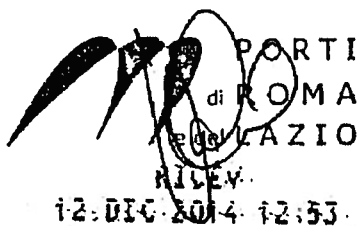




**UNIVERSITÀ**  
DEGLI STUDI DELLA  
**Tuscia**

Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina  
Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)



All'Autorità Portuale  
di Civitavecchia, Flumicino e Gaeta  
Molo Vespucci – Porto di Civitavecchia  
00053 Civitavecchia

Alla c.a. Del Dott. Giorgio Fersini

Civitavecchia, li 09.12.2014

**Oggetto:** circoscrizione portuale di Civitavecchia;  
addendum n.2 del 02.08.2011 (prot. AP. 9350 del 03.08.2011);  
relazione attività.

**Allegati:**

- Relazione analisi granulometriche dei sedimenti - stazioni di benthos.

REL-198-MON-1214-AP	04/12/14
Redatto	
Dott. Sergio Scanu	
Dott. Daniele Piazzolla	
Dott.ssa Viviana Piermattei	
Approvato	
Prof. Marco Marcelli	



A.P. Civitavecchia - PORTILAZIO

Prof. **0016815** del 12/12/2014 ore 13:00:38

Tit.

Registro: E

Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina,  
Porto di Civitavecchia-Molo Vespucci-Imbarco Fs, snc 00053 Roma - Tel/Fax 0766-366538  
Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)  
L.go dell'Università snc - Blocco C I° piano, 01100 Viterbo Tel +39 0761357742; FAX +39 0761357751  
P.I. 00575560560 C.F. 80029030568



**RELAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI  
DEI SEDIMENTI MARINI  
CAMPAGNA BENTHOS LUGLIO 2013**



UNIVERSITÀ  
Tuscia

Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina  
DEB – Università degli Studi della Tuscia

## Indice

<b>1. Piano di campionamento</b>	<b>2</b>
<b>2. Tecniche di campionamento</b>	<b>3</b>
<b>3. Analisi granulometrica</b>	<b>4</b>
<i>3.1 Indici granulometrici statistici sintetici</i>	<b>5</b>
<i>3.2 Calcolo dei parametri con il metodo grafico</i>	<b>5</b>
<i>3.3 Elaborazione statistica dei dati granulometrici</i>	<b>8</b>
<b>4. Restituzione cartografica</b>	<b>9</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>11</b>

## 1. Piano di campionamento

In concomitanza dei campionamenti di benthos di fondo mobile, effettuati nel Luglio 2013, sono stati raccolti n. 28 campioni di sedimento superficiale, distribuiti tra la batimetrica dei -10 metri e quella dei -50 metri, all'interno della porzione di piattaforma costiera compresa tra Santa Severa e Tarquinia Lido (Fig. 1).

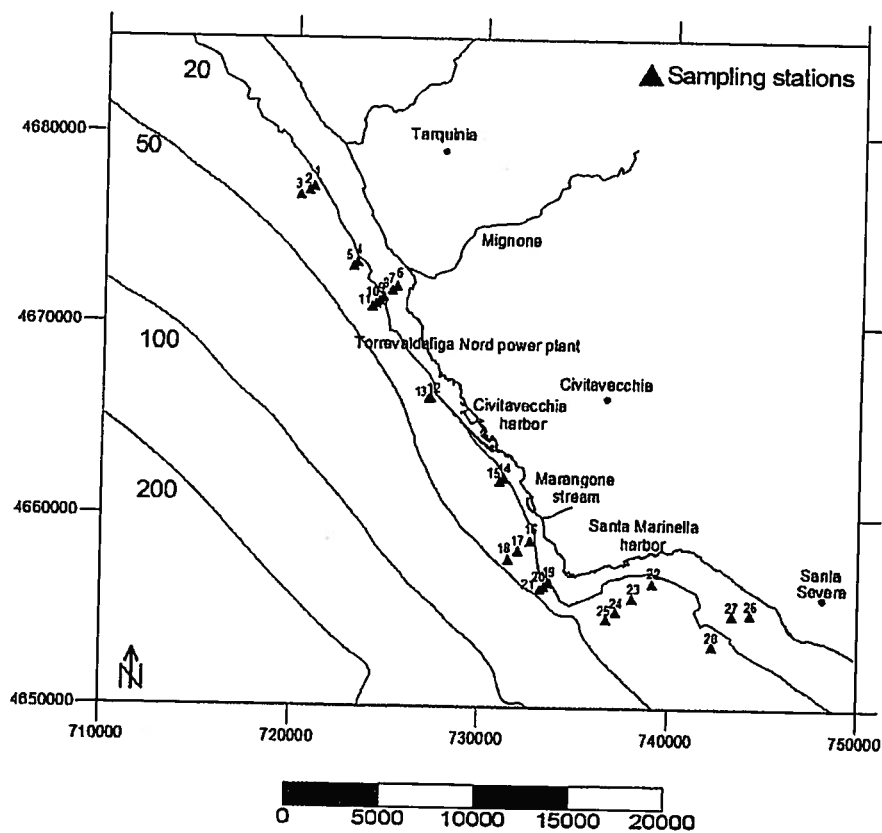


Fig.1 Piano di campionamento.

L'indagine ha permesso di effettuare la caratterizzazione granulometrica del bacino sedimentario considerato costituito dagli apporti dei fiumi Marta e Mignone, nella porzione settentrionale dell'area di studio. La porzione meridionale, da Capo Linaro a Santa Severa, non presenta

apporti fluviali importanti ma solo bacini costieri minori.

## 2. Tecniche di campionamento.

Il prelievo di sedimento nelle n. 28 stazioni di campionamento è stato effettuato utilizzando una benna Van Veen (Fig. 2) avente un volume di 18 litri. Lo strumento è stato calato ed issato mediante l'utilizzo di un verricello elettrico, munito di cavo in acciaio, posizionato a poppa dell'imbarcazione d'appoggio (M/B FERRANDINA).

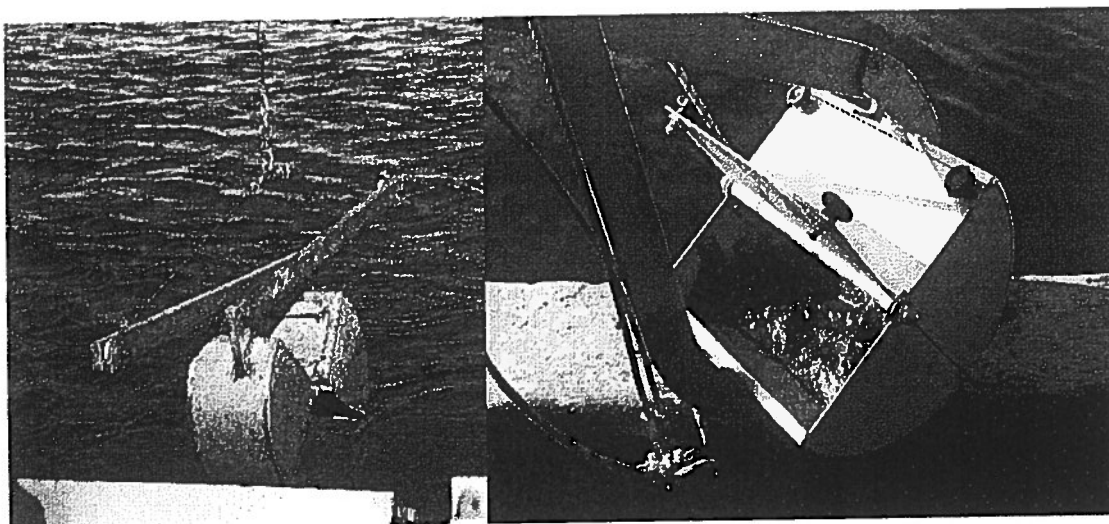


Fig.2 Benna Van Veen

Il campione di sedimento, una volta prelevato, è stato omogeneizzato attraverso quartatura e stoccato in contenitori sterili monouso. I campioni sono stati poi trasportati in laboratorio, dove sono stati sottoposti ad analisi granulometrica.

### 3. Analisi granulometrica

Al fine di sottoporre i sedimenti ad analisi granulometrica, i campioni sono stati asciugati in stufa a circa 40°C per 24 ore. Da ogni campione è stata prelevata un'aliquota di 1 kg di sedimento ed è stata eseguita una prima setacciatura manuale con una maglia da 63  $\mu\text{m}$ . Per ogni stazione, è stata separata la frazione più fine dalla frazione grossolana, prevalentemente sabbiosa. In seguito è stata vagliata la frazione sabbiosa mediante setacciatura meccanica, utilizzando una batteria di setacci con sezione delle maglie decrescente progressivamente fino a 63  $\mu\text{m}$ . Ogni campione di sedimento è stato vagliato con un intervallo di setacciatura pari ad 1 phi (Brown and McLachlan 1990; ASTM D422; UNI EN 933-1 ISO 13320).

In questo modo è stato possibile discretizzare le percentuali in peso delle frazioni granulometriche prevalenti di ogni campione preso in esame attraverso l'analisi delle curve granulometriche.

