RFI
RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

PREMIUM PARTNER

Vice Direzione Generale Operation
Direzione Operativa Infrastrutture
Direzione Operativa Infrastrutture Territoriale Genova
S.O. Ingegneria
Il Responsabile

Class: DOIT-GE.IN-PAU/CdS16/24
Rif.: 12190
Del:

Comune di Alassio
Settore tecnico
Servizio 4.3 Demanio e protezione Civile
Servizio 4.1 Edilizia privata
Piazza della Libertà 3
17021 - Alassio (SV)
comune.alassio@legalmail.it

c.a. Geom. Luca Corciulo
luca.corciulo@comune.alassio.sv.it

c.a. Arch. Silvia Odasso
silvia.odasso@comune.alassio.sv.it

p.c. Unità Territoriale Genova Linee
Ing. Gianluca Parodi

Genova, *(data del protocollo)*

Oggetto: **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 ed aumento della resilienza. 3° lotto – D. Lgs. 36/2023 - Indizione conferenza semplificata in modalità asincrona ai sensi dell'art. 14-bis della Legge 241/90, in forma semplificata accelerata introdotta dall'art. 13 del D.L. n° 76/2020, convertito con modificazioni dalla L. n° 120/2020 e ss.mm.ii.**

Richiedente: Comune di Alassio

Allegati: *Elaborati grafici*

In esito alla nota a riferimento ed esaminati gli elaborati ad essa allegati, vista la distanza dalla più vicina rotaia e il carattere dell'intervento, questo Ufficio per quanto di competenza esprime ai sensi del D.P.R. 753 dell'11 luglio 1980 *parere favorevole* al potenziamento dell'esistente molo Ferrando e alla realizzazione di un ripascimento strutturale dell'arenile di Alassio, in corrispondenza del tratto della Linea Ferroviaria "Genova Sampierdarena - Confine Francese" racchiuso tra la Galleria Santa Croce e la Galleria Capo Mele.

Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. si manleva da qualsiasi danno dovesse derivare a persone e/o cose in conseguenza della realizzazione di quanto sopra.

Cordiali saluti

Davide Lagosteni

COMUNE DI ALASSIO
E
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Piazza Acquaverde 4, 16126 – Genova
Tel. +39 010 274 3919/+39 010 274 3941– Pec: rfi-dpr-dtp.ge.it@pec.rfi.it

Rete Ferroviaria Italiana – Società per Azioni - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
Società con socio unico soggetta all'attività di direzione e coordinamento di
Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. a norma dell'art. 2497 sexies del
cod. civ. e del D.Lgs. n. 112/2015

Sede legale: Piazza della Croce Rossa, 1 - 00161 Roma
Cap. Soc. euro 31.528.425.067,00
Iscritta al Registro delle Imprese di Roma
Cod. Fisc. 01585570581 e P. Iva 01008081000 – R.E.A. 758300

Comune di Alassio

SETTORE TECNICO

Servizio 4.3 Demanio e Protezione Civile

Servizio 4.1 Edilizia Privata

PEC: protocollo@pec.regione.liguria.it

Spett.le Regione Liguria

Ecosistema Costiero e Acque,
Dipartimento Territorio, Ambiente,
Infrastrutture e Trasporti

Tutela del Paesaggio/Demanio
Marittimo ed Attività Estrattive

Protezione Civile

Assetto del Territorio/Autorità di
Bacino Distrettuale dell'Appennino
Settentrionale

PEC: sabap-im-sv@pec.cultura.gov.it

Spett.le Soprintendenza Belle Arti e
Paesaggio per le Province di
Imperia e Savona

PEC: cp-savona@pec.mit.gov.it

Spett.le Capitaneria di Porto di Savona

PEC: cp-loanoalbenga@pec.mit.gov.it

Spett.le Capitaneria di Porto di Loano

PEC: dre_liguria@pce.agenziademanio.it

Agenzia del Demanio

PEC: marifari.laspezia@postacert.difesa.it

Comando Zona dei Fari e dei Segnalamenti
Marittimi Alto Tirreno (MARIFARI La Spezia)

PEC: telecomitalia@pec.telecomitalia.it

Spett.le Telecom Italia S.p.A.

PEC: e-distribuzione@pec.e-distribuzione.it
fibra.dis@pec.e-distribuzione.it

Spett.le Enel Distribuzione S.p.A.

PEC: 2iretegas@pec.2iretegas.it

Spett.le 2i Rete Gas S.p.A.

PEC: acquedottosca@pcert.postecert.it

Spett.le S.C.A. S.r.l.
Servizi Comunali Associati

PEC: rfi-dpr-dtp.ge.utl@pec.rfi.it

Spett.le R.F.I. S.p.a.
GENOVA

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Comune di Alassio – Tel. 0182/6021 – Fax 0182/471838 – p.i./c.f.: 00277920096 – Piazza della Libertà 3 – 17021 Alassio (SV)
pec: **comune.alassio@legalmail.it /** sito: **www.comune.alassio.sv.it**
Ufficio Lavori pubblici - Tel. 0182/602264 - 0182/602224

PEC: anas.liguria@postacert.stradeanas.it

Spett.le ANAS S.p.a.
Struttura territoriale Liguria

PEC: paolo.gaggero21@ingpec.eu

Spett.le RTP
Ing. Paolo Gaggero

POSTA INTERNA

Spett.le
Ufficio Demanio Marittimo
SEDE

E P.C.
PEC: via.certificata@cert.regione.liguria.it

Spett.le Regione Liguria
Valutazione impatto ambientale
e sviluppo sostenibile

OGGETTO: **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 ed aumento della resilienza. 3° lotto – D. Lgs. 36/2023**

- **Indizione conferenza semplificata in modalità asincrona ai sensi dell'art. 14-bis della Legge 241/90, in forma semplificata accelerata introdotta dall'art. 13 del D.L. n° 76/2020, convertito con modificazioni dalla L. n° 120/2020 e ss.mm.ii**.

Considerato che lo scrivente Ente è Soggetto Attuatore e beneficiario del finanziamento di cui all'**ALLEGATO del DPRL n° 3/2024 del 05.03.2024 a firma del Soggetto responsabile ex Ocdpc 835/22 Giovanni Toti,** per la realizzazione dell'opera pubblica di cui in oggetto,

IL RUP
INDICE CONFERENZA DI SERVIZI SEMPLIFICATA IN MODALITA' ASINCRONA

e pertanto ai sensi dell'art.14-bis comma 2 della Legge 241/90 e ss.mm. e ii. si comunica che:

L'oggetto del procedimento è l'opera pubblica denominata "**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 ed aumento della resilienza. 3° lotto – D. Lgs. 36/2023".**

La relativa documentazione progettuale pervenuta in data 16/04/2024 prot. n° 11661 a firma della RTP costituita tra: Dott. Ing. FRANCO FERRANDO, Dott. Ing. GUIDO FERRI, Dott. Ing. PAOLO GAGGERO, Dott. Ing. LUCA ROSSI, Dott.ssa FRIDA OCCELLI, Dott. EROS AIELLO e Dott. Ing. CHRISTIAN DELFINO è scaricabile dal seguente collegamento:

Link esterno: https://cloud.comunealassio.it/index.php/s/DsM25nXrWKZUYzG
Password: V*5u240g

I temini sono di seguito elencati:

a) **06/05/2024 -** Termine perentorio entro cui le amministrazioni in indirizzo possono richiedere integrazioni documentali o chiarimenti.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Comune di Alassio – Tel. 0182/6021 – Fax 0182/471838 – p.i./c.f.: 00277920096 – Piazza della Libertà 3 – 17021 Alassio (SV)
pec: **comune.alassio@legalmail.it /** sito: **www.comune.alassio.sv.it**
Ufficio Lavori pubblici - Tel. 0182/602264 - 0182/602224

b) **18/06/2024 –** Termine perentorio entro cui le amministrazioni coinvolte devono rendere le proprie determinazioni relative alla decisione oggetto della conferenza; nel caso in cui fossero state chieste integrazioni il termine massimo per produrle è di 30 giorni ed il termine perentorio entro cui le amministrazioni coinvolte devono rendere le proprie determinazioni sarà il **18/07/2024.**

c) **25/06/2024 –** Termine per la determinazione conclusiva motivata della conferenza in caso non fossero pervenute richieste di integrazioni.

d) **25/07/2024** - Termine massimo per la determinazione conclusiva motivata della conferenza in caso fossero pervenute richieste di integrazioni, prodotte nel termine massimo di 30 giorni.

e) **03/07/2024 o 02/08/2024 - Le date dell'eventuale riunione telematica di tutte le amministrazioni coinvolte ai sensi dell'art. 13 del Decreto Legge n. 76/2020 e ss.mm.ii.**

Inoltre, ai sensi dell'art. 8 della Legge n. 241/1990 e ss.mm.ii., si comunica che:

- l'amministrazione competente è questo ente;
- l'oggetto del procedimento è l'opera pubblica denominata "**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 ed aumento della resilienza. 3° lotto – D. Lgs. 36/2023".**
- l'Ufficio competente è il Servizio 4.3 Demanio e Protezione Civile del Comune di Alassio ed il responsabile unico del progetto è il Geom. Luca Corciulo nominato con Provvedimento Dirigenziale n° 66 dell'11/03/2024 prot. n° 7958, mentre responsabile dell'Istruttoria è l'Arch. Silvia Odasso;
- il procedimento avrà termine entro il **02/08/2024** ai sensi dell'art. 14-bis della Legge 241/90 nella forma semplificata e accelerata ai sensi dell'art. 13 del D.L. n° 76/2020 e ss.mm.ii..
- per ogni ulteriore informazione e/o delucidazione, le SS.LL. potranno rivolgersi al RUP, Funzionario del Servizio 4.3 Demanio e Protezione Civile del Comune di Alassio, Geom. Luca Corciulo nelle ore d'ufficio, dal lunedì al venerdì dalle ore 09.30 alle ore 12.30 – tel. 0182/602.264 – E-mail: luca.corciulo@comune.alassio.sv.it., oppure al responsabile dell'istruttoria Arch. Silvia Odasso dal lunedì al venerdì dalle ore 09.30 alle ore 12.30 0182/602.224 – E-mail: silvia.odasso@comune.alassio.sv.it.

Con l'occasione si porgono distinti saluti.

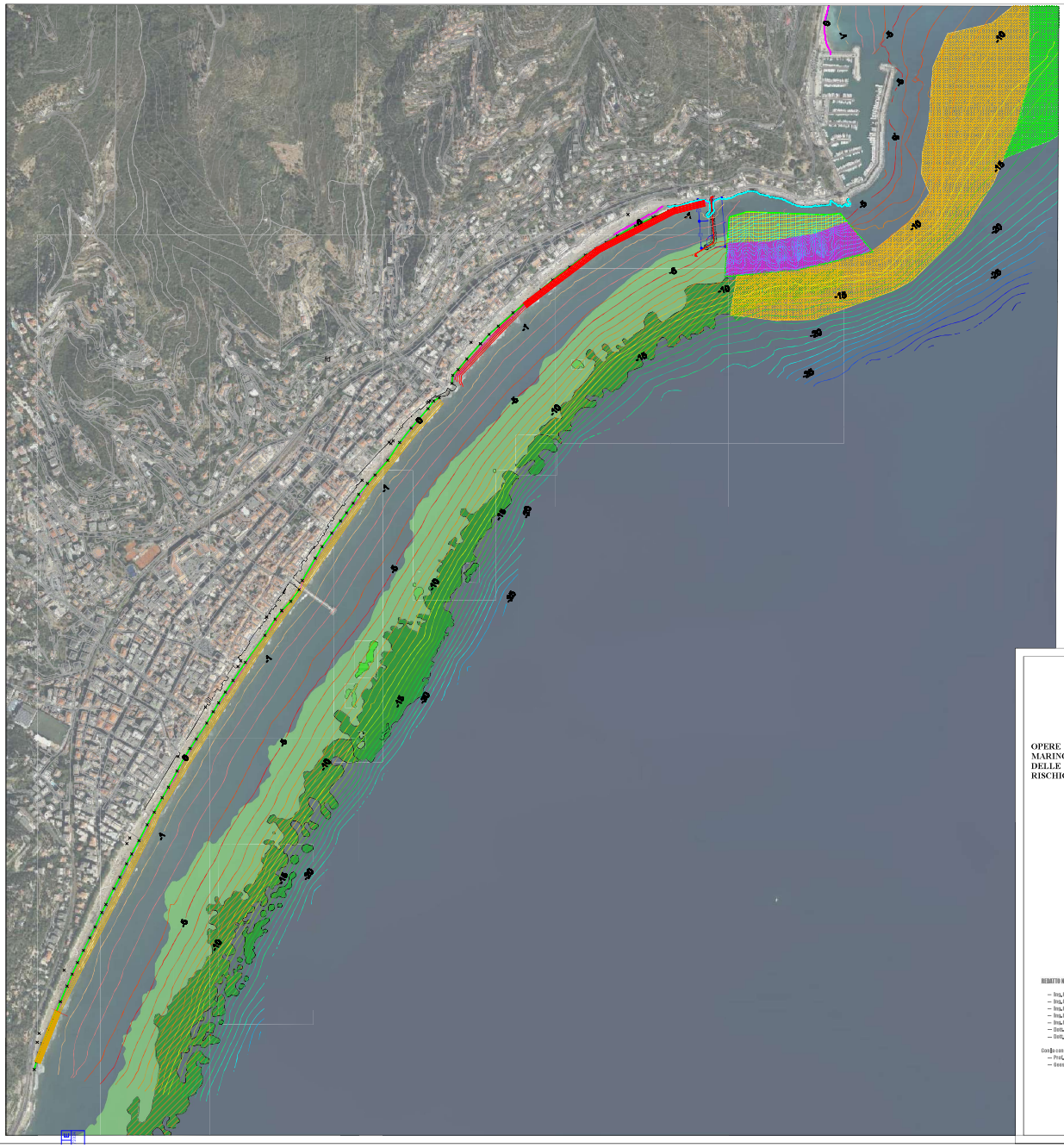
Alassio, lì data del protocollo

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Geom. Luca CORCIULO

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Comune di Alassio – Tel. 0182/6021 – Fax 0182/471838 – p.i./c.f.: 00277920096 – Piazza della Libertà 3 – 17021 Alassio (SV)
pec: **comune.alassio@legalmail.it /** sito: **www.comune.alassio.sv.it**
Ufficio Lavori pubblici - Tel. 0182/602264 - 0182/602224



LEGENDA

- PRATO DI CYMODOCEA NODOSA
- PRATO DI CYMODOCEA NODOSA SU MATTE MORTA, ANCHE PARZIALMENTE O TOTALMENTE INSABBIATA, CON POSSIBILI RADI CIUFFI DI POSIDONIA OCEANICA
- PRATERIA DI POSIDONIA OCEANICA (PREVALENTEMENTE SU MATTE)
- FORMAZIONI A MOSAICO DI POSIDONIA OCEANICA VIVA E MATTE MORTA
- FONDALE PREVALENTEMENTE SABBIOSO CON PRESENZA DI CYMODOCEA NODOSA DA VERITA' MARE
- LINEA DI RIVA OTTOBRE 2022
- LINEA DI RIVA GENNAIO 2024
- SBARRAMENTO EMERSO
- SBARRAMENTO SOMMERSO
- RIPASCIVENTO: QUANTITA' 40'000 MC da cava sottomarina
- RIPASCIMENTO: QUANTITA' 19'000 MC da cava terrestre
- ZONA DI POSSIBILE PRELIEVO 20.000 m³ SCAVO 1M
- ZONA DI POSSIBILE PRELIEVO 20.000 m³ SCAVO 0,5M

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
DECRETO LEGISLATIVO 36/2023

PFTE
Rev.02

PLANIMETRIA GENERALE

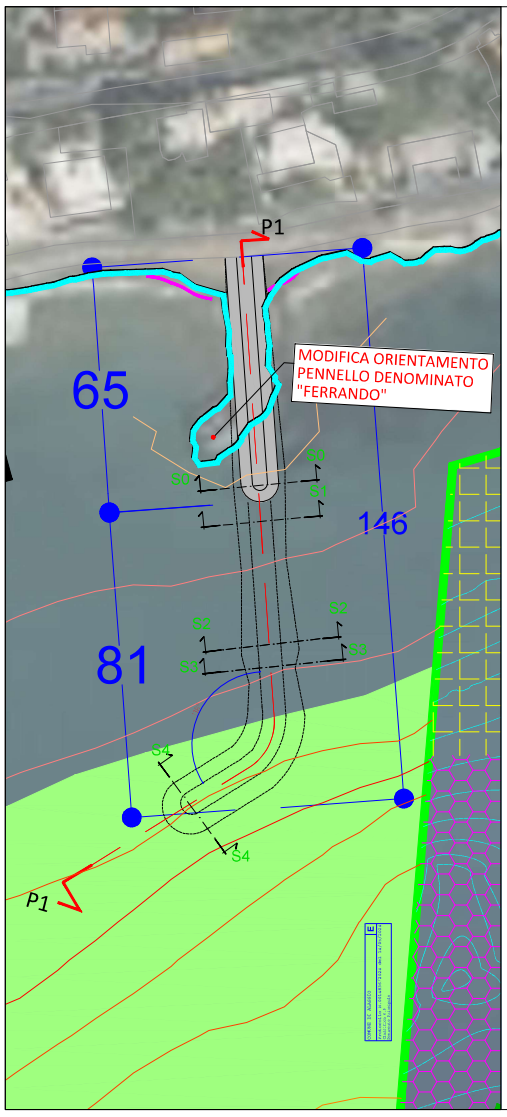
REDATTO NEL MESE DI APRILE 2024 DA:

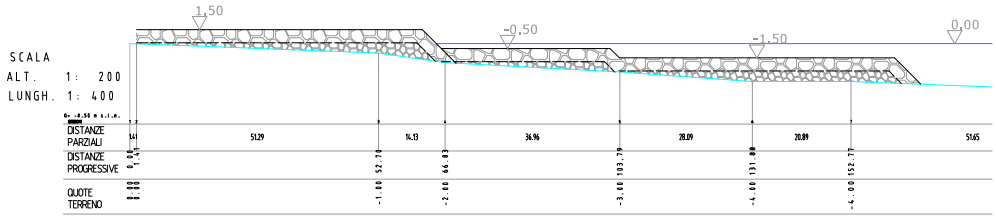
- Ing. Franco Ferrando
- Ing. Guido Ferri
- Ing. Paolo Ruggero
- Ing. Luca Rossi
- Ing. Christian Dolfino
- Dott.Amb. Ecos Aiello — Geologia
- Dott.ssa Frida Bocelli — Archeologia

