

Corso di specializzazione per

OPERATORE SENIOR PERFORATRICE IDRAULICA GRANDE DIAMETRO

Caratteristiche dei terreni e
tecniche di perforazione applicabili (1° parte)

Cesena, 2009

Classificazione del terreno

Definizioni secondo l'A.G.I (Associazione Geotecnica Italiana) [1977]

TERRENO: terra o roccia nella sua sede naturale

TERRA: materiale naturale formato da aggregati di granuli
1) non legati tra di loro (**terre incoerenti**), oppure
2) separabili per mezzo di modeste sollecitazioni o più o meno prolungato contatto con l'acqua (**terre coerenti**)

ROCCIA: materiale naturale che in campioni al di fuori della sua sede è dotato di elevata coesione anche dopo prolungato contatto con l'acqua

AMMASSO ROCCIOSO: la roccia in sede, considerata assieme alle discontinuità strutturali proprie delle condizioni naturali

Terra come prodotto dell'alterazione delle rocce

- alterazione prevalentemente meccanica per terre incoerenti
- alterazione prevalentemente chimica per terre coerenti

Classificazione del terreno

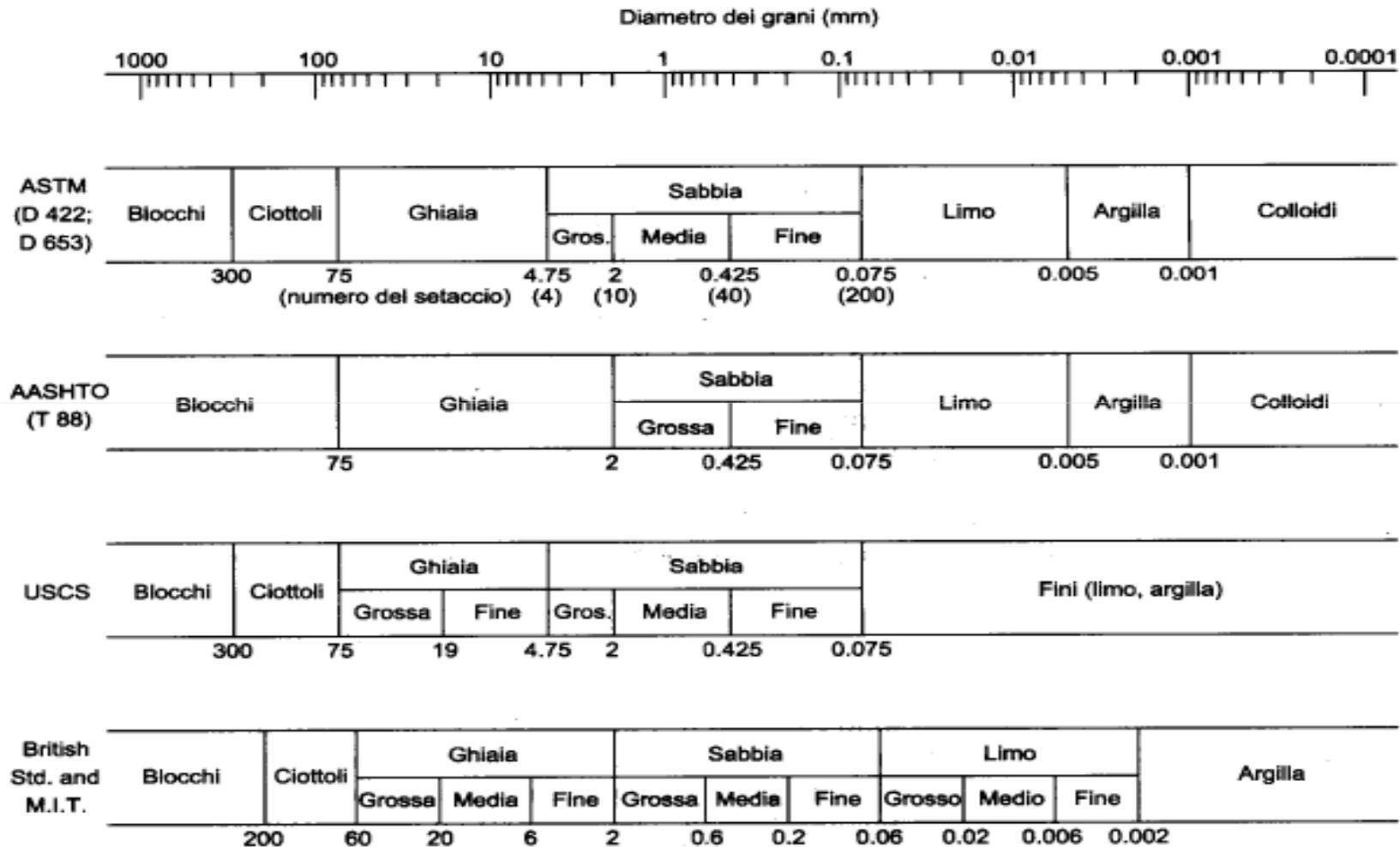
Analisi granulometria mediante vagli standardizzati: i vagli (o setacci)



