

ÍNDICE

1. DESCRIÇÃO	5
2. MEDIÇÃO	5
3. VERIFICAÇÃO	3

1. DESCRIÇÃO

Referências	Estacas	Geometria	Armadura
P1	Tipo: D40 Penetração: 10.0 cm	Bloco de 3 estacas Vuelo: 62 cm Altura: 85 cm Distância entre eixos de estacas: 1 m Não se considera a interação solo-estrutura	Malha inferior X: Ø12.5c/20 Malha inferior Y: Ø12.5c/20 Malha superior X: Ø12.5c/20 Malha superior Y: Ø12.5c/20 Armadura perimetral: 4Ø12.5 Viga lateral: Armadura inferior: 4Ø12.5 Armadura superior: 4Ø12.5 Estribos horizontais: 4Ø8

2. MEDIÇÃO

Referência: P1		CA-50			Total
Nome da armadura		Ø8	Ø10	Ø12.5	
Arranque - Armadura longitudinal	Comprimento (m) Peso (kg)		50x7.39 50x4.55		369.50 227.70
Armadura base - Malha inferior	Comprimento (m) Peso (kg)			11x(2.13-3.60) 11x(2.05-3.47)	33.00 31.79
Armadura base - Malha inferior	Comprimento (m) Peso (kg)			13x(0.32-2.00) 13x(0.31-1.93)	18.46 17.78
Armadura base - Malha superior	Comprimento (m) Peso (kg)			11x(2.13-3.60) 11x(2.05-3.47)	33.00 31.79
Armadura base - Malha superior	Comprimento (m) Peso (kg)			13x(1.66-3.35) 13x(1.60-3.23)	35.88 34.56
Armadura base - Armadura perimetral	Comprimento (m) Peso (kg)			4x2.46 4x2.37	9.84 9.48
Armadura base - Armadura perimetral	Comprimento (m) Peso (kg)			4x2.46 4x2.37	9.84 9.48
Armadura base - Armadura perimetral	Comprimento (m) Peso (kg)			4x2.46 4x2.37	9.84 9.48
Viga lateral - Viga 0 - Armadura inferior	Comprimento (m) Peso (kg)			4x2.05 4x1.97	8.20 7.90
Viga lateral - Viga 0 - Armadura superior	Comprimento (m) Peso (kg)			4x3.34 4x3.22	13.36 12.87
Viga lateral - Viga 0 - Estribos horizontais	Comprimento (m) Peso (kg)	8x3.00 8x1.18			24.00 9.48
Viga lateral - Viga 1 - Armadura inferior	Comprimento (m) Peso (kg)			4x2.05 4x1.97	8.20 7.90
Viga lateral - Viga 1 - Armadura superior	Comprimento (m) Peso (kg)			4x3.34 4x3.22	13.36 12.87
Viga lateral - Viga 1 - Estribos horizontais	Comprimento (m) Peso (kg)	8x3.00 8x1.18			24.00 9.48
Viga lateral - Viga 2 - Armadura inferior	Comprimento (m) Peso (kg)			4x2.05 4x1.97	8.20 7.90
Viga lateral - Viga 2 - Armadura superior	Comprimento (m) Peso (kg)			4x3.34 4x3.22	13.36 12.87
Viga lateral - Viga 2 - Estribos horizontais	Comprimento (m) Peso (kg)	8x3.00 8x1.18			24.00 9.48
Totais	Comprimento (m) Peso (kg)	72.00 28.44	369.50 227.70	214.54 206.67	462.81
Total com perdas (10.00%)	Comprimento (m) Peso (kg)	79.20 31.28	406.45 250.47	235.99 227.34	509.09

Resumo de medição (incluídas perdas de aço)

Elemento	CA-50 (kg)				Concreto (m³)		Fôrmas (m²)
	Ø8	Ø10	Ø12.5	Total	C25, em geral	Limpeza	
Referência: P1	31.28	250.47	227.34	509.09	3.08	0.36	6.20
Totais	31.28	250.47	227.34	509.09	3.08	0.36	6.20

