



**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 μm

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

η = viscosità del fluido

ρ_s = densità reale particelle

ρ_l = densità del fluido

g = accelerazione di gravità

- Particelle sferiche e lisce
- Eguale 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: $(\text{limo} + \text{argilla}) - \text{argilla}$.

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



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

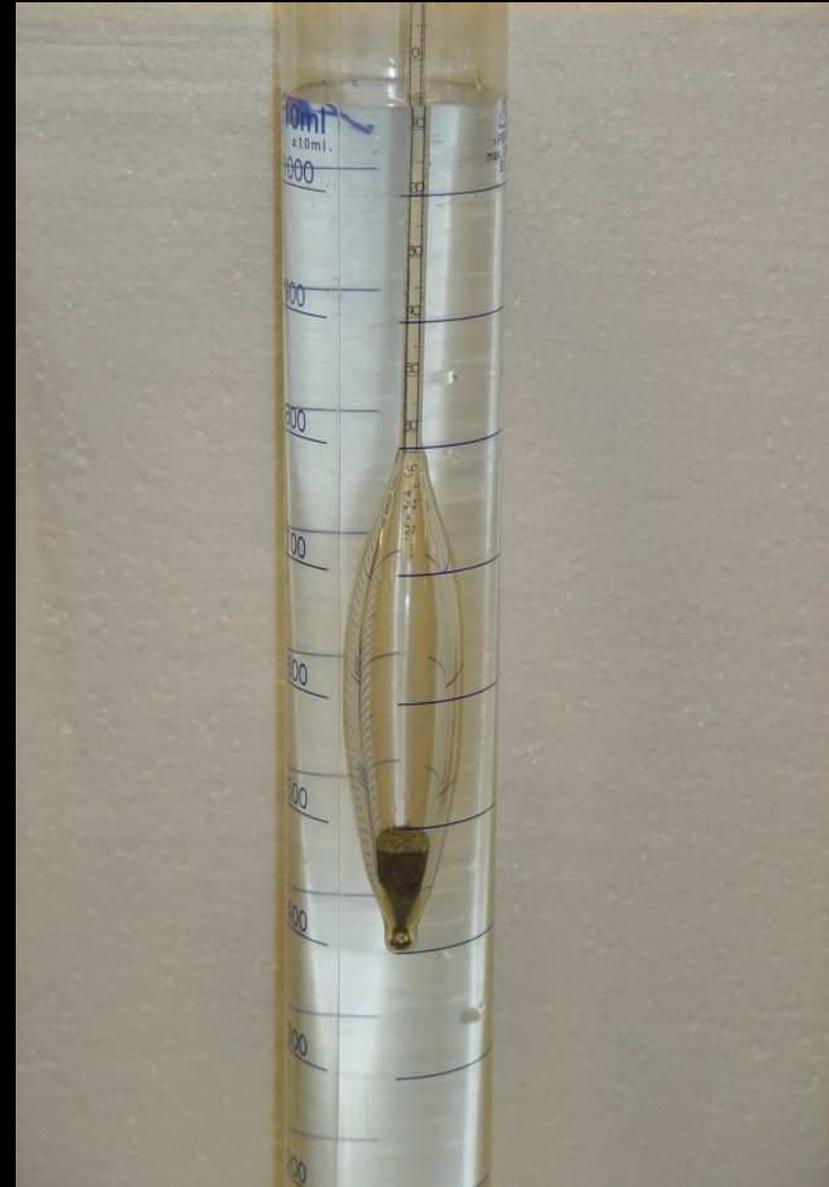
Maggior numero di punti della curva granulometrica

