

CRITERI GENERALI PER IL MONITORAGGIO DELLE OPERE DI DIFESA DELLA COSTA E DEGLI ABITATI COSTIERI E DI RIPASCIMENTO DEGLI ARENILI

PREMESSA

La Regione Liguria, ai sensi dell'art. 2, c.5 della L.R. n. 13/99, è chiamata a svolgere l'attività di indirizzo e di coordinamento in materia di protezione ed osservazione della costa e ripascimento degli arenili.

Al fine dell'esercizio efficace e positivo di tali funzioni, l'Amministrazione regionale ha assunto una serie di provvedimenti, di cui, in particolare, i "Criteri generali inerenti la progettazione e l'esecuzione delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili", approvati con D.G.R. n. 222 del 28/02/2003, che al paragrafo 3.8 individuano, in via generale, le modalità da seguire per il monitoraggio di dette opere al fine di verificarne l'impatto sulla dinamica costiera, sulle biocenosi presenti e sulla qualità delle acque.

Posto che è fondamentale effettuare un'adeguata verifica dell'efficacia degli interventi di difesa della costa dall'erosione e degli interventi strutturali di ripascimento anche in termini di incidenza sul litorale e sull'ambiente marino costiero, appare opportuno approfondire e meglio dettagliare gli aspetti relativi al monitoraggio degli interventi di che trattasi, da effettuare prima e dopo l'intervento.

I presenti criteri rappresentano, in particolare, il contenuto minimo essenziale del **Piano di monitoraggio delle opere di difesa della costa e di ripascimento degli arenili**, che deve essere già sviluppato in sede di progettazione dell'opera sul presupposto che il monitoraggio debba essere calibrato in funzione della tipologia dell'opera e dell'estensione areale del tratto di litorale interessato.

Il Piano, che potrà essere approfondito, caso per caso, in relazione agli impatti previsti dell'opera sul paraggio ed alle finalità della stessa, individua le azioni essenziali da intraprendere ad intervento ultimato. A tal fine il Piano ha ad oggetto i seguenti contenuti:

1. il monitoraggio della dinamica costiera;
2. il monitoraggio delle biocenosi;
3. il monitoraggio della qualità delle acque, qualora le opere comportino la delimitazione di specchi acquei a ridotto scambio idrico.

Costituiscono elaborati fondamentali del Piano la relazione tecnica descrittiva e la planimetria delle sezioni e dei punti di campionamento.

Relativamente al "**Monitoraggio della dinamica costiera**" i criteri rappresentano, altresì, specificazione tecnica per l'effettuazione delle indagini preliminari e propedeutiche alla progettazione delle opere di difesa della costa e di ripascimento degli arenili, previste nel Paragrafo 1 "Verifiche, rilievi ed indagini preliminari alla progettazione" dei citati criteri generali ex D.G.R. n. 222 /2003.

L'esecuzione del monitoraggio non può essere affidata ai progettisti ed ai direttori dei lavori degli interventi oggetto del monitoraggio medesimo.

1 MONITORAGGIO DELLA DINAMICA COSTIERA

Il monitoraggio della dinamica costiera implica l'effettuazione delle seguenti indagini da programmare e sviluppare secondo i seguenti criteri.

1.1 Estensione del monitoraggio

Estensione areale del monitoraggio

Il monitoraggio va esteso a tutto l'areale di possibile influenza dell'opera e va quindi calibrato in relazione all'entità ed alla tipologia dell'opera stessa. A tale scopo devono essere individuati:

- i limiti dell'unità fisiografica all'interno della quale insiste l'intervento;
- la profondità di chiusura della spiaggia sommersa.

Sulla base di questi elementi, da considerarsi come limiti dell'area da monitorare, sarà cura del progettista restringere l'area ad un paraggio costiero più ridotto motivando la scelta sulla base di opportune considerazioni tecniche.

