

La granulometria nella scienza del suolo: nuove
tecniche di misura per nuovi scenari

I metodi di misura

dr. Roberto De Mascellis

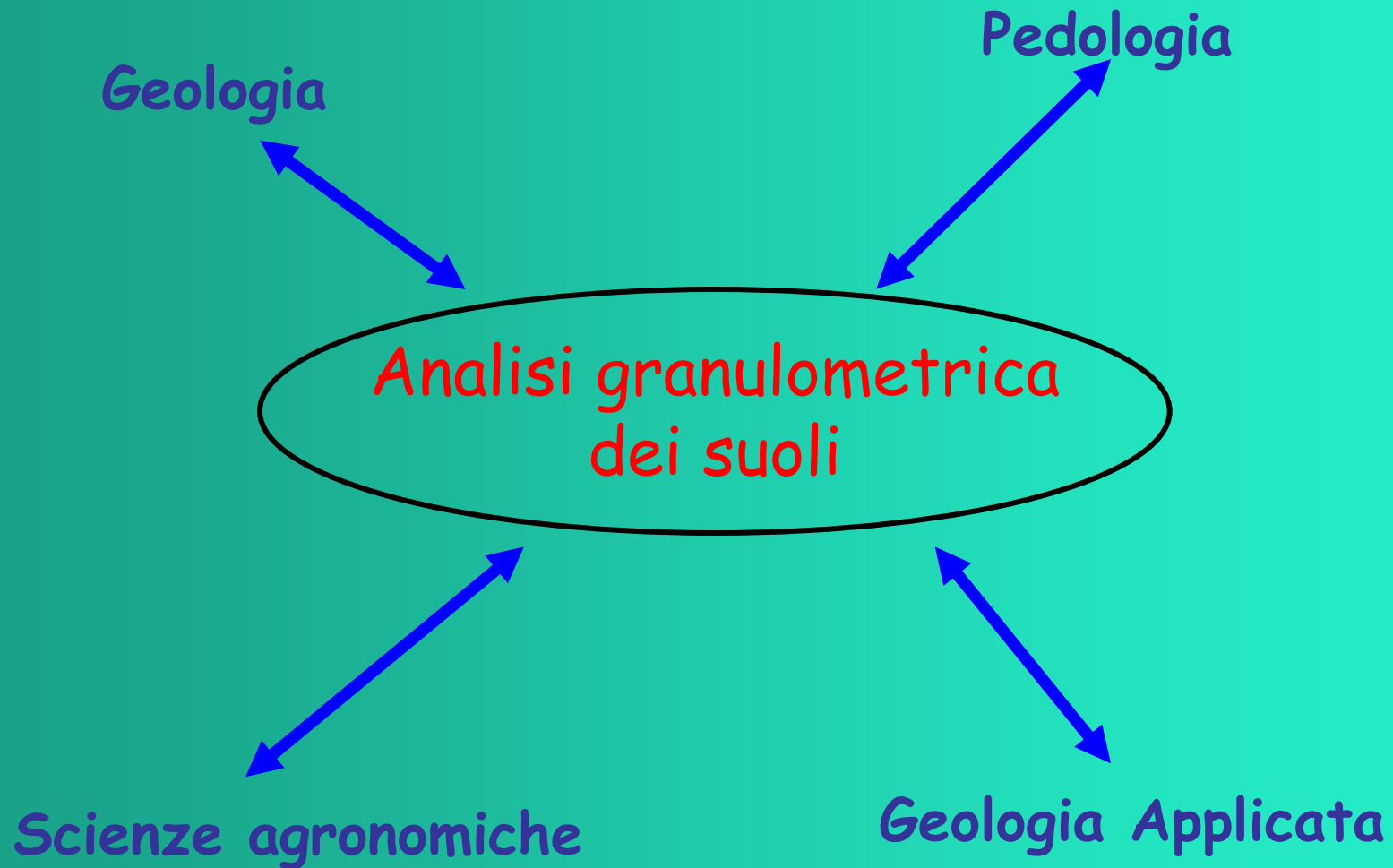
Industria farmaceutica

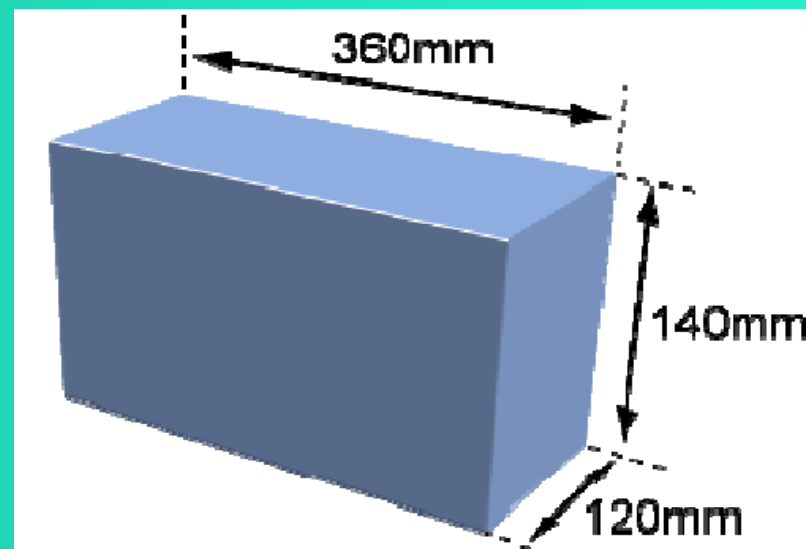
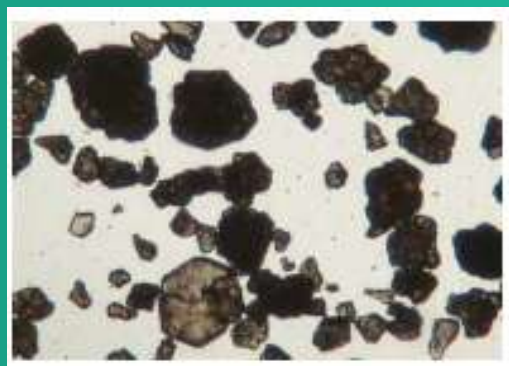
Reologia

