Parte 3 – Questões de Resistência dos Materiais

43.(POL.CIVIL-RJ/IBFC/2013) Em uma visita a um galpão industrial, verificou-se que uma das peças da sua estrutura deveria ser analisada quanto à variação das suas dimensões. Esta peça, cujo módulo de elasticidade longitudinal é de 200 GPa (gigapascal), sofre um carregamento axial de compressão P de 200 kN (quilonewtons), aplicado no centroide da seção. A dimensão do comprimento é a = 2m (metros) e as dimensões da seção transversal são b = 100 mm (milímetros) e c = 200 mm (milímetros), conforme esquematizado na figura 5 a seguir.

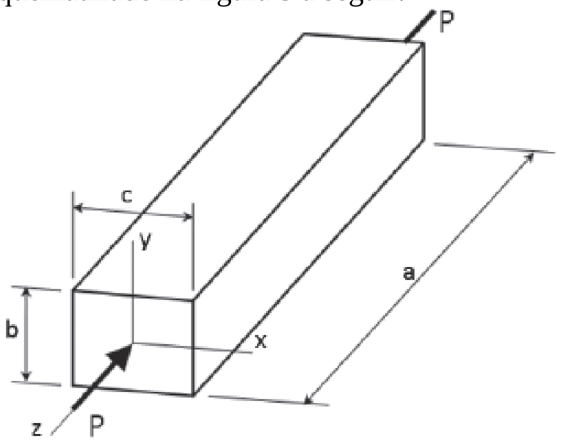


Figura 5. Representação da peça a ser analisada

Sabendo-se que o material se comporta elasticamente e que o coeficiente de Poisson desse material é 0,5, as variações em módulo dos comprimentos δa, δb e δc, em milímetros, são respectivamente:

A) δa = 0,1mm; δb = 0,0025mm; δc = 0,005mm
B) δa = 0,1mm; δb = 0,0000025mm; δc = 0,000005mm
C) δa = 100mm; δb = 2,5mm; δc = 5mm
D) δa = 0,00001mm; δb = 0,0025mm; δc = 0,005mm
E) δa = 1mm; δb = 0,025mm; δc = 0,05mm

Resolução:

Para um ponto material da barra, no caso de compressão (solicitação axial), não existe força nos eixos x e y, então: $\sigma_Y = \sigma_X = 0$. A tensão (σ_Z) aplicada na direção da força de compressão é dada como o quociente entre a força pela área da seção transversal ($\sigma_Z < 0$).

Para a compressão axial, o comprimento da peça diminui no sentido axial ($\varepsilon_Z < 0$), pois $\sigma_Z < 0$, e aumenta nos outros sentidos ($\varepsilon_X > 0$ e $\varepsilon_Y > 0$), pois $\sigma_X = \sigma_Y = 0$. Logo, para uma solicitação de compressão axial ($\varepsilon_x > 0$, $\varepsilon_y > 0$ e $\varepsilon_z < 0$).

A tensão (σ_Z) aplicada na direção da força (F) é dada como o quociente entre a força F pela área da seção transversal (0,1m x 0,2m), ou seja: $\sigma_Z = - F / A = - 200.\ 10^3$ N / (0,1m x 0,2m) = $- 10^7$ N/m^2

Considerando-se que o corpo sofrerá deformações elásticas nas três direções, aplica-se o conceito de lei de Hooke generalizada, onde as deformações unitárias ε_X, ε_Y, ε_Z dependem do coeficiente de Poisson (ν), das tensões σ_X, σ_Y e σ_Z e do módulo de elasticidade E. São expressas pelas seguintes fórmulas:

$\varepsilon_X = (\sigma_X - \nu.\sigma_Y - \nu.\sigma_Z) / E$
$\varepsilon_Y = (\sigma_Y - \nu.\sigma_X - \nu.\sigma_Z) / E$
$\varepsilon_Z = (\sigma_Z - \nu.\sigma_X - \nu.\sigma_Y) / E$

