



## Infraestrutura

### Carregamentos

#### Cargas permanentes

**a) Peso próprio da longarina**

$$PP_{\text{viga}} = (0.3363 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 8.41 \text{kN/m}$$

**b) Peso da transversina:**

$$PP_{\text{transversina}} = (0.7056 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 17.64 \text{kN/extremidade de viga}$$

**c) Peso da laje:**

$$PP_{\text{laje}} = 0.27 \text{m} \times 25 \text{kN/m}^3 = 6.75 \text{kN/m}^2$$

**d) Peso da pavimentação:**

$$PP_{\text{laje}} = 0.06 \text{m} \times 24 \text{kN/m}^3 + 2 \text{kN/m}^3 = 3.44 \text{kN/m}^2$$

**e) Peso do guarda rodas**

$$PP_{\text{gr}} = (0.2318 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 5.8 \text{kN/m}$$

**f) Peso do guarda corpo**

$$PP_{\text{gcorpo}} = 0 \text{kN/m}$$

**g) Peso próprio da travessa central (viga de apoio):**

$$PP_{\text{trav.central}} = (2.1925 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 54.81 \text{kN/m}$$

**h) Peso próprio da travessa do encontro**

$$PP_{\text{trav.encontro}} = (2.455207 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 61.38 \text{kN/m}$$

**i) Peso próprio das alas**

$$PP_{\text{alas}} = 2.1 \text{m}^3 \times 25 \text{kN/m}^3 = 52.54 \text{kN/ala}$$

$$\text{Mala} = 129.25 \text{kN.m}$$

**j) Peso laje de aproximação + camada de 50cm de solo**

$$PP_{\text{lajeaprox}} = (4 \text{m} \times 0.25 \text{m} \times 25 \text{kN/m}^3 + 4 \text{m} \times 0.5 \text{m} \times 18 \text{kN/m}^3) / 2 = 30.5 \text{kN/m}$$

**k) Peso próprio do pilar**

$$PP_{\text{pilar}} = 3.1415 \times (1.4)^4 / 4 \times 25 \text{kN/m}^3 = 75.43 \text{kN/m}$$

HASH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e6e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em: <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee/pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Junado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 31



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRACAP202607309A



**Cargas variáveis**

**a) Frenagem**

Veículo: T45  
 Carga multidão:  $p=5\text{kN/m}^2$   
 Carga móvel do caminhão:  $P=450\text{kN}$   
 Largura da pista: 8m  
 Comprimento da pista: 30.025m

$F1 = 0.3 \times 450 = 135\text{kN}$   
 $F2 = 0.05 \times 19.19 \times 8 \times 30.025 = 230.44\text{kN}$  (adotado)

**b) Força longitudinal devida às deformações lentas e variação térmica (Creep)**

Considerou-se, de forma simplificada, que as cargas horizontais causadas por esses fenômenos sejam equivalentes a 3% do peso total da superestrutura:

$F_{\text{long}} = 3\% \times 1267.4 = 38.02 \text{ kN/pilar}$

**c) Vento**

$S1 = 1$   
 categoria = 1  
 classe = B  
 $S3 = 1.1$   
 Coef. de força (Cf) = 1.4  
 Velocidade básica = 35.0m/s  
 $z = 6\text{m}$   
 $S2 = 1.05$   
 Área de influência = 80.10m<sup>2</sup>  
 $V_k = 40.43\text{m/s}$   
 $q_v = 1.40\text{kN/m}^2$   
 $F_{\text{vento}} = 112.34\text{kN/pórtico}$

**d) Correnteza**

Seção do pilar = circular  
 ângulo de incidência = 90°  
 $V_{\text{máx da água}} (V_a) = 2.00\text{m/s}$   
 $k = 0.34$   
 largura do pilar = 1.40m  
 $p = k \times V_a^2 = 1.36\text{kN/m}^2$   
 $F_{\text{corrent}} = 1.90\text{kN/m}$



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 32

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em: <https://aquissicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXVY-ZUK5-957-5JTM>. Junado em 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607309A



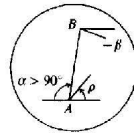
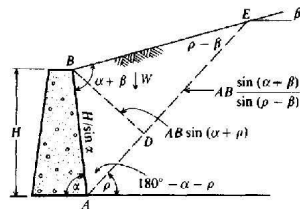


**EMPUXO DE TERRA**

Os esforços decorrentes do empuxo do aterro sobre o muro foram calculados utilizando o Método de Coulomb:

Considerando  $K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left[ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right]^2}$

O Empuxo ativo  $P_a = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot k_a$ .



$Area = \frac{1}{2} BD \cdot AE$   
 $AE = AB \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\rho - \beta)}$   
 $BD = AB \sin(\alpha + \rho)$   
 $AB = \frac{H}{\sin \alpha}$

| Empuxo                         |                                       |       |        |       |       |       |      |       |      |       |                      |                      |                       |
|--------------------------------|---------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Sobrecarga no topo do muro:    |                                       |       |        |       |       |       |      |       |      |       |                      |                      |                       |
| q =                            | 5kN/m <sup>2</sup>                    |       |        |       |       |       |      |       |      |       |                      |                      |                       |
| N.A. =                         | 10.00m (profundidade do nível d'água) |       |        |       |       |       |      |       |      |       |                      |                      |                       |
| Tamanho do segmento BE = 4.07m |                                       |       |        |       |       |       |      |       |      |       |                      |                      |                       |
| Soil                           | Depth.(m)                             | γ     | γusado | φ     | c,kPa | α     | β    | ρ     | δ    | Ka    | Δp <sub>s</sub> ,kPa | Wall pressure,qh,kPa | Water pressure,qw,kPa |
| 1                              | 0                                     | 18.00 | 18.00  | 30.00 | 10.00 | 90.00 | 0.00 | 60.00 | 0.00 | 0.333 | 5.00                 | -9.88                | 0.00                  |
|                                | 3.05+dz                               |       |        |       |       |       |      |       |      |       | 59.90                | 8.42                 | 0.00                  |
| 2                              | 3.05+dz                               | 18.00 | 18.00  | 30.00 | 10.00 | 90.00 | 0.00 | 60.00 | 0.00 | 0.333 | 59.90                | 8.42                 | 0.00                  |
|                                | 7.05                                  |       |        |       |       |       |      |       |      |       | 131.90               | 32.42                | 0.00                  |



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 33

HA.SH. 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7eb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em https://siquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee/pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607309A





**Cargas móveis**

As cargas móveis (Classe 45) foram posicionadas ao longo da viga a fim de causar os máximos esforços. O valor da resultante máxima atuante em cada pilar considerando a distribuição de cargas mais desfavorável para cada caso, é igual a:

|           |                        |
|-----------|------------------------|
| Pórtico   | Carga móvel máx./pilar |
| Encontros | 524.75                 |

