

CORSO DI FORMAZIONE PER LA SPECIALIZZAZIONE DI TECNICI DELL'ORTICOLTURA IN SERRA SOSTENIBILE

PROF. GIOVANNI MAUROMICALE

- SUOLO:
- Caratteristiche fisiche e chimiche
 - Sostanza organica
 - Ciclo dell'azoto

Gela, 24 gennaio 2014

PIANTA COLTIVATA
(corredo cromosomico)

TERRENO
ED
IDROSFERA

ATMOSFERA
E
CLIMA

PRODUZIONE
(quantità e qualità)

INPUT

- ➡ Sementi
- ➡ Concimazioni
- ➡ Lavorazioni
- ➡ Irrigazioni
- ➡ Servizi
- ➡ Informazioni



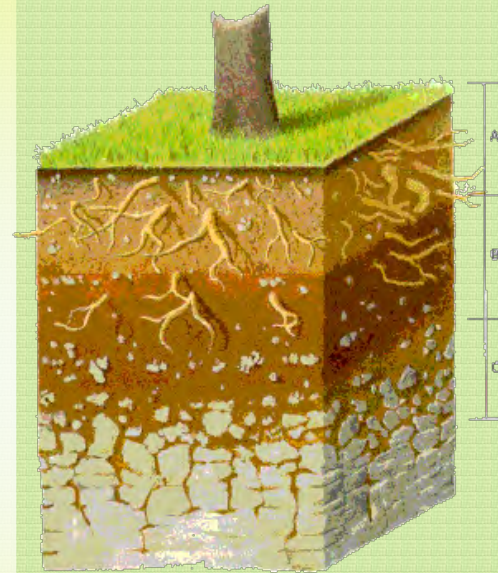
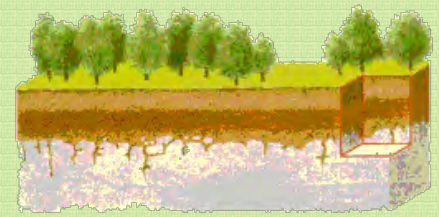
Secondo Jannaccone:

Il TERRENO AGRARIO è una roccia superficiale discontinua, capace di divenire sede di coltivazione proficua delle piante per essere divenuto in grado di sostenere :

- una regolare germinazione del seme,
- una regolare nutrizione minerale,
- una regolare alimentazione idrica
- un sufficiente ancoraggio della pianta



Aggiungerei anche: una regolare presenza di O_2



FUNZIONI DI ABITABILITÀ DEL TERRENO

MASSA

CALORE

SOFFICITÀ

ASSENZA DI ANOMALIE
(condizioni igieniche)



Di natura:

-  Fisico-meccanica
-  Fisica
-  Fisico-chimica (reazione)
-  Chimica
-  Biologica

CONDIZIONI DI NUTRIZIONE DEL TERRENO



QUANTITÀ e QUALITÀ delle SOSTANZE NUTRITIVE

- H_2O
- Elementi minerali



AGENTI di APPRESTAMENTO delle STESSE

- H_2O
- Microrganismi
- Reagenti chimici
- Colloidi, ecc...

CARATTERISTICHE DEL TERRENO

CARATTERISTICHE DEL TERRENO

INTRINSECHE (o STATICHE)

- Origine
- Stratigrafia
- Costituzione o tessitura o grana
- Esposizione
- Giacitura
- Colore

ESTRINSECHE (o DINAMICHE)

- Struttura
- Caratteristiche biologiche
- Caratteristiche chimiche
- Plasticità
- Crepacciabilità
- Tenacità

COSTITUZIONE O TESSITURA

TERRENO



E' un sistema complesso, eterogeneo di tre fasi:

1)

FASE SOLIDA



Frazione minerale



Frazione organica



Frazione organizzata

2)

FASE LIQUIDA

ACQUA

+

SALI MINERALI

=

SOLUZIONE
CIRCOLANTE

3)

FASE GASSOSA



Aria tellurica



COSTITUZIONE (grana, granulometria, tessitura, composizione granulometrica)



FA RIFERIMENTO ALLE DIMENSIONI DELLE PARTICELLE ED ALLA LORO DISTRIBUZIONE IN CLASSI DIMENSIONALI



È la caratteristica fondamentale di un terreno



INTRINSECA: perché tipica di quel terreno

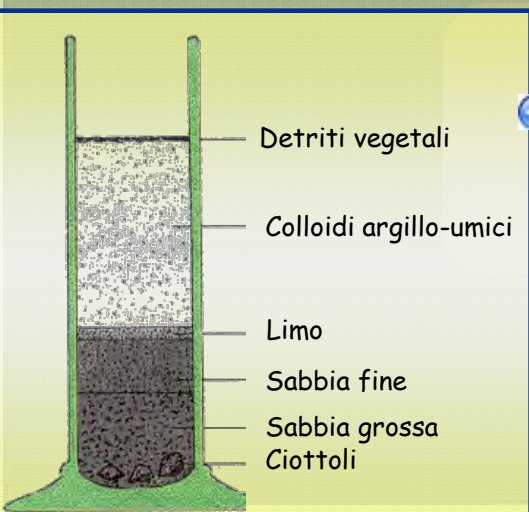


STATICA: perché non si modifica nel tempo



Classificazione secondo ISSS

CLASSI GRANULOMETRICHE		DIAMETRO DELLE PARTICELLE	
SCHELETRO	Pietre e Ciottoli	> 10	mm
	Ghiaia	$5 \div 10$	mm
	Ghiaino	$2 \div 5$	mm
TERRA FINE	Sabbia grossa	$2 \div 0,2$	mm
	Sabbia fina	$0,2 \div 0,02$	mm
	Limo	$0,02 \div ,0002$	mm
	Sostanze argilliformi	$< 0,002$	mm



➡ Argille

- ➡ Montmorillonite: rapporto 2:1
- ➡ Illite: rapporto 2:1
- ➡ Caolinite: rapporto 1:1

🔴 Silicati idrati di Al con struttura lamellare

🔴 Due strati:
1 strato ottaedri
1 strati tetraedri

🔴 Tre strati:
1 strato di ottaedri (Al-OH) tra
2 strati di tetraedri (Si-O)

TIPI DI ARGILLE

Caratteristiche	Caolinite	Illite	Montmorillonite
Superficie specifica ($\text{m}^2 \text{g}^{-1}$)	25-50	75-150	500-750
C.S.C. ($\text{meq } 100 \text{g}^{-1}$)	5-10	20-40	80-150
Rigonfiabilità	Scarsa	Media	Elevata
Acqua adsorbita (cc g^{-1})	0,05	1,0-1,5	>2,0

IMPORTANZA DELLA COSTITUZIONE



La riduzione del diametro delle particelle comporta, a parità di volume apparente:

- ➔ Un aumento del numero di particelle
- ➔ Un aumento della superficie sviluppata dalle particelle
- ➔ Un aumento del numero di pori (spazi tra le particelle)
- ➔ Un aumento della porosità



