#### UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

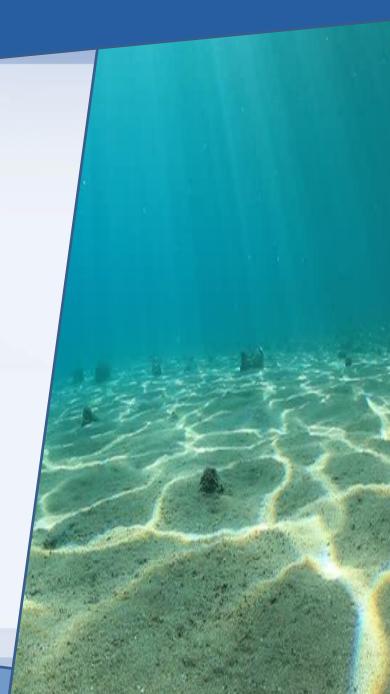


Scuola Politecnica e delle Scienze di Base Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale Corso di Studi in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio

## Analisi granulometrica di sedimenti marini

Relatore Ch.mo Prof.Ing. F.Pirozzi Candidata Chiara Maraviglia N49/656

Anno accademico 2018/2019



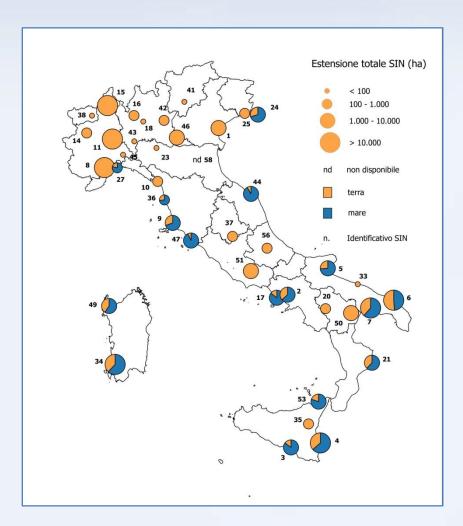
L'analisi granulometrica è fondamentale in diverse attività di monitoraggio ambientale.

Il trasferimento di inquinante può essere reversibile ed è legato alla superficie specifica del granulo.

É importante quindi definire metodologie corrette per l'esecuzione di tali analisi.



## Siti di Interesse Nazionale



Le zone costiere più contaminate sono le aree portuali, industriali e gli sbocchi fluviali.

L'ISPRA ha identificato sul territorio italiano alcune di queste aree come Siti di Interesse Nazionale su cui avviare attività di recupero.

La gestione dei sedimenti contaminati risulta particolarmente complessa a causa delle ingenti volumetrie coinvolte e dell'elevato grado di contaminazione.



**CAMPIONAMENTO** 

Raccolta sedimenti

PRETRATTAMENTO

Discretizzazione particelle

ANALISI DIMENSIONALE Determinazione dimensione particelle per mezzo di analisi strumentali

CLASSIFICAZIONE

Inclusione in classi dimensionali distinte

**ELABORAZIONI** 

Calcolo parametri indicativi

## Campionamento

#### BENNE

#### Raccolta sedimenti superficiali Caratterizzazione stato corrente



Van Veen



Elkmann



Shipek

#### **CAROTIERI**

Prelievo colonne intere di sedimento Sequenza cronologica





Vibrocarotiere



#### **BOX CORERS**

Area di campionamento ampia Campioni di fondo imperturbati

#### Pretrattamento

Influenza su distribuzione granulometrica Soluzione 10% **acido cloridrico**, 24h

Agenti aggreganti Soluzione 10% **perossido di idrogeno** 

Limite dimensionale inferiore sabbia Ad umido, poi essiccate

Selezione aliquota rappresentativa campione Ad umido o a secco manuale

Eliminazione agglomerati Soluzione di **esametafosfato di sodio** o trattamento ad **ultrasuoni**  Rimozione carbonati

Rimozione frazione organica e sali

Separazione a 63 µm

Quartatura (frazione fine)

Dispersione (frazione fine)

