



COMUNE DI MONTE ARGENTARIO



INTERVENTI DI MASSIMA URGENZA DI RIPASCIMENTO ARTIFICIALE DEGLI ARENILI DI SILURIPEDIO, MARINELLA, CANTONIERA E POZZARELLO IN LOC. PORTO SANTO STEFANO

COMMITTENTE:

COMUNE DI MONTE ARGENTARIO



PROGETTISTI:

Dott. Geol. Massimo Fanti



Ing. Matteo Tanzini
Ing. Giada Bonacchi
Ing. Alberto Rabai



RILIEVI TOPOGRAFICI E BATIMETRICI:

Geom. Marco Bisdomini
Geom. Davide Racloppi
Dott. Geol. Luigi Guidarini

COLLABORATORI:

Ing. Chiara Chiostrini
Ing. Simone Galardini



SPIAGGE POZZARELLO - CANTONIERA - MARINELLA - SILURIPEDIO
RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DEGLI INTERVENTI
DI RIPASCIMENTO DI MASSIMA URGENZA

NOME FILE: RELAZIONE TECNICA INTERVENTI DI RIPASCIMENTO DI MASSIMA URGENZA POZZARELLO_CANTONIERA_MARINELLA_SILURIPEDIO.pdf

ELABORATO:

AGG.:	DATA:	DESCRIZIONE:	AGG.:	DATA:	DESCRIZIONE:
01	27/04/2015				

I N D I C E

1.	PREMESSA.....	2
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	2
3.	DATI DI PROGETTO	4
3.1	CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI CHIUSURA	7
4.	RIPASCIMENTO ARTIFICIALE	7
4.1	CALCOLO DEL VOLUME DI RIPASCIMENTO	10
4.2	INTERVENTO SPIAGGIA SILURIPEDIO	13
4.3	INTERVENTO SPIAGGIA MARINELLA	17
4.4	INTERVENTO SPIAGGIA CANTONIERA.....	20
4.5	INTERVENTO SPIAGGIA POZZARELLO	23



1. PREMESSA

A seguito della mareggiata dei primi di Marzo, in alcuni arenili tra il Promontorio dell'Argentario e il Tombolo della Giannella, in loc. Porto Santo Stefano in Comune di Monte Argentario (GR), si sono verificati ingenti danni e in particolare un rilevante arretramento della linea di riva.

A tal proposito, con il presente progetto, l'amministrazione comunale intende valutare un intervento di massima urgenza di trasporto di materiale idoneo al ripascimento per mettere al sicuro le quattro spiagge di Siluripedio, Cantoniera, Pozzarello e Marinella per la loro fruizione estiva, almeno per ripristinare le condizioni antecedenti la recente mareggiata.

Vista la concomitante realizzazione di progetti di manutenzione straordinaria per la salvaguardia e la protezione da fenomeni erosivi dei suddetti arenili, e di altri nello stesso tratto di costa analizzato, si utilizzano per il dimensionamento di questi interventi di massima urgenza le caratteristiche del moto ondoso e del trasporto solido ricavate dallo studio meteo marino alla base della suddetta progettazione, il rilievo batimetrico e le analisi granulometriche realizzate su campioni significativi delle spiagge in oggetto.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Gli arenili oggetto del presente studio per la manutenzione straordinaria tramite realizzazione di ripascimenti artificiali sono la spiaggia di Siluripedio, Cantoniera, Pozzarello e Marinella, a prevalente composizione sabbiosa, localizzati tra il Promontorio dell'Argentario e il Tombolo della Giannella, nell'area costiera meridionale della Toscana, in particolare nella parte di ponente della Laguna di Orbetello.

L'ubicazione dei tratti di arenile sono rappresentati nelle figure seguenti.

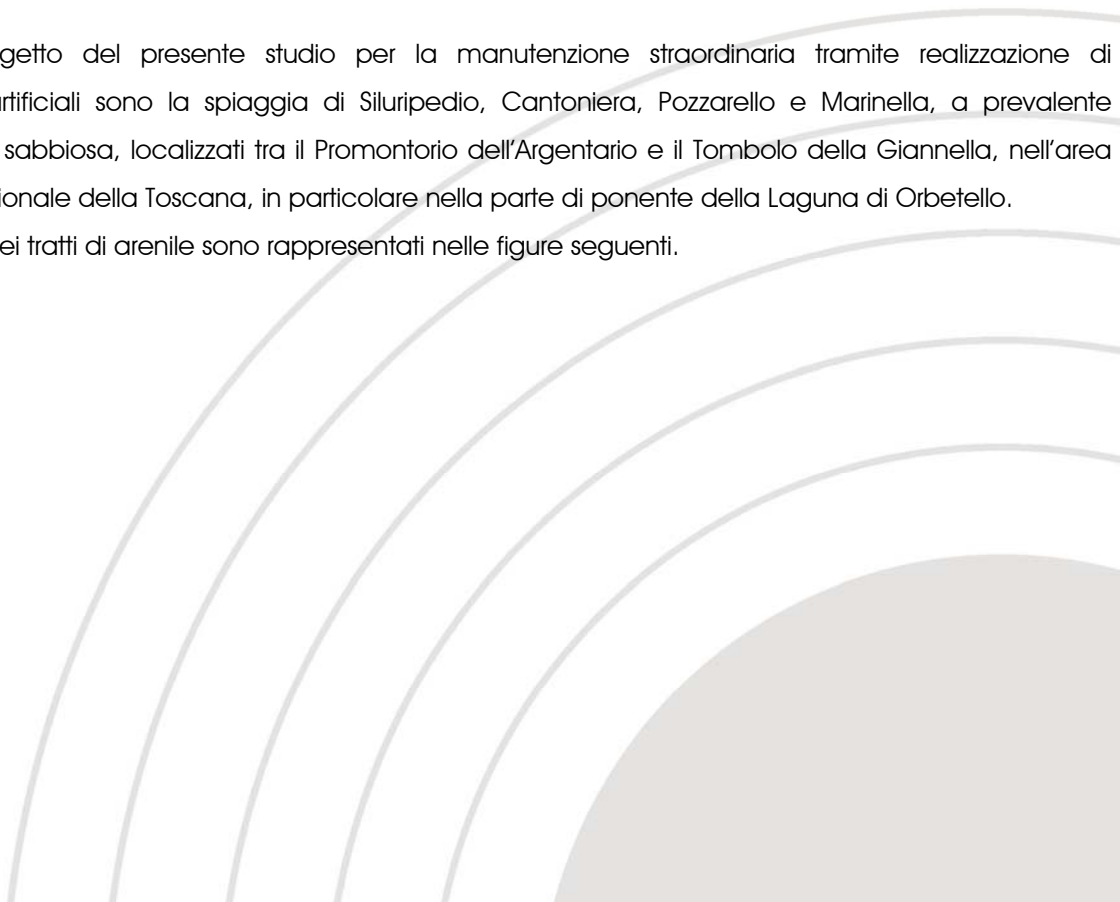




Figura 1 – Inquadramento geografico dell'area d'interesse (fonte immagine: Google Earth).



Figura 2 – Ubicazione degli arenili di intervento (fonte immagine: Google Earth).

3. DATI DI PROGETTO

Dalla definizione delle caratteristiche del moto ondoso e delle correnti lungo gli arenili oggetto d'interesse ricavate dallo studio meteo marino, sono state ottenute le altezze d'onda in funzione del loro periodo di ritorno, ovvero del tempo durante il quale esse possono essere uguagliate o superate mediamente una sola volta, nel settore di traversia scelto:

settore 260°-290°	
Tr	Hs,max (m)
10	2.67093
20	4.30206
30	5.2562
50	6.45829
100	8.08941

Tabella 1 – Altezza d'onda significativa in funzione del tempo di ritorno per il settore di provenienza scelto (260° - 290°)

Si assume un'altezza d'onda a largo corrispondente a un tempo di ritorno pari a 30 anni per il tipo di intervento che si va a progettare. Pertanto i dati di progetto per tutti e tre gli arenili in oggetto, accomunati dallo stesso clima meteo marino, sono i seguenti:

$H_0 = 5,25 \text{ m}$	Altezza d'onda a largo;
$T_p = 9,17 \text{ s}$	Periodo di picco caratteristico dell'onda;
$\theta_{0-N} = 275^\circ\text{N}$	Direzione di provenienza dell'onda a largo;
$\omega = \frac{2\pi}{T} = 0,69 \text{ Hz}$	Pulsazione dell'onda
$L_0 = 1,56 \cdot T^2 = 131,19 \text{ m}$	Lunghezza d'onda a largo

I valori calcolati in acque profonde sopra riportati sono stati utilizzati per determinare le condizioni estreme in prossimità della costa e più precisamente in corrispondenza delle quote dove sono localizzati gli interventi degli arenili oggetto del progetto, ovvero in condizioni di acque basse.

L'energia e la direzione delle onde in prossimità della costa non sono eguali a quelle al largo, per le trasformazioni che esse subiscono, nel movimento dall'acqua profonda verso i bassi fondali: l'interazione con il fondale decrescente induce una modifica delle caratteristiche come altezza e lunghezza d'onda; quest'ultima nel movimento verso costa si riduce generando un aumento della ripidità (rapporto H/L); il

fenomeno continua fin quando non si raggiunge una condizione di instabilità e l'onda frange dissipando energia.

Da questo punto in poi, le caratteristiche del moto ondoso non sono più riconducibili alla teoria lineare dello shoaling, e quindi bisogna far riferimento ai criteri per la determinazione del frangimento.

Il valore da attribuire all'onda di progetto scaturisce dalle condizioni di frangimento.

Per la determinazione dell'altezza d'onda, funzione della profondità del fondale marino e di altri parametri relativi alla morfologia trasversale della spiaggia, si possono utilizzare tre formule come indicato in letteratura: quella di Goda (relativa alle onde regolari), quelle di *Kamphuis* (per onde irregolari) e quella di *Mc Cowan & Munk*:

Goda:

$$H_b = 0,17 \cdot L_0 \left[1 - \exp \left(- \frac{1,5\pi d}{L_0} \cdot \left(1 + 15m^{\frac{4}{3}} \right) \right) \right]$$

dove:

H_b = Altezza d'onda al frangimento;

L_0 = Lunghezza d'onda a largo;

d = Profondità;

m = Pendenza media del fondale.

All'altezza d'onda così ottenuta sommiamo un setup di 0,50 m, e non 0,70 m, in quanto l'espressione di Goda tiene conto intrinsecamente di una quota parte del sovrizzo dovuto a marea, vento e onde.

Kamphuis:

$$H_b = 0,0955 \cdot \exp(4,0 \cdot m) \cdot L_{pd} \cdot \tanh \left(\frac{2\pi d}{L_{pd}} \right)$$

dove:

H_b = Altezza d'onda al frangimento;

L_{pd} = lunghezza d'onda calcolata con il periodo di picco nel punto di frangimento;

d = Profondità;

m = Pendenza media del fondale.

Per la determinazione della lunghezza d'onda corrispondente ad una profondità specifica, è necessario stabilire se tale punto è situato in acque intermedie o in acque basse.

Si determina la lunghezza d'onda che si ha al limite tra acque intermedie e acque basse e quindi la profondità limite corrispondente:

$$L_s = \frac{gT^2}{20}$$

$$d_s = \frac{L_s}{20}$$

A tale altezza si somma un valore di setup di 0,7 m.

Kamphuis semplificato:

$$H_b = 0,56 \cdot \exp(3,5 \cdot m) \cdot d$$

dove:

H_b = Altezza d'onda al frangimento;

d = Profondità;

m = Pendenza media del fondale.

A tale altezza si somma un valore di setup di 0,7 m.

Mc Cowan & Munk

$$H_b = 0,78 \cdot d$$

dove:

H_b = Altezza d'onda al frangimento;

d = Profondità.

A tale altezza si somma il valore del setup pari al 10% dell'altezza d'onda al largo.

Si assume poi un'altezza a frangimento di progetto a favore di sicurezza tra quelle ottenute dai metodi sopra spiegati.

3.1 CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI CHIUSURA

In letteratura si definisce profondità di chiusura (indicata generalmente con DoC oppure Hc), la profondità oltre la quale non si hanno cambiamenti significativi della batimetria né alcun trasporto di sedimenti significativo per un dato o caratteristico intervallo di tempo. Generalmente si fa riferimento ad un orizzonte temporale annuale, per cui la profondità di chiusura calcolata è quella con valenza annuale.

