COMUNE DI ALASSIO

PROGETTO DEFINITIVO

OPERE A DIFESA NATURALE DEL CENTRO URBANO PROSPICIENTE IL LITORALE PER LA SICUREZZA DELLE VITE UMANE A SALVAGUARDIA DELLE STRUTTURE, INFRASTRUTTURE E DEI BENI PUBBLICI E PRIVATI ATTRAVERSO LA RICOSTRUZIONE DELLA SPIAGGIA EMERSA CONIUGATA CON MANUTENZIONE STAGIONALE E/O OPERE A MARE DI DIFESA E CONSERVAZIONE DEGLI ARENILI

INTERVENTO FINANZIATO EX OCDPC 558/2018 - ANNO 2021



Elaborato A

COMPENDIO RELAZIONI

GAGGERO PAOLO 03.11 .2021 10:46:06 UTC

Redatto nel mese di Ottobre 2021 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 di:

- **Prof. Enzo Pranzini (consulenza ambientale)**
- **Geoscape - spin off dell'Università di Genova - (modellistica e verità mare)**
- **Prof. Giovanni Besio – Università di Genova – (fornitura ed elaborazione dati meteomarini)**

Rilievi:

- **Geocoste**

Sommario

1. PREMESSA 3
2. METODO DI LAVORO 4
3. INTERVENTO 2021 8
4. ANALISI DEL CONTESTO 11
5. ANALISI DELLE SABBIE (GRANULOMETRIE E COLORI) 12
6. ANALISI ECOTOSSICOLOGICA DELLE SABBIE DA PRELEVARE 14
7. EVENTUALE PIANO B: SABBIE DI CAVA FLUVIALE 15
8. INDAGINE DI CARATTERE ARCHEOLOGICO 16
9. PRIMO PIANO DI INTERVENTO PLURIENNALE 17
ALLEGATI 19

A. Modellistica numerica applicata su sette ipotesi di progetto a cura di Geoscape Società Cooperativa - SpinOff dell'Università di Genova
B. PLANIMETRIA ZONA DI PRELIEVO
ANALISI CAMPIONI SUPERFICIALI
C. VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO

Elenco elaborati

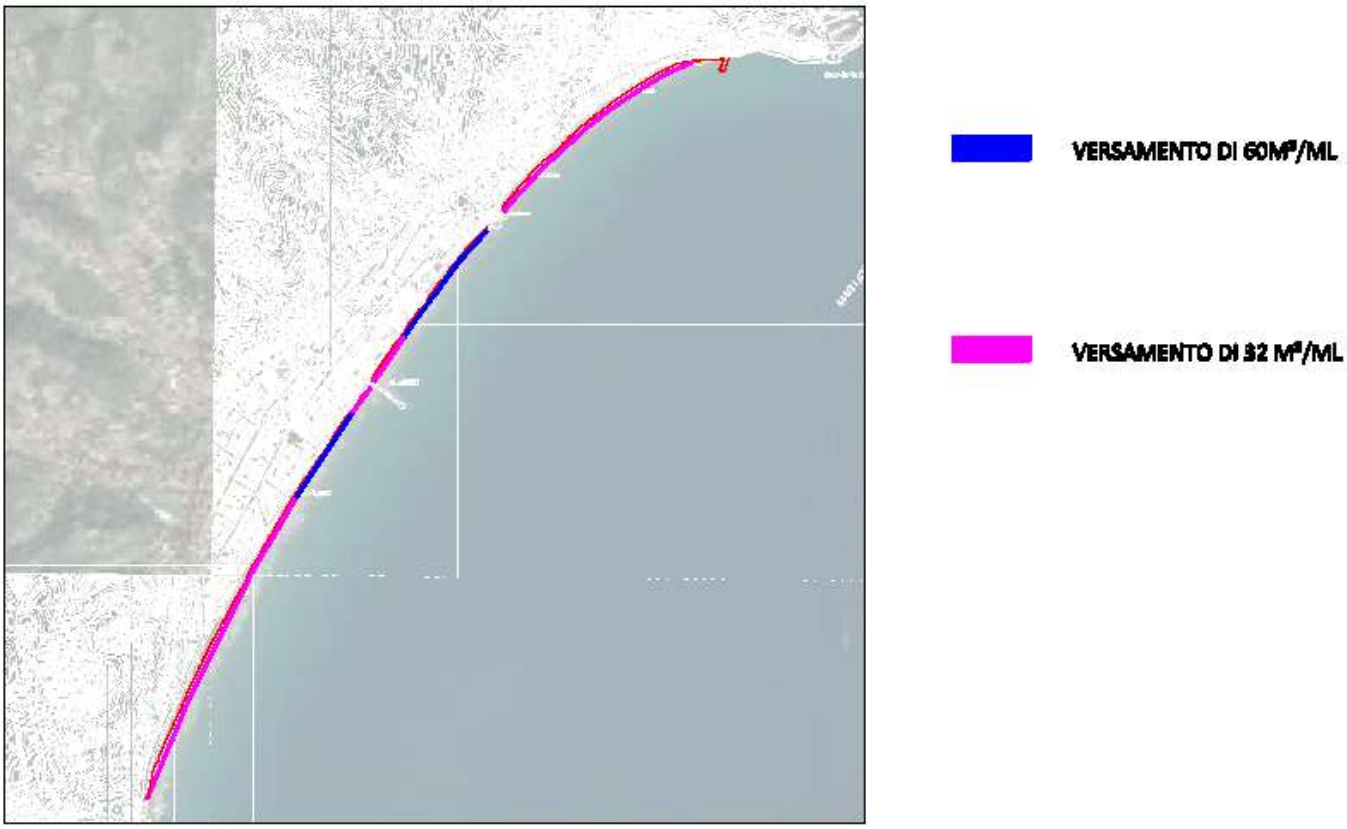
A – Compendio relazioni
B – Computo metrico estimativo
C – Quadro economico
D – Cronoprogramma
E – Relazione paesaggistica
F – Lista di controllo
H – Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici
G – Elenco elaborati

Tav. 1a - Habitat marini zona di prelievo
Tav. 1b - Habitat marini zona di versamento
Tav. 2a - Caratterizzazione ambientale zona di prelievo
Tav. 2a - Confronto rilievi batimetrici zona di prelievo
Tav. 3a - Confronto batimetrie e linee di riva zona a ponente del pontile
Tav. 3b - Confronto batimetrie e linee di riva zona a levante del pontile
Tav 3c - Confronto sezioni rilievi batimetrici 2020 e 2021
Tav. 4 - Indicazione quantitativi ripascimento

1. PREMESSA

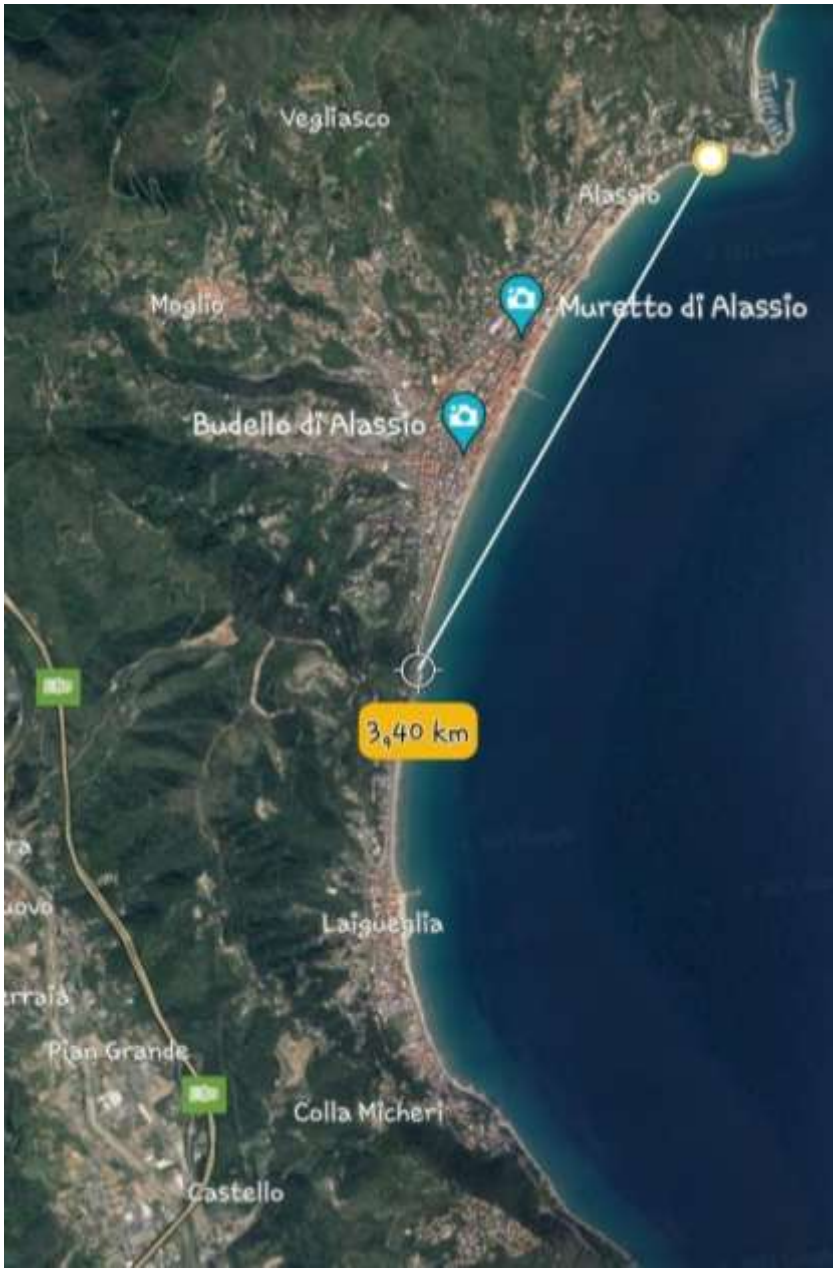
In seguito agli eventi estremi dell'ottobre 2018 verificatisi sulla costa ligure, il litorale di Alassio, specialmente in corrispondenza del centro abitato, ha subito una forte erosione con consistenti danni alle attività prospicienti il litorale. Nella primavera 2021 è stato realizzato un importante intervento di ripascimento. L'Amministrazione Comunale ha affidato alla RTP costituita tra Ing. Franco Ferrando, Ing. Guido Ferri, Ing. Paolo Gaggero, Ing. Luca Rossi, Dott. Geol. Eros Aiello e Dott.ssa Frida Occelli l'incarico della progettazione definitiva delle opere per la difesa della costa compresa tra il pennello in località ex Adelasia ed il terrapieno denominato la Scogliera. Tale incarico segue l'impiego dei primi fondi OCDPC 558/2018 anno 2020, con i quali è stato realizzato l'intervento di ripascimento strutturale sull'intero litorale: il materiale di apporto è stato prelevato con mezzo marittimo da un giacimento sottomarino antistante Capo Santa Croce, previe analisi e valutazioni qualitative e quantitative in relazione alla disponibilità di sabbie di dimensione e colore simili a quelle presenti ancora sul litorale.

Il volume prelevato e versato è stato pari a circa 120.000 mc, distribuito secondo due diversi tenori unitari mc/ml, come riportato nella seguente figura



2. METODO DI LAVORO

La scelta di un sistema di difesa morbida per l'intervento 2020 è stata indotta da una serie di valutazioni di opportunità legate ad un filosofia generale di azioni su un litorale che, in linea d'aria, raggiunge una lunghezza di 3,4 km ininterrotti di spiaggia, priva di opere difensive trasversali grazie anche allo storico interessamento responsabile del consigliere comunale Bruno Bizzarrini, scomparso alla fine del secolo scorso.



Solo recentemente è stato realizzato un modesto pennello in località Adelasia, denominato molo Ferrando dal nome del suo progettista (partecipe dell'attuale RTP) e che si aggiunge ad una berma ai piedi del torrione saraceno e dell'Hotel Savoia, nonché ad un più datato modesto sporgente divenuto radice del pontile Bestoso.

Pur tuttavia, in esito alla realizzazione del ripascimento con i fondi 2020 – nella primavera 2021 – con l'incarico affidato dall'Amministrazione Comunale al RTP, sono stati analizzati diversi nuovi scenari di intervento, con ipotesi anche di opere fisse per il contenimento artificiale di ulteriori ripascimenti.

I vari scenari analizzati con modellazioni matematiche sviluppate da Geoscape – *spin off* dell'Università di Genova –sono stati descritti in un volume (vedi allegato **A**) che viene allegato alla presente relazione ed è stato già sottoposto all'attenzione dei tecnici del Settore Regionale Ecosistema Costiero. Tra le soluzioni tecniche ipotizzate e studiate,

quella che, a parere del RTP, ha una maggiore probabilità di successo è quella relativa alla realizzazione di una serie di secche (nel caso 12) distanziate dalla linea inerodibile urbana 120/150 m. Il disegno sinusoidale che un tale sistema provoca alla linea di battigia ed all'estensione della spiaggia non è gradito localmente dove la continuità lineare della spiaggia è valutata un elemento di pregio paesaggistico irrinunciabile; effettivamente i risultati difensivi di un tale sistema sono differenti tra le falcature incise e le forme più o meno cuspidate in corrispondenza delle secche.

Su sollecitazione dell'Amministrazione Comunale e dei rappresentanti delle realtà economiche della città, è stato, tra gli altri, analizzato lo scenario di un'opera longitudinale estesa a tutto il litorale (dal terrapieno "Scogliera" sino al molo Ferrando). Le diverse versioni modellate ed anche orientate verso una realizzazione a lotti hanno dimostrato (per opere di notevole ampiezza trasversale) un buon comportamento di riduzione dell'energia dell'onda oltrepassante la barriera, ma hanno evidenziato anche effetti di bordo importanti e difficili da contrastare soprattutto in uno scenario di realizzazione per lotti ed un'uscita dei sedimenti dalla barriera nel caso in cui questa avesse una sezione ristretta. Le valutazioni economiche allegate a ciascuna soluzione modellata hanno evidenziato che l'opera:

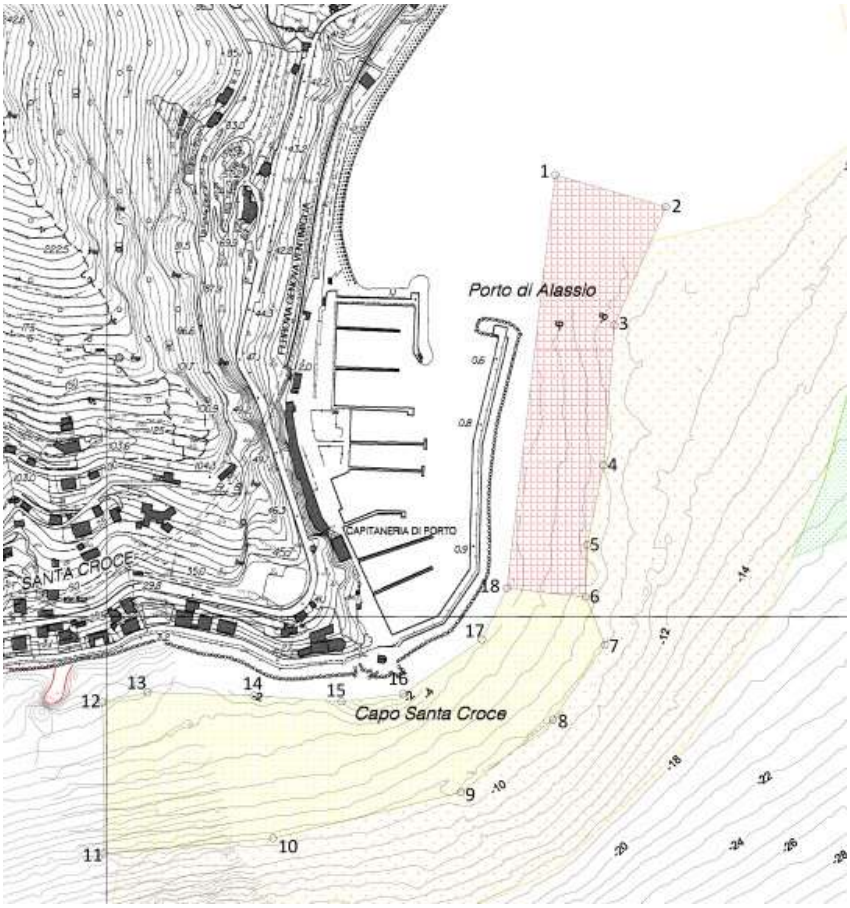
- non può ragionevolmente essere realizzata in massi lapidei, per i costi estremamente gravosi dei materiali e della loro posa in opera;
- può essere invece prevista in geotubi di ampio diametro (5/6 m) accostati; nella versione più efficace se ne sono indicati 4.

Il confronto preliminare con i tecnici di Regione Liguria, Settore Ecosistema Costiero, ha peraltro messo in luce il metodo di lavoro più opportuno per affrontare il tema molto complesso del litorale di Alassio. Come premesso le modellazioni matematiche hanno mostrato il comportamento del litorale sotto le sollecitazioni dei venti e dei mari dominanti (scirocco e libeccio) confermando la fuga del materiale sabbioso verso nord-est, nei fondali compresi tra Capo Santa Croce e l'isola Gallinara, come già emerso dai confronti tra batimetrie storiche ed attuali. Lo studio granulometrico relativo all'intervento con i fondi 2020 ha rivelato, come peraltro prevedibile, che lungo il percorso le sabbie deposite progressivamente si affinano, sino a contenere percentuali di pelite inaccettabili per il ripascimento ed anche per la movimentazione su fondali caratterizzati da elementi bionaturalistici importanti, racchiusi nel perimetro del sito n° IT1324974 riportato nella seguente figura:



SIC IT1324974

In esito ai prelievi ed agli studi conseguenti, nella primavera 2021 erano state raccolte le sabbie nella zona più a sud del deposito, indicata nel grafico seguente in colore rosso per una profondità di escavo di 0,5 m ed in colore giallo per una profondità d 1,0 m.



La DD.LL. ha verificato, tramite prelievo di campioni a bordo della draga e sulla spiaggia nel punto di versamento e conseguente analisi granulometrica, che le dimensioni dei sedimenti effettivamente refluiti è analoga a quella che le indagini sul sito di prelievo avevano valutato, ossia leggermente inferiori a quelle delle sabbie native.

3. INTERVENTO 2021

Per il 2021 si è pertanto deciso di intraprendere una verifica delle condizioni batimetriche e bionaturalistiche della zona di prelievo e di quella di deposito, al fine di comprendere i comportamenti pregressi del litorale preliminarmente ad una più lunga azione di monitoraggio, che peraltro il Comune ha affidato a Geocoste. L'estate ed il primo autunno del 2021 non hanno riservato al litorale importanti mareggiate, ma qualche scarica energetica ha modificato lo scenario del ripascimento, producendo erosione per lo più temporanea, con recuperi di volume anche importanti e distribuzione del materiale versato diverso da quello immediatamente seguente l'intervento. Anche la zona di prelievo ha subito qualche modifica dalla situazione in cui era stata lasciata a tarda primavera. Nelle tavole dell'attuale progetto vengono riportati i confronti. È stato pertanto condiviso, come metodo di lavoro, procedere all'identificazione di un piano di intervento che non si limiti alle due annualità finanziarie per ora promosse dalla OCDPC 558/2018, ma che si sviluppi nel tempo parallelamente alle azioni di monitoraggio previste e prescritte negli atti approvativi già intervenuti. Il piano si deve fondare su valutazioni progressive nel tempo e, probabilmente, subire conseguentemente modifiche periodiche; per l'Amministrazione Comunale ciò non significa un'inerzia progettuale e realizzativa, ma un metodo di confronto - con enti - nel quale gli scenari, pur al meglio previsti, possono essere analizzati con spirito critico e variati nel tempo, nella ricerca della migliore soluzione del difficile tema. Insieme agli schemi tecnici risolutivi saranno progressivamente adottate le valutazioni dei costi e, ove con la medesima progressione venissero reperiti e spesi fondi parziali, lo scenario da traguardare sarà sempre più evidente e certo. Pertanto, in attesa delle conseguenti decisioni e del reperimento della fonte finanziaria cui attingere per un complessivo intervento, anche a stralci, per l'annualità 2021 si è ritenuto opportuno procedere nuovamente al solo ripascimento, che il presente progetto descrive; il quantitativo è previsto in 124.000 mc, per un valore unitario di 40 mc/ml diffuso su tutto il litorale.

La soluzione di prelievo del materiale da mare, così come realizzato nella primavera 2020, è apparsa economicamente vantaggiosa per l'Amministrazione, poiché il costo del prodotto finito (sabbia rifluita e stesa sulla spiaggia) è molto inferiore a quello prevedibile con materiale di cava terrestre (rapporti 1/3, 1/4). Il rapporto è importante a causa della natura litologica della spiaggia di Alassio, nota per la sua percentuale di quarzite pari a circa l'85% e della sua granulometria (D_{50} intorno a 0,2 mm). In Liguria non sono presenti

cave che possano mettere a disposizione materiale compatibile e pertanto è necessario rivolgersi a cave fluviali dei bacini padani, nel tratto fluviale intermedio, dove le sabbie deposite sono fini, ma con bassi tassi di pelite.

Si ritiene che questo rapporto favorevole fra il costo del materiale refluito e quello di cava terrestre compensi abbondantemente la leggera differenza nella stabilità dei due sedimenti.

Il primo passo progettuale è stato, pertanto, relativo alla verifica dell'eventuale ulteriore capacità della cava sottomarina di Capo Santa Croce. I risultati sono rappresentati nella seguente immagine, dove è riportata una superficie di circa 65.000 mq, la cui produzione potrebbe essere attivata sino a 2 m di profondità:



I campioni delle sabbie prelevati e raccolti nell'allegato **B** dimostrano coerenza con le sabbie distese sul litorale.

Sulla base delle indagini eseguite preliminarmente al lotto I ed al lotto II sono state rielaborate le tavole di progetto costituite da:

Tavola 1A Habitat marini dell'area di prelievo , con il monitoraggio effettuato nell' ottobre 2021 si è confermato quanto indagato con side scan sonar per il lotto n° 1

Tavola 1B Habitat marini dell'area di versamento si confermano mediante verità mare quanto indicato per il lotto n° 1

Tavola 2A Caratterizzazione ambientale zona di prelievo, si indica la nuova zona di prelievo (porzione più piccola rispetto al 2020) con indicazione posizione delle carote e dei campioni superficiali prelevati.

Tavola 2B Confronto rilievi batimetrici della zona di prelievo (Aprile 2020 – Ottobre 2021) Planimetria e sezione da cui si ricava che la zona, nonostante i prelievi del 2020, si è quasi totalmente riempita

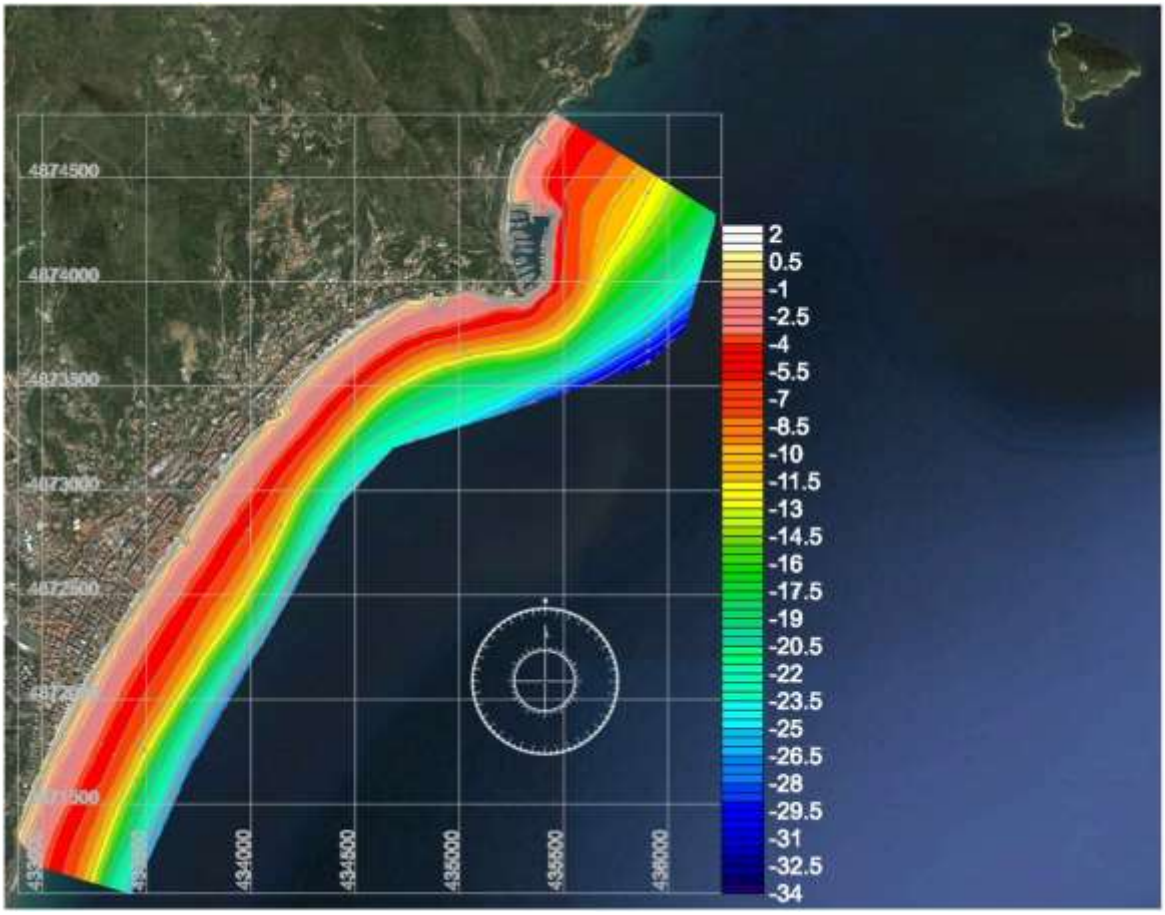
Tavola 3A - 3B - 3C Si è indicato per la zona di versamento evoluzione delle linee di costa negli anni ed il confronto planimetrico ed in sezione dei rilievi batimetrici ante e post-operam.

Dal confronto si è potuto osservare che la linea di riva è avanzata mediamente di 10 metri, che la barra di fondo sita tra la profondità -2 e -3 m si è distesa verso riva così come era stato previsto dal modello matematico eseguito per conto della RTP di progettisti dalla Geoscape (spin off università di Genova)

Tavola 4 – si è indicato la zona di ripascimento con i quantitativi previsti.

4. ANALISI DEL CONTESTO

Geocoste ha sviluppato nel mese di ottobre 2021 il rilievo batimetrico della zona di prelievo e di quella di deposito. Nel seguente quadro viene riportato il grafico che in scala maggiore è disegnato nelle tavole di progetto:



Contestualmente sono state effettuate anche immersioni nella zona di prelievo 2020 e dintorni e nella zona di deposito litoranea al fine di verificare lo stato della prateria di posidonia post operam.

Gli esiti delle operazioni, basati sul confronto con le situazioni ante e post ripascimento 2020, sono evidenziati nella relazione di monitoraggio allegata in cui è emerso che le operazioni non hanno direttamente impattato sulla prateria di posidonia (,sia nella zona di prelievo, sia nella zona di versamento). Nella zona più a Levante dell'area di escavazione si è potuto riscontrare che l'apparato radicale della prateria di *Cymodocea nodosa* in adiacenza risulta totalmente scoperto, per questo motivo non si prevede di prelevare altro sedimento nella zona.

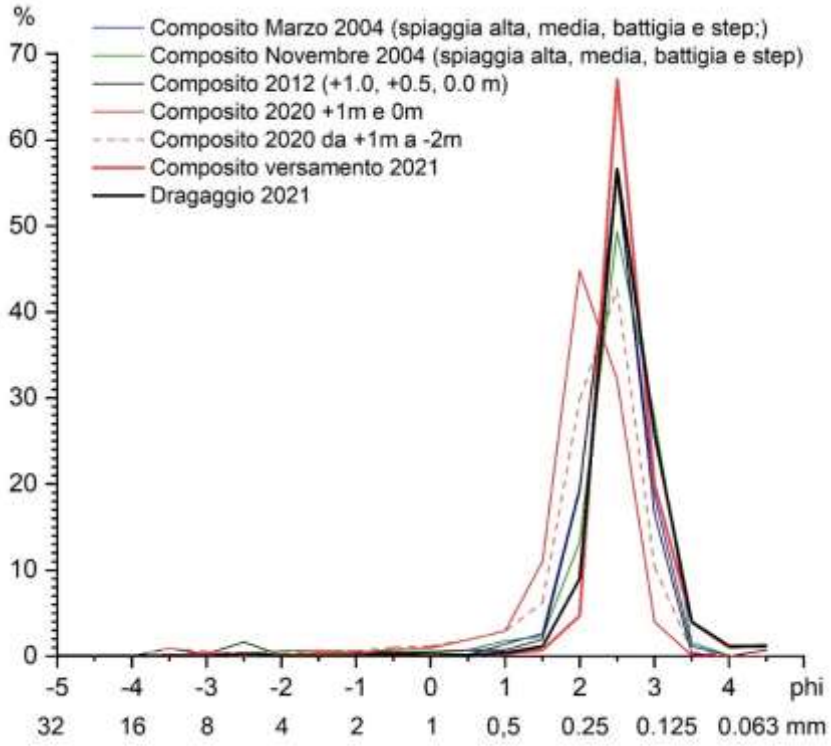
5. ANALISI DELLE SABBIE (GRANULOMETRIE E COLORI)

Il progetto del primo ripascimento è stato accompagnato da uno studio della dinamica sedimentaria del litorale di Alassio e dalla valutazione granulometrica e colorimetrica dei sedimenti disponibili nell'area di dragaggio.

Il colore dei sedimenti *borrow* era risultato compatibile con quello delle sabbie native, mentre la loro granulometria era leggermente inferiore, pur risultando la classe modale identica e la classazione assai elevata. Ciò aveva portato a valutare positivamente la possibilità del refluimento considerando che si sarebbe mantenuta la qualità paesaggistica e funzionale dell'arenile con la possibilità di un volume refluito assai maggiore pagando solo con una stabilità leggermente inferiore.