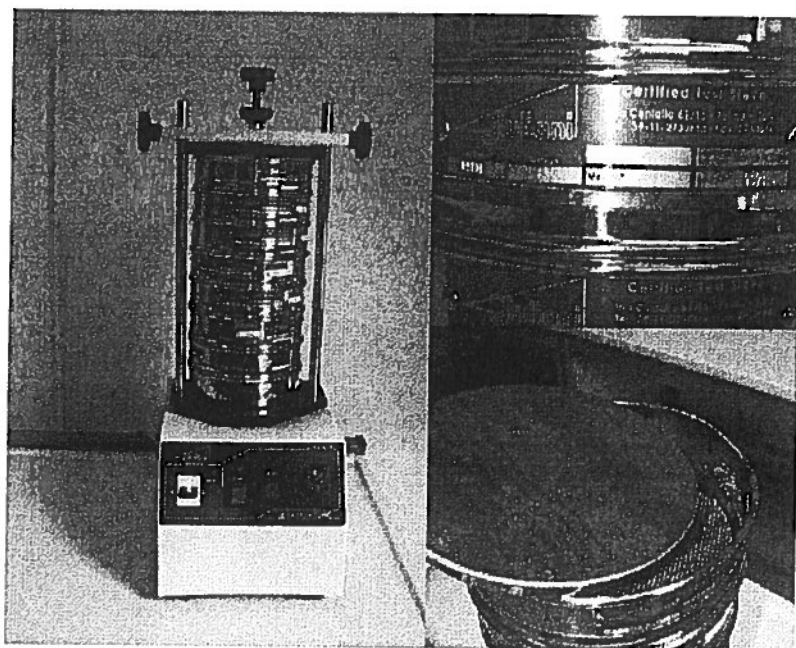


Fig. 3 Setacciatore meccanico

### 3.1 Indici granulometrici statistici sintetici

A seguito dell'analisi granulometrica sono stati calcolati i parametri sedimentologici descritti da Folk e Ward (1957) relativi ad ogni stazione di campionamento. Il presente studio si riferisce ad i risultati ottenuti per le sole frazioni a granulometria maggiore di 63  $\mu\text{m}$ .

I parametri normalmente usati in sedimentologia per lo studio granulometrico, descritti da Folk e Ward sono: Mean Size, Mode, Median, Standard Deviation, Skewness e Kurtosis. I primi tre tendono a dare un'informazione sulla dimensione del sedimento, mentre gli ultimi due sulla distribuzione quantitativa dei granuli nelle varie classi dimensionali. I parametri possono essere calcolati matematicamente o graficamente partendo da alcuni punti opportunamente scelti nella curva di frequenza cumulata (curva che presenta sull'asse delle ordinate le percentuali cumulate), detti Percentili. Per il tipo di studio affrontato, gli indici statistici sono stati calcolati mediante il metodo grafico, agendo direttamente sulla curva di frequenza cumulata.

### 3.2 Calcolo dei parametri col metodo grafico

Per il calcolo dei singoli parametri sedimentologici sono state utilizzate le formule di Folk e Ward (1957):

Mean Size ( $M_z$ ) : rappresenta il valore medio della dimensione dei granuli corrispondenti alla parte centrale della curva. Esso è dato da:

$$M_z = \frac{(\emptyset_{16} + \emptyset_{50} + \emptyset_{84})}{3}$$

Il simbolo  $\emptyset$  indica che i valori granulometrici relativi ai diversi percentili sono misurati nella scala phi Krumbein (pari a  $\log_2$  del valore in mm). Questo parametro è funzione dell'energia cinetica media (ossia della velocità media) del mezzo di trasporto, purché il materiale che alimenta il trasporto



sia caratterizzato da un'ampia distribuzione dimensionale; in caso contrario la selezione sarebbe dovuta non soltanto al mezzo di trasporto, ma anche alle caratteristiche granulometriche del materiale di partenza. Poiché questo parametro prende in considerazione soltanto la parte centrale della curva, va interpretato con molta cautela; infatti le frazioni presenti nelle code della curva potrebbero essere importanti e rappresentative di variazioni di energia non trascurabili, perché potrebbero incidere sul valore medio dell'energia.

Moda (M): è la dimensione granulometrica più rappresentata dal campione in esame. Essa si ricava direttamente dalla curva di frequenza percentuale, per cui il suo valore è indipendente dal metodo di misura. Questo parametro è indicativo del valore predominante dell'energia cinetica del mezzo di trasporto.

Mediana (Md): è la dimensione granulometrica corrispondente al 50 % dell'intera popolazione e può essere calcolata direttamente sulla curva di frequenza percentuale cumulata; dovrebbe rappresentare il valore medio dimensionale del sedimento, ma fornisce informazioni molto aleatorie perché basato su un solo punto della curva. Il valore è indipendente dal metodo di misura.

Standard Deviation ( $\sigma$ ): misura il classamento, cioè l'ampiezza della distribuzione granulometrica. Col metodo grafico è data da:

$$\sigma = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} \times \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

Folk e Ward propongono la seguente suddivisione a seconda dei valori della standard deviation:

- $\sigma < 0,35$  molto ben classato
- $0,35 < \sigma < 0,50$  ben classato
- $0,50 < \sigma < 1,00$  moderatamente classato
- $1,00 < \sigma < 2,00$  poco classato



- $2,00 < \sigma < 4,00$  pochissimo classato
- $\sigma > 4,00$  affatto classato

In termini di energia questo parametro indica le variazioni di energia cinetica e di conseguenza la capacità selettiva dell'agente di trasporto e/o dell'ambiente di sedimentazione; tuttavia anche in questo caso la classazione può dipendere dalle caratteristiche del materiale di partenza. Va tenuto presente che la classazione è anche funzione della dimensione media del sedimento, poiché ad una riduzione dimensionale molto spinta si unisce una minore possibilità di dispersione. Nei sedimenti argillosi, infatti, la classazione risulta molto buona poiché al di sotto dei 4  $\mu\text{m}$  risulta difficile una suddivisione in classi granulometriche.

Skewness ( $Sk$ ) : misura la simmetria della curva di frequenza percentuale e quindi della distribuzione granulometrica attorno al valore della mediana.

$$Sk = \frac{(\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{(\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

Lo Skewness è un numero puro variabile tra -1 e 1; in una curva simmetrica  $Sk = 0$ , moda e mediana coincidono.

- $1,00 < Sk < -0,30$  curva asimmetrica molto negativa
- $-0,30 < Sk < -0,10$  curva asimmetrica negativa
- $-0,10 < Sk < 0,10$  curva simmetrica
- $0,10 < Sk < 0,30$  curva asimmetrica positiva
- $0,30 < Sk < 1,00$  curva asimmetrica molto positiva

Kurtosis ( $k_G$ ) : misura l'appiattimento della curva di frequenza percentuale.

$$K_g = \frac{(\sigma_{95} - \sigma_5)}{2,44(\sigma_{75} - \sigma_{25})}$$

Il parametro Kurtosis dà un numero puro variabile tra 0.41 (minimo assoluto) e l'infinito.

- $K_g < 0,67$                       curva molto platicurtica
- $0,67 < K_g < 0,90$             platicurtica
- $0,90 < K_g < 1,11$             mesocurtica
- $1,11 < K_g < 1,50$             leptocurtica
- $1,50 < K_g < 3,00$             molto leptocurtica
- $K_g > 3,00$                       estremamente leptocurtica

In Tabella 1 vengono riportati i risultati del calcolo degli indici di Folk e Ward per ogni stazione.

Stazioni	Location	Moda	Media	Standard deviation	Skewness	Kurtosis	
ST01	-4677160	720912	3.989	1.763	2.000	-0.561	0.673
ST02	4676951	720629	3.989	1.246	2.137	-0.210	0.619
ST03	4676671	720184	0.000	0.838	1.374	0.154	0.745
ST04	4673178	723277	3.989	2.475	1.043	-0.551	1.445
ST05	4672993	723068	3.989	1.945	1.714	-0.538	0.951
ST06	4671921	725352	3.989	3.048	0.200	-0.168	0.758
ST07	4671702	725086	3.989	2.881	0.268	-0.056	0.945
ST08	4671377	724683	3.989	2.36	1.136	-0.537	1.094
ST09	4671193	724473	3.989	2.38	1.251	-0.578	1.309
ST10	4671036	724251	3.000	1.423	1.344	-0.180	0.774
ST11	4670857	724050	0.000	1.123	1.137	0.116	0.708
ST12	4666127	727283	0.000	1.118	1.276	0.174	0.688
ST13	4666046	727187	0.000	0.769	1.774	0.161	0.705
ST14	4661870	731155	0.000	-0.214	0.280	0.082	0.756
ST15	4661755	731002	3.000	2.396	0.763	-0.294	1.293
ST16	4658628	732612	3.000	1.875	1.380	-0.446	0.990
ST17	4658107	731958	3.989	1.415	1.887	-0.316	0.680
ST18	4657693	731491	3.989	1.535	1.914	-0.411	0.670
ST19	4656476	733582	3.989	2.168	1.078	-0.385	0.991
ST20	4656272	733361	3.000	1.557	1.319	-0.278	0.716
ST21	4656122	733171	3.000	1.241	1.279	-0.018	0.695
ST22	4656476	739090	3.989	1.625	1.462	-0.142	0.646
ST23	4655686	738055	3.000	1.525	1.391	-0.215	0.653
ST24	4654956	737184	3.989	1.556	1.691	-0.280	0.601
ST25	4654551	736701	3.989	2.629	0.789	-0.464	1.346
ST26	4654853	744302	3.989	2.637	0.923	-0.611	1.415
ST27	4654821	743374	3.989	2.98	0.585	-0.562	1.576
ST28	4653217	742310	3.989	2.009	1.562	-0.566	0.728

Tab.1 Parametri statistici stazioni di campionamento

### 3.3 Elaborazione statistica dei dati granulometrici.

I dati riportati in Tabella 2 sono stati elaborati al fine di individuare le diverse *facies* granulometriche presenti nell'area oggetto di studio.

E' stato quindi elaborato un programma con il quale è stato possibile ricavare le curve di frequenza semplice e frequenza cumulata di ogni campione, relative alla frazione maggiore di 63  $\mu\text{m}$ . Utilizzando le curve di frequenza cumulata sono stati calcolati i percentili d'interesse per il calcolo dei parametri statistici di Folk e Ward.

