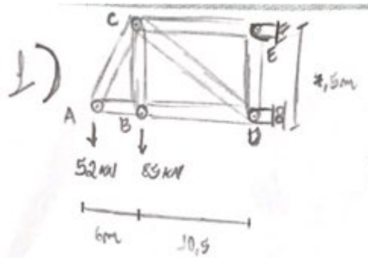
1)

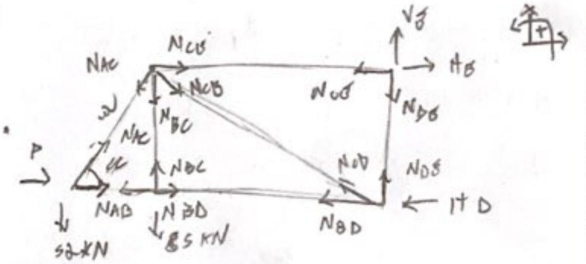


Área das barras: 1600 mm²

E = 200 GPa

a = 9,60 m

b = 12,90 m



$N_{AB} + N_{AC} \cdot \cos 51,34° = 0$	REAÇÕES DOS NÓS	$\sum F_V = 0 \Rightarrow V_E - 52 - 85 = 0 \Rightarrow V_E = 137kN$
$+P - 52 + N_{AC} \cdot \operatorname{sen} 51,34° = 0$	$\sum F_{VE} = 0 \Rightarrow N_{DE} = V_E = 137kN$	$\sum M_P = 0 \Rightarrow -(M_D \cdot 7,5) + (85 \cdot 10,5) + (52 \cdot 16,5) + (P \cdot 7,5) = 0$
$N_{BD} - N_{AB} = 0$	$\sum F_{HE} = 0 \Rightarrow N_{CE} = H_E = 233,4kN$	$M_D = (233,4 + P)\ kN$
$N_{BC} - 85 = 0$	$\sum F_{VD} = 0 \Rightarrow N_{CD} = -235,70kN$	
$N_{CE} + N_{DC} \cdot \cos 35,54° - N_{AC} \cdot \cos 38,66° = 0$	$\sum F_{HD} = 0 \Rightarrow N_{BD} = (-41,6 - P)kN$	$\sum F_H = 0 \Rightarrow M_E - M_D + P = 0 \quad M_E = 233,4\ kN$
$-N_{BC} - N_{DC} \cdot \operatorname{sen} 35,54° - N_{AC} \cdot \operatorname{sen} 38,66° = 0$	$\sum F_{VB} = 0 \Rightarrow N_{BC} = 85kN$	
$-N_{BD} - N_{DC} \cdot \cos 35,54° - H_D = 0$	$\sum F_{HB} = 0 \Rightarrow N_{BD} = -41,6 - P$	
$-N_{CE} - H_E = 0 \mid N_{DE} - V_E = 0$	$\sum F_{VA} = 0 \Rightarrow N_{AC} = 66,59kN$	

DESLOCAMENTO GERADO POR CADA BARRA, PELO TEOREMA DE CASTIGLIANO:

$$\Delta_b = \int_0^L \frac{N_i}{EA} \cdot \frac{dN_i}{dP}\, dx$$

COMO N NÃO É FUNÇÃO DE x:

$$\Delta_b = \frac{N_i}{EA} \cdot \frac{dN_i}{dP} \int_0^L dx$$

; Δb = deslocamento nas barras.

$$\Delta_b = \frac{N_i}{EA} \cdot \frac{dN_i}{dP} \cdot L$$

PARA O DESLOCAMENTO NO NÓ A, P=0 e $E = 2 \cdot 10^8\ kPa$ e $A = 0,0016\ m^2$

$$\Delta_{AB} = \frac{N_{AB}}{EA} \cdot \frac{dN_{AB}}{dP} (6) = 0,00078\ m$$

$$\Delta_{BC} = \frac{N_{BC}}{EA} \cdot \frac{dN_{BC}}{dP} \cdot (7,5) = 0$$

$$\Delta_{CD} = \frac{N_{CD}}{EA} \cdot \frac{dN_{CD}}{dP} \cdot (12,9) = 0$$

$$\Delta_{DE} = \frac{N_{DE}}{EA} \cdot \frac{dN_{DE}}{dP} \cdot (7,5) = 0$$

$$\Delta_{BD} = \frac{N_{BD}}{EA} \cdot \frac{dN_{BD}}{dP} \cdot (10,5) = 0,001365\ m$$

$$\Delta_{CE} = \frac{N_{CE}}{EA} \cdot \frac{dN_{CE}}{dP} \cdot (10,5) = 0$$

$$\Delta_{AC} = N_{AC} \cdot \frac{dN_{AC}}{dP} \cdot \frac{dN_{AC}}{dP} \cdot (9,6) = 0$$

João Gabriel Rocha Vandrilis

$\Delta = \Delta_{AB} + \Delta_{BC} + \Delta_{CD} + \Delta_{DB} + \Delta_{BD} + \Delta_{CB} + \Delta_{AC}$

$\Delta = 0,00078 + 0,001365$

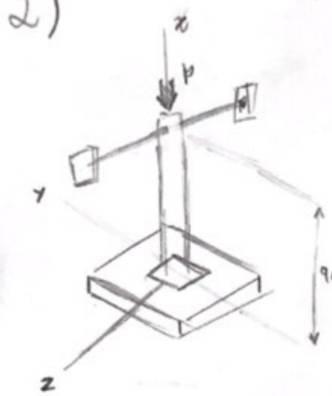
$\Delta = 2,145 \cdot 10^{-3}\ m$

$\Delta = 2,145\ mm$

PORTANTO, O DESLOCAMENTO NO PONTO A É 2,145mm NO SENTIDO DE P.

