



Con il patrocinio di:



DIPARTIMENTO
DI SCIENZE DELLA TERRA
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



SCUOLA **ESTIVA** DI GEOMORFOLOGIA, ECOLOGIA E **BIOLOGIA** IN AMBIENTE MARINO E INSULARE **TERZA EDIZIONE**

PONZA 20-23.09.2022

Sala Comunale

Lo studio dei sedimenti in ambienti marino costieri: campionamento e analisi

d.ssa Elena Romano (ISPRA)

LE CARATTERISTICHE DEI FONDALI

I ***fondali a substrato mobile*** presentano di solito morfologia a debole pendenza (0,5–5%) e sono ricoperti da sedimenti incoerenti di natura terrigena, dovuti ad apporto prevalentemente continentale e/o fluviale



Foto C. Provenzani ISPRA



Foto E. Romano ISPRA

Su ***fondali a substrato duro*** gli affioramenti rocciosi spesso presentano una sottile copertura organogena. In questo caso sarà necessario identificare la sua natura geologica attraverso il ***prelievo di campioni di roccia***

STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO

Per conoscere come si distribuiscono le caratteristiche (parametri chimici, fisici o biotici) dei fondali in un'area marina bisogna pianificare un campionamento su più stazioni secondo schemi idonei.

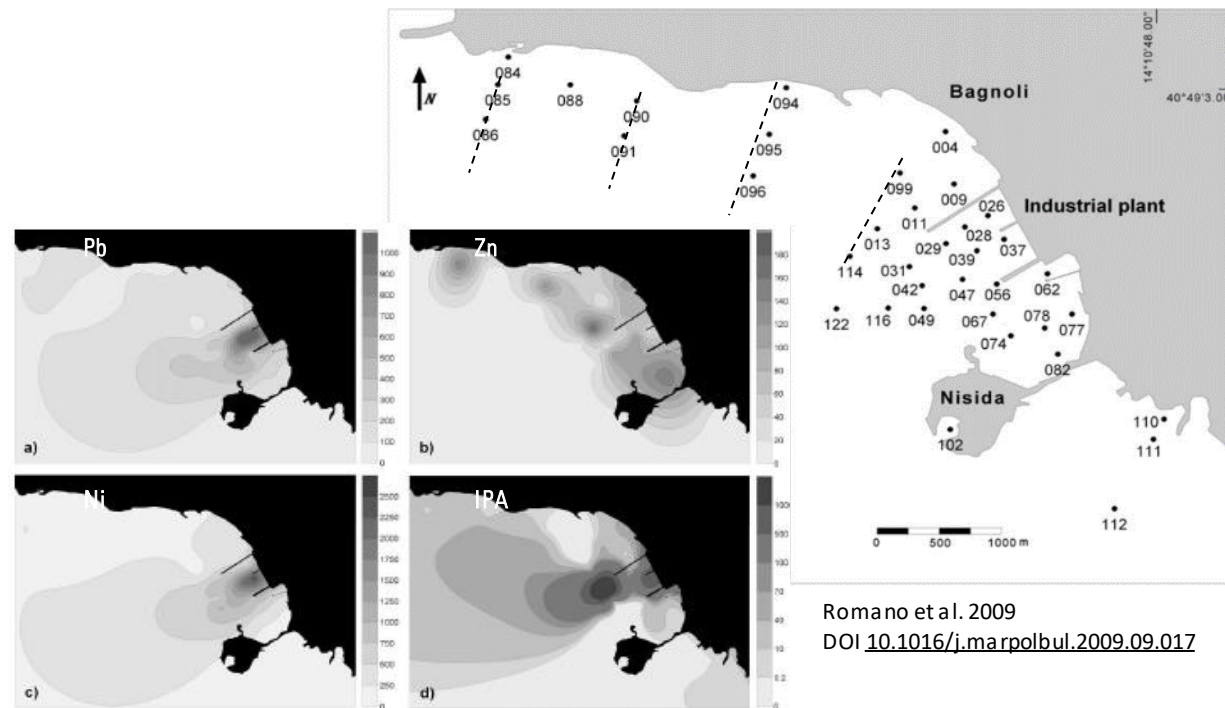
Il numero delle stazioni e la loro distribuzione saranno funzione di molti fattori:

Estensione dell'area da indagare – il numero dei stazioni deve essere proporzionale all'estensione dell'area

Morfologia dei fondali e tipologia di costa

Variabilità del parametro da studiare – parametri estremamente variabili richiedono stazioni più ravvicinate

Tipologia di variazione del parametro da studiare – i parametri che variano prevalentemente in direzione costa-largo saranno studiati lungo **transetti**, per quelli che variano anche arealmente è necessario uno schema a **maglie**



Romano et al. 2009
DOI [10.1016/j.marpolbul.2009.09.017](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.09.017)

Il dato registrato in una stazione è valido per il punto di campionamento e per una certa area all'intorno di esso, così che si possono poi costruire carte di distribuzione dei singoli parametri.

MEZZI PER IL CAMPIONAMENTO

La scelta del mezzo più idoneo è funzione della profondità del fondale, dello spazio necessario per la strumentazione da utilizzare e dell'area geografica



Un piccolo pontone è sufficiente per campionamenti in lagune poco profonde e con acque molto calme



© Elena Romano

Un pontone più grande e stabile è necessario in aree costiere poco profonde e quando necessita parecchia attrezzatura



Grandi navi rompighiaccio sono necessarie per campionamenti in regioni polari

Una nave oceanografica attrezzata per il campionamento di acqua e sedimenti idonea per campagne in tutto il Mediterraneo



Grandi navi oceanografiche sono necessarie per campagne di perforazione profonda dei fondali oceanici



STRUMENTAZIONE DI CAMPIONAMENTO

Strumenti per il prelievo di sedimenti

- SUPERFICIALI – prelievo di piccoli spessori di sedimento per lo studio delle condizioni attuali o delle caratteristiche sedimentologiche dei fondali (benna, box-corer, etc.)
- SUB SUPERFICIALI – prelievo di carote di sedimento generalmente indisturbato di lunghezza più o meno variabile a secondo delle finalità dell'indagine



Criteri per la scelta della strumentazione

- limitazioni fisiche determinate dalla profondità di campionamento, dalle condizioni idrodinamiche dell'area (correnti e moto ondoso) e dalle caratteristiche tessiturali del sedimento
- capacità di campionamento: capacità di recupero del campionatore, generalmente espresso come percentuale. Strettamente correlata alla tipologia del sedimento (i.e. sedimento grossolano o presenza di fanerogame marine). Una buona capacità di solito prevede un recupero pari al 100%
- prelievo indisturbato di sedimento
- quantitativo di campione necessario: quantitativo sufficiente all'esecuzione di tutte le determinazioni analitiche previste e in linea con i quantitativi necessari ai laboratori



CAMPIONAMENTO SEDIMENTI SUPERFICIALI

LE BENNE

Strumenti per prelievo di sedimenti all'interfaccia acqua / sedimento. Campione più o meno disturbato

Van Veen

Adatta per studi ambientali, spesso con sportellini superiori per il prelievo del campione con limitato disturbo



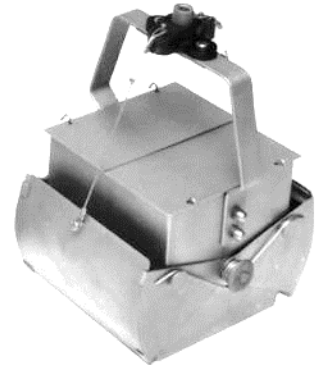
Shipeck grab

Progettata per campionare su fondali incoerenti debolmente inclinati, sabbiosi o argillosi consolidati, liberi da materiale grossolano



Ekman-Birge

Strumento simile al box-corer che consente un recupero sufficientemente indisturbato. Per fondali incoerenti a granulometria fine liberi da vegetazione o orizzonti sabbiosi e/o rocciosi.



