

RESISTÊNCIA DAS AREIAS

(Aula 3)

Comparação entre os ensaios triaxiais e os ensaios de cisalhamento direto

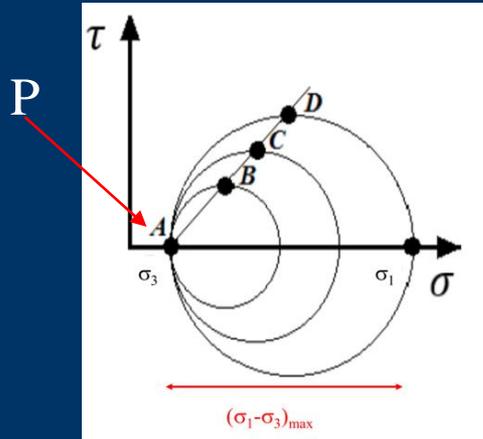
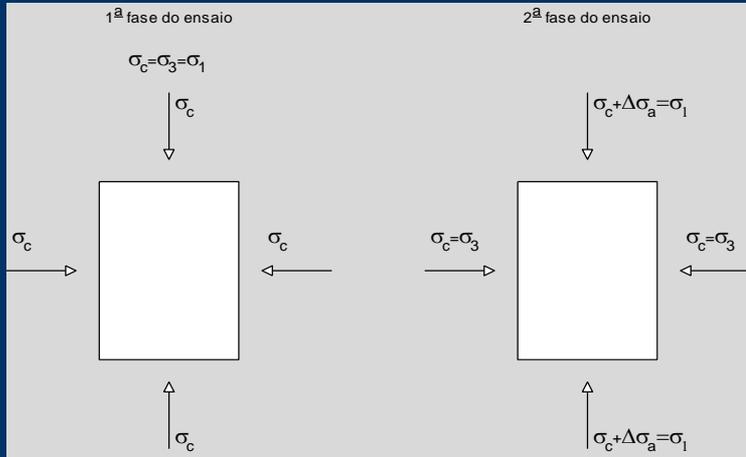
Vantagens do cisalhamento direto:

- ✓ Simplicidade
- ✓ Facilidade de execução

Vantagens do triaxial:

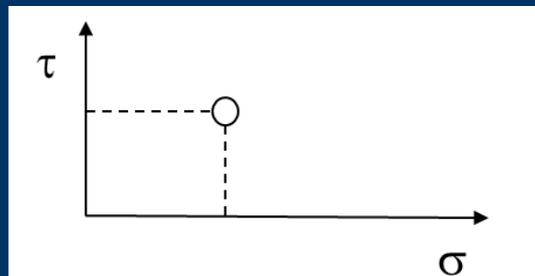
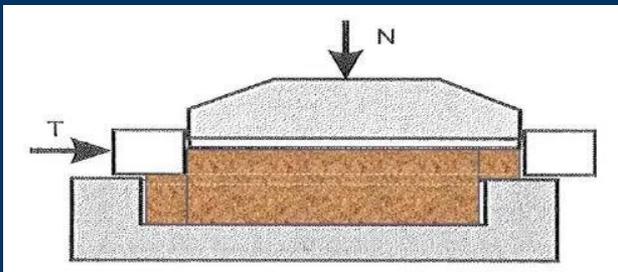
- ✓ Estado de tensões conhecido
- ✓ Controle da drenagem
- ✓ Sem restrição quanto ao plano de ruptura