Il calcolo della profondità di chiusura viene affrontato utilizzando formula di Hallermeier (1978, 1981):

$$DoC = 2.28h^* - 68.5 \left(\frac{h^{*2}}{gT_p^{*2}} \right)$$

dove h^* è l'altezza d'onda di frangimento, non disponendo di dati per ricavare l'altezza d'onda significativa al largo con frequenza di accadimento pari a 12 ore/anno, T_p^* è il periodo di picco corrispondente all'onda di frangimento e g l'accelerazione di gravità.

4. RIPASCIMENTO ARTIFICIALE

I litorali sabbiosi e la costa più in generale è un ambiente molto delicato e spesso in equilibrio instabile, per cui ogni piccola modifica o intervento può generare squilibri tanto nel medio che nel lungo termine. È risaputo infatti che qualsiasi opera realizzata lungo la costa può costituire un ostacolo al propagarsi del moto ondoso e al conseguente trasporto solido, e pertanto, interagendo con essi può dar luogo ad effetti di vario genere, causando alterazioni del litorale in zone limitrofe a quella di intervento.

È fondamentale pertanto attuare delle strategie di intervento che siano compatibili con lo stato dei luoghi e che non producano effetti collaterali in aree limitrofe; difatti se non opportunamente analizzati gli interventi possono contrastare la naturale dinamica costiera, favorendo lo spostamento delle problematiche riscontrate nelle zone contigue a quella d'intervento. Pertanto gli interventi di ripascimento artificiale non possono essere attuati con il rifornimento completo di materiale proveniente da aree limitrofe, che verrebbero probabilmente a trovarsi in condizione di deficit di sedimento.

L'intervento di ripascimento consiste nello sversamento di sedimenti di idonea granulometria e proprietà tessiturali in tratti di litorale in erosione, al fine di produrre un avanzamento della linea di costa.

In fase di sversamento il materiale per il ripascimento generalmente viene disposto secondo un profilo più ripido rispetto a quello d'equilibrio, creando una perturbazione temporanea della linea di costa;

successivamente la dinamica costiera modella il ripascimento sia in direzione longitudinale che trasversale, facendolo tendere al profilo di equilibrio teorico.

I principali parametri da cui dipendono i meccanismi di modellamento longitudinale e trasversale sono l'altezza d'onda al frangimento, il diametro medio del sedimento da versare, l'estensione del ripascimento ed i coefficienti di overfill e di ripascimento.

In effetti, la scelta del materiale di riporto per un ripascimento artificiale costituisce un'operazione delicata che richiede il rispetto di alcune condizioni derivanti dal confronto tra la granulometria del materiale di riporto e quella del materiale originario. Infatti, nell'ipotesi che il materiale di riporto abbia la stessa granulometria del materiale originario (o che sia leggermente più grossolano), il volume di progetto potrà essere calcolato considerando trascurabili le perdite di materiale di riporto dovute a diversità di comportamento sotto l'azione del moto ondoso (processi di rimozione e di selezione dei sedimenti). L'utilizzo di materiale più fine comporterà invece, sotto l'azione del moto ondoso, la perdita di quantità anche considerevoli di sedimenti di cui si dovrà tener conto maggiorando adeguatamente i quantitativi di apporto calcolati nell'ipotesi di uniformità di caratteristiche tra materiale di ripascimento e materiale originario.

Coefficiente di overfill

Il coefficiente di overfill RA, calcolato da James (1975), viene riportato solitamente in forma grafica, con riferimento alle seguenti grandezze:

RA: numero stimato di metri cubi di materiale richiesto per produrre un metro cubo di materiale di spiaggia quando la spiaggia è in condizioni compatibili con il materiale originario;

σ_ϕ : deviazione standard della distribuzione granulometrica del campione in unità ϕ

$$\sigma_\phi = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{2}$$

M_ϕ : diametro medio della distribuzione granulometrica del campione in unità ϕ

$$M_\phi = \frac{\Phi_{84} + \Phi_{16}}{2}$$

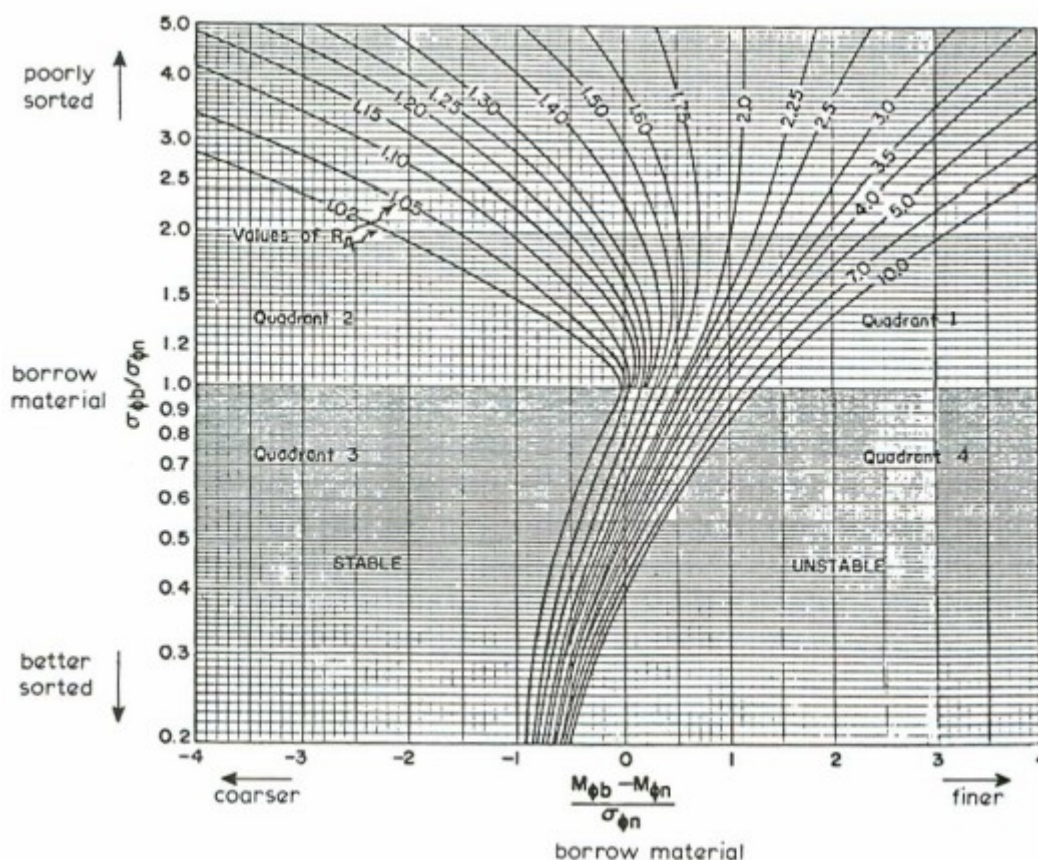


Figura 3 - Coefficiente di overfill Ra

Coefficiente di ripascimento

Un secondo coefficiente, che interessa la durata a lungo termine del ripascimento, riguarda l'incremento della frequenza degli apporti di sedimento rispetto al caso di invarianza del sedimento di riporto rispetto a quello nativo. Infatti, la diversa dimensione dei sedimenti implica un diverso tempo di residenza del materiale nella zona interessata dal ripascimento. Tale coefficiente, indicato con RJ, è deducibile graficamente e rappresenta l'incremento della frequenza di ripascimento rispetto alla condizione di invarianza del sedimento di riporto rispetto a quello di origine.

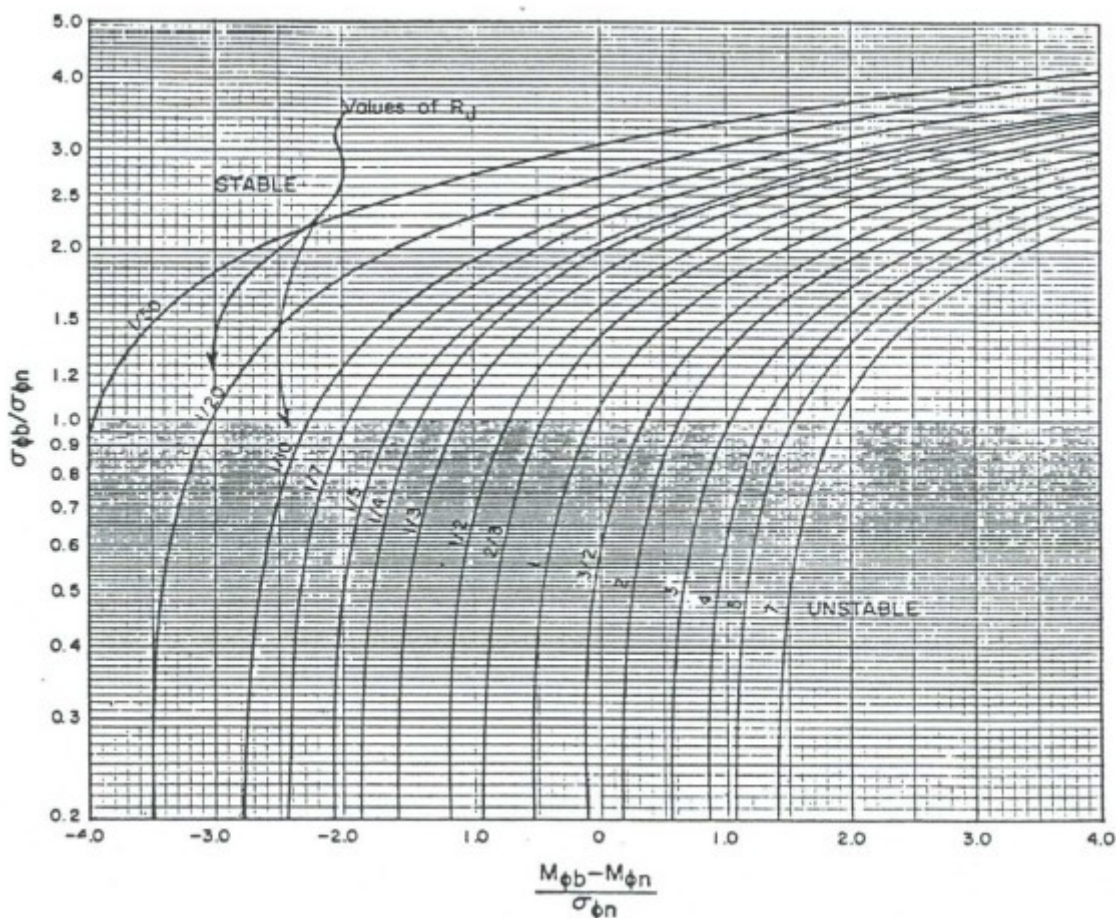


Figura 4 - Coefficiente di ripascimento R_j

4.1 CALCOLO DEL VOLUME DI RIPASCIMENTO

Per determinare il volume di materiale necessario al ripascimento di una spiaggia è possibile utilizzare la teoria sviluppata da Dean (1991). Bruun (1954) sviluppò una semplice equazione per la determinazione del profilo d'equilibrio della spiaggia e per mettere in relazione la profondità dell'acqua h alla distanza offshore (verso mare) x :

$$h = A x^m$$

con A parametro dimensionale, detto fattore di forma e che dipende dalle caratteristiche del materiale del fondo, ed m parametro che assume valore di $2/3$.

