

RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI - Lezione n.2



RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Formazione dei terreni

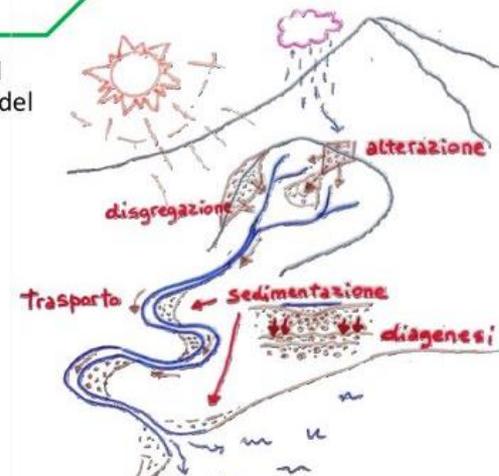
I terreni sono il risultato dei processi di alterazione fisica, chimica, organica e di disintegrazione meccanica delle rocce. Nella configurazione attuale sono il risultato di un ciclo di complesse vicissitudini che comprende le fasi:

- 1. Formazione per alterazione di natura chimica, fisica, organica delle rocce madri;**
- 2. Trasporto con acqua ghiacci, vento;**
- 3. Deposizione in ambienti; marino, continentale, misto.**

Processi:



- **Fisica (disaggregazione):** effetti termici, azione dell'acqua, vento, ghiaccio ... (sabbie e ghiaie);
- **Chimica:** ossidazione, idratazione, carbonatazione ... (argille)
- **Limitato: Terreni residuali** (granuli di forma irregolare e dimensioni assortite);
- **Elevato: Terreni sedimentari** (granuli forma regolare e/o arrotondata, dimensioni spesso poco variabili)
- Agisce sulla **struttura** e il **grado di addensamento** del terreno.



RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Formazione dei terreni

I terreni sono il risultato dei processi di alterazione fisica, chimica, organica e di disintegrazione meccanica delle rocce. Nella configurazione attuale sono il risultato di un ciclo di complesse vicissitudini che comprende le fasi:

- 1. Formazione per alterazione di natura chimica, fisica, organica delle rocce madri;**
- 2. Trasporto con acqua ghiacci, vento;**
- 3. Deposizione in ambienti; marino, continentale, misto.**

4. *Diagenesi: costipamento, cementazione*

Diagenesi

In geologia la diagenesi è un qualsiasi cambiamento chimico-fisico subito da un sedimento dopo la sua deposizione iniziale, durante e dopo la sua trasformazione in roccia coerente, ad esclusione dell'alterazione superficiale (erosione), I cambiamenti diagenetici avvengono a temperature (fino a circa 200 °C) e pressioni (2-3 bar) relativamente basse e possono avere come conseguenza variazioni della mineralogia e/o della struttura originale della roccia.

Si riconoscono diverse fasi nel corso della diagenesi:

Compattazione, che è dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti (pressione litostatica); essa provoca la fuoriuscita delle acque interstiziali e quindi l'avvicinamento dei singoli clasti; di conseguenza la porosità e la permeabilità tendono a diminuire durante la diagenesi.

Ricristallizzazione, che coinvolge alcuni minerali instabili presenti nel sedimento; questo processo produce una cementazione dei clasti coinvolti ed è causato proprio dalla pressione tra clasto e clasto.