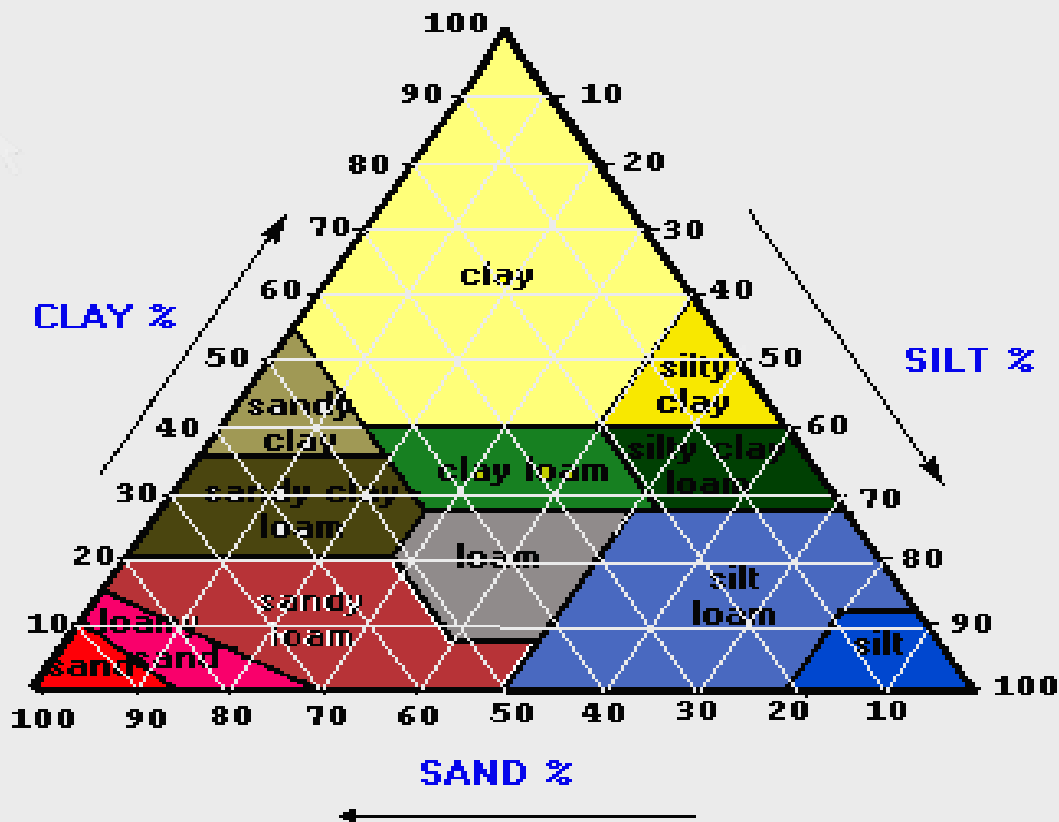
Conseguenze sul piano agronomico ➔ la COSTITUZIONE condiziona:

- ➔ La ritenzione idrica superficiale o capacità di campo o idrica minima (C.I.M.)
- ➔ La capacità idrica massima o di saturazione
- ➔ La capacità di adsorbimento e di scambio
- ➔ La coesione e la plasticità
- ➔ La permeabilità, all'aria e all'acqua



Classificazione granulometrica

Il triangolo granulometrico



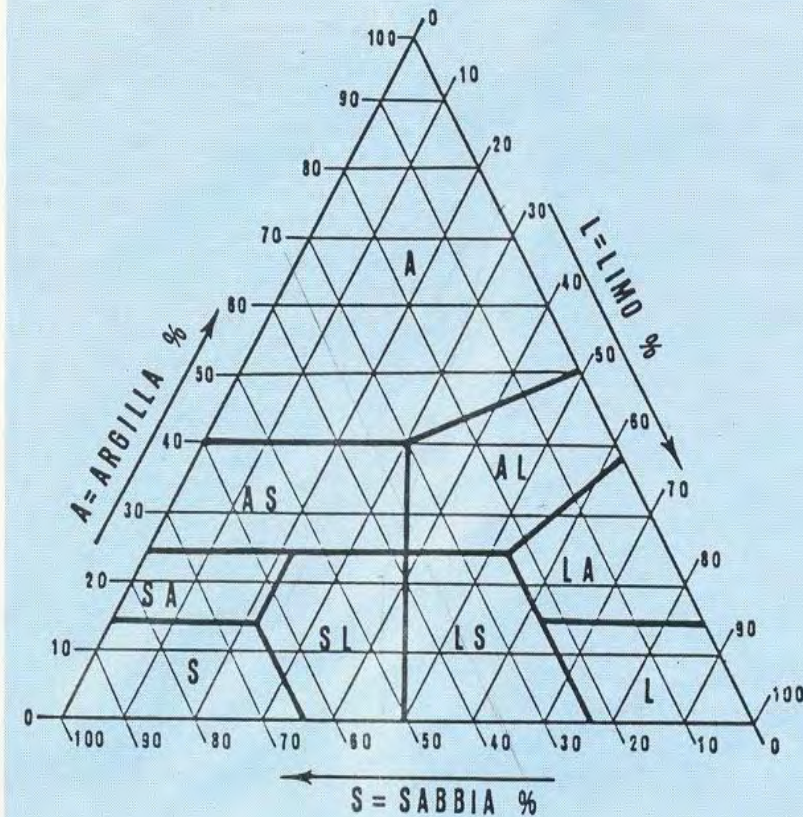
Sand = sabbia
Silt = limo
Clay = argilla
Loam = di grana media (vecchio termine franco)
Clay = argilla

Attenzione: in inglese c'è prima l'aggettivo del nome. In italiano viceversa
es: Sandy clay = argilloso-sabbioso



Classificazione granulometrica delle particelle e nomenclatura dei terreni:

ISSS



USDA

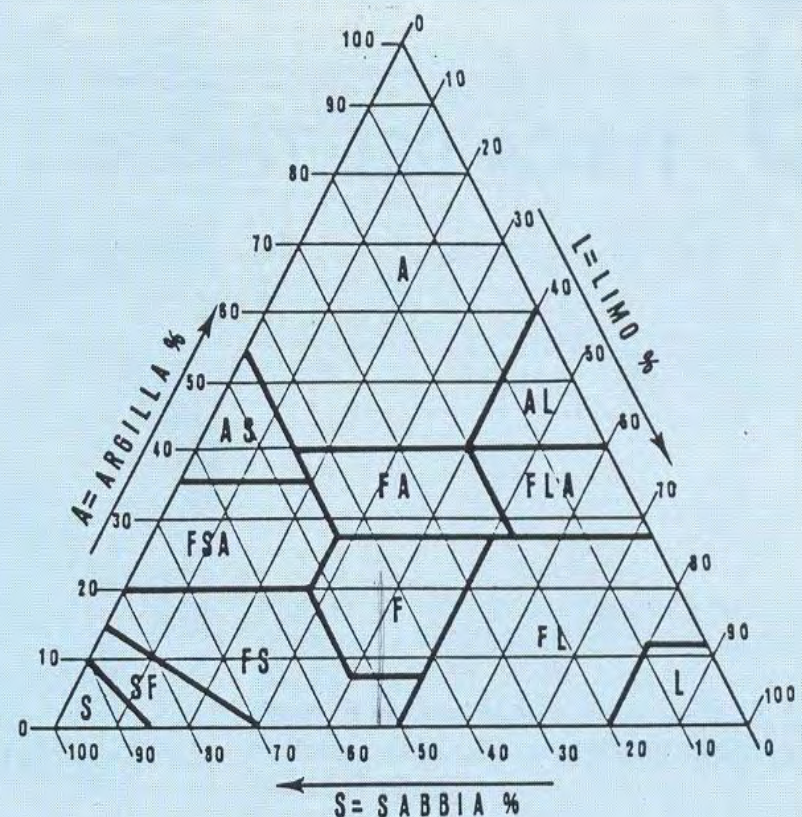


Fig. 50 - Triangoli della tessitura dei suoli: a sinistra, secondo la scala granulometrica internazionale (sabbia $> 0,02$ mm, limo $0,02-0,002$, argilla $< 0,002$); a destra, secondo il Soil Survey Manual 1951 (sabbia $> 0,05$, limo $0,05-0,002$, argilla $< 0,002$). A = argilloso; L = limoso; S = sabbioso; F = franco). Es.: SL = terreno sabbioso-limoso; FA = terreno franco-argilloso; FLA = terreno franco-limoso-argilloso.