Petersen grab

Progettata per campionare su fondali duri sabbioso-grossolani o di argilla compatta.



Ponar grab

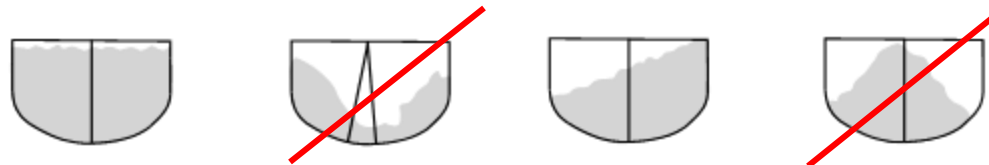
Ampiamente utilizzata per campioni di sedimenti da fondi duri come sabbia, ghiaia o argilla consolidata.



CAMPIONAMENTO SEDIMENTI SUPERFICIALI

LE BENNE - CONFRONTI

<i>Benna</i>	<i>Uso</i>	<i>Vantaggi</i>	<i>Svantaggi</i>
Van Veen	Fondali da sabbioso medio-fini a fini e finissimi	Prelievo da sportelli superiori. Prelievo di grandi quantità con benne di grande volume	Quelle di grandi dimensioni richiedono l'uso del verricello. Perdita di sedimento se non chiusa bene
Shipek	Fondali fini e finissimi	Prelievo su fondali inclinati	Rotazione del sedimento
Ekman-Birge	Laghi e bassi fondali marini fini e finissimi	Si può utilizzare senza imbarcazione	Difficoltà nell'infissione se usata in manuale con asta
Petersen	Diversi tipi di fondali	Prelievo di grandi quantità	Onda d'urto durante la discesa, rischio che rimanga aperta
Ponar	Diversi tipi di fondali	Prelievo su diversi tipi di fondali	Pesante, richiede verricello, rischio che rimanga aperta



Esempi di recupero di sedimento

CAMPIONAMENTO SEDIMENTI SUPERFICIALI

IL BOX CORER

Strumento per prelievo di sedimenti all'interfaccia acqua / sedimento e immediatamente sottostanti. Campione relativamente indisturbato.

Il box corer preleva sedimenti superficiali e sub-superficiali, poiché recupera fino a 20-30 cm di spessore, fornendo un campione indisturbato, preservando l'interfaccia acqua sedimento. È adatto per il campionamento di sedimenti fini. È costituito da una scatola quadrata di dimensioni variabili e da un telaio di supporto che stabilizza il campionatore sul fondale e ne garantisce la penetrazione verticale.



Una volta recuperata, la scatola può essere aperta e sia il livello superficiale che la successione sedimentaria sono visibili e possono essere descritti. Si possono anche prelevare piccole carote infiggendo manualmente liner cilindrici.



CAMPIONAMENTO SEDIMENTI SUB-SUPERFICIALI

I PRINCIPALI TIPI DI CAROTIERI

Strumenti costituiti da un tubo di acciaio con bordo affilato per il prelievo di un cilindro sedimenti (carota) più o meno profondi a partire dall'interfaccia acqua / sedimento, utilizzando metodi diversi di penetrazione. Campione relativamente indisturbato.

Vibrocorer

Utilizzato in sedimenti incoerenti a qualsiasi profondità. Si basa su sviluppo di alta frequenza, con vibrazione a bassa ampiezza trasferita dalla testa del carotiere attraverso il tubo. Capacità di recupero: 4-10 m.



Gravity corer

Utilizzato per campionamento di sedimento indisturbato su fondali incoerenti a granulometria fine (limoso argillosi). Capacità di recupero: 1-6 m

Multi-corer

Utilizzato su fondali incoerenti per prelevare contemporaneamente un numero variabile di carote da utilizzare come repliche. Un pistone infinge le carote nel fondale. Capacità di recupero: fino a 60 cm

Carotiere manuale

Utilizzato quando non è possibile accedere al fondale con strumentazione più idonea. Capacità di recupero: poche decine di cm



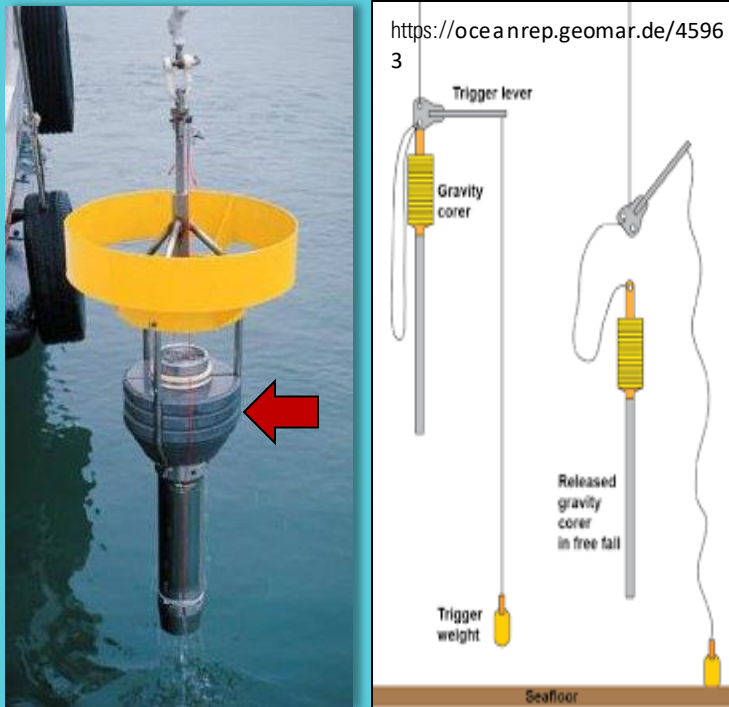
CAMPIONAMENTO SEDIMENTI SUB-SUPERFICIALI

GRAVITY E VIBRO CORER

I carotieri usati più comunemente per indagini di tipo stratigrafico e ambientale sono il carotiere a gravità e il vibrocarotiere. La scelta tra i 2 tipi si basa sulla tessitura del sedimento da campionare e dallo spessore di sedimento necessario all'indagine

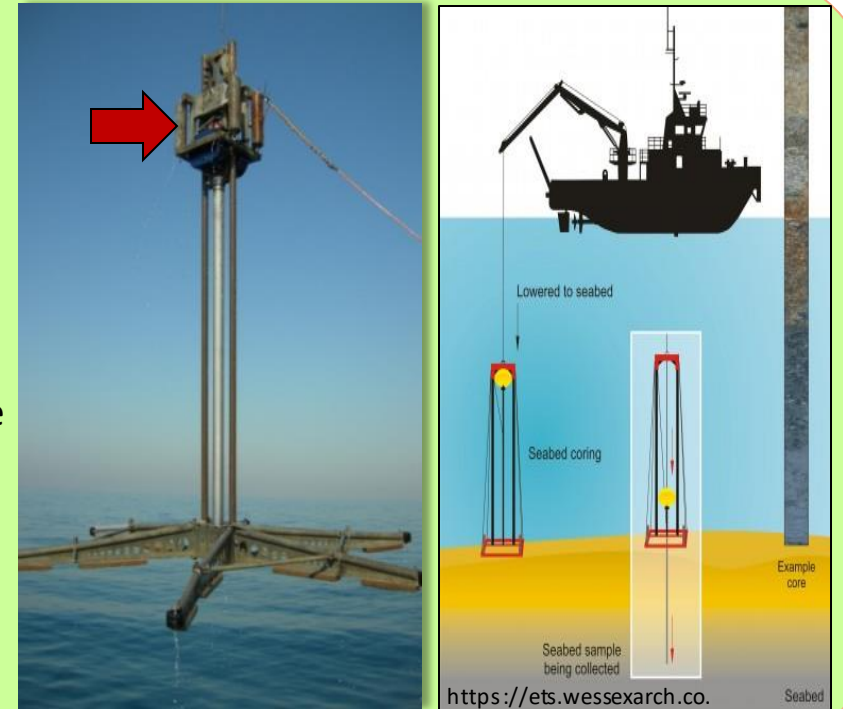
GRAVITY CORER

penetra nel sedimento scendendo velocemente dall'alto, in caduta libera o controllata, grazie a pesi collocati sulla testa. È adatto al campionamento di sedimenti fini