Estado de tensões

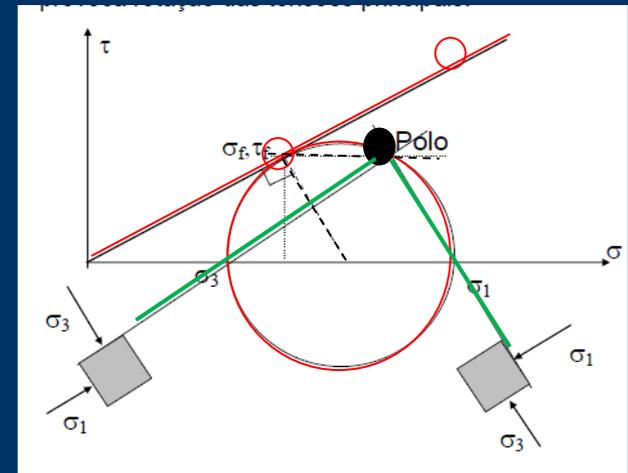


Estado de tensões conhecido

Estado de tensões conhecido após a determinação da envoltória

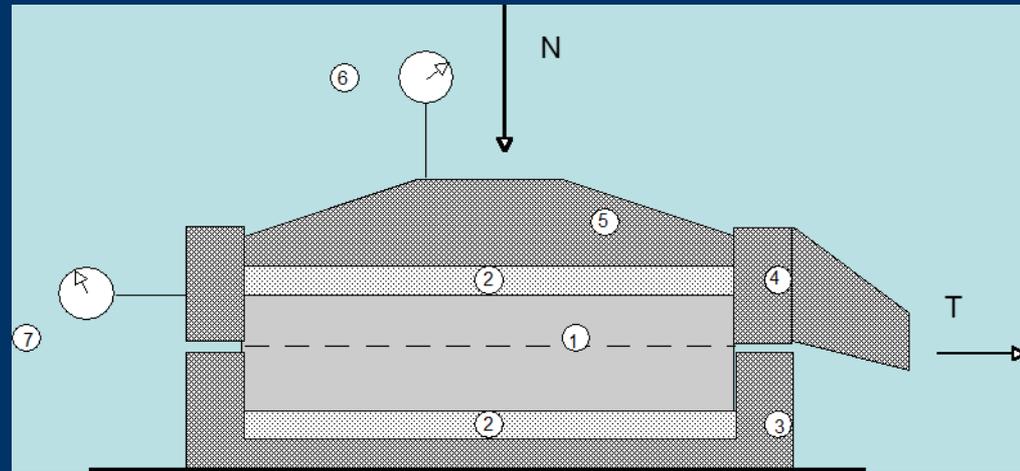
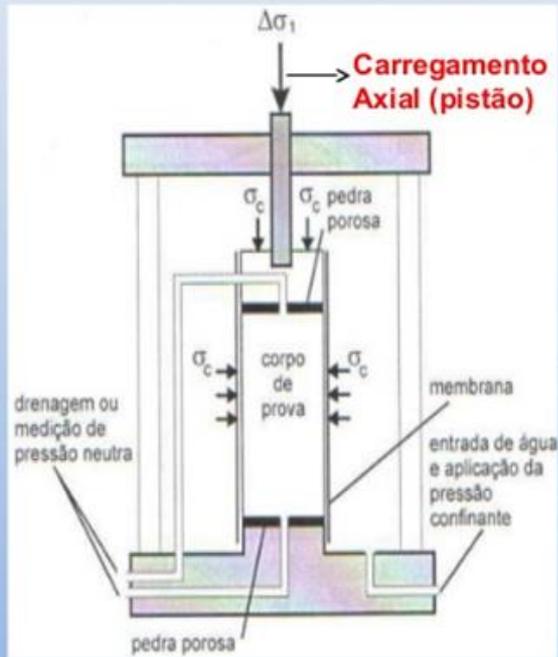


