

La struttura

E' l'aggregazione spaziale delle particelle solide di terreno

la formazione di aggregati è possibile grazie ai cementi: argille, humus, complessi argillo-humici, lombrichi

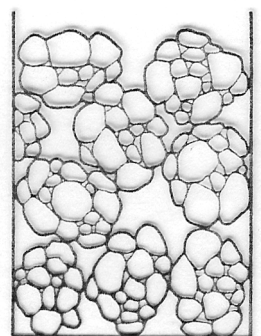
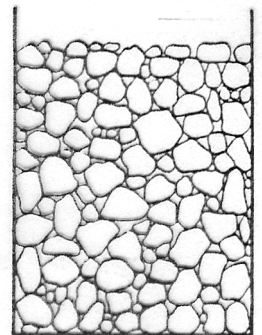
TIPI DI STRUTTURA

Granulare o strato **astrutturato**: terreno che assume lo stato di massimo assestamento. Problema in terreni limosi e argillosi

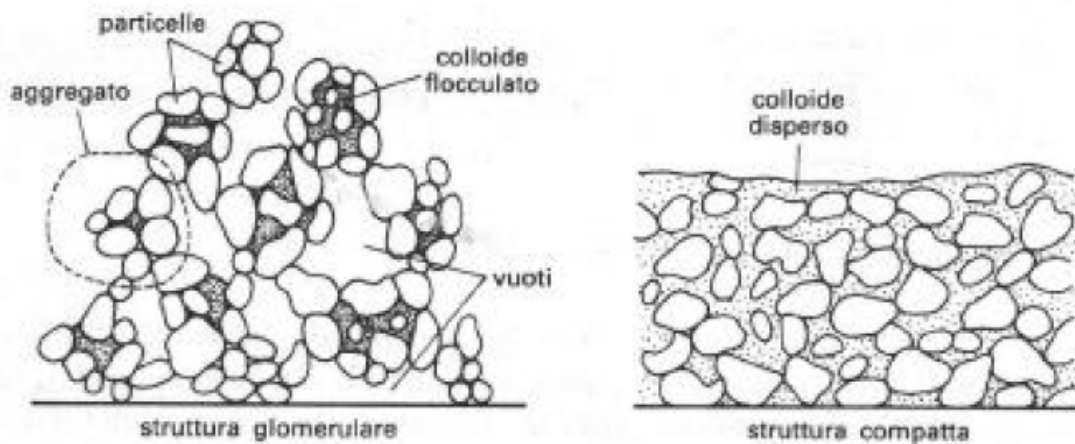
Struttura **compatta**: formazioni di blocchi, con l'argilla, dispersa.

Strutture **frammentate**: le particelle sono collegate da argilla o humus a formare aggregati di forma varia.

Si riconoscono vari tipi di strutture **prismatiche**, **cubiche** e **sferiche**; tra queste la **glomerulare** è la più favorevole; i diametri più favorevoli sono tra 1 e 5 mm.



Struttura di un suolo prima e dopo la distruzione degli aggregati



Classificazione della struttura

Dimensioni degli aggregati: classificazione più importante

Aggregati astrutturali : diam. < 0.25 mm

Microaggregati: diam. 1 - 0.25 mm

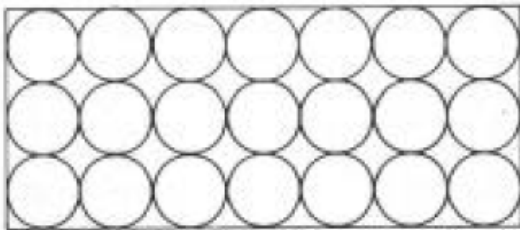
Aggregati ottimali o grumi o glomeruli: diam. 1 - 5 mm

Macroaggregati: diam. 5 - 50 mm

Aggregati zollosi: diam. 50 - 150 mm

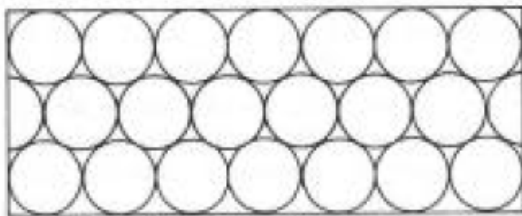
Zolle: > 150 mm

ASSETTO CUBICO



terreno teorico: un tipo di particella, massima porosità (48%)

ASSETTO PIRAMIDALE



terreno teorico: un tipo di particelle, minima porosità (26%)

Questa schematizzazione anche se lontana dalla realtà serve a dimostrare l'importanza della disposizione reciproca delle particelle, della formazione degli aggregati e del loro assestamento reciproco.

La porosità

Il terreno può essere visto come un insieme di particelle solide che lasciano tra loro interstizi di forma e dimensione variabile. Il volume dei vuoti, in %, rappresenta la porosità.

Dalla porosità dipendono:

- movimenti dell'acqua nel suolo
- movimenti dei gas
- penetrazione delle radici
- facilità di lavorazione

La misura diretta della porosità è difficile.