VIBROCORER

viene posato sul fondale su cui si mantiene verticale grazie ad una apposita struttura e penetra nel sedimento grazie a vibrazioni trasmesse fino alla base del tubo da un motore collocato sulla testa. Può campionare anche sedimenti sabbiosi



CAMPIONAMENTO SEDIMENTI SUB-SUPERFICIALI

GRAVITY E VIBRO CORER - CONFRONTO



© E. Romano

CAROTIERE A GRAVITÀ SW 104

È adatto al campionamento di sedimenti pelitici o, al più, leggermente sabbiosi e funziona a caduta controllata, riducendo la velocità tramite un verricello. Le principali caratteristiche tecniche sono:

- Peso ridotto (100 kg max)
- Valvola superiore che trattiene l'acqua all'interfaccia col sedimento
- Core catcher in tela impermeabile
- Liner interno trasparente lungo 135 cm con diametro di 10,4 cm

Il maggior diametro limita il disturbo nella fase di penetrazione e la speciale valvola preserva l'interfaccia acqua/sedimento. Il core catcher in tela impedisce il percolamento di acqua dal top verso il bottom



© E. Romano

© E. Romano

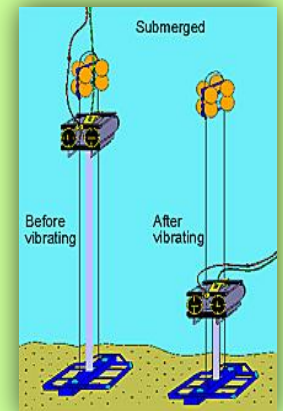


VIBROCAROTIERE ROSSFELDER®

Viene utilizzato per tutti i tipi di sedimento. La penetrazione nel sedimento è determinata dalla vibrazione di un motore elettrico. Le principali caratteristiche tecniche sono:

- Base quadrata che mantiene il tubo verticale durante la penetrazione
- Valvola per la fuoriuscita dell'acqua posizionata sulla testa vibrante
- Core catcher in metallo
- Liner interno lungo 300 cm con diametro di 9 cm

Le vibrazioni del motore elettrico limitano il disturbo durante la penetrazione e consentono di campionare strati profondi



CAMPIONAMENTO SEDIMENTI SUB-SUPERFICIALI MULTI CORER

- Ne esistono di varie dimensioni per il recupero di un diverso numero di carote che possono essere considerate repliche
- Il multicorer viene calato in mare tramite cavo
- Un peso è fissato sulla parte superiore della struttura e quando questa raggiunge il fondale, questo peso spinge tutti i tubi nel sedimento, cosicché ognuno di questi preleva una carota.
- Il multicorer utilizza un esclusivo sistema di smorzamento idrostatico che rallenta la velocità di penetrazione, prelevando carote indisturbate e preservando l'interfaccia acqua/sedimento.



Strumento ideale per studi ambientali, climatici, geochimici, microfaunistici

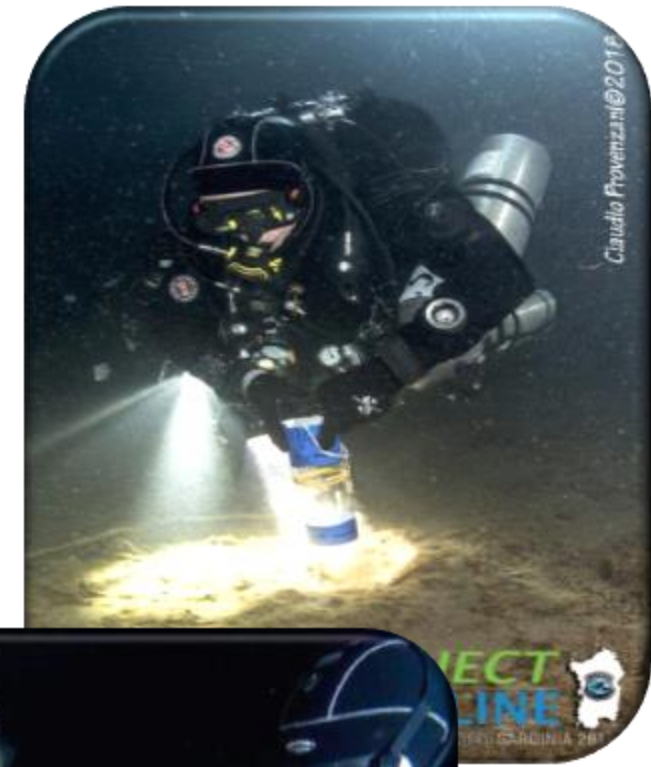
CAMPIONAMENTO MANUALE OPERATORE SUBACQUEO

In alcuni ambienti e/o situazioni può essere necessario effettuare un campionamento manuale tramite operatore subacqueo con il duplice vantaggio di acquisire **informazioni dirette** del sito di campionamento.

Si possono prelevare sia **campioni superficiali** che **carote**. Per il prelievo di campioni superficiali si possono utilizzare metodi diversi, sempre tenendo conto che i tutti i campioni devono avere le stesse caratteristiche (i.e. area, volume).

Prima di campionare si devono considerare situazioni particolari come

- presenza di strutture sedimentarie (i.e. *ripple marks*)
- aree interessate da fenomeni gravitativi
- aree soggette a intensa bioturbazione
- fondali vegetati
- affioramento di substrato duro
- ambienti estremi (i.e. grotte marine, vent idrotermali)



IL SUBCAMPIONAMENTO (1/2)

Può avvenire per apertura longitudinale con successivo campionamento di una o entrambe le metà, o per estrusione della carota con campionamento progressivo dei livelli. Il metodo viene scelto in base al tipo di indagini e alla tipologia del sedimento

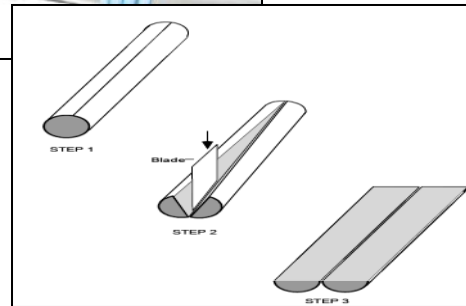
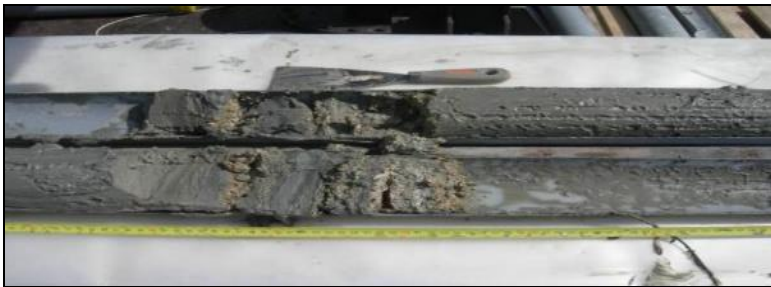
1A. Apertura del liner

Mediante dispositivo che non produca polveri per evitare la contaminazione dei sedimenti



1B. Suddivisione longitudinale

Mediante lama facendo attenzione ad evitare *cross-contamination*



1C. Campionamento

Descrizione e prelievo dei livelli previsti, di solito da una delle 2 metà, mentre l'altra viene archiviata per eventuali altre analisi