Durante l'esecuzione dei lavori sono stati prelevati campioni dei nuovi sedimenti sia a bordo della draga che nel punto di scarico e le successive analisi granulometriche hanno confermato le dimensioni medie che erano state previste nella fase di progettazione.

I sedimenti presenti in superficie nell'area del dragaggio, che qui si propone di effettuare nel 2021, risultano praticamente uguali a quelli refluiti nel 2020 (0.191 mm contro 0.195 mm, con la possibilità di ottenere 0.197 mm scartando una piccola parte dell'area di prelievo).



Distribuzione granulometrica del campione composito rappresentativo della spiaggia di Alassio nei vari anni e in funzione dei vari tratti del profilo di spiaggia considerato (dati utilizzati per il progetto di dragaggio 2020), di quello del materiale versato nel 2020, e di quanto presente nella nuova area di dragaggio 2021

Un dragaggio ancora più selettivo sarà forse possibile sulla base delle analisi dei carotaggi.

Per quanto riguarda il colore, le differenze misurate fra quello della spiaggia nativa e quello dei sedimenti presenti nella zona di dragaggio sono leggermente inferiori a quelle registrate nel dragaggio 2021:

Tabella 1. Distanza del colore del composito dell'area di dragaggio 2022 da quello del composito di spiaggia nello spazio CIEL*a*b*

	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*ab
Comp. Area 2021 vs Nativo	-3,89	-0,09	+0,60	3,94

6. ANALISI ECOTOSSICOLOGICA DELLE SABBIE DA PRELEVARE

Come visto nei capitoli precedenti si è deciso di ridurre l'area di prelievo, rispetto all'intervento 2020, così come indicato nella **tavola n° 2** approfondendo però lo scavo sino ad una quota di - 2 m s.l.m.

In tale area già per il primo intervento erano stati caratterizzati ambientalmente i sedimenti sino ad una profondità di 1 metro; per la quota superficiale si sono ottenuti 2 campioni compositi di materiale al fine di garantire maggior rappresentazione dell'area di escavo mentre per lo strato compreso tra la -0,5 e la -1 m si sono prelevate 2 carote della profondità di 1 metro.

Dalle analisi batimetriche effettuate nell'ottobre 2021 la zona oggetto di prelievo, si è quasi totalmente riempita per cui per la caratterizzazione ambientale si è deciso il prelievo di n° 5 carote della profondità pari a 2 m di cui saranno prelevati 4 campioni di sedimento così composti:

Composito 1 formato da Car 1 + Car 3 + Car 5 per la parte compresa tra 0 ed 1 m

Composito 2 formato da Car 2 + Car 4 per la parte compresa tra 0 ed 1 m

Composito 3 formato da Car 1 + Car 3 + Car 5 per la parte compresa tra 1ed 2 m

Composito 4 formato da Car 2 + Car 4 per la parte compresa tra 1ed 2 m

I campioni così formati verranno analizzati sia granulometricamente sia con analisi ecotossicologiche chimiche e microbiologiche.

Zona 1

Campione	Est	Nord
Car 1	435052,36	4873848,14
Car 3	435060,38	4873742,14
Car 5	435157,16	4873812,73

Zona 2

Campione	Est	Nord
Car 2	435234,42	4873847,55
Car 4	435273,03	4873774,87

Si invieranno a breve i risultati.

7. EVENTUALE PIANO B: SABBIE DI CAVA FLUVIALE

Le operazioni di ripascimento si fondano evidentemente sulla disponibilità del materiale di apporto. Il progetto 2020 realizzato nella primavera 2021 ha potuto utilizzare la prima coltivazione della cava sottomarina, scegliendo ovviamente la zona più agevole e sicura.

Il nuovo ripascimento si deve confrontare con una potenziale area di prelievo meno estesa e con la necessità di procedere ad escavazione più profonda (massimo 2 m). L'operazione potrebbe risultare più complessa del previsto, per cui si ritiene opportuno – già allo stato attuale – verificare ipotesi di utilizzo di materiale di cava. Ovviamente non si può pensare a spaccato di cava terrestre, ma più opportunamente a depositi fluviali; per tali origini la DGR 1209/2016 prescrive le analisi di cui alla tabella 4b, riguardanti, oltre alla granulometria, anche caratteristiche chimiche e batteriologiche. In aggiunta a quanto stabilito dalla norma, nel caso in esame, è fondamentale la litologia di provenienza, che deve generare una sabbia con contenuto in quarzite intorno all'85%.

La granulometria del materiale di apporto ha evidentemente un'enorme importanza nel successo dell'operazione, che potrebbe realizzare stabilità maggiori di quelle ottenute con il materiale cavato dai fondali. Insieme alla colorazione, i vincoli che si impongono alla fornitura sono molteplici uniti anche alla capacità di produzione della cava di prestito, che deve contenere l'operazione entro tempi assai ridotti, non superiori a 5 mesi (per realizzare l'opera in un'unica soluzione senza interruzioni per la stagione estiva).

Il progetto esecutivo si farà carico di indicare i vincoli quali/quantitativi delle sabbie provenienti da cava terrestre, anche indicandole come una semplice eventualità, ma determinandone già il prezzo come elemento compreso nella gara d'appalto e soggetto a ribasso.

Saranno anche indicate le vie di accesso alla spiaggia per i mezzi di trasporto, con le eventuali opere provvisionali del caso.

8. INDAGINE DI CARATTERE ARCHEOLOGICO

La raccolta di informazioni ha verificato che nessuna delle opere in progetto insiste su aree nelle quali si è accertata la presenza di resti archeologici, per le quali vige l'obbligo di bonifica completa attraverso la programmazione di uno scavo archeologico mirato, anche se l'area di mare antistante il litorale compreso fra Albenga e Laigueglia ha restituito importanti relitti di grande interesse archeologico.

Gli elementi raccolti concorrono a ritenere tutta l'area interessata dalle opere di prelievo e deposito del sedimento a bassa potenzialità archeologica, in ragione delle caratteristiche geomorfologiche, dei dati bibliografici e archivistici disponibili ed infine sulla base degli esiti dell'assistenza archeologica svolta nel corso delle operazioni di ripascimento svolte nella primavera del 2021.

Il litorale antistante l'abitato, destinato al ripascimento, è in costante evoluzione per via delle importanti mareggiate che annualmente lo colpiscono. In nessuna occasione, sono emersi elementi di interesse archeologico dalle aree di spiaggia sommersa e intertidale. Difficilmente quindi le attività antropiche storicamente svolte in quest'area lasciano tracce durature nel tempo.

Lo specchio acqueo antistante il porticciolo di Alassio, scelto per il prelievo dei sedimenti, non ha mai restituito elementi di interesse archeologico ed è in corrispondenza di batimetriche difficilmente battute dalle imbarcazioni in rada, perché troppo prossime alla scogliera e soggette al moto ondoso. Le indagini morfobatimetriche eseguite nel 2020 avevano già rivelato l'assenza di marker di interesse archeologico nei primi metri della colonna stratigrafica del fondale. Del resto, come già sottolineato, l'assistenza archeologica alle operazioni di ripascimento svolta nella primavera del 2021, non ha portato all'identificazione di elementi di interesse archeologico nei sedimenti prelevati.

Gli elementi esposti consentono di definire come BASSO il rischio di presenza di resti archeologici nel sottosuolo, ipotizzabili come consistenti in elementi di interesse archeologico erratici trasportati dalle mareggiate quindi sepolti dalla sabbia. Si ritiene più rara, anche se non da escludere aprioristicamente, la possibilità rinvenire resti di imbarcazioni o strutture di interesse storico archeologico sepolte nell'area oggetto di scavo.

9. PRIMO PIANO DI INTERVENTO PLURIENNALE

La presente relazione descrive prioritariamente il progetto definitivo dell'intervento da realizzarsi con i fondi OCDPC 2021. Peraltro il programma di intervento sul litorale di Alassio, come già evidenziato nei paragrafi precedenti, deve essere ed è più ad ampio respiro, nell'ottica di realizzare una duratura stabilità dello scenario ottimale.

L'allegato **A** della presente relazione presenta una serie di modellazioni sviluppate da Geoscape: tra di esse alcune riguardano geotubi disposti longitudinalmente alla spiaggia. In esito a valutazioni di capacità finanziaria da parte degli Enti preposti (Comune, Regione, Stato, Comunità Europea) e di proporzionalità relativa alla dimensione dell'intervento e dei risultati attesi in termini di economia e sicurezza, nella prima stesura del piano di intervento pluriennale si è introdotta la struttura dei geotubi.

Il sistema complessivo viene pertanto costituito da:

- prolungamento del "molo Ferrando" in massi lapidei per circa 100 m in sommersione da 1 a 2 m;
- nastro formato da numero 4 geotubi di diametro 4,25 m posati affiancati con forma definitiva semiellittica di ampiezza 5,50 m ed altezza 2,60 m (le misure sono orientative a variabili a seconda del produttore). I geotubi sono posati su un tappeto dello stesso materiale, bordato ai limiti da 2 ridotti geotubi con il compito di tenere tesa la superficie;
- ulteriore e finale ripascimento con materiale di cava marina o terrestre, per un quantitativo totale di circa 200.000 mc, per un tenore corrispondente a circa 60 mc/ml.

Si prevede di chiudere il sistema sulle teste, in corrispondenza del molo Ferrando e della Scogliera; peraltro le chiusure saranno modellate e modulate costruttivamente parzializzando i materiali (massi e geotubi) nei modi che risultassero più opportuni dai monitoraggi.

Come riportato nelle stime dell'allegato **A**, il costo globale dell'intervento è pari ad Euro 21.300.000,00_ Il programma potrebbe, inaspettatamente, essere realizzato in unica soluzione grazie a fondi sufficienti.

Viene attualmente individuato un cronoprogramma tecnico-finanziario che ovviamente ha valenza solamente orientativa:

	ANNO				
	1	*2*	*3*	*4*	*5*
prolungamento molo Ferrando	●				
nastro geotubi	●	●	●	●	
ripascimento		●	●	●	●
importo parziale M €	**4,8**	**5,1**	**5,1**	**5,1**	**1,2**
importo progressivo M €	**4,8**	**9,7**	**14,8**	**19,9**	**21,3**

ALLEGATI

A. Modellistica numerica applicata su sette ipotesi di progetto a cura di Geoscape Società Cooperativa - SpinOff dell'Università di Genova

B. PLANIMETRIA ZONA DI PRELIEVO
ANALISI CAMPIONI SUPERFICIALI

C. VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO

Geoscape Società Cooperativa

SpinOff dell'Università di Genova

Sede legale Via Varese 2 – CAP 16122 (Ge)

Sede operativa Corso Europa 26 – CAP 16132 (Ge)

Pec: geoscape@pec.geoscape.it

Mail: info@geoscape.it

P.IVA: 02594600997

Relazione per servizio propedeutico alla valutazione del progetto di difesa costiera della spiaggia di Alassio, mediante **modellistica numerica** applicata su sette ipotesi di progetto

Sommario

Premessa 4

Breve descrizione del modello XBeach 2DH 4

1. *ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 1* 5

Breve sintesi 5

Risultati Scirocco 50 anni Idrodinamica 6

Risultati Scirocco 50 anni morfodinamica 7

Risultati Libeccio 50 anni idrodinamica 9

Risultati Libeccio 50 anni Morfodinamica 12

Nota 1: schema di sezione della barriera 14

2.ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 2 & 3 15

Breve sintesi 15

Risultati per idrodinamica e morfodinamica per mari di Libeccio 19

Test con mare di Libeccio 22

Risultati per idrodinamica e morfodinamica per mari di Scirocco 29

Test per mari di Scirocco 33

Confronto opera 120 metri Vs 150 metri 40

3.ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 4 42

Breve sintesi 42

Test Scirocco 44

Test Libeccio 47

4.ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 5 51

Breve sintesi 51

Test Libeccio TR50 53

Test Scirocco 54

5.ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 6 55

Breve sintesi 55

Scirocco 3.5 metri HS 58

Libeccio 5.5 metri HS 60

Wave Run-Up 62

6.ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 7 66

Breve sintesi 66

WAVE RUN-UP 72

Materiale Supplementare 76

Tempo di ritorno annuale Ipotesi 1 76
Tempo di ritorno annuale Ipotesi 2 e 3 80
Tempo di ritorno annuale Ipotesi 4 88
Tempo di ritorno annuale Ipotesi 5 90
Conclusioni 91

Premessa

Il Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (RTP), costituito da: Ing. Ferrando, Ing. Ferri, Ing. Gaggero, Ing. Rossi, Dott. Occelli, Dott. Aiello, ha dato incarico a Geoscape Soc. Coop. di fornire il servizio propedeutico alla valutazione di progetti di difesa costiera strutturali lungo la spiaggia di Alassio (SV) mediante implementazione di modellistica numerica su diversi scenari. In questo documento, vengono presentati i risultati inerenti le 6 ipotesi di progetto investigate.

Breve descrizione del modello XBeach 2DH

XBeach (eXtreme Beach) è un modello numerico 2DH open-source per la simulazione dell'idro-morfodinamica costiera, distribuito da Deltares (www.deltares.nl), ed ampiamente apprezzato dalla comunità tecno-scientifica internazionale (Roelvink et al., 2011, Bolle et al., 2011, Mucerino et al., 2019). Il modello risolve coppie di equazioni sul piano orizzontale, al fine di ottenere simulazioni numeriche di fenomeni quali la propagazione delle onde, l'idrodinamica costiera, il trasporto sedimentario, le variazioni del fondale, le variazioni spettrali delle onde e delle correnti al contorno (Roelvink et al., 2015). Per quanto riguarda la simulazione dei processi idrodinamici, XBeach possiede tre differenti opzioni: i) *Stationary wave model*: utile, ad esempio, per simulare i processi morfodinamici in condizioni di relativa bassa energia; ii) *Surfbeat mode*: indicato quando l'attenzione è portata sui fenomeni idro-morfodinamici nearshore (es. correnti costiere, zona di swash); iii) *Non-hydrostatic mode*: particolarmente indicato nel caso di spiagge caratterizzate da un'accentuata acclività, come ad esempio le spiagge ghiaiose. Quanto fin qui riportato è da intendersi come una breve introduzione allo strumento utilizzato; per ogni ulteriore informazione tecnica di dettaglio si rimanda alla consultazione del manuale tecnico stilato da Roelvink et al. (2015).

Per quanto concerne l'implementazione del modello XBeach, è stata costruita una griglia computazionale regolare a risoluzione variabile. In questo modo è stato possibile ottenere un'elevata risoluzione spaziale nell'area di indagine, consentendo altresì di considerare un dominio computazionale ampio (al fine di una migliore simulazione dello sviluppo del moto ondoso). In dettaglio, considerando un dominio di 3.5 × 2 km, si è raggiunta una risoluzione di 5 m nel sotto costa.

Per quanto riguarda l'implementazione del moto ondoso, per ognuna delle 18 simulazioni precedentemente citate, è stato simulata una mareggiata della durata di 5 ore. La batimetria utilizzata per queste simulazioni è riferita allo scenario post ripascimento ipotizzato nella precedente commessa di luglio 2020.

In termini di tessitura del sedimento di spiaggia, si è fatto riferimento alle analisi sedimentologiche fornite dalla committenza.

In termini di output, si sono presi in considerazione la *sedimentazione/erosione (sed/ero)*, *l'altezza d'onda,* l'*evoluzione del fondale* e le correnti generate da moto ondoso.

Si riportano nelle sezioni successive, suddivisi per direzione di provenienza del moto ondoso al largo, i risultati ottenuti con relativa descrizione.

Bibliografia citata nel paragrafo

- *Bolle, A., Mercelis, P., Roelvink, D., Haerens, P., & Trouw, K. (2011). Application and validation of XBeach for three different field sites. Coastal Engineering Proceedings, 1(32), sediment-40.*
- *Roelvink, D. (2011). A guide to modeling coastal morphology, volume 12. World Scientific.*
- *Roelvink, D., Van Dongeren, A., McCall, R., Hoonhout, B., Van Rooijen, A., Van Geer, P., De Vet, L., Nederhoff, K., and Quataert, E. (2015). XBeach technical reference: Kingsday release. Delft, The Netherlands: Deltares, Technical report.*
- *Mucerino, L., Albarella, M., Carpi, L., Besio, G., Benedetti, A., Corradi, N., Firpo M. & Ferrari, M. (2019). Coastal exposure assessment on Bonassola bay. Ocean & coastal management, 167, 20-31.*

1. *ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 1*

Breve sintesi

Mediante l'utilizzo di modello matematico sono state effettuate 2 simulazioni per valutare la risposta del litorale alassino nel caso dell'installazione di una barriera soffolta in geotessuto, disposta lungo l'intero sviluppo del litorale stesso, posta alla profondità di 3.5 metri. In questa fase, gli stati di mare utilizzati, sono gli stessi utilizzati nel precedente incarico, ossia Libeccio e Scirocco con tempo di ritorno di 50 anni.

Di seguito sono riportati i risultati suddivisi in 2 settori, Nord e Sud, per le 2 direzioni del moto ondoso. Inoltre, sono state redatte 2 elaborazioni: la prima riferita alla morfodinamica, la seconda all'idrodinamica.

In questa fase sono state eseguite simulazione corrispondenti a circa 5 ore di tempesta con altezze d'onda superiori a 4 metri. Questo è stato necessario per poter constatare le principali dinamiche dovute alla presenza dell'opera.

La barriera soffolta ha una sommergenza di 0.9 metri (vedi nota 2) ed una larghezza di 11 metri, costituita da 2 corpi con sezione ellittica disposti lungo tutta la costa del litorale di Alassio (Figura 1). L'opera poggia su uno strato di materiale inerodibile largo 30 metri, 10 metri lato terra e 20 metri lato mare. A causa della profondità alla quale si trova l'opera è stato necessario lasciare un varco ampio circa 60 metri all'altezza del pontile a causa della presenza di un'area di approdo su gavitelli.

Le tessiture prese in considerazione sono quelle fornite dalla committenza ossia un diametro medio di 0.2 millimetri.

Risultati Scirocco 50 anni Idrodinamica

In entrambe le immagini (Figura 1 e 2) risulta evidente il flusso di corrente superficiale in uscita in corrispondenza dall'apertura di circa 60 metri dell'opera nei pressi del pontile e ai margini dell'opera, sia a Nord che a Sud. La presenza dell'opera riduce l'altezza fino ad un 1.5 metri nell' area interposta tra la barriera e la spiaggia emersa, mentre le correnti superficiale (frecce nere) evidenziano un importante flusso in uscita superando la barriera stessa.

La presenza dell'opera è rappresentata su carta da 2 lunghi poligoni arrotondati tra le isobate -2 e -4 metri (freccia rossa Figura 1).

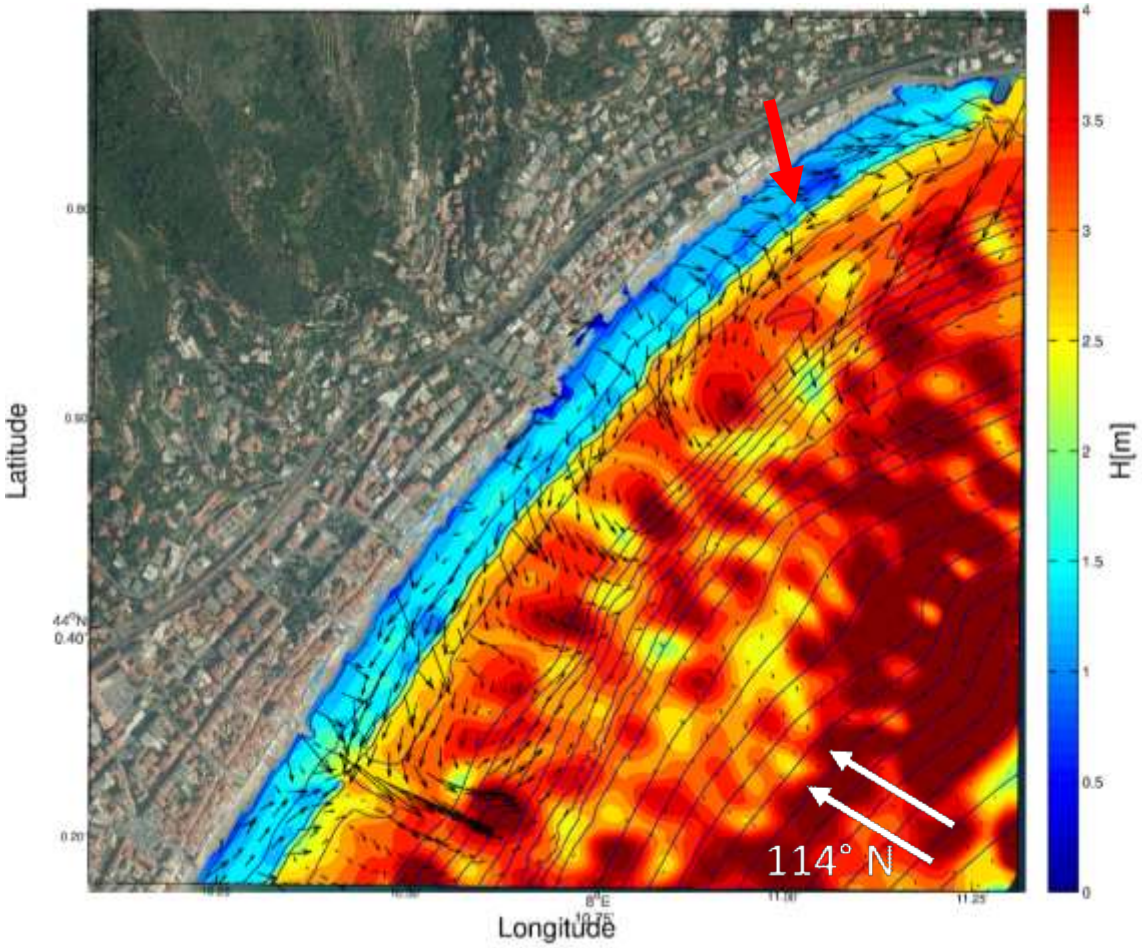


Figura 1 idrodinamica settore Nord con barriera

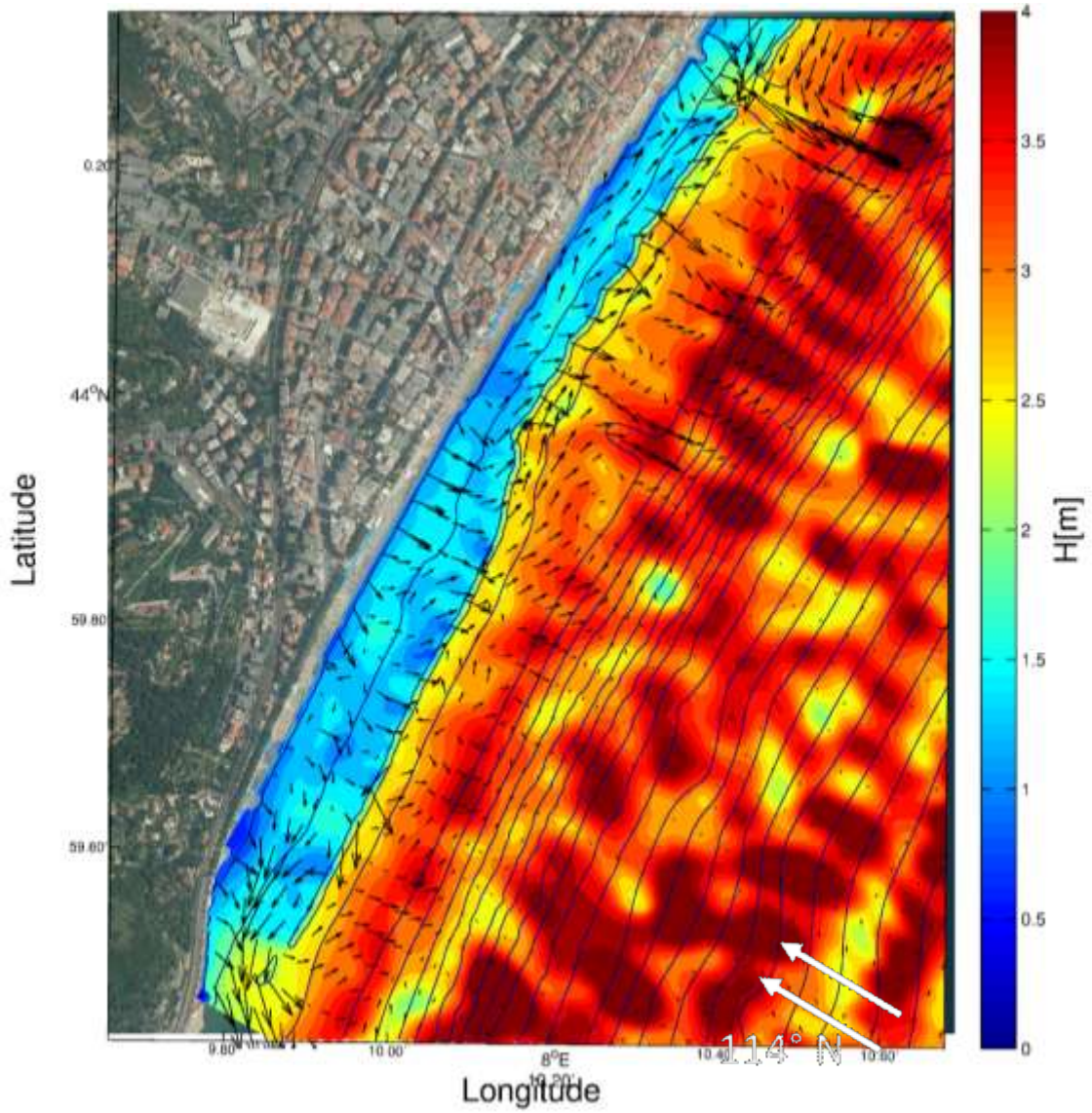


Figura 2 Idrodinamica settore Sud

Risultati Scirocco 50 anni morfodinamica

In riferimento all'evoluzione morfodinamica e al trasporto solido il modello ha fatto emergere una forte erosione (colore blu) ai bordi dell'opera e in corrispondenza del varco centrale (Figure 3 e 4); sempre in blu si evidenza una erosione di circa un metro della spiaggia emersa con corrispondente accumulo alla profondità di – 1; inoltre a tergo dell'opera (lato mare) si presentano diffusi fenomeni erosivi fino a circa 0.5 metri in alcuni punti. Alla profondità di 5 metri si osserva invece un discreto accumulo di materiale (giallo arancio) nel settore sud, mentre nel settore Nord questo deposito si trova sia alla -5 metri che alla -6; questa dinamica potrebbe essere associata al trasporto solido di materiale proveniente dal bordo Nord della barriera e dall'apertura centrale ne pressi del pontile.