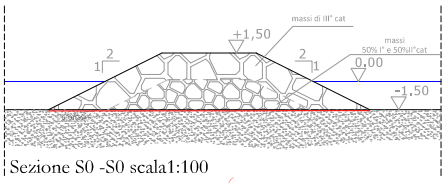
Con la consulenza :

- Prof. Ivica Prastini — consulenza ambientale modellistica e varità mare
- Geoscape (spin off università di Genova)

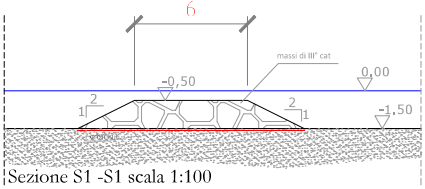
Tavola 2



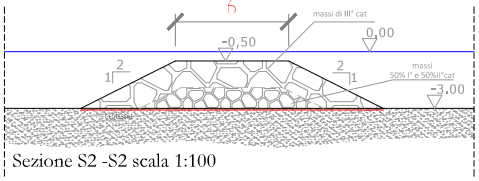




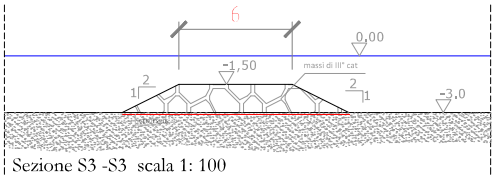
Sezione S0 -S0 scala1:100



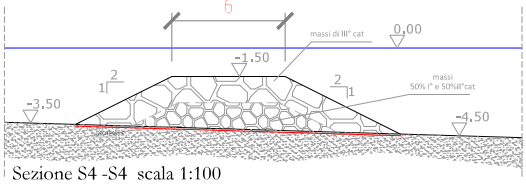
Sezione S1 -S1 scala 1:100



Sezione S2 -S2 scala 1:100



Sezione S3 -S3 scala 1: 100



Sezione S4 -S4 scala 1:100

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
DECRETO LEGISLATIVO 36/2023

PFTE
Rev.02

PLANIMETRIA E SEZIONI PENNELLO DI LEVANTE

REDATTO NEL MESE DI APRILE 2024 DA:

- Ing. Franco Ferrando
- Ing. Guido Ferri
- Ing. Paolo Roggero
- Ing. Luca Rossi
- Ing. Christian Griffino
- Dott. Geol. Ilros Aiello — Geologia
- Dott.ssa Frida Brondi — Archeologia

Consulenza consulenza:

- Prof. Enzo Pranzini — consulenza ambientale
- Geoscape - spin off università di Genova - modellistica eventi mare

Tavola 5

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
DECRETO LEGISLATIVO 36/2023

PFTE

Rev.02

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E TECNICA

REDATTO NEL MESE DI APRILE 2024 DA:

- Ing. Franco Ferrando
- Ing. Guido Ferri
- Ing. Paolo Gaggero
- Ing. Luca Rossi
- Ing. Christian Delfino
- 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



E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Sommario

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 DI PROLUNGAMENTO DEL PENNELLO DENOMINATO FERRANDO 13
   6.1 Relazione Geoscape 13
7. MODIFICA AL MOLO FERRANDO E DIMENSIONAMENTO 17
8. RIPASCIMENTO 20
   8.1 MATERIALE LOCALE SOTTOMARINO 20
      8.1.1 Informazioni generali sull'ubicazione dell'area di escavo 20
      8.1.2 Campionamento 20
      8.1.3 Valutazione delle disponibilità 21
      8.1.4 Valutazione dei movimenti delle sabbie in esito alle mareggiate autunnali 2023 21
9. INDICAZIONI PER IL REPERIMENTO DEI SEDIMENTI DA UTILIZZARE PER IL RIPASCIMENTO ARTIFICIALE DELLA SPIAGGIA DI ALASSIO (note del Prof. Enzo Pranzini) 24
   9.1 Premessa 24
   9.2 Stabilità dei sedimenti presenti sui fondali 24
   9.3 Definizione delle caratteristiche dei sedimenti di origine terrestre 34
      9.3.1 Caratteristiche mineralogico petrografiche 34
      9.3.2 Caratteristiche colorimetriche 35
      9.3.3 Caratteristiche granulometriche 38
10. ASPETTI ARCHEOLOGICI 45
11. INDAGINI BELLICHE 46
12. CRONOPROGRAMMA 47
13. COSTO DELL'INTERVENTO 48
14. OSSERVAZIONI 49
15. ALLEGATI 52
   Decreto VIA n° 2004 del 25/03/2023 53
   Relazione ed analisi materiali di cava sottomarina (punti di campionamento indicati al paragrafo 8.1). . 66
   Cava sottomarina Planimetria zona di prelievo campioni e relative analisi granulometriche 135
   Spiaggia emersa Planimetria zona di prelievo campioni e relative analisi granulometriche 153

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

ELENCO ELABORATI

ELABORATI SCRITTI

El. A	Relazione illustrativa e tecnica
El. B	Relazione idraulica
El. C	Relazione paesaggistica
El. D	Studio di prefattibilità ambientale (con analisi materiali)
El. E	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici
El. F	Studio di inserimento urbanistico
El. G	Prime indicazioni e prescrizioni per stesura PSC
El. H	Relazione su risoluzione interferenze e gestione materie
El. I	Cronoprogramma
El. L	Piano di monitoraggio
El. M	Prime indicazioni piano di manutenzione
El. N	Computo metrico estimativo
El. O	Quadro economico
El. P	Elenco prezzi unitari
El. Q	Analisi prezzi
El. R	Relazione geotecnica pennello ‘’Ferrando”
El. S	Relazione di sostenibilità dell’opera

TAVOLE GRAFICHE

Tav. 01	Inquadramento habitat marini
Tav. 02	Planimetria generale
Tav. 03	Planimetria zona di prelievo
Tav. 04	Planimetria generale con indicazione punti di consegna materiale sabbioso
Tav. 05	Planimetria e sezione – Pennello di levante
Tav. 06	Sezioni di spiaggia

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

1. PREMESSE

L'Amministrazione del Comune di Alassio ha avviato il procedimento necessario per la realizzazione di un terzo intervento sul litorale, danneggiato dalle mareggiate dell'ottobre 2018 e seguenti. Dopo avere eseguito, su finanziamento della Protezione Civile Nazionale, due interventi di esclusivo ripascimento con opere dell'importo di Euro 2.500.000 cadauna, è intenzione realizzarne un terzo, costituito ancora da ripascimento come opera morbida di difesa e da potenziamento del pennello di levante (cosiddetto molo Ferrando) come opera fisica.

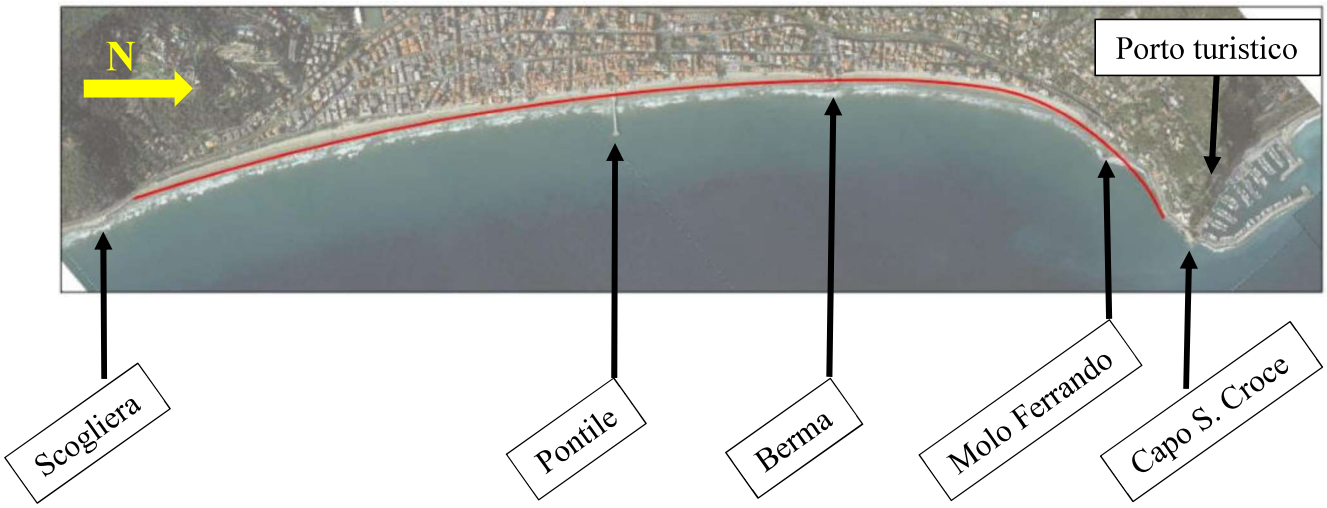
L'idea progettuale è stata illustrata in un PFTE reso ai sensi del D. lgs. 50/2016 e sottoposto a procedimento di verifica di assoggettabilità alla VIA conclusasi con decreto NO-VIA con prescrizioni in data 25/03/2023 n° 2004 (allegato 1 della presente relazione). Successivamente, in esito a comunicazioni dal Commissario per l'emergenza, l'Amministrazione Comunale ha proceduto con la progettazione dell'intervento ai sensi del D. lgs. 36/2023 nel frattempo approvato e che prevede il grado progettuale PFTE "rafforzato" e sostitutivo anche del grado progettuale "definitivo" previsto dalle norme previgenti.

La presente relazione e gli elaborati che la accompagnano costituiscono il PFTE/36 e descrivono il progetto, che deve essere sottoposto a conferenza dei servizi per la sua approvazione.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

2. LA STORIA RECENTE

Come già ricordato negli elaborati allegati al decreto NO_VIA 2004/2023 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 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 complesso 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 dei rispettivi anni precedenti, 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.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

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 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, verificato anche in esito alle intense mareggiate dei mesi autunnali del 2023: la spiaggia si è ridotta notevolmente durante l'evento per poi ricostituirsi rapidamente.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

3. LE PROSPETTIVE PER UN TERZO INTERVENTO

Le linee direttrici per l'impostazione di un terzo intervento, precedentemente concordate dall'Amministrazione Comunale con quella regionale e dai tecnici del RTP con gli Uffici Regionali, sottoposte alla valutazione degli Uffici Via, 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, valutate in esito sia a rilievi di monitoraggio affidati dall'Amministrazione Comunale alla ditta Geocoste di Firenze sia alle operazioni di campionamento finalizzate all'impiego nel terzo intervento: il materiale residuo è, nelle aree già sfruttate, 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

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

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. Quanto sopra ha validità progettuale; non è escluso che il prelievo da mare possa essere incrementato durante le fasi lavorative, né il contrario, sulla base delle verifiche sul campo attuabili solo in fase esecutiva.

Cosi pure può ipotizzarsi che, con il ribasso contrattuale offerto dalla ditta esecutrice, si possono incrementare le quantità globali di ripascimento. Nell'ipotesi che la cava sottomarina non offra ulteriori possibilità di sfruttamento, e con una previsione di sconto 20%, fondata sulla tendenza attuale del mercato, l'importo residuale pari a circa € 500.000,00 per lavori potrà essere utilizzato per un ulteriore ripascimento di sabbie di cava pari a 500.000,00 / 78.91 x 80% = circa 8.000 mc.

Nel progetto esecutivo sarà riportata tale possibilità, ai sensi e per gli effetti dell'art. 120 del D.Lgs. 36/2023.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

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. Nel Dicembre 2023 è stato effettuato il terzo monitoraggio ambientale sia sulla zona dei versamenti sia nella zona adiacente ai prelievi, nel primo caso la prateria è migliorata rispetto gli anni precedenti nel secondo caso si è evidenziato che le chiazze di posidonia presenti presentano segni di insabbiamento (profondità 10-9 m) probabilmente dovuta alle forti mareggiate di Libeccio del Novembre 2023.

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.

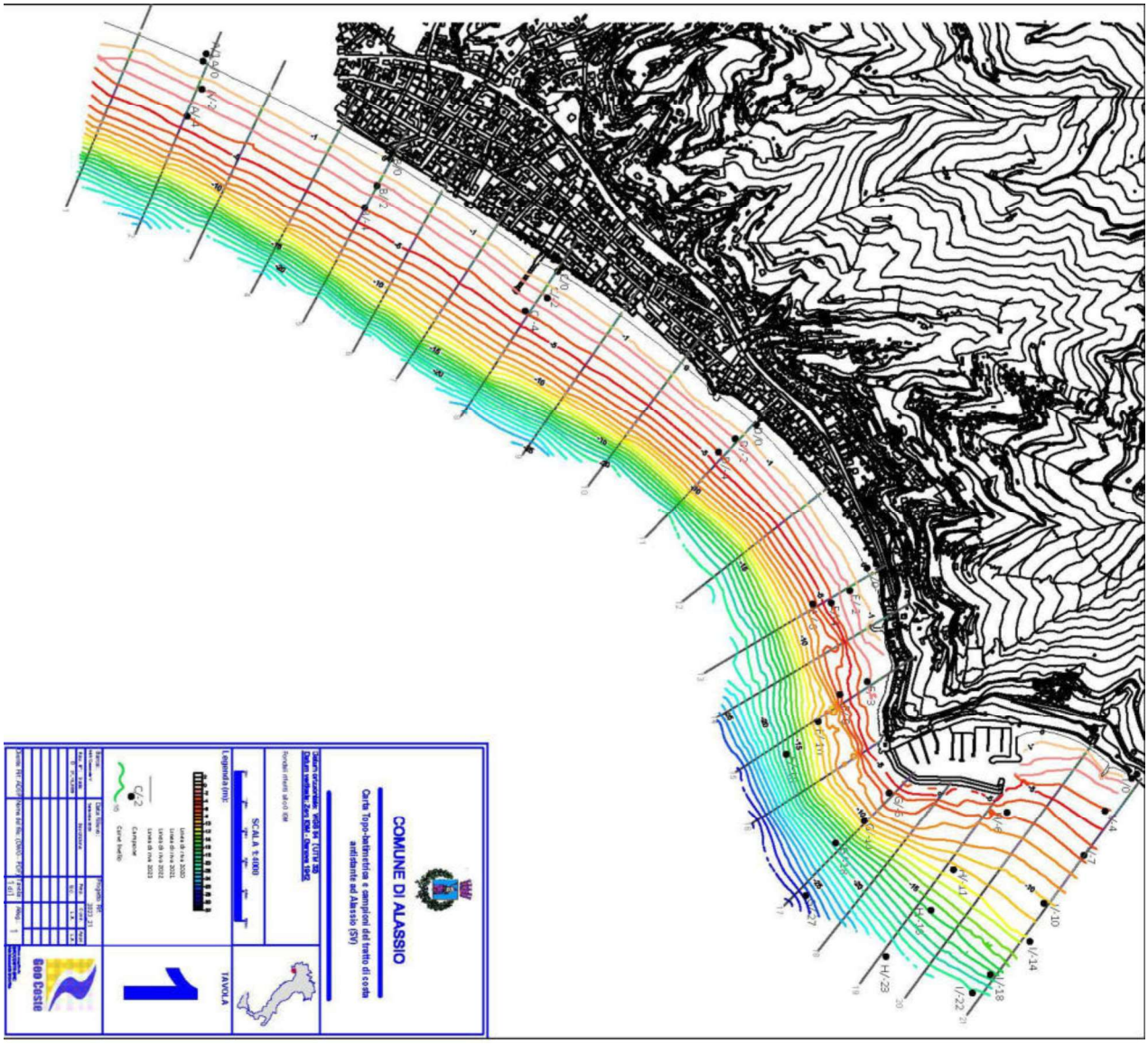
E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

5. RILIEVO DI SPIAGGIA E DEI FONDALI

Come previsto dal piano di monitoraggi relativo ai primi due lotti nell'ottobre 2021 nel novembre 2022 e nel ottobre 2023 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. Il monitoraggio di ottobre 2023 ha confermato sostanzialmente i fondali e la linea di riva 2022 (viste le ininfluenti mareggiate dell'inverno).