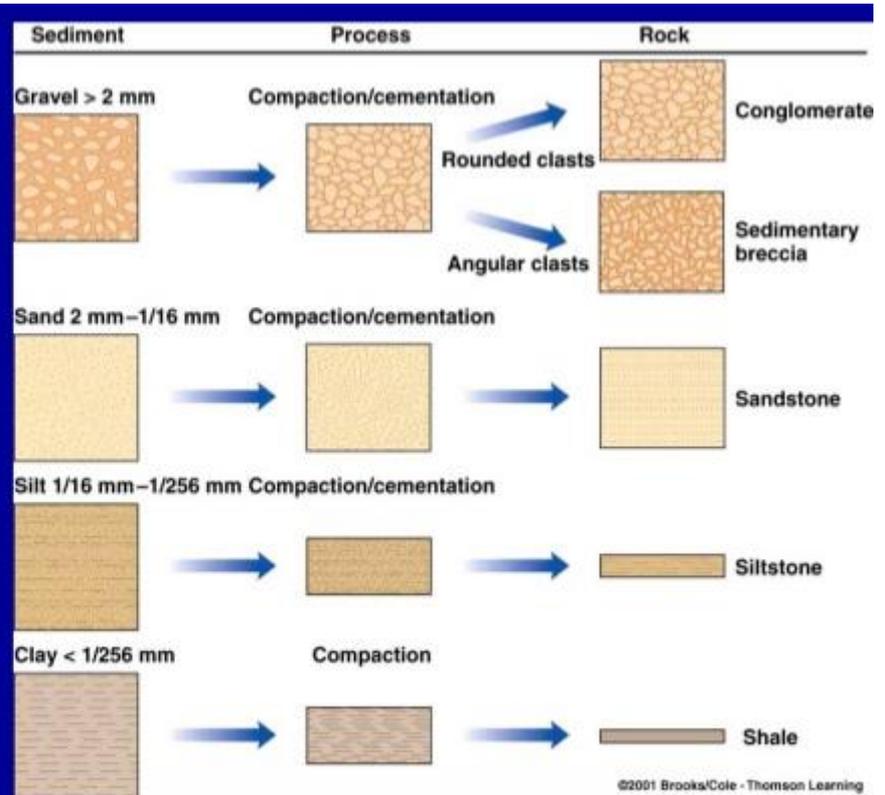
Dissoluzione e Sostituzione, che interessano alcuni minerali che possono disciogliersi e/o essere rimpiazzati da altri; questo è un processo importante nella trasformazione di alcune rocce come la trasformazione della calcite in dolomite (dolomitizzazione).

Precipitazione di nuovi minerali dalle acque percolanti tra gli interstizi del sedimento; se la precipitazione è elevata, arrivando a riempire gran parte dello spazio dei pori entro la roccia, si ottiene la cementazione del sedimento stesso che da incoerente diviene infine coerente.

RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Diagenesi

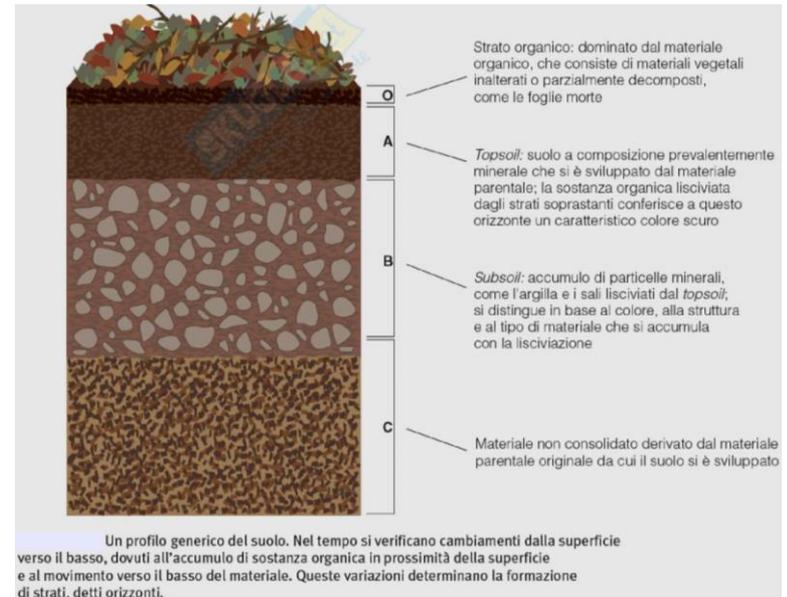
- Processi diagenetici che trasformano i sedimenti in rocce
- Compattazione
- cementazione (litificazione)



RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

TERRA: Materiale costituito da grani solidi di diverse dimensioni, forme, minerali componenti

TERRENO: Composto strutturale complesso, multifase: solido, liquido, gas



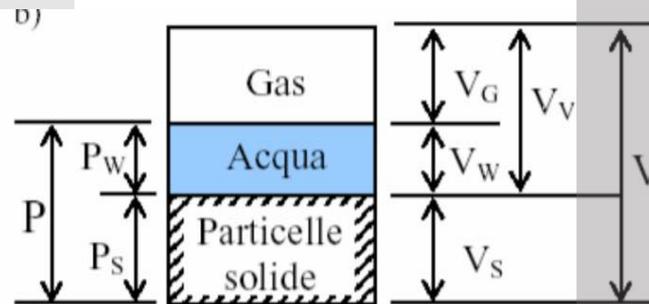
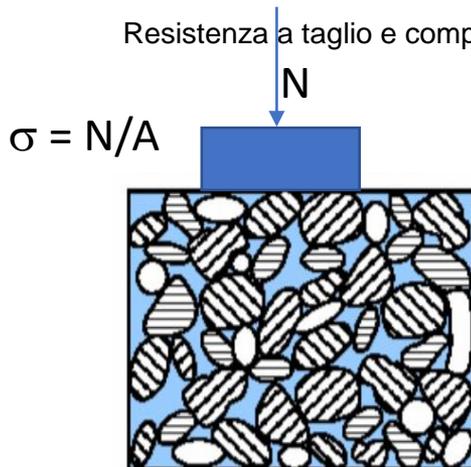
RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