João Gabriel Rocha Vandrebi

2)

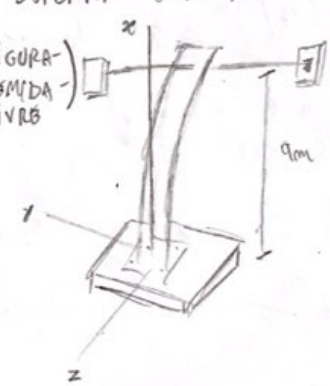


$\sigma_{adm} = 250$ MPa
$E = 200$ GPa
$I_z = 128 \cdot 10^6$ mm^4 $\quad z \Rightarrow$ EIXO FORTE
$I_y = 18,4 \cdot 10^6$ mm^4 $\quad y \Rightarrow$ EIXO FRACO
$r_z = 130$ mm
Coeficiente de segurança contra flambagem = 2

*FLAMBAGEM SOBRE O EIXO FORTE

A COLUNA PODE FLAMBAR EM TORNO DO SEU EIXO FORTE, RESULTANDO EM UMA FORMA EM QUE A COLUNA SE DOBRA EM TORNO DO EIXO DE SEU EIXO z E DESVIA NO PLANO x-y. PARA ESSA FORMA DE FLAMBAGEM, A BASE DA COLUNA É FIXA E SUA EXTREMIDADE SUPERIOR É LIVRE

FATOR DE COMPRIMENTO EFETIVO VARIADO: $k_z = 2,0$ (VISTO QUE A CONFIGURAÇÃO É ENGASTE/EXTREMIDADE LIVRE)
COMPRIMENTO EFETIVO DA COLUNA $(KL)_z = (2,0)(9m) = 18m$
LOGO, PODEMOS ENCONTRAR A CARGA CRÍTICA DE FLAMBAGEM



$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E I_z}{(KL)_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot (200\,000 \text{ N/mm}^2) \cdot (128 \cdot 10^6 \text{ mm}^4)}{\left((2)(9m)(1000 \text{ mm/m})\right)^2}$$

$P_{cr} = 779\,821$ N
$P_{cr} = 780$ kN

PORTANTO, A PROPORÇÃO (ÍNDICE) EFETIVA DE ESBELTEZ PARA A FLAMBAGEM EM TORNO DO EIXO FORTE É:

$$(KL/r)_z = \frac{(2)(9m)(1000 \text{ mm/m})}{(130 \text{ mm})} = 138,5$$

UTILIZOU-SE DEVIDO AO FATO DE QUE O EIXO z É O EIXO DE MAIOR RESISTÊNCIA DO SISTEMA ESTRUTURAL TERÁ O MAIOR VALOR DE $k \rightarrow$ ENGASTE LIVRE $/k=2$. Para calcular a flambagem no eixo y, teríamos um valor de k igual ou menor.

João Gabriel Rocha Vandrelli

* TENSÃO CRÍTICA

LOGO, A TENSÃO CRÍTICA NA COLUNA É DADA POR:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} = \frac{\pi^2 (200\,000 \text{ MPa})}{(138,5)^2} = 102,9 \text{ MPa} < \underset{\sigma_{adm}}{\underset{\shortparallel}{250 \text{ MPa}}}$$

VISTO QUE A TENSÃO CRÍTICA É MENOR QUE A ADMISSÍVEL, OS CALCULOS DE CARGA CRÍTICA TORNAM-SE VÁLIDOS.

UTILIZANDO OS CRITÉRIOS DE ESTABILIDADE

$$\sigma \leq \frac{\sigma_{cr}}{n_p} \quad ; \quad \text{SABENDO QUE } \sigma = \frac{P}{A} \text{ e } \sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A}$$

ASSIM,

$$\frac{P}{A} \leq \frac{P_{cr}}{A \cdot n_p} \Longrightarrow P \leq \frac{P_{cr}}{n_p}$$

COMO $P_{cr} = 779,821 \text{ kN}$ e $n_p = 2$

$$P \leq \frac{779,821}{2}$$

$$P \leq 389,91 \text{ kN}$$

ASSIM, PARA TODO O SISTEMA A CARGA ADMISSÍVEL É DE $P_{adm} = 389,91 \text{ kN}$

João Gabriel Rocha Vanderlei