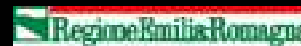




**Società Italiana di  
Scienza del Suolo**



ASSOCIAZIONE  
ITALIANA  
DEI LABORATORI  
PUBBLICI  
AGROCHIMICI



# **LA REVISIONE DEI METODI UFFICIALI DI ANALISI CHIMICHE DEL SUOLO: ASPETTI CHIMICI, AMBIENTALI ED INTERPRETAZIONE AGRONOMICA**

## **LA GRANULOMETRIA**

**Basile Angelo (ISAFOM - CNR)**  
Terribile Fabio (DISSPAPA - UNINA)  
De Mascellis Roberto (ISAFOM – CNR)

# 1. Introduzione Generale

## 2. Tecniche di misura

### a) Introduzione

### b) Trattamenti preliminari

- Setacciatura
- Quartatura
- Dissoluzione dei cementi
  - Organici
  - Inorganici (carbonati, sali solubili, ossidi di ferro e manganese, ...)
- Dispersione
  - fisico-chimica (esametafosfato)
  - fisica (agitazione, ultrasuoni, ...)
  - dei suoli a carica variabile (resina a scambio sodico)

### c) Setacciatura

### d) Pipetta

### e) Idrometro

### f) Laser

### g) Altre tecniche (Sedigrafo, Coulter , Analisi d'immagine, ...)

## 3. I limiti delle classi granulometriche (USDA, ISSS, ...)

## 4. SINTESI (tabelle di confronto)

## ***INTRODUZIONE GENERALE***

- *Importanza della granulometria per la genesi dei suoli, per le proprietà fisiche e chimiche, ...)*
- *Quale granulometria? Tessitura reale e tessitura apparente*
- *Gli artefatti nell'analisi granulometrica: i suoli a carica variabile*
- *Nuove sfide applicative:*
  - *dalle classi tessiturali alla curva di distribuzione granulometrica*
  - *Coerenza con le banche dati*

# TECNICHE DI MISURA

## Introduzione

- ✓ principali tecniche di misura
- ✓ valutazione sul loro reale utilizzo
- ✓ valutazione sulle offerte commerciali disponibili (?)
- ✓ Tabelle comparative su alcuni parametri

# 1. Principali tecniche di misura

- Setacciatura
- Sedimentazione
  - Pipetta
  - Idrometro
  - Attenuazione raggi X
- Diffrazione laser
- Analisi di immagine
- Elettro-resistivo
- Altre

**Tecnica diffusissima ed economica**

**Non adatta per particelle inferiori a  
circa 60  $\mu\text{m}$**

**Difficoltà per gli agglomerati di argille**

**Orientamento delle particelle secondo  
la dimensione minore**



## sedimentazione



### Legge di Stokes

$$v = \frac{2 \cdot r^2}{9 \cdot \eta} \cdot (\rho_s - \rho_l) \cdot g$$

$v$  = velocità di sedimentazione

$r$  = raggio equivalente

$\eta$  = viscosità del fluido

$\rho_s$  = densità reale particelle

$\rho_l$  = densità del fluido

$g$  = accelerazione di gravità

- Particelle sferiche e lisce
- Egale massa volumica reale
- Moti indipendenti
- Moti soggetti solo alla gravità
- Moto del fluido laminare



## pipetta

La **sabbia grossa** viene determinata per setacciatura e direttamente riferita alla % in peso.

L'**argilla** viene determinata nel sedimentatore.

Il **limo** viene calcolato dalla differenza: (limo+argilla) – argilla.

La **sabbia fine** è calcolata, invece, per complemento a 100 della somma delle altre 3 frazioni.