2. Estrusione della carota

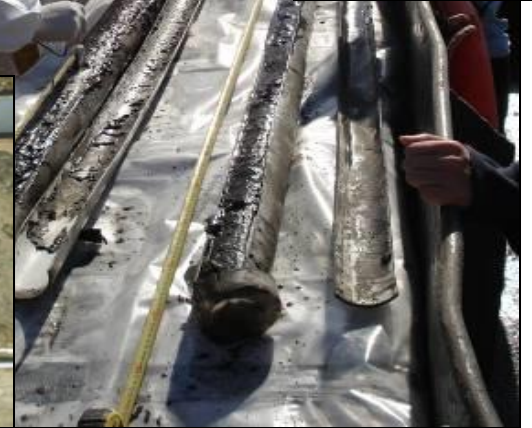
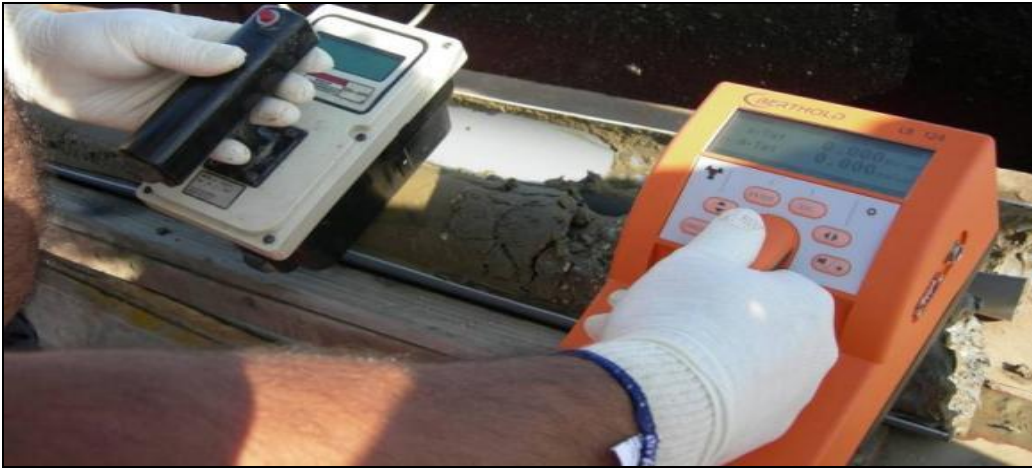
La carota viene estrusa tramite pistone posto sotto al bottom. In questo caso è necessario che il liner sia trasparente per la descrizione preliminare della stratigrafia e di eventuali livelli anomali. Per indagini di tipo ambientale è necessario rimuovere il sedimento a contatto con il liner per evitare potenziale contaminazione



IL SUBCAMPIONAMENTO (2/2)

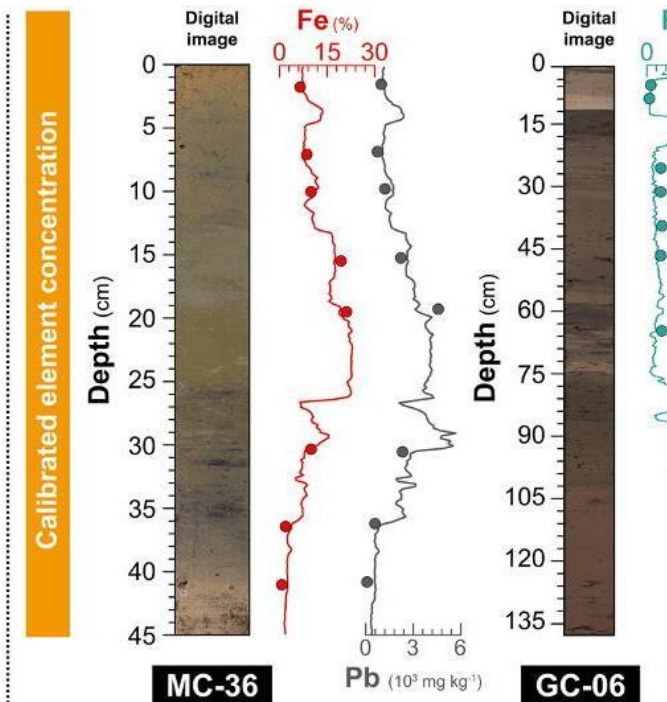
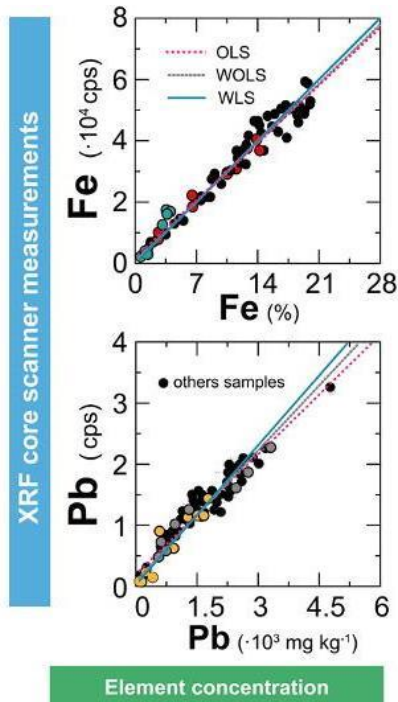
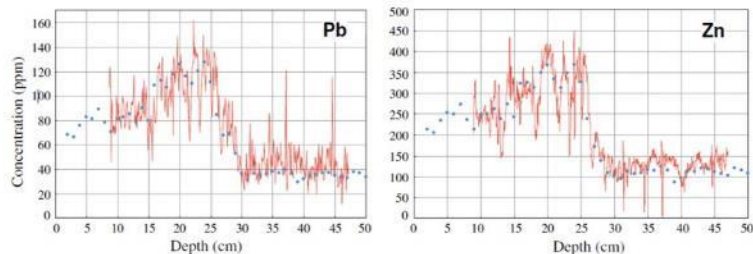
MISURE PRELIMINARI

- Misurazione del recupero totale della carota
- Misurazione parametri chimico-fisici del sedimento (pH, Eh, suscettività magnetica, ecc.)
- Descrizione stratigrafica con eventuali anomalie nella stratificazione o di qualità del sedimento
- Documentazione fotografica



ANALISI NON DISTRUTTIVE: IL CORE SCANNER

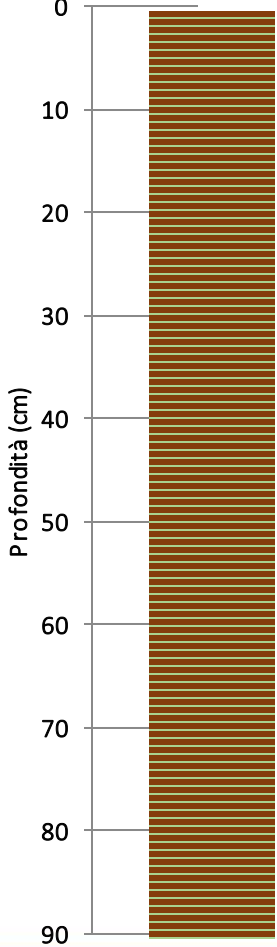
I core scanner consentono di effettuare analisi non distruttive della carota, una volta aperta, su cui si possono eseguire radiografie. Un'importante funzione è a scansione tramite fluorescenza a raggi X (XRF-Core scanner) è una metodologia che analizza gli elementi dall'Al all'U della tavola periodica, in un intervallo ampio di concentrazioni (da ppm a percentuali). È una tecnica analitica molto efficace perché non necessita di alcun trattamento del campione, fornisce dati semi quantitativi, che devono poi essere convertiti in concentrazioni tramite regressione lineare.