Deformação no eixo z (eixo de aplicação da força):
$\varepsilon_Z = [-10^7 – 0,5. (0) – 0,5. (0)] / 2.10^{11} = 5.10^{-5}$
Deformação no eixo y:
$\varepsilon_Y = [(0 – 0,5. (0) - 0,5 (-10^7)] / 2.10^{11} = 2,5.10^{-5}$
Deformação no eixo x:
$\varepsilon_X = [0 – 0,5. (0) - 0,5 (-10^7)] / 2.10^{11} = 2,5.10^{-5}$

Com as deformações calculadas, descobrimos os valores das variações de comprimentos δa, δb e δc:
$\delta a = \varepsilon_Z.\ a = - 5.10^{-5}.$ (2000 mm) = - 0,1 mm
$\delta b = \varepsilon_Y.\ b = 2,5.10^{-5}.$ (100 mm) = 0,0025 mm
$\delta c = \varepsilon_X.\ c = 2,5.10^{-5}.$ (200 mm) = 0,005mm
Alternativa A é correta.

44.(POL.CIVIL-RJ/IBFC/2013) Após o ensaio em laboratório de uma peça que estava em ruína, obteve-se o estado plano de tensões esquematizado na figura 6 a seguir.

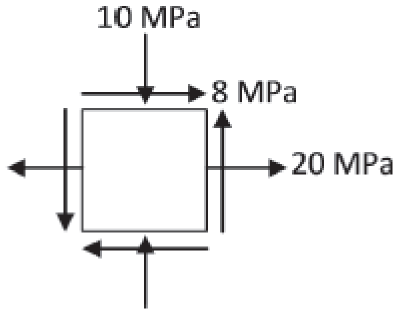


Figura 6: Estado plano de tensões

Os valores das tensões principais máxima ($\sigma_{máx}$) e mínima ($\sigma_{mín}$) para este estado plano de tensões são respectivamente:

A) $\sigma_{máx}$ = 20 MPa (megapascal) e $\sigma_{mín}$ = -10 MPa (megapascal).
B) $\sigma_{máx}$ = -5,57 MPa (megapascal) e $\sigma_{mín}$ = -24,43 MPa (megapascal).

C) $\sigma_{máx}$ = 24,43 MPa (megapascal) e $\sigma_{mín}$ = 5,57 MPa (megapascal).
D) $\sigma_{máx}$ = 12 MPa (megapascal) e $\sigma_{mín}$ = -22 MPa (megapascal).
E) $\sigma_{máx}$ = 22 MPa (megapascal) e $\sigma_{mín}$ = -12 MPa (megapascal).

Resolução:
No estado plano de tensões, a fórmula para o cálculo das tensões principais é:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_X + \sigma_Y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_X - \sigma_Y}{2}\right)^2 + \tau_{x,y}^{\ 2}}$$

onde $\sigma_{1,2}$ *são tensões principais (* σ_1 a *tensão maior e* σ_2 a *tensão menor) e* $\tau_{x,y}$ *a tensão de cisalhamento entre os eixos. Logo:*
σ_X = 20 MPa (tração);
σ_Y = -10 MPa (compressão);
$\tau_{x,y}$ = 8 MPa

$$\sigma_{1,2} = \frac{20 + (-10)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{20 - (-10)}{2}\right)^2 + (8)^2}$$

$$\sigma_{1,2} = 5 \pm 17$$

$$\sigma_1 = 22MPa$$

$$\sigma_2 = -12MPa$$

Alternativa E é correta.

45.(POL.CIVIL-RJ/IBFC/2013) Foi verificado que a seção transversal retangular de uma viga não resiste à tensão de cisalhamento esperada. Sabe-se que a tensão de ruptura do material ao cisalhamento é de τ_{rup} = 80 MPa (megapascal) e o fator de segurança FS = 2. Sem alterar a altura da viga (h=50 centímetros) e utilizando-se somente os conhecimentos de resistência dos materiais, é possível calcular a largura mínima admissível (b) de modo que a viga resista a uma força de cisalhamento de V = 5000 kN (quilonewtons). Esse valor, em centímetros, é:
A) b = 0,25
B) b = 2,50
C) b = 6,25
D) b = 25,00
E) b = 62,50