Estensione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio deve svilupparsi per un tempo sufficiente ad una corretta valutazione degli effetti sul litorale e dell'efficacia dell'intervento: almeno 3 anni dopo la conclusione dei lavori per interventi di piccola entità (ripascimenti di spiaggia, risistemazione di opere costiere, etc..) e almeno 5 anni per interventi comportanti nuove opere fisse (costruzione di pennelli, barriere, nuove spiagge).

1.2 Rilievi planoaltimetrici

Rilievo della linea di riva

Il rilievo va effettuato con cadenza minima annuale tramite qualsiasi metodo che garantisca una precisione minima di ± 20 cm (GPS ad alta precisione, fotogrammetria, topografia).

Il rilievo va effettuato dopo le mareggiate invernali e prima degli interventi di risistemazione delle spiagge, che precedono la stagione balneare.

Rilievo del profilo della spiaggia emersa.

Il Piano deve prevedere l'individuazione di un congruo numero di profili morfologici trasversali, perpendicolari alla linea di riva. L'ubicazione dei profili deve essere scelta in modo tale da rappresentare la spiaggia emersa in tutta la sua estensione anche in relazione alla presenza di opere fisse (pennelli, barriere, moli). La metodologia di rilievo morfologico potrà essere scelta dal progettista, in ogni caso dovranno essere indicate la posizione delle creste della berme ordinarie e di tempesta, l'estensione della battigia, lo scalino di battigia. In sede di elaborazione dovranno essere indicati $d_{Cbo} - d_{Cbt} - q_{Cbo} - q_{Cbt} - \varepsilon - \mu$, secondo lo schema proposto nell'Allegato 1 (Carobene & Brambati, 1975) al presente documento.

Elementi a corredo dei rilievi planoaltimetrici

A corredo dei rilievi planoaltimetrici devono essere indicate:

- le caratteristiche dell'ultima mareggiata che ha interessato il litorale precedentemente al rilevamento, in termini di altezza d'onda al largo e direzione del moto ondoso;
- per ogni campagna di rilevamento della spiaggia l'ora e il giorno di rilievo, il livello medio mare (comprensivo di correzione di marea lunisolare e atmosferica).

Capisaldi

Il Piano deve prevedere che, in occasione della prima campagna di monitoraggio, vengano individuati i capisaldi di inizio dei profili di spiaggia, da posizionare in corrispondenza di strutture fisse e inamovibili e da individuare chiaramente sul terreno. Le relative monografie, contenenti le coordinate spaziali e la descrizione inequivocabile della posizione dei capisaldi, dovranno essere fornite alla Regione insieme ai dati del monitoraggio.

1.3 Rilievi batimetrici

Il Piano di Monitoraggio deve prevedere un rilievo batimetrico, che va esteso a tutto l'areale interessato dalla dinamica sedimentaria (di cui al par. 1.1 - Estensione del monitoraggio) dalla linea di battigia fino alla profondità di chiusura della spiaggia sommersa, considerando un'ondazione con tempo di ritorno annuale.

Può essere utilizzata qualsiasi metodologia di rilievo che consenta la precisione prevista dalla scala del rilievo (ecoscandaglio con posizionamento GPS, multibeam, ecc.).

La scala del rilievo dipende dall'entità dell'intervento e dalla complessità della morfologia del fondale. La griglia di rilievo può variare da 5 metri per analisi molto dettagliate, con restituzione grafica alla scala 1:500 per esempio nei pressi di un'opera fissa, fino a 50 metri, con restituzione in scala 1:5000 per zone di fondale omogeneo. Date le finalità del monitoraggio non è ammessa una griglia di rilievo più ampia tranne che in situazioni particolari che sarà cura del progettista dimostrare ed evidenziare.

Nel caso di rilievo tramite profili batimetrici è necessario che i profili siano posizionati in continuità con quelli di spiaggia emersa, ove presenti.

1.4 Monitoraggio sedimentologico

Il monitoraggio sedimentologico prevede la caratterizzazione della spiaggia emersa e sommersa tramite il prelievo e l'analisi di campioni e la misura di alcuni parametri sedimentologici in conformità a quanto previsto nei criteri seguenti.