Si misura, in genere, la **massa volumica apparente** (o densità apparente) che corrisponde al **peso secco di un'unità di volume del suolo**, spazi vuoti compresi

La densità assoluta di un suolo (cioè il peso specifico, non considerando i vuoti) è abbastanza costante e vale 2,6 - 2,65 t m⁻³. Fanno eccezione terreni umiferi (perché l'humus ha densità reale di circa 1,2) e quelli fortemente ferrosi (l'ematite ha densità circa 5)

Quindi la porosità si può calcolare:

$$(2.65 - \text{densità apparente})/2.65$$

Misura della densità apparente

Si infigge nel terreno un piccolo cilindretto di volume noto (circa $0,1 \text{ dm}^3$). Si preleva il cilindro pieno di terreno e si rifilano i bordi con un coltello, si estrae il terreno, lo si essicca in stufa e lo si pesa

La densità varia per lavorazioni, azione del gelo, compattazione in seguito al passaggio di mezzi meccanici, ma non varia in funzione dell'umidità del suolo se non in presenza di argille rigonfiabili.

Densità tipiche di alcuni terreni

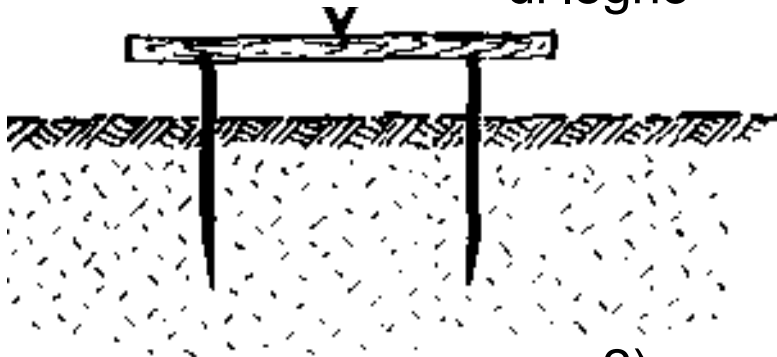
| | |
|-----------------|---------------------------|
| Sabbioso | 1,4- 1,5 t m ³ |
| limoso-sabbioso | 1,2-1,3 t m ³ |
| argilloso | 1.2 t m ³ |
| umifero | 1 t m ³ |
| grana media | 1,3 t m ³ |

Terreni leggeri: con questo nome si indicano i terreni sabbiosi perché facili da lavorare e **NON PER LA LORO DENSITA'**