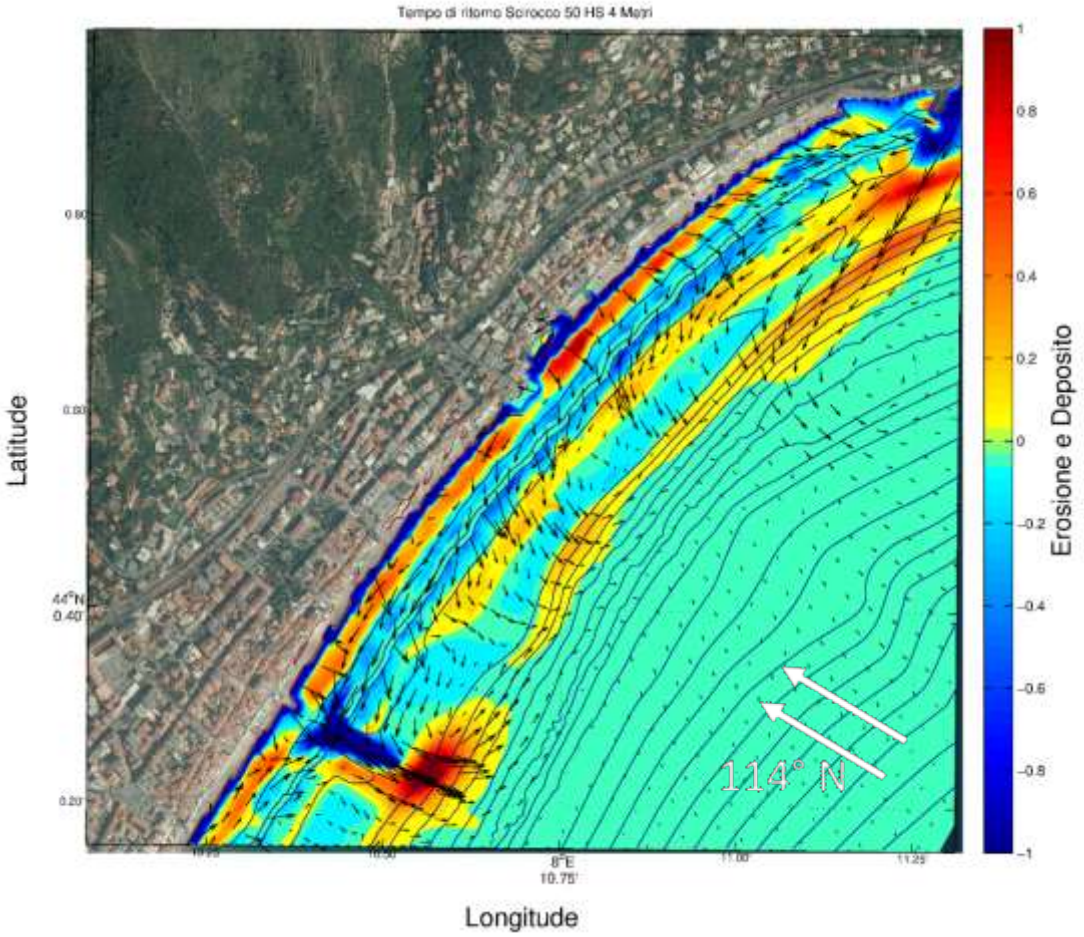


Figura 3 Scirocco Morfodinamica Nord

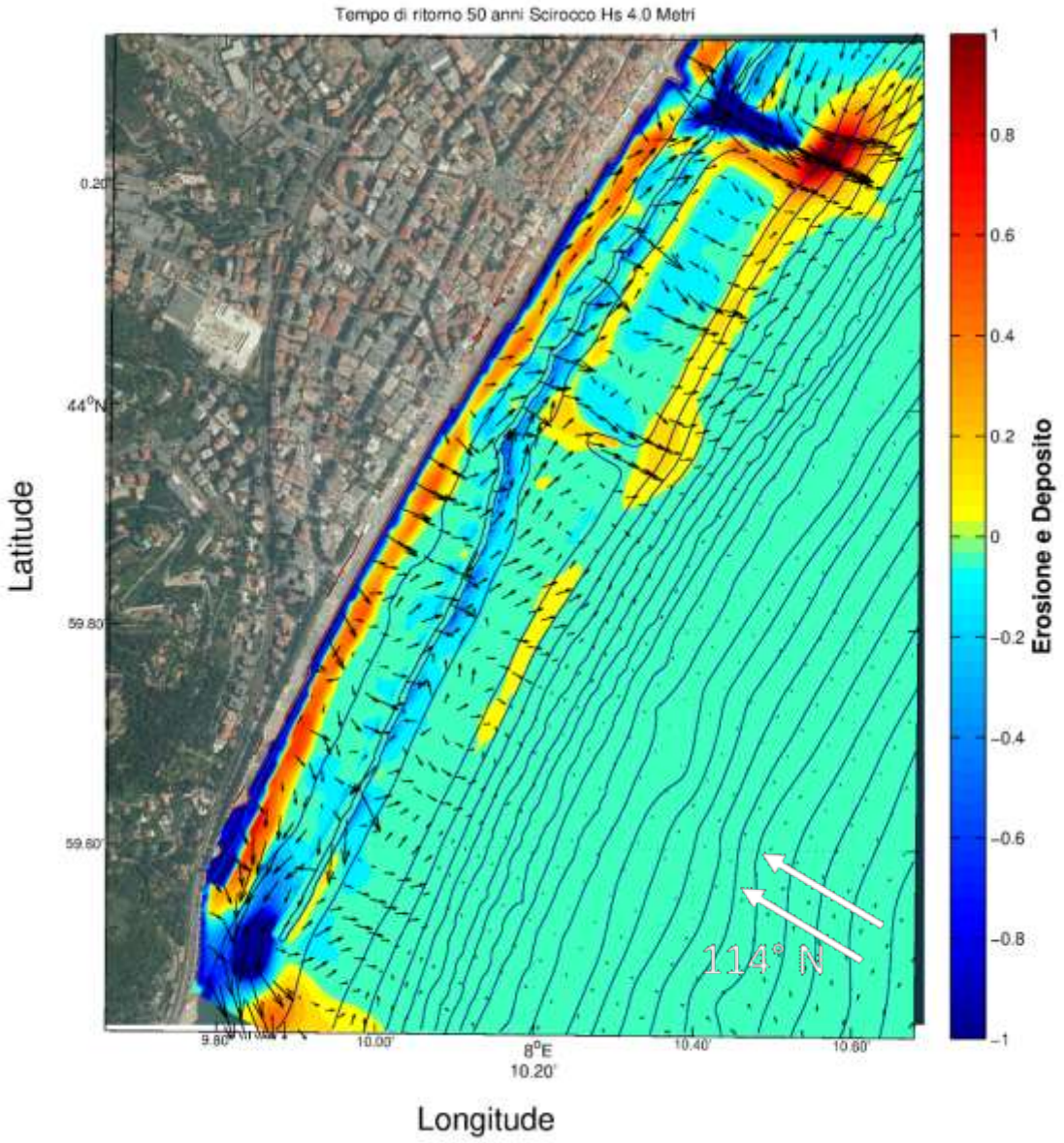


Figura 4 Scirocco Morfodinamica Sud

Risultati Libeccio 50 anni idrodinamica

Per le simulazioni di libeccio i fenomeni di attenuazione dell'onda sono simile a quelli di Scirocco, ossia una riduzione dell'altezza d'onda nell'area interposta tra la barriera e la spiaggia emersa. Quello in cui si differenzia questo scenario è la corrente litoranea con direttrice SO-NE (frecce nere) che si innesca lungo tutta la costa alassina, sia all' interno della barriera che all'esterno.

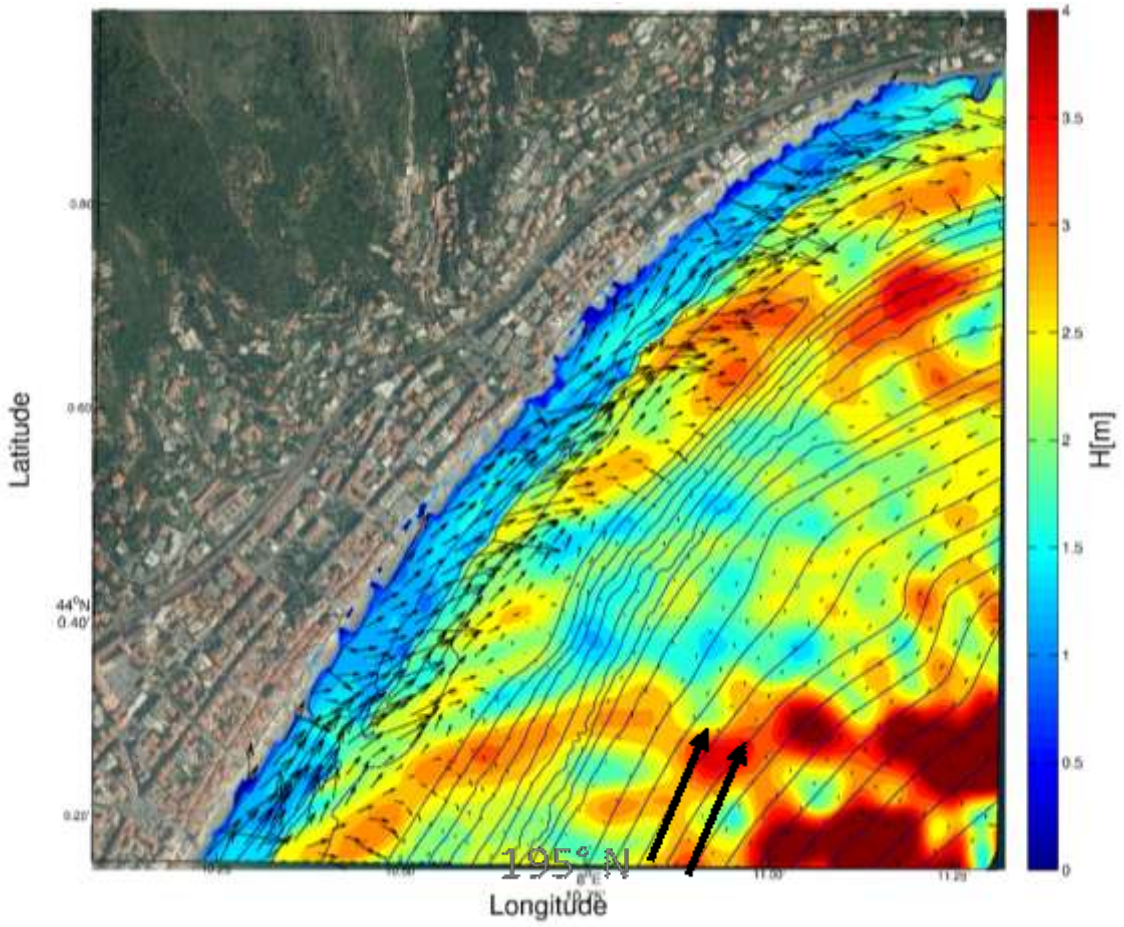


Figura 5 Libeccio Idrodinamica Nord

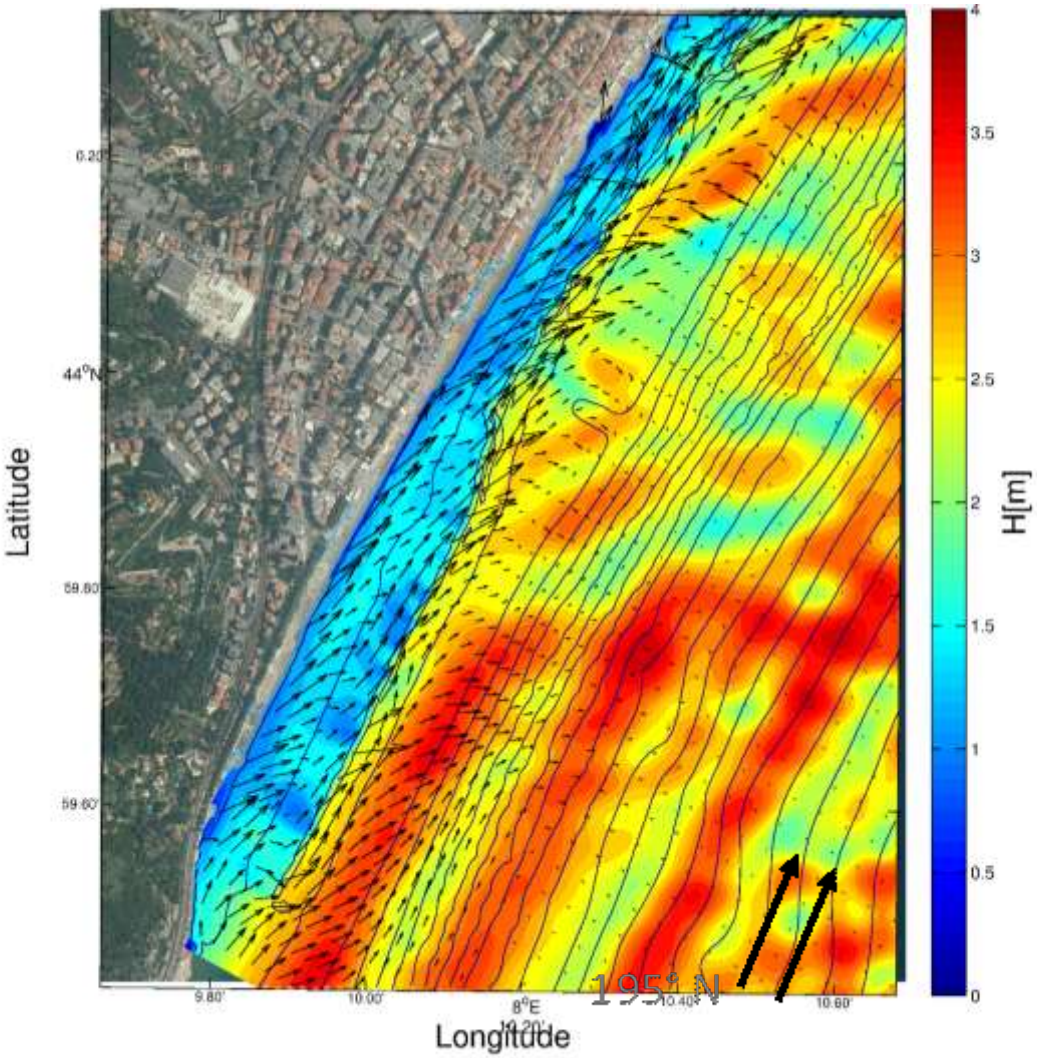


Figura 6 Libeccio Idrodinamica Sud

Come nelle immagini precedenti vengono riporte in giallo/arancio/rosso le aree in accumulo e in azzurro/blu le aree in erosione.

Anche in questo caso la dinamica è simile in quanto le aree di deposito ed erosione corrispondono a quelle per il mare da Scirocco, anche se nella zona Nord, all'altezza del varco, l'accumulo di materiale è nettamente inferiore e il drift litoraneo distribuisce il materiale movimentato in maniera più uniforme lungo tutto il tratto di costa investigato (Figura 7 e 8). Per il varco Sud (Figura 8) emerge una minor uscita di materiale a tergo della barriera; questo è dovuto al drift litoraneo innescato dai mari di libeccio.

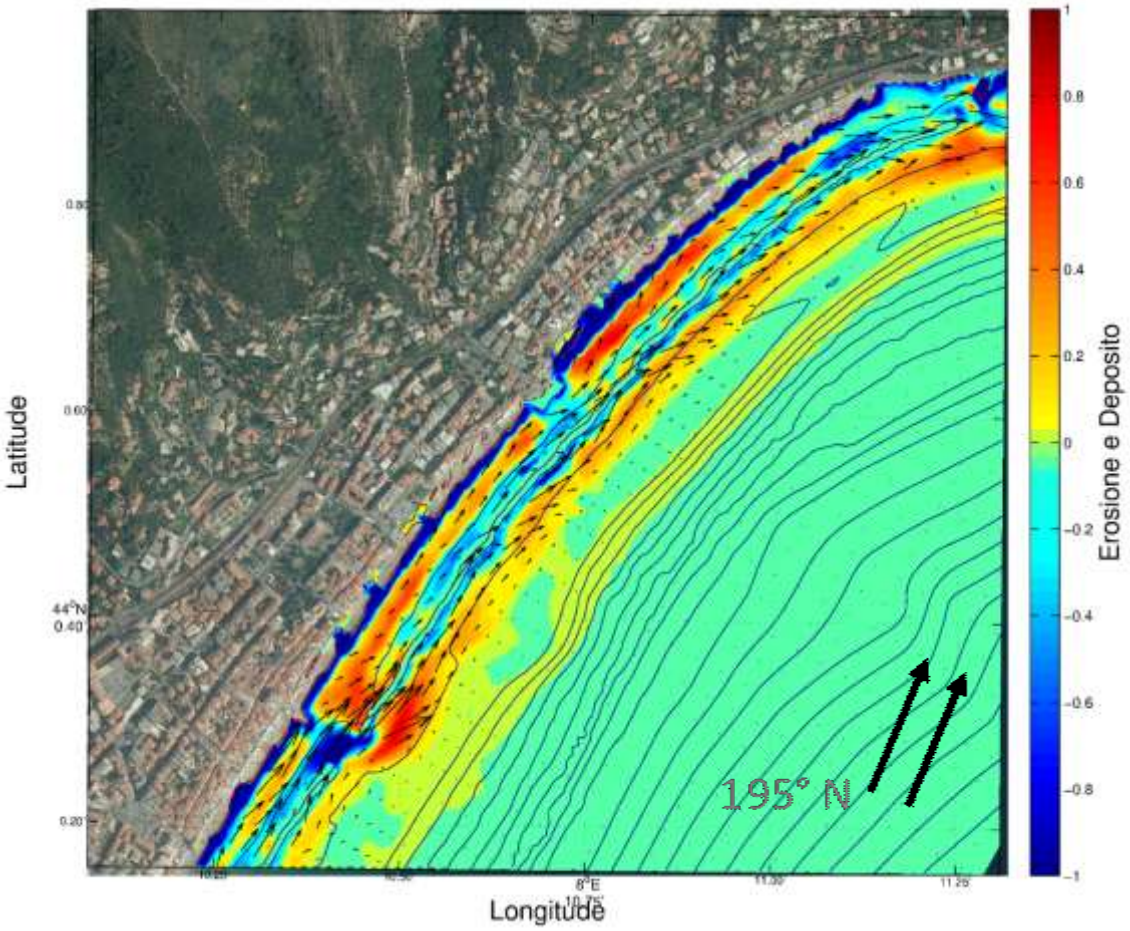


Figura 7 Libeccio Morfodinamica Nord

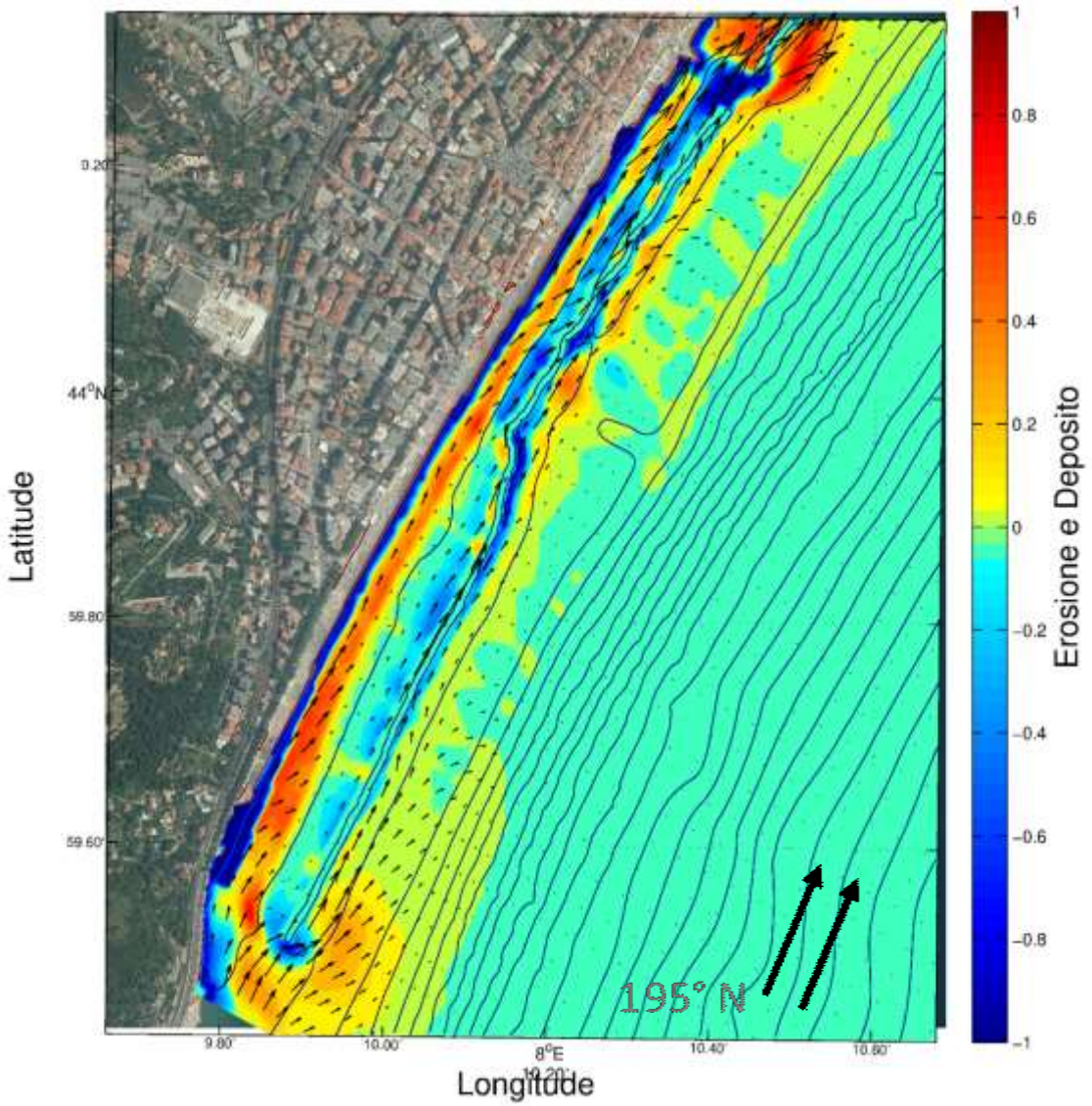
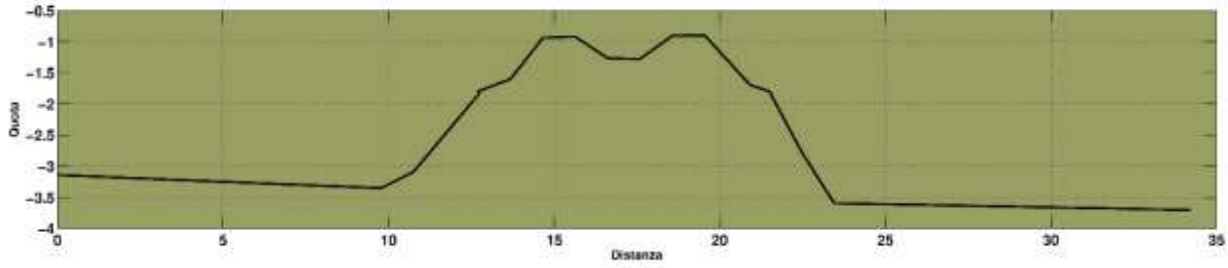


Figura 8 Libeccio Morfodinamica Sud

Nota 1: schema di sezione della barriera



2. ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 2 & 3

Breve sintesi

Per questa ipotesi di progetto sono state effettuate simulazioni numeriche al fine di valutare la risposta del litorale alassino in riferimento al versamento di 192.000 m3 con una dimensione tessiturale di 0.2 mm e al radicamento di un sistema di barriere soffolte denominato "Sistema a secche". L'intervento ha interessato tutto il litorale di Alassio con l'obiettivo di proteggere e riequilibrare l'arenile; come richiesto dalla committenza sono stati versati 60 m3 per metro lineare (ml) e sono state riportate in pianta 12 secche con un interasse di 250 m (figura 9, figura 10, figura 11). I dati batimetrici utilizzati per queste simulazioni fanno riferimento ai risultati ottenuti con le simulazioni effettuate per il ripascimento 2020, già presentato e approvato dalla committenza. Nelle figure 2,3 viene messo in evidenza la posizione della linea di riva post ripascimento 2020 (in nero) e la nuova line di riva per il ripascimento 2021 (in rosso).

Le secche raggiungo una quota pari 0.0 metri s.l.m. con un perimetro di 20 x 40 e una pendenza lato mare di 1/3 e lato terra di 3/2; a seconda dell'area di posizionamento raggiungono differenti quote di radicamento: nel settore di ponente sono collocate nei pressi dell'isobata – 3 metri, mentre nel settore centrale e di levante si trovano alla profondità di 4/5 metri.

Da questa relazione sono stati esclusi i Test 1 e Test 2 in quanto reputati poco significati ai fine della comprensione delle principali caratteristiche idro-morfodinamiche in gioco. I test 3 e 4 fanno riferimento ai tempi di ritorno di 1 anno (TR1) e di 50 anni (TR50) elaborati dal Dipartimento di Ingegneria (DICCA) nel 2020.

In fase preliminare, per identificare la soluzione progettuale maggiormente efficace, le opere sono state posizionate a 120 metri e a 150 metri dal fine spiaggia. Da una prima analisi condotta di concerto con la committenza, l'evoluzione idro-morfodinamica simulata ha portato alla luce una maggior efficacia dell'ipotesi del sistema di secche a 150 metri dal fine spiaggia; difatti, nei paragrafi successivi sarà approfondita questa ipotesi di progetto mentre successivamente sarà dedicato un paragrafo al confronto dei risultati ottenuti con le opere a 120 metri dal fine spiaggia.



Figura 9 Ipotesi di progetto 2 Ripascimento protetto da un sistema di secche



Figura 10 Zoom su area Levante dell'ipotesi 2



Figura 11 Zoom su area Ponente dell'ipotesi 2

Risultati per idrodinamica e morfodinamica per mari di Libeccio

Per quanto concerne la propagazione idrodinamica per i mari di Libeccio, è emersa una chiara attenuazione dell'onde a tergo del sistema di secche, non perpendicolare alla linea di costa (zona blu scuro), che confluisce nella corrente long-shore da ponente a levante (Figura 12); i risultati delle correnti evidenziano un andamento a dente di sega dovuto alla presenza delle secche che determina il deposito di materiale a tergo di queste, come evidenziato nella Figura 13. Data la direzione del moto ondoso il deposito non risulta in asse con l'opera ma è traslato verso levante.

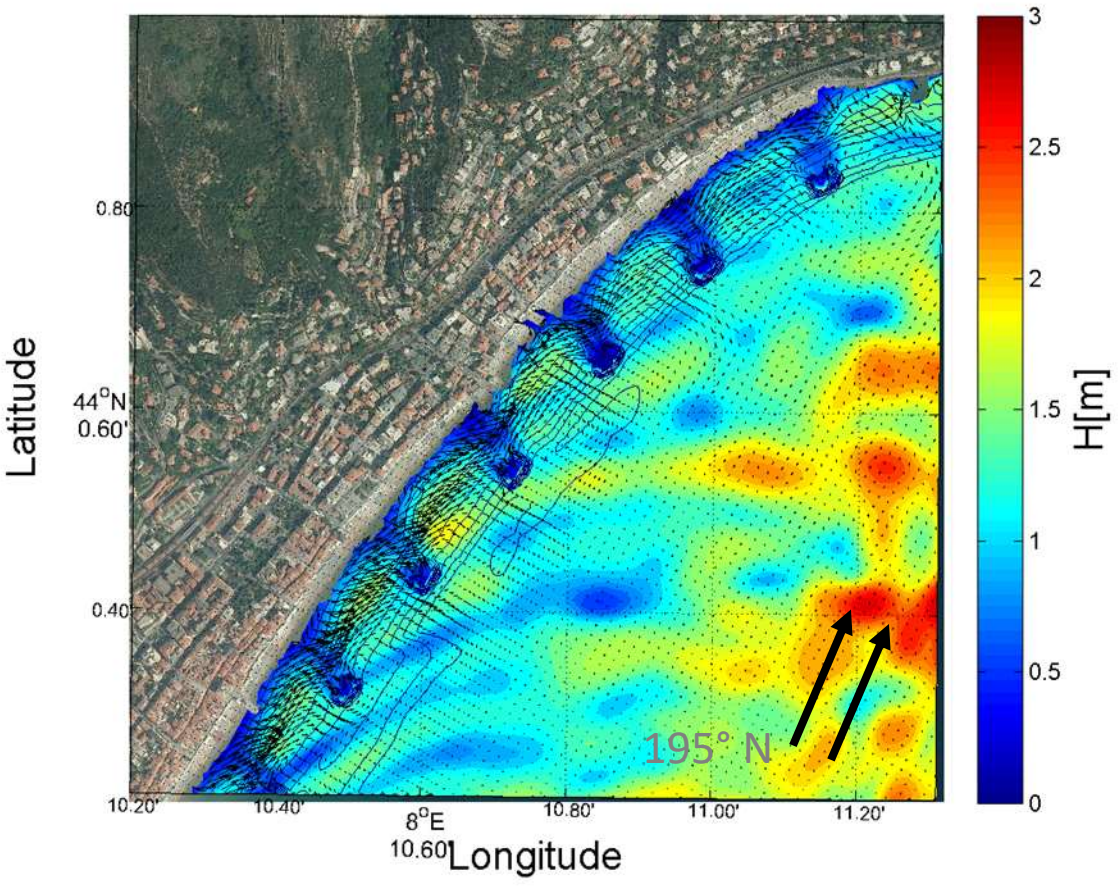


Figura 12 Propagazione moto ondoso da Libeccio e correnti superficiali

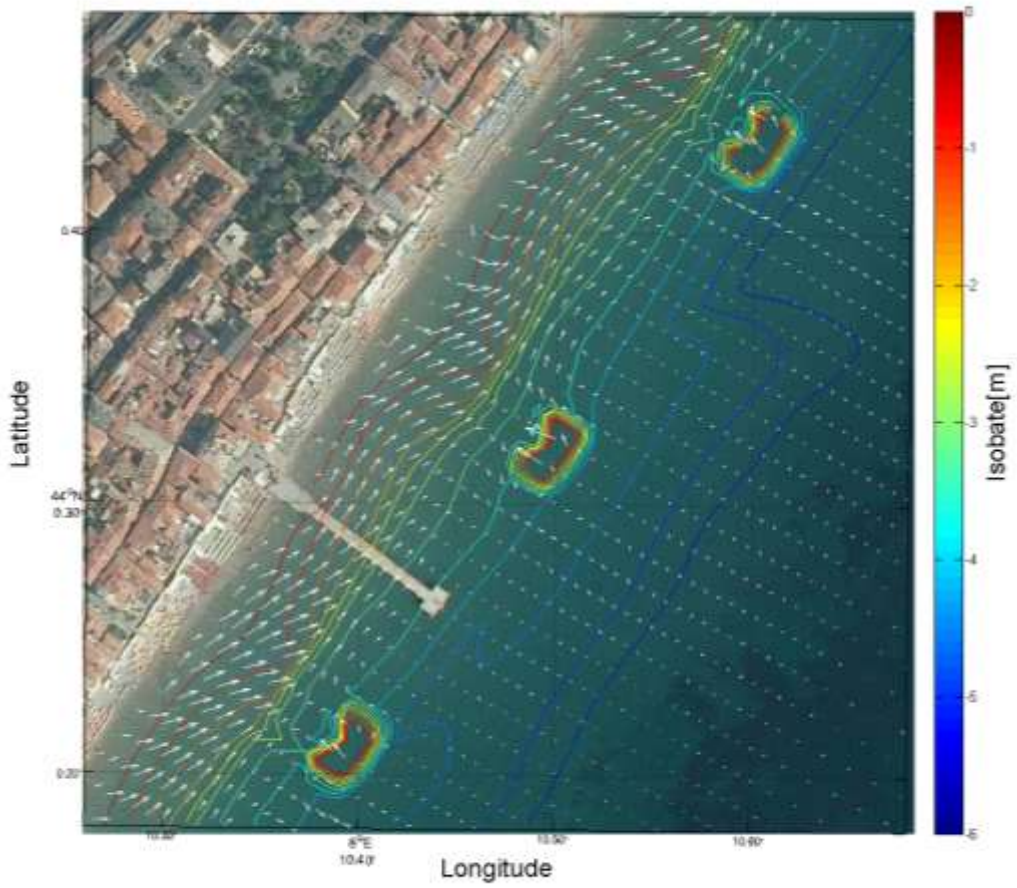


Figura 13 Dettaglio correnti per mari di Scirocco

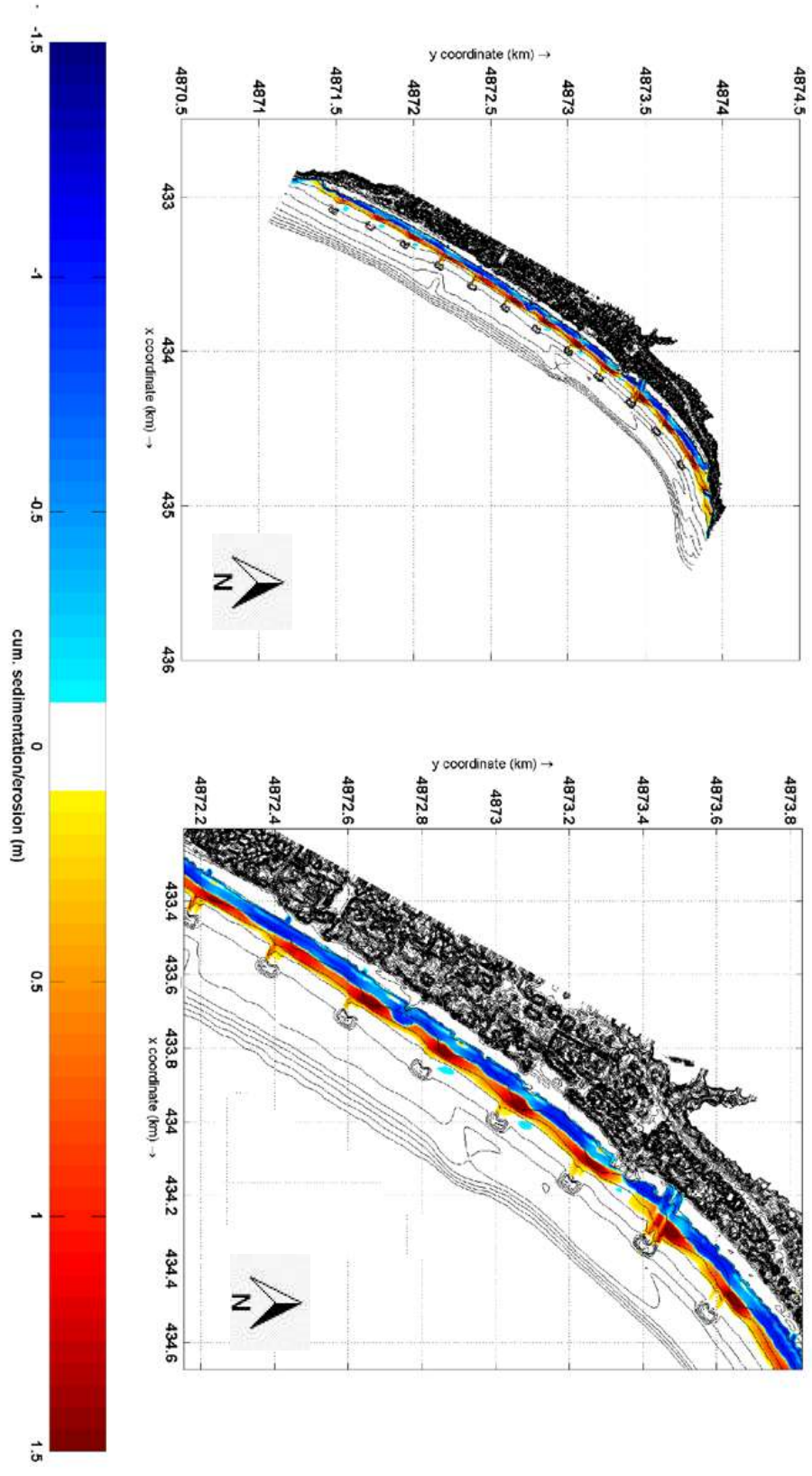


Figura 14 tasso di erosione e deposito per mari di Libeccio

Test con mare di Libeccio

Per una maggior comprensione dei risultati ottenuti, viene riportata un'analisi in ambiente GIS in riferimento all'evoluzione morfodinamica del tratto di costa interessato per i Test 3 e 4.

