

- 1) Para um solo cuja envoltória de resistência em termos de tensões efetivas é  $s = \sigma' \operatorname{tg} \varphi'$  determinar analiticamente:
- a) A relação entre as tensões principais maior e menor na ruptura.
  - b) As tensões normal e de cisalhamento no plano de ruptura e a inclinação deste plano em relação ao plano principal maior.
  - c) O ângulo de obliquidade máxima na ruptura;
- 2) O nível d'água encontra-se a 10 m de profundidade num certo maciço de solo de superfície horizontal, peso específico natural  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  e coeficiente de empuxo em repouso  $K_0 = 0,5$ .
- a) Determinar o estado de tensão total e efetiva em pontos localizados a 6 e a 14 m de profundidade.
  - b) Imagine uma escavação muito longa de 6 m de altura, suportada por um muro de arrimo cujas fundações estão 2 m abaixo do fundo da escavação (isto é, 8 m abaixo da superfície original do terreno). Calcule o valor do **empuxo ativo** sobre o muro e do **empuxo passivo** disponível à frente da ficha (os 2 m abaixo do fundo da escavação). A envoltória de resistência desse solo é dada por  $s = \sigma' \operatorname{tg} \varphi'$  e seu ângulo de atrito é  $\varphi' = 30^\circ$ .
- 3) Foram realizados dois ensaios lentos de cisalhamento direto com um determinado solo arenoso:
- 1º. ensaio: tensão normal=50 kPa; tensão de cisalhamento na ruptura=28,9 kPa;  
2º. ensaio: tensão normal=100 kPa; tensão de cisalhamento na ruptura=57,8 kPa.
- a) Determine a envoltória de resistência desse solo.
  - b) Esboce as curvas tensão de cisalhamento x deslocamento horizontal e variação de altura x deslocamento horizontal para estes dois ensaios.
  - c) Qual o valor de  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\text{RUPT}}$  num ensaio triaxial CD, com pressão confinante de 200 kPa, realizado com uma amostra desse mesmo solo?
- 4) Dois ensaios triaxiais do tipo adensado-drenado (CD), com a mesma pressão confinante de 100 kPa, foram realizados em corpos-de-prova preparados pela compactação de uma areia, um deles em estado fofo e o outro em estado compacto. Esboce as curvas  $(\sigma_1 - \sigma_3)$  x deformação axial e deformação volumétrica x deformação axial correspondentes a cada um dos ensaios. Sabe-se que, no estado compacto, essa areia tem ângulo de atrito de pico igual a  $38^\circ$  e ângulo de atrito residual de  $30^\circ$ .
- 5) O que é índice de vazios crítico de uma areia?
- 6) Num talude natural com inclinação de  $30^\circ$  e extensão de 50 m, uma camada de solo arenoso seco com 3 m de espessura encontra-se sobre rocha alterada. Sabendo que a envoltória de resistência desse solo arenoso é  $s = \sigma' \operatorname{tg} 40^\circ$ , calcule o fator de segurança do talude.

### Questões adicionais para reflexão

- 7) Um carregamento extenso, paralelo à futura escavação, foi aplicado à superfície do terreno do exercício 2 (antes de ser executada a escavação, portanto), resultando nos seguintes acréscimos de tensões em certo ponto situado a 6 m de profundidade:
- no plano horizontal:  $\Delta\sigma = 50 \text{ kPa}$ ,  $\Delta\tau = 20 \text{ kPa}$ ,
  - num plano vertical paralelo ao eixo da futura escavação:  $\Delta\sigma = 20 \text{ kPa}$ ,  $\Delta\tau = -20 \text{ kPa}$ .
- a) Determine as novas tensões principais menor e maior e os novos planos principais, supondo que o plano vertical ortogonal ao eixo da futura escavação seja o plano principal intermediário.
  - b) O carregamento provocou ruptura no ponto em questão?
- 8) Determinou-se, por meio de ensaios triaxiais convencionais ( $\sigma_R = c^{te}$ ,  $\sigma_A$  crescente) que o ângulo de atrito de uma areia é  $38^\circ$ . Sabe-se que, no campo, a areia será solicitada de tal forma que a tensão radial sofrerá um aumento da ordem de um décimo do aumento da tensão axial. Determine o valor de  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\text{RUPT}}$  para uma tensão de confinamento inicial  $\sigma_R = \sigma_A = 100 \text{ kPa}$ .