Campionamento

I campioni vanno prelevati in congruo numero e la loro ubicazione deve essere scelta in base alle finalità del monitoraggio, quindi dove le indicazioni dedotte dalle analisi possono essere più utili.

Il Piano deve fornire al soggetto incaricato del monitoraggio i criteri per la scelta dei punti di campionamento in relazione alla morfologia della spiaggia e dei risultati degli stessi campionamenti.

In generale:

- Spiaggia emersa: il campione va prelevato sulla battigia, possibilmente al centro di ogni eventuale falcatura minore presente sulla spiaggia. Nel caso di presenza di morfologie cuspidate il campione di battigia va prelevato al centro della concavità. Occorre prelevare solo i primi 2-3 centimetri di spessore, campionando, pertanto, le lamine di sedimento espressione del moto ondoso in atto al momento del prelievo. Se ritenuto utile in sede di esecuzione del monitoraggio, sulla spiaggia emersa vanno misurati i centili della berma ordinaria e delle eventuali berme di tempesta presenti.
- Spiaggia sommersa: l'ubicazione dei campioni va scelta sulla base delle caratteristiche morfologiche del fondale in corrispondenza di particolari elementi morfologici quali barre, trugoli ovvero laddove vi siano significative variazioni della morfologia, fino alla profondità di chiusura della spiaggia. Qualora nei rilievi successivi al primo si evidenzino zone di accumulo o erosione del fondale, è opportuno che alcuni campioni vengano ubicati in tali zone. La spaziatura dei campioni deve consentire la caratterizzazione completa della spiaggia sommersa. Il campionamento va effettuato prelevando la porzione superficiale del fondale.

Analisi granulometriche

Le analisi granulometriche sui campioni prelevati secondo le modalità sopra descritte devono essere eseguite con la metodologia prevista dalla norma UNI EN 933-1.

A tale scopo va utilizzata una batteria di setacci a intervallo 1 ϕ . Qualora ricorrano circostanze particolari, per esempio fondali sabbiosi molto omogenei, al fine di discriminare in maniera più dettagliata le classi granulometriche, è opportuno prevedere l'utilizzo di una batteria di setacci ad intervallo $\frac{1}{2} \phi$.

I setacci vanno scelti opportunamente in modo da rappresentare il sedimento nella sua completezza. Il crivello di diametro superiore va, quindi, scelto in base alla dimensione massima dei granuli presenti nel campione da analizzare (vedi norma UNI EN 933-1).

2 MONITORAGGIO DELLE BIOCENOSI COSTIERE

Qualora risulti necessario il monitoraggio delle biocenosi costiere, possono essere svolte una o più delle seguenti attività di indagine:

- descrizione dei fondali lungo transetti, da documentare tramite riprese video e fotografie di punti notevoli;
- mappatura dei fondali, da effettuarsi attraverso indagini elettroacustiche (side scan sonar, multibeam) e mosaicatura dei relativi sonogrammi;
- conteggi o censimenti su aree standard, finalizzati alla definizione dello stato delle praterie di fanerogame o di popolamenti di substrato duro. Per la caratterizzazione qualitativa dei posidonieti si dovrà fare riferimento alla metodologia di cui alla Deliberazione della Giunta regionale n.773 del 04/07/2003;
- "balisage" (marcatura) del limite superiore e inferiore delle praterie di Posidonia;
- censimenti visuali della fauna ittica.

Ai fini della redazione del monitoraggio delle biocenosi costiere, occorre fare riferimento alla "Mappatura dei principali popolamenti marino-costieri della Liguria" in scala 1:10.000

edita e continuamente aggiornata dalla Regione, disponibile in formato GIS (formato *esri* o *mapinfo*). Tale cartografia deve essere utilizzata, unitamente alla bibliografia disponibile, come base di riferimento per le attività di approfondimento e di verifica sul campo.