Test 3

In questo test sono state simulate onde con altezza significativa 2.8 metri alla profondità di 40 metri per un tempo pari a 5 ore; dai risultati si evince un arretramento del ripascimento 2021 nei varchi tra le secche e una discreta stabilità a tergo di queste (Figure 15, 16 e 17). Il tratto maggiormente interessato da movimentazione di sabbia rimane circoscritto alla profondità di 2 metri (Figura 16) dove emerge un innalzamento del fondale in maniera diffusa lungo tutto il tratto di costa; anche in questo caso, per mari da libeccio, il deposito risulta asimmetrico rispetto all'asse delle opere.

Test 4

Per il test 4 sono state utilizzate onde con tempo di ritorno cinquantennale, ossia superiori a 4 metri. Rispetto al test precedente, emerge un ulteriore arretramento della linea di riva lungo tutto il tratto di costa e un discreto accumulo sui fondali a tergo delle opere che raggiunge la profondità di – 3 metri (Figura 18, 19 e 20).



Figura 15 Zoom dei risultati per mare di Libeccio Test 3



Figura 16 Zoom dei risultati a levante per mare di Libeccio Test 3



Figura 17 Zoom dei risultati a ponente per mari di Libeccio Test 3



Figura 18 Zoom risultati levante per mari di Libeccio Test 4



Figura 19 Zoom risultati ponente per mari di Libeccio Test 4



Figura 20 Dettagli risultati per mari di Libeccio Test 4

Risultati per idrodinamica e morfodinamica per mari di Scirocco

Le simulazioni della propagazione del moto ondoso per i mari da Scirocco producono un attacco sul litorale di Alassio trasversale molto più incisivo rispetto ai marosi provenienti da Libeccio; i risultati mostrano la protezione messa in atto dalle secche con un'asimmetria traslata verso ponente ed un innalzamento del moto ondoso tra i varchi (Figura 21); in alcuni punti l'altezza d'onda si riduce di circa un metro a causa dell'attenuazione dovuta alla presenza dell'opera. La Figura 22 mostra le principali direttrici delle correnti superficiali, dalle quali emerge una scarsa convergenza a tergo delle secche, mentre nell'interasse si innesca un una corrente offshore lievemente ruotata verso levante.

Conseguentemente allo scenario idrodinamico sopradescritto i risultati delle simulazioni riferite alla morfodinamica fanno emergere un accumulo di materiale a tergo delle opere con asimmetria rispetto all'asse centrale delle secche; a differenza dei test effettuati per mari di Libeccio emerge una piccola quantità di materiale in uscita verso il largo che si deposita al piede delle secche, lato ponente, in misura pari a circa 20 cm, mentre si evidenzia un erosione al piede dell'opera lato terra di levante; questo fenomeno è dovuto all'angolo di attacco del moto ondoso non perfettamente ortogonale alla costa sabbiosa (Figura 22).

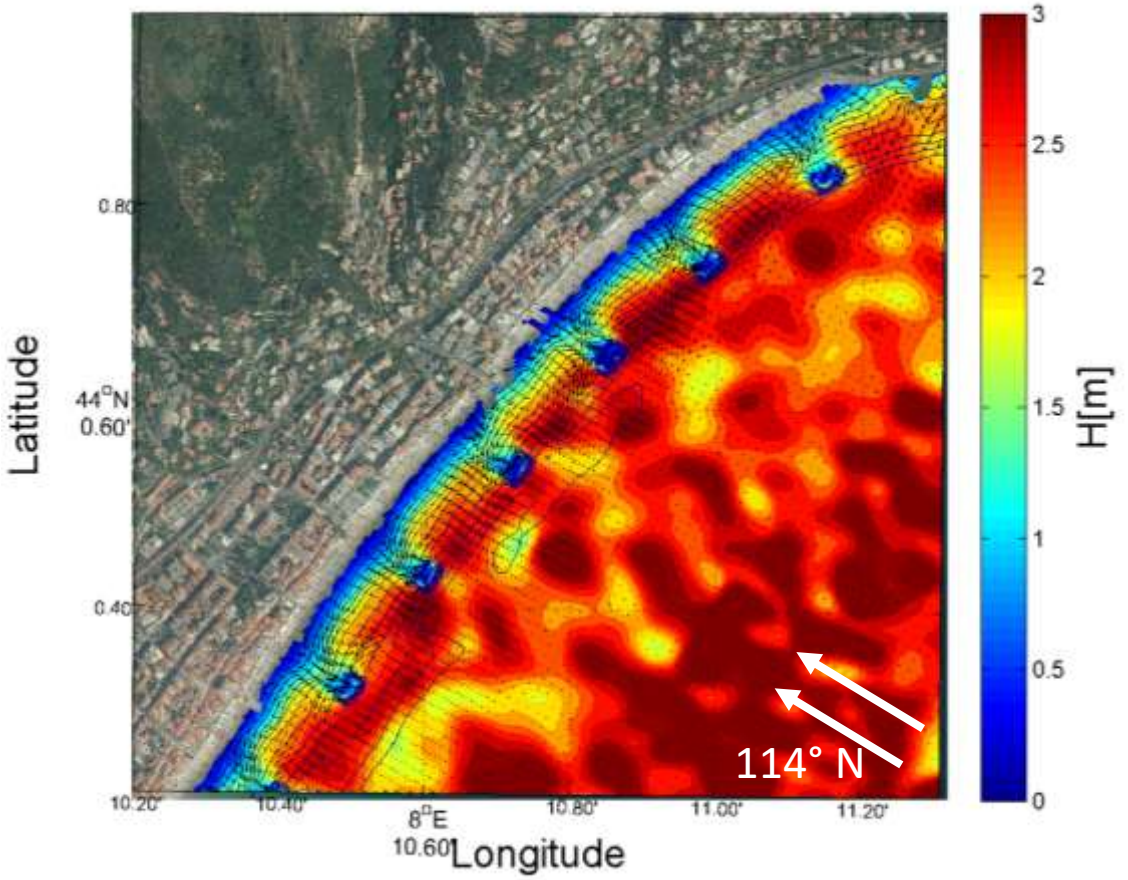


Figura 21 Propagazione per mari di Scirocco e correnti superficiali

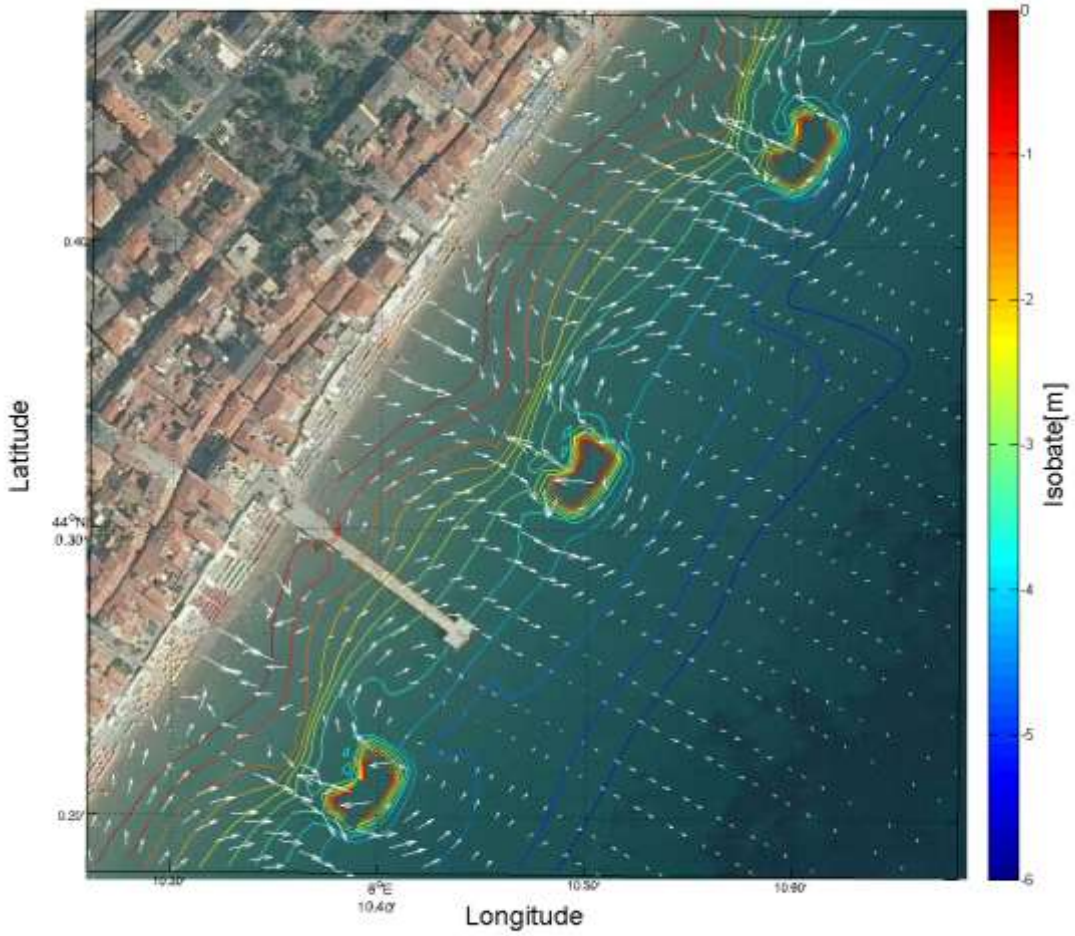


Figura 22 Dettaglio correnti per mari da Scirocco

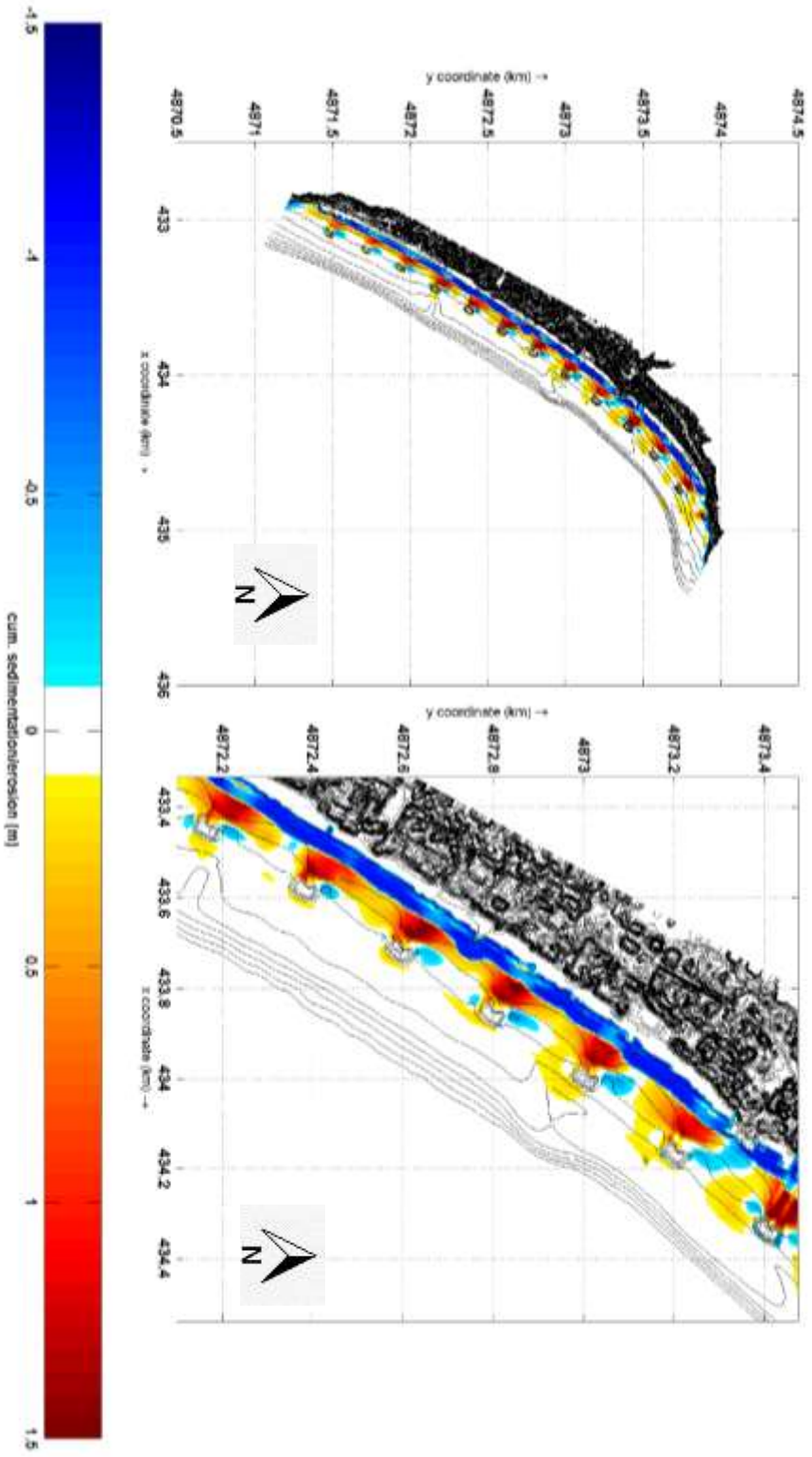


Figura 23 tassi di erosione e deposito per mari di Scirocco

Test per mari di Scirocco

Test 3

Dall'analisi condotto sulla linea di riva e le isobate fino a 6 metri di profondità è risultata un'erosione diffusa del materiale depositato per questa simulazione; è evidente un discreto deposito a tergo delle opere e una buona stabilita della linea di riva; inoltre, la movimentazione sembra interessare maggiormente l'area compresa tra lo zero e la profondità di 2 metri e solo in pochi casi raggiunge l'isobata alla -3 metri (Figure 24,25 e 26)

Test 4

Il test 4 rappresenta il caso estremo (Figure 19,20 e 21), in quanto l'attacco diretto dei marosi di Scirocco determina una movimentazione dei fondali fino alla profondità di 6 metri; una parte consistente del materiare migra a tergo dell'opere a discapito della battigia e del fondale tra le secche. Resta palese l'asimmetria rispetto all'asse del sistema di protezione e la buona tenuta della battigia in quest'aree.



Figura 24 Zoom risultati levante per mari di Scirocco Test 3



Figura 25 Zoom risultati ponente per mari di Scirocco Test 3



Figura 26 Dettaglio risultati per mari di Scirocco Test 3



Figura 27 Zoom risultati levante per mari di Scirocco Test 4



Figura 28 Zoom risultati ponente per mari di Scirocco Test 4



Figura 29 Dettaglio risultati per mari di Scirocco Test 4

Confronto opera 120 metri Vs 150 metri

Come descritto in precedenza, la committenza ha richiesto di valutare mediante simulazioni numeriche la risposta morfodinamica al radicamento delle opere sia a 120 metri che a 150 metri dal fine spiaggia per i tempi di ritorno di un anno e cinquant'anni per mari di Libeccio e Scirocco. Di seguito vengono riportati i risultati emersi dal confronto**.** Dalle simulazioni è emerso una risposta morfodinamica simile per i mari di Libeccio (Figura 30); in entrambi i casi, i fenomeni di trasporto assumono una forma cuspidata a tergo delle barriere intorno alla profondità di 2 metri. I risultati divergono sulla forma di deposito in quanto i risultati per 120 metri restituisco una cuspide quasi simmetrica rispetto alla barriera mentre nel caso delle barriere distanti 150 metri si osserva un'asimmetria con asse centrale posto a levante; probabilmente questo fenomeno è dovuto alla differente diffrazione e frangenza in quanto le opere sono posizionate a differenti profondità.



Figura 30 Confronto 120 150 Libeccio TR 50

Per i test effettuati con moto ondoso proveniente da Scirocco (Figura 31), emergono differenze risposte morfologiche; nel caso delle barriere a 120 metri emerge nell'interasse un maggior trasporto solido off-shore rispetto alle barriere posizionate a 150 metri. A tergo delle opere si osserva una maggior tendenza di accumulo per l'ipotesi 2 (120 m) alla profondità di 2 metri in quanto raggiunge la base interna dell'opera; in entrambi i casi il deposito assume un'asimmetria con asse centrale dislocato a ponente.



Figura 31 Confronto 120 150 Scirocco TR50

3.ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 4

Breve sintesi

Per questa ipotesi di progetto sono state effettuate simulazioni numeriche al fine di valutare la risposta del litorale alassino in riferimento al radicamento di un sistema di barriere soffolte denominato "Sistema a secche 4". L'intervento ha interessato tutto il litorale di Alassio con l'obiettivo di proteggere e riequilibrare l'arenile; come richiesto dalla committenza sono state riportate in pianta 12 secche con un interasse di 250 m a 120 metri dal fine spiaggia (figura 33). I dati batimetrici utilizzati per queste simulazioni fanno riferimento ai risultati ottenuti con le simulazioni effettuate per il ripascimento 2020, già presentato e approvato dalla committenza. A differenza dell'ipotesi 2 e 3 il sistema di secche è costituito da 12 parallelepipedi con una sommergenza di 0.7 metri e con dimensioni su pianta di 48x24 metri collocati alla profondità di 3.5 metri circa (figura 32) in geotessuto. Alla base delle opere è stato posizionato uno strato inerodibile di 20 metri per lato.

Per questo progetto sono state valutate le risposte idromorfodinamiche per i tempi di ritorno di un anno e cinquant'anni per mari di Libeccio e Scirocco.

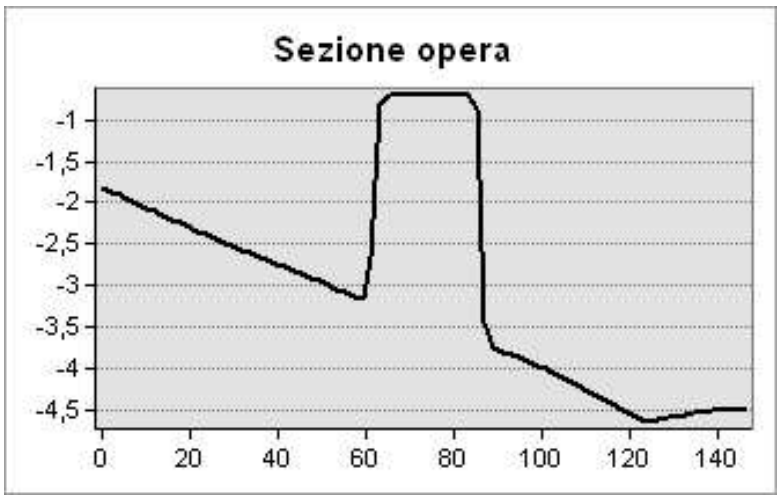


Figura 32 sezione opera

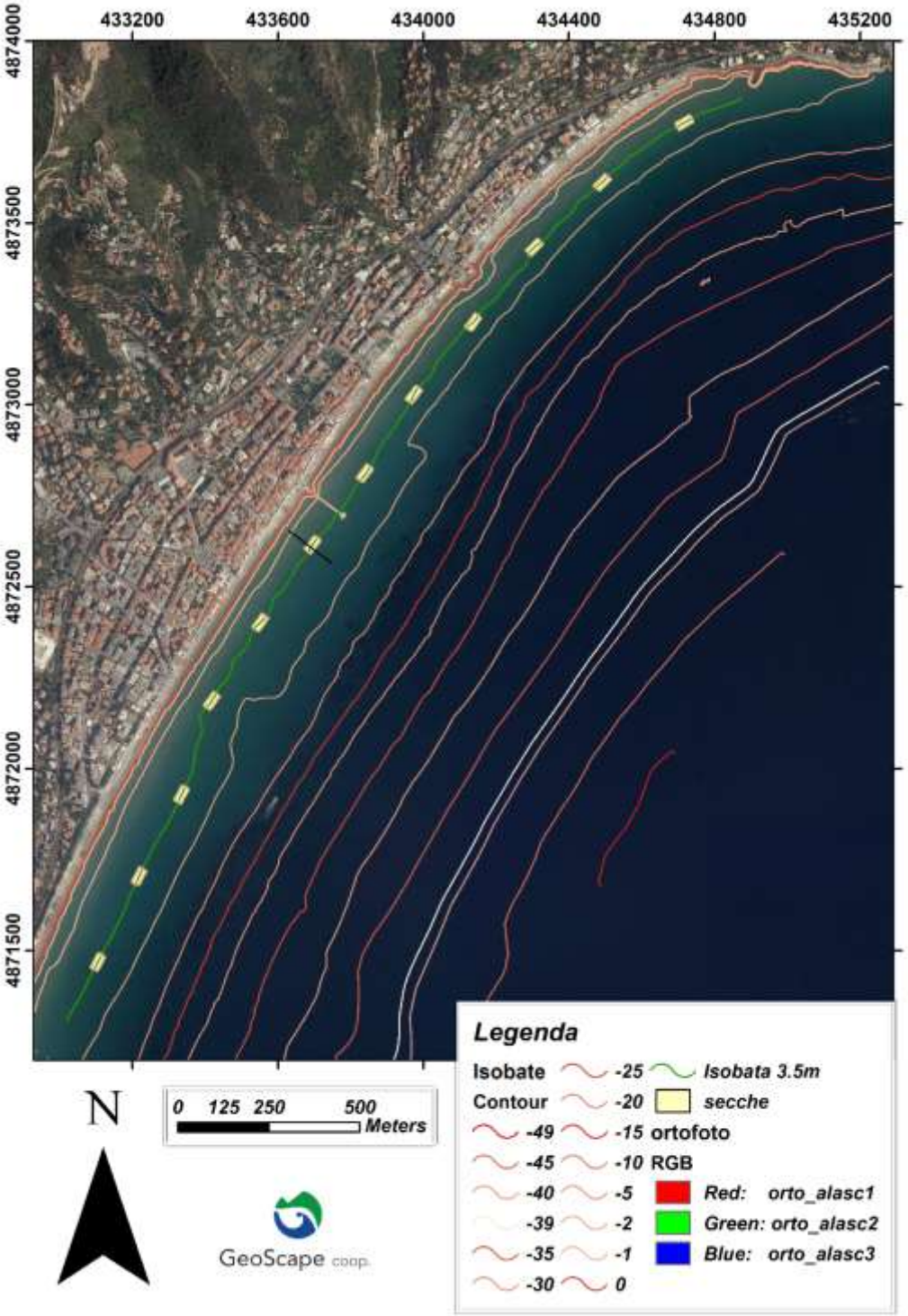


Figura 33 Radicamento Secche Ipotesi 4

Test Scirocco

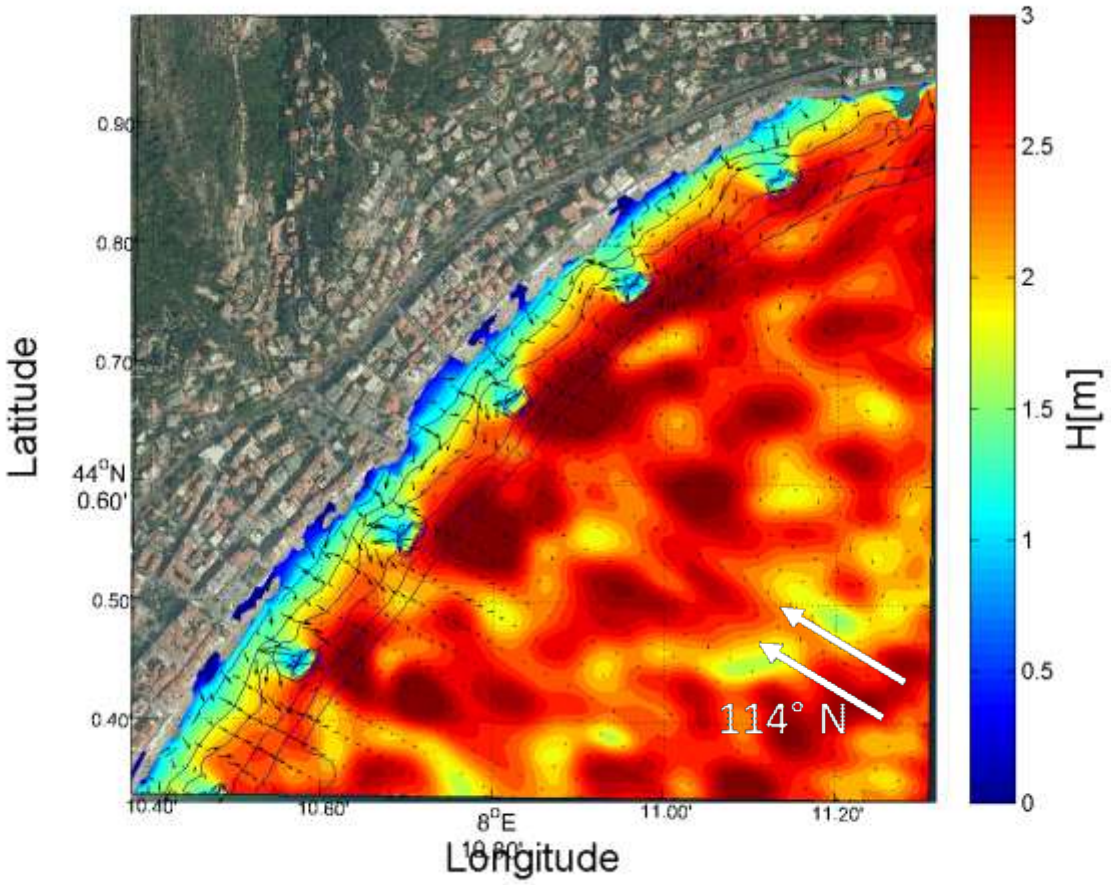


Figura 34 Risultati per mari di Scirocco TR50

La Figura 34 riporta i risultati riferiti alla propagazione del moto ondoso e le correnti derivate da marosi provenienti da Sud Est con tempo di ritorno di 50 anni; Si evince la riduzione del moto ondoso a tergo delle opere con una riduzione delle altezze di circa 2 metri, mentre sul fronte mare delle strutture emerge un innalzamento del livello del mare dovuta all'impatto con la stessa; lungo i bordi laterale si registra una discreta corrente cross-shore. Inoltre, va evidenziato un'asimmetria verso levante del cono d'ombra generato dalla barriera (opposta all'ipotesi 2 e 3), questo è dovuto probabilmente a fenomeni di riflessione e rifrazione determinata da un'opera con piede a 90 gradi e dall'angolo di attacco del moto ondoso; difatti nei risultati per il settore di ponente questo fenomeno si riduce. Nelle Figure 36 e 37 vengono riporti i tassi di erosione e di accumulo, dai quali emerge un elevato tasso di erosione a tergo delle opere e un importante perdita di sedimenti in direzione offshore.

