

## Exemplo Estaca Única

### Dados

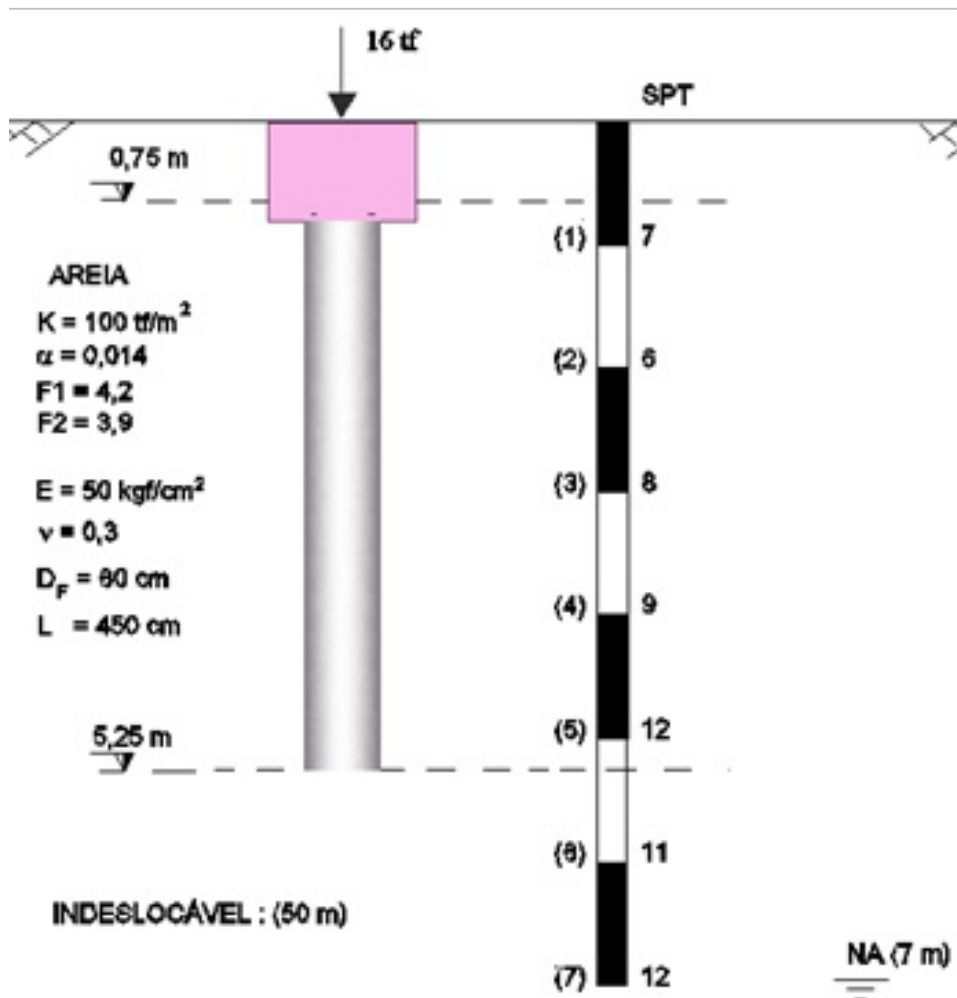
$d_f = 60 \text{ cm}$

$F1 = 4,2$

$F2 = 3,90$

Sem deformação do fuste

Método Aoki-Velloso



### Modelo A de transferência

$K = 100 \text{ tf/m}^2 = 10 \text{ kgf/cm}^2 = 0,014$

$E = 50 \text{ kgf/cm}^2 = 0,3$

### Cálculo das Cargas de Ruptura

Resistência Lateral (PL)

$$Q(z) = \frac{\alpha \cdot K \cdot N_{\text{spt}}}{F_2}$$

$$F_{\text{fuste}}(z) = Q(z) \cdot \text{Per.} \cdot (1\text{m}) \quad \text{PI}(z) = \sum F_{\text{fuste}}(z)$$

$$Q(1) = 0,014 \cdot 10 \cdot 6/3,9 = 0,21 \text{ kgf/cm}^2$$

$$F_{\text{fuste}}(1) = 0,21 \cdot (\pi \cdot 60) \cdot 100 = 4060 \text{ kgf} = 4,06 \text{ tf}$$

