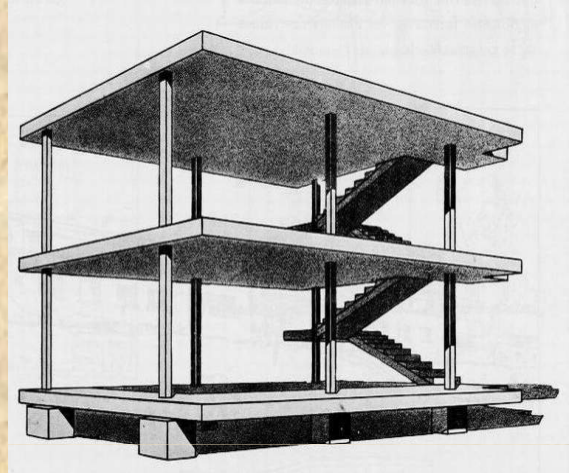
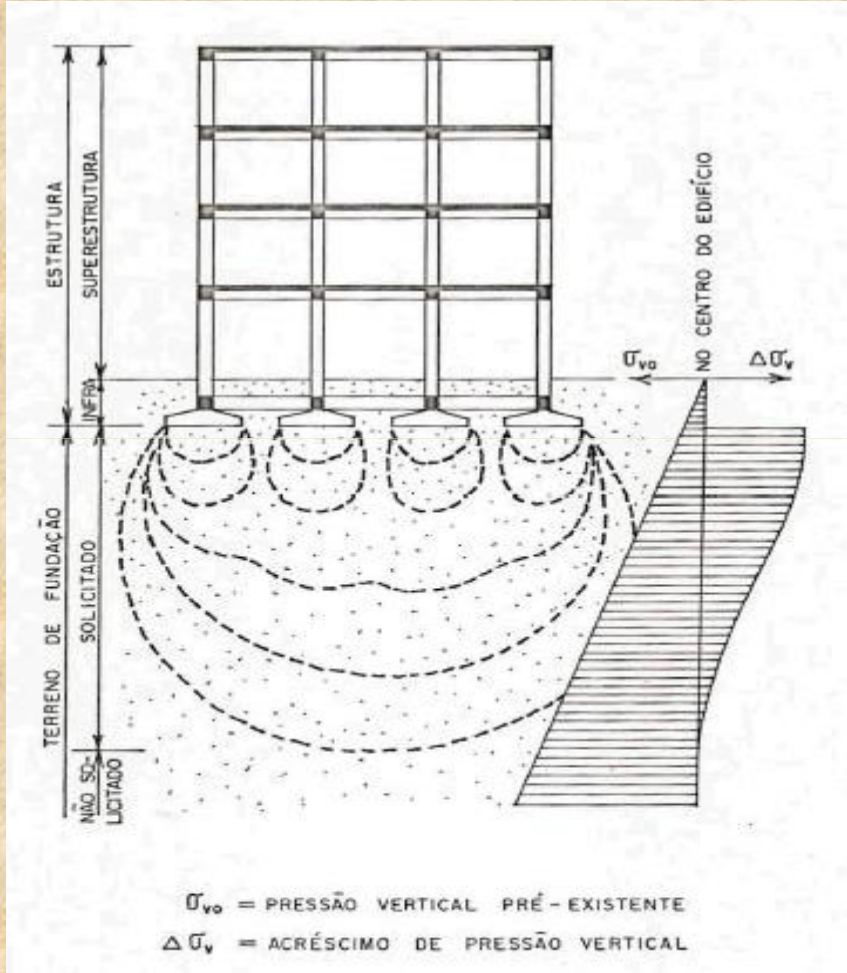
MECÂNICA DOS SOLOS II





COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Aula 4 - Notas de aula

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

DEVIDO A CARGAS APLICADAS

Compressibilidade- NBR 6502/95

Propriedade de um solo relativa à sua suscetibilidade de diminuir de volume sob o efeito de uma carga (força), que pode ser interna ou externa.

