



ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE TESOURO

PONTE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO PROTENDIDO

PROJETO EXECUTIVO

OBRA: ELABORAÇÃO DE ESTUDO TOPOGRÁFICO, ESTUDO HIDROLÓGICO/HIDRÁULICO, ESTUDO GEOTÉCNICO (SONDAGEM) E PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA PONTE EM CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO

LOCAL: CÓRREGO AVOADEIRA E RIBEIRÃO ESTRELA

RODOVIA: MT-260

COORDENADAS: 16° 4'23.48"S; 53°27'21.50"O / 16° 2'23.40"S; 53°23'21.06"O

EXTENSÕES: DIVERSOS

LARGURA: 8,80 m

CÓDIGOS: PT02767 e PT02768

VOLUME 3 – MEMÓRIA DE CÁLCULO

CUIABÁ/MT
ABRIL / 2025



HA SH: 60b02f6a91c0e56b7876d203995157b3ff7575b46d725a5365936648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#/validar/NP4A-LX1M5-D1MRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607307A





ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE TESOURO

PONTE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO PROTENDIDO

PROJETO EXECUTIVO

OBRA: ELABORAÇÃO DE ESTUDO TOPOGRÁFICO, ESTUDO HIDROLÓGICO/HIDRÁULICO, ESTUDO GEOTÉCNICO (SONDAGEM) E PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA PONTE EM CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO

LOCAL: CÓRREGO AVOADEIRA E RIBEIRÃO ESTRELA

RODOVIA: MT-260

COORDENADAS: 16° 4'23.48"S; 53°27'21.50"O / 16° 2'23.40"S; 53°23'21.06"O

EXTENSÕES: DIVERSOS

LARGURA: 8,80 m

CÓDIGOS: PT02767 e PT02768

VOLUME 3 – MEMÓRIA DE CÁLCULO



Elaboração: FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.
Responsáveis: MARILDA DE CASTRO COSTA – RN 2607349869
LUCAS LUIZ ARAUJO CORREA – RN 1203670761

CUIABÁ/MT
ABRIL / 2025

FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.
Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 1



HA SH: 60b02f6a91c0e56b76762d203995157b3ff7575b46725a5365936648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilicoes.seplag.mt.gov.br/floxybee-pub/#validar/NP4A-LXM5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607307A





HA SH: 60b02f6a91c0e56b7876d203995157b3f7757b46725a53565956648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilcoes.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#validar/NP4A-LXM5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.

1.0- ÍNDICE



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 2



SINFRACAP202607307A





1.0 – ÍNDICE	2
2.0 - APRESENTAÇÃO	4
3.0 – MEMÓRIAS DE CÁLCULOS ESTRUTURAIIS	6
3.1 – Córrego Avoadeira	7
3.2 – Ribeirão Estrela	40
4.0 – MEMÓRIAS DE CÁLCULOS DOS QUANTITATIVOS	83
4.1 – Córrego Avoadeira	84
4.2 – Ribeirão Estrela	98
5.0 – PLANILHA DE QUANTIDADES	112
6.0 – ART	117
7.0 – TERMO DE ENCERRAMENTO	122

HA SH: 60b02f6a91c0e56b7676d203995157b3f77575b46725a5365956648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilcoes.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#/validar/NP4A-LX1M5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 3



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.
Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>



SINFRACAP202607307A



HA SH: 60b02f6a91c0e56b76762d203995157b3f7757b46725a53565956648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilcoes.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#validar/NP4A-LXM5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.

2.0- APRESENTAÇÃO



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 4



SINFRACAP202607307A





A empresa FCK Engenharia Consultoria Comércio Representações LTDA apresenta o Volume 3 – Pontes Tesouro, referente a contratação de pessoa jurídica para os serviços de elaboração de estudos topográficos, estudos hidrológicos / hidráulicos, estudos geotécnicos (sondagens) e projeto executivo de engenharia para construção da ponte de concreto pré-moldado pretendido, situadas na rodovia MT-260, no município de Tesouro-MT, sobre:

- PT02767 – Córrego Avoadeira (33,00m x 8,80m);
- PT02768 – Ribeirão Estrela (61,55m x 8,80m);

O Orçamento, relativo ao serviço de Contratação de Pessoa Jurídica para os Serviços de Elaboração de Projeto Executivo de Engenharia para construção das Pontes de Concreto Pré-Moldado Protendido foi elaborado de acordo com a estrutura do SICRO – Sistema de Custos Rodoviários do DNIT, para o estado do Mato Grosso, com a data base de Janeiro / 2025, utilizando-se sempre que necessários elementos adicionais visando atender as condições particulares do projeto.

A brita será proveniente da J A Machnic-Me, localizada há, aproximadamente, 169km da obra, estando localizada no Município de Primavera do Leste-MT. O preço foi obtido junto ao fornecedor.

A areia será proveniente da Mineração Ouro Preto, localizada há, aproximadamente, 157km da obra, estando localizada no Município de Rondonópolis-MT. O preço foi obtido junto ao fornecedor.

O cimento será proveniente da Todimo, localizada há, aproximadamente, 169km da obra, estando localizada no Município de Primavera do Leste-MT. O preço foi obtido junto ao fornecedor.



HASH: 60b026a91c0e56b787624203995157b3f7757b46f725a5365956648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilacoes.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#validar/NP4A-LXM5-DMRB-CAWV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.

FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 5



SINFRACAP202607307A



HA SH: 60b02f6a91c0e56b7676203995157b3f7757b46725a53565956648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilcoes.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#validar/NP4A-LXM5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.

3.0- MEMÓRIAS DE CÁLCULOS ESTRUTURAIS



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 6



SINFRACAP202607307A





HA SH: 60b02f6a91c0e56b76762d203995157b3f7757b46725a53565936648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilcoes.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#validar/NP4A-LXM5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.

3.1 – CÔRREGO AVOADEIRA



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 7



SINFRACAP202607307A





INTRODUÇÃO

CRITERIOS DE CÁLCULO

Neste memorial de cálculo se desenvolve o dimensionamento da Ponte sobre o Córrego Avoadeira, localizado na Rodovia MT-260, coordenadas 16° 4'23.48" S 53°27'21.50"O, com extensão total de 33,00m e largura de 8,80m.

O tabuleiro será composto por vigas do tipo I, em concreto com protensão aderente, que serão protendidas com cordoalhas de 15,2mm (0,6") de diâmetro.

As vigas, calculadas sobre apoios simples, são caracterizadas por uma altura de 140cm e um comprimento de 32.0 m, serão completadas (na obra) com uma laje de espessura colaborante total de 17cm mais uma pré-laje de 5cm.

O peso da laje e as cargas permanentes de segunda fase (pavimentação, barreiras de proteção, etc) aplicam-se às diferentes vigas em função de suas respectivas áreas de influência.

As cargas móveis previstas pela NBR 7188/2013 (Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres), são repartidas transversalmente na superestrutura mediante um modelo de elementos finitos.

As verificações de estabilidade se desenvolveram na viga que resultou mais solicitada, as armaduras, assim determinadas, foram consideradas iguais para todas as outras vigas.

Levou-se em conta a diferente classe de resistência do concreto entre as vigas e a laje através de um coeficiente de homogeneização, que equivale à razão entre aos seus respectivos módulos de elasticidade convencionais.

As perdas de tensão nas armaduras de protensão são descontadas ora na viga isolada, ora na seção composta, nas proporções indicadas nesse memorial.

Nas seções perto do apoio, em função do insuficiente comprimento de ancoragem das cordoalhas, a verificação ao cisalhamento foi efetuada considerando uma seção de concreto armado.

Consideram-se positivos os momentos que tracionam as fibras inferiores da viga e da laje e as forças de compressão; quanto às tensões, convencionou-se como negativas as de compressão.

O elemento que representa a viga no modelo computacional têm coordenada de origem na sua extremidade.



HA SH: 60b02f6a91c0e56b76762d203995157b3f775757b46725a5365956648468914. Documento digital disponível em <https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/floxybee-pub/#/validar/NP4A-UXM5-DMRB-CAWV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.

FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 8



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.

Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>



SINFRACAP202607307A



NORMAS DE REFERÊNCIA

O cálculo se desenvolveu com referência, onde aplicável, às seguintes normas:

NBR 6118 - 2014- Projeto de estruturas de concreto - Procedimento;

NBR 6120 - 2019 - Cargas para o Cálculo de Estruturas;

NBR 6122 - 2022 - Projeto e Execução de Fundações;

NBR 6123 - 1988 - Forças devidas ao vento em edificações;

NBR 7187 - 2021 - Projeto de pontes - procedimento;

NBR 7188 - 2013 - Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres;

NBR 7483 - 2021 - Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido;

NBR 8681 - 2003 - Ações e segurança nas estruturas;

NBR 9062 - 2017 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado.

HA SH: 60b02f6a91c0e56b7876d203995157b3f77575b46725a5365936648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilicoes.seplag.mt.gov.br/floxybee-pub/#/validar/NP4A-LXV5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 9



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.

Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>

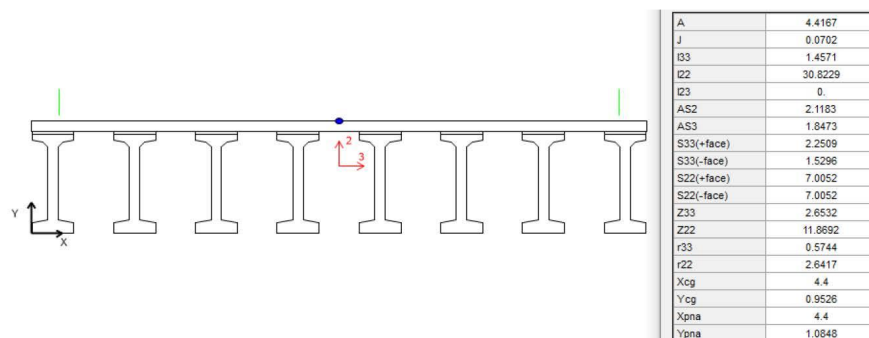


SINFRACAP202607307A



DESCRIÇÃO DO MODELO

A estrutura foi modelada no software CSIBridge, onde foram feitas análises lineares. Os resultados obtidos do modelo foram concatenados numa planilha eletrônica, onde é feita todas as verificações de segurança aos Estados Limites de Serviço e Estados Limites Últimos.



Propriedades da seção transversal bruta do tabuleiro, no modelo de cálculo (kN, m)

Os efeitos diferidos no tempo foram obtidos pelo método dos prismas equivalentes, levando em conta a diferença entre as propriedades do concreto da viga e da laje (retração, fluência, módulo de elasticidade), idades diferentes entre o concreto da viga e da laje, variação do módulo de elasticidade ao longo do tempo, e relaxação das cordoalhas.

O modelo incorpora toda a infra, meso e superestrutura, e suas ligações. Os aparelhos de apoio em neoprene fretado são modelados com rotação livre, deslocamento vertical impedido, e deslocamento horizontal flexível com rigidez de 1550kN/m.

HA SH: 60b0268a91c0e56b78762d203995157b3ff7757b46f725a5356956648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilicoes.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#validar/NP4A-LXK5-DMRB-CAWV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 10



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.
Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>



SINFRACAP202607307A



CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

- Classe de agressividade ambiental II, conforme NBR6118/2014;
- Cobrimento das armaduras: 3cm para peças moldadas *in-loco*, 2cm para as pré-moldadas e 5cm para as fundações.
- Concreto protendido nível 2 (protensão limitada).

Concreto para as vigas pré-moldadas protendidas (Classe C60)

- Diâmetro máximo agregados: 19 mm
- Relação água/cimento máxima: 0,40

Fase inicial

- Resistência característica à compressão f_{ckj}35,00 MPa
- Módulo de elasticidade E33.130,00 MPa
- Resistência à tração admissível f_{tkj}2,25 MPa
- Compressão admissível $\sigma_c = 0,7 f_{ckj}$24,50 MPa
- E.L.U.
- Coeficiente de segurança γ_c1,4
- Resistência à compressão de cálculo $f_{cdj} = f_{ckj} / \gamma_c$25,00 MPa
- Resistência à tração de cálculo $f_{ctdj} = f_{ctkj} / \gamma_c$1,60 MPa

Fase final

- Resistência característica à compressão f_{ck}60,00 MPa
- Módulo de elasticidade E41.612,00 MPa
- Resistência à tração admissível f_{tk}3,22 MPa
- E.L.U.
- Coeficiente de segurança γ_c1,4
- Resistência à compressão de cálculo $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$42,85 MPa
- Resistência à tração de cálculo $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$2,30 MPa

Concreto moldado in loco (classe C30)

- Diâmetro máximo dos agregados 25mm
- Relação água/cimento máxima 0,45
- Resistência característica à compressão f_{ck}30,00 MPa
- Resistência à tração admissível f_{tk}2,03 MPa
- Módulo de elasticidade E27.605,22 MPa

E.L.U.

- coeficiente de segurança γ_c1,4
- resistência à compressão de cálculo $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$21,43 MPa
- resistência à tração de cálculo $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$1,08 MPa

Aço para cordoalha de 0,6"

- CP 190 RB
- $f_{ptk} = 1900$ MPa
- $f_{pyk} = 1681$ MPa

A tensão máxima resistente da cordoalha deve verificar as seguintes desigualdades:

$$\sigma_{pi} \leq 0,77 f_{ptk} = 0,77 \times 1.900 = 1.463 \text{ MPa ou}$$

$$\sigma_{pi} \leq 0,85 f_{pyk} = 0,85 \times 1.681 = 1.429 \text{ MPa}$$

HA SH: 60b026a91c0e56b76762d203995157b3f7757b46f725a5365936648446894. Documento digital disponível em https://aquilcoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/NP4A-UXM5-DMRB-C4WV. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 11



SINFRACAP202607307A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.

Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>





CARREGAMENTOS PARA OS VIADUTOS RODOVIÁRIOS

CARGAS PERMANENTES

Os elementos estruturais, como vigas, laje, travessas, transversinas e alas laterais, tiveram seu peso-próprio considerado automaticamente no modelo de cálculo, com peso específico de 25kN/m³, segundo as medidas do projeto executivo.

Além desses elementos, foram incluídos os seguintes carregamentos permanentes:

a) Laje de Transição
Metade do peso da laje de transição e pavimento sobre a mesma foi considerado aplicado diretamente na estrutura dos encontros.

b) Barreiras
Foi considerada uma carga linear de 5,80kN/m nas laterais.

c) Pavimentação
Foi considerada uma carga distribuída de 3,68kN/m², que inclui 7cm de pavimento e um adicional de 2kN/m².

CARGAS MÓVEIS

Trem-Tipo da NBR 7188/2013 - Classe 45. Incluindo frenagem e força centrífuga.
Sobrecarga Móvel 5kN/m² - de acordo com a NBR 7188/2013.

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

Foi considerada uma variação uniforme de temperatura de +10°C, e -5°C.

VENTO

Foi aplicada uma carga de 3,82 kN/m ao nível da laje, perpendicular à pista.

COMBINAÇÕES

$$S_d = \gamma_G F_G + \gamma_Q F_Q + \sum \gamma_{Qi} \Psi_{0i} F_{Qi}$$

CARREGAMENTO	$\gamma_{G,desfav}$	$\gamma_{G,fav}$	γ_Q	$\Psi_{0,desfav}$	$\Psi_{0,fav}$
Peso próprio da Viga	1,30	1,0			
Peso próprio da Laje	1,35	1,0			
Sobrecarga permanente	1,50	1,0			
Trem-tipo			1,50		
Vento, Correnteza, Temperatura			1,2	0,6	0
Efeitos reológicos a tempo "infinito"			1,2	1	0



HA SH: 60b026a91c0e56b76762d203995157b3f7757b46725a536593664846894. Documento digital disponível em <https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#/validar/NP4A-LX1M5-D1MRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.

FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 12



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.
Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>



SINFRACAP202607307A

SIGA

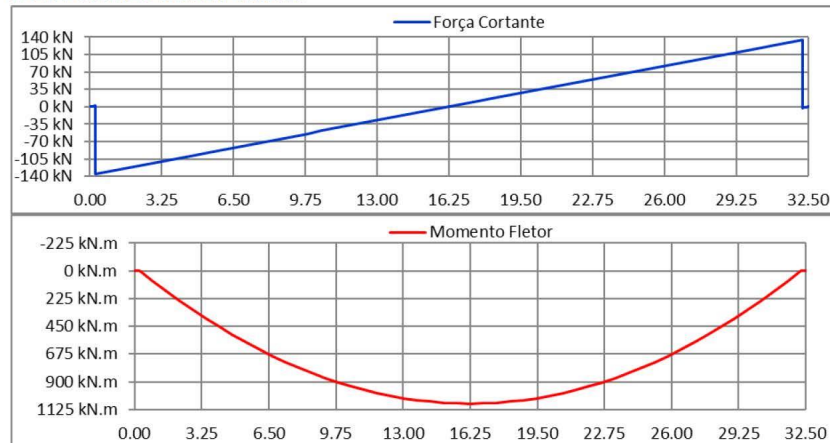


LONGARINAS
ESFORÇOS SOLICITANTES

TABELA-RESUMO

Abscissa	FORÇA CORTANTE					Abscissa	MOMENTO FLETOR				
	Peso Próprio Viga	Peso Próprio Laje	Sobrecargas Permanentes	Trem-Tipo (máx)	Trem-Tipo (mín)		Peso Próprio Viga	Peso Próprio Laje - 1ª Fase	Sobrecargas Permanentes	Trem-Tipo (máx)	Trem-Tipo (mín)
cm	kN	kN	kN	kN	kN	cm	kN m	kN m	kN m	kN m	kN m
0	0.00	0.00	3.86	58.27	-4.93	0	-0.00	-0.00	-2.14	3.25	-19.77
325	-109.42	-57.52	-104.14	15.15	-176.91	325	365.51	192.16	259.99	459.04	-33.56
650	-82.07	-43.14	-74.04	35.14	-150.96	650	676.74	355.77	519.47	842.51	-20.36
975	-54.71	-28.76	-52.62	46.10	-129.89	975	899.09	472.66	702.94	1,130.27	-36.31
1300	-27.36	-14.38	-23.87	62.46	-99.90	1300	1,032.55	542.83	807.18	1,311.29	-55.73
1625	0.00	0.00	4.01	81.76	-73.65	1625	1,077.13	566.26	846.06	1,377.61	-62.33
1950	27.36	14.38	24.05	100.08	-62.36	1950	1,032.55	542.83	806.65	1,310.43	-55.81
2275	54.71	28.76	52.79	130.06	-46.02	2275	899.09	472.66	701.81	1,128.47	-36.45
2600	82.07	43.14	74.19	151.10	-35.05	2600	676.74	355.77	517.93	840.08	-20.07
2925	109.42	57.53	104.22	177.01	-15.13	2925	365.51	192.15	258.02	455.96	-33.90
3250	-0.00	-0.00	-3.67	4.78	-58.87	3250	-0.00	-0.00	-1.90	2.93	-17.01