$$\text{PI}(1) = 4,06 \text{ tf}$$

$$Q(2) = 0,014 \cdot 10 \cdot 8/3,9 = 0,29 \text{ kgf/cm}^2$$

$$F_{\text{fuste}}(2) = 0,29 \cdot (\pi \cdot 60) \cdot 100 = 5413 \text{ kgf} = 5,41 \text{ tf}$$

$$\text{PI}(2) = 4,06 + 5,41 = 9,47 \text{ tf}$$

$$Q(3) = 0,014 \cdot 10 \cdot 9/3,9 = 0,32 \text{ kgf/cm}^2$$

$$F_{\text{fuste}}(3) = 0,32 \cdot (\pi \cdot 60) \cdot 100 = 6090 \text{ kgf} = 6,09 \text{ tf}$$

$$\text{PI}(3) = 9,47 + 6,09 = 15,56 \text{ tf}$$

$$Q(4) = 0,014 \cdot 10 \cdot 12/3,9 = 0,43 \text{ kgf/cm}^2$$

$$F_{\text{fuste}}(4) = 0,43 \cdot (\pi \cdot 60) \cdot 100 = 8120 \text{ kgf} = 8,12 \text{ tf}$$

$$\text{PI}(4) = 15,56 + 8,12 = 23,68 \text{ tf}$$

$$Q(5) = 0,014 \cdot 10 \cdot 11/3,9 = 0,39 \text{ kgf/cm}^2$$

$$F_{\text{fuste}}(5) = 0,39 \cdot (\pi \cdot 60) \cdot 100 = 7444 \text{ kgf} = 7,44 \text{ tf}$$

$$\text{PI}(5) = 23,68 + 7,44 = 31,13 \text{ tf}$$

Resistência Ponta (PP)