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

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

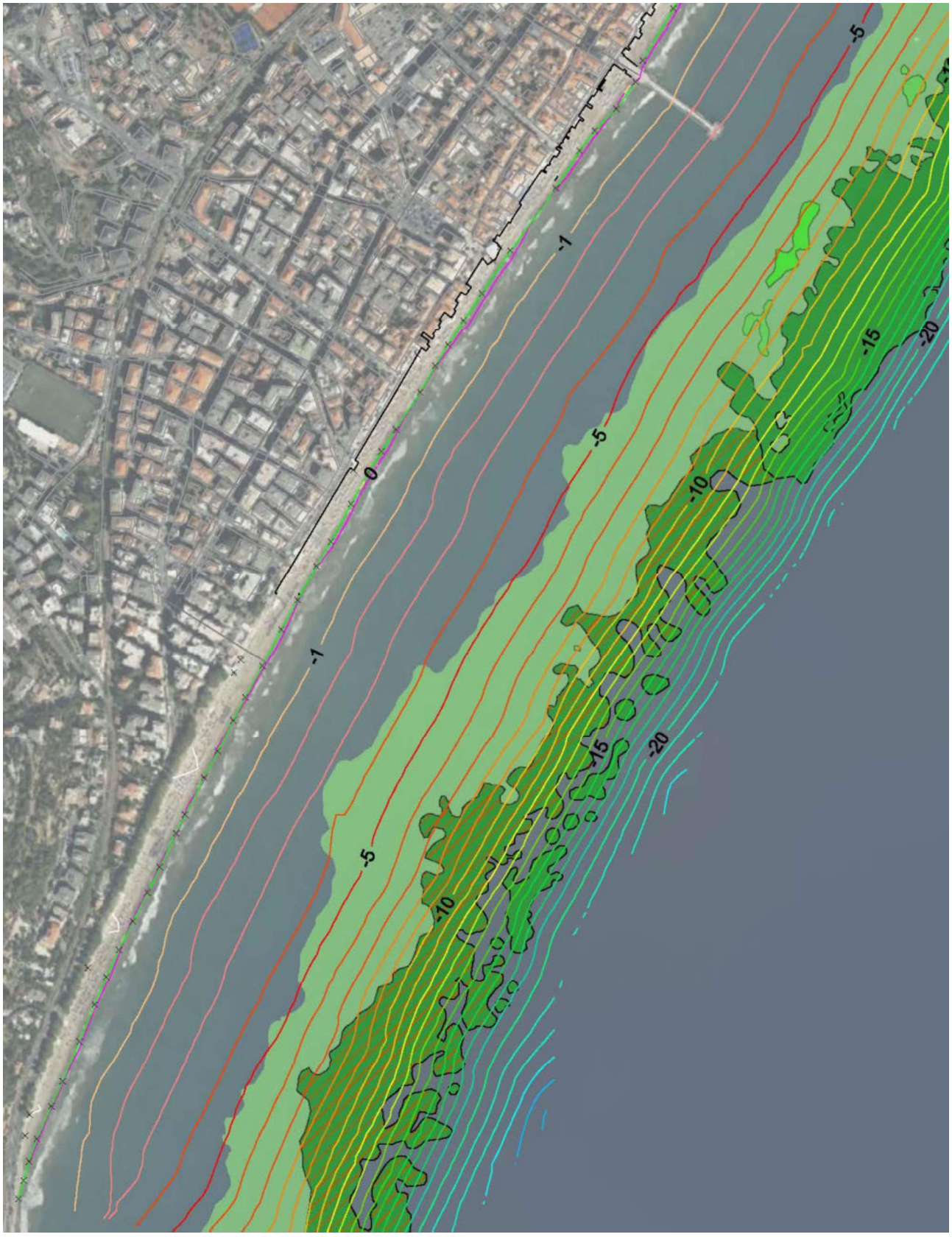
Recentemente è stata rilevata la linea di battigia (30/01/2024) (al fine di verificare le conseguenze della mareggiata del Novembre 2023) ove la spiaggia ha ripreso quasi ovunque la sua ampiezza rilevata dall'attività di monitoraggio, seguenti l'intervento della primavera 2022. Il confronto tra le due linee ha permesso di evidenziare il tratto di costa ove le mareggiate del novembre/dicembre 2023 hanno causato maggiore erosione e minore capacità di recupero.

(in magenta linea di riva ottobre 2022 – in verde linea di riva gennaio 2024)



Zona Levante del pontile Bestoso

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale



Zona a Ponente del pontile Bestoso

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale



Linea di riva 2022 e 2024 su fotogramma satellitare

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

6. VALUTAZIONI PRELIMINARI DI PROLUNGAMENTO DEL PENNELLO DENOMINATO FERRANDO

L'ipotesi di prolungamento del molo Ferrando è stata preliminarmente analizzata con la consulenza di Geocoste snc spin-off.

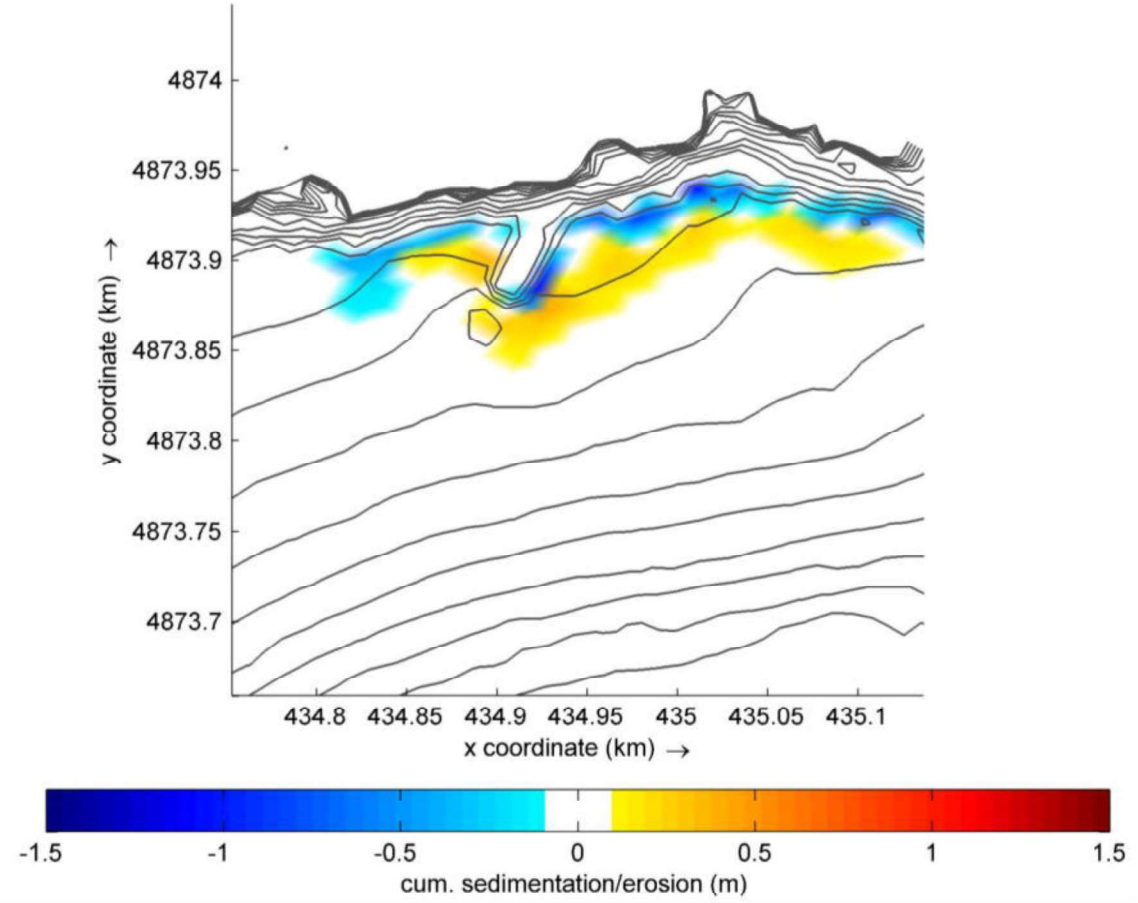
6.1 Relazione Geoscape

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 valutazioni 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).

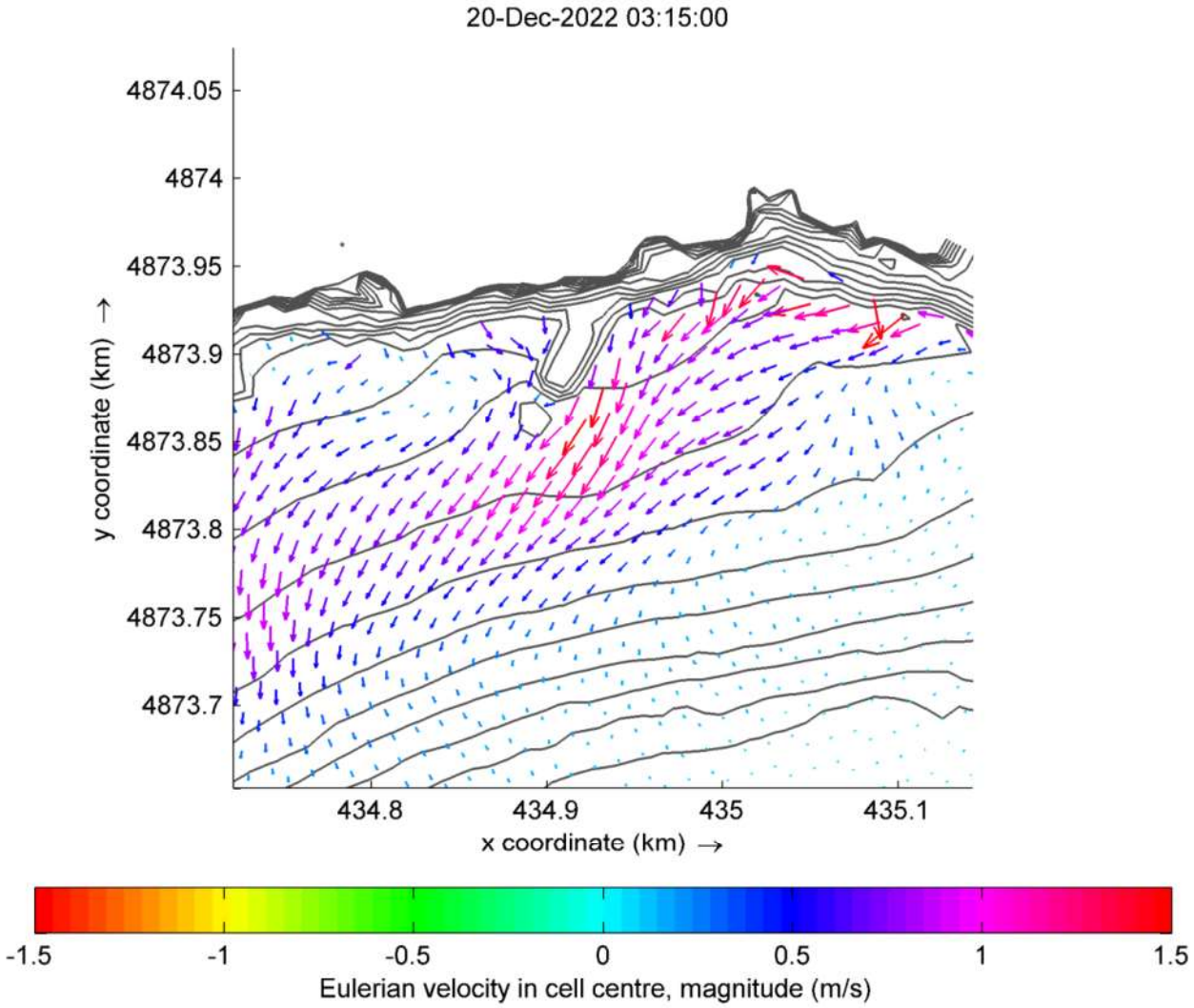
SUD-EST (Scirocco)



Morfodinamica per mari di Scirocco TR 1

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Analizzando la precedente immagine, 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.



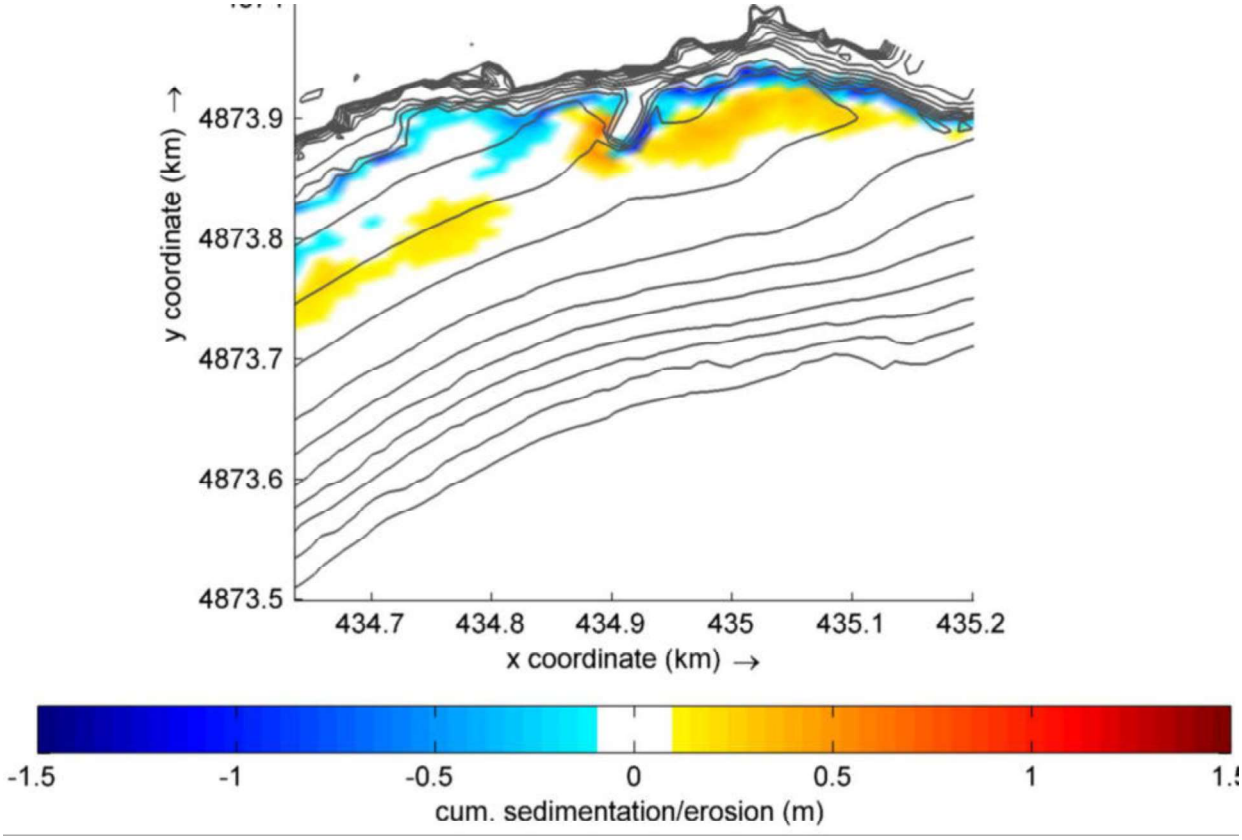
Simulazione correnti superficiali per Scirocco TR50

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

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

SUD-OVEST (Libeccio)

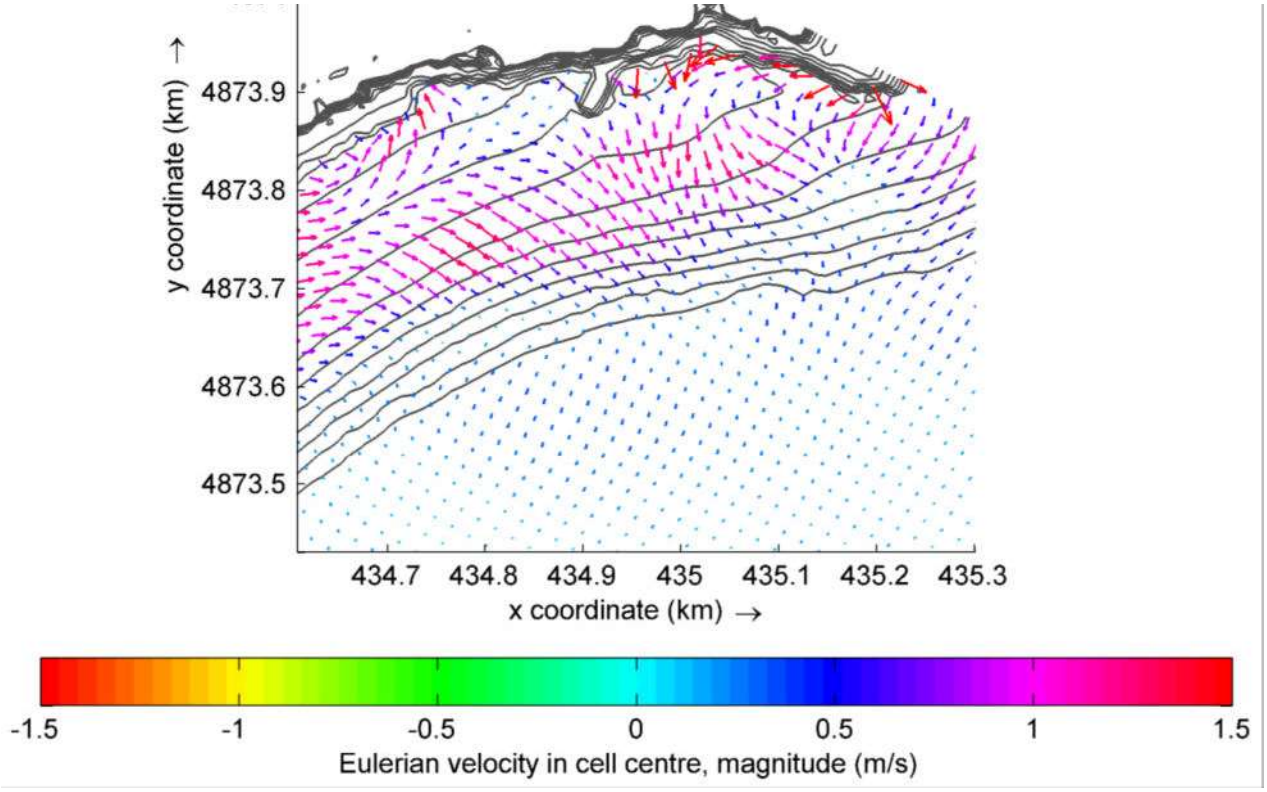
Per eventi meteo marini provenienti da Sud-Ovest, le simulazioni hanno messo in evidenza un trasporto solido con direzione Est, dove si evince un superamento del pennello e quindi una fuoriuscita di materiale dalla cella litoranea. Mentre a levante del pennello si verifica un trasporto cross-shore.



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.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale



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*

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elab. B – Relazione idraulica.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

7. MODIFICA AL MOLO FERRANDO E DIMENSIONAMENTO

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, un 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 e previsto anche nel presente progetto.

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, la cui testata viene piegata verso Sud.

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 cinquantennale che giunge sottocosta.

Dallo studio di propagazione del moto ondoso allegato al progetto di primo lotto risulta un onda sottocosta con le seguenti caratteristiche:

$$Hs\ 3{,}8\ m \quad e \quad L_0 = 110\ m$$

<u>Verifica di stabilità con le relazioni di Van der Meer.</u>

Definito il danno come

$$S = \frac{A}{D_{50}^2}$$

Con A = superficie dell'opera rimossa dalla mareggiata.

Si considera accettabile un danno max. pari a 2 con la mareggiata associata ad un tempo di ritorno di

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

50 anni.