## Precisione nelle analisi

**Tempi lunghi di misura**

**Determinazione di pochi punti della curva granulometrica**

**Problematiche relative all'orientamento delle particelle lamellari argillose**



## sedimentazione



$$d = \sqrt{\frac{18 \eta_l h}{g(\rho_s - \rho_l) \cdot t}}$$

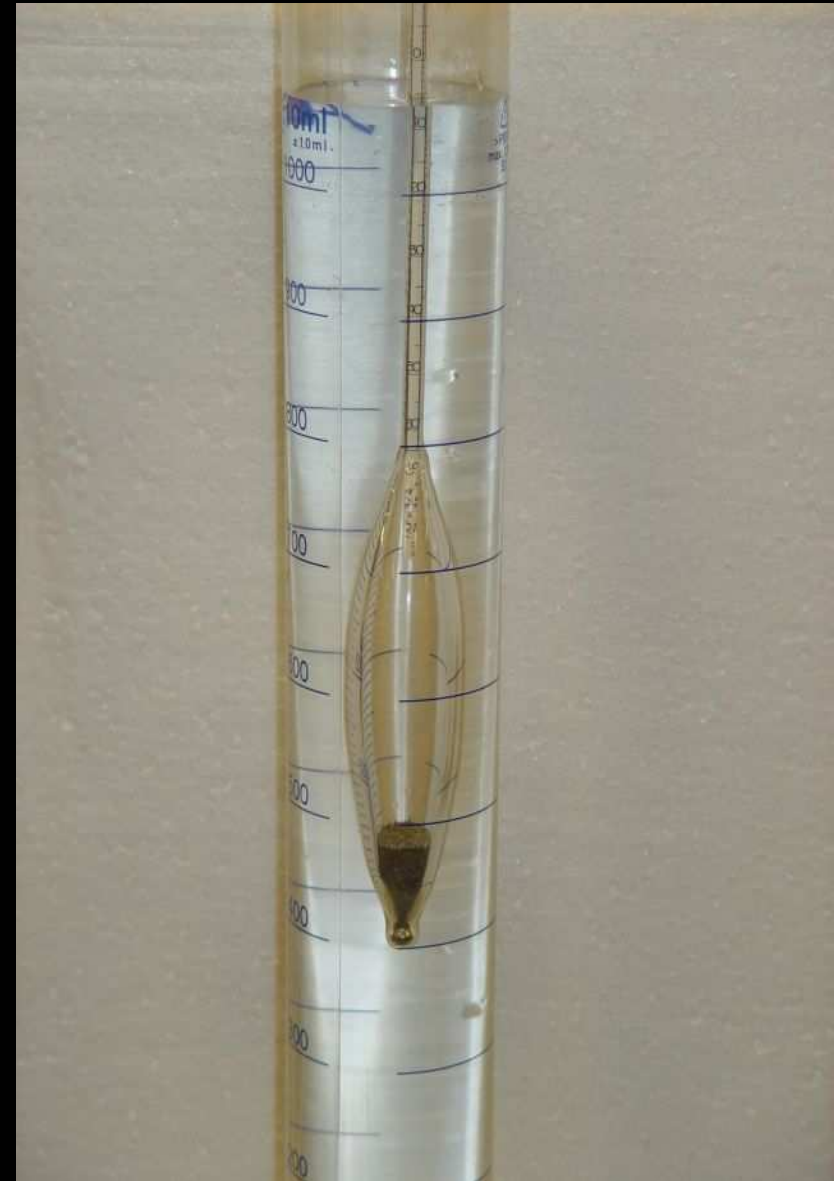
**Maggior numero di punti della curva granulometrica**