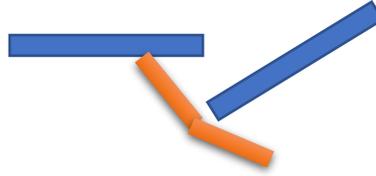
Struttura dei terreni

I terreni hanno struttura particellare e per questo la meccanica delle terre si distingue dalla meccanica dei fluidi o dalla meccanica dei solidi (perlomeno nella loro impostazione classica)

Struttura particellare: → Comportamento meccanico dei terreni: marcatamente non lineare ed irreversibile.
 → I terreni sono mezzi multifase costituiti da particelle solide con vuoti occupati da gas e liquidi

Resistenza a taglio e compressibilità → dipendono dal grado di addensamento e dallo stato tensionale delle particelle solide





RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Struttura dei terreni: parte solida

Particelle solide: grana grossa – grana fine

- Grana grossa: ghiaie e sabbie
- Grana fine: limi ed argille

Caratteristiche delle particelle a grana grossa

- Dimensioni
- Forma
- Regolarità superficiale
- Mineralogia

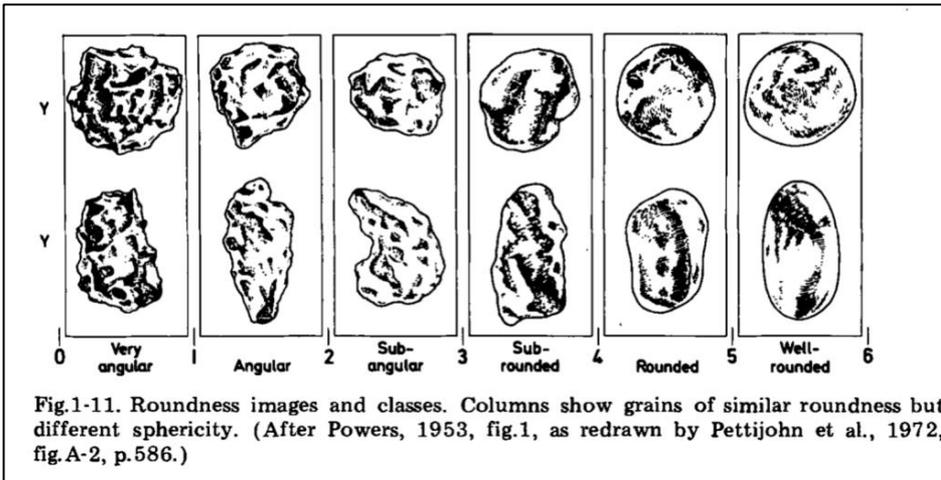


Fig.1-11. Roundness images and classes. Columns show grains of similar roundness but different sphericity. (After Powers, 1953, fig.1, as redrawn by Pettijohn et al., 1972, fig.A-2, p.586.)

Superficie specifica: Area superficie/Massa della particella massa

Granuli di terreno	Dimensione media	Superficie specifica (m ² /g)
ARGILLE		
Montmorillonite	10 Å	fino a 840
Illite	0.03 – 0.1 μ	65 ÷ 200
Caolinite	0.1 – 4 μ	10 ÷ 20
SABBIA		
	2 mm	2 · 10 ⁻⁴