Os decréscimos de volume (as deformações volumétricas) dos solos podem ser atribuídos a três causas principais:

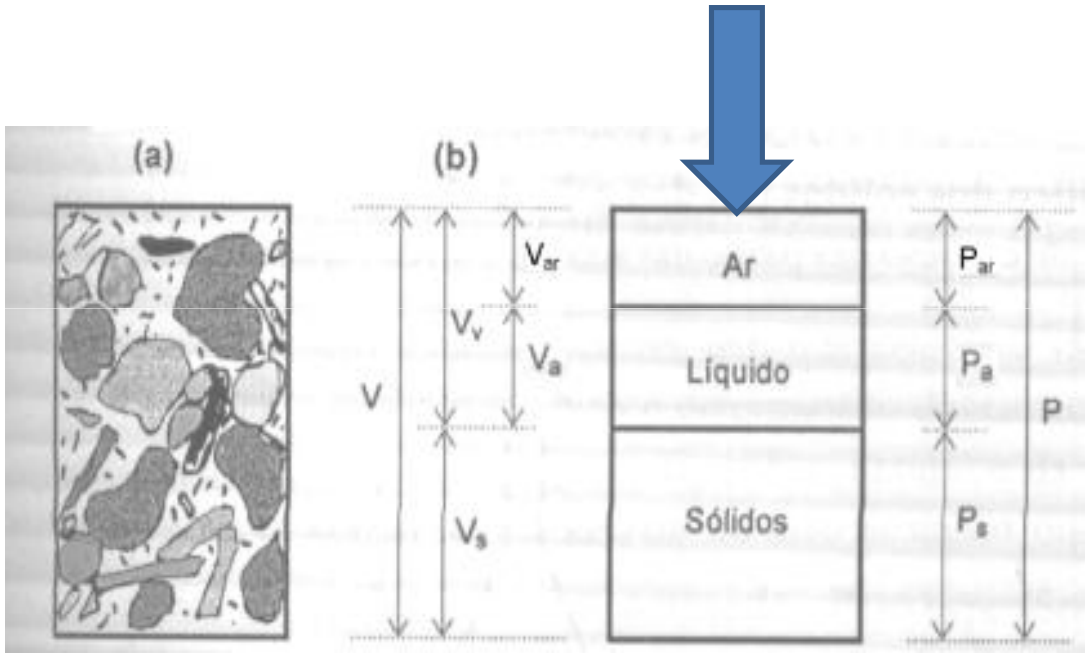
1. compressão das partículas sólidas (desprezada) ;

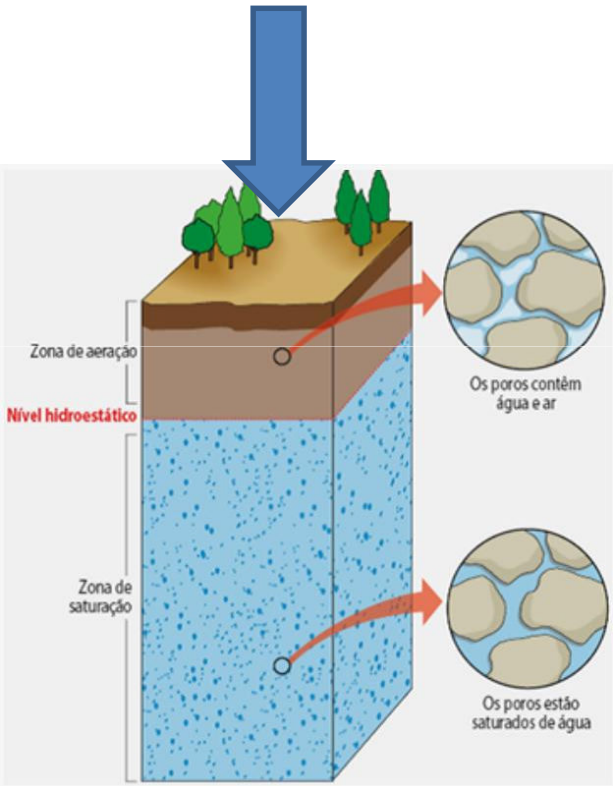
2. **compressão dos espaços vazios do solo**, com a consequente expulsão da água (no caso de solo saturado);

3. compressão da água (ou do fluido) existente nos vazios do solo (desprezada).