PESO-PRÓPRIO DA LONGARINA



HA SH: 60b02f6a91c0e56b78762d203995157b3f77575b46f725a536593664846894. Documento digital disponível em <https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/N4A-LXK5-DMRB-CAWV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.

FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 13



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.
Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>

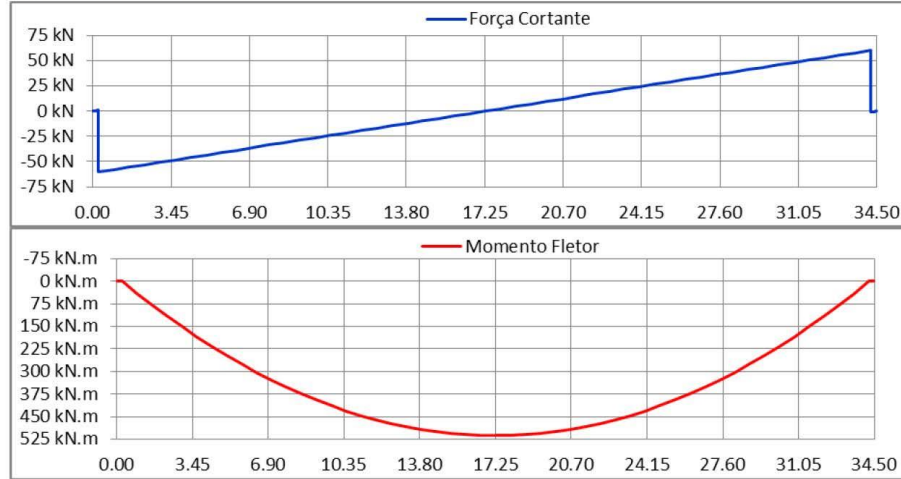


SINFRACAP202607307A

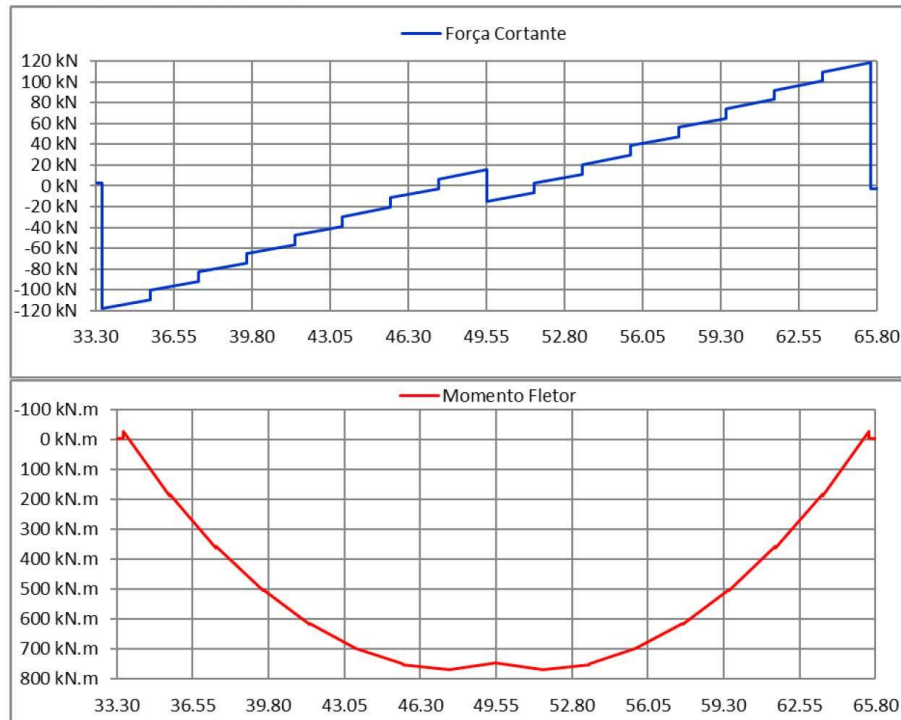




PESO-PRÓPRIO DA LAJE



SOBRECARGA PERMANENTE



HA SH: 60b-02f8a-91c0e5687b762d203995157b3ff7575b46725a5365956648468914. Documento digital disponível em <https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#/validar/NP4A-LXK5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 14

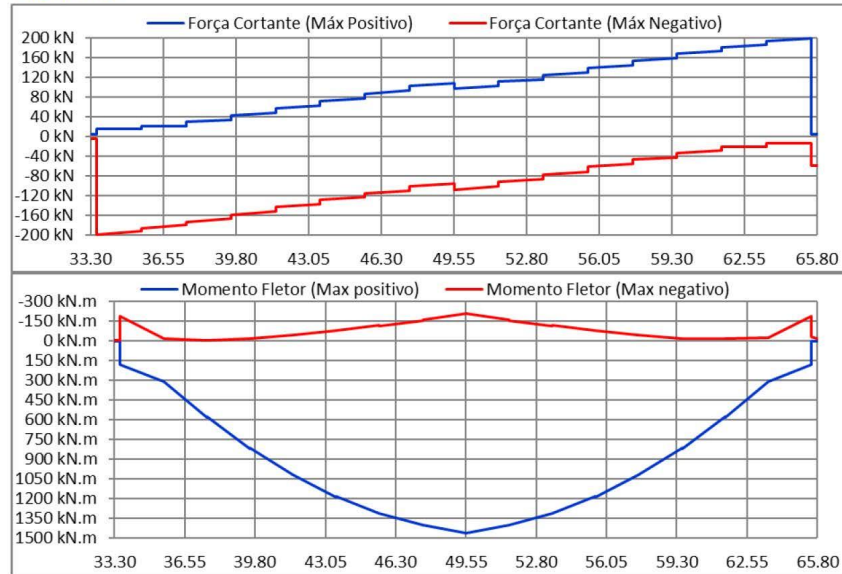


SINFRACAP202607307A





TREM-TIPO



TENSÕES EM SERVIÇO

CORDOALHAS

FILA	1	2	3	4	5	6	7	8
y (ordenada em relação ao fundo da viga) (cm)	5	5	5	10	10	15	15	135
Bainha (comprimento embainhado) (cm)	0	400	900	0	300	0	200	0
Quantidade de Cordoalhas	4	2	2	6	4	4	2	2
L _{trf} (Comprimento de transferência) (cm)	153.5	153.5	153.5	153.5	153.5	153.5	153.5	219.2
S _{Pi,pre} (Tensão Aplicada no Tiro)(MPa)	1400.0	1400.0	1400.0	1400.0	1400.0	1400.0	1400.0	1400.0
S _{P,01} (Tensão Após perdas imediatas)(MPa)	1248.1	1248.1	1248.1	1254.7	1254.7	1261.3	1261.3	1419.9
S _{P,02} (Tensão Após concretagem da laje)(MPa)	1034.8	1034.8	1034.8	1042.1	1042.1	1049.4	1049.4	1226.3
S _{P,03} (Tensão Após cura da laje)(MPa)	1028.6	1028.6	1028.6	1036.0	1036.0	1043.4	1043.4	1223.0
S _{P,04} (Tensão a Tempo "infinito")(MPa)	956.5	956.5	956.5	961.0	961.0	965.5	965.5	1075.8

As tensões nas cordoalhas da tabela acima se referem ao centro do vão.

