COMUNE DI ALASSIO

PROVINCIA DI SAVONA

OPERE DI DIFESA DEL CENTRO URBANO PROSPICIENTE IL LITORALE MARINO PER LA SICUREZZA DELLE VITE UMANE, A SALVAGUARDIA DELLE STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE CON MITIGAZIONE DEL RISCHIO E AUMENTO DELLA RESILIENZA

3° LOTTO

PROGETTO DI FATTIBILITA'
TENICO ECONOMICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E TECNICA

REDATTO NEL MESE DI DICEMBRE 2022 DA:

- Ing. Franco Ferrando
- Ing. Guido Ferri
- Ing. Paolo Gaggero
- Ing. Luca Rossi
- Dott. Geol. Eros Aiello — Geologia
- Dott.ssa Frida Occelli — Archeologia

Con la consulenza :

- Prof. Enzo Pranzini — consulenza ambientale
- Geoscape (spin off università di Genova) — modellistica e verità mare

El. A

INDICE

1. PREMESSE 3

2. LA STORIA RECENTE 4

3. LE PROSPETTIVE PER UN TERZO INTERVENTO 6

4. CARATTERISTICHE BIOLOGICHE AGGIORNATE DEI FONDALI 8

5. RILIEVO DI SPIAGGIA E DEI FONDALI 9

6. VALUTAZIONI PRELIMINARI PER L'IPOTESI DI PROLUNGAMENTO DEL PENNELLO DENOMINATO FERRANDO 10

6.1 Relazione Geoscape 11

6.1 Dimensionamento e verifiche 15

7. RIPASCIMENTO 17

8. INDICAZIONI PER IL REPERIMENTO DEI SEDIMENTI DA UTILIZZARE PER IL RIPASCIMENTO ARTIFICIALE DELLA SPIAGGIA DI ALASSIO (note del Prof. Enzo Pranzini) 19

8.1 Premessa 19

8.2 Cava marina 20

8.2.1 Dati utilizzati 20

8.2.2 Sedimentologia 20

8.2.3. Idoneità dei materiali al ripascimento 22

8.2.4 Compatibilità granulometrica 24

8.2.5 Cava marina: conclusioni 25

8.3 Cave terrestri 25

8.3.1 Premesse 25

8.3.2 Sedimentologia 25

8.3.3 Colorimetria 26

8.3.4 Colorimetria: conclusioni 28

8.4 Conclusioni generali 28

8.5 Riferimenti bibliografici 29

9. ASPETTI ARCHEOLOGICI 30

10. INDAGINI BELLICHE 31

11. CRONOPROGRAMMA 32

12. COSTO DELL'INTERVENTO 33

13. OSSERVAZIONI 34

14. ALLEGATI 37

ELENCO ELABORATI

Scritti

A. Relazione illustrativa e tecnica

B. Stima della spesa

C. Quadro economico

D. Studio preliminare ambientale

E. Cronoprogramma

F. Elenco prezzi

Grafici

Tav. 1 Planimetria generale

Tav. 2 Planimetria e sezioni – Pennello di levante

Tav. 3 Planimetria generale con indicazione punti di consegna materiale sabbioso

1. PREMESSE

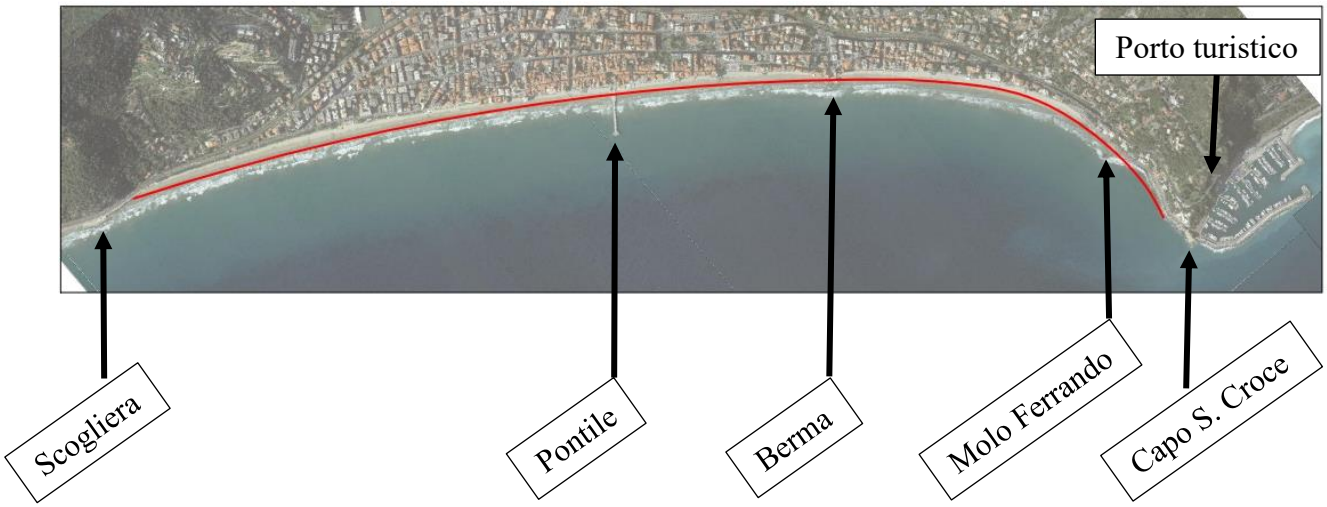
L'Amministrazione del Comune di Alassio ha incaricato la nostra associazione RTP per la redazione degli atti di completamento del PFTE necessari a sottoporre lo stesso alla verifica di assoggettabilità alla VIA presso il Settore Valutazione di Impatto Ambientale della Regione Liguria.

Il documento finale prende le mosse dagli atti già redatti dal RTP nel marzo del corrente anno (2022) e trasmessi agli Uffici Regionali al fine di registrare il fabbisogno finanziario per il terzo intervento sul litorale nel 2023.

Gli elaborati di cui la presente relazione fa parte individuano i requisiti e le modalità della nuova azione di difesa della costa, nel rispetto delle caratteristiche del litorale alassino sotto i profili ambientali e paesaggistici, con uno sguardo di tutela all'economia prevalentemente turistica del territorio.

2. LA STORIA RECENTE

In seguito alla mareggiata distruttiva dell'ottobre 2018, la Protezione Civile Nazionale, con OCDPC n° 558 del 2018, d'intesa con il Commissario per l'emergenza nella persona del Presidente della Regione Liguria, ha finanziato anche due interventi per gli anni 2020 e 2021 per il ripristino e l'aumento di resilienza della fascia costiera distesa davanti all'abitato di Alassio e costituita da una spiaggia continua interrotta solamente da due strutture urbane, il pontile Bestoso e la berma di massi in corrispondenza della torre saracena e da un breve pennello in regione ex Adelasia, denominato "molo Ferrando".



Lo sviluppo della linea costiera segnata in rosso nella figura che precede è di circa 3800 m, di cui più a nord il tratto di circa 300 m, oltre il pennello denominato Ferrando, è costituito da una scogliera di sostegno del rilevato stradale che conduce al porto turistico ed è privo di spiaggia.

Un complessivo dialogo tra l'Amministrazione Comunale, il mondo economico locale e gli uffici regionali si è concluso con la scelta del **ripascimento strutturale quale azione primaria di difesa della costa**.

La scelta non è stata semplice anche per le attese che si erano sviluppate verso un intervento più radicale, costituito da una barriera longitudinale staccata dalla costa inerodibile 120/150 ml, accompagnata comunque da un ripascimento per il primo recupero dell'ampiezza di spiaggia.

Nel 2021 e nel 2022, con i fondi del rispettivo anno precedente pari ad Euro 2.500.000,00 cadauno, sono stati realizzati due interventi di solo ripascimento, con sabbie sorbonate dal deposito nel fondo del mare antistante Capo Santa Croce. Sono stati raccolti con draga motorefluente circa 120.000 + 120.000 = 240.000 mc di sabbie molto simili a quella natia e provenienti dalla deriva litoranea della spiaggia.

Devesi segnalare che:

- il duplice finanziamento di Euro 2.500.000 ovvero totale di Euro 5.000.000 ha permesso interventi su circa 3.500 m, con una spesa specifica di circa

  5.000.000/3.500 = 1.400 €/ml;

- il tenore di sabbia sorbonata, trasportata e posata in sito e distesa è pari a circa

  (2 $_x$ 120.000)/3.500 = 70 mc/ml

Il risultato è stato molto efficace e le spiagge si sono ripristinate ed ampliate notevolmente; garantiscono un buon contenimento dissipativo dell'energia dell'onda, anche se il run-up giunge ancora spesso, ed in particolari tratti con discreta violenza, contro le strutture urbane che si affacciano sulla spiaggia.

Dal punto di vista ambientale e paesaggistico i due interventi hanno realizzato un successo che può definirsi notevole, anche se, nei due anni seguenti le operazioni, il mare non ha sofferto di violente agitazioni e pertanto non ha permesso un raffronto tra i comportamenti del sistema previsti dai modelli matematici progettuali e quelli in scala reale durante le mareggiate.

3. LE PROSPETTIVE PER UN TERZO INTERVENTO

Le linee direttrici per l'impostazione di un terzo intervento sono state concordate dall'Amministrazione Comunale con quella regionale e dai tecnici del RTP con gli Uffici Regionali e riguardano:

I) un'ulteriore azione di ripascimento

II) il prolungamento, in versione suffolta, del pennello Ferrando.

Il ripascimento continua a rappresentare il fondamentale metodo di lavoro per la difesa della costa Alassina mentre il prolungamento del molo costituisce il nuovo elemento di cattura della deriva litoranea, la cui risultante è diretta verso N, dove in passato ha depositato masse di sabbia via via sempre più fine procedendo da SW verso NE sino all'isola Gallinara. Mentre per il prolungamento del pennello le alternative si limitano ad una struttura emersa o sommersa e per motivi più che altro paesaggistici si è preferita quest'ultima, per il ripascimento si è aperta una più vasta gamma di metodi di lavoro ed in particolare:

A. prelievo, come per gli anni precedenti, dei depositi sottomarini antistanti la zona costiera intorno a Capo S. Croce;

B. fornitura selezionata da cava terrestre con privilegio, comunque, del materiale naturale di depositi fluviali (non frutto di frantoio);

C. deposito concentrato nella spiaggia sommersa di ponente, per una naturale distesa sul litorale operata dalle correnti indotte dalle agitazioni ondose;

D. deposito uniforme sul litorale, come già attuato negli anni precedenti.

Il prelievo dai fondali (lettera A) è stato il punto di forza degli interventi dell'ultimo biennio, pur con una granulometria leggermente inferiore a quella nativa residua; il ripascimento da mare ha un costo decisamente inferiore di quello da terra, purché i quantitativi siano sufficientemente importanti per spalmare su di essi il costo del mob-demob delle navi sorbona e per la movimentazione delle tubazioni di refluimento a terra con l'impiego di mezzi terrestri di completamento. Sotto quest'aspetto, come di vedrà nel seguito, il sito già sfruttato non offre ulteriori grandi capacità volumetriche, almeno allo stato dell'attuale conoscenza attuata tramite rilievi di monitoraggio affidati dall'Amministrazione Comunale alla ditta Geocoste di Firenze: il materiale residuo è, nelle aree già sfruttate, troppo fine rispetto a quello nativo e pertanto molto più instabile. La fornitura da cava terrestre (comunque fluviale) apre una grande scelta di tipologie di sabbia, per quanto riguarda il colore, la granulometria e la natura litologica che, per garantire omogeneità con quella nativa, dovrebbe essere ricca di quarzo

(caratteristica speciale della spiaggia di Alassio, con tenore di quarzite intorno al 75/80 % in peso).

La scelta tra i sistemi di versamento di cui alle lettere C e D è orientata da opportunità stagionali e da termini equitativi tra le varie zone che tutte contribuiscono all'economia cittadina, per cui la scelta ricade comunque sulla soluzione D.

Come si vedrà nel seguito il tema relativo al punto A è complesso; il PFTE si è infine orientato per un sistema misto, in cui le sabbie di apporto provengono in parti ponderate sia da mare sia da terra. Eventuali sviluppi delle ulteriori fasi progettuali potranno orientare verso proporzioni diverse, senza esclusione a priori di ricorso ad una sola delle due fonti.

4. CARATTERISTICHE BIOLOGICHE AGGIORNATE DEI FONDALI

Il monitoraggio previsto nei procedimenti approvativi dei progetti di 1° e 2° lotto, ha descritto tra l'altro le condizioni delle biocenosi locali. Viene riportato in allegato 1 alla presente relazione il rapporto di Geoscape Società Cooperativa Spin Off dell'Università di Genova, consulente di Geocoste snc AM3 spin off durante le azioni di monitoraggio. Le conclusioni dello stesso lasciano ampio spazio ad ulteriori azioni di ripascimento e, per quanto riguarda la conservazione delle biocenosi, al prelievo dalle sabbie del fondale nelle zone già scelte e più volte indagate.

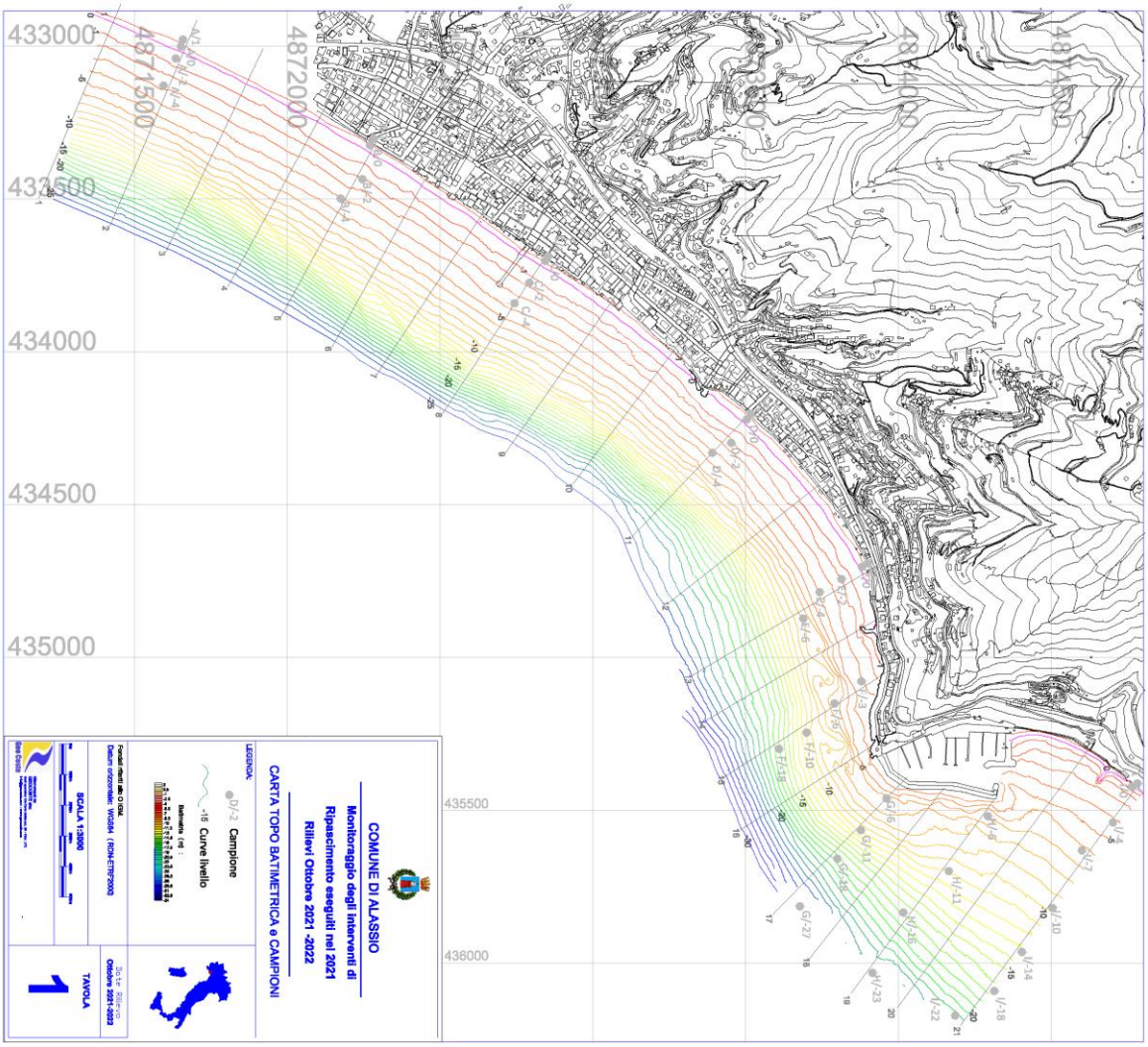
5. RILIEVO DI SPIAGGIA E DEI FONDALI

Come previsto dal piano di monitoraggi relativo ai primi due lotti nell'ottobre 2021 e nel novembre 2022 sono stati eseguite le necessarie campagne batimetriche e sedimentologiche.

I rilievi commissionati dalla Amministrazione comunale di Alassio sono stati effettuati dalla ditta Geocoste di Firenze .

Dal confronto dei rilievi si è confermato quanto osservato per il primo lotto, con ulteriore avanzamento medio della linea di riva di circa 8-10 m oltre ad un accrescimento della spiaggia sommersa (mediamente) fino alla batimetrica -3, mentre nella zona di prelievo si evidenzia un approfondimento del fondale.

Durante il monitoraggio sono stati prelevati ed analizzati campioni di sedimento. Si allegano le schede sedimentologiche con evidenziati parametri folk & Ward.



Carta con indicazione batimetrie e punti prelievo del sedimento

6. VALUTAZIONI PRELIMINARI PER L'IPOTESI DI PROLUNGAMENTO DEL PENNELLO DENOMINATO FERRANDO

È stato chiesto a Geoscape Società Cooperativa Spin Off dell'Università di Genova di analizzare l'ipotesi di prolungamento del molo Ferrando.

Riportiamo il testo della relazione.

6.1 Relazione Geoscape

In riferimento all'Ipotesi di allungamento del pennello posto a est del litorale di Alassio (SV), il già nominato "molo Ferrando", la società scrivente ha effettuato della valutazione idro-morfodinamiche in base alle elaborazioni e i risultati ottenuti negli ultimi due anni di lavoro, mediante l'utilizzo di modellistica matematica

Per questo breve elaborato sono state utilizzate condizione meteo marine sia per del settore SUD-EST che per il settore SUD-OVEST su tempi di ritorno annuali e cinquantennali.

Le analisi si sono concentrate sul trasporto solido e sulle correnti superficiale delle aree adiacenti al pennello oggetto di indagini; di seguito sono riportati alcuni estratti per il settore SUD-EST (Scirocco) e per il settore SUD-OVEST(Libeccio).

SUD-EST (Scirocco)

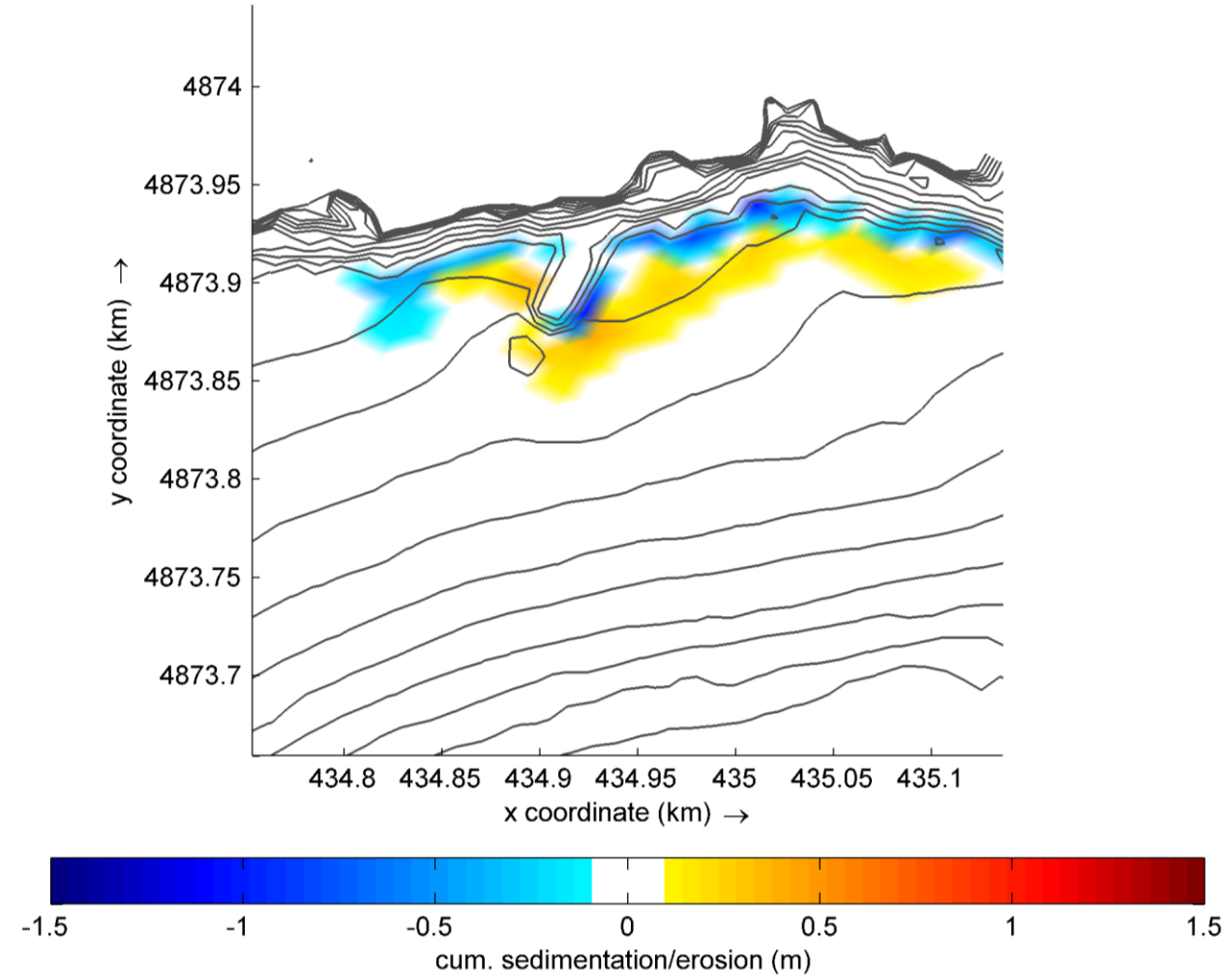


Figura 1 morfodinamica per mari di Scirocco TR 1

Analizzando l'immagine in figura 1, emerge l'innesco di trasporto di materiale disciolto con direzione

convergente rispetto al pennello; nella zona sopraflutto il trasporto (erosione accumulo) assume direzione Sud-Ovest, superando l'asse del pennello e depositare materiale all'interno della cella adiacente a Ovest. Di concerto, nel tratto di costa chiuso a levante dal pennello, si verifica un accumulo di materiale dovuto alla zona d' ombra (di protezione) generata dall'opera stessa.

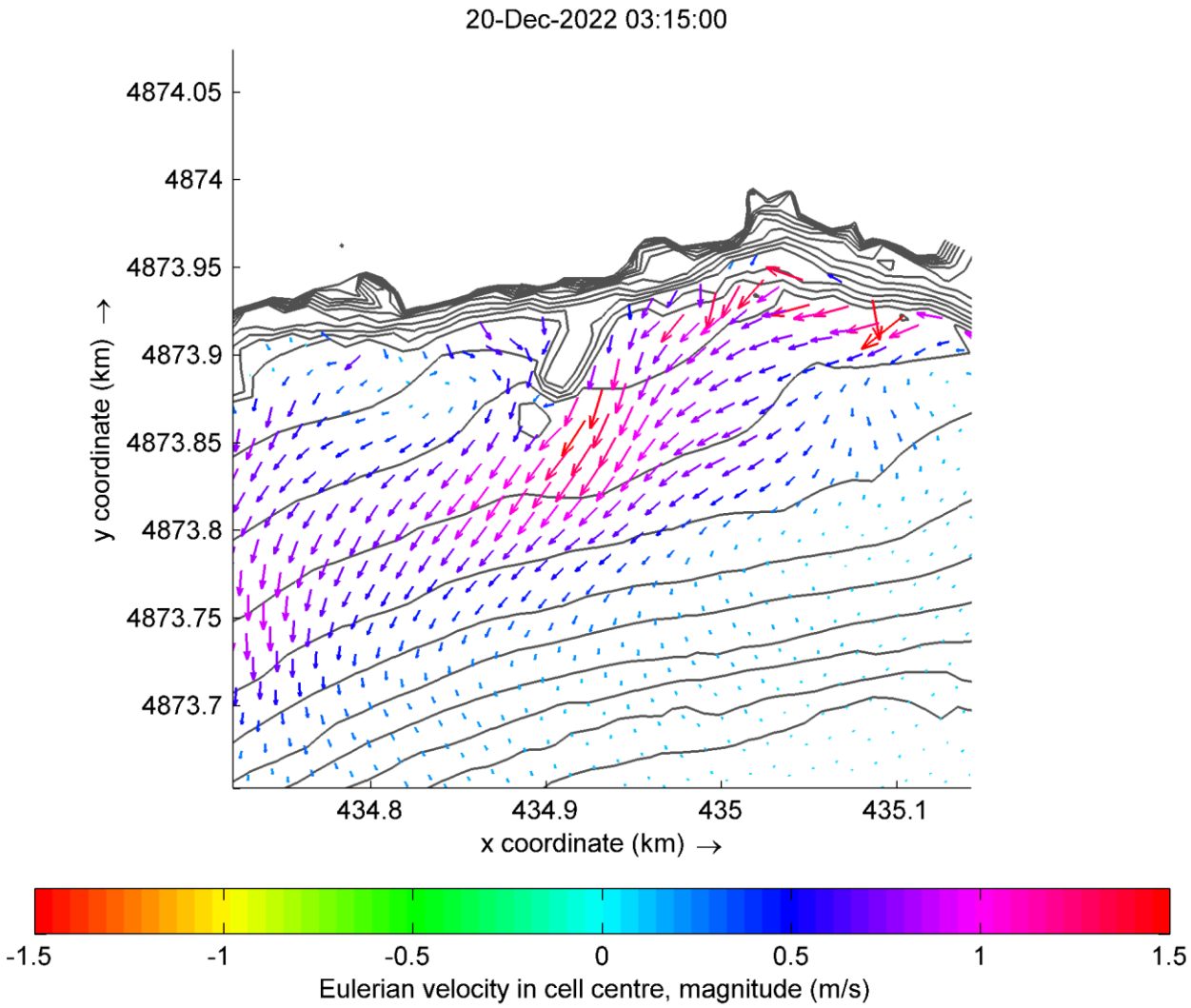


Figura 2 simulazione correnti superficiali per Scirocco TR50

Da un punto di vista idrodinamico, dalla base del pennello si generano due rip-current di differente magnitudo ma di pari direzione (Sud-Ovest) (figura 2). Per la rip-current di levante si raggiunge anche 1.5 m/s in condizione meteo marine estreme. Nella figura 1 e figura 2 è riportato un piccolo poligono sulla testata del pennello: si tratta di un deposito effimero di materiale disciolto generatosi post simulazione.

SUD-OVEST (Libeccio)

Per eventi meteo marini provenienti da Sud-Ovest, le simulazioni hanno messo in evidenza un trasporto solido con direzione Est, dove si evince un superamento del pennello e quindi una fuoriuscita di materiale dalla cella litoranea. Mentre a levante del pennello si verifica un trasporto cross-shore (figura 3).

