,44666667cm$$


$$A_{cri, est} = (c + \Phi_t + \Phi_\ell + e_h / 2) \times (c + \Phi_t + 8\Phi_\ell) = 386,17 \quad cm^2$$

$$A_{cri, int} = (\Phi_\ell + e_h) \times (c + \Phi_t + 8\Phi_\ell) = 535,33 \quad cm^2$$

$$A_{cri, adot} = 386,17 \quad cm^2$$

$$w1 = 0,021014244 \quad cm = 0,21 \quad mm$$

$$w2 = 0,003525064 \quad cm = 0,04 \quad mm$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	61	2

$$w_k = 0,04 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = 0,3 \text{ mm}$$

Abertura de fissura está dentro do limite aceitável!

$$M_{d_x \text{ freq}} = 2,9 + 1,36 \times 0,8 \times 4,4 = 7,69 \text{ tfm}$$

$$M_{d_x \text{ freq}} = 7,69 \text{ tfm} < M_r = 8,94 \text{ tfm}$$

portanto, não ocorre fissuração!!

$$M_{d_y \text{ freq}} = 1,0 + 1,36 \times 0,8 \times 3,8 = 5,13 \text{ tfm}$$

$$M_{d_y \text{ freq}} = 5,13 \text{ tfm} < M_r = 8,94 \text{ tfm}$$

portanto, não ocorre fissuração!!

Laje inferior:

Momento de Fissuração:

$$M_r = \alpha \times f_{ct} \times I_c / y_t$$



$$\alpha = 1,5 \text{ (seção retangular)}$$

$$f_{ct} = f_{ct,inf} = 0,7 f_{ct,m} = 0,7(0,3 f_{ck}^{2/3}) = 0,7(0,3 \times 35^{2/3}) = 2,25 \text{ MPa}$$

$$I_c = bh^3/12 = 1 \times 0,6^3 / 12 = 0,018 \text{ m}^4$$

$$y_t = 0,6 / 2 = 0,3 \text{ m}$$

$$M_r = 1,5 \times 225 \times 0,018 / 0,3 = 20,25 \text{ tfm}$$

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000		62		2

$$Md_x^+ = 8,1 + 1,47 \times 1,0 \times 7,2 = 18,68 \text{ tfm}$$

$$Md_x^+ = 18,68 \text{ tfm} < M_r = 20,25 \text{ tfm}$$

portanto, não ocorre fissuração!!

$$Md_x^- = 2,0 + 1,47 \times 1,0 \times 2,7 = 5,97 \text{ tfm}$$

$$Md_x^- = 5,97 \text{ tfm} < M_r = 20,25 \text{ tfm}$$

portanto, não ocorre fissuração!!

$$Md_y = 1,6 + 1,47 \times 1,0 \times 5,1 = 9,10 \text{ tfm}$$

$$Md_y = 9,10 \text{ tfm} < M_r = 20,25 \text{ tfm}$$

portanto, não ocorre fissuração!!

14.1.4 Verificação quanto ao cisalhamento:

Laje superior:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1}$$

$$V_{sd} = 1,35 \times 2,6 + 1,36 \times 1,5 \times 9,4 = 22,7 \text{ tf}$$


$$V_{Rd1} = (\tau_{Rd} k (1,2 + 40 \rho_1) + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\tau_{Rd} = 0,25 f_{ctd} = 0,25 \times 2,25 = 0,56 \text{ MPa} = 56 \text{ tf/m}^2$$

$$f_{ctd} = f_{ctk,inf} / \gamma_c = 0,7 f_{ct,m} / 1,4 = 0,7 (0,3 f_{ck}^{2/3}) / 1,4 = 0,7 (0,3 \times 35^{2/3}) / 1,4 = 2,25 \text{ MPa}$$

$$\rho_1 = A_{s1} / b_w d = 16 / (100 \times 35) = 0,46\%$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 0$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000		63		2

$$k = 1,6 - d = 1,25 \text{ m}$$

$$V_{Rd1} = (56 \times 1,25 (1,2 + 40 (0,46/100))) + 0,15 \times 0 \times 1 \times 0,35 = 33,9 \text{ tf}$$

$$V_{sd} \leq V_{Rd1} \quad \rightarrow \quad 22,7\text{tf} \leq 33,9 \text{ tf}$$

portanto, não necessita de armadura de cisalhamento!