HA SH: 60b02f6a91c0e56b787624203995157b3ff757b46725a536595648468914. Documento digital disponível em https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/fluxbee-pub/#/validar/NP4A-UXM5-DMRB-C4WV. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 15



SINFRACAP202607307A

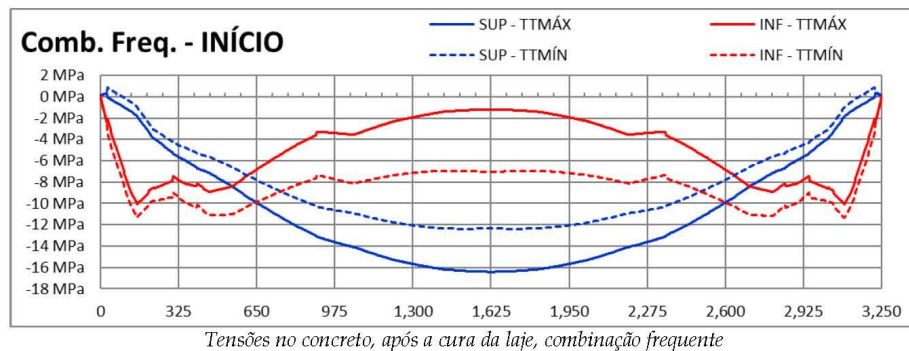
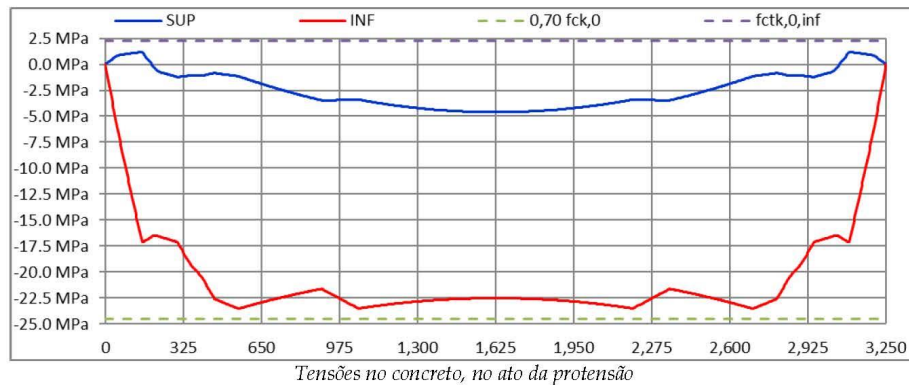




TABELA-RESUMO

Abscissa	TENSÕES EM SERVIÇO									
	Corte das Cordoalhas		Trem-Tipo Máximo Positivo Comb. QUASE PERMANENTE		Trem-Tipo Máximo Negativo Comb. QUASE PERMANENTE		Trem-Tipo Máximo Positivo Comb. FREQ.		Trem-Tipo Máximo Negativo Comb. FREQ.	
	σ_{sup}	σ_{inf}	σ_{sup}	σ_{inf}	σ_{sup}	σ_{inf}	σ_{sup}	σ_{inf}	σ_{sup}	σ_{inf}
cm	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0.00	-0.00	0.10	0.58	-0.06	0.57	-0.07	0.58	-0.06	0.56
325	-1.16	-18.13	-5.20	-6.83	-4.49	-7.81	-5.59	-6.19	-4.48	-7.83
650	-1.88	-22.93	-9.09	-6.25	-7.62	-8.09	-9.71	-5.05	-7.60	-8.12
975	-3.45	-22.53	-12.50	-3.45	-10.13	-6.04	-13.05	-1.82	-10.06	-6.15
1300	-4.22	-22.84	-14.36	-2.36	-11.40	-5.50	-14.89	-0.46	-11.27	-5.68
1625	-4.61	-22.52	-14.99	-1.85	-11.59	-5.39	-15.48	0.22	-11.39	-5.68
1950	-4.22	-22.84	-14.36	-2.36	-11.40	-5.50	-14.89	-0.46	-11.27	-5.68
2275	-3.45	-22.53	-12.50	-3.45	-10.13	-6.04	-13.05	-1.82	-10.05	-6.15
2600	-1.88	-22.93	-9.09	-6.25	-7.61	-8.09	-9.71	-5.05	-7.59	-8.13
2925	-1.16	-18.13	-5.20	-6.83	-4.47	-7.84	-5.59	-6.19	-4.45	-7.87
3250	0.00	-0.00	0.10	0.58	-0.04	0.53	-0.07	0.58	-0.02	0.51

As tensões com Trem-Tipo da tabela acima incluem os efeitos diferidos a tempo "infinito".



HA SH: 60b02f6a91c0e5687676203995157b3f7575b46f725a53659564846894. Documento digital disponível em https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/floxybee-pub/#/validar/NP4A-UXM5-DMRB-CAWV. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.
Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 16

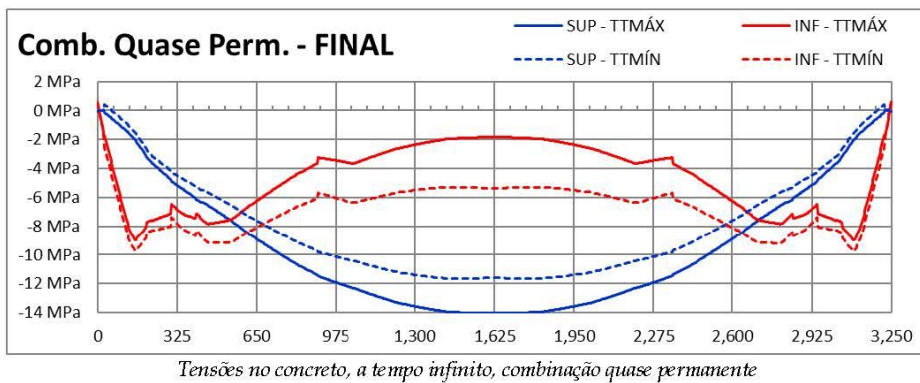
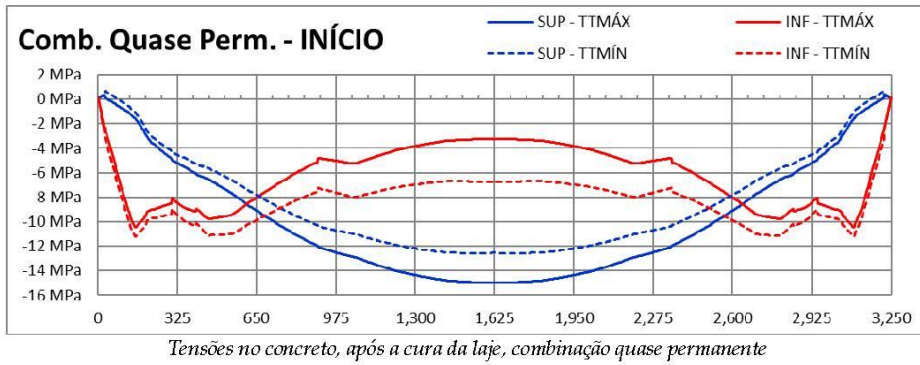
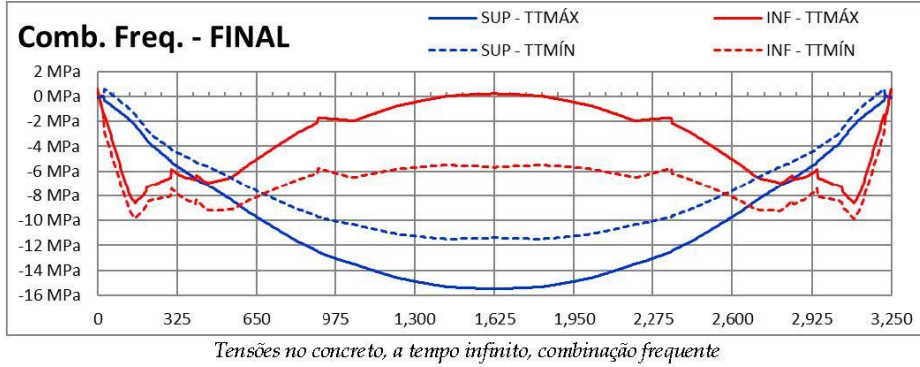


SINFRACAP202607307A





HA SH: 60b02f6a91c0e56b76762d203995157b3f7757b46f725a5365956648468914. Documento digital disponível em <https://aquilaco.es.gov.br/foxybee-pub/#/validar/NP4A-UXM5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



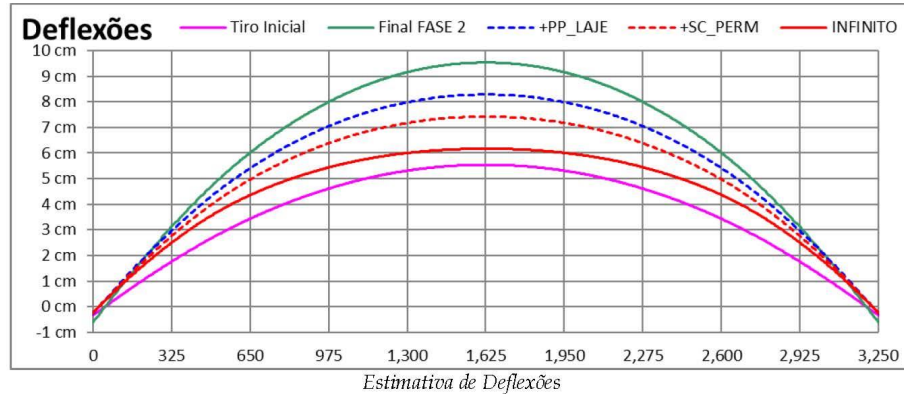
FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 17



SINFRA-PRO-2026/01146





VERIFICAÇÕES EM E.L.U. (Estado Limite Último)

MOMENTO FLETOR

A partir da envoltória das combinações em ELU, fez-se a decalagem dos gráficos de Momentos Fletores Solicitantes, de Máximo Positivo e Máximo Negativo, conforme o item 17.4.2.2 da NBR-6118.