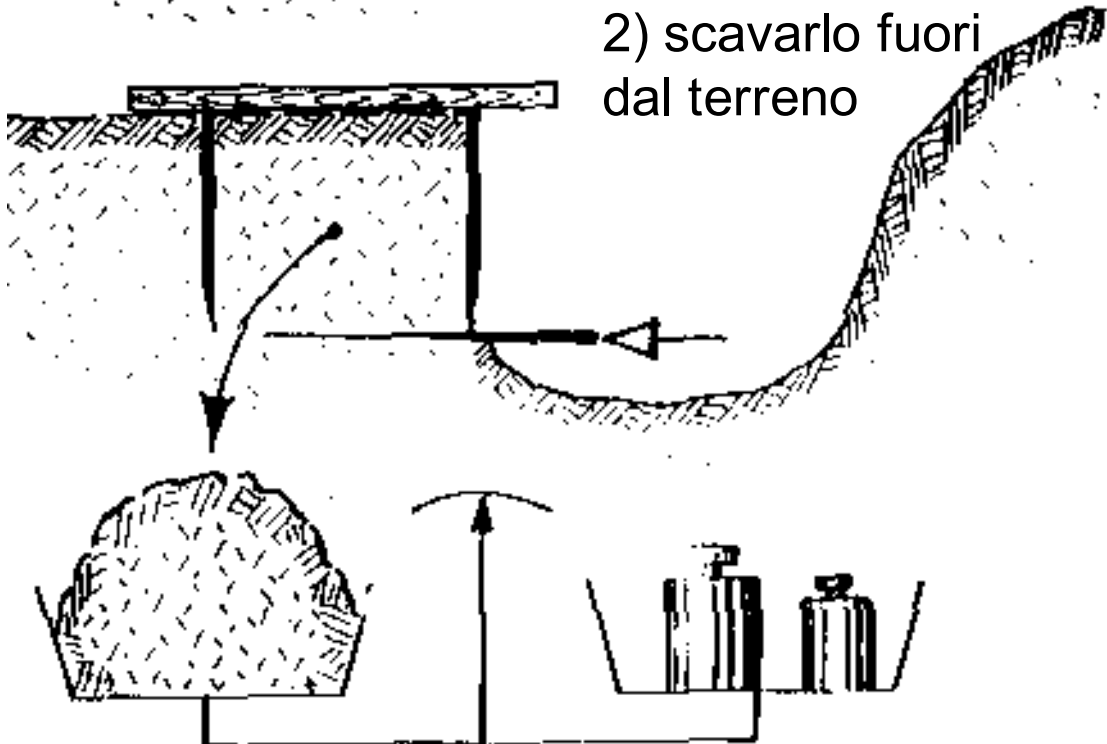
Terreni pesanti: argillosi e limosi

Misura della massa volumica apparente

1) inserire il cilindretto nel suolo, usando una tavoletta di legno



2) scavarlo fuori dal terreno



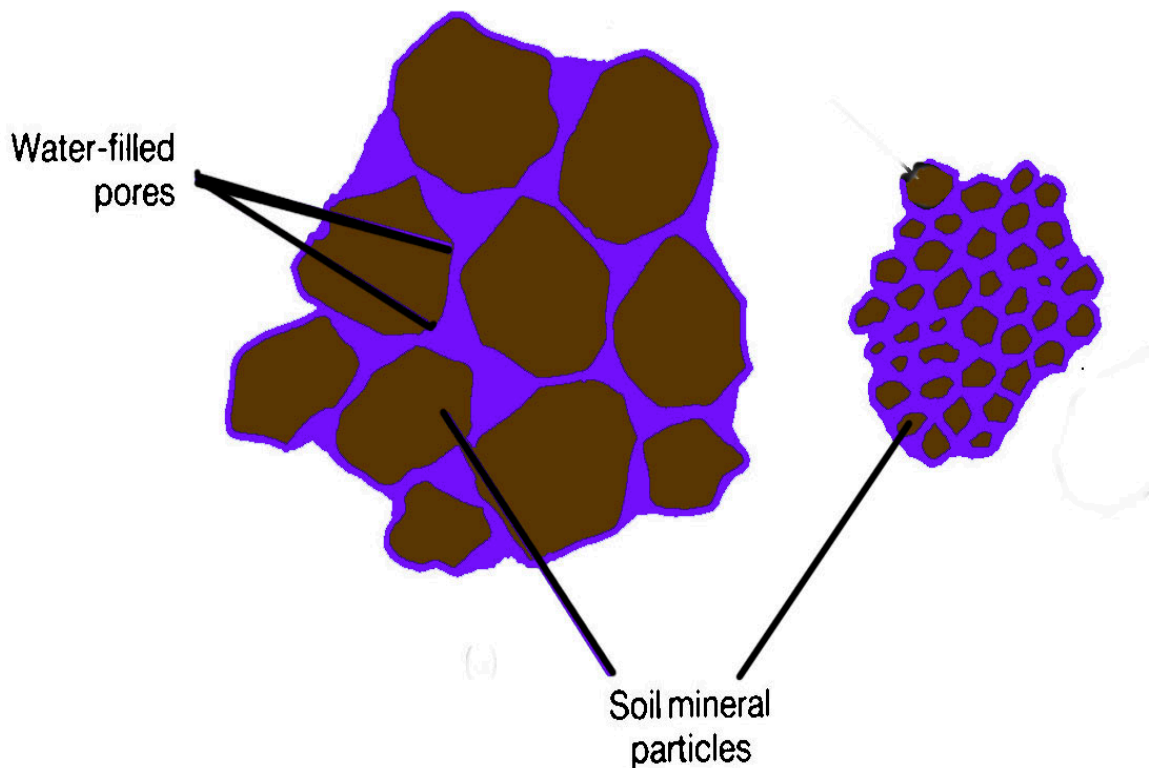
3) pesare il terreno contenuto nel cilindretto dopo essiccazione





Porosità e permeabilità

- La porosità è la misura degli spazi vuoti del suolo
- La permeabilità è una funzione della grandezza delle particelle del suolo, dei pori.
- La porosità rappresenta la riserva della capacità idrica di un suolo.
- La permeabilità è come l'acqua circolerà attraverso il suolo
- L'argilla tende a ridurre la porosità e la permeabilità del suolo, dovuta a presenza di microporosità.



Esempio di calcolo

Porosità : P %

Densità: reale $D_r = 2,65 \text{ t m}^{-3}$

apparente $D_a = 1,4 \text{ t m}^{-3}$

$$\mathbf{P \% = (2,65 - 1,4) / 2,65 = 47,2 \%}$$