Le formule per la verifica statica sono :

$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{50}} = 6{,}2 \cdot P^{0{,}18} \cdot \left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0{,}2} \cdot \xi_m^{-0{,}5} \qquad \text{PLUNGING WAVES}$$

$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{50}} = P^{-0{,}13} \cdot \left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0{,}2} \cdot \sqrt{\cot\alpha} \cdot \xi_m^{\,p} \qquad \text{SURGING WAVES}$$

Dove :

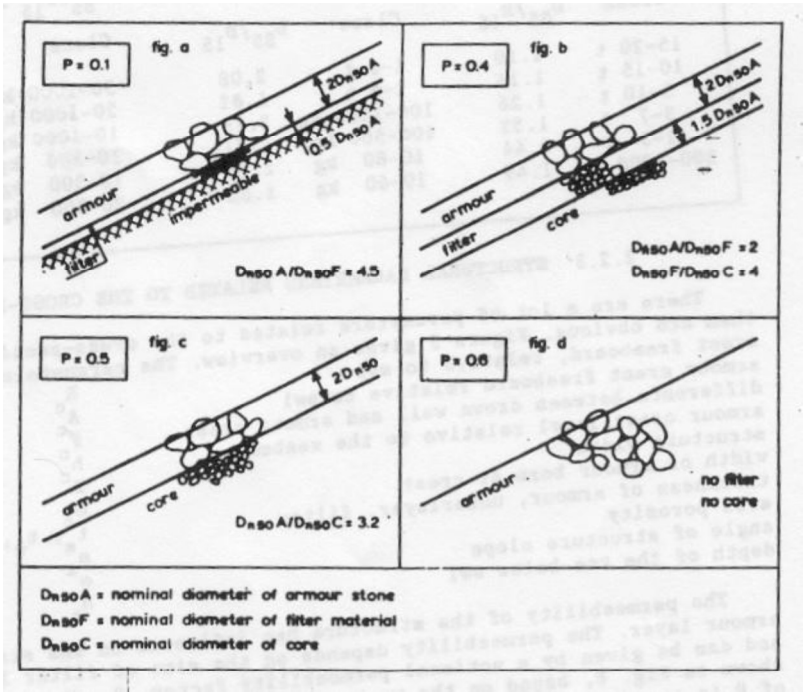
P = $0.1 \div 0.6$ (porosità)

- $\xi_m = \dfrac{\tan\alpha}{\sqrt{\dfrac{H_s}{L_0}}}$ con tang Alfa = 0,33 e Hs/L0 = 0,0345

$$\Delta = \frac{\gamma_r}{\gamma_W} - 1 = 1.5 \qquad \text{(si è usato } \gamma_r = 2{,}5 \text{ t/m}^3 \text{ e } \gamma_w = 1 \text{ t/m}^3\text{)}$$

N numero di onde della mareggiata assunto pari a 5000.

Per il calcolo di verifica del pennello è stato scelto P = 0,5 secondo lo schema proposto da Van Der Meer :



schema per l'assegnazione di P - (Van der Meer)

Calcolando si ottiene:

$$\xi_m = 1{,}77$$

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

E' necessario usare la formula, nel campo delle "plunging waves" ($\xi_m \leq 2.5$).

Eseguendo i calcoli con i valori precedentemente riportati si ottiene:

$\frac{H_S}{\Delta \cdot D_{50}} = 2{,}01$ calcolato con la relazione sopra indicata per onde tipo plunging.

D_{50}= 1,26 m

che corrisponde ad un peso di W= 1,26 ^{3} * 2,5 = 5 t. ovvero massi di III° categoria

nel caso di strutture soffolte il D_{50} dovrebbe essere ridotto di un fattore compreso tra 0 ed 1 in funzione sommergenza della berma , per garantire un maggior grado di sicurezza della scogliera non si tiene conto della necessaria riduzione .

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

8. RIPASCIMENTO

Come già accennato nei paragrafi precedenti, il ripascimento dovrà essere effettuato sia con materiale presente nei fondali locali sia con sabbia prelevata in cave fluviali idonee.

8.1 MATERIALE LOCALE SOTTOMARINO

8.1.1 Informazioni generali sull'ubicazione dell'area di escavo

L'area di escavo del materiale è situata nei pressi del porticciolo turistico denominato Marina di Alassio ad una profondità variabile da -3 a -9 metri circa.
L'area in oggetto si può classificare secondo il dm 173/2016 ricadente in aree afferente al percorso II essendo area costiera non portuale.
Una porzione di area sarà scavata di 1 metro mentre la restante parte sarà scavata per 50 cm. Si veda tavola progettuale in allegato.
Si rimanda agli atri elaborati di progetto per quanto riguarda la mappatura delle fanerogame marine e la caratterizzazione granulometrica e colorimetrica dei sedimenti.
Si precisa inoltre che l'area in oggetto è già stata oggetto di escavazione nel 2021 e nel 2022 e dai monitoraggi si è potuto constatare un parziale riempimento della zona.

8.1.2 Campionamento

L'area in questione è stata divisa in 2 zone, denominate 1, 2, (ciascuna di superficie inferiore a 40.000 m²). In ogni zona è stata prelevata 1 carota della profondità di 1 metro.

Le operazioni di prelievo sono state effettuate dalla società Geoscape con sede a Genova in via Varese 2.

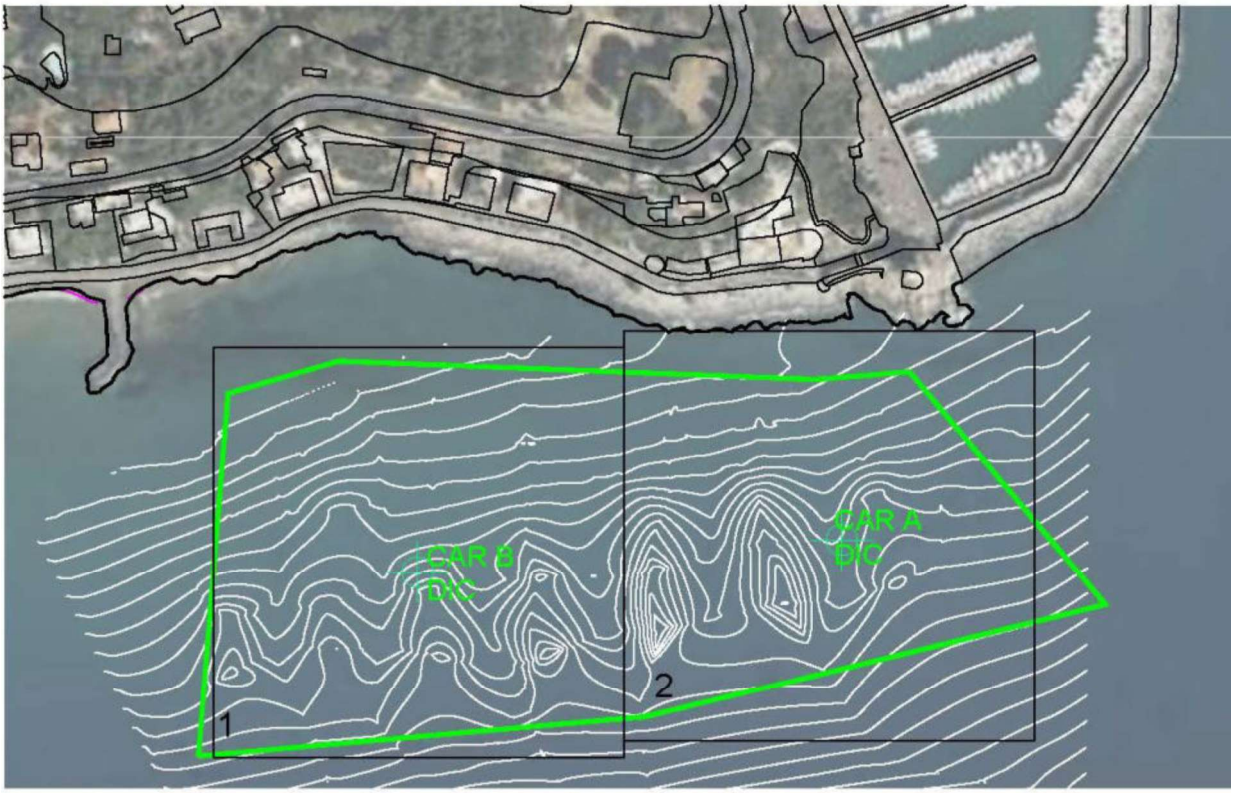
Localizzazione campioni in coordinate WGS 84_UTM_32_N

Campione	Est	Nord
Car A	435266.95	4873803.88
Car B	435060.38	4873788.39

Dalle carote sono stati estratti i campioni rappresentativi per la parte superficiale sezione della carota compresa tra 0 e -0,5 m (Campioni A1 e B1) e per la parte profonda la sezione della carota compresa tra -0,5 e -1m. (Campioni B1e B2)

Dalle analisi ecotossicologiche, chimico e microbiologiche effettuate, il materiale è risultato idoneo al ripascimento (si veda relazione del laboratorio e schede analisi in allegato).

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale



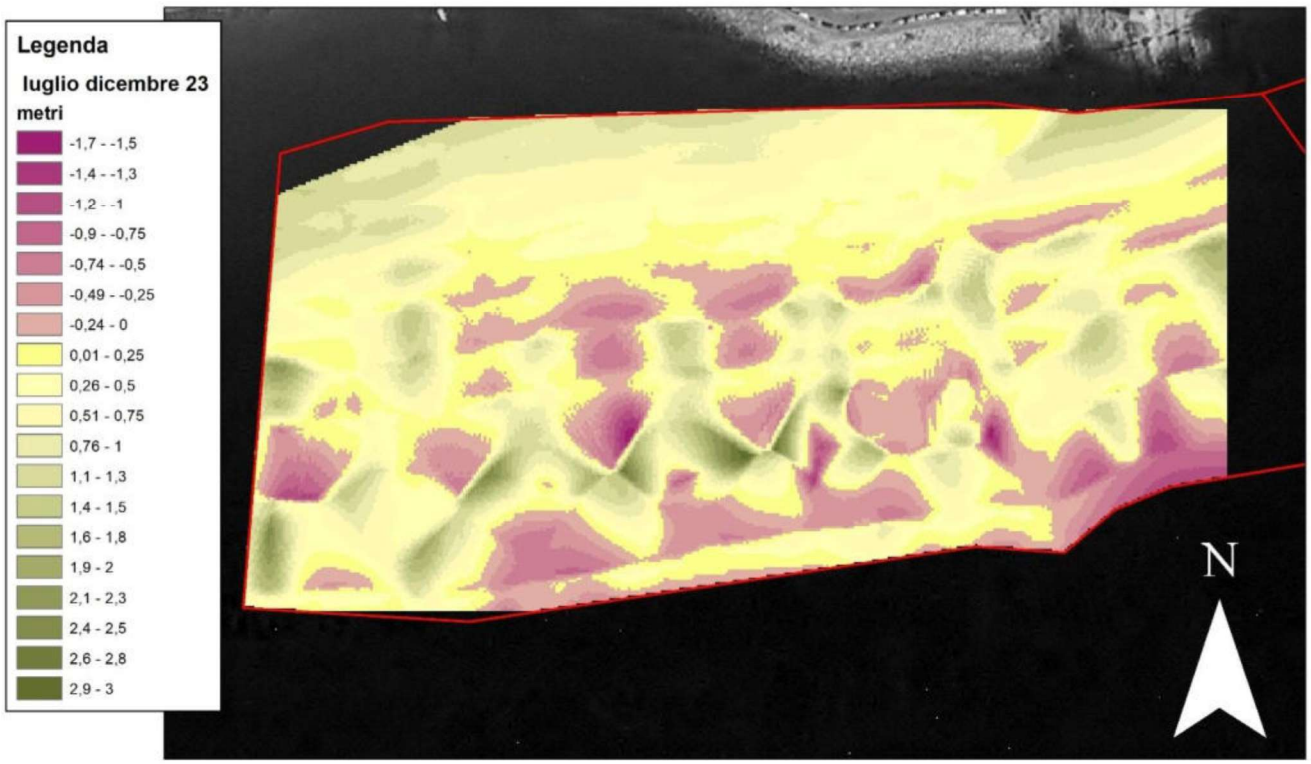
8.1.3 Valutazione delle disponibilità

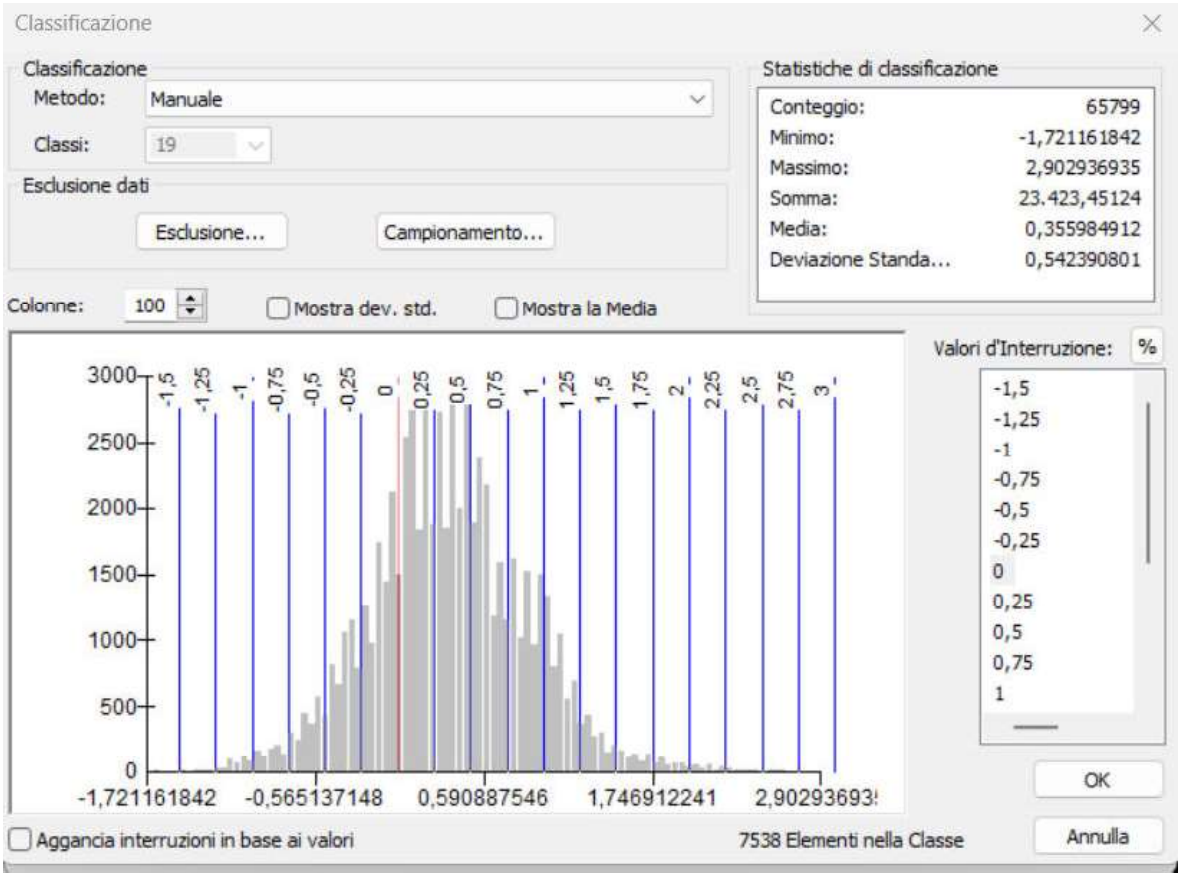
Dal confronto tra rilievi di monitoraggio effettuati nelle annualità 2021-2022 e 2023 della zona di prelievo (vedasi tavola 3) si è potuta verificare la disponibilità di circa 40.000 m³ di sedimento da utilizzarsi per il ripascimento della spiaggia di Alassio ed in particolare si è potuto constatare come la zona compresa tra le batimetriche -3 e -5 sia tornata nelle condizioni antecedenti ai primi prelievi mentre la restante parte è in lento riempimento.

8.1.4 Valutazione dei movimenti delle sabbie in esito alle mareggiate autunnali 2023

Per completezza di trattazione si ritiene opportuno riportare le immagini ed i valori calcolati da Geoscape sul raffronto di zona di prelievo tra luglio 2023 e dicembre 2023. Il volume risultante di accumulo entro l'area è indicato in 23.423 mc (molo Ferrando in configurazione attuale).

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale





E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

8.2 MATERIALE DI CAVA FLUVIALE DI PRESTITO

Nei paragrafi successivi sarà trattato il tema delle caratteristiche del materiale di cava fluviale; le quantità introdotte nel progetto sono legate alla disponibilità finanziaria globale che, sulla base dei prezzari regionali vigenti (2024), permette una previsione di circa 19.000 mc di sabbie.

NOTA: I quantitativi di materiale di apporto da cava terrestre sono anche rapportati alle disponibilità finanziarie ed ai quantitativi prevedibili con provenienza da cava sottomarina. Eventuali modifiche dei volumi disponibili in quest'ultima incideranno sui volumi del materiale proveniente da cava terrestre. Inoltre, per espressa richiesta degli uffici comunali, per i lavori è applicata in preventivo l'aliquota IVA del 10% anziché 22%. Per conferma di tale applicazione gli uffici comunali richiederanno conferma agli uffici finanziari statali; ove non venisse confermata, nel progetto esecutivo le quantità di materiale di cava terrestre saranno ridotte di un quantitativo di circa mc 3.500. Così pure, in conformità alle procedure di riscontro e rendicontazione del finanziamento, imprevisti e ribasso disponibili saranno impiegati preferibilmente per incremento del materiale da ripascimento

8.3 DISTRIBUZIONE DEI RIPASCIMENTI

Il confronto tra il rilievo della linea di battigia (30/01/2024) e della primavera 2022 (al termine del II lotto) fornisce indicazioni relative alla fragilità degli equilibri locali sull'intero litorale; si prevede pertanto una azione di ripascimento diffusa su tutto l'arenile. Le caratteristiche urbane della linea di costa e del retro spiaggia impongono la seguente suddivisione logistica: il materiale da ripascimento proveniente da cava terrestre sarà posato in corrispondenza dell'arenile a Nord del Torrione mentre il materiale da ripascimento proveniente da cava sottomarina a Sud del Torrione (vedi tavola 4). I quantitativi previsti a progetto, rapportati ai tratti di posa, permettono di garantire un tenore pressoché costante ed uniforme su tutto il litorale, fatto salvo la comparsa di specifiche esigenze e necessità che potranno evidenziarsi nella successiva fase progettuale nonché in fase di esecuzione dei lavori.

