

CAPITOLO 1: CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI E DELLE ROCCE

Definizioni elementari.

MINERALE: materiale con proprietà chimiche e formule proprie.

ROCCIA: è un aggregato di minerali.

ROCCIA SEMPLICE: è una roccia composta di un solo minerale.

ROCCIA COMPOSTA: è una roccia composta di più minerali.

ROCCIA SCIOLTA: è quella che si può suddividere in granelli.

ROCCIA LAPIDEA: è più compatta ed ha un'elevata aderenza;
esistono rocce che hanno un comportamento intermedio fra sciolta e lapidea.

GRANI O GRANELLI: sono le singole parti solide che costituiscono le rocce sciolte.

TERRA: è una roccia sciolta tolta dal suo ambiente naturale per usarla nelle costruzioni.

TERRENO: è un termine generico per indicare le terre e le rocce nel loro ambiente naturale.

Nella terminologia pratica parleremo di TERRE intendendo ROCCE SCIOLTE e parleremo di ROCCE intendendo ROCCE LAPIDEE.

Classificazione di un volume di terreno.

Noi introduciamo dapprima un volume di terreno e vediamo quali sono gli elementi costituenti.

Successivamente studieremo le proprietà del singolo grano, dell'insieme di grani e dell'insieme di grani con acqua.

A tale scopo vengono utilizzate delle *proprietà indice*.

Un volume di terreno è composto da dei grani o granelli a contatto fra loro, ma negli interstizi sono presenti sia acqua che aria. Nel volume di terreno sono quindi presenti tre fasi: la fase solida, la fase liquida e la fase gassosa.

Possiamo rappresentare il volume di terreno e le tre fasi.

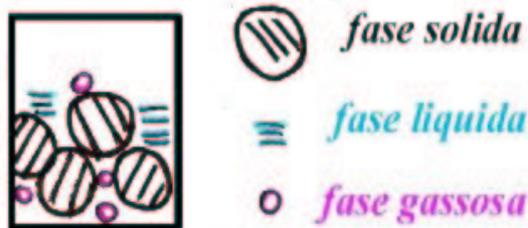


Figura 1.1

Nello studio della geotecnica troviamo utile suddividere le tre fasi in frazioni, e così faremo d'ora in poi.



Figura 1.2

Ci proponiamo di studiare il comportamento meccanico di questo volume di terreno.

Proprietà di un grano.

Isolando un singolo grano esso è determinato da:

1. COMPOSIZIONE MINERALOGICA.

È ottenuta tramite spettrografia, dalla quale si desume il grano è composto da sostanza organica o inorganica, come ad esempio le torbe (organiche).

2. PESO SPECIFICO.

Indicando con P_s il peso del grano e V_s il volume del grano definiamo

PESO SPECIFICO DEL GRANO: $\gamma_s = \frac{P_s}{V_s}$ dove il pedice s indica che ci riferiamo alla fase solida.

Il volume del grano V_s si misura con un PICNOMETRO: è un recipiente riempito di acqua distillata.

Ecco la procedura per determinare V_s e γ_s :

Eseguiamo la prima misura: con una bilancia si determina il peso del grano P_s .

Eseguiamo la seconda misura: si pesa il picnometro con l'acqua P_1 ; poi si versa la terra nello stesso recipiente e si ripristina il precedente livello del liquido.

Eseguiamo la terza misura: si pesa il picnometro con l'acqua e il campione di terra P_2 :

$$P_2 = P_1 + P_s - \gamma_w V_s$$

Poi ricaveremo V_s .

$$V_s = \frac{P_1 + P_s - P_2}{\gamma_w}$$

dove $\gamma_w = \frac{P_w}{V_w}$



Figura 1.3

Il termine $P_s - \gamma_w V_s$ è la differenza di peso fra il terreno e l'acqua asportata; è stata tolta dell'acqua per riportare il livello del fluido alla stessa quota.