Laje inferior:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1}$$

$$V_{sd} = 1,35 \times 4,9 + 1,47 \times 1,5 \times 8,0 = 24,3\text{tf}$$

$$V_{Rd1} = (\tau_{Rd} k (1,2 + 40 \rho_1) + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\tau_{Rd} = 0,25 f_{ctd} = 0,25 \times 2,25 = 0,56\text{MPa} = 56\text{tf/m}^2$$

$$f_{ctd} = f_{ctk,inf} / \gamma_c = 0,7 f_{ct,m} / 1,4 = 0,7 (0,3 f_{ck}^{2/3}) / 1,4 = 0,7 (0,3 \times 35^{2/3}) / 1,4 = 2,25\text{MPa}$$

$$\rho_1 = A_{s1} / b_w d = 32,2 / (100 \times 55) = 0,58\%$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 0$$

$$k = 1,6 - d = 1,05 \text{ m}$$


$$V_{Rd1} = (56 \times 1,05 (1,2 + 40 (0,58/100))) + 0,15 \times 0 \times 1 \times 0,55 = 46,3 \text{ tf}$$

$$V_{sd} \leq V_{Rd1} \quad \rightarrow \quad 24,3\text{tf} \leq 46,3 \text{ tf}$$

portanto, não necessita de armadura de cisalhamento!

14.1.5 Verificação da Fadiga (ELU):

Laje superior:

	<div><div>VALEC</div><div>"Desenvolvimento Sustentável do Brasil"</div></div>	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV	
	NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	64	2	

$$I = b \times h^3 / 12 = 1 \times 0,40^3 / 12 = 0,0053 \text{ m}^4$$

$$W_{inf} = W_{sup} = 0,0053 / 0,2 = 0,0267 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{c1} = \sigma_{min} = My/I = M/W = 4,7 / 0,0267 = 176,03 \text{ tf/m}^2$$

$$\sigma_{c2} = \sigma_{max} = My/I = M/W = 21,85 / 0,0267 = 818,35 \text{ tf/m}^2$$

Compressão:

$$\eta_c \times \gamma_f \times \sigma_{c,max} \leq f_{cd,fad}$$

$$f_{cd,fad} = 0,45 f_{cd} = 0,45 \times (f_{ck} / 1,15) = 0,45 \times 35 / 1,15 = 13,70 \text{ MPa}$$

$$\eta_c = 1 / (1,5 - 0,5(|\sigma_{c1}| / |\sigma_{c2}|))$$

$$\gamma_f = 1$$

$$\eta_c = 1 / (1,5 - 0,5(|176,03| / |818,35|)) = 0,72$$

$$0,72 \times 1 \times 818,35 \leq 1370$$

$$589,2 \text{ tf/m}^2 \leq 1370 \text{ tf/m}^2 \rightarrow \text{ok!}$$

Tração:

$$\gamma_f \times \sigma_{c1,max} \leq f_{ctd,fad}$$

$$f_{ctd,fad} = 0,3 f_{ctd,inf} = 0,3 \times 2,25 = 0,67 \text{ MPa}$$


$$f_{ct,m} = 0,3 f_{ck}^{2/3} = 0,3 \times 35^{2/3} = 3,21 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd,inf} = 0,7 f_{ctm} = 0,7 \times 3,21 = 2,25 \text{ MPa}$$

$$1 \times 818,35 \leq 67$$

$$818,35 \text{ tf/m}^2 > 67 \text{ tf/m}^2$$

portanto, necessita de armação!

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	65	2

Verificação da fadiga da armação:

$$\gamma_f \Delta \sigma_{ss} \leq \Delta f_{sd,fad}$$

$$1 \times (818,35-176,03) \leq 105 \text{ MPa}$$

$$642,32 \text{ tf/m}^2 \leq 10500 \text{ tf/m}^2 \rightarrow \text{ok!}$$

Laje inferior:

$$I = b \times h^3 / 12 = 1 \times 0,60^3 / 12 = 0,018 \text{ m}^4$$

$$W_{inf} = W_{sup} = 0,018 / 0,3 = 0,06 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{c1} = \sigma_{min} = My/I = M/W = 8,1 / 0,06 = 135,00 \text{ tf/m}^2$$

$$\sigma_{c2} = \sigma_{max} = My/I = M/W = 26,81 / 0,06 = 446,83 \text{ tf/m}^2$$