All'interno delle tavole grafiche sono riportati i prevedibili punti di consegna sul litorale; per le movimentazioni in spiaggia sono previste pale, escavatori e dumper.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

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

9.1 Premessa

Il ripascimento artificiale della spiaggia di Alassio previsto in questo progetto utilizzerà circa 40.000 mc di sedimenti fini da prelevare sui fondali marini e circa 19.000 mc di sabbie più grossolane provenienti da cave aperte in pianura alluvionale.

Le caratteristiche granulometriche e colorimetriche dei primi sono note, sia perché provengono da un tratto di fondale già sfruttato nei ripascimenti precedenti, sia perché oggetto di campionatura e analisi più recenti. Per questi, data per scontata la compatibilità colorimetrica (sono sabbie che si accumulano in questa zona ma provengono dalla spiaggia di Alassio, e comunque già verificata nei progetti precedenti), viene valutata la stabilità con il confronto fra la distribuzione granulometrica della sabbia nativa e di quella di ripascimento descritta dai campioni più recenti.

Per gli aggregati di origine terrestre, vengono definite sia le caratteristiche petrografiche e tessiturali, sia quelle colorimetriche; caratteristiche che dovranno essere rispettata dalla ditta appaltatrice per tutta la fornitura.

9.2 Stabilità dei sedimenti presenti sui fondali

La zona da cui è previsto il prelievo di circa 40.000 mc di sabbia fine è delimitata dal poligono verde di Figura 1, in cui è riportata anche la posizione dei campioni utilizzati per la definizione delle caratteristiche tessiturali dei sedimenti.

Si tratta di 5 campioni prelevati con benna Van Veen e di 2 carote con penetrazione di 1,0 m e 0,5 m; da queste sono stati formati due campioni rappresentativi dello strato attraversato.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

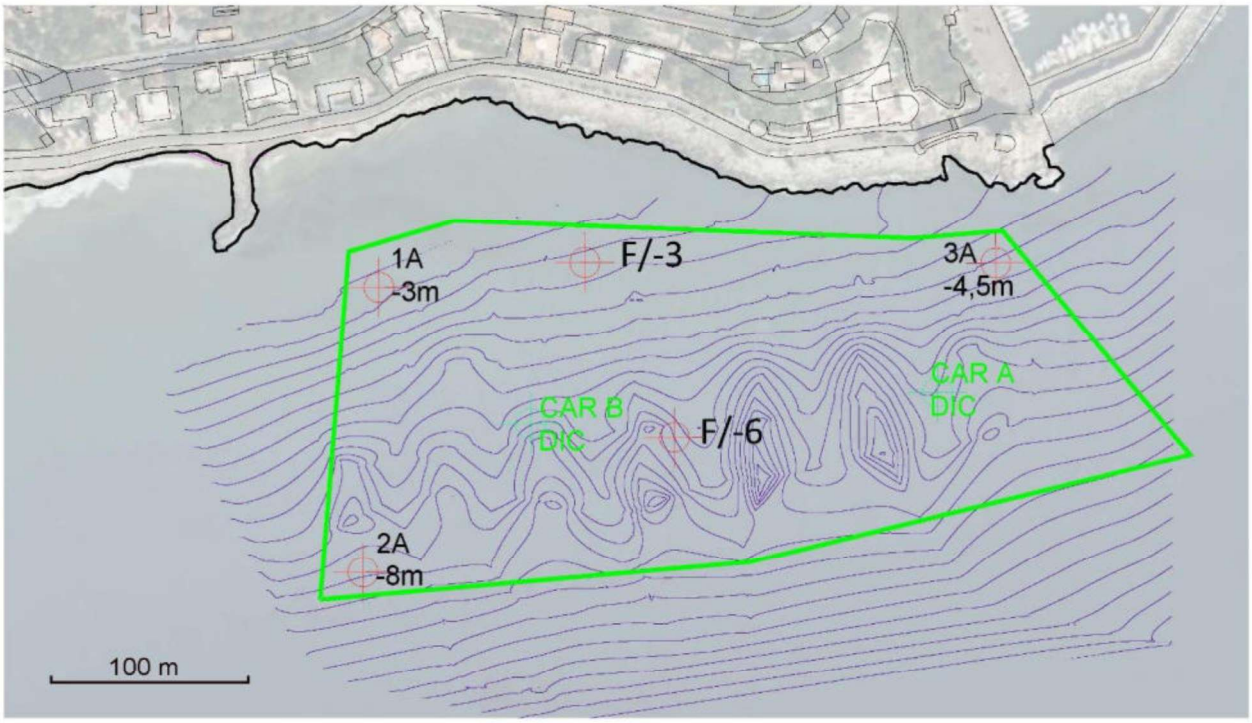


Figura 1. Posizione dei campioni e delle carote che hanno costituito il composito 'borrow' rappresentativo dei circa 40.000 mc di sabbia fine da dragare all'interno del poligono verde.

I campioni sono stati analizzati con setacciatura meccanica a secco previa eliminazione (e quantificazione) della frazione limoso-argillosa (inferiore a 63 micron), con procedura analoga a quelle adottata anche durante gli studi e i monitoraggi delle fasi precedenti del progetto (Tab. 1).

Effettuando la media fra le percentuali di ciascuna classe granulometrica si è ottenuta quella del campione composito rappresentativo della zona di dragaggio (Borrow).

Tabella 1. Percentuale di sedimento in ciascuna classe granulometrica di ½ phi di intervallo per i campioni dell'area di dragaggio e del loro campione composito.

Phi	1A-0,5	A2-1	3A	2A	1A	F 3	F 6	Composito
-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-3,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-2,5	0,00	0,00	0,34	0,04	0,18	0,00	0,00	0,08
-2	0,00	0,00	0,02	0,10	0,00	0,00	0,00	0,02
-1,5	0,00	0,41	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,07
-1	0,00	0,05	0,02	0,01	0,07	0,00	0,00	0,02
-0,5	0,00	0,08	0,03	0,01	0,19	0,00	0,00	0,04
0	0,00	0,07	0,03	0,02	0,32	0,00	0,00	0,06
0,5	0,13	0,08	0,04	0,02	0,74	0,34	0,00	0,19
1	0,04	0,07	0,06	0,03	0,79	0,63	0,00	0,23

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

1,5	0,07	0,16	0,43	0,10	2,64	1,79	1,94	1,02
2	0,32	0,98	9,19	1,66	18,01	11,48	21,43	9,01
2,5	6,16	17,30	59,03	39,98	47,80	60,91	62,51	41,96
3	37,95	45,05	26,54	50,66	25,32	21,77	13,11	31,48
3,5	24,60	15,26	2,37	5,37	2,55	2,46	0,93	7,65
4	23,48	12,93	0,53	0,72	0,29	0,44	0,09	5,50
4,5	7,26	7,57	1,36	1,28	1,06	0,18	0,00	2,67
Tot	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

I parametri tessiturali del campione composito calcolati secondo le formule di Folk & Ward (1957) sono:

Media Mz (phi) = 2,52 Media Mz (mm) = 0,17 Classazione σI (phi) = 0,52

Si tratta quindi di sabie fini nella classificazione di Wentworth (1922) moderatamente ben classate secondo Folk e Ward (1957). La scarsa classazione deriva anche dal fatto che il composito è una miscela di 7 campioni che, singolarmente hanno una classazione generalmente migliore.

Per valutare la stabilità del sedimento Borrow sulla spiaggia di Alassio si è messa a confronto la sua distribuzione granulometrica con quella del campione composito rappresentativo della spiaggia nelle condizioni precedenti i recenti ripascimenti (Fig. 2): quella del 2012, descritta in uno studio effettuato dalle Università di Firenze e di Genova, e quella del 2020, quale risultava dalle indagini condotte durante la redazione del primo progetto di ripascimento, effettuato poi nel 2021.

Come era già stato rilevato negli studi precedenti, le dimensioni dei sedimenti della spiaggia di Alassio hanno registrato un leggero incremento fra il 2012 e il 2020, spiegabile con la progressiva perdita delle frazioni granulometriche più fini durante le fasi di erosione del litorale.

Il campione 'Borrow' (Cava 2024), anche se ha la stessa classe modale dei Native 2012 e 2020 (2,5 phi; 0,177 mm), è decisamente più fine con una distribuzione granulometrica che nella classe 3.0 phi (0,1254 mm) ha il 31,5% del materiale. Si ha inoltre un 2,7% di frazione inferiore a 4 phi (0,0623 mm), data soprattutto dai due campioni rappresentativi delle carote che ne hanno oltre il 7% (Fig. 2).

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

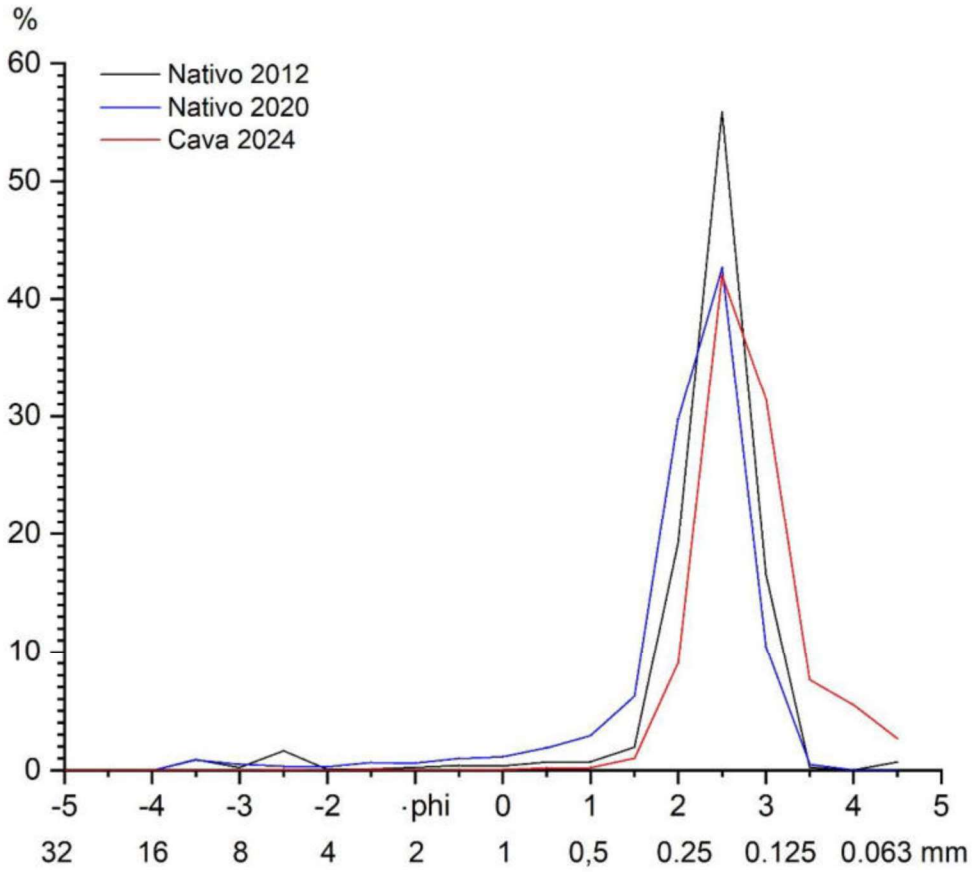


Figura 2. Distribuzione granulometrica del campione composito rappresentativo dei sedimenti presenti nell'area di dragaggio e di quelli rappresentativi della spiaggia nel 2012 e nel 2020.

Queste differenze appaiono assai più chiare nel grafico che mostra la curva cumulativa dei tre campioni (Fig. 3), in cui quella rappresentativa dei sedimenti da dragare è decisamente spostata verso destra, ossia verso le dimensioni minori.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

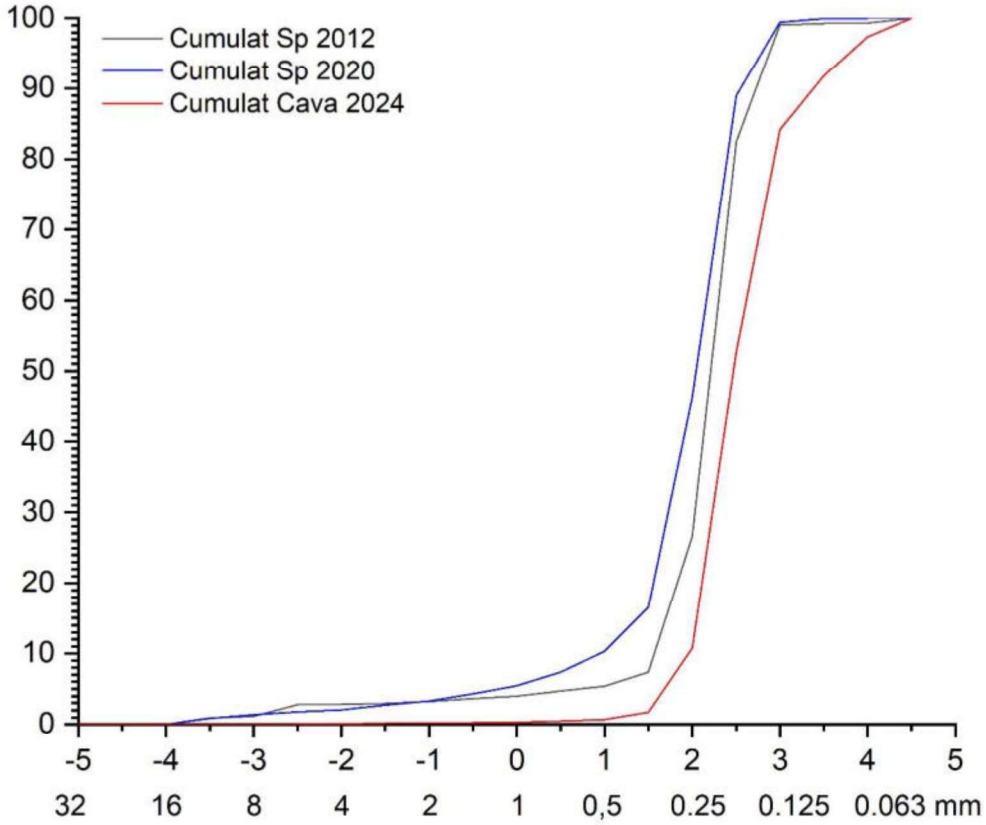


Figura 3. Curva cumulativa dei sedimenti rappresentativi della spiaggia nel 2012 e nel 2020, e dei materiali presenti sui fondali nell'area di dragaggio.

Per valutare la stabilità dei sedimenti da dragare sono stati utilizzati tre indici, due proposti dallo Shore Protection Manual (USASCE, 202), ossia il Critical ratio (RΦcrit) e l' Overfill factor (RA); nonché uno di più recente introduzione (Pranzini et al., 2018) definito Indice di stabilità (Is).

I primi due mettono a confronto Media e Classazione (nella formulazione di Inman, 1952) dei campioni Native e Borrow, per i quali si sono interpolati su scala log-probabilistica (Fig. 4) i valori del 16° e dell'84° necessari per il calcolo di tali parametri. Mentre il terzo si basa sulle probabilità che un granulo di determinate dimensioni rimanga sulla spiaggia calcolate in base all'inverso della sua presenza percentuale nella curva cumulativa.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

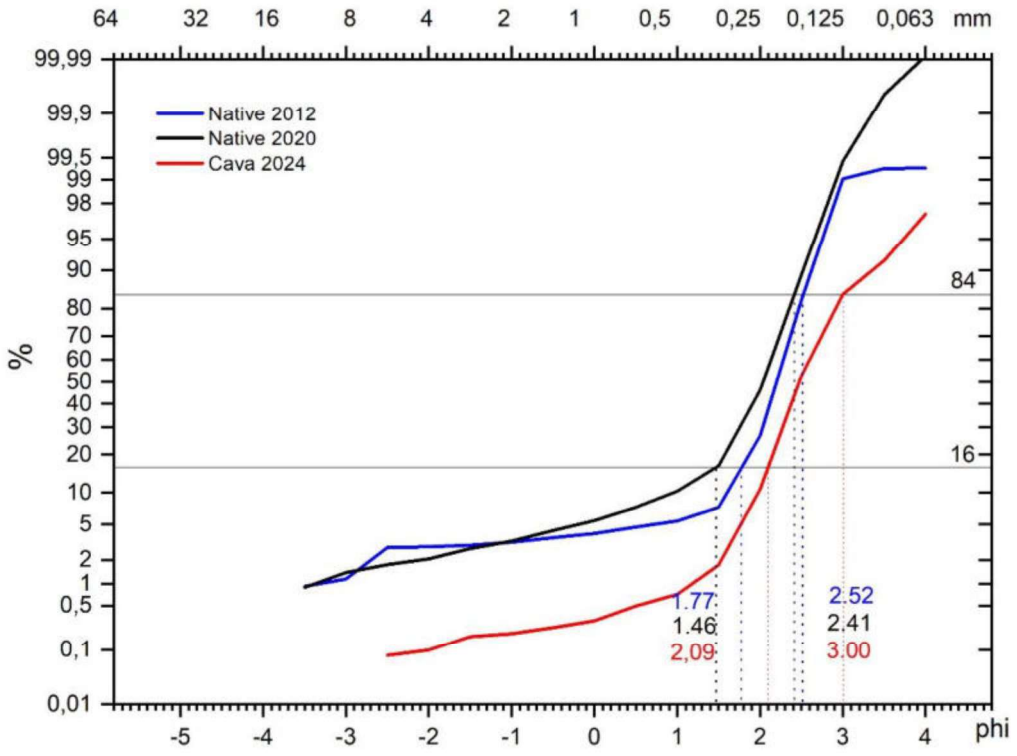


Figura 4. Determinazione dei valori del 16° e dell'84° percentile dei due campioni 'Native' e del campione 'Borrow'.