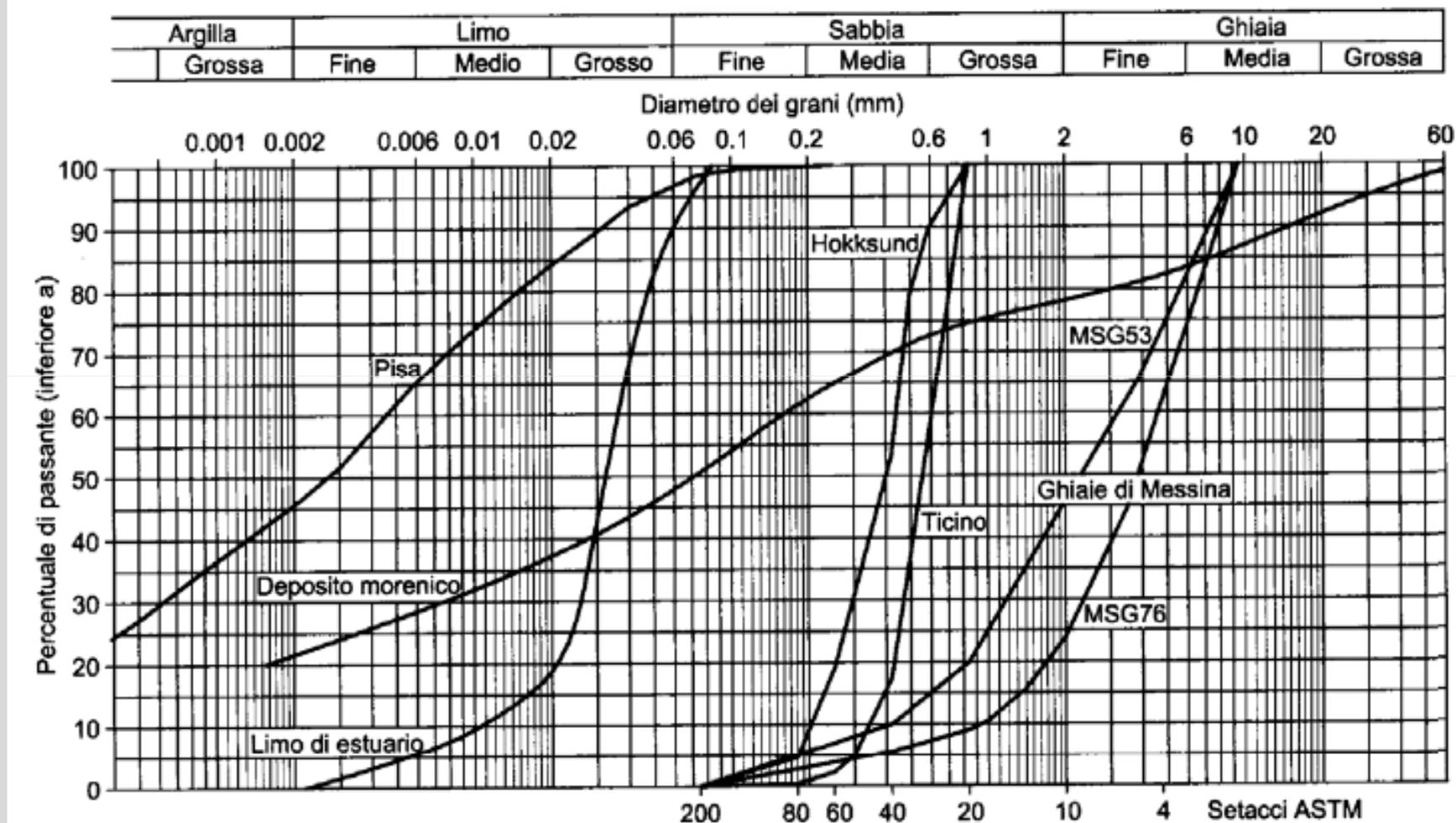
Setaccio e materiale trattenuto

Agitatore meccanico

Classificazione del terreno



Classificazione del terreno

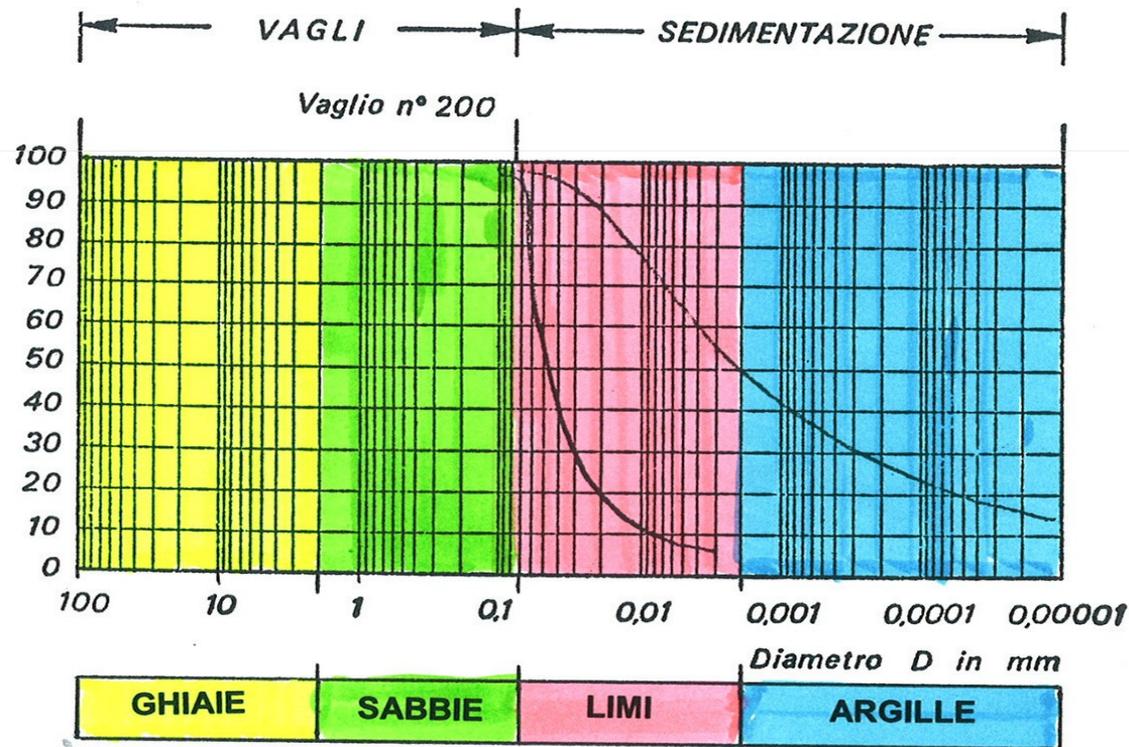


Classificazione del terreno

Analisi granulometrica: rappresentazione grafica

I risultati dell'analisi vengono riassunti in un diagramma ponendo:

- in ascissa (asse x), in scala logaritmica, il diametro dei fori dei crivelli o, per la frazione analizzata mediante aerometria, il diametro delle sfere determinato applicando la legge di Stokes;
- in ordinata (asse y), in scala naturale, le corrispondenti percentuali di terra passante o, per la frazione analizzata mediante aerometria, la percentuale rimasta in sospensione.