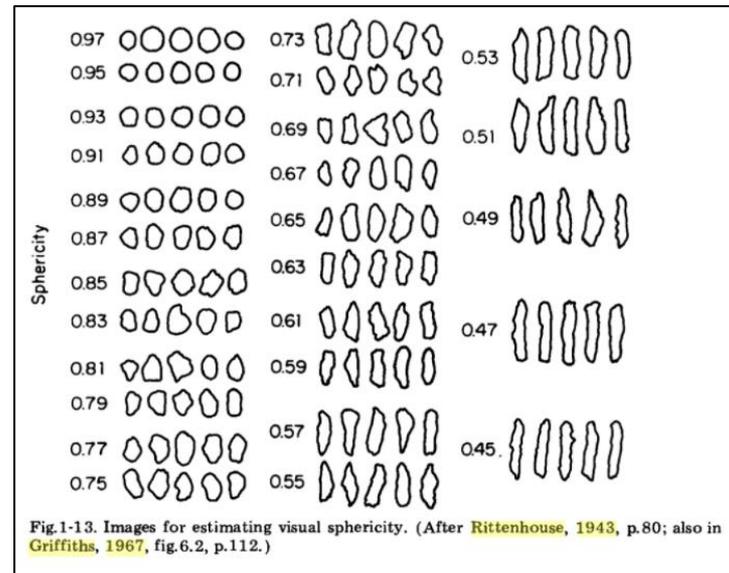


Fig.1-13. Images for estimating visual sphericity. (After Rittenhouse, 1943, p.80; also in Griffiths, 1967, fig.6.2, p.112.)

RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

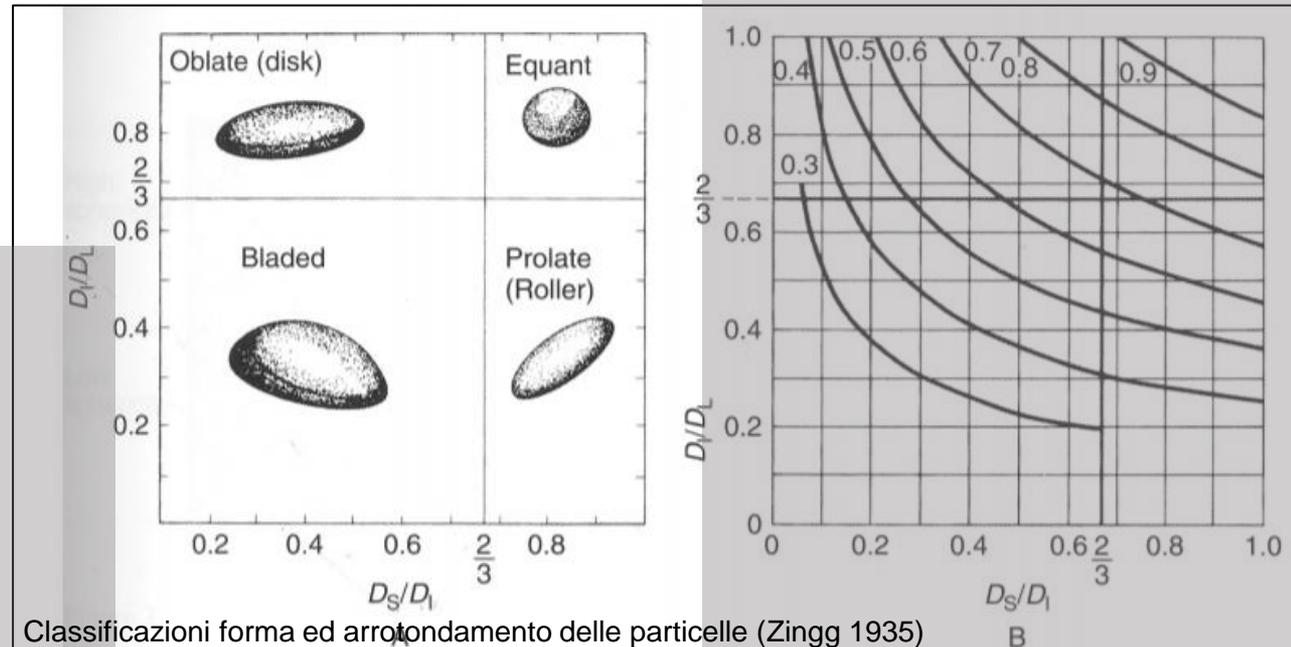
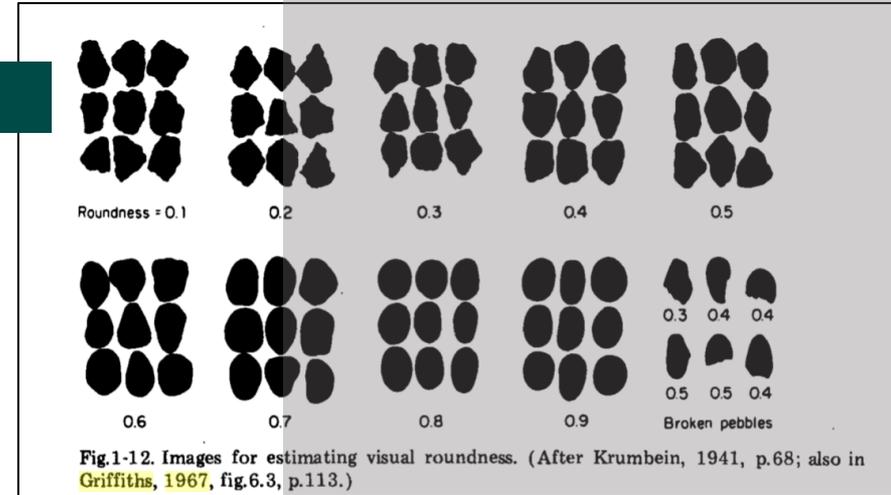
Struttura dei terreni: parte solida