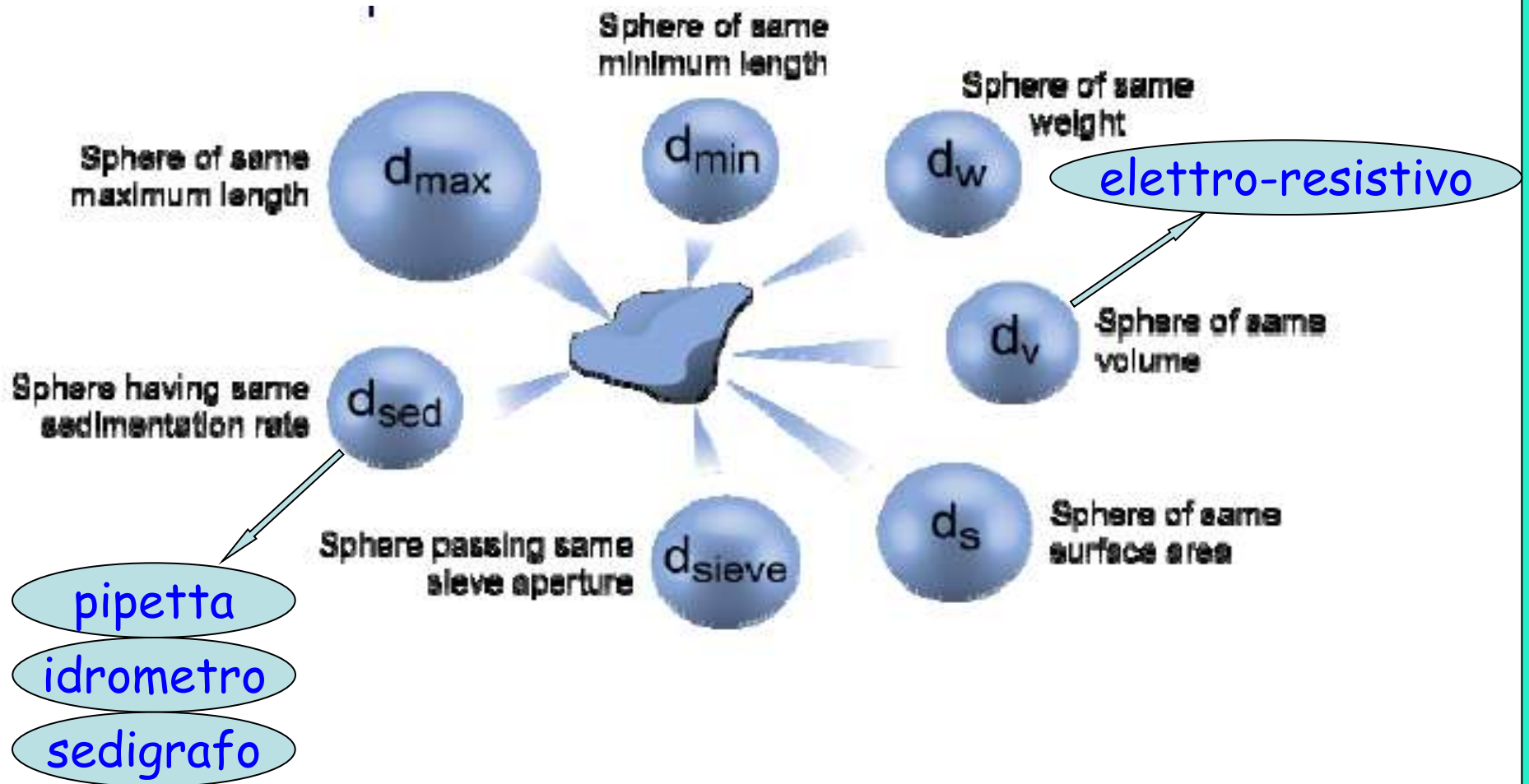
Analisi granulometrica
di particelle

Scienze della Terra

Industria mineraria







- Setacciatura
- Metodi per sedimentazione
 - pipetta
 - idrometro
 - attenuazione raggi X
- Metodo per diffrazione laser