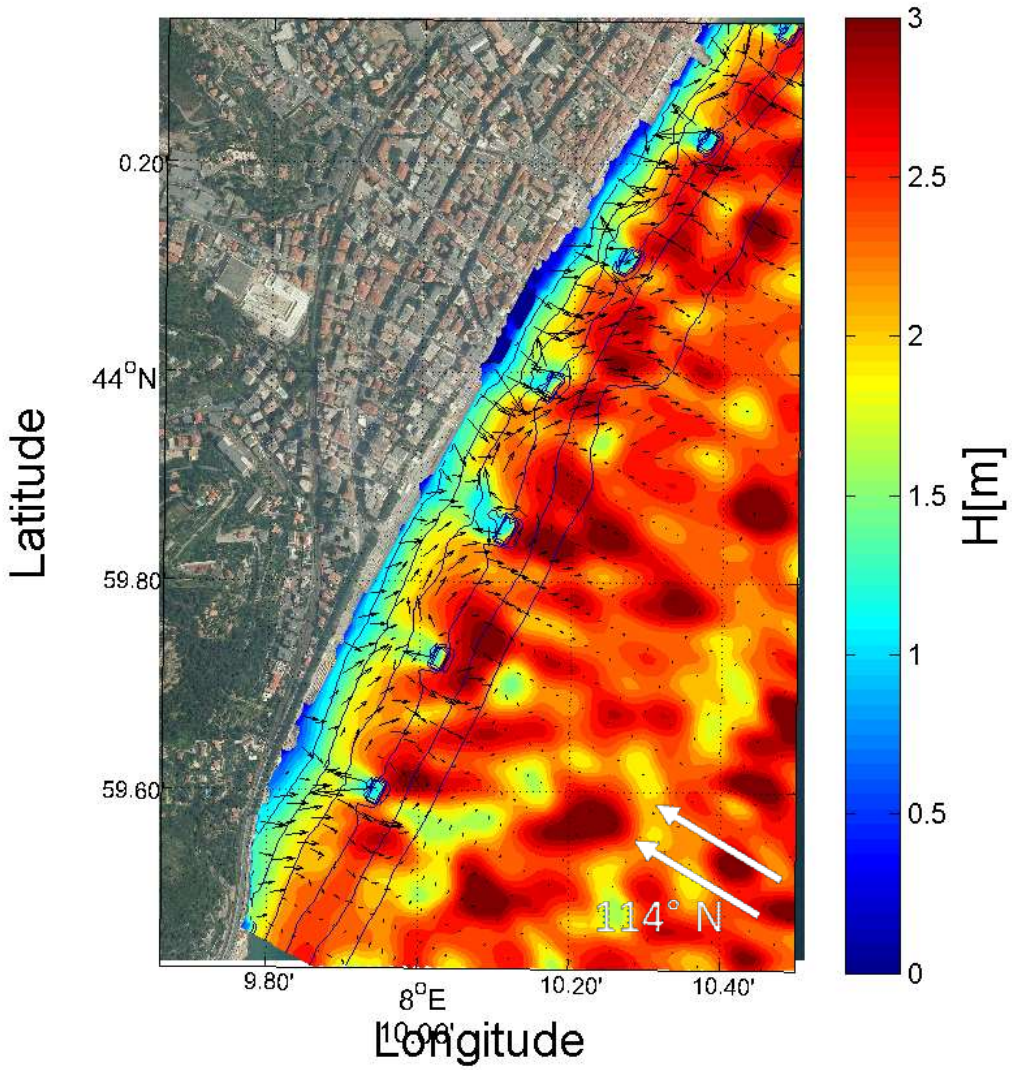


Figura 35Riusultati per mari di Scirocco TR50 ponente

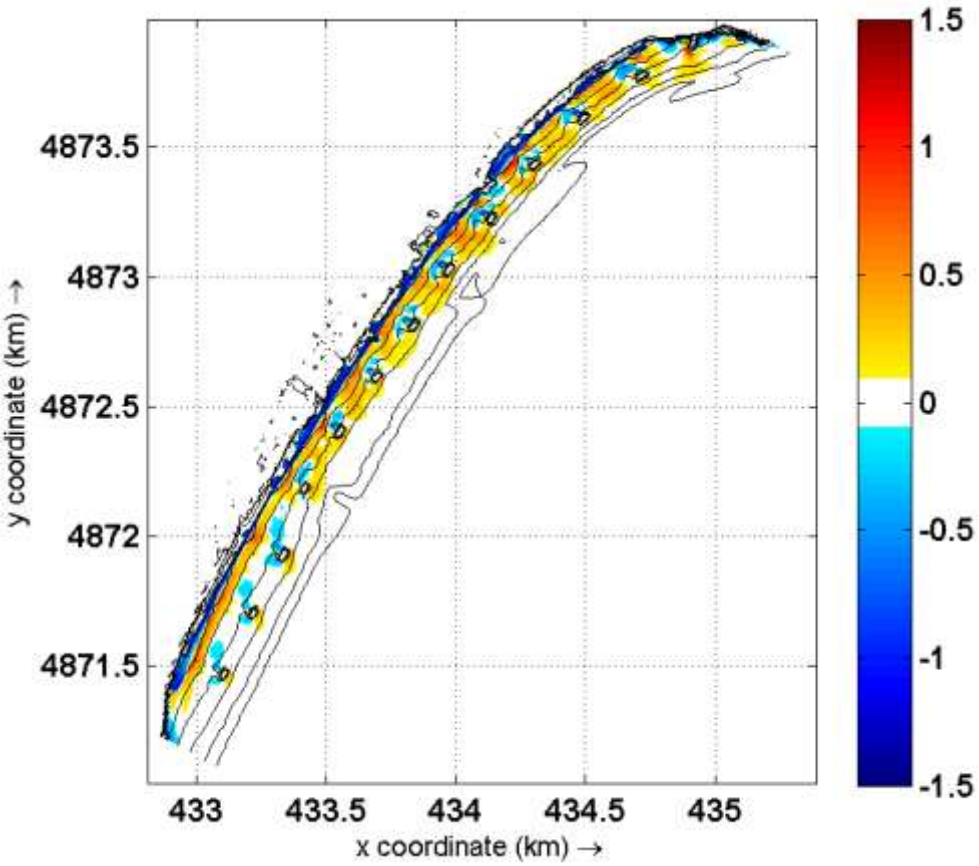


Figura 36 tassi di erosione accumulo per mari di scirocco TR 50

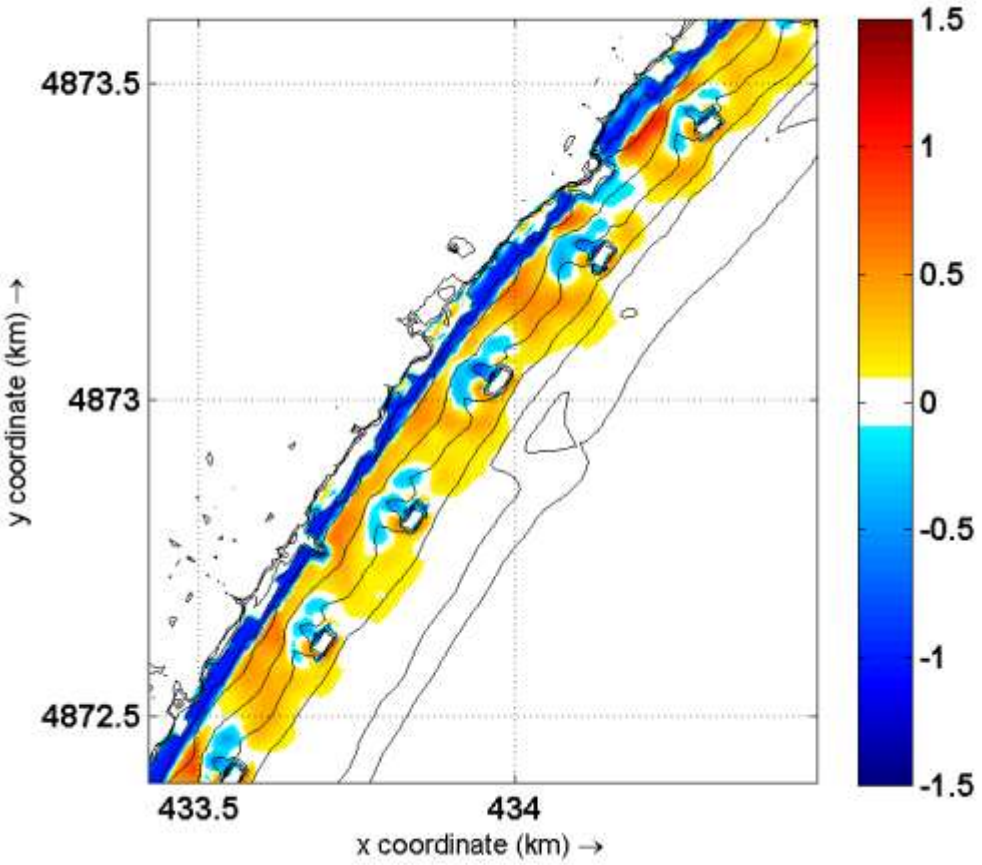


Figura 37 Zoom tassi di erosione accumulo

Test Libeccio

Per i mari di Libeccio, riportati in figura 38 e 39, è evidente il trasporto longshore e una rotazione dei treni d'onda tra le barriere; le opere determinano un cono d'ombra con asimmetria a levante e una discreta corrente in uscita sul lato di ponente delle opere. Come nel caso di Scirocco, sopra descritto, il modello ha simulato un'erosione a tergo delle barriere con un'asimmetria a levante molto pronunciata; probabilmente, la posizione, la forma e la direzione del moto ondoso determinano questo comportamento morfologico. Il trasporto solido offshore resta limitato all'area governata dalle barriere (figura 41), si registra solo qualche piccolo accumulo alla base delle barriere.

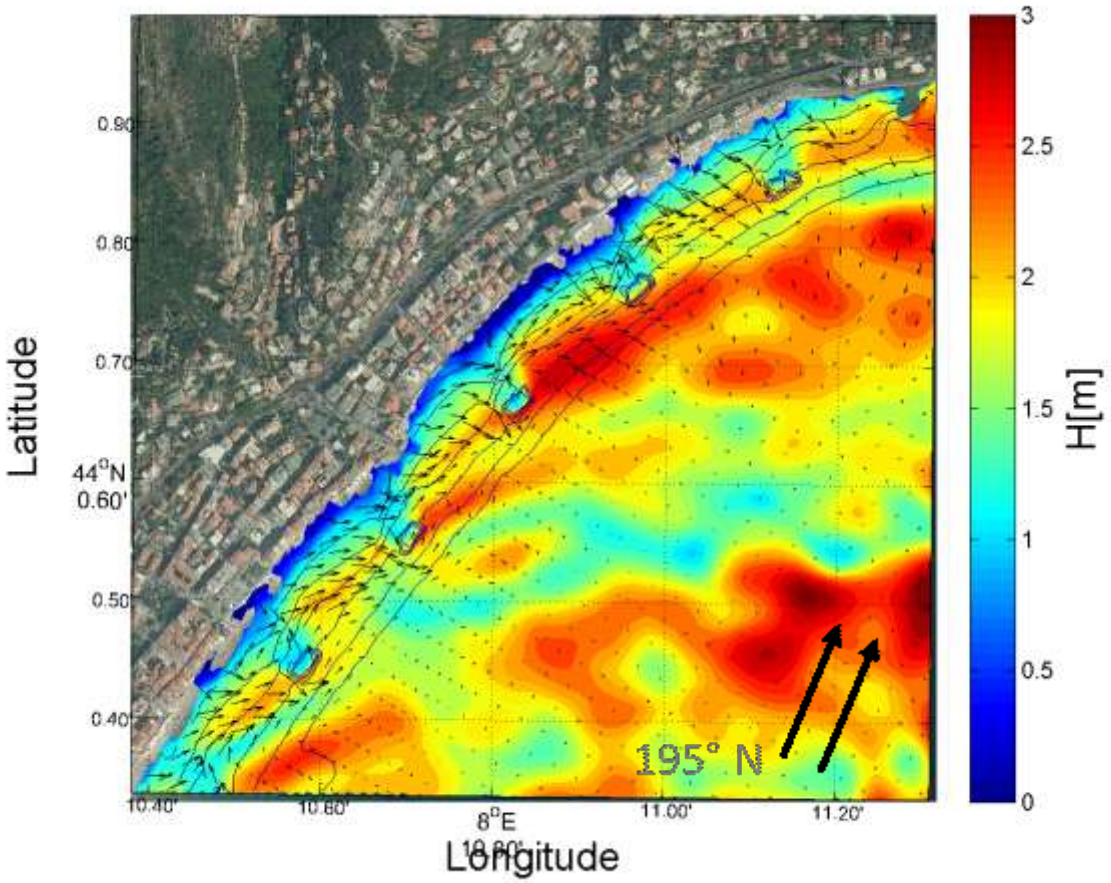


Figura 38 Risultati per mari di Libeccio TR50

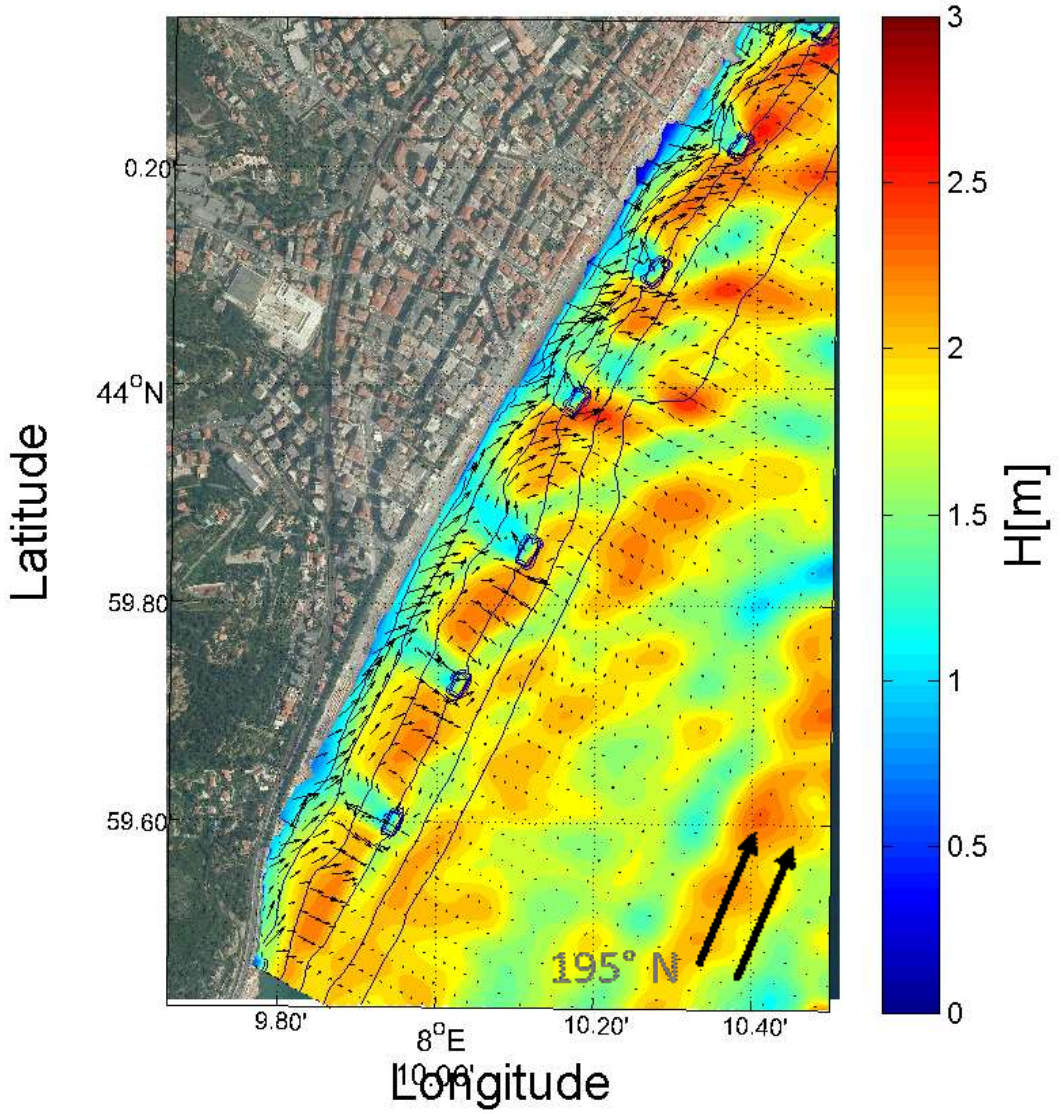


Figura 39 Risultati per mari di Libeccio TR50

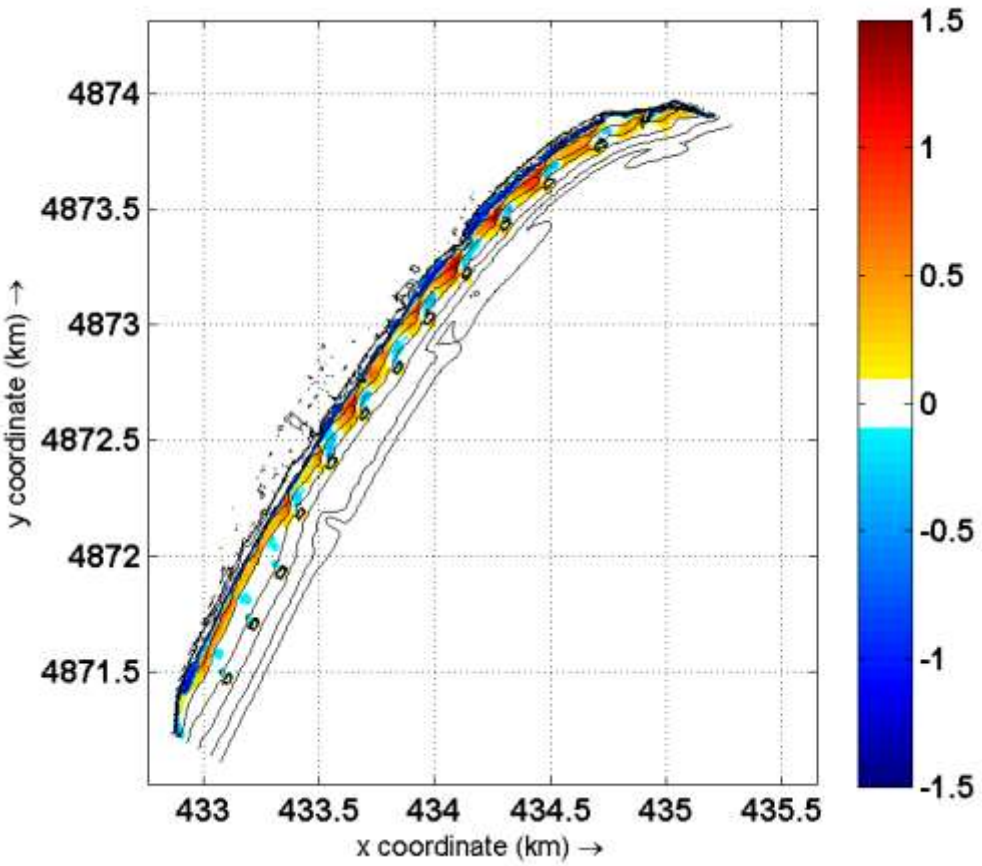


Figura 40 tassi di erosione accumulo per mari di Libeccio TR 50

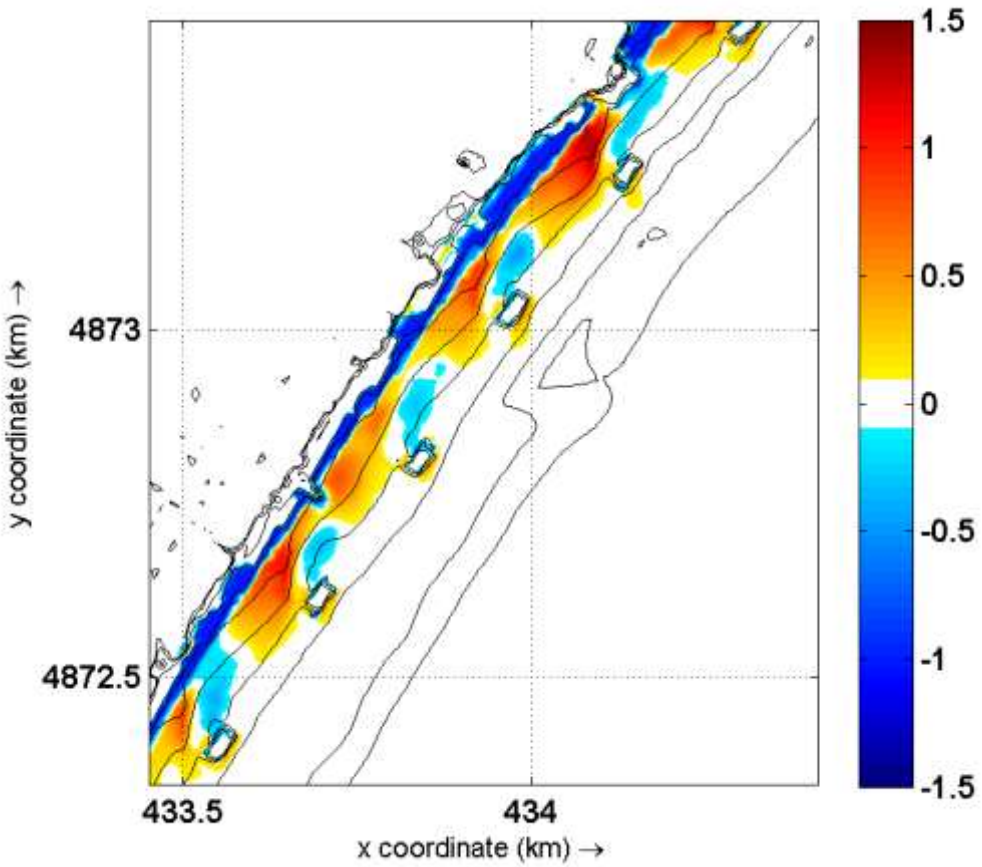


Figura 41 Zoom tassi di erosione ed accumulo

4.ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 5

Breve sintesi

Per queste ultime elaborazioni, la committenza ha richiesto di simulare il comportamento idrodinamico del tratto nord del litorale alassino in risposta all'installazione di una barriera sommersa con una sommergenza di un metro, radicata alla profondità di 5 metri e costituita da un lobo di dimensione 20 x 40 metri e una coda di 30 x 12 metri, con piede esterno di pendenza esterna pari a 1/3 e pendenza interna pari a 2/3 come riportato in figura 42.

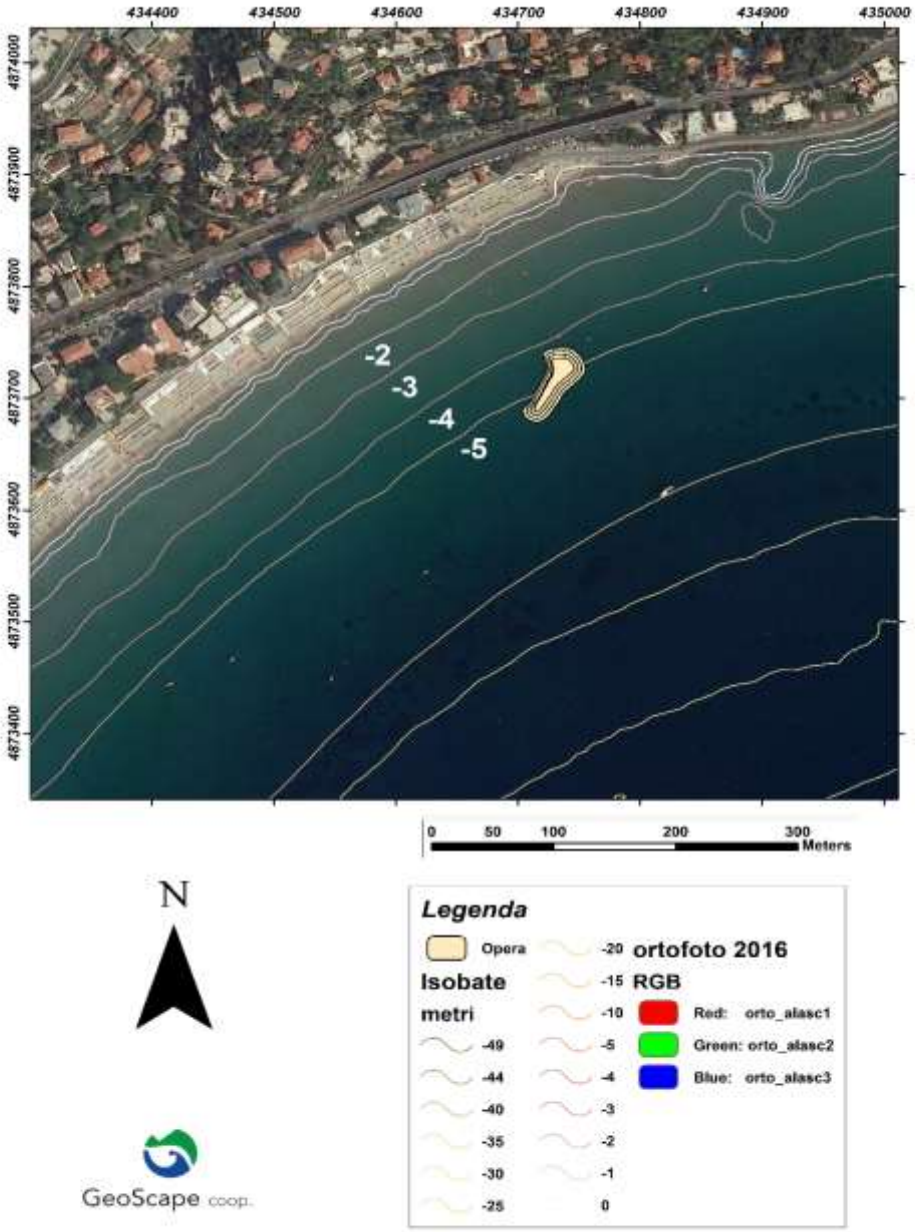


Figura 42 posizione opera ipotesi 5

Test Libeccio TR50

In questo test si osserva la deformazione dei treni d'onda provenienti da Sud Ovest con una rotazione convergente di circa 90 gradi N su entrambi i lati dell'opera; A tergo della barriera emerge una concreta riduzione del moto ondoso e si innesca una corrente superficiale divergente dovuta al frangimento che interferisce con le correnti long-shore provenienti da ponente (Figura 45). In nero vengono riporte le isobate dalla -5 a 0 metri e viene rappresentato uno schema dell'opera.

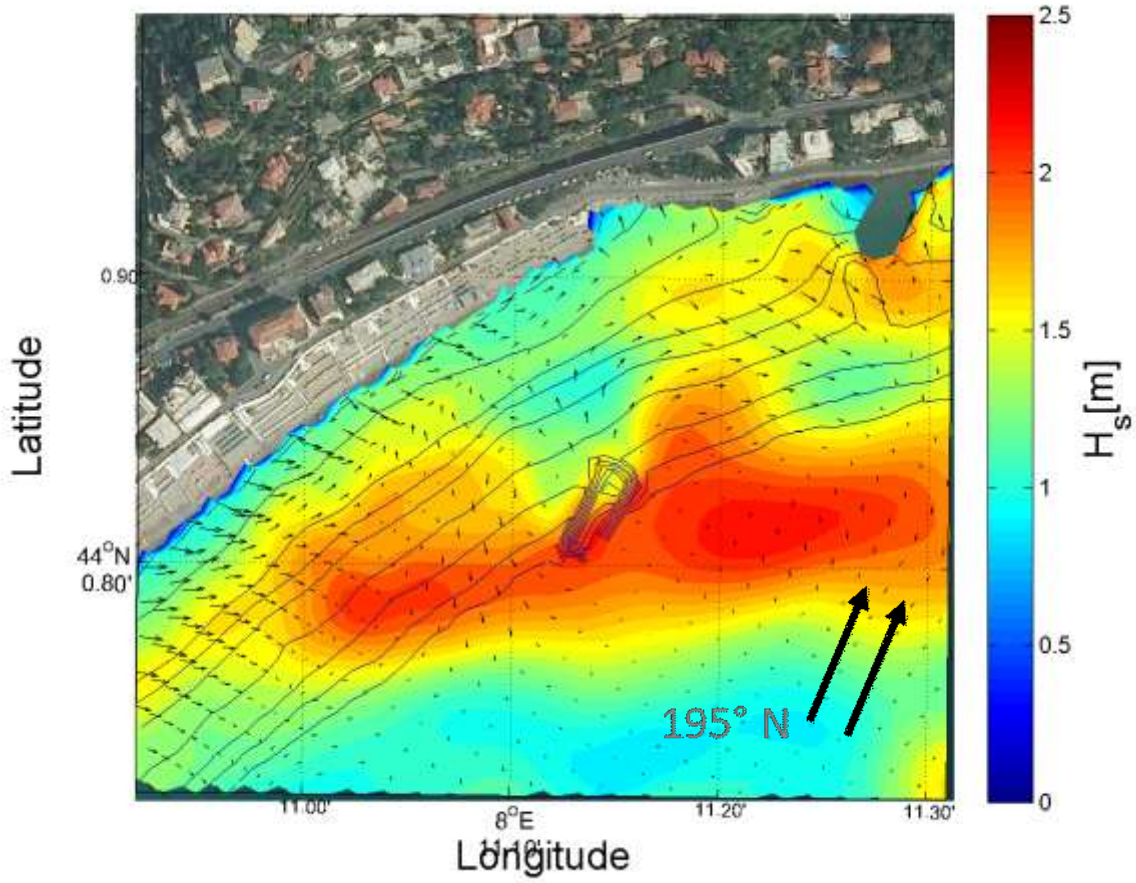


Figura 43 Risultati propagazione su barriera soffolta per mari di Libeccio

Test Scirocco

Come per il test precedente l'opera influenza la direzione dei treni d'onda generando una rotazione di questi quasi perpendicoli alla costa e contemporaneamente determina una forte riduzione dell'altezza d'onda a tergo. Come già evidenziato in questa relazione, i mari di scirocco generato una corrente superficiale quasi cross-shore che con la presenza dell'opera subisce una rotazione della direzione e un aumento della magnitudine; nella Figura 46 queste variazioni idrodinamiche sono ben evidenziate.