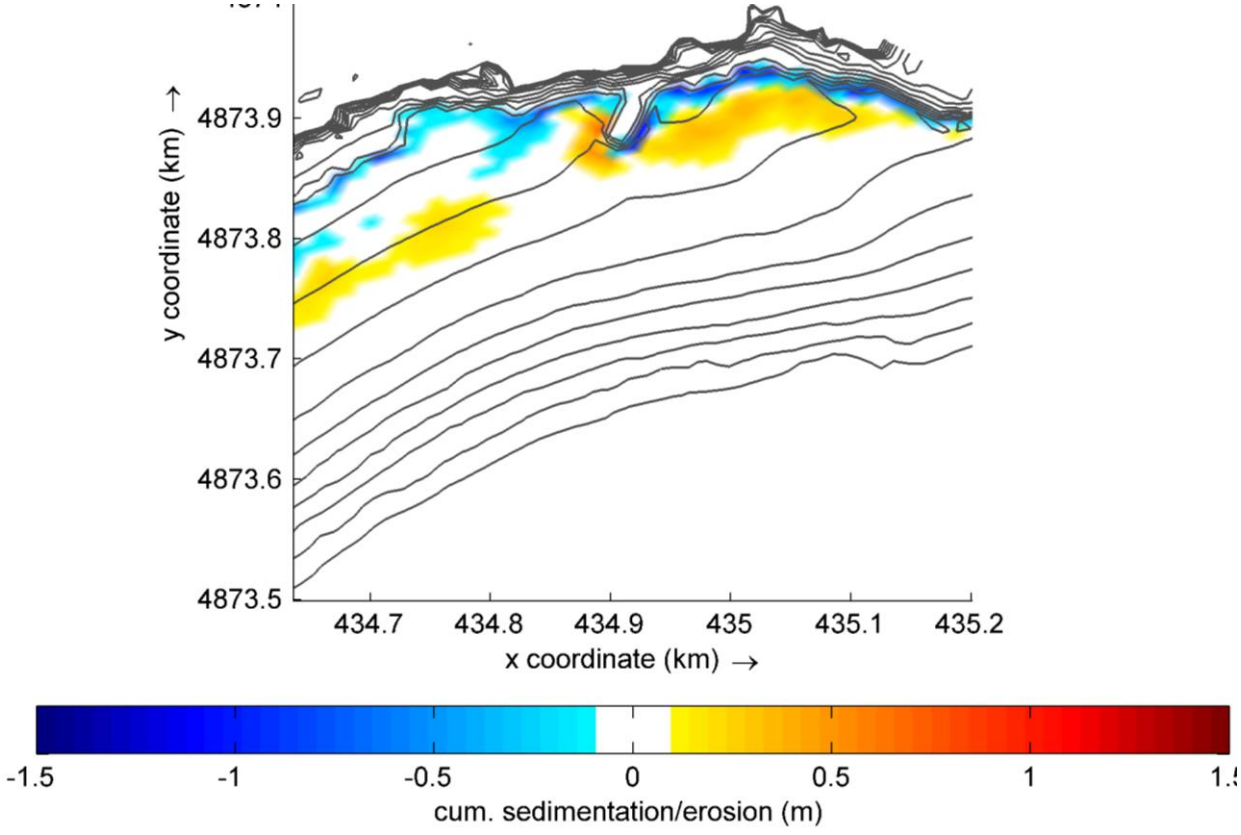


Figura 3 morfodinamica con mari di Libeccio TR 1

Da punto di vista idrodinamico, si evidenzia la corrente proveniente da Ovest che converge con quella difratta dal promontorio posto a Est intorno alla profondità di 5 metri, anche in questo caso le correnti superano il metro al secondo (figura 4).

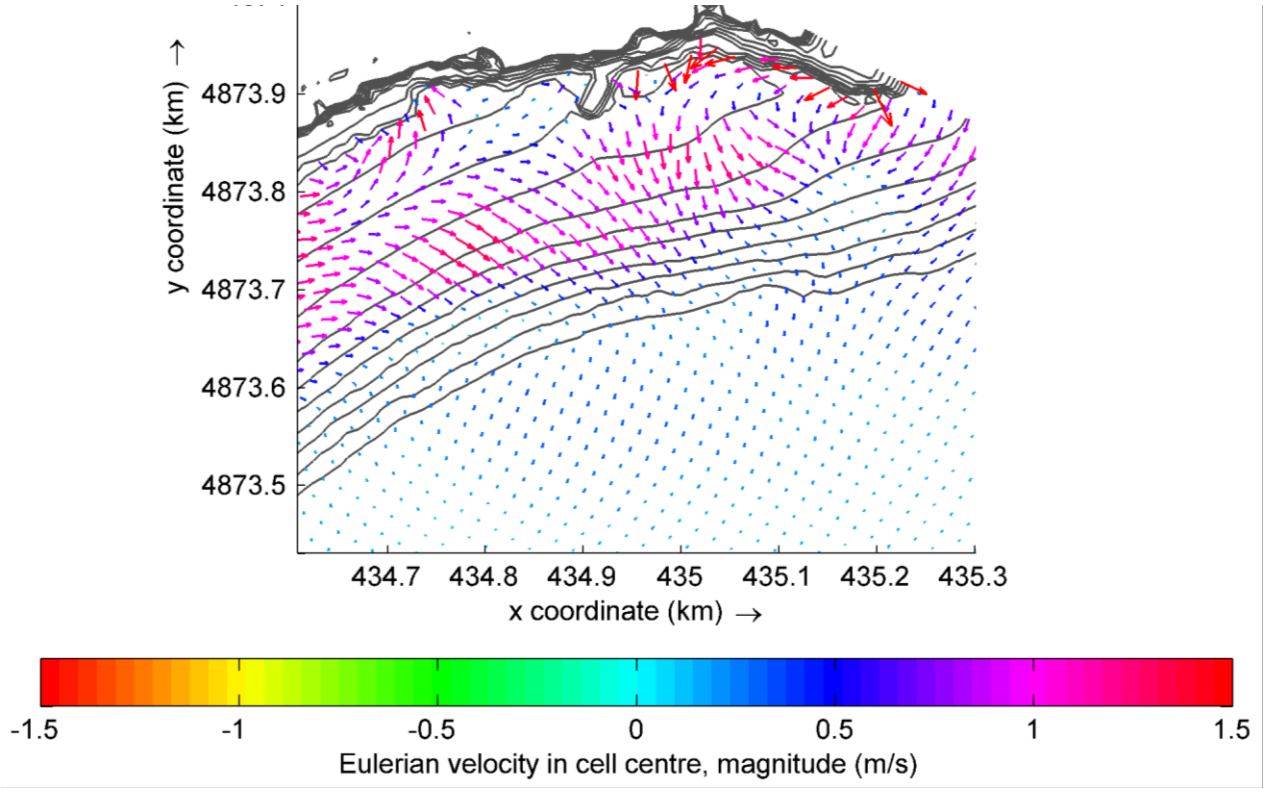


Figura 4 Idrodinamica per i mari di libeccio TR 50

Discussione dei risultati

Da questa prima analisi superficiale è emerso che la presenza dell'attuale pennello incide nell'andamento idro-morfodinamico per quel settore di spiaggia in misura non sufficiente a determinare una stabilizzazione di un nuovo profilo di spiaggia, in vista di nuovi ripascimenti; in quanto con mari con tempi di ritorno pari ad un anno emerge già la perdita di materiale a sfavore delle spiagge poste a ponente, soprattutto per mari da Libeccio. In equa misura, un ridimensionamento dell'opera andrà valutato da tutti punti di vista, negativi e positive, anche se da questa prima analisi l 'allungamento sommerso potrebbe apportare benefici sia generando una zona di deposito a favore di tutto il litorale e generare un nuovo tratto di costa stabile. Il dimensionamento del prolungamento suffolto del pennello deve permettere comunque un passaggio di sabbie per il mantenimento della spiaggia sommersa davanti alla scarpata di sostegno di via Cadorna

Condizioni meteo marine off-shore utilizzate

	HS TR 1 (metri)	TP TR 1 (sec)	HS TR 50 (metri)	TP TR 50 (sec)
SCIROCCO 130°	*3.512*	*6.503*	*5.463*	*8.348*
LIBECCIO 220°	*4.204*	*7.368*	*5.744*	*9.457*

6.1 Dimensionamento e verifiche

Dalle simulazioni modellistiche effettuate durante l'elaborazione della progettazione relativa ai primi due lotti di intervento e dalle osservazioni in campo, si è potuto constatare come, stati di mare provenienti da Sud-Ovest generino sul litorale di Alassio, u trasporto solido long shore in direzione dell'attuale pennello denominato Ferrando; infatti, dalla realizzazione del molo, si è potuto constatare un accumulo di sedimento a ovest del pennello con innalzamento del fondale superiore al metro.

Da tutto ciò è nata l'idea progettuale di allungare il pennello al fine di trattenere i sedimenti che andrebbero, probabilmente, a depositarsi nella cava sottomarina utilizzata per il ripascimento effettuato negli anni scorsi.

Il pennello è stato realizzato nel 2019 , e si sviluppa per 35 metri perpendicolarmente alla costa e per 15 metri circa in direzione sud –ovest; il piano di Berma della parte inclinata ha una larghezza di 5 metri ed una quota sul livello del mare pari a 1,5 m.

Si prevede di modificare l'orientamento della parte inclinata "raddrizzandolo" con le stesse caratteristiche attuali e poi di proseguire con una parte sommersa fino alla profondità di circa 4 m .

I primi 35 metri soffolti avranno una sommergenza di 50 cm, e l'ulteriore allungamento avrà una sommergenza di 1,5m; si rimanda agli elaborati grafici per una dettagliata descrizione geometrica.

Il pennello così pensato, avrà la capacità di trattenere i sedimenti più grossolani ed una volta insabbiato, permetterà il passaggio parziale di sabbia verso levante, sia perché parzialmente soffolto , sia perché non viene raggiunta la profondità di chiusura della spiaggia, materializzata, alla batimetrica -6,5 m a circa 250 m dalla riva; tutto questo per non impoverire troppo il litorale posto a levante e garantire la necessaria stabilità alla diga foranea del Porto di Alassio.

Per il dimensionamento dei massi della mantellata si verifica la stabilità sotto l'azione dell'onda frangente al piede della struttura.

Si utilizza la nota formula di Hudson:

$$P = \frac{\gamma_s \cdot H^3}{k_d \cdot \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_o} - 1\right)^3} \cdot \frac{1}{\operatorname{cotg} \alpha}$$

Dove:

P = pesodeimassiin tonnellate

H = altezza d'onda di progetto

γ_s = pesospecifico dei massi utilizzati

γ_o = pesospecifico dell'acqua

α = inclinazio ne della mantellata

k_d = coefficien te numerico tabellato

In prima approssimazione e per garantire un maggior grado di sicurezza della scogliera non si considera la sommergenza .

Osservando che la testata sarà imbasata ad una profondità di circa 4 metri, risulta:

H = 0,78 X 4,5 l.m.m.m.= 3,50 metri (Mc Cowen + sopraelevazione dovuta all'azione del venti di burrasca)

$\gamma_o = 1{,}03$ t/m³

$\gamma_s = 2{,}5$ t/m³

$\cot \alpha = 2$

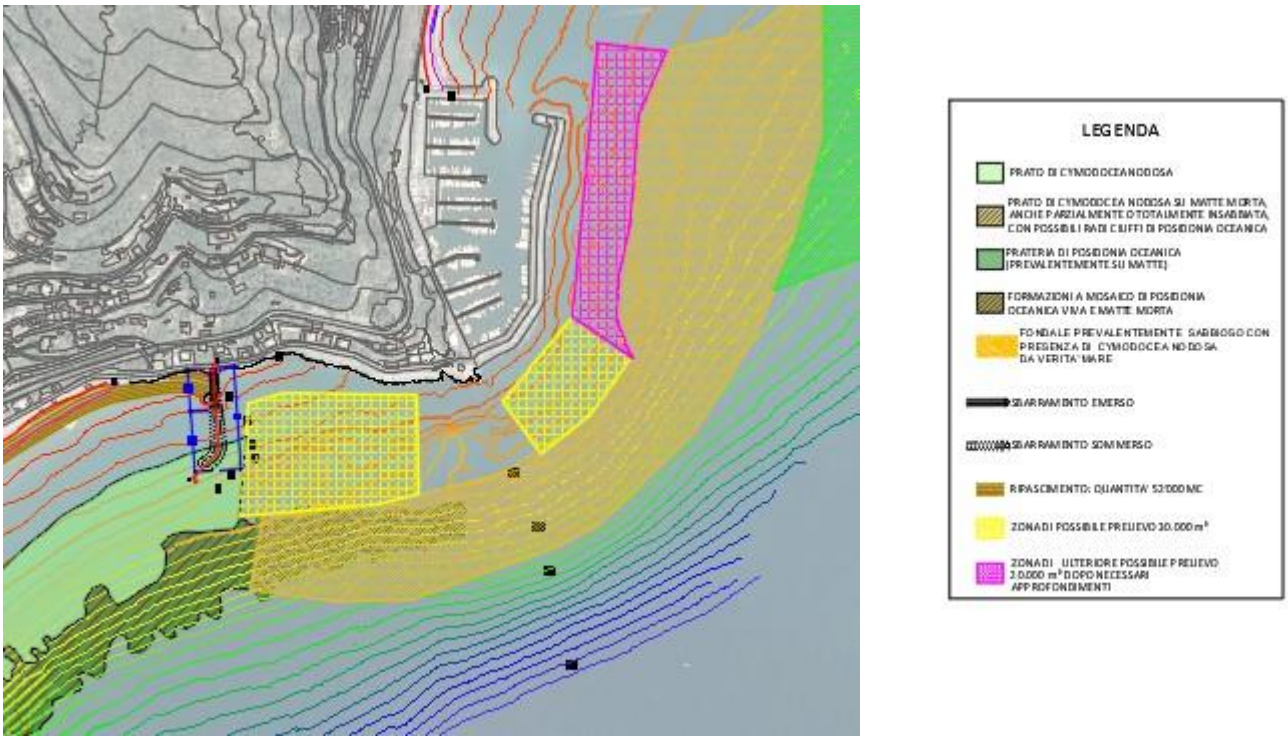
kd = 4

Si ricava P = 4,7 t , per cui si utilizzeranno massi di III° categoria

7. RIPASCIMENTO

Per valutare la capienza residua della cava sottomarina utilizzata per i rinascimenti relativi al primo e secondo lotto sono stati confrontati i rilievi batimetrici e le analisi granulometriche relative al monitoraggio annualità 2021 e 2022.

Dal confronto batimetrico nella zona di prelievo è evidente l'abbassamento del fondale per cui, per evitare problemi di stabilità alla diga foranea del porto e problemi alla prateria di Posidonia adiacente alla cava sottomarina finora utilizzata, si è constatato che si possono prelevare ancora circa 30.000,00 m³ dragando al massimo per ulteriore 50 cm in profondità. Forse e solo dopo ulteriori e necessari approfondimenti si potrebbero prelevare ancora circa 20.000 m³ nella zona della cava più levante.



Inoltre dal confronto sedimentologico risulta che i sedimenti ancora presenti sono di granulometria inferiore rispetto a quelli prelevati per il primo e secondo lotto e quindi con una stabilità leggermente inferiore rispetto al dragato utilizzato nei due lotti precedenti. Pertanto il ripascimento previsto è costituito da due tipologie di materiale, come riportato nel computo metrico estimativo

- da cava sottomarina mc 30.000
- da cava terrestre mc 22.000

Mentre il prezzo per il materiale da cava terrestre è descritto dal Prezzario Regionale, quello per le sabbie marine deriva dal costo delle operazioni in mob-demob e lavorazioni con i tubi di refluimento concentrato su una quantità di materiale sorbonato relativamente modesta; si è applicato, in prima

approssimazione, un prezzo doppio di quello registrato nei lotti precedenti, con riserva di ricerche di mercato.

Si vuole evidenziare inoltre che i campioni granulometrici prelevati nelle zone a Levante della diga foranea del porto, rappresentativi dei primi 50 cm di spessore del fondale, sono risultati di granulometria troppo sottile (vedasi schede granulometriche allegate al monitoraggio di Novembre 2022) per garantire la necessaria stabilità sulla spiaggia emersa e sommersa, solo con necessarie e costose ulteriori indagini si potrebbe verificare se in profondità il materiale risulterebbe idoneo (carotaggi ed indagini chimiche ed eco tossicologiche).

8. INDICAZIONI PER IL REPERIMENTO DEI SEDIMENTI DA UTILIZZARE PER IL RIPASCIMENTO ARTIFICIALE DELLA SPIAGGIA DI ALASSIO (note del Prof. Enzo Pranzini)

8.1 Premessa

Il progetto di ripascimento prevede l'utilizzazione di aggregati provenienti da due fonti diverse: la cava sottomarina già utilizzata nel 2021 e 2022, ma in una sua parte diversa, e cave terrestri per le quali saranno determinate le caratteristiche petrografiche, tessiturali e composizionali.

La compatibilità granulometrica delle sabbie presenti fra il porto di Alassio e l'Isola Gallinara è già stata valutata nella prima fase progettuale con l'attribuzione di un indice di stabilità (Is) di 0.372 e 0.480 in funzione del fatto che si confrontassero con i sedimenti di spiaggia campionati nel 2020 o nel 2012. La differenza deriva dal fatto che dal 2012 al 2020 si è registrato un leggero incremento delle dimensioni dei sedimenti, forse spiegabile con il processo erosivo in atto.

Nel ripascimento del 2021, su alcuni campioni prelevati sulla draga e nella zona di versamento, si ebbero risultati simili.

In ogni caso tutti i valori dell'Indice di stabilità (Is) si pongono al di sotto di quello che avrebbe una sabbia con distribuzione granulometrica identica a quella dei sedimenti nativi (Is = 0.500). I parametri tessiturali di alcuni campioni prelevati sia a bordo della draga che refluiti sulla spiaggia hanno fornito indici di stabilità leggermente maggiori per la perdita di frazione fine nelle varie fasi di dragaggio e refluimento a riva, come d'altra parte evidenziato dalla torbidità dell'acqua che fuoriesce dalle dighe di contenimento.

Il monitoraggio recente, nonché le osservazioni dirette del gruppo di progettazione e quanto riferito dai gestori degli stabilimenti balneari, indica che le perdita dalla spiaggia emersa sono state complessivamente modeste, cosa che, in via preliminare, suggerisce di utilizzare ulteriormente, almeno in parte, i materiali della cava sottomarina. Si sottolinea che l'impiego di sedimenti più fini era motivato dal rapporto costi/benefici estremamente favorevole (possibilità di versare un volume assai maggiore seppure con una minore stabilità).

L'utilizzazione esclusiva di sedimenti marini in questo terzo Lotto dei lavori non sarebbe praticabile dato che la zona in cui si trovano i materiali migliori (più grossolani) è stata già sfruttata ed un ulteriore approfondimento dei fondali potrebbe anche creare problemi alla stabilità della diga foranea del porto. L'identificazione di un'area di dragaggio diversa si è ovviamente indirizzata in quel tratto di fondale non ancora sfruttato in cui vi sono sedimenti più grossolanii, che in ogni caso non coprirebbero completamente le attuali necessità volumetriche del ripascimento.

È in base a queste considerazioni che si prevede anche l'utilizzazione di sabbie di origine terrestre in una percentuale che potrà essere quantificata precisamente nel progetto definitivo, anche sulla base del costo di tali materiali che, necessariamente, dovranno venire da aree lontane dal sito di versamento, dato che nella provincia di Savona, e in tutta la Liguri, non sono presenti cave che producano sabbia delle dimensioni e del colore richiesti.

Questa analisi verrà comunque fatta successivamente alla valutazione dell'opportunità di usare i sedimenti della cava marina, dei volumi disponibili e degli eventuali costi connessi.

8.2 Cava marina

8.2.1 Dati utilizzati

La valutazione della compatibilità granulometrica dei sedimenti presenti sui fondali potenzialmente sfruttabili e quelli della spiaggia di Alassio si basa, per i primi, sull'analisi granulometrica di campioni prelevati nel Novembre 2022 nell'ambito del piano di monitoraggio concordato con la Regione Liguria, mentre per i secondi si fa riferimento, come negli studi a supporto della progettazione precedente, ai campioni prelevati nel 2012 e nel 2020, ossia prima degli ultimi ripascimenti, in modo da fare confrontarli con i sedimenti nativi che, comunque, sappiamo aver avuto un'evoluzione tessiturale almeno negli ultimi venti anni.

8.2.2 Sedimentologia

Per tutti i campioni l'analisi granulometrica è stata effettuata per setacciatura meccanica a secco con intervallo ½ previa separazione per via umida della frazione inferiore a 4 phi (0,0625 mm) consentendo così una loro comparazione.

In Figura 1 vengono rappresentate le distribuzioni granulometriche del campione composito l rappresentativo dell'area di dragaggio (Campioni F/-3, F/-6, F/-10 e denominato Cava 2022) e di quelle dei campioni compositi rappresentativi della spiaggia del 2012 e del 2020. Mentre in Figura 2 compaiono le rispettive curve cumulative in scala log-probabilistica.

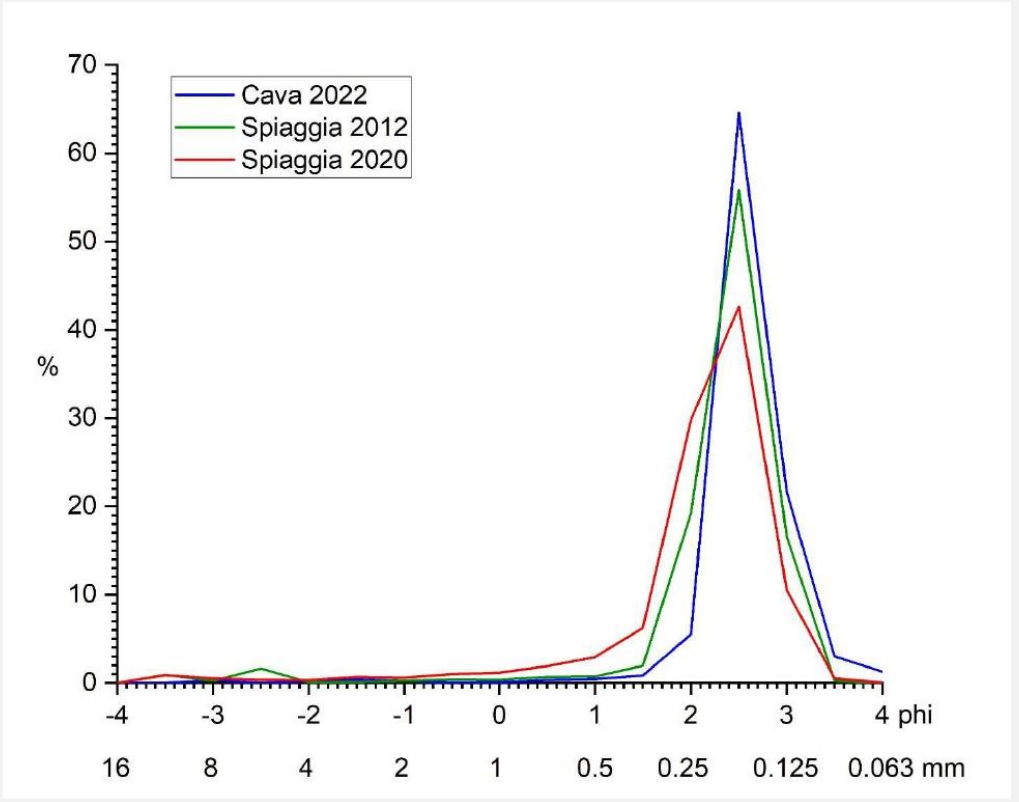


Figura 1. Distribuzione granulometrica dei campioni compositi rappresentativi dei materiali presenti nell'area di dragaggio 2022 e della spiaggia negli anni 2012 e 2020

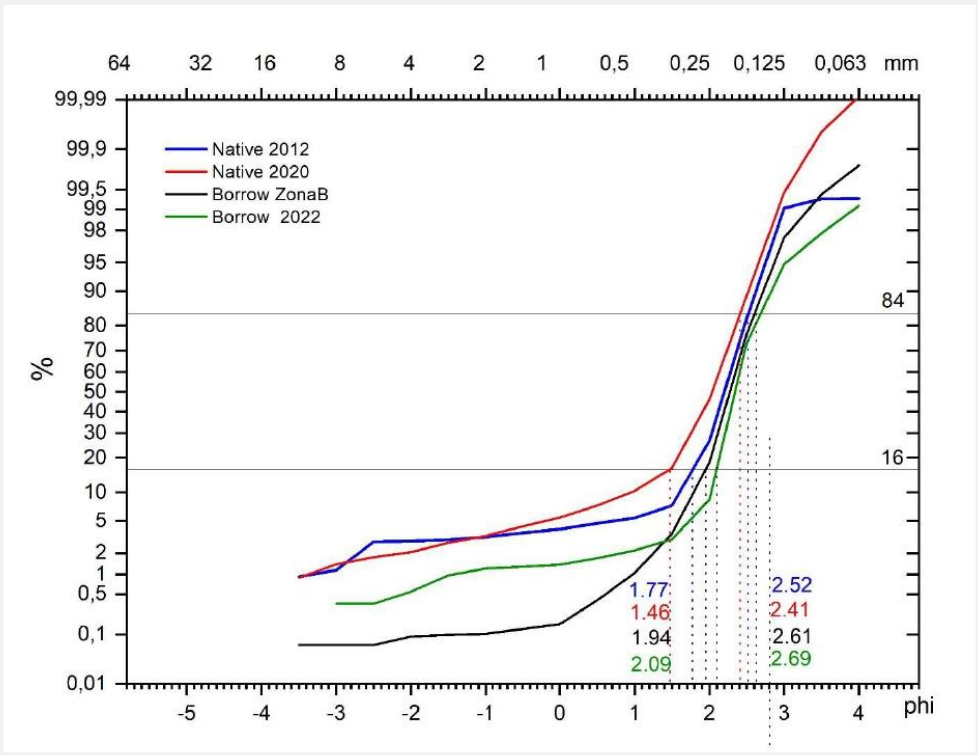


Figura 2. Distribuzione granulometrica del campione composito rappresentativo dei sedimenti della zona di dragaggio 2022 e di quelli rappresentativi della spiaggia di Alassio nel 2012 e nel 2020. Sul grafico vengono anche indicati i valori del 16° e dell'84° percentile necessari per il calciolo dell'Rapporto critico ($R_{\Phi crt}$) e dell'Overfill factor (R_A).

8.2.3. Idoneità dei materiali al ripascimento

L'efficacia di un ripascimento, in termini di stabilità dei materiali immessi, è determinata quasi esclusivamente dalle dimensioni dei granuli, ed è su questo punto che fino ad oggi si è focalizzato lo sforzo dei progettisti, spesso utilizzando i metodi proposti dallo Shore Protection Manual (USACE) a cui si è recentemente affiancato un metodo proposto sulla rivista Coastal Engineering.

Per ciascuna coppia Native – Borrow sono stati calcolati il Rapporto critico (RΦcrit; Krumbein e James, 1965), l'Overfill factor (RA; James, 1975) e l'Indice di stabilità (Is; Pranzini et al., 2018).

Il Rapporto critico (RΦcrit) e l'Overfill factor (RA) tendono a valutare, in forma leggermente diversa, la quantità di sedimenti Borrow che deve essere messa sulla spiaggia affinché, dopo l'azione selettiva del mare, rimanga un volume unitario di sedimenti con la stessa distribuzione granulometrica del sedimento Native. Se alcune classi granulometriche mancano, il raggiungimento dell'uguaglianza non può avvenire e il punto rappresentativo cade in un'area definita Unsuitable nel nomogramma che si usa per il calcolo, a meno che non siano tuti più gssolani e ai quali viene attribuito il valore di 1.

Il valore del Rapporto critico (RΦcrit) non può essere determinato, ma il punto rappresentativo cade ampliamente nel campo Unsuitable (Figura 3) sia nel confronto con la spiaggia del 2012 che con quella del 2020.

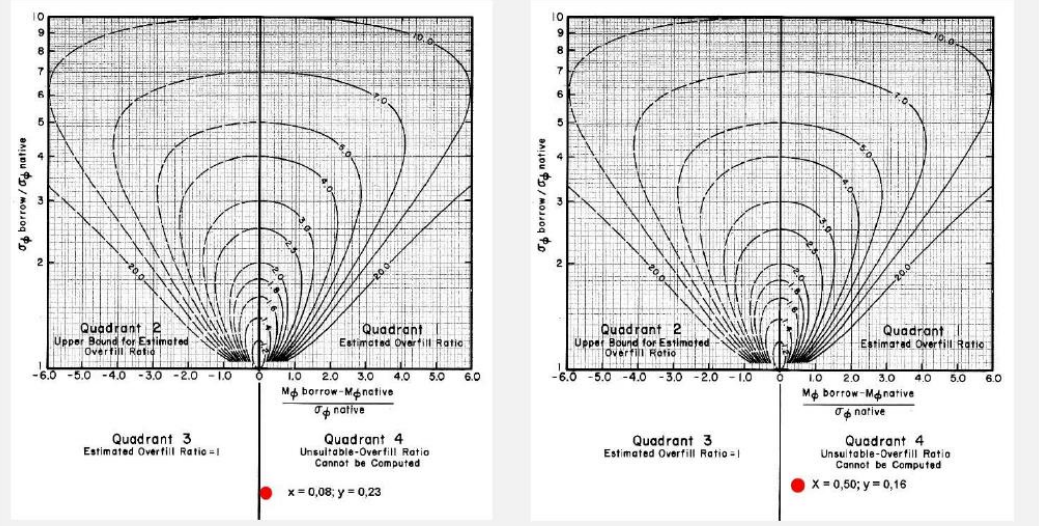


Figura 3. Nomogramma per il calcolo del Rapporto critico ($R_\Phi$crtit) per i sedimenti della cava marina 2022 sulla spiaggia 2012 (a sinistra) e 2020 (a destra).

Anche nel caso dell'Overfill ratio (RA), che considera anche una certa azione selettiva del mare sulle diverse classi granulometriche, il punto rappresentativo cade nel campo dell'instabilità con valori estremamente bassi (assai sotto a 10) per la quantità di sedimenti Borrow che rimarrebbero sulla spiaggia. Solo il confronto con la spiaggia del 2012 (che era più fine) fa cadere il punto all'interno

del grafico, ma nell'area Unstable (Figura 4).