La semplice legge ipotizzata da Bruun fu supportata da Dean (1977) che mostrò come il coefficiente di forma potesse essere rapportato alla velocità di caduta del sedimento dalla legge seguente:

$$A = 0,067w^{0,44}$$

Questo fattore di forma A fu relazionato al diametro dei sedimenti utilizzando le equazioni sviluppate da Hallermeier (1981):

$$w = 14 D^{1,1}$$

con w espressa in cm/sec e D diametro medio dei sedimenti espresso in mm. Il fattore di forma A può quindi essere espresso in funzione del diametro medio D delle particelle, dalla seguente:

$$A = 0,21D^{0,48}$$

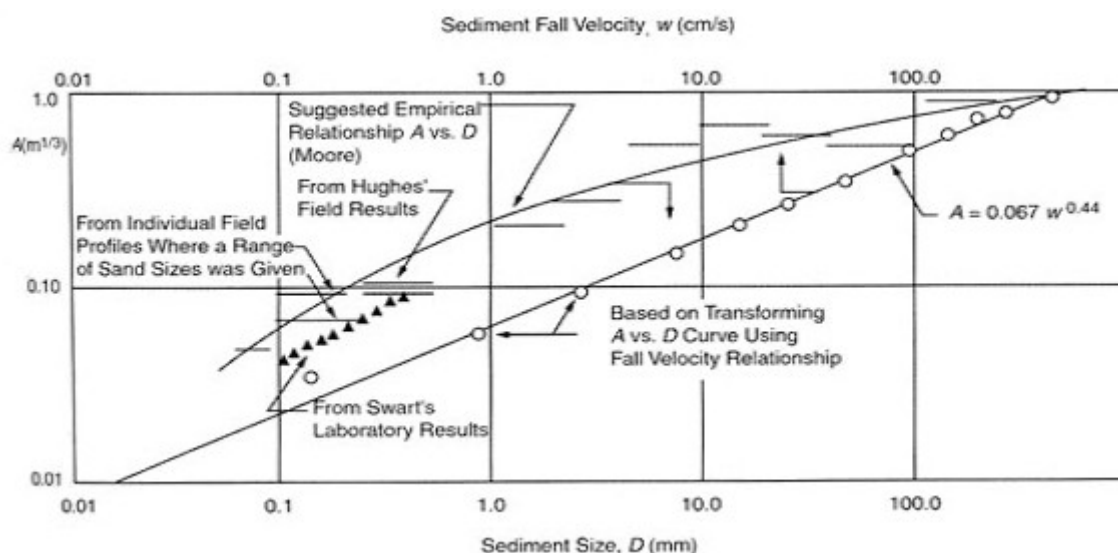


Figura 5 - Relazione tra il fattore di forma A il diametro medio dei granuli D e la velocità di sedimentazione w (Dean, 1987 e Moore, 1982)

Dean (1991) definisce tre tipi base di profili di ripascimento:

- "Intersecting profile" dove il profilo conseguente al ripascimento interseca il profilo originario;
- "Non-intersecting profile" dove il profilo del ripascimento non interseca il profilo originario prima della profondità di chiusura;
- "Submerged profile" dove dopo l'equilibrio non c'è spiaggia emersa.

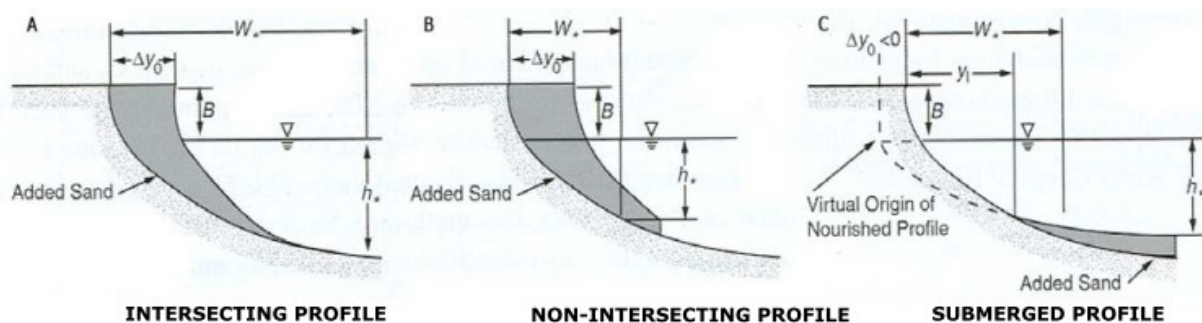


Figura 6 - Tipi base di profili di ripascimento (Dean 1991)

Dean mostra che un profilo è "Intersecting" o "Non-intersecting" secondo che si verifica:

$$Y = \left(\frac{A_N}{H} \right)^{3/2} + \left(\frac{A_N}{A_F} \right)^{3/2} < 1, \text{ Intersecting Profiles}$$

$$Y = \left(\frac{A_N}{H} \right)^{3/2} + \left(\frac{A_N}{A_F} \right)^{3/2} > 1, \text{ Non-intersecting Profiles}$$

Con H profondità di chiusura (DoC), A_N valore di A riferito al sedimento originario (native) e A_F valore di A riferito al sedimento di ripascimento (filling). I volumi per unità di lunghezza di materiale da ripascimento per un profilo "non intersecting" e un profilo "intersecting" sono dati rispettivamente dalle seguenti equazioni:

$$V = YB + \frac{3}{5} H^{5/2} \left[\left[\frac{Y}{H^{3/2}} + \left(\frac{1}{A_F} \right)^{3/2} \right]^{5/3} A_N - \left(\frac{1}{A_F} \right)^{3/2} \right]$$

$$V = BY + \frac{\frac{3}{5} A_N Y^{5/3}}{\left[1 - \left(\frac{A_N}{A_F} \right)^{3/2} \right]^{2/3}}$$

con B altezza della berna e Y avanzamento della spiaggia.

$$V = YB + \frac{3}{5} H^{\frac{5}{2}} \left[\frac{Y}{H^{\frac{3}{2}}} + \left(\frac{1}{A_F} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{5}{3}} A_N - \left(\frac{1}{A_F} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

$$V = BY + \frac{\frac{3}{5} A_N Y^{\frac{5}{3}}}{\left[1 - \left(\frac{A_N}{A_F} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}}}$$

4.2 INTERVENTO SPIAGGIA SILURIPEDIO

La spiaggia di Siluripedio è ubicata fra i toponimi della C.T.R. di Punta della Madonnetta e Lividona ed è rappresentato da un piccolo arenile esposto a Nord ed in generale alle agitazioni di moto ondoso provenienti dal primo quadrante.



Figura 7 – Ubicazione cartografica del punto d'intervento



Figura 8 – Vista aerea del punto di intervento 1 (fonte Google Earth)

Sull'arenile di Siluripedio sono stati prelevati due campioni di sedimenti, su cui è stata effettuata l'analisi granulometrica, i cui risultati sono riportati in allegato alla presente relazione; vista l'omogeneità del materiale rilevato, per caratterizzare dimensionalmente il sedimento, si è proceduto con la media dei diametri significativi dei campioni. In entrambi i casi le sabbie dei campioni prelevati, in base alle proprietà chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche, risultano classificabili in categoria A1, che prevede, secondo il Manuale ICRAM, le seguenti possibilità di gestione:

Classe	Opzioni di gestione
A1	Sabbie (pelite < 10%) da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: <ol style="list-style-type: none">1. Ripascimento di arenili (previa verifica compatibilità con il sito di destinazione);2. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero comprese le deposizioni finalizzate al ripristino della spiaggia sommersa;3. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale;4. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente);5. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata);6. Immersione in mare.

Sulla base delle curve granulometriche dei campioni prelevati sull'arenile di Siluripedio, mediate fra loro (in tabella N=native), si scelgono le caratteristiche del materiale da cava da riportare (in tabella F=filling), così da calcolare i coefficienti di overfill e di ripascimento correttivi dei volumi di sversamento che risultano dall'applicazione della teoria di Dean per ottenere un avanzamento della linea di riva di circa **1 m** rispetto all'attuale; si preferisce l'utilizzo di sabbia proveniente da cave di prestito piuttosto che da tratti limitrofi in deposito per non turbare l'instabile equilibrio raggiunto in un tratto di arenile di grande interesse turistico.

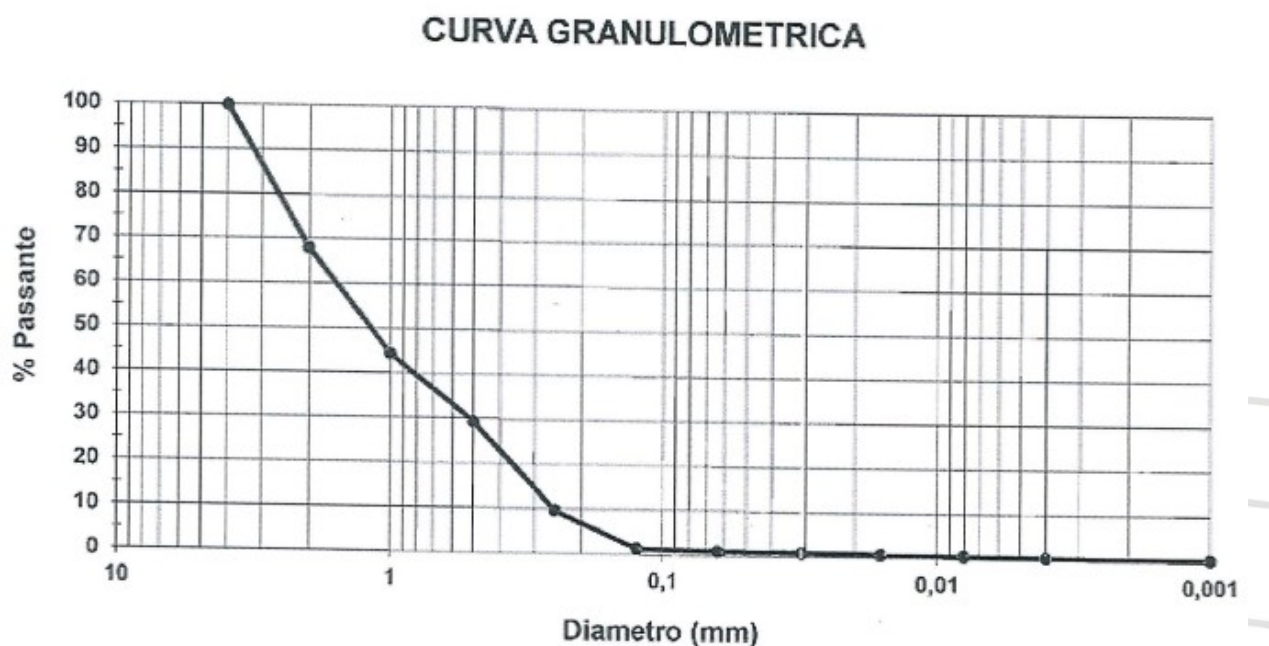


Figura 9 – Curva granulometrica del campione 1 prelevato nell'arenile di Siluripedio

CURVA GRANULOMETRICA

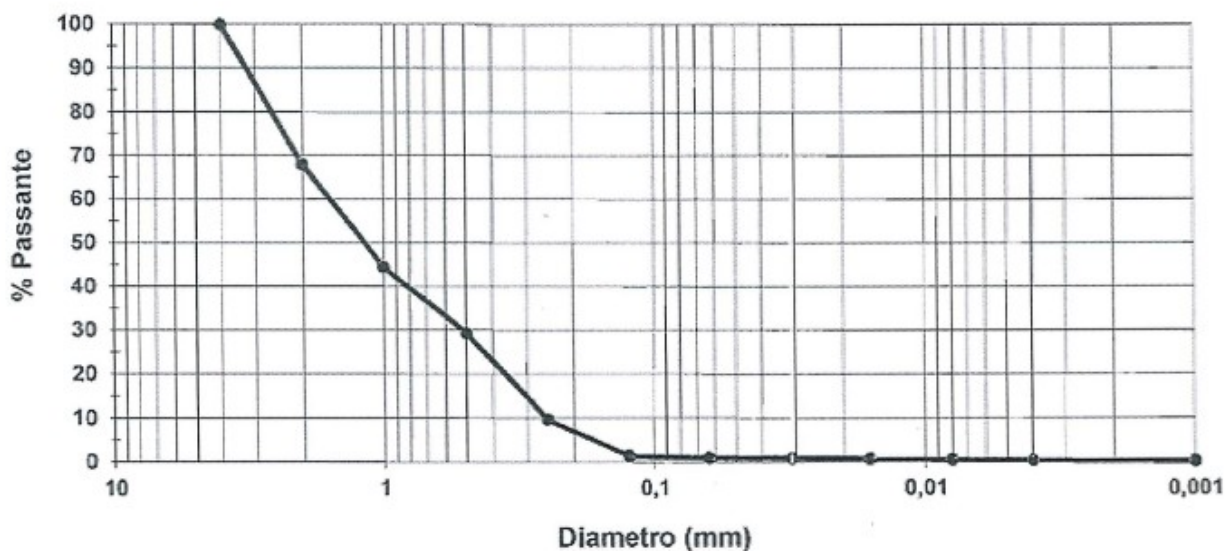


Figura 10 – Curva granulometrica del campione 2 prelevato nell'arenile di Siluripedio

D84N (mm)	$\phi 84N$	D16N (mm)	$\phi 16N$	σN	MN	D84F (mm)	$\phi 84F$	D16F (mm)	$\phi 16F$	σF	MF
3.00	-1.58	0.30	1.74	-1.66	0.08	3.60	-1.85	0.36	1.47	-1.66	-0.19

Tabella 2 – Diametri di materiale nativo e di fill relativi all'arenile di Siluripedio

Con i valori nella precedente tabella si entra nei grafici delle figure 3 e 4 da cui si ottengono un coefficiente di overfilling RA pari a 1,125 e un coefficiente di frequenza di ripascimento RJ prossimo all'unità che identifica un profilo di ripascimento piuttosto stabile.