**Forte influenza di variabili da controllare (temperatura, viscosità, calibrazioni, confronto con “bianco”)**

**Orientamento delle particelle lamellari**

50 – 2  $\mu\text{m}$

## idrometro



**Maggior numero di punti  
della curva granulometrica**

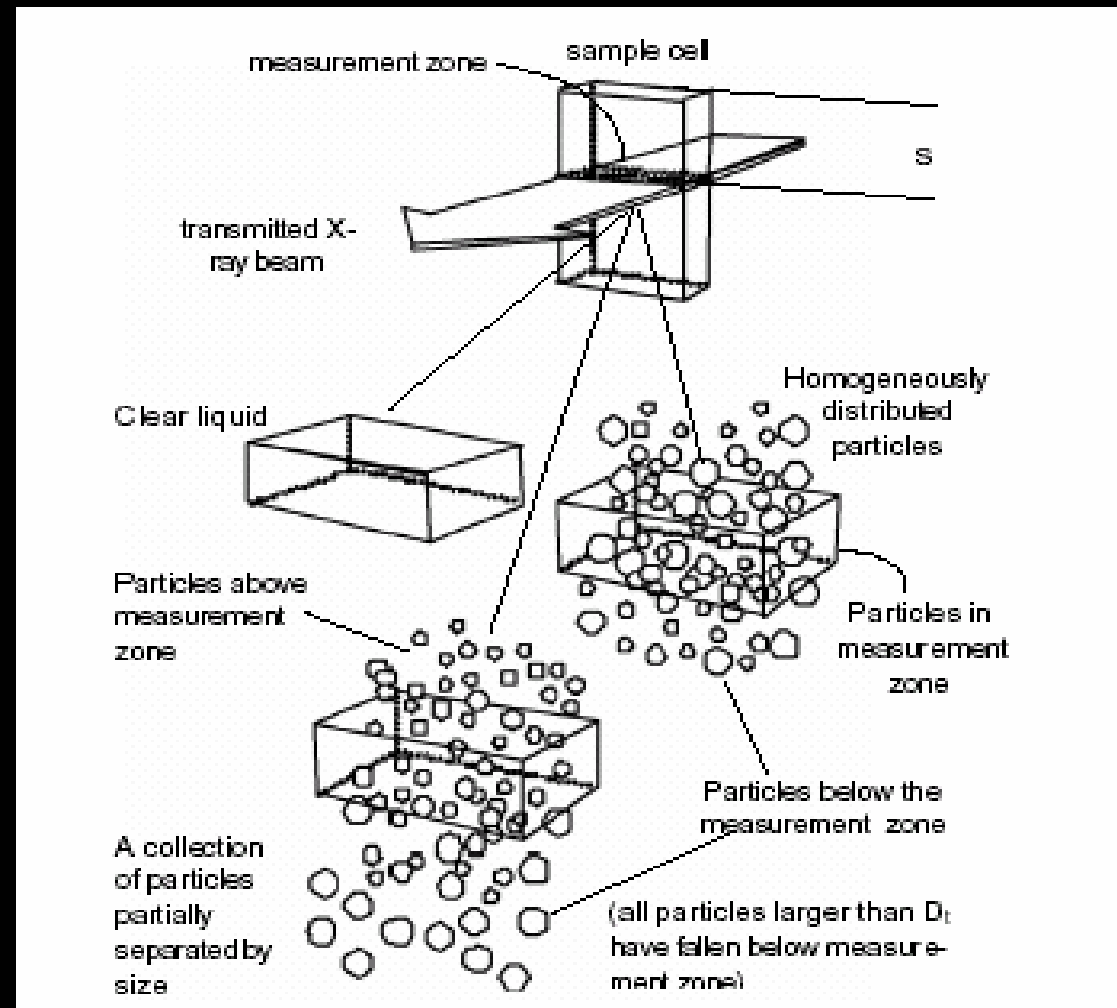
**Tempi ridotti di misura**

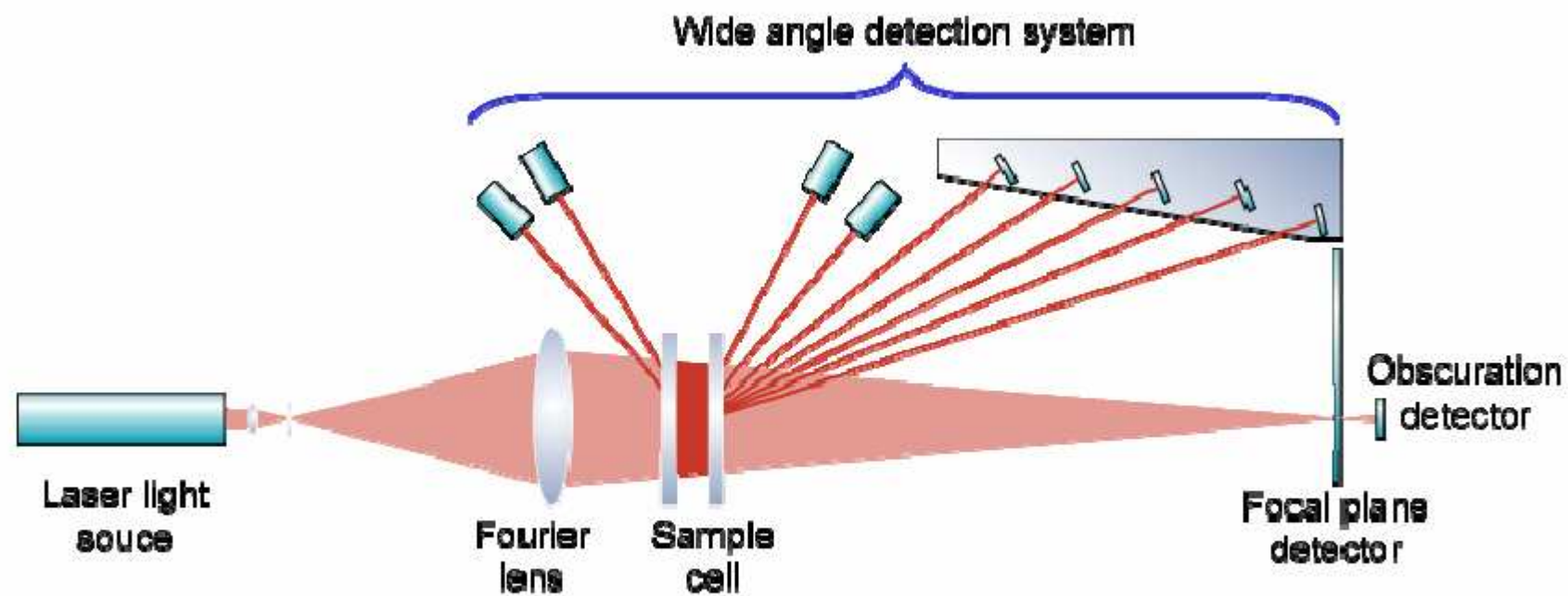
**Orientamento delle  
particelle lamellari**