Classificazione del terreno

PROPRIETA' INDICE DELLE TERRE

Al fine di dare una adeguata descrizione delle terre e caratterizzarne in via preliminare il comportamento ingegneristico si determinano le “proprietà indice”.

Le “proprietà indice” sono state individuate in modo da soddisfare i seguenti criteri:

1. essere espresse in modo semplice, attraverso un valore numerico;
2. essere determinate mediante prove sufficientemente rapide;
3. essere determinate in modo semplice con strumenti relativamente semplici;
4. la loro misura essere riproducibile;
5. essere significativa in relazione alla proprietà fisiche della terra.

Classificazione del terreno

Analisi granulometrica: proprietà indice

Tracciata la curva granulometria vengono determinati:

- le percentuali di ghiaia, sabbia, limo ed argilla
- il coefficiente di uniformità $C_u = D_{60} / D_{10}$
- il coefficiente di curvatura $C_c = (D_{30} \times D_{30}) / (D_{10} \times D_{60})$

Terre uniformi (poco graduate) sono rappresentate sul grafico da linee quasi verticali e, quindi, presentano valori di C_u e C_c piccoli.

Terre non uniformi (ben graduate) occupano parecchi cicli della scala logaritmica e, quindi, presentano valori di C_u e C_c grandi.

Le sabbie e le ghiaie,

più sono uniformi più sono sciolte (meno addensate) perché gli spazi tra granulo e granulo non sono riempiti da materiale più fino e, di conseguenza, PIU' INSTABILI DURANTE LO SCAVO

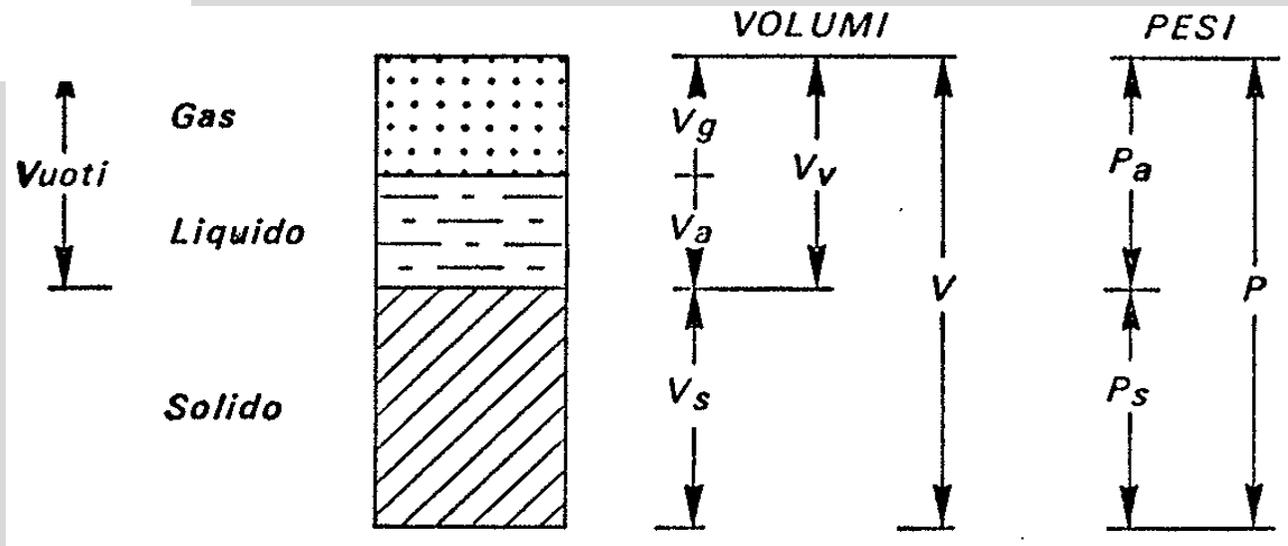
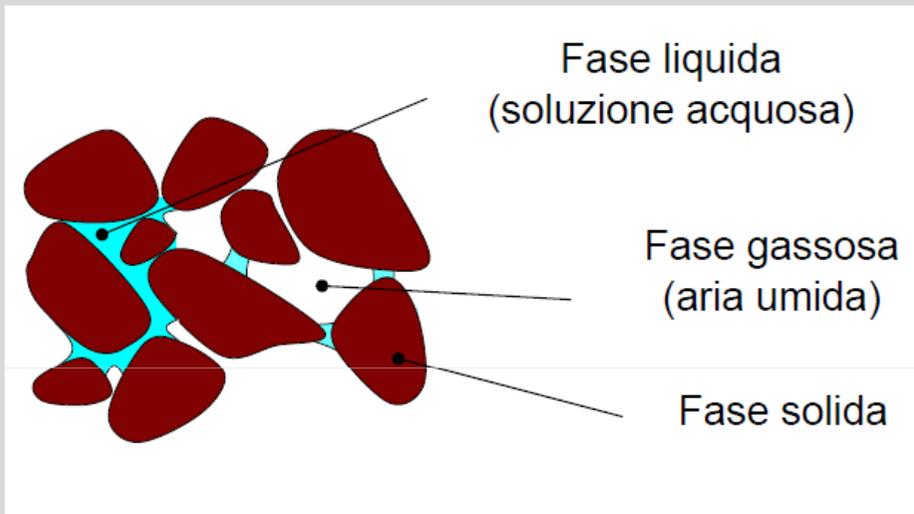
Classificazione del terreno

Per le ARGILLE l'analisi granulometria è POCO SIGNIFICATIVA perché:

- le argille sono principalmente un aggregato di particelle minerali microscopiche e sub-microscopiche di forma lamellare;
- le minime dimensioni delle particelle e la loro forma piatta fanno sì che abbiano delle superfici specifiche molto grandi, per cui diventa preponderante l'influenza delle forze elettriche tra le particelle;
- sono caratterizzate dalle tipiche proprietà colloidali della plasticità, coesione e capacità di assorbire ioni;
- queste proprietà si manifestano diversamente in un grande campo di variazione del contenuto d'acqua;
- piccole quantità di materia organica vegetale (riconoscibile dalla colorazione più scura della terra e dall'odore delle sostanze organiche in decomposizione) hanno spesso una influenza significativa sulle proprietà fisiche dei limi e delle argille (es. maggiore compressibilità).