COLLOIDI

MINERALI

Argilla, idrossidi di Fe e Al

ORGANICI

Humus

ELETTROPOSITIVI o
BASOFILI con carica
positiva

Idrossidi di Fe e Al

ELETTRONEGATIVI

Argilla
Humus
Complessi ferro-silici

CARATTERISTICHE PRINCIPALI TERRENI

➡ I **TERRENI SABBIOSI** presentano:

- ➡ Bassa superficie massica ($5-20 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$)
- ➡ Debole capacità idrica
- ➡ Elevata permeabilità e aerazione
- ➡ Povertà di elementi nutritivi
- ➡ Carenza di sostanza organica

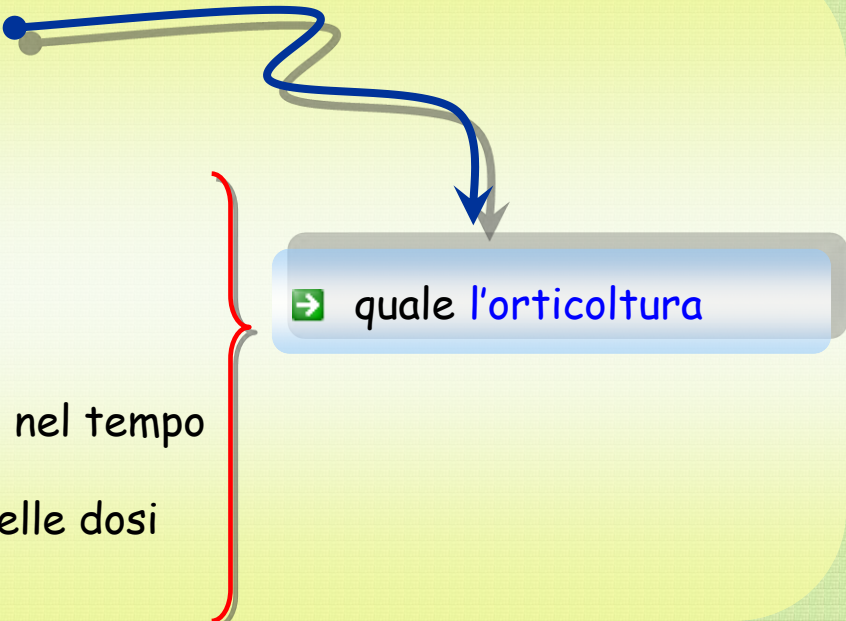
➡ CONSEQUENZE AGRONOMICHE:

- ➡ I terreni sono ben aerati
- ➡ Dotati di buon drenaggio/molto permeabili
- ➡ Ridotta capacità di ritenzione idrica
- ➡ Ridotta plasticità, tenacità ed adesività (e quindi facilmente lavorabili)
- ➡ Terreni leggeri in termini di lavorabilità

➡ Si prestano ad un'agricoltura intensiva

Necessitano di:

- ➡ Lavorazioni frequenti
- ➡ Irrigazioni frequenti
- ➡ Elevati apporti di concime frazionati nel tempo
- ➡ Apporti di S.O. continui, contenuti nelle dosi e costanti



➡ quale l'orticoltura

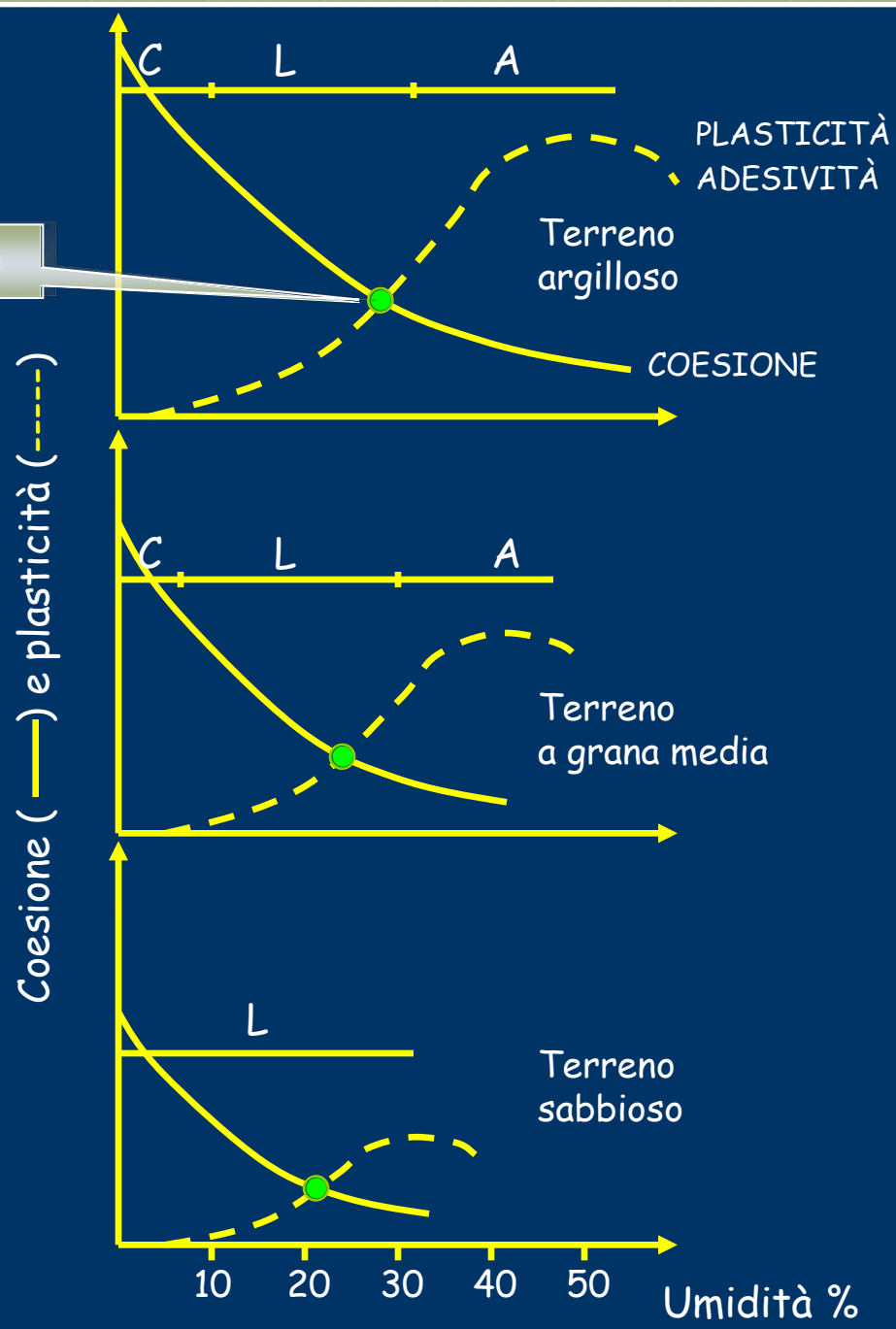
→ I **TERRENI ARGILLOSI** presentano:

- Superficie massica elevata ($150-250 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$)
- Scarsa aerazione e difficile drenaggio
- Elevata capacità di ritenzione idrica
- Sovente problemi di asfissia
- Elevato potere di adsorbimento e di scambio ionico
- Elevata capacità di campo ed elevato punto di appassimento
- Elevata attitudine a rigonfiarsi
- Forte coesione e plasticità
- Elevata adesività

→ **CONSEGUENZE AGRONOMICHE:**

- Terreni pesanti e di difficile lavorabilità
- Presentano sufficiente o alta dotazione degli elementi nutritivi
- Presentano elevate capacità di trattenere l'acqua
- Necessitano di buoni apporti di S.O. e di essere lavorati quando in tempera
- Per rendere "fertili" i terreni argillosi bisogna mantenere lo stato strutturale grumoso

 Terreno in tempera



Esemplificazione dell'andamento delle curve di coesione e di plasticità in tre tipi di terreno col variare dell'umidità.