Para a determinação dos Momentos Fletores Resistentes positivo e negativo, foi considerado todos os cabos de protensão em suas respectivas posições, e aumentando sua reação em 10% quando se encontram em posição desfavorável em relação à linha neutra de equilíbrio da seção. A armadura passiva presente na Viga e na Laje foi considerada apenas a que se encontra na região tracionada da seção.

A determinação do Momento Fletor Resistente foi obtida por equilíbrio de forças da seção plana, considerando o diagrama tensão x deformação do item 8.2.10.1 da NBR-6118.

- ϵ_{sup} e ϵ_{inf} : deformação específica imposta nas fibras superior e inferior da seção.
- Y_{sup} e Y_{inf} : ordenada de aplicação das deformações impostas.
- $R_{c,Long}$: resultante de compressão da parcela comprimida da Longarina.
- $Y_{Rc,Long}$: ordenada da resultante de compressão da Longarina.
- $R_{c,Laje}$: resultante de compressão da parcela comprimida da Laje.
- $Y_{Rc,Laje}$: ordenada da resultante de compressão da Laje.
- $A_{s,tração}$: área de aço tracionada, efetivamente ancorada, de armadura passiva.
- $A_{s,compr}$: área de aço comprimida, efetivamente ancorada, de armadura passiva.
- $Y_{As,tração}$: ordenada do CG da armadura passiva tracionada efetivamente ancorada.
- $Y_{As,compr}$: ordenada do CG da armadura passiva comprimida efetivamente ancorada.
- $R_{As,tração}$: resultante de tração da armadura passiva.
- $R_{As,compr}$: resultante de compressão da armadura passiva.
- A_p : área de aço efetivamente ancorada, de armadura ativa.
- Y_{Ap} : ordenada do CG da armadura ativa efetivamente ancorada.
- R_{Ap} : resultante de tração da armadura ativa.
- N_{sd} : carga axial de carregamentos externos ou hiperestáticos.
- Z : braço de alavanca, das resultantes de compressão e tração.
- M_{sd} : momento fletor solicitante de cálculo, decalado.
- M_{Rd} : momento fletor resistente de cálculo.

HA SH: 60b-02f6a-91c0e56b7676d203995157b3f7757b46f725a5365936648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilicoes.seplag.mt.gov.br/floxybee-pub/#validar/NP4A-UXM5-DMRB-CAWV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



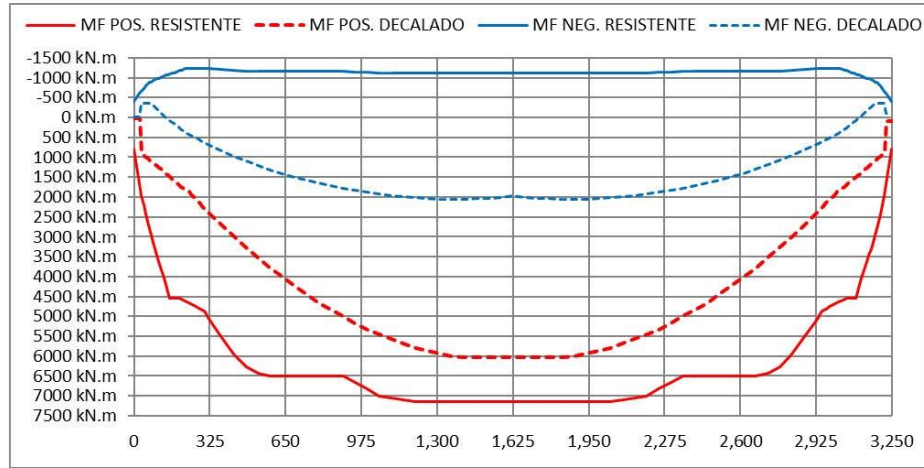
FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 18



SINFRACAP202607307A





HA SH: 60b02f6a91c0e56b787624203995157b3f7757b46725a53565956648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#/validar/NP4A-LXM5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 19



SINFRACAP202607307A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.

Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>





	0 cm	325 cm	650 cm	975 cm	1.300 cm	1.625 cm	1.950 cm	2.275 cm	2.600 cm	2.925 cm	3.250 cm
E _{sup}	-0.76 mm/m	-2.94 mm/m	-3.50 mm/m	-3.50 mm/m	-3.50 mm/m	-3.50 mm/m	-3.50 mm/m	-3.50 mm/m	-3.50 mm/m	-2.94 mm/m	-0.77 mm/m
V _{sup}	160.00 cm	160.00 cm	160.00 cm	160.00 cm	160.00 cm	160.00 cm	160.00 cm	160.00 cm	160.00 cm	160.00 cm	160.00 cm
E _{inf}	10.00 mm/m	10.00 mm/m	8.33 mm/m	7.56 mm/m	6.24 mm/m	5.00 mm	6.24 mm/m	7.56 mm/m	8.33 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m
V _{inf}	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm
R _{CLong}	-	1,495.43 kN	2,557.64 kN	2,747.15 kN	3,092.77 kN	3,092.77 kN	3,092.77 kN	2,747.15 kN	2,557.64 kN	1,495.44 kN	-
V _{CLong+}	-	135.23 cm	133.06 cm	132.38 cm	130.84 cm	130.84 cm	130.84 cm	132.38 cm	133.06 cm	135.23 cm	-
R _{CLaje+}	547.10 kN	2,626.03 kN	2,663.84 kN	2,663.84 kN	2,663.84 kN	2,663.84 kN	2,663.84 kN	2,663.84 kN	2,663.84 kN	2,626.03 kN	547.63 kN
V _{CLaje+}	156.19 cm	150.95 cm	150.83 cm	150.83 cm	150.83 cm	150.83 cm	150.83 cm	150.83 cm	150.83 cm	150.95 cm	156.19 cm
A _{As+ringlo}	12.57 cm ²	11.00 cm ²	11.00 cm ²	11.00 cm ²	14.53 cm ²	14.53 cm ²	14.53 cm ²	11.00 cm ²	11.00 cm ²	11.00 cm ²	12.58 cm ²
V _{As+ringlo}	9.50 cm	6.36 cm	6.36 cm	6.36 cm	6.27 cm	6.27 cm	6.27 cm	6.36 cm	6.36 cm	6.36 cm	9.52 cm
R _{As+ringlo}	546.36 kN	478.07 kN	478.07 kN	478.07 kN	631.73 kN	631.73 kN	631.73 kN	478.07 kN	478.07 kN	478.07 kN	546.66 kN
A _{As+comp.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V _{As+comp.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R _{As+comp.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A _p	0.00 cm ²	25.59 cm ²	33.60 cm ²	34.97 cm ²	36.40 cm ²	36.40 cm ²	36.40 cm ²	34.97 cm ²	33.60 cm ²	25.59 cm ²	0.00 cm ²
V _p	21.36 cm	24.12 cm	20.42 cm	19.82 cm	19.23 cm	19.23 cm	19.23 cm	19.82 cm	20.42 cm	24.12 cm	21.36 cm
R _{ps}	0.02 kN	3,643.06 kN	4,744.36 kN	4,932.72 kN	5,124.62 kN	5,124.62 kN	5,124.62 kN	4,932.72 kN	4,744.36 kN	3,643.06 kN	0.04 kN
N _{sd}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z	146.90 cm	123.80 cm	124.46 cm	124.45 cm	124.07 cm	124.07 cm	124.07 cm	124.45 cm	124.46 cm	123.80 cm	146.94 cm
M _{sd}	13.36 kN.m	2415.91 kN.m	4063.51 kN.m	5252.70 kN.m	5923.30 kN.m	6039.61 kN.m	5923.34 kN.m	5252.77 kN.m	4063.56 kN.m	2415.89 kN.m	88.33 kN.m
N _{req}	802.63 kN.m	5102.06 kN.m	6499.70 kN.m	6733.47 kN.m	7141.82 kN.m	7141.82 kN.m	7141.82 kN.m	6733.48 kN.m	6499.70 kN.m	5102.08 kN.m	803.31 kN.m
MOMENTO FLETOR NEGATIVO											
E _{sup}	0 cm	325 cm	650 cm	975 cm	1.300 cm	1.625 cm	1.950 cm	2.275 cm	2.600 cm	2.925 cm	3.250 cm
V _{sup}	10.00 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m	10.00 mm/m
E _{inf}	-0.46 mm/m	-2.24 mm/m	-2.85 mm/m	-2.95 mm/m	-3.05 mm/m	-3.05 mm/m	-3.05 mm/m	-2.95 mm/m	-2.85 mm/m	-2.24 mm/m	-0.46 mm/m
V _{inf}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R _{CLong}	320.33 kN	3,691.40 kN	4,264.47 kN	4,334.30 kN	4,401.73 kN	4,401.73 kN	4,401.73 kN	4,334.30 kN	4,264.47 kN	3,691.41 kN	320.61 kN
V _{CLong}	2.34 cm	9.03 cm	10.41 cm	10.63 cm	10.86 cm	10.86 cm	10.86 cm	10.63 cm	10.41 cm	9.03 cm	2.34 cm
A _{As+ringlo}	18.85 cm ²	11.19 cm ²	11.19 cm ²	11.19 cm ²	11.19 cm ²	11.19 cm ²	11.19 cm ²	11.19 cm ²	11.19 cm ²	11.19 cm ²	18.86 cm ²
V _{As+ringlo}	131.08 cm	144.98 cm	144.98 cm	144.98 cm	144.98 cm	144.98 cm	144.98 cm	144.98 cm	144.98 cm	144.98 cm	131.10 cm
R _{As+ringlo}	320.20 kN	486.61 kN	486.61 kN	486.61 kN	486.61 kN	486.61 kN	486.61 kN	486.61 kN	486.61 kN	486.61 kN	320.37 kN
A _{As+comp.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V _{As+comp.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R _{As+comp.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N _{sd}	0.02 kN	3,203.94 kN	3,777.74 kN	3,847.36 kN	3,915.54 kN	3,915.54 kN	3,915.54 kN	3,847.36 kN	3,777.74 kN	3,203.94 kN	0.04 kN
Z	128.68 cm	33.22 cm	27.03 cm	26.19 cm	25.22 cm	25.22 cm	25.22 cm	26.19 cm	27.03 cm	33.22 cm	128.66 cm
M _{sd}	-17.91 kN.m	693.71 kN.m	1433.44 kN.m	1855.00 kN.m	2049.75 kN.m	1972.74 kN.m	2049.29 kN.m	1854.08 kN.m	1427.94 kN.m	672.82 kN.m	-108.59 kN.m
N _{req}	-412.21 kN.m	-1226.19 kN.m	-1152.51 kN.m	-1135.02 kN.m	-1110.27 kN.m	-1110.27 kN.m	-1110.27 kN.m	-1135.02 kN.m	-1152.51 kN.m	-1226.19 kN.m	-412.49 kN.m

FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 20



HASH: 60b02f6a91c0e56b76762d3095517b3ff7575b46f725a565956648468914. Documento digital disponível em <https://aquissicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/NP4A-UXM5-DMRB-CAWV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



SINFRA-PRO-2026/01146



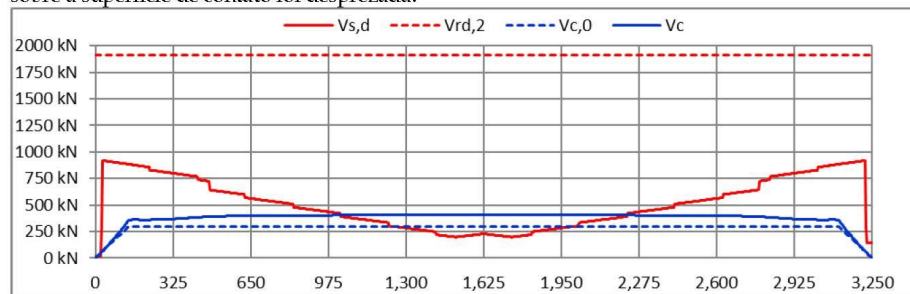


FORÇA CORTANTE

A força cortante foi obtida pela mesma combinação de esforços dos momentos fletores, em ELU. A componente V_{c0} foi desprezada nos trechos inicial e final das Longarinas, e no restante foi acrescida do fator devido à protensão.

A armadura necessária à cortante ($A_{sw,nec}$) foi obtida pelo Modelo de cálculo 1, item 17.4.2.2 da NBR-6118.

A armadura de costura necessária entre a viga e a laje foi obtida pelo fluxo de cisalhamento na superfície de contato, levando em conta a proporção entre a força axial total da laje, e a força axial total de mesmo sentido da seção mista viga+laje. A pressão vertical devido ao peso próprio da laje sobre a superfície de contato foi desprezada.



	0 cm	325 cm	650 cm	975 cm	1,300 cm	1,625 cm
$V_{rd,2}$	1908.36 kN	1908.36 kN	1908.36 kN	1908.36 kN	1908.36 kN	1908.36 kN
V_{c0}	0.00 kN	299.32 kN	299.32 kN	299.32 kN	299.32 kN	299.32 kN
V_c	0.00 kN	366.74 kN	395.58 kN	401.48 kN	407.91 kN	408.31 kN
V_{sd}	15.78 kN	798.37 kN	560.48 kN	434.89 kN	282.25 kN	227.54 kN
	1,950 cm	2,275 cm	2,600 cm	2,925 cm	3,250 cm	
$V_{rd,2}$	1908.36 kN	1908.36 kN	1908.36 kN	1908.36 kN	1908.36 kN	
V_{c0}	299.32 kN	299.32 kN	299.32 kN	299.32 kN	0.00 kN	
V_c	407.91 kN	401.48 kN	395.58 kN	366.74 kN	0.00 kN	
V_{sd}	282.31 kN	434.94 kN	560.53 kN	798.44 kN	143.32 kN	



HA SH: 60b02f8a91c0e56b76762d03995157b3ff7575b46f725a5365936648468914. Documento digital disponível em <https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/NP4A-LX1M5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 21



SINFRACAP202607307A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.

Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>





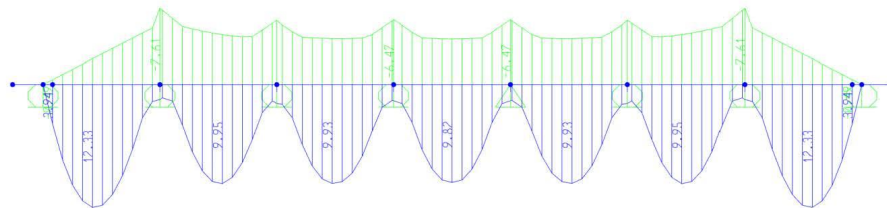
	0 cm	325 cm	650 cm	975 cm	1,300 cm	1,625 cm
b_w	14.0 cm	14.0 cm	14.0 cm	14.0 cm	14.0 cm	14.0 cm
d	155.0 cm	155.0 cm	155.0 cm	155.0 cm	155.0 cm	155.0 cm
$A_{sw,nec}$	2.64 cm ² /m	7.67 cm ² /m	3.12 cm ² /m	2.91 cm ² /m	2.83 cm ² /m	2.74 cm ² /m
$A_{sw,adot}$	15.71 cm ² /m	13.09 cm ² /m	10.47 cm ² /m	7.85 cm ² /m	7.85 cm ² /m	7.85 cm ² /m
$A_{s,cost,nec}$	-2.38 cm ² /m	5.80 cm ² /m	2.82 cm ² /m	1.67 cm ² /m	0.22 cm ² /m	-0.33 cm ² /m
	1,950 cm	2,275 cm	2,600 cm	2,925 cm	3,250 cm	
b_w	14.0 cm	14.0 cm	14.0 cm	14.0 cm	14.0 cm	
d	155.0 cm	155.0 cm	155.0 cm	155.0 cm	155.0 cm	
$A_{sw,nec}$	2.83 cm ² /m	2.91 cm ² /m	3.12 cm ² /m	7.68 cm ² /m	2.64 cm ² /m	
$A_{sw,adot}$	7.85 cm ² /m	7.85 cm ² /m	10.47 cm ² /m	13.09 cm ² /m	15.71 cm ² /m	
$A_{s,cost,nec}$	0.22 cm ² /m	1.67 cm ² /m	2.82 cm ² /m	5.80 cm ² /m	-0.56 cm ² /m	

LAJE

Os esforços para o dimensionamento da laje foram obtidos de forma simplificada, considerando as longarinas como apoios simples, e a laje como tendo seção constante de 20cm.

A única verificação relevante pra armadura transversal da laje é a de fadiga da armadura. Nessa verificação, apenas o momento fletor do Trem-Tipo é considerada, e a máxima tração na armadura deve ser limitada a 190MPa.

A carga de cada roda, de 75kN, foi considerada como uma força distribuída móvel, numa largura projetada ao centro da laje, a partir do topo do pavimento, a 45°, o que dá uma largura de 70cm, a partir da largura de contato de 50cm. Na longitudinal, a o contato da roda de apenas 20cm, se projeta para 40cm. Mas dado a continuidade longitudinal da laje, essa largura foi considerada como 100cm.



A esses esforços acima, aplica-se o C.I.V. de 1,35, C.I.A. de 1,25 e $\Psi_1=0,8$. Foi considerada a espessura da laje, em cada ponto, conforme o projeto. A armadura positiva necessária foi de Ø12,5 C/18, e a armadura negativa necessária foi de Ø8 C/18.