**Dimensionamento Geotécnico**

**Capacidade de Estacas Raiz - Método David Cabral (trecho em solo)**

| Sondagem: <b>SM-01</b>  |                | Carga: <b>100</b> tf  |                                | Valores de $\beta_1$ e $\beta_2$  |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
|---|----------------|---|--------------------------------|---|---------------|-----------|--|--|-----------|--------------|---------|---------|---------------|---|-----|----------------|---|-----|-------|---|-----|---------------|---|---|----------------|-----|---|--------|---|---|----------------|---|-----|----------------|---|---|
| <b>SOLO</b><br>Ø estaca = 41,0 cm<br>Perímetro = 128,8 cm<br>Área da ponta = 1320,3 cm <sup>2</sup> |                | <b>Coefficiente para Rocha</b><br>Atrito Lat. = 3,0 kgf/cm <sup>2</sup><br>Ponta = 30,0 kgf/cm <sup>2</sup> |                                | <table border="1"> <tr> <th>Solo</th> <th><math>\beta_1</math> (%)</th> <th><math>\beta_2</math></th> </tr> <tr> <td>Areia</td> <td>7</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Areia siltosa</td> <td>8</td> <td>2,8</td> </tr> <tr> <td>Areia argilosa</td> <td>8</td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td>Silte</td> <td>5</td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>Silte arenoso</td> <td>6</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Silte argiloso</td> <td>3,5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Argila</td> <td>5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Argila arenosa</td> <td>5</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Argila siltosa</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> </table> |               |           | Solo                                     | $\beta_1$ (%)                            | $\beta_2$ | Areia        | 7       | 3       | Areia siltosa | 8 | 2,8 | Areia argilosa | 8 | 2,3 | Silte | 5 | 1,8 | Silte arenoso | 6 | 2 | Silte argiloso | 3,5 | 1 | Argila | 5 | 1 | Argila arenosa | 5 | 1,5 | Argila siltosa | 4 | 1 |
| Solo  | $\beta_1$ (%)  | $\beta_2$   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Areia   | 7              | 3   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Areia siltosa   | 8              | 2,8   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Areia argilosa  | 8              | 2,3   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Silte   | 5              | 1,8   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Silte arenoso   | 6              | 2   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Silte argiloso  | 3,5            | 1   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Argila  | 5              | 1   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Argila arenosa  | 5              | 1,5   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Argila siltosa  | 4              | 1   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| <b>ROCHA</b><br>Ø estaca = 30,5 cm<br>Perímetro = 95,8 cm<br>Área da ponta = 730,6 cm <sup>2</sup>  |                | <b>Coefficientes de Segurança</b><br>Lateral = 2,0<br>Ponta = 2,0   |                                |   |               |           |  |  |           |              |         |         |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| Prof. (m)   | Material       | N SPT   | Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> ) | $\beta_0$   | $\beta_1$ (%) | $\beta_2$ | $\beta_0\beta_1N$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | $\beta_0\beta_2N$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | PI (tf)   | PI acum (tf) | Pp (tf) | Pr (tf) |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 1   | Argila Arenosa | 0   | 0                              | 0,59  | 5,0           | 1,5       | 0,00                                     | 0,00                                     | 0,0       | 0,0          | 0,0     | 0,0     |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 2   | Areia          | 25  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 1,42                                     | 50,00                                    | 18,3      | 18,3         | 66,0    | 42,1    |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 3   | Areia          | 20  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 1,13                                     | 48,60                                    | 14,6      | 32,9         | 64,2    | 48,5    |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 4   | Areia          | 13  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 0,74                                     | 31,59                                    | 9,5       | 42,4         | 41,7    | 42,0    |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 5   | Areia          | 22  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 1,25                                     | 50,00                                    | 16,1      | 58,4         | 66,0    | 62,2    |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 6   | Areia          | 36  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 2,00                                     | 50,00                                    | 25,8      | 84,2         | 66,0    | 75,1    |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 7   | Areia          | 34  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 1,93                                     | 50,00                                    | 24,8      | 109,0        | 66,0    | 87,5    |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 8   | Areia          | 34  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 1,93                                     | 50,00                                    | 24,8      | 133,8        | 66,0    | 99,9    |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 9   | Areia          | 36  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 2,00                                     | 50,00                                    | 25,8      | 159,6        | 66,0    | 112,8   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 10  | Areia          | 40  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 2,00                                     | 50,00                                    | 25,8      | 185,4        | 66,0    | 125,7   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 11  | Areia          | 40  | 2                              | 0,81  | 7,0           | 3,0       | 2,00                                     | 50,00                                    | 25,8      | 211,1        | 66,0    | 138,6   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 12  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 239,9        | 21,9    | 130,9   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 13  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 268,6        | 21,9    | 145,3   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 14  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 297,4        | 21,9    | 159,6   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 15  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 326,1        | 21,9    | 174,0   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 16  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 354,9        | 21,9    | 188,4   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 17  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 383,6        | 21,9    | 202,8   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 18  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 412,4        | 21,9    | 217,1   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 19  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 441,1        | 21,9    | 231,5   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 20  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 469,8        | 21,9    | 245,9   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 21  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 498,6        | 21,9    | 260,3   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 22  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 527,3        | 21,9    | 274,6   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 23  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 556,1        | 21,9    | 289,0   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 24  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 584,8        | 21,9    | 303,4   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |
| 25  | Rocha          | 40  | 2                              | -   | -             | -         | -  | -  | 28,7      | 613,6        | 21,9    | 317,7   |               |   |     |                |   |     |       |   |     |               |   |   |                |     |   |        |   |   |                |   |     |                |   |   |

HA SH: 0a55d4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7eb6189eb2a972962810f5. Documento digital disponível em: https://aquisscoes.seplag.mt.gov.br/flowbee/pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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 34



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.  
Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRACAP202607309A





Capacidade de Estacas Raiz - Método David Cabral (trecho em solo)

| <b>Sondagem: SM-02</b>  |                |       | Carga: <b>100</b> tf  |           |               | Valores de $\beta_1$ e $\beta_2$  |  |  |         |              |         |         |
|---|----------------|-------|---|-----------|---------------|---|--|--|---------|--------------|---------|---------|
| <b>SOLO</b><br>Ø estaca = 41,0 cm<br>Perímetro = 128,8 cm<br>Área da ponta = 1320,3 cm <sup>2</sup> |                |       | <b>Coefficiente para Rocha</b><br>Atrito Lat. = 3,0 kgf/cm <sup>2</sup><br>Ponta = 30,0 kgf/cm <sup>2</sup> |           |               | <b>Solo</b><br>Areia 7 3<br>Areia siltosa 8 2,8<br>Areia argilosa 8 2,3<br>Silte 5 1,8<br>Silte arenoso 6 2<br>Silte argiloso 3,5 1 |  |  |         |              |         |         |
| <b>ROCHA</b><br>Ø estaca = 30,5 cm<br>Perímetro = 95,8 cm<br>Área da ponta = 730,6 cm <sup>2</sup>  |                |       | <b>Coefficientes de Segurança</b><br>Lateral = 2,0<br>Ponta = 2,0   |           |               | Argila 5 1<br>Argila arenosa 5 1,5<br>Argila siltosa 4 1  |  |  |         |              |         |         |
| Prof. (m)   | Material       | N SPT | Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )  | $\beta_0$ | $\beta_1$ (%) | $\beta_2$   | $\beta_0\beta_1N$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | $\beta_0\beta_2N$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | PI (tf) | PI acum (tf) | Pp (tf) | Pr (tf) |
| 1   | Argila Arenosa | 0     | 0   | 0,59      | 5,0           | 1,5   | 0,00                                     | 0,00                                     | 0,0     | 0,0          | 0,0     | 0,0     |
| 2   | Argila Arenosa | 32    | 2   | 0,81      | 5,0           | 1,5   | 1,30                                     | 38,88                                    | 16,7    | 16,7         | 51,3    | 34,0    |
| 3   | Argila Arenosa | 20    | 2   | 0,81      | 5,0           | 1,5   | 0,81                                     | 24,30                                    | 10,4    | 27,1         | 32,1    | 29,6    |
| 4   | Argila Arenosa | 12    | 2   | 0,81      | 5,0           | 1,5   | 0,49                                     | 14,58                                    | 6,3     | 33,4         | 19,2    | 26,3    |
| 5   | Argila Arenosa | 20    | 2   | 0,81      | 5,0           | 1,5   | 0,81                                     | 24,30                                    | 10,4    | 43,8         | 32,1    | 38,0    |
| 6   | Areia          | 32    | 2   | 0,81      | 7,0           | 3,0   | 1,81                                     | 50,00                                    | 23,4    | 67,2         | 66,0    | 66,6    |
| 7   | Areia          | 36    | 2   | 0,81      | 7,0           | 3,0   | 2,00                                     | 50,00                                    | 25,8    | 93,0         | 66,0    | 79,5    |
| 8   | Areia          | 38    | 2   | 0,81      | 7,0           | 3,0   | 2,00                                     | 50,00                                    | 25,8    | 118,7        | 66,0    | 92,4    |
| 9   | Areia          | 40    | 2   | 0,81      | 7,0           | 3,0   | 2,00                                     | 50,00                                    | 25,8    | 144,5        | 66,0    | 105,2   |
| 10  | Areia          | 40    | 2   | 0,81      | 7,0           | 3,0   | 2,00                                     | 50,00                                    | 25,8    | 170,2        | 66,0    | 118,1   |
| 11  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 199,0        | 21,9    | 110,4   |
| 12  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 227,7        | 21,9    | 124,8   |
| 13  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 256,5        | 21,9    | 139,2   |
| 14  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 285,2        | 21,9    | 153,6   |
| 15  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 314,0        | 21,9    | 167,9   |
| 16  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 342,7        | 21,9    | 182,3   |
| 17  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 371,5        | 21,9    | 196,7   |
| 18  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 400,2        | 21,9    | 211,1   |
| 19  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 428,9        | 21,9    | 225,4   |
| 20  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 457,7        | 21,9    | 239,8   |
| 21  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 486,4        | 21,9    | 254,2   |
| 22  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 515,2        | 21,9    | 268,5   |
| 23  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 543,9        | 21,9    | 282,9   |
| 24  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 572,7        | 21,9    | 297,3   |
| 25  | Rocha          | 40    | 2   | -         | -             | -   | -  | -  | 28,7    | 601,4        | 21,9    | 311,7   |

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em: <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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 35



SINFRA-PRO-2026/01146



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

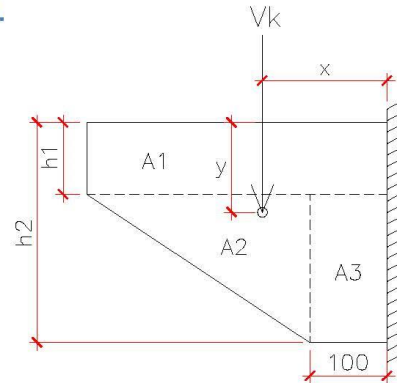
Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>





**Dimensionamento das ALAS dos encontros.**

Espessura da ala = 25cm  
 Comprimento da ala = 400cm  
 Área da ala = 83896.00cm<sup>2</sup>  
 Área da seção do Guarda-rodas = 2516.67cm<sup>2</sup>  
 Peso específico do concreto = 25kN.m<sup>3</sup>  
 Distância x até o CG = 162cm  
 Distância y até o CG = 117cm



Análise das cargas:

**Cargas Verticais**

a) Cargas permanentes

Peso próprio da ala =  $83896m^2 \times 25kN/m^3 = 209.74kN$   
 Peso dos guarda-rodas =  $2516.67cm^2 \times 25kN/m^3 = 6.29kN/m$   
**V<sub>k</sub> = (209.74kN + 6.29kN/m x 4m) = 234.9kN**

Verificação - Flexão Vertical (Consolo)

$V_d = 1.4 \times 234.9kN = 328.86kN$   
 $H_d = 65.77kN$  (20% V<sub>d</sub>)  
 $a = 162.0cm$   
 $b = 25cm$   
 $d = 284cm$   
 $f_{yd} = 435MPa$   
 $f_{ck} = 25MPa$   
 $f_{cd} = 17.86MPa$   
 $\beta = 1$   
 $a/d = 0.57$   
 consolo curto  
 $x = 0.17m$   
 $\tau_{wu} = 3.02MPa$   
 $\tau_{wd} = 0.46MPa$   
 $\tau_{wu} > \tau_{wd}$  OK!!!