Cerdà-Domènech et al. 2020. Stoten 717, 134778

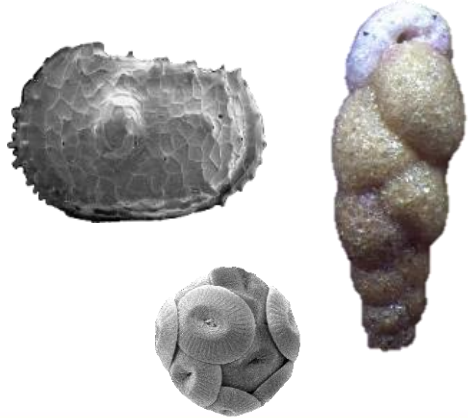
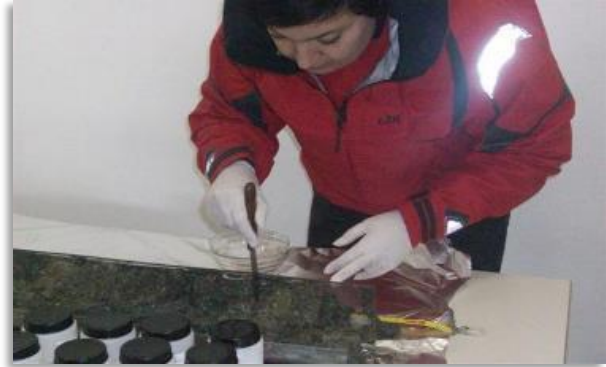
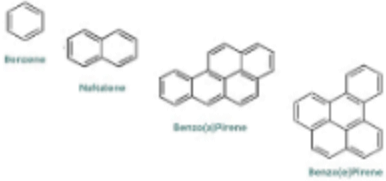
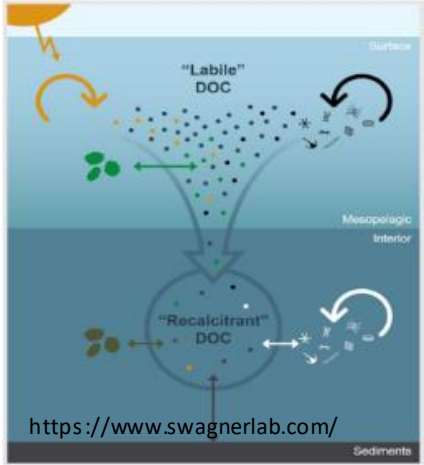
PARAMETRI DI INDAGINE

Prelievo livelli di 1-2 cm di spessore (intervallo definito sulla base di lunghezza carota, tassi di sedimentazione noti o stimati, sorgenti di contaminazione presenti e/o passati)



• **Analisi più frequenti in indagini ambientali:**

- Granulometria
- Sostanza organica
- Metalli ed elementi in tracce
- Contaminanti organici
- Microplastiche
- Microfaune (foraminiferi, ostracodi, nannoplankton, diatomee) e pollini



SCHEDA DI CAMPIONAMENTO

Apposite schede di campionamento dove riassumere ed archiviare tutte le informazioni utili su

- Stazione di campionamento
- Data e sito di prelievo
- Coordinate reali di campionamento
- Strumentazione utilizzata
- Descrizione stratigrafica della carota
- Livelli che vengono campionati
- Analisi che vengono predisposte
- Particolari anomalie riscontrate

SCHEDA CAMPIONAMENTO SEDIMENTI

PROGRAMMA	DATA	STAZIONE	COORDINATE TEORICHE	DGPS
	17 marzo	C32	Lat. Long.	

CAMPAGNA	AREA di PRELIEVO	COORDINATE REALI	PROF. (m)
	S. Giovanni a Teduccio Arenile depuratore	Lat. 48° 49' 55,34" Long. 14° 18' 51,57"	

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA: CAROTIERE
 RECUPERO CM: 170
 FOTOGRAFIA N.: 32

PARTICOLARI DA CONSIDERARE: colore, odore, grado d'idratazione, presenza di resti vegetali, frammenti conchigliari e strutture sedimentologiche, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali.

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DALL'ALTO:

Da 0 a 40 cm sabbia fine di colore nero, senza strutture. A 40 cm la granulometria varia bruscamente e diventa sabbia grossolana con bioclasti e qualche ciottolo. Da 75 a 87 cm la grana è leggermente più fine. Da 87 a 104 cm sabbia medio-grossolana. A 104 cm livello con ciottoli che segna l'inizio della parte più grossolana basale. A 120 cm grosso ciottolo. Fino al bottom livello di ciottoli anche di grandi dimensioni immersi in matrice sabbiosa. Da 115 a 120 cm sono presenti molti pezzi di vetro arrotondati. A 130 cm pezzo di mattone rosso.

Rappresentazione grafica delle strutture sedimentarie presenti:



OSSERVAZIONI PARTICOLARI:

PRELIEVO CAMPIONI:

QUOTA	SIGLA CAMPION	CAMP. COSEL	pH	Redox	GRA	MET	PCD	IPA	IT	N. P. FOC.	ANAL. ATTO.	DNOC	ALCIN LUBRO	MICRO
0-10			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
10-30			X	X	X	X	X	X	X	X				
30-50			X	X	X	X	X	X	X	X				
100-120			X	X	X	X	X	X	X	X				
150-170		X	X	X										



LE CARATTERISTICHE TESSITURALI

Qualunque tipo di studio sui sedimenti (e.g. geochimico, ambientale, stratigrafico, microfaunistico) deve prevedere l'analisi granulometrica. La tessitura del sedimento non solo fornisce indicazioni utili riguardanti le caratteristiche dell'ambiente sedimentario, ma influenza anche la distribuzione di metalli ed elementi in tracce come anche di potenziali contaminanti di origine antropica oltre che le associazioni di organismi bentonici.

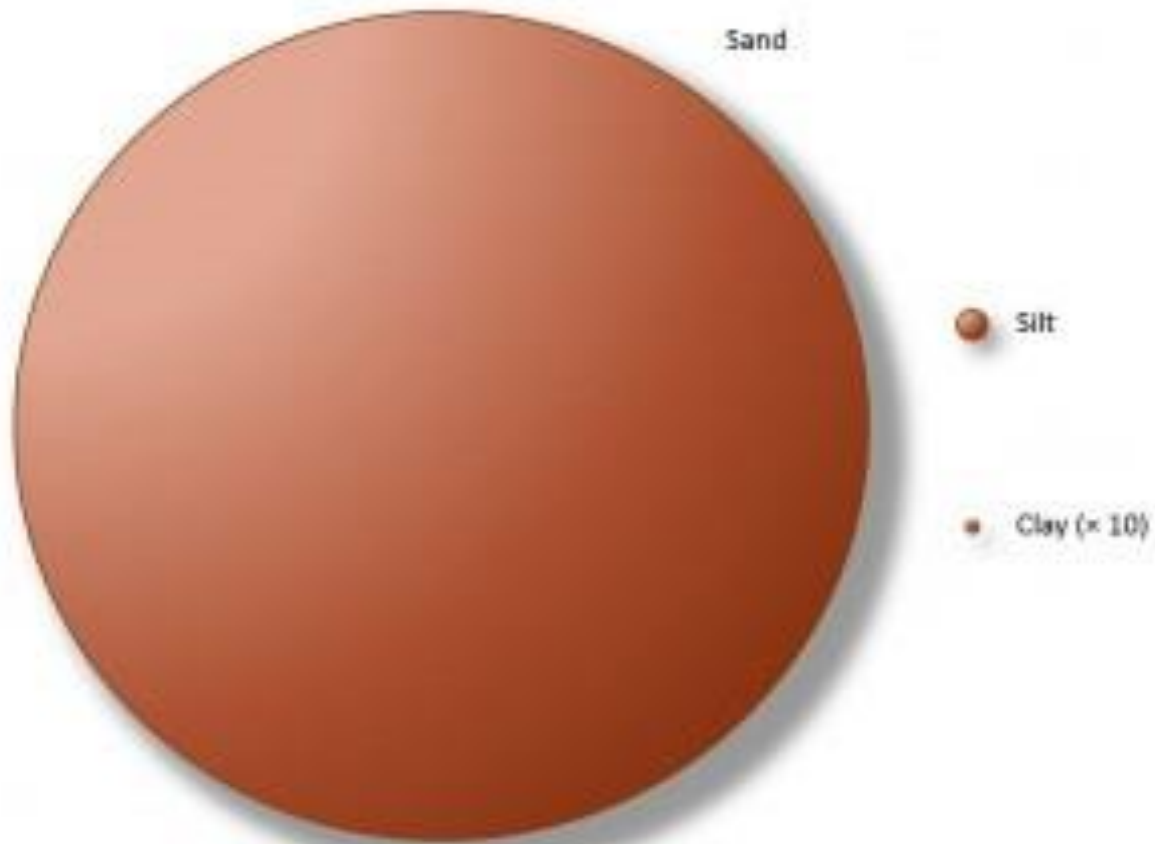
Studiare la granulometria del sedimento significa definire le dimensioni delle particelle che lo compongono e classificarle.