- Metodo per analisi di immagine
- Metodo elettro-resistivo

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





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



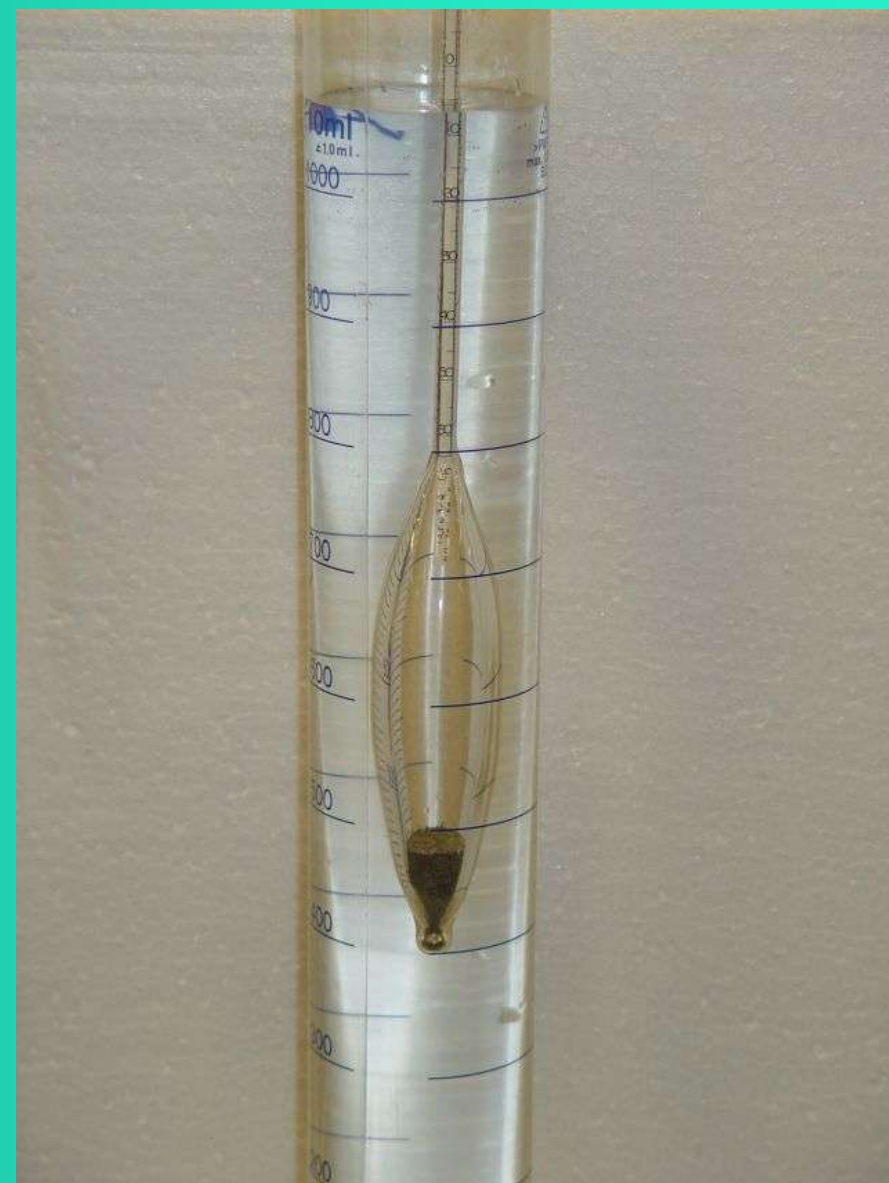
$$d = \sqrt{\frac{18\eta_l h}{g(\rho_s - \rho_l) \cdot t}}$$