Possiamo usare il VOLUNOMETRO, che consiste in una buretta graduata, con il quale eseguo tutte le operazioni.



Figura 1.4

L'introduzione del terreno porta ad una variazione di volume del liquido e posso misurarlo direttamente.

$$V_s = V_2 - V_1$$

PESO SPECIFICO del solido rispetto a quello dell'acqua: $G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$

Per i terreni naturali $G_s = 2,4 - 2,8$.

3. FORMA DEL GRANO.

È definita indicando con delle lettere le dimensioni di un parallelepipedo che contiene il grano.

a : la dimensione massima del grano.

b , c : le altre due misure del grano.

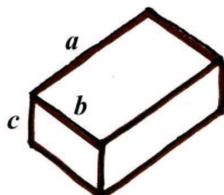


Figura 1.5

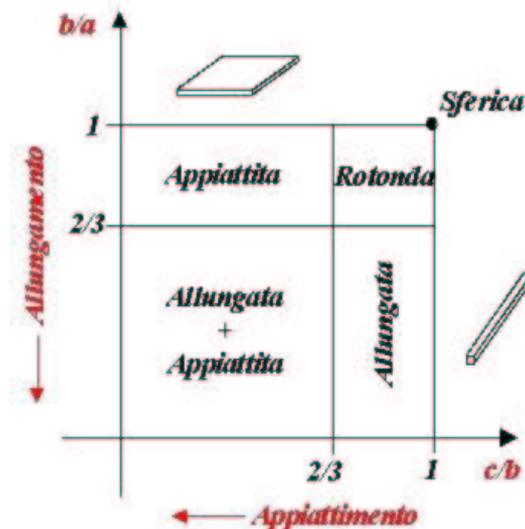


Figura 1.6

La forma è descritta riportando in un grafico i rapporti fra queste grandezze.

Quando c/b si riduce il grano si appiattisce.

Quando b/a si riduce il grano si allunga.

In funzione della forma ho diverse aree del grafico.

La forma del grano è importante nella risposta alla sollecitazione esterna.

4. GRADO DI ARROTONDAMENTO.

A parità di forma il grano può essere più o meno rotondo, può presentarsi con spigoli arrotondati o angolari.

I grani possono avere la stessa forma, cioè si possono inserire nello stesso parallelepipedo, ma avere diverso grado di arrotondamento.

5. SUPERFICIE ESTERNA.

Può essere liscia o scabra, cioè si descrivono le irregolarità microscopiche del grano.

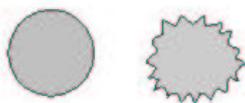


Figura 1.7

6. DIMENSIONI DEL GRANO.

Abbiamo a che fare con grani di diverse dimensioni, con riferimento alle terre queste dimensioni possono variare da 10^{-3} – 10^2 mm.

La dimensione è definita sulla base della tecnica usata per misurarla.

Per $d \geq 0,06$ mm usiamo il metodo della STACCIATURA.

Definiamo la dimensione del grano in base alla dimensione della maglia in cui il grano passa.

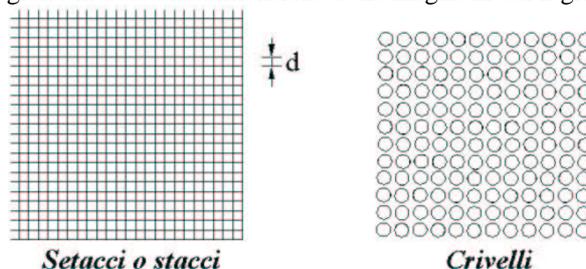


Figura 1.8

Per $0,0002 \leq d \leq 0,2$ mm usiamo il metodo della SEDIMENTAZIONE.

Il diametro è definito in base alla legge di Stokes che ci fornisce la velocità di una sfera che scende in un liquido. Individua un legame fra il peso specifico, la sua dimensione e la sua velocità di sedimentazione.

