

MEMÓRIA DE CÁLCULO

Local	Túnel da Av. Araguaia, Setor Central, Goiânia
--------------	---

DIMENSIONAMENTO

1. Dados gerais da viga mista

Características da viga	
Vão	17.05 m
Intervigas (d1)	1.5 m
Sistema de construção	Escorada
Posicionamento da viga	Viga intermediária
Tipo de interação	Parcial - 80 %

Características da laje de concreto($f_{ck} = 25 \text{ MPa}$)	
Largura da Laje de concreto adotada(b_{ef})	1.5 m
Espessura da Laje (t_c)	170 mm
Tipo de laje	Fôrma metálica incorporada

Características da fôrma	
Altura da fôrma (h_f)	75 mm
Largura da fôrma (b_f)	119 mm
Tipo de fôrma	Metform MF-75

Características do perfil	
Perfil	W 610 x 155.0
Limite de escoamento do perfil(f_y)	345 MPa
Altura do perfil(d)	611 mm
Momento de inércia do perfil (I_a)	129583 cm ⁴

Característica dos conectores	
Tipo	STB 120x19

Solicitações de cálculo	
Momento fletor máximo de cálculo(M_{Sd})	134994.95 kgf.m
Esforço cortante máximo de cálculo(V_{Sd})	31670.37 kgf

2. Verificação da esbeltez

$$\frac{h}{t_w} = 45.12 \quad \text{Esbeltez da viga.}$$

$$3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.53 \quad \text{Esbeltez limite da viga.}$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad \text{A viga não é esbelta.}$$

3. Determinação do momento resistente de cálculo

β_{vm} coeficiente dado conforme a capacidade de rotação da ligação. Para vigas biapoiadas é igual a 1,00.

$y_p = 0.01$ m distância da linha neutra da seção plastificada até a face superior da viga de aço.

$y_c = 0.01$ m distância do centro de gravidade da parte comprimida da seção da viga de aço até a face superior dessa viga.

$y_t = 0.21$ m distância do centro de gravidade da parte tracionada da seção da viga de aço até a face inferior dessa viga.

$d = 0.61$ m Altura do perfil de aço.

$(A_{fy})_t$: é o produto da área da mesa superior da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$(A_{fy})_w$: é o produto da área da alma da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$$M_{Rd} = \beta_{vm} \cdot \left[C_{ad} \cdot (d - y_t - y_c) + C_{cd} \cdot \left(t_c - \frac{a}{2} + h_f + d - y_t \right) \right] = 240339.47 \text{ kgf.m} \quad \text{Resistência de}$$

cálculo ao momento fletor.

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = 0.56 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

4. Verificação ao esforço cortante

$\lambda = 45.12$ Parâmetro de esbeltez.

$\lambda_p = 59.22$ Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.

$\lambda_r = 73.76$ Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.

$A_w = 0.01$ m² Área efetiva de cisalhamento.

$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 160625.8$ kgf Força cortante correspondente à plastificação.

$V_{Rk} = V_{pl} = 160625.8$ kgf Força cortante resistente característica.

$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 146023.45$ kgf Força cortante resistente de cálculo.

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} = 0.22 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

5. Distribuição dos conectores

Distância interconectores = 274 mm

Número total de conectores ao longo do vão: 88 mais 36 conectores extras

Distribuição: 2 linhas com 62 conectores por linha

6.1. Verificação dos espaçamentos máximos e mínimos

$$e_{\text{máx}} = 800 \text{ mm} = 800 \text{ mm}$$

$$274 \text{ mm} \leq 800 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

$$e_{\text{mín}} = 4 \cdot \phi = 76 \text{ mm}$$

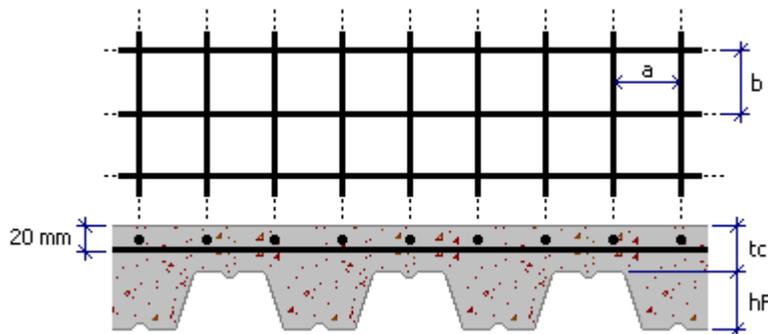
$$e_{\text{mín}} = b_f = 19 \text{ mm}$$