Tabella 2. Valori per il calcolo del Critical ratio ($R_{\phi crit}$) e dell'Overfill factor (R_A).

	D16	D84	Mϕ	σϕ	x	y	R_{crit}	R_A
Native 2012	1.77	2.52	2.145	0.375	1.07	1.21	4	4
Native 2020	1.46	2.41	1.935	0.475	1.28	0.96	n.c.	>10
Borrow 2024	2.09	3.00	2.545	0.455				

Il Rapporto critico ($R_\phi$crit) calcolato per la spiaggia del 2012 dà un valore prossimo a 4, che, nell'ottica in cui è sviluppato il metodo, significa che bisogna versare quattro unità di volume di sabbia per averne una dopo l'azione di selezione del moto ondoso.

Il Rapporto critico per la spiaggia del 2020 non è calcolabile ma il punto rappresentativo cade nel quadrante 'Unsuitable', ossia sconsigliabile (Fig. 5).

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

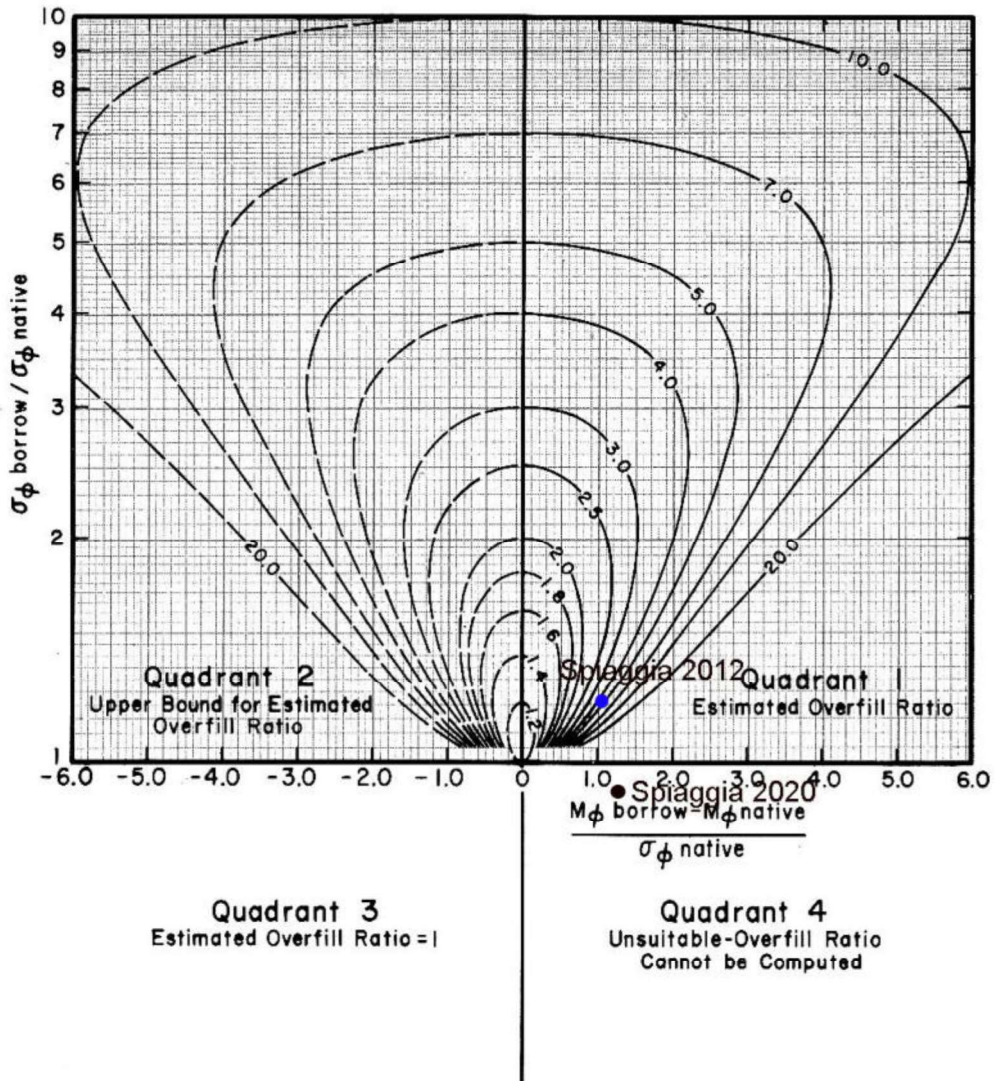


Figura 5. Nomogramma per il calcolo dell'Critical ratio ($R_{\phi}crit$) e posizione dei punti rappresentativi del ripascimento con sabbia dalla cava marina 2024 sulla spiaggia del 2021 e su quella del 2020.

L'Overfill factor (RA) tiene conto della diversa capacità delle onde di rimuovere particelle di dimensioni differenti, ma i risultati sono simili: 4 per la spiaggia del 2012 e oltre 10 per quella del 2020 (Fig. 6). In entrambi i casi siamo nel campo della Instabilità.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

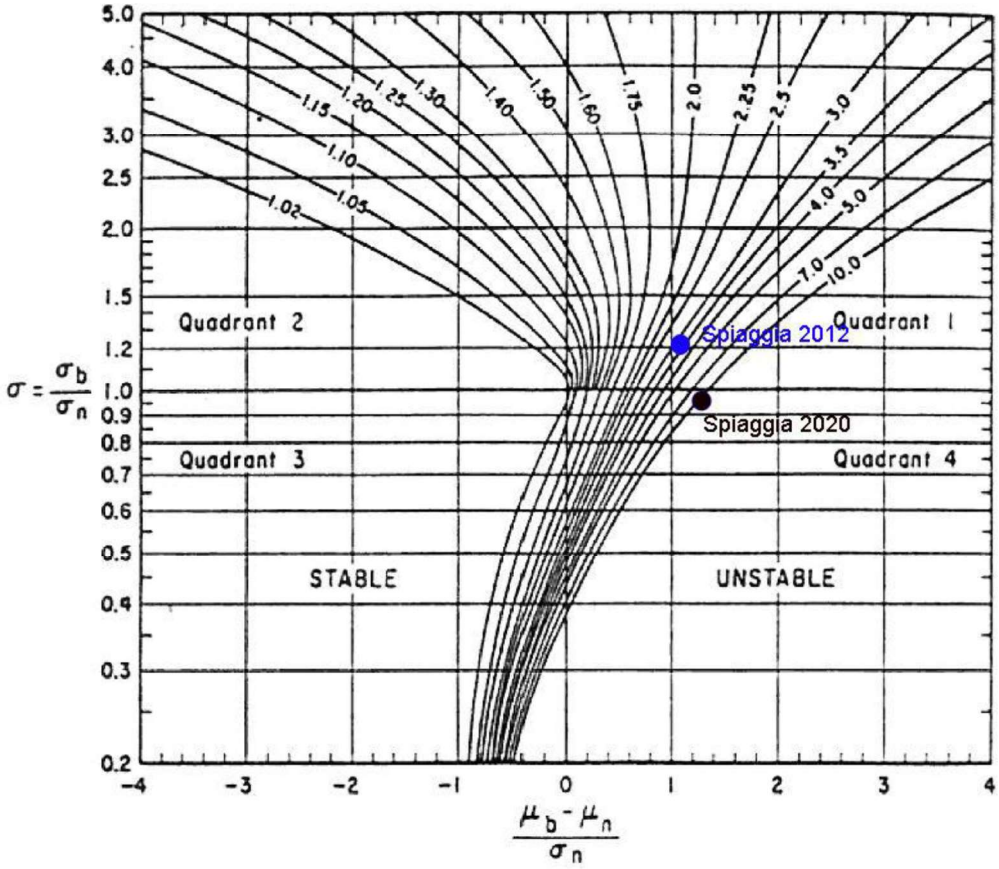


Figura 6. Nomogramma per il calcolo dell'Overfill factor ratio (RA) e posizione dei punti rappresentativi del ripascimento con sabbia dalla cava marina 2024 sulla spiaggia del 2021 e su quella del 2020.

L'Indice di stabilità (Is) ha valori compresi fra 0 e 1, e versando su di una spiaggia la sua stessa sabbia si ottiene un valore di 0.50. Questo significa che allontanandosi da questo valore i nuovi sedimenti saranno più stabili se il valore cresce o instabili se decresce.

Il valore che si ottiene nel caso dei sedimenti da dragare in mare è 0.31 per la spiaggia del 2012 e 0,23 per quella del 2020 (Tabb. 3, 4). Sono valori considerati decisamente bassi.

Può essere opportuno ricordare che i materiali del ripascimento effettuato nel 2021, considerando i campioni che li caratterizzavano quando erano ancora nel giacimento, davano un Indice di stabilità pari a 0.48 (spiaggia 2012) e 0.37 (spiaggia 2020).

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Tabella 3. Calcolo dell'Indice di stabilità (Is) per i materiale da dragare con riferimento alla spiaggia del 2012.

Phi	Comp-sp2012	Cum-comp	Cum-inv	Fs	Cava 2024	Is
-6	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-5,5	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-5	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-4,5	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-4	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-3,5	0,92	0,92	99,08	1,00	0,00	0,00
-3	0,23	1,15	98,85	0,99	0,00	0,00
-2,5	1,63	2,78	97,22	0,98	0,08	0,08
-2	0,07	2,85	97,15	0,97	0,02	0,02
-1,5	0,12	2,98	97,02	0,97	0,07	0,07
-1	0,24	3,21	96,79	0,97	0,02	0,02
-0,5	0,41	3,62	96,38	0,97	0,04	0,04
0	0,38	4,00	96,00	0,96	0,06	0,06
0,5	0,70	4,70	95,30	0,96	0,19	0,19
1	0,72	5,41	94,59	0,95	0,23	0,22
1,5	1,94	7,35	92,65	0,94	1,02	0,95
2	19,23	26,59	73,41	0,83	9,01	7,48
2,5	55,88	82,47	17,53	0,45	41,96	19,08
3	16,57	99,04	0,96	0,09	31,48	2,91
3,5	0,26	99,30	0,70	0,01	7,65	0,06
4	0,01	99,31	0,69	0,01	5,50	0,04
4,5	0,69	100,00	0,00	0,00	2,67	0,01
	100,00				100,00	**0,31**

Tabella 4. Calcolo dell'Indice di stabilità (Is) per i materiale da dragare con riferimento alla spiaggia del 2020.

Phi	Comp-sp2020	Cum-comp	Cum-inv	Fs	Composito 2024	Is
-6	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-5,5	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-5	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-4,5	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-4	0,00	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
-3,5	0,89	0,89	99,11	1,00	0,00	0,00
-3	0,51	1,40	98,60	0,99	0,00	0,00
-2,5	0,35	1,75	98,25	0,98	0,08	0,08
-2	0,31	2,05	97,95	0,98	0,02	0,02
-1,5	0,67	2,72	97,28	0,98	0,07	0,07
-1	0,59	3,31	96,69	0,97	0,02	0,02
-0,5	1,00	4,32	95,68	0,96	0,04	0,04
0	1,14	5,46	94,54	0,95	0,06	0,06
0,5	1,89	7,35	92,65	0,94	0,19	0,18
1	2,94	10,29	89,71	0,91	0,23	0,21
1,5	6,22	16,52	83,48	0,87	1,02	0,88
2	29,79	46,30	53,70	0,69	9,01	6,18
2,5	42,65	88,95	11,05	0,32	41,96	13,58
3	10,50	99,45	0,55	0,06	31,48	1,83
3,5	0,51	99,95	0,05	0,00	7,65	0,02
4	0,04	99,99	0,01	0,00	5,50	0,00
-4,5	0,01	100,00	0,00	0,00	2,67	0,00
	100,00				100,00	**0,23**

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Questo significa che i materiali oggi disponibili sui fondali, una volta versati sulla spiaggia di Alassio, saranno meno stabili di quelli depositati nel 2021.

Non abbiamo i dati relativi ai sedimenti utilizzati nel ripascimento del 2022.

Può essere interessante confrontare i sedimenti quali erano stati caratterizzati dall'analisi granulometrica delle carote prelevate nella zona di dragaggio 2021 con quelli effettivamente versati a riva. Ciò è possibile grazie alle analisi fatte su campioni raccolti sul mucchio che si formava sulla spiaggia in fase di versamento (Tab. 5).

Tabella 5. Distribuzione granulometrica dei sedimenti campionati in fase di versamento nel 2021.

	Mucchio2	H. Milano	Draga	Tramoggia	Draga	Mucchio3	Cantiere
-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-3,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,76	0,00
-3	0,00	0,04	0,00	1,71	0,00	1,03	0,50
-2,5	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,88	0,08
-2	0,07	0,15	0,00	0,10	0,06	0,35	0,09
-1,5	0,09	0,12	0,00	0,18	0,01	0,64	0,09
-1	0,00	0,15	0,00	0,17	0,02	0,98	0,15
-0,5	0,05	0,13	0,00	0,13	0,03	0,82	0,14
0	0,31	0,23	0,20	0,21	0,03	0,71	0,09
0,5	0,01	0,36	0,03	0,21	0,05	1,05	0,20
1	0,09	0,58	0,07	0,78	0,06	1,63	0,20
1,5	0,27	1,52	0,11	2,35	0,09	2,51	0,41
2	10,03	11,43	1,33	8,50	1,45	19,85	4,46
2,5	74,72	69,15	49,80	67,86	72,95	56,85	73,96
3	12,68	13,50	37,25	14,36	16,98	8,01	15,53
3,5	1,57	1,94	5,74	2,35	3,88	0,83	2,86
4	0,09	0,41	2,33	0,36	1,24	0,08	0,66
-4,5	0,00	0,29	3,15	0,25	3,14	0,04	0,58
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

La sovrapposizione delle due curve cumulative è quasi completa (Fig. 7), ma si nota una coda grossolana nel materiale versato (forse frammenti di conchiglie) e una prevalenza di granuli fra 1.5 e 2.0 phi nel deposito marino.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

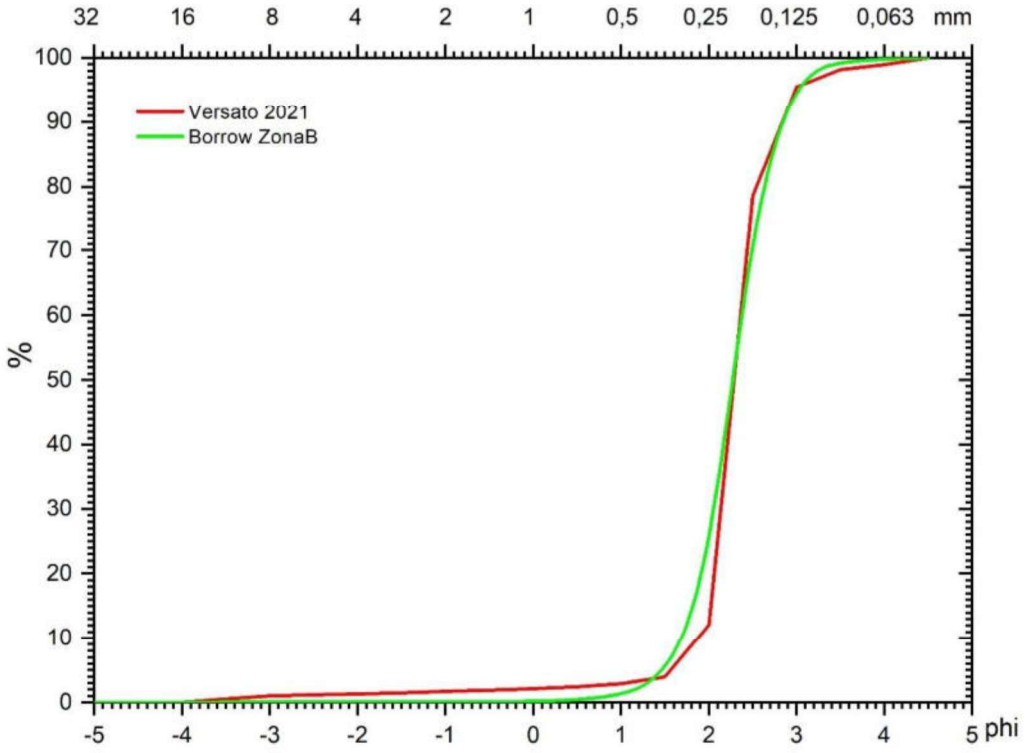


Figura 7. Confronto fra la curva cumulativa del campione composito della zona di dragaggio 2021 e di quello dei materiali effettivamente versati a riva.

Ricalcolando l'Indice di stabilità utilizzando i materiali effettivamente arrivati sulla spiaggia si ha Is = 0.42 (contro 0.48) per il 2012 e Is = 0.30 (contro 0.37) per il 2020. In pratica i sedimenti versati, basandosi solo sui pochi campioni disponibili, risulterebbero leggermente meno stabili (più fini) di quanto previsto prima dell'inizio dei lavori.

Non sembrerebbe essersi verificato quel lieve aumento delle dimensioni in fase di dragaggio che deriva dalla perdita della frazione fine che va in sospensione durante le operazioni. Questo, nel caso in questione può essere dovuto al fatto che il deposito marino aveva una quantità di limo e argilla estremamente bassa, circa l'1%.

9.3 Definizione delle caratteristiche dei sedimenti di origine terrestre

Per dare maggiore stabilità alla spiaggia è previsto che il ripascimento aggiuntivo di circa 19.000 mc venga effettuato con sedimenti leggermente più grossolani di quelli oggi presenti sull'arenile. Questi dovranno comunque avere caratteristiche petrografiche e colorimetriche simili a quelle delle sabbie native e l'incremento di granulometria non dovrebbe fare perdere alla spiaggia la sua fruibilità.

9.3.1 Caratteristiche mineralogico petrografiche

Il colore della sabbia è dato dalla sua composizione mineralogica e petrografica, ma è possibile avere

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

sabbie di colore simile anche con composizione diversa. Oltre alle considerazioni ambientali, l'attenzione all'aspetto composizionale degli aggregati di ripascimento è qui posta per garantirne la durabilità, ossia per prevenire un'usura dei singoli granuli che ne determina una riduzione delle dimensioni e quindi un loro più facile trasporto lungo la riva e, più che altro, verso il largo.