Armadura de suspensão

$\phi = 12.5mm$   
 $A_{s,sus} = 7.56cm^2$   
 (7 Ø12.5mm)

Armadura do tirante

$\phi = 20.0mm$   
 $A_{s,tir} = 6.61cm^2$   
 (3 Ø20mm)

Armadura de costura

$\phi = 6.3mm$   
 $A_{sh} = 2.64cm^2$   
 (9 Ø6.3mm)

Estribos verticais

$\phi = 6.3mm$   
 $A_{sv} = 1.32cm^2/m$   
 2 ramos (Ø6.3mm a cada 47cm)

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquissicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 36



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.  
 Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRACAP202607309A





### Cargas horizontais

#### a) Cargas permanentes

*Empuxo de terra:*

|  |  |
|--|--|
| Ângulo de atrito ( $\phi$ ) =          | 30°                                      |
| Peso específico do solo ( $\gamma$ ) = | 18 kN/m <sup>3</sup>                     |
| Coesão (c) =                           | 0 kPa                                    |
| $\alpha$ =                             | 90°                                      |
| $\beta$ =                              | 0°                                       |
| $\delta$ =                             | 0°                                       |
| ka =                                   | 0.33                                     |
| h1 =                                   | 94cm                                     |
| h2 =                                   | 287cm                                    |
| qh A1 =                                | 5.64kPa/m                                |
| Força empuxo A1 =                      | 10.60kN                                  |
| qh A2 =                                | 17.22kPa/m                               |
| Força empuxo A2 =                      | 33.09kN                                  |
| qh A3 =                                | 17.22kPa/m                               |
| Força empuxo A3 =                      | 22.06kN                                  |
| $M_{g_{empHor}}$ =                     | 10.6kN x 2m + 33.09kN x 2m + 22.06 x 0.5 |
| $M_{g_{empHor}}$ =                     | 98 kN.m                                  |
| $M_{g_{empHor}}$ =                     | 34.29kN.m/m                              |

#### b) Cargas variáveis

*Trem tipo:*

|                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| q =                       | 450kN / (3 x 6) = 25kN/m <sup>2</sup> |
| h até laje de transição = | 46cm                                  |
| qh A1 =                   | 8.33kPa/m                             |
| Força empuxo A1 =         | 7.67kN                                |
| $M_{q_{empHor}}$ =        | 15 kN.m                               |
| $M_{q_{empHor}}$ =        | 5.34kN.m/m                            |

Empuxo total:

$$M_{sd_{emp}} = 1.35 \times 34.29 + 1.5 \times 5.34 = \mathbf{54.3kN.m/m}$$

$$MRd = \mathbf{56.74kN.m}$$

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flow/bee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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 37



SINFRACAP202607309A





**Dimensionamento das LAJES DE APROXIMAÇÃO.**

**Dados:**

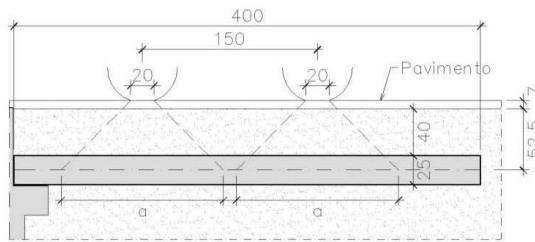
|   |        |
|---|--------|
| Espessura da Laje:                                      | 25cm   |
| Espessura do Pavimento:                                 | 7cm    |
| Espessura média do aterro acima da laje:                | 40cm   |
| Altura média entre o pavimento e o plano médio da laje: | 59.5cm |

**Carga permanente:**

|               |                              |                              |
|---------------|------------------------------|------------------------------|
| Laje:         | 25cm x 25kN/m <sup>3</sup> = | 6.25kN/m <sup>2</sup>        |
| Aterro:       | 40cm x 18kN/m <sup>3</sup> = | 7.20kN/m <sup>2</sup>        |
| Pavimento:    | 7cm x 24kN/m <sup>3</sup> =  | 1.68kN/m <sup>2</sup>        |
| <b>TOTAL:</b> |                              | <b>15.13kN/m<sup>2</sup></b> |

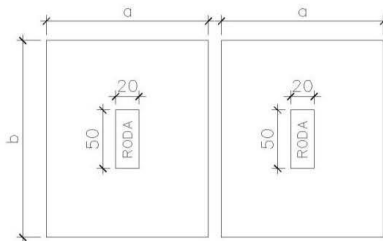
**Carga móvel:**

Trem-tipo: Classe 45



Área projeção da carga

- a= 139cm
- b= 169cm



Carga de roda P=75kN

$$p = P / (a \times b) = 31.93\text{kN/m}^2$$

$$V\tilde{a}o = 4\text{m}$$

$$C.I.V. = 1.39$$

$$p \times C.I.V. = 44.46\text{kN/m}^2$$

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957J-5JTM. Junado em 26/01/2026 14:18:18 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 38



SINFRACAP202607309A





**ESFORÇOS SOLICITANTES**

Momento positivo

Esquema estático:

O momento positivo é máximo quando o apoio se dá na extremidade da laje de aproximação:



**ESFORÇOS**

Momento devido à carga permanente:

$$Mg = 30.26 \text{ kN.m}$$

Momento devido à carga móvel:

$$Mq = 80.65 \text{ kN.m}$$

Momento de cálculo:

$$Msd = 1.35 \times 30.26 + 1.5 \times 80.65 = 161.83 \text{ kN.m}$$

$$MRd = 171.34 \text{ kN.m}$$

Momento negativo

Esquema estático:  $n=90\text{cm}$

O momento negativo máximo considerado se dá quando o elemento se apoia à 90cm da extremidade da laje



**ESFORÇOS**

Momento devido à carga permanente:

$$Mg = 6.13 \text{ kN.m}$$

Momento devido à carga móvel:

$$Mq = 18.01 \text{ kN.m}$$

Momento de cálculo:

$$Msd = 1.35 \times 6.13 + 1.5 \times 18.01 = 35.28 \text{ kN.m}$$

$$MRd = 36.76 \text{ kN.m}$$



**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 39

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em: https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee/pub/#validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM. Junado em 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607309A





HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flow/bee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Junado em 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.

### 3.2 – RIBEIRÃO ESTRELA



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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 40



SINFRACAP202607309A





## INTRODUÇÃO

### CRITERIOS DE CÁLCULO

Neste memorial de cálculo se desenvolve o dimensionamento da Ponte sobre o Ribeirão da Estrela – PT02768, localizado na Rodovia MT-260, coordenadas 16°02'23.40" S 53°23'21.06" O, com extensão total de 61,55m 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 30m, 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.



HASH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquilacoos.seplag.mt.gov.br/flow/bpe-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 41



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRACAP202607309A



## 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: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 42



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRACAP202607309A



## DESCRIÇÃO DO MODELO

Nesse capítulo é apresentada uma breve descrição das características do modelo (seções, matérias e cargas aplicadas), idealizado com a finalidade de representar da maneira mais fiel possível o comportamento da superestrutura.

A análise foi baseada no método dos elementos finitos, com o auxílio do programa CSIBridge v.17.1.1:



Os parâmetros flexionais e torcionais das vigas que compõem o tabuleiro foram calculados considerando as características estático-geométricas das seções de concreto simples (sem homogeneização) considerando a contribuição resistente da laje, quando apropriado.

Considerou-se um coeficiente de mola horizontal para o aparelho de neoprene:

$K_n = G \cdot A_n / d_n$ , onde:

$K_n$  = rigidez horizontal do aparelho de neoprene;

$G$  = módulo de elasticidade transversal do neoprene,  $G = 1.000 \text{ KN/m}^2$ ;

$A_n$  = área em planta do neoprene;

$d_n$  = altura do neoprene, não se considera as chapas de aço de fretagem.

A intenção do modelo de elementos finitos é determinar o comportamento da estrutura em serviço, ou seja, a partir do momento em que a laje é solidarizada à longarina, onde a seção reagente é a seção composta.

Em primeira fase, quando a laje ainda não contribui na resistência do conjunto, o peso próprio da viga e da laje são calculados e aplicados diretamente na viga, em esquema isostático como carga uniformemente distribuída.

As transversinas são representadas por elementos com geometria retangular com largura igual a 40cm e altura proporcional à altura da longarina.

O esquema de vínculo considerado prevê um apoio em neoprene fretado, portanto com rotação liberada.

Ao modelo supracitado foram aplicadas as cargas permanentes e cargas móveis definidas neste memorial.