## Analisi dimensionale

É disponibile un'ampia gamma di metodiche basate su diversi principi



Analisi per vagliatura

Analisi per sedimentazione





Analisi per diffrazione laser

Analisi per elettroresistenza





Analisi di immagine

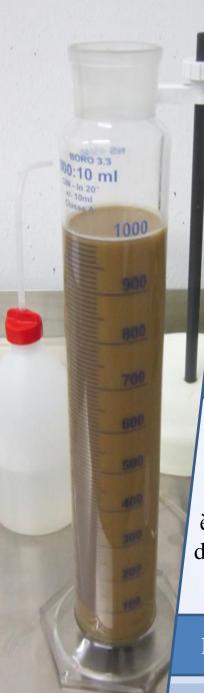
# Analisi per vagliatura (frazione grossolana)

Il sistema è costituito da un pila di **crivelli** (lamiere di fondo con fori a partire da 10 mm ) e stacci (reti metalliche di fondo con apertura fino a 0.074 mm) ordinati per dimensione decrescente.

Il materiale essiccato viene versato sul primo recipiente e sottoposto ad agitazione meccanica su vibrovaglio per 15-35 minuti.

Su ogni staccio si depositano particelle con diametro compreso tra la dimensione dei fori dello staccio stesso e quello precedente.





## Analisi per sedimentazione

#### Legge di Stokes

Una **sfera** in caduta libera in un liquido in **regime laminare** dopo un transitorio iniziale acquista una velocità di sedimentazione costante, direttamente proporzionale alle dimensioni della particella in funzione della viscosità del fluido e della densità della particella e del fluido.

#### Cilindro di sedimentazione

Si ottiene una sospensione omogenea di sedimento per agitazione

Il peso solido delle particelle in sospensione è calcolato indirettamente dalla misurazione della gravità specifica della sospensione

Densimetro

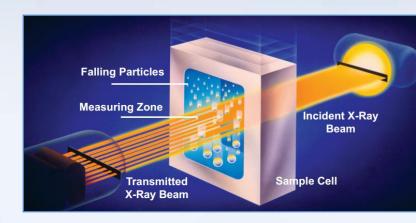
Pipetta di Andreasen

Il peso solido delle particelle in sospensione è misurato direttamente dopo essiccazione del campione prelevato dal beaker

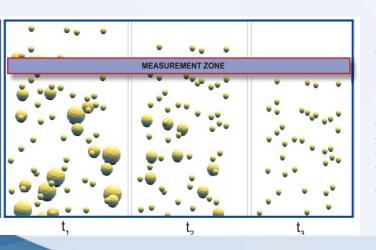
## Analisi per sedimentazione

#### Sedigrafia Raggi-X

Una sospensione omogeneamente dispersa viene pompata nella cella di analisi. Un fascio di raggi-X la attraversa e questo volume definisce la zona di misurazione.



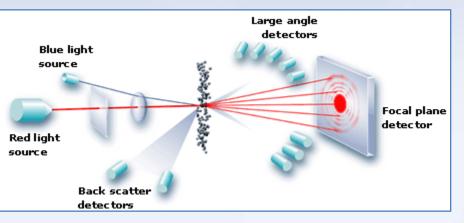
Le dimensioni di una particella si ottengono per mezzo della **legge di Stokes** misurando il suo tempo necessario a cadere al di sotto della zona di misurazione.



All'aumentare della quantità di particelle che sedimentano al di sotto del livello di misurazione l'attenuazione dei raggi-X diminuisce secondo la **legge di Beer-Lambert**.

Noti i valori di trasmittanza è possibile calcolare la concentrazione di massa.

## Analisi per diffrazione laser



Un flusso di luce laser attraversa la sospensione omogenea contenuta nella cella di misura e l'aliquota di luce diffranta è concentrata sui rilevatori. La sua intensità è legata alla dimensione della particella per mezzo di modelli matematici.

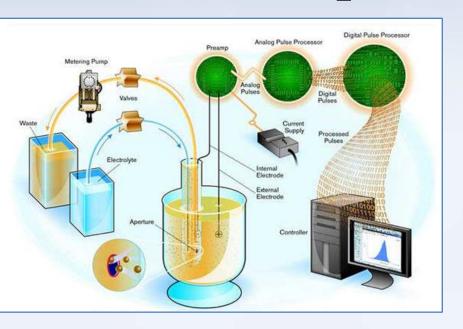
Sotto ipotesi di flusso di luce a distanza maggiore delle dimensioni della particella, l'**intensità di scattering** è funzione dell'angolo di diffrazione, della dimensione della particella e della lunghezza d'onda della radiazione.