D50N (mm)	D50F (mm)	AN	AF	h^* (m)	Doc (m)	B (m)	Y
1.20	1.44	0.213	0.228	0.77	1.42	0.44	0.963

Tabella 3 – Grandezze e parametri necessari al calcolo del profilo secondo la teoria di Dean

Come da valori riportati nella tabella precedente, il profilo del tratto della spiaggia risulta "Intersecting" ($Y < 1$) pertanto si calcola il volume teorico per metro lineare di costa, pari a circa **1.50 mc/m**, secondo la formula seguente:

$$V = BY + \frac{\frac{3}{5} A_N Y^{\frac{5}{3}}}{\left[1 - \left(\frac{A_N}{A_F} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}}}$$

Applicando il fattore correttivo di overfilling RA calcolato in 1.125 si ottiene un volume reale di sversamento pari a 1.70 mc/m. Considerando **70 m** di costa su cui effettuare ripascimento, il volume totale necessario di materiale da sversare con le caratteristiche granulometriche richieste, come da tabelle 7 e 8, è pari a circa **120 mc**:

$$\underline{V} = (V \cdot RA) \cdot L = 120 \text{ mc}$$

4.3 INTERVENTO SPIAGGIA MARINELLA

La spiaggetta di Marinella è ubicata in corrispondenza del porto di Porto Santo Stefano in corrispondenza del pennello a protezione dell'accesso da settentrione.

Anche in questo caso l'arenile è esposto a Nord ed in generale alle agitazioni del moto ondoso provenienti dal primo e secondo quadrante.



Figura 11 – Ubicazione cartografica della Marinella.

Sull'arenile della Marinella è stato prelevato un campione di sedimenti, su cui è stata effettuata l'analisi granulometrica, i cui risultati sono riportati in allegato alla presente relazione. Le sabbie del campione prelevato, in base alle proprietà chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche, risultano classificabili in categoria A1, che prevede, secondo il Manuale ICRAM, le seguenti possibilità di gestione:

Classe	Opzioni di gestione
A1	Sabbie (pelite < 10%) da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Ripascimento di arenili (previa verifica compatibilità con il sito di destinazione); 2. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero comprese le deposizioni finalizzate al ripristino della spiaggia sommersa; 3. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale; 4. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 5. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata); 6. Immersione in mare.

Sulla base della curva granulometrica del campione prelevato sull'arenile della Marinella (in tabella N=native), si scelgono le caratteristiche del materiale da cava da riportare (in tabella F=filling), così da calcolare i coefficienti di overfill e di ripascimento correttivi dei volumi di sversamento che risultano dall'applicazione della teoria di Dean per ottenere un avanzamento della linea di riva di circa **1 m** rispetto all'attuale; si preferisce l'utilizzo di sabbia proveniente da cave di prestito piuttosto che da tratti limitrofi in deposito per non turbare l'instabile equilibrio raggiunto in un tratto di arenile di grande interesse turistico.

CURVA GRANULOMETRICA

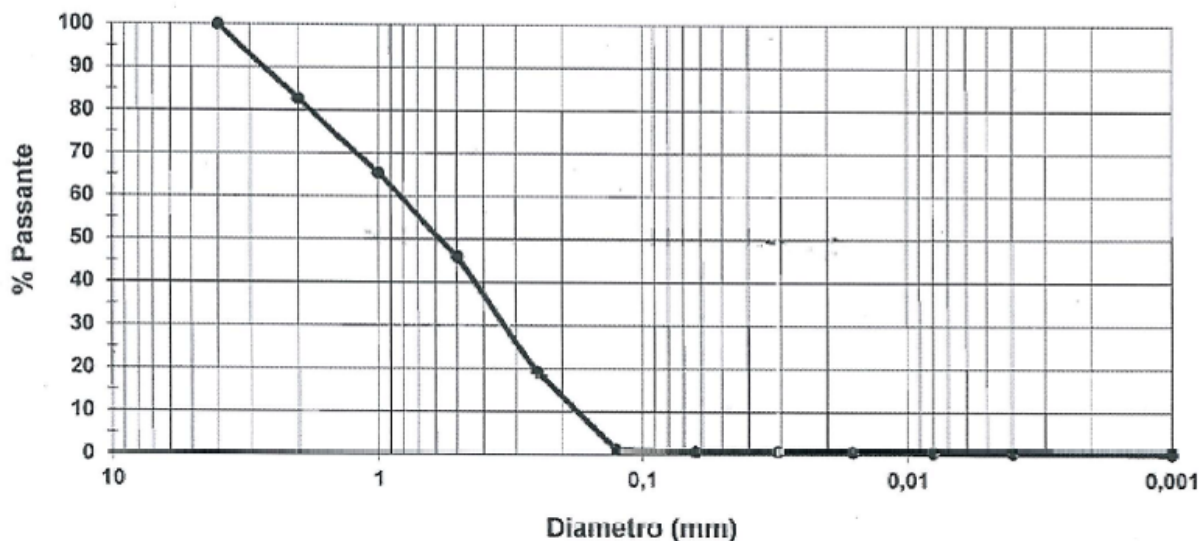


Figura 12 – Curva granulometrica del campione prelevato nell'arenile della Marinella

D84N (mm)	ϕ 84N	D16N (mm)	ϕ 16N	σ N	MN	D84F (mm)	ϕ 84F	D16F (mm)	ϕ 16F	σ F	MF
2.50	-1.32	0.16	2.64	-1.98	0.66	3.00	-1.58	0.19	2.38	-1.98	0.40

Tabella 4 – Diametri di materiale nativo e di fill relativi all'arenile della Marinella.

Con i valori nella precedente tabella si entra nei grafici delle figure 3 e 4 da cui si ottengono un coefficiente di overfilling RA pari a 1,10 e un coefficiente di frequenza di ripascimento RJ prossimo all'unità che identifica un profilo di ripascimento piuttosto stabile.

D50N (mm)	D50F (mm)	AN	AF	h^* (m)	Doc (m)	B (m)	Y
0.60	0.72	0.162	0.174	0.57	1.06	0.43	0.951

Tabella 5 – Grandezze e parametri necessari al calcolo del profilo secondo la teoria di Dean

Come da valori riportati nella tabella precedente, il profilo del tratto della spiaggia risulta "Intersecting" ($Y < 1$) pertanto si calcola il volume teorico per metro lineare di costa, pari a circa **1.80 mc/m**, secondo la formula seguente:

$$V = BY + \frac{\frac{3}{5} A_N Y^{\frac{5}{3}}}{\left[1 - \left(\frac{A_N}{A_F} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}}}$$

Applicando il fattore correttivo di overfilling RA calcolato in 1.10 si ottiene un volume reale di sversamento pari a 2.00 mc/m. Considerando **50 m** di costa su cui effettuare ripascimento, il volume totale necessario di materiale da sversare con le caratteristiche granulometriche richieste, come da tabelle 7 e 8, è pari a circa **100 mc**:

$$\underline{V} = (V \cdot RA) \cdot L = 100 \text{ mc}$$

4.4 INTERVENTO SPIAGGIA CANTONIERA

La spiaggia della Cantoniera è ubicata in località Punta Nera, ad Est di Porto Santo Stefano, ed è rappresentato da una spiaggia esposta a Nord Ovest ed in generale alle agitazioni del moto ondoso provenienti dal quarto quadrante.

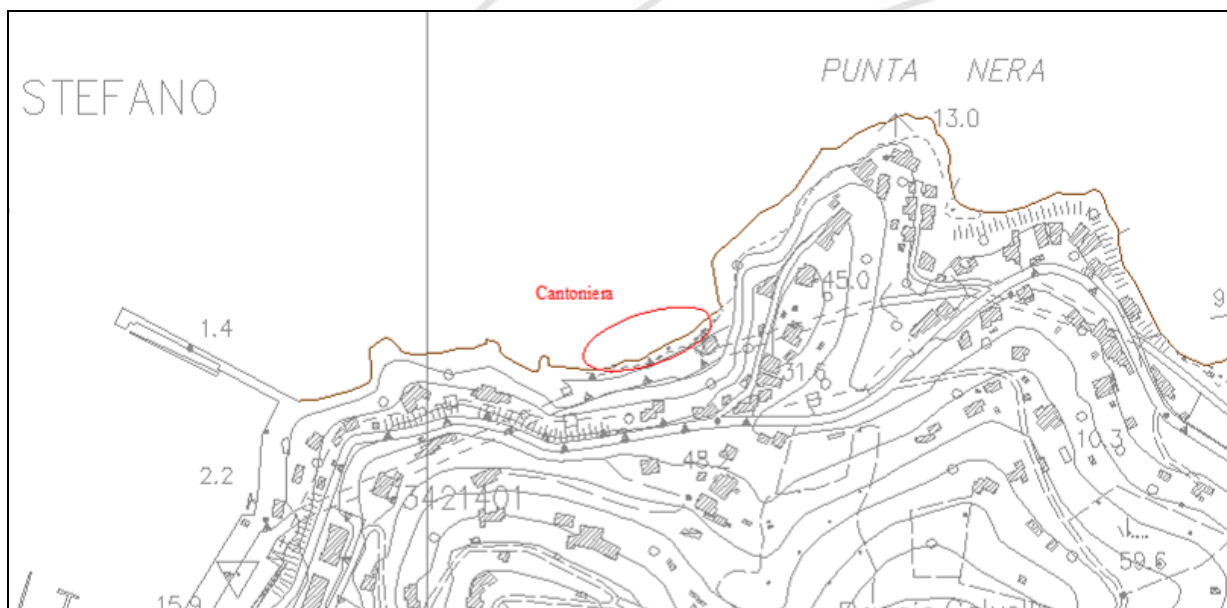


Figura 13 – Ubicazione cartografica del punto d'intervento.



Figura 14 – Vista del punto di intervento.

Sull'arenile della Cantoniera sono stati prelevati due campioni di sedimenti, su cui è stata effettuata l'analisi granulometrica, i cui risultati sono riportati in allegato alla presente relazione; vista l'omogeneità del materiale rilevato, per caratterizzare dimensionalmente il sedimento, si è proceduto con la media dei diametri significativi dei campioni. In entrambi i casi le sabbie dei campioni prelevati, in base alle proprietà chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche, risultano classificabili in categoria A1, che prevede, secondo il Manuale ICRAM, le seguenti possibilità di gestione:

Classe	Opzioni di gestione
A1	Sabbie (pelite < 10%) da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Ripascimento di arenili (previa verifica compatibilità con il sito di destinazione); 2. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero comprese le deposizioni finalizzate al ripristino della spiaggia sommersa; 3. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale; 4. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 5. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata); 6. Immersione in mare.

Sulla base delle curve granulometriche dei campioni prelevati sull'arenile della Cantoniera, mediate fra loro (in tabella N=native), si scelgono le caratteristiche del materiale da cava da riportare (in tabella F=filling), così da calcolare i coefficienti di overfill e di ripascimento correttivi dei volumi di sversamento

che risultano dall'applicazione della teoria di Dean per ottenere un avanzamento della linea di riva di circa **2 m** rispetto all'attuale; si preferisce l'utilizzo di sabbia proveniente da cave di prestito piuttosto che da tratti limitrofi in deposito per non turbare l'instabile equilibrio raggiunto in un tratto di arenile di grande interesse turistico.