Maggior numero di punti della curva granulometrica

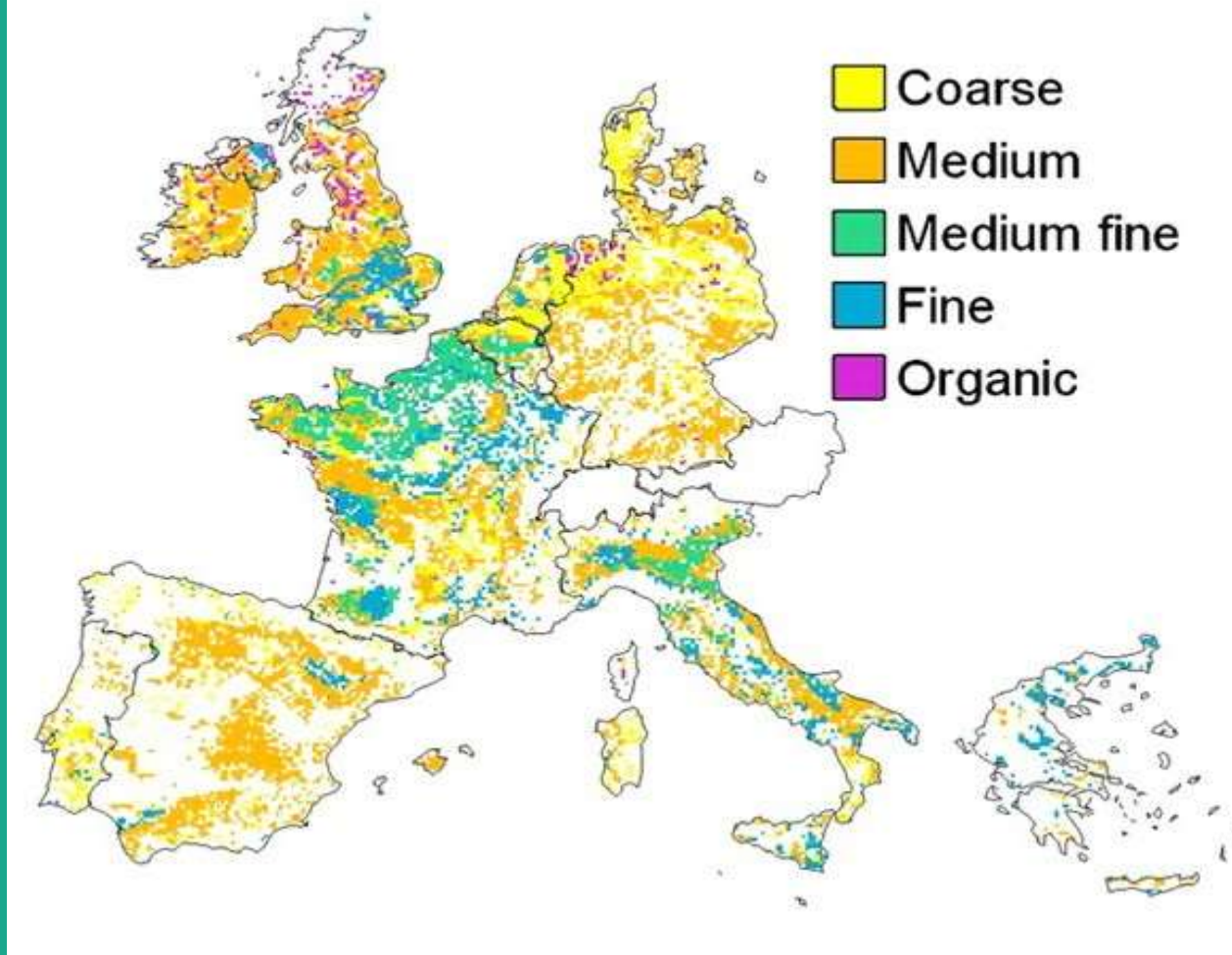
Forte influenza di variabili da controllare (temperatura, viscosità, calibrazioni, confronto con "bianco")