Na direção longitudinal, a laje é mesa colaborante da superestrutura, e sua verificação em ELU já consta junto às longarinas.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 22



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.

Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>



SINFRACAP202607307A



REAÇÕES DE APOIO PARA OS VIADUTOS RODOVIÁRIOS

Foi previsto um apoio por extremidade de longarina.

Para efeito de dimensionamento, serão calculadas as reações máximas, e com estes valores serão dimensionados os aparelhos de apoio, considerados iguais para todo viaduto.

REAÇÕES DE APOIO DEVIDO ÀS CARGAS PERMANENTES

Permanentes verticais	(kN/apoio)
PP longarina	206,38
PPtransversina	14,04
PPlaje	108,14
Pppavimentação	61,79
Ppguarda-rodas	23,27
Ppguarda-corpo	0,00
PPalás	12,20
PPlaje_ aprox.	31,64
Total:	457,46kN/apoio

Ocasionais	(kN/apoio)
Frenagem (longitudinal)	8,44
Creep (longitudinal)	11,71
Vento (transversal)	12,74
Total longitudinal:	20,15kN/apoio
Total Transversal:	12,74kN/apoio

REAÇÕES DE APOIO DEVIDO À CARGA MÓVEL

As reações verticais foram determinadas através da análise do modelo de elementos finitos; as cargas móveis consideradas são as previstas pela NBR 7188 - 2013.

Considerando que todos os aparelhos de apoio serão iguais, posicionou-se o veículo a fim de determinar a maior reação possível e a partir desse valor dimensioná-lo.

Reações verticais máximas (em kN)

viga n.º	Reação total	Reação máxima
1	216,50	216,50
2	193,61	193,61
3	170,72	170,72
4	147,82	147,82
5	124,93	124,93
6	102,03	102,03
7	79,14	91,08
8	56,25	84,21



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 23

HA SH: 60b02f6a91c0e56b78762d203995157b3f7757b46f725a536595648468914. Documento digital disponível em https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#validar/NP4A-LX1M5-DMRB-C4WV. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607307A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.

Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>



VARIAÇÃO DIMENSIONAL DO TABULEIRO

Para fins de determinação da variação dimensional do tabuleiro, fez-se referência a um gradiente térmico uniforme de 20°C. Tratando-se de uma estrutura isostática, com apoios simples, a variação máxima do comprimento pode ser calculada como:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T = 10 \times 10^{-6} \times 30 \times 20 = 0,6 \text{ cm}$$

DIMENSIONAMENTO DO APARELHO DE APOIO

Carga permanente	457,46 kN	largura do aparelho (l) esp. long. obra	400 mm	espessura de chapa externa	3 mm
Carga acidental	216,50 kN	comprimento do aparelho	250 mm	espessura de chapa interna	3 mm
Fator majoração cargas vivas	1,50	espessura camada de o elastômero, li	10 mm	cobrimto vertical	3 mm
Rotação long. permanente	6,52E-04 rad	altura total elastômero = n . li	50 mm	cobrimto horizontal	4 mm
Rotação long. acidental	1,29E-03 rad	Q	0,98 MPa	nr de aparelhos para uso	4 Unidades
Horizontal long. permanente	0,00 mm	fyk	210 MPa	nr de aparelhos p/ ensaio	1 Unidades
Horizontal long. acidental	20,15 mm	afrito: concreto (6) ou demais (7)	6 fator		
Deslocamento long. permanente	6,40 mm				
Deslocamento long. acidental	0,06 mm				
Deslocamento total permanente	6,4 mm			Fator de forma I	7,46
Deslocamento total acidental	6,3 mm			Fator de forma cobrimto	17,81
Tensão normal considerando área total do aparelho	6,74 MPa			H total	74,0 mm
Tensão normal com área reduzida	7,34 MPa			σadm em área reduzida	12,5 MPa
Tensão normal permanente com área reduzida	4,90 MPa			σadm em área reduzida	3 MPa
Tnin - deslocamento - cargas permanentes	5,7 mm			Volume Unitario	7,400 cm3
Tnin - deslocamento - cargas totais	-4,0 mm			Volume Total para Compra	37,000 cm3
Tnin - limitação deslocamento horizontal	6,2 mm				
Tntr para estabilidade	1,4774 mm			VERIFICAÇÃO PELO LIC-CODE	
Soma das defleções das camadas internas	2,5922 mm			Soma defleções cam. internas	1,4801 mm
Soma das defleções das camadas de cobrimto	0,0312 mm			Soma defleções cam. cobrim.	0,2340 mm
Defleção total	2,6333 mm			Defleção total	1,5221 mm
Rotação admissível pela análise da estabilidade	2,17E-02 rad			Rot adm. por estabilidade (Kst)	2,29E-02 rad
Rotação admissível sem considerar camadas de cobrimto	1,98E-02 rad			Idem, sem cam. cobrimto (Kst)	2,29E-02 rad
Rotação adicional permanente pelo limite de deformação 5	1,81E-02 rad			Rot. adm. permanente	1,54E-02 rad
Deformação de cisalhamento por esforços normais	0,00				
Deformação de cisalhamento por esforços horizontais	0,23				
Deformação de cisalhamento devidas as rotações	0,40				
Deformações totais por cisalhamento no elastômero	0,59				
Deformações totais por cisalhamento no cobrimto	-0,27				
Espessura mínima para a chapa interna de app	0,91 mm				

HA SH: 60b02f6a91c0e56b76762d203995157b3f775757b46725a5365959648468914. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/fluxoee/pub/#/validar/NP4A-UXM5-DWRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 24



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.

Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>



SINFRA-PRO-2026/01146



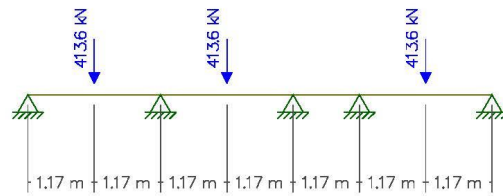


TRANSVERSINAS

Para o cálculo das transversinas foi considerada a hipótese de levantamento do tabuleiro em 5 pontos simultâneos posicionados conforme a figura abaixo:

O carregamentos permanentes atuantes estão indicados no modelo a seguir:

<i>Permanentes verticais</i>	(kN/apoio)
PP longarina	206,38
PP transversina	14,04
PP laje	108,14
Pppavimentação	61,79
Ppguarda-rodas	23,27
Total:	413,62kN/apoio



Resultando nos seguintes esforços:

Diagrama de Momento Fletor:

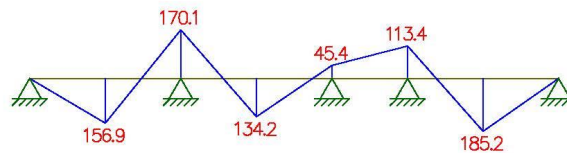
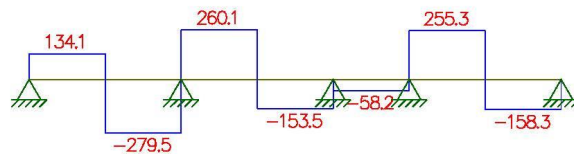


Diagrama de esforços cortantes:



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 25

HA SH: 60b02f6a91c0e56b76762d203995157b3f77575b46725a5365936648468914. Documento digital disponível em <https://aquilacoos.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#validar/NP4A-LX1M5-D1MRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607307A





Dimensionamento das transversinas

Os esforços solicitantes utilizados no dimensionamento foram:

$$M_d = -170.1 \times 1,4 = -238.14 \text{ kN.m (momento máximo negativo)}$$

$$M_d = 185.2 \times 1,4 = 259.28 \text{ kN.m (momento máximo positivo)}$$

$$V_d = 279,5 \times 1,4 = 391.3 \text{ kN (esforço cortante máximo)}$$

A transversina tem largura $b=40\text{cm}$ e altura $h=120+22\text{cm}=142\text{cm}$.

Verificação à flexão:

Título: I140 L=32.5 b=8.80

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	40	142	1	12.57	132
			2	12.57	5

Tipologia de Seção:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia de flexão:
 Retta Deviata

Calcola MRd **Dominio M-N**
 L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali:
 CA50 C25/30
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 434.8 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 2.174 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 260 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia de ruptura:
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 700.8 kN m
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 434.8 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 64.48 ‰
 d 132 cm
 x 6.796 x/d 0.05148
 δ 0.7

Adotou-se 4Ø20 para armadura negativa (12,57cm²) e 4Ø25 para armadura positiva (12,57cm²) O momento atuante (MSd=212.94kN.m) é menor que o resistente (Mrd = 700.8kN.m), portanto o elemento resiste.