Particelle solide: grana grossa – grana fine

- Grana grossa: ghiaie e sabbie
- Grana fine: limi ed argille

Caratteristiche delle particelle a grana grossa

- Dimensioni
- Forma
- Regolarità superficiale
- Mineralogia



RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Struttura dei terreni: parte solida

Particelle solide: grana grossa – grana fine

- Grana grossa: ghiaie e sabbie
- Grana fine: limi ed argille

Caratteristiche delle particelle a grana grossa

- Dimensioni
- Forma
- Regolarità superficiale
- Mineralogia

Le terre intese come materiale elementare sono caratterizzabili con i parametri che classificano le particelle:

Dimensioni

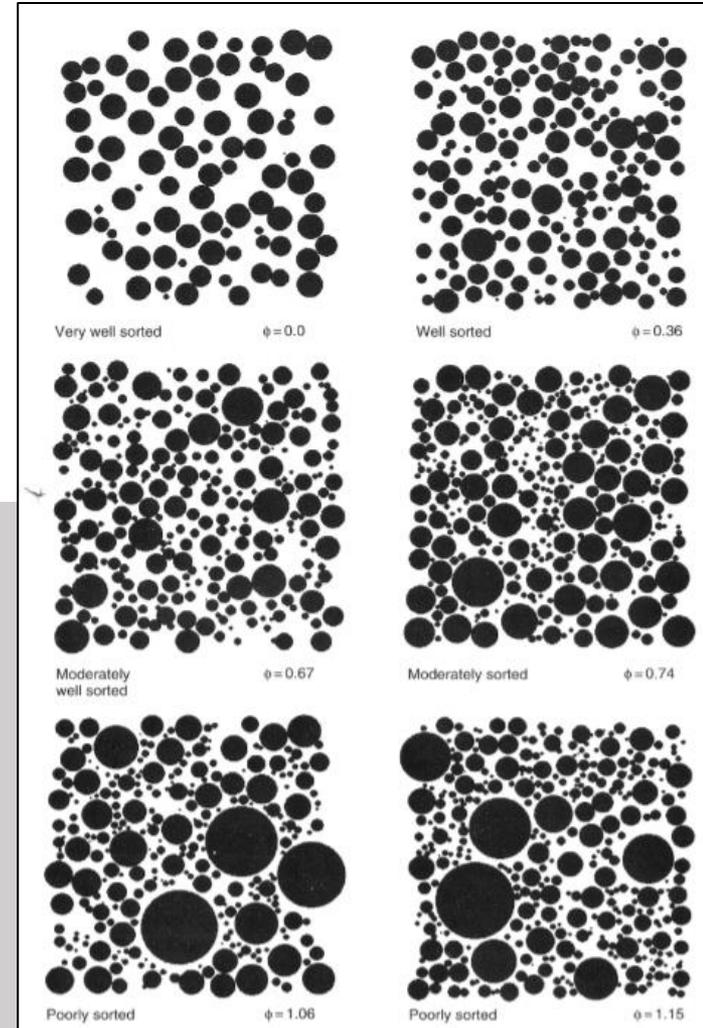
Forma

Regolarità superficiale

Mineralogia

I terreni a grana grossa intesi come materiali composti, multifase, oltre ai parametri indicati, per studiarne in comportamento vanno sempre associati al tipo di struttura ed alle caratteristiche meccaniche e fisiche che si ha nella realtà.