Resolução:
Dada a tensão de ruptura ao cisalhamento (τ_{rup}) e fator de segurança (FS), então descobrimos a tensão admissível (τ_{adm}), isto é, a tensão máxima que a viga pode suportar:

$$\tau_{adm} = \frac{\tau_{rup}}{FS} = \frac{80MPa}{2} = 40MPa$$

Visto que a tensão de cisalhamento é definida como o quociente entre a força de cisalhamento (V) e a área da seção transversal da viga (A), então: $\tau_{adm} \geq \frac{V}{A}$*. Logo:*

$$A \geq \frac{V}{\tau_{adm}} \rightarrow b.(h) \geq \frac{V}{\tau_{adm}} \rightarrow b \geq \frac{V}{\tau_{adm}.(h)} \rightarrow$$

$$b \geq \frac{5000.10^3\,N}{40.10^6\,Pa.(0,5m)} \rightarrow b \geq 0,25m$$

Logo, a largura mínima da viga deverá ser de 0,25 m = 25 cm.
Alternativa D é correta.

63.(POL.CIVIL-RJ/IBFC/2013) Devido a um problema na coluna do estacionamento de um supermercado, um corpo de prova foi retirado para saber qual a capacidade do material de absorver e liberar energia dentro do intervalo elástico. A curva tensão-deformação obtida no laboratório é representada na figura 7 a seguir.

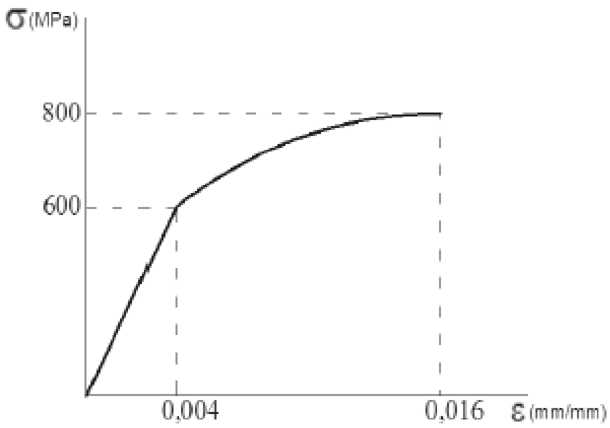
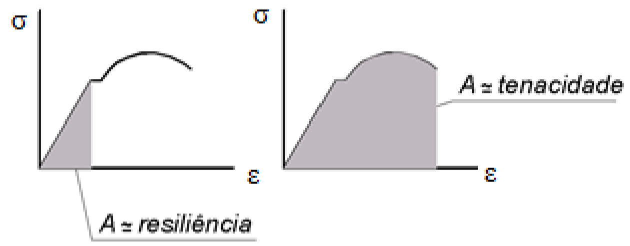


Figura 7. Curva de tensão-deformação

Nessas condições, o valor do módulo de resiliência deste material, em megapascal, é:
A) 1,2MPa
B) 2,4MPa
C) 6,0MPa
D) 8,4MPa
E) 9,6MPa

Resolução:
O módulo de resiliência é a energia que pode ser absorvida por unidade de volume do material sem que ocorra uma deformação permanente, ou seja, é a capacidade do material em absorver energia quando sofre deformação elástica. Já o módulo de tenacidade é a energia por unidade de volume absorvida até a fase de ruptura. Em termos de áreas, ambos podem ser calculados pela área sob o gráfico no diagrama tensão x deformação.



Logo, o módulo de resiliência (R) para o gráfico do enunciado vale:

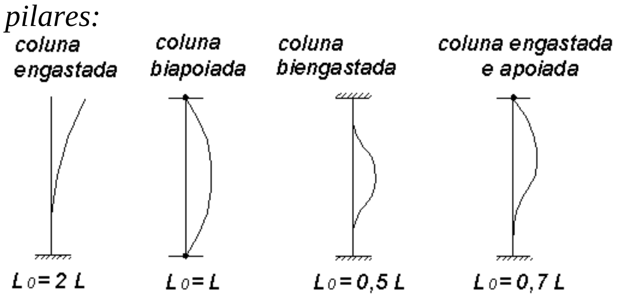
$$R = \frac{0{,}004mm/mm.(600MPa)}{2} = 1{,}2 \ \ MPa.$$

Alternativa A é correta.