CURVA GRANULOMETRICA

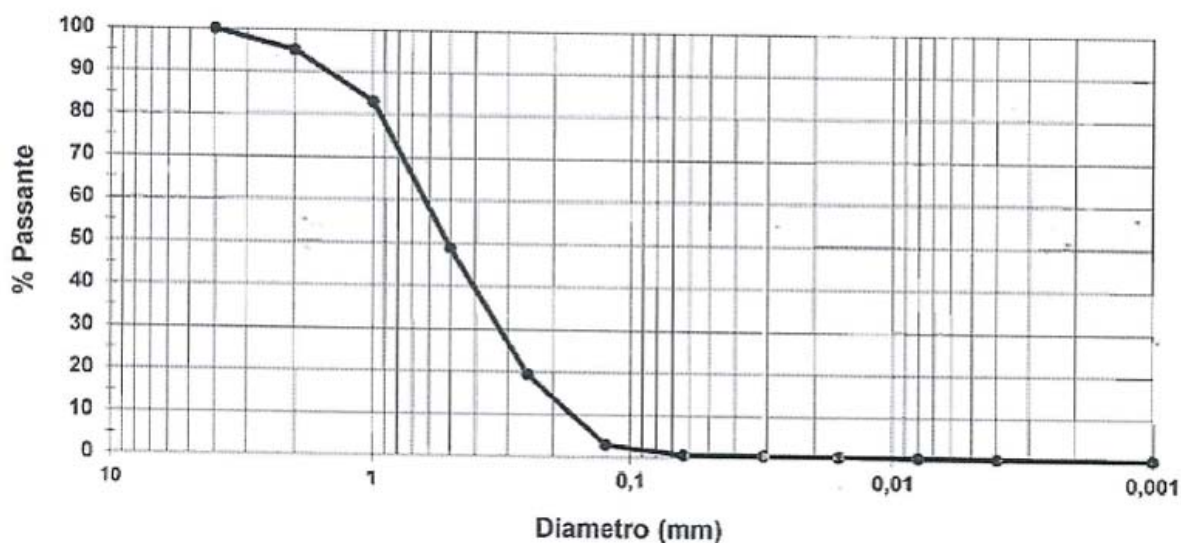


Figura 15 – Curva granulometrica del campione 1 prelevato nell'arenile della Cantoniera

CURVA GRANULOMETRICA

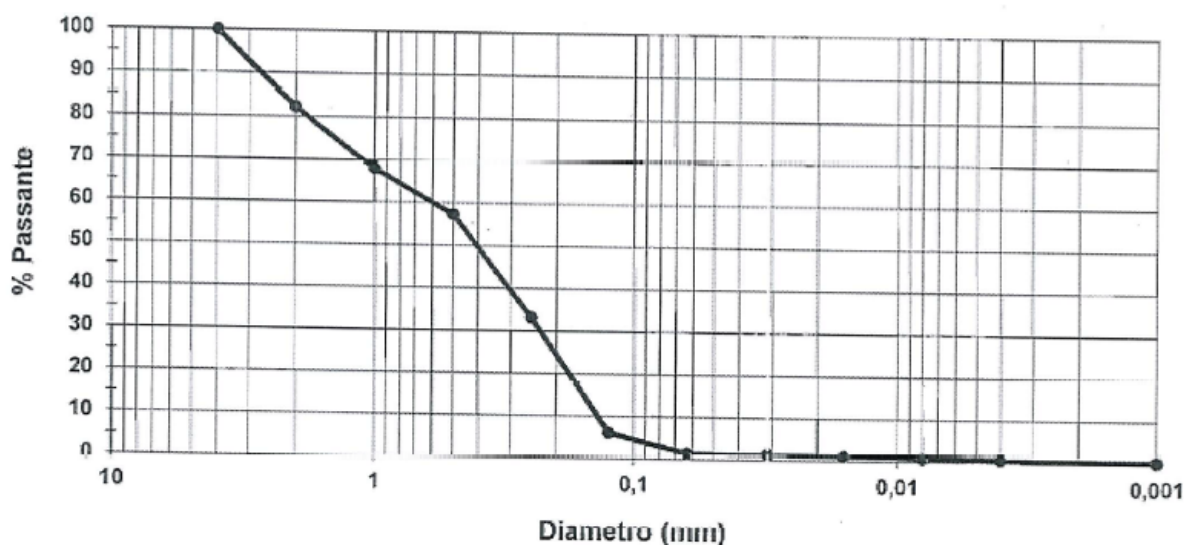


Figura 16 – Curva granulometrica del campione 2 prelevato nell'arenile della Cantoniera

D84N (mm)	φ84N	D16N (mm)	φ16N	σN	MN	D84F (mm)	φ84F	D16F (mm)	φ16F	σF	MF
1.50	-0.58	0.20	2.32	-1.45	0.87	1.80	-0.85	0.24	2.06	-1.45	0.61

Tabella 6 – Diametri di materiale nativo e di fill relativi all'arenile della Cantoniera.

Con i valori nella precedente tabella si entra nei grafici delle figure 3 e 4 da cui si ottengono un coefficiente di overfilling RA pari a 1,15 e un coefficiente di frequenza di ripascimento RJ prossimo all'unità che identifica un profilo di ripascimento piuttosto stabile.

D50N (mm)	D50F (mm)	AN	AF	h* (m)	Doc (m)	B (m)	Y
0.45	0.54	0.142	0.154	0.55	1.01	0.42	0.938

Tabella 7 – Grandezze e parametri necessari al calcolo del profilo secondo la teoria di Dean

Come da valori riportati nella tabella precedente, il profilo del tratto della spiaggia risulta "Intersecting" ($Y < 1$) pertanto si calcola il volume teorico per metro lineare di costa, pari a circa **2.10 mc/m**, secondo la formula seguente:

$$V = BY + \frac{\frac{3}{5} A_N Y^{\frac{5}{3}}}{\left[1 - \left(\frac{A_N}{A_F} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}}}$$

Applicando il fattore correttivo di overfilling RA calcolato in 1.15 si ottiene un volume reale di sversamento pari a 2.50 mc/m. Considerando **100 m** di costa su cui effettuare ripascimento, il volume totale necessario di materiale da sversare con le caratteristiche granulometriche richieste, come da tabelle 7 e 8, è pari a circa **200 mc**:

$$\underline{V} = (V \cdot RA) \cdot L = 200 \text{ mc}$$

4.5 INTERVENTO SPIAGGIA POZZARELLO

Il punto d'interesse è ubicato in località Cala del Pozzarello, a Sud Est della località Torre Calvello ed è rappresentato da una ampio arenile esposto a Nord ed in generale alle agitazioni del moto ondoso provenienti dal primo quadrante.



Figura 17 – Ubicazione cartografica del punto d'intervento



Figura 18 – Vista del punto di intervento

Alla Cala del Pozzarelo sono stati prelevati due campioni per l'analisi granulometrica - in allegato alla presente relazione - vista la diversa composizione del tratto più a ovest (con una lunghezza di circa **130 m**) rispetto ai due a est (con una lunghezza complessiva di circa **350 m**), tra quelli in intervento. In entrambi i casi le sabbie dei campioni prelevati, in base alle proprietà chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche, risultano classificabili in categoria A1, che prevede, secondo il Manuale ICRAM, le seguenti possibilità di gestione:

Classe	Opzioni di gestione
A1	Sabbie (pelite < 10%) da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Ripascimento di arenili (previa verifica compatibilità con il sito di destinazione); 2. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero comprese le deposizioni finalizzate al ripristino della spiaggia sommersa; 3. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale; 4. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 5. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata); 6. Immersione in mare.

Sulla base delle curve granulometriche dei campioni prelevati sul tratto a ovest e su quelli a est della Cala del pozzarello (in tabella N=native), si scelgono le caratteristiche del materiale da cava da riportare (in tabella F=filling), così da calcolare i coefficienti di overfill e di ripascimento correttivi dei volumi di sversamento che risultano dall'applicazione della teoria di Dean per ottenere un avanzamento della linea di riva di **2 m** rispetto all'attuale; si preferisce l'utilizzo di sabbia proveniente da cave di prestito piuttosto che da tratti limitrofi in deposito per non turbare l'instabile equilibrio raggiunto in un tratto di arenile di grande interesse turistico.

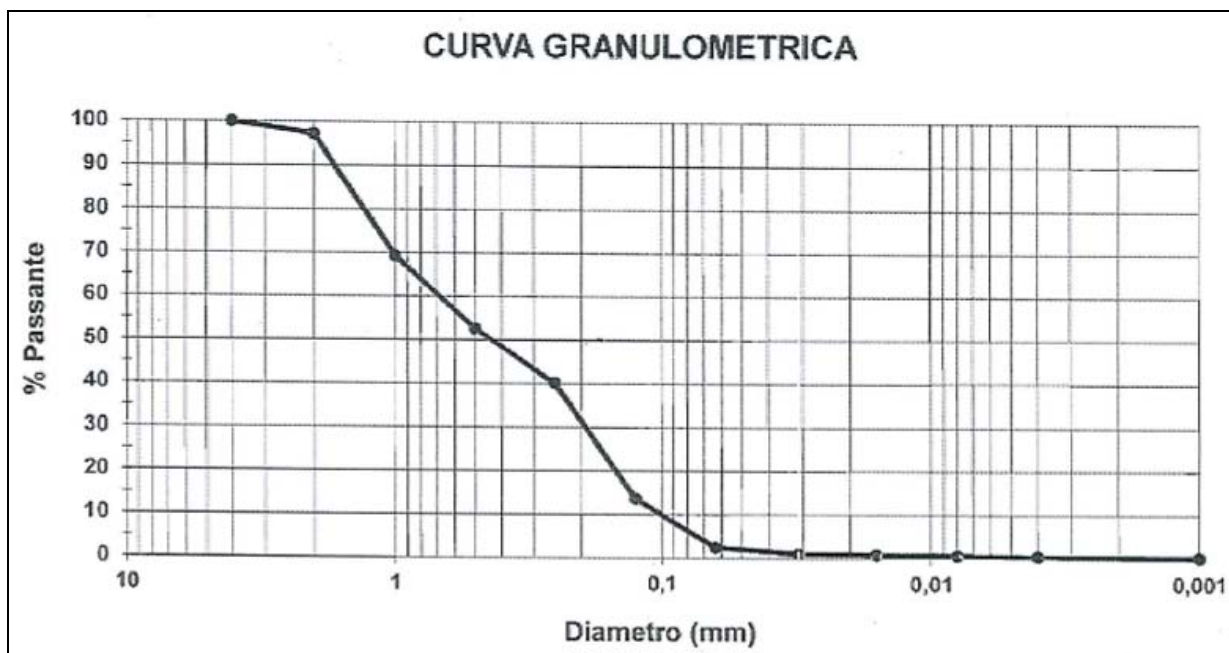


Figura 19 – Curva granulometrica del campione prelevato nel tratto a ovest della Cala del Pozzarello.

D84N (mm)	$\phi 84N$	D16N (mm)	$\phi 16N$	σN	MN	D84F (mm)	$\phi 84F$	D16F (mm)	$\phi 16F$	σF	MF
1.60	-0.68	0.15	2.74	-1.71	1.03	1.92	-0.94	0.18	2.47	-1.71	0.77

Tabella 8 – Diametri di materiale nativo e di filling e relative medie e deviazioni standard – tratto a ovest

Con i valori nella precedente tabella si entra nei grafici delle figure 3 e 4 da cui si ottengono un coefficiente di overfilling RA pari a 1,125 e un coefficiente di frequenza di ripascimento RJ prossimo all'unità che identifica un profilo di ripascimento piuttosto stabile.