3. VERIFICAÇÃO

ÍNDICE

1. ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO.....	5
2. CONCEITUAÇÃO.....	5
3. ARMADURA DE SUSPENSÃO.....	5
4. ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS.....	5
5. ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS	5
6. ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO	6
7. COBRIMENTO	6
8. COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO.....	7
9. ÂNGULO DE INCLINAÇÃO	8
10. TIRANTES.....	9
11. BIELAS DE COMPRESSÃO.....	9
12. CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA.....	10

Verificações: P1

1. ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

$$85.0 \text{ cm} \geq 20.0 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Espessura média do bloco : 85.0 cm

2. CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

$$h \geq (a - a_p) / 3$$

$$850.0 \text{ mm} \geq 443.9 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Onde:

h: Altura da sapata.

h : 850.0 mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção.

a : 2431.8 mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção.

a_p : 1100.0 mm

3. ARMADURA DE SUSPENSÃO

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : 1000.0 mm

3 vezes o diâmetro da estaca : 1200.0 mm

Diâmetro da estaca : 400.0 mm

4. ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm

- diâmetro da barra, do feixe ou da luva

- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 18.0 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 15.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga lateral - Armadura inferior	12.5	141.7	✓
Viga lateral - Armadura superior	12.5	141.7	✓
Viga lateral - Estribos horizontais	8.0	131.5	✓
Malha superior - Barras paralelas X	12.5	187.5	✓
Malha superior - Barras paralelas Y	12.5	187.5	✓
Malha inferior - Barras paralelas X	12.5	187.5	✓
Malha inferior - Barras paralelas Y	12.5	187.5	✓
Armadura perimetral	12.5	203.3	✓

Verificações: P1

5. ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

8.0 mm \geq 5.0 mm ✓

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Viga lateral - Estribos horizontais	8.0	✓
Armadura perimetral	12.5	✓

6. ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

586.82 kN \geq 65.26 kN ✓

Armadura adicional : 1349.7 mm²
Esforços totais : 326.30 kN

f_{yd} : Tensão de escoamento de cálculo.

f_{yd} : 434.78 Mpa

Seção	Armadura adicional (mm ²)	Esforços totais (kN)	f_{yd} (Mpa)	Passa
Corte Y-Y	1349.7	326.30	434.78	✓
Corte X-X	1472.4	326.30	434.78	✓

7. COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para $\Delta c = 10$ mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm \geq 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA I

Cobrimento nominal : 30.0 mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	40.0	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi$ barra

40.0 mm \geq 12.5 mm ✓

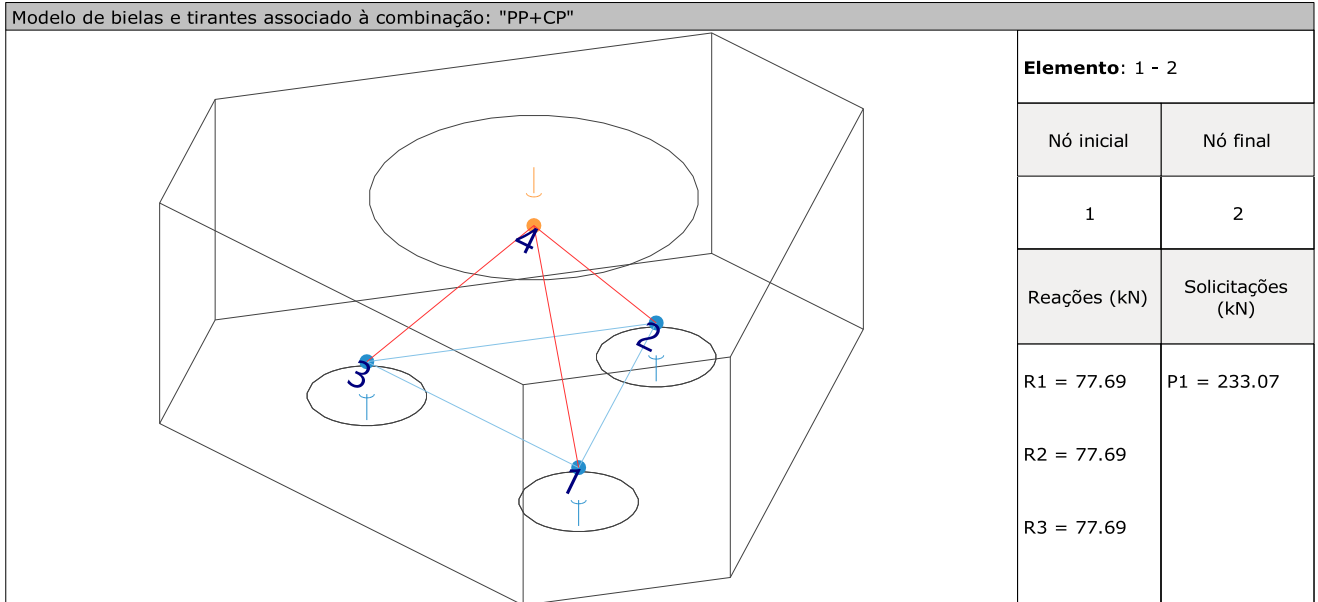
A dimensão máxima característica do agregado gráúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