Le curve di frequenza ed il calcolo dei relativi parametri statistici per ogni campione sono riportati negli allegati al seguente lavoro.

In Tabella 2 sono riportate le abbondanze delle frazioni arenitica e pelitica riscontrate in ogni stazione di campionamento.

Stazioni	Location	Frazione pelitica (%)	Frazione arenitica (%)	
ST01	4677160	720912	15.2	84.8
ST02	4676951	720629	45.0	55.0
ST03	4676671	720184	43.9	56.1
ST04	4673178	723277	15.4	84.6
ST05	4672993	723068	54.5	45.5
ST06	4671921	725352	6.8	93.2
ST07	4671702	725086	3.6	96.4
ST08	4671377	724683	28.3	71.7
ST09	4671193	724473	58.3	41.7
ST10	4671036	724251	20.8	79.2
ST11	4670857	724050	26.9	73.1
ST12	4666127	727283	42.9	57.1
ST13	4666046	727187	25.6	74.4
ST14	4661870	731155	11.9	88.1
ST15	4661755	731002	15.4	84.6
ST16	4658628	732612	49.6	50.4
ST17	4658107	731958	30.1	69.9
ST18	4657693	731491	71.2	28.8
ST19	4656476	733582	43.7	56.3
ST20	4656272	733361	33.0	67.0
ST21	4656122	733171	30.5	69.5
ST22	4656476	739090	60.9	39.1
ST23	4655686	738055	18.6	81.4
ST24	4654956	737184	51.5	48.5
ST25	4654551	736701	93.4	6.6
ST26	4654853	744302	36.8	63.2
ST27	4654821	743374	48.2	51.8
ST28	4653217	742310	51.7	48.3

Tab.2 Parametri statistici stazioni

#### 4. Restituzione cartografica

I risultati dell'analisi granulometrica sono stati rappresentati attraverso mappe di distribuzione spaziale dei risultati relativi alla percentuale di frazione arenitica e pelitica rinvenute nell'area di studio. Le immagini cartografiche che seguono sono state create utilizzando il metodo di interpolazione *Kriging*.

La rappresentazione cartografica, riportata in Figura 4, mostra la distribuzione areale della frazione pelitica (cioè la percentuale in peso minore di  $63 \mu\text{m}$ , rispetto al peso totale, per ogni campione) mentre in Figura 5 è riportata la distribuzione della frazione arenitica (percentuale in peso maggiore di  $63 \mu\text{m}$ , rispetto al peso totale, per ogni campione).

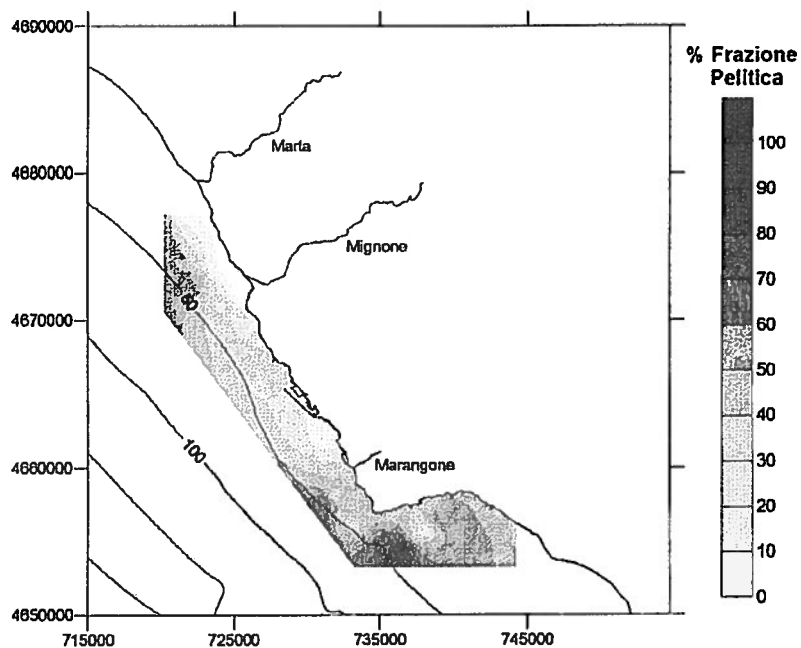


Fig. 4 Distribuzione della frazione pelitica.

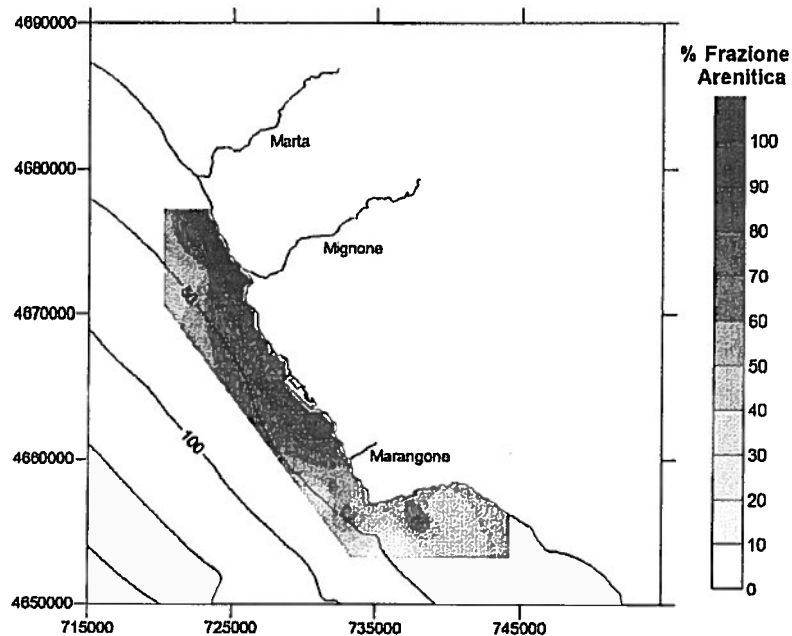


Fig.5 Distribuzione della frazione arenitica

Le aree a maggiore concentrazione di materiale siltoso o argilloso sono quelle relativamente distanti dalla costa, mentre basse percentuali sono presenti nelle aree immediatamente vicine alla costa, caratterizzate da materiale di granulometria superiore (per lo più sabbia fine). In particolare, nelle zone a largo delle foci dei fiumi Marta e Mignone si riscontra la maggior concentrazione di frazione siltosa - argillosa; questo fenomeno è imputabile sia alla natura delle rocce affioranti nel bacino idrografico, sia al regime energetico – deposizionale che governa l'area di studio. L'area meridionale, tra Capo Linaro e Santa Severa, mostra invece un minor gradiente granulometrico costa – largo, dovuto principalmente all'assenza di apporti fluviali importanti.

In **Allegato** vengono riportate le curve granulometriche, i percentili di interesse e gli indici di Folk e Ward elaborati per ciascuna stazione di campionamento.



## Bibliografia

- Brown, A. C., and McLachlan, A. (1990). 'Ecology of Sandy Shores.'(Elsevier: Amsterdam), 328 pp.
- Folk R.L., Ward W.C. (1957). Brazos river: Study in the significance of grain size parameters. J. Sediment. Petrol. 27 pp. 3-26.







Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina  
DEB – Università degli Studi della Tuscia

## **Allegato**



ST01

Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\lambda_M = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \lambda_M = 1.761$$

Percentili di interesse

D5 = -1.923

D16 = -0.937

D25 = -0.125

D50 = 2.61

D75 = 3.406

D84 = 3.616

D95 = 3.872

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

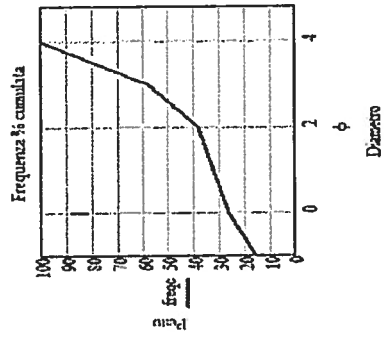
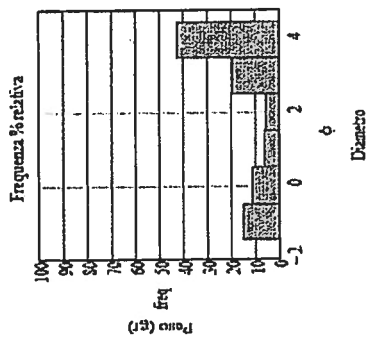
$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 2$$

Asimmetria (Skewness):

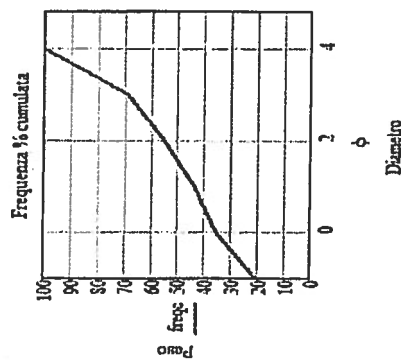
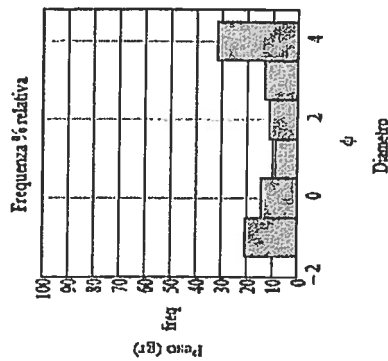
$$Sk = \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2}{2(D_{84} - D_{16})} \right] \div \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{95} - D_5)^2} \quad Sk = -0.361$$