Compressão:

$$\eta_c \times \gamma_f \times \sigma_{c,max} \leq f_{cd,fad}$$

$$f_{cd,fad} = 0,45 f_{cd} = 0,45 \times (f_{ck} / 1,15) = 0,45 \times 35 / 1,15 = 13,70 \text{ MPa}$$

$$\eta_c = 1 / (1,5 - 0,5(|\sigma_{c1}| / |\sigma_{c2}|))$$

$$\gamma_f = 1$$


$$\eta_c = 1 / (1,5 - 0,5(|135| / |446,83|)) = 0,74$$

$$0,74 \times 1 \times 445,83 \leq 1370$$

$$331 \text{ tf/m}^2 \leq 1370 \text{ tf/m}^2 \rightarrow \text{ok!}$$

Tração:

$$\gamma_f \times \sigma_{c1,max} \leq f_{ctd,fad}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000		66		2

$$f_{ctd,fad} = 0,3 f_{ctd,inf} = 0,3 \times 2,25 = 0,67 \text{MPa}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 f_{ck}^{2/3} = 0,3 \times 35^{2/3} = 3,21 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd,inf} = 0,7 f_{ctm} = 0,7 \times 3,21 = 2,25 \text{MPa}$$

$$1 \times 446,83 \leq 67$$

$$446,83 \text{ tf/m}^2 > 67 \text{tf/m}^2$$

portanto necessita de armação!

Verificação da fadiga da armação:

$$\gamma_f \Delta \sigma_{Ss} \leq \Delta f_{sd,fad}$$

$$1 \times (446,83-135) \leq 105 \text{ MPa}$$


$$311,83 \text{ tf/m}^2 \leq 10500 \text{tf/m}^2 \rightarrow \text{ok!}$$

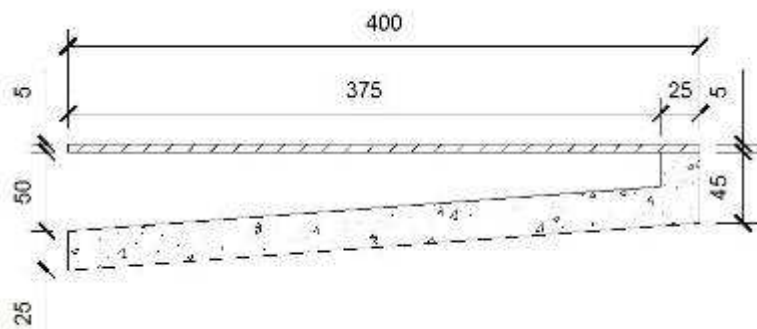
14.2 Laje de Aproximação

C25

CA-50

C=3cm

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	67	2



Ações

Permanentes:

Peso-próprio (Laje) = $0,25\text{m} \times 2,5\text{tf/m}^3 = 0,625\text{tf/m}^2$

enchimento = $((0,50 + 0,20) / 2)\text{m} \times 2,4\text{tf/m}^3 = 0,840\text{tf/m}^2$

Pavimento = $0,05\text{m} \times 2,4\text{tf/m}^3 = 0,120\text{tf/m}^2$

Recapeamento = $0,200\text{tf/m}^2$


$g = 1,785\text{tf/m}^2$

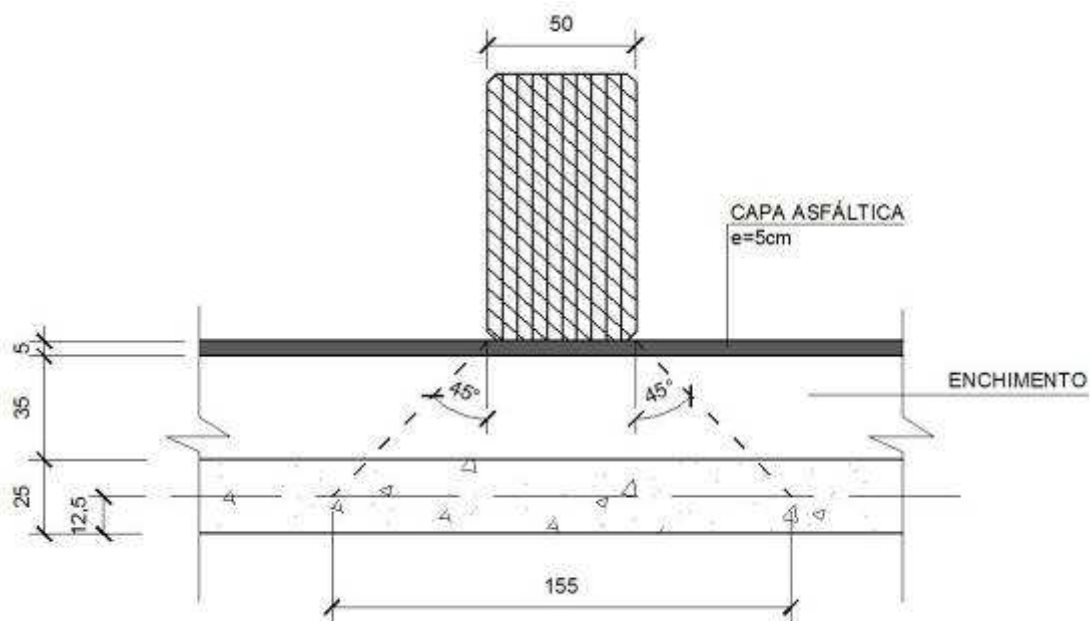
Variáveis:

Carga móvel: $Q = 45\text{tf}$ $q = 0,5\text{tf/m}^2$

Distribuição das Cargas no Plano da Laje:

$h = (50+20)/2 = 35\text{cm}$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	68	2



$$a = 50\text{cm} + 2 \times (5\text{cm} + 35\text{cm} + 12,5\text{cm}) = 155\text{cm}$$

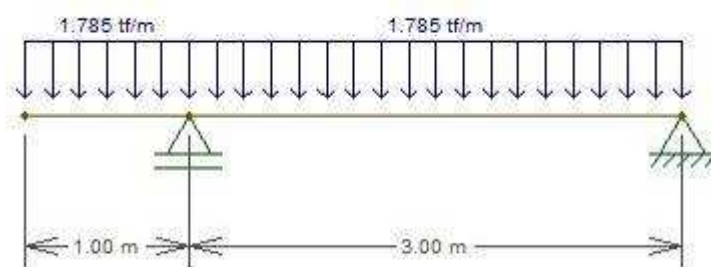
$$b = 20\text{cm} + 2 \times (5\text{cm} + 35\text{cm} + 12,5\text{cm}) = 125\text{cm}$$

$$Q' = 6,00/1,25 = 4,80\text{tf/m (trem-tipo linear homogeneizado)}$$


$$q' = 0,5\text{tf/m (multidão na faixa linear de 1m)}$$

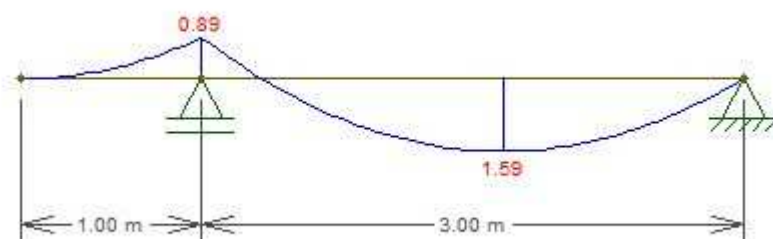
Esquema Estático:

Ações permanentes:

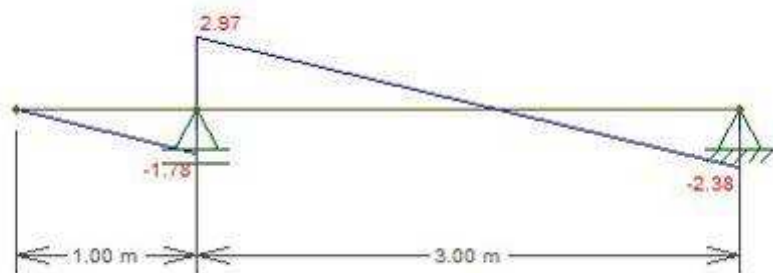


Carregamento

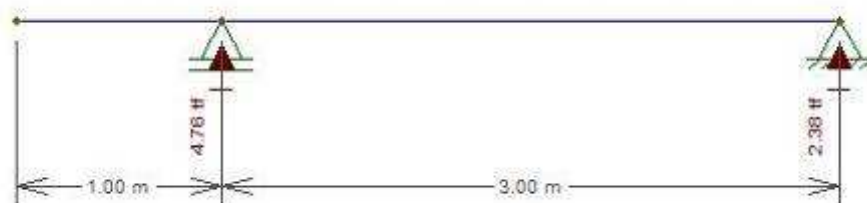
	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	69	2