As cargas foram combinadas entre si de acordo com as indicações da NBR 6118.

Da análise do modelo emerge que as vigas mais solicitadas são as mais externas.

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquissicoes.seplag.mt.gov.br/flow/bee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 43



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRACAP202607309A



### CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

- Classe de agressividade ambiental II, conforme NBR6118;
- 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 C40)

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

##### Fase inicial

- Resistência característica à compressão  $f_{ckj} = 30\text{MPa}$
- Módulo de elasticidade  $E = 26071,59\text{Mpa}$
- Resistência à tração admissível  $f_{tkj} = 2,03\text{MPa}$
- Compressão admissível  $\sigma_c = 0,7 f_{ckj} = 21,0\text{MPa}$
- E.L.U.
- Coeficiente de segurança  $\gamma_c = 1,2$
- Resistência à compressão de cálculo  $f_{cdj} = f_{ckj} / \gamma_c = 25\text{MPa}$
- Resistência à tração de cálculo  $f_{ctdj} = f_{ctkj} / \gamma_c = 1,69\text{MPa}$

##### Fase final

- Resistência característica à compressão  $f_{ck} = 40\text{MPa}$
- Módulo de elasticidade  $E = 35417,51\text{Mpa}$
- Resistência à tração admissível  $f_{tk} = 3,10\text{MPa}$
- E.L.U.
- Coeficiente de segurança  $\gamma_c = 1,4$
- Resistência à compressão de cálculo  $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 28,57\text{MPa}$
- Resistência à tração de cálculo  $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 2,21\text{MPa}$

#### Concreto moldado in loco (classe C30)

- Diâmetro máximo dos agregados: 25mm
- Relação água/cimento máxima: 0,45
- Resistência característica à compressão  $f_{ck} = 30\text{Mpa}$
- Resistência à tração admissível  $f_{tk} = 2,03\text{MPa}$
- Módulo de elasticidade  $26071,59\text{MPa}$

E.L.U.

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

#### Aço para cordoalha de 0,6"

- CP 190 RB
- $f_{ptk} = 1900\text{MPa}$
- $f_{pyk} = 1710\text{Mpa}$

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

$$\sigma_{pi} \leq 0,77 f_{ptk} = 0,77 \times 1.900 = 1.463 \text{ MPa} = 146,3 \text{ kN/cm}^2 \text{ ou}$$

$$\sigma_{pi} \leq 0,85 f_{pyk} = 0,85 \times 1.710 = 1.453 \text{ MPa} = 145,3 \text{ kN/cm}^2$$

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e6e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em: https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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 44



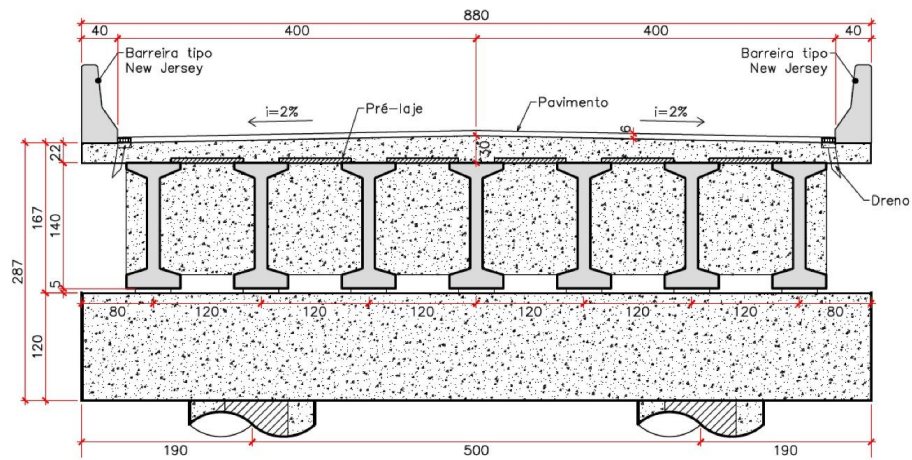
SINFRACAP202607309A





**CARACTERÍSTICAS GERAIS DA SUPERESTRUTURA**

*Seção transversal típica:*



HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Junado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 45



SINFRACAP202607309A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.  
 Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>

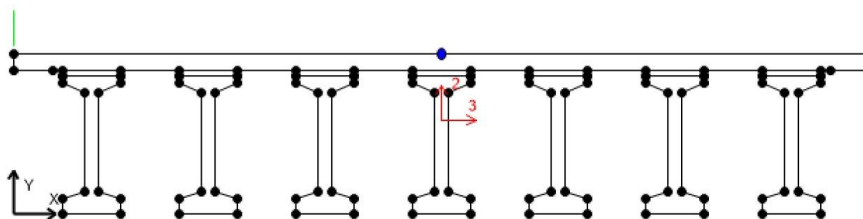




**PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS\* DAS VIGAS:**

\*unidades: (kN - m - °C)

O tabuleiro completo possui as seguintes propriedades geométricas:



|            |         |
|------------|---------|
| A          | 4.9756  |
| J          | 0.0877  |
| I33        | 1.6837  |
| I22        | 29.7533 |
| I23        | 0.      |
| AS2        | 2.3327  |
| AS3        | 1.9458  |
| S33(+face) | 2.511   |
| S33(-face) | 1.7733  |
| S22(+face) | 6.7621  |
| S22(-face) | 6.7621  |
| Z33        | 2.4617  |
| Z22        | 10.2264 |
| r33        | 0.5817  |
| r22        | 2.4454  |
| Xcg        | 4.4     |
| Ycg        | 0.9495  |
| Xpna       | 4.4     |
| Ypna       | 1.2432  |



HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em: https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957J-5JTM. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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 46



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.  
Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em  
<https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRACAP202607309A





## CARREGAMENTOS PARA OS VIADUTOS RODOVIÁRIOS

### CARGAS PERMANENTES (g)

**a) Peso próprio da longarina**

$$PP_{\text{viga}} = (0.3363 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 8.41 \text{kN/m}$$

**b) Peso da transversina:**

$$PP_{\text{transversina}} = (0.7056 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 17.64 \text{kN/extremidade de viga}$$

**c) Peso da laje:**

$$PP_{\text{laje}} = 0.27 \text{m} \times 25 \text{kN/m}^3 = 6.75 \text{kN/m}^2$$

**d) Peso da pavimentação:**

$$PP_{\text{laje}} = 0.06 \text{m} \times 24 \text{kN/m}^3 + 2 \text{kN/m}^3 = 3.44 \text{kN/m}^2$$

**e) Peso do guarda rodas**

$$PP_{\text{gr}} = (0.2318 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 5.8 \text{kN/m}$$

**f) Peso do guarda corpo**

$$PP_{\text{gcorpo}} = 0 \text{kN/m}$$

**g) Peso próprio da travessa central (viga de apoio):**

$$PP_{\text{trav.central}} = (2.1925 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 54.81 \text{kN/m}$$

**h) Peso próprio da travessa do encontro**

$$PP_{\text{trav.encontro}} = (2.455207 \text{m}^2 \times 25 \text{kN/m}^3) = 61.38 \text{kN/m}$$

**i) Peso próprio das alas**

$$PP_{\text{palas}} = 2.1 \text{m}^3 \times 25 \text{kN/m}^3 = 52.54 \text{kN/ala}$$

$$\text{Mala} = 129.25 \text{kN.m}$$

**j) Peso laje de aproximação + camada de 50cm de solo**

$$PP_{\text{lajeaprox}} = (4 \text{m} \times 0.25 \text{m} \times 25 \text{kN/m}^3 + 4 \text{m} \times 0.5 \text{m} \times 18 \text{kN/m}^3) / 2 = 30.5 \text{kN/m}$$

**k) Peso próprio do pilar**

$$PP_{\text{pilar}} = 3.1415 \times (1.4)^4 / 4 \times 25 \text{kN/m}^3 = 75.43 \text{kN/m}$$

### CARGAS MÓVEIS (q)

Trem-Tipo da NBR 7188/2013 – Classe 45.

Carregamento de “Multidão” - de acordo com a NBR 7188/2013.



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 47

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flow/bee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-J5JTM>. Junçado em 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607309A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>

SIGA



## COMBINAÇÕES DE CARGA

As combinações de carga consideradas são as seguintes:

Considerando:

- $g_1$  = permanentes de primeira fase;
- $g_2$  = permanentes de segunda fase;
- $q$  = cargas móveis;
- $P_0$  = Força de protensão inicial;
- $P_\infty$  = Força de protensão a tempo infinito.

Estado limite de serviço (ELS).