Estado de tensões conhecido só no plano horizontal



Controle da drenagem

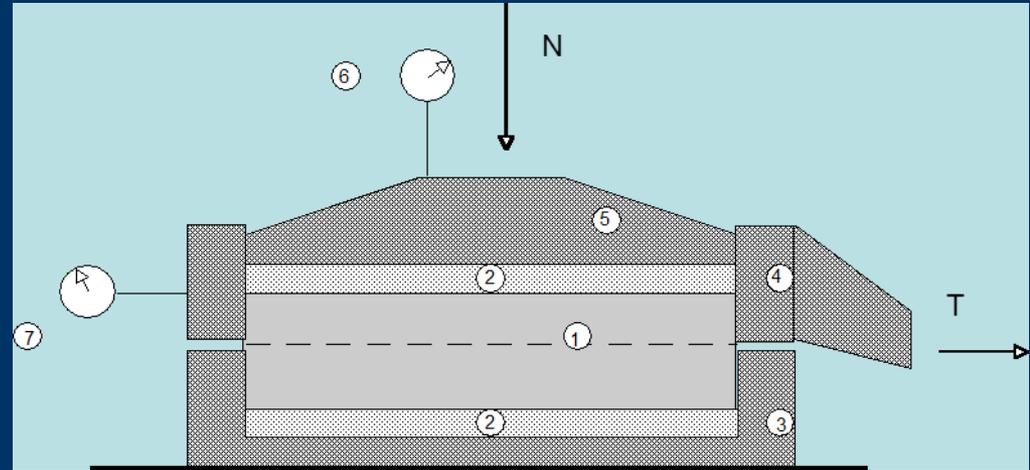
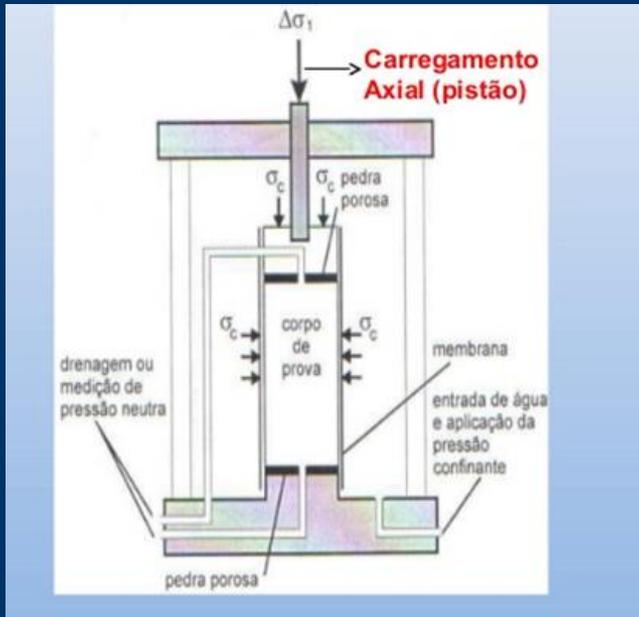
Corpo de prova dentro de uma câmara de ensaio, submetido às tensões de confinamento e axial