Noi misuriamo il diametro del grano che sedimenta assumendo che possiede la stessa velocità della sfera che sedimenterebbe in acqua, la velocità è regolata dalla legge di Stokes.

Proprietà di un insieme di grani.

Consideriamo un insieme di grani con riferimento alla sola fase solida, senza la fase fluida, che tratteremo nel prossimo capitolo.

Definiamo la distribuzione delle dimensioni di una terra all'interno di un certo volume. Queste dimensioni sono molto variabili.

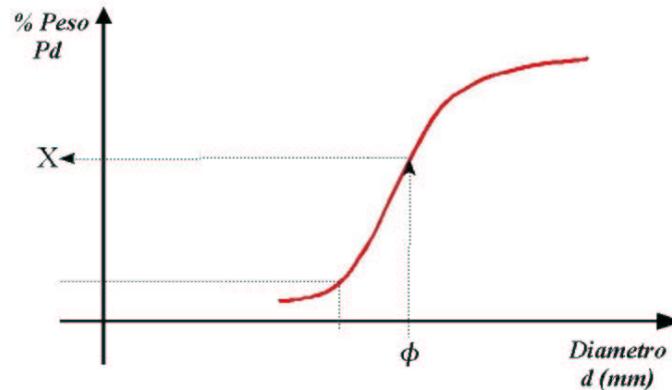


Figura 1.9

Sulle ascisse riportiamo il diametro d , mentre sulle ordinate riportiamo Pd cioè la percentuale in peso che possiede un diametro indicato.

Per essere più precisi dobbiamo dire che si tratta di una CURVA CUMULATIVA cioè tutte le particelle che hanno un diametro minore del valore Φ sono presenti nella percentuale di peso X .

La granulometria ci è di aiuto quando facciamo riferimento alla dimensione dei grani.

Se diamo una definizione dei grani in base alle dimensioni e non alla composizione mineralogica allora ci serviamo di quanto segue:

	ARGILLA	<	0,002mm
0,002mm <	LIMO	<	0,06mm
0,06mm <	SABBIA	<	2mm
2mm <	GHIAIA	<	60mm
60mm <	BLOCCHI		

Un materiale può contenere tutte le dimensioni che abbiamo indicato sopra, a seconda delle proporzioni i terreni sono dunque caratterizzati da una notevole variabilità.

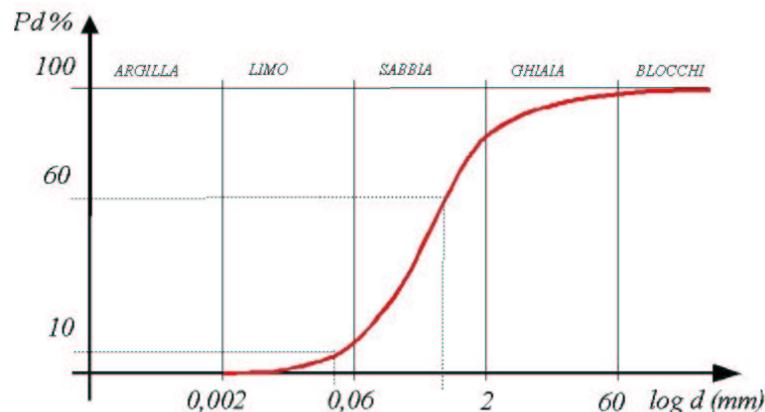


Figura 1.10

La composizione granulometrica viene rappresentata in un grafico. Sulle ascisse riporta in scala logaritmica la dimensione d per rendere rappresentabili le dimensioni minori. Sulle ordinate troviamo Pd , la massa o il peso della frazione granulometrica con diametro minore a d .