Momento




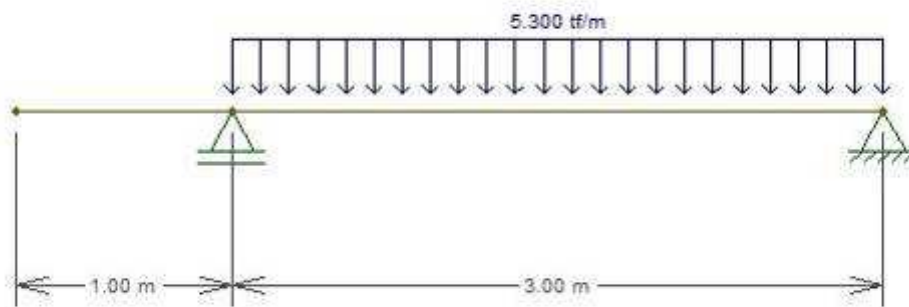
Força cortante



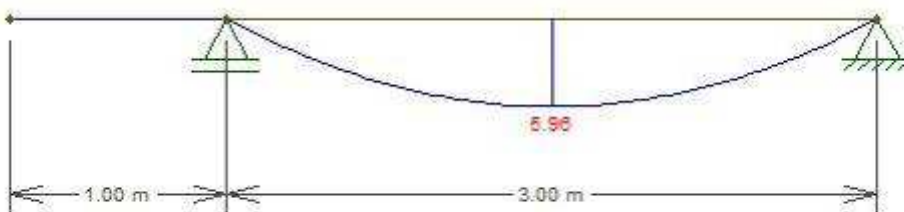
Reações de apoio

Ações Variáveis:

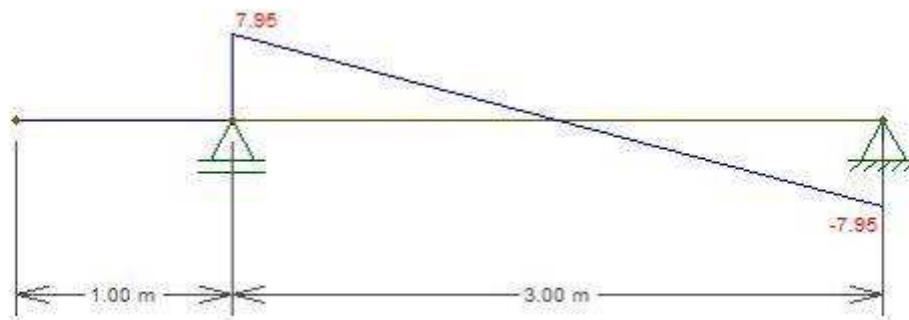
	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	70	2




Carregamento

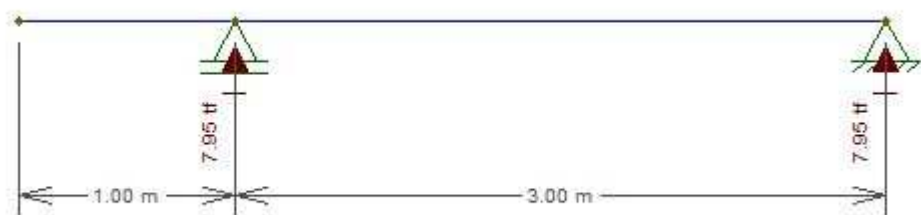


Momento Máximo positivo

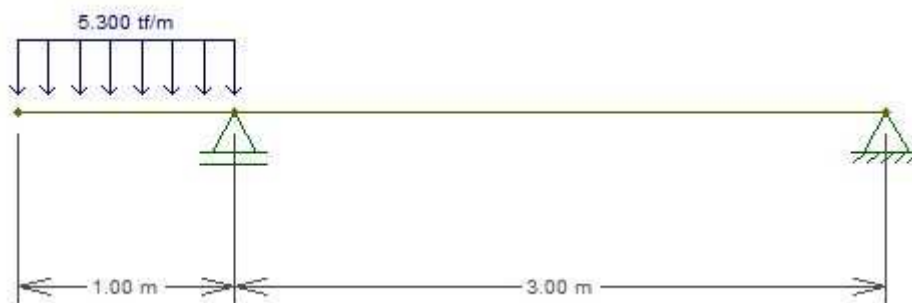


Força Cortante

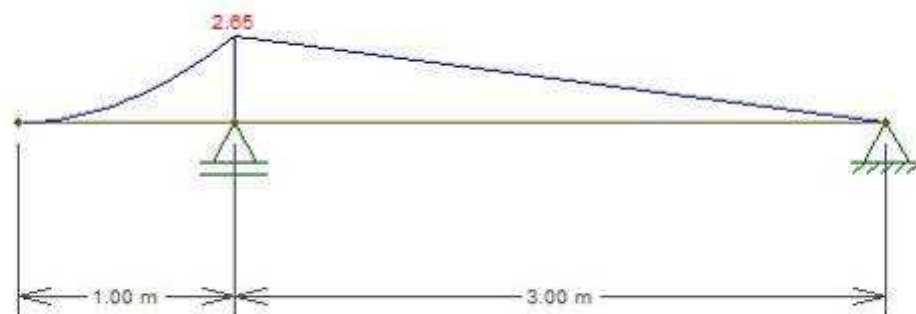
	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	71	2