Classificazione del terreno

Un campione naturale di terra può rappresentarsi idealmente diviso nelle tre fasi che lo compongono: solida, liquida e gassosa



Classificazione del terreno

Proprietà indice di interesse comune

Peso per unità di volume (o peso unitario):

$$\gamma = P / V$$

P = peso totale (incluso il peso del liquido)

V = volume totale

Se il campione di terra è completamente asciutto $P_a = 0$ e $V_a = 0$, per cui $P = P_s$ e $V_v = V_g$,
e, quindi:

$$\gamma_d = P_s / (V_s + V_g) \quad (\text{peso di volume secco o densità secca})$$

Se il campione di terra è completamente saturo d'acqua $V_g = 0$, per cui $V_v = V_a$,
e, quindi:

$$\gamma_{sat} = (P_a + P_s) / (V_s + V_a) \quad (\text{peso di volume saturo})$$

Peso unitario dei costituenti solidi:

$$G = P_s / V_s$$

P_s = peso del solido

V_s = volume del solido

Classificazione del terreno – composizione mineralogica

Materia organica

Particelle costituite da frammenti di origine vegetale o animale. Conferisce al terreno elevata compressibilità, bassa permeabilità e bassa resistenza al taglio (torbe)

Materia inorganica

Particelle costituite da minerali non argillosi o argillosi. Composizione mineralogica determinata mediante diffrazione ai raggi X

Minerali non argillosi

- SILICATI Tectosilicati (quarzo, feldspati); Fillosilicati (miche)
- CARBONATI Calcite; Dolomite
- SOLFATI Gesso
- OSSIDI DI FERRO ED ALLUMINIO

Minerali argillosi

- ❖ Caolinite-serpentine
- ❖ Illite-vermiculite
- ❖ Smectite

Classificazione del terreno

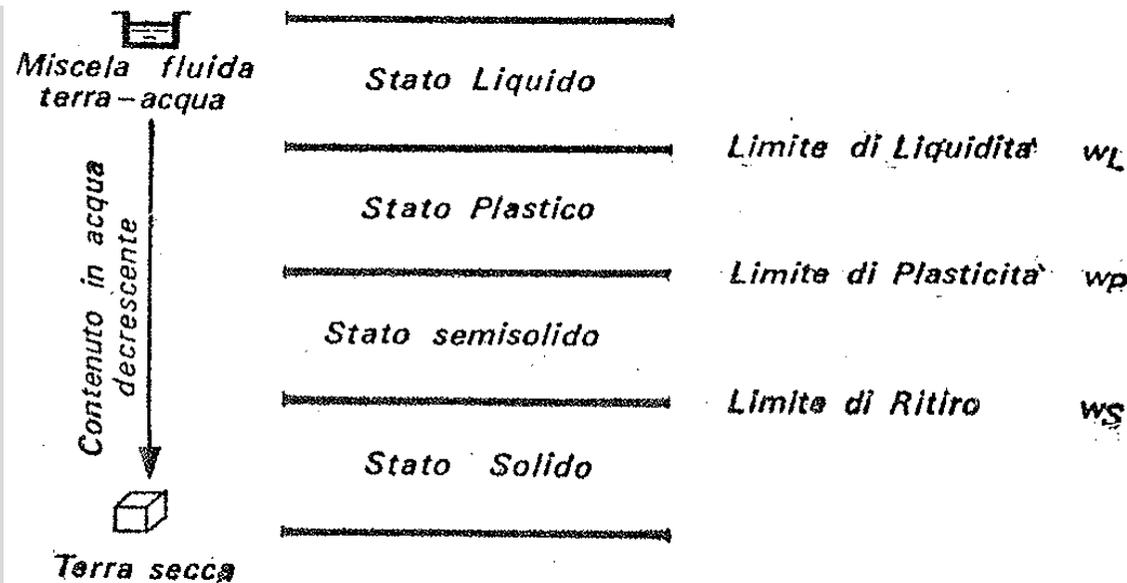
Limiti di Atterberg: significato

Se il contenuto d'acqua di una sospensione argillosa densa è ridotto gradualmente, la miscela acqua-argilla passa dallo stato liquido ad uno stato plastico e da quest'ultimo ad uno stato semisolido.

I contenuti d'acqua corrispondenti alle transizioni da un passaggio all'altro sono diversi per argille aventi proprietà fisiche simili. Conseguentemente, questi contenuti d'acqua possono servire come proprietà indice utili alla classificazione delle argille.

Si definisce Limite di Liquidità (w_L) il contenuto d'acqua corrispondente al passaggio di stato da liquido a plastico.

Si definisce Limite di Plasticità (w_P) il contenuto d'acqua corrispondente al passaggio di stato da plastico a semisolido.



Classificazione del terreno

Limiti di Atterberg: significato pratico

Sopra il limite di liquidità, la miscela acqua-terreno è allo stato fluido, ha una coesione molto bassa e presenta una resistenza quasi nulla alle sollecitazioni di taglio, quindi:

- E' SCAVABILE CON MOLTA FACILITA', MA CON PROBLEMATICHE DI STABILITA' DEL FORO
- E' DEFORMABILE CON SFORZO PRATICAMENTE NULLO

Tra il limite di liquidità ed il limite di plasticità, la miscela acqua-terreno è allo stato plastico, può essere manipolata senza dare luogo a fessure e senza cambiamento di volume ed ha una coesione, quindi:

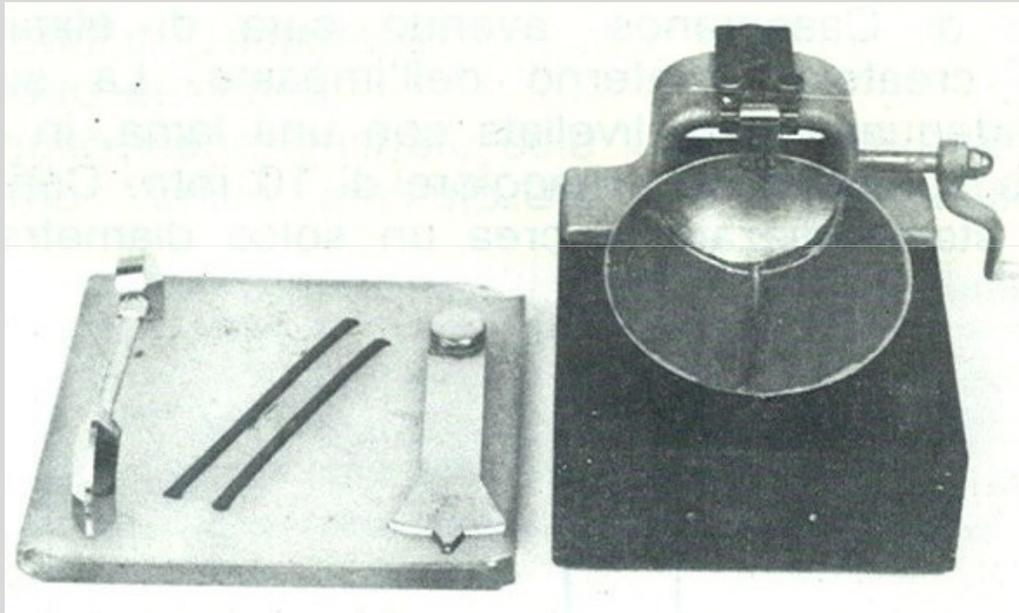
- E' SCAVABILE CON RELATIVA FACILITA', MA CON PROBLEMATICHE DI ADESIONE AGLI UTENSILI
- E' DEFORMABILE CON RIDOTTISSIMO SFORZO

Sotto il limite di plasticità, la miscela acqua-terreno ha minore deformabilità e presenta una resistenza alle sollecitazioni di taglio non indifferente, quindi:

- RICHIEDE NOTEVOLI SFORZI TORCENTI PER LO SCAVO, MA NON PRESENTA PROBLEMI DI STABILITA' DEL FORO
- AL DI SOPRA DI DETERMINATI VALORI DI PRESSIONE NON SI DEFORMA PIU', MA SI ROMPE

Classificazione del terreno

Limiti di Atterberg: la prova



Il metodo per la determinazione del contenuto d'acqua di passaggio da uno stato all'altro di una terra a grana fine che è risultato più rapido, riproducibile e conveniente per gli scopi dell'ingegneria è quello proposto dallo svedese Atterberg nel 1910.

La prova è eseguita con le semplici attrezzature raffigurate qui a lato.

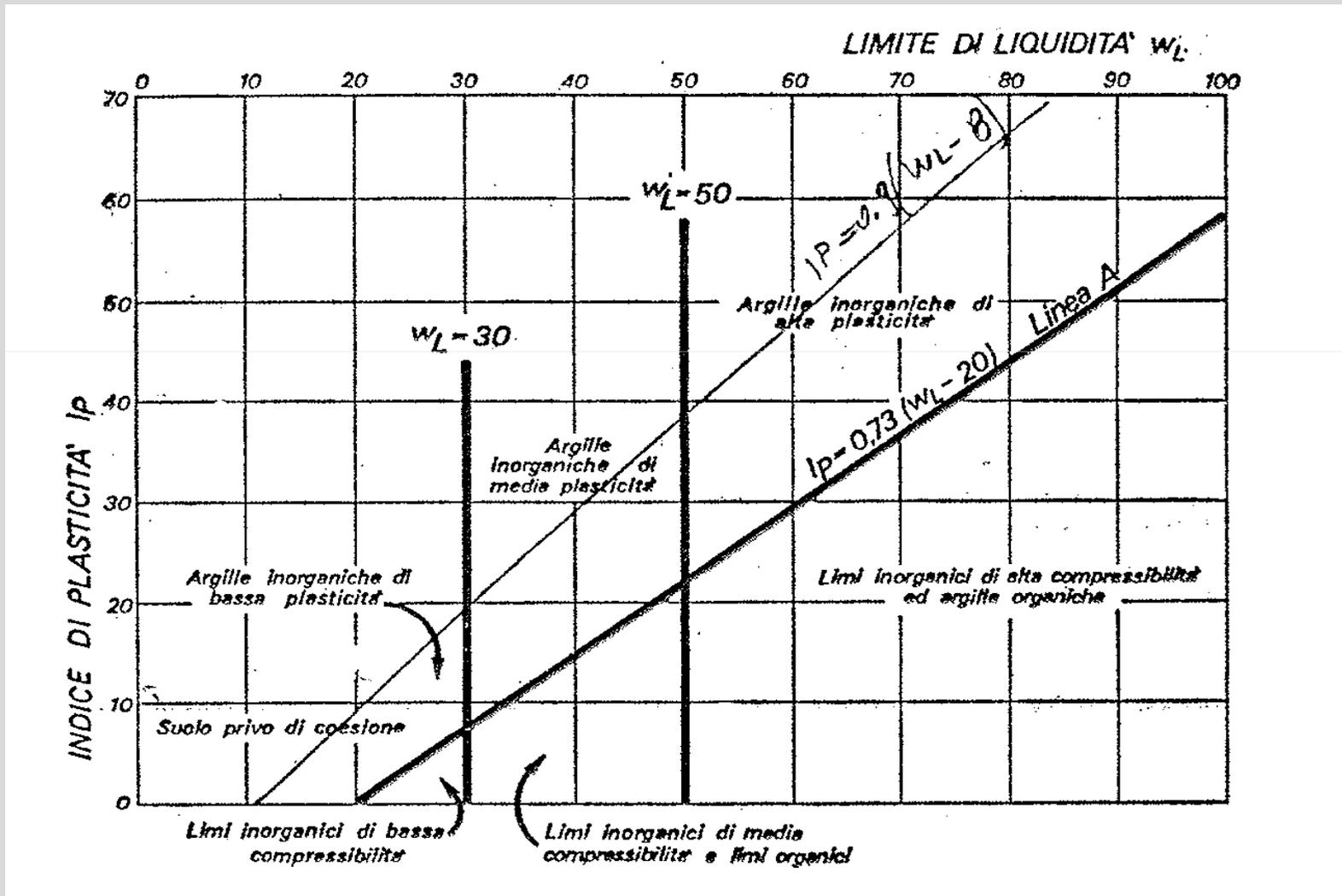
Classificazione del terreno

Limiti di Atterberg: valori tipici dell'indice di plasticità

I_p	0 - 4	5 - 14	15 - 39	> 40
Terreno	non plastico	poco plastico	plastico	molto plastico