$$PP = A \cdot r_p = A \cdot \frac{K \cdot N_{spt}}{F1}$$

$$A = \pi/4 \cdot D_{base}^2 = \pi/4 \cdot 60^2 = 2827 \text{ cm}^2$$

$$PP(1) = 2827 \cdot 10 \cdot 6/4,2 = 40392 \text{ kgf} = 40,39 \text{ tf}$$

$$PP(2) = 2827 \cdot 10 \cdot 8/4,2 = 53856 \text{ kgf} = 53,86 \text{ tf}$$

$$PP(3) = 2827 \cdot 10 \cdot 9/4,2 = 60588 \text{ kgf} = 60,59 \text{ tf}$$

$$PP(4) = 2827 \cdot 10 \cdot 12/4,2 = 80784 \text{ kgf} = 80,78 \text{ tf}$$

$$PP(5) = 2827 \cdot 10 \cdot 11/4,2 = 74052 \text{ kgf} = 74,05 \text{ tf}$$

Mecanismo de Transferência Axial de Carga

Projeto Estaca\_unica\_modelo\_A

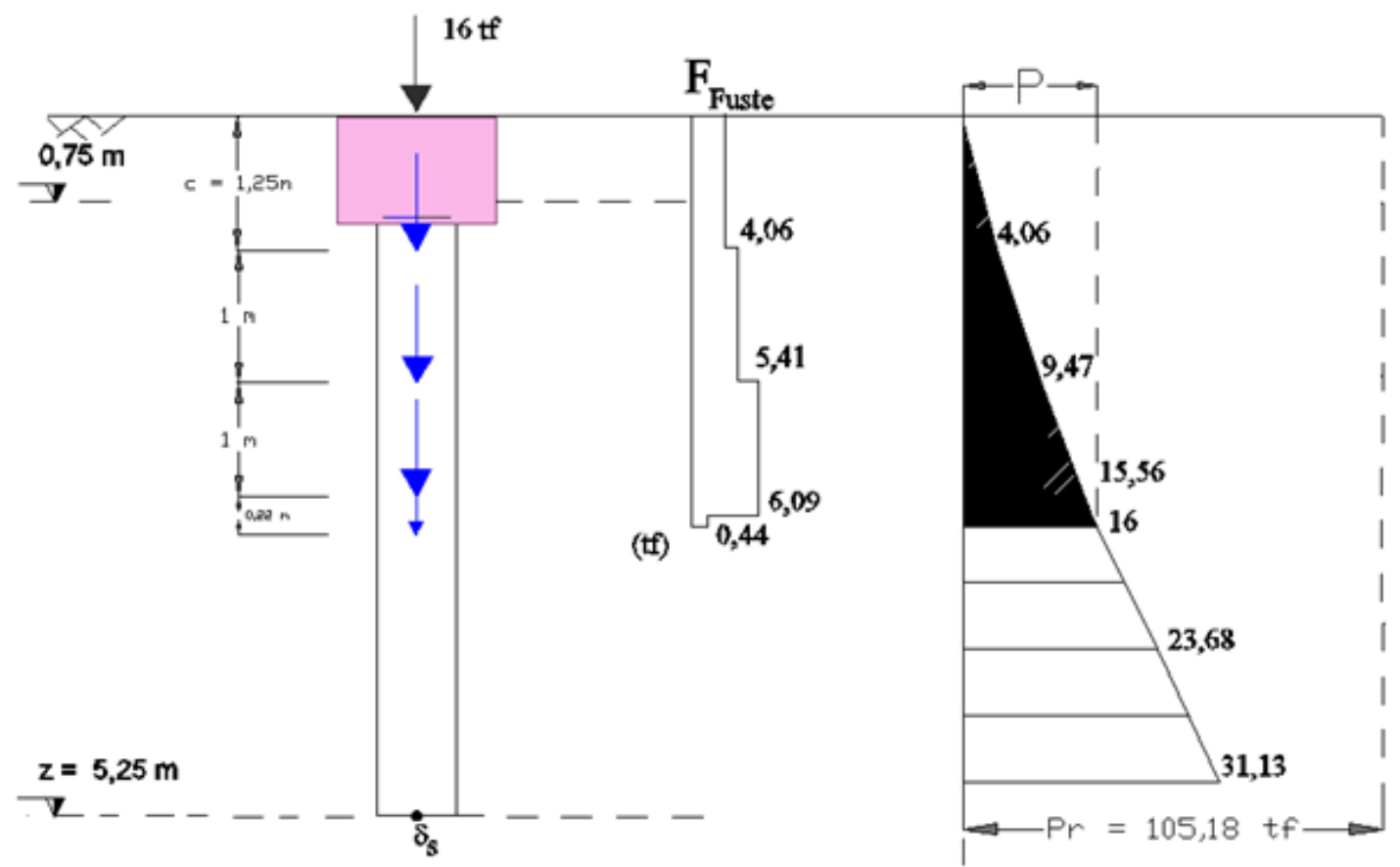
Mobiliza o fuste com força lateral de ruptura PL(z) até P = 16 tf

$$F_{fuste}(1,25) = 4,06 \text{ tf}$$

$$F_{fuste}(3,25) = 15,56 - 9,47 = 6,09 \text{ tf}$$

$$F_{fuste}(2,25) = 9,47 - 4,06 = 5,41 \text{ tf}$$

$$F_{fuste}(4,47) = 16 - 15,56 = 0,44 \text{ tf}$$



### Recalque da base da Estaca – Equação de Mindlin

$$\delta_z = \frac{P \cdot (1 + \nu)}{8 \cdot \pi \cdot E \cdot (1 - \nu)} \left[ \frac{3 - 4\nu}{R_1} + \frac{8(1 - \nu)^2 - (3 - 4\nu)}{R_2} + \frac{(z - c)^2}{R_1^3} + \frac{(3 - 4\nu)(z + c)^2 - 2 \cdot c \cdot z}{R_2^3} + \frac{6 \cdot c \cdot z \cdot (z + c)^2}{R_2^5} \right]$$