Teoria di Fraunhofer

Teoria di Mie

Incorpora ulteriori fenomeni derivanti dall'interazione della luce con la particella, come la diffusione. L'intensità del fascio di luce è funzione anche della polarizzazione della radiazione incidente.

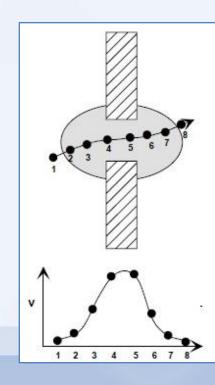
## Analisi per elettroresistenza



Un flusso elettrico viene impresso da due elettrodi, di cui uno interno e uno esterno al tubo di isolamento. Il campione viene miscelato con elettrolita fino ad ottenere una sospensione omogenea che viene convogliata attraverso un'apertura calibrata.

Data la scarsa conduttività, al passaggio della particella si genera un aumento della resistenza.

Il **principio impedenziometrico di Coulter** afferma che l'impulso elettrico misurato al passaggio di una particella è direttamente proporzionale al suo volume.



## Analisi d'immagine

Questa tecnica permette la valutazione di forma e dimensioni delle particelle partendo dallo **studio di immagini** acquisite ad alta risoluzione da ottiche macro.

#### Analisi statica

Campione di sedimento su vetrino

#### Limitazioni:

- » orientamento fisso
- » sovrapposizioni

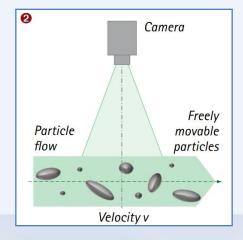
# Object Static particles Object field

#### Analisi dinamica

Flusso continuo di particelle in volume di controllo

#### Vantaggi:

- » orientamento casuale
- » numero maggiore di particelle analizzate



## Comparazione

Ogni tecnica esprime la misura in maniera differente a seconda del principio fisico di base

Tecnica analitica	Diametro misurato	
Vagliatura	Apertura di maglia attraverso cui passa la particella	
Sedimentazione	Diametro di Stokes (di una sfera con stessa velocità di sedimentazione)	
Diffrazione laser	Diametro di una sfera dallo scattering equivalente	
Elettroresistenza	Diametro di una sfera dal volume equivalente a quello di elettrolita spostato	
Immagine	Diametro cerchio con area di proiezione o perimetro equivalente; Diametro di Feret (distanza tra due tangenti al contorno)	

Data la forma irregolare delle particelle e l'eterogeneità del campione, le misurazioni con tecniche diverse generano risultati differenti.

La scelta della metodica si basa sullo studio da effettuare.

## Distribuzione granulometrica

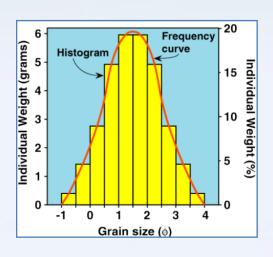
Dai dati dimensionali ottenuti è possibile produrre grafici di distribuzione

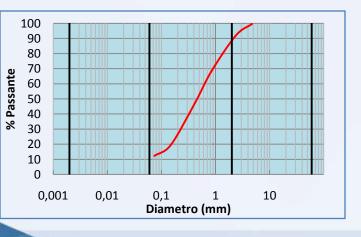
Istogramma

Curva di frequenza semplice

Ogni classe dimensionale è espressa in funzione della percentuale in peso

Ottenuta per interpolazione dall'istogramma



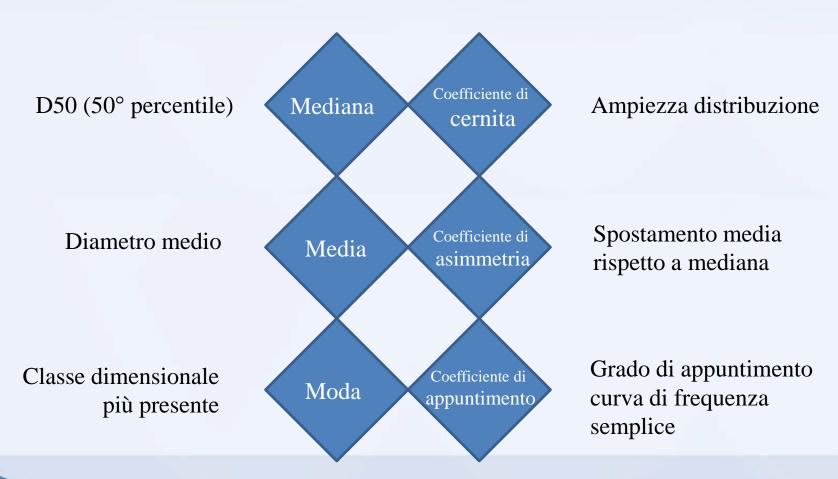


Ogni classe dimensionale è espressa in funzione della somma della stessa con tutte le precedenti.