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

DEVIDO A CARGAS APLICADAS





compressão dos espaços vazios do solo, com a consequente expulsão da água (no caso de solo saturado);
Redução do volume

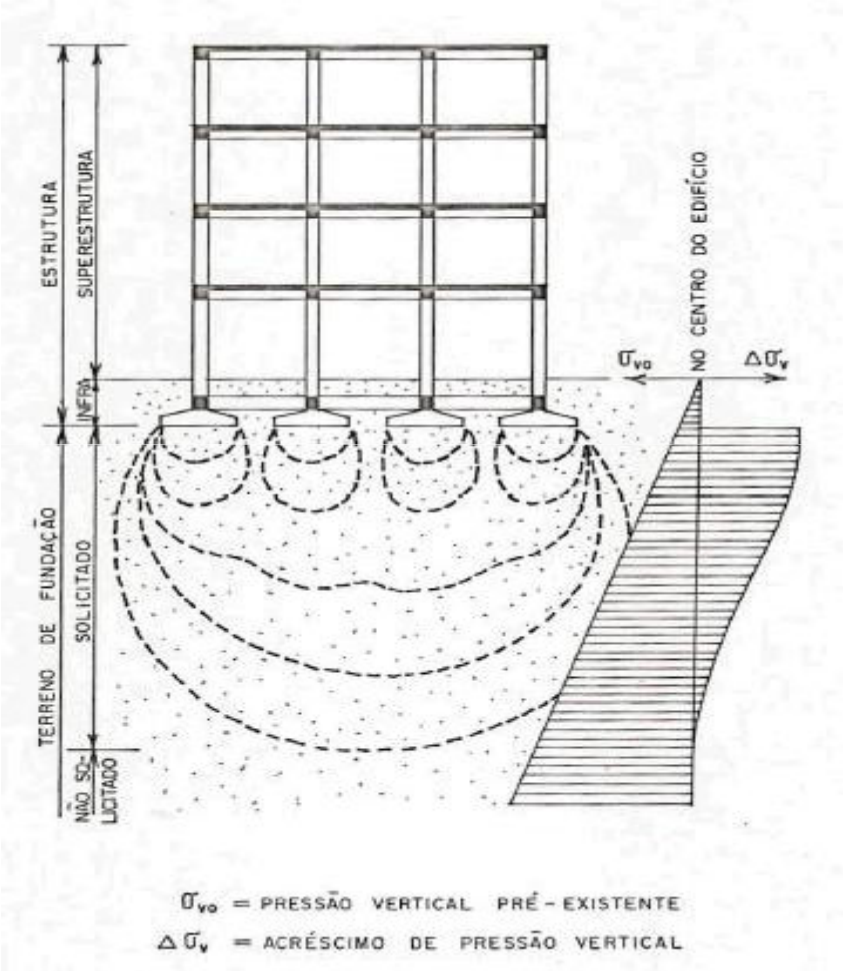
COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

DEVIDO A CARGAS APLICADAS

As cargas de uma determinada estrutura ou, por exemplo, da construção de um aterro, são transmitidas ao solo gerando uma redistribuição dos estados de tensão em cada ponto do maciço (acréscimos de tensão), que irá *provocar deformações em maior ou menor intensidade, em toda área nas proximidades do carregamento, que por sua vez, resultarão em recalques superficiais*

COMPRESSIBILIDADE

DEVIDO A CARGAS APLICADAS



Área de influência do carregamento aplicado pelo elemento de fundação na camada de solo (Gusmão, 2006).

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

↓

CARGAS APLICADAS

↓

ACRÉSCIMOS DE TENSÃO

↓

DEFORMAÇÃO(VARIAÇÃO DO VOLUME)

=

RECALQUES SUPERFICIAIS

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLSO

DEVIDO A CARGAS APLICADAS

COMPRESSIBILIDADE

DEVIDO A CARGAS APLICADAS

Um dos aspectos mais importantes em projetos e obras associados à Engenharia Geotécnica é a determinação das deformações (recalques) devidas a carregamentos verticais aplicados na superfície do terreno ou em camadas próximas à superfície.

COMPRESSIBILIDADE

DEVIDO A CARGAS APLICADAS

No caso de projetos de edificações) com fundações superficiais (sapatas, radiers) ou de aterros construídos sobre os terrenos é importante o cálculo destas deformações sob ação das cargas aplicadas.

A magnitude destas deformações deve ser avaliada e comparada com aquelas admissíveis para o bom funcionamento da construção projetada, ao longo da sua vida útil.

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Compressibilidade:

Quando se executa uma obra de engenharia, impõe-se no solo uma variação no estado de tensão que acarreta em deformações, as quais **dependem não só da carga aplicada, mas principalmente da Compressibilidade do Solo.**

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

O solo é um sistema particulado composto de partículas sólidas e espaços vazios, os quais podem estar parcialmente ou totalmente preenchidos com água.