HA SH: 60b0268a91c0e56b76762d203995157b3ff7757b46f725a5365956648468914. Documento digital disponível em https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/fluxbee-pub/#/validar/NP4A-LX1M5-DMRB-C4WV. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 26



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.
 Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em
<https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>



SINFRA-PRO-2026/01146



Verificação ao cortante:

Características geométricas:

bw = 40cm
d = 137cm
Asw = 1.01cm²
s = 20cm

Esforços solicitantes:

Vsd = 391.30kN ≤ 480.31kN
Tsd = 0.00kN.m ≤ 170.46kN

resistência ao ESFORÇO CORTANTE

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

VRd2= 2377.93kN

$$V_{Rd3} = V_c + V_{sw} \quad V_{c0} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{sw} = (A_{sw} / s) \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

VRd3= 480.31kN

Resistência à TORÇÃO

A resistência decorrente das diagonais comprimidas de concreto vale:

$$T_{Rd2} = 0,50 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \sin 2\theta$$

TRd2= 277.85kN.m

A resistência decorrente dos estribos normais ao eixo do elemento estrutural vale:

$$T_{Rd3} = (A_{g0} / s) \cdot f_{ywd} \cdot 2 \cdot A_e \cdot \cot g \theta$$

TRd3= 1937.03kN.m

A resistência decorrente das armaduras longitudinais atende à expressão:

$$T_{Rd4} = (A_{sl} / u) \cdot 2 \cdot A_e \cdot f_{ywd} \cdot \operatorname{tg} \theta$$

TRd4= 170.46kN.m

COMBINAÇÃO DE TORÇÃO E FORÇA CORTANTE

A resistência à compressão diagonal do concreto deve ser satisfeita atendendo à expressão:

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd2}} + \frac{T_{sd}}{T_{Rd2}} \leq 1$$

0.1646 ≤ 1.0000

HA SH: 60b02f6a91c0e56b7676d203995157b3f7757b46725a5365956648468914. Documento digital disponível em <https://aquilicoes.seplag.mt.gov.br/floxybee-pub/#validar/NP4A-LX165-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 27



SINFRACAP202607307A



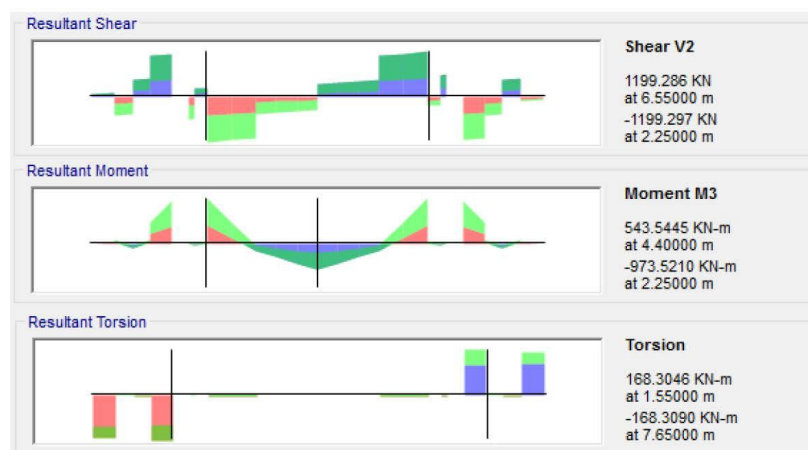


MESOESTRUTURA

Travessas dos encontros

Esforços de cálculo:

Os valores de cálculo usados para o dimensionamento das armaduras (resultado da combinação mais desfavorável) foram os seguintes:



	máx	mín
Md =	543.55kN.m	-973.52kN.m
Vd =	1199.30kN	
Td =	168.31kN.m	

HA SH: 60b02f6a91c0e56b7876d203995157b3f77575b46725a53565956648f4689f4. Documento digital disponível em <https://aquilacoee.seplag.mt.gov.br/foivbee-pub/#validar/NP4A-UXM5-DMRB-C4WV>. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 28



SINFRACAP202607307A





Dimensionamento

Dimensionamento à flexão das travessas dos encontros

Em cada travessa, são necessárias 18 barras de Ø 20mm (56,55cm²) como armadura positiva e 18 barras de Ø20mm (56,55cm²) como armadura negativa.

Título: Travessa Encontro (140 L=30m b=12.80 (18020/18020))

N° Vertici	x [cm]	y [cm]	N° As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	56.55	80	5
2	160	0	56.55	80	115
3	172.5	70			
4	172.5	89			
5	147.5	90			
6	147.5	120			

Solicitações: S.L.U. / Metodo n
 N_{Ed} 0 kN
 M_{Ed} 543.55 kNm
 M_{yEd} 0

Material: CA50 / C25/30
 E_{su} 67.5 %
 f_{yd} 378.3 N/mm²
 E_s 200.000 N/mm²
 E_s/E_c 15
 E_{syd} 1.892 %
 C_{s,adm} 260 N/mm²
 E_{c2} 2 %
 E_{cu} 3.5 %
 f_{cd} 14.17
 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 C_{c,adm} 9.75
 T_{co} 0.6
 T_{c1} 1.829

M_{xRd} 6.684 kNm
 α_c -14.17 N/mm²
 α_s 378.3 N/mm²
 ε_c 3.5 %
 ε_s 4.685 %
 d 282 cm
 x 120.6 x/d 0.4276
 δ 0.9745

Precompresso

Título: Travessa Encontro (140 L=30m b=12.80 (18020/18020))

N° Vertici	x [cm]	y [cm]	N° As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	56.55	80	5
2	160	0	56.55	80	115
3	172.5	70			
4	172.5	89			
5	147.5	90			
6	147.5	120			

Solicitações: S.L.U. / Metodo n
 N_{Ed} 0 kN
 M_{Ed} -973.52 kNm
 M_{yEd} 0

Material: CA50 / C25/30
 E_{su} 67.5 %
 f_{yd} 378.3 N/mm²
 E_s 200.000 N/mm²
 E_s/E_c 15
 E_{syd} 1.892 %
 C_{s,adm} 260 N/mm²
 E_{c2} 2 %
 E_{cu} 3.5 %
 f_{cd} 14.17
 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 C_{c,adm} 9.75
 T_{co} 0.6
 T_{c1} 1.829

M_{xRd} -2.379 kNm
 α_c -14.17 N/mm²
 α_s 378.3 N/mm²
 ε_c 3.271 %
 ε_s 53.44 %
 d 143.5 cm
 x 6.632 x/d 0.04621
 δ 0.7

Precompresso

O momento negativo resistente (M_{rd}=-2379kN.m) é maior que o solicitante (M_{sd}=-973,52kN.m). O momento positivo resistente (M_{rd}=6684.0kN.m) é maior que o solicitante (M_{sd}=543,55kN.m). Portanto a seção está verificada.

HA SH: 60b-026a-91c0e5687676e203995157b3ff7757b46f725a53595694846894; Documento digital disponível em https://aquisscoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/NP4A-UXM5-DMRB-CAWV. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 29



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:45:56.
 Documento Nº: 33859771-7592 - consulta à autenticidade em
<https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859771-7592>



SINFRA-PRO-2026/01146





Dimensionamento ao cortante das travessas

Características geométricas:

bw = 160cm
 d = 115cm
 Asw = 4.71cm²
 s = 10cm

Esforços solicitantes:

Vsd = 1199.30kN ≤ 2920.00kN
 Tsd = 168.31kN.m ≤ 320.57kN

resistência ao ESFORÇO CORTANTE

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

VRd2= 9368.23kN

$$V_{Rd3} = V_c + V_{sw}$$

$$V_{c0} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{sw} = (A_{sw} / s) \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot (\text{sen} \alpha + \text{cos} \alpha)$$

VRd3= 2920.00kN

Resistência à TORÇÃO

A resistência decorrente das diagonais comprimidas de concreto vale:

$$T_{Rd2} = 0,50 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \text{sen} 2\theta$$

TRd2= 748.13kN.m

A resistência decorrente dos estribos normais ao eixo do elemento estrutural vale:

$$T_{Rd3} = (A_{g0} / s) \cdot f_{ywd} \cdot 2 \cdot A_e \cdot \cot g \theta$$

TRd3= 12644.41kN.m

A resistência decorrente das armaduras longitudinais atende à expressão:

$$T_{Rd4} = (A_{se} / u) \cdot 2 \cdot A_e \cdot f_{ywd} \cdot t g \theta$$

TRd4= 320.57kN.m

COMBINAÇÃO DE TORÇÃO E FORÇA CORTANTE

A resistência à compressão diagonal do concreto deve ser satisfeita atendendo à expressão:

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd2}} + \frac{T_{sd}}{T_{Rd2}} \leq 1$$

0.3530 ≤ 1.0000

HA SH: 60b-02f6a-91c0e56b76762d03995157b3f77575b46f725a5365936648468914. Documento digital disponível em https://aquilaco.es.seplag.mt.gov.br/foxybee-pub/#validar/NP4A-LXK5-DMRB-C4WV. Juntado em 26/01/2026 14:18:14 por AMANDA ARAUJO.



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Rua A, nº 3, Setor Noroeste – Bairro Morada do Ouro. – Cuiabá/MT - +55 65 3028 28 11 – fck@fckconsultoria.com.br 30



SINFRACAP202607307A