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

Orientamento delle particelle lamellari

50 – 2 μm

idrometro



attenuazione raggi X - sedigrafo

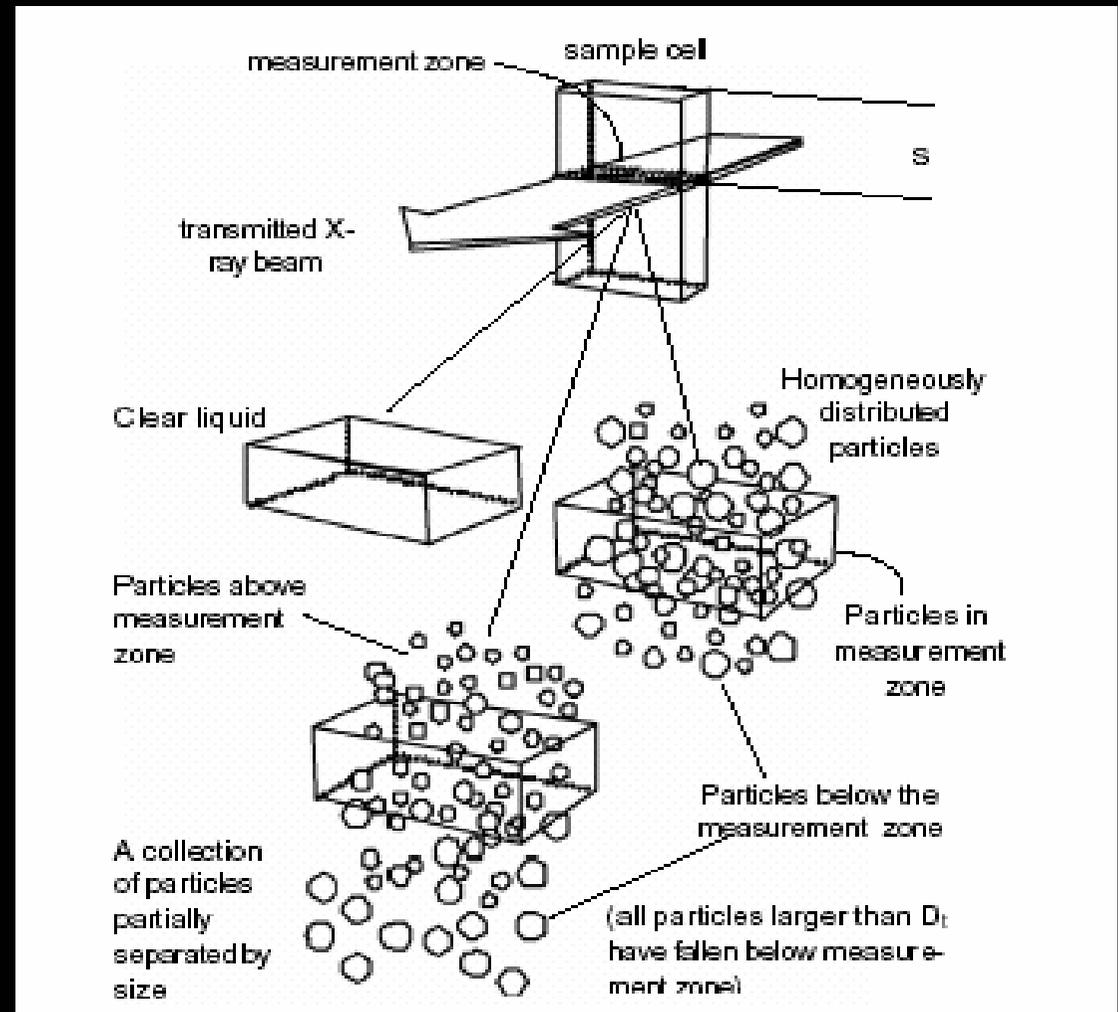
**Maggior numero di punti
della curva granulometrica**