Kurtosis

$$kg = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44(D_{75} - D_{25})} \quad kg = 0.675$$



SI02



Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$Mz = \frac{(D16 + D50 + D84)}{3} \quad Mz = 1.246$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \frac{D95 - D5}{6.6} \quad \sigma = 2.137$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \left[ \frac{D16 + D84 - (D50) \cdot 2}{2 \cdot (D84 - D16)} \right] + \frac{D5 + D95 - (D50) \cdot 2}{(D95 - D5) \cdot 2} \quad Sk = -0.21$$

Kurtosis

$$kg = \frac{(D95 - D5)}{2.44 \cdot (D75 - D25)} \quad kg = 0.619$$

Percentili di interesse

D5 = -2.034

D16 = -1.304

D25 = -0.691

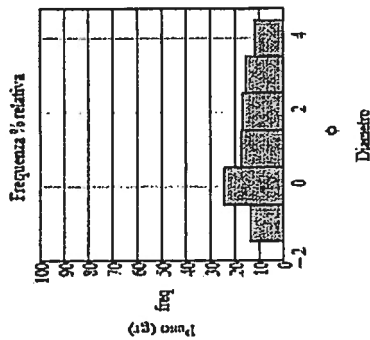
D50 = 1.555

D75 = 3.206

D84 = 3.488

D95 = 3.832

ST03



Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$Mz := \frac{(D16 + D50 + D84)}{3} \quad Mz = 0.838$$

Percentili di interesse

$$D5 = -1.365$$

$$D16 = -0.914$$

$$D25 = -0.546$$

$$D50 = 0.677$$

$$D75 = 2.175$$

$$D84 = 2.755$$

$$D95 = 3.582$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

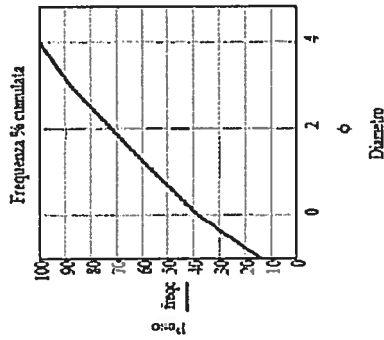
$$\sigma := \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \frac{D95 - D5}{6.6} \quad \sigma = 1.374$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk := \left[ \frac{D16 + D84 - (D50) \cdot 2}{2(D84 - D16)} \right] + \frac{D5 + D95 - (D50) \cdot 2}{(D95 - D5) \cdot 2} \quad Sk = 0.154$$

Kurtosis

$$kg := \frac{(D95 - D5)}{2.44(D75 - D25)} \quad kg = 0.745$$



ST04

Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\lambda_s := \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \lambda_s = 2.475$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma := \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 1.043$$

Asimmetria (Skewness):

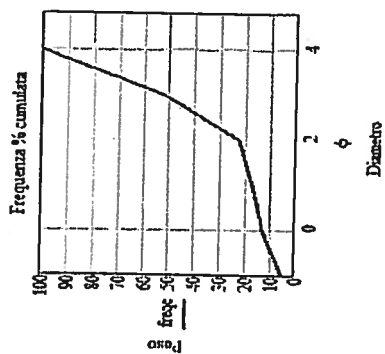
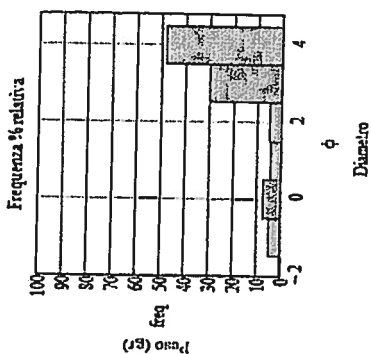
$$Sk := \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50} \cdot 2)}{2(D_{84} - D_{16})} \right] + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{95} - D_5)^2} \quad Sk = -0.351$$

Kurtosis

$$kg := \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44(D_{75} - D_{25})} \quad kg = 1.445$$

Percentili di interesse

D5 = -0.966  
D16 = 0.835  
D25 = 2.1  
D50 = 2.94  
D75 = 3.476  
D84 = 3.66  
D95 = 3.886



Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$Mz = \frac{(D16 + D50 + D84)}{3} \quad Mz = 1.945$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \frac{D95 - D5}{6.6} \quad \sigma = 1.714$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \frac{\left[ \frac{D16 + D84 - (D50)^2}{2(D84 - D16)} \right] + \frac{D5 + D95 - (D50)^2}{(D95 - D5)^2}}{2} \quad Sk = -0.538$$

Kurtosis

$$K_g = \frac{(D95 - D5)}{2.44(D75 - D25)} \quad K_g = 0.951$$

ST05

Percentili di interesse

D5 = -1.7

D16 = -0.334

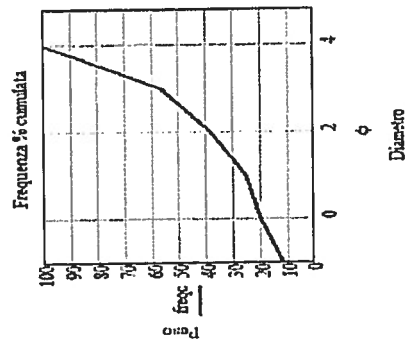
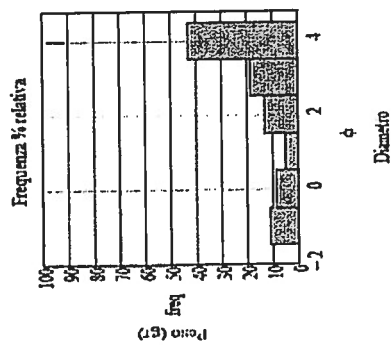
D25 = 1.016

D50 = 2.644

D75 = 3.419

D84 = 3.624

D95 = 3.875



ST106

**Calcolo dei parametri granulometrici :**

**Diametro medio (Mean size)**

$$\Delta Mz = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \Delta Mz = 3.048$$

**Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)**

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \cdot \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 0.2$$

**Asimmetria (Skewness):**

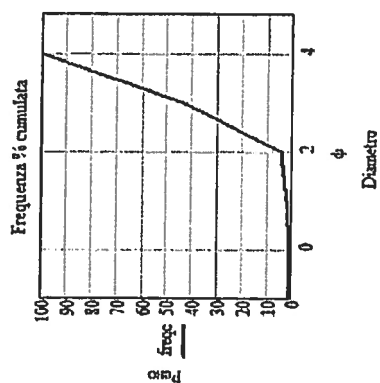
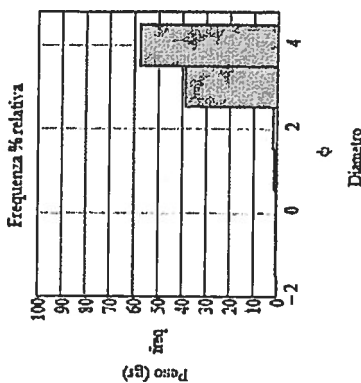
$$Sk = \frac{[D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2] \cdot D_5 + D_{95} - (D_{50}) \cdot 2}{2 \cdot (D_{84} - D_{16}) \cdot (D_{95} - D_5)^2} \quad Sk = -0.168$$

**Kurtosis**

$$Kk = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44 \cdot (D_{75} - D_{25})} \quad Kk = 0.758$$

**Percentili di interesse**

D5 = 2.023  
D16 = 2.508  
D25 = 2.54  
D50 = 3.124  
D75 = 3.556  
D84 = 3.712  
D95 = 3.902



SI07

**Calcolo dei parametri granulometrici :**

**Diametro medio (Mean size)**

$$\bar{x}_E = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \bar{x}_E = 2.881$$

**Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)**

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 0.268$$

**Asimmetria (Skewness):**

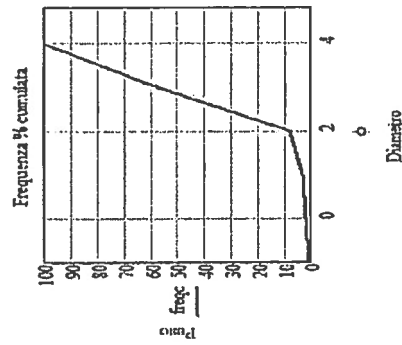
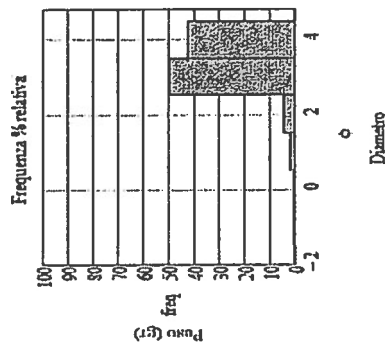
$$Sk = \frac{[D_{16} + D_{84} - (D_{50}) \cdot 2]}{3(D_{84} - D_{16})} + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50}) \cdot 2}{(D_{95} - D_5) \cdot 2} \quad Sk = -0.056$$

**Kurtosis**

$$k_g = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44(D_{75} - D_{25})} \quad k_g = 0.945$$

**Percentili di interesse**

D5 = 1.429  
D16 = 2.17  
D25 = 2.352  
D50 = 2.855  
D75 = 3.411  
D84 = 3.619  
D95 = 3.873





ST08

Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\lambda_{\bar{x}} = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \lambda_{\bar{x}} = 2.36$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 1.156$$

Asimmetria (Skewness):