D50N (mm)	D50F (mm)	AN	AF	h^* (m)	Doc (m)	B (m)	Y
0.45	0.54	0.142	0.154	1.78	3.28	0.46	0.894

Tabella 9 – Grandezze e parametri necessari al calcolo del profilo secondo la teoria di Dean

Come da valori riportati nella tabella precedente, il profilo del tratto di spiaggia a ovest risulta "Intersecting" ($Y < 1$) pertanto si calcola il volume teorico per metro lineare di costa, pari a circa **2,30 mc/m**, secondo la formula seguente:

$$V = BY + \frac{\frac{3}{5}A_N Y^{5/3}}{\left[1 - \left(\frac{A_N}{A_F}\right)^{3/2}\right]^{2/3}}$$

Applicando il fattore correttivo di overfilling RA calcolato in 1.125 si ottiene un volume reale di sversamento pari a 2.60 mc/m. Considerando 130 m di costa su cui effettuare ripascimento, il volume totale necessario di materiale da sversare con le caratteristiche granulometriche richieste, come da tabelle 7 e 8, è pari a circa **330 mc**;

$$\underline{V}_{ovest} = (V \cdot RA) \cdot L = 330 \text{ } mc$$

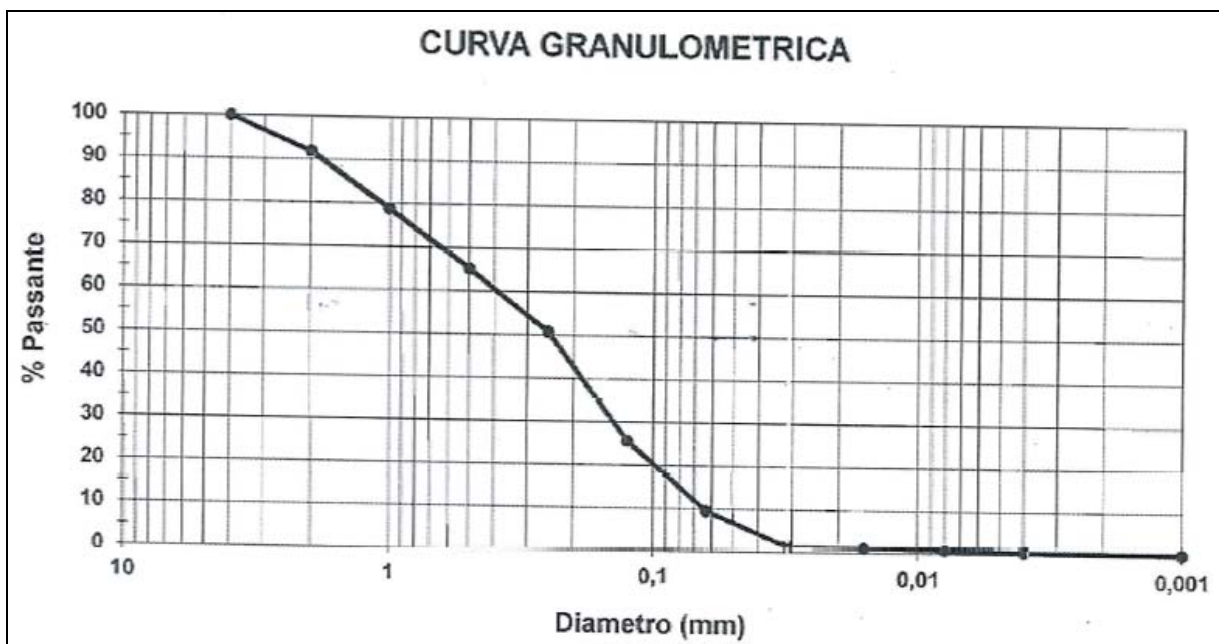


Figura 20 – Curva granulometrica del campione prelevato nei tratti a est della Cala del Pozzarello.

D84N (mm)	φ84N	D16N (mm)	φ16N	σN	MN	D84F (mm)	φ84F	D16F (mm)	φ16F	σF	MF
1.70	-0.77	0.09	3.56	-2.16	1.40	2.04	-1.03	0.10	3.29	-2.16	1.13

Tabella 10 – Diametri di materiale nativo e di filling e relative medie e deviazioni standard – tratti a est

Con i valori nella precedente tabella si entra nei grafici delle figure 3 e 4 da cui si ottengono un coefficiente di overfilling RA pari a 1,10 e un coefficiente di frequenza di ripascimento RJ prossimo all'unità che identifica un profilo di ripascimento piuttosto stabile.

D50N (mm)	D50F (mm)	AN	AF	h* (m)	Doc (m)	B (m)	Y
0.25	0.3	0.107	0.117	1.78	3.28	0.30	0.875

Tabella 11 – Grandezze e parametri necessari al calcolo del profilo secondo la teoria di Dean

Come da valori riportati nella tabella precedente, i profili dei tratti di spiaggia a est risultano "Intersecting" ($Y < 1$) pertanto si calcola il volume teorico per metro lineare di costa, pari a circa **1.40 mc/m**, secondo la formula seguente:

$$V = BY + \frac{\frac{3}{5} A_N Y^{\frac{5}{3}}}{\left[1 - \left(\frac{A_N}{A_F} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}}}$$

Applicando il fattore correttivo di overfilling RA calcolato in 1.10 si ottiene un volume reale di sversamento pari a 1.50 mc/m. Considerando 350 m di costa su cui effettuare ripascimento, il volume totale necessario di materiale da sversare con le caratteristiche granulometriche richieste, come da tabelle 7 e 8, è pari a circa **710 mc**:

Grosseto, aprile 2015

Consulenti Tecnici

Dott. Geol. Massimo Fanti

Dott. Ing. Giada Bonacchi

Timbro e firma
Dott. Ing.

MATTEO TANZINI

SEZIONE A
LAUREA SPECIALISTICA
N° 1409

Dott. Ing. Matteo Tanzini

Dott. Ing. Alberto Rabai

ALLEGATO 1

ANALISI GRANULOMETRICHE



**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Comune di Monte Argentario		
RIFERIMENTO:	Porto S. Stefano (GR)		
SONDAGGIO:	SP4	CAMPIONE:	C1 PROFONDITA': m Cantoniera

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	%
Peso di volume	kN/m ³
Peso di volume secco	kN/m ³
Peso di volume saturo	kN/m ³
Peso specifico	kN/m ³
Indice dei vuoti	
Porosità	%
Grado di saturazione	%
Limite di liquidità	%
Limite di plasticità	%
Indice di plasticità	%
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	
Limite di ritiro	%
Classif. CNR-UNI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	33,7	%
Sabbia	60,9	%
Limo-Argilla	5,4	%
D 10	0,460148	mm
D 50	3,093385	mm
D 60	4,025775	mm
D 90	24,060180	mm
Passante set. 10	35,3	%
Passante set. 40	9,2	%
Passante set. 200	5,4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa
σ_{Rim}	kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
C	kPa
ϕ	°
C _{Res}	kPa
ϕ_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Massivo		Qualità del campione: Q 2
---------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove	cm	R _p kPa	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
GR	0		Sabbia grossolana e ghiaietto
	5		
	10	10	



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00992	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 82 del 18/03/15	

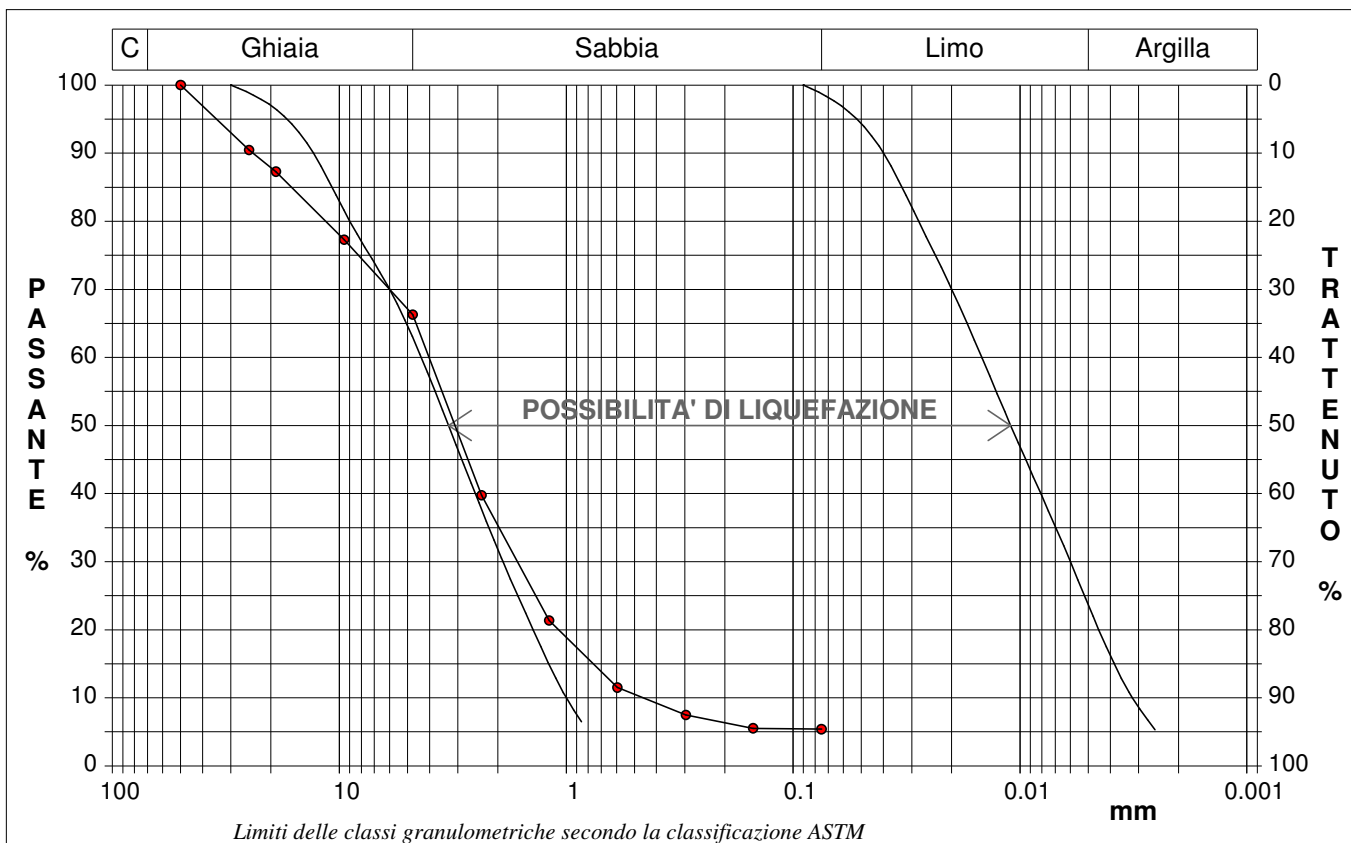
DATA DI EMISSIONE: 31/03/15	Inizio analisi: 30/03/15
Apertura campione: 26/03/15	Fine analisi: 31/03/15

COMMITTENTE: Comune di Monte Argentario				
RIFERIMENTO: Porto S. Stefano (GR)				
SONDAGGIO: SP4		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m Cantoniera

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	33,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	35,3 %	D10	0,46015 mm
Sabbia	60,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	9,2 %	D30	1,64235 mm
Limo-Argilla	5,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	5,4 %	D50	3,09339 mm
				D60	4,02578 mm
				D90	24,06018 mm
Coefficiente di uniformità		8,75	Coefficiente di curvatura		1,46



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	2,3600	39,73	0,0750	5,39				
25,0000	90,45	1,1900	21,35						
19,0000	87,26	0,5950	11,50						
9,5200	77,28	0,2970	7,45						
4,7500	66,28	0,1500	5,51						

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Comune di Monte Argentario		
RIFERIMENTO:	Porto S. Stefano (GR)		
SONDAGGIO:	SP4	CAMPIONE:	C2 PROFONDITA': m Cantoniera

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	%
Peso di volume	kN/m ³
Peso di volume secco	kN/m ³
Peso di volume saturo	kN/m ³
Peso specifico	kN/m ³
Indice dei vuoti	
Porosità	%
Grado di saturazione	%
Limite di liquidità	%
Limite di plasticità	%
Indice di plasticità	%
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	
Limite di ritiro	%
Classif. CNR-UNI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	85,7	%
Sabbia	13,0	%
Limo-Argilla	1,3	%
D 10	3,279614	mm
D 50	15,512980	mm
D 60	19,035400	mm
D 90	72,094010	mm
Passante set. 10	5,5	%
Passante set. 40	1,5	%
Passante set. 200	1,3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa
σ_{Rim}	kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
C	kPa
ϕ	°
C _{Res}	kPa
ϕ_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Massivo		Qualità del campione: Q 2	
---------------------------	--	---------------------------	--