Definizione di "TERRENO DI MEDIO IMPASTO"

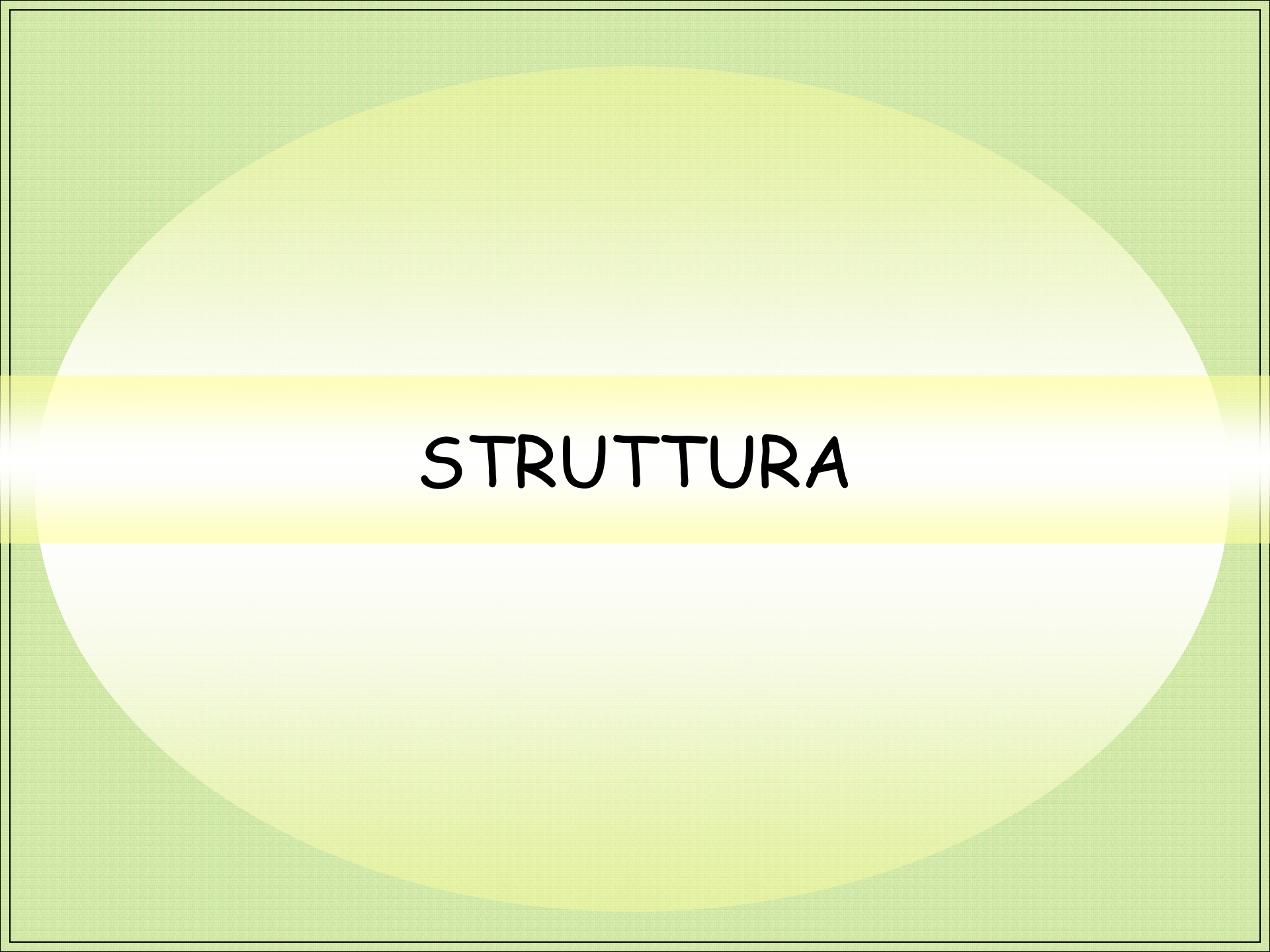
→ Quando i costituenti sono armonicamente rappresentati

→ Secondo Demolon:

→ Scheletro	→	assente	
→ Sabbia grossa	→	30-50%	} 40-65%
→ Sabbia fine	→	10-15%	
→ Limo	→	10-15%	
→ Argilla	→	5-10%	
→ Calcare	→	1-5%	
→ Sostanza organica	→	3-5%	



Un terreno nei confronti della costituzione sarà pertanto migliore quanto più costituito da particelle di dimensioni diverse che tendono a portare verso il meglio tutte quelle situazioni prima descritte (capacità di ritenzione idrica e circolazione dell'acqua e dell'aria, capacità di scambio cationico, lavorabilità, ecc.)



STRUTTURA

STRUTTURA

 È la disposizione delle particelle nell'unità di volume apparente del terreno

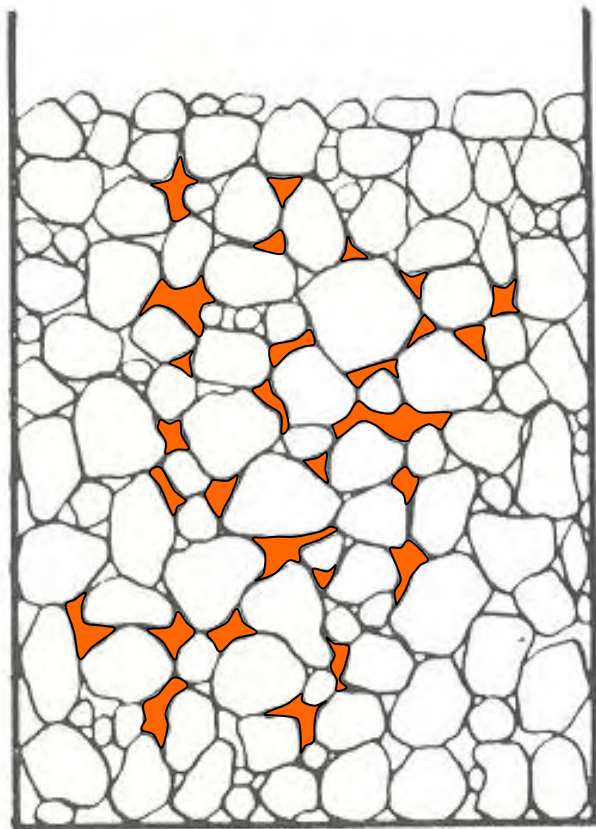
→ Importante sotto il profilo pratico e biologico

→ Due situazioni

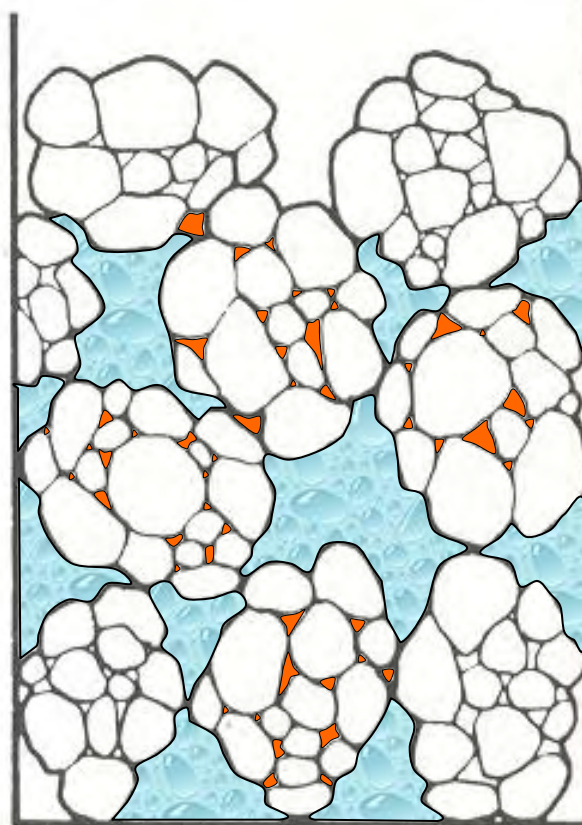
→ Stato **ASTRUTTURALE** o **struttura granulare**

→ Stato **STRUTTURALE** o **struttura grumosa** o **glomerulare**

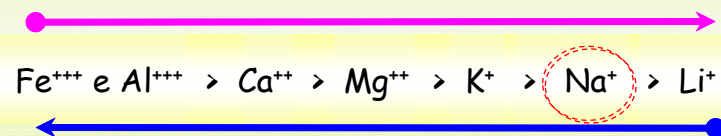
→ STATO ASTRUTTURALE o
STUTTURA GRANULARE
(Terreni sabbiosi; T. argillosi)



→ STATO STRUTTURALE o
STUTTURA GRUMOSA o
GLOMERULARE



POTERE FLOCCULANTE



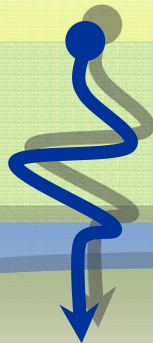


Perché è importante la struttura del terreno?