Orientamento delle particelle lamellari

idrometro



(b) Soil texture class



attenuazione raggi X - sedigrafo

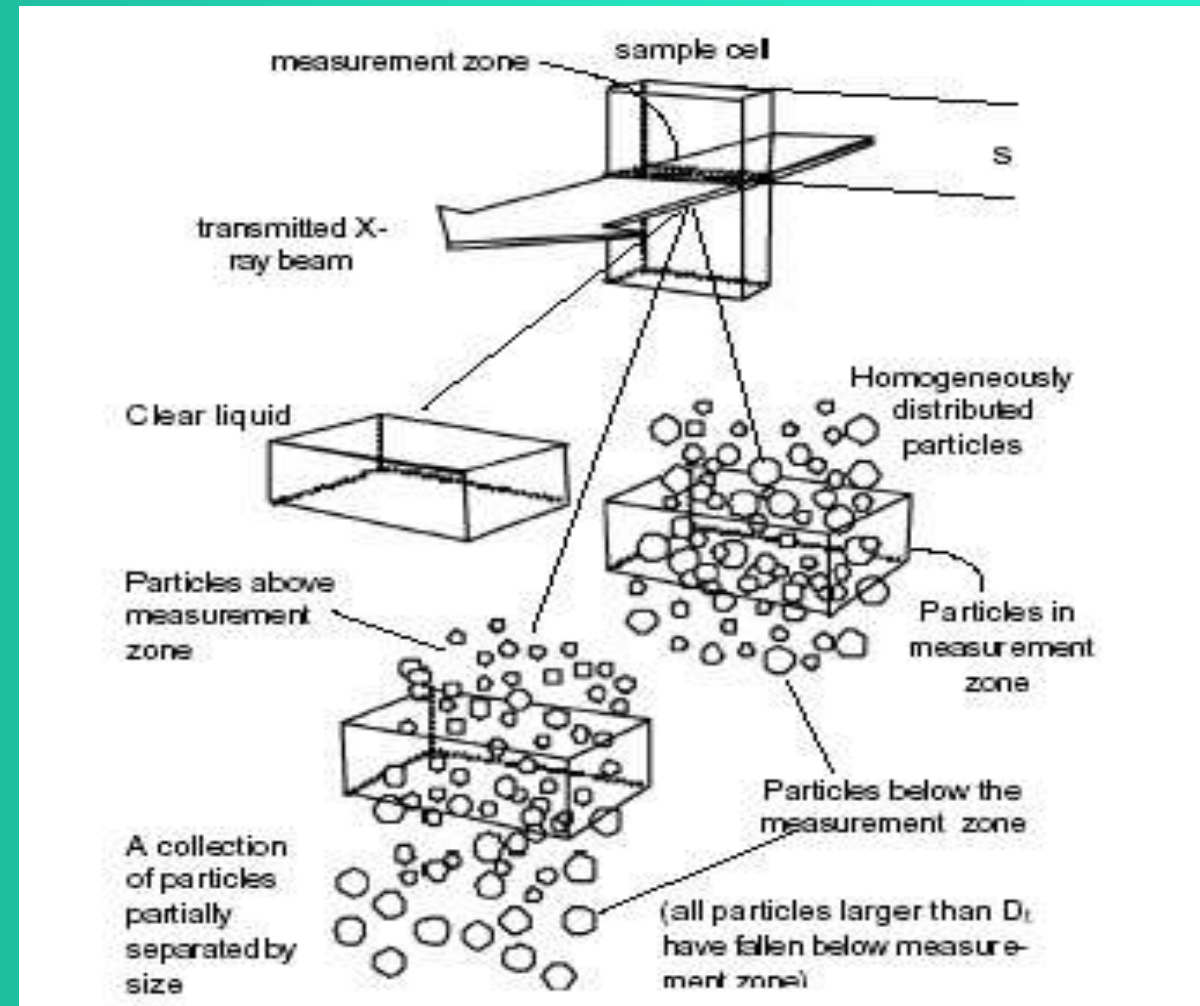
Maggior numero di punti della curva granulometrica