(Distribuzione granulometrica, assortimento, Grado di addensamento, Microstruttura, Mega e macro struttura



RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Struttura dei terreni: parte solida

Particelle solide: grana grossa – grana fine

- Grana grossa: ghiaie e sabbie
- Grana fine: limi ed argille

Caratteristiche delle particelle di argilla

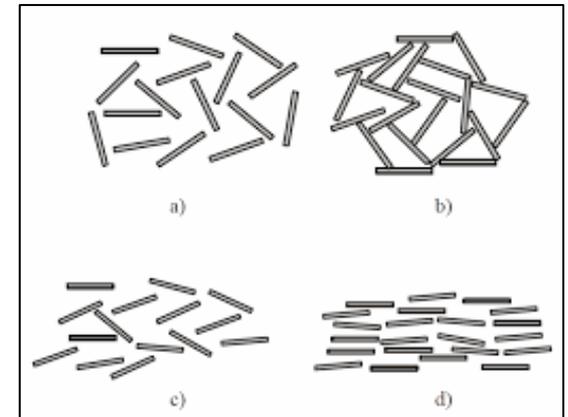
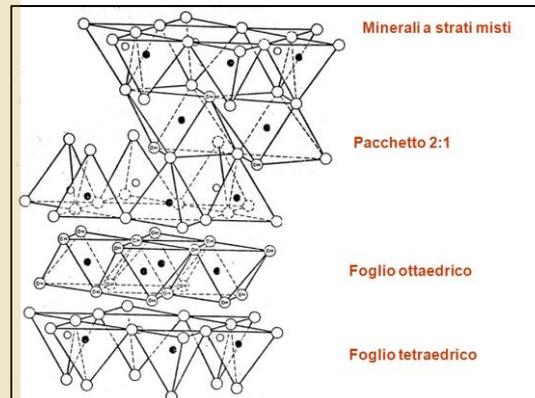
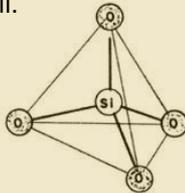
Le particelle di argilla hanno superficie specifica elevata

Le forze di superficie condizionano l'interazione reciproca tra le particelle di esse con l'ambiente circostante

Le **particelle** di argilla sono formate da **pacchetti** che sono a loro volta formati da **combinazioni di unità elementari** costituite da tetraedri e ottaedri collegati tra loro in modo da formare dei reticoli.

Gli ioni metallici di silicio (tetraedro), alluminio, magnesio, ch(ottaedro) hanno carica positiva, occupano la posizione interna al tetraedro o ottaedro.

La parte esterna presenta una carica negativa essendo costituita da ioni di ossigeno o ossidrilici.



RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Struttura dei terreni: parte solida

Particelle solide: grana grossa – grana fine

- Grana grossa: ghiaie e sabbie
- Grana fine: limi ed argille

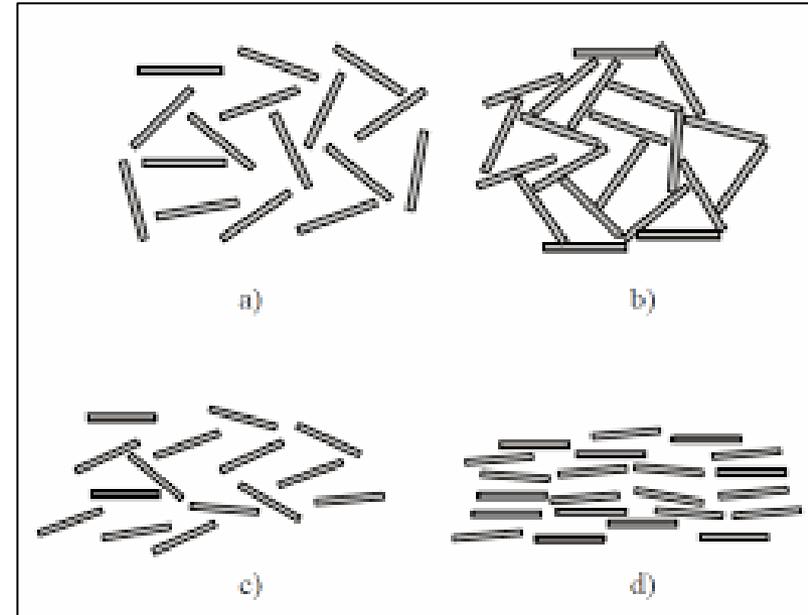
Caratteristiche delle particelle di argilla

Nel suo complesso la particella di argilla può essere considerata «neutra» tuttavia essa presenta una carica elettrica negativa in superficie e questo condiziona l'interazione con altre particelle, con l'acqua e con gli ioni in essa presenti.

Le cariche negative agiscono come forze repulsive e sono in parte bilanciate dalle forze di attrazione di van der Waals generate dal campo magnetico indotto dal moto degli elettroni.

La distanza mutua, l'ambiente chimico in cui interagiscono determinano la risultante delle azioni che si scambiano le particelle.