**Range ristretto di misura**

**Possibili interferenze di  
alcuni minerali con i raggi X**

## attenuazione raggi X - sedigrafo



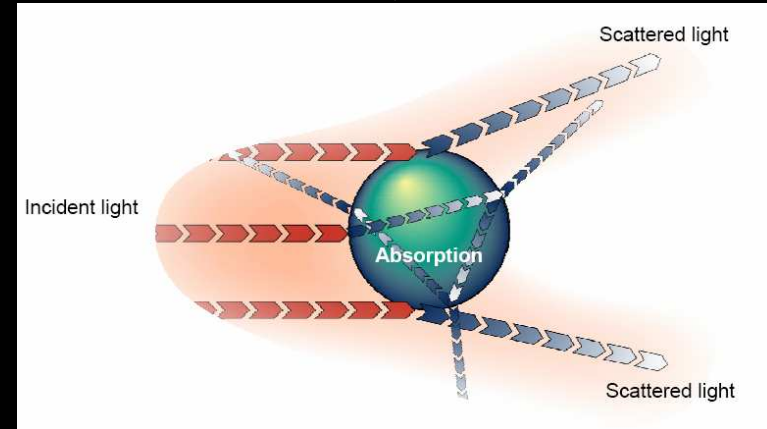


## Diffrazione laser

Teoria di Fraunhofer

Teoria di Mie

- Particelle sferiche
- Uso di laser con  $\lambda < d/40$
- Particelle totalmente opache
- Efficienza dello scattering uguale per tutte le particelle