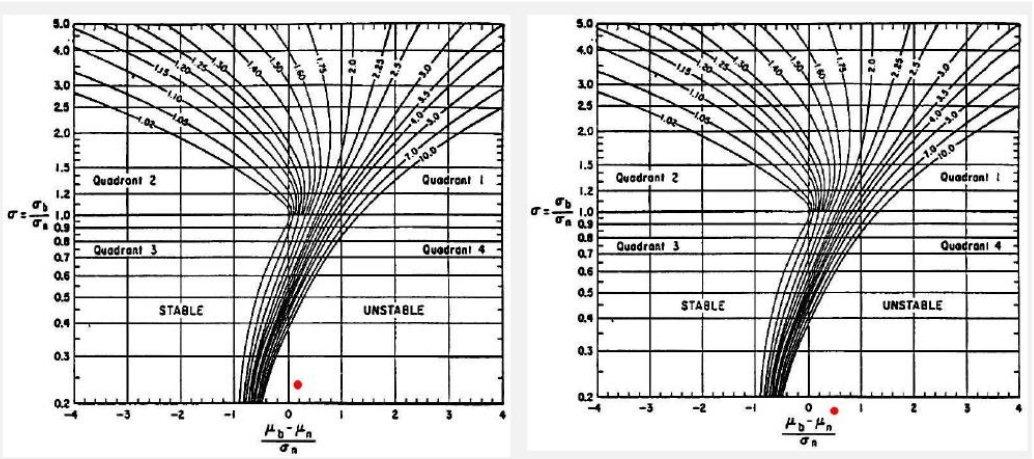


Figura 4. Nomogramma per il calcolo dell'IOverfill ratio (R_A) per i sedimenti della cava marina 2022 sulla spiaggia 2012 (a sinistra) e 2020 (a destra).

L'Indice di stabilità (Is), dopo numerose applicazioni in Italia ed in altri paesi, è stato pubblicato su Coastal engineering. Si basa sull'ipotesi che un granulo, di dimensioni maggiori del più grande granulo presente sulla spiaggia, abbia una stabilità pari ad 1, mentre uno più piccolo del più piccolo presente sulla spiaggia abbia stabilità 0. Per ciascuna distribuzione granulometrica la stabilità di ogni frazione è proporzionale all'inverso del suo valore nella curva cumulativa.

Sabbia Borrow con distribuzione granulometrica identica a quella Native ottiene un valore Is = 0,500; sotto ad esso diminuisce la stabilità e al di sopra aumenta.

Per i materiali del ripascimento del 2021 si ottenne un valore Is = 0,480 per la spiaggia 2012 e Is = 0,372 per la spiaggia 2020.

Nelle due tabelle seguenti viene fatto il calcolo per i sedimenti presenti nell'area di ipotetico nuovo dragaggio sempre tenendo come riferimento la spiaggia nei due anni indicati.

Il risultato indica una stabilità inferiore, coerentemente con le distribuzioni granulometriche di Figura 1 e Figura 2.

Abbiamo infatti Is = 0,389 per la spiaggia 2012 e Is = 0,278 per la spiaggia 2020.

Phi	**Spi.2020**	Cum-comp	Cum-inv	Fs	**Cava2022.**	Is
-6	0,00	0,000	100,000	1,000	0,000	0,000
-5,5	0,000	0,000	100,000	1,000	0,000	0,000
-5	0,000	0,000	100,000	1,000	0,000	0,000
-4,5	0,000	0,000	100,000	1,000	0,000	0,000
-4	0,000	0,000	100,000	1,000	0,000	0,000
-3,5	0,888	0,888	99,112	0,996	0,000	0,000
-3	0,511	1,398	98,602	0,989	0,347	0,343
-2,5	0,347	1,746	98,254	0,984	0,000	0,000
-2	0,309	2,055	97,945	0,981	0,198	0,194
-1,5	0,669	2,724	97,276	0,976	0,422	0,412
-1	0,591	3,315	96,685	0,970	0,250	0,242
-0,5	1,000	4,315	95,685	0,962	0,069	0,066
0	1,144	5,459	94,541	0,951	0,090	0,086
0,5	1,892	7,351	92,649	0,936	0,321	0,300
1	2,943	10,294	89,706	0,912	0,461	0,420
1,5	6,224	16,517	83,483	0,866	0,848	0,734
2	29,787	46,304	53,696	0,686	5,531	3,793
2,5	42,647	88,951	11,049	0,324	64,610	20,916
3	10,496	99,447	0,553	0,058	21,653	1,256
3,5	0,507	99,954	0,046	0,003	3,033	0,009
4	0,038	99,991	0,009	0,000	1,279	0,000
-4,5	0,009	100,000	0,000	0,000	0,889	0,000
	100,000					**0,278**

Phi	**Sp.2012**	Cum-comp	Cum-inv	Fs	**Cava2022**	Is
-6	0,00	0,000	100,000	1,000	0,000	0,000
-5,5	0,00	0,000	100,000	1,000	0,000	0,000
-5	0,00	0,001	99,999	1,000	0,000	0,000
-4,5	0,00	0,001	99,999	1,000	0,000	0,000
-4	0,00	0,001	99,999	1,000	0,000	0,000
-3,5	0,92	0,919	99,081	0,995	0,000	0,000
-3	0,23	1,151	98,849	0,990	0,347	0,343
-2,5	1,63	2,782	97,218	0,980	0,000	0,000
-2	0,07	2,853	97,147	0,972	0,198	0,192
-1,5	0,12	2,976	97,024	0,971	0,422	0,410
-1	0,24	3,212	96,788	0,969	0,250	0,242
-0,5	0,41	3,620	96,380	0,966	0,069	0,067
0	0,38	3,998	96,002	0,962	0,090	0,087
0,5	0,70	4,695	95,305	0,957	0,321	0,307
1	0,72	5,414	94,586	0,949	0,461	0,437
1,5	1,94	7,353	92,647	0,936	0,848	0,794
2	19,23	26,587	73,413	0,830	5,531	4,592
2,5	55,88	82,466	17,534	0,455	64,610	29,380
3	16,57	99,036	0,964	0,092	21,653	2,003
3,5	0,26	99,299	0,701	0,008	3,033	0,025
4	0,01	99,309	0,691	0,007	1,279	0,009
4,5	0,69	100,000	0,000	0,003	0,889	0,003
	100,000				100,000	**0,389**

8.2.4 Compatibilità granulometrica

La valutazione della compatibilità colorimetrica dei sedimenti presenti nell'area di dragaggio con quelli della spiaggia di Alassio è stata fatta per la progettazione del 1° Lotto e non si ha motivo di pensare che potrebbe portare oggi a risultati diversi, dato che il colore delle sabbie di cava coincideva quasi esattamente con quello delle sabbie native di Alassio, anche per il fatto che quest'ultime ne sono la principale fonte di alimentazione.

8.2.5 Cava marina: conclusioni

I sedimenti presenti nella zona ipotizzata per il nuovo dragaggio, quella più favorevole escludendo quella già sfruttata, se portati sulla spiaggia di Alassio avrebbero una stabilità, non solo inferiore a quella dei materiali originali, ma anche di quelli riportati con il ripascimento del 2021.

Sebbene non sia stato per il momento calcolato, non essendone in questa fase prevista l'utilizzazione, un valore analogo lo si avrebbe con sedimenti presenti sui fondali in corrispondenza del punto campionato G/-6, antistante la diga foranea del porto, che ha

valori di Media e Classazione (Mz = 0,19 mm; σI = 0,26 phi) simili a quelli della serie F con

i quali è stato formato il campione composito.

Quelle considerazioni relative al rapporto costi/benefici fatte per il ripascimento del 1° Lotto devono essere riconsiderate alla luce della minore stabilità dei sedimenti ora disponibili e del loro minore volume, che incide sul costo unitario del mob-demob e quindi sul costo unitario dei sedimenti refluiti.

8.3 Cave terrestri

8.3.1 Premesse

La necessità di utilizzare per il ripascimento anche (o solo) aggregati provenienti da cave terrestri deriva, sia dalla limitata disponibilità della cava marina, sia dall'esigenza di conferire alla spiaggia una maggiore stabilità, ottenibile con il versamento di sedimenti con dimensioni superiori a quelle delle sabbie marine e, possibilmente, anche delle sabbie native, senza ovviamente cambiare in modo significativo la fruibilità turistico-balneare della spiaggia e neppure gli elementi paesaggistici legate al colore dei sedimenti.

In questa prima fase progettuale si è definito un fuso granulometrico entro il quale dovrebbero stare le distribuzioni granulometriche dei sedimenti da utilizzare e il range dei valori dei parametri colorimetrici per la compatibilità cromatica. Si è anche fatto una prima analisi dell'esistenza sul mercato di aggregati con le caratteristiche richieste.

8.3.2 Sedimentologia

Il fuso di riferimento è stato costruito assumendo, come limite dimensionale inferiore, quello della distribuzione granulometrica media fra la Spiaggia 2012 e la Spiaggia 2020 e come limite superiore la sua traslazione di -1/2 phi, ossia di un materiale leggermente più grossolano (Figura 5).

Si è quindi effettuata una ricerca nella banca dati dello scrivente per vedere se in cave presenti in Piemonte o in Lombardia siano disponibili aggregati che rispondano a questi requisiti dimensionali. La curve cumulative di alcuni di questi sedimenti sono riportate nella stessa Figura 5, ove si dimostra che alcuni cadono all'interno o molto vicino del fuso predeterminato.

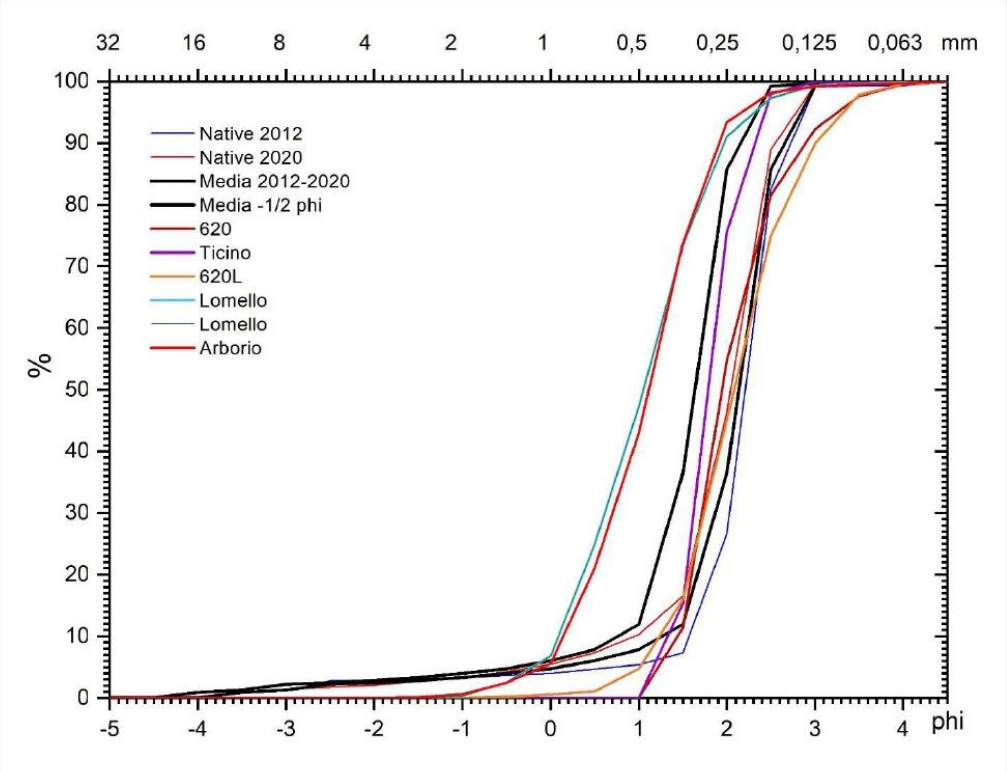


Figura 5. Fuso granulometrico suggerito per i materiali di rpascimento da terra (compreso fra le due linee nere) e distribuzione granulometrica di alcuni campioni di cave presenti in Piemonte e in Lombardia.

8.3.3 Colorimetria

La definizione del range di accettabilità dei parametri colorimetrici dei sedimenti di cava terrestre da accettare per il ripascimento parte dal colore delle sabbie native definito nell'ambito del progetto del 1° Lotto. La determinazione venne effettuata nello spazio CIEL*a*b* secondo le indicazioni delle Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici (MATTM-Regioni, 2018).

La misura, eseguita con un Konica Minolta CR-410 del CGT Spinoff Impresa Sociale srl, venne effettuata su 10 punti di un campione rappresentativo della spiaggia di Alassio (Tabella 3)

Tabella 3. Determinazione del colore della sabbia nativa di Alassio nello spazio CIEL*a*b* (nell'ultima riga in neretto i valori medi)

Tabella 3. Determinazione del colore della sabbia nativa di Alassio nello spazio CIEL*a*b* (nell'ultima riga in neretto i valori medi).

L*	a*	b*
49.76	1.17	7.86
49.79	1.11	7.76
50.10	1.22	7.94
49.54	1.16	7.86
49.33	1.09	7.96
48.59	1.10	7.65
49.35	1.15	7.79
49.35	1.15	7.79
49.34	1.15	7.79
49.81	1.12	7.90
49.50	**1.14**	**7.83**

Anche per quanto riguarda i limiti di accettabilità si adotta quanto suggerito dalle succitate Linee guida:

$$-1<L^*<+7 \qquad -2<a^*<+4 \qquad -2<b^*<+4 \qquad \Delta E^*ab<8$$

che portano ai seguenti range:

$$48{,}50<L^*<56{,}50 \qquad -0.86<a^*<+5.14 \qquad 5{,}83<b^*<+11.83$$

Analogamente a quanto fatto per le dimensioni delle cave terrestri, si è valutata la disponibilità sul mercato di sedimenti che rispondessero ai requisiti qui determinati; ricerca che ha dato risultati positivi anche se, in considerazione della variabilità dei materiali presenti nei depositi sfruttati, la determinazione esatta dovrà essere fatta sui materiali proposti dalle ditte che risponderanno al bando di gara.

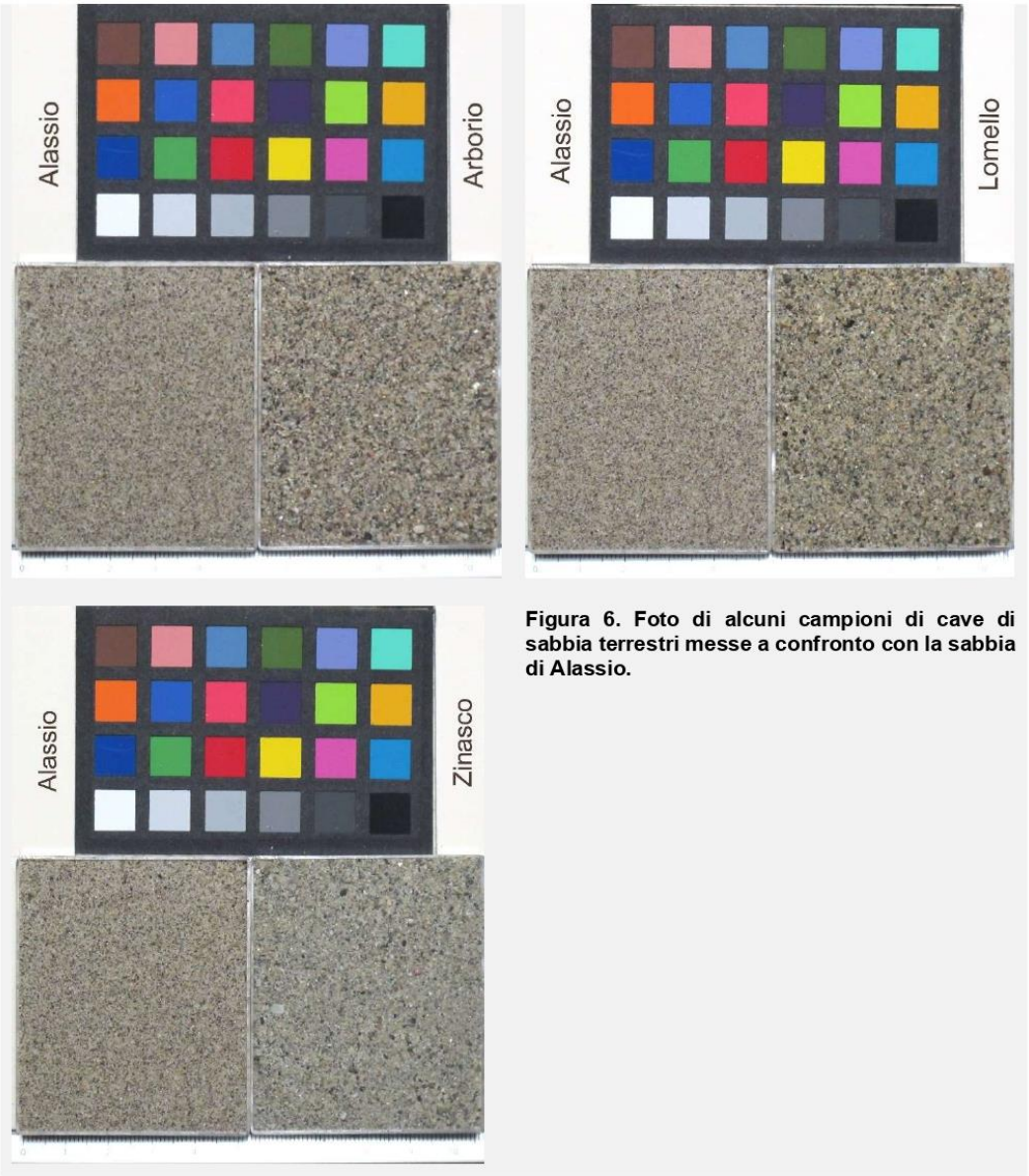


Figura 6. Foto di alcuni campioni di cave di sabbia terrestri messe a confronto con la sabbia di Alassio.

8.3.4 Colorimetria: conclusioni

Nonostante la particolarità, e il pregio, della sabbia che costituisce il litorale di Alassio sul mercato è possibile reperire sedimenti di colore compatibile con le sabbie native. Si ritiene comunque che, in una fase di progettazione più avanzata, sia opportuno rivalutare i limiti colorimetrici per ottenere un risultato con ancor più ridotto impatto paesaggistico, cosa comunque garantita da quanto suggerito dalle Linee guida.

8.4 Conclusioni generali

La determinazione delle caratteristiche tessiturali e colorimetriche dei sedimenti da utilizzare per il ripascimento della spiaggia di Alassio consente di valutare potenzialmente utilizzabili entrambe le fonti di approvvigionamento, sia la cava marina sia quelle terrestri.

Nel primo caso si ottengono sedimenti più fini di quelli nativi e, quindi, con una stabilità inferiore. Il minore costo economico ed ambientale di una tale fonte di alimentazione e conseguente tecniche di trasporto e versamento consente l'acquisizione di un volume maggiore, a parità di prezzo, di quello che si ottiene utilizzando aggregati provenienti da cave terrestri. Questa scelta si dimostrò favorevole nei precedenti interventi a causa delle migliori qualità dei sedimenti dragabili e del costo ridotto per attività di mob-demob dovuto al volume maggiore refluito. Oggi non si ripresentano le stesse condizioni, dato che i materiali migliori nella cava marina sono stati già prelevati e i volumi dei sedimenti accettabili son inferiori, con costi unitari decisamente maggiori.

Solo una più approfondita analisi delle reali quantità prelevabili dai fondali e dei costi di dragaggio potrà aiutare nella scelta della sorgente di sedimenti (marini o terrestri) o nella determinazione della percentuale di materiali provenienti dalle due fonti di alimentazione.

8.5 Riferimenti bibliografici

Folk, R.L., Ward, W.C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Research, 27(1), 3-26.

Inman D.L. (1952), Measures for describing the size distribution of sediments. Journ. Sedim. Petrol, 22, 125-144.

James W.R., 1975. "Techniques in evaluating suitability of borrow material for beach nourishment". T.M. 60, CERC, US Army Corps of Engineers, Fort Belvoir.

Krumbein W.C. (1934) - Size frequency distributions of sediments. Journ. Sedimentary Petrology, 4: 65-77.

Krumbein, W.C., James, W.R., 1965. "A lognormal size distribution model for estimating stability of beach fill material". T.M. 16, US Army Corps of Engineers, Beach Erosion Board.

MATTM-Regioni, 2018. Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici. Versione 2018 - Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM-Regioni con il coordinamento tecnico di ISPRA, 305 pp.

Pranzini E., Anfuso G., Munoz-Perez J.J. (2018) - A probabilistic approach to borrow sediment selection in beach nourishment projects. Coastal Engineering, 139: 32–35.

Pranzini E., Simonetti D., Vitale G. (2011) - Sand colour rating and chromatic compatibility of borrow sediments. Journal of Coastal Research, 26: 798-808.

USACE, 2002. Coastal Engineering Manual, V-4-24EM 1110-2-1100. Webpage http://www.publications.usace.army.mil/USACE-Publications/Engineer-Manuals/

9. ASPETTI ARCHEOLOGICI

Il progetto si pone in corrispondenza dell'area già precedentemente esaminata nel corso della relazione archeologica preliminare eseguita per il primo lotto.

Ad oggi non sono state effettuate nuove scoperte in mare nel territorio oggetto dell'intervento. Inoltre l'attuale progetto non prevede approfondimenti rispetto ai livelli già indagati e per i quali la Soprintendenza aveva richiesto assistenza archeologica nel primo lotto, ma non più nel secondo lotto. Anche il prolungamento del pennello Ferrando ricade in aree già indagate e non soggette ad escavazione.

Per tali motivi si ritiene che con la relazione archeologica già precedentemente stilata, ed a mani della Soprintendenza, quest'ultima disponga del materiale e delle informazioni sufficienti ad esprimere il proprio parere ai fini della tutela del patrimonio archeologico.

10. INDAGINI BELLICHE

Tutta l’area di intervento è già stata indagata in fase propedeutica all’escavazione dei due precedenti lotti. Pertanto si ritiene che non occorrano ulteriori attività. Ciò non esclude che comunque, in fase di lavorazione, non debba essere applicata la prudenza proprio del tipo di lavoro.

11. CRONOPROGRAMMA

Evidentemente il cronoprogramma dei lavori risente pesantemente del periodo di esecuzione degli stessi, in rapporto alla stagionalità per cui deve essere escluso l'intervallo maggio – settembre compresi.

I termini temporali astratti della stagione possono essere valutati in 120 giorni, così ripartiti:

OPERAZIONI	GIORNI											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
allestimento cantiere e pratiche amministrative												
pennello Ferrando												
ripascimento da mare												
ripascimento da terra												
finiture												
sicurezza												

12. COSTO DELL'INTERVENTO

Per l'intervento di III lotto è stimato un costo di Euro 3.650.000,00 così ripartiti:

DESIGNAZIONE DEI LAVORI	IMPORTI TOTALE
RIPORTO	
QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI	
a1) Importo per l'esecuzione delle Lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza)	
A misura euro	2´668´657,20
A corpo euro	0,00
In economia euro	0,00
Sommano euro	2´668´657,20
a2) Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza (NON soggetti a Ribasso d'asta)	
A misura euro	20´000,00
A corpo euro	0,00
In economia euro	0,00
Sommano euro	20´000,00
b) Somme a disposizione della stazione appaltante per:	
b1) Lavori in economia, previsti in progetto, ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura euro	0,00
b2) Rilievi accertamenti e indagini euro	25´000,00
b3) monitoraggi ulteriori euro	25´000,00
b4)alalcciamento pubblici servizi euro	0,00
b5) Imprevisti euro	28´422,22
b6)Acquisizione aree o immobili, servitù, occupazioni	
b7) Accantonamento per aumento dei prezzi dei materiali euro	0,00
b8)Spese tecniche relative a: progettazione, alle necessarie attività preliminari al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori ed al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, assistenza giornaliera e contabilità euro	195´000,00
b9) Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione euro	0,00
b10) Eventuali spese per commissioni giudicatrici e per appalti con offerta economicamente più vantaggiosa (art. 77 comma 10 D.lgs. 50/2016) euro	0,00
b11) Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche euro	0,00
b12) Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici euro	15´000,00
b13) iva sui lavori 22% euro	587´104,58
b13) Oneri per la redazione del progetto di fattibilità (art. 183 comma 2 D.lgs. 50/2016) euro	0,00
b14) CNPAIA 4% euro	7´800,00
b15) IVAsu spese tecniche e CNPAIA euro	44´616,00
b16) Importo relativo all'incentivo di cui articolo 113 del 50/2016 nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente euro	53´400,00
Sommano euro	981´342,80
TOTALE euro	3´650´000,00
A RIPORTARE	

COMMITTENTE: COMUNE DI ALASSIO

13. OSSERVAZIONI

L'erosione della spiaggia di Alassio, come quella che colpisce la gran parte delle spiagge italiane e del mondo, è l'effetto visibile di due processi.

1) L'innalzamento del livello del mare, che per il momento risulterebbe minoritario, ma che tutti gli scenari formulati delle più accreditate agenzie nazionali ed internazionali, mostrano come stia divenendo sempre più importante. I suoi effetti sulla costa sono prodotti, non solo dal fatto evidente che l'aumento del livello dell'acqua fa muovere verso l'interno la linea di riva, ma anche da una migrazione dei sedimenti verso il largo, con la ricostituzione delle profondità originarie; sedimenti che, se non immessi dal sistema fluviale vengono presi dalla spiaggia. La forte pendenza delle spiagge liguri limita gli effetti di questo processo, di cui comunque si deve tener conto. Nell'ipotesi formulata da Bruun, considerando una profondità di chiusura di 6.5 metri posta a 250 m da riva e l'innalzamento registrato al mareografo di Genova di 13 cm dl 1890 al 2014, si può ipotizzare una perdita sedimentaria di circa 32 m3 a metro lineare di costa. Il tasso di innalzamento sta però aumentando ed anche nelle previsioni più ottimistiche questa componente dell'erosione costiera è destinata a divenire sempre più importante.

2) Il deficit sedimentario è dovuto principalmente alla riduzione dell'input da parte dei bacini fluviali alimentatori, che non compensa quanto perso per i flussi lungo riva, a Alassio diretti prevalentemente verso levante, e quelli verso il largo per la graduale riduzione delle dimensioni dei sedimenti per abrasione (fenomeno qui marginale anche grazie al fatto che buona parte delle sabbie è quarzitica).

I fenomeni indotti dall'innalzamento del livello del mare non sono contrastabili se non la creazione di argini non solo lato mare ma anche elevando gli argini fluviali e di tutte le canalizzazioni che devono raccordarsi al 'livello di base' o con l'arretramento o l'elevazione delle strutture: cose impossibili nel quadro attuale ma per le quali si ritiene necessario che si cominci a pensare a delle soluzioni, o meglio, a dei percorsi.

In questo contesto la difesa della spiaggia di Alassio, con la sua funzione di protezione dell'abitato e di base della principale attività economica della zona non può che essere vista in un'ottica di breve-medio termine.

La difesa della spiaggia di Alassio, sia essa basata sulla realizzazione di opere rigide o sul ripascimento artificiale, deve quindi essere vista in questo contesto, e deve essere considerata come una soluzione con un arco di efficacia di anni e non certo di decenni. Valutazioni tecniche, basate essenzialmente sui risultati di modelli numerici, nonché paesaggistiche e di sicurezza nella balneazione, hanno consigliato di percorrere la via del ripascimento artificiale, con un'unica opera strutturale, l'allungamento del pennello Ferrando, con la funzione di limitare le perdite sedimentarie

verso levante.

La fonte di approvvigionamento delle sabbie per il ripascimento è stata identificata al largo di Capo Santa Croce e del porto, dove sono presenti sedimenti leggermente più fini di quelle della spiaggia di Alassio (che in parte proprio da essa derivano) ma che, in relazione ai minori costi economici ed ambientali, nonché per considerazioni logistiche, sono stati considerati idonei allo scopo.

Su queste basi si sono sviluppati i due ripascimenti effettuati nel 2021 e nel 2022, prelevando dal deposito sottomarino le sabbie di dimensioni maggiori. Ovviamente si è proceduto dragando prima le sabbie più grossolane, mentre nella seconda fase si sono prelevati sedimenti leggermente più fini.

È evidente che procedendo con lo sfruttamento di questo deposito ci si trova a trasportare sabbie progressivamente più fini, salvo non identificare, con altre indagini assai più lunghe e costose, sedimenti migliori.

Considerando che i costi di mob-demob, ossia di arrivo e ritorno alla base della draga e il posizionamento delle tubazioni ha un costo fisso, è evidente che questo incide meno, su ogni metro cubo refluito, se il volume totale è notevole. Inoltre, più fine è la sabbia dragata e meno stabile sarà, quindi riducendo quei vantaggi dati dal poter portare volumi maggiori a costi unitari inferiori.

Il volume ancora disponibile di sabbie aventi dimensioni accettabili si ritiene venga esaurito già con il terzo progetto e, pertanto, si dovrà probabilmente ricorrere solo all'utilizzazione di sabbie provenienti da cave di terra, la cui dimensione sarebbe opportuno fosse leggermente superiore a quella delle sabbie native, in modo da garantire una maggiore stabilità.

Ritornando alle considerazioni iniziali, circa il deficit sedimentario dalla spiaggia e dell'innalzamento del livello del mare, si ritiene opportuno evidenziare che negli anni futuri si dovrà fare ricorso a sabbie da cave terrestri e progressivamente più grossolane, che saranno più stabili e faranno aumentare la pendenza della spiaggia, garantendo un maggiore allargamento dell'arenile a parità di volume versato.