Impossível o controle

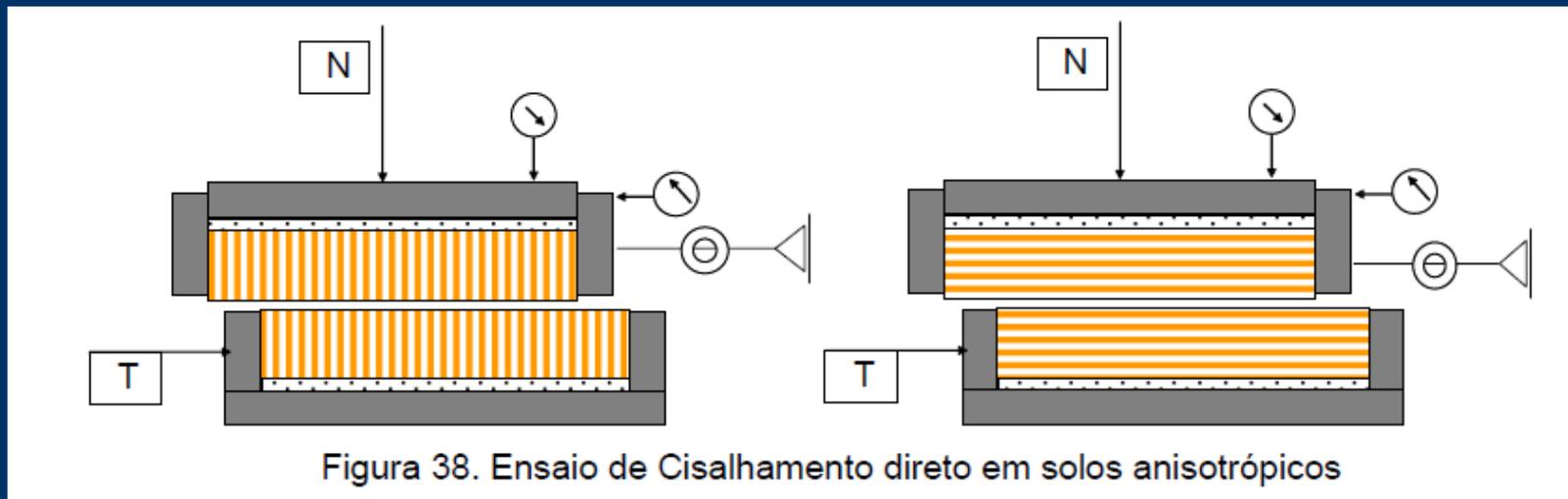
Pode ser controlada

Plano de ruptura



O plano de ruptura é imposto

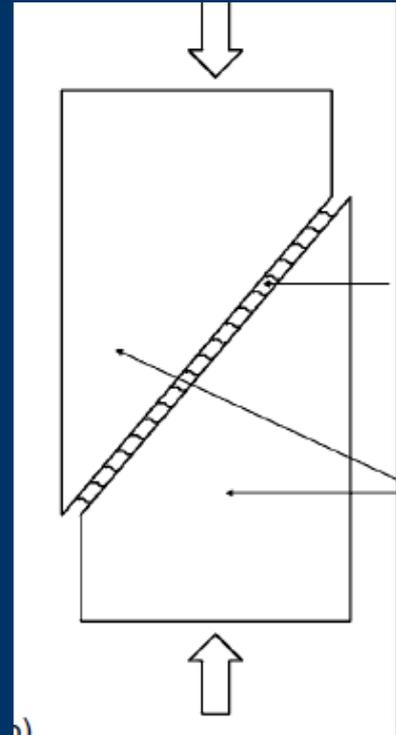
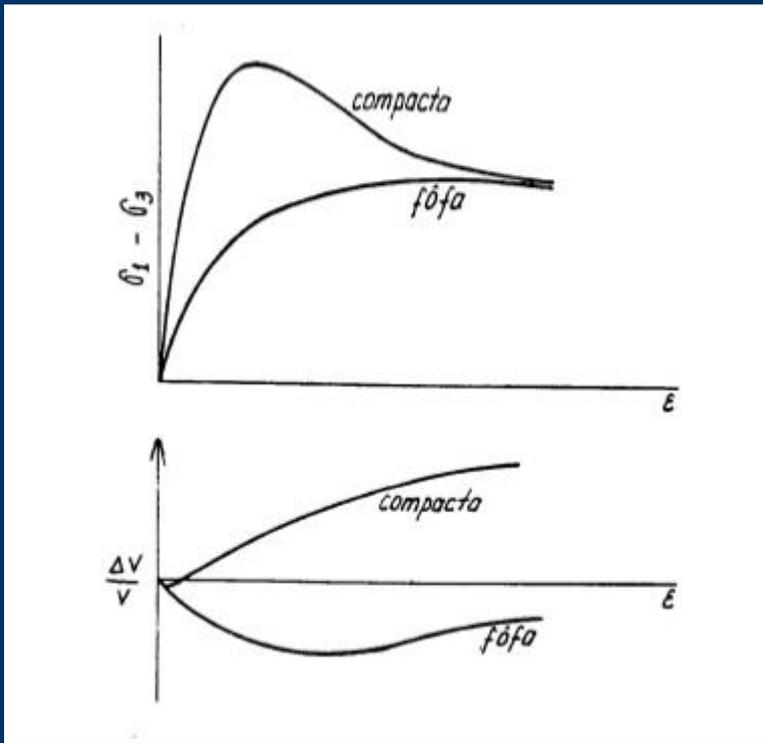
Não há restrição quanto ao plano de ruptura



RESISTÊNCIA DAS AREIAS

- Sempre surgem pressões neutras num solo quando nele se aplica qualquer tipo de carregamento.
- Areias apresentam permeabilidade muito alta → facilidade de drenagem → a dissipação das pressões neutras se dá muito rapidamente.
- Para simular as condições de campo, a resistência das areias é determinada em ensaios drenados (cisalhamento direto ou triaxiais adensados drenados).