Os **decréscimos de volume (as deformações**) dos solos podem ser atribuídos, de maneira genérica, a três causas principais:

- **Compressão das partículas sólidas**;
- **Compressão dos espaços vazios do solo**, com a conseqüente expulsão da água (no caso de solo saturado);
- **Compressão da água (ou do fluido**) existente nos vazios do solo.

Obs>Para os níveis de tensões usuais aplicados na engenharia de solos, as deformações que ocorrem na água e grãos sólidos são desprezadas (pois, são incompressíveis). Calculam-se, portanto, as deformações volumétricas do solo a partir da variação do índice de vazios (função da variação das tensões efetivas).

COMPRESSIBILIDADE E ADENSAMENTO

CONCEITOS

Compressão: É o processo pelo qual uma massa de solo, sob a ação de cargas, varia de volume ("deforma").

Os processos de compressão podem ocorrer por :

- compactação (redução de volume devido ao ar contido nos vazios do solo)
- adensamento (redução do volume de água contido nos vazios do solo).

COMPRESSIBILIDADE E ADENSAMENTO

DEVIDO A CARGAS APLICADAS

CONCEITOS

– Adensamento:

Processo dependente do tempo de:

variação de volume (deformação) do solo devido à drenagem da água dos poros.

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Compressibilidade:

É uma relação independente do tempo entre:

- **variação de volume (deformação)** e
- **tensão efetiva**.

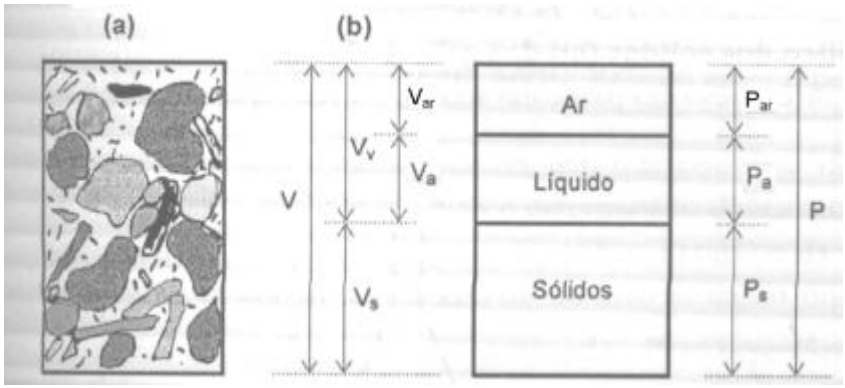
É a propriedade que os solos têm de serem suscetíveis à compressão.

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Considerando-se que o solo é um sistema trifásico, composto de partículas sólidas (minerais), ar e água nos

seus vazios, as deformações que ocorrem no elemento podem estar associadas à:

- deformação dos grãos individuais;
- compressão da água presente nos vazios (solo saturado);
- variação do volume de vazios, devido ao deslocamento relativo entre partículas.



COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Para os níveis de tensões usuais aplicados na engenharia de solos, ***as deformações que ocorrem na água e grãos sólidos são desprezadas*** (pois, são incompressíveis).

Calculam-se, portanto,

as deformações volumétricas do solo a partir da variação do índice de vazios (função da variação das tensões efetivas).

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

As deformações podem ser subdivididas em três categorias

- Elásticas: quando estas são proporcionais ao estado de tensões imposto.

Para os solos que apresentam um comportamento elástico, a proporcionalidade entre as tensões ($\boldsymbol{\sigma}$) e deformações (e) é dada pela Lei de Hooke ($\boldsymbol{\sigma}$ = E. e), onde

E = módulo de Elasticidade ou módulo de Young; constante e característico do material.

As deformações elásticas estão associada a variações volumetricas totalmente recuperadas após a remoção dos carregamentos.

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

As deformações podem ser subdivididas em três categorias

- Plásticas: associadas a variações volumétricas permanentes sem a restituição do índice de vazios inicial do solo, após o descarregamento;

- Viscosas: também chamadas de fluência, são aquelas evoluem com o tempo sob um estado de tensões constante.

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Tipo de Solo

Estrutura dos Solos

Grau de Saturação

Nível de tensão

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Tipo de Solo

A interação entre as partículas de solos argilosos (argilo-minerais) é feita através de ligações elétricas e o contato feito através da camada de água absorvida – Figura 2.4 (camada dupla).