È comunque evidente che ben altre strategie dovranno essere attuate per garantire la tutela del centro abitato e il mantenimento del settore economico principale della città di Alassio nei prossimi decenni. Queste strategie, qualsiasi esse siano, richiederanno interventi estremamente costosi e una forte e convinta condivisione da parte dei cittadini. In molte città del mondo questo problema viene già discusso, in molte i piani di adattamento sono già programmati e spesso in fase di attuazione.

Solo così sarà possibile minimizzare (parola forse inopportuna) i costi economici, ambientali e sociali, ma prima si inizierà questo percorso e minori (in questo caso il termine è appropriato) saranno tutti questi costi.

È quindi evidente come il progetto che viene qui presentato non possa costituire una risposta definitiva ai problemi dell'erosione del litorale di Alassio, ma che possa rallentare i processi in atto e dare più tempo per impostare strategie di più lungo termine. L'ordine di grandezza dei costi delle

azioni da intraprendere sarà molto maggiore di quelli affrontati in questi tre anni di intervento, che opportunamente dovrà essere proseguito con azioni manutentive il cui impegno potrà essere determinato dai monitoraggi.

14. ALLEGATI

Allegato 1 _ Monitoraggio biologico autunno 2022

Allegato 2 _ Rilievi autunno 2022:

batimetria e punti di campionamento

analisi

ALLEGATO 1

Monitoraggio biologico autunno 2022

GeoScape coop.

19/12/2022

Monitoraggio biologico annuale dei fondali antistanti il comune di Alassio

Anno 2

AUTORI
GEOSCAPE SOCIETÀ COOPERATIVA

Indice

Premessa	2
Attività di campo	3
Risultati delle attività di verità mare	8
Stato di conservazione della prateria di P. oceanica e confronto con l'anno 2020	26
Considerazioni conclusive	28
Bibliografia	30

Premessa

Nell'ambito del progetto che ha previsto le operazioni di ripascimento della spiaggia di Alassio, è richiesto il monitoraggio annuale delle formazioni a fanerogame marine (*Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*) presenti sui fondali antistanti il tratto costiero dell'arenile di Alassio, area oggetto dell'intervento, e della diga del porticciolo turistico, area di prelievo della sabbia, al fine di valutare l'eventuale impatto sulle principali biocenosi marine presenti. Il primo monitoraggio, realizzato a giugno del 2020 da GeoScape Soc. Coop., prima dell'inizio delle attività di movimentazione e posa dei sedimenti (indicato quindi come Anno 0), aveva fornito una prima descrizione delle caratteristiche e dello stato dei fondali circostanti l'area di intervento ed aveva verificato la distribuzione spaziale e batimetrica dei limiti delle praterie di *Posidonia oceanica* e di *Cymodocea nodosa*. In data 15 ottobre 2021 sono state condotte le attività di rilevamento del primo anno di monitoraggio, identificato come Anno 1 (2021), che hanno confermato lo stato della prateria di *P. oceanica* e riportato gli effetti indiretti degli scavi sui prati di *C. nodosa* presenti in prossimità delle zone di prelievo della sabbia. Nei giorni 5 e 6 novembre 2022 è stato effettuato il rilevamento relativo al secondo anno di monitoraggio, identificato come Anno 2 (2022), i cui risultati sono oggetto della presente relazione.

Negli ultimi decenni diversi sforzi sono stati fatti per tutelare e salvaguardare le praterie di fanerogame marine, *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*: entrambe le specie sono citate nell'Annesso I (specie rigorosamente protette) della Convenzione di Berna e nell'Annesso II (specie minacciate) del Protocollo delle Aree Specialmente Protette della Convenzione di Barcellona. Le praterie di *P. oceanica* sono inoltre inserite tra gli habitat prioritari nell'Annesso I della Direttiva "Habitat" EC 92/43/EEC del 21 maggio 1992 relativa alla Conservazione degli Habitat Naturali e della Fauna e della Flora Selvatiche. La Direttiva definisce questi habitat prioritari come Siti di Interesse Comunitario (SIC), la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione (ZSC).

Risulta quindi di fondamentale importanza, in fase di progettazione di un intervento a mare, ed a seguito della sua realizzazione, verificare preventivamente la presenza di biocenosi di pregio, specie e/o di habitat protetti, al fine di poter escludere ogni possibile impatto ambientale e laddove presenti, monitorarne lo stato di salute nel tempo.

Attività di campo

Le attività di rilevamento in mare per lo studio della prateria di *Posidonia oceanica* e dei prati di *Cymodocea nodosa* antistanti rispettivamente, la spiaggia, e la diga del porto di Alassio, hanno avuto luogo nei giorni 5 e 6 novembre 2022, con condizioni meteorologiche buone, mare calmo e totale assenza di vento. L'attività di campo è stata condotta grazie al supporto del centro diving "Sesto continente" di Alassio. I rilevamenti sono avvenuti in immersione subacquea con autorespiratore ad aria (ARA) da parte di due operatori scientifici subacquei qualificati, utilizzando come normativa di riferimento per l'immersione scientifica il codice di pratica dell'UNESCO (Scientific Diving: a general code of practice, edizione del 1996 e aggiornamenti successivi) e adottando gli standard previsti dalla Comunità Europea (ESD, European Scientific Diver, e AESD, Advanced European Scientific Diver, MAST CT 96-6351, Maggio 1997) (http://www.aioss.info/).
Gli operatori scientifici subacquei partecipanti alle attività di campo sono stati:

Dr. Alice Oprandi
Brevetto NAUI Master Scuba Diver
Ecologa marina - Socio GeoScape e assegnista di ricerca presso DiSTAV (Università degli Studi di Genova)

Dott. Fabio Benelli
Brevetto TDI Trimix normossico
Biologo marino – Collaboratore esterno GeoScape

Seguendo il disegno di campionamento degli anni precedenti, i due operatori scientifici subacquei hanno percorso 6 transetti di profondità (Bianchi et al., 2003), dei quali 3 posizionati in corrispondenza della prateria di *Posidonia oceanica* antistante l'arenile di Alassio e descritta nelle carte del nuovo Atlante degli Habitat marini della Liguria 2020 (Coppo et al., 2020), e 3 prospicenti la diga del porto di Alassio, dove, a seguito dei rilievi effettuati nel giugno 2020 era stata verificata la presenza di fanerogame marine (i.e. *P. oceanica* e *C. nodosa*). In particolare, mantenendo la nomenclatura utilizzata nel 2020, sono stati realizzati in immersione subacquea i transetti T0, T1 e T2 di fronte alla spiaggia di Alassio e i transetti T4, T6 e T7 di fronte alla diga del porticciolo turistico (Marina di Alassio) (Fig 1).

Le osservazioni sono state raccolte secondo gli approcci tipici del rilevamento subacqueo adottato nello studio e nella descrizione delle fanerogame marine. La caratterizzazione rappresenta una sintesi delle note di campo e soprattutto tende a definire le caratteristiche delle formazioni a fanerogame marine riconosciute *in situ* con criterio fisionomico.

I punti di immersione sono stati individuati grazie alle coordinate geografiche del primo rilievo svolto nel giugno 2020 mentre le coordinate di fine di ogni transetto sono state registrate in un ricevitore GPS (Garmin) presente sulla barca d'appoggio, riferito all'ellissoide WGS 84. Il personale presente sulla barca d'appoggio ha anche curato gli aspetti legati alla sicurezza in mare. La profondità è stata misurata con un computer da immersione, la cui precisione è di circa 10-20 cm (Alvisi 1994), e la direzione sott'acqua è stata mantenuta con l'ausilio di una bussola subacquea.
In corrispondenza dei due transetti T1 e T2 (posizionati in accordo alle carte nelle aree dove la prateria di *P. oceanica* risultava più estesa e continua) sono stati registrati i seguenti dati d'interesse e misurati i seguenti descrittori:

- profondità del fondale
- ricoprimento percentuale del fondale con *Posidonia oceanica* viva e con matte morta. La valutazione del ricoprimento è stata eseguita dai due subacquei che, indipendentemente, hanno fornito una stima del ricoprimento in percentuale della prateria rispetto al fondale marino (Montefalcone, 2009). I dati rilevati in prossimità dei limiti inferiori sono stati successivamente analizzati e utilizzati per il calcolo dell'Indice di Conservazione (Moreno et al., 2001; Montefalcone, 2009)
- tipologia del fondale (sabbia, roccia, matte)
- 6 repliche di conteggio diretto dei fasci fogliari mediante una cornice quadrata di 20 cm x 20 cm. I valori di densità assoluta misurati sono stati successivamente riportati al m^2 e classificati secondo la più recente classificazione proposta dalla Regione Liguria (2003), da Giraud (1977) e dal *United Nations Environment Programme and Mediterranean Action Plan* (UNEP MAP RAC/SPA 2011) (Tab. 2, 3).

L'indice di Conservazione (CI) rappresenta la proporzione di *P. oceanica* viva rispetto alla superficie di matte morta in un dato settore o area della prateria. Può fornire informazioni sulla stabilità, l'avanzamento o la regressione delle praterie oggetto di studio. L'evoluzione

del CI nel tempo permette di definire le alterazioni della prateria dovute principalmente agli impatti antropici, tuttavia, bisogna tenere in considerazione che la matte morta può avere anche origine naturale (e.g. regime idrodinamico). Per ricoprimento si intende la percentuale media di substrato coperto (in proiezione verticale) della prateria di *P. oceanica* rispetto alla superficie totale del settore considerato (sabbia, roccia, matte morta e prateria viva). L'indice di conservazione si calcola mediante la formula CI= L/(L+D), dove "L" rappresenta il ricoprimento (%) di *P. oceanica* viva e "D" il ricoprimento (%) di matte morta. Il valore ottenuto viene poi confrontato con la classificazione di riferimento riportata in tabella.

Tabella 1. Classificazione delle praterie di *P. oceanica* in base all'Indice di Conservazione (Montefalcone 2009).

CI	STATO ECOLOGICO
≥0.9	**Alto**
0.7-0.9	**Buono**
0.5-0.7	**Moderato**
0.3-0.5	**Povero**
<0.3	**Cattivo**

Tabella 2. Classificazione delle praterie di *Posidonia oceanica* in base alla densità dei fasci fogliari (Giraud, 1977).

Densità /m^2	Classe
> 700 fasci/m^2	*Classe I*: prateria molto densa
700-400 fasci/m^2	*Classe II*: prateria densa
400-300 fasci/m^2	*Classe III*: prateria rada
300-150 fasci/m^2	*Classe IV*: prateria molto rada
150-50 fasci/m^2	*Classe V*: semiprateria
< 50 fasci/m^2	*Classe VI*: ciuffi isolati

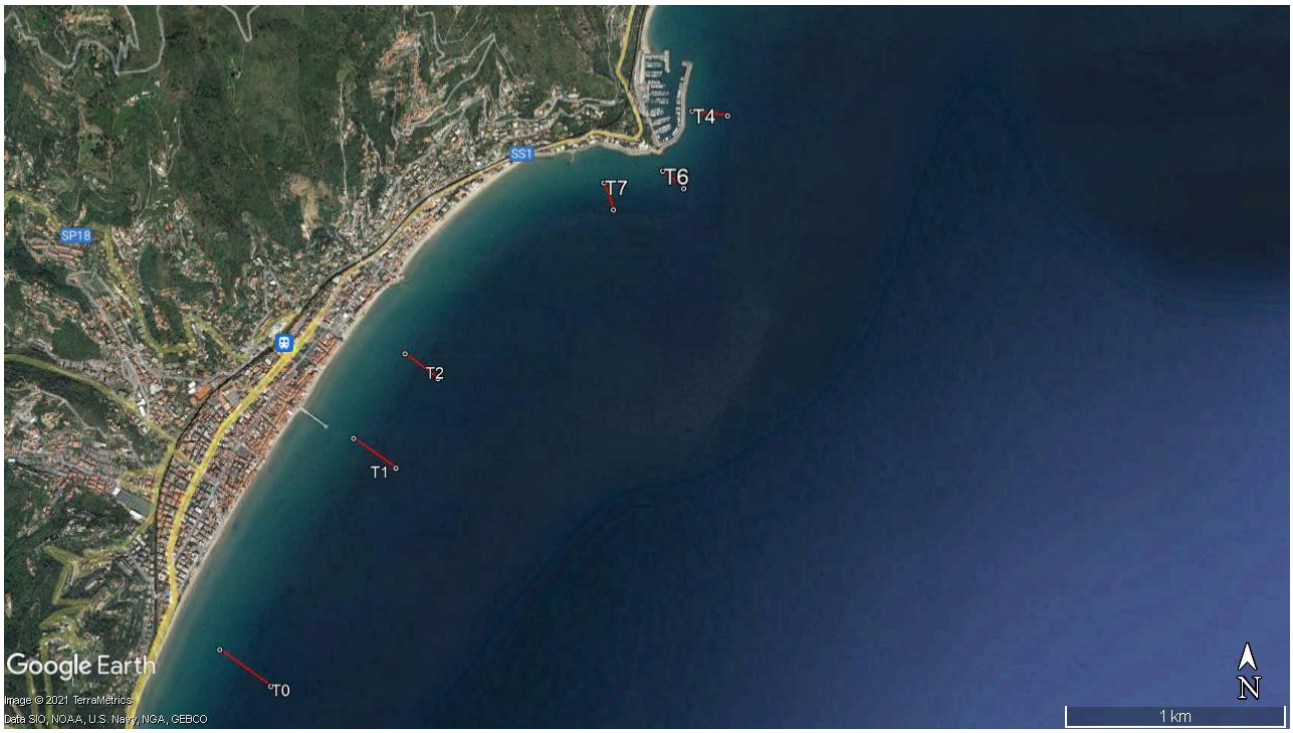


Figura 1. Posizionamento dei 6 transetti subacquei nell'area oggetto dell'indagine.

Tabella 3. Classificazione delle praterie di *Posidonia oceanica* in base alla densità dei fasci fogliari (UNEP MAP RAC SPA 2011).

Profondeur (en m)	High	Good	Moderate	Poor	Bad
1	> 1133	1133 to 930	930 to 727	727 to 524	< 524
2	> 1067	1067 to 863	863 to 659	659 to 456	< 456
3	> 1005	1005 to 808	808 to 612	612 to 415	< 415
4	> 947	947 to 757	757 to 567	567 to 377	< 377
5	> 892	892 to 709	709 to 526	526 to 343	< 343
6	> 841	841 to 665	665 to 489	489 to 312	< 312
7	> 792	792 to 623	623 to 454	454 to 284	< 284
8	> 746	746 to 584	584 to 421	421 to 259	< 259
9	> 703	703 to 547	547 to 391	391 to 235	< 235
10	> 662	662 to 513	513 to 364	364 to 214	< 214
11	> 624	624 to 481	481 to 338	338 to 195	< 195
12	> 588	588 to 451	451 to 314	314 to 177	< 177
13	> 554	554 to 423	423 to 292	292 to 161	< 161
14	> 522	522 to 397	397 to 272	272 to 147	< 147
15	> 492	492 to 372	372 to 253	253 to 134	< 134
16	> 463	463 to 349	349 to 236	236 to 122	< 122
17	> 436	436 to 328	328 to 219	219 to 111	< 111
18	> 411	411 to 308	308 to 204	204 to 101	< 101
19	> 387	387 to 289	289 to 190	190 to 92	< 92
20	> 365	365 to 271	271 to 177	177 to 83	< 83
21	> 344	344 to 255	255 to 165	165 to 76	< 76
22	> 324	324 to 239	239 to 154	154 to 69	< 69
23	> 305	305 to 224	224 to 144	144 to 63	< 63
24	> 288	288 to 211	211 to 134	134 to 57	< 57
25	> 271	271 to 198	198 to 125	125 to 52	< 52
26	> 255	255 to 186	186 to 117	117 to 47	< 47
27	> 240	240 to 175	175 to 109	109 to 43	< 43
28	> 227	227 to 164	164 to 102	102 to 39	< 39
29	> 213	213 to 154	154 to 95	95 to 36	< 36
30	> 201	201 to 145	145 to 89	89 to 32	< 32
31	> 189	189 to 136	136 to 83	83 to 30	< 30
32	> 179	179 to 128	128 to 77	77 to 27	< 27
33	> 168	168 to 120	120 to 72	72 to 24	< 24
34	> 158	158 to 113	113 to 68	68 to 22	< 22
35	> 149	149 to 106	106 to 63	< 63	
36	> 141	141 to 100	100 to 59	< 59	
37	> 133	133 to 94	94 to 55	< 55	
38	> 125	125 to 88	88 to 52	< 52	
39	> 118	118 to 83	83 to 48	< 48	
40	> 111	111 to 78	78 to 45	< 45	

Durante ogni immersione sono state prodotte riprese video utilizzando una "action-cam" GOPRO modello "HERO6" con fari Keldan da 15000 lumen. Le immagini fotografiche sono

state acquisite alla più alta risoluzione dai fotogrammi dei video prodotti. In totale sono state acquisite 25 immagini fotografiche e prodotti 6 video in formato Full HD, uno per ciascun transetto.

Risultati delle attività di verità mare

Sono di seguito riportate le osservazioni subacquee registrate durante la realizzazione dei 6 transetti di profondità (T0, T1, T2, T4, T6, T7) sulla prateria di *Posidonia oceanica* e sui prati di *Cymodocea nodosa*. La posizione dei 6 transetti è individuabile in Figura 1. I video registrati durante la realizzazione dei transetti sono stati montati e allegati alla presente relazione, denominati "T0_2022", "T1_2022", "T2_2022", "T4_2022", "T6_2022", "T7_2022". Per ciascun transetto, è indicata la posizione geografica del punto di inizio, la lunghezza totale, la direzione rispetto al Nord ed una breve caratterizzazione.

T0

Punto di inizio: 43° 59.630'N 8° 10.252'E

Lunghezza totale: 320 m

Direzione: 300/305 °N

Giorno: 06/11/2022 (immersione 1)

Durata immersione: 40'

L'immersione è cominciata a 21,8 m su un fondale di sabbia fine. Proseguendo in direzione della costa (300-305° N) si incontra una prima grande chiazza di *P. oceanica* a 19,3 m di profondità con ricoprimento del 40% (Fig. 2). A seguire, si trova il limite inferiore della prateria di *P. oceanica* a 17,9 m di tipo sfumato con ricoprimenti del 50% (Fig. 3). Sebbene la prateria sia notoriamente in regressione, in alcuni punti sembra che stia progredendo verso il largo, ricolonizzando aree più profonde di fondale.

La prateria si presenta molto frammentata, costituita principalmente da un insieme di grandi chiazze di *P. oceanica* (> 50 m^2) intervallate da radure e canali sabbiosi anche ampi, alla profondità di 15,6 m.

A 14 m il fondale è caratterizzato prevalentemente da sabbia, ma muovendosi verso costa si incontrano ancora grandi chiazze di *P. oceanica,* ai cui lati sono evidenti segni di erosione e rizomi scalzati (Fig. 4). A questa profondità sono visibili anche numerosi fiori di Posidonia tra i fasci. A 13,8 m si rileva un ricoprimento di *P. oceanica* piuttosto basso, tipico della formazione a mosaico (40-50%). A 12,5 m le chiazze di Posidonia presentano dimensioni minori rispetto a quelle rilevate in profondità, simili a quelle tipiche degli isolotti testimone che caratterizzano il limite superiore. Proseguendo in direzione della costa si incontra ancora sabbia e alla profondità di 11 m sono di nuovo presenti piccole chiazze di posidonia su matte, questa volta più folte e vicine tra loro con ricoprimento del 60%. Si segnalano nuovamente rizomi scalzati ed esposti. Il fondale è caratterizzato da diversi canali sabbiosi ma in alcuni punti posidonia sembra ricolonizzare le zone di sabbia (Fig. 5).

Il limite superiore si trova a 9 m; oltre il limite per diverse decine di metri il fondo è caratterizzato solo da sabbia fine, mentre a 7,6 m inizia un prato rado di *Cymodocea nodosa* che si estende per oltre 60 m lineari con ricoprimenti inizialmente pari a 20% (Fig. 6). Il ricoprimento di *C. nodosa* diminuisce avvicinandosi a costa, con valori che oscillano tra il 10% e il 15%, fino a raggiungere il valore minimo di 5% alla profondità di 5,5 m. Proseguendo il fondale è caratterizzato da sola sabbia fine; l'immersione è terminata alla profondità di 5 m.



Figura 2. Grande chiazza di *P. oceanica* prima del limite inferiore.



Figura 3. Limite inferiore della prateria.



Figura 4. Rizomi scalzati ed esposti.

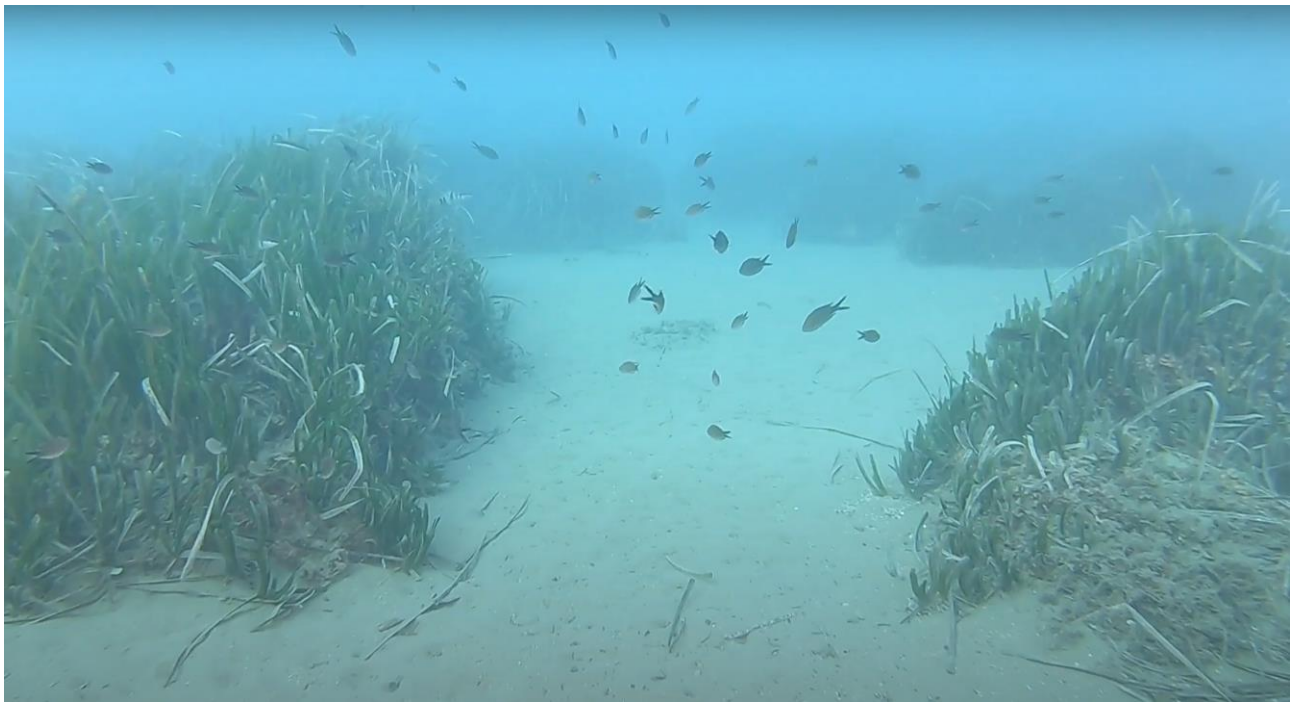


Figura 5. *P. oceanica* ai lati di una radura sabbiosa in fase di ricolonizzazione.



Figura 6. Prato rado di *Cymodocea nodosa.*

T1

Punto di inizio: 44° 0.164'N 8° 10.678'E

Lunghezza totale: 340 m

Direzione: 300/305 °N

Giorno: 06/11/2022 (immersione 2)

Durata immersione: 45'

L'immersione è cominciata ad una profondità di circa 19 m, su un fondale di sabbia e sassi, in prossimità delle strutture sommerse per il ripopolamento ittico (cubi). In quest'area del fondo sono presenti solo ciuffi isolati di *P. oceanica* (ricoprimento <1%) e numerose spugne, per lo più perforanti (genere Cliona). Muovendosi in direzione della costa, (300°N) dopo una decina di metri, a circa 17,6 m di profondità, si incontra il limite inferiore della prateria di *P. oceanica* di tipo netto in regressione con un ricoprimento pari a circa 70 % (Fig. 7). Anche in quest'area alcuni fasci, sul limite inferiore sembrano crescere in direzione del largo (limite

in progressione) indicando una probabile ricolonizzazione verso aree più profonde di fondale (Fig. 8). Nella parte più profonda della prateria, le foglie di *P. oceanica* sono ricoperte da un fitto tappeto algale simile a mucillagine (Fig. 9). Muovendosi in direzione della costa il ricoprimento di *P. oceanica* aumenta raggiungendo l'80% e la prateria si presenta continua e compatta.

A 15 m viene effettuato il conteggio della densità fogliare in un'area di prateria caratterizzata da ricoprimenti elevati pari a 70-80%. Proseguendo verso costa, alla profondità di 13,5 m, il ricoprimento diminuisce al 60%. A 12,5 m il ricoprimento è del 50% e cominciano a vedersi le prime radure sabbiose. Anche in questa zona tra i fasci sono evidenti diversi fiori di *P. oceanica*. A 12 m il numero di radure e canali sabbiosi aumenta e la prateria presenta un ricoprimento di 40%, ma ai lati delle zone sabbiose sono evidenti segni di ricolonizzazione, dove *P. oceanica* avanza verso le zone di sabbia (Fig. 10). Alla profondità di 11 m sono presenti numerosi canali sabbiosi e *P. oceanica* cresce a colline su matte con ricoprimenti del 50-60%. Il limite superiore della prateria si trova a 10 m su sabbia. Oltre il limite sono presenti numerosi isolotti testimone con ricoprimenti elevati (90%), in particolare a 8 m si rileva un'eccezionale fioritura di *P. oceanica* con densità elevata, si stimano 150/200 fiori al m^2 (Fig. 11). La presenza di isolotti testimone viene rilevata fino alla profondità di 7,8 m, oltre la quale il fondale risulta caratterizzato da sabbia per circa 50 m lineari. A 6,3 m vengono rilevati ciuffi isolati di *C. nodosa* (2%). L'immersione termina a 5 m su un fondale caratterizzato da sabbia fine.



Figura 7. Limite inferiore netto.



Figura 8. Aree del limite inferiore in cui la prateria sembra progredire.



Figura 9. Prateria continua e compatta. Alghe ricoprono le foglie di *P. oceanica* sul limite inferiore



Figura 10. Evidenti segni di ricolonizzazione da parte di *P. oceanica* delle zone di sabbia.

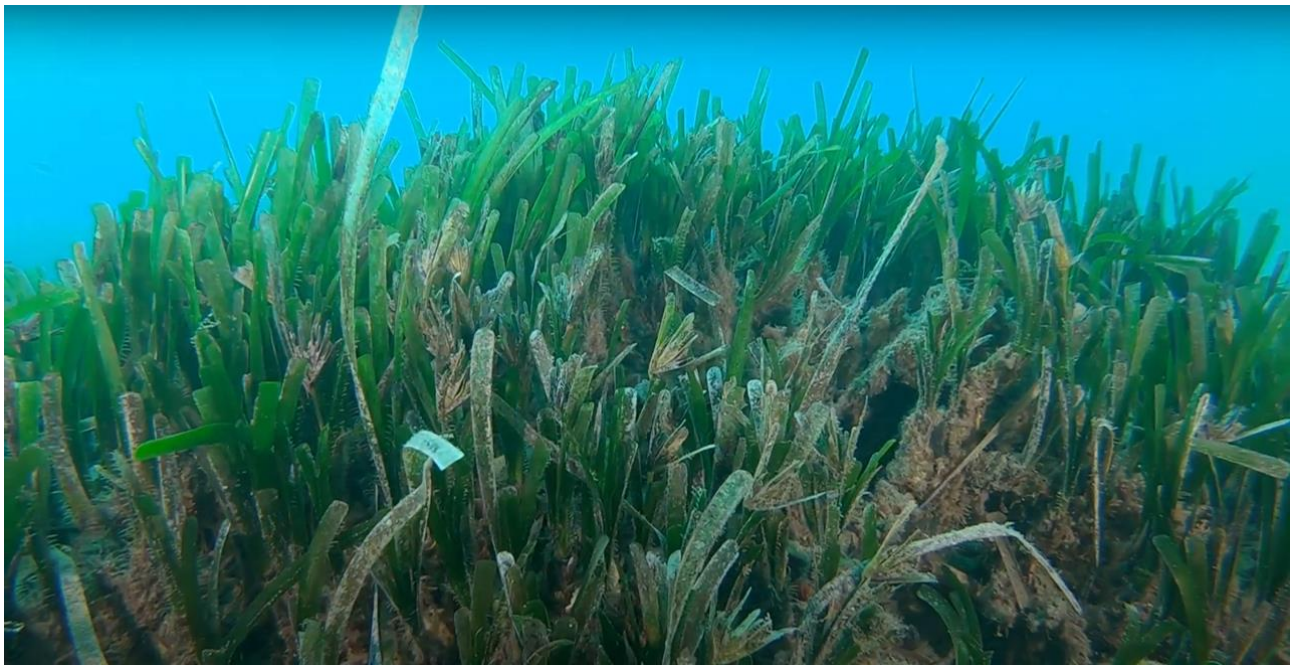


Figura 11. Eccezionale evento di fioritura (profondità 8 m).