Il sistema di classificazione più usato in sedimentologia è quello proposto da Udden nel 1898, poi modificato da Wentworth nel 1922.

Nel 1932, Krumbein introdusse, per semplificare ulteriormente la lettura e il trattamento dei diagrammi granulometrici, il parametro $\phi = -\log_2 d(\text{mm})$

Scala ϕ	Intervallo dimensionale (metrico)	Classi granulometriche (Wentworth)
< -8	> 256 mm	Blocchi
da -6 a -8	64-256 mm	Ciottoli
da -5 a -6	32-64 mm	Ghiaia molto grossa
da -4 a -5	16-32 mm	Ghiaia grossa
da -3 a -4	8-16 mm	Ghiaia media
da -2 a -3	4-8 mm	Ghiaia fine
da -1 a -2	2-4 mm	Ghiaia molto fine
da 0 a -1	1-2 mm	Sabbia molto grossa
da 1 a 0	0,500-1 mm	Sabbia grossa
da 2 a 1	0,250-0,500 mm	Sabbia media
da 3 a 2	0,125-0,250 mm	Sabbia fine
da 4 a 3	0,063-0,125 mm	Sabbia molto fine
da 8 a 4	0,004-0,063 mm	Limo
> 8	< 0,004 mm	Argilla
>10	< 0,001 mm	Colloide

LE DIMENSIONI DEI GRANULI

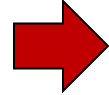


Le classi dimensionali principali che costituiscono il sedimento sono:

- **Ghiaia** $> 2000 \mu m$
- **Sabbia** $2000 \mu m > x > 63 \mu m$
- **Limo** $63 \mu m > x > 4 \mu m$
- **Argilla** $< 4 \mu m$

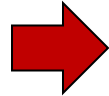
ANALISI GRANULOMETRICA

- DETERMINAZIONE ANALITICA



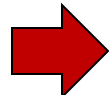
- Pretrattamento
- Separazione a 63 μm
- Analisi frazione grossolana
- Analisi frazione fine
- Curva granulometrica

- CLASSIFICAZIONE DEI SEDIMENTI



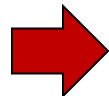
- Shepard (1954)
- Nota (1958)

- DETERMINAZIONE PARAMETRI STATISTICI



- Folk e Ward (1957)

- ANALISI AL MICROSCOPIO FRAZIONE > 63 μm



- Minerali principali
- Bioclasti
- Granuli antropici



ANALISI GRANULOMETRICA

DETERMINAZIONE ANALITICA

Pretrattamento del campione

- in soluzione di perossido di idrogeno e acqua per eliminare sali e sostanza organica che aggregano i singoli granuli e falsano la granulometria

Separazione a umido del sedimento

- separazione tra frazione grossolana e fine mediante setaccio con maglia $63 \mu\text{m}$

Analisi della frazione grossolana ($> 63 \mu\text{m}$)

- separazione meccanica mediante setacci o analisi strumentale

Analisi della frazione fine ($< 63 \mu\text{m}$)

- analisi strumentale dopo quartatura e dispersione in soluzione con esametafosfato di sodio

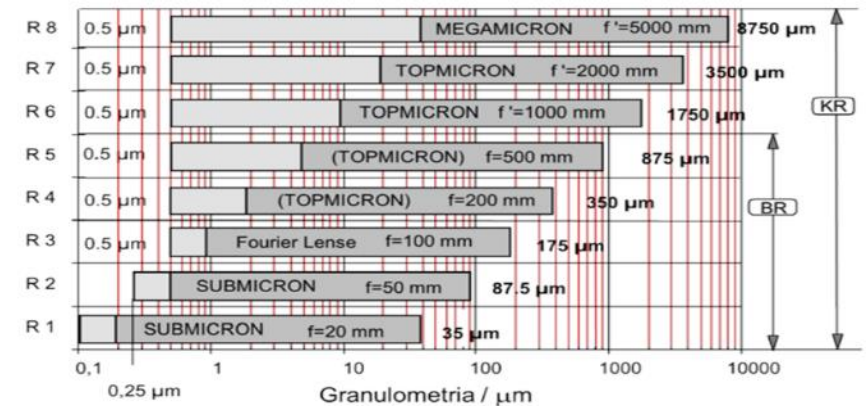
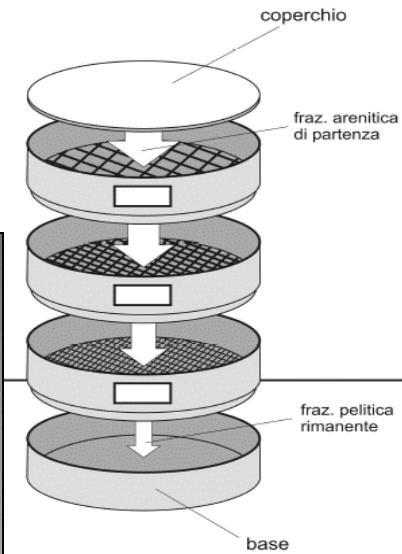


ANALISI GRANULOMETRICA

ANALISI FRAZIONE GROSSOLANA (> 63 μm)

Uno dei metodi più utilizzati si basa sulla separazione meccanica mediante **batteria di setacci** con dimensioni delle maglie che diminuiscono verso il basso (generalmente a intervallo di $\frac{1}{2} \phi$). I setacci sono impilati su un setacciatore meccanico che, mediante vibrazione e basculamento, favorisce il passaggio dei granuli. Al termine ciascuna aliquota viene pesata, insieme all'eventuale frazione presente nel contenitore di raccolta e viene determinata la % in peso.

La frazione > 63 μm può essere analizzata anche con **granulometro laser** che ha la possibilità di analizzare un *range* granulometrico molto ampio in funzione delle lenti che ha. Più ampio sarà il *range* di misura della singola lente, meno accurata l'analisi nelle frazioni più fini.



ANALISI GRANULOMETRICA

ANALISI FRAZIONE FINE ($< 63 \mu\text{m}$)

Esistono diversi strumenti per la determinazione della frazione fine che si classificano in base al principio fisico di funzionamento:

- **SEDIMENTAZIONE:** Cilindro, Densimetro, Sedigrafo a raggi X
si basano sulla Legge di Stokes secondo cui le particelle di uguale dimensione immerse in un liquido, cadono tutte con la stessa velocità che rimane costante nel tempo
- **DIFFRAZIONE LASER:** Granulometro, Mastersizer, Digisizer, Coulter LS
si basano sul principio che particelle di una data grandezza diffrangono la luce con angolo noto che aumenta al diminuire della grandezza delle particelle, espressa in termini di diametro equivalente, cioè di una particella di forma sferica di uguale volume.
- **TEMPO DI TRANSIZIONE:** Galai
Dimensione determinata in base alla stima del tempo richiesto per scansionare le singole particelle mediante il fascio *laser*.
- **ELETTRORESISTENZA:** Coulter Counter
Si basa sulla variazione di tensione provocata dai granuli, sospesi in un elettrolita, al passaggio attraverso un foro che provoca impulsi proporzionali ai volumi dei granuli.
- **ANALISI DI IMMAGINE:** Qicpic
Si basa sul principio dell'analisi d'immagine mediante sorgente di luce pulsata e fornisce, oltre alle dimensioni dei granuli, anche la loro forma.