$$274 \text{ mm} \geq 19 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

6. Armadura adicional

7.1. Armadura de retração

Recomendações do fabricante da fôrma metálica



$$hf + tc = 250 \text{ mm}$$

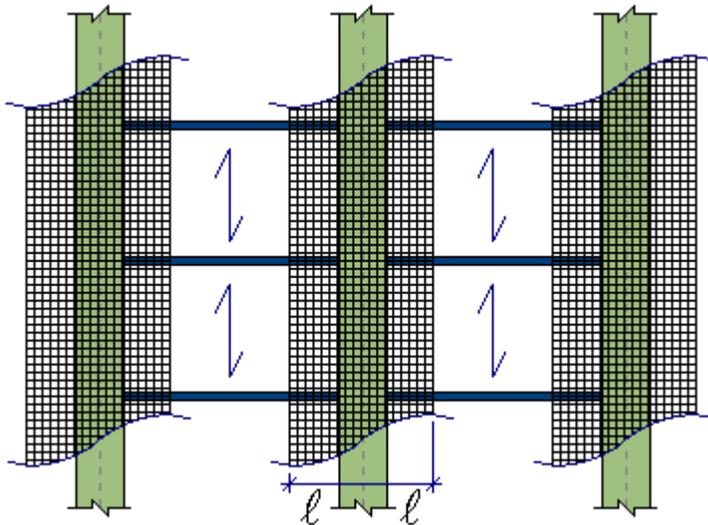
$$a = 100 \text{ mm}$$

$$b = 100 \text{ mm}$$

$$\phi = 4.2 \text{ mm}$$

7.2. Armadura de fissuração

Recomenda-se uma malha de mesmas proporções que a de retração sobre as vigas de apoio.



l = Largura de influência da armadura de fissuração

7. Armadura Transversal

8.1. Verificação da armadura Transversal

$$f_{ctk,inf} = 0,21 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 179547,48 \text{ kgf/m}^2$$

$A_{cv} = 0,17 \text{ m}^2/\text{m}$ Área de cisalhamento do concreto.

$A_s = 3,12 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{m}$ Área da armadura transversal.

Recomendações da NBR 8800:2008

$$A_s \geq 1,5 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{OK!}$$

$$A_s \geq 0,1\% \cdot A_{cv} \quad \text{OK!}$$

$$f_{sd} = \frac{f_{ys}}{1,15} = 52173912 \text{ kgf/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo do aço das barras da armadura.}$$

$A_F = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{m}$ Área da fôrma metálica.

$$f_{yFd} = \frac{f_{yF}}{1,10} = 25454546 \text{ kgf/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo da fôrma de aço incorporada.}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,40} = 1785714,25 \text{ kgf/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo do concreto.}$$

$$V_{Sds} = 36321,74 \text{ kgf/m}$$

$$V_{Rds1} = 0,6 \cdot \frac{\eta \cdot f_{ctk,inf}}{1,40} \cdot A_{cv} + A_s \cdot f_{sd} + A_F \cdot f_{yFd} = 63250,66 \text{ kgf/m}$$

$$V_{Rds2} = 0,2 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot A_{cv} + 0,6 \cdot A_F \cdot f_{yFd} = 81057,55 \text{ kgf/m}$$

$$V_{Rds} = 63250.66 \text{ kgf /m}$$

$$V_{Rds} \geq V_{Sds} \text{ OK!}$$

8.Verificação da tensão na mesa inferior

MSdGa = 0 kgf.m Momento máximo de cálculo devido a ação permanente antes da cura

MSdL = 134994.95 kgf.m Momento máximo de cálculo devido as ações depois da cura

Wa = 4241.67 cm³ Módulo elástico da seção de aço

Wef = 6048.28 cm³ Módulo elástico efetivo da seção transformada

f_{yd} = 31363636 kgf/m² Resistência de cálculo da seção de aço

$$\frac{M_{Sd,Ga}}{W_a} + \frac{M_{Sd,L}}{W_{ef}} = 22319580 \text{ kgf/m}^2$$

$$\frac{M_{Sd,Ga}}{W_a} + \frac{M_{Sd,L}}{W_{ef}} \leq f_{yd} \text{ OK!}$$

9.Peso da viga de aço e conectores

DIMENSIONAMENTO VIGA:W 610 x 155.0 com STB 120x19 a cada 274 mm

Viga	
Perfil	Peso
W 610 x 155.0	154 kgf/m
124 STB 120x19	34 kgf
Peso Total	2659 kgf

ANÁLISE

10.Dados gerais

Vão	17.05 m	Intervigas	1.5 m
Inércia Perfil	129583 cm ⁴	Inércia Viga Mista	298564.13 cm ⁴