La scelta della o delle tecniche di indagine viene effettuata dal professionista incaricato dell'esecuzione del monitoraggio in funzione dell'estensione dell'area e delle caratteristiche naturalistiche desumibili dalla documentazione di riferimento.

Il Piano deve contenere una descrizione del sistema di posizionamento dei dati (estremi dei transetti, georeferenziazione di raster e grid, punti balisage, punti censimenti, punti foto), che deve permettere una precisione del rilievo non inferiore ai 2 metri.

3 MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELLE ACQUE

Nel caso in cui gli interventi comportino la delimitazione di specchi acquei a ridotto scambio idrico, il Piano prevede la definizione dei punti di campionamento, secondo gli standard stabiliti dalla normativa vigente sulle acque di balneazione, per la determinazione periodica di parametri quali:

- Ossigeno disciolto
- Trasparenza
- Coliformi fecali
- Streptococchi fecali.

4 RESTITUZIONE DEI DATI

4.1 Dinamica costiera

I dati raccolti nel corso del **monitoraggio della dinamica costiera** (topografico, batimetrico, sedimentologico), vanno resi in formato compatibile con gli standard della Regione Liguria in forma di triplette x,y,z, e in forma di elaborati grafici georiferiti secondo gli standard:

- Coordinate metriche Gauss-Boaga fuso ovest (datum Roma 1940)
- Coordinate metriche UTM, fuso 32 (datum WGS 84).

La restituzione dei risultati delle analisi granulometriche, in particolare, deve essere effettuata secondo il modello di cui all'Allegato 2 al presente documento.

Occorre, inoltre, allegare una tabella riassuntiva dei dati secondo il modello di cui all'Allegato 3, dove le classi granulometriche rappresentate sono indicative e dipendono dal tipo di sedimento analizzato.

Non sono, invece, necessarie elaborazioni dati e valutazioni, in quanto i dati di monitoraggio verranno inseriti nel sistema regionale ed ivi elaborati.

Ai risultati dei Rilievi Planoaltimetrici devono essere allegate le monografie dei **capisaldi** di inizio dei profili di spiaggia, individuati in occasione della prima campagna di rilievi, contenenti le coordinate spaziali e la descrizione inequivocabile della posizione dei capisaldi stessi.

4.2 Biocenosi

Per quanto attiene ai risultati del **monitoraggio delle biocenosi**, tutto il materiale cartografico deve essere fornito anche in versione numerica (GIS o autocad) e georiferito in uno dei seguenti sistemi di riferimento:

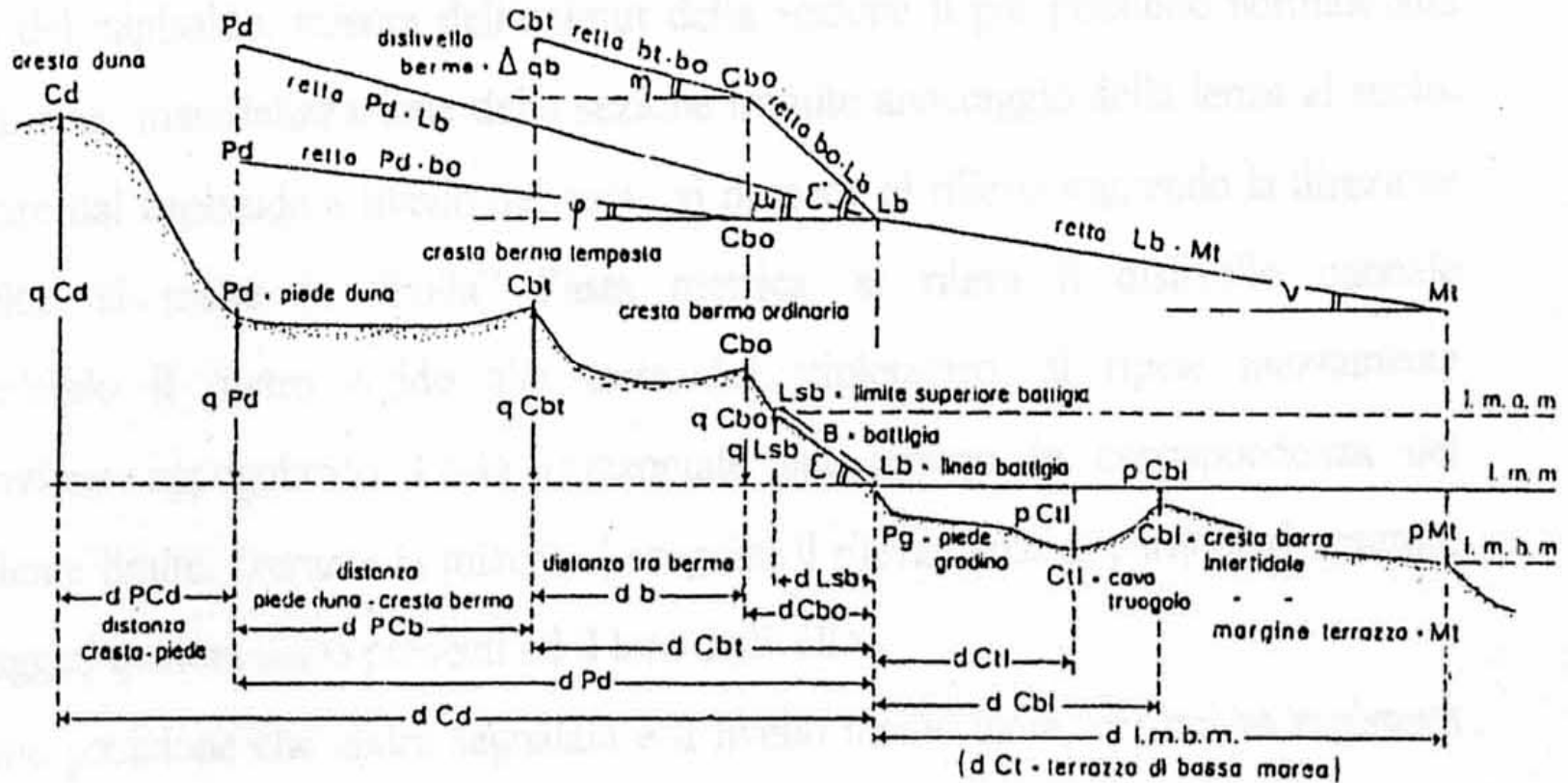
- Coordinate metriche Gauss-Boaga fuso ovest (datum Roma 1940);
- Coordinate metriche UTM, fuso 32 (datum WGS 84).

Tutto il materiale iconografico (foto e video) deve essere fornito anche in versione digitale, in formato compatibile con i sistemi della Regione Liguria.

ALLEGATO 1

Schema per lo studio della morfologia della spiaggia emersa
(da Carobene L., Brambati A., 1975 - in Boll. Soc. Geol. It. n. 94)

SCHEMA PER LO STUDIO DELLA MORFOLOGIA
DELLA SPIAGGIA EMERSA E INTERTIDALE



Quote degli elementi morfologici rispetto al I. m. m. : $q Lsb, q Cbo, q Cbt, q Pd, q Cd$

Profondità - - - - - : $p CtI, p Cbl, p Mt$

Distanze - - - - - dalla linea di battigia : $d Lsb, d Cbo, d Cbt, d Pd, d Cd, d CtI, d Cbl, d Mt$