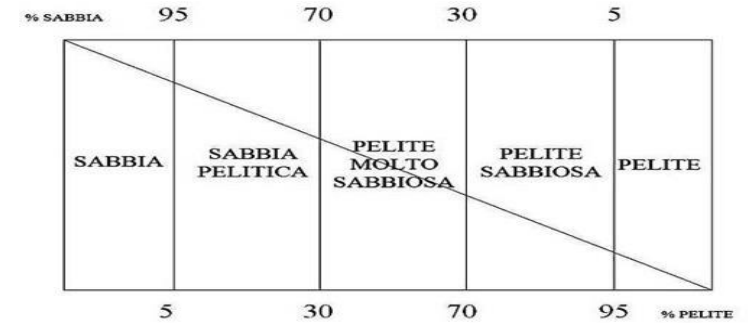


ANALISI GRANULOMETRICA

CLASSIFICAZIONE DEI SEDIMENTI

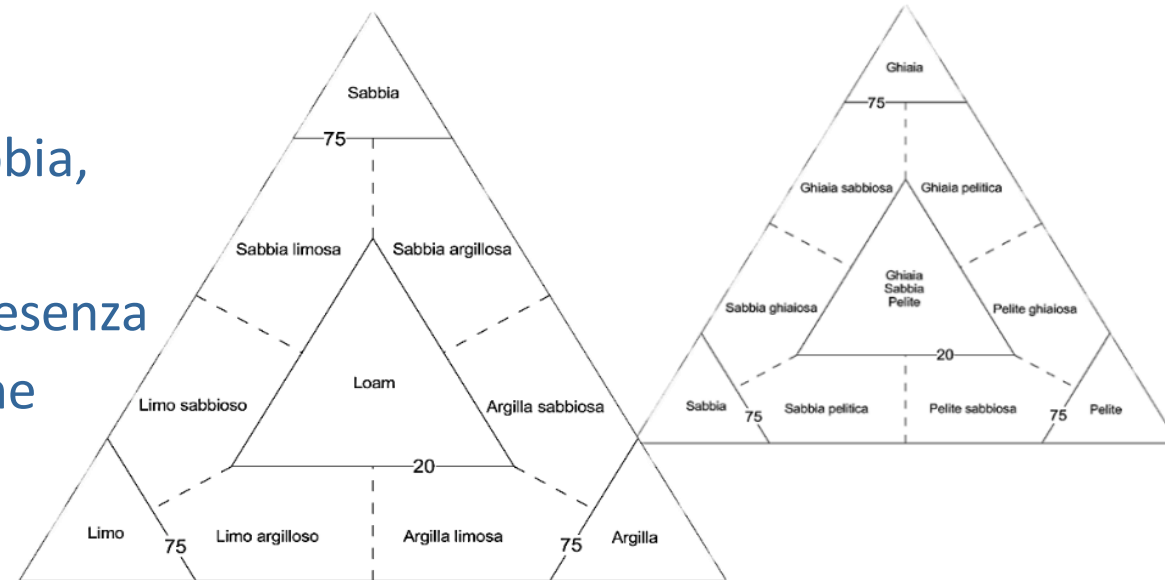
Classificazione di Nota (1958)

- Classificazione binaria basata sul contenuto di sabbia e pelite



Classificazione di Shepard (1954)

- Classificazione ternaria basata sul contenuto di sabbia, limo e argilla.
Può essere anche modificata nel caso di elevata presenza di ghiaia; in questo viene considerata la pelite, come somma di limo e argilla



ANALISI GRANULOMETRICA

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI STATISTICI

I diversi ambienti sedimentari sono caratterizzati da una diversa distribuzione dei parametri statistici

Moda

La moda è data dalla classe con frequenza relativa maggiore. Rappresenta il picco della distribuzione. Può avere distribuzione unimodale, bimodale o plurimodale.

Media

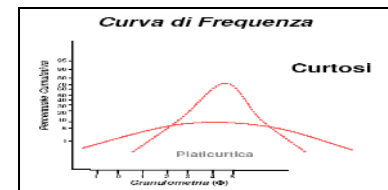
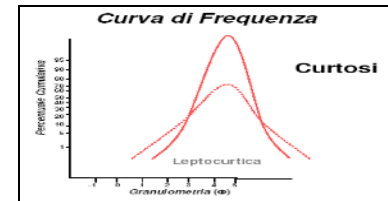
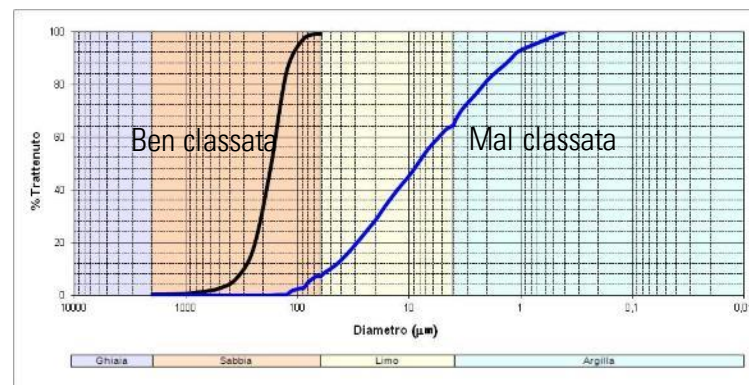
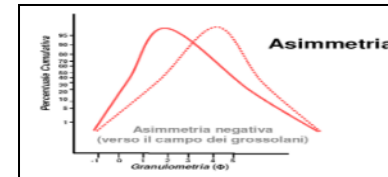
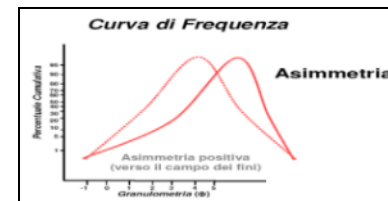
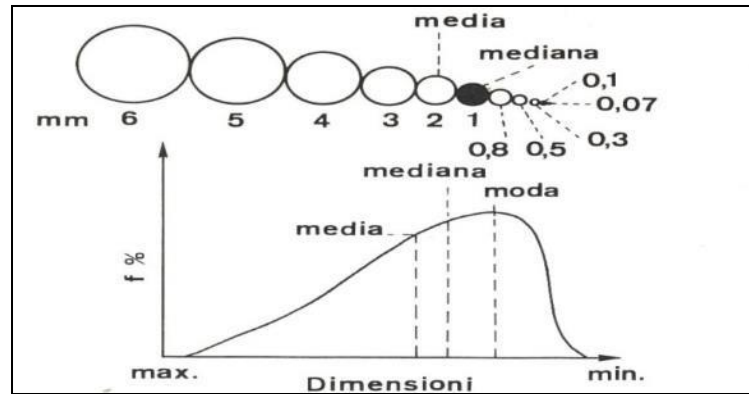
Baricentro della curva di frequenza relativa calcolato come media ponderata.

Mediana

Centro della distribuzione cumulata, data dal diametro che la divide in due parti arealmente equivalenti, ovvero il diametro percentile relativo al 50%, detto D_{50} .

Deviazione standard o *Sorting* o *Classazione*

Misura la cernita (sorting) o l'uniformità nella distribuzione del diametro delle particelle (classazione).



Asimmetria o *Skewness*

Misura dell'asimmetria geometrica di una curva granulometrica: ha valore negativo quando la curva è asimmetrica verso il campo delle classi più grossolane; è positiva se è geometricamente spostata verso il campo delle frazioni più fini.