Combinação 1:  $0,8g_1 + P_0$   
(Combinação especial de transporte, sob supervisão)

Combinação 2:  $g_1 + P_0$   
(Combinação especial de estocagem ou repouso, sob supervisão)

Combinação 3:  $g_1 + \text{peso da laje} + P_0$  (sem considerar a contribuição geométrica da laje)  
(Combinação de estado em vazio → ações permanentes)

Combinação 4:  $g_1 + g_2 + P_\infty$   
(Combinação de estado em vazio → ações permanentes)

Combinação 5:  $g_1 + g_2 + 0,4 \cdot \phi \cdot q + P_\infty$   
(Combinação quase-permanente)

Combinação 6:  $g_1 + g_2 + 0,6 \cdot \phi \cdot q + P_\infty$   
(Combinação freqüente)

Combinação 7:  $g_1 + g_2 + \phi \cdot q + P_\infty$   
(Combinação rara)

O coeficiente dinâmico  $\phi$  é calculado através da fórmula:

$$CIV = 1 + 1,06 * \left( \frac{20}{Liv + 50} \right)$$

Estado Limite Último (ELU).

$$M_d = \gamma_g \cdot (M_{g1} + M_{g2}) + \gamma_q \cdot M_{q1k} + \gamma_{qjk} \cdot \psi_{0j} \cdot \sum M_{qjk}$$



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 48

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5a6e4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2a8b72962810f5. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flow/bee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Junado em 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607309A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



### VERIFICAÇÃO DA LONGARINA PARA O VÃO DE 30m.

Da análise do modelo emerge da viga mais solicitada, os esforços solicitantes devido às cargas permanentes de segunda fase e as móveis a seguir:

*Peso próprio longarina + transversina:*

| Posição (cm) | Carga | Cortante (kN) | M. Torçor (kN.m) | M. Fletor (kN.m) |
|--------------|-------|---------------|------------------|------------------|
| 0            | DEAD  | -128.42       | -6.47            | 0.00             |
| 114          | DEAD  | -118.86       | 4.69             | 140.64           |
| 228          | DEAD  | -109.30       | 1.84             | 270.41           |
| 341          | DEAD  | -99.73        | 1.39             | 389.30           |
| 455          | DEAD  | -90.17        | -1.59            | 497.30           |
| 569          | DEAD  | -80.61        | -1.68            | 594.43           |
| 683          | DEAD  | -71.04        | -1.59            | 680.68           |
| 796          | DEAD  | -61.48        | -1.41            | 756.06           |
| 910          | DEAD  | -51.92        | 1.17             | 820.55           |
| 1502         | DEAD  | -2.16         | -0.06            | 980.56           |

*Peso próprio da laje:*

| Posição (cm) | Carga  | Cortante (kN) | M. Torçor (kN.m) | M. Fletor (kN.m) |
|--------------|--------|---------------|------------------|------------------|
| 0            | PPlaje | -105.02       | -2.08            | 0.00             |
| 114          | PPlaje | -95.45        | 7.11             | 115.01           |
| 228          | PPlaje | -85.89        | 6.83             | 221.12           |
| 341          | PPlaje | -76.33        | -6.43            | 318.34           |
| 455          | PPlaje | -66.76        | -5.72            | 406.66           |
| 569          | PPlaje | -57.20        | -4.94            | 486.08           |
| 683          | PPlaje | -47.63        | -4.22            | 556.61           |
| 796          | PPlaje | -38.07        | -3.55            | 618.24           |
| 910          | PPlaje | -28.51        | -2.93            | 670.98           |
| 1502         | PPlaje | 21.24         | -0.33            | 801.83           |

HASH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7eb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em: https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flow/bee/pub/#validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM. Juntado em: 26/01/2026 14:18:18 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 49



SINFRACAP202607309A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



Permanentes de segunda fase: Pavimentação + Guarda-rodas.

| Posição (cm) | Carga    | Cortante (kN) | M. Torçor (kN.m) | M. Fletor (kN.m) |
|--------------|----------|---------------|------------------|------------------|
| 0            | PPpav+GR | -140.69       | 19.87            | -13.77           |
| 114          | PPpav+GR | -140.69       | 28.51            | 146.26           |
| 228          | PPpav+GR | -127.49       | -28.84           | 274.36           |
| 341          | PPpav+GR | -115.53       | -28.89           | 384.87           |
| 455          | PPpav+GR | -103.83       | -26.92           | 481.14           |
| 569          | PPpav+GR | -92.14        | -24.25           | 565.05           |
| 683          | PPpav+GR | -80.48        | -21.38           | 640.48           |
| 796          | PPpav+GR | -68.93        | -18.43           | 704.30           |
| 910          | PPpav+GR | -57.56        | -15.48           | 756.63           |
| 1502         | PPpav+GR | -3.24         | -1.23            | 855.73           |

Carga móvel (Moving load)

| Posição (cm) | Carga | Cortante (kN) | M. Torçor (kN.m) | M. Fletor (kN.m) |
|--------------|-------|---------------|------------------|------------------|
| 0            | ML    | 192.33        | 14.26            | 11.25            |
| 114          | ML    | 181.58        | 14.26            | 229.99           |
| 228          | ML    | 170.70        | 19.12            | 436.71           |
| 341          | ML    | 159.86        | 19.94            | 622.15           |
| 455          | ML    | 149.16        | 19.17            | 786.46           |
| 569          | ML    | 138.64        | 17.90            | 930.18           |
| 683          | ML    | 128.33        | 16.40            | 1053.80          |
| 796          | ML    | 118.25        | 14.78            | 1157.55          |
| 910          | ML    | 108.44        | 13.25            | 1244.80          |
| 1502         | ML    | 72.42         | 9.15             | 1414.16          |

Observação: Os eixos indicados referem-se a um sistema de coordenadas que tem origem na extremidade da viga, assim como o programa de verificação da longarina.

A disposição das cordoalhas na longarina são indicadas na tabela seguinte:

|                 |                  |                         |                            |
|-----------------|------------------|-------------------------|----------------------------|
| Cordoalha       | Área cordoalha = |                         | <b>1,39 cm<sup>2</sup></b> |
| <b>Ø 15,2mm</b> | Coef. homog. n=  |                         | <b>7.1</b>                 |
| fila            | n°               | Area [cm <sup>2</sup> ] | d [cm]                     |
| 1               | <b>11</b>        | 15,29                   | <b>6</b>                   |
| 2               | <b>11</b>        | 15,29                   | <b>10</b>                  |
| 4               | <b>4</b>         | 5,56                    | <b>136</b>                 |
|                 | <b>26</b>        |                         |                            |



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 50

HASH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad972962810f5. Documento digital disponível em: https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flow/bee-pub/#validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM. Juntado em: 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607309A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



## VERIFICAÇÃO À FLEXO-COMPRESSÃO E CORTANTE PARA C.P.

A verificação baseia-se, no que se refere às características mecânicas dos materiais e aos procedimentos de cálculo, nas normas técnicas vigentes (ver capítulo 2 “Normas de referência”) considerando todas as suas indicações e limitações.

No que concerne as características estáticas e geométricas das seções reagentes, é prevista a possibilidade de que a estrutura a ser verificada seja realizada em duas diferentes fases de concretagem: a primeira geralmente coincide com a pré-fabricação em fábrica e a segunda, com a sucessiva concretagem integrativa (laje) realizada na obra.

As características de resistência da concreto empregado nas duas fases podem ser diferentes, nesse caso usa-se um coeficiente de homogenização para a concretagem em segunda fase, equivalente à razão entre os módulos de elasticidade dos dois materiais.

No caso em estudo, as larguras de concretagem colaborante coincidem com a distância entre os eixos das longarinas; o coeficiente de homogenização entre os concretos é 0,87.

As armaduras de precompressão têm coeficiente de homogenização  $n$  igual a 7,67.

No que se refere às solicitações, e conseqüentemente o estado tensional, são previstas 6 diferentes fases que visam definir o estado de solicitação do elemento estrutural ao longo da sua vida útil:

- I - Transporte;
- II - Estocagem;
- III - Primeira fase da concretagem da laje, onde age na estrutura o peso da laje mas não se considera a seção colaborante. Nessa fase são consideradas as perdas imediatas de protensão;
- IV - Segunda fase de concretagem da laje, onde existe contribuição geométrica da laje no conjunto, considera-se nessa fase todas as perdas de protensão;
- V - Inclusão das cargas permanentes de segunda fase;
- VI - inclusão das cargas móveis, considerando combinação quase-permanente, frequente e rara.



HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flow/bee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 51



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.  
Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRACAP202607309A



**Propriedades geométricas das vigas homogenizadas nas diferentes seções de verificação considerando a contribuição geométrica da armadura de pré-compressão:**

**Geometria viga sozinha, para verificação em primeira fase (na fábrica)**

| Seção. | Ap (cm³) | Ach (cm²) | ep    | lx-x h (cm4) | Whi (cm3) | Whs (cm3) | d (cm) |
|--------|----------|-----------|-------|--------------|-----------|-----------|--------|
| 0.00m  | 22.24    | 3484.86   | 25.36 | 8522199      | 131905    | -113040   | 101    |
| 1.14m  | 22.24    | 3484.86   | 25.36 | 8522199      | 131905    | -113040   | 101    |
| 2.28m  | 22.24    | 3484.86   | 25.36 | 8522199      | 131905    | -113040   | 101    |
| 3.41m  | 30.58    | 3530.56   | 33.51 | 8521702      | 131538    | -113298   | 109    |
| 4.55m  | 30.58    | 3530.56   | 33.51 | 8521702      | 131538    | -113298   | 109    |
| 5.69m  | 33.36    | 3545.79   | 35.33 | 8521614      | 131451    | -113360   | 111    |
| 6.83m  | 33.36    | 3545.79   | 35.33 | 8521614      | 131451    | -113360   | 111    |
| 7.96m  | 33.36    | 3545.79   | 35.33 | 8521614      | 131451    | -113360   | 111    |
| 9.10m  | 33.36    | 3545.79   | 35.33 | 8521614      | 131451    | -113360   | 111    |
| 15.02m | 36.14    | 3561.03   | 37.17 | 8521543      | 131370    | -113419   | 112    |