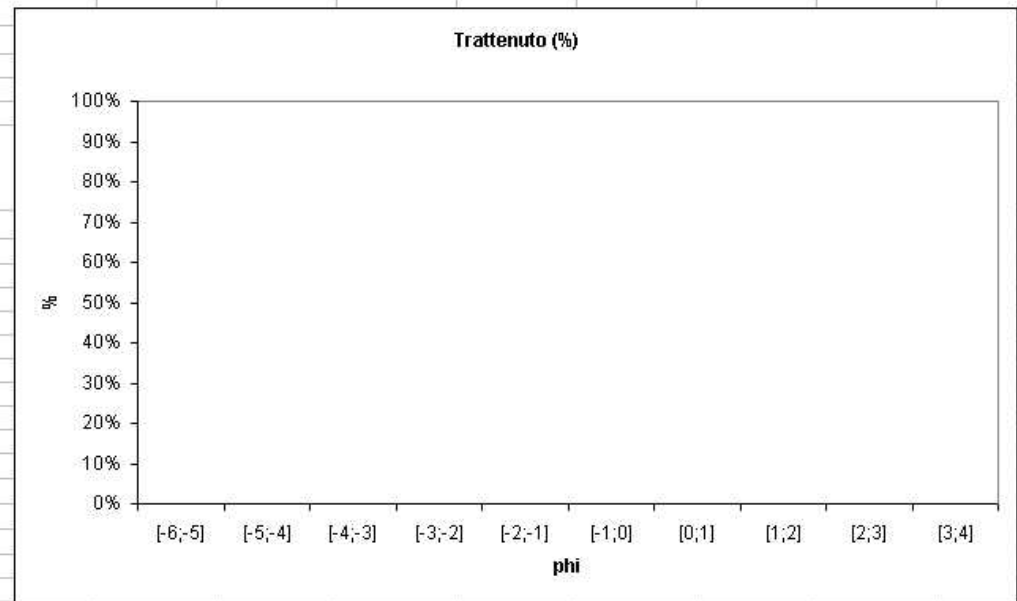
Inclinazioni di B e delle rette $bo-Lb, bt-bo, Pd-Lb, Pd-bo; Lb-Mt$: $\epsilon, \epsilon', \eta, \mu, \phi; \nu$

ALLEGATO 2

Schema per la restituzione dei dati delle analisi granulometriche

SITO DI CAMPIONAMENTO	"
Punto di prelievo	"
N° campione	"
Data di campionamento	"

phi	Diametro setaccio (mm)	Trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Trattenuto cumulato (%)	Passante cumulato (%)	range
-6	64					<-6
-5	32					[-6;-5]
-4	16					[-5;-4]
-3	8					[-4;-3]
-2	4					[-3;-2]
-1	2					[-2;-1]
0	1					[-1;0]
1	0.5					[0;1]
2	0.25					[1;2]
3	0.125					[2;3]
4	0.063					[3;4]
Passante al 0.063 mm						
Totale analizzato (g)						