Perché da essa dipendono i rapporti tra fase solida, fase liquida e fase gassosa del terreno! = rapporti **TERRENO/ACQUA/ARIA**

E quindi risultano influenzati l'umidità ed il suo potenziale, la tenacità, temperatura e l'aerazione, ma anche ossidazione, riduzione e processi di trasformazione della S.O. e la vita degli esseri viventi del terreno



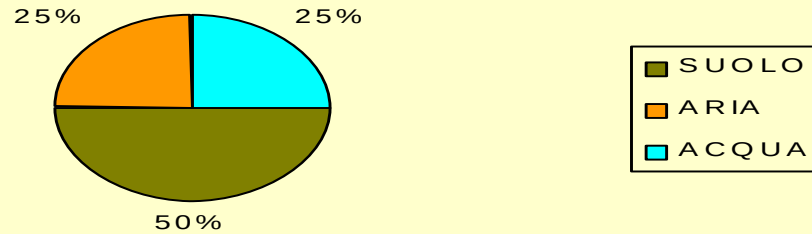
Porosità totale = microporosità + macroporosità
L'ideale è 50% di micropori e 50% di macropori

Tutto ciò influenza la **FERTILITÀ** e la **TECNICA AGRONOMICA**
(lavorazioni, concimazioni, semina, ecc...)

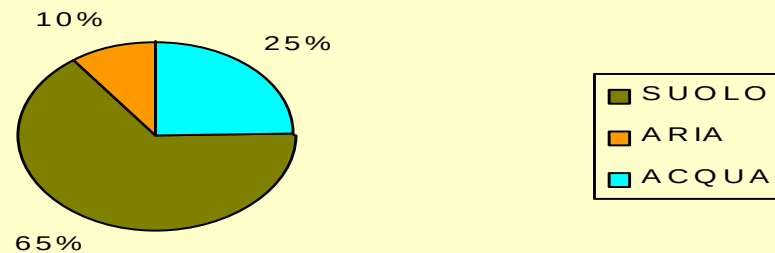
I terreni non sono tutti uguali nei confronti della struttura: differenza tra T. argillosi e T. sabbiosi

Struttura, aria e acqua

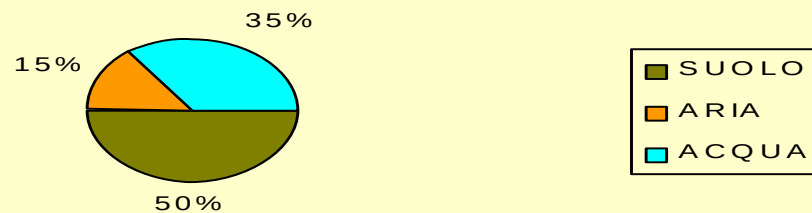
terreno ben strutturato



terreno compatto mal strutturato



terreno mal strutturato, cattivo drenaggio





Fattori che peggiorano o demoliscono la struttura

- Piogge violente
- Calpestio dell'uomo e degli animali
- Costipamento da parte dei mezzi meccanici
- Concimazione: es.: nitrato di sodio
- Irrigazione con acque salmastre, alcaline
- Lavorazioni intempestive
- Depauperamento della S.O.
- Monocoltura (es.: frumento, mais, colture irrigue)



Fattori antropici per ripristinare, migliorare o conservare lo stato di aggregazione

- ➡ Lavorazioni con terreno in tempera
- ➡ Regimazione delle acque
 - ➡ Regolazione dell' H_2O {
 - ➡ evitare che l' H_2O scorra in superficie
 - ➡ consentire che l' H_2O circoli nel terreno
- ➡ Rimozione dei sali deflocculanti
- ➡ Aggiunta di S.O. (letame effetto più persistente)
- ➡ Aggiunta di sali di calcio

➡ Scelta di ordinamenti colturali che includono i prati poliennali

➡ Azione meccanica del capillizio

➡ Secrezioni radicali

➡ Protezione del terreno all'azione battente della pioggia

➡ Pacciamatura

➡ Per evitare l'azione battente dell'acqua

➡ Attenuare gli effetti del calpestio

➡ Condizionatori della struttura o cementi sintetici

Generalmente polimeri con pesi molecolari tra 10.000 e 100.000; agiscono sia come flocculanti che come stabilizzanti dei materiali inglobati.

➡ Krilium

➡ Flotal

➡ PVA

➡ CMC

➡ Coperture vegetali vive

➡ *Cover-crop*

➡ *Living mulch*

 Lo stato di aggregazione (struttura grumosa o glomerulare):

- Genera variabilità nella porosità (dimensione dei pori)
- Regola i rapporti tra parte solida, liquida e gassosa {
 - Capacità per l'aria (macropori)
 - Capacità per l'acqua (micropori)

 IDEALE: 50% MICROPORI e 50% MACROPORI

 Lo stato di aggregazione influenza:

- temperatura del terreno
- vita dei microrganismi
- respirazione radicale e dei microrganismi
- accrescimento delle radici
- assorbimento idrico e minerale

 La funzione dell'agronomo è quella di creare uno stato di aggregazione (struttura) e di conservarlo nel tempo.

 ESSA QUINDI È IN GRADO DI INFLUENZARE SIA LA **FERTILITÀ DEL TERRENO** (SENSO LATO) CHE LA **TECNICA AGRONOMICA**



Fig. 5.5 – Terreno ben strutturato sotto una cotica erbosa di graminacee.



Fig. 54 - Azione dell'alternanza dell'umettamento e dell'essiccamento su una zolla. I conseguenti rigonfiamento e contrazione del suolo hanno provocato una profonda disgregazione della massa (da *Henin*).



Fig. 55 - Azione dei geli invernali su un terreno argilloso zollosa: ogni zolla si è sbriciolata in un cumulo di grumi strutturali (da *Henin*).

CONDIZIONI (o CARATTERISTICHE o PROPRIETÀ) CHIMICHE

1)

Reazione del terreno

2)

Concentrazione della soluzione circolante

3)

Capacità di scambio cationico (ionico)

REAZIONE DEL TERRENO

 Si intende il grado di neutralità, acidità o alcalinità del suo estratto acquoso

 Espressa dal pH (1-14)

 In base al pH i terreni sono classificati in:

FORTEMENTE ACIDI	pH < 5,3
ACIDI	pH 5,4 - 5,9
SUB-ACIDI	pH 6,0 - 6,7
PRATICAMENTE NEUTRI	pH 6,8 - 7,2
SUB-BASICI o SUB-ALCALINI	pH 7,3 - 8,1
BASICI o ALCALINI	pH 8,2 - 8,8
MOLTO ALCALINI o PERALCALINI	pH > 8,9



Misurato su una sospensione di terra: H_2O ; 1/2,5; $pH_{2\frac{1}{2}}$

Effetti del pH



Sulle piante coltivate

Valori preferenziali del pH (in acqua) di alcune specie vegetali

Specie	pH			
	5	6	7	8
arachide		—		
arancio		—	—	
asparago			—	—
azalea	—	—		
barbabietola			—	—
carota		—	—	
cavolfiore			—	—
fagiolo		—	—	
fava			—	—
fragola		—	—	
frumento duro			—	—
frumento tenero			—	—
girasole		—	—	
lattuga			—	—
loiessa			—	—
lupino giallo	—	—		
mais			—	—
medica			—	—
melo		—	—	
orzo			—	—
patata	—	—	—	
pero (su franco)		—	—	
pesco		—	—	
pisello		—	—	
pomodoro		—	—	
riso	—	—	—	—
segale	—	—	—	
soia			—	—
sorgo volgare		—	—	
tabacco		—	—	—
trifoglio incarnato		—	—	
trifoglio ladino			—	—
trifoglio pratense			—	—

→ Terreni dei climi freddi e umidi ricchi di S.O.