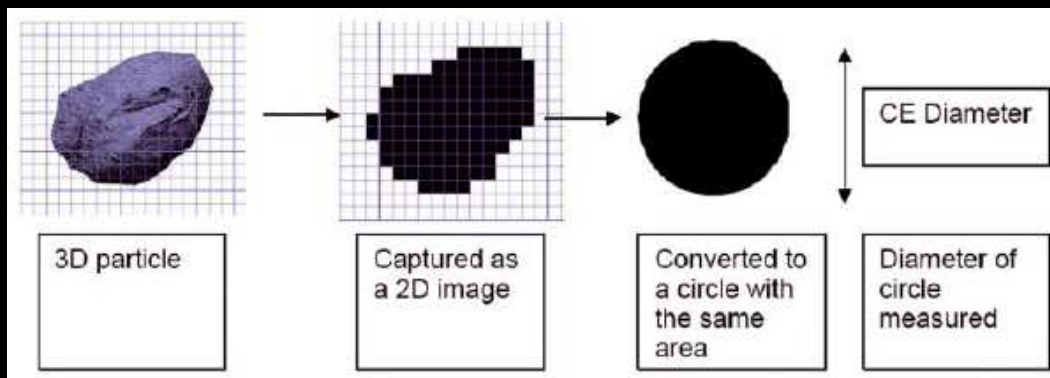
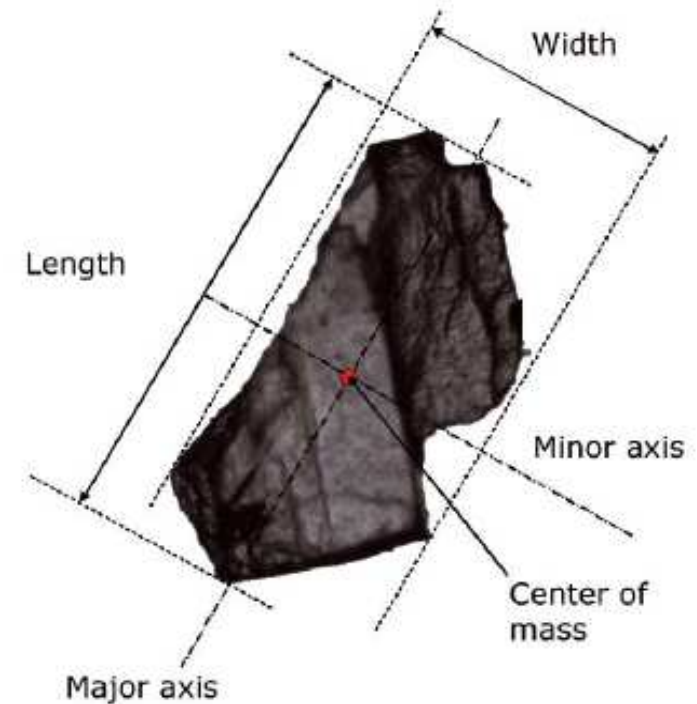