Comparação entre o comportamento de uma areia estados fofo e compacto na mesma pressão confinante

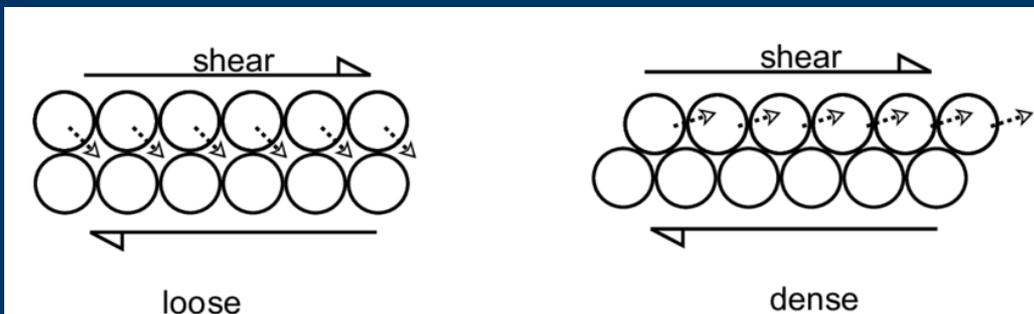


Areia fofo:

- ✓ Máxima resistência a grandes deformações.
- ✓ Diminui de volume no cisalhamento

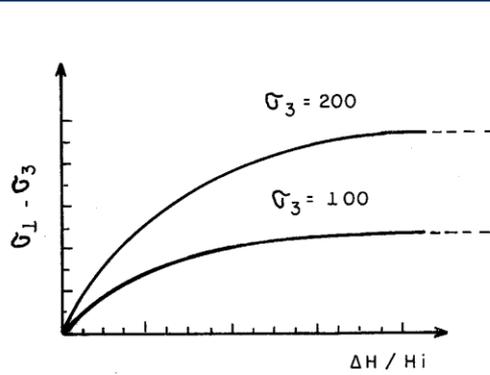
Areia compacta:

- ✓ Máxima resistência a pequenas deformações (resistência de pico).
- ✓ Aumenta de volume no cisalhamento

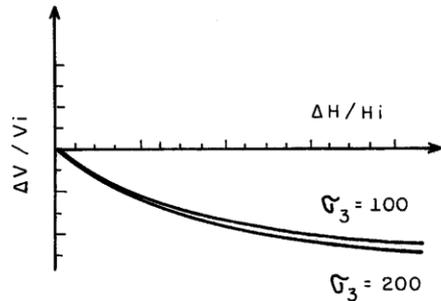


Envoltória de Resistência de Areias

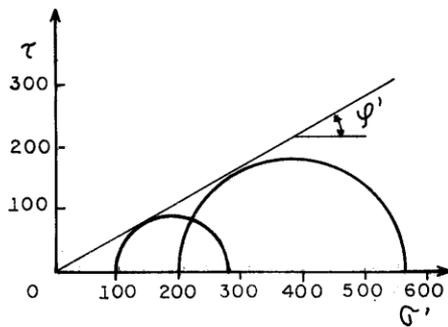
AREIA FOFA



(a)

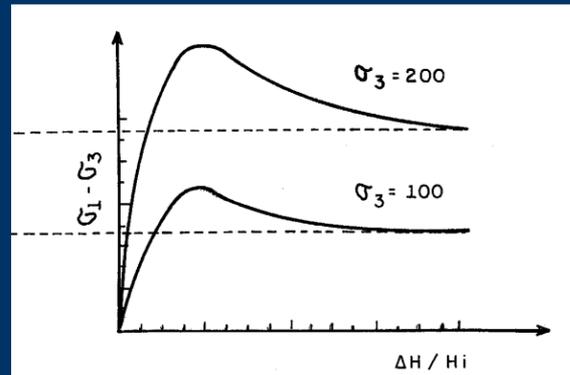


(b)

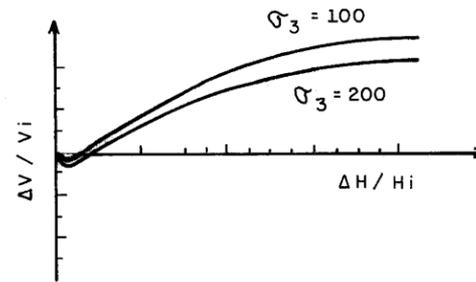


(c)