Per identificare un materiale di cui eseguiamo l'analisi granulometrica utilizziamo la seguente procedura:

- I nome:** La frazione granulometrica di maggior diametro da il nome all'aggregato.
es. Limo.
- II nome:** Quando il II materiale ha una percentuale in peso tra 50%–25% diciamo CON per unire i due nomi.
es. Limo con argilla, curva 1.
- III nome:** Utilizziamo il suffisso OSO se la percentuale in peso della frazione successiva è tra 25%–10%.
es. Limo con argilla sabbiosa, curva 2.
- IV nome:** Utilizziamo la particella DEBOLMENTE se la percentuale della frazione successiva è tra 10%–5%.
es. Sabbia con ghiaia debolmente limosa, curva 3.

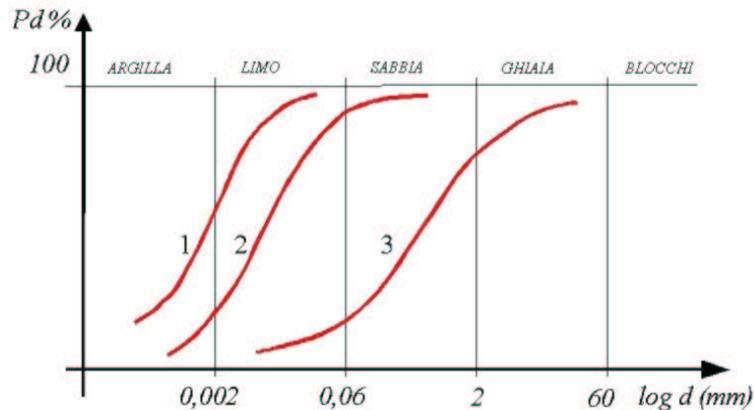


Figura 1.11

Per descrivere rapidamente la distribuzione delle frazioni all'interno di un campione definiamo il **COEFFICIENTE DI UNIFORMITÀ U**:

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \geq 1$$

d_{60} = diametro corrispondente al 60% in peso di un certo materiale.

d_{10} = diametro corrispondente al 10% in peso di un certo materiale.

$U=1$ quando il materiale è uniforme.

$U>1$ quando la differenza fra i due diametri cresce, e aumenta quanto più cresce la disuniformità.

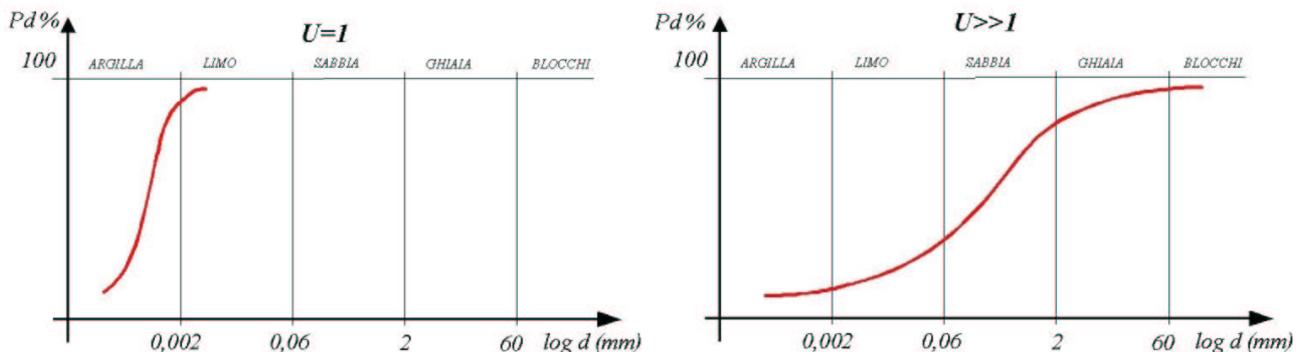


Figura 1.12

Tecniche di analisi granulometrica.

Ma come conoscere la composizione granulometrica di un campione?

Si esegue la cosiddetta **ANALISI GRANULOMETRICA**; tale analisi la si esegue mediante due procedimenti:

1. con **STACCIATURA** oppure
2. con **SEDIMENTAZIONE**.

