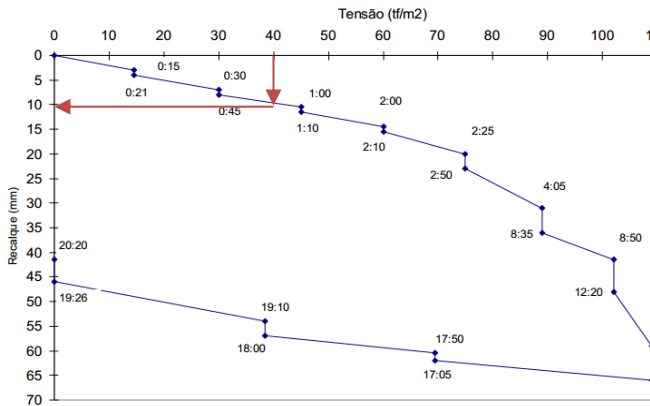


ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
 FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA USP
 PEF 0522 - MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES

7ª LISTA DE EXERCÍCIOS: Recalques elásticos e por adensamento - **RESOLUÇÃO**

Questão 1. A partir da prova de carga da Figura 1, realizada numa camada de argila, sobre uma placa de 0,8 m de diâmetro, estime o recalque de uma sapata de 3 m de lado, que será construída no mesmo local e será carregada com uma tensão uniforme de 400 kN/m². (admita uma placa circular equivalente)



O recalque ocorrido para 400 kPa na placa de 0,8 m foi de:

$$b_o = 0,8 \quad \text{m}$$

$$r_o = 10,0 \quad \text{mm}$$

Uma sapata de 3 m de lado possui um diâmetro equivalente de:

$$\text{Área} = 9 \quad \text{m}^2$$

$$b = 3,4 \quad \text{m}$$

Em argilas considera-se que a rigidez é constante com a profundidade. Logo o recalque da sapata pode ser calculado com a seguinte equação:

$$r = r_o \frac{b}{b_o} \quad r \text{ (sapata)} = 42,3 \quad \text{mm}$$

Questão 2. Um edifício de pequeno porte com estrutura tradicional de concreto será construído no terreno onde foi realizada a prova de carga da figura 3. Considere duas sapatas quadradas sob os pilares desse edifício, carregadas com tensão uniforme de 400 kN/m², uma com 3 m de lado, e outra com 4 m de lado, distantes de 4 m. A distorção angular resultante dos recalques das duas sapatas pode ser considerada admissível?

Da questão anterior sabe-se que o recalque para uma sapata de 3 m de lado é de :

$$r \text{ (sapata 3 m)} = 42,3 \quad \text{mm}$$

Uma sapata de 4 m de lado teria um recalque de:

$$\text{Área} = 16 \quad \text{m}^2$$

$$b = 4,5 \quad \text{m}$$

$$r = r_o \frac{b}{b_o} \quad r \text{ (sapata 4m)} = 56,4 \quad \text{mm}$$

A distorção entre as sapatas é calculada pela diferença de recalques dividido pela distância entre sapatas.

$$\text{Distância entre sapatas} = 4000 \quad \text{mm}$$

$$\text{Distorção entre sapatas} = 0,0035$$

ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
 FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA USP
 PEF 0522 - MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES
 7ª LISTA DE EXERCÍCIOS: Recalques elásticos e por adensamento - **RESOLUÇÃO**

Distorção admissível (1/300) = 0,0033

Como a distorção angular resultante das duas sapatas não é admissível pois excedeu o limite de distorção para o qual espera-se o aparecimento da primeira trinca em paredes de alvenaria (1/300).