$$R_1 = \sqrt{R^2 + (z - c)^2} \quad R_1 = \sqrt{R^2 + (z - c)^2}$$

$$R_2 = \sqrt{R^2 + (z + c)^2} \quad R_2 = \sqrt{R^2 + (z + c)^2}$$

$$E = 50 \text{ kgf/cm}^2 \quad \nu = 0,3 \quad z = 5,25 \text{ m} \quad R = 0$$

$$a) \quad c = 1,25 \text{ m}$$

$$\delta_s = 0,084 \text{ cm}$$

$$F_{fuste}(1,25) = 4,06 \text{ tf}$$

$$b) \quad c = 2,25 \text{ m}$$

$$\delta_s = 0,125 \text{ cm}$$

$$F_{fuste}(2,25) = 5,41 \text{ tf}$$

c) c = 3,25 m

$$\delta_s = 0,178 \text{ cm}$$

$$F_{fuste}(3,25) = 6,09 \text{ tf}$$

d) c = 4,25 m

$$\delta_s = 0,022 \text{ cm}$$

$$F_{fuste}(4,25) = 0,44 \text{ tf}$$

$$\delta_s = 0,084 + 0,125 + 0,178 + 0,022 = 0,41 \text{ cm}$$

Cálculo de CRVestaca

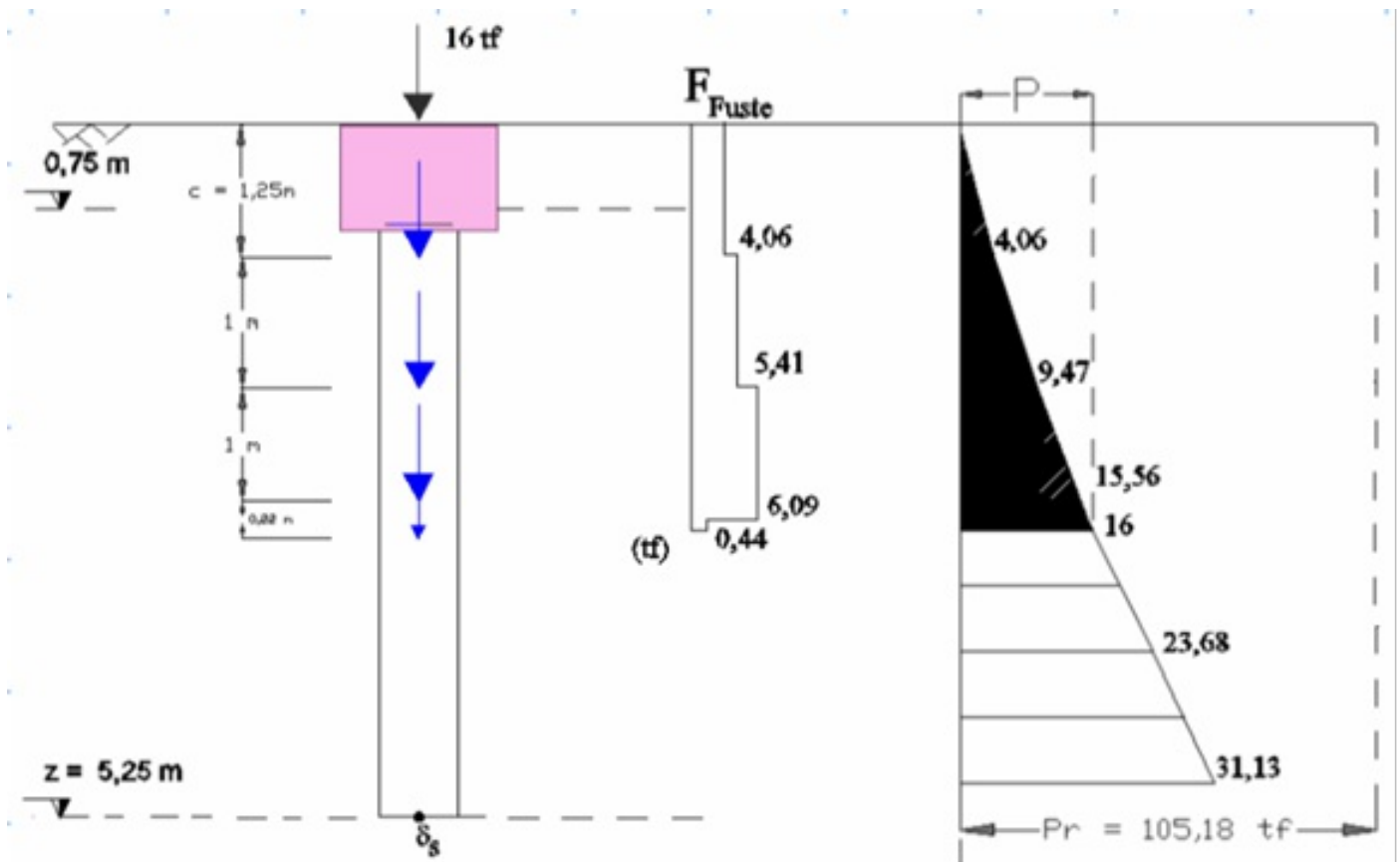
$$k_{fuste}(z) = \frac{F_{fuste}(z)}{\delta_s}$$