Stacciatura.

La stacciatura si esegue con STACCI (o SETACCI) a maglia quadrata e con CRIVELLI con fori circolari.

Per la stacciatura abbiamo a disposizione una serie di stacci con $d1 > d2 > d3$ decrescenti verso il basso. Il materiale essiccato verrà posto in alto alla pila di stacci e sottoposto a vibrazioni: il primo fermerà il materiale con dimensioni $d > d1$, poi a scendere verrà fermato il materiale avente $d1 > d > d2$, $d2 > d > d3$, $d < d3$.

In seguito si misura il peso delle singole frazioni $P1$, $P2$, $P3$ e P_F , mentre il peso complessivo è P .

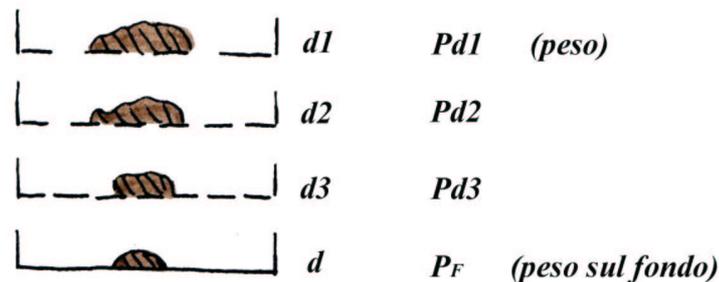


Figura 1.13

Possiamo calcolare percentualmente il peso della frazione di materiale che passa da una determinata dimensione della maglia di uno staccio impiegato nell'analisi granulometrica.

$$Pd_1 = \frac{P_1}{P} \cdot 100$$

$$Pd_1 = \frac{P_1}{P} \cdot 100$$

$$Pd_2 = \frac{P_1 + P_2}{P} \cdot 100$$

$$Pd_3 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{P} \cdot 100$$

Ora le coppie di valori d_i e Pd_i sono riportate sul grafico con la distribuzione granulometrica.

In alcuni casi la stacciatura è fatta per via umida e non per via secca, questo succede quando l'aggregato è molto fino.

Non è possibile realizzare stacci con aperture inferiori ai 2 micron e delle quali sia sicuro che sono meno di 2 micron, è per questo motivo che si ricorre all'analisi granulometrica per sedimentazione.

Sedimentazione.

Prepariamo una certa quantità di materiale e la misceliamo con acqua alla quale aggiungiamo dei disperdenti per consentire il distacco delle particelle di argilla.

Inseriamo la miscela in un cilindro in modo che questa sia equamente distribuita.

Assumiamo che questo sia l'istante $t=0$.

Lasciamo sedimentare, le particelle seguiranno la legge di Stokes.

Una particella posta in un fluido scende con una determinata velocità, data da questa formula:

$$v = Bd^2 \quad (\text{Stokes})$$

v =velocità di sedimentazione.

B =coefficiente che dipende dalla viscosità del fluido e dal peso specifico del granello.

Attribuiamo ad una frazione del campione un certo diametro perché la velocità con cui scendono quelle particelle è quella delle sferette che hanno quel diametro.

Le misurazioni le eseguiamo servendoci di un recipiente graduato sufficientemente alto in modo che si manifesti una differenziazione apprezzabile nella posizione delle particelle in caduta.

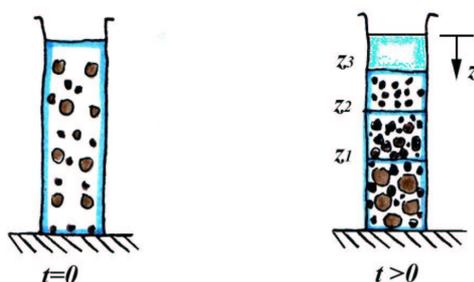


Figura 1.14

Ad un certo istante $t>0$ avrò i grani di diverso diametro a diverse altezze.