Classificazione del terreno

Il diagramma di plasticità di Casagrande



Classificazione del terreno

Sintesi delle principali caratteristiche di argille e sabbie

	Argille	Sabbie
Hanno origine dal degrado di rocce con prevalente azioni di tipo:	chimico	meccanico
Sono costituite da materiale:	a grana fine	a grana grossa
I singoli grani sono:	invisibili ad occhio nudo	visibili ad occhio nudo
Il materiale è:	coesivo	non coesivo
Al tatto è:	liscio e plastico	granulare
Lo stato del materiale può essere:	privo di consistenza poco consistente (molle) moderatamente consistente consistente molto consistente	sciolto poco addensato moderatamente addensato addensato molto addensato

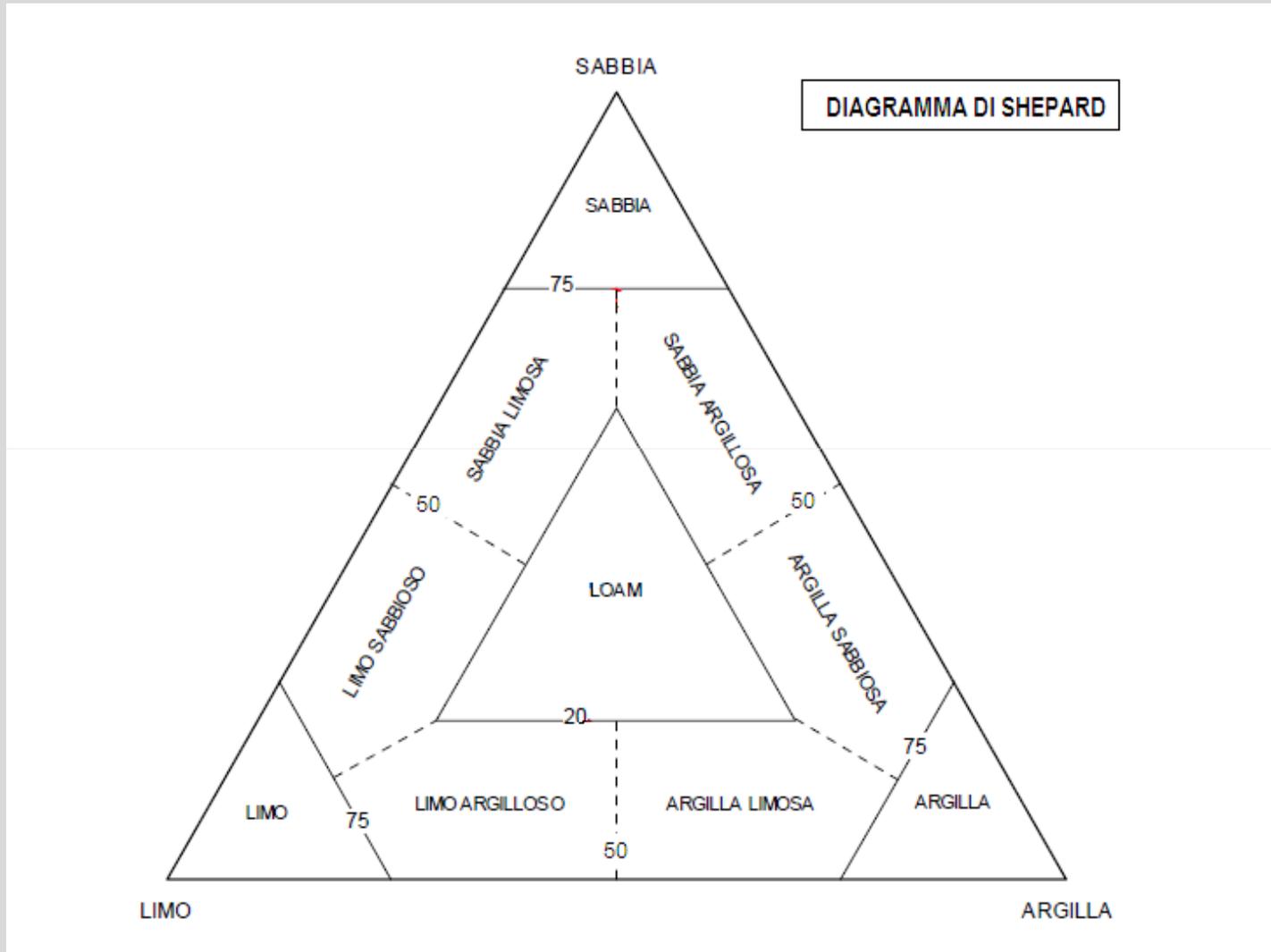
Classificazione del terreno

Sintesi delle principali caratteristiche di argille e sabbie

Da un punto di vista **INGEGNERISTICO**:

	<i>Argille</i>	<i>Sabbie</i>
La distribuzione granulometria è:	poco rilevante	rilevante
Gli effetti dell'acqua sono:	molto rilevanti	poco rilevanti
Il materiale è:	molto poco permeabile	permeabile
	molto deformabile	poco deformabile
	poco resistente	resistente

Classificazione del terreno



Classificazione del terreno

Classificazione di cantiere delle terre [A.G.I., 1977]