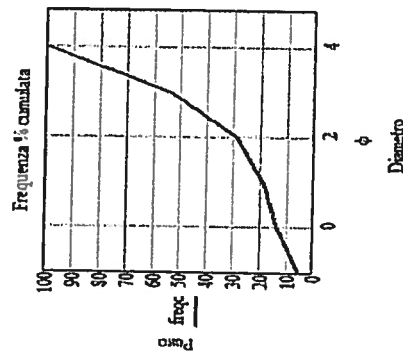
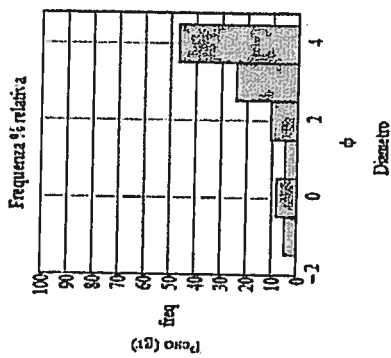
$$Sk = \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2}{2(D_{84} - D_{16})} + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{95} - D_5)^2} \right] \quad Sk = -0.537$$

Kurtosis

$$kg = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44(D_{75} - D_{25})} \quad kg = 1.094$$

Percentili di interesse

D5 = -0.976  
D16 = 0.564  
D25 = 1.639  
D50 = 2.866  
D75 = 3.459  
D84 = 3.65  
D95 = 3.883



**Calcolo dei parametri granulometrici :**
**Diametro medio (Mean size)**

$$Mz = \frac{(D16 + D50 + D84)}{3} \quad Mz = 2.388$$

**Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)**

$$\sigma = \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \frac{D95 - D5}{6.6} \quad \sigma = 1.252$$

**Asimmetria (Skewness):**

$$Sk = \frac{[D16 + D84 - (D50) \cdot 2]}{2(D84 - D16)} + \frac{D5 + D95 - (D50) \cdot 2}{(D95 - D5) \cdot 2} \quad Sk = -0.578$$

**Kurtosis**

$$kg = \frac{(D95 - D5)}{2.44(D15 - D25)} \quad kg = 1.509$$

SI09

**Percentili di interesse**

D5 = -1.498

D16 = 0.39

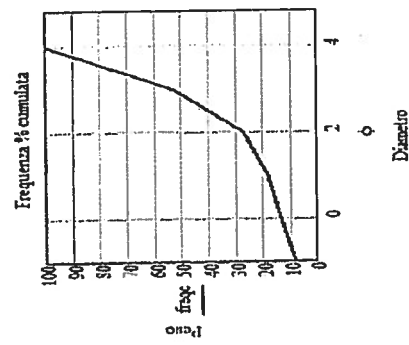
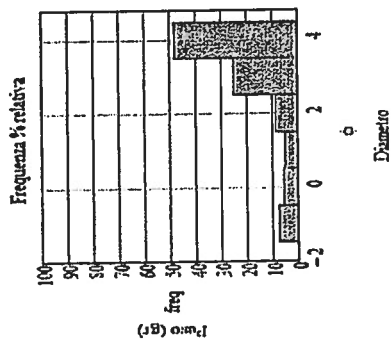
D25 = 1.787

D50 = 2.917

D75 = 3.473

D84 = 3.659

D95 = 3.885



Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\bar{Mz} = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \bar{Mz} = 1.423$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{85} - D_3}{6.6} \quad \sigma = 1.244$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2}{2(D_{84} - D_{16})} \right] + \frac{D_3 + D_{85} - (D_{50})^2}{(D_{85} - D_3)^2} \quad Sk = -0.18$$

Kurtosis

$$kg = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44(D_{75} - D_{25})} \quad kg = 0.744$$

SI10

Percentili di interesse

D5 = -1.083

D16 = -0.415

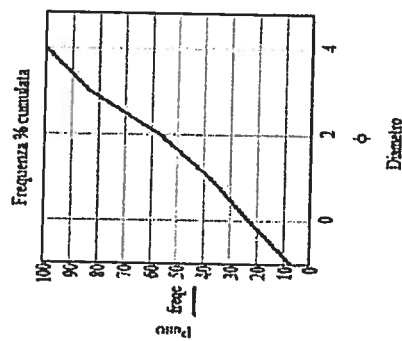
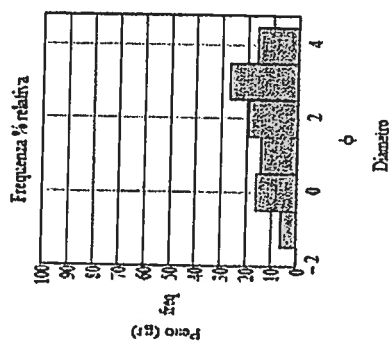
D25 = 0.153

D50 = 1.661

D75 = 2.682

D84 = 3.023

D95 = 3.687



Calcolo dei parametri granulometrici:

Diametro medio (Mean size)

$$\lambda_z = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \lambda_z = 1.125$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 1.317$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \frac{[D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2]}{2(D_{84} - D_{16})} + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{95} - D_5)^2} \quad Sk = 0.116$$

Kurtosis

$$kg = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44(D_{75} - D_{25})} \quad kg = 0.708$$

ST11

Percentili di interesse

D5 = -1.088

D16 = -0.654

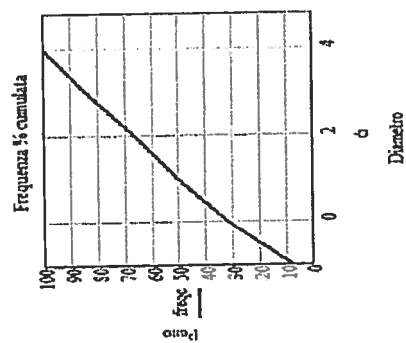
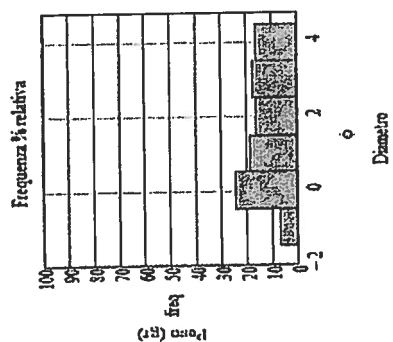
D25 = -0.263

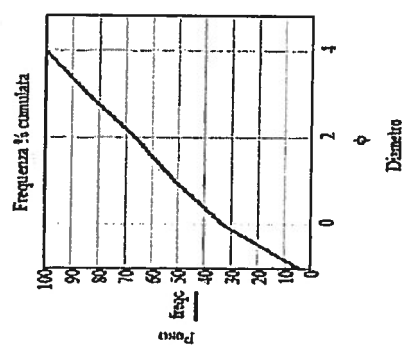
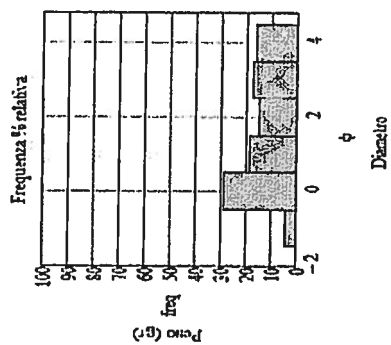
D50 = 0.995

D75 = 2.499

D84 = 3.009

D95 = 3.682





ST12

Percentili di interesse

D3 = -0.974

D16 = -0.391

D25 = -0.277

D30 = 0.924

D75 = 2.5

D84 = 3.022

D95 = 3.637

Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$Mz = \frac{(D16 + D30 + D84)}{3} \quad Mz = 1.118$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \frac{D95 - D5}{6.6} \quad \sigma = 1.276$$

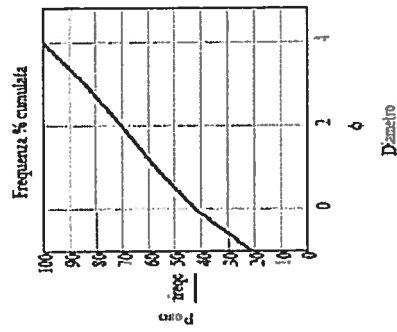
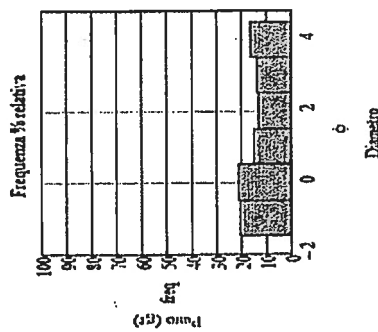
Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \left[ \frac{D16 + D84 - (D50)^2}{2(D84 - D16)} \right] + \frac{D5 + D95 - (D50)^2}{(D95 - D5)^2} \quad Sk = 0.174$$

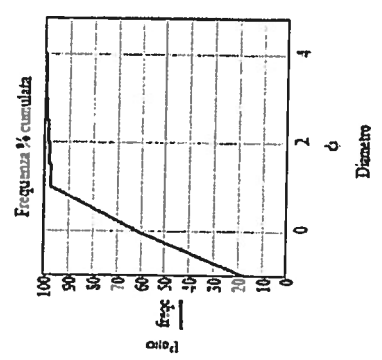
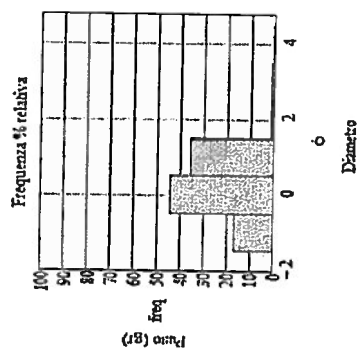
Kurtosis

$$Kk = \frac{(D95 - D5)}{2.44(D75 - D25)} \quad Kk = 0.633$$

ST13	Calcolo dei parametri granulometrici:
	<b>Diametro medio (Mean size)</b> $Mz = \frac{(D16 + D50 + D84)}{3} \quad Mz = 0.769$
	<b>Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)</b> $\sigma = \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \frac{D95 - D5}{6.6} \quad \sigma = 1.744$
	<b>Asimmetria (Skewness):</b> $Sk = \left[ \frac{D16 + D84 - (D50)^2}{2(D84 - D16)} \right] + \frac{D5 + D95 - (D50)^2}{(D95 - D5)^2} \quad Sk = 0.141$
	<b>Kurtosis</b> $K_g = \frac{(D95 - D5)}{2.44(D75 - D25)} \quad K_g = 0.705$
	<b>Percentili di interesse</b>
	D5 = -1.734
	D16 = -1.233
	D25 = -0.807
	D50 = 0.537
	D75 = 2.334
	D84 = 3.004
	D95 = 3.651