T2

Punto di inizio: 44° 0.383'N 8° 10.821'E

Lunghezza totale: 250 m

Direzione: 305/310 °N

Giorno: 05/11/2022 (immersione 2)

Durata immersione: 35'

L'immersione è iniziata a circa 19 m di profondità su fondale sabbioso. Muovendosi in direzione 310°N (costa), si incontra, alla profondità di 17 m, *C. nodosa* che presenta ricoprimenti < 5% (Fig. 12). Dopo circa una ventina di metri di sola sabbia e ciuffi isolati di *C. nodosa* si raggiunge Il limite inferiore della prateria di *P. oceanica* di tipo netto in

regressione, alla profondità di 15.5 m (ricoprimento 70%) (Fig. 13). A 14,8 m vengono raccolti i dati di densità fogliare e vengono segnalati anche in quest'area i fiori di *P. oceanica* (Fig. 14). La prateria si estende piuttosto continua e compatta per qualche decina di metri fino alla comparsa delle prime radure sabbiose, nei pressi delle quali *P. oceanica* risulta in parte insabbiata in parte in fase di ricolonizzazione (Fig. 15). La prateria continua in direzione della costa frammentata da radure e canali sabbiosi con un ricoprimento del 50%. In prossimità del limite superiore il fondale aumenta di pendenza e risulta caratterizzato da sabbia e sassi. Il limite superiore si trova a 11 m di profondità. Oltre il limite superiore sono presenti diversi isolotti testimone di forma allungata disposti perpendicolarmente a riva (formazione a cordoni) fino alla profondità di 8,7 m. A 6,8 m si rileva la presenza di un prato rado di *C. nodosa* (5-10%) (Fig. 16) che si estende per circa 25 m lineari fino alla profondità di 5,8 m, punto in cui termina l'immersione.



Figura 12. *Cymodocea nodosa* al largo del limite inferiore della prateria di *P. oceanica.*



Figura 13. Ricoprimento del 70% sul limite inferiore della prateria.



Figura 14. Stima della densità fogliare.



Figura 15. Progressione di *P. oceanica* ai lati delle radure sabbiose.

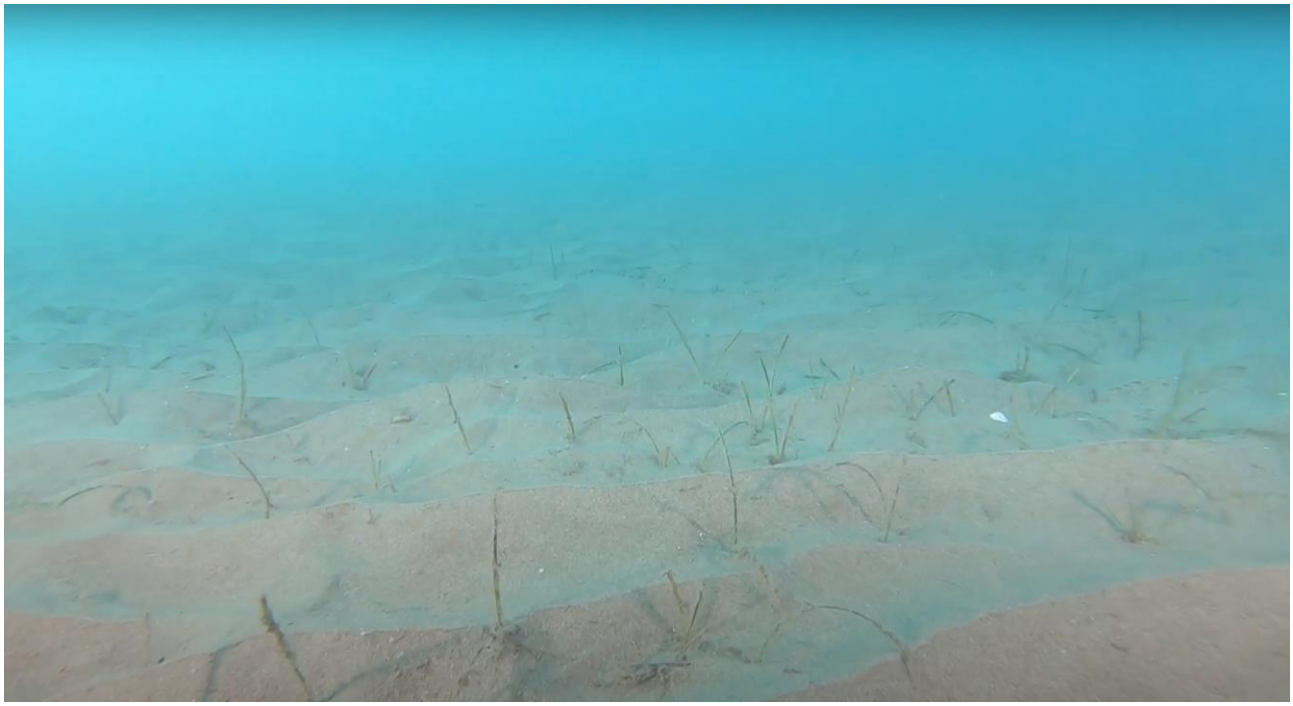


Figura 16. Prato di *Cymodocea nodosa* con ricoprimento del 10% a 6 m di profondità.

T4

Punto di inizio: 44° 1.026'N 8° 11.808'E

Lunghezza totale: 160 m

Direzione: 255°N

Giorno: 06/11/2022 (immersione 3)

Durata immersione: 25'

Osservazioni: rete da posta sul fondo

L'immersione è cominciata a 9,5 m di profondità in prossimità di diversi isolotti testimone di *P. oceanica* che costituiscono probabilmente ciò che rimane del limite superiore della prateria che un tempo si estendeva fino a questa zona (Fig. 17). Muovendosi in direzione della diga del porto di Alassio (~255°N), abbiamo incontrato una rete da posta alta circa 3-4 m che ci ha costretti a deviare il percorso verso ponente. Costeggiando la rete, il fondale è risultato sempre caratterizzato da sabbia fine fino alla profondità di 7 m, dove sono comparsi alcuni ciuffi isolati di *C. nodosa* (< 1%). Proseguendo in direzione della diga il fondale è tornato ad essere caratterizzato solo da sabbia (Fig. 18). L'immersione è terminata a 4 m di profondità, in prossimità della massicciata di scogli che costeggia la diga del porto (Fig. 19). Durante l'immersione non è stato rilevato il prato di *C. nodosa* segnalato negli anni precedenti. Circa 20 m a ovest rispetto alla traiettoria del transetto subacqueo svolto, è stato possibile rilevare dall'ecoscandaglio della barca una depressione del fondale di circa 2 m, tra i 5 m e i 7 m di profondità, dovuta agli scavi per il prelievo della sabbia.



Figura 17. *P. oceanica* a 10 m di profondità (vecchio limite superiore della prateria).



Figura 18. Fondale caratterizzato da sabbia fine.

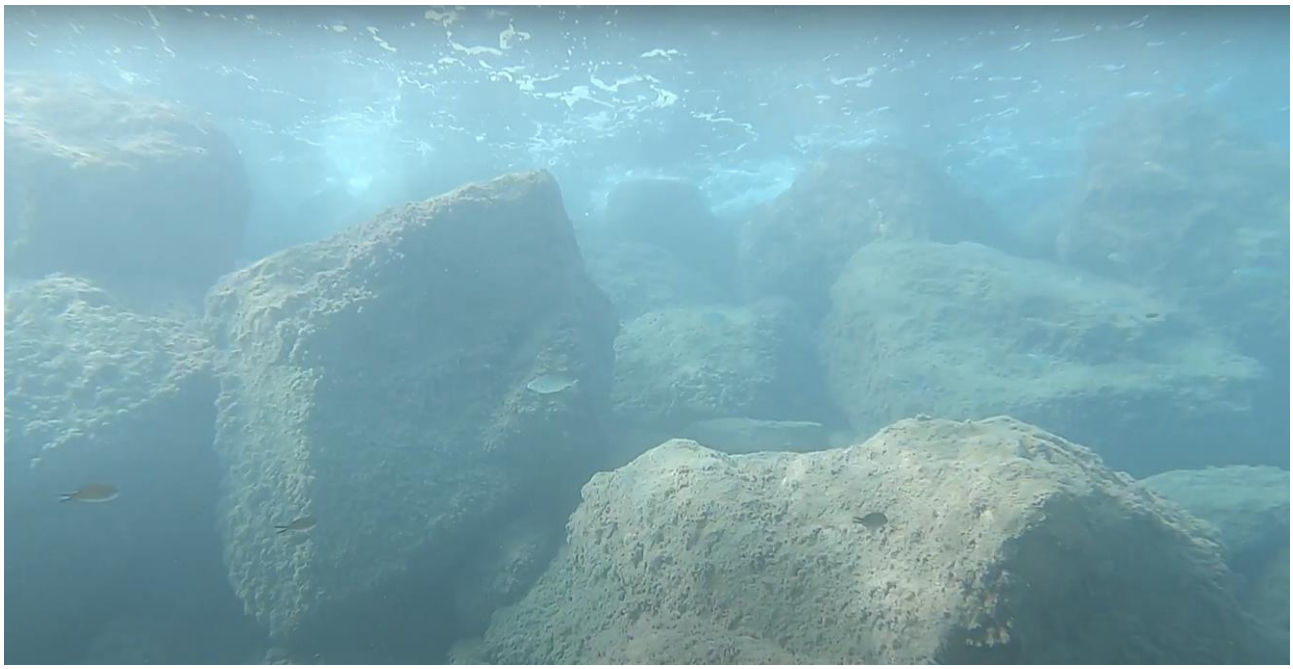


Figura 19. Massicciata che costeggia la diga del porto.

T6

Punto di inizio: 44° 0.848'N 8° 11.659'E

Lunghezza totale: 125 m

Direzione: 310-340 °N

Giorno: 06/11/2022 (immersione 4)

Durata immersione: 20'

Osservazioni: il primo giorno la corrente forte non ha permesso lo svolgimento dell'immersione, che è stata ripetuta il giorno seguente.

L'immersione è iniziata a 9.8 m su un fondale di sabbia fine. A 9,4 m è stato rilevato un prato rado di *C. nodosa* (ricoprimento 10%) (Fig. 20). Proseguendo in direzione della diga del porto, a 9 m *C. nodosa* è aumentata fino a raggiungere il valore massimo di ricoprimento pari a 15-20%, per poi diminuire nuovamente (<10%). Dopo una decina di metri di sabbia,

alla profondità di 7 m, sono stati rilevati gli ultimi ciuffi isolati di *C. nodosa* (<1%). Il fondale è tornato ad essere caratterizzato da sabbia al 100%, fino a giungere in prossimità della massicciata del porto (profondità 4 m) dove è terminata l'immersione. Non abbiamo incontrato depressioni del fondale riconducibili agli scavi lungo il percorso effettuato.



Figura 20. Prato rado di *C. nodosa.*

T7

Punto di inizio: 44° 0.796'N 8° 11.419'E

Punto di fine: 44° 0.862'N 8° 11.387'E

Lunghezza totale: 130 m

Direzione: 340°- 0° N

Giorno: 05/11/2022 (immersione 1)

Durata immersione: 20'

L'immersione è cominciata a 12 m in prossimità di diverse chiazze di *P. oceanica* con dimensioni < 5 m^2, che presentavano un ricoprimento scarso (circa 40%) e evidenti segni di insabbiamento. Risalendo in direzione 0°N verso costa, dopo un tratto di sabbia di circa 20

m lineari, si incontrano nuovamente chiazze di *P. oceanica* a 9,8 m di profondità, questa volta disposte in maniera più ravvicinata a formare una "cintura" (probabile vecchio limite superiore), formazione già riscontrata nei precedenti monitoraggi (Fig. 22). Anche in questa zona il fondale risulta abbastanza ripido, e *P. oceanica* risulta parzialmente insabbiata ma in condizioni migliori rispetto alle chiazze osservate più in profondità. Proseguendo secondo la direzione bussola si incontra solo sabbia, fino alla batimetrica dei 7,6 m, dove è stata rilevata una depressione del fondale su più livelli (Fig. 23). Il fondale sprofondava infatti da 7,6 m a 9,3 m, e ancora fino a 10,1 m. In particolare a 9,6 m si segnala la presenza dell'alga aliena *Caulerpa cylindracea* su sabbia, mai rilevata prima in questa zona, con ricoprimenti < 2 % (Fig. 24). Proseguendo in direzione 0°N il fondale riprendeva a risalire, e sulla sabbia, tra i 9 m e i 5 m, sono stati segnalati diversi ceriantidi di piccole dimensioni e ciuffi isolati di *C. nodosa* (Fig. 25). L'immersione è terminata a 4 m su sabbia.

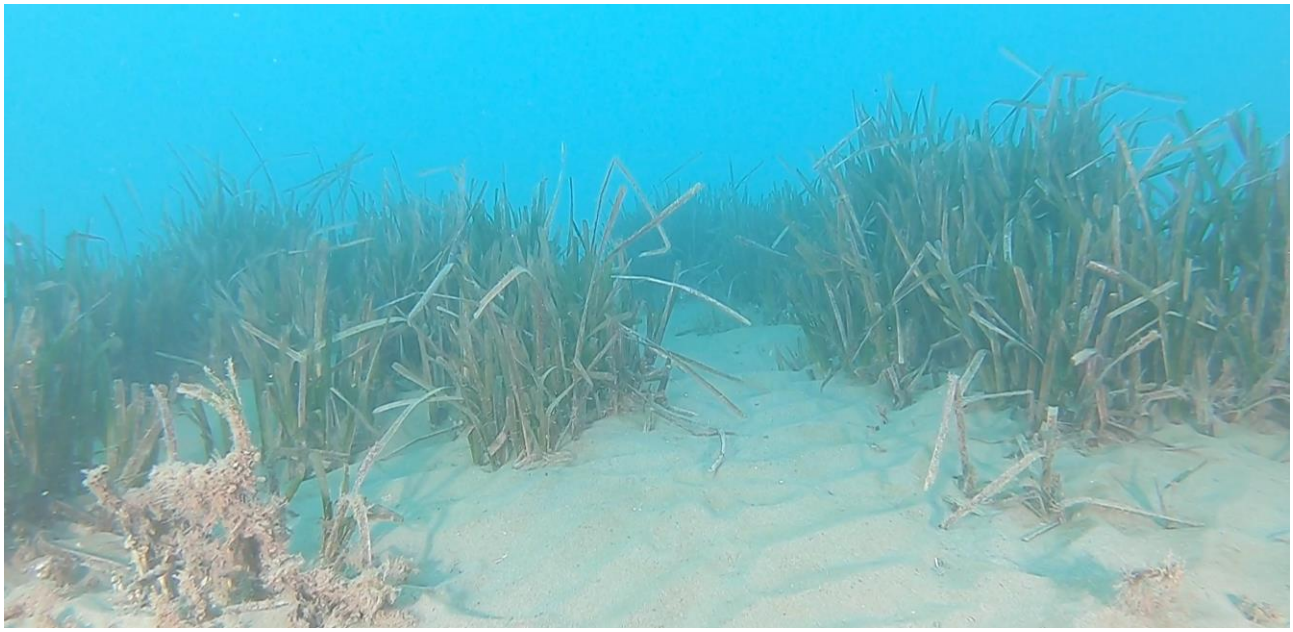


Figura 22. Chiazze di *P. oceanica* formano una "cintura" a 10 m di profondità.



Figura 23. Depressione del fondale su più livelli a seguito dei prelievi di sabbia



Figura 24. *Caulerpa cylindracea* su sabbia.



Figura 25. Ciuffi isolati di *C. nodosa* (sinistra) e ceriantide (destra) su sabbia.

Stato di conservazione della prateria di *Posidonia oceanica* e confronto con l'anno 2021

Lo stato ecologico della prateria di *P. oceanica* di Alassio in corrispondenza dei transetti T1 e T2, valutato sulla base dei risultati dell'indice di conservazione (CI) è risultato complessivamente "buono", come nell'anno 2021. Sebbene, come già rilevato nei monitoraggi precedenti, il limite inferiore in corrispondenza dei due transetti sia caratterizzato da una batimetrica relativamente superficiale, 17,6 m nel T1 e 15.5 m nel T2, e dalla presenza di matte morta insabbiata oltre il limite, che ne definiscono la tipologia regressiva, quest'anno in entrambe le aree sono stati segnalati evidenti segni di progressione e avanzamento verso aree più profonde del fondale. Questa tendenza alla ricolonizzazione da parte di *P. oceanica* è stata evidenziata non solo in prossimità dei limiti inferiori, ma anche nei settori centrali e superficiali della prateria, in prossimità delle numerose radure e canali sabbiosi presenti. Inoltre, i fenomeni di insabbiamento ed erosione ai margini della prateria, seppur presenti, sono risultati meno evidenti rispetto agli anni precedenti. I valori medi di ricoprimento del fondale con *Posidonia oceanica* viva e matte morta rilevati in prossimità del limite inferiore dei transetti T1 e T2 sono riportati insieme al valore di CI in Tabella 4. Rispetto all'anno 2021, sembra registrarsi un leggero miglioramento in corrispondenza del transetto 1, legato ad un locale aumento del

ricoprimento da parte di *P. oceanica viva*, che non ha però determinato un passaggio di stato ecologico, che si è mantenuto "Buono". Un tale miglioramento può esser ritenuto verosimile in quanto l'attività di monitoraggio si è svolta nella stagione autunnale, come l'anno precedente, e dunque non vi è stato nessun effetto della stagionalità sul ricoprimento che possa aver "confuso" l'osservatore. Il generale buono stato della prateria di *P. oceanica* di Alassio riscontrato quest'anno potrebbe anche essere in parte riconducibile alla stabilità delle condizioni meteo marine che ha caratterizzato l'anno 2022. Il mare calmo e la quasi totale assenza di mareggiate nel periodo intercorso tra le operazioni di scavo e ripascimento della spiaggia e il presente monitoraggio, hanno sicuramente garantito una migliore qualità delle acque in termini di trasparenza, un ridotto effetto meccanico sulla prateria e sul sedimento depositato sulla spiaggia. L'eccezionale evento di fioritura delle praterie di *P. oceanica* osservato a scala regionale inoltre rappresenta una conferma ulteriore della salute della prateria e delle particolari condizioni ambientali che hanno contraddistinto l'anno 2022.

Tabella 4. Ricoprimento (%) del fondo e Indice di Conservazione in prossimità del limite inferiore dei transetti T1 e T2.

	***P. oceanica* viva (%)**	**Matte morta (%)**	**CI**	**Stato ecologico**
T1	75	25	0.75	Buono
T2	70	30	0.7	Buono

Un certo miglioramento è evidente anche osservando i valori di densità fogliare (Tab. 5) specialmente per il T2 che mostra un aumento, da 337 fasci m^{-2} nel 2021 a 381 fasci m^{-2} nel 2022, passando quindi da uno stato ecologico "moderato" ad uno stato ecologico "buono", secondo la classificazione UNEP-MAP RAC/SPA (Tab.6).

Non sono state osservate alghe alloctone invasive del genere *Caulerpa* nelle aree di matte morta presenti in prossimità alla prateria, ma nell'area degli scavi in corrispondenza del T7 l'alga aliena *Caulerpa cylindracea* è stata rilevata su sabbia seppur con scarsi ricoprimenti. Questa osservazione deve mettere in allarme, in quanto non si può escludere che questa alga non sia presente altrove sui fondali antistanti il comune di Alassio e rende sicuramente necessario protrarne il monitoraggio nel tempo. La presenza dell'altra fanerogama endemica del Mediterraneo *Cymodocea nodosa* è stata confermata nelle zone riportate nella relazione del 2021 ma con ricoprimenti decisamente inferiori. Questo in parte può essere dovuto alla stagionalità, soprattutto per quanto riguarda i prati in prossimità dei

transetti T0, T1 eT2. Tuttavia, escludendo errori di posizionamento, il folto prato di *C. nodosa* segnalato, sia nel 2020 che nel 2021, in prossimità del transetto 4, che presentava ricoprimenti dell'ordine dell'80%- 90%, sembrerebbe quasi totalmente scomparso.

Tabella 5. Valori di densità dei fasci misurati nelle 2 stazioni di campionamento a 15 m

	DENSITÀ ASSOLUTA DEI FASCI FOGLIARI (N fasci in 6 repliche 20 cm x 20 cm)
T1	15, 17, 12, 19,15,16
T2	16, 17, 21, 19,15,18

Tabella 6. Valori medi (± e.s.) di densità assoluta calcolati nelle 2 stazioni

	DENSITÀ MEDIA (fasci · m^{-2} ± e.s.)	**CLASSIFICAZIONE Giraud (1977)**	**CLASSIFICAZIONE UNEP-MAP RAC/SPA (2011)**
T1	338 ± 15,9	Prateria rada	Stato "moderato"
T2	381 ± 14,1	Prateria rada	Stato "buono"

Considerazioni Conclusive

I risultati del presente monitoraggio hanno riconfermato la presenza in tutta l'area di indagine di formazioni a fanerogame marine, come era già stato segnalato durante i precedenti rilevamenti negli anni 2020 e 2021, e come riportato nell'Atlante degli habitat marini (Coppo et al., 2020). Tuttavia, soprattutto per quanto riguarda *Cymodocea nodosa* sono emerse alcune importanti differenze nella distribuzione spaziale della fanerogama rispetto agli anni precedenti. A fronte di un generale buono stato della prateria di *Posidonia oceanica* antistante il comune di Alassio, che sembra aver beneficiato, in termini di densità e ricoprimento, delle condizioni di stabilità ambientale riscontrate nell'ultimo anno, *C. nodosa* ha mostrato una diminuzione nel ricoprimento e nell' estensione del suo areale. Nello specifico, il prato individuato in prossimità del transetto 4, che già aveva mostrato segni di sofferenza nel 2021, sembra essere stato impattato negativamente dalle operazioni di scavo e movimentazione della sabbia in questa zona.

Analogamente, Il prato di *C. nodosa* presente nel 2021 con ricoprimenti elevati al largo del T2, sembra oggi ridotto a pochi ciuffi isolati. In questo contesto, un dato positivo è rappresentato dalla segnalazione di un prato di *C. nodosa*, seppur poco esteso, in prossimità del T2 a batimetriche più superficiali che non era stato rilevato nei precedenti monitoraggi. Per quanto riguarda infatti tutta la zona a ponente del porto di Alassio, l'atlante degli habitat marini (Coppo et al 2020), riportava una cintura di *C. nodosa* lungo tutto il litorale, ma stando ai dati del 2021 la fanerogama era stata segnalata solo in corrispondenza del T0 a profondità inferiori di 10 m.

Sebbene la tridimensionalità e le capacità di favorire la biodiversità di *C. nodosa* siano inferiori a *P. oceanica*, questa fanerogama è citata nell'Annesso I (specie rigorosamente protette) della Convenzione di Berna e nell'Annesso II (specie minacciate) del Protocollo delle Aree Specialmente Protette della Convenzione di Barcellona. I prati di *C. nodosa* sono inoltre considerati habitat di riferimento secondo la Convenzione di Barcellona (codice habitat MB5.521; SPA/RAC-UN Environment/MAP, 2019). Con queste premesse si raccomanda di prestare particolare attenzione ai prati di *C. nodosa* in prossimità delle zone di prelievo della sabbia prospicenti la diga del porto. Seppur *C. nodosa* non sia direttamente impattata dalle attività di scavo infatti, le depressioni del fondale che si possono venire a creare nelle vicinanze del prato possono comunque avere un effetto sulla pianta, lasciandone esposto l'apparato radicale.

Come precedentemente accennato, lo stato di salute della prateria di *P. oceanica* sembra essersi mantenuto costante, se non addirittura migliorato nonostante i recenti interventi svolti lungo la costa. Una delle situazioni di maggiore criticità potenziale per le praterie di fanerogame marine, in particolare per *Posidonia oceanica*, è la movimentazione in mare di materiali che possono determinare la risospensione di sedimenti fini o comunque di particolato in grado di alterare la trasparenza delle acque nell'area di distribuzione delle fanerogame (andando quindi a interferire con le capacità fotosintetiche della pianta), arrivando anche a causare, in condizioni di intensa sedimentazione, fenomeni di seppellimento delle praterie. I dati del monitoraggio di quest'anno sembrano dimostrare che in mancanza di importanti perturbazioni esterne, la prateria sembra in grado di mantenersi in equilibrio a fronte di interventi di ripascimento di entità moderata. In vista di futuri interventi, è auspicabile portare avanti le attività di monitoraggio, in quanto queste rappresentano l'unico mezzo in grado di verificare il buon funzionamento della prateria ed il mantenimento del suo buono stato di salute a seguito di ripetuti interventi di difesa del litorale.

Bibliografia

Alvisi, M., 1994. Tecnica di rilevamento subacqueo delle grotte marine. Mem. Ist. It. Speleol. ser. II 6, 209-217.

Bianchi C.N., Ardizzone G.D., Belluscio A., Colantoni P., Diviacco G., Morri C. e Tunesi L., 2003. Cartografia bentonica. Biol. Mar. Medit., 10 (suppl.): 347-370.

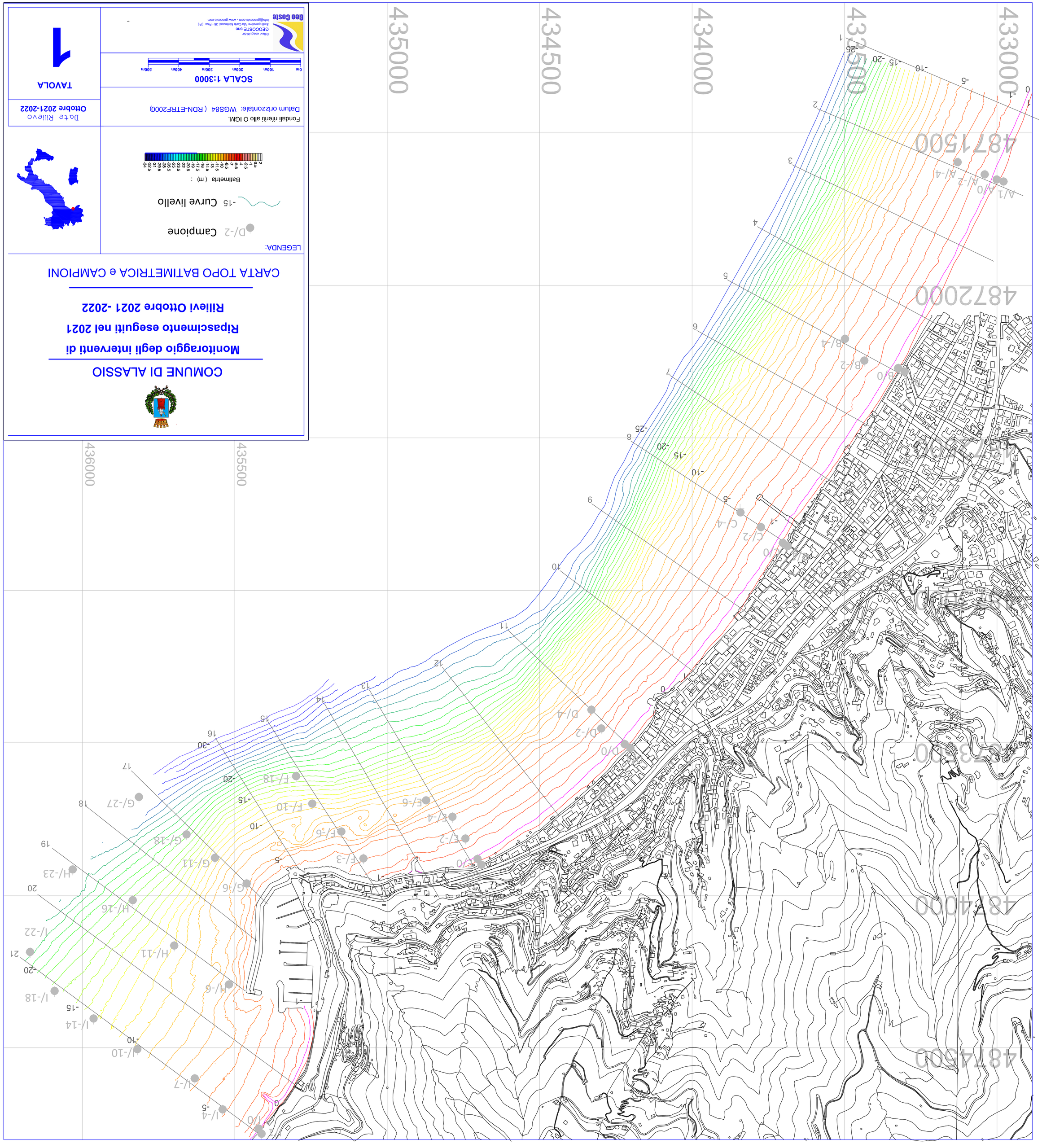
Coppo, S., Diviacco, G., Montepagano E., 2020. Nuovo atlante degli habitat marini della Liguria: cartografia delle praterie di *Posidonia oceanica* e dei principali popolamenti marini costieri. Regione Liguria, Genova.

Giraud G., 1977. Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile. Bot. Mar., 20: 487-491.

Montefalcone M., 2009. Ecosystem health assessment using the seagrass *Posidonia oceanica*: A review. Ecol. Indicators, 9: 595-604.