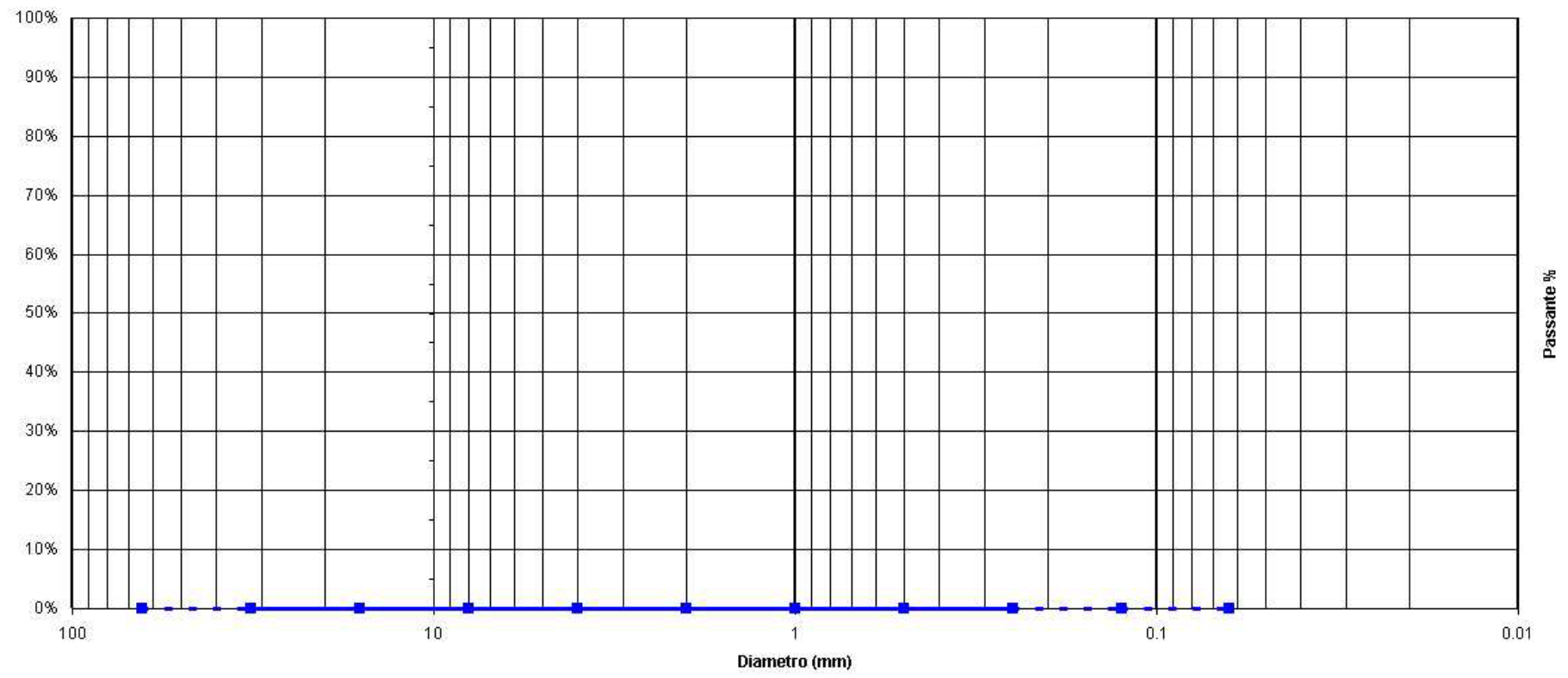
DIAMETRO MEDIO (di Folk & Ward):	$M = (\phi_{84} + \phi_{50} + \phi_{16})/3 =$
CLASSAZIONE (di Folk & Ward):	$s = (\phi_{84} - \phi_{16})/4 + (\phi_{95} - \phi_5)/6,6$
Inclusive graphic SKEWNESS (di Folk & Ward) :	Sk1=

SITO DI CAMPIONAMENTO	"				N° campione	"									
Punto di prelievo	"				Data di campionamento	"									

Percentili della curva granulometrica

d(mm)															
cumulata	1%	5%	10%	15%	16%	25%	35%	45%	50%	55%	65%	75%	84%	85%	95%
phi (φ)															

Curva granulometrica al passante



ALLEGATO 3

Tabella riassuntiva dei dati granulometrici sui campioni di sedimento

Allegato 3 – Esempio di tabella riassuntiva dei dati granulometrici

Sigla campione	Data	X	Y	Z	> 4 mm	> 2 mm	> 1 mm	> 500 μ	> 250 μ	> 125 μ	> 63 μ	fondo	Ms	D ₅₀	σ	Sk1
		m	m	m	%	%	%	%	%	%	%	%	mm	mm		

Parametri

D₅₀ = diametro medio

$$Ms = \frac{\varphi_{84} + \varphi_{50} + \varphi_{16}}{3} = \text{Diametro medio (Folk \& Ward, 1957)}$$

$$\sigma = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6.6} = \text{Classazione (Folk \& Ward, 1957):}$$

$$Sk1 = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{84} - 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{84} - \varphi_{16})} + \frac{\varphi_5 + \varphi_{95} - 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)} = \text{Inclusive Graphic Skewness di Folk \& Ward (1957):}$$