Curva di frequenza cumulata

### Parametri statistici

Descrivono proprietà relative alla **frequenza di distribuzione** e possono essere calcolati per mezzo di determinati percentili (dimensione corrispondente a percentuale) letti sulla curva di distribuzione cumulata.

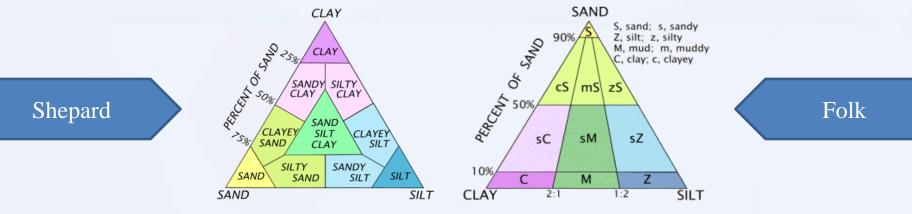


	Millimeters (mm)	Micrometers (μm)	Phi (φ)	Wentworth size class	]
	4096		-12.0	Boulder	ı
	256 —		-8.0 —		ı
1	64 —		-6.0 —	Depple Special	
ı	4 -		-2.0 —		
ı	2.00 -		-1.0 —	Very coarse sand	┨
	1.00 —		0.0 —		
ı	1/2 0.50 -	500	1.0 —	Coarse sand  ———————————————————————————————————	
	1/4 0.25 -	250	2.0 —		
	1/8 0.125 -	125	3.0 —	Fine sand	
ı	1/16 0.0625	63 —	4.0 —	Very fine sand	-
	1/32 0.031 -	31	5.0 —	Coarse silt	
ı	1/64 0.0156 -	15.6	6.0 —	Medium silt	
	1/128 0.0078 -	7.8	7.0 —		
	1/256 0.0039	3.9	8.0 —	Very fine silt	-
	0.00006	0.06	14.0	Clay Pn W	

## Classificazione

Per la suddivisione in classi delle varie frazioni granulometriche che compongono il sedimento si utilizza la scala di **Udden-Wentworth**. Il parametro dimensionale di riferimento è  $\varphi$ =-log<sub>2</sub>( $\mathbf{D}/\mathbf{D}_0$ ) e i limiti dimensionali sono posti in progressione geometrica.

Per mezzo di diagrammi ternari suddivisi in sottoaree è possibile fornire un **connotato litologico** al campione in base a dove ricade il suo punto rappresentativo.



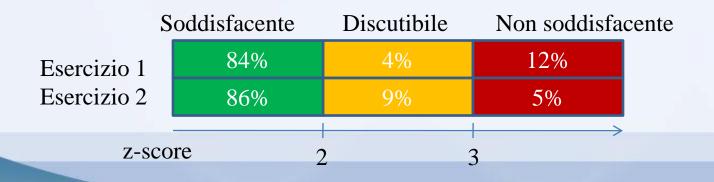
Quando la ghiaia è presente per più del 20% è necessario utilizzare diagrammi ternari modificati, in cui le frazioni di riferimento sono ghiaia, sabbia e pelite (limo + argilla)

## "IEGAS" Esercizio di Intercalibrazione

Sono stati proposti dagli enti organizzatori due esercizi finalizzati al confronto di dati granulometrici di sedimenti provenienti da diverse aree marine italiane ottenuti dai laboratori coinvolti

- » analisi granulometrica dei campioni secondo i metodi solitamente utilizzati dal laboratorio;
- » analisi granulometrica secondo linee guida assegnate: separazione e trattamenti preliminari del campione.

Come parametro rappresentativo della performance di ognuno è stato usato lo **z-score** che esprime la differenza tra ogni singolo dato e la mediana di tutti i dati di tutti i laboratori normalizzato dalla deviazione assoluta media.



# Grazie per l'attenzione