→ pH basso

→ Terreni sciolti dilavati

→ tendono all'acidificazione

→ Terreni ricchi di cationi (Ca^{++} > Mg^{++} , K^+)

→ Terreni neutri o leggermente alcalini

→ Terreni salini, ricchi di sodio

→ Fortemente alcalini

CONSEGUENZE AGRONOMICHE DELLA REAZIONE

- ➡ pH modifica l'abitabilità del terreno per i vegetali
- ➡ pH modifica la solubilità degli elementi nutritivi
 - ➡ A pH elevato in presenza di calcare diventano insolubili **fosforo** e **ferro**
- ➡ A pH bassi
 - ➡ sono solubili l'**alluminio** ed il **manganese** che divengono tossici
- ➡ pH sub-alcino (< 8,3)
 - ➡ Indotto dai carbonati di calcio e magnesio (es.: calcare)
 - ➡ Determina la retrogradazione del fosforo nel terreno (alcalinità costituzionale)
- ➡ L'alcalinità costituzionale genera:

➡ Formazione di crosta	➡ Clorosi ferrica
➡ Terreni fangosi	➡ Povertà di fosforo assimilabile

CAPACITÀ DI SCAMBIO IONICO (POTERE ADSORBENTE)

Capacità di scambio cationico (C.S.C.)

 Adsorbimento cationico = quantità di cationi adsorbiti/desorbiti

 Riguarda:

 Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{++} , Mg^{++}   BASICI

 H^+ , Al^{+++}   ACIDI

 È attivata da:  Colloidi minerali (argilla)
 Colloidi organici (humus)



La C.S.C. (espressa in m.e./100g) varia in funzione della:

→ Costituzione

→ Natura dell'argilla

→ Caolinite ~ 10 m.e.%

→ Illite 20 e 40 m.e.%

→ Montmorillonite 80 e 120 m.e.%

→ Humus

→ 200-500 m.e.%

→ Tipo di catione

→ $\text{Ca}^{++} > \text{Na}^+, \text{e K}^+$

→ Concentrazione

→ pH della soluzione



C.S.C.

MOLTO BASSA

< 6 m.e.%

BASSA

6-12 m.e.%

MEDIA

13-25 m.e.%

ALTA

26-40 m.e.%

MOLTO ALTA

> 40 m.e.%



Percentuale di saturazione basica



PBS = % di C.S.C. saturato da basi



Ca, Mg, K, Na

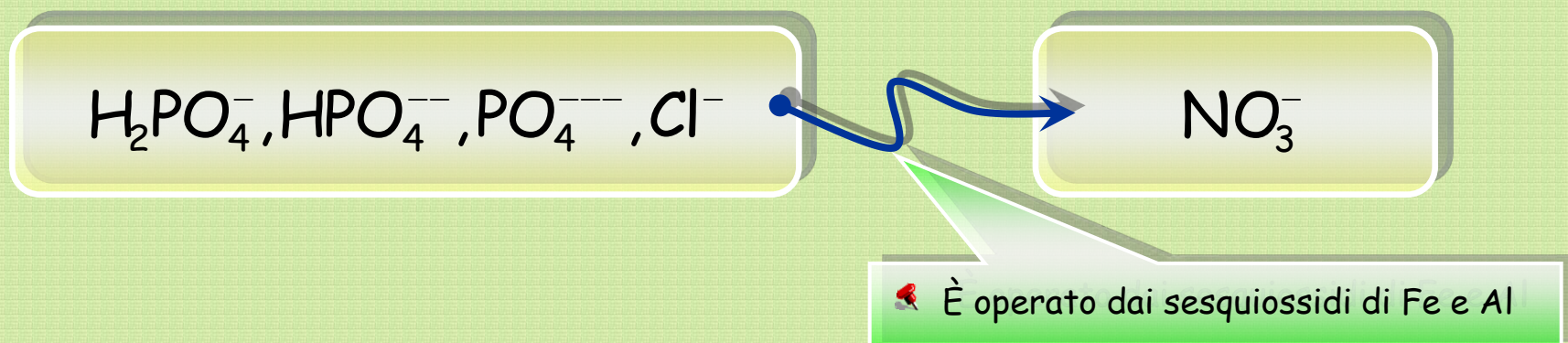
PBS	MOLTO ALTA	> 80%
PBS	MEDIA	41-60%
PBS	MOLTO BASSA	< 20%

P.S.S.

alcalino > Na 15%

CAPACITÀ DI SCAMBIO ANIONICO

(Adsorbimento/Desorbimento ANIONICO)



LA SOSTANZA ORGANICA

- ➡ Il suolo rappresenta il più importante pool di carbonio della biosfera (1500 PgC) rispetto a quello accumulato nell'atmosfera (780 PgC) e negli esseri viventi (550 PgC)
- ➡ A livello mondiale si è registrata una forte perdita di S.O. come risultato del riscaldamento globale e del cambio d'uso dei terreni da naturale ad agricolo
- ➡ A livello europeo si calcola che il 45% dei suoli presenta uno scarso contenuto di S.O.
- ➡ In Italia molti suoli sono sotto la soglia del 2% di S.O., ritenuta indispensabile per assicurare una buona fertilità
- ➡ In Sicilia molte aree interne presentano un contenuto sotto l'1%

LE GRANDI CLASSI DI COSTITUENTI DELLA SOSTANZA ORGANICA DEL TERRENO

1)

SOSTANZA ORGANICA "FRESCA"

➔ Costituita da:

- ➔ Foglie, rami morti (lettiera)
- ➔ Residui della coltivazione
- ➔ Radici morte
- ➔ Secrezioni radicali (e fogliari)
- ➔ Spoglie degli organismi del terreno



Dove ancora i processi di trasformazione non sono ancora avvenuti



2) SOSTANZA ORGANICA NON COMPLETAMENTE UMIFICATA

- ➔ Organizzazione cellulare più o meno chiaramente riconoscibile;
- ➔ Si parla spesso di "humus libero" o "labile" per indicare che si tratta di sostanza organica separabile dal terreno con mezzi fisici, non legata in complessi organo-minerali, biodegradabile con relativa facilità;
- ➔ Rapporto C/N è elevato (15-20)

3) SOSTANZA ORGANICA UMIFICATA

- ➔ Classe di costituenti formante complessi organo-minerali, più resistenti alla degradazione;
- ➔ Rapporto C/N generalmente prossimo a 10



Costituenti accessori

- ➔ Alcuni composti non legati all'humus e derivanti da profonde trasformazioni dei resti vegetali e animali o da resintesi microbica

- ➔ Gomme e glucidi
- ➔ Tannini
- ➔ Protidi
- ➔ Cere
- ➔ Resine, ecc...