Appuntimento o *Kurtosis*

Misura l'appuntimento della curva. Se la porzione centrale è meglio cernita rispetto alle estremità, la curva di frequenza risulta "ristretta" e viene detta leptocurtica. Al contrario, se le estremità della curva mostrano una migliore cernita del sedimento rispetto alla porzione centrale, il risultato mostra una curva geometricamente più "svasata" che viene detta platicurtica.

ANALISI GRANULOMETRICA OSSERVAZIONE AL MICROSCOPIO

L'esame al microscopio della frazione $> 63 \mu\text{m}$ è indispensabile per avere informazioni sulla composizione del sedimento relativamente a componente organica (bioclasti), inorganica (minerali) o antropica. I minerali sono identificati in base al loro abito cristallino, al colore, alla durezza, alla reattività all'acido cloridrico e alla risposta a un magnete.



TRIESTE, FERRIERA DI SERVOLA (CARBONE)



MONTALTO (SABBIA BIOCLASTICA)



ADRIATICO (MINERALI PESANTI)

ANALISI GRANULOMETRICA

RAPPRESENTAZIONE DEI DATI

Curva di frequenza relativa (istogrammi)

Esprime la sua percentuale rispetto al totale del campione. Ha un andamento di solito a campana, ma può presentare più picchi, indicativi della presenza di diverse frazioni granulometriche.

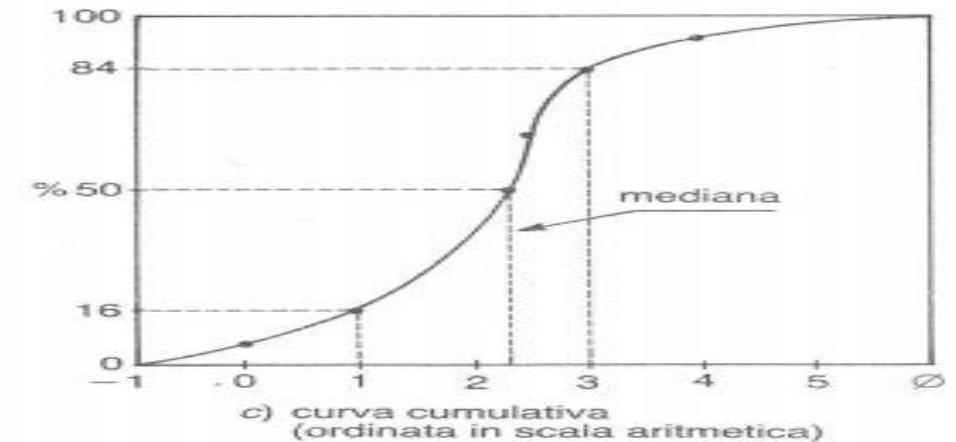
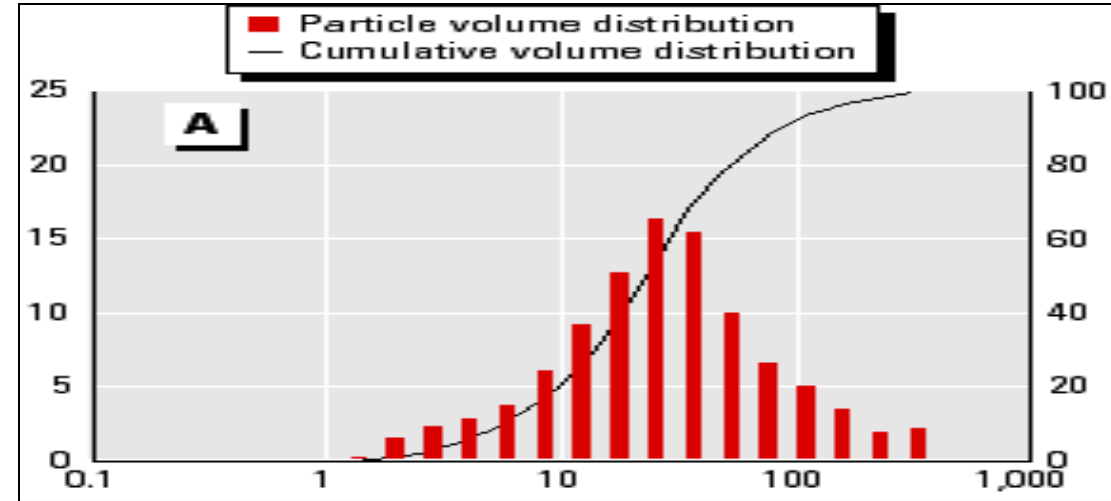
Curva di frequenza cumulata

Rappresenta la percentuale, riferita al totale del campione, del sedimento più fine relativamente ad ogni classe diametrica. È una curva crescente fino a 100.

Percentili

Sulla curva di frequenza cumulata, i diametri associati ad una certa percentuale di passante vengono definiti diametri percentili e si indicano come D_{50} dove il numero indica la percentuale considerata.

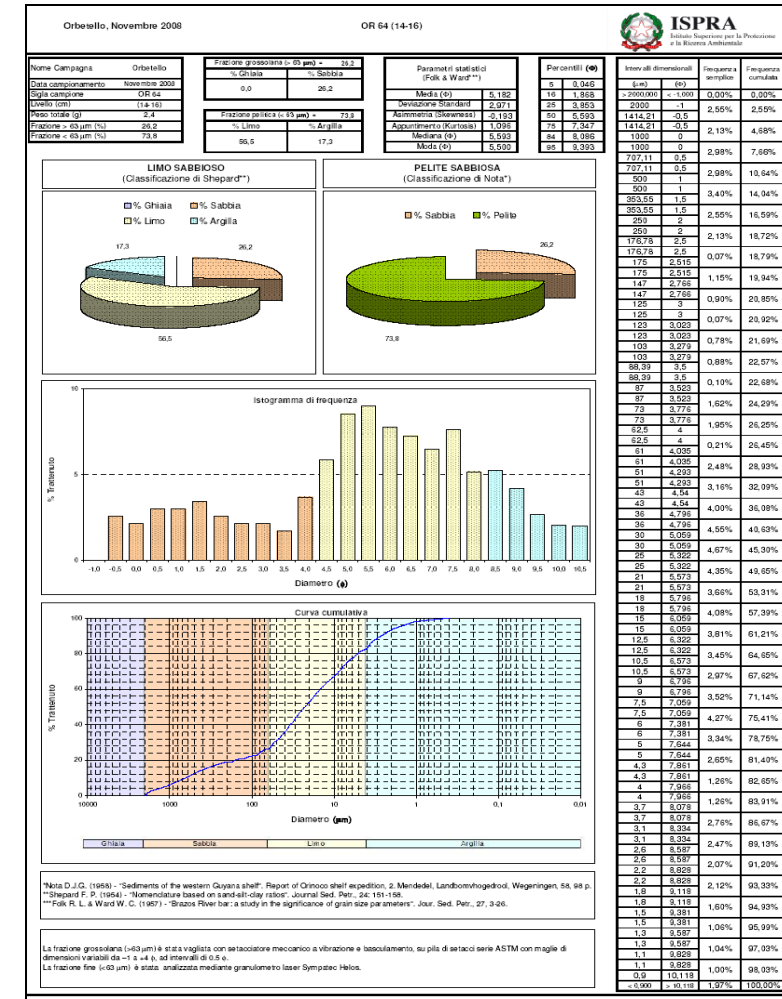
(Es: D_{50} è il diametro del granulo del quale il 50% è superiore)



ANALISI GRANULOMETRICA COME RIASSUMERE I DATI

Scheda riassuntiva contenente

- Sigla del campione
- Area di prelievo
- Profondità di campionamento
- Livello di campionamento
- Principali classi granulometriche
- Parametri statistici
- Classificazione del sedimento
- Istogramma e/o curva di frequenza semplice
- Curva cumulata
- Risultanze dell'osservazione al microscopio



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

elena.romano@isprambiente.it