Per le diverse particelle avremo:

$$v_1 = Bd_1^2$$

$$v_2 = Bd_2^2$$

$$v_3 = Bd_3^2$$

è chiaro che se consideriamo $d_1 > d_2 > d_3$ otterremo che $v_1 > v_2 > v_3$.

Noi indichiamo con $z_i = v_i t$ tutte le profondità oltre la quale le particelle di quel diametro d_i non sono più presenti, cioè tutte le particelle di diametro d_i saranno sotto z_i .

Basta eseguire delle misure di densità alle varie profondità per determinare le varie fasce di diametri.

Eseguiamo delle misure di densità della sospensione nel tempo mediante l'AREOMETRO per determinare il coefficiente B della formula di Stokes.

Con la densità stabilisco la % in peso di materiale associata ad una profondità e ad un diametro.

Trovo così la curva granulometrica.

L'areometro nell'analisi per sedimentazione.

L'areometro consiste in un bulbo di vetro collegato ad un tubicino di vetro, il tutto ben sigillato; nel bulbo sono presenti dei pesetti sottoforma di sferette di piombo e li incollati, mentre sul tubicino è presente una graduazione che riporta dei numeri, intorno all'unità e con diversi decimali. Questo strumento misura la densità di un liquido ad una certa temperatura.

Qualcuno ne avrà visto qualche modello impiegato in enologia per la misura del grado zuccherino del mosto, oppure dall'elettrauto per la misura della densità dell'elettrolito delle batterie.

Le letture $R_{LETTURA}$ sull'areometro vanno intese come una relazione del tipo:

$$R_{LETTURA} = \frac{\rho}{\rho_{w(20^\circ)}}$$

ρ = densità del fluido dove ho immerso l'areometro;

$\rho_{w(20^\circ)}$ = densità dell'acqua a 20° centigradi.

Al valore di $R_{LETTURA}$ si aggiungono tre addendi per apportarvi delle correzioni.

1. Per tener conto degli effetti del menisco sulla lettura $R_{LETTURA}$ s'introduce un coefficiente correttivo Cm .
2. Se si effettua la lettura $R_{LETTURA}$ ad una temperatura diversa dai 20° centigradi si introduce il coefficiente correttivo $\pm z_t$.
3. Nella sospensione introduciamo un sale (metasolfito) come fluidificante per prevenire la formazione di flocculi dovuti agli addensamenti di particelle caricate elettostaticamente, ne teniamo conto con il coefficiente X .

$$R_{CORRETTA} = R_{LETTURA} + Cm \pm z_t - X$$

Ora vogliamo conoscere la percentuale in peso delle particelle rimaste in sospensione.

$$P \% = 100 \left[\frac{G_S}{(G_S - G_{Water})} \frac{V_{tot}}{W_{Solido}} \right] (R_{CORRETTA} - R_{Water})$$

$P\%$ = peso percentuale della frazione con diametro inferiore ad un certo d_A .

G_S = peso specifico del grano.

G_w = peso specifico del liquido senza impurità.

$R_{CORRETTA}$ = lettura all'areometro corretta.

R_{Water} = lettura all'areometro in acqua.

V_{tot} = volume totale contenuto nel cilindro.

W_{tot} = peso totale del solido.

Ricordando la legge di Stokes ricavo il diametro:

$$d = K \sqrt{\frac{L}{T}}$$

d è il diametro in millimetri.

K = ci viene fornito in una tabella $K = K(G_S, t \text{ } ^\circ C)$.

L = affondamento del baricentro dell'areometro e ci viene fornito in una tabella dal costruttore dell'areometro [cm].

T = intervallo di tempo fra le misure di affondamento del baricentro dell'areometro.

La velocità di affondamento del baricentro dell'areometro è il termine: $v = \frac{L}{T}$

Finalmente possiamo riportare i dati nel grafico della distribuzione granulometrica.