**Misura della distribuzione granulometrica continua**

**Velocità di misura**

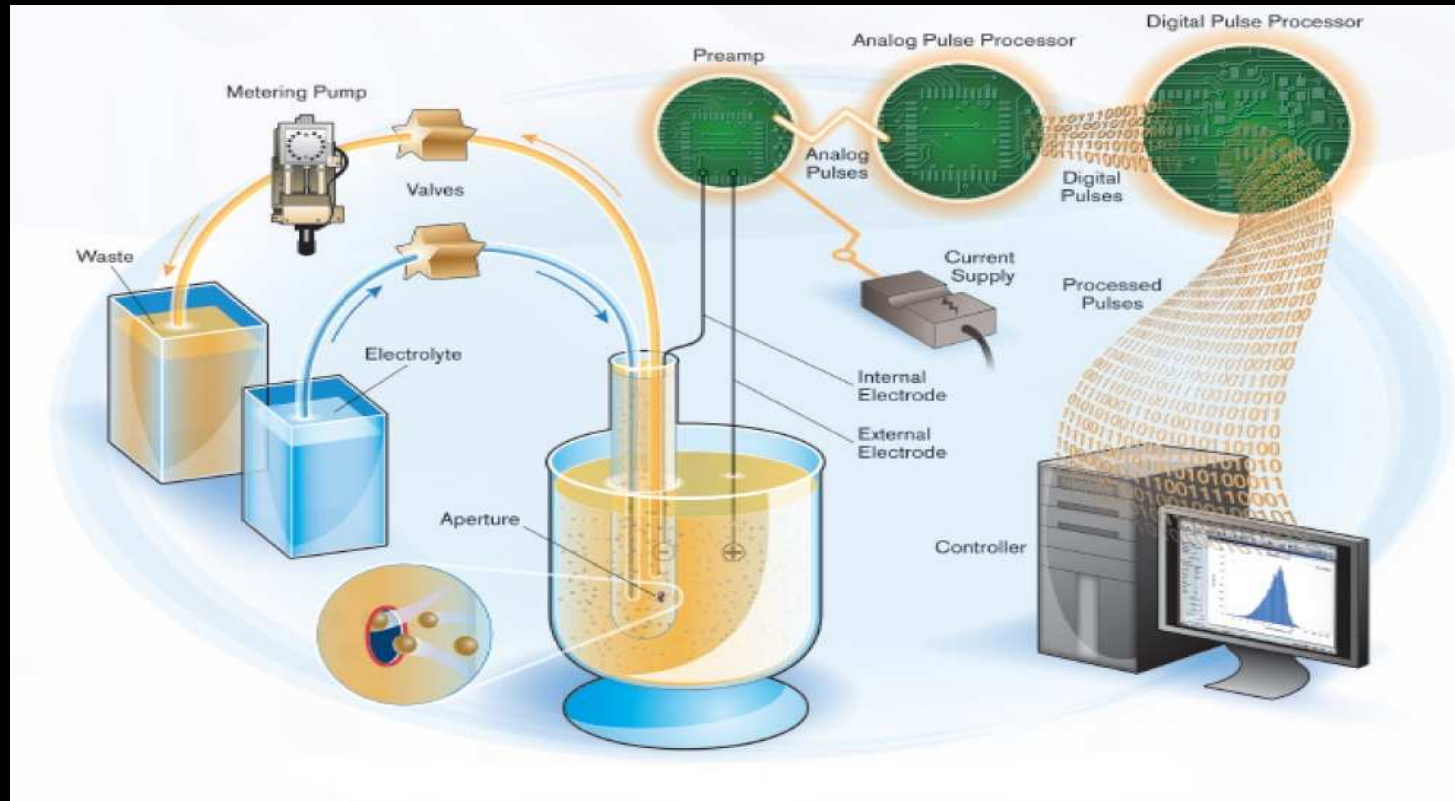
**Necessità della definizione di IR e abs delle particelle e del fluido**