59.(MPE-ES/2013/VUNESP) Comprimento de flambagem de uma haste metálica é a distância entre os pontos de momento nulo da haste comprimida. Como nos pontos de inflexão o momento fletor é nulo, a carga crítica de uma haste com qualquer tipo de apoio é igual à carga crítica da mesma haste, birrotulada, com comprimento L_{fl}. Para qualquer haste, a carga crítica é dada em regime elástico, pela Fórmula de Euler escrita na forma $N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{fl}^2}$ onde L_{fl} = k. L sendo k o parâmetro de flambagem. O valor teórico de k para a haste com extremos engastados é

A) 2,0.
B) 1,0.
C) 0,7.
D) 0,5.
E) 0,3.

Resolução:
Segue abaixo, um desenho ilustrativo para os principais comprimentos de flambagem para pilares:

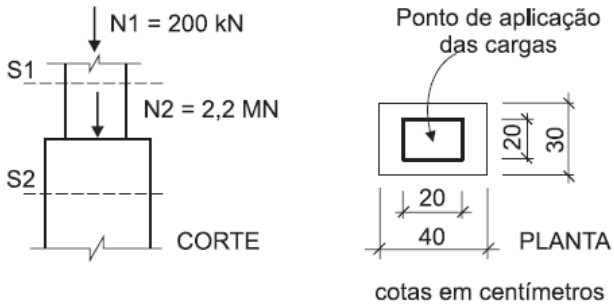


Para colunas biengastadas, L_0 = 0,5 L, ou seja: k = 0,5

Alternativa D é correta.

Considere as informações a seguir para responder às questões de n^{os} 51 a 53.

Um pilar de concreto (fc_{28} = 50 MPa) de 20 cm x 20 cm recebe uma carga normal concêntrica de 200kN. Em determinada altura abaixo, ele recebe mais 2,2MN e tem sua seção transversal aumentada, conforme esquemas a seguir.



51.(LIQUIGÁS/CESGRANRIO/2013) A carga atuante em S2, em relação à carga atuante em S1, vale

A) 120%
B) 500%
C) 840%
D) 1000%
E) 1200%

Resolução:
Os valores em N das cargas são:
P_{S1} = N1 = 200.10^3 N
P_{S2} = N1 + N2 = (200.10^3 + 2,2. 10^6) N
P_{S2} = $2{,}4.10^6$ N

A relação entre a carga atuante em S2 e em S1 vale: $\frac{P_{S2}}{P_{S1}} = \frac{2{,}4.10^6}{200.10^3} = 12$

Logo: P_{S2} = 12 P_{S1} ou P_{S2} = 1200% de P_{S1}

Alternativa E é correta.

52.(LIQUIGÁS/CESGRANRIO/2013) Considere as seguintes faixas, nas quais x ≤ Fn < y

Limite inferior (x)	Faixa (Fn)	Limite Superior (y)
0,0%	F1	12,5%
12,5%	F2	20,0%
20,0%	F3	25,0%
25,0%	F4	50,0%
50,0%	F5	75,0%
75,0%	F6	100,0%

As tensões em S1 e S2, comparadas à resistência característica do concreto (fc_{28}), encontram-se, respectivamente, nas faixas

A) F1 e F4
B) F1 e F6
C) F2 e F5
D) F3 e F2
E) F4 e F5

Resolução:

Visto que a tensão (σ) é o quociente entre a força (P) e a área (S), então:

$$\sigma_{S1} = \frac{P_{S1}}{0,2.(0,2)} = \frac{200.10^3}{0,04} = 5.10^6\,Pa = 5MPa$$

$$\sigma_{S2} = \frac{P_{S2}}{0,4.(0,3)} = \frac{2,4.10^6}{0,12} = 20.10^6\,Pa = 20MPa$$

Comparando as tensões calculadas com a resistência característica do concreto, temos:

$\frac{\sigma_{S1}}{fc_{28}} = \frac{5MPa}{50MPa} = 0,1$ *ou* 10% *(encontra-se na faixa F1 que vai de 0 a 12,5%);*

$\frac{\sigma_{S2}}{fc_{28}} = \frac{20MPa}{50MPa} = 0,4$ *ou* 40% *(encontra-se na faixa F4 que vai de 25 a 50%).*

<u>Alternativa A é correta.</u>

53.(LIQUIGÁS/CESGRANRIO/2013) Ao fazer uma vistoria nesse pilar, foi detectado que houve uma redução de 5cm de espessura em direção ao centro do pilar, em cada uma das quatro faces, onde se situa a seção S2, durante sua construção. Independentemente de qualquer outro fator, a tensão nessa seção transversal, em relação à projetada,

A) se manteve constante.
B) ficou reduzida à metade.
C) ficou reduzida à terça parte.
D) passou a valer 1,5 vez o valor anterior.
E) passou a valer 2 vezes o valor anterior.

Resolução:
A tensão projetada já foi calculada na questão anterior: $\sigma_{S2} = 20MPa$

Na vistoria, percebe-se que ocorreu diminuição de 5cm nos 4 lados da seção transversal. Logo, as medidas da seção S2 na vistoria é de (30x20)cm. A tensão constatada na vistoria foi de: $\sigma_{S2(vist)} = \frac{P_{S2}}{0,3.(0,2)} = \frac{2,4.10^6}{0,06} = 40.10^6\,Pa$

$\sigma_{S2(vist)} = 40MPa$

A tensão na seção transversal encontrada na vistoria, em relação à projetada vale:

$\frac{\sigma_{S2(vist)}}{\sigma_{S2}} = \frac{40}{20} = 2$

Logo, $\sigma_{S2(vist)} = 2.\sigma_{S2}$

<u>Alternativa E é correta.</u>

A aplicação de cargas a uma estrutura faz que ela se deforme e, em consequência da deformação, são produzidas varias forças nos componentes que formam a estrutura. O cálculo do valor dessas forças e das deformações que as causaram denomina-se análise estrutural. Acerca desse tema, julgue os próximos itens.

96.(PF/CESPE/2013) Para uma coluna de L metros de comprimento e raio de giração igual a r metros, rotulada nas duas extremidades, a relação L/r corresponde ao seu índice de esbeltez.

97.(PF/CESPE/2013) Em uma barra submetida a flexão simples, cujo material constituinte trabalhe abaixo da tensão de escoamento, a tensão normal variará linearmente com a distância a linha neutra.

98.(PF/CESPE/2013) Se, em uma barra de seção circular e de comprimento igual a L, for aplicado um momento torçor T, constante ao longo do seu comprimento, e se, com o momento torçor T aplicado, qualquer porção da barra permanecer em regime elástico, então o ângulo de torção ϕ não dependerá do comprimento da barra.

99.(PF/CESPE/2013) O método das forças não é utilizado para análise de estruturas estaticamente indeterminadas.

100.(PF/CESPE/2013) Em uma viga isostática biapoiada, com uma carga uniformemente distribuída, o momento máximo e o cortante nulo ocorrem no meio do vão.

Resolução:

<u>96. Verdadeiro</u> *- a tensão de flambagem é a tensão que muda o estado de equilíbrio do corpo, ou seja, com tensões iguais a este valor o equilíbrio é instável. Segue abaixo a fórmula para o cálculo da tensão de flambagem (σ_{cr}) para pilares:*

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2.E.I}{A.L_0^2}$$

onde: I é o momento de inércia mínimo para a seção transversal (por se tratar de carga crítica); L_0 é o comprimento de flambagem para o pilar em questão; E é o módulo de elasticidade do material e A é a área da seção transversal do pilar.

O índice de esbeltez de uma barra é definido por:

$\lambda = \frac{L_0}{r}$ *, sendo (L_0) o comprimento de flambagem e (r) o raio de giração, definido por* $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$.

<u>97. Verdadeiro</u> *- na flexão simples, atuam na seção transversal, o momento fletor e a força*