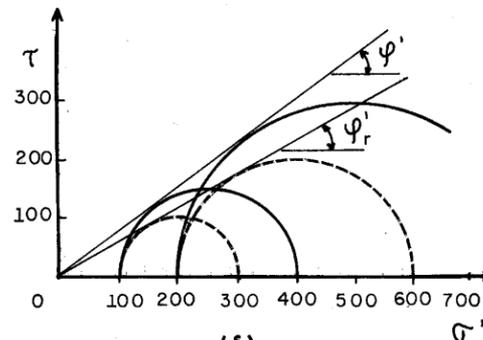
AREIA COMPACTA



(d)



(e)



(f)

$$\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}}{\sigma_3} = \text{constante}$$

$$\tau_{\max} = \sigma' \operatorname{tg} \varphi'$$

$$\operatorname{sen} \varphi' = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3}$$

Tanto para areia no estado fofo como no estado compacto, $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ é proporcional a pressão confinante

$$\varphi'_c > \varphi'_f$$

$$\varphi'_{c, \text{res}} = \varphi'_f$$

RESISTÊNCIA DAS AREIAS

$$\tau_{\max} = \sigma' \operatorname{tg} \phi'$$

Fatores que afetam o ângulo de atrito das areias

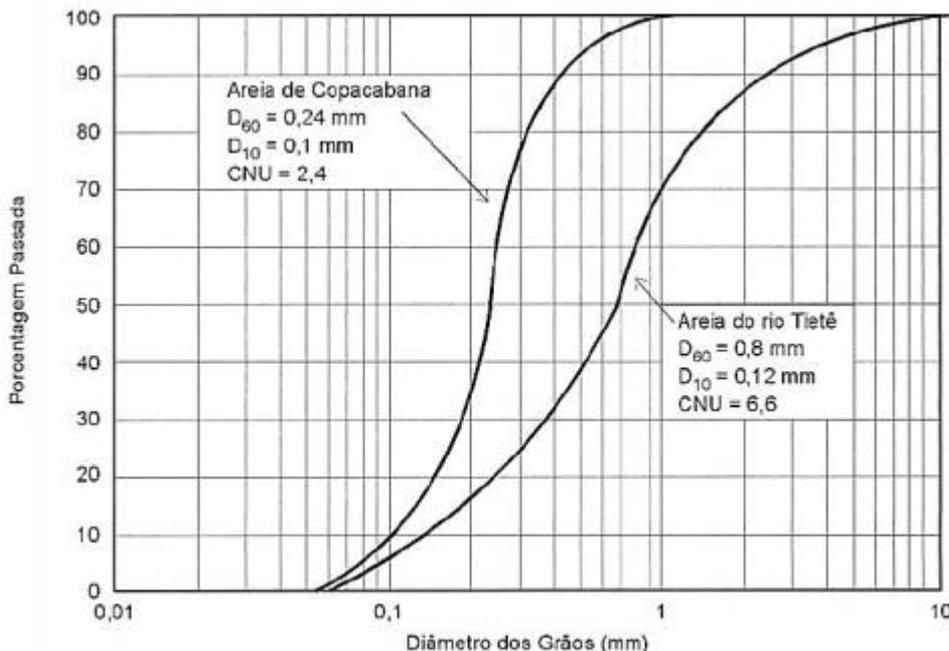
Compacidade

Distribuição granulométrica

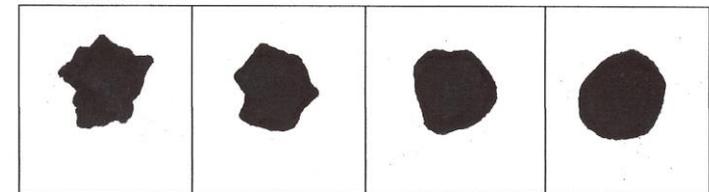
Formato dos grãos

Distribuição granulométrica
(uniforme / bem graduada)

Forma dos grãos
(angular, / arredondado)



Fonte: PINTO, C. S. *Curso Básico de Mecânica dos Solos*. p. 65.