La porosità del suolo è causata dalla forma più o meno arrotondata delle particelle, dalla loro aggregazione, dall'intrappolamento di gas, dall'azione delle radici, dagli insetti, dai lombrichi e di altri animali.

I pori trattengono i liquidi e i gas e consentono il loro movimento e l'espandersi delle radici; al loro interno si svolge la vita di molti microrganismi e l'assunzione di nutrienti da parte delle piante.

-I macropori consentono i movimenti dell'acqua gravitazionale: è quindi la loro quantità che determina il contenuto di acqua del suolo alla capacità di campo

-I micropori (soprattutto quelli $< 9 \mu\text{m}$) sono i maggiori responsabili della risalita capillare

-Nei micropori $< 0,2 \mu\text{m}$ è trattenuta l'acqua a tensioni più elevate di 1,5 Mpa, cioè quella non utilizzabile dalle piante (punto di appassimento)

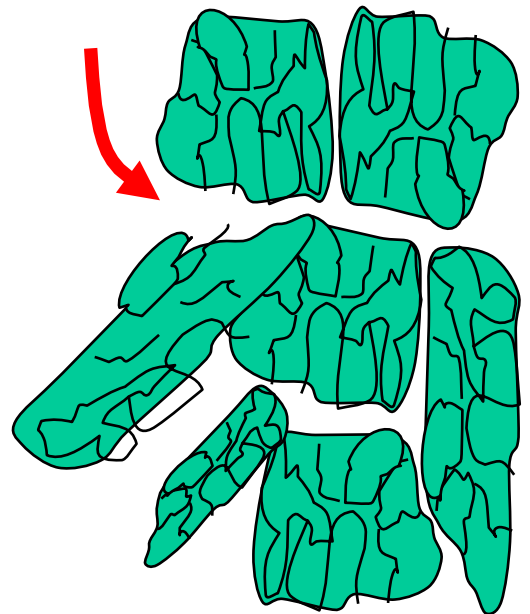
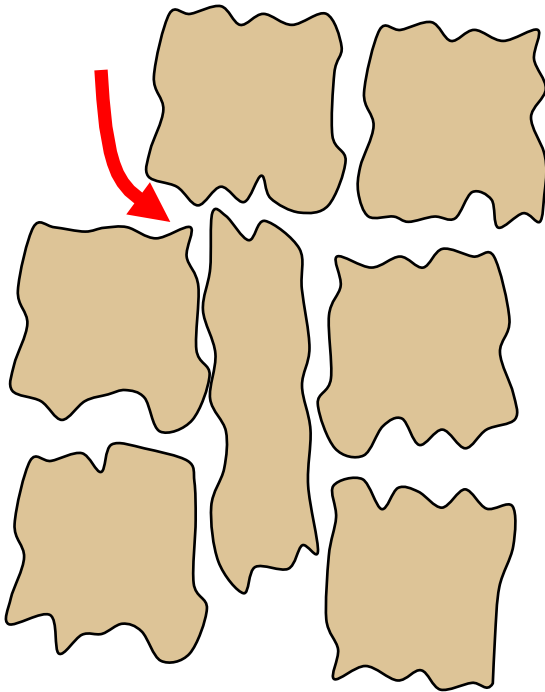
Macroporosità