**Orientamento delle particelle nel flusso**



**Gran numero e varietà di informazioni**

**Poco diffusa applicazione nella scienza del suolo**



**Misura l'effettivo volume della particella**

**Dipendenza dal rapporto diam. Foro / diam. particella**

**Interazioni con l'elettrolita**

## 2. Valutazione sul loro reale utilizzo

Ricerca ISI WEB – pubblicazioni negli ultimi 5 anni

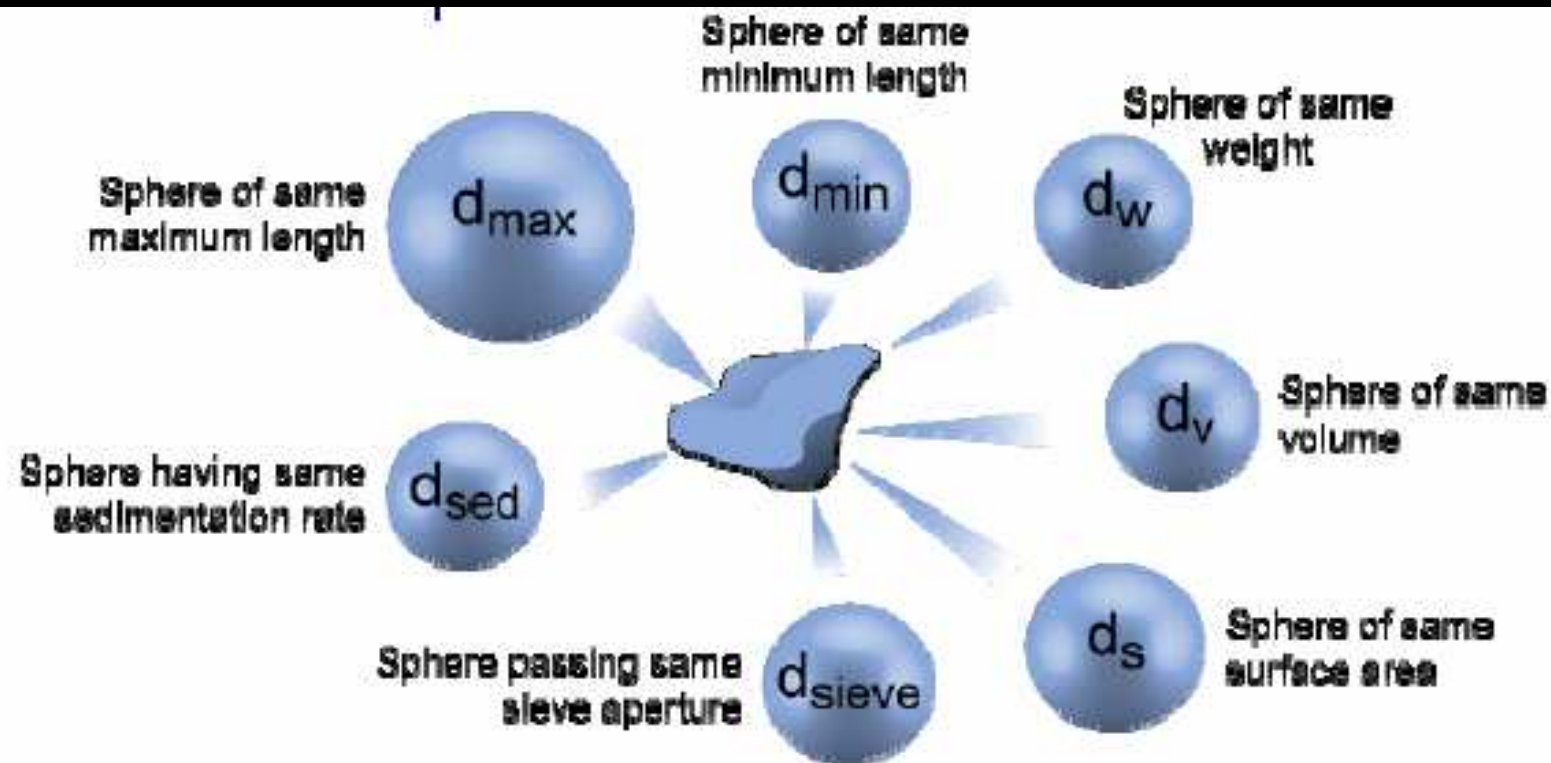
Parole chiave: soil, particle size, (metodo).

Metodo	n. pubbl.	comparativo	metodologico	utilizzo
Laser	40	5	9	26
Pipetta	13	8	2	3
Idrometro	10	3	5	2
Sedigrafo	2	1	0	1



PRINCIPIO FISICO	Parametro misurato	Parametro granulometrico derivato	Intervallo di misura	N. classi granulom. prodotte
Setacciatura	Peso delle particelle	-	2000-50	2-5
Sedimentazione	Peso delle particelle in sospensione (pipetta)	-	200-2	3-5
	Densità della sospensione (Densimetro)	Massa delle particelle	50-2	5-7
	Attenuazione raggi X (Sedigraph 5120 - Micromeritics )	Massa delle particelle	300-0.1	curva granulometrica
Diffrazione Laser	Angolo di diffrazione (Mastersize 2000- Malvern)	Volume delle particelle	2000-0.02	curva granulometrica (interpolata)
Analisi d'immagine	Area e morfologia delle particelle	Area delle particelle	10000-0.5 (Morphologi G3)	curva granulometrica
Elettro-resistivo	Voltaggio della sospensione	Volume delle particelle	256-1 (Coulter ZM)	curva granulometrica
			1200-0.4 (BeckmanCoulter's)	
			1600-0.4 (BeckmanCoulter's M4)	