4) S.O. solubile (DOM, dissolved organic matter)

COSTITUENTI ORGANICI DEL TERRENO



Si dividono in:

COMPOSTI NON UMICI

- Carboidrati
- Amminoacidi e Proteine
- Lipidi
- Acidi nucleici
- Lignine
- Cere, Resine e altri costituenti minori

COSTITUENTI UMICI

- Acidi umici
- Acidi fulvici
- Umina



HUMUS

- Materiale organico amorfo, colloidale, di colore scuro risultante dalla polimerizzazione di composti diversi anche risintetizzati dai microrganismi

È operata dai BATTERI AEROBICI
e ANAEROBI FACOLTATIVI,
ATTINOMICETI, FUNGHI



UMIFICAZIONE

➔ Si verifica in condizioni di:

- ➔ Moderato contenuto di acqua
- ➔ Sufficiente contenuto di O_2
- ➔ Temperature né troppo basse né troppo alte

➔ Si ha formazione di una sostanza profondamente trasformata (HUMUS)



Continui fenomeni di mineralizzazione e sintesi



Progressiva riduzione di C, H, O_2



Accumulo percentuale di N e elementi minerali



Rapporto C/N da 25-50 a 10 - Rapporto C/P=100

BILANCIO UMICO

COEFFICIENTE
ISOUMICO

$$\frac{\text{QUANTITÀ DI HUMUS}}{\text{QUANTITÀ DI S.O.}} \sim 10-30\%$$

COEFFICIENTE DI
DECOMPOSIZIONE DELL'HUMUS



Frazione di humus annualmente
decomposta o asportata



0,10-0,15 ➡ Paglia cereali



0,40-0,50 ➡ Letame maturo



In un ECOSISTEMA



Il bilancio di S.O. è in pari



Tanta ne entra tanta ne viene bruciata



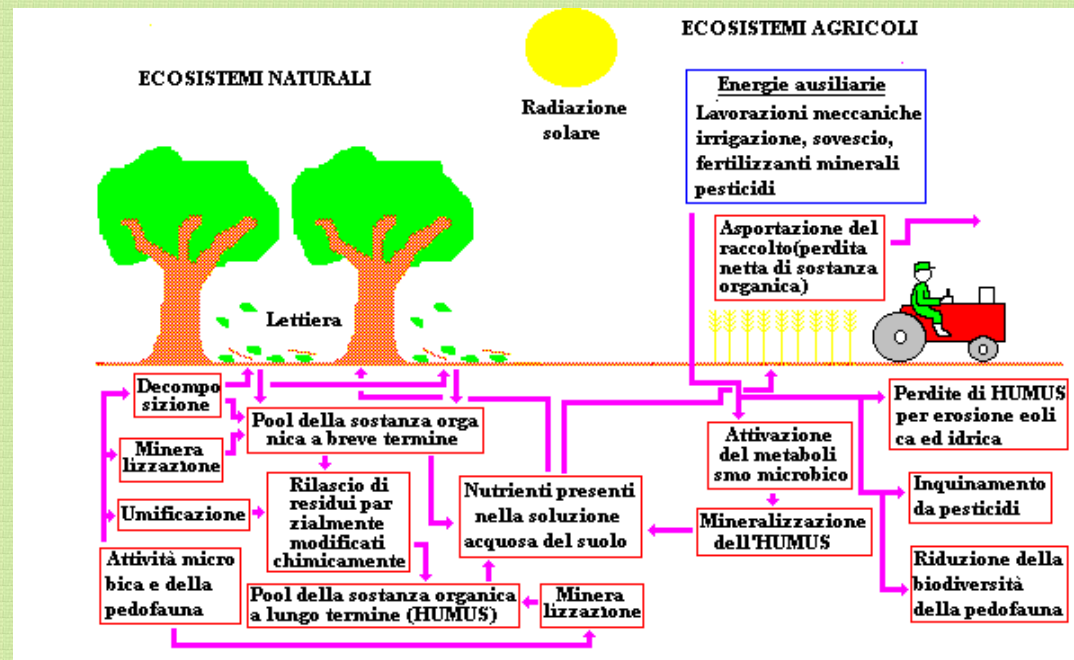
In un AGROECOSISTEMA



Il bilancio di S.O. è in perdita



A causa del nostro sistema produttivo perché la si estrae con il prodotto e la si introduce saltuariamente



LA S.O. INFLUENZA LE CONDIZIONI DI ABITABILITÀ



A) Influenza la SOFFICITÀ (Struttura)



La S.O.

- ➔ Favorisce lo stato di aggregazione del terreno
- ➔ Protegge gli aggregati dagli agenti esterni (acqua, sodio, etc) che tendono a distruggerli
- ➔ Regola i rapporti aria/H₂O nel terreno (sia nei terreni argillosi, sia sabbiosi)
- ➔ Migliora la lavorabilità dei terreni (riduce plasticità/tenacità/adesività)



Inoltre contribuisce a:

- ➔ Stabilizzare la struttura
- ➔ Processo di avvolgimento delle particelle nei grumi/aggregati/glomeruli
- ➔ Aprire pori e cavità e nel terreno
- ➔ Cementare le particelle
- ➔ Migliorare i rapporti tra costituenti solidi e fase liquida del terreno



B) Influenza il CALORE



Influenza la temperatura del terreno, perché:



1) Modifica il **colore**



I terreni di colore scuro per la presenza di S.O. assorbono più radiazioni e si riscaldano più facilmente



2) Aumenta la **ritenzione di acqua**



La S.O. trattiene più acqua grazie al suo forte potere d'imbibizione



C) Influenza le CONDIZIONI IGIENICHE (o assenza di anomalie)



Perché:



Contribuisce all'immobilizzazione di alcuni pesticidi



Contribuisce alla biodegradazione dei pesticidi



Favorisce l'immobilizzazione di metalli pesanti (cadmio e piombo)

LA S.O. INFLUENZA LE CONDIZIONI DI NUTRIZIONE



Contribuisce positivamente al rilascio di N, P, CO_2



Dovuto a processi di degradazione e mineralizzazione della S.O.



Favorisce la chelazione del Fe e di alcuni microelementi e ne impedisce la precipitazione come ossido



Ad esempio: il Fe si combina con il Ca insolubilizzato, la pianta non riesce a prenderlo, quindi si dà il Fe sotto forma di chelati (ingabbiati), ma se si dà S.O. al terreno (humus colloide elettronegativo) protegge il Fe dagli altri anioni



Esercita azione di protezione dei fosfati



Contribuisce alla riduzione della fissazione di K^+ e NH_4^+ ad opera dei fillosilicati



Aumenta la capacità di scambio cationico e di trattenimento di cationi nel terreno

ALTRE FUNZIONI DELLA S.O. sono quelle:

1) Derivanti da attività enzimatiche

- ➡ Trasformazione da N ureico a N ammoniacale (ureasi)
- ➡ Trasformazione di molecole organiche fosforate in forme di pronta utilizzazione (fosfatasi)
- ➡ Normale svolgimento di reazioni biochimiche in condizioni sfavorevoli alla vita microbica

2) Derivanti da attività fisiologiche (pseudormonali) delle sostanze umiche

- ➡ Influenza su attività enzimatiche deputate all'assorbimento radicale (permeasi)
 - ➡ Influenza sulla divisione cellulare delle radici
 - ➡ Influenza sulla distensione cellulare delle radici
 - ➡ Ritardo delle manifestazioni della senescenza (stimolo della biosintesi proteica)
- 📌 Durante il processo di degradazione della S.O. oltre alla fase di demolizione da sostanze complesse a sostanze semplici si ha la formazione di sostanze che prima non erano presenti

CICLO DELL'AZOTO



Nella gerarchia dei fattori ritenuti più importanti o limitanti per la crescita delle colture, l'azoto è collocato al quarto posto, dopo radiazione, temperatura e acqua



Erisman e Coll. (2008) attribuiscono la presenza di circa la metà della popolazione mondiale alla disponibilità di concimi azotati