STRUTTURA DISPERSA a) → (Acqua dolce) ORIENTATA d)
 STRUTTURA FLOCCULATA b) (Acqua salmastra)



RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Struttura dei terreni: parte solida

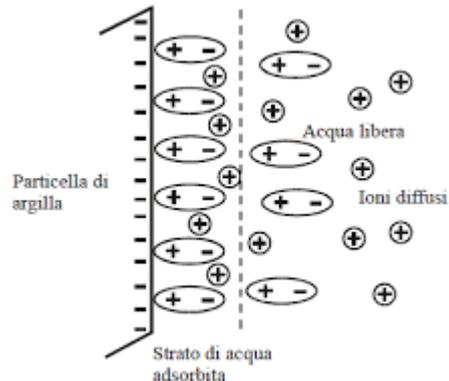
Particelle solide: grana grossa – grana fine

- Grana grossa: ghiaie e sabbie
- Grana fine: limi ed argille

Caratteristiche delle particelle di argilla – interazione con acqua interstiziale

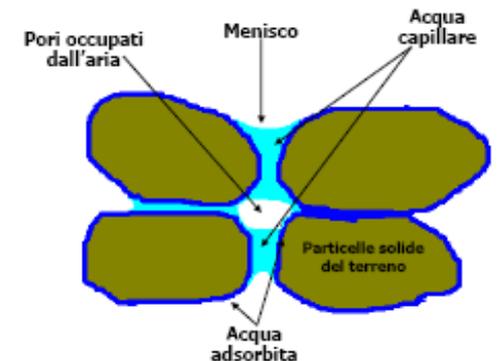
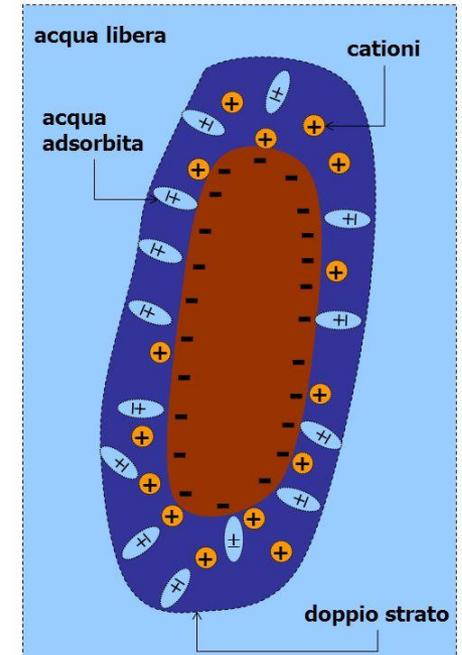
Acqua adsorbita

Acqua libera



La superficie delle particelle di argilla presentano una carica negativa. Le molecole dipolari dell'acqua tendono pertanto ad essere attratte da tale superficie subendo un ISO orientamento e risultando così legate alla superficie della particella al punto da non poter essere separata da essa tramite una normale azione meccanica di modesta entità. Occorre infatti un trattamento termico temperature superiori a 200 ° per riuscire a staccare l'acqua assorbita dalla particella di argilla. A queste molecole d'acqua si dà il nome di **acqua adsorbita** ed essa va considerata a tutti gli effetti come parte integrante della struttura della particella argillosa.

ACQUA ADSORBITA DA UNA PARTICELLA ARGILLOSA



RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Relazioni tra le fasi di un campione di terreno

Elemento di terreno: → sistema multifase costituito da uno scheletro di particelle solide che comprende vuoti riempiti da liquido e gas.

- Schema di un elemento di terreno
- Fasi costituenti un elemento di terreno



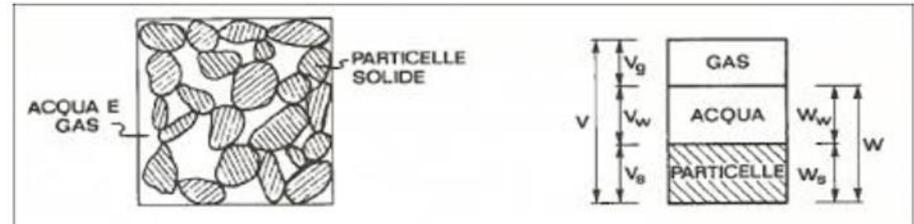
- Volume totale di un campione di terreno: $V = V_s + V_w + V_g$ (Somma dei volumi di solido, liquido, gas)
- Porosità: $n = \frac{V_v}{V} \times 100$ (Volume dei vuoti diviso il volume totale)
- Indice dei vuoti: $e = \frac{V_v}{V_s}$ (Volume dei vuoti diviso il volume occupato dai grani solidi)
- Volume specifico: $v = 1 + e$ (Volume del campione contenente un volume unitario di fase solida)
- Grado di Saturazione: $S = \frac{V_w}{V_v} \times 100$ (%) (Volume del campione contenente un volume unitario di fase solida)
- Contenuto d'acqua: $w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$ (%) (Rapporto tra il peso dell'acqua rispetto al peso del solido)
- Peso Unità Volume parte solida: $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$ (Rapporto tra il peso del secco ed il volume del secco)
- Peso Unità Volume terreno secco: $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$ (Rapporto tra il peso del secco ed il volume totale)
- Peso Unità Volume terreno alleggerito: $\gamma' = \gamma - \gamma_w$ (peso di volume totale meno peso di volume acqua)
- Peso specifico totale: $G = \gamma / \gamma_w$
- Peso specifico grani: $G_s = \gamma_s / \gamma_w$