Posizione delle prove GR	cm	R _p kPa	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0		Ciottoli eterogenei con sabbia grossolana
	5		
	10	10	

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00993** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 82 del 18/03/15

DATA DI EMISSIONE: 31/03/15

Inizio analisi: 30/03/15

Apertura campione: 26/03/15

Fine analisi: 31/03/15

COMMITTENTE: Comune di Monte Argentario

RIFERIMENTO: Porto S. Stefano (GR)

SONDAGGIO: SP4

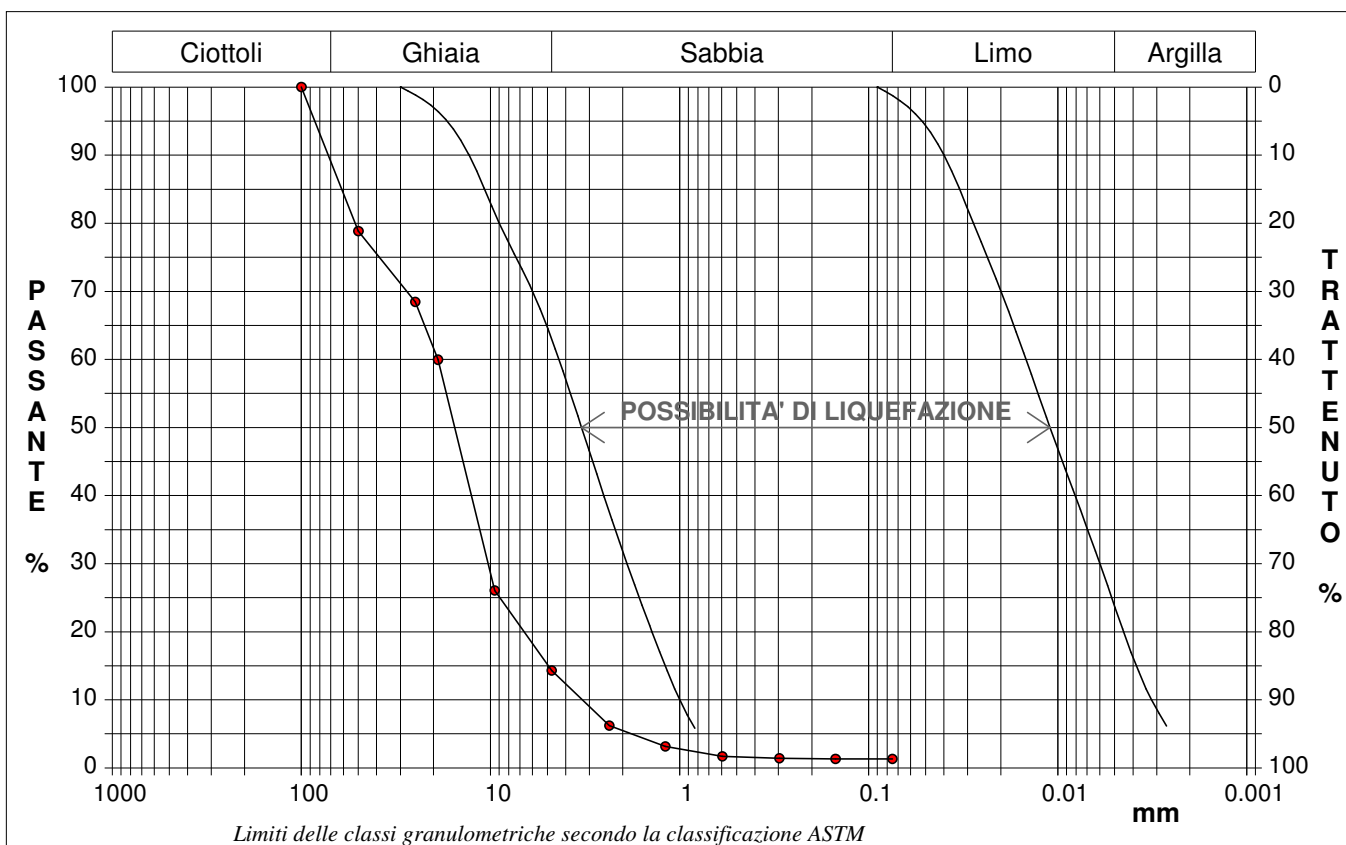
CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m Cantoniera

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia e ciottoli	85,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	5,5 %	D10	3,27961 mm
Sabbia	13,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	1,5 %	D30	10,31714 mm
Limo-Argilla	1,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	1,3 %	D50	15,51298 mm
				D60	19,03540 mm
				D90	72,09401 mm
Coefficiente di uniformità		5,80	Coefficiente di curvatura		1,71



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
100,0000	100,00	4,7500	14,28	0,1500	1,32				
50,0000	78,82	2,3600	6,20	0,0750	1,31				
25,0000	68,42	1,1900	3,14						
19,0000	59,94	0,5950	1,68						
9,5200	26,06	0,2970	1,41						

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Comune di Monte Argentario		
RIFERIMENTO:	Porto S. Stefano (GR)		
SONDAGGIO:	SP5	CAMPIONE:	C1
		PROFONDITA': m	Marinella

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	%
Peso di volume	kN/m ³
Peso di volume secco	kN/m ³
Peso di volume saturo	kN/m ³
Peso specifico	kN/m ³
Indice dei vuoti	
Porosità	%
Grado di saturazione	%
Limite di liquidità	%
Limite di plasticità	%
Indice di plasticità	%
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	
Limite di ritiro	%
Classif. CNR-UNI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	80,7	%
Sabbia	14,3	%
Limo-Argilla	5,0	%
D 10	0,820493	mm
D 50	11,408700	mm
D 60	13,262580	mm
D 90	24,352020	mm
Passante set. 10	13,1	%
Passante set. 40	7,5	%
Passante set. 200	5,0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa
σ_{Rim}	kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
C	kPa
ϕ	°
C _{Res}	kPa
ϕ_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Massivo		Qualità del campione: Q 2
---------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove GR	cm	R _p kPa	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0		Ciottoli eterogenei con sabbia grossolana
	5		
	10	10	

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

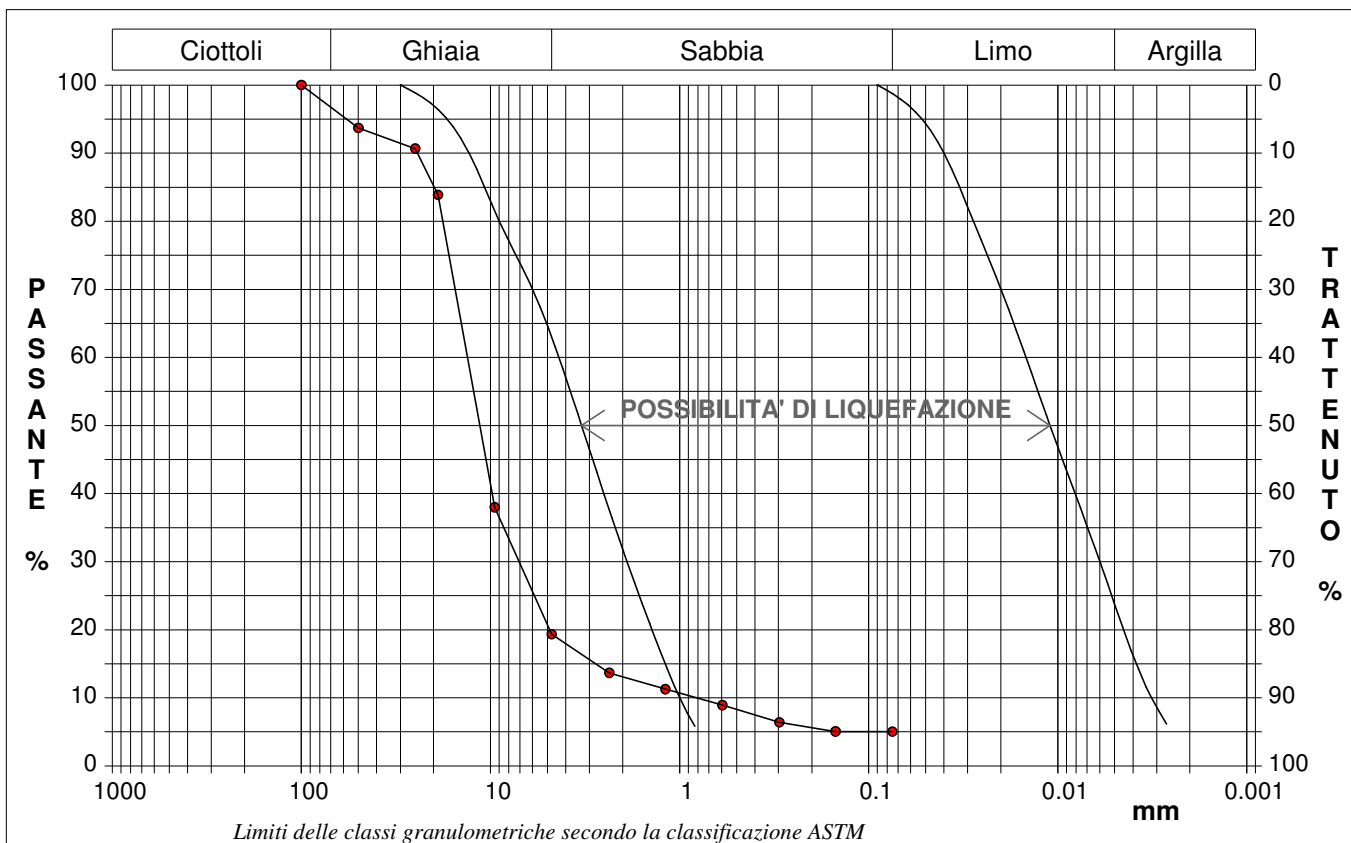
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00994	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/03/15	Inizio analisi: 30/03/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 82 del 18/03/15		Apertura campione: 26/03/15	Fine analisi: 31/03/15

COMMITTENTE: Comune di Monte Argentario				
RIFERIMENTO: Porto S. Stefano (GR)				
SONDAGGIO: SP5		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m Marinella

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia e ciottoli	80,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	13,1 %	D10	0,82049 mm
Sabbia	14,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	7,5 %	D30	7,06930 mm
Limo-Argilla	5,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	5,0 %	D50	11,40870 mm
				D60	13,26258 mm
				D90	24,35202 mm
Coefficiente di uniformità		16,16	Coefficiente di curvatura		4,59



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
100,0000	100,00	4,7500	19,34	0,1500	5,05				
50,0000	93,69	2,3600	13,65	0,0750	5,02				
25,0000	90,65	1,1900	11,26						
19,0000	83,88	0,5950	8,91						
9,5200	37,98	0,2970	6,38						

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Comune di Monte Argentario		
RIFERIMENTO:	Porto S. Stefano (GR)		
SONDAGGIO:	SP6	CAMPIONE:	C1 PROFONDITA': m Siluripedio

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	%
Peso di volume	kN/m ³
Peso di volume secco	kN/m ³
Peso di volume saturo	kN/m ³
Peso specifico	kN/m ³
Indice dei vuoti	
Porosità	%
Grado di saturazione	%
Limite di liquidità	%
Limite di plasticità	%
Indice di plasticità	%
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	
Limite di ritiro	%
Classif. CNR-UNI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	80,6	%
Sabbia	16,1	%
Limo-Argilla	3,3	%
D 10	1,223444	mm
D 50	54,844840	mm
D 60	61,721410	mm
D 90	87,970150	mm
Passante set. 10	13,1	%
Passante set. 40	4,6	%
Passante set. 200	3,3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa
σ_{Rim}	kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
C	kPa
ϕ	°
C _{Res}	kPa
ϕ_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Massivo Qualità del campione: Q 2	
---	--

Posizione delle prove GR	cm	R _p kPa	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0		Ciottoli eterogenei con sabbia grossolana
	5		
	10	10	