Sabbia

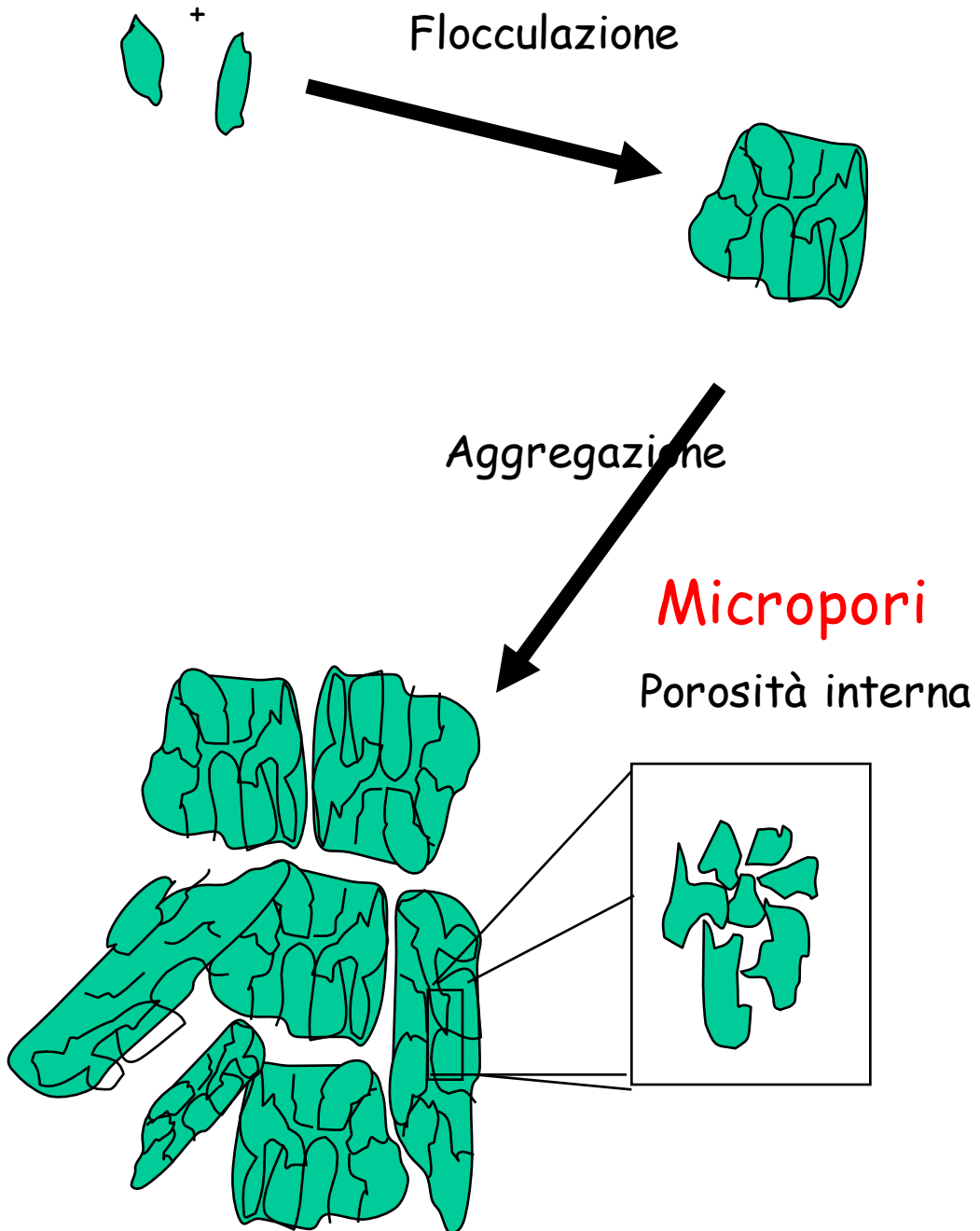
Aggregati colloidali

Macropori

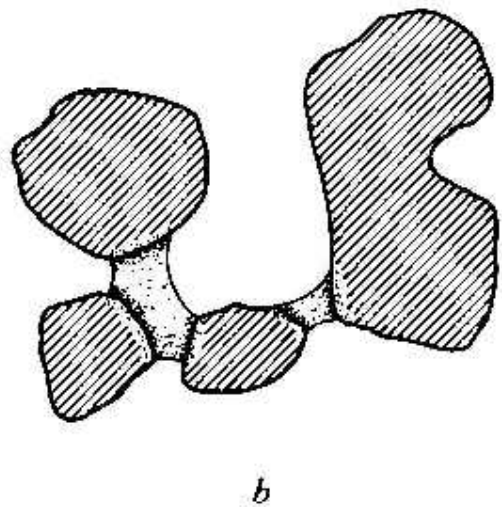
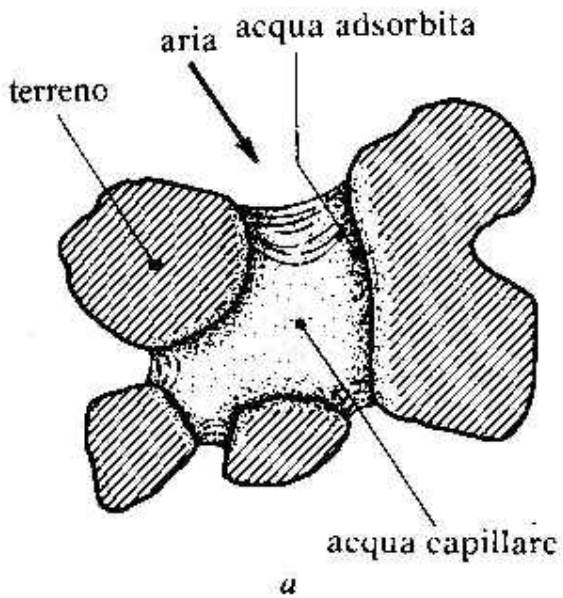
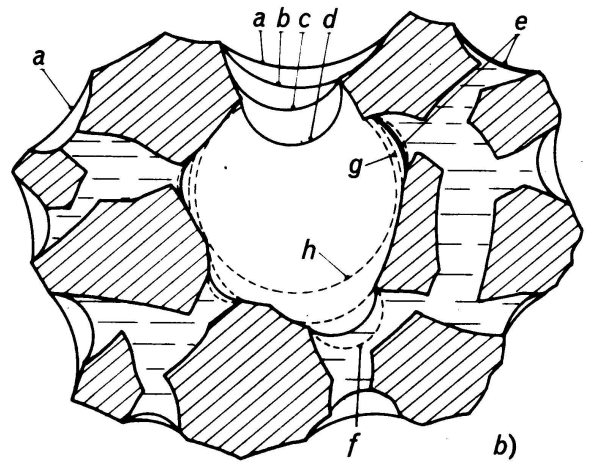
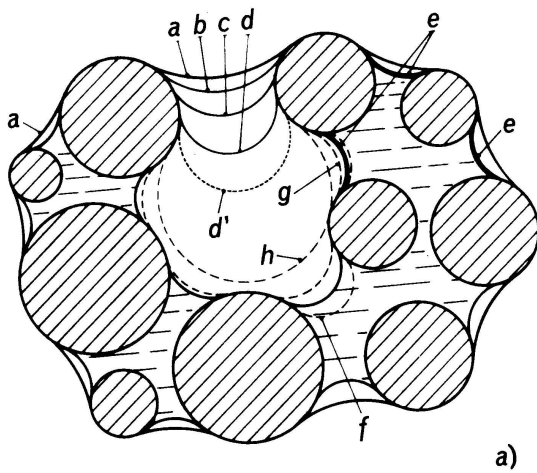
Macropori



Micropori



Stato dell'acqua tra particelle di varia grandezza e disposizione casuale



$$P = \frac{\text{volume totale dei pori} \times 100}{\text{volume totale del suolo}} = \frac{V_a - V_r}{V_a} \times 100$$

Peso specifico reale, peso specifico apparente e porosità in quattro terreni diversi, prima e dopo la lavorazione.

| tipo di terreno | pr | non lavorato | | lavorato | |
|--------------------|-----|--------------|------|----------|------|
| | | pa | P(%) | pa | P(%) |
| argilloso | 2,6 | 1,2 | 54 | 0,9 | 65 |
| grana media | 2,6 | 1,35 | 50 | 1,0 | 60 |
| sabbioso | 2,6 | 1,6 | 40 | 1,3 | 50 |
| torboso | 2,0 | 0,9 | 56 | 0,6 | 70 |

Dimensione dei pori

MICROPOROSITA' o porosità capillare: è il volume totale dei pori con diametro <10 micron. Trattengono l'acqua per capillarità, contro la forza di gravità

MACROPOROSITÀ: l'acqua si allontana da essi, e vengono a costituire uno spazio per l'aria (macroporosità=capacità per l'aria)

Troppa microporosità (tipica di terreni limosi):

- troppa acqua nel suolo=asfissia
- ristagni idrici
- denitrificazione
- difficoltà di infiltrazione dell'acqua
- difficoltà penetrazione radici

Troppa macroporosità:

- Scarsa disponibilità di acqua
- infiltrazione veloce con trasporto di elementi verso la falda
- eccessivo arieggiamento, rapida mineralizzazione della sostanza organica
- scopo delle lavorazioni creare un buon equilibrio tra macro e microporosità.