$$k_{fuste1} = \frac{4,06}{4,1 \cdot 10^{-3}} = 990 \text{ tf /m}$$

$$k_{fuste2} = \frac{5,41}{4,1 \cdot 10^{-3}} = 1319 \text{ tf /m}$$

$$k_{fuste3} = \frac{6,09}{4,1 \cdot 10^{-3}} = 1485 \text{ tf/m}$$

$$k_{fuste4} = \frac{0,44}{4,1 \cdot 10^{-3}} = 107 \text{ tf/m}$$



| ESTACA: 1 Força Normal na Estaca (Topo): 16.00 |         |                       |         |       |       |        | COTA DE ARRASAMENTO DA ESTACA: |           |          |
|------------------------------------------------|---------|-----------------------|---------|-------|-------|--------|--------------------------------|-----------|----------|
| SPT                                            | COTA[m] | K(tf/m <sup>2</sup> ) | ALFA(°) | PL    | PP    | PTOTAL | CRV(tf/m)                      | CRH(tf/m) | RecTotal |
| 6                                              | -1.75   | 100.0                 | 1.4     | 4.06  | 40.39 | 44.45  | 966.                           | 260.      | .420     |
| 8                                              | -2.75   | 100.0                 | 1.4     | 9.47  | 53.86 | 63.33  | 1288.                          | 520.      | .420     |
| 9                                              | -3.75   | 100.0                 | 1.4     | 15.56 | 60.59 | 76.15  | 1449.                          | 780.      | .420     |
| 12                                             | -4.75   | 100.0                 | 1.4     | 23.68 | 80.78 | 104.47 | 161.                           | 1040.     | .420     |
| 11                                             | -5.25   | 100.0                 | 1.4     | 31.13 | 74.05 | 105.18 | 0.                             | 1300.     | .420     |

$$k_{fuste1} = \frac{4,06}{4,1 \cdot 10^{-3}} = 990 \text{ tf / m}$$

$$k_{fuste2} = \frac{5,41}{4,1 \cdot 10^{-3}} = 1319 \text{ tf / m}$$

$$k_{fuste3} = \frac{6,09}{4,1 \cdot 10^{-3}} = 1485 \text{ tf / m}$$

$$k_{fuste4} = \frac{0,44}{4,1 \cdot 10^{-3}} = 107 \text{ tf / m}$$

$\delta_s = 0,41 \text{ cm}$

EDITW [Projeto Estaca\_unica\_modelo\_A - 0001 - SistCrvh.lst]

Arquivos Editar Formatar Visualizar Exibir Ajuda



RELATÓRIO DE VALORES DE CRV E CRH CALCULADOS

S I S E - MÓDULO DE ESTACAS

V16.00.020

PROJETO: Estaca\_unica\_modelo\_A

NÚMERO: 1

T Q S INFORMATICA LTDA

DATA: 31/05/2010 14:24

NomeBloco=B1 NumBloco= 1

[tf] [cm]