Reações de apoio

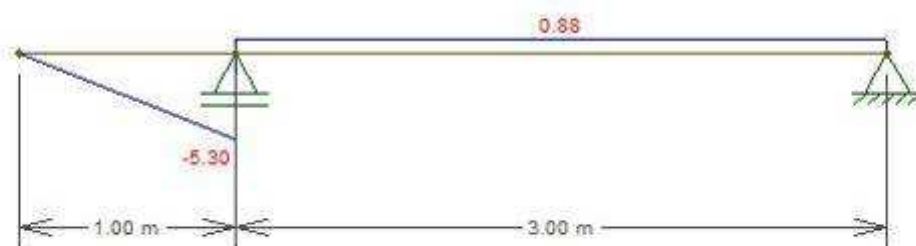


Carregamento

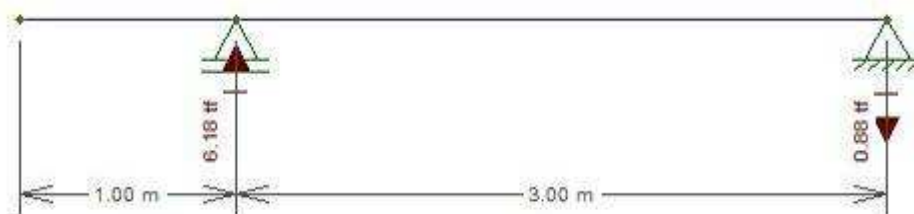


Momento Máximo positivo

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	72	2



Força Cortante



Reações de apoio

Dimensionamento e Verificação



$$M_{d_{\max}^+} = 1,35 \times 1,59 + 1,50 \times 5,96 = 11,09 \text{ tfm}$$

$$M_{d_{\max}^-} = 1,35 \times 0,89 + 1,50 \times 2,65 = 5,18 \text{ tfm}$$

Momento máximo positivo:

$$k_c = b d^2 / M_d$$

$$k_c = 100 \times 35^2 / 1109 = 110,5 \text{ cm}^2/\text{tf} \rightarrow k_s = 0,236$$

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000		73		2

$$k_s = A_s \times d / M_d$$

$$0,236 = A_s \times 0,35 / 11,09 \quad \rightarrow \quad A_s = 7,48 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armação Mínima:

$$\text{Concreto C25} \rightarrow \rho_{\min} = 0,150\%$$

$$A_{s\min} = b \times h \times \rho_{\min}$$

$$A_{s\min} = 100 \times 40 \times 0,150 / 100 = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 7,48 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s\min} = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{portato, } A_s = 7,48 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,\text{calc}} = \phi 16 \text{ c} / 25 \text{ cm}$$

Momento máximo negativo:

$$k_c = b d^2 / M_d$$

$$k_c = 100 \times 35^2 / 518 = 236,5 \text{ cm}^2/\text{tf} \quad \rightarrow \quad k_s = 0,233$$

$$k_s = A_s \times d / M_d$$

$$0,233 = A_s \times 0,35 / 5,18 \quad \rightarrow \quad A_s = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armação Mínima:

$$\text{Concreto C25} \rightarrow \rho_{\min} = 0,150\%$$


$$A_{s\min} = b \times h \times \rho_{\min}$$

$$A_{s\min} = 100 \times 40 \times 0,150 / 100 = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\min} = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{portato, } A_s = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,\text{calc}} = \phi 16 \text{ c} / 30 \text{ cm}$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	74	2

Verificações quanto à Fissuração:

Momento de Fissuração:

$$M_r = \alpha \times f_{ct} \times I_c / y_t$$

$$\alpha = 1,5 \text{ (seção retangular)}$$

$$f_{ct} = f_{ct,inf} = 0,7f_{ct,m} = 0,7(0,3 f_{ck}^{2/3}) = 0,7(0,3 \times 25^{2/3}) = 1,80\text{MPa}$$

$$I_c = bh^3/12 = 1 \times 0,4^3 / 12 = 0,0053\text{m}^4$$

$$y_t = 0,4 / 2 = 0,2\text{m}$$

$$M_r = 1,5 \times 180 \times 0,0053 / 0,2 = 7,16 \text{ tfm}$$

$$Md_x^+_{freq} = 1,59 + 0,8 \times 5,96 = 6,36 \text{ tfm}$$

$$Md_x^+_{freq} = 6,36 \text{ tfm} < M_r = 7,16 \text{ tfm}$$

portanto, não ocorre fissuração!



$$Md_x^-_{freq} = 0,89 + 0,8 \times 2,65 = 3,01 \text{ tfm}$$

$$Md_x^-_{freq} = 3,01 \text{ tfm} < M_r = 7,16 \text{ tfm}$$

portanto, não ocorre fissuração!