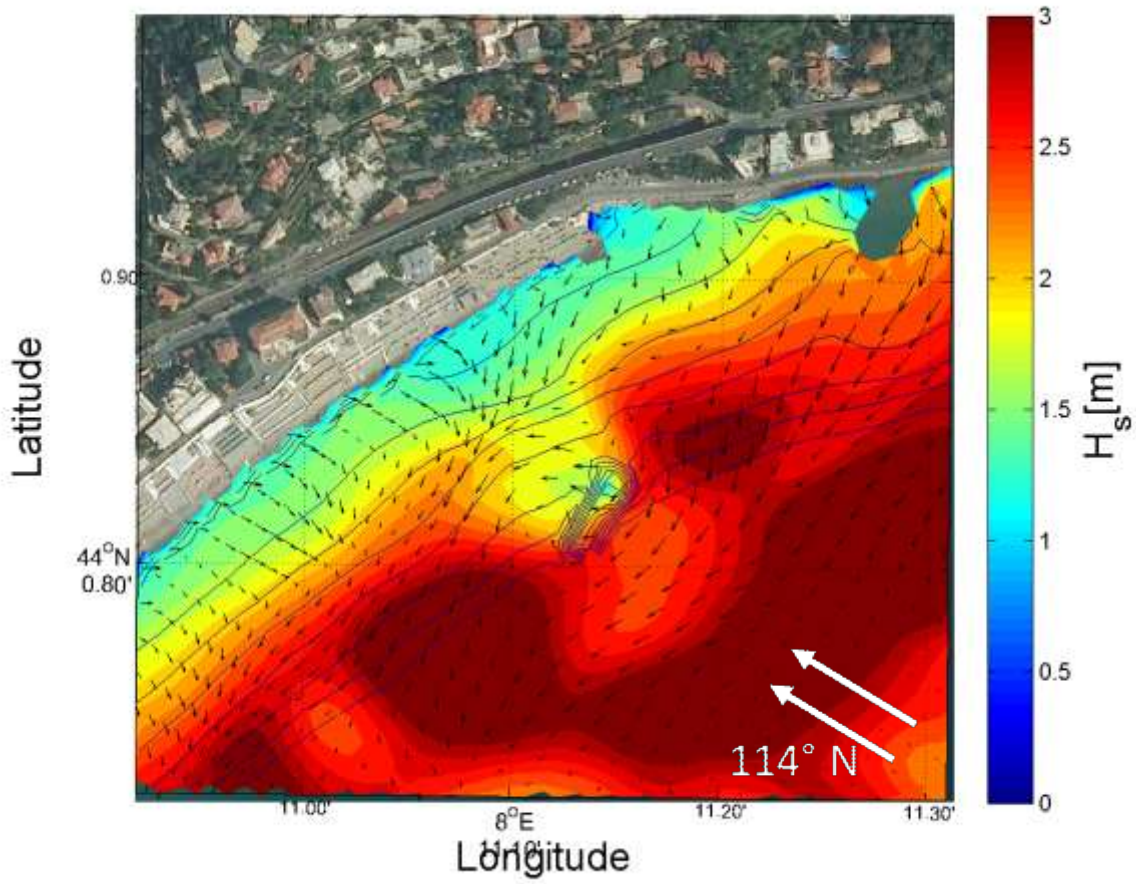


Figura 44 Risultati propagazione su barriera soffolta per mari di Scirocco Modello

5.ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 6

Breve sintesi

L'ipotesi 6 ha previsto la valutazione della risposta morfodinamica e idrodinamica a seguito dell'installazione di una barriera sommersa di 3200 metri posizionata lungo la spiaggia di Alassio (Figura 45). L'opera è stata posizionata alla profondità media di 3.5 metri con una sommergenza di 0.9 metri ed un'ampiezza della cresta di 30 metri, una pendenza esterna pari a 1/3 e una pendenza interna 2/3. Per queste simulazioni è stata utilizzata la mareggiata dell'Ottobre 2018 per un tempo di circa 70 ore. I risultati ottenuti sono stati confrontati con lo stato dell'Arte post ripascimento previsto dal progetto del 2020 considerando anche su di esso gli effetti della mareggiata generata dalla tempesta Vaia. I dati di altezza d'onda e direzione sono riportati in Figura 46 e 47.

La valutazione dell'opera è stata effettuata sull'intero stato di mare e in questa relazione sono riportati i risultati dopo 37 ore di mare con il raggiungimento del picco proveniente da Scirocco pari a 3.5 metri e dopo 50 ore con il raggiungimento del picco di Libeccio pari a 5.5 metri alla profondità di 80 metri circa; inoltre, è stata elaborata una valutazione del wave run-up (livello di risalita del moto ondoso) per tutta la durata della simulazione analizzando 8 punti in dettaglio.

In Figura 48 e 49 vengono riportati i risultati per lo stato dell'arte e per la barriera dopo 37 ore di simulazioni con un picco 3.5 metri proveniente da Scirocco. Da un'attenta analisi visiva emerge una riduzione dell'erosione lungo la spiaggia emersa a tergo della barriera con una conseguente riduzione dell'accumulo nella parte sommersa; Inoltre è possibile asserire che l'erosione nell'area centrale è fortemente ridotta.

In Figura 50 e 51 sono mostrati i risultati afferenti ad uno stato di mare pari a 5.5 metri di Altezza d'onda dopo 50 ore di simulazioni con direzione Sud-Ovest. In questo caso le differenze da un punto di vista morfodinamico sono inferiori rispetto alle figure precedenti, in quanto sussiste un erosione diffusa lungo la parte emersa in entrambe i casi e un conseguente accumulo nell'area sommersa; una differenza sostanziali è apprezzabile nelle diverse modalità di deposito del materiale, ossia per lo stato dell'arte i sedimenti si distribuiscono a maggiore profondità, mentre con la presenza della barriera restano depositati ad una profondità di 2 metri circa.



Figura 45 Posizionamento Opera



Figura 46 Hs mareggiata 2018



Figura 47 Dir mareggiata 2018

Scirocco 3.5 metri HS

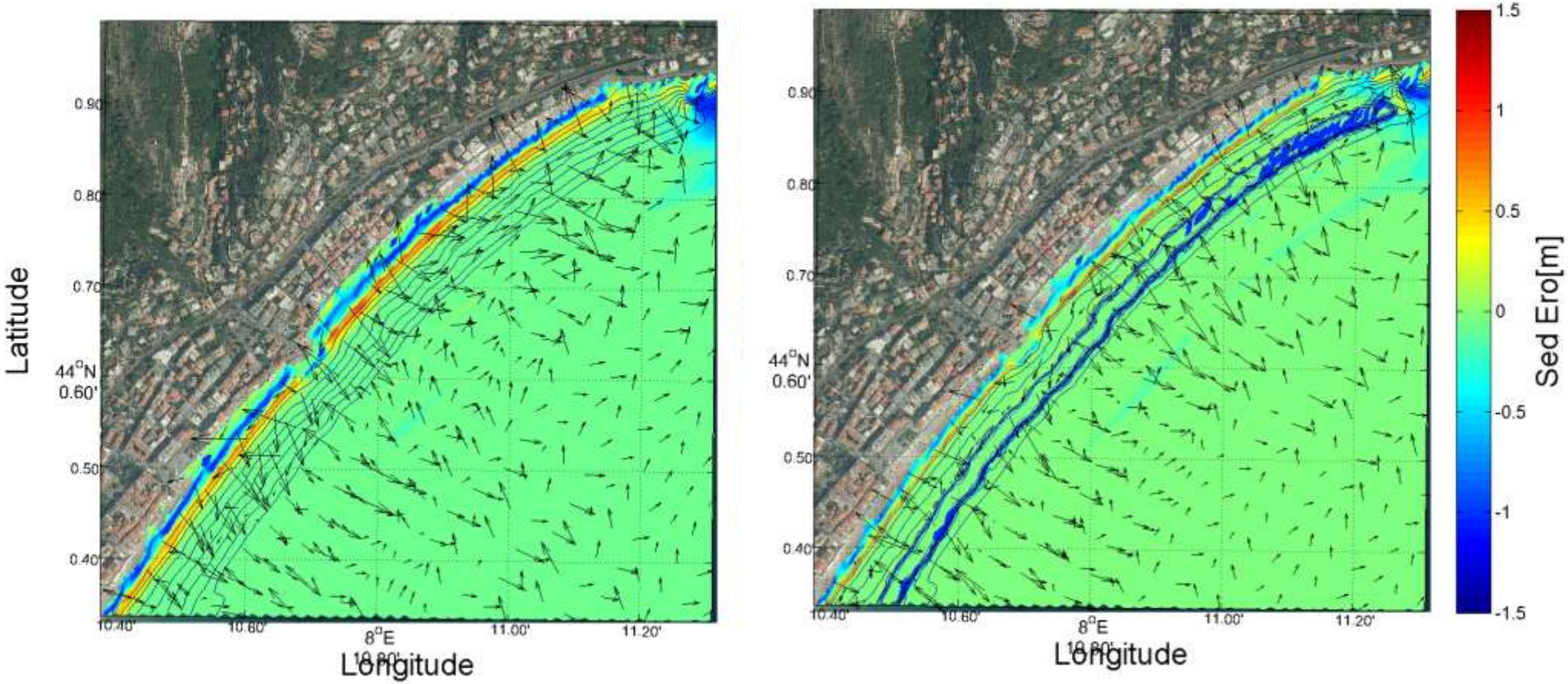


Figura 48 Area nord Scirocco

3.5 metri Scirocco Sud

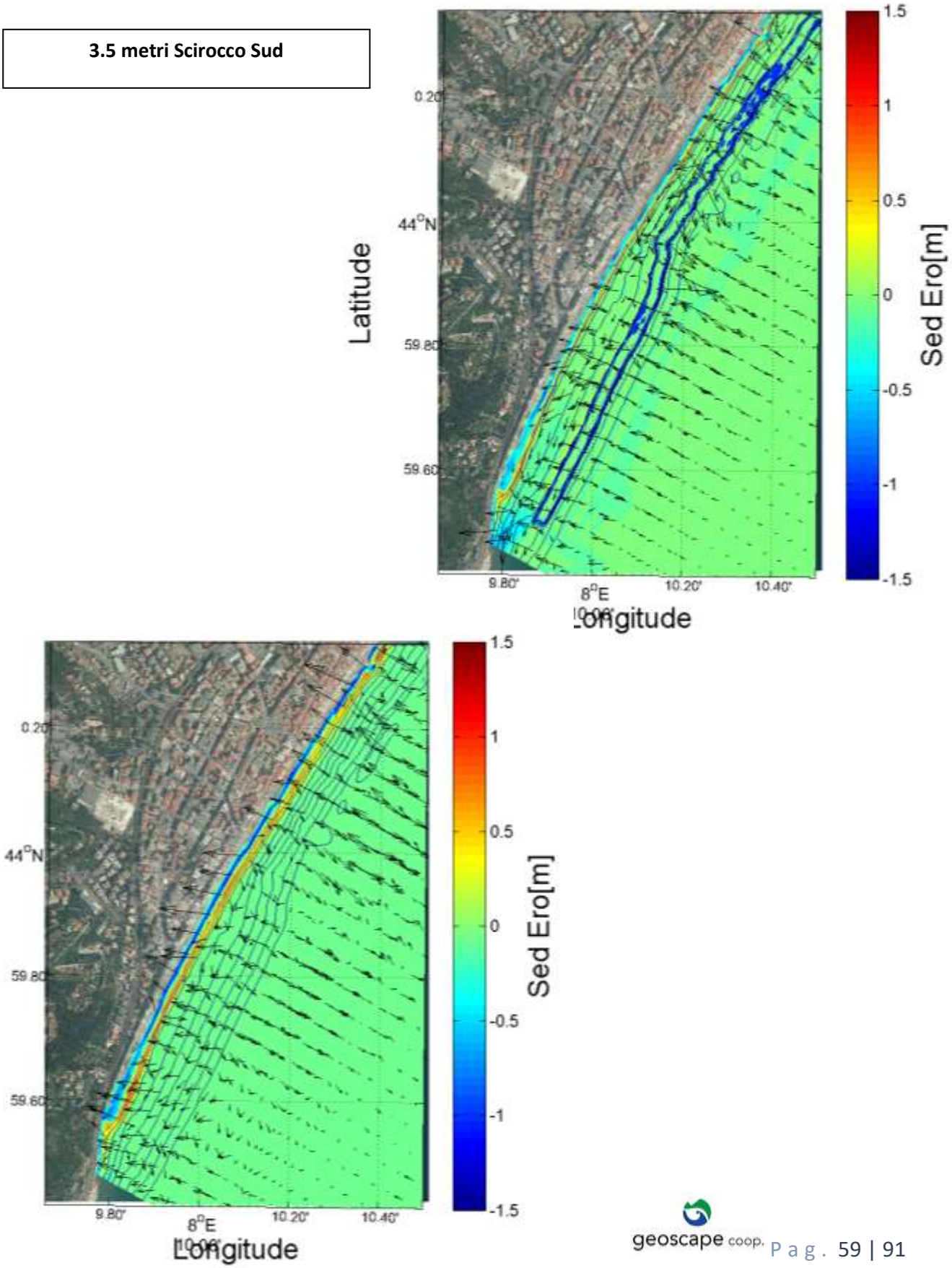


Figura 49 Area Sud Scirocco

Libeccio 5.5 metri HS

5.5 metri Libeccio Nord

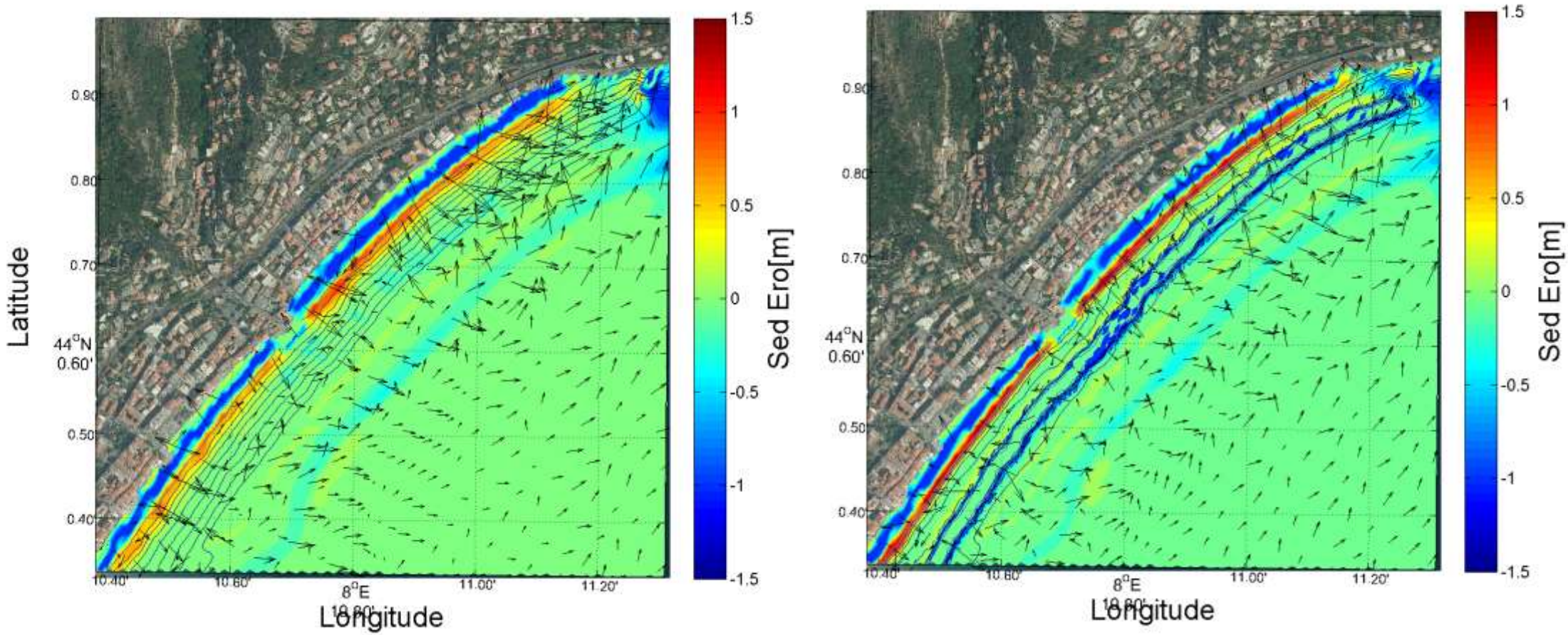
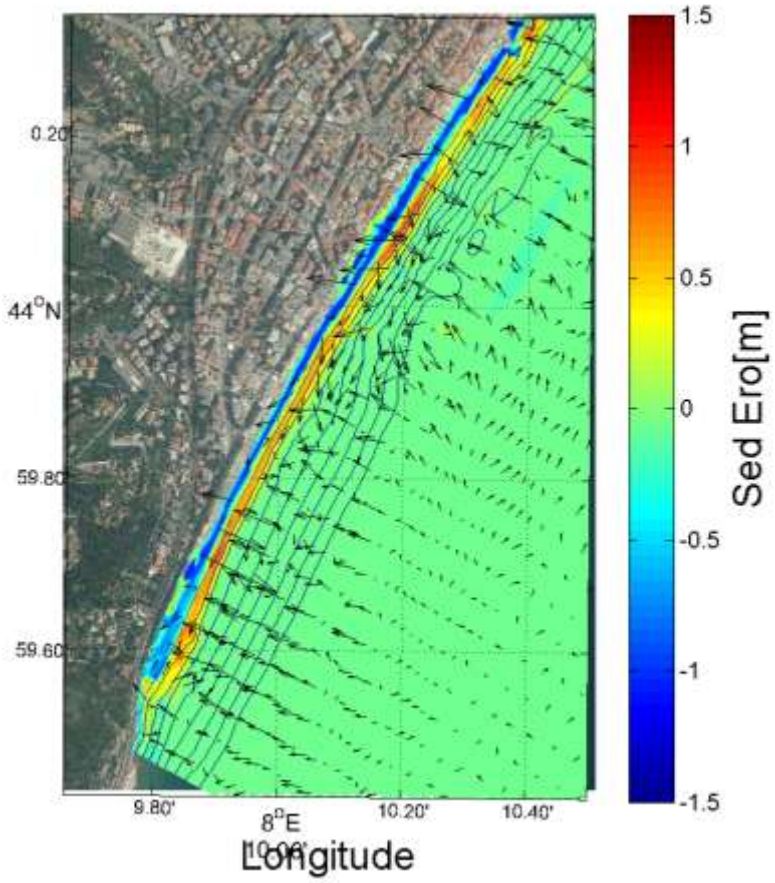


Figura 50 Area Nord Libeccio

5.5 metri Libeccio Sud



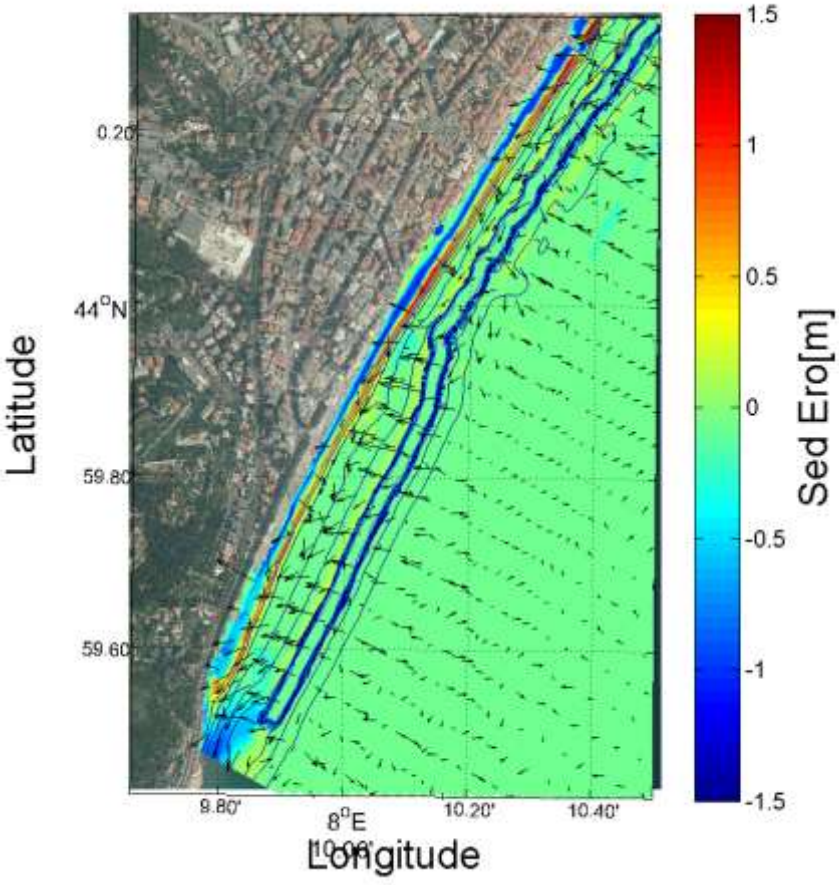


Figura 51 Area Sud Libeccio

Wave Run-Up

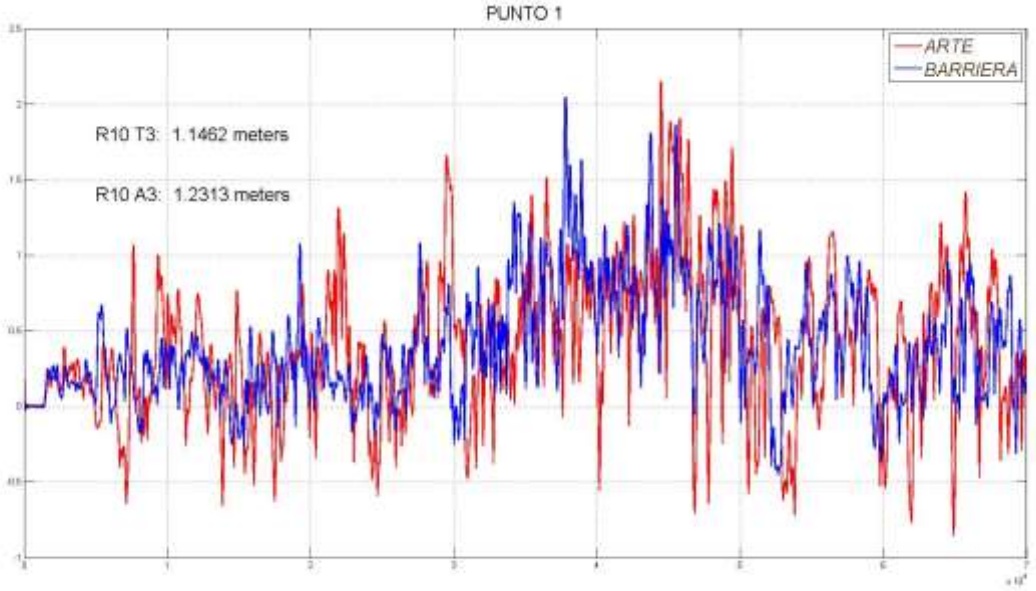
In questa sezione è stato valutato il livello di inondazione (Wave run-up) sui punti da 1 a 8 riportati in figura 46. Questo metodo prevede l'analisi dei profili di spiaggia corrispondenti ai punti indicati e quindi forniscono il livello di risalita del moto sia per lo stato dell'arte che per la barriera.

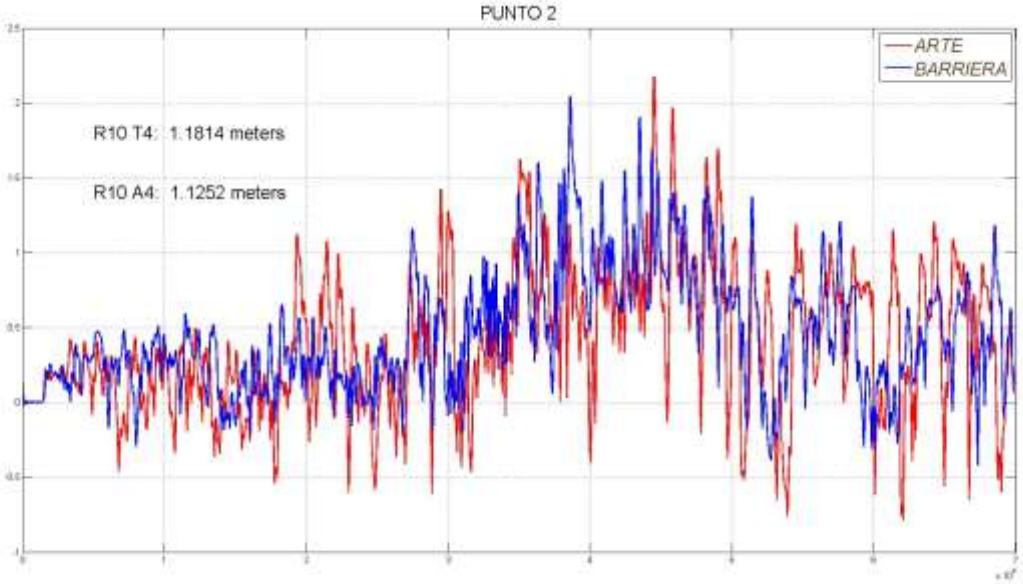


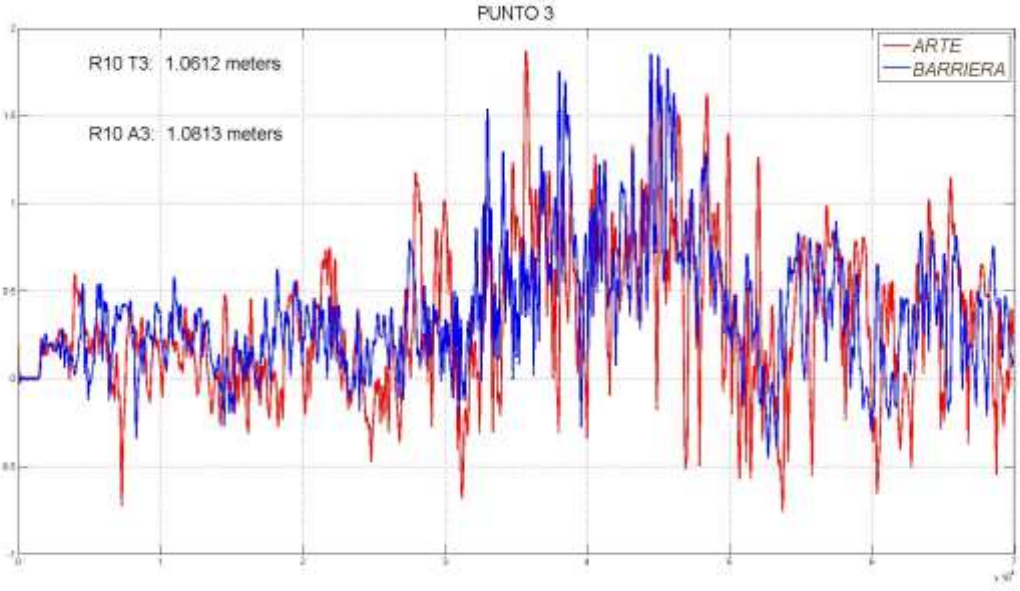
Figura 52 punti di valutazione Wave run up

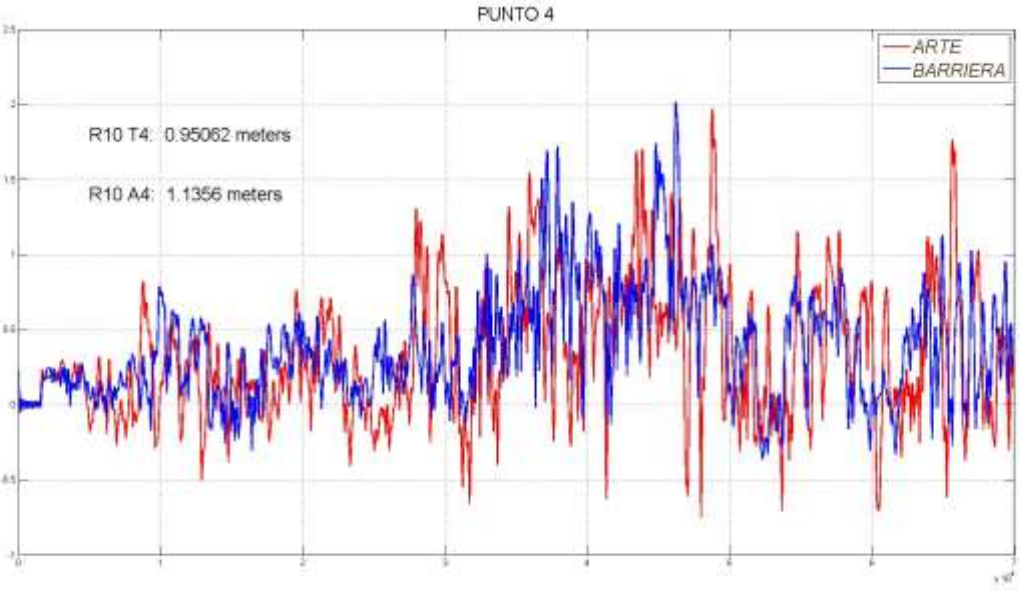
Nei grafici che vengono riportati di seguito sono evidenziate l'oscillazione del moto ondoso per i profili indicati, in rosso lo stato dell'arte e in blu la barriera. Da un'analisi dei dati sull'intera durata della mareggiata non emergono delle sostanziali differenze tra i due scenari, difatti è stato calcolato il Run-up 10% (valore medio del 10% delle onde più alte) che ha confermato questa prima impressione in quanto le differenze sono su scala centimetrica.