ST14	Calcolo dei parametri granulometrici :
	<b>Diametro medio (Mean size)</b>
	$\bar{M}_z = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \bar{M}_z = -0.214$
	<b>Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)</b>
	$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 0.28$
	<b>Asimmetria (Skewness):</b>
	$Sk = \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2}{2 \cdot (D_{84} - D_{16})} \right] + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{95} - D_5)^2} \quad Sk = 0.082$
	<b>Kurtosis</b>
	$Kk = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44 \cdot (D_{75} - D_{25})} \quad Kk = 0.756$
	<b>Percentili di interesse</b>
	D5 = -1.272
	D16 = -1.024
	D25 = -0.821
	D50 = -0.237
	D75 = 0.384
	D84 = 0.639
	D95 = 0.95



**STIS**

**Calcolo dei parametri granulometrici:**

**Diametro medio (Mean size)**

$$Mz = \frac{(D16 + D50 + D84)}{3} \quad Mz = 2.396$$

**Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)**

$$\sigma = \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \cdot \frac{D95 - D5}{6.6} \quad \sigma = 0.763$$

**Asimmetria (Skewness):**

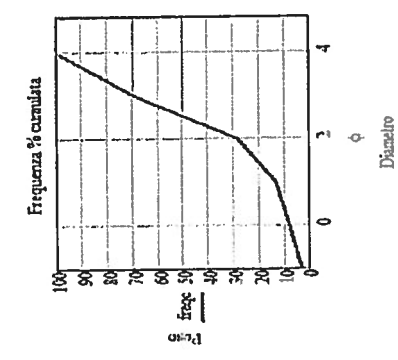
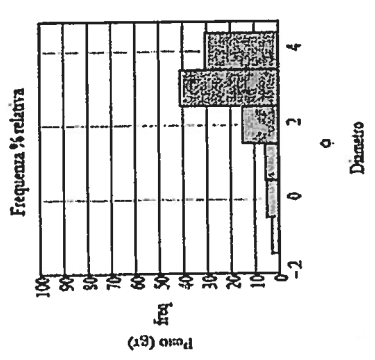
$$Sk = \left[ \frac{D16 + D84 - (D50) \cdot 2}{2 \cdot (D84 - D16)} \right] + \frac{D5 + D95 - (D50) \cdot 2}{(D95 - D5) \cdot 2} \quad Sk = -0.294$$

**Kurtosis**

$$kg = \frac{(D95 - D5)}{2.44 \cdot (D75 - D25)} \quad kg = 1.293$$

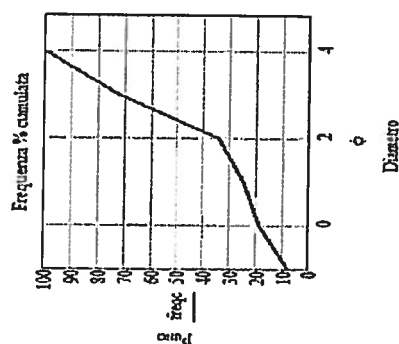
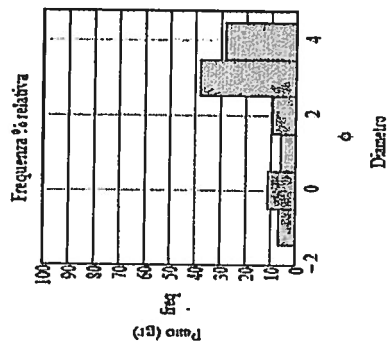
**Percentili di interesse**

D5 = -0.569  
D16 = 1.185  
D25 = 1.791  
D50 = 2.532  
D75 = 3.184  
D84 = 3.475  
D95 = 3.828





Percentili di interesse	STII6	Calcolo dei parametri granulometrici:
D5 = -1.176		Diametro medio (Mean size) $Mz = \frac{(D16 + D50 + D84)}{3} \quad Mz = 1.875$
D16 = -0.224		Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita) $\sigma = \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \frac{D95 - D5}{6.6} \quad \sigma = 1.33$
D25 = 1.046		Asimmetria (Skewness): $Sk = \left[ \frac{D16 + D84 - (D50)^2}{2 \cdot (D54 - D16)} \right] + \frac{D5 + D95 - (D50)^2}{(D95 - D5)^2} \quad Sk = -0.446$
D50 = 2.422		Kurtosis $Kg = \frac{(D95 - D5)}{2.44 \cdot (D75 - D25)} \quad Kg = 0.99$
D75 = 3.111		
D84 = 3.427		
D95 = 3.815		



ST17

Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\lambda_M = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \lambda_M = 1.415$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 1.887$$

Asimmetria (Skewness):

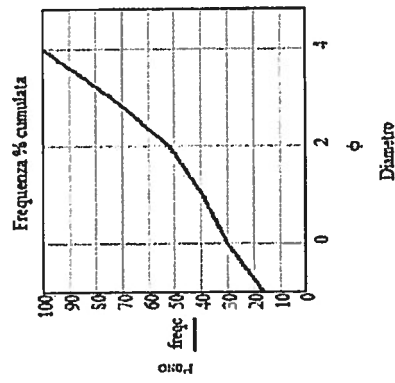
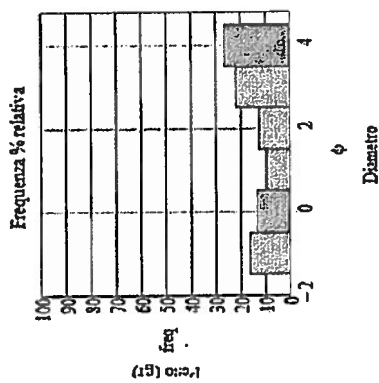
$$Sk = \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50} \cdot 2)}{2 \cdot (D_{84} - D_{16})} \right] + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50} \cdot 2)}{(D_{95} - D_5) \cdot 2} \quad Sk = -0.316$$