Verificação do cisalhamento:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1}$$

	 "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV	
	NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	75	2	

$$V_{sd} = 1,35 \times 2,97 + 1,5 \times 7,95 = 15,93 \text{ tf}$$

$$V_{Rd1} = (\tau_{Rd} k (1,2 + 40 \rho_1) + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\tau_{Rd} = 0,25 f_{ctd} = 0,25 \times 1,80 = 0,45 \text{ MPa} = 45 \text{ tf/m}^2$$

$$f_{ctd} = f_{ctk,inf} / \gamma_c = 0,7 f_{ct,m} / 1,4 = 0,7 (0,3 f_{ck}^{2/3}) / 1,4 = 0,7 (0,3 \times 25^{2/3}) / 1,4 = 1,80 \text{ MPa}$$

$$\rho_1 = A_{s1} / b_w d = 16 / (100 \times 35) = 0,46\%$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 0$$

$$k = 1,6 - d = 1,25 \text{ m}$$

$$V_{Rd1} = (45 \times 1,25 (1,2 + 40 (0,46/100)) + 0,15 \times 0) \times 1 \times 0,35 = 16,36 \text{ tf}$$

$$V_{sd} \leq V_{Rd1} \quad \rightarrow \quad 15,93 \text{ tf} \leq 16,36 \text{ tf}$$

portanto, não necessita de armadura de cisalhamento!

Verificação da Fadiga (ELU):

$$I = b \times h^3 / 12 = 1 \times 0,40^3 / 12 = 0,0053 \text{ m}^4$$

$$W_{inf} = W_{sup} = 0,0053 / 0,2 = 0,0267 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{c1} = \sigma_{min} = M_y / I = M / W = 1,59 / 0,0267 = 59,55 \text{ tf/m}^2$$

$$\sigma_{c2} = \sigma_{max} = M_y / I = M / W = 11,09 / 0,0267 = 415,36 \text{ tf/m}^2$$


Compressão:

$$\eta_c \times \gamma_f \times \sigma_{c,max} \leq f_{cd,fad}$$

$$f_{cd,fad} = 0,45 f_{cd} = 0,45 \times (f_{ck} / 1,15) = 0,45 \times 25 / 1,15 = 9,78 \text{ MPa}$$

$$\eta_c = 1 / (1,5 - 0,5 (|\sigma_{c1}| / |\sigma_{c2}|))$$

$$\gamma_f = 1$$

	VALEC "Desenvolvimento Sustentável do Brasil"	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F		NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV
		NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	76	2

$$\eta_c = 1 / (1,5 - 0,5(|59,55| / |415,36|)) = 0,70$$

$$0,70 \times 1 \times 415,36 \leq 978$$

$$290,75 \text{ tf/m}^2 \leq 978 \text{ tf/m}^2 \rightarrow \text{ok!}$$

Tração:

$$\gamma_f \times \sigma_{c1, \max} \leq f_{ctd, fad}$$

$$f_{ctd, fad} = 0,3 f_{ctd, inf} = 0,3 \times 1,80 = 0,54 \text{ MPa}$$

$$f_{ct, m} = 0,3 f_{ck}^{2/3} = 0,3 \times 25^{2/3} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd, inf} = 0,7 f_{ctm} = 0,7 \times 2,56 = 2,25 \text{ MPa}$$

$$1 \times 415,36 \leq 54$$

$$415,36 \text{ tf/m}^2 > 67 \text{ tf/m}^2$$


portanto, necessita de armação!

Verificação da fadiga da armação:

$$\gamma_f \Delta \sigma_{ss} \leq \Delta f_{sd, fad}$$

$$1 \times (415,36 - 59,55) \leq 105 \text{ MPa}$$

$$355,81 \text{ tf/m}^2 \leq 10500 \text{ tf/m}^2 \rightarrow \text{ok!}$$

	<div><div>VALEC</div><div>"Desenvolvimento Sustentável do Brasil"</div></div>	EF334 - FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE		
Título: MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA PASSAGEM SUPERIOR NA EST. 817+690 Trecho: FIGUEIRÓPOLIS (TO) – ILHÉUS (BA) Subtrecho: RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Segmento: PONTE SOBRE RIO SÃO FRANCISCO – RIACHO DA BARROCA Lote de Projeto: 7F Lote de Construção: 5F	NºVALEC: 80-MC-0700G-01-1000	FOLHA	REV	
	NºPROJ: 80-MC-0700G-01-1000	78	2	