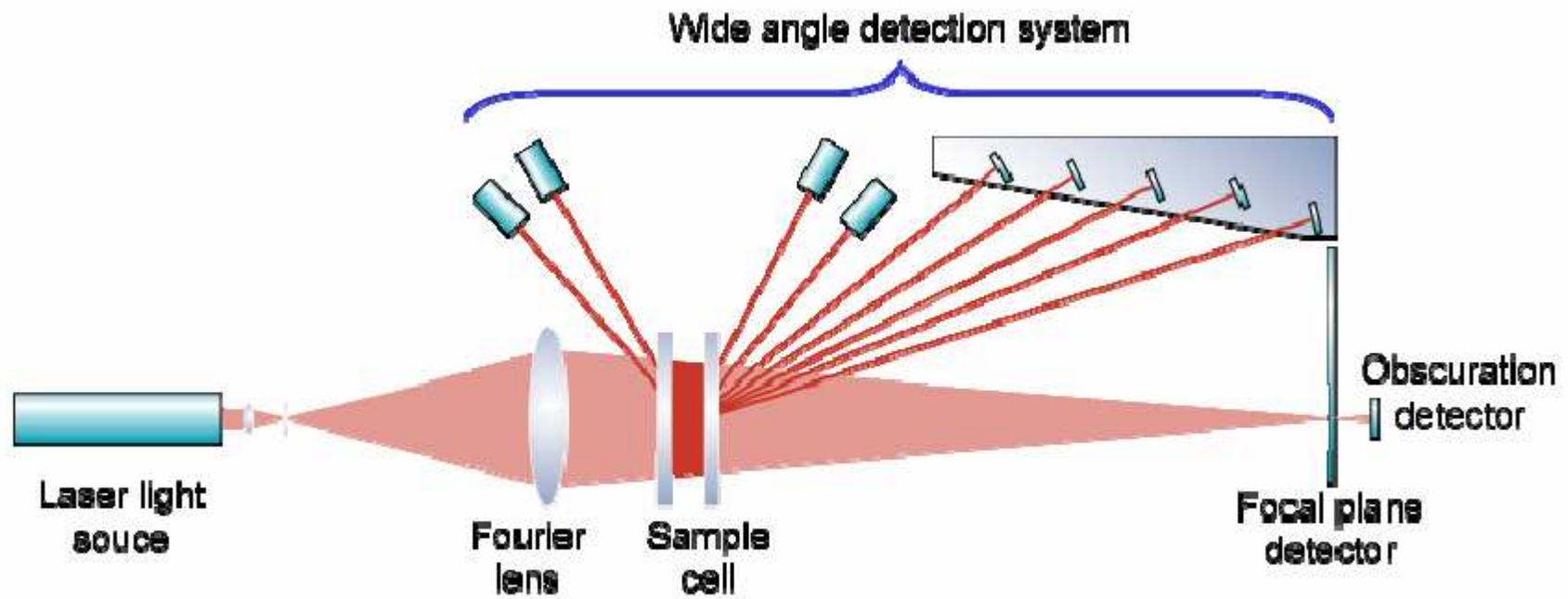
Tempi ridotti di misura

**Orientamento delle
particelle lamellari**

Range ristretto di misura

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