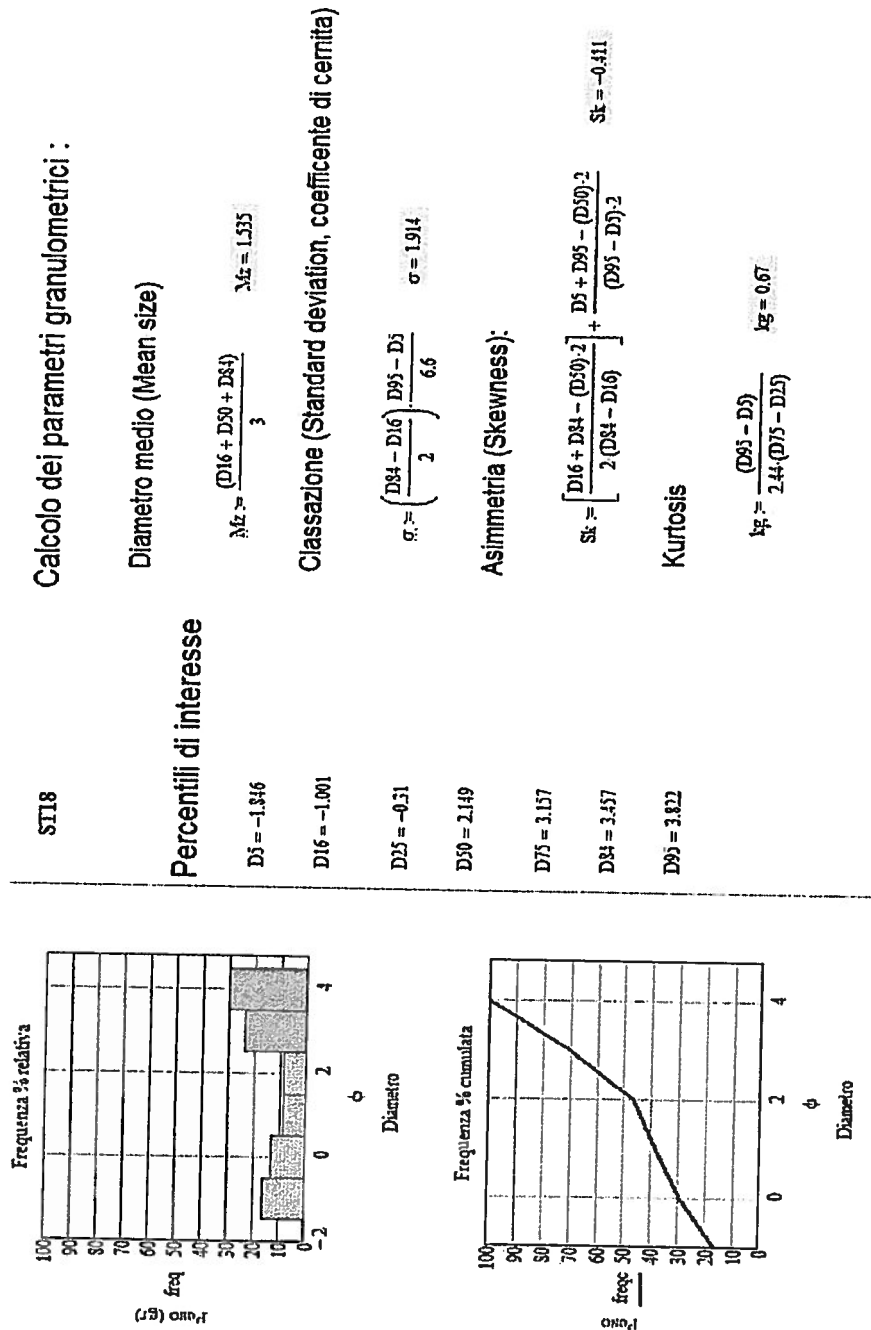
Kurtosis

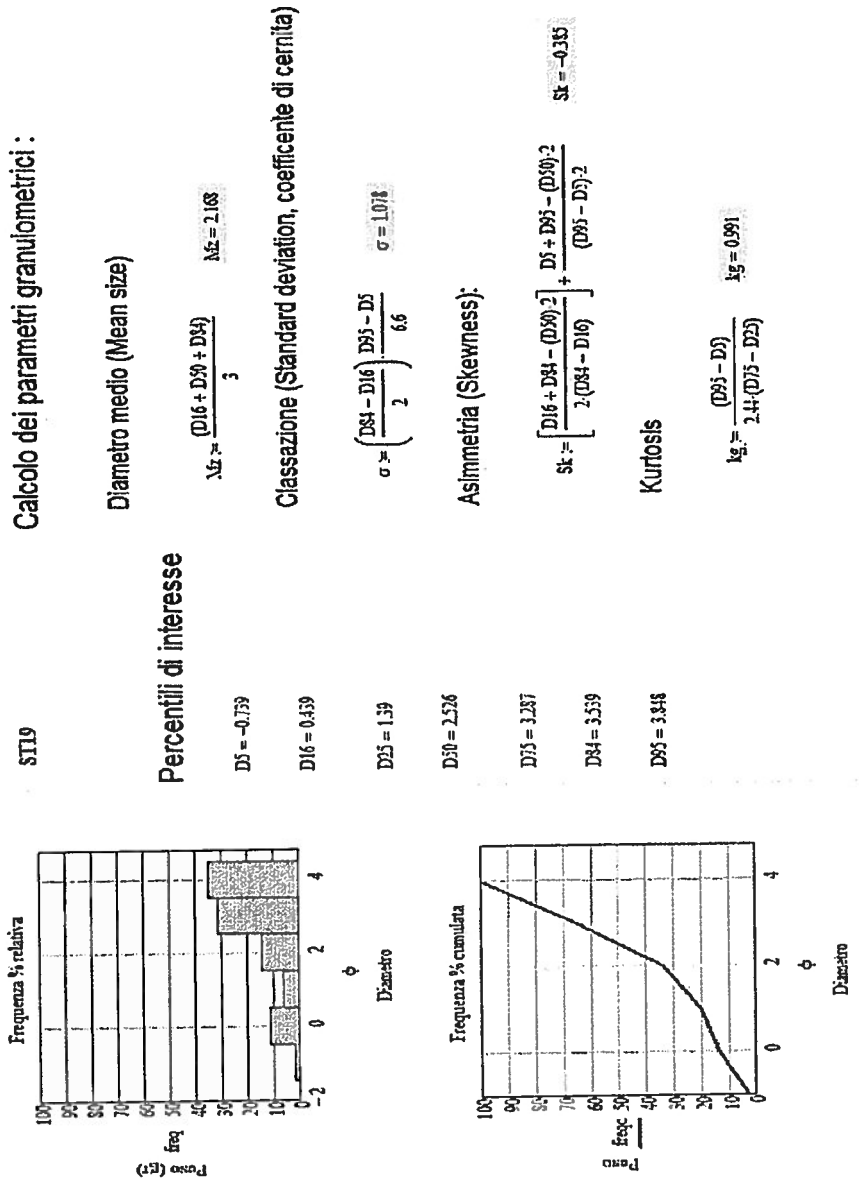
$$kg = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44 \cdot (D_{75} - D_{25})} \quad kg = 0.68$$

Percentili di interesse

D5 = -1.845  
D16 = -1.023  
D25 = -0.55  
D30 = 1.876  
D75 = 3.053  
D84 = 3.39  
D95 = 3.801







Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$Mz = \frac{(D16 + D50 + D84)}{3} \quad Mz = 1.557$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \frac{D95 - D5}{6.6} \quad \sigma = 1.319$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \left[ \frac{D16 + D84 - (D50 \cdot 2)}{2(D84 - D16)} \right] + \frac{D5 + D95 - (D50) \cdot 2}{(D95 - D5) \cdot 2} \quad Sk = -0.278$$

Kurtosis

$$Ks = \frac{(D95 - D5)}{2.44(D75 - D25)} \quad Ks = 0.716$$

ST20

Percentili di interesse

D5 = -1.055

D16 = -0.448

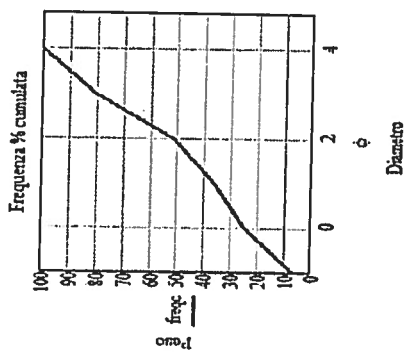
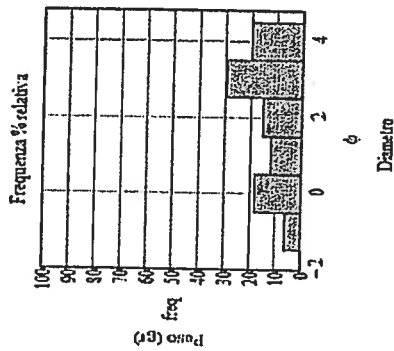
D25 = 0.075

D50 = 1.952

D75 = 2.819

D84 = 3.186

D95 = 3.738



STZ1

Calcolo dei parametri granulometrici:

Diametro medio (Mean size)

$$\bar{M}_z = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \bar{M}_z = 1.241$$

Percentili di interesse

D<sub>5</sub> = -1.051

D<sub>16</sub> = -0.571

D<sub>25</sub> = -0.179

D<sub>50</sub> = 1.284

D<sub>75</sub> = 2.612

D<sub>84</sub> = 2.999

D<sub>95</sub> = 3.679

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

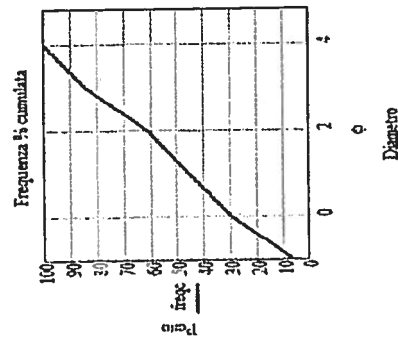
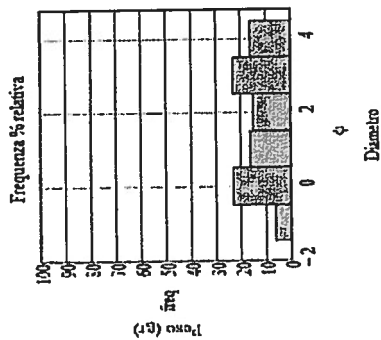
$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 1.279$$

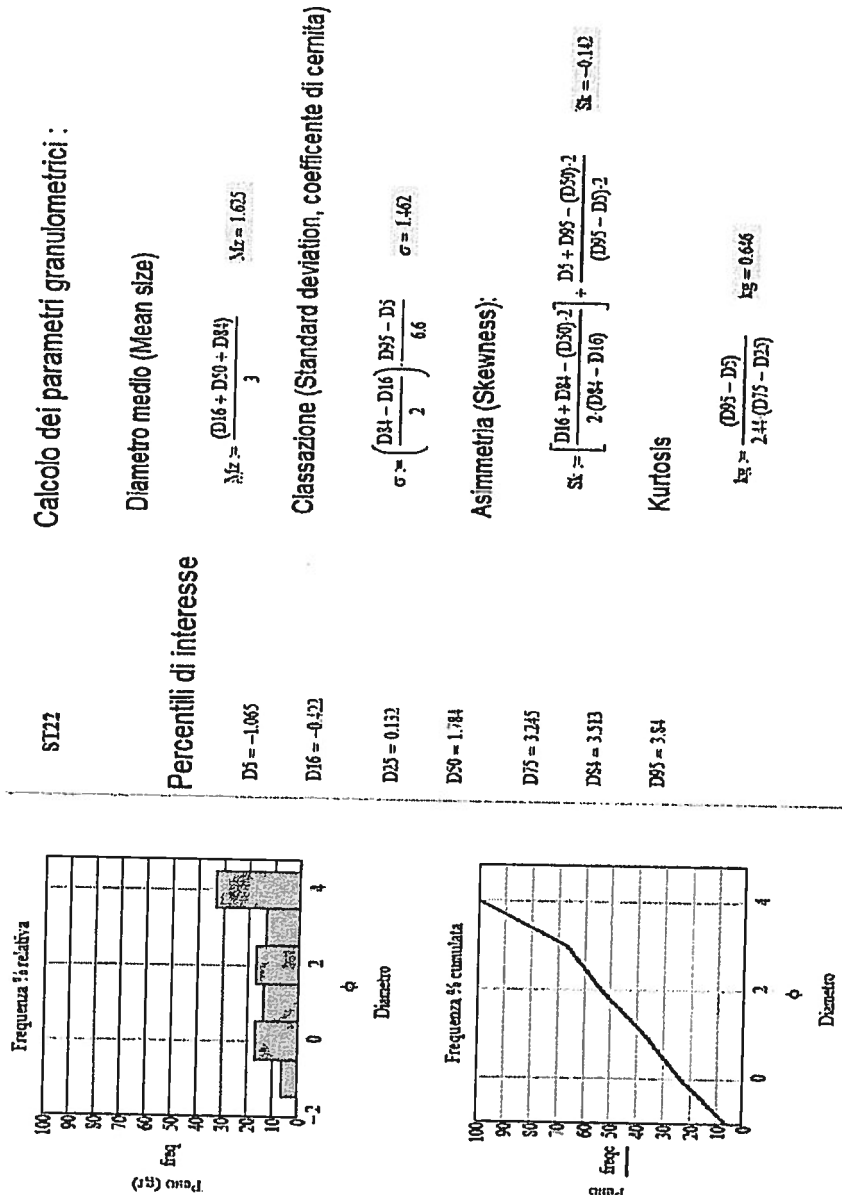
Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2}{2(D_{84} - D_{16})} \right] + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{95} - D_5)^2} \quad Sk = -0.018$$