**Geometria da viga + laje, para verificações de segunda fase (em exercício)**

| Seção  | Ap (cm³) | Ach (cm²) | ep    | lx-x h (cm4) | Whi (cm3) | Whs (cm3) | d (cm) |
|--------|----------|-----------|-------|--------------|-----------|-----------|--------|
| 0.00m  | 22.24    | 5844.15   | 60.93 | 18906017     | 188718    | -305831   | 123    |
| 1.14m  | 22.24    | 5844.15   | 60.93 | 18906017     | 188718    | -305831   | 123    |
| 2.28m  | 22.24    | 5844.15   | 60.93 | 18906017     | 188718    | -305831   | 123    |
| 3.41m  | 30.58    | 5881.49   | 69.06 | 18905206     | 188422    | -306576   | 131    |
| 4.55m  | 30.58    | 5881.49   | 69.06 | 18905206     | 188422    | -306576   | 131    |
| 5.69m  | 33.36    | 5893.93   | 70.87 | 18905055     | 188354    | -306751   | 133    |
| 6.83m  | 33.36    | 5893.93   | 70.87 | 18905055     | 188354    | -306751   | 133    |
| 7.96m  | 33.36    | 5893.93   | 70.87 | 18905055     | 188354    | -306751   | 133    |
| 9.10m  | 33.36    | 5893.93   | 70.87 | 18905055     | 188354    | -306751   | 133    |
| 15.02m | 36.14    | 5906.38   | 72.71 | 18904923     | 188288    | -306919   | 134    |

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee/pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Junhado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 52



SINFRACAP202607309A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>





**Cálculo das perdas:**

*Perdas de primeira fase (viga na fábrica)*

| Seção  | Acom. Anco-<br>ragem | Def. imediata | Relax. Aço | Perdas progressivas |              | TOTAL<br>(primeira fase) |
|--------|----------------------|---------------|------------|---------------------|--------------|--------------------------|
|        |                      |               |            | borda super.        | borda infer. |                          |
| 0.00m  | 1.63%                | 1.29%         | 2.29%      | 2.23%               | 3.65%        | 8.87%                    |
| 1.14m  | 1.63%                | 1.29%         | 2.29%      | 2.32%               | 3.58%        | 8.79%                    |
| 2.28m  | 1.63%                | 1.29%         | 2.29%      | 2.40%               | 3.51%        | 8.73%                    |
| 3.41m  | 1.63%                | 1.48%         | 2.29%      | 2.14%               | 3.52%        | 8.92%                    |
| 4.55m  | 1.63%                | 1.48%         | 2.29%      | 2.20%               | 3.46%        | 8.86%                    |
| 5.69m  | 1.63%                | 1.52%         | 2.29%      | 2.17%               | 3.41%        | 8.86%                    |
| 6.83m  | 1.63%                | 1.52%         | 2.29%      | 2.23%               | 3.37%        | 8.81%                    |
| 7.96m  | 1.63%                | 1.52%         | 2.29%      | 2.27%               | 3.33%        | 8.78%                    |
| 9.10m  | 1.63%                | 1.52%         | 2.29%      | 2.31%               | 3.29%        | 8.74%                    |
| 15.02m | 1.63%                | 1.57%         | 2.29%      | 2.32%               | 3.21%        | 8.71%                    |

*Perdas de segunda fase (viga em exercício)*

| Seção  | Relax.<br>Aço | Perdas progressivas |              | TOTAL<br>(segunda fase) |
|--------|---------------|---------------------|--------------|-------------------------|
|        |               | borda super.        | borda infer. |                         |
| 0.00m  | 5.20%         | 7.11%               | 8.24%        | 13.44%                  |
| 1.14m  | 5.20%         | 7.18%               | 8.17%        | 13.37%                  |
| 2.28m  | 5.20%         | 7.24%               | 8.11%        | 13.30%                  |
| 3.41m  | 5.20%         | 6.89%               | 7.96%        | 13.16%                  |
| 4.55m  | 5.20%         | 6.94%               | 7.91%        | 13.11%                  |
| 5.69m  | 5.20%         | 6.87%               | 7.82%        | 13.02%                  |
| 6.83m  | 5.20%         | 6.92%               | 7.78%        | 12.98%                  |
| 7.96m  | 5.20%         | 6.95%               | 7.74%        | 12.94%                  |
| 9.10m  | 5.20%         | 6.98%               | 7.71%        | 12.91%                  |
| 15.02m | 5.20%         | 6.94%               | 7.59%        | 12.79%                  |

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2a072962810f5. Documento digital disponível em https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flow/bee-pub/#validar/PXWY-ZUK5-957-5.UJM. Junjado em 26/01/2026 14:18:18 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 53



SINFRACAP202607309A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>





**Verificação das seções no E.L.S:**

Nas tabelas seguintes, a primeira coluna indica a seção analisada,  $\sigma_s$  e  $\sigma_i$  (em kN/cm<sup>2</sup>) representam respectivamente as tensões na borda superior e inferior da viga pré-fabricada. As tensões máximas admissíveis para cada caso estão indicadas acima das tabelas:

Combinação 1:  $0,8g_1 + P_0$

(Combinação especial de transporte, sob supervisão)

$$\sigma_{c,lim} = -0,7 f_{ckj} = -0,7 \times 25 = -17,50 \text{ MPa} = -1,75 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{t,lim} = 1,2 f_{tkj} = 1,2 \times 1,35 = 1,62 \text{ MPa} = 0,162 \text{ kN/cm}^2$$

| Seção  | $\sigma_s$ | $\sigma_i$ |
|--------|------------|------------|
| 0.00m  | 0.000      | 0.000      |
| 1.15m  | -0.280     | -1.299     |
| 2.30m  | -0.372     | -1.222     |
| 3.45m  | -0.225     | -1.898     |
| 4.60m  | -0.301     | -1.833     |
| 5.76m  | -0.291     | -2.024     |
| 6.91m  | -0.352     | -1.972     |
| 8.06m  | -0.405     | -1.927     |
| 9.21m  | -0.451     | -1.889     |
| 12.89m | -0.471     | -2.052     |

Combinação 2:  $g_1 + P_0$

(Combinação especial de estocagem ou repouso, sob supervisão)

| Seção  | $\sigma_s$ | $\sigma_i$ |
|--------|------------|------------|
| 0.00m  | 0.000      | 0.000      |
| 1.15m  | -0.305     | -1.278     |
| 2.30m  | -0.420     | -1.181     |
| 3.45m  | -0.294     | -1.839     |
| 4.60m  | -0.389     | -1.758     |
| 5.76m  | -0.396     | -1.933     |
| 6.91m  | -0.472     | -1.869     |
| 8.06m  | -0.539     | -1.812     |
| 9.21m  | -0.595     | -1.764     |
| 12.89m | -0.644     | -1.903     |

Combinação 3:  $g_1 + \text{peso da laje} + P_0$  (sem considerar a contribuição geométrica da laje)

(Combinação de estado em vazio → ações permanentes)

| Seção  | $\sigma_s$ | $\sigma_i$ |
|--------|------------|------------|
| 0.00m  | 0.000      | 0.000      |
| 1.15m  | -0.407     | -1.191     |
| 2.30m  | -0.616     | -1.013     |
| 3.45m  | -0.575     | -1.597     |
| 4.60m  | -0.748     | -1.449     |
| 5.76m  | -0.825     | -1.563     |
| 6.91m  | -0.963     | -1.445     |
| 8.06m  | -1.084     | -1.342     |
| 9.21m  | -1.187     | -1.254     |
| 12.89m | -1.351     | -1.293     |

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5.UJM. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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 54



SINFRACAP202607309A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



Combinação 4:  $g_1 + \text{peso da laje} + P_{\infty}$  (considerando a contribuição geométrica da laje)

$\sigma_{c,lim} = -0,5 f_{ck} = -0,5 \times 40 = -20 \text{ MPa} = -2,00 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{t,lim} = 0$

| Seção  | $\sigma_s$ | $\sigma_i$ |
|--------|------------|------------|
| 0.00m  | 0.000      | 0.000      |
| 1.15m  | -0.023     | -0.920     |
| 2.30m  | -0.100     | -0.797     |
| 3.45m  | -0.066     | -1.206     |
| 4.60m  | -0.130     | -1.105     |
| 5.76m  | -0.152     | -1.189     |
| 6.91m  | -0.203     | -1.109     |
| 8.06m  | -0.247     | -1.038     |
| 9.21m  | -0.286     | -0.978     |
| 12.89m | -0.341     | -1.011     |

Combinação 5:  $g_1 + g_2 + P_{\infty}$

(Combinação incluindo cargas permanentes de segunda fase)

$\sigma_{c,lim} = -0,5 f_{ck} = -0,5 \times 40 = -20 \text{ MPa} = -2,0 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{t,lim} = 0$

| Seção  | $\sigma_s$ | $\sigma_i$ |
|--------|------------|------------|
| 0.00m  | 0.000      | -0.007     |
| 1.15m  | -0.071     | -0.842     |
| 2.30m  | -0.190     | -0.652     |
| 3.45m  | -0.192     | -1.002     |
| 4.60m  | -0.287     | -0.849     |
| 5.76m  | -0.336     | -0.889     |
| 6.91m  | -0.412     | -0.769     |
| 8.06m  | -0.477     | -0.664     |
| 9.21m  | -0.532     | -0.576     |
| 12.89m | -0.620     | -0.557     |

HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee/pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Junado em 26/01/2026 14:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 55



SINFRACAP202607309A



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



Combinação 6:  $g_1 + g_2 + 0,4q + P_\infty$   
(Combinação quase-permanente)  
 $\sigma_{c,lim} = -0,5 f_{ck} = -0,5 \times 40 = -20,0 \text{ MPa} = -2,0 \text{ kN/cm}^2$   
 $\sigma_{t,lim} = 0$

| Seção  | $\sigma_s$ | $\sigma_i$ |
|--------|------------|------------|
| 0.00m  | 0.000      | 0.000      |
| 1.15m  | -0.109     | -0.781     |
| 2.30m  | -0.262     | -0.535     |
| 3.45m  | -0.294     | -0.834     |
| 4.60m  | -0.417     | -0.638     |
| 5.76m  | -0.490     | -0.639     |
| 6.91m  | -0.586     | -0.485     |
| 8.06m  | -0.668     | -0.353     |
| 9.21m  | -0.738     | -0.242     |
| 12.89m | -0.853     | -0.176     |

Combinação 7:  $g_1 + g_2 + 0,6q + P_\infty$   
(Combinação freqüente)  
 $\sigma_{c,lim} = -0,5 f_{ck} = -0,5 \times 40 = -20,0 \text{ MPa} = -2,0 \text{ kN/cm}^2$   
 $\sigma_{t,lim} = 1,2 f_{tk} = 1,2 \times 3,1 = 3,72 \text{ MPa} = 0,372 \text{ kN/cm}^2$

| Seção  | $\sigma_s$ | $\sigma_i$ |
|--------|------------|------------|
| 0.00m  | 0.000      | 0.000      |
| 1.15m  | -0.128     | -0.750     |
| 2.30m  | -0.298     | -0.476     |
| 3.45m  | -0.346     | -0.751     |
| 4.60m  | -0.482     | -0.532     |
| 5.76m  | -0.567     | -0.514     |
| 6.91m  | -0.673     | -0.343     |
| 8.06m  | -0.764     | -0.197     |
| 9.21m  | -0.841     | -0.074     |
| 12.89m | -0.970     | 0.014      |

O coeficiente dinâmico  $\phi$  é calculado através da fórmula:

$$\phi = CIV \cdot CNF \cdot CIA$$

$\phi = 1,5831$  para as seções distantes até 5m dos apoios

$\phi = 1,2665$  para as demais seções.

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 56



HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em: https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee/pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM. Juntado em: 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607309A





Verificação no E.L.U da seção no meio do vão sob ação de carregamentos combinados:

**Título:** Longarina30m

**N° Vertici:** 16 **Zoom** **N° barre:** 1 **Zoom**

| N° | x [cm] | y [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 30     | 0      |
| 2  | 30     | 0      |
| 3  | 30     | 15     |
| 4  | 7      | 22     |
| 5  | 7      | 123    |
| 6  | 30     | 133    |

**N° As [cm²]** **x [cm]** **y [cm]**

|   |      |   |   |
|---|------|---|---|
| 1 | 4.02 | 0 | 5 |
|---|------|---|---|

**Sollecitazioni:** S.L.U. **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>** 0 **0** kN  
**M<sub>xEd</sub>** 6106.34 **0** kNm  
**M<sub>yEd</sub>** 0 **0**

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

**Materiali:** CA50 **C40/50**

$\sigma_{su}$  67.5 %  $\sigma_{c2}$  2 %  
 $f_{yd}$  434.8 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_{cu}$  3.5 %  
 $E_s$  200,000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  22.67  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\sigma_{syd}$  2.174 %  $\sigma_{c,adm}$  14.75  
 $\sigma_{s,adm}$  435 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.8667  
 $\tau_{c1}$  2.4

**M<sub>xRd</sub>** 6.550 kNm  
 $\sigma_c$  -22.67 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  434.8 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  22.44 ‰  
 $d$  157 cm  
 $x$  21.18 x/d 0.1349  
 $\delta$  0.7

**Tipo Sezione:**  Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Armatura Precompressione:** **N° cavi:** 3 **Zoom**

| N° | As [cm²] | x [cm] | y [cm] | $\sigma_{pr}$ [MPa] |
|----|----------|--------|--------|---------------------|
| 1  | 15.29    | 0      | 6      | 110                 |
| 2  | 15.29    | 0      | 10     | 110                 |
| 3  | 5.56     | 0      | 134    | 110                 |

**Tipo cavo:** Trefolo  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  
 $f_{yd}$  1.409 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_s/E_c$  6  
 $\epsilon_{syd}$  7.045 ‰  
 $\sigma_{s,adm}$  1080 N/mm<sup>2</sup>

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

**Tipo flessione:**  Retta  Deviata

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 $\sigma_{sp}$  1.409 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_{sp}$  22.82 ‰ compressa predef.  
 $L_0$  0 cm **Col. modello**

Precompresso

O momento último atuante (MSd=6106.34kN.m) é menor que o resistente (MRd = 6550,0kN.m), portanto a longarina está verificada.



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 57



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.  
 Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRA-PRO-2026/01146





**Verificação ao esforço cortante na longarina**

**Cortante e momento torçor de projeto:**

| Seção  | Vsdg (kN) | Vsdq (kN) | Tsdg (kN.m) | Tsdq (kN.m) |
|--------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| 0.00m  | -574.65   | 290.82    | 18.27       | 10.70       |
| 1.14m  | -561.74   | 290.82    | 58.69       | 10.70       |
| 2.28m  | -513.79   | 275.05    | 31.55       | 14.34       |
| 3.41m  | -467.75   | 259.06    | 50.13       | 14.96       |
| 4.55m  | -421.91   | 243.22    | 50.26       | 14.38       |
| 5.69m  | -375.89   | 227.69    | 45.31       | 13.42       |
| 6.83m  | -329.83   | 212.47    | 39.91       | 12.30       |
| 7.96m  | -283.93   | 197.60    | 34.34       | 11.09       |
| 9.10m  | -238.33   | 183.08    | 25.60       | 9.94        |
| 15.02m | -12.58    | 116.37    | 2.37        | 6.86        |

**Verificação das seções:**

Parâmetros da seção resistente:

| Seção | Area cortante (cm²) | Ø estribo (mm) | S (cm) | Asw (cm²) | d (cm) | he (cm) | Ae (cm²) | ue (cm) |
|-------|---------------------|----------------|--------|-----------|--------|---------|----------|---------|
| 0.00  | 1718.50             | 10.00          | 5.00   | 1.57      | 122.75 | 14.00   | 1718.5   | 273.50  |
| 1.14  | 1718.50             | 10.00          | 10.00  | 1.57      | 122.75 | 14.00   | 1718.5   | 273.50  |
| 2.28  | 1718.50             | 10.00          | 10.00  | 1.57      | 122.75 | 14.00   | 1718.5   | 273.50  |
| 3.41  | 1830.18             | 10.00          | 20.00  | 1.57      | 130.73 | 14.00   | 1830.2   | 289.45  |
| 4.55  | 1830.18             | 10.00          | 20.00  | 1.57      | 130.73 | 14.00   | 1830.2   | 289.45  |
| 5.69  | 1855.00             | 10.00          | 20.00  | 1.57      | 132.50 | 14.00   | 1855.0   | 293.00  |
| 6.83  | 1855.00             | 10.00          | 20.00  | 1.57      | 132.50 | 14.00   | 1855.0   | 293.00  |
| 7.96  | 1855.00             | 10.00          | 20.00  | 1.57      | 132.50 | 14.00   | 1855.0   | 293.00  |
| 9.10  | 1855.00             | 10.00          | 20.00  | 1.57      | 132.50 | 14.00   | 1855.0   | 293.00  |
| 15.02 | 1880.31             | 10.00          | 20.00  | 1.57      | 134.31 | 14.00   | 1880.3   | 296.62  |

Verificação da armadura necessária para absorver o esforço cortante:

| Seção | VRd2 (kN) | Vc0 (kN) | Mo (kN.m) | Msd,max (kN.m) | Vc (kN) | Vsw (kN) | VRd3 (kN) | Vsd (kN) |
|-------|-----------|----------|-----------|----------------|---------|----------|-----------|----------|
| 0.00  | 1113.59   | 180.90   | 1499.78   | -14.75         | 0.00    | 1508.99  | 1508.99   | 865.48   |
| 1.14  | 1113.59   | 180.90   | 1502.54   | 969.58         | 361.79  | 754.49   | 1116.29   | 852.57   |
| 2.28  | 1113.59   | 180.90   | 1505.08   | 1844.74        | 328.49  | 754.49   | 1082.98   | 788.83   |
| 3.41  | 1185.96   | 192.65   | 2344.11   | 2628.46        | 364.47  | 401.76   | 766.23    | 726.81   |
| 4.55  | 1185.96   | 192.65   | 2347.30   | 3326.48        | 328.60  | 401.76   | 730.36    | 665.13   |
| 5.69  | 1202.04   | 195.27   | 2630.98   | 3942.14        | 325.59  | 407.21   | 732.80    | 603.58   |
| 6.83  | 1202.04   | 195.27   | 2633.81   | 4481.72        | 310.02  | 407.21   | 717.23    | 542.30   |
| 7.96  | 1202.04   | 195.27   | 2636.28   | 4940.76        | 299.46  | 407.21   | 706.67    | 481.53   |
| 9.10  | 1202.04   | 195.27   | 2638.39   | 5324.48        | 292.02  | 407.21   | 699.24    | 421.41   |
| 15.02 | 1218.44   | 197.93   | 2938.33   | 6106.34        | 293.17  | 412.77   | 705.94    | 128.96   |

**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 58



HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7eb6189eb2aeb72962810f5. Documento digital disponível em: https://aquasicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee/pub/#validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.