Tempi ridotti di misura

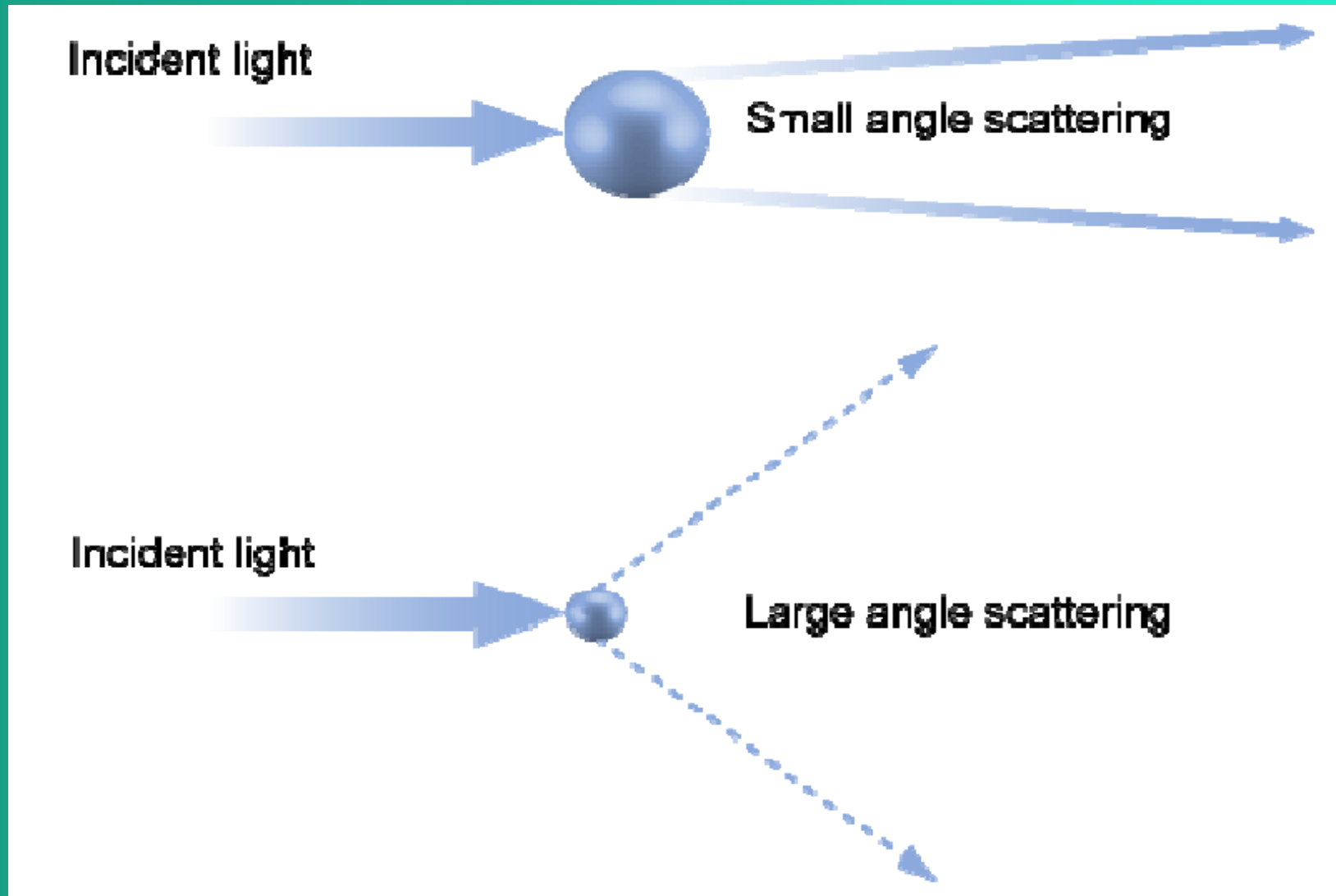
Orientamento delle particelle lamellari

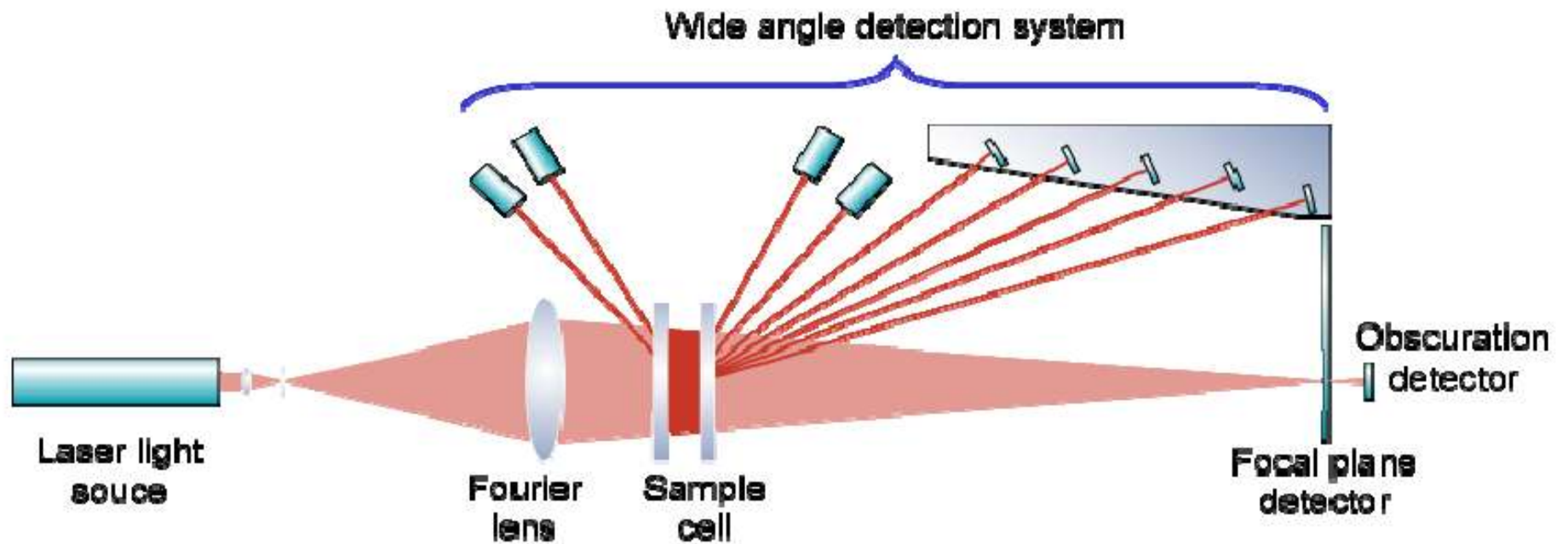
Range ristretto di misura