Questão 3. Recupere os dados da 3a lista de exercícios. Considerando a sondagem SP1 representativa do solo da plataforma B, o projetista previu a construção de um aterro de grandes dimensões com 4 m de altura e $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$. Para determinar o recalque por adensamento da camada de argila mole (aluvião) foi extraída uma amostra indeformada do centro da camada e executado um ensaio de adensamento, cujos resultados estão apresentados a seguir:

Solo normalmente adensado

Índice de compressão: $C_c/(1+e_0)$ 0,32

Índice de recompressão: $C_r/(1+e_0)$ 0,03

Coefficiente de adensamento: $4,00E-03 \text{ cm}^2/\text{s}$

a) Qual a tensão de pré-adensamento no centro da camada de argila orgânica?

Sondagem SP1

Prof. (m)	γ (kN/m ³)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	
0	-	0	0	0	
1,5	17	25,5	15	10,5	
3,7	19,5	68,4	37	31,4	
5,35	16	94,8	53,5	41,3	Meio da camada
7	16	121,2	70	51,2	

Logo a tensão de pré-adensamento é de = 41,3 kPa

b) Calcule o recalque total devido ao adensamento da camada de argila considerando o aterro "infinito".

Haterro = 4 m

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

A construção do aterro gera um acréscimo de carga igual a: 76 kPa

Tensão efetiva final no meio da camada de argila: 117,3 kPa

O recalque devido ao aterro é:

$H_1 = 3,3 \text{ m}$

$$\rho = \frac{H_1}{1+e_1} \left[C_r \log\left(\frac{\sigma'_a}{\sigma'_i}\right) + C_c \log\left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_a}\right) \right] \quad \rho = 0,48 \text{ m}$$

c) Como se alteraria o valor de recalque se a camada de argila orgânica tivesse 20 m de espessura, como é

ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
 FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA USP
 PEF 0522 - MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES
 7ª LISTA DE EXERCÍCIOS: Recalques elásticos e por adensamento - **RESOLUÇÃO**

comum na região da Baixada Santista?

Prof. (m)	γ (kN/m ³)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	
0	-	0	0	0	
1,5	17	25,5	15	10,5	
3,7	19,5	68,4	37	31,4	
13,7	16	228,4	137	91,4	Meio da camada de 20 m de espessura
23,7	16	388,4	237	151,4	

A nova tensão de pré-adensamento seria: 91,4 kPa
 Tensão efetiva final no meio da camada de argil 167,4 kPa

$H_1 =$ 20 m

$$\rho = \frac{H_1}{1+e_1} \left[C_r \log\left(\frac{\sigma'_a}{\sigma'_i}\right) + C_c \log\left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_a}\right) \right] \quad \rho = 1,68 \text{ m}$$

d) Qual o tempo necessário para a ocorrência de 50% e 90% do recalque? E qual seria este tempo se a a camada de argila mole tivesse 20 m de espessura?

$$T = \frac{C_v t}{H_d^2} \quad \begin{array}{ll} T = (\pi/4) U^2 & \text{quando } U < 0,6 \text{ (60\%)} \text{ e} \\ T = -0,933 \log(1-U) - 0,085 & \text{quando } U > 0,6 \text{ (60\%)} \end{array}$$

Para ocorrência de 50% dos recalques, o fator tempo é de:

$$U = 0,5 \\ T = 0,196$$

Tempo para ocorrência dos recalques:

$H_d =$ 165 cm *drenagem no topo e na base da camada de argila*

$t =$ 1,34E+06 s ou 15,5 dias

Para ocorrência de 90% dos recalques:

$$U = 0,9 \\ T = 0,848 \\ H_d = 165 \text{ cm } \textit{drenagem no topo e na base da camada de argila} \\ t = 5771700 \text{ s } \text{ ou } 66,8 \text{ dias}$$

Se a camada de argila tivesse 20 metros de espessura:

50% dos recalques:

$$H_d = 1000 \text{ cm } \textit{drenagem no topo e na base da camada de argila} \\ t = 49087385 \text{ s} \\ t = 568,1 \text{ dias} \\ t = 1,6 \text{ anos}$$

ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
 FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA USP
 PEF 0522 - MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES
 7ª LISTA DE EXERCÍCIOS: Recalques elásticos e por adensamento - **RESOLUÇÃO**

90% dos recalques:

$H_d = 1000 \text{ cm}$ *drenagem no topo e na base da camada de argila*

$t = 2,12E+08 \text{ s}$

$t = 2453,7 \text{ dias}$

$t = 6,7 \text{ anos}$

e) Que medidas poderiam ser adotadas para minimizar os efeitos do recalque da camada de argila nas residências?