15. QUANTITATIVOS

10.1	Passagem Inferior - BA 160			
10.1.1	Infraestrutura			
10.1.1.1	Escavação em material de 1ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	6.260,00
10.1.1.2	Escavação em material de 2ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.1.1.3	Escavação em material de 3ª categoria	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.1.1.4	Reaterro	80-ES-028A-20-8004	m³	3.130,00
10.1.1.5	Material drenante - brita	80-ES-028A-19-8004	m³	415,00
10.1.1.6	Transporte material drenante	80-ES-028A-19-8004	m³xkm	415,00
10.1.2	Galerias, Alas e Muros			
10.1.2.1	Concreto Fck = 25 MPa	80-ES-028A-23-8003	m³	560,00
10.1.2.2	Formas	80-ES-028A-23-8003	m²	1.665,00
10.1.2.3	Escoramento	80-ES-028A-23-8003	m³	800,00
10.1.2.4	Armadura de aço CA-50	80-ES-028A-23-8003	kg	72.800,00
10.1.3	Serviços Complementares			
10.1.3.1	Lastro de concreto simples Fck = 15 MPa	80-ES-028A-11-8001	m³	51,00
10.1.3.2	Concreto Fck = 25 MPa (canaletas e tampas)	80-ES-028A-11-8001	m³	1,60
10.1.3.3	Formas (canaletas e tampas)	80-ES-028A-11-8001	m²	37,00
10.1.3.4	Armadura de aço CA-50 (canaletas e tampas)	80-ES-028A-11-8001	kg	96,00
10.1.3.5	Barreira New Jersey	80-ES-028A-11-8001	m	18,00
10.1.3.6	Defensa metálica simples	80-ES-028A-11-8001	m	135,11
10.1.4	Serviços Rodoviários (Desvio Provisório e Rodovia Definitiva)			
10.1.4.1	Desmatamento, destocamento e limpeza árvores com D <= 0,15m	80-ES-028A-20-8002	m²	6.297,50
10.1.4.2	Destocamento de árvores 0,15m < D < 0,30m	80-ES-028A-20-8002	unid	17,18
10.1.4.3	Destocamento de árvores D > 0,30m	80-ES-028A-20-8002	unid	4,58
10.1.4.4	Escavação, carga e transporte de mat. 1ª cat. DMT 600 a 800m	80-ES-028A-20-8003	m³	35.366,76
10.1.4.5	Escavação, carga e transporte de mat. 2ª cat. DMT 600 a 800m	80-ES-028A-20-8003	m³	4.625,80
10.1.4.6	Escavação, carga e transporte de mat. 3ª cat. DMT 600 a 800m	80-ES-028A-20-8003	m³	
10.1.4.7	Compactação de aterros a 95% PN	80-ES-028A-20-8004	m³	27.356,34
10.1.4.8	Compactação de aterros a 100% PN	80-ES-028A-20-8004	m³	4.474,66
10.1.4.9	Regularização do subleito	80-ES-028A-20-8006	m²	6.297,50
10.1.4.10	Execução de revestimento primário	80-ES-028A-14-8002	m³	1.488,50
10.1.4.11	Sub-base estabilizada granulometricamente	80-ES-028A-14-8003	m³	1.007,60
10.1.4.12	Sub-base de solo brita	80-ES-028A-14-8003	m³	
10.1.4.13	Base de brita graduada	80-ES-028A-14-8003	m³	957,22
10.1.4.14	Base estabilizada granulometricamente	80-ES-028A-14-8003	m³	
10.1.4.15	Transporte de material para revestimento primário, sub base e base	80-ES-028A-14-8002	m³xkm	110.190,22
10.1.4.16	Imprimação	80-ES-028A-14-8001	m²	4.213,60
10.1.4.17	Pintura de ligação	80-ES-028A-14-8001	m²	4.305,20
10.1.4.18	Tratamento superficial duplo com emulsão polimerizada	80-ES-028A-14-8001	m²	4.167,80
10.1.4.19	Tratamento superficial duplo com emulsão	80-ES-028A-14-8001	m²	
10.1.4.20	CBUQ (faixa "C" DNER)	80-ES-028A-14-8001	t	
10.1.4.21	Pintura de faixa (sinalização horizontal)	80-ES-028A-14-8004	m²	274,80
10.1.4.22	Placa de sinalização (sinalização vertical)	80-ES-028A-14-8004	m²	4,58
10.1.4.23	Calçada em concreto Fck = 15 Mpa	80-ES-028A-23-8001	m³	
10.1.4.24	Meios fios pré moldados de concreto	80-ES-028A-23-8004	m	
10.1.4.25	Fornecimento e instalação de tacha refletiva bidirecional	80-ES-028A-14-8004	unid	92,75
10.1.4.26	Fornecimento e instalação de tachão refletivo bidirecional	80-ES-028A-14-8004	unid	
10.1.4.27	Demolição Pav. Asfáltico, carga e espalhamento mat. bota - fora	80-ES-028A-14-8002	m²	206,10