DIMENSIONI DEI GRANI			CONSISTENZA	
	Caratteristiche generali	Denominazione		
Terre incoerenti o granulari - granuli visibili a occhio nudo; (di dimensioni > 0,06 mm) privi di coesione se essiccati	- elementi lapidei di dimensione > 2 mm - granuli di dimensione compresa tra 2 mm e 0,06 mm	ghiaia	sciolto	può essere scavato con la pala
		sabbia	addensato	non è sufficiente la pala per lo scavo
			lievemente cementato	i grani superficiali possono essere asportati con la pressione delle dita; si spezza in blocchi col piccone
Terre coesive - granuli non visibili a occhio nudo (di dimensioni < 0,06 mm)	<p>il materiale si secca rapidamente e può essere sbriciolato con le dita; i pezzi essiccati possiedono coesione ma possono essere facilmente polverizzati con le dita</p> <p>il materiale è liscio al tatto e plastico; può essere ridotto in cilindretti con le dita eventualmente con l'aggiunta di acqua; si essicca lentamente; si ritira apprezzabilmente nell'essicarsi; essiccato mostra delle fratture</p>	limo	privo di consistenza	cede acqua comprimendo con le dita; $P_p < 0,25 \text{ kg/cm}^2$ (25 kN/m ²)
			poco consistente	può essere facilmente modellato con le dita; $P_p = 0,25 \div 0,5 \text{ kg/cm}^2$ (25 ÷ 50 kN/m ²)
		argilla	moderatamente consistente	può essere modellato solo con forte pressione delle dita; $P_p = 0,5 \div 1,0 \text{ kg/cm}^2$ (50 ÷ 100 kN/m ²)
			consistente	non può essere modellato con dita; $P_p = 1,0 \div 2,0 \text{ kg/cm}^2$ (100 ÷ 200 kN/m ²)
			molto consistente	fragile e molto duro; $P_p > 2,0 \text{ kg/cm}^2$ (> 200 kN/m ²)
Terre organiche	materiale fibroso organico di colore scuro	torba	Nota: P_p = resistenza alla penetrazione col penetrometro tasca-	

Classificazione del terreno – le rocce

Roccia:

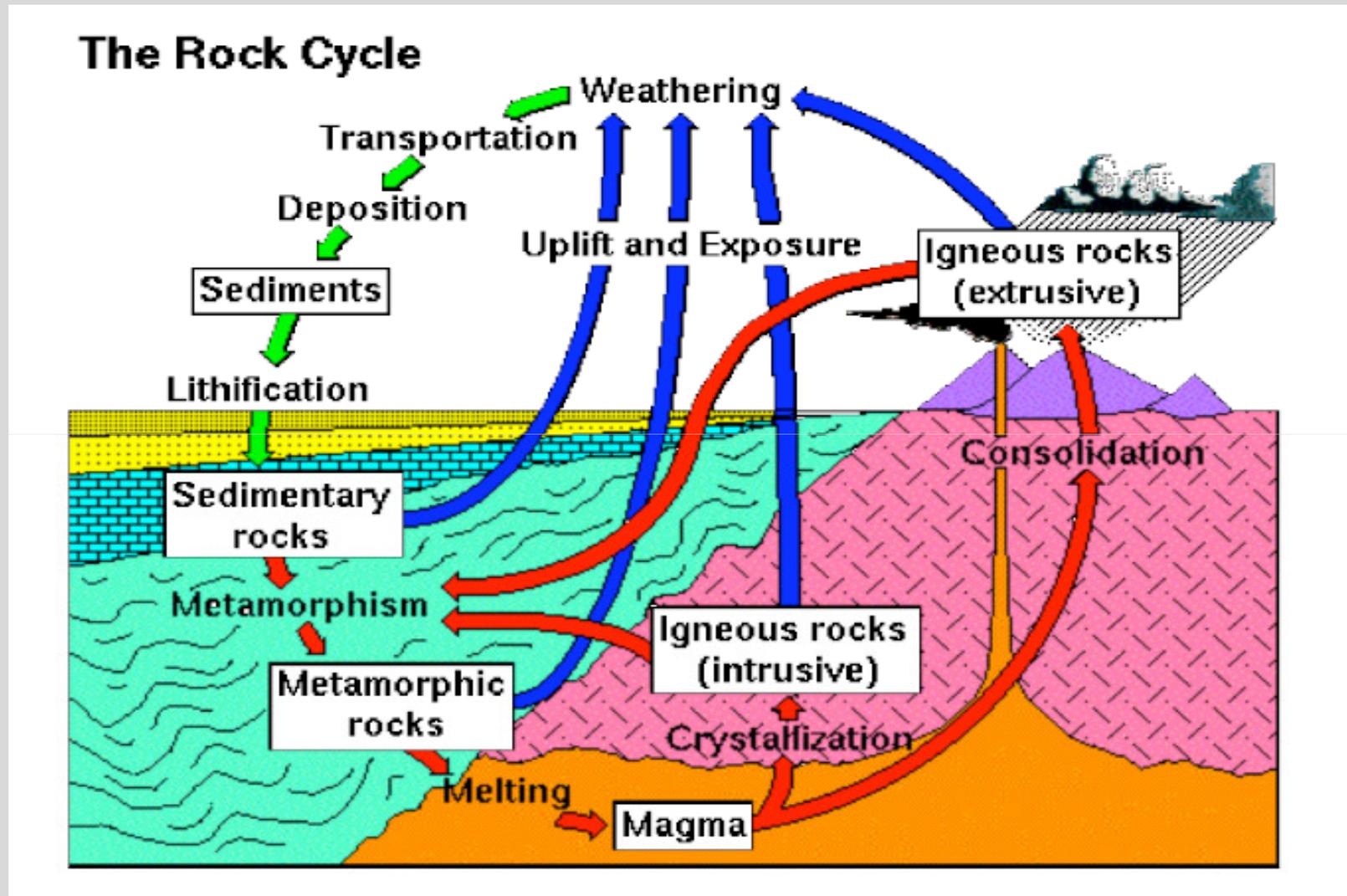
Aggregato di minerali; in base alle variazioni di dimensione, forma e percentuale di presenza dei minerali costituenti, si riconoscono rocce diverse per origine e composizione. La struttura di una roccia, cioè la relazione fisica tra i singoli minerali, permette di ottenere informazioni sulle condizioni fisiche dell'ambiente di formazione.

Per lo più le rocce sono *eterogenee* o *composte*, formate cioè da minerali diversi; raramente si trovano rocce *omogenee* o *semplici*, formate essenzialmente da un solo minerale ed eventualmente da pochi minerali accessori (tali possono essere considerate le masse di salgemma o di gesso che formando ammassi geologicamente indipendenti per composizione, struttura, origine, devono essere considerate vere e proprie rocce).