DADOS DO BLOCO

DimX DimY H ALFA(Graus) Xcg Ycg

120.0 120.0 30.0 .0 196.2 25.0

NOME PILAR BASE: P1 X: 196.2 Y: 25.0 TOTAL DE ESTACAS: 1

Força Normal (Bloco): 20.10

ESTACA 1 DiamFuste: 60.0 DiamBase 60.0 CotaArrasam [m] -.8 CotaAssentam [m] -5.3

TIPO: STRAUSS

SONDAGEM: SONDAGEM MAIS PRÓXIMA: SP1

MÉTODO CAPACIDADE DE CARGA E CÁLCULO DE CRV: AOKI-VELLOSO F1= 4.20 F2= 3.90

DEFORMAÇÃO DO FUSTE: NÃO

MÉTODO CÁLCULO CRH: Kh-Nh

CONSIDERA EFEITO DE GRUPO APENAS ENTRE AS ESTACAS DO MESMO BLOCO

ESTACA: 1 Força Normal na Estaca (Topo): 16.00 COTA DE ARRASAMENTO DA ESTACA: -.75

SPT COTA[m] K(tf/m2) ALFA(°) PL PP PTOTAL CRV(tf/m) CRH(tf/m) RecTotal RecFuste RecPonta Deformação

6 -1.75 100.0 1.4 4.06 40.39 44.45 966. 260. .420 .420 .000 .000

8 -2.75 100.0 1.4 9.47 53.86 63.33 1288. 520. .420 .420 .000 .000

9 -3.75 100.0 1.4 15.56 60.59 76.15 1449. 780. .420 .420 .000 .000

12 -4.75 100.0 1.4 23.68 80.78 104.47 161. 1040. .420 .420 .000 .000

11 -5.25 100.0 1.4 31.13 74.05 105.18 0. 1300. .420 .420 .000 .000

## Modelo B de transferência

Projeto Estaca\_unica\_modelo\_B

Mobiliza todo o fuste:  $P < P_I$

$$F_{fuste}(z) = \frac{P}{PL} \cdot [PL(z) - PL(z-1)]$$

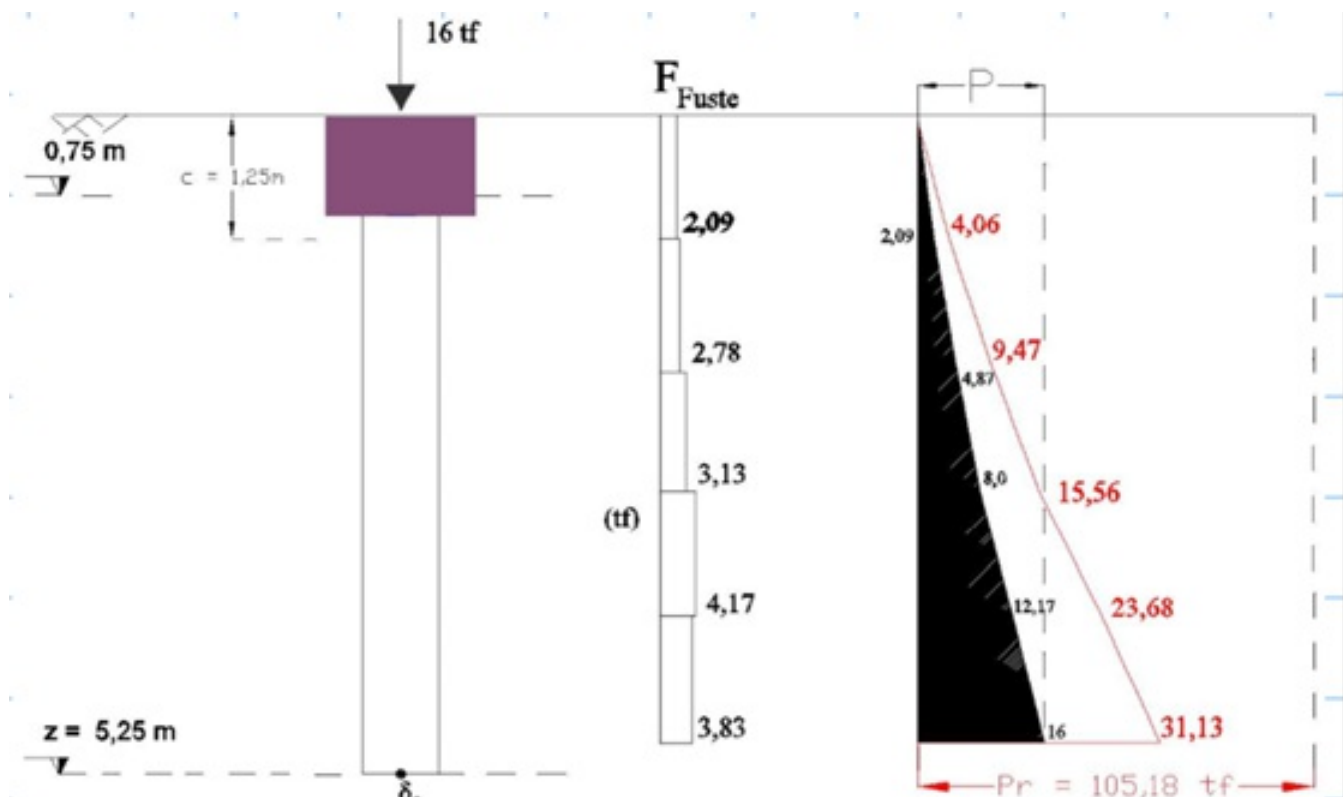
$$F_{fuste}(1,25) = \frac{16}{31,13} \cdot [4,06] = 2,09 \text{ tf}$$