Moreno, D., Aguilera, P.A., Castro, H. 2001. Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. Biol. Conserv. 102(3), 325-332.

UNEP/MAP-RAC/SPA 2011. Draft guidelines for the standardization of mapping and monitoring methods of marine Magnoliophyta in the Mediterranean. Tenth Meeting of Focal Points for SPAs. Marseilles, France, 17-20 May 2011, UNEP(DEPI)/MED WG 359/9, Tunis (Tunisia).



COMUNE DI ALASSIO

Monitoraggio degli interventi di

Ripascimento eseguiti nel 2021

Rilievi Ottobre 2021 -2022

CARTA TOPO BATIMETRICA e CAMPIONI

LEGENDA:

D/-2 Campione

-15 Curve livello

Batimetria (m) :

Fondali riferiti allo O IGM.

Datum orizzontale: WGS84 (RDN-ETRF2000)

SCALA 1:3000

0m 100m 200m 300m 400m 500m

Data Rilievo
Ottobre 2021-2022

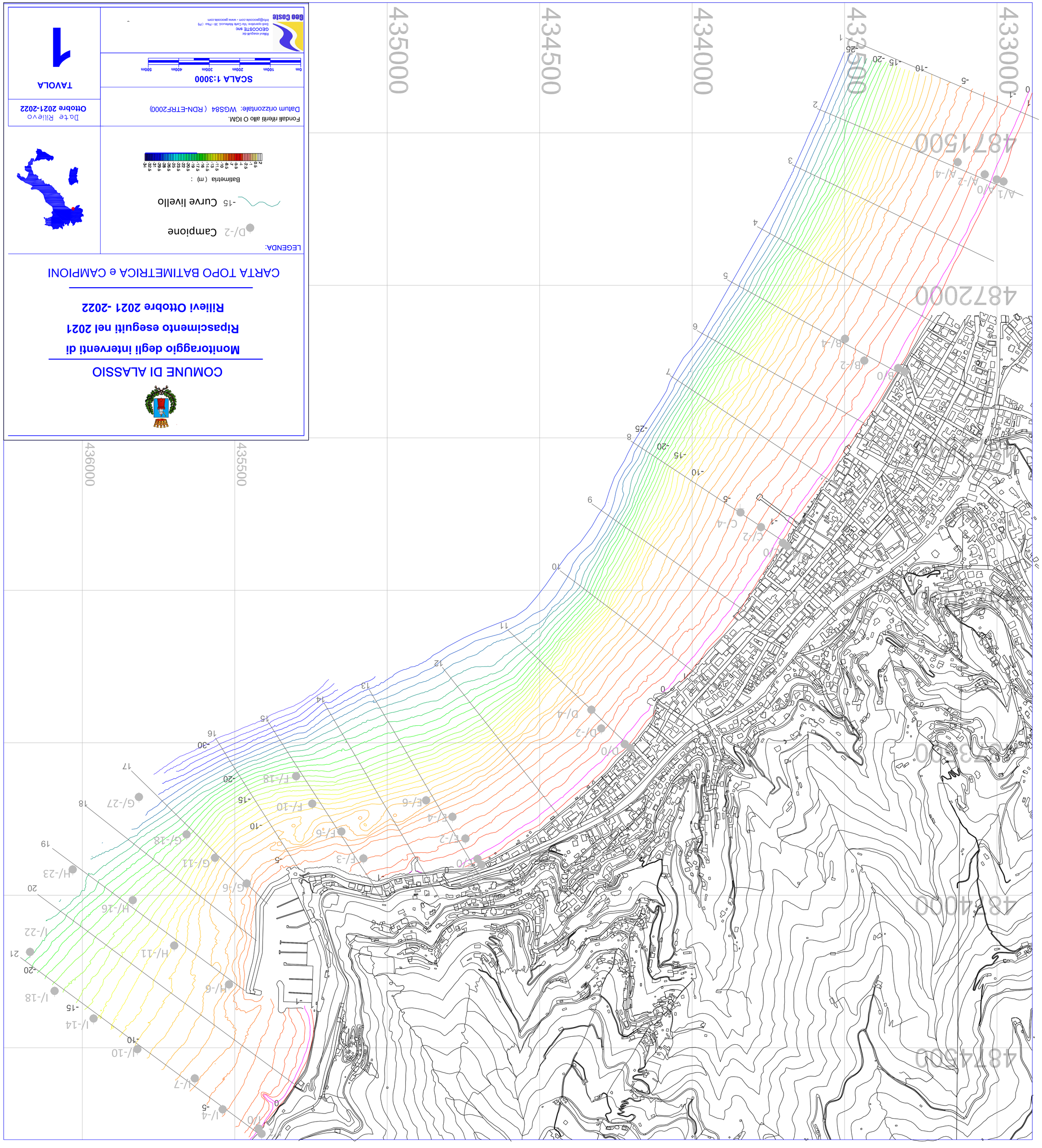
TAVOLA
1

Bee Geste
Rilievi eseguiti da:
GEOCOSTE snc
Via Cairoli, Via Manuzio, 32 - Finale (Sv)
info@geocoste.com - www.geocoste.com

ALLEGATO 2

Rilievi autunno 2022:

- **batimetria e punti di campionamento**
- **analisi**



COMUNE DI ALASSIO

Monitoraggio degli interventi di

Ripascimento eseguiti nel 2021

Rilievi Ottobre 2021 -2022

CARTA TOPO BATIMETRICA e CAMPIONI

LEGENDA:

D/-2 Campione

-15 Curve livello

Batimetria (m) :

Fondali riferiti allo O IGM.

Datum orizzontale: WGS84 (RDN-ETRF2000)

SCALA 1:3000

0m 100m 200m 300m 400m 500m

Data Rilievo
Ottobre 2021-2022

TAVOLA
1

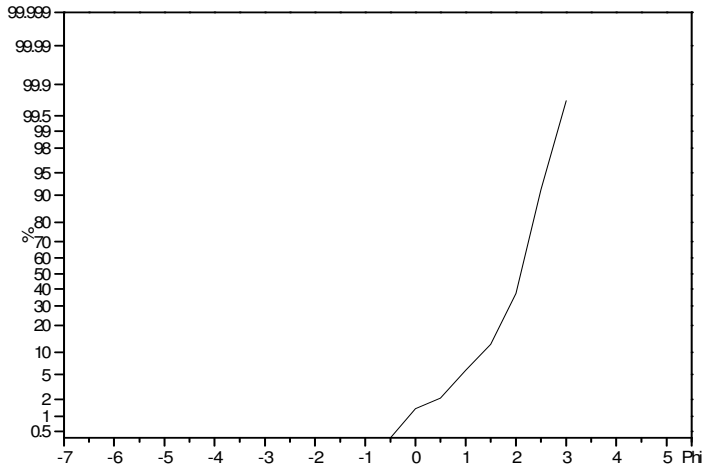
Bee Geste
Rilievi eseguiti da:
GEOCOSTE snc
Via Cairoli, Via Manuzio, 32 - Finale (Sv)
info@geocoste.com - www.geocoste.com

Geocoste snc
Via Ugo Corsi, 19
50141 - Firenze (FI)
P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**A 0**
Nome	

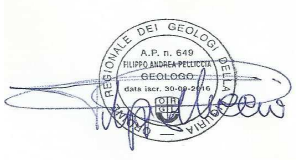
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.0272
Media (mm)	0.2453
Classazione	0.4516
Asimmetria	-0.3317
Curtosi	1.3558

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.367	0.4
0.0	1.00	1.002	1.4
0.5	0.71	0.748	2.1
1.0	0.50	3.648	5.8
1.5	0.35	6.661	12.4
2.0	0.25	24.801	37.2
2.5	0.18	54.226	91.5
3.0	0.13	8.305	99.8
3.5	0.09	0.241	100.0
4.0	0.06	0.000	100.0
<4.0	<0.06	0.000	100.0

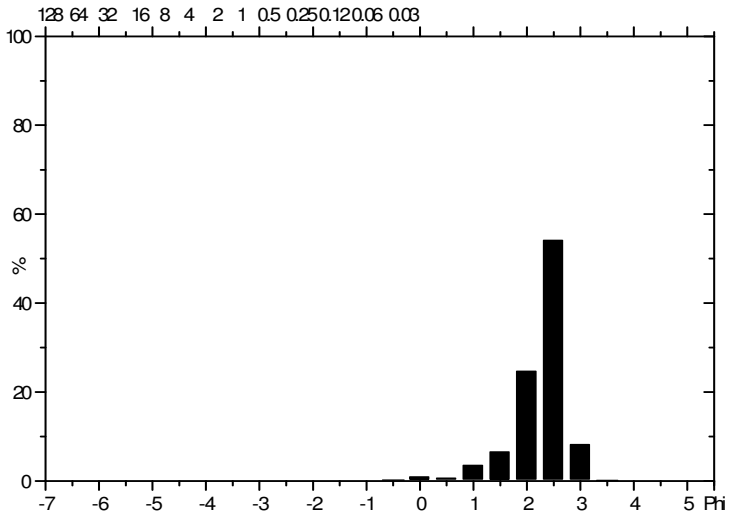


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0.55*
0	*1.5*
0.5	*1.12*
1	*5.46*
1.5	*9.97*
2.0	*37.12*
2.5	*81.16*
3.0	*12.43*
3.5	*0.36*
4.0	*0*
4.5	*0*
Somma:	149.67

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**100.0**
F.FINE (%):	**0.0**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-0.1269*	1.09
5	*0.923*	0.53
16	*1.5963*	0.33
25	*1.7895*	0.29
50	*2.096*	0.23
75	*2.2949*	0.20
84	*2.3893*	0.19
95	*2.595*	0.17



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

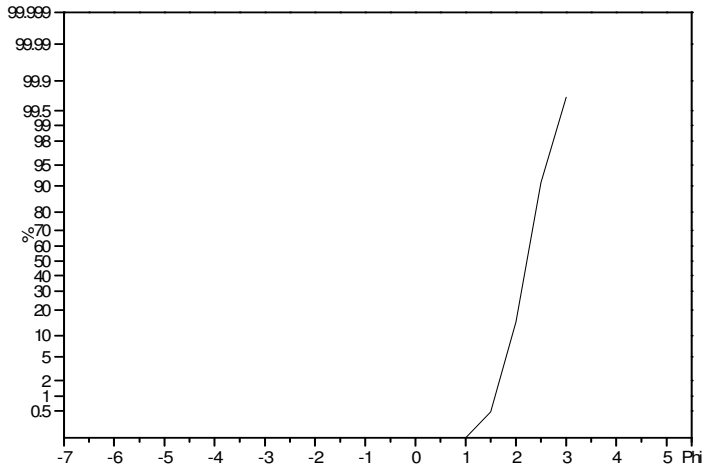
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**A 1**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.2191
Media (mm)	0.2148
Classazione	0.2247
Asimmetria	-0.0177
Curtosi	1.1577

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.000	0.0
0.0	1.00	0.000	0.0
0.5	0.71	0.000	0.0
1.0	0.50	0.119	0.1
1.5	0.35	0.356	0.5
2.0	0.25	14.267	14.7
2.5	0.18	76.290	91.0
3.0	0.13	8.717	99.7
3.5	0.09	0.251	100.0
4.0	0.06	0.000	100.0
<4.0	<0.06	0.000	100.0

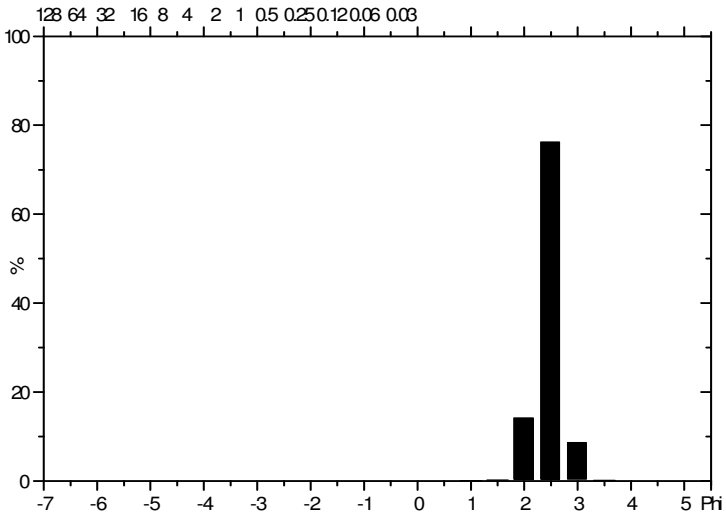


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0*
1	*0.18*
1.5	*0.54*
2.0	*21.62*
2.5	*115.61*
3.0	*13.21*
3.5	*0.38*
4.0	*0*
4.5	*0*
Somma:	151.54

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**100.0**
F.FINE (%):	**0.0**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*1.5864*	0.33
5	*1.8067*	0.29
16	*2.0111*	0.25
25	*2.0781*	0.24
50	*2.2191*	0.21
75	*2.3601*	0.19
84	*2.4271*	0.19
95	*2.6033*	0.16

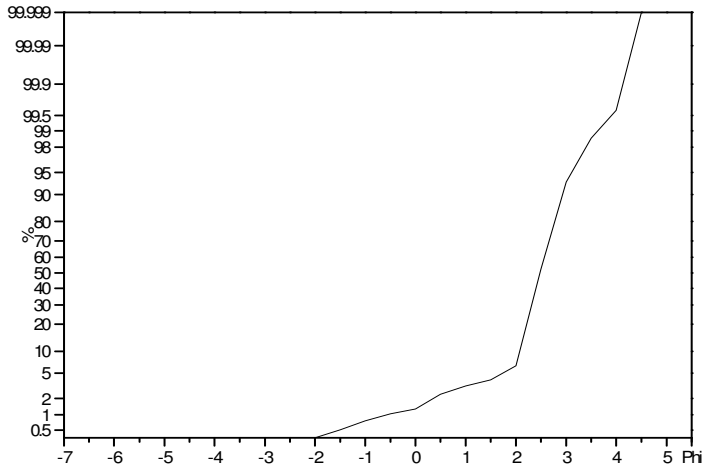


Geocoste snc
Via Ugo Corsi, 19
50141 - Firenze (FI)
P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**A -2**
Nome	

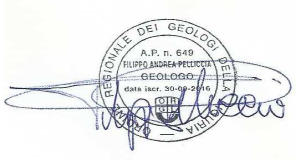
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.4912
Media (mm)	0.1779
Classazione	0.3737
Asimmetria	-0.0161
Curtosi	1.2621

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.345	0.3
-1.5	2.83	0.166	0.5
-1.0	2.00	0.262	0.8
-0.5	1.41	0.281	1.1
0.0	1.00	0.230	1.3
0.5	0.71	1.060	2.3
1.0	0.50	0.843	3.2
1.5	0.35	0.805	4.0
2.0	0.25	2.389	6.4
2.5	0.18	46.171	52.6
3.0	0.13	40.582	93.1
3.5	0.09	5.493	98.6
4.0	0.06	0.984	99.6
<4.0	<0.06	0.390	100.0

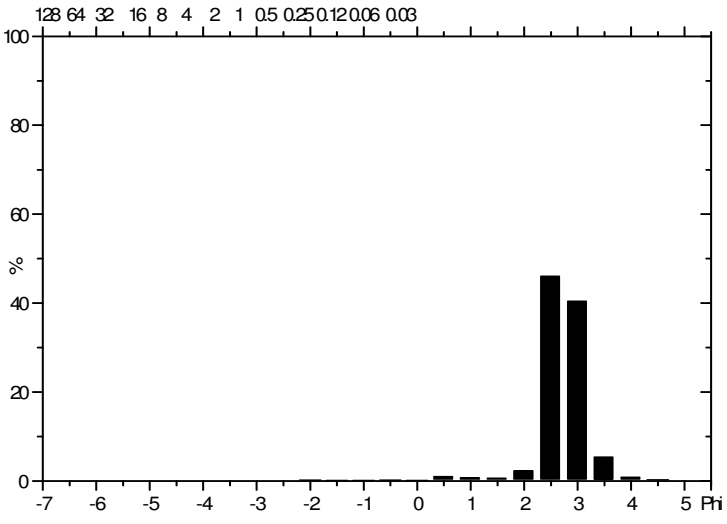


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0.54*
-1.5	*0.26*
-1	*0.41*
-0.5	*0.44*
0	*0.36*
0.5	*1.66*
1	*1.32*
1.5	*1.26*
2.0	*3.74*
2.5	*72.29*
3.0	*63.54*
3.5	*8.6*
4.0	*1.54*
4.5	*0.61*
Somma:	156.57

GHIAIA (%):	**0.8**
SABBIA (%):	**98.8**
F.FINE (%):	**0.4**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-0.5859*	1.50
5	*1.7341*	0.30
16	*2.1667*	0.22
25	*2.2676*	0.21
50	*2.4799*	0.18
75	*2.7146*	0.15
84	*2.8271*	0.14
95	*3.1106*	0.12



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

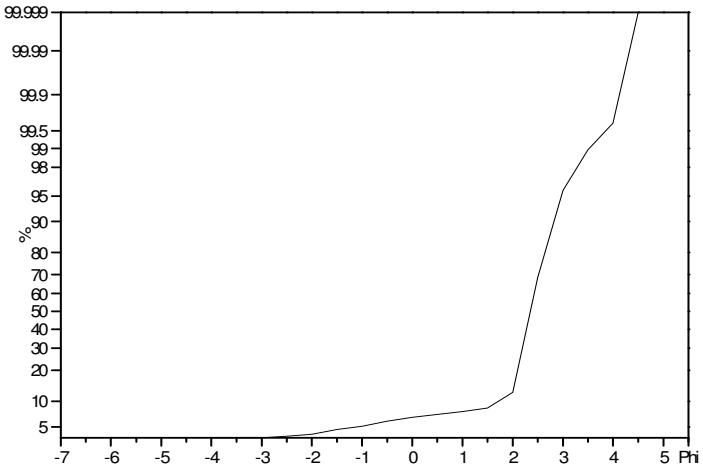
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott.- Nov. / 2022
N° Campione:	**A -4**
Nome	

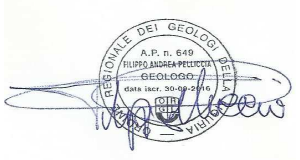
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.3684
Media (mm)	0.1937
Classazione	0.7791
Asimmetria	-0.3112
Curtosi	3.8698

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	3.564	3.6
-3.5	11.31	0.000	3.6
-3.0	8.00	0.000	3.6
-2.5	5.66	0.217	3.8
-2.0	4.00	0.204	4.0
-1.5	2.83	0.638	4.6
-1.0	2.00	0.467	5.1
-0.5	1.41	0.829	5.9
0.0	1.00	0.618	6.5
0.5	0.71	0.513	7.0
1.0	0.50	0.585	7.6
1.5	0.35	0.842	8.5
2.0	0.25	3.972	12.4
2.5	0.18	56.174	68.6
3.0	0.13	27.183	95.8
3.5	0.09	3.137	98.9
4.0	0.06	0.697	99.6
<4.0	<0.06	0.362	100.0

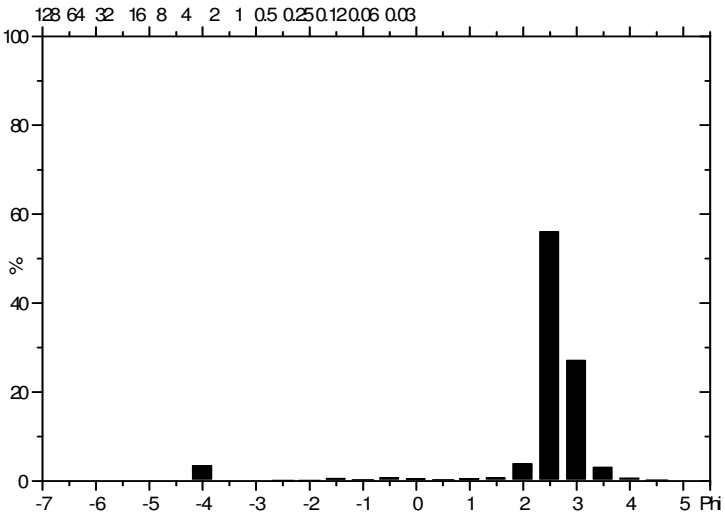


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*5.42*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0.33*
-2	*0.31*
-1.5	*0.97*
-1	*0.71*
-0.5	*1.26*
0	*0.94*
0.5	*0.78*
1	*0.89*
1.5	*1.28*
2.0	*6.04*
2.5	*85.43*
3.0	*41.34*
3.5	*4.77*
4.0	*1.06*
4.5	*0.55*
Somma:	152.08

GHIAIA (%):	**5.1**
SABBIA (%):	**94.5**
F.FINE (%):	**0.4**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-4.0503*	16.57
5	*-1.0929*	2.13
16	*2.0484*	0.24
25	*2.1462*	0.23
50	*2.352*	0.20
75	*2.5761*	0.17
84	*2.7048*	0.15
95	*2.9664*	0.13



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

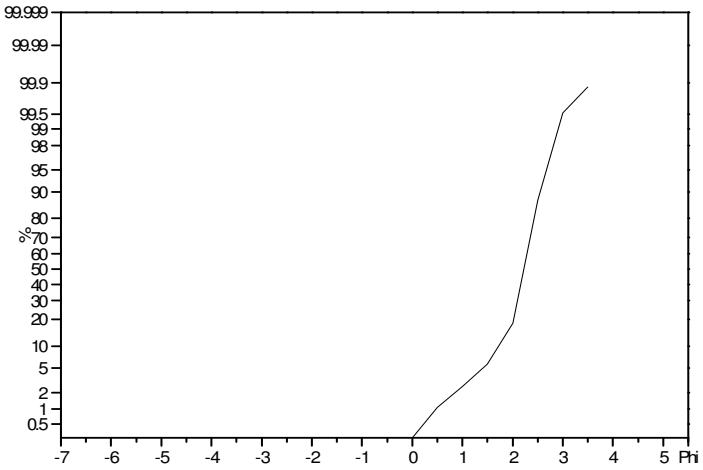
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**B 0**
Nome	

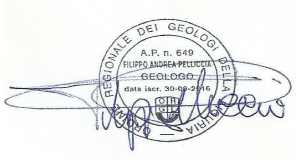
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.2047
Media (mm)	0.2169
Classazione	0.3232
Asimmetria	-0.1831
Curtosi	1.5655

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.000	0.0
0.0	1.00	0.249	0.2
0.5	0.71	0.812	1.1
1.0	0.50	1.448	2.5
1.5	0.35	3.184	5.7
2.0	0.25	12.677	18.4
2.5	0.18	69.078	87.4
3.0	0.13	12.074	99.5
3.5	0.09	0.354	99.9
4.0	0.06	0.124	100.0
<4.0	<0.06	0.000	100.0

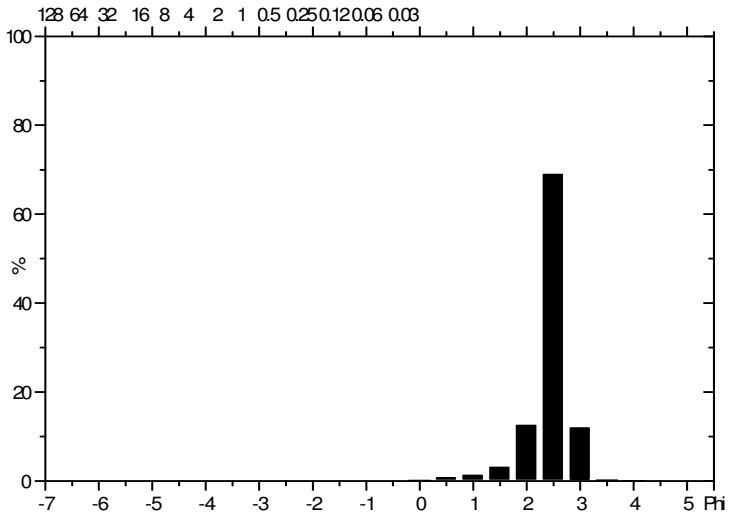


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0.38*
0.5	*1.24*
1	*2.21*
1.5	*4.86*
2.0	*19.35*
2.5	*105.44*
3.0	*18.43*
3.5	*0.54*
4.0	*0.19*
4.5	*0*
Somma:	152.64

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**100.0**
F.FINE (%):	**0.0**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*0.4778*	0.72
5	*1.4155*	0.37
16	*1.9315*	0.26
25	*2.0554*	0.24
50	*2.2199*	0.21
75	*2.3844*	0.19
84	*2.4626*	0.18
95	*2.6722*	0.16

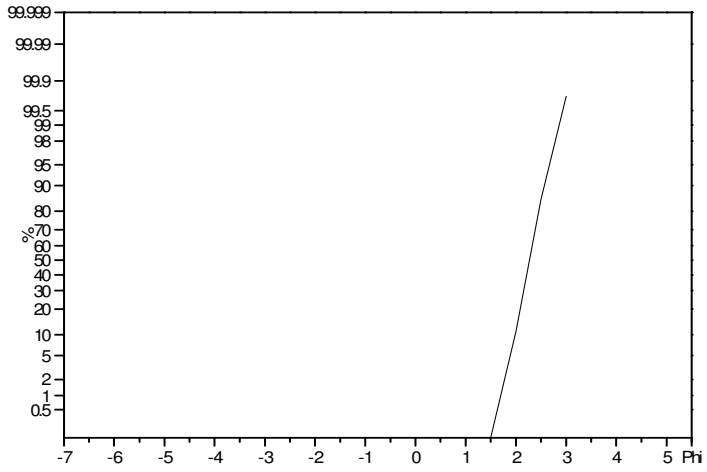


Geocoste snc
Via Ugo Corsi, 19
50141 - Firenze (FI)
P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**B 1**
Nome	

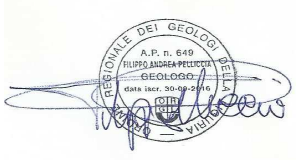
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.2700
Media (mm)	0.2073
Classazione	0.2284
Asimmetria	0.0092
Curtosi	1.0802

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.000	0.0
0.0	1.00	0.000	0.0
0.5	0.71	0.000	0.0
1.0	0.50	0.000	0.0
1.5	0.35	0.112	0.1
2.0	0.25	10.923	11.0
2.5	0.18	74.122	85.2
3.0	0.13	14.608	99.8
3.5	0.09	0.236	100.0
4.0	0.06	0.000	100.0
<4.0	<0.06	0.000	100.0

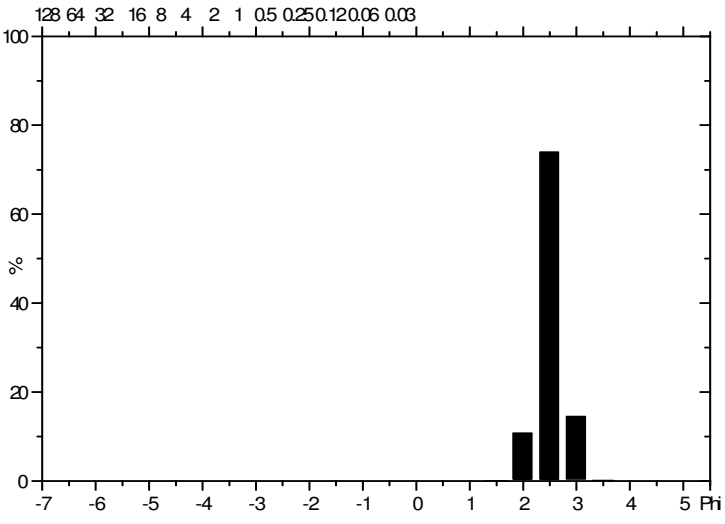


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0*
1	*0*
1.5	*0.17*
2.0	*16.63*
2.5	*112.85*
3.0	*22.24*
3.5	*0.36*
4.0	*0*
4.5	*0*
Somma:	152.25

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**100.0**
F.FINE (%):	**0.0**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*1.6994*	0.31
5	*1.8853*	0.27
16	*2.0508*	0.24
25	*2.1214*	0.23
50	*2.27*	0.21
75	*2.4187*	0.19
84	*2.4893*	0.18
95	*2.6689*	0.16



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

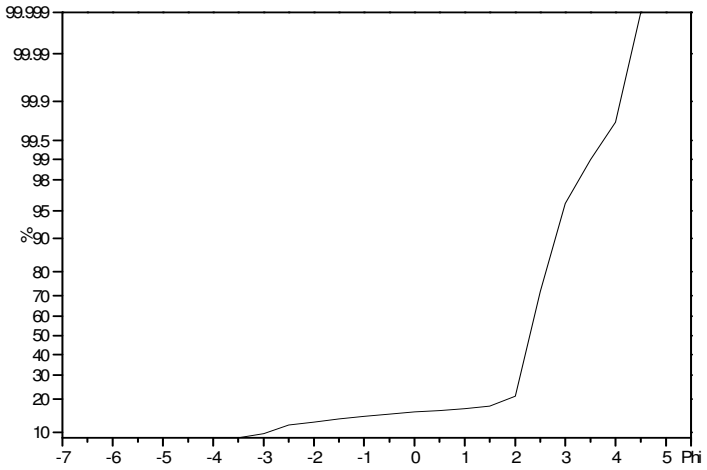
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**B -2**
Nome	