La spiaggia di Alassio venne studiata, dal punto di vista mineralogico e petrografico, da Scarpati con tre campioni prelevati sul lato occidentale della falcatura, al centro e su quello orientale, che accertò come la composizione fosse prevalentemente silicatica (Tabella 6):

Tabella 6. Caratteristiche petrografiche della spiaggia di Alassi secondo Scarpati (s.i.d.).

	Quarzo e silicati	Carbonato di calcio
Est - Bagno Lena	83,42%	16,59%
Centro – Bagni Torino	83,08%	16,92%
Ovest -Bagni Ponente	82,21%	17,79%

Le ricchezza in quarzo è in parte dovuta ai litotipi dei bacini che alimentano questo litorale, ma è anche indice di scarsa alimentazione, in quanto senza un apporto continuo l'abrasione fa perdere alle spiagge i gruppi mineralogici più teneri, con accumulo residuale dei materiali più resistenti.
Sia per mantenere le caratteristiche composizionali attuali, sia per garantire la durabilità dei materiali di nuova immissione nel paraggio, le sabbie di provenienza terrestre dovranno avere una quantità di quarzo e silicati non inferiore all'80%.

9.3.2 Caratteristiche colorimetriche

La determinazione del colore dei sedimenti è stata 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 è stata eseguita con un colorimetro Konica Minolta CR-410 su 5 punti per ciascun campione, effettuando poi la media fra le varie letture.
Per avere coerenza con le misure del colore dei sedimenti ottenuto in questa fase della progettazione, la determinazione sulla sabbia della spiaggia di Alassio è stata ripetuta, ot-tenendo valori leggermente diversi da quelli del 2020:

$$L^* = 55{,}99;\ a^* = 0{,}90;\ b^* = 9{,}66$$

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

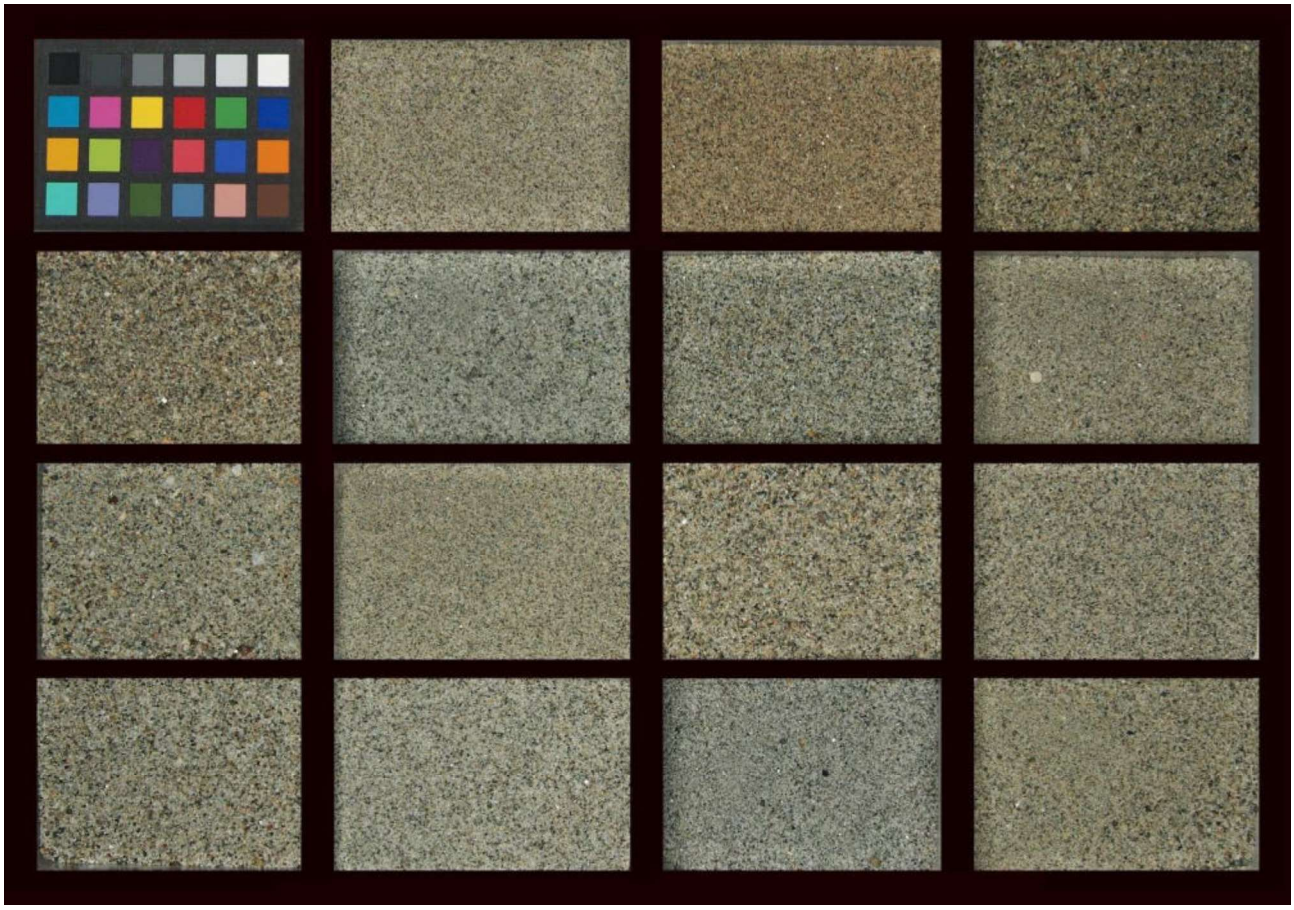
$$-1 < L^* < +7 \qquad -2 < a^* < +4 \qquad -2 < b^* < +4 \qquad \Delta E^*ab < 8$$

che portano ai seguenti range:

$$54{,}99 < L^* < 62{,}99 \qquad -1{,}10 < a^* < +4{,}90 \qquad 7{,}66 < b^* < +13.66$$

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Sebbene l'intervallo di accettabilità dei vari parametri sia piuttosto ampio, si è voluto valutare la disponibilità sul mercato di sedimenti che rispondessero a questi requisiti. La Figura 8 mostra 14 campioni di sabbie prelevati in diverse cave aperte nella Pianura Padana e quello di riferimento della spiaggia di Alassio, mentre in Tabella 7 compaiono i loro para-metri colorimetrici, con in colore rosso i valori esterni al range previsto. Risulta che molti rientrano nei limiti imposti o ne escono di poco (Fig. 9 e 10), anche se non tutti rispettano, come vedremo, le specifiche tessiturali richieste.



X-rite colorchecker	Alassio	A	B
C	D	E	F
G	H	I	L
M	N	O	P

Figura 8. Fotografia dei campioni delle sabbie prelevate in cave aperte nella Pianura padana, e sulla spiaggia di Alassio. X-rite colour checker per confronto.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

Tabella 7. Parametri colorimetrici dei campioni nello spazio CIEL*a*b* (in rosso i valori fuori range).

Nome	L*	a*	b*
A	54,06	2,39	15,25
B	52,62	0,77	12,44
C	53,22	1,49	10,76
D	55,44	-0,77	6,27
E	54,86	-0,52	8,06
F	55,03	0,13	8,81
G	55,10	-0,02	8,39
H	55,20	0,07	8,40
I	54,49	0,68	9,61
L	55,51	0,43	9,61
M	54,36	0,55	8,83
N	56,08	0,23	8,93
O	55,39	0,29	10,29
P	53,96	-0,51	5,14

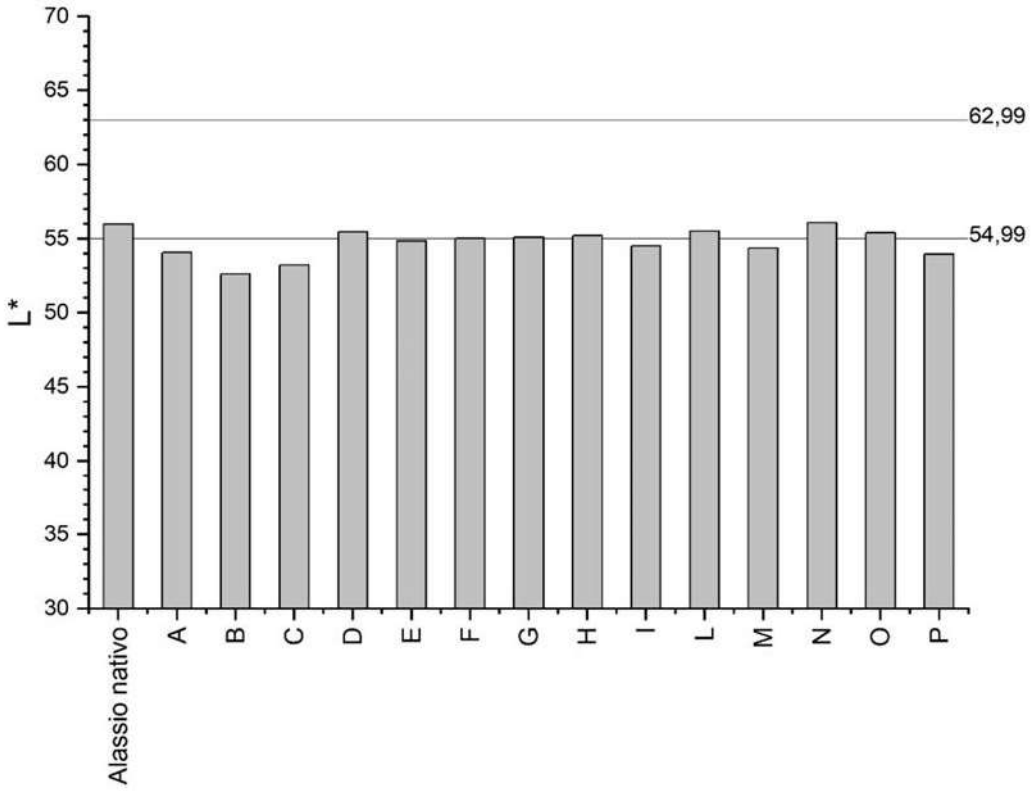


Figura 9. Confronto fra la Luminosità (L*) degli aggregati di cava terrestre e i limiti di accettabilità definiti.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

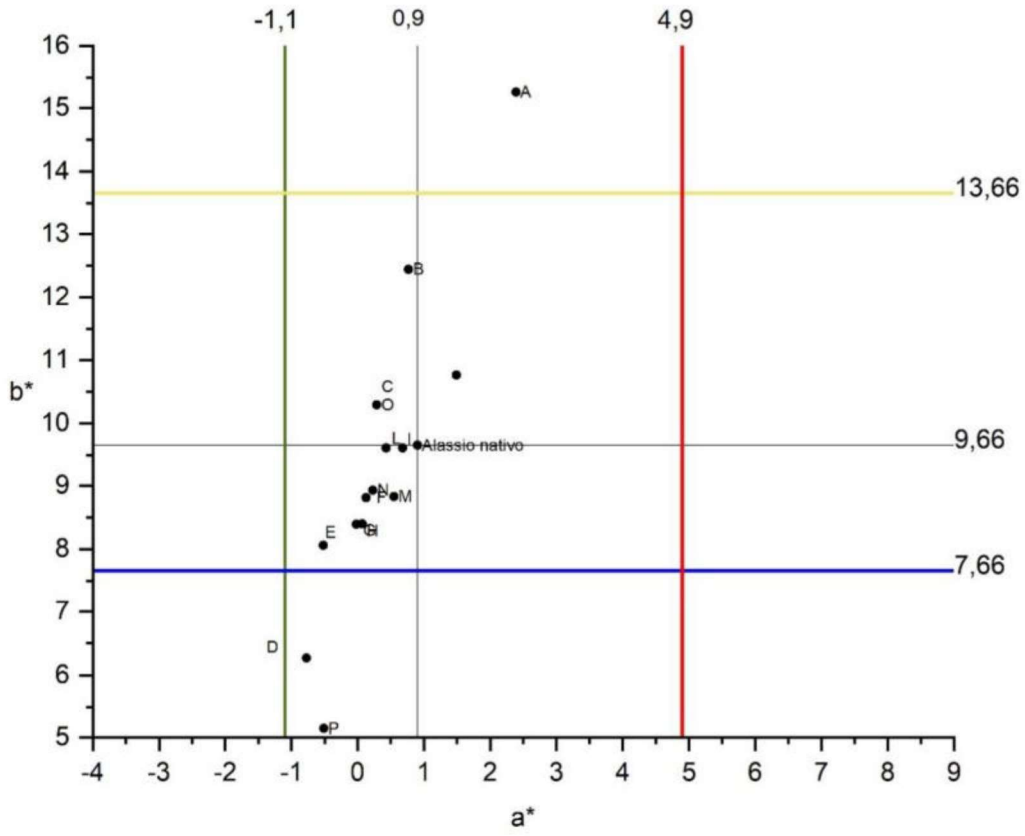


Figura 10. Confronto fra il colore degli aggregati di cava terrestre e i limiti di accettabilità definiti.

9.3.3 Caratteristiche granulometriche

Il tracciamento del fuso granulometrico all'interno del quale dovranno collocarsi le curve cumulative delle sabbie di origine terrestre è stato definito partendo dalle distribuzioni granulometriche dei sedimenti di spiaggia nel 2012 e nel 2020, dalle quali è stata estratta la curva cumulativa media che delimita il campo dei sedimenti più fini ammissibili.

Si è quindi definito un campo di accettabilità compreso fra questa curva e la stessa traslata di ½ phi verso le dimensioni maggiori (Fig. 11).

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

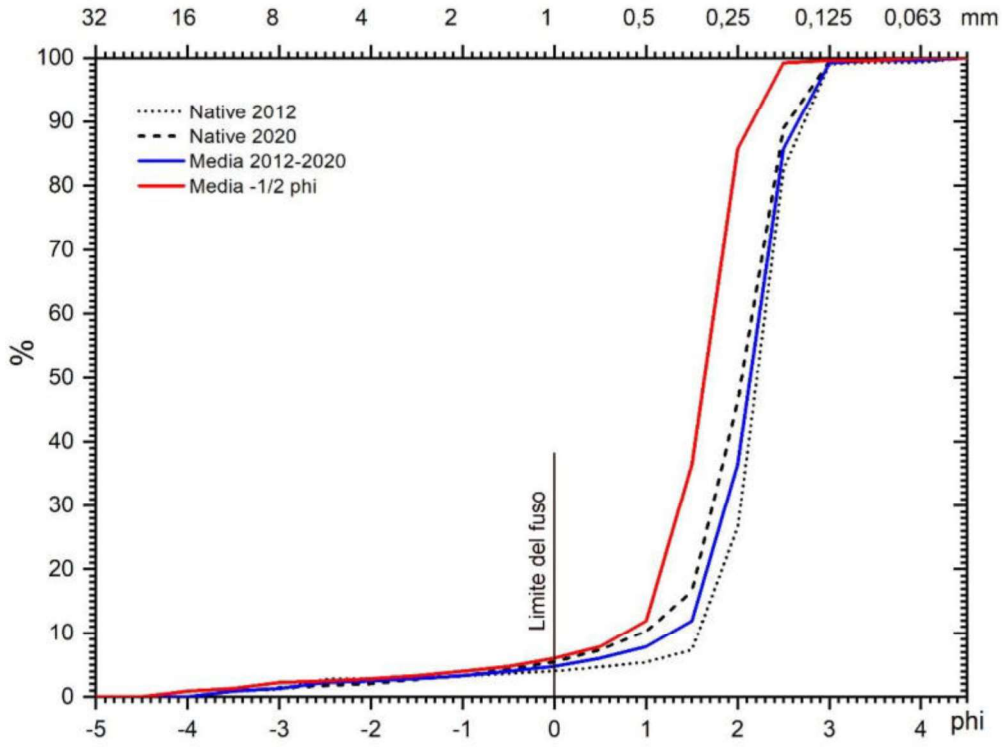
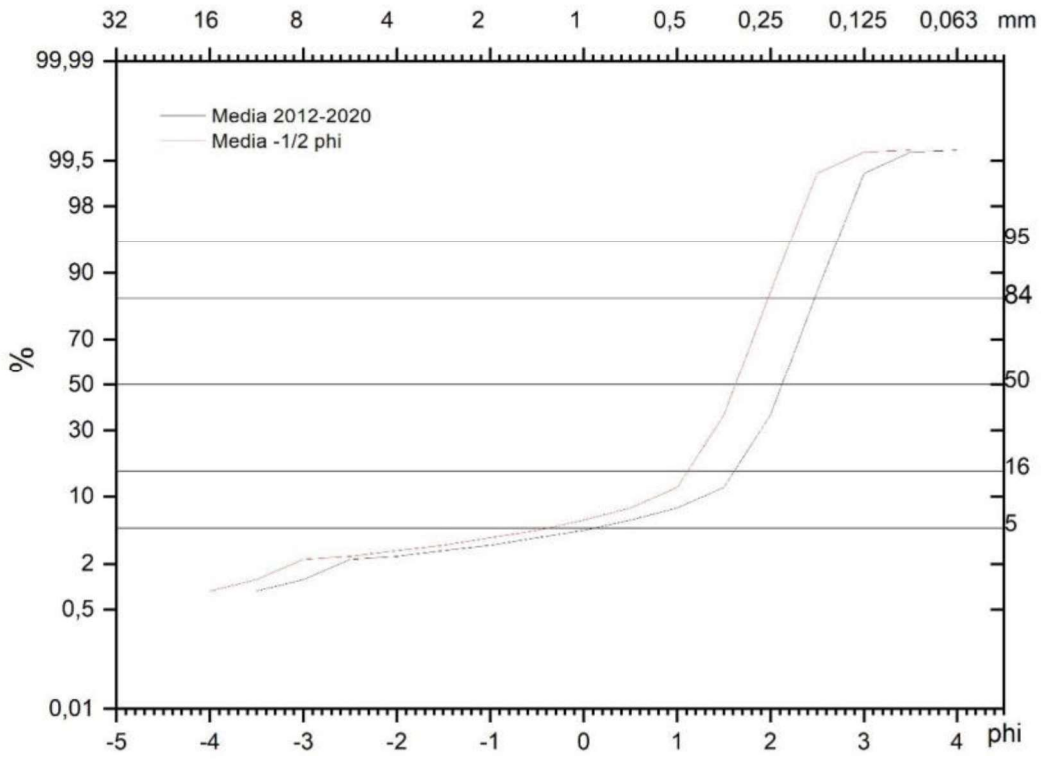


Figura 11. Determinazione del fuso granulometrico per le sabbie di ripascimento da cave terrestri, le cui curve cumulative devono essere compresa fra la linea blu e quella rossa.