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

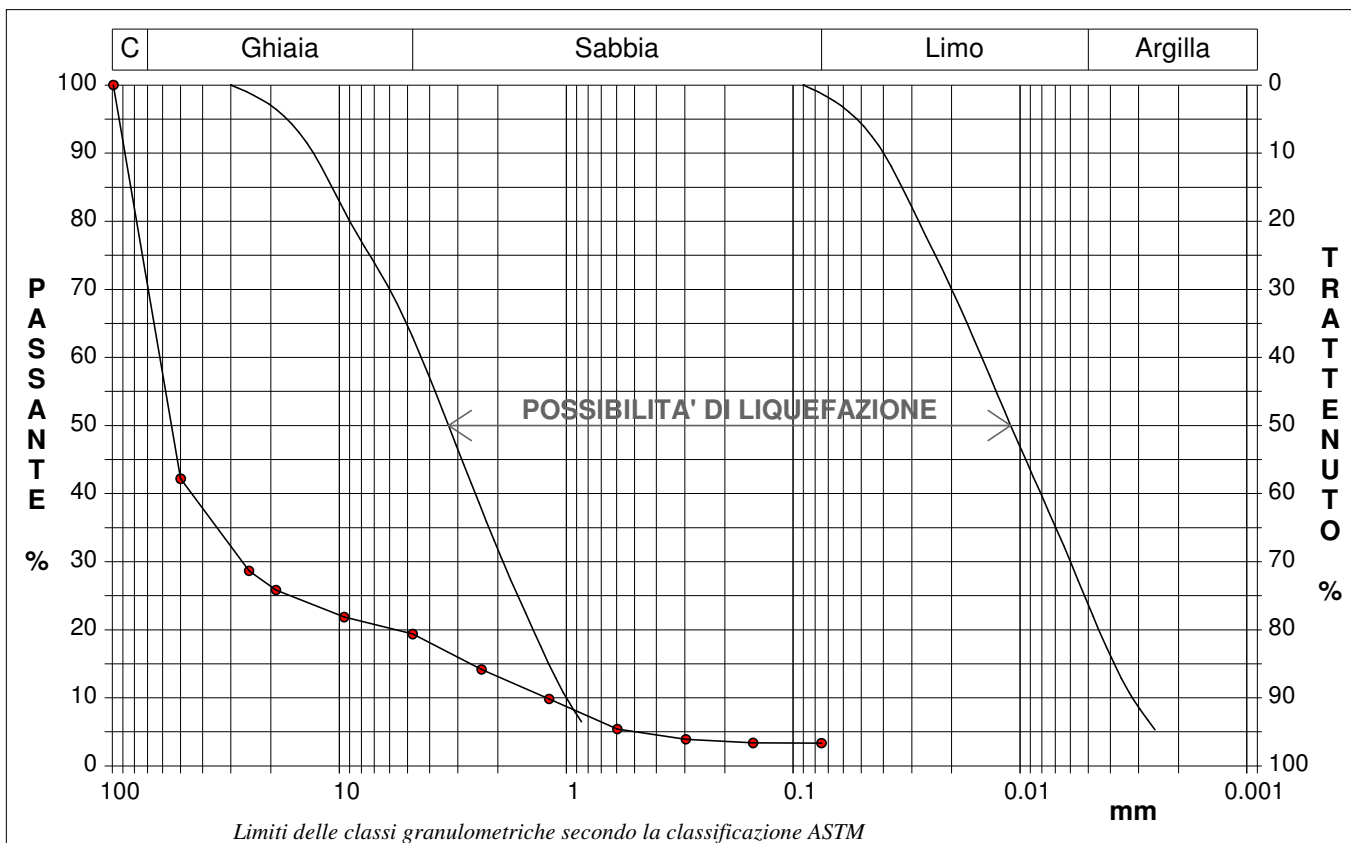
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00995	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/03/15	Inizio analisi: 30/03/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 82 del 18/03/15		Apertura campione: 26/03/15	Fine analisi: 31/03/15

COMMITTENTE: Comune di Monte Argentario				
RIFERIMENTO: Porto S. Stefano (GR)				
SONDAGGIO: SP6		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m Siluripedio

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia e ciottoli	80,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	13,1 %	D10	1,22344 mm
Sabbia	16,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	4,6 %	D30	26,83047 mm
Limo-Argilla	3,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	3,3 %	D50	54,84484 mm
				D60	61,72141 mm
				D90	87,97015 mm
Coefficiente di uniformità		50,45	Coefficiente di curvatura		9,53



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
99,0000	100,00	4,7500	19,36	0,1500	3,36				
50,0000	42,17	2,3600	14,17	0,0750	3,34				
25,0000	28,62	1,1900	9,82						
19,0000	25,82	0,5950	5,41						
9,5200	21,84	0,2970	3,91						

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Comune di Monte Argentario		
RIFERIMENTO:	Porto S. Stefano (GR)		
SONDAGGIO:	SP6	CAMPIONE:	C2 PROFONDITA': m Siluripedio

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	%
Peso di volume	kN/m ³
Peso di volume secco	kN/m ³
Peso di volume saturo	kN/m ³
Peso specifico	kN/m ³
Indice dei vuoti	
Porosità	%
Grado di saturazione	%
Limite di liquidità	%
Limite di plasticità	%
Indice di plasticità	%
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	
Limite di ritiro	%
Classif. CNR-UNI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	78,2	%
Sabbia	20,9	%
Limo-Argilla	0,9	%
D 10	1,054281	mm
D 50	56,002890	mm
D 60	62,761790	mm
D 90	88,338540	mm
Passante set. 10	15,1	%
Passante set. 40	4,3	%
Passante set. 200	0,9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa
σ_{Rim}	kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
C	kPa
ϕ	°
C _{Res}	kPa
ϕ_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Massivo Qualità del campione: Q 2	
---	--

Posizione delle prove GR	cm	R _p kPa	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0		Ciottoli eterogenei con sabbia grossolana
	5		
	10	10	

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00996** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 82 del 18/03/15

DATA DI EMISSIONE: 31/03/15

Inizio analisi: 30/03/15

Apertura campione: 26/03/15

Fine analisi: 31/03/15

COMMITTENTE: Comune di Monte Argentario

RIFERIMENTO: Porto S. Stefano (GR)

SONDAGGIO: SP6

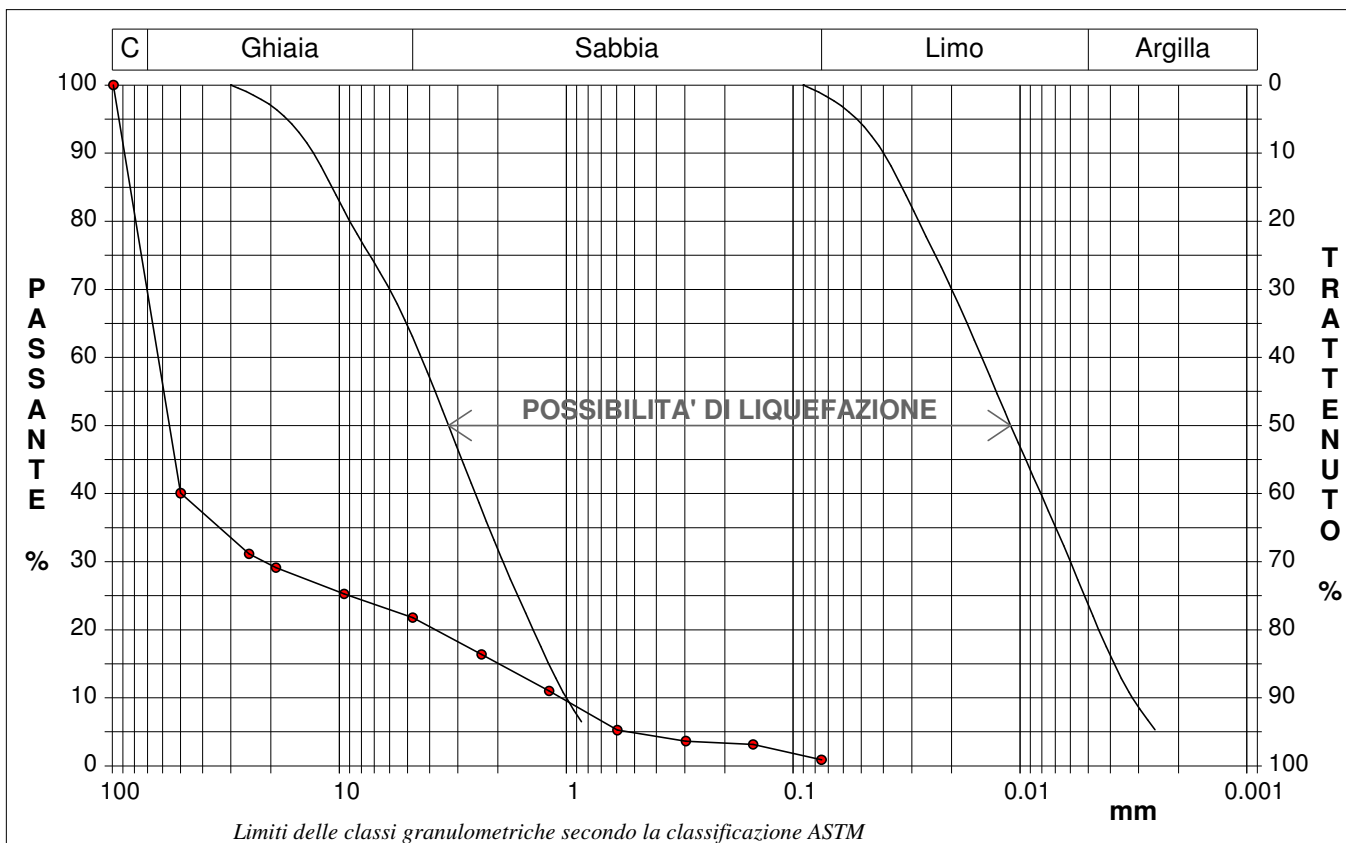
CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m Siluripedio

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia e ciottoli	78,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	15,1 %	D10	1,05428 mm
Sabbia	20,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	4,3 %	D30	21,45241 mm
Limo-Argilla	0,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	0,9 %	D50	56,00289 mm
				D60	62,76179 mm
				D90	88,33854 mm
Coefficiente di uniformità		59,53	Coefficiente di curvatura		6,96



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
99,0000	100,00	4,7500	21,77	0,1500	3,14				
50,0000	40,05	2,3600	16,36	0,0750	0,86				
25,0000	31,13	1,1900	11,01						
19,0000	29,10	0,5950	5,24						
9,5200	25,25	0,2970	3,63						

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terreMINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Comune di Monte Argentario		
RIFERIMENTO:	Porto S. Stefano (GR)		
SONDAGGIO:	SP7	CAMPIONE:	C1
		PROFONDITA': m	Moletto

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	%
Peso di volume	kN/m ³
Peso di volume secco	kN/m ³
Peso di volume saturo	kN/m ³
Peso specifico	kN/m ³
Indice dei vuoti	
Porosità	%
Grado di saturazione	%
Limite di liquidità	%
Limite di plasticità	%
Indice di plasticità	%
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	
Limite di ritiro	%
Classif. CNR-UNI	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	67,0	%
Sabbia	26,7	%
Limo-Argilla	6,3	%
D 10	0,328034	mm
D 50	26,876700	mm
D 60	38,733430	mm
D 90	80,495760	mm
Passante set. 10	29,7	%
Passante set. 40	11,7	%
Passante set. 200	6,3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa
σ_{Rim}	kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
C	kPa
ϕ	°
C _{Res}	kPa
ϕ_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Massivo		Qualità del campione: Q 2	
---------------------------	--	---------------------------	--

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
GR				
		0		Ciottoli eterogenei con sabbia grossolana
		5		
		10	10	



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00997	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/03/15	Inizio analisi: 30/03/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 82 del 18/03/15		Apertura campione: 26/03/15	Fine analisi: 31/03/15

COMMITTENTE: Comune di Monte Argentario				
RIFERIMENTO: Porto S. Stefano (GR)				
SONDAGGIO: SP7		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m Moletto

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia e ciottoli	67,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	29,7 %	D10	0,32803 mm
Sabbia	26,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	11,7 %	D30	2,08530 mm
Limo-Argilla	6,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	6,3 %	D50	26,87670 mm
				D60	38,73343 mm
				D90	80,49576 mm
Coefficiente di uniformità		118,08	Coefficiente di curvatura		0,34