Flocculanti e disperdenti

Cationi monovalenti: sono attornati da molte molecole d'acqua, poco potere flocculante sulle argille, nullo sull'humus (Na^+ , K^+ , NH_4^+)

Cationi bivalenti: elevato potere flocculante sulle argille (Ca^{++} , Mg^{++})

Il sodio alcalinizza il mezzo, aumentando gli OH^- , forte deflocculante. **Bisogna evitare l'apporto di concimi sodici (nitrato di sodio) ai terreni argillosi.** grave problema delle argille sodiche si può cercare di lisciviare il Na e apportare gesso (CaSO_4)

Il potassio è anche un deflocculante, problemi in assenza di Ca

Le argille

Tipi di argille

- Le argille sono silicati di alluminio con struttura lamellare.
- Sono costituite dall'alternarsi di strati di cristalli tetraedrici di silicio con strati ottaedrici di Al-OH
- Elettronegative, assorbono ioni positivi sulla superficie
Se c'è spazio tra i foglietti adsorbono ioni anche all'interno

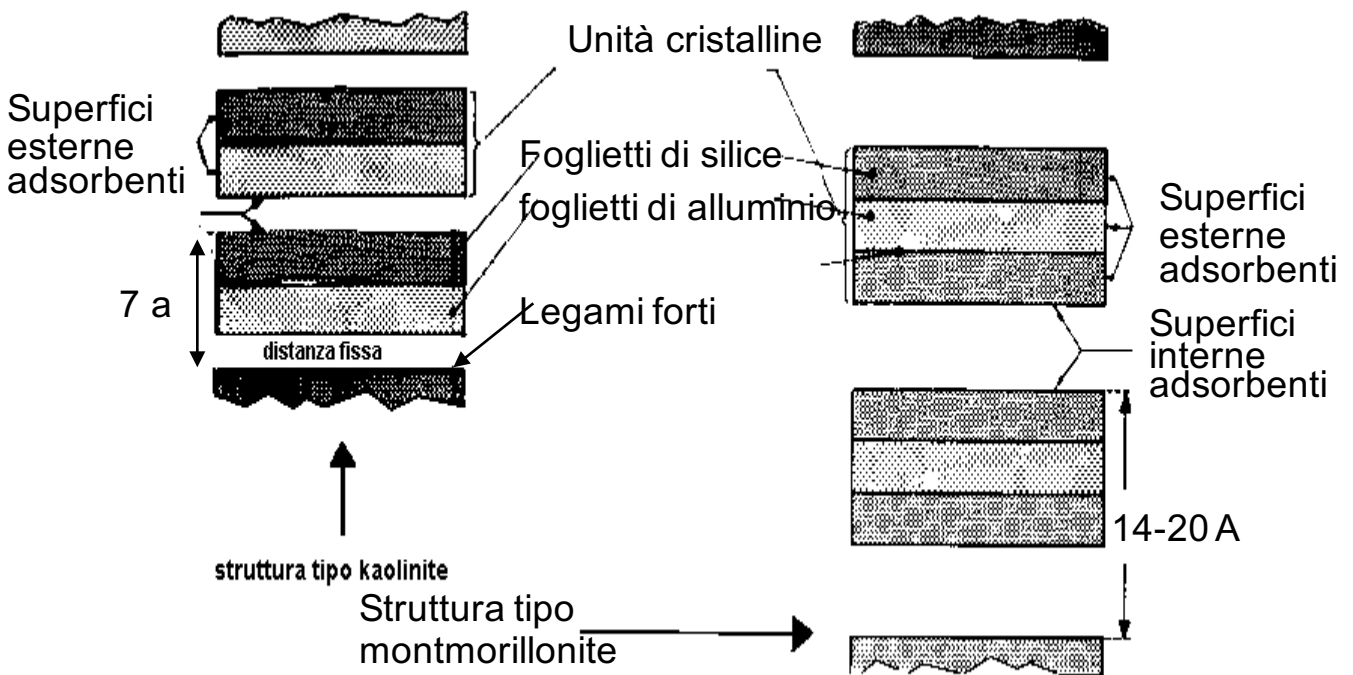
3 tipi principali:

Kaolinite: 1 strato tetraedrico alternato a 1 ottaedrico, (argille 1:1), non entrano tra gli strati né ioni né acqua

smectite, tra le quali la montmorillonite, 2 strati tetraedrici alternati a 1 ottaedrico (argille 2:1); gli spazi interni possono allargarsi: argille rigonfiabili, con altissima capacità di assorbire cationi.

Illite: argille 2:1, ma spazi tra le lamelle limitati e solo il K riesce a entrare, non rigonfiano, gli ioni K rendono rigido il reticolo

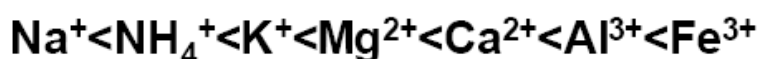
Argilla



Aggregati primari ad opera di legami tra argille e sesquiossidi idrati di Fe e Al

Aggregati secondari ad opera di humus e favoriti da presenza di Ca

Importante potere flocculante di ioni:



Variazioni della struttura del terreno

- 1) variazioni del contenuto in acqua del terreno
- 2) gelo e disgelo
- 3) lavorazioni
- 4) vegetazione
- 5) fauna terricola
- 6) ioni deflocculanti (Na) e flocculanti (Ca)
- 7) sostanza organica.