Verificações: P1

a) $d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$

15.0 mm ≤ 48.0 mm ✓

8. COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO



As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.

Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b, \text{disp}} \geq l_{b, \text{nec}}$$

724.6 mm ≥ 141.0 mm ✓

Onde:

$$l_{b, \text{nec}} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s, \text{calc}}}{A_{s, \text{ef}}} \geq l_{b, \text{min}}$$

$l_{b, \text{nec}} : \underline{141.0} \text{ mm}$

$\alpha = 1$ para barras sem gancho.

$\alpha = 0.7$ para barras tracionadas com gancho, com cobrimento no plano normal ao do gancho $\geq 3\phi$

$\alpha : \underline{1.0}$

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$

$l_b : \underline{470.1} \text{ mm}$

ϕ : Diâmetro da barra ancorada.

$\phi : \underline{12.5} \text{ mm}$

f_{yd} : Tensão de escoamento de cálculo.

$f_{yd} : \underline{434.78} \text{ MPa}$

f_{bd} : Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1):

$f_{bd} : \underline{2.89} \text{ MPa}$

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

$\eta_1 = 1.0$ para barras lisas (ver Tabela 8.3).

$\eta_1 = 1.4$ para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).

$\eta_1 = 2.25$ para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

$\eta_1 : \underline{2.25}$

$\eta_2 = 1.0$ para situações de boa aderência (ver 9.3.1).

$\eta_2 = 0.7$ para situações de má aderência (ver 9.3.1).

$\eta_2 : \underline{1.0}$

$\eta_3 = 1.0$ para $\phi < 32 \text{ mm}$.

$\eta_3 = (132 - \phi)/100$, para $\phi \geq 32 \text{ mm}$.

Verificações: P1

f_{ctd} : Resistência à tração do concreto.

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$

$f_{ct,m}$: Resistência média a tração do concreto.
- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

γ_c : Coeficiente de ponderação da resistência do concreto.

$$\eta_3 : \underline{1.0}$$

$$f_{ctd} : \underline{1.28} \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,inf} : \underline{1.80}$$