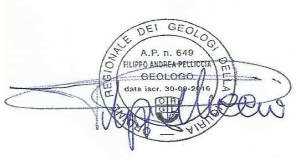
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	1.8011
Media (mm)	0.2870
Classazione	1.6196
Asimmetria	-0.7315
Curtosi	5.7900

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	8.813	8.8
-3.5	11.31	0.000	8.8
-3.0	8.00	0.932	9.7
-2.5	5.66	2.133	11.9
-2.0	4.00	0.774	12.7
-1.5	2.83	0.853	13.5
-1.0	2.00	0.794	14.3
-0.5	1.41	0.689	15.0
0.0	1.00	0.591	15.6
0.5	0.71	0.486	16.1
1.0	0.50	0.597	16.7
1.5	0.35	0.919	17.6
2.0	0.25	3.498	21.1
2.5	0.18	50.788	71.9
3.0	0.13	24.045	95.9
3.5	0.09	3.071	99.0
4.0	0.06	0.774	99.8
<4.0	<0.06	0.243	100.0

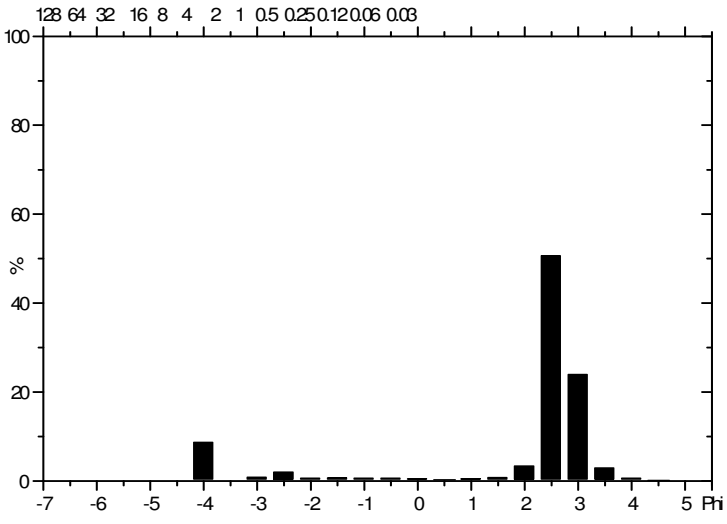


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*13.43*
-3.5	*0*
-3	*1.42*
-2.5	*3.25*
-2	*1.18*
-1.5	*1.3*
-1	*1.21*
-0.5	*1.05*
0	*0.9*
0.5	*0.74*
1	*0.91*
1.5	*1.4*
2.0	*5.33*
2.5	*77.39*
3.0	*36.64*
3.5	*4.68*
4.0	*1.18*
4.5	*0.37*
Somma:	152.38

GHIAIA (%):	**14.3**
SABBIA (%):	**85.5**
F.FINE (%):	**0.2**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-4.0863*	16.99
5	*-4.0259*	16.29
16	*0.4336*	0.74
25	*2.0468*	0.24
50	*2.2907*	0.20
75	*2.5412*	0.17
84	*2.6789*	0.16
95	*2.9588*	0.13



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

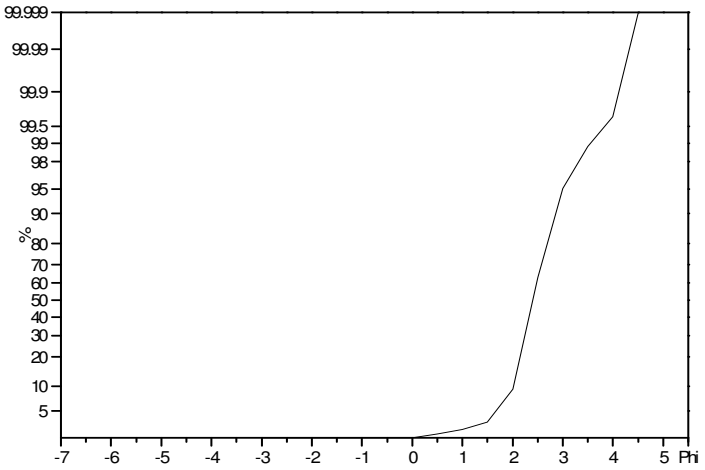
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. -Nov. / 2022
N° Campione:	**B -4**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.4162
Media (mm)	0.1873
Classazione	0.3639
Asimmetria	-0.0101
Curtosi	1.2561

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	2.044	2.0
-2.5	5.66	0.000	2.0
-2.0	4.00	0.000	2.0
-1.5	2.83	0.000	2.0
-1.0	2.00	0.000	2.0
-0.5	1.41	0.000	2.0
0.0	1.00	0.000	2.0
0.5	0.71	0.308	2.4
1.0	0.50	0.386	2.7
1.5	0.35	0.773	3.5
2.0	0.25	5.778	9.3
2.5	0.18	53.825	63.1
3.0	0.13	31.966	95.1
3.5	0.09	3.780	98.9
4.0	0.06	0.812	99.7
<4.0	<0.06	0.328	100.0

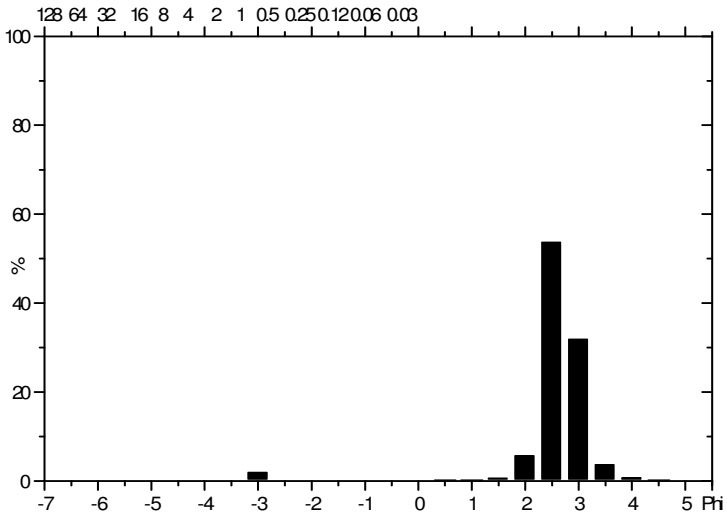


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*3.12*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0.47*
1	*0.59*
1.5	*1.18*
2.0	*8.82*
2.5	*82.17*
3.0	*48.8*
3.5	*5.77*
4.0	*1.24*
4.5	*0.5*
Somma:	152.66

GHIAIA (%):	**2.0**
SABBIA (%):	**97.6**
F.FINE (%):	**0.3**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-3.0284*	8.16
5	*1.6699*	0.31
16	*2.0992*	0.23
25	*2.1958*	0.22
50	*2.3991*	0.19
75	*2.6288*	0.16
84	*2.7503*	0.15
95	*2.997*	0.13



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

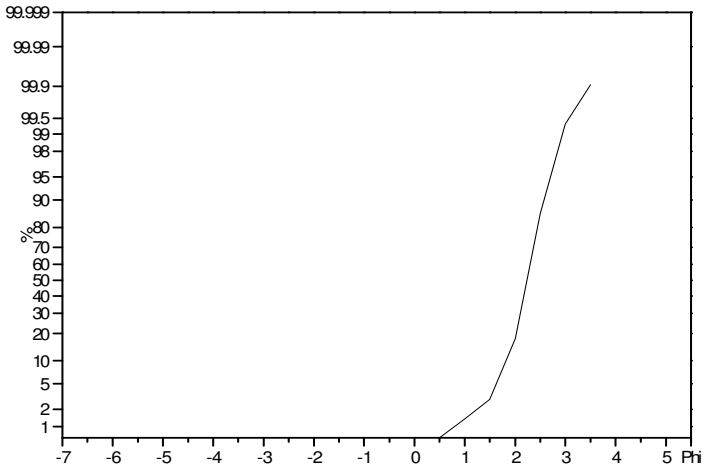
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**C 0**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.2264
Media (mm)	0.2137
Classazione	0.2923
Asimmetria	-0.0785
Curtosi	1.2982

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.000	0.0
0.0	1.00	0.000	0.0
0.5	0.71	0.606	0.6
1.0	0.50	0.759	1.4
1.5	0.35	1.518	2.9
2.0	0.25	14.876	17.8
2.5	0.18	67.871	85.6
3.0	0.13	13.725	99.4
3.5	0.09	0.552	99.9
4.0	0.06	0.093	100.0
<4.0	<0.06	0.000	100.0

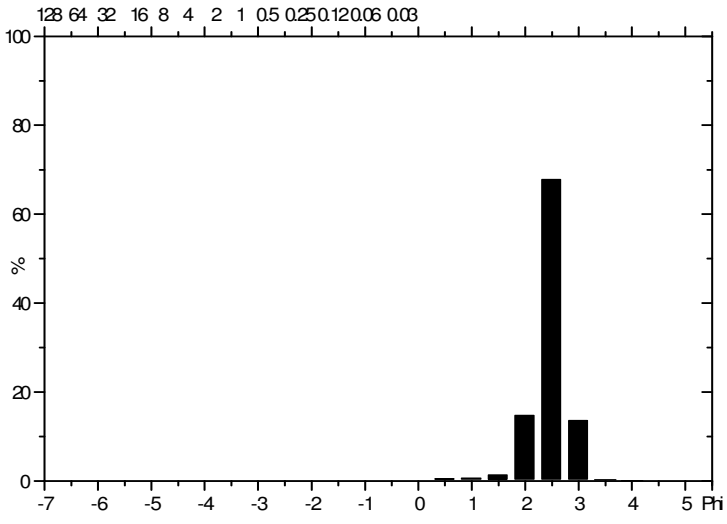


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0.91*
1	*1.14*
1.5	*2.28*
2.0	*22.35*
2.5	*101.97*
3.0	*20.62*
3.5	*0.83*
4.0	*0.14*
4.5	*0*
Somma:	150.24

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**100.0**
F.FINE (%):	**0.0**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*0.8026*	0.57
5	*1.6302*	0.32
16	*1.9641*	0.26
25	*2.0629*	0.24
50	*2.2325*	0.21
75	*2.402*	0.19
84	*2.4825*	0.18
95	*2.7043*	0.15



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

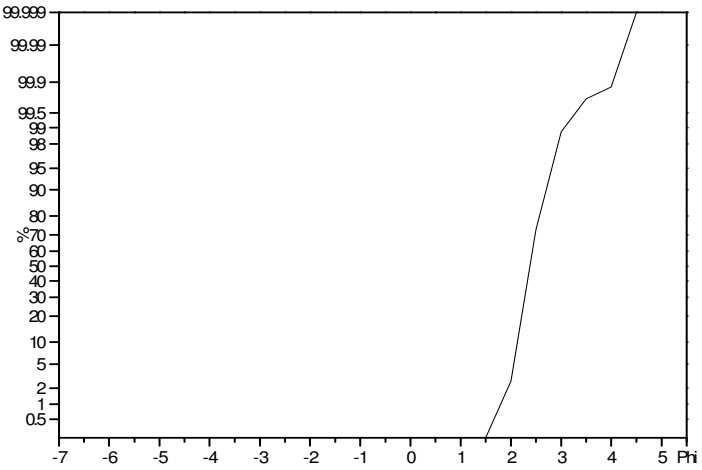
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**C 1**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.3944
Media (mm)	0.1902
Classazione	0.2228
Asimmetria	0.1214
Curtosi	1.1419

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.000	0.0
0.0	1.00	0.000	0.0
0.5	0.71	0.000	0.0
1.0	0.50	0.000	0.0
1.5	0.35	0.193	0.2
2.0	0.25	2.442	2.6
2.5	0.18	70.223	72.9
3.0	0.13	25.931	98.8
3.5	0.09	0.966	99.8
4.0	0.06	0.116	99.9
<4.0	<0.06	0.129	100.0

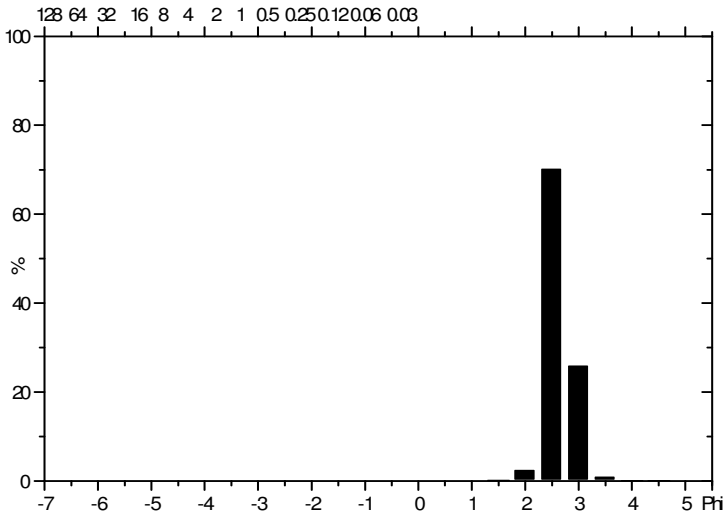


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0*
1	*0*
1.5	*0.3*
2.0	*3.79*
2.5	*109*
3.0	*40.25*
3.5	*1.5*
4.0	*0.18*
4.5	*0.2*
Somma:	155.22

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**99.9**
F.FINE (%):	**0.1**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*1.7956*	0.29
5	*2.0575*	0.24
16	*2.1853*	0.22
25	*2.2482*	0.21
50	*2.3806*	0.19
75	*2.5201*	0.17
84	*2.6173*	0.16
95	*2.8151*	0.14



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

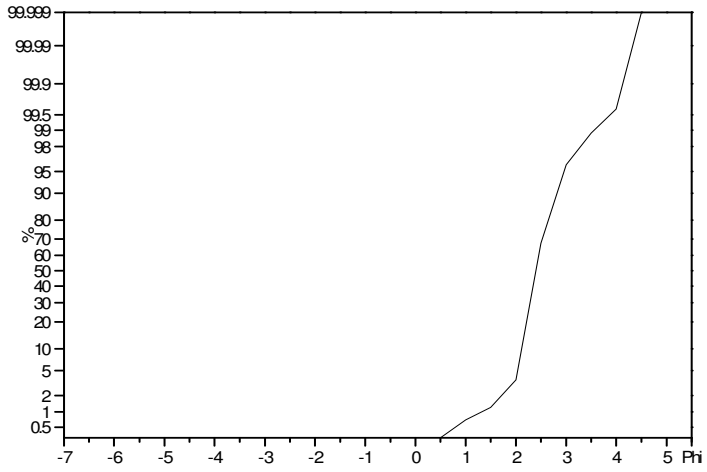
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**C -2**
Nome	

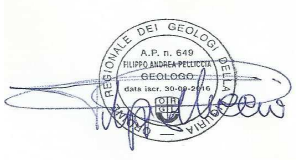
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.4275
Media (mm)	0.1859
Classazione	0.2728
Asimmetria	0.1896
Curtosi	1.1344

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.000	0.0
0.0	1.00	0.000	0.0
0.5	0.71	0.295	0.3
1.0	0.50	0.407	0.7
1.5	0.35	0.505	1.2
2.0	0.25	2.435	3.6
2.5	0.18	64.092	67.7
3.0	0.13	28.255	96.0
3.5	0.09	2.875	98.9
4.0	0.06	0.761	99.6
<4.0	<0.06	0.374	100.0

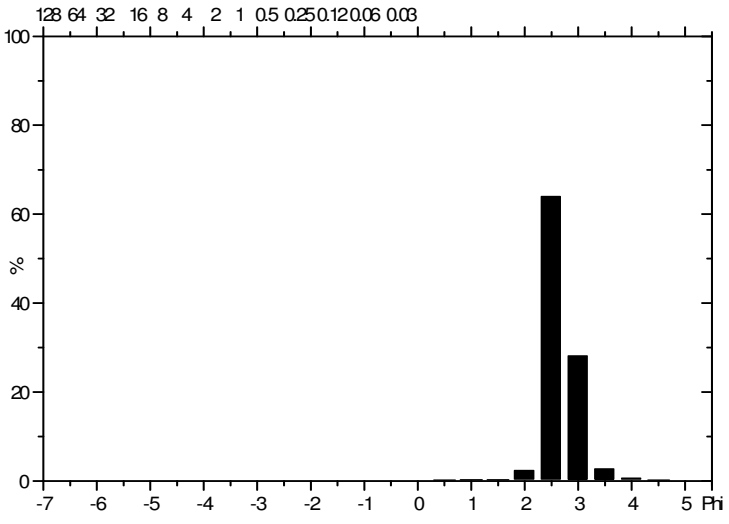


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0.45*
1	*0.62*
1.5	*0.77*
2.0	*3.71*
2.5	*97.65*
3.0	*43.05*
3.5	*4.38*
4.0	*1.16*
4.5	*0.57*
Somma:	152.36

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**99.6**
F.FINE (%):	**0.4**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*1.3221*	0.40
5	*2.033*	0.24
16	*2.1774*	0.22
25	*2.2484*	0.21
50	*2.398*	0.19
75	*2.5831*	0.17
84	*2.7072*	0.15
95	*2.9594*	0.13

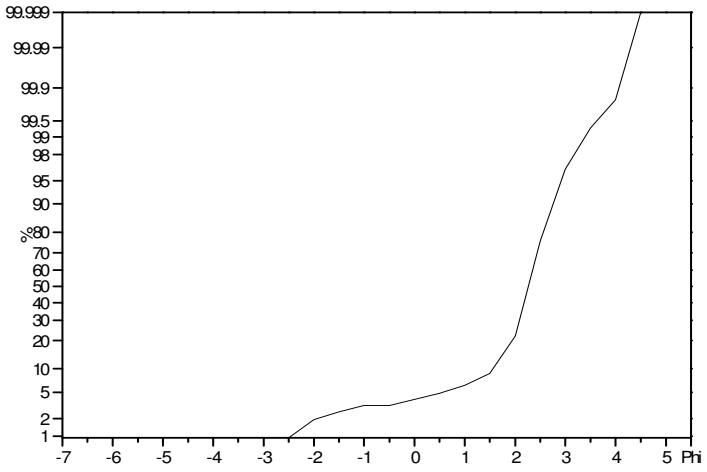


Geocoste snc
Via Ugo Corsi, 19
50141 - Firenze (FI)
P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**C -4**
Nome	

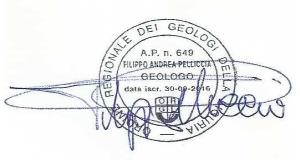
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.2320
Media (mm)	0.2129
Classazione	0.5597
Asimmetria	-0.2713
Curtosi	2.1112

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.923	0.9
-2.5	5.66	0.000	0.9
-2.0	4.00	0.982	1.9
-1.5	2.83	0.641	2.5
-1.0	2.00	0.667	3.2
-0.5	1.41	0.000	3.2
0.0	1.00	0.707	3.9
0.5	0.71	0.883	4.8
1.0	0.50	1.433	6.2
1.5	0.35	2.572	8.8
2.0	0.25	13.199	22.0
2.5	0.18	54.126	76.1
3.0	0.13	20.483	96.6
3.5	0.09	2.703	99.3
4.0	0.06	0.497	99.8
<4.0	<0.06	0.183	100.0

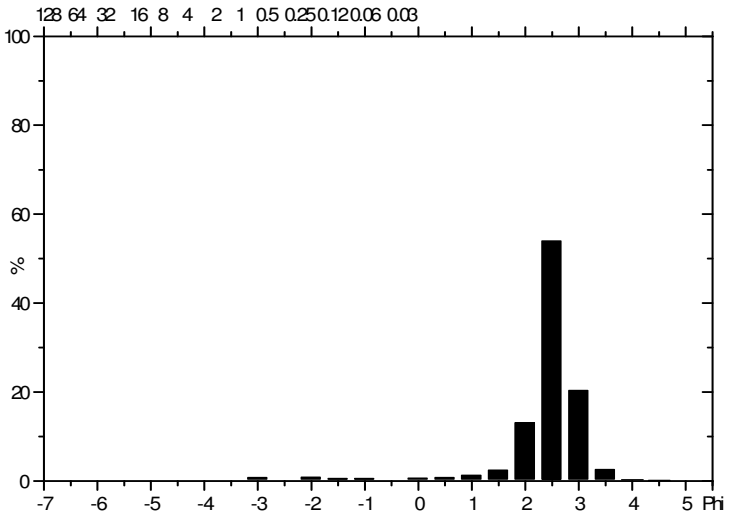


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*1.41*
-2.5	*0*
-2	*1.5*
-1.5	*0.98*
-1	*1.02*
-0.5	*0*
0	*1.08*
0.5	*1.35*
1	*2.19*
1.5	*3.93*
2.0	*20.17*
2.5	*82.71*
3.0	*31.3*
3.5	*4.13*
4.0	*0.76*
4.5	*0.28*
Somma:	152.81

GHIAIA (%):	**3.2**
SABBIA (%):	**96.6**
F.FINE (%):	**0.2**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-2.4468*	5.45
5	*0.5751*	0.67
16	*1.8084*	0.29
25	*2.0329*	0.24
50	*2.2604*	0.21
75	*2.4878*	0.18
84	*2.6271*	0.16
95	*2.9184*	0.13



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

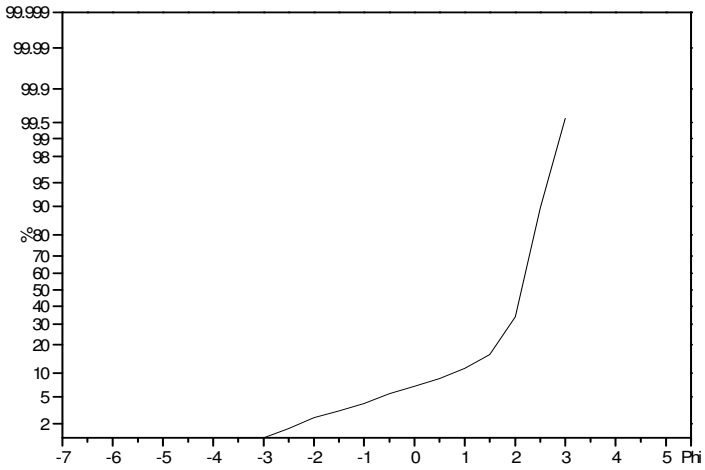
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**D 0**
Nome	

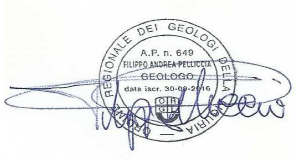
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.0148
Media (mm)	0.2475
Classazione	0.7303
Asimmetria	-0.5204
Curtosi	2.4635

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	1.148	1.1
-3.0	8.00	0.000	1.1
-2.5	5.66	0.513	1.7
-2.0	4.00	0.808	2.5
-1.5	2.83	0.680	3.1
-1.0	2.00	0.910	4.1
-0.5	1.41	1.455	5.5
0.0	1.00	1.398	6.9
0.5	0.71	1.692	8.6
1.0	0.50	2.801	11.4
1.5	0.35	4.577	16.0
2.0	0.25	18.008	34.0
2.5	0.18	55.632	89.6
3.0	0.13	9.962	99.6
3.5	0.09	0.417	100.0
4.0	0.06	0.000	100.0
<4.0	<0.06	0.000	100.0

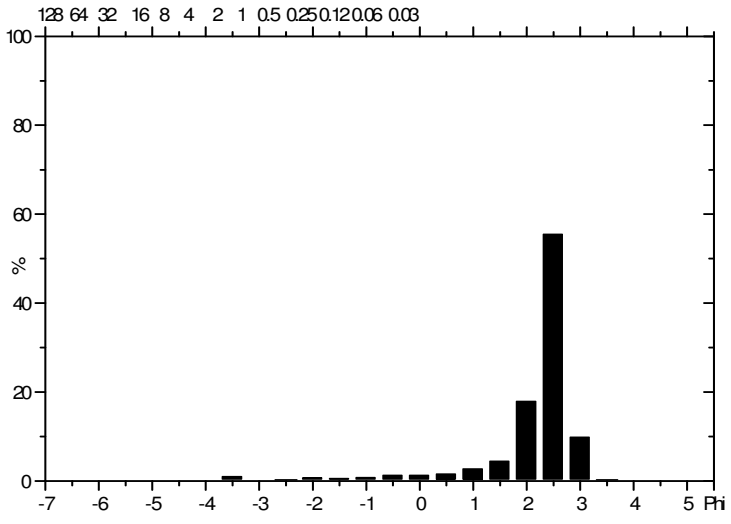


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*1.79*
-3	*0*
-2.5	*0.8*
-2	*1.26*
-1.5	*1.06*
-1	*1.42*
-0.5	*2.27*
0	*2.18*
0.5	*2.64*
1	*4.37*
1.5	*7.14*
2.0	*28.09*
2.5	*86.78*
3.0	*15.54*
3.5	*0.65*
4.0	*0*
4.5	*0*
Somma:	155.99

GHIAIA (%):	**4.1**
SABBIA (%):	**95.9**
F.FINE (%):	**0.0**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-3.5055*	11.36
5	*-0.6628*	1.58
16	*1.5006*	0.35
25	*1.7754*	0.29
50	*2.1232*	0.23
75	*2.3248*	0.20
84	*2.4205*	0.19
95	*2.6396*	0.16

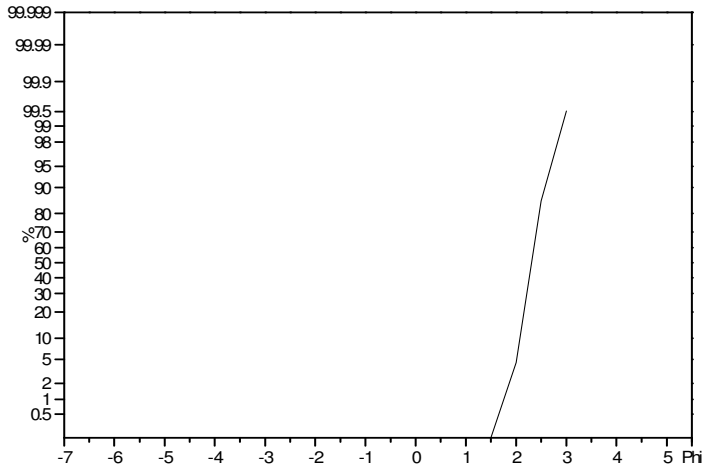


Geocoste snc
Via Ugo Corsi, 19
50141 - Firenze (FI)
P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**D 1**
Nome	

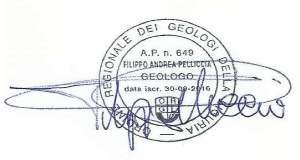
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.3086
Media (mm)	0.2019
Classazione	0.1940
Asimmetria	0.0625
Curtosi	1.1428

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.000	0.0
0.0	1.00	0.000	0.0
0.5	0.71	0.000	0.0
1.0	0.50	0.000	0.0
1.5	0.35	0.144	0.1
2.0	0.25	4.345	4.5
2.5	0.18	80.878	85.4
3.0	0.13	14.148	99.5
3.5	0.09	0.484	100.0
4.0	0.06	0.000	100.0
<4.0	<0.06	0.000	100.0

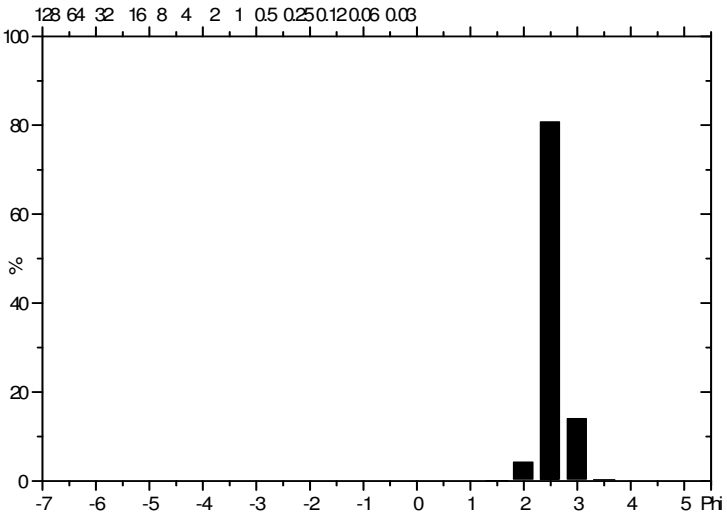


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0*
1	*0*
1.5	*0.22*
2.0	*6.64*
2.5	*123.59*
3.0	*21.62*
3.5	*0.74*
4.0	*0*
4.5	*0*
Somma:	152.81

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**100.0**
F.FINE (%):	**0.0**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*1.7547*	0.30
5	*2.0094*	0.25
16	*2.1278*	0.23
25	*2.186*	0.22
50	*2.3086*	0.20
75	*2.4312*	0.19
84	*2.4895*	0.18
95	*2.6931*	0.15