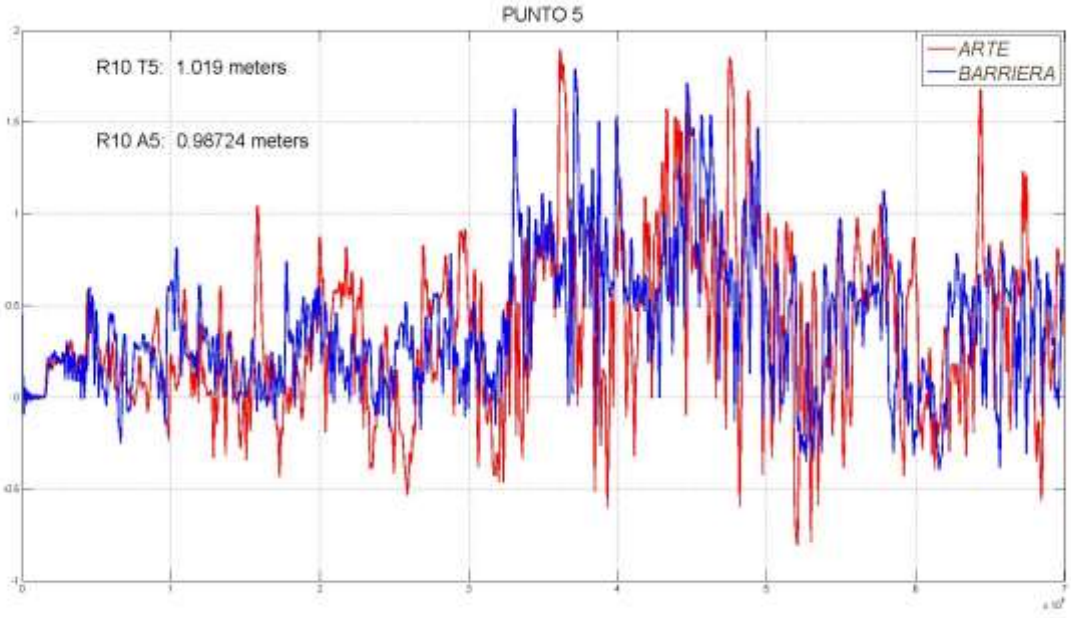
Va sottolineato che in alcuni punti le differenze sono superiori al metro sia a favore dell'stato dell'arte che della barriera, ma si evince che per stati di mare inferiori a 3.5 metri l'inondazione è minore durante la simulazione della spiaggia con Barriera.

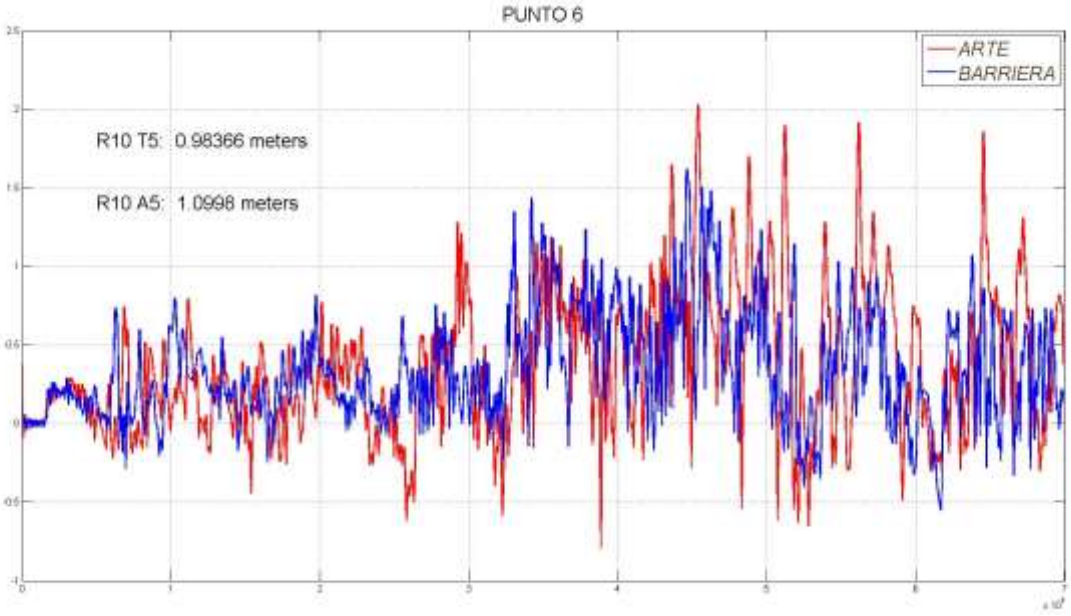

PUNTO 1
ARTE
BARRIERA
R10 T3: 1.1462 meters
R10 A3: 1.2313 meters

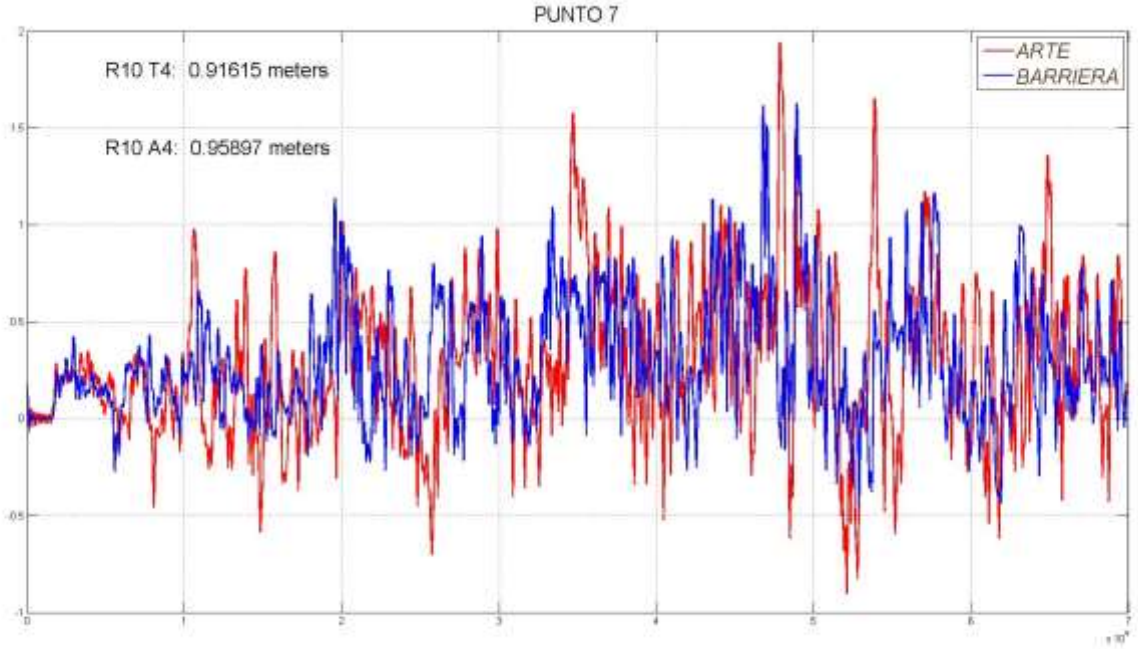

PUNTO 2
ARTE
BARRIERA
R10 T4: 1.1814 meters
R10 A4: 1.1252 meters

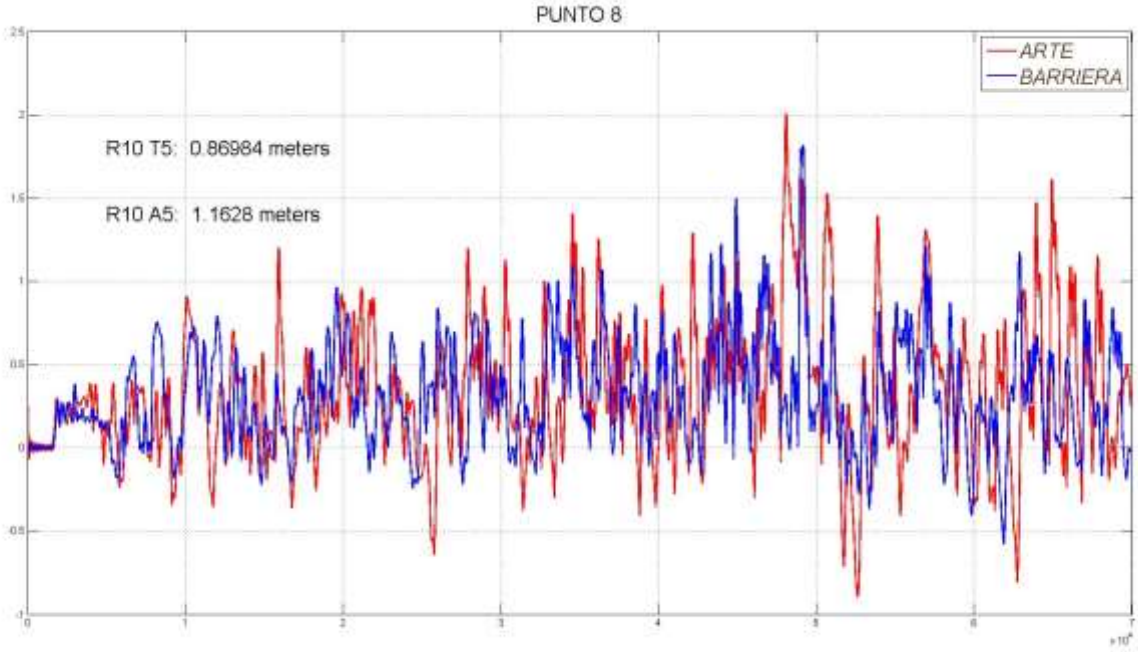

PUNTO 3
R10 T3: 1.0612 meters
R10 A3: 1.0813 meters
ARTE
BARRIERA


PUNTO 4
R10 T4: 0.95062 meters
R10 A4: 1.1356 meters
ARTE
BARRIERA


PUNTO 5
R10 T5: 1.019 meters
R10 A5: 0.98724 meters
ARTE
BARRIERA


PUNTO 6
R10 T5: 0.98366 meters
R10 A5: 1.0998 meters
ARTE
BARRIERA





6.ELABORAZIONI IN RIFERIMENTO ALL'IPOTESI DI PROGETTO 7

Breve sintesi

L'ipotesi 6 ha previsto la valutazione della risposta morfodinamica e idrodinamica a seguito dell'installazione di una barriera sommersa di 1000 metri al centro della spiaggia di Alassio (Figura 45). L'opera è stata posizionata alla profondità media di 3.5 metri con una sommergenza di 0.9 metri ed un'ampiezza della cresta

di 22 metri. Per queste simulazioni è stata utilizzata la mareggiata dell'Ottobre 2018 per un tempo di circa 70 ore. I risultati ottenuti sono stati confrontati con lo stato dell'Arte post ripascimento previsto dal progetto del 2020 considerando anche su di esso gli effetti della mareggiata generata dalla tempesta Vaia. I dati di altezza d'onda e direzione sono riportati in Figura 46 e 47.

La valutazione dell'opera è stata effettuata sull'intero stato di mare e in questa relazione sono riportati i risultati dopo 37 ore di mare con il raggiungimento del picco proveniente da Scirocco pari a 3.5 metri e dopo 50 ore con il raggiungimento del picco di Libeccio pari a 5.5 metri alla profondità di 80 metri circa; inoltre, è stata elaborata una valutazione del wave run-up (livello di risalita del moto ondoso) per tutta la durata della simulazione analizzando 3 punti in dettaglio.



Figura 53 Posizionamento Opera

HS 3.5 mare di Scirocco (37 ore)

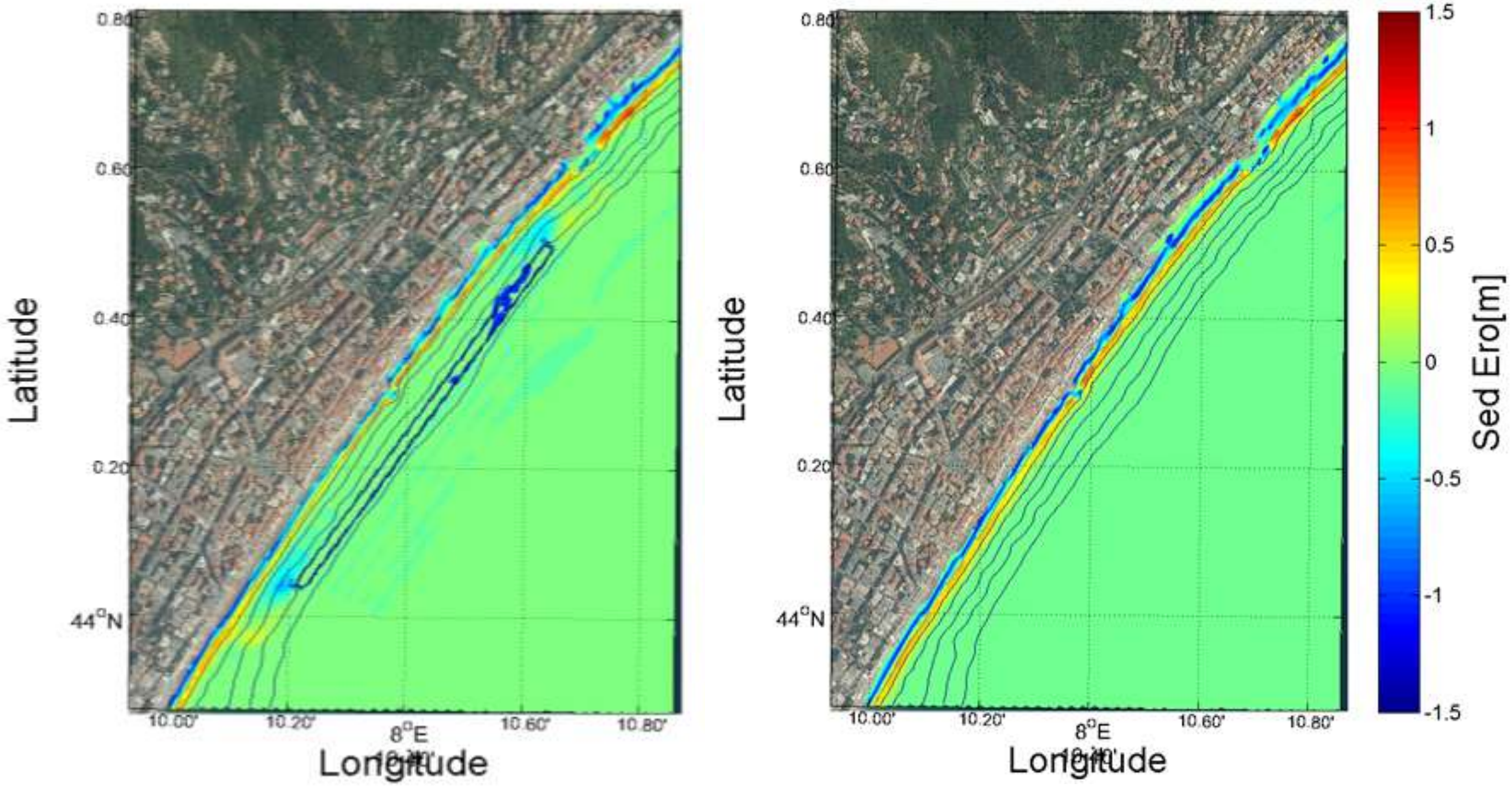


Figura 54 scirocco Opera e Arte

Nella figura 54 sono riportati i risultati dopo 37 ore di simulazione con il raggiungimento del picco per mari provenienti da Scirocco sia per l'opera che per lo stato dell'arte. Dalle immagini emerge una concreta riduzione del trend erosivo a tergo della barriera rispetto allo stato dell'arte; questo si evince da una maggior erosione sulla spiaggia emersa per lo stato dell'arte (colore Blu) e un maggior accumulo nella spiaggia sommersa fino alla profondità di un metro. Inoltre, ai lati della barriera sono presenti aree in erosione inferiore a 0.5 metri ai bordi dell'opera e alla stessa profondità ad una distanza di circa 100 metri emerge un accumulo inferiore a 0.5 metri. Probabilmente la divergenza generata dall'opera è causa di questo trasporto longitudinale.

Per una miglior comprensione delle differenze i 2 risultati sono stati sottratti (ARTE- BARRIERA) e riportati in Figura 55.

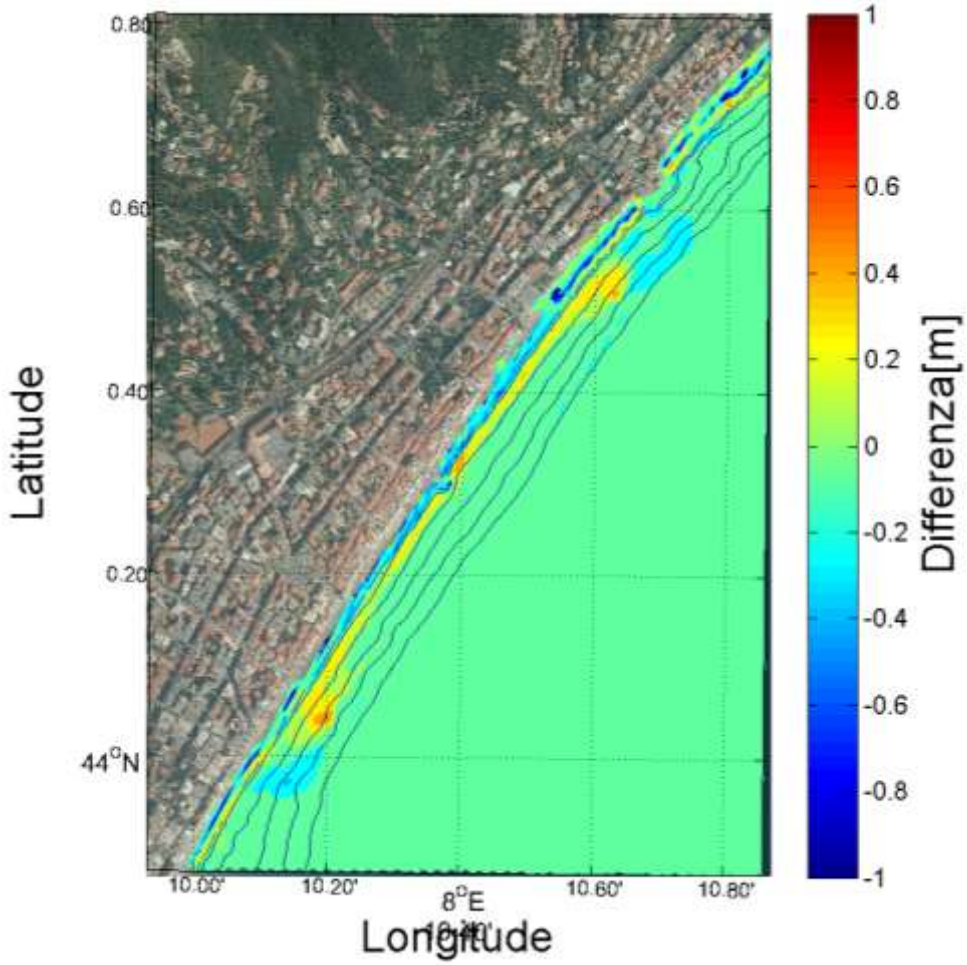


Figura 55 Differenza Arte – Barriera

HS 5.5 mare di Libeccio (50 ore)

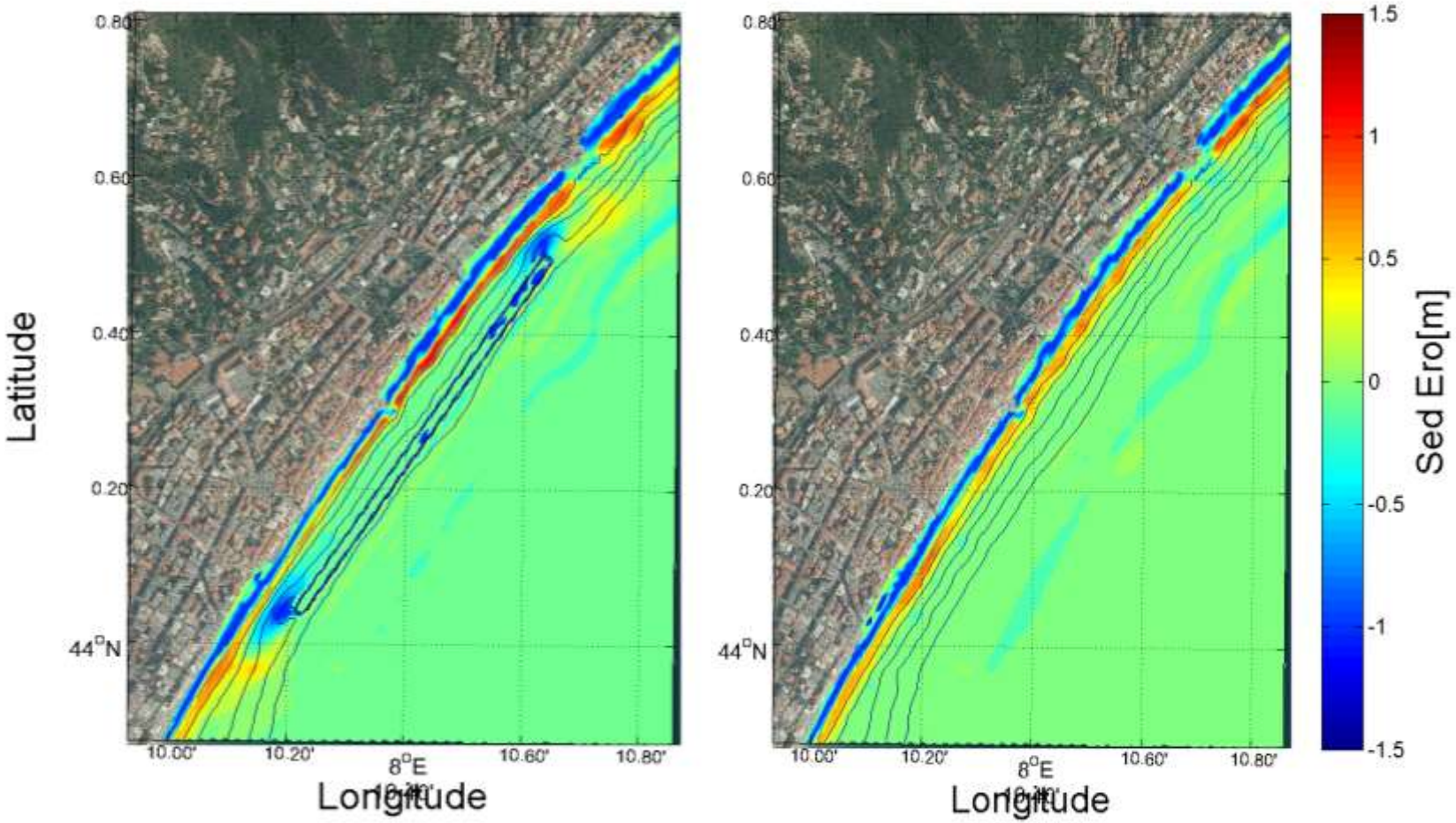


Figura 56 Libeccio Barriera Arte

Per i risultati riportati in figura 56 sono riportate la risposta morfodinamiche dopo 50 ore di mareggiata per lo stato dell'arte e per la barriera. In questo caso, l'efficacia dell'opera è meno incisiva, soprattutto nel settore di levante rispetto al pontile dove i processi erosivi tendono ad intensificarsi; mentre nel settore di ponente l'erosione è inferiore. Questo è dovuto a due fattori: l'intensità del moto ondoso e la direzione; l'intensità determina una maggior trasmissione dell'energia attraverso l'opera, mentre la direzione obliqua del treno d'onda comporta un differente attacco nei due settori. Come nei risultati precedenti si evidenzia un'erosione ai lati della barriera e un corrispondente accumulo a circa 100 metri dalla stessa. Per una miglior comprensione delle differenze i 2 risultati sono stati sottratti (ARTE- BARRIERA) e riportati in Figura 57. In questa immagine le maggiori differenza restano legate alle aree nei pressi dell'opera.

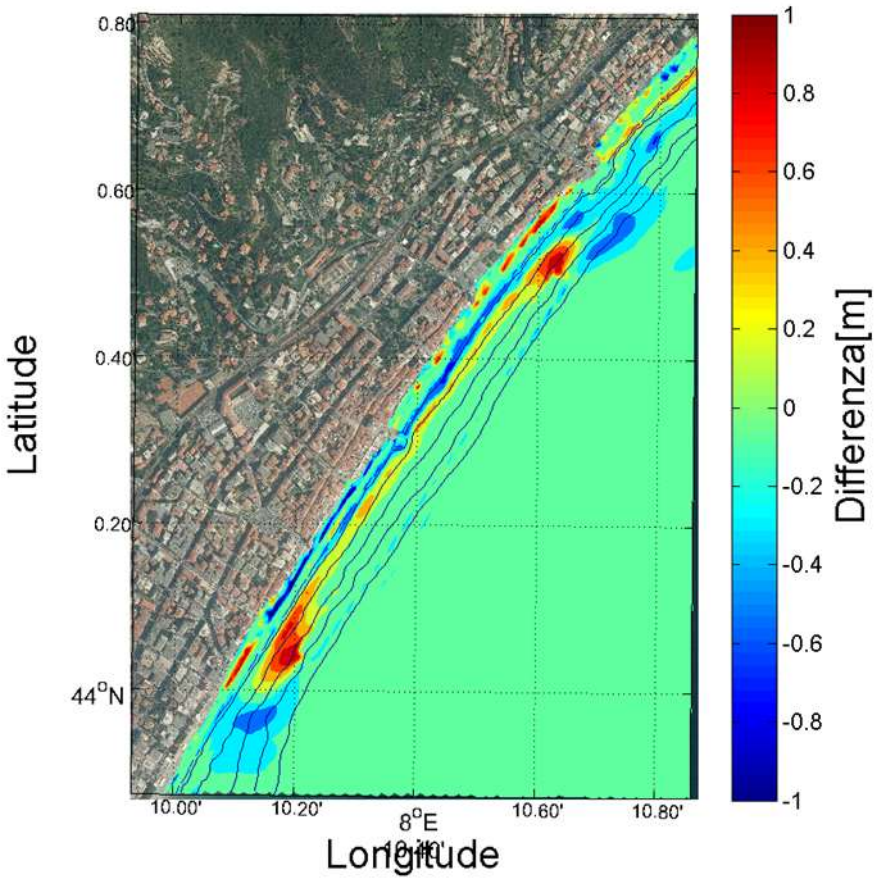


Figura 57 Differenza Arte - Barriera

WAVE RUN-UP

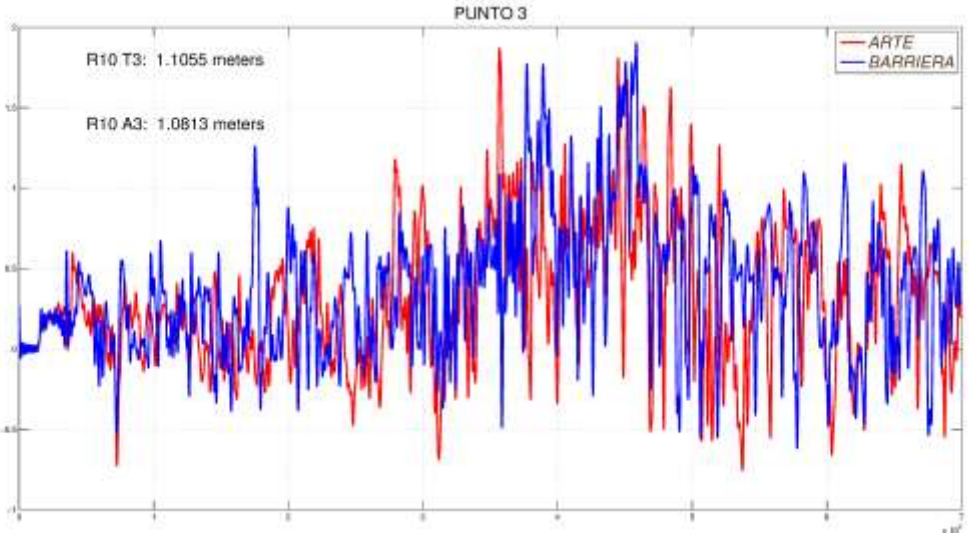
In questa sezione è stato valutato il livello di inondazione (Wave run-up) sui punti 3,4 e 5 riportati in figura 58. Questo metodo prevede l'analisi dei profili di spiaggia corrispondenti ai punti indicati e quindi forniscono il livello di risalita del moto sia per lo stato dell'arte che per la barriera.

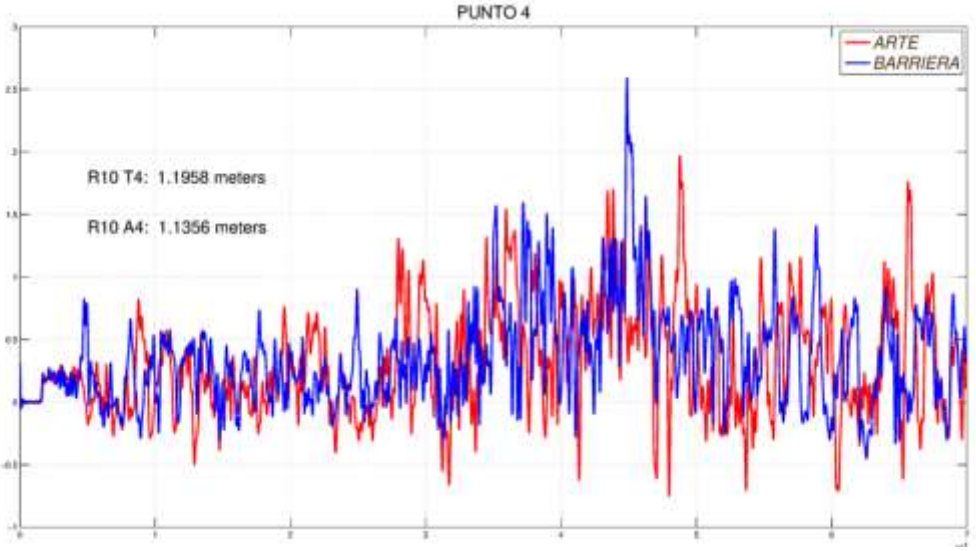


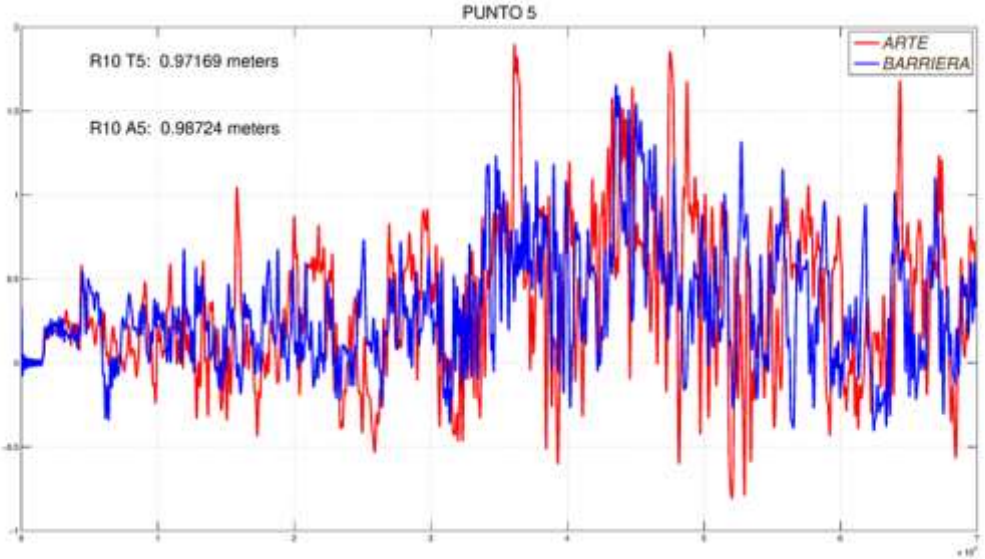
Figura 58 punti di osservazione del wave run-up

Nei grafici che vengono riportati di seguito sono evidenziate l'oscillazione del moto ondoso per i profili indicati, in rosso lo stato dell'arte e in blu la barriera. Da un'analisi dei dati sull'intera durata della mareggiata non emergono delle sostanziali differenze tra i due scenari, difatti è stato calcolato il Run-up 10% (valore medio del 10% delle onde più alte) che ha confermato questa prima impressione in quanto le differenze sono su scala centimetrica.