$$f_{ct,m} : \underline{2.56} \text{ MPa}$$

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_c : \underline{1.4}$$

$$A_{s,calc} : \underline{97.5} \text{ mm}^2$$

$$A_{s,ef} : \underline{490.8} \text{ mm}^2$$

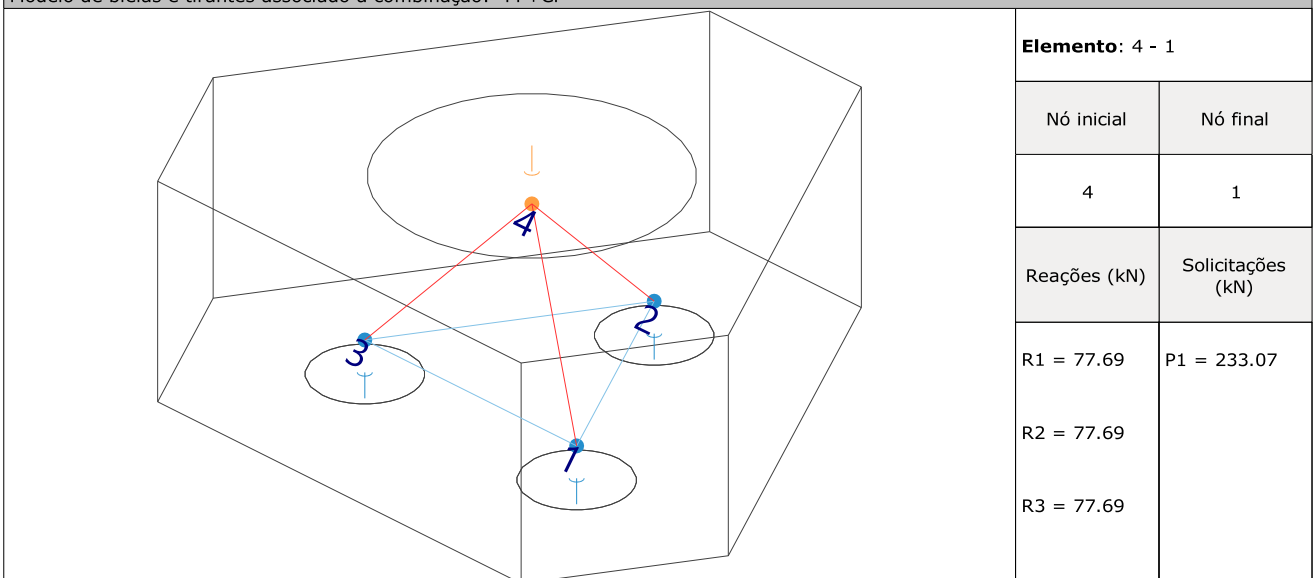
$$l_{b,min} : \underline{141.0} \text{ MPa}$$

$l_{b,min}$: Maior valor entre $0,3 l_b$, 10ϕ e 100 mm .

Tirante	ϕ (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	12.5	470.1	724.6	141.0	✓
2 - 3	12.5	470.1	724.6	141.0	✓
3 - 1	12.5	470.1	724.6	141.0	✓

9. ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP"



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$$0.57 \leq \tan \theta$$

$$0.57 \leq 1.06 \quad \checkmark$$

Onde:

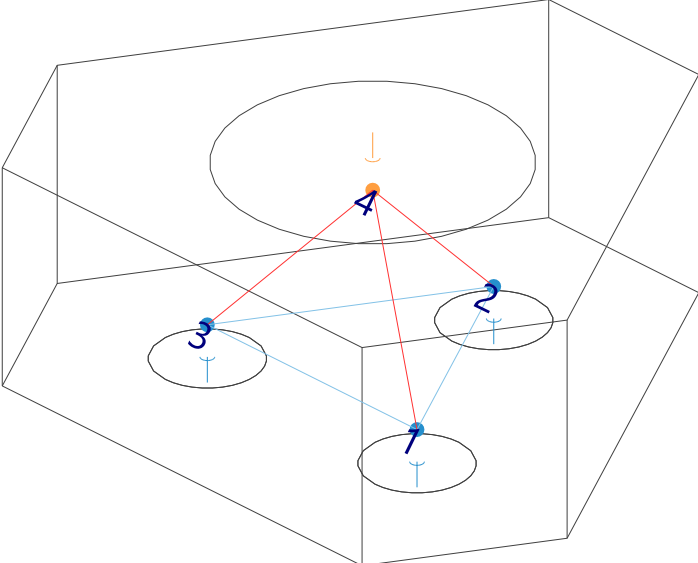
Verificações: P1

θ : Ângulo de inclinação.

θ : 46.62 °

Biela	θ (°)	$\text{tg}\theta$	Passa
4 - 1	46.62	1.06	✓
4 - 2	46.62	1.06	✓
4 - 3	46.62	1.06	✓

10. TIRANTES

Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP"	
	
Elemento: 1 - 2	
Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 108.77 R2 = 108.77 R3 = 108.77	P1 = 326.30

Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{sd}$$

$$213.39 \text{ kN} \geq 59.34 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Onde:

A_s : Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração.