SINFRA-PRO-2026/01146





Verificação da armadura necessária para absorver a torção:

| Seção | TRd2 (kN.m) | TRd3 (kN.m) | TRd4 (kN.m) | TSd (kN.m) | Vsd/Vrd2+ Tsd/Trd2 |
|-------|-------------|-------------|-------------|------------|--------------------|
| 0.00  | 288.71      | 469.46      | 140.21      | 28.96      | 0.88               |
| 1.14  | 288.71      | 234.73      | 140.21      | 69.39      | 1.0                |
| 2.28  | 288.71      | 234.73      | 140.21      | 45.88      | 0.87               |
| 3.41  | 307.47      | 124.99      | 141.09      | 65.09      | 0.82               |
| 4.55  | 307.47      | 124.99      | 141.09      | 64.64      | 0.77               |
| 5.69  | 311.64      | 126.69      | 141.28      | 58.73      | 0.69               |
| 6.83  | 311.64      | 126.69      | 141.28      | 52.20      | 0.62               |
| 7.96  | 311.64      | 126.69      | 141.28      | 45.42      | 0.55               |
| 9.10  | 311.64      | 126.69      | 141.28      | 35.54      | 0.46               |
| 15.02 | 315.89      | 128.42      | 141.46      | 9.23       | 0.14               |

Os esforços solicitantes são menores que os resistentes, portanto o elemento foi verificado.

Verificação do ELU de Fadiga.

Fadiga

| Materiais (MPa)                   |        | Mom. Solicitante (kN.m/m)                  |                       | Mom. Solicitante (kN.m/m)                  |                       |
|-----------------------------------|--------|--|-----------------------|--|-----------------------|
| $f_{ck}$ =                        | 40     | Comb.Freq.(+)=                             | 706.21                | Comb.Freq.(-)=                             | -19.69                |
| $E_{cs}$ =                        | 30105  | Cálculo da linha neutra no estágio II puro |                       | Cálculo da linha neutra no estágio II puro |                       |
| $f_{yk}$ =                        | 1710   | a=   | 0.070                 | a=   | 0.07                  |
| $E_s$ =                           | 195000 | b=   | 0.400                 | b=   | 0.400                 |
| $\alpha_e$ =                      | 6.48   | c=   | -0.071                | c=   | -0.071                |
| Seção (m)                         |        | $\Delta$ =                                 | 0.180                 | $\Delta$ =                                 | 0.180                 |
| h=                                | 1.62   | $X_{II}$ (m)=                              | 0.171                 | $X_{II}$ (m)=                              | 0.171                 |
| bw=                               | 0.140  | $I_{x,II}$ =                               | 0.04244m <sup>4</sup> | $I_{x,II}$ =                               | 0.04244m <sup>4</sup> |
| $d_{sup}$ =                       | 0.05   | Deformações (‰)                            |                       | Deformações (‰)                            |                       |
| $d_{inf}$ =                       | 1.52   | $\xi_c$ =                                  | -0.0945               | $\xi_c$ =                                  | 0.0026                |
| hf=                               | 0.220  | $\xi_{sup}$ =                              | 0.0668                | $\xi_{sup}$ =                              | -0.0019               |
| bf=                               | 1.870  | $\xi_{inf}$ =                              | 0.7456                | $\xi_{inf}$ =                              | -0.0208               |
| Arm. Adotada (cm <sup>2</sup> /m) |        | Tensões (MPa)                              |                       | Tensões (MPa)                              |                       |
| $A_{s,sup}$ =                     | 1.97   | $\sigma_c$ =                               | -2.84                 | $\sigma_c$ =                               | 0.08                  |
| $A_{s,inf}$ =                     | 29.04  | $\sigma_{s,sup}$ =                         | 13.04                 | $\sigma_{s,sup}$ =                         | -0.36                 |
|                                   |        | $\sigma_{s,inf}$ =                         | 145.39                | $\sigma_{s,inf}$ =                         | -4.05                 |
| Flutuação da tensão (MPa)         |        | Flutuação limite (MPa)                     |                       | Verificação da flutuação                   |                       |
| $\Delta\sigma_{s,sup}$ =          | 13.40  | $\Delta\sigma_{s,lim,sup}$ =               | 150                   | $\Delta\sigma_{s,sup}$ =                   | OK                    |
| $\Delta\sigma_{s,inf}$ =          | 149.44 | $\Delta\sigma_{s,lim,inf}$ =               | 150                   | $\Delta\sigma_{s,inf}$ =                   | OK                    |

HA SH: 0a55d4fbb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2a872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquissicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-J5JTM>. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 por AMANDA ARAUJO.



SINFRACAP202607309A

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 59



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.

Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>





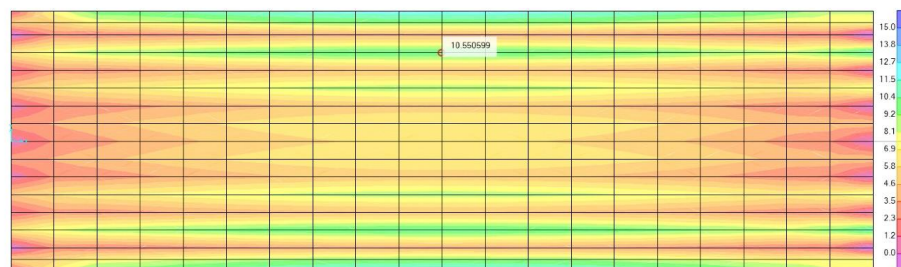
## LAJE

O valor dos esforços máximos, bem como o dimensionamento da laje, estão descritos a seguir:

### EFEITOS GLOBAIS

Devido ao comportamento global do tabuleiro, o momento longitudinal máximo de cálculo (M11), no meio do vão, é igual a 10,55kN.m/m, conforme envoltória a seguir:

*Envoltória de momentos positivos:*



HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7ebb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://aquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Juntado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 60



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.  
Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>

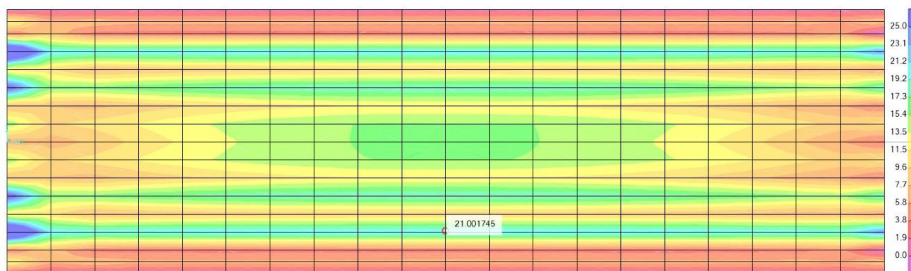


SINFRACAP202607309A

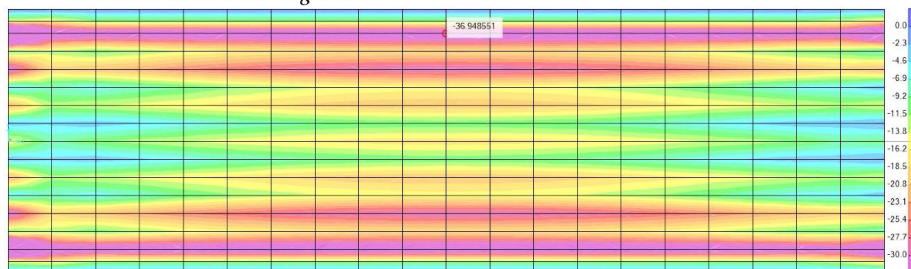


O momento máximo transversal máximo (M22), por sua vez, vale 21,0kN.m enquanto o mínimo transversal vale -36,95kN.m/m.

*Envoltória de momentos positivos:*



*Envoltória de momentos negativos:*



HA SH: 0a55dc4fb5279923a1c5ae4c54e96e6755b49b7eb6189eb2ad872962810f5. Documento digital disponível em <https://siquisicoes.seplag.mt.gov.br/flowbee-pub/#/validar/PXWY-ZUK5-957-5JTM>. Junçado em 26/01/2026 14:18:18 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](mailto:fck@fckconsultoria.com.br) 61



Autenticado com senha por AMANDA CRISTINA REZENDE ARAUJO - GESTOR PROJ ESPE IV / GSAOR - 26/01/2026 às 14:47:06.  
Documento Nº: 33859888-7593 - consulta à autenticidade em <https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=33859888-7593>



SINFRACAP202607309A