11.Estado de Ações

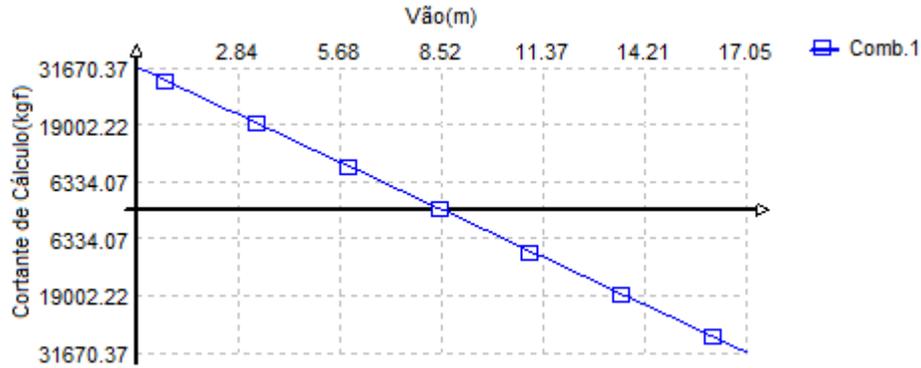
PP Viga	155 kgf/m	Forro	0 kgf/m ²
Laje de Concreto	330 kgf/m ²	Sobrecarga	500 kgf/m ²

Piso	800 kgf/m ²	Parede	0 kgf/m
------	------------------------	--------	---------

12. Cortantes:

Combinação	Cortante Máximo(kgf)	Posição(m)
Combinação 1 - Dimensionamento	31670.37	0

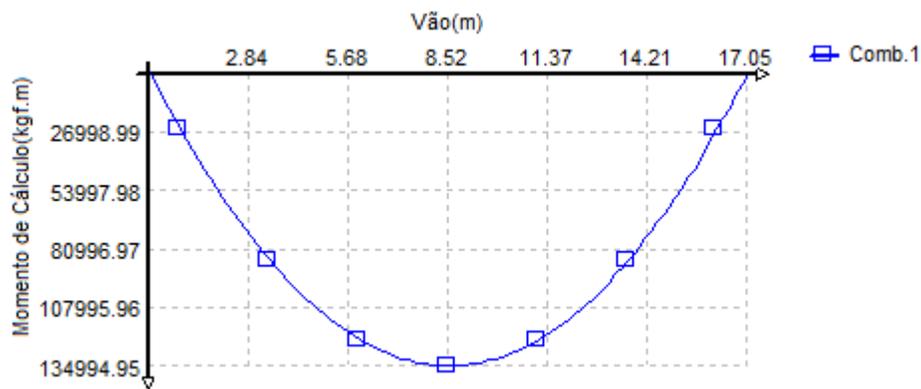
15.1. Diagrama de Cortantes:



13. Momentos:

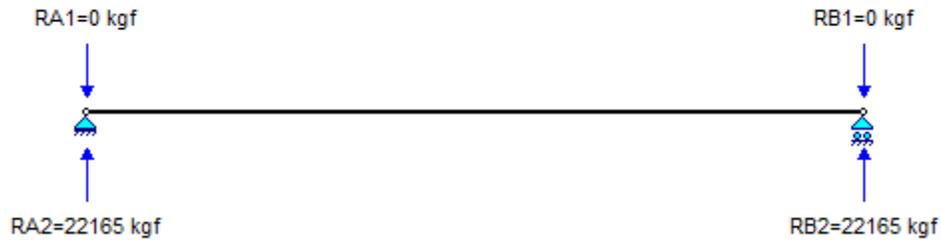
Combinação	Momento Máximo(kgf.m)	Posição(m)
Combinação 1 - Dimensionamento	134994.95	8.52

16.1. Diagrama de Momentos:



14. REAÇÕES:

17.1.Reações das combinações(sem ponderação):



17.2.Reações dos estados isolados:

Estados	RA(kgf)	RB(kgf)
AP Antes da Cura	0	0
AP Depois da Cura	15771.25	15771.25
SC Lançamento	0	0
SC Total	6393.75	6393.75

18. Diagrama de deslocamentos com Contra flecha:

$$CF = - (\delta_1 + \delta_2) = 0 \text{ mm}$$

$$\delta_T = \delta_1 + \delta_2 - CF = 47.91 \text{ mm}$$

$\delta_1 = 0 \text{ mm}$ flecha máxima devido à ação permanente no lançamento.

$\delta_2 = 47.91 \text{ mm}$ flecha máxima relacionada à ação permanente após a cura mais SC total.



19.Freqüência da Viga Mista

$E = 200000 \text{ N/mm}^2$ Módulo de elasticidade do aço
 $I_{tr} = 3185096448 \text{ mm}^4$ Inércia da seção transformada
 $W = 9.32 \text{ N/mm}$ Peso da laje de concreto sob a largura efetiva
 $L = 17050 \text{ mm}$ Vão da viga mista

$$f = 156 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_{tr}}{W \cdot L^4}} = 4.44 \text{ Hz}$$

$f > 4 \text{ Hz}$ cfe. L.3.2 da NBR 8800:2008 pra pisos residenciais e comerciais.

$f > 8 \text{ Hz}$ cfe. L.3.3 da NBR 8800:2008 para pisos de academias de ginástica ou estádios.