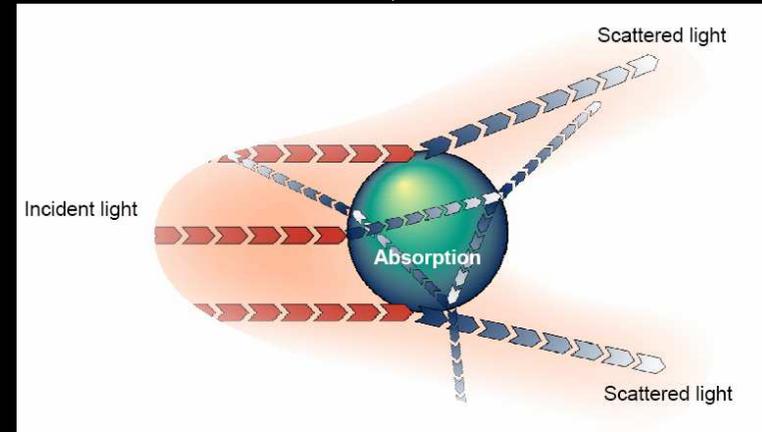


Diffrazione laser

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

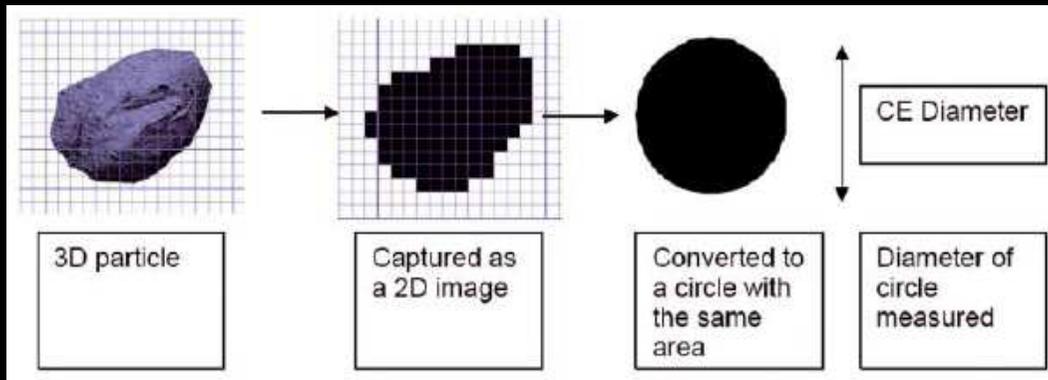
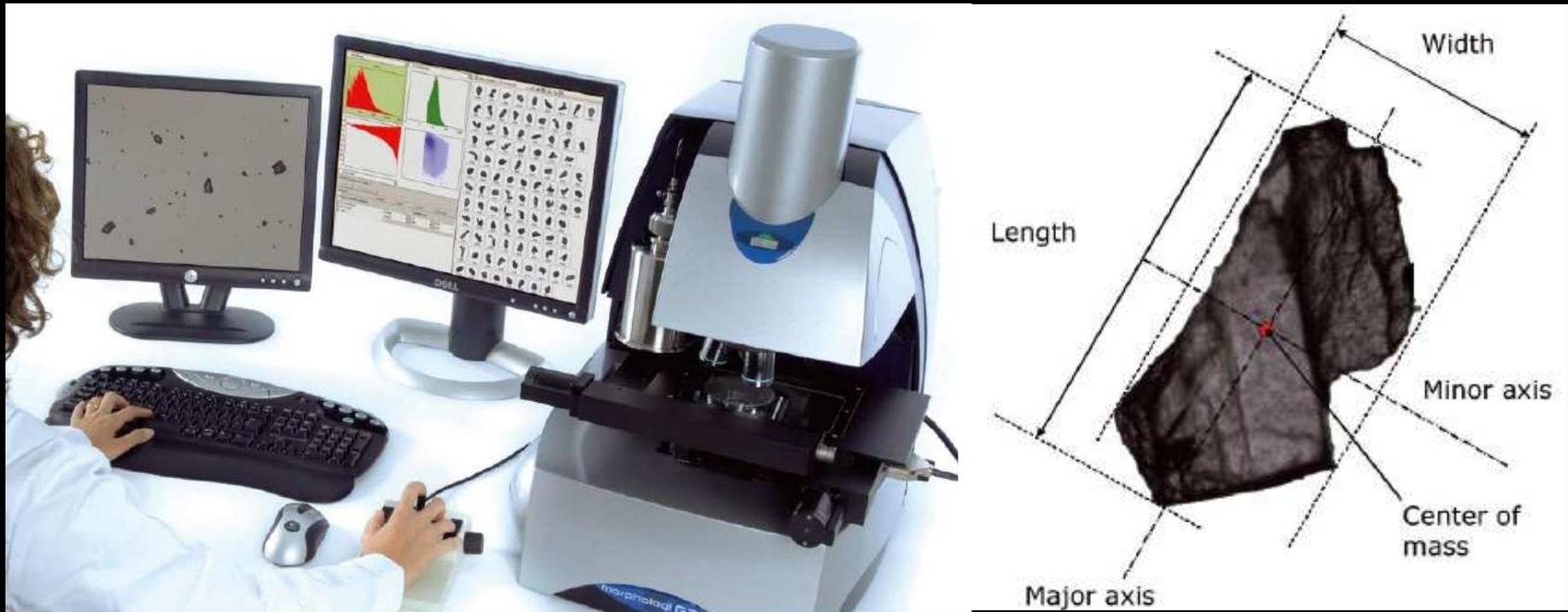