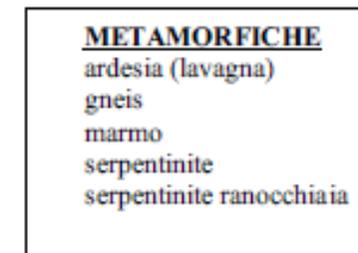
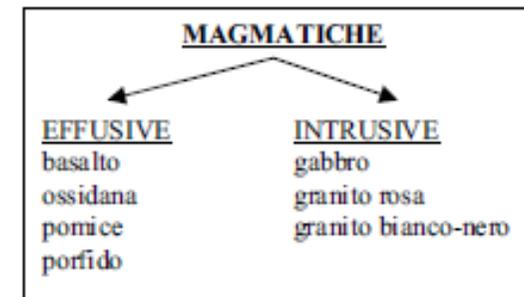
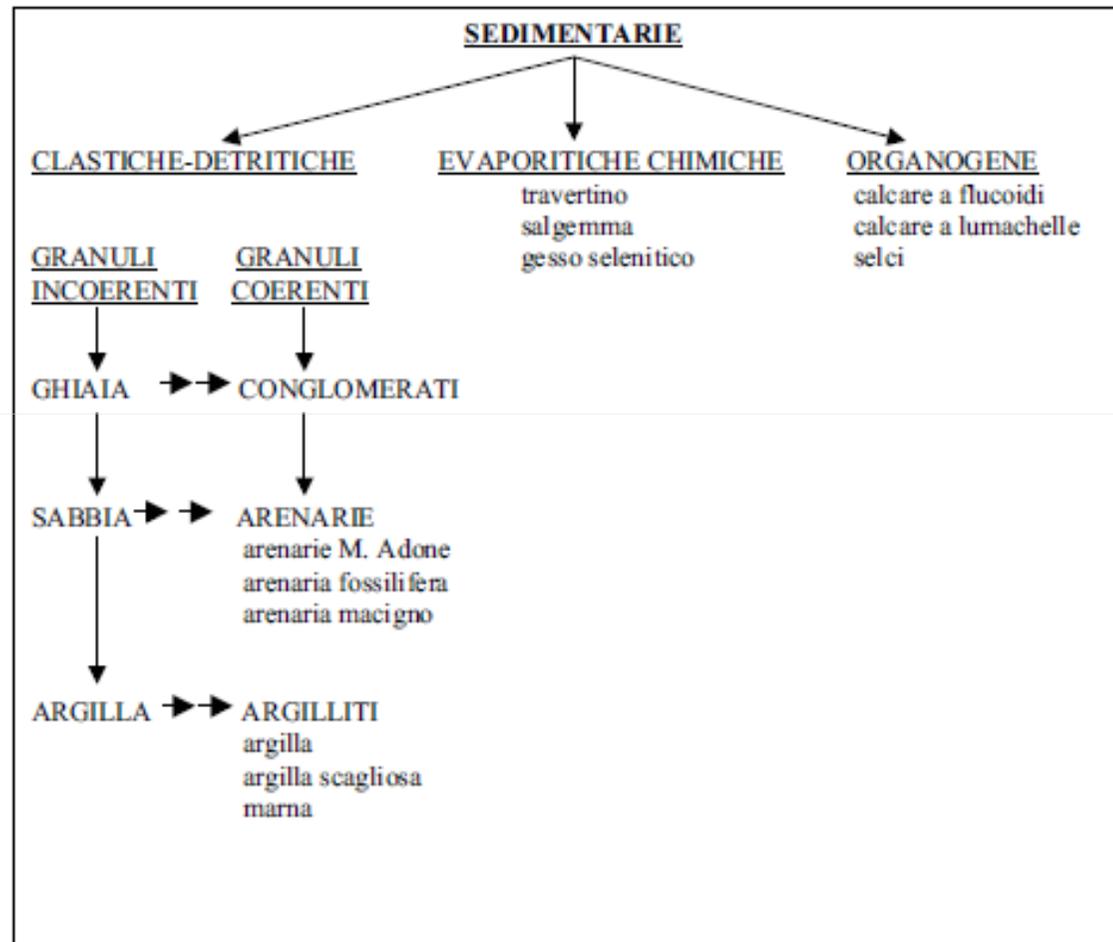
Le rocce si classificano in base alla loro genesi suddividendole in:

- › **eruttive (o ignee o magmatiche o endogene)**
- › **sedimentarie**
- › **metamorfiche**

Classificazione del terreno – il ciclo delle rocce



Classificazione del terreno - le rocce



Classificazione del terreno – le rocce

Le rocce: classificazione sulla base del grado di fratturazione [A.G.I., 1977]

- | |
|--|
| 1) Roccia "intatta": prima dello scavo la roccia è priva di discontinuità, sia pure capillari. |
| 2) Roccia stratificata: attraversata da superfici piane e parallele con resistenza scarsa o nulla. |
| 3) Roccia poco fratturata: attraversata da poche discontinuità variamente orientate e molto distanziate. |
| 4) Roccia fratturata: Roccia con discontinuità ravvicinate comunque orientate, (da ravvicinate a molto ravvicinate), strette (a labbra combacianti) o beanti (aperte) vuote o riempite di materiale di alterazione. |
| 5) Roccia completamente frantumata: ma non alterata (dal punto di vista chimico), con i caratteri di un prodotto di frantoio. |

Classificazione del terreno – le rocce

Le rocce: classificazione sulla base della resistenza [A.G.I., 1977]

Classe	Descrizione	kg/cm ² (o MN/m ²)	E S E M P I
A	Resistenza molto alta	> 2000 (> 200)	Quarziti, alcuni basalti
B	Resistenza alta	1000 ÷ 2000 (100 ÷ 200)	Molte rocce ignee, alcune rocce metamorfiche; molti calcari e dolomie; arenarie ben cementate
C	Resistenza media	500 ÷ 1000 (50 ÷ 100)	Rocce scistose, arenarie e calcari porosi
D	Resistenza bassa	250 ÷ 500 (25 ÷ 50)	Arenarie, tufi, rocce saline, rocce alterate o degradate di diverso tipo litologico.
E	Resistenza molto bassa *	< 250 (< 25)	

* Nel campo delle rocce con resistenza minore 250 kg/cm² (25 MN/m²) possono farsi le seguenti distinzioni:

250 ÷ 100 kg/cm ² (25 ÷ 10 MN/m ²)	} Rocce molto tenere
100 ÷ 50 kg/cm ² (10 ÷ 5 MN/m ²)	
< 50 kg/cm ² (5 MN/m ²)	