Struttura e agenti climatici

Alternanza di essiccamento e umettamento nei terreni argillosi creano tensioni interne e dividono gli aggregati

gelo e disgelo:

su suolo umido:

crystalli di ghiaccio che sollevano il suolo, in particolare in suoli calcarei (il calcare contiene molta acqua), positivo per struttura, negativo per scalzamento piante

Struttura e esseri viventi

Raggrumano il terreno suddividendolo e cementandolo con sostanza organica

lombrichi

non tollerano acidità e povertà di Ca, secco e ristagno; con le gallerie orizzontali e verticali migliorano drenaggio e aerazione; l'aggregazione avviene nel tubo digerente

Batteri, funghi

attivi in presenza di buona ossigenazione, in profondità fermentazioni anaerobiche con acidi organici dannosi per la struttura

radici

il mezzo più efficace per migliorare la struttura: frammentano i suoli massicci, agglomerano le particelle nei suoli sabbiosi

Struttura e lavorazioni

Positivo:

formazione di macrozolle, poi aggregati ridotti dagli agenti atmosferici

interramento di sostanza organica

negativo:

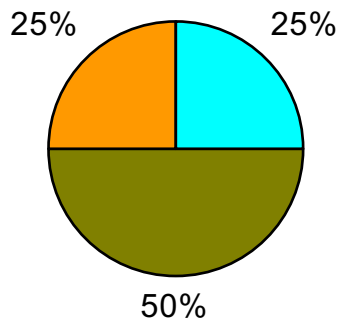
ossidazione della sostanza organica

polverizzazione degli aggregati per azione meccanica

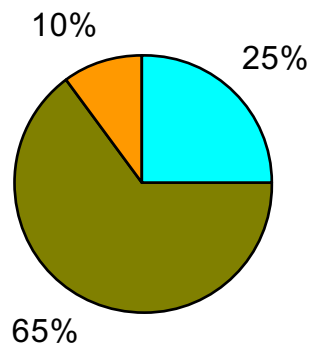
spappolamento in caso di umidità eccessiva

Struttura, aria e acqua

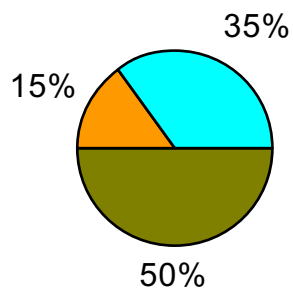
terreno ben strutturato



terreno compatto mal strutturato



terreno mal strutturato, cattivo drenaggio



Stabilità della struttura

La degradazione della struttura è sempre in relazione all'acqua e alle azioni meccaniche

azione battente della pioggia

compressione esercitata dall'aria spinta dall'acqua

rigonfiamento e dispersione dei colloidi cementanti

Compattazione (lavorazioni)

Misura della stabilità della struttura

metodo di Tiulin-Mayer

1) 10 g di aggregati vengono agitati per 30' (900 corse) in acqua su un setaccio da 0,2 mm

2) essiccazione e pesata del residuo rimasto sul setaccio (R1)

3) residuo posto di nuovo in acqua, spappolamento con le dita, sul setaccio rimangono solo le particelle non strutturate che hanno diametro $>0,2$ mm

4) essiccazione e pesata del 2° residuo (R2)

Stabilità (I%)= $(R1-R2) / (10-R2)$

valore di I%

giudizio

70-90

buona stabilità

40-60

media stabilità

20-30

bassa stabilità

< 20

instabile

Interventi per migliorare la struttura

- Il problema si pone in particolare per i terreni limosi e argilloso-sodici, ed è particolarmente importante negli strati superficiali per avere buone emergenze
- Modifica della tessitura (solo orticoltura, aggiunta di sabbia)
- aggiunta di calcio (flocculazione dei complessi argillo-umici)
- aggiunta di sostanza organica: (sovescio, letamazioni) subito formazione di polisaccaridi e mucillagini, molto efficienti ma di breve durata, poi humus, meno efficiente ma duraturo.
- compostaggio superficiale: lasciando in superficie paglia, letame, residui si protegge il suolo dall'azione battente della pioggia e sviluppo di intensa attività microbiologica
- inserimento di prati poliennali di graminacee negli ordinamenti colturali: evita azione battente delle piogge, migliora la permeabilità, aumenta la sostanza organica nel suolo.
- cementi artificiali, a imitazione di polisaccaridi naturali, uso molto limitato
- in terreni sodici, dilavamento del sodio, deflocculante
- evitare (se possibile) concimazione potassica (K è deflocculante)

Proprietà del terreno collegate alla tessitura e struttura

Tenacità, adesività e plasticità

Tenacità o coesione: resistenza del suolo a penetrazione e schiacciamento, fattore di resistenza all'avanzamento degli organi lavoranti. Aumenta diminuendo l'umidità; a pari umidità è max nei suoli argillosi, minima in quelli sabbiosi. Buona struttura e sostanza organica riducono la tenacità

Adesività: tendenza del terreno ad aderire agli organi lavoranti. Troppa adesività è un problema per l'aratura.

Plasticità: proprietà di cambiare forma in maniera continua sotto l'azione di una forza e di mantenerla dopo che la forza ha finito di agire.