Kurtosis

$$K_g = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44(D_{75} - D_{25})} \quad K_g = 0.695$$





Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\lambda_d = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \lambda_d = 1.525$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernia)

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{85} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 1.391$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50} \cdot 2)}{2(D_{84} - D_{16})} \right] + \frac{D_5 + D_{85} - (D_{50} \cdot 2)}{(D_{85} - D_5)^2} \quad Sk = -0.215$$

Kurtosis

$$k_g = \frac{(D_{85} - D_5)}{2.4(D_{85} - D_{16})} \quad k_g = 0.653$$

STZ3

Percentili di interesse

D5 = -1.641

D16 = -0.554

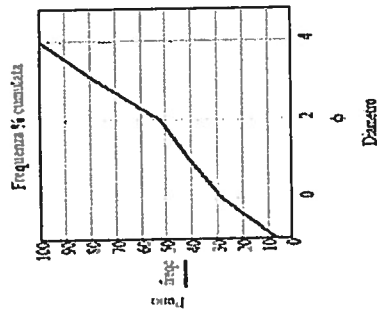
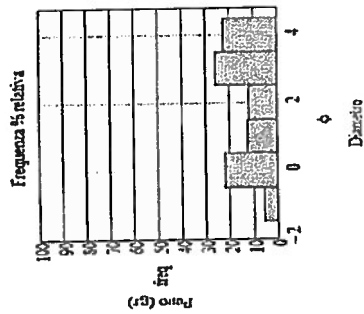
D25 = -0.119

D50 = 1.827

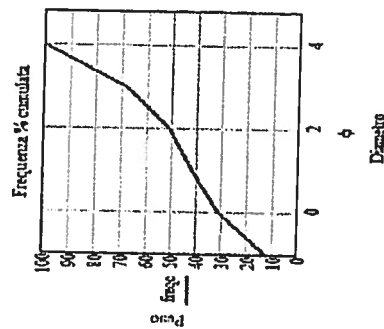
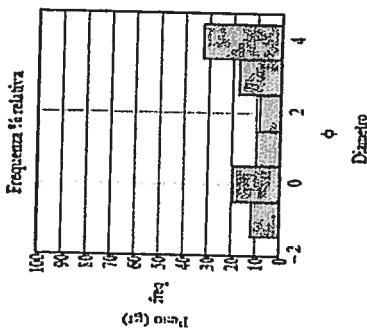
D75 = 2.859

D84 = 3.283

D85 = 3.768







ST24

Percentili di interesse

D5 = -1.364

D16 = -0.792

D25 = -0.324

D50 = 1.959

D75 = 3.225

D84 = 3.5

D95 = 3.826

Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\lambda_d = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \lambda_d = 1.556$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 1.691$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2}{2 \cdot (D_{84} - D_{16})} + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{95} - D_5)^2} \quad Sk = -0.28$$

Kurtosis

$$kg = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44 \cdot (D_{75} - D_{25})} \quad kg = 0.601$$

ST25

Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\lambda_x = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \lambda_x = 2.629$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{85} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 0.789$$

Asimmetria (Skewness):

$$sk = \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2}{2(D_{84} - D_{16})} \right] + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{85} - D_5)^2} \quad sk = -0.464$$

Kurtosis

$$kg = \frac{(D_{85} - D_5)}{2.44(D_{75} - D_{25})} \quad kg = 1.346$$

Percentili di interesse

D5 = -0.583

D16 = 1.312

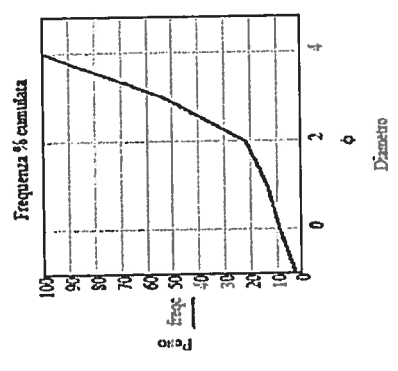
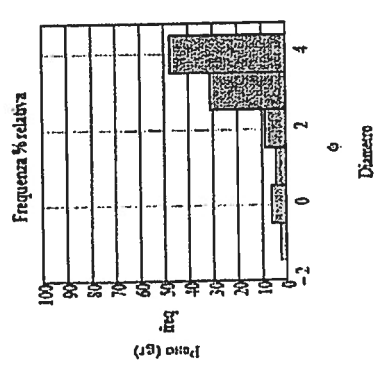
D25 = 2.106

D50 = 2.911

D75 = 3.465

D84 = 3.654

D95 = 3.884



Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\bar{x}_z = \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \bar{x}_z = 2.637$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_5}{6.6} \quad \sigma = 0.923$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2}{2(D_{84} - D_{16})} \right] + \frac{D_5 + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{95} - D_5)^2} \quad Sk = -0.611$$

Kurtosis

$$kg = \frac{(D_{95} - D_5)}{2.44(D_{75} - D_{25})} \quad kg = 1.415$$

STZ6

Percentili di interesse

D5 = 0.707

D16 = 1.071

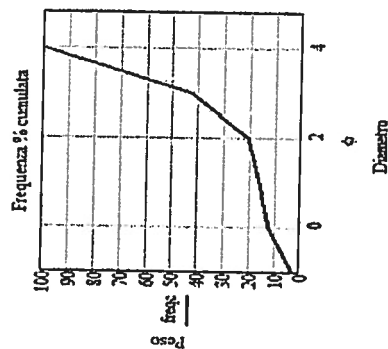
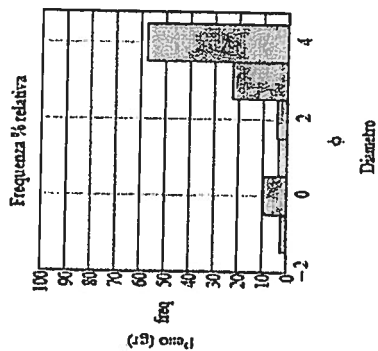
D25 = 2.223

D50 = 3.128

D75 = 3.558

D84 = 3.715

D95 = 3.902



ST27

Calcolo dei parametri granulometrici :

Diametro medio (Mean size)

$$\lambda_E := \frac{(D_{16} + D_{50} + D_{84})}{3} \quad \lambda_E = 2.98$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma := \left( \frac{D_{84} - D_{16}}{2} \right) \frac{D_{95} - D_{5}}{6.6} \quad \sigma = 0.583$$

Asimmetria (Skewness):

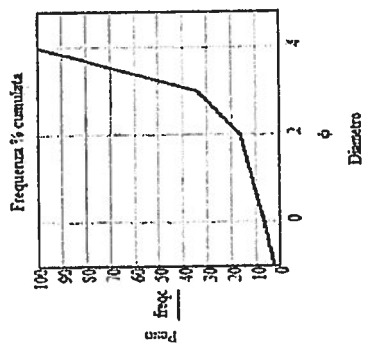
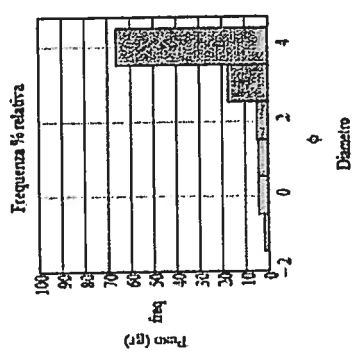
$$Sk := \left[ \frac{D_{16} + D_{84} - (D_{50})^2}{2 \cdot (D_{84} - D_{16})} \right] + \frac{D_{5} + D_{95} - (D_{50})^2}{(D_{95} - D_{5})^2} \quad Sk = -0.562$$

Kurtosis

$$kg := \frac{(D_{95} - D_{5})}{2 \cdot [(D_{75} - D_{25})^2]} \quad kg = 1.576$$

Percentili di interesse

D5 = -0.371  
D16 = 1.947  
D25 = 2.501  
D50 = 3.243  
D75 = 3.616  
D84 = 3.75  
D95 = 3.914



ST28

Calcolo dei parametri granulometrici:

Diametro medio (Mean size)

$$Mz = \frac{(D16 + D50 + D84)}{3} \quad Mz = 2.009$$

Classazione (Standard deviation, coefficiente di cernita)

$$\sigma = \left( \frac{D84 - D16}{2} \right) \frac{D85 - D5}{6.6} \quad \sigma = 1.502$$

Asimmetria (Skewness):

$$Sk = \left[ \frac{D16 + D84 - (D50) \cdot 2}{2(D84 - D16)} \right] + \frac{D5 + D95 - (D50) \cdot 2}{(D95 - D5) \cdot 2} \quad Sk = -0.566$$

Kurtosis

$$kg = \frac{(D95 - D5)}{2.44(D75 - D25)} \quad kg = 0.728$$

Percentili di interesse

D5 = -1.248  
D16 = -0.351  
D25 = 0.559  
D50 = 2.767  
D75 = 3.445  
D84 = 3.641  
D95 = 3.88