Il tracciamento del fuso può essere facilitato dall'indicazione di alcuni punti significativi, come il valore in phi e in mm dei percentili 5°, 16°, 50°, 84° e 95°, che sono stati identificati con interpolazione su grafici in scala log-probabilistica seguendo l'ipotesi corrente che i sedimenti abbiano una distribuzione 'normale' (Fig. 12).

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale



	Min phi	*Min mm*	Max phi	*Max mm*
D95	2,71	*0,15*	2,21	*0,22*
D84	2,47	*0,18*	1,97	*0,26*
D50	2,12	*0,23*	1,61	*0,33*
D16	1,61	*0,33*	1,11	*0,46*
D5	0,12	*0,92*	-0,39	*1,31*

Figura 12. Calcolo dei percentili utili per il tracciamento del fuso granulometrico di accettazione. L'interpolazione è stata fatta su scala log-probabilistica.

Premesso che non saranno accettati aggregati che abbiano più del 2% di frazione fine (intesa come quella inferiore a 4.0 phi; 0,0625 mm), è ammesso un leggero scostamento dal fuso verso dimensioni maggiori per non più del 5% fra il 5° e l'95° purché non interessi tutte le frazioni granulometriche di questo intervallo.

Non sono altresì ammessi granuli con dimensioni superiori ad 1 mm se non in quantità inferiori al 2%, mentre devono essere completamente assenti quelli con dimensioni superiori a 4 mm.

Come fatto per il colore dei sedimenti, un'analisi di mercato è stata condotta anche sulle loro dimensioni, per accertarsi della possibilità di reperimento di materiali con le caratteristiche richieste.

Nella Figura 13 sono tracciate le curve cumulative di 14 campioni di sabbie estratte nella Pianura padana e analizzate con la stessa metodologia che abbiamo usato per le sabbie di Alassio.

La Figura 14, in cui alcune curve cumulative sono messe a confronto con il fuso di progetto, mostra

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

come vi sia la possibilità di reperire sul mercato aggregati con le caratteristiche richieste.

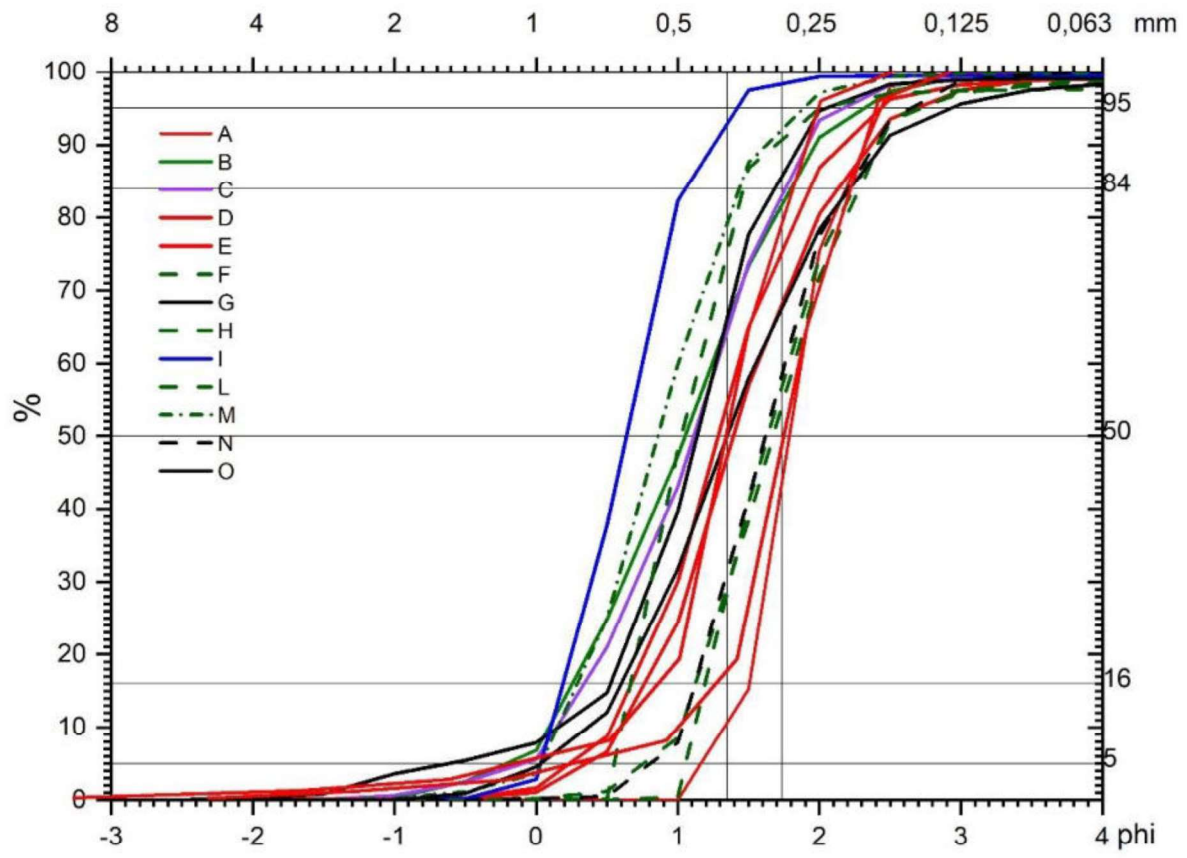


Figura 13. Curve cumulative dei 14 campioni di sabbie padane sottoposti ad analisi granulometrica.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

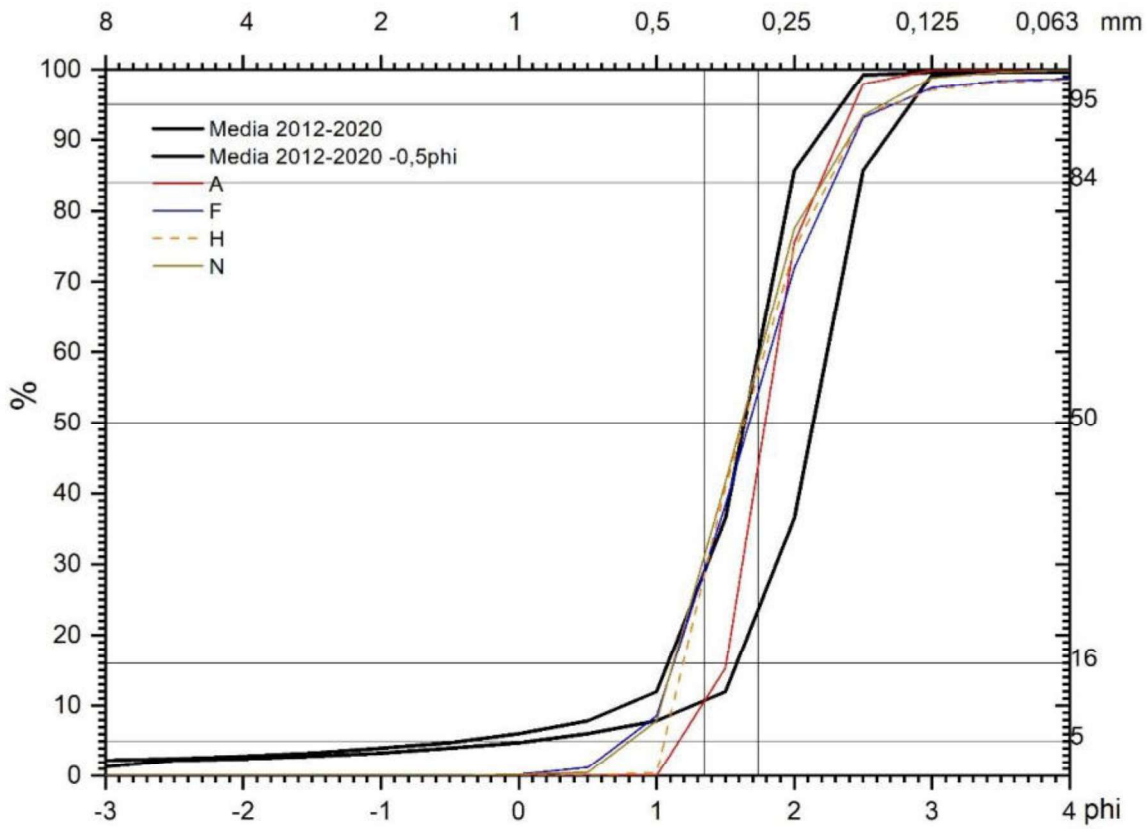


Figura 14. Confronto fra il fuso di accettazione e le curve cumulative di alcuni dei 14 campioni considerati che più si avvicinano alle caratteristiche granulometriche richieste.

9.4 Conclusioni

Il ripascimento del litorale di Alassio è finalizzato all'ampliamento della spiaggia al fine di farne un più efficiente sistema di protezione dell'abitato, cosa che si può ottenere incrementandone lo stock sedimentario e/o aumentando le dimensioni dei sedimenti. Tutto ciò senza perdere di vista il fatto che la spiaggia è anche un bene ambientale ed economico, per cui ne vanno tutelate le caratteristiche paesaggistiche e di fruibilità.

Le due fonti di approvvigionamento dei sedimenti rispondono a queste due esigenze, ma anche ai vincoli posti dalla struttura urbanistica della città e alle possibilità di accesso diretto alla spiaggia ad automezzi pesanti.

La sabbia presente nel deposito identificato fra il Molo Ferrando e Capo Santa Croce, e mappato in Figura 1, è simile a quella già usata in due interventi di ripascimenti effettuati nel 2021 e nel 2022. Il confronto con i dati relativi al ripascimento del 2021 indica che le nuove sabbie sono leggermente più fini di quelle versate nel primo intervento, mentre non si hanno dati per confrontarle con quelle

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

refluite nel 2022, che provenivano però dalla stessa zona di cui si propone ora il dragaggio.

Sebbene la stabilità di questi sedimenti sia inferiore a quella che avrebbero sabbie con uguale distribuzione granulometrica delle sabbie 'native', anche alla luce dei risultati dei primi due interventi si ritiene che possano essere utilizzate anche per questo terzo progetto alla luce delle seguenti considerazioni:

si tratta di sabbia che proviene dalla spiaggia di Alassio, come messo in evidenza dai modelli numerici e dalla estrema somiglianza colorimetrica;

presenta una ridotta percentuale di frazione fine, che induce una minima torbidità delle acque sia in fase di dragaggio sia di refluimento;

il costo unitario è circa 1/3 o 1/4 di quello delle sabbie provenienti da cave terrestri, cosa che consente di portare, a parità di spesa, un volume tre o quattro volta maggiore, cosa che compensa in parte la loro minore stabilità;

é possibile il loro deposito direttamente da mare in tratti di spiaggia non raggiungibili con mezzi terrestri.

Tutto ciò rende vantaggioso l'uso di questi materiali, che comunque non rimarranno direttamente esposti al moto ondoso in quanto, già nelle fasi di stendimento, si mescoleranno con i sedimenti nativi. Si suggerisce di operare con la pala meccanica in modo da favorire questo rimescolamento, con la sola attenzione di non intercettare livelli ghiaiosi a tratti presenti nel corpo della spiaggia di Alassio.

Se ai sedimenti marini è richiesto l'incremento volumetrico della spiaggia, agli aggregati provenienti da cave in aree alluvionali, probabilmente dai depositi della Pianura padana, si richiede un contributo alla stabilità dell'arenile. Per questo le specifiche fornite indicano materiali leggermente più grossolani di quelli nativi, che sarà possibile scaricare solo nei due tratti raggiungibili dai bilici adibiti al trasporto dalle cave.

Per questi non si auspica un immediato mescolamento con le sabbie native perché la loro presenza in superficie è garanzia di stabilità, ma è certo che con il tempo si avrà un graduale rimescolamento, anche se potranno formare piccole cuspidi o livelli nel corpo della spiaggia. Certamente si troveranno più frequentemente nel gradino di battigia, dove già ora si accumula il ghiaietto da sempre presente su questa spiaggia.

È opportuno sottolineare che i volumi di sedimenti che verranno immessi, sia quelli più fini che quelli più grossolani, costituiscono una quota infinitesima dello stock sedimentario della spiaggia di Alassio, e ancor più piccola di quello di tutta l'unità fisiografica a cui questa spiaggia appartiene. Con il passare del tempo le varie classi granulometriche troveranno la loro naturale posizione, senza incidere in

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

modo significativo sulla granulometria del litorale. È certo che i sedimenti più fini si posizioneranno su batimetriche maggiori e verranno persi più rapidamente dal flussi long-shore (d'altra parte le sabbie fini che verranno dragate sono proprio quelle persa dalla spiaggia di Alassio). Solo con periodiche ricariche con sabbia più grossolana la spiaggia di Alassio potrà subire quella trasformazione tessiturale che la metterà in grado di meglio resistere all'attacco ondoso e all'innalzamento del livello del mare.

Sarà una spiaggia diversa, ma sarà una spiaggia (!), almeno fino a quando l'innalzamento del livello del mare non richiederà una più forte trasformazione del litorale, alla quale è opportuno cominciare a pensare.

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.

MATTM-Regioni, 2018. Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici. Versione aggiornata - Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM-Regioni con il coordinamento tecnico di ISPRA, 304 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.

Scarpati F. Alassio Geologico-Marina, In Quaderni del Centro Studi di Geologia Marina, pp. 61-64.

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

Wentworth C.K. (1922) - A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journ. Geology, 30: 377-392.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

10. ASPETTI ARCHEOLOGICI

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

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. Peraltro, considerata la natura dell'opera, si ritiene opportuno prescrivere, in fase realizzativa, la presenza di esperto archeologo.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

11. 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 propria del tipo di lavoro.

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

12. 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												

In rapporto alla fase stagionale di affidamento dei lavori è previsto che questi vengano eseguiti con consegne frazionate, nella quale il pennello Ferrando è la prima opera da realizzare: ad esempio

	MARZO			*APRILE*			*MAGGIO*			*OTTOBRE*			*NOVEMBRE*			*DICEMBRE*		
OPERAZIONI	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
allestimento																		
pennello Ferrando																		
ripascimento da mare																		
ripascimento da terra																		
finiture																		
sicurezza																		
	1ª frazione									**2ª frazione**								

COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

13. COSTO DELL'INTERVENTO

Per l'intervento di III lotto è stimato un costo di Euro 3.500.000,00 così ripartiti:

A) LAVORI			
A	Lavori soggetti a ribasso	€	3 000 287.44
	Sicurezza	€	21 518.91
	TOTALE LAVORI A)	**€**	**3 021 806.35**
B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE			
B1	Lavori in economia previsti in progetto ed esclusi dall'appalto (segnalamento marittimo), ivi inclusi i rimborsi previa fattura (10% lavori - ALLEGATO I.7 Art. 5 c. 2 D.Lgs 36/2023)	€	35 000.00
B2	Rilievi, accertamenti ed indagini (5% lavori – art. 3 procedure di rendicontazione)	€	35 000.00
B3	Monitoraggi ulteriori	€	25 000.00
B4	Allacciamento ai pubblici servizi	€	-
B5	Imprevisti (10% lavori – compreso anche ribasso art. 6 procedure di rendicontazione)	€	4 576.88
B6	Acquisizione aree o immobili, servitù, occupazioni	€	-
B7	Accantonamenti per aumento dei prezzi dei materiali	€	-
B8	Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità	€	-
B9	Spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione	€	-
B10	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	€	-
B11	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche - ANAC	€	1 000.00
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	€	15 000.00
B13	IVA sui lavori (10% di A)	€	302 180.64
B14	Oneri per la redazione del progetto di fattibilità	€	-
B15	CNPAIA (4% di B8)	€	-
B16	IVA sui spese tecniche e CNPAIA (22% di B8+B14)	€	-
B17	Importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 45 del D.Lgs. 36/2023 nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	€	60 436.13
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE B)	**€**	**478 193.65**
A) LAVORI		€	3 021 806.35
B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		€	478 193.65
	TOTALE INTERVENTO	**€**	**3 500 000.00**

NOTA: I quantitativi di materiale di apporto da cava terrestre sono anche rapportati alle disponibilità finanziarie ed ai quantitativi prevedibili con provenienza da cava sottomarina. Eventuali modifiche dei volumi disponibili in quest'ultima incideranno sui volumi del materiale proveniente da cava terrestre. Inoltre, per espressa richiesta degli uffici comunali, per i lavori è applicata in preventivo l'aliquota IVA del 10% anziché 22%. Per conferma di tale applicazione gli uffici comunali richiederanno conferma agli uffici finanziari statali; ove non venisse confermata, nel progetto esecutivo le quantità di materiale di cava terrestre saranno ridotte di un quantitativo di circa mc 3.500. Così pure, in conformità alle procedure di riscontro e rendicontazione del finanziamento, imprevisti e ribasso disponibili saranno impiegati preferibilmente per incremento del materiale da ripascimento

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

14. 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 persi 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, ad 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 con 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 soluzioni, o meglio, a 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 l'unica opera

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

strutturale, di allungamento del pennello Ferrando, che ha la funzione di limitare le perdite sedimentarie verso levante, pur con effetti contrari dovuti alla *rip – current*.

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 (ed 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 (se esistono).

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 intervento e pertanto si dovrà in futuro 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. È in fase di studio (per conto dei concessionari balneari) la valutazione della distruzione del materiale di spiaggia – emersa e sommersa – intercettabile dal nuovo assetto del molo Ferrando e comunque delle sabbie che andranno a riempire nuovamente l'attuale zona di prelievo.

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

E
COMUNE DI ALASSIO
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale

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.

COMUNE DI ALASSIO
E
Protocollo N.0014836/2024 del 14/05/2024
Classifica 6.5
Documento Principale