Possibili interferenze di alcuni minerali con i raggi X



Diffrazione laser





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

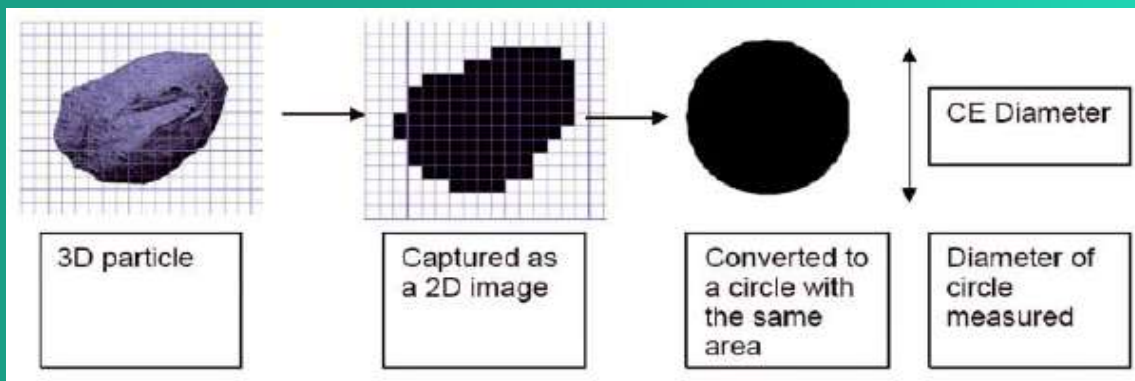
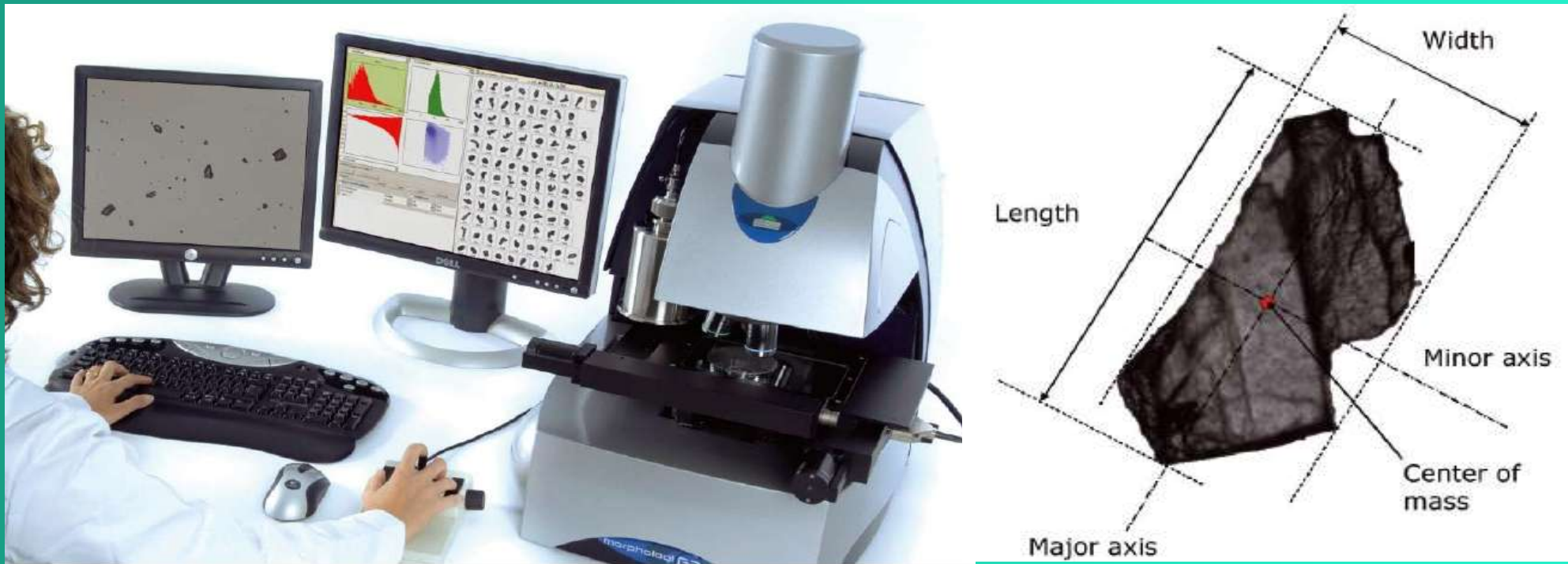