A_s : 490.8 mm²

f_{yd} : Tensão de escoamento de cálculo.

f_{yd} : 434.78 MPa

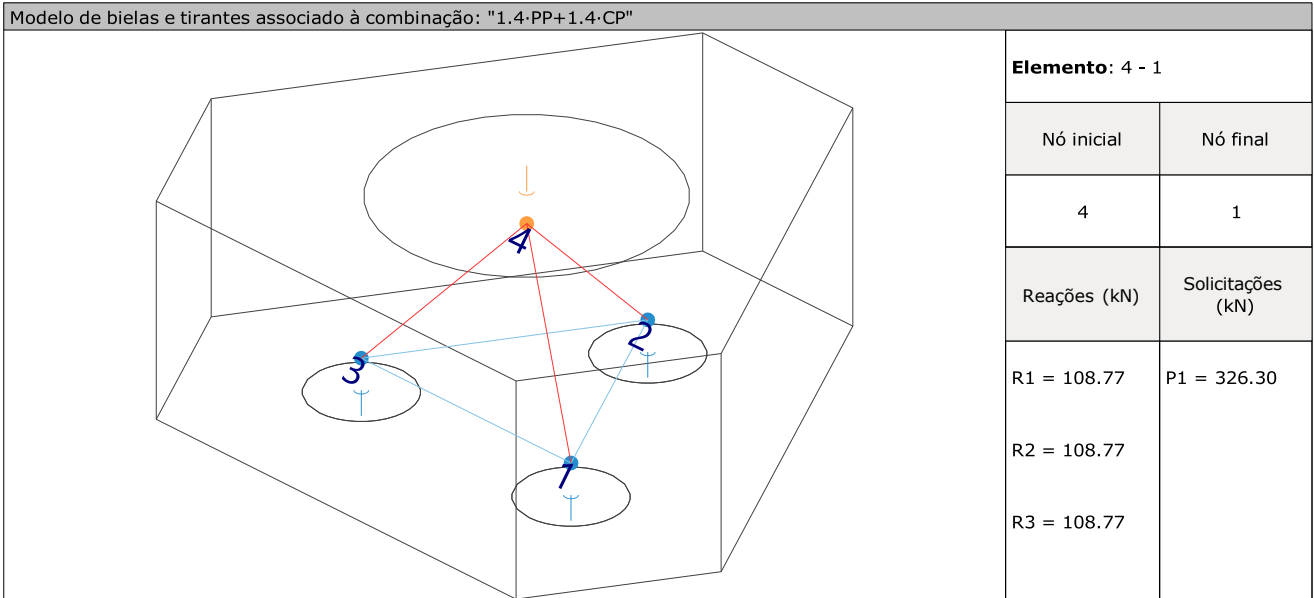
R_{sd} : Força de tração de cálculo na armadura.

R_{sd} : 59.34 kN

Tirante	A_s (mm ²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	490.8	434.78	59.34	0.278	✓
2 - 3	490.8	434.78	59.34	0.278	✓
3 - 1	490.8	434.78	59.34	0.278	✓

Verificações: P1

11. BIELAS DE COMPRESSÃO



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd2} \geq R_{cd}$$

$$842.84 \text{ kN} \geq 149.65 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Onde:

R_{cd} : Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão.

A_c : Área da seção transversal de concreto.

f_{cd2} : Bielas atravessadas por mais de um tirante, ou nós CTT ou TTT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2).

$$f_{cd2} = 0.60 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$

f_{cd} : Resistência de cálculo à compressão do concreto.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

γ_c : Coeficiente de ponderação da resistência do concreto.

$$R_{cd} : \underline{149.65} \text{ kN}$$

$$A_c : \underline{87431.9} \text{ mm}^2$$

$$f_{cd2} : \underline{9.64} \text{ MPa}$$

$$\alpha_{v2} : \underline{0.90}$$

$$f_{cd} : \underline{17.86} \text{ MPa}$$

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_c : \underline{1.4}$$

Biela	A_c (mm ²)	$A_c \cdot f_{cd2}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
4 - 1	87431.9	842.84	149.65	0.178	✓
4 - 2	87431.9	842.84	149.65	0.178	✓
4 - 3	87431.9	842.84	149.65	0.178	✓

12. CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Verificações: P1

Capacidade admissível da estaca \geq Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (t)	Carga não majorada (t)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP	12.00	10.49	✓

Maycon Henrique Moraes Rodrigues

Engº Civil - CREA 51648/MT – Departamento de Engenharia