angular

**sub-
angular**

**sub-
rounded**

rounded

RESISTÊNCIA DAS AREIAS

$$\tau_{\max} = \sigma' \operatorname{tg} \varphi'$$

Valores típicos de ângulos de atrito internos de areia

	Compacidade	
	fofa	compacta
Areias bem graduadas		
de grãos angulares	37°	47°
de grãos arredondados	30°	40°
Areias mal graduadas		
de grãos angulares	35°	43°
de grãos arredondados	28°	35°

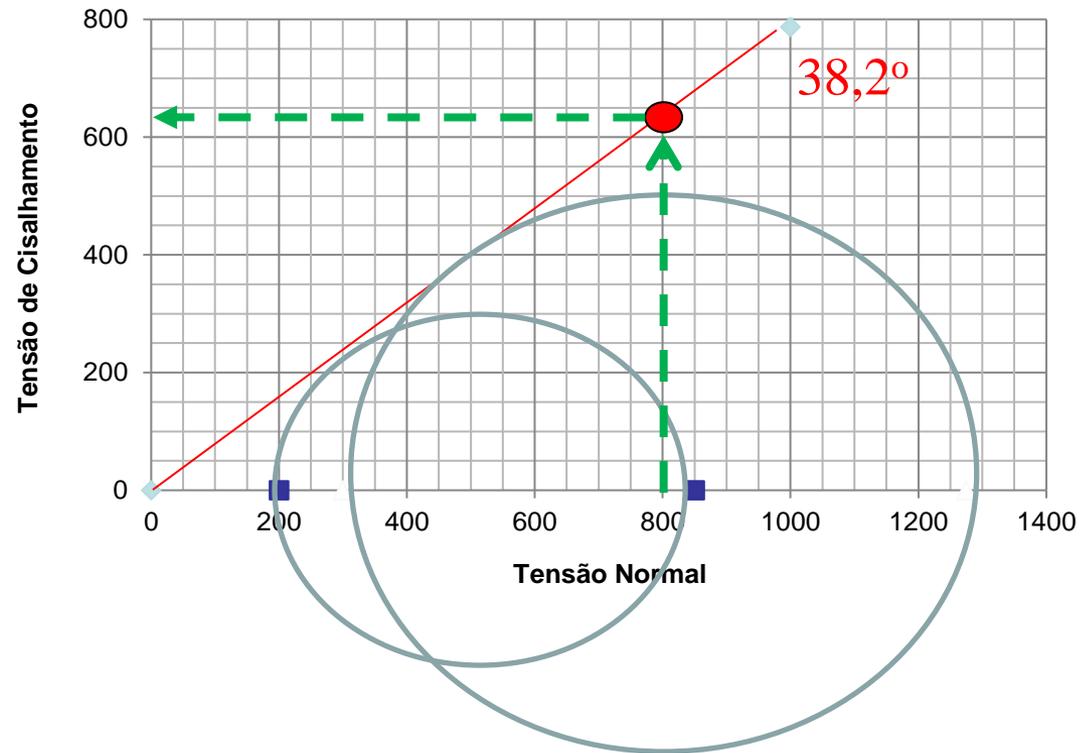
EXEMPLO

Um corpo de prova de areia foi submetido a um ensaio triaxial adensado drenado com $\sigma_c = 200$ kPa, tendo sido obtido na ruptura $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max} = 650$ kPa. Desenhar o círculo de Mohr na ruptura;

Determinar o ângulo de atrito efetivo da areia;

Qual seria o valor de $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ se o ensaio triaxial fosse feito com $\sigma_c = 300$ kPa

Qual o valor de τ_{\max} que seria obtido num ensaio de cisalhamento direto realizado sobre essa areia com σ de 800 kPa



$$\text{sen } \varphi' = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3} = 650 / [200 + (200 + 650)] = 0,619$$

$$\varphi' = 38,2^\circ$$

$$\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}}{\sigma_3} = \frac{650}{200} = 3,25$$

$$\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}}{300} = 3,25 \rightarrow (\sigma_1 - \sigma_3)_{\max} = 975 \text{ kPa}$$

$$\tau_{\max} = \sigma' \text{tg } \varphi' = 800 \text{tg } 38,2^\circ = 630 \text{ kPa}$$