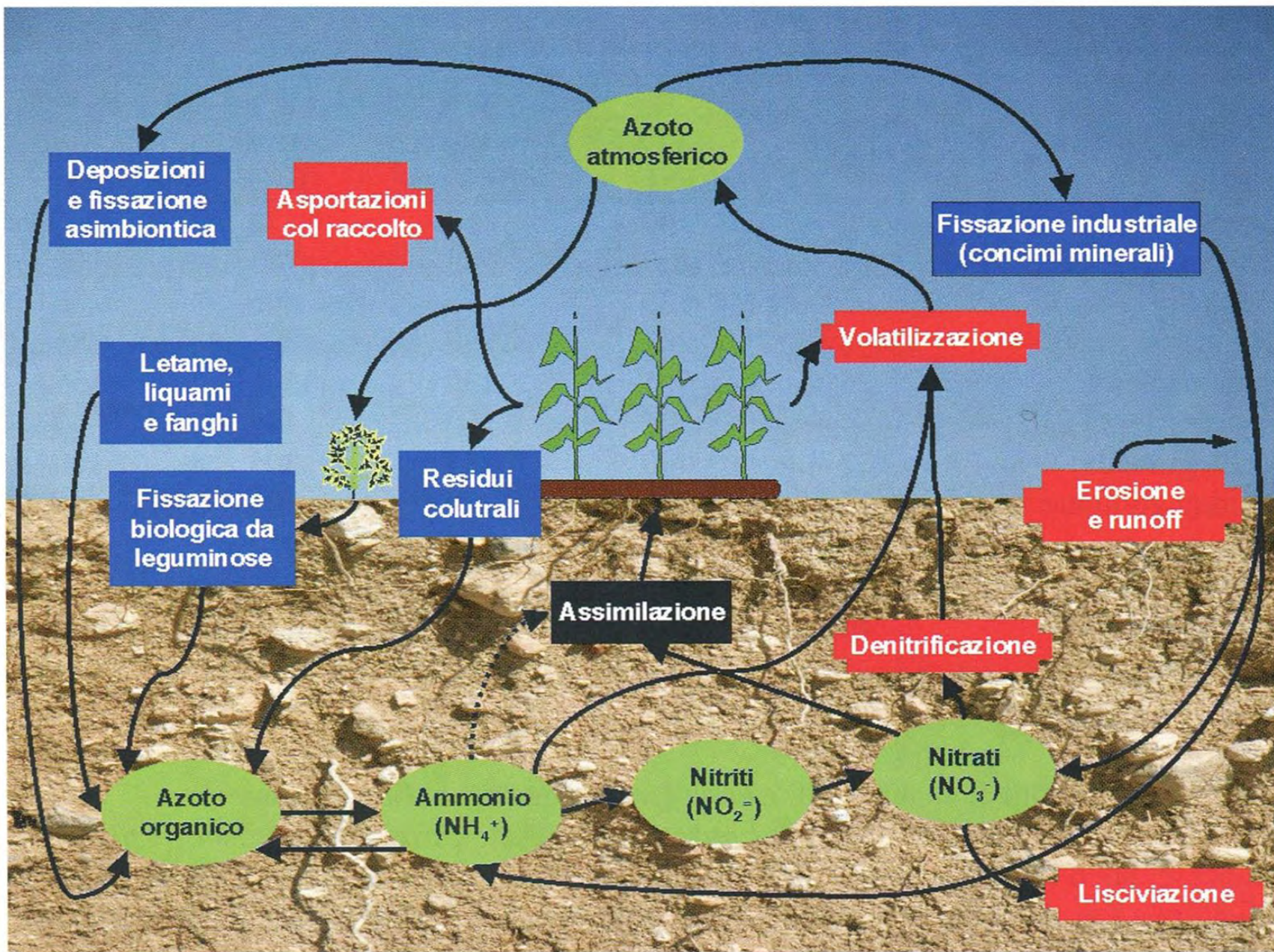


Figura 8. Schema semplificato del ciclo dell'azoto.
 In verde i componenti, in blu gli apporti e in rosso le perdite. (Perelli, 2009)

L'AZOTO NELLE PIANTE



Questo elemento nelle piante risulta per lo più combinato sotto forma di molecole organiche come:



Nei tessuti vegetali, il contenuto in azoto oscilla in genere tra 0,5 e 6% della sostanza secca



Le piante assorbono N dal suolo sotto forma:



Le asportazioni di azoto dovute ai raccolti in genere oscillano tra 50 e 500 Kg ha⁻¹

- Amminoacidi (proteine)
- Clorofilla
- Alcaloidi
- Basi azotate puriniche e pirimidiniche
- Nucleotidi (acidi nucleici)

- Nitrica
- Ammoniacale
- Organica (urea, amminoacidi, ecc..)

BILANCIO DELL'AZOTO NEL TERRENO

ENTRATE

-  Deposizione di sostanze azotate dall'atmosfera
-  Attività azotofissatrice dei microrganismi
-  Concimazione

USCITE

-  Dilavamento dei nitrati
-  Volatilizzazione di N gassoso (NH_3 , N_2O , N_2)
-  Erosione idrica ed eolica
-  Combustione di sostanza organica
-  Asportazione con i prodotti



Nel terreno, grossomodo, il contenuto di N oscilla tra 0,1% e 0,6% nei primi 15 cm e corrisponde ad una quantità di 2000-12000 kg ha⁻¹



L'IMPATTO AMBIENTALE DELL'AZOTO

PROBLEMI AMBIENTALI



Perché ci preoccupiamo tanto dei "surplus" di N che circolano negli agroecosistemi?



Perché questo "surplus" determina **IMPATTO AMBIENTALE** ("latu sensu ")



Aumenta il contenuto di nitrati e nitriti nella dieta (prodotti vegetali e acqua) dei consumatori



Aumenta il carico dei "nutrienti" nelle acque (eutrofizzazione)



Aumenta l'inquinamento per effetto della fissazione di N artificiale



Aumenta l'inquinamento dell'aria (potrebbe intaccare la fascia di ozono)

PROBLEMI "NITRATI E NITRITI" PER LA SALUTE DEI CONSUMATORI



Una volta ingeriti:

- ➡ Possono combinarsi con l'emoglobina del sangue trasformandola in METAEMOGLOBINA (Maynard, 1972)
- ➡ Sotto forma di N-nitroso combinarsi con le ammine libere formando le NITROSOAMMINE, composti ad azione cancerogena, teratogena e mutagena (*Committee on Nitrate Accumulation*, 1972; Graddock, 1983)
- ➡ Possono determinare scompensi cardiaci



CRITERI PER LA RIDUZIONE DELL'[IMPATTO NITRATI](#)

- ➔ Scelta di specie e varietà
- ➔ Concimazione azotata oculata
 - ➔ Epoca
 - ➔ Tipo di concime
 - ➔ Quantità
- ➔ Raccolta nel pomeriggio
- ➔ Lasciare nel terreno piccioli e foglie più vecchie
- ➔ Bollire la verdura

INCONVENIENTI DA ECCESSIVA NUTRIZIONE AZOTATA SULLA PIANTA



Eccessivo accrescimento vegetativo della pianta



Rallentamento della velocità di sviluppo



Minore resistenza alle avversità (basso rapporto glucidi/azoto ⇒ tessuti meccanici poco sviluppati)



Vento



Parassiti (ruggini, oidio, peronospera)



Abbassamenti termici



Più forti consumi idrici



Accumulo di nitrati nelle frazioni eduli



Minore consistenza e serbevolezza dei frutti

POSSIBILE DESTINO DI UN CONCIME AZOTATO

-  Assorbimento della coltura concimata
-  Assorbimento delle colture successive
-  Dilavamento con le acque di percolazione profonde
-  Scorrimento con le acque superficiali
-  Volatilizzazione nell'aria allo stato gassoso
-  Immobilizzazione (adsorbimento o metabolizzato dai microrganismi) nel terreno

IL RAPPORTO DELLE DIFFERENTI VIE DIPENDE

-  Dalle caratteristiche intrinseche del concime
-  Dalle caratteristiche del terreno {
 -  costituzione
 -  pH
 -  Attività microbiologica
-  Dalle condizioni climatiche
-  Dal dinamismo di assorbimento della vegetazione

LINEE GUIDA DELLA CONCIMAZIONE AZOTATA

- Efficacia/importanza dell'azoto
- Effetti negativi
- Mobilità
- Disponibilità di azoto nel terreno
- Coltura precedente, condizioni meteoriche
- La scelta del concime azotato
- Epoca d'impiego



LA QUANTITÀ DI AZOTO APPORTATO DIPENDE



SPECIE COLTIVATA



VARIETÀ



TECNICA COLTURALE (IRRIGAZIONE)



FERTILITÀ DEL TERRENO



CONDIZIONI METEORICHE