Misura della distribuzione granulometrica continua

Velocità di misura

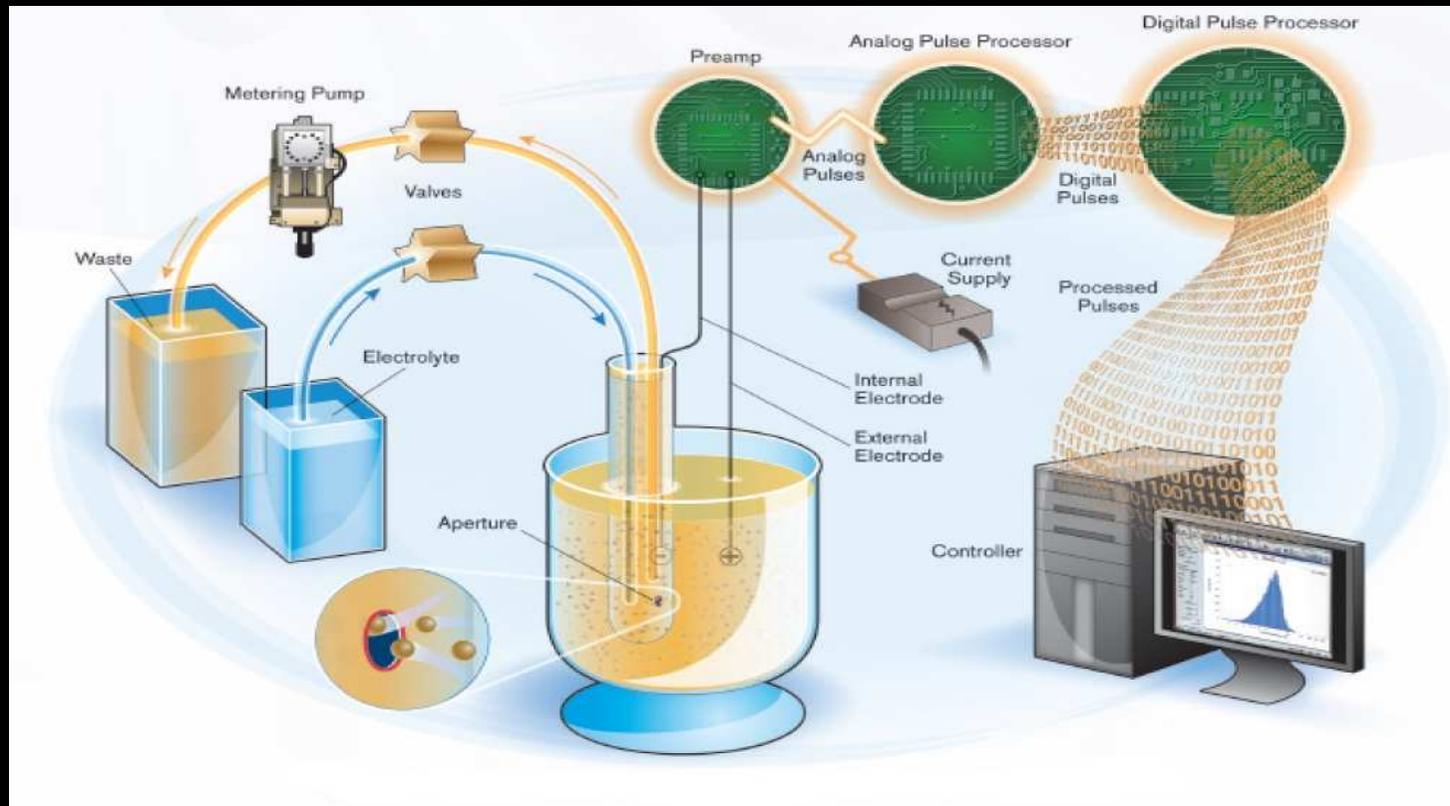
Necessità della definizione di IR e abs delle particelle e del fluido