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

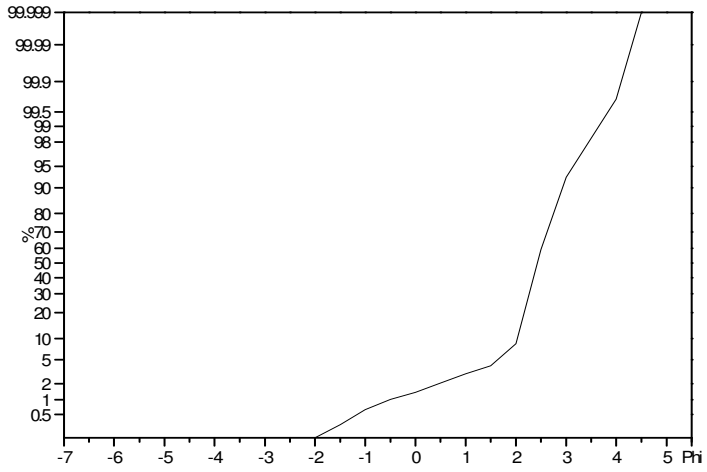
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**D -2**
Nome	

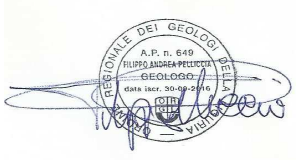
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.4522
Media (mm)	0.1827
Classazione	0.4001
Asimmetria	0.0254
Curtosi	1.3265

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.146	0.1
-1.5	2.83	0.153	0.3
-1.0	2.00	0.325	0.6
-0.5	1.41	0.395	1.0
0.0	1.00	0.369	1.4
0.5	0.71	0.675	2.1
1.0	0.50	0.898	3.0
1.5	0.35	1.031	4.0
2.0	0.25	4.521	8.5
2.5	0.18	50.573	59.1
3.0	0.13	33.720	92.8
3.5	0.09	5.520	98.3
4.0	0.06	1.413	99.7
<4.0	<0.06	0.261	100.0

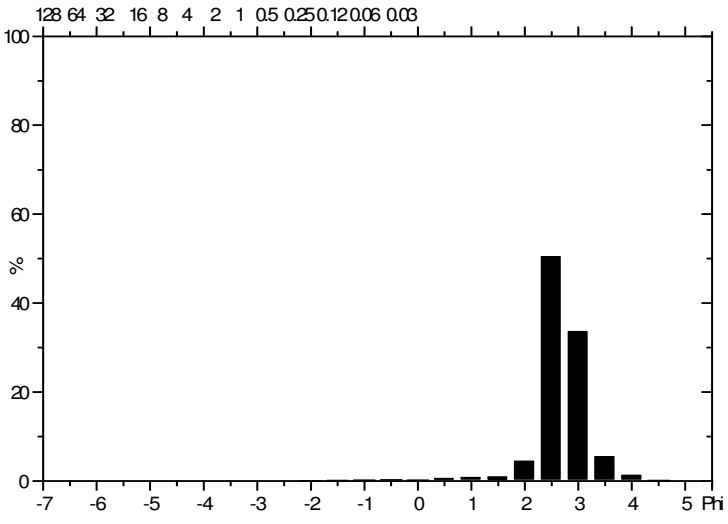


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0.23*
-1.5	*0.24*
-1	*0.51*
-0.5	*0.62*
0	*0.58*
0.5	*1.06*
1	*1.41*
1.5	*1.62*
2.0	*7.1*
2.5	*79.43*
3.0	*52.96*
3.5	*8.67*
4.0	*2.22*
4.5	*0.41*
Somma:	157.06

GHIAIA (%):	**0.6**
SABBIA (%):	**99.1**
F.FINE (%):	**0.3**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-0.5195*	1.43
5	*1.6404*	0.32
16	*2.1178*	0.23
25	*2.2178*	0.21
50	*2.4284*	0.19
75	*2.6805*	0.16
84	*2.8104*	0.14
95	*3.138*	0.11



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

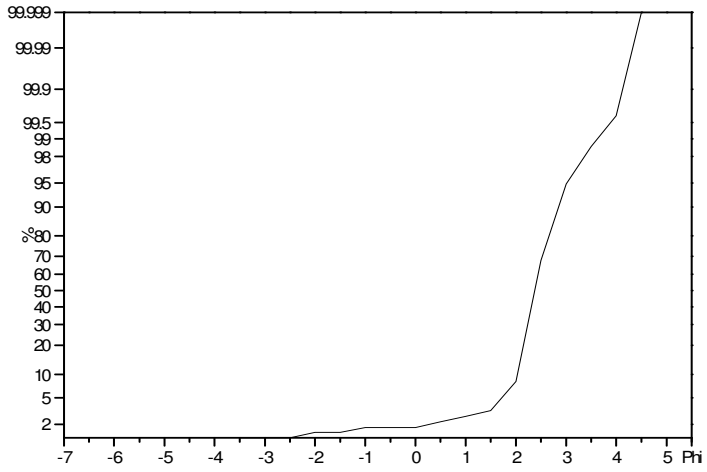
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**D -4**
Nome	

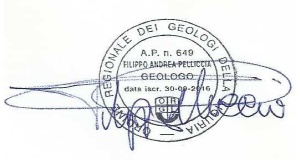
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.4044
Media (mm)	0.1889
Classazione	0.3501
Asimmetria	0.0565
Curtosi	1.3295

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	1.192	1.2
-3.0	8.00	0.000	1.2
-2.5	5.66	0.000	1.2
-2.0	4.00	0.277	1.5
-1.5	2.83	0.000	1.5
-1.0	2.00	0.303	1.8
-0.5	1.41	0.000	1.8
0.0	1.00	0.000	1.8
0.5	0.71	0.438	2.2
1.0	0.50	0.483	2.7
1.5	0.35	0.606	3.3
2.0	0.25	4.826	8.1
2.5	0.18	59.488	67.6
3.0	0.13	27.296	94.9
3.5	0.09	3.724	98.6
4.0	0.06	0.999	99.6
<4.0	<0.06	0.367	100.0

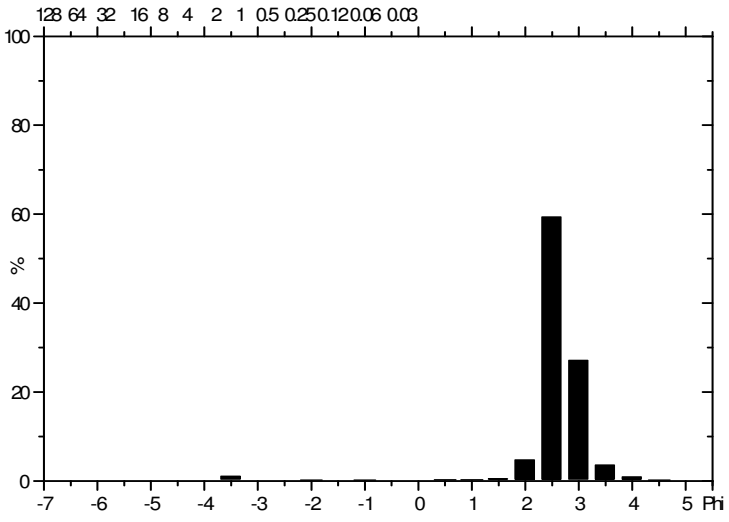


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*1.85*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0.43*
-1.5	*0*
-1	*0.47*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0.68*
1	*0.75*
1.5	*0.94*
2.0	*7.49*
2.5	*92.32*
3.0	*42.36*
3.5	*5.78*
4.0	*1.55*
4.5	*0.57*
Somma:	155.19

GHIAIA (%):	**1.8**
SABBIA (%):	**97.9**
F.FINE (%):	**0.4**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-3.507*	11.37
5	*1.7191*	0.30
16	*2.1086*	0.23
25	*2.195*	0.22
50	*2.3768*	0.19
75	*2.5922*	0.17
84	*2.7279*	0.15
95	*3.0076*	0.12



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

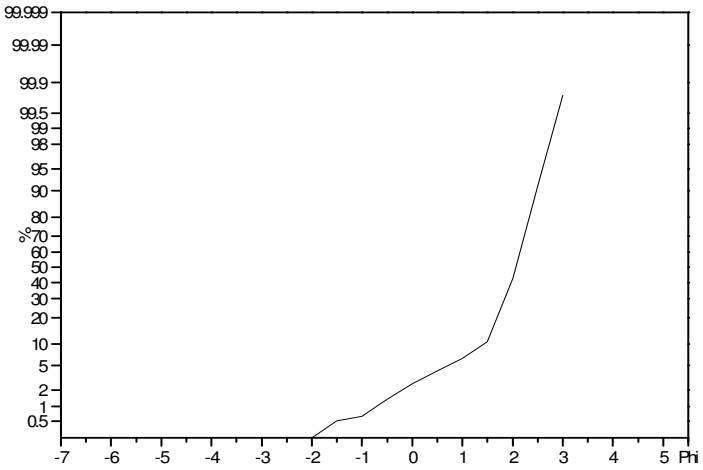
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**E 0**
Nome	

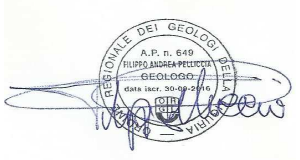
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.0205
Media (mm)	0.2465
Classazione	0.4736
Asimmetria	-0.2948
Curtosi	1.5097

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.215	0.2
-1.5	2.83	0.297	0.5
-1.0	2.00	0.120	0.6
-0.5	1.41	0.734	1.4
0.0	1.00	1.196	2.6
0.5	0.71	1.544	4.1
1.0	0.50	2.190	6.3
1.5	0.35	4.329	10.6
2.0	0.25	31.844	42.5
2.5	0.18	48.883	91.4
3.0	0.13	8.444	99.8
3.5	0.09	0.203	100.0
4.0	0.06	0.000	100.0
<4.0	<0.06	0.000	100.0

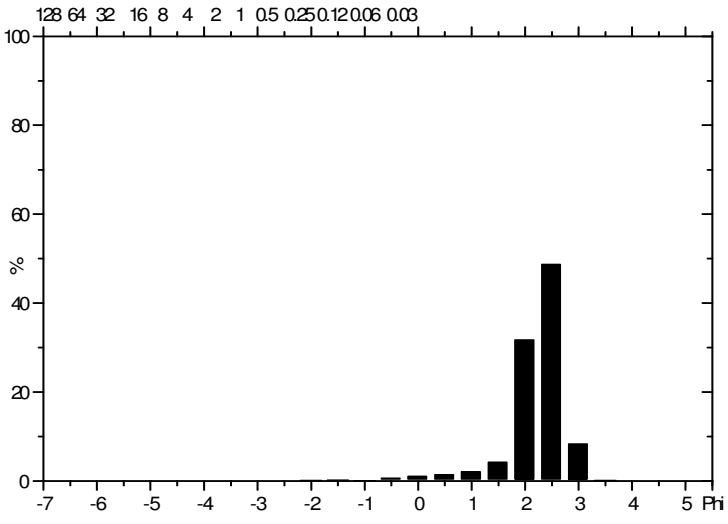


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0.34*
-1.5	*0.47*
-1	*0.19*
-0.5	*1.16*
0	*1.89*
0.5	*2.44*
1	*3.46*
1.5	*6.84*
2.0	*50.31*
2.5	*77.23*
3.0	*13.34*
3.5	*0.32*
4.0	*0*
4.5	*0*
Somma:	157.99

GHIAIA (%):	**0.6**
SABBIA (%):	**99.4**
F.FINE (%):	**0.0**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-0.7089*	1.63
5	*0.7246*	0.61
16	*1.6193*	0.33
25	*1.7708*	0.29
50	*2.061*	0.24
75	*2.2781*	0.21
84	*2.3813*	0.19
95	*2.5933*	0.17



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

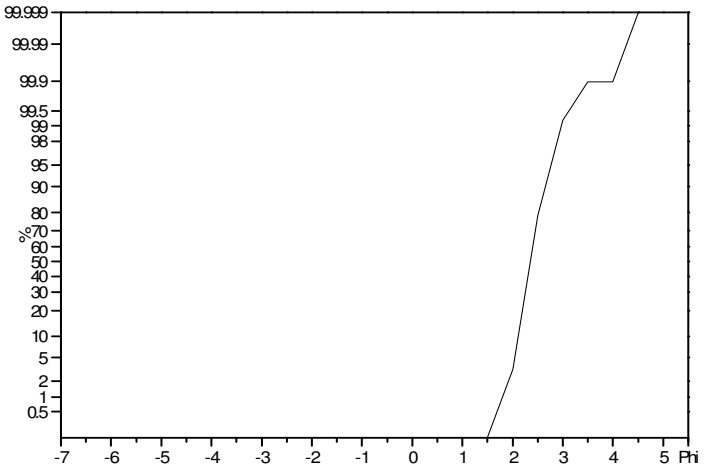
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**E 1**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.3582
Media (mm)	0.1950
Classazione	0.2102
Asimmetria	0.0992
Curtosi	1.1613

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.000	0.0
0.0	1.00	0.000	0.0
0.5	0.71	0.000	0.0
1.0	0.50	0.000	0.0
1.5	0.35	0.125	0.1
2.0	0.25	3.127	3.3
2.5	0.18	75.263	78.5
3.0	0.13	20.704	99.2
3.5	0.09	0.677	99.9
4.0	0.06	0.000	99.9
<4.0	<0.06	0.105	100.0

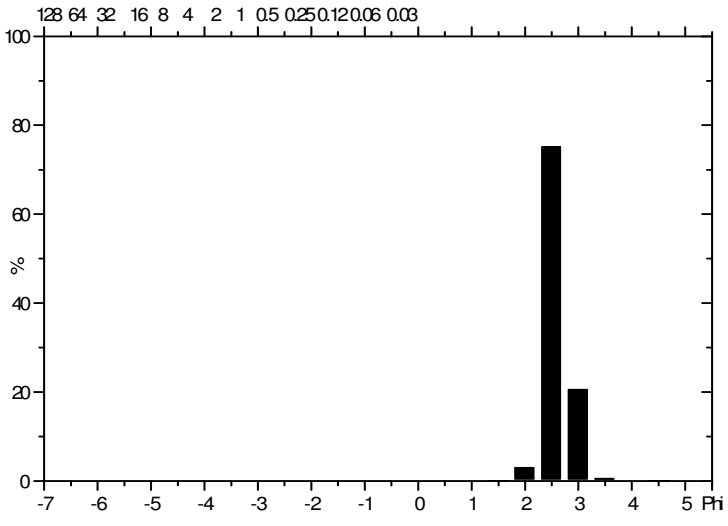


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0*
1	*0*
1.5	*0.19*
2.0	*4.76*
2.5	*114.58*
3.0	*31.52*
3.5	*1.03*
4.0	*0*
4.5	*0.16*
Somma:	152.24

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**99.9**
F.FINE (%):	**0.1**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*1.7958*	0.29
5	*2.038*	0.24
16	*2.1615*	0.22
25	*2.2223*	0.21
50	*2.3502*	0.20
75	*2.4781*	0.18
84	*2.5629*	0.17
95	*2.7628*	0.15

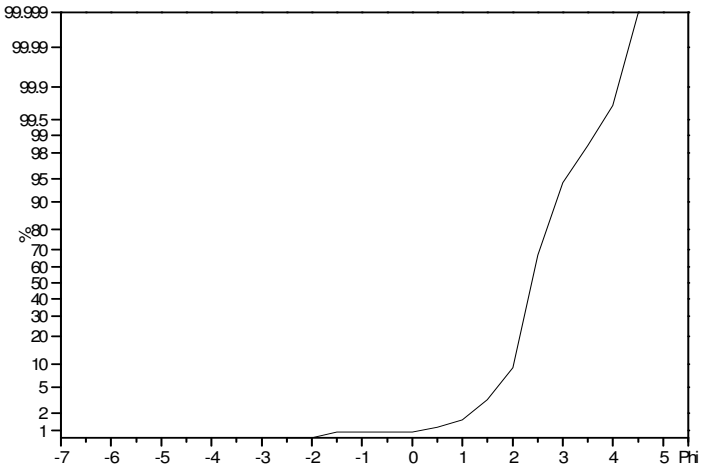


Geocoste snc
Via Ugo Corsi, 19
50141 - Firenze (FI)
P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**E -2**
Nome	

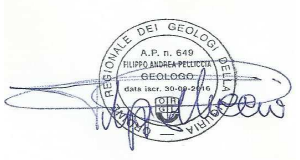
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.4054
Media (mm)	0.1888
Classazione	0.3678
Asimmetria	0.0674
Curtosi	1.3382

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.727	0.7
-2.0	4.00	0.000	0.7
-1.5	2.83	0.210	0.9
-1.0	2.00	0.000	0.9
-0.5	1.41	0.000	0.9
0.0	1.00	0.000	0.9
0.5	0.71	0.204	1.1
1.0	0.50	0.383	1.5
1.5	0.35	1.734	3.3
2.0	0.25	5.808	9.1
2.5	0.18	57.928	67.0
3.0	0.13	27.287	94.3
3.5	0.09	4.214	98.5
4.0	0.06	1.243	99.7
<4.0	<0.06	0.261	100.0

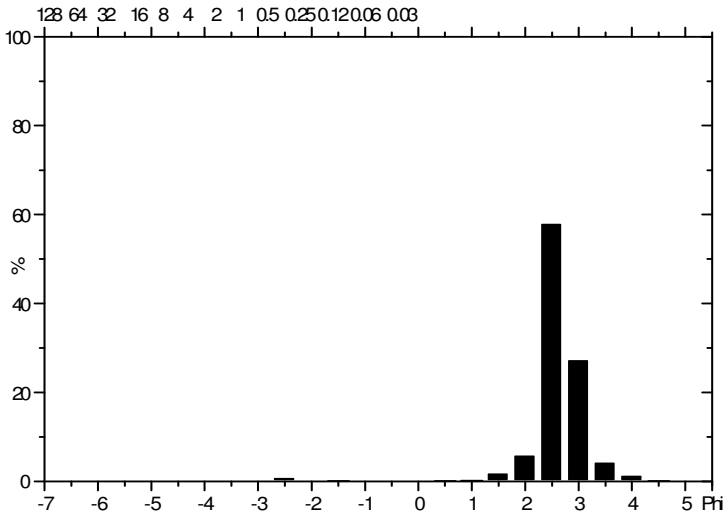


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*1.14*
-2	*0*
-1.5	*0.33*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0.32*
1	*0.6*
1.5	*2.72*
2.0	*9.11*
2.5	*90.86*
3.0	*42.8*
3.5	*6.61*
4.0	*1.95*
4.5	*0.41*
Somma:	156.85

GHIAIA (%):	**0.9**
SABBIA (%):	**98.8**
F.FINE (%):	**0.3**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*0.1633*	0.89
5	*1.6964*	0.31
16	*2.0964*	0.23
25	*2.1866*	0.22
50	*2.3763*	0.19
75	*2.603*	0.16
84	*2.7435*	0.15
95	*3.056*	0.12

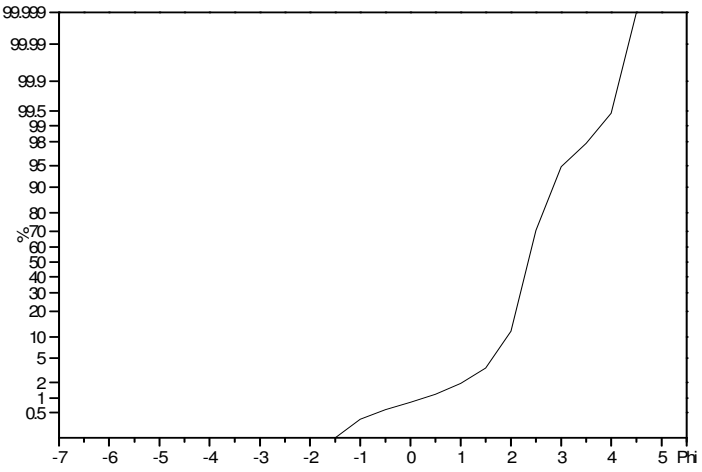


Geocoste snc
Via Ugo Corsi, 19
50141 - Firenze (FI)
P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**E -4**
Nome	

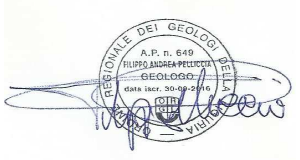
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.3687
Media (mm)	0.1936
Classazione	0.3739
Asimmetria	0.0486
Curtosi	1.3747

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.133	0.1
-1.0	2.00	0.227	0.4
-0.5	1.41	0.221	0.6
0.0	1.00	0.240	0.8
0.5	0.71	0.366	1.2
1.0	0.50	0.701	1.9
1.5	0.35	1.586	3.5
2.0	0.25	8.389	11.9
2.5	0.18	58.724	70.6
3.0	0.13	24.220	94.8
3.5	0.09	3.076	97.9
4.0	0.06	1.567	99.5
<4.0	<0.06	0.550	100.0

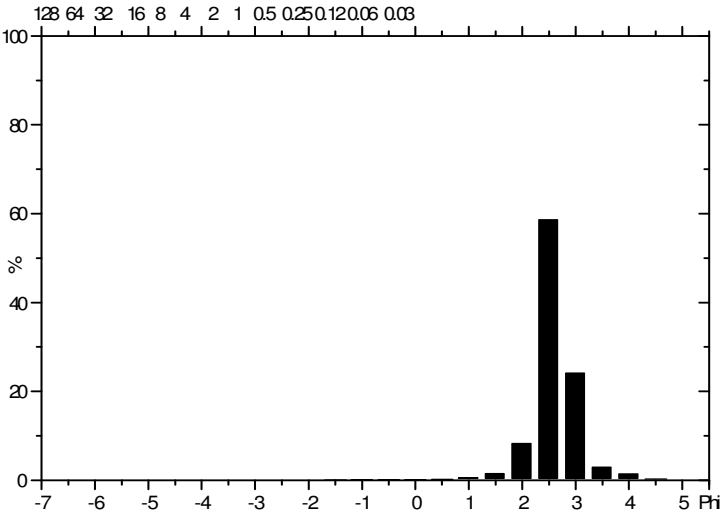


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0.21*
-1	*0.36*
-0.5	*0.35*
0	*0.38*
0.5	*0.58*
1	*1.11*
1.5	*2.51*
2.0	*13.28*
2.5	*92.96*
3.0	*38.34*
3.5	*4.87*
4.0	*2.48*
4.5	*0.87*
Somma:	158.3

GHIAIA (%):	**0.4**
SABBIA (%):	**99.1**
F.FINE (%):	**0.5**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*0.264*	0.83
5	*1.6345*	0.32
16	*2.0544*	0.24
25	*2.1474*	0.23
50	*2.343*	0.20
75	*2.5613*	0.17
84	*2.7088*	0.15
95	*3.0228*	0.12



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

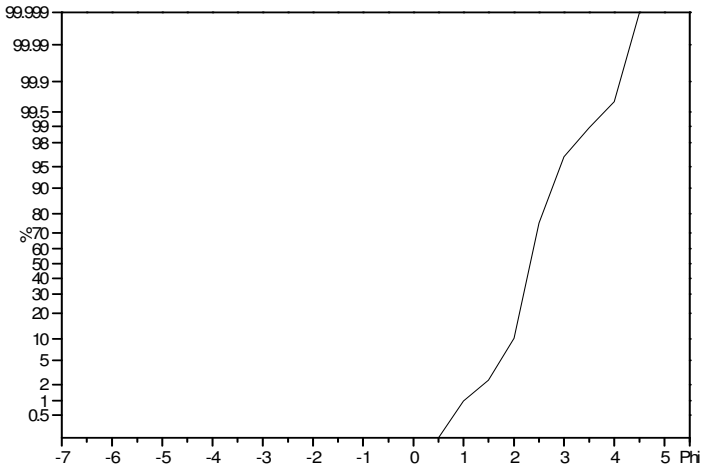
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**E -6**
Nome	

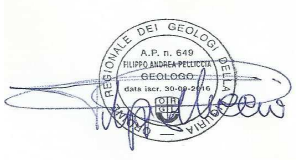
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.3429
Media (mm)	0.1971
Classazione	0.3222
Asimmetria	0.0559
Curtosi	1.4135

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.000	0.0
-1.5	2.83	0.000	0.0
-1.0	2.00	0.000	0.0
-0.5	1.41	0.000	0.0
0.0	1.00	0.000	0.0
0.5	0.71	0.153	0.2
1.0	0.50	0.819	1.0
1.5	0.35	1.411	2.4
2.0	0.25	7.927	10.3
2.5	0.18	65.138	75.4
3.0	0.13	21.065	96.5
3.5	0.09	2.449	99.0
4.0	0.06	0.739	99.7
<4.0	<0.06	0.300	100.0

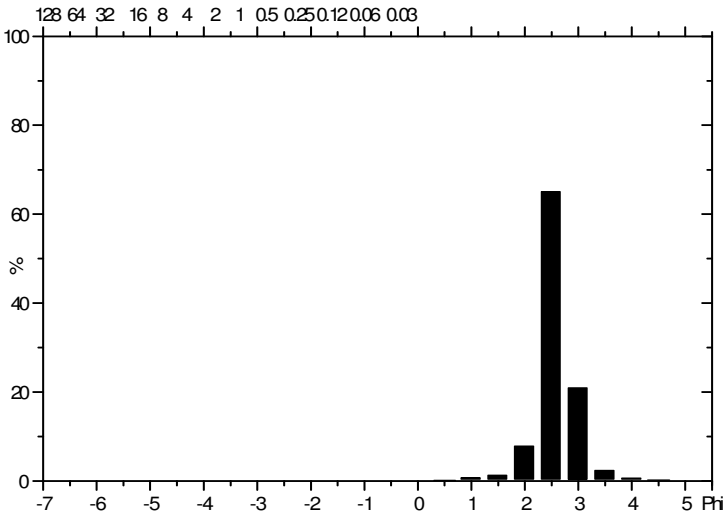


phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0*
-1.5	*0*
-1	*0*
-0.5	*0*
0	*0*
0.5	*0.23*
1	*1.23*
1.5	*2.12*
2.0	*11.91*
2.5	*97.87*
3.0	*31.65*
3.5	*3.68*
4.0	*1.11*
4.5	*0.45*
Somma:	150.25

GHIAIA (%):	**0.0**
SABBIA (%):	**99.7**
F.FINE (%):	**0.3**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*1.0151*	0.49
5	*1.7342*	0.30
16	*2.0691*	0.24
25	*2.1511*	0.23
50	*2.3237*	0.20
75	*2.4964*	0.18
84	*2.636*	0.16
95	*2.9251*	0.13



Geocoste snc

Via Ugo Corsi, 19

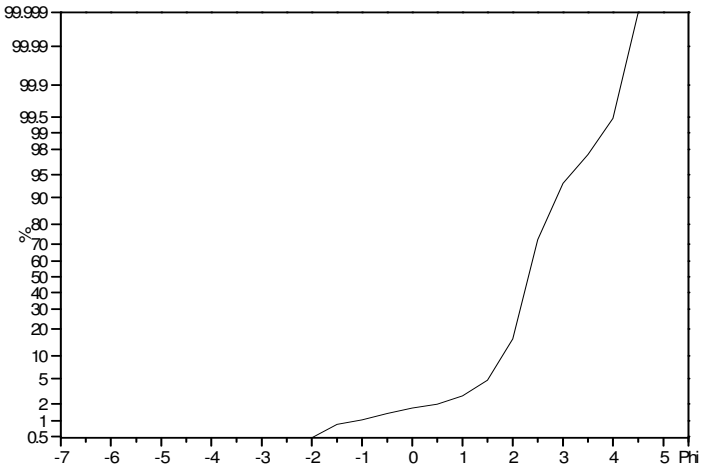
50141 - Firenze (FI)

P.IVA/CF: 05397900480

Località:	Alassio (SV)
Data:	Ott. - Nov. / 2022
N° Campione:	**F -3**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2.3455
Media (mm)	0.1968
Classazione	0.4263
Asimmetria	0.0788
Curtosi	1.5179

phi	mm	%	% Cum
-6.0	64.00	0.000	0.0
-5.5	45.25	0.000	0.0
-5.0	32.00	0.000	0.0
-4.5	22.63	0.000	0.0
-4.0	16.00	0.000	0.0
-3.5	11.31	0.000	0.0
-3.0	8.00	0.000	0.0
-2.5	5.66	0.000	0.0
-2.0	4.00	0.465	0.5
-1.5	2.83	0.396	0.9
-1.0	2.00	0.182	1.0
-0.5	1.41	0.333	1.4
0.0	1.00	0.339	1.7
0.5	0.71	0.257	2.0
1.0	0.50	0.741	2.7
1.5	0.35	2.029	4.7
2.0	0.25	11.028	15.8
2.5	0.18	56.648	72.4
3.0	0.13	20.957	93.4
3.5	0.09	4.189	97.6
4.0	0.06	1.909	99.5
<4.0	<0.06	0.528	100.0



phi	Pesi
-6.0	*0*
-5.5	*0*
-5	*0*
-4.5	*0*
-4	*0*
-3.5	*0*
-3	*0*
-2.5	*0*
-2	*0.74*
-1.5	*0.63*
-1	*0.29*
-0.5	*0.53*
0	*0.54*
0.5	*0.41*
1	*1.18*
1.5	*3.23*
2.0	*17.56*
2.5	*90.2*
3.0	*33.37*
3.5	*6.67*
4.0	*3.04*
4.5	*0.84*
Somma:	159.23

GHIAIA (%):	**1.0**
SABBIA (%):	**98.4**
F.FINE (%):	**0.5**



Perc.	(phi)	(mm)
1	*-1.1095*	2.16
5	*1.5192*	0.35
16	*2.003*	0.25
25	*2.1031*	0.23
50	*2.314*	0.20
75	*2.5436*	0.17
84	*2.7196*	0.15
95	*3.1507*	0.11