$S = 100\%$ terreno saturo
 $S = 0\%$ terreno secco

RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Relazioni tra le fasi di un campione di terreno

Valori orientativi di grandezza fisiche per alcuni terreni sciolti



Valori orientativi per terreni sciolti

	n (%)	e	γ_d (kN/m ³)	γ (kN/m ³)
GHIAIA	25-40	0.3-0.7	14-21	18-23
SABBIA	25-50	0.3-1.0	13-18	16-21
LIMO	35-50	0.5-1.0	13-19	16-21
ARGILLA	30-70	0.4-2.3	7-18	14-21
TORBA	75-95	3.0-19.0	1-5	10-13
		γ_s (kN/m ³)		
SABBIA QUARZOSA		26		
LIMI		26.3-26.7		
ARGILLE		23.9-28.6		
BENTONITE		23		

RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Relazioni tra le fasi di un campione di terreno

Elemento di terreno: → sistema multifase costituito da uno scheletro di particelle solide che comprende vuoti riempiti da liquido e gas.

- Schema di un elemento di terreno
- Fasi costituenti un elemento di terreno



Valori orientativi per terreni sciolti (Terzaghi Peck, 1976)

Table 4.3 Index Properties of Soft Clays

No.	Clay	w_o (%)	w_l (%)	w_p (%)	CF ($-2\mu\text{m}\%$)	σ'_{vo} (kPa)	σ'_p/σ'_{vo}	ϕ' Degrees
1	Boston Blue	27–30	34	17	40	155	3.20–3.50	30
2	St. Hilaire	61–68	55	23	77	83	1.40–1.57	26
3	Berthierville	57–63	46	24	36	39	1.30–1.40	27
4	La Grande	55–58	64	26	52	83	1.75–2.00	28
5	Väsby	94–103	121	40	67	28	1.20–1.34	23
6	Pisa-Pancone	54–65	86	35	72	124	1.57–2.02	23
7	Mexico City	421–574	500	150	27	58	1.40–1.60	45

w_o = natural water content (Article 6).

w_l = liquid limit (Article 7.2).

w_p = plastic limit (Article 7.2).

CF = clay fraction (Article 8.2).

σ'_{vo} = effective vertical overburden pressure (Article 15.3).

σ'_p = preconsolidation pressure (Article 16.4).

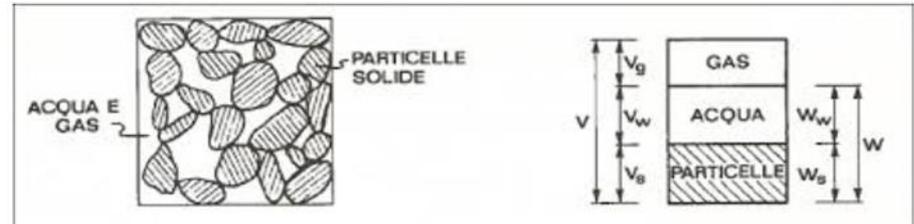
ϕ' = effective-stress friction angle (Article 19.2).

RICHIAMI DI MECCANICA DEI TERRENI

Relazioni tra le fasi di un campione di terreno

Elemento di terreno: → sistema multifase costituito da uno scheletro di particelle solide che comprende vuoti riempiti da liquido e gas.

- Schema di un elemento di terreno
- Fasi costituenti un elemento di terreno



$$\text{Densità relativa: } D_R = \frac{e_{\max} - e_o}{e_{\max} - e_{\min}} \times 100$$

D_r (%)	stato di addensamento
0 – 15	molto sciolto
15 – 35	sciolto
35 – 65	medio
65 – 85	denso
85 – 100	molto denso