Principio fisico	Quantità campione g	Necessità sub-quartatura	Tempo di analisi (standard)	Coerenza con database preesistenti	Principali potenzialità	Principali limiti
setacciatura		*	****	sì	coerenza database	Tempo di analisi
sedimentazione	10	**	*****	sì	coerenza database	Tempo di analisi
	50	*	****	sì	coerenza database	Tempo di analisi
	4	**	** (40 mins)	sì con limitata calibrazione	Curva basata sul processo di sedimentazione	Attenuazione raggi X suolo dipendente; poca utenza di scienziati del suolo
Diffrazione laser	1-2	*****	* (10 mins)	sì con una forte calibrazione	Velocità e precisione di analisi	Bassa coerenza con le banche dati; subquartatura
Analisi d'immagine	0.1	*****	*** (20 mins)	incerto	Curva granulom. e morfologia di tutte le particelle	non sufficientemente testato sui suoli. Bassa coerenza con banche dati; subquartatura
Elettro-resistivo		*****	*	incerto	Velocità di analisi	Interferenze; metodo non sufficientemente testato sui suoli

Tipo di pretrattamento	Principali potenzialità	Principali limiti
esametafosfato		
ossalato		
ditionito		
carbonati		
...		
...		
...		

**vecchia versione****nuova versione**

## 1) Definizione

## 1. Introduzione Generale

## 1.1. Definizione

## 1.2. Tessitura reale e apparente

## 1.3. Gli artefatti nell'analisi granulometrica: i suoli a carica variabile

## 1.4. I limiti delle classi granulometriche (USDA, ISSS, ...) – triangolo tessiturale

## 1.5. Nuove sfide: dalle classi tessiturali alla curva di distribuzione granulometrica

## 2) Strumenti

## 3) Reagenti

## 4) Prelevamento e preparazione dei campioni

## 2. Trattamenti preliminari

## 2.1. Introduzione

## 2.2. Setacciatura

## 2.3. Quartatura

## 2.4. Dissoluzione dei cementi e flocculazione

## 2.4.1. Organici

## 2.4.2. Inorganici

## 2.5. Dispersione fisico-chimica

(esametafosfato) Fisica (agitazione, ultrasuoni, ...) dei suoli a carica variabile

## 6) Metodi

## 3. Metodi

## a) Metodo della pipetta

## i) Procedura

## b) Metodo dell'idrometro

## i) Principio

## ii) Taratura del densimetro

## iii) Procedura

## 3.1. Metodo per Setacciatura

## 3.2. Pipetta

## 3.3. Idrometro

## 3.4. Laser

## 3.5. Altre tecniche (Stima di campo, Sedigrafo, Coulter, Analisi d'immagine su particelle singola, ...)

## 7) Classificazione

## 8) Bibliografia

## 4. Bibliografia

<b>METODO</b>	<b>ISO</b>
<b>Pipetta</b>	11277:1999 Soil quality -- Determination of particle size distribution in mineral soil material -- Method by sieving and sedimentation
	ISO13317_2:2001 Determination of particle size distribution by gravitational liquid sedimentation methods -- Part 2: Fixed pipette method
	ISO/TS 17892-4:2004 Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 4: Determination of particle size distribution
<b>Idrometro</b>	ISO/TS 17892-4:2004 Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 4: Determination of particle size distribution
<b>Diffrazione laser</b>	13320:2009 Particle size analysis -- Laser diffraction methods
<b>Sedigrafo</b>	13317-3: 2001 Determination of particle size distribution by gravitational liquid sedimentation methods -- Part 3: X-ray gravitational technique
<b>Coulter counter</b>	13319:2000 rivisto in 13319:2007 Determination of particle size distributions -- Electrical sensing zone method