Para minimizar os efeitos dos recalques da camada de argila nas residências pode-se realizar um aterro provisório com o intuito de acelerar o recalque; pode-se incluir na construção do aterro os geodrenos que reduzem a altura de drenagem H_d e conseqüentemente aceleram os recalques; também é possível fazer a fundação em estacas e evitar transferir cargas a camada de argila fazendo com que o adensamento não seja um problema.

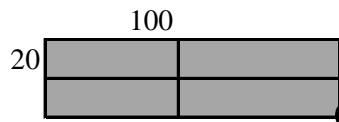
Para fazer em casa:

Calcule o recalque total devido ao adensamento da camada de argila no centro e no vértice do aterro, considerando o aterro finito com dimensões de 100x20 m.

Da resolução da lista 3 sabe-se que o acréscimo de carga no meio da camada de aluviao na regio do centro e vertice do aterro é:

$\sigma_o = 76,0 \text{ kPa}$

Considerando o vértice do aterro.



$a = 100 \text{ m}$

$b = 20 \text{ m}$

$m = 18,69$

$n = 3,74$

Do ábaco, $I = 0,249$

$\sigma_v = 18,9 \text{ kPa}$

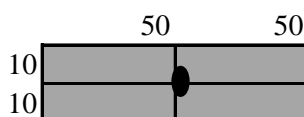
Tensão final no vértice do aterro = $60,2 \text{ kPa}$

Recalque no vértice do aterro =

$\rho = 0,17 \text{ m}$

Considerando o centro do aterro.

Para o cálculo no centro do aterro faz-se necessário a divisão da área carregada em quatro partes para utilização da solução de Newmark.



$a = 50$

$b = 10$

$m = 9,35$

$n = 1,87$

ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA USP
PEF 0522 - MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES
7ª LISTA DE EXERCÍCIOS: Recalques elásticos e por adensamento - **RESOLUÇÃO**

Do ábaco, $I = 0,237$

Como a área foi dividida em quatro partes, o acréscimo de carga deve ser multiplicado por quatro.

Acréscimo devido a uma área: $\sigma_v = 18,0 \text{ kPa}$

Acréscimo devido a quatro áreas: $\sigma_v = 72,0 \text{ kPa}$

Tensão final no centro do aterro = $113,3 \text{ kPa}$

Recalque no centro do aterro =

$\rho = 0,46 \text{ m}$

Em quanto aumentará este recalque, se as casas que serão construídas sobre este aterro transmitirem uma tensão de 24 kN/m^2 nas fundações diretas, apoiadas a 1 m da superfície do aterro? Considere as casas geminadas com áreas de 3,0 m de frente e 12 m, ocupando uma área de 39 m x 12 m.

Assumindo que a tensão transmitida pelas casas é distribuída de forma idêntica a do aterro:

Vértice:

$\sigma_o = 100,0 \text{ kPa}$

Do ábaco, $I = 0,249$ $\sigma_v = 24,9 \text{ kPa}$

Tensão final no vértice do aterro = $66,2 \text{ kPa}$

Recalque no vértice do aterro =

$\rho = 0,22 \text{ m}$

Centro:

$\sigma_o = 100,0 \text{ kPa}$

Do ábaco, $I = 0,237$

Acréscimo devido a uma área: $\sigma_v = 23,7 \text{ kPa}$

Acréscimo devido a quatro áreas: $\sigma_v = 94,8 \text{ kPa}$

Tensão final no centro do aterro = $136,1 \text{ kPa}$

Recalque no centro do aterro =

$\rho = 0,55 \text{ m}$