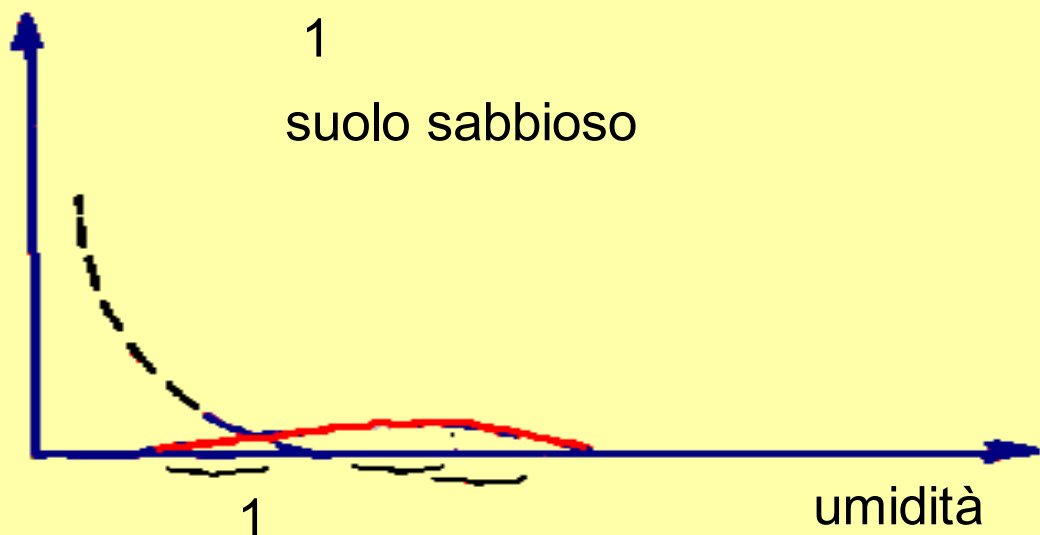
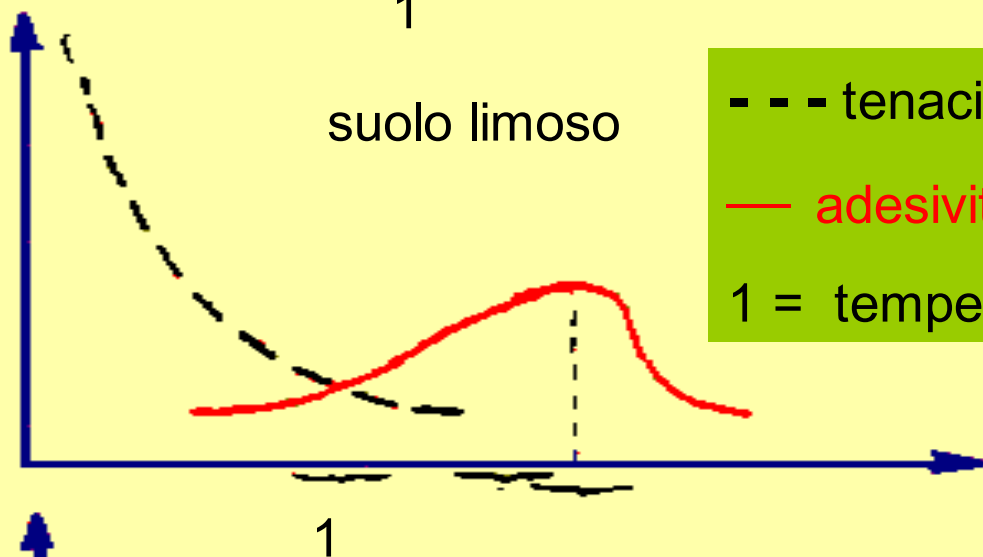
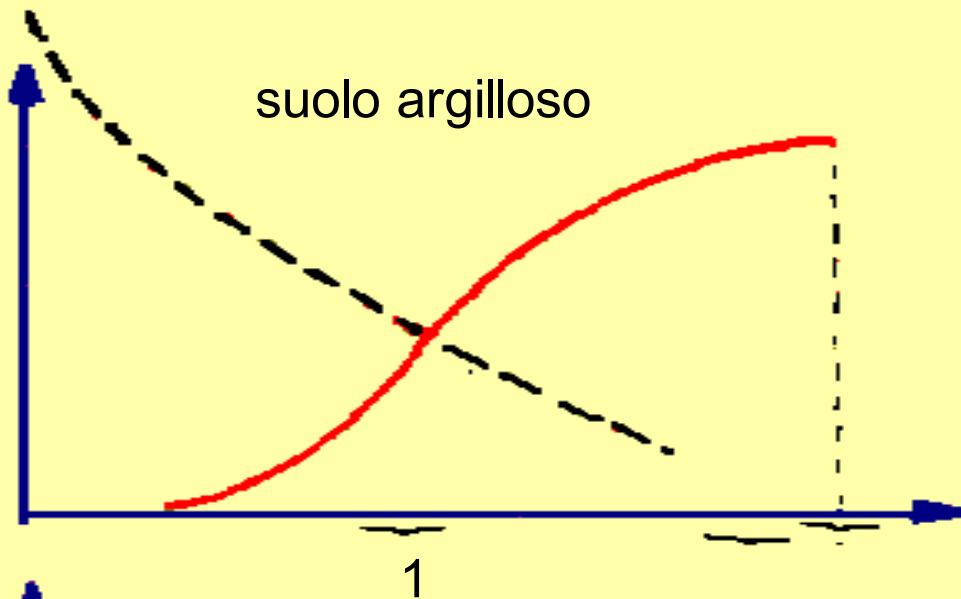
Stato fluido: sparisce l'effetto di una lavorazione, un solchetto si richiude: terreni argillosi molto umidi

stato plastico: il terreno può essere modellato;

La plasticità determina la lavorabilità di un terreno, che deve essere lavorato quando non è plastico.

Stato di **TEMPERA**: la terra si sgretola senza impastarsi e offre la minima tenacità: condizioni ideali per la lavorazione

Tenacità e adesività in diversi suoli



LAVORAZIONI E UMIDITA'

Stati fisici del terreno:

U
m
i
d
i
t
à



coesivo

plastico lavorabile

adesivo

non transitabile, liquido