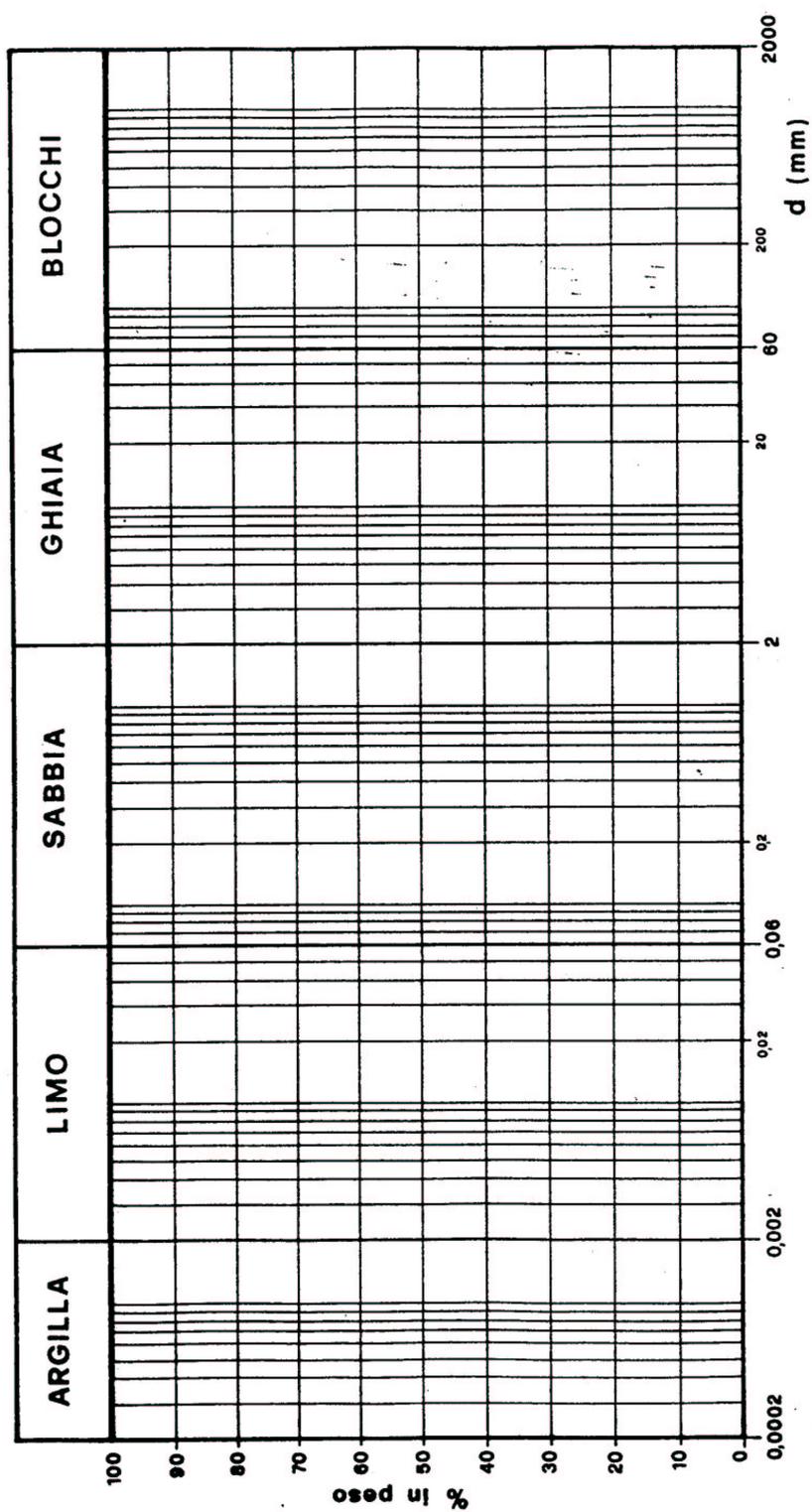


Figura 1.15