$$F_{fuste}(2,25) = \frac{16}{31,13} \cdot [9,47 - 4,06] = 2,78 \text{ tf}$$

$$F_{fuste}(3,25) = \frac{16}{31,13} \cdot [15,56 - 9,47] = 3,13 \text{ tf}$$

$$F_{fuste}(4,25) = \frac{16}{31,13} \cdot [23,68 - 15,56] = 4,17 \text{ tf}$$

$$F_{fuste}(5,25) = \frac{16}{31,13} \cdot [31,13 - 23,68] = 3,83 \text{ tf}$$





## Recalque da base da Estaca – Equação de Mindlin

$$\delta_z = \frac{P \cdot (1+\nu)}{8 \cdot \pi \cdot E \cdot (1-\nu)} \left[ \frac{3-4\nu}{R_1} + \frac{8(1-\nu)^2 - (3-4\nu)}{R_2} + \frac{(z-c)^2}{R_1^3} + \frac{(3-4\nu)(z+c)^2 - 2 \cdot c \cdot z}{R_2^3} + \frac{6 \cdot c \cdot z (z+c)^2}{R_2^5} \right]$$

$$R_2 = \sqrt{R^2 + (z+c)^2} \quad R_2 = \sqrt{R^2 + (z+c)^2}$$

$$R_1 = \sqrt{R^2 + (z-c)^2} \quad R_1 = \sqrt{R^2 + (z-c)^2}$$

$$E = 50 \text{ kgf/cm}^2 = 0,3$$

$$z = 5,25 \text{ m}$$

$$R = 30 \text{ cm}$$

$$\text{a) } c = 1,25 \text{ m}$$

$$\delta_s = 0,043 \text{ cm}$$

$$F_{\text{fuste}}(1,25) = 2,09 \text{ tf}$$

$$\text{b) } c = 2,25 \text{ m}$$

$$\delta_s = 0,064 \text{ cm}$$

$$F_{\text{fuste}}(2,25) = 2,78 \text{ tf}$$

$$\text{c) } c = 3,25 \text{ m}$$

$$\delta_s = 0,090 \text{ cm}$$

$$F_{\text{fuste}}(3,25) = 3,13 \text{ tf}$$

$$\text{d) } c = 4,25 \text{ m}$$

$$\delta_s = 0,192 \text{ cm}$$

$$F_{\text{fuste}}(4,25) = 4,17 \text{ tf}$$

$$\text{e) } c = 5,25 \text{ m}$$

$$\delta_s = 0,366 \text{ cm}$$

$$F_{\text{fuste}}(5,25) = 3,83 \text{ tf}$$

$$\delta_s = 0,755 \text{ cm}$$

Cálculo de CRVestaca

$$k_{\text{fuste}}(z) = \frac{F_{\text{fuste}}(z)}{\delta_s}$$

$$k_{\text{fuste1}} = \frac{2,09}{7,6 \cdot 10^{-3}} = 277 \text{ tf /m}$$

$$k_{\text{fuste2}} = \frac{2,78}{7,6 \cdot 10^{-3}} = 368 \text{ tf /m}$$

$$k_{\text{fuste3}} = \frac{3,13}{7,6 \cdot 10^{-3}} = 415 \text{ tf /m}$$

$$k_{\text{fuste4}} = \frac{4,17}{7,6 \cdot 10^{-3}} = 552 \text{ tf /m}$$

$$k_{\text{fuste5}} = \frac{3,82}{7,6 \cdot 10^{-3}} = 507 \text{ tf /m}$$

$$\delta_s = 0,755 \text{ cm}$$

| ESTACA: 1 Força Normal na Estaca (Topo): 16.00 |         |          |         |       |       |        | COTA DE ARRASAMENTO DA ESTACA: -.75 |           |          |
|------------------------------------------------|---------|----------|---------|-------|-------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| SPT                                            | COTA[m] | K(tf/m2) | ALFA(%) | PL    | PP    | PTOTAL | CRV(tf/m)                           | CRH(tf/m) | RecTotal |