Já os solos granulares transmitem os esforços diretamente entre partículas (Figura 2.5). Por esta razão, a compressibilidade dos solos argilosos é superior a dos solos arenosos, pois a camada dupla lubrifica o contato e, portanto facilita o deslocamento relativo entre partículas.

É comum referir-se aos solos argilosos como solos compressíveis

LOCAL: VICINAL ARMANDO VIANA EGRESA - PENAPOLIS - SP | INICIO: 04/02/2014 | TERMINO: 04/02/2014

PENETRAÇÃO SPT N.° golpes/30cm (40 30 20 10 0)	N.° Golpes 30cm N/30	PENETRAÇÃO SPT Golpes/15cm N/15	N/15	N/15	PROF. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA	CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE	N. A. Nível d'Água (m)
	1/48	1/48				0, 1	AREIA FINA SILTOSA VERMELHA	FOFA	
	1/20	1/20	1/20			2			
	2/31	1/18	1/16	1/15	3,45	3			3,76
	1/52	1/52				4	AREIA FINA ARGILOSA VERMELHA	FOFA	
	1/46	1/46				5			
	2/30	1/15	1/15	1/15		6			
	4/30	2/15	2/15	2/15	7,45	7			
	11/30	4/15	5/15	6/15		8	SILTE ARENO-ARGILOSO VERMELHO CLARO E CINZA CLARO	MED. COMPACTO	
	13/30	6/15	6/15	7/15		9			
	15/30	7/15	7/15	8/15	10,60	10			
	21/30	9/15	10/15	11/15		11	SILTE ARENO-ARGILOSO MARROM CLARO E CINZA CLARO	COMPACTO	
	30/10	18/15	30/10		12,25	12		MUITO COMPACTO	
							LIMITE DE SONDAGEM: 12,25m		

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Estrutura dos Solos

A estrutura dos solos é um fator importante na definição da sua compressibilidade.

Solos granulares podem ser arranjados em estruturas fofas, densas e favo de abelha (solos finos), conforme mostrado na Figura 2.6
Considerando que os grãos são admitidos como incompressíveis, quanto maior o índice de vazios, maior será a compressibilidade do solo.

á os solos argilosos se apresentam segundo estruturas dispersas ou floculadas (Figura 2.8).
Solos com estrutura floculada são mais compressíveis; com a compressão desses solos o posicionamento das partículas tende a uma orientação paralela (estrutura dispersa).

Devido à importância da estrutura na definição da compressibilidade dos solos, ensaios de laboratório para determinação das características de compressibilidade devem ser sempre executados em amostras indeformadas.

No caso dos solos granulares, de difícil amostragem, os ensaios devem ser realizados em amostras moldadas segundo o índice de vazios de campo.

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Nível de tensões

O nível de tensões a que o solo está sendo submetido interfere na sua compressibilidade tanto no que diz respeito à movimentação relativa entre partículas, quanto na possibilidade de acarretar em processos de quebra de grãos.

A Figura 2.9 ilustra a influência do nível de tensões.

Nesta figura, quanto mais vertical é a tangente à curva, maior é a compressibilidade do material.

Quando, por exemplo, um solo arenoso fofo é comprimido, as partículas vão se posicionando em arranjos cada vez mais densos, diminuindo a compressibilidade do solo.

A medida que o nível de tensões é aumentado, elevam-se as tensões intergranulares acarretando em fraturamento e/ou esmagamento das partículas. Com a quebra de grãos, a compressibilidade aumenta sensivelmente.

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

a maioria das obras de engenharia os níveis de tensão não atingem os patamares necessários para causar deformações ou quebra nos grãos.

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Grau de Saturação

No caso de solos saturados, a variação de volume ocorre por uma variação de volume de água contida nos vazios (escape ou entrada).

No caso de solos não saturados, o problema é mais complexo uma vez que, ao contrário da água, a compressibilidade dos vazios é grande e pode interferir na magnitude total das deformações.

COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

Grau de Saturação

No caso de solos saturados, a variação de volume ocorre por uma variação de volume de água contida nos vazios (escape ou entrada).

No caso de solos não saturados, o problema é mais complexo uma vez que, ao contrário da água, a compressibilidade do ar???é grande e pode interferir na magnitude total das deformações.