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

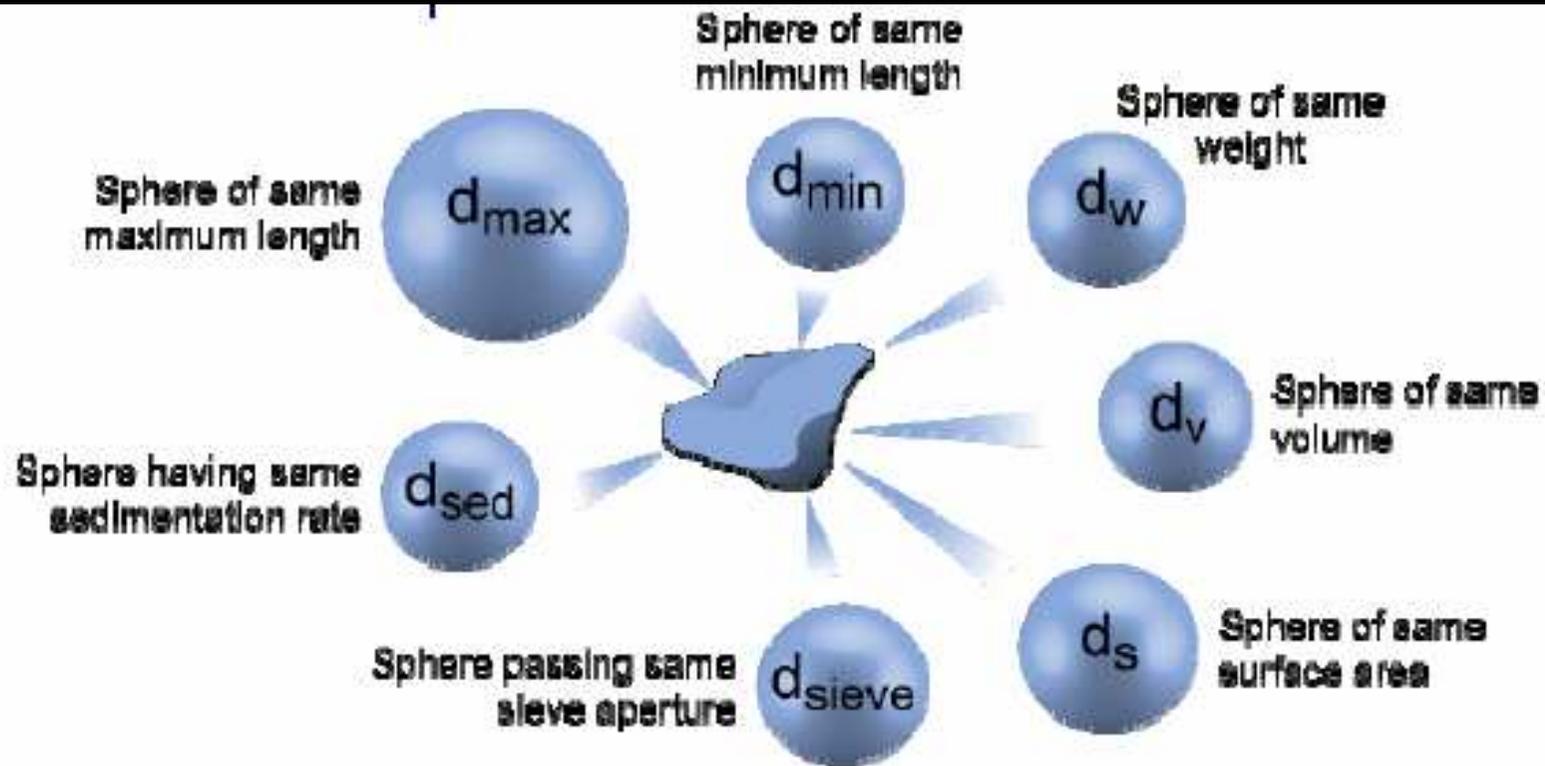
2. Valutazione sul loro reale utilizzo

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 |
| 5) Dispersione | |
| 6) Metodi | 3. Metodi
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, ...) |
| a) Metodo della pipetta | |
| i) Procedura | |
| b) Metodo dell'idrometro | |
| i) Principio | |
| ii) Taratura del densimetro | |
| iii) Procedura | |
| 7) Classificazione | |
| 8) Bibliografia | 4. Bibliografia |

METODO	ISO
Pipetta	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
Idrometro	ISO/TS 17892-4:2004 Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 4: Determination of particle size distribution
Diffrazione laser	13320:2009 Particle size analysis -- Laser diffraction methods
Sedigrafo	13317-3: 2001 Determination of particle size distribution by gravitational liquid sedimentation methods -- Part 3: X-ray gravitational technique
Coulter counter	13319:2000 rivisto in 13319:2007 Determination of particle size distributions -- Electrical sensing zone method