| 6                                              | -1.75   | 100.0    | 1.4     | 4.06  | 40.39 | 44.45  | 276.                                | 260.      | .756     |
| 8                                              | -2.75   | 100.0    | 1.4     | 9.47  | 53.86 | 63.33  | 368.                                | 520.      | .756     |
| 9                                              | -3.75   | 100.0    | 1.4     | 15.56 | 60.59 | 76.15  | 414.                                | 780.      | .756     |
| 12                                             | -4.75   | 100.0    | 1.4     | 23.68 | 80.78 | 104.47 | 552.                                | 1040.     | .756     |
| 11                                             | -5.25   | 100.0    | 1.4     | 31.13 | 74.05 | 105.18 | 506.                                | 1300.     | .756     |

EDITW - [Projeto Estaca\_unica\_modelo\_B - 0001 - SftCrvh.txt]

Arquivos Editar Formatar Visualizar Editar Ajuda



RELATÓRIO DE VALORES DE CRV E CRH CALCULADOS

S I S E - MÓDULO DE ESTACAS

V16.00.020

PROJETO: Estaca\_unica\_modelo\_B

NÚMERO: 1

T Q S INFORMATICA LTDA

DATA: 31/05/2010 14:28

NomeBloco=B1

NumBloco= 1

[tf] [cm]

DADOS DO BLOCO

DímX DímY M ALFA(Gráus) Xcg Ycg

120.0 120.0 30.0 .0 196.2 25.0

NOME PILAR BASE: P1 X: 196.2 Y: 25.0 TOTAL DE ESTACAS: 1

Força Normal (Bloco): 20.10

ESTACA 1 DiamFuste: 60.0 DiamBase 60.0 CotaArrasam [m] -.8 CotaAssentam [m] -5.3

TIPO: STRAUSS

SONDAGEM: SONDAGEM MAIS PRÓXIMA: SP1

MÉTODO CAPACIDADE DE CARGA E CÁLCULO DE CRV: AOKI-VELLOSO F1= 4.20 F2= 3.90

DEFORMAÇÃO DO FUSTE: NÃO

MÉTODO CÁLCULO CRH: Fh-Nh

CONSIDERA EFEITO DE GRUPO APENAS ENTRE AS ESTACAS DO MESMO BLOCO

ESTACA: 1 Força Normal na Estaca (Topo): 16.00 COTA DE ARRASAMENTO DA ESTACA: -.75

SPT COTA[m] K(tf/m2) ALFA(%) PL PF PTOTAL CRV(tf/m) CRH(tf/m) RecTotal RecFuste RecPonta Deformação

6 -1.75 100.0 1.4 4.06 40.39 44.45 276. 260. .756 .756 .000 .000

8 -2.75 100.0 1.4 9.47 53.86 63.33 368. 520. .756 .756 .000 .000

9 -3.75 100.0 1.4 15.56 60.59 76.15 414. 780. .756 .756 .000 .000

12 -4.75 100.0 1.4 23.68 80.78 104.47 552. 1040. .756 .756 .000 .000

11 -5.25 100.0 1.4 31.13 74.05 105.18 506. 1300. .756 .756 .000 .000