Misura della distribuzione granulometrica continua

Velocità di misura

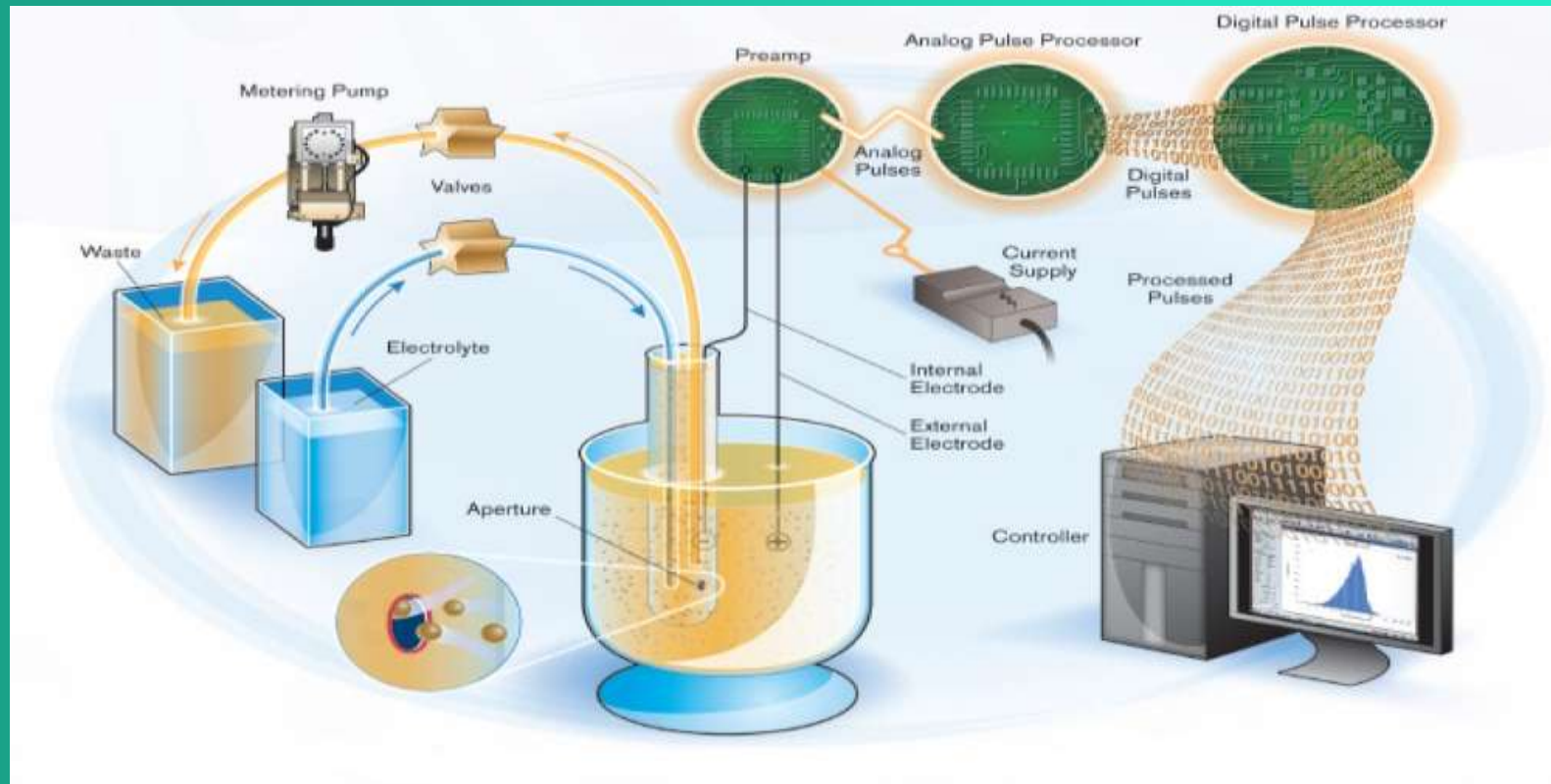
Necessità della definizione di IR e abs delle particelle e del fluido

Orientamento delle particelle nel flusso



Gran numero e varietà di informazioni

Poco diffusa applicazione nella scienza del suolo



Misura l'effettivo volume della particella

Non adatto a materiali poli-dispersi

Dipendenza dal rapporto diam. Foro / diam. particella

Interazioni con l'elettrolita

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

- Analisi rapide
- Distribuzione delle classi granulometriche
- Range dimensionale di applicazione delle diverse metodiche
- Difficoltà di confronto
- Rappresentatività delle quantità utilizzate
- Costi delle apparecchiature

Fine