Va sottolineato che in alcuni punti le differenze sono superiori al metro sia a favore dell'stato dell'arte che della barriera, ma da un punto di vista statistico hanno poco peso.


PUNTO 3
R10 T3: 1.1055 meters
R10 A3: 1.0813 meters
ARTE
BARRIERA

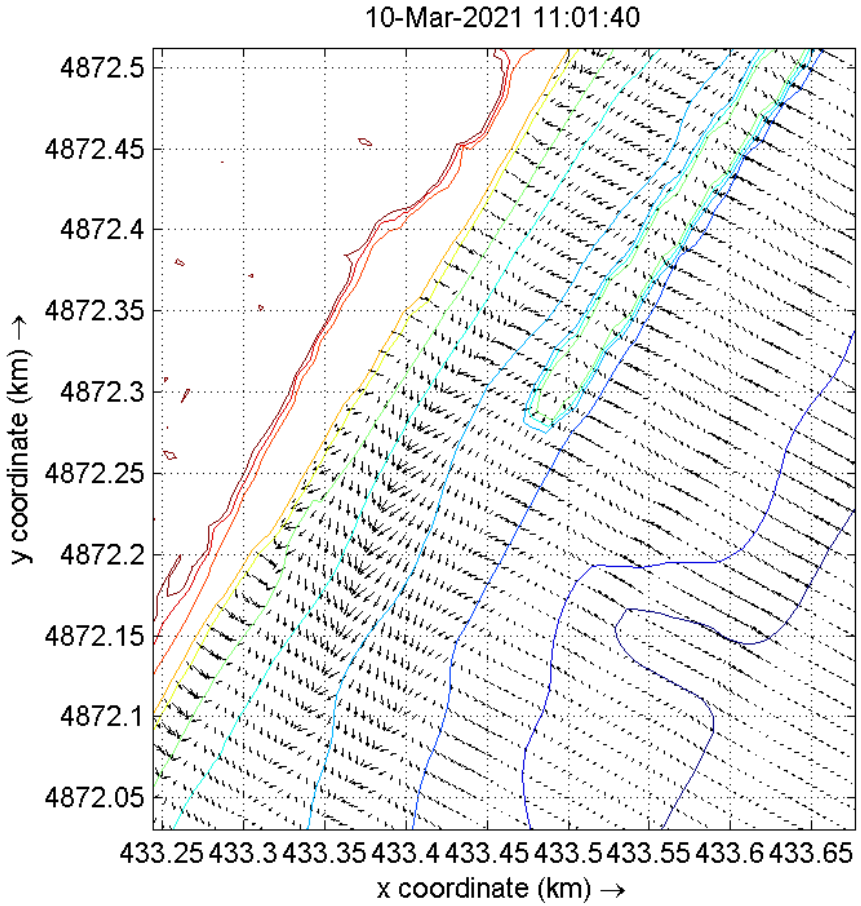

PUNTO 4
R10 T4: 1.1958 meters
R10 A4: 1.1356 meters
ARTE
BARRIERA

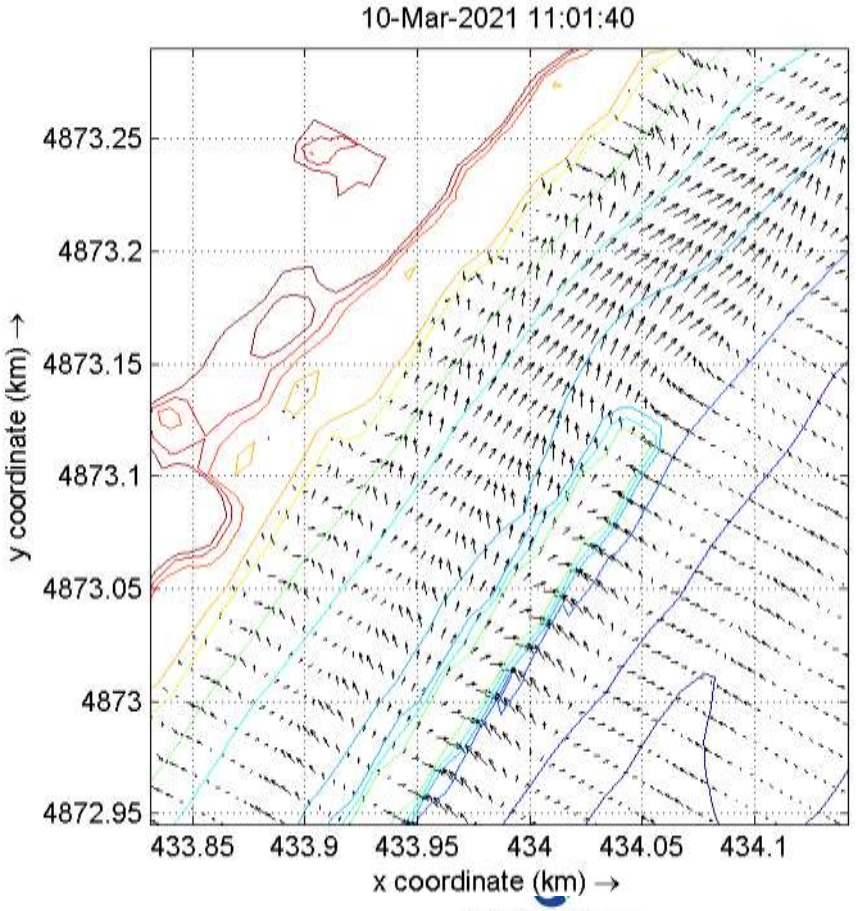

PUNTO 5
R10 T5: 0.97169 meters
R10 A5: 0.98724 meters
ARTE
BARRIERA

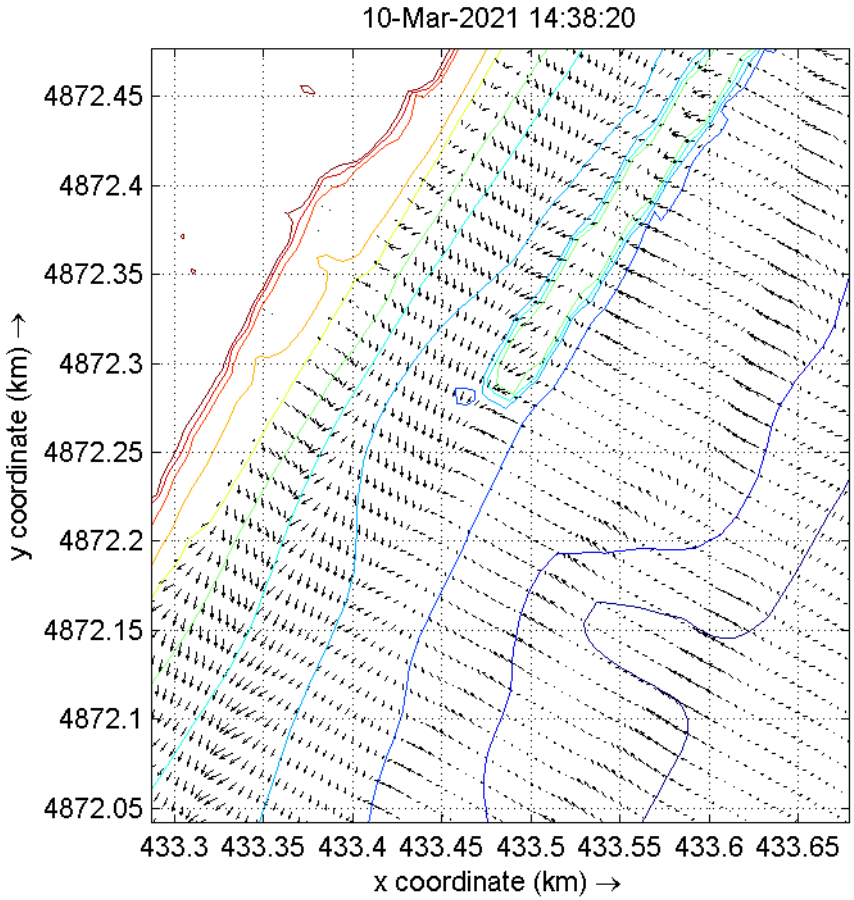
Correnti

In questa sezione sono riportate le direzioni e l'intensità delle correnti generate dalla barriera per il picco di Scirocco (Figura 56) e per il picco di Libeccio (Figura 58). In entrambe emerge una divergenza ai lati dell'opera delle correnti superficiali; questo giustifica i fenomeni di accumulo ed erosione osservati nelle sezioni precedenti.

Figura 59 Scirocco 37 0re







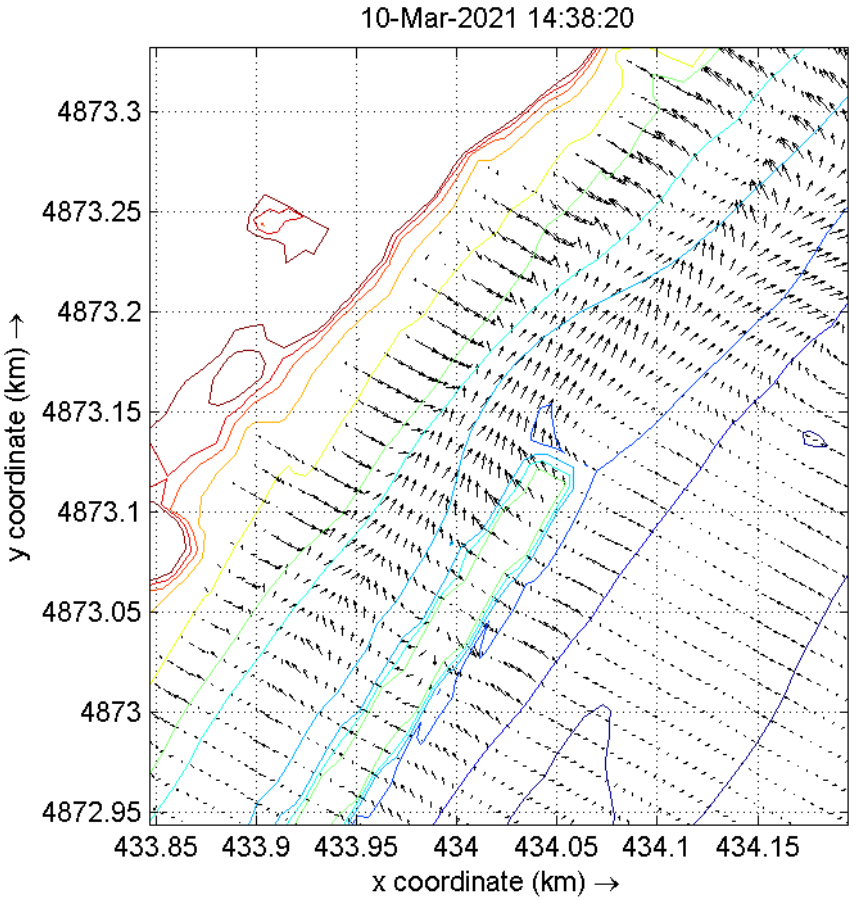


Figura 60 Libeccio 50 ore

Materiale Supplementare

Un questo capitolo sono riportati i risultati ottenuti per tempi di ritorno ad un anno, sia per mari di Libeccio che di Scirocco sulle ipotesi sopra investigate.

Tempo di ritorno annuale Ipotesi 1

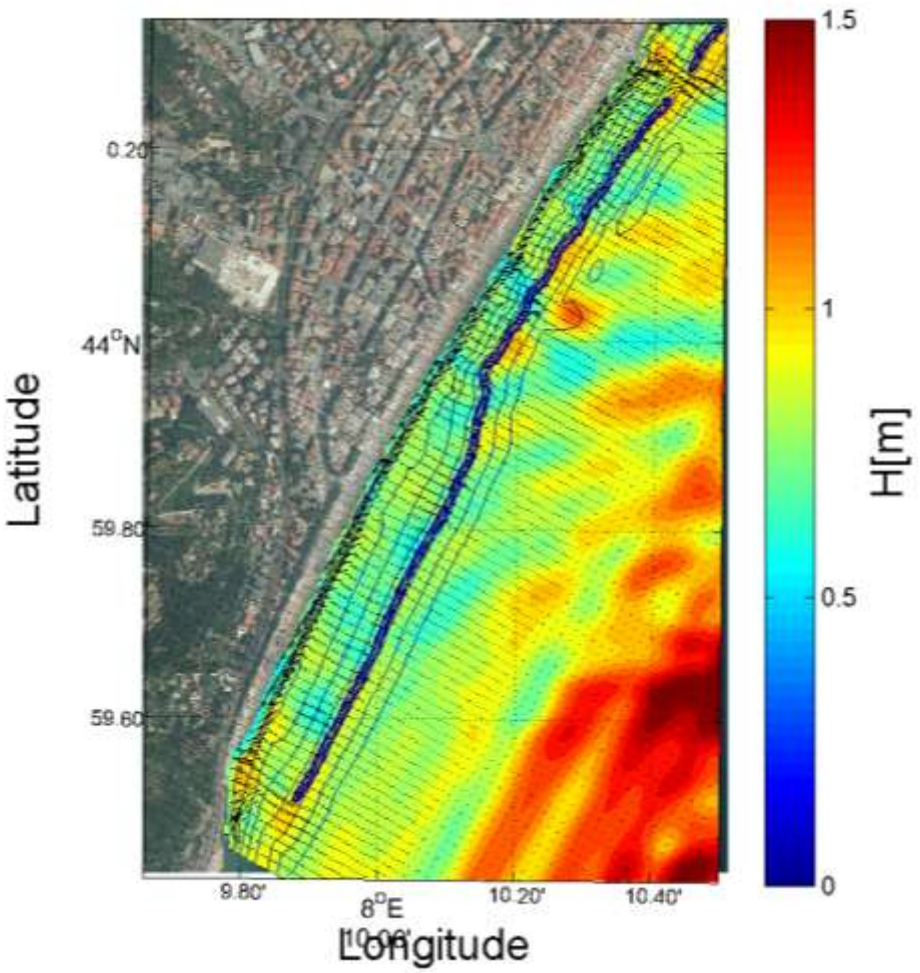


Figura 61 Ipotesi 1 Libeccio TR 1 sud

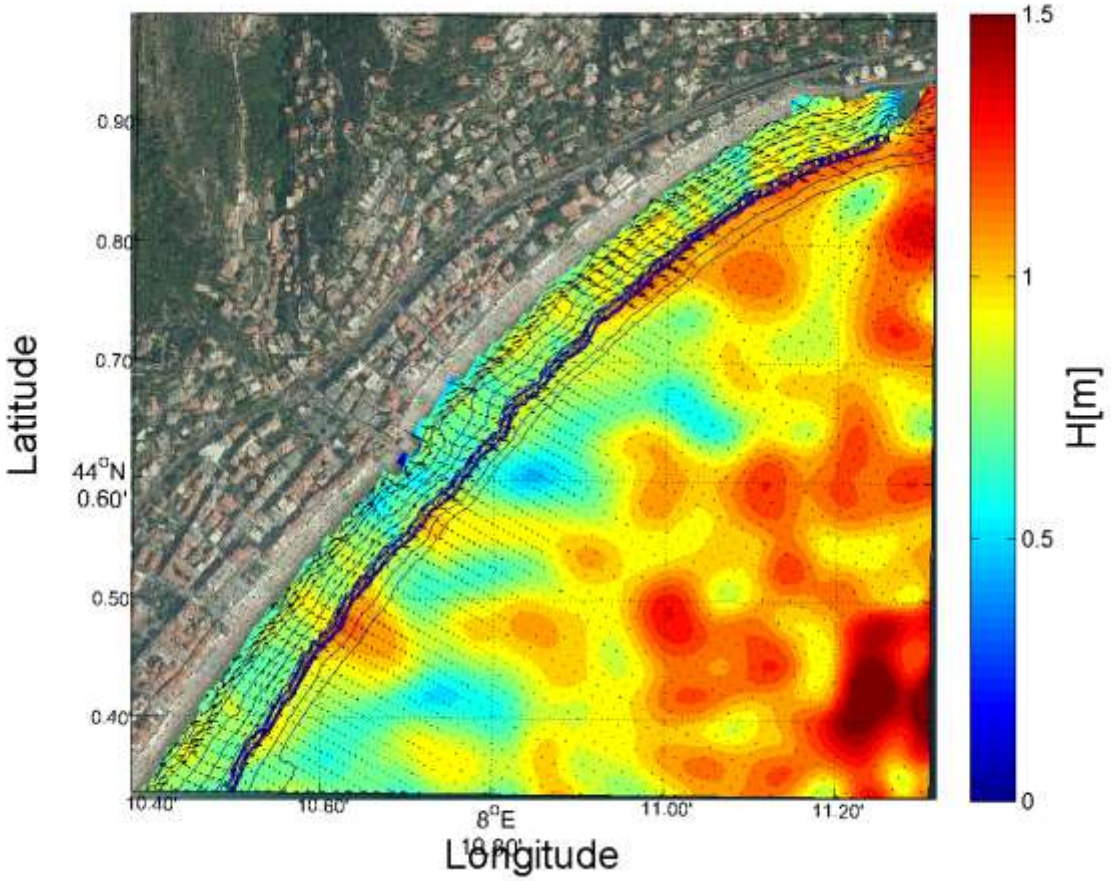


Figura 62 Ipotesi 1: Libeccio TR 1 Nord

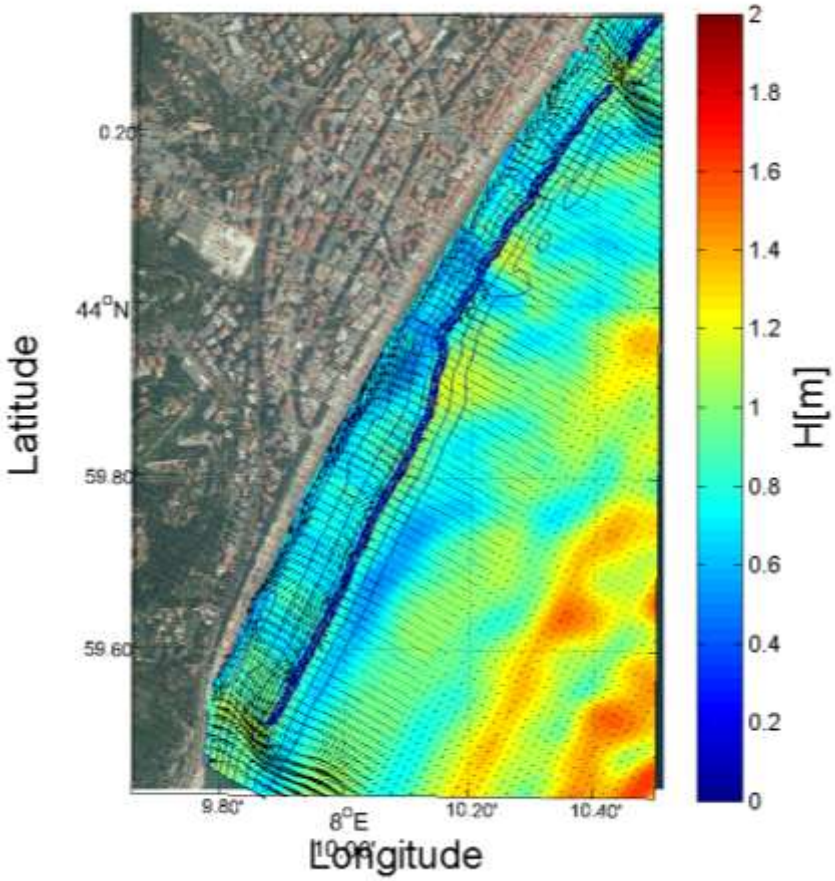


Figura 63 Ipotesi 1 Scirocco TR 1 sud

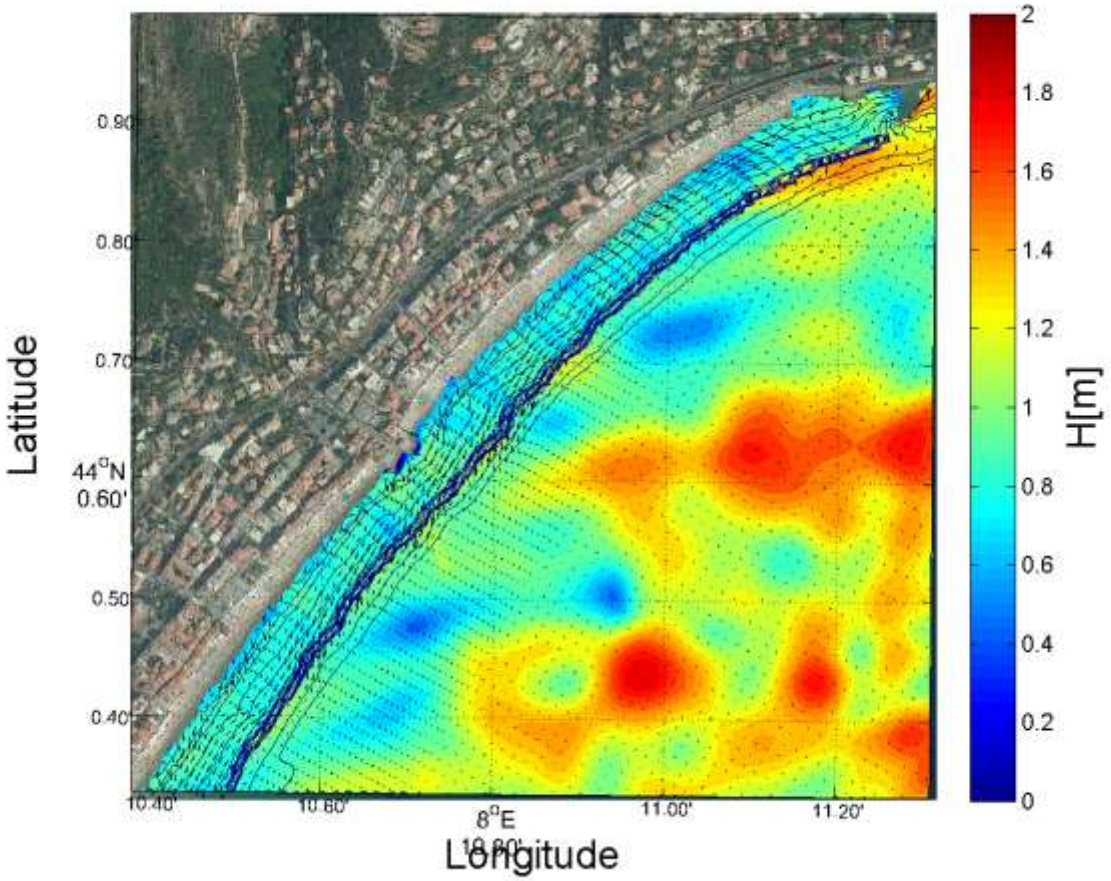


Figura 64 Ipotesi 1 Scirocco TR 1 Nord

Tempo di ritorno annuale Ipotesi 2 e 3

Ipotesi2 (secche 120)

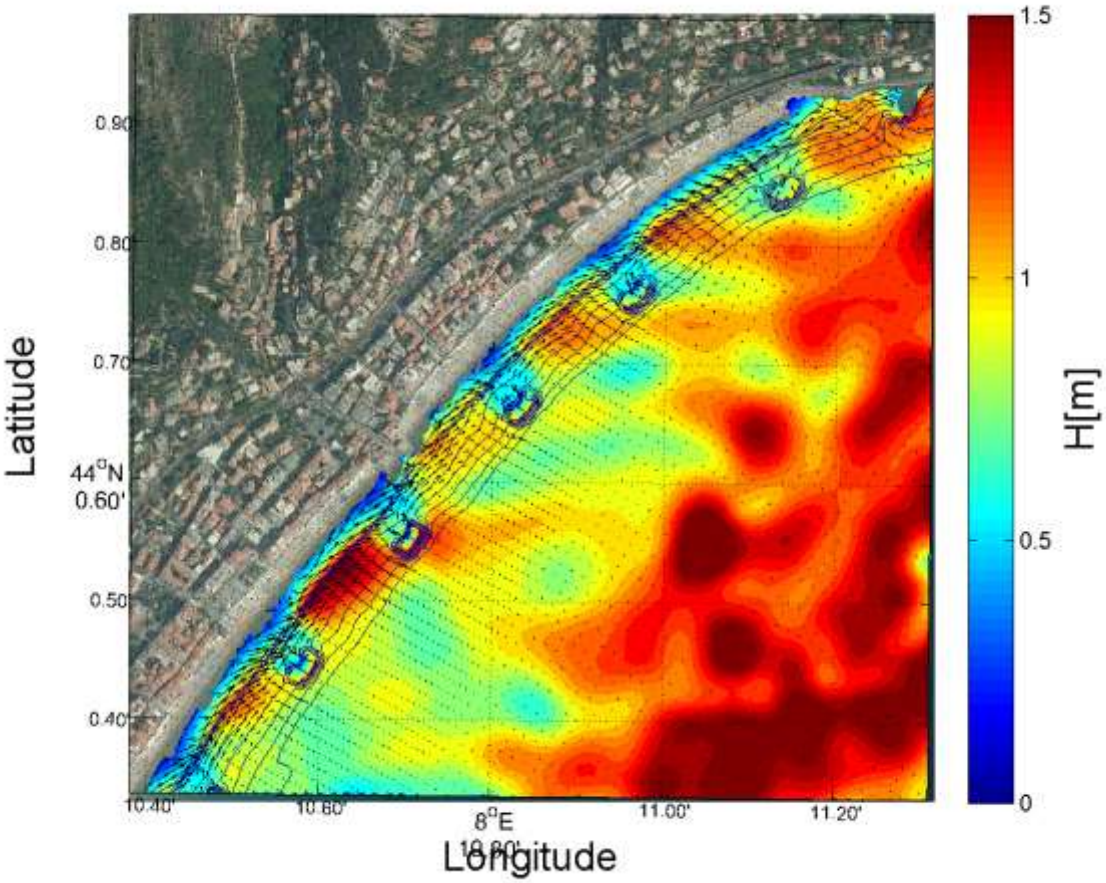


Figura 65 Ipotesi 2 Libeccio tr1Nord

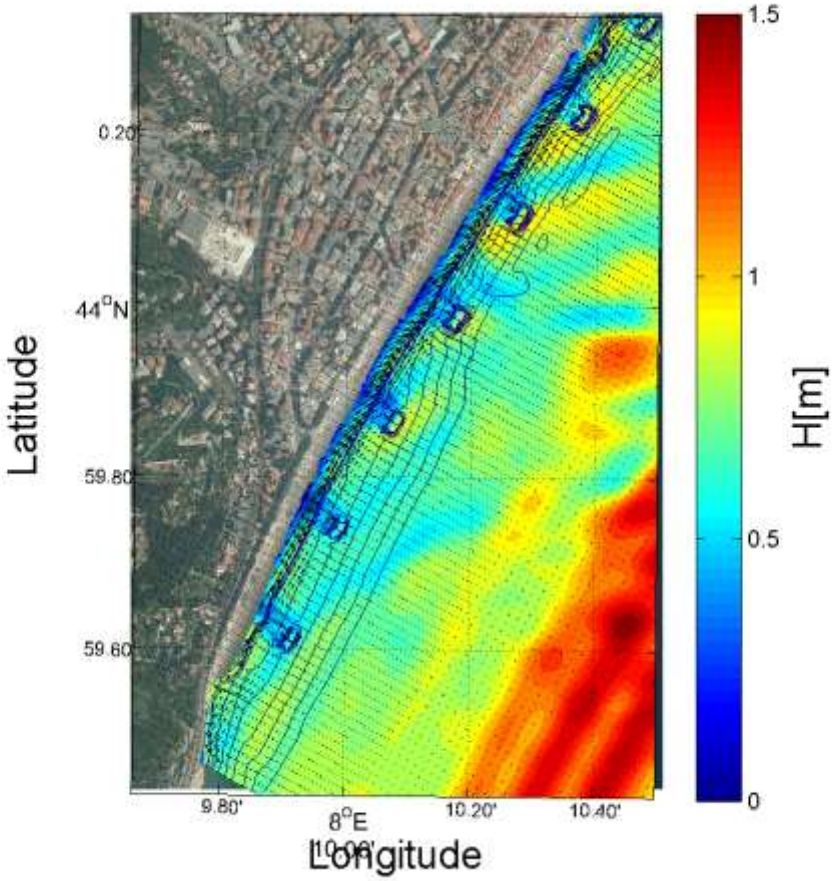


Figura 66 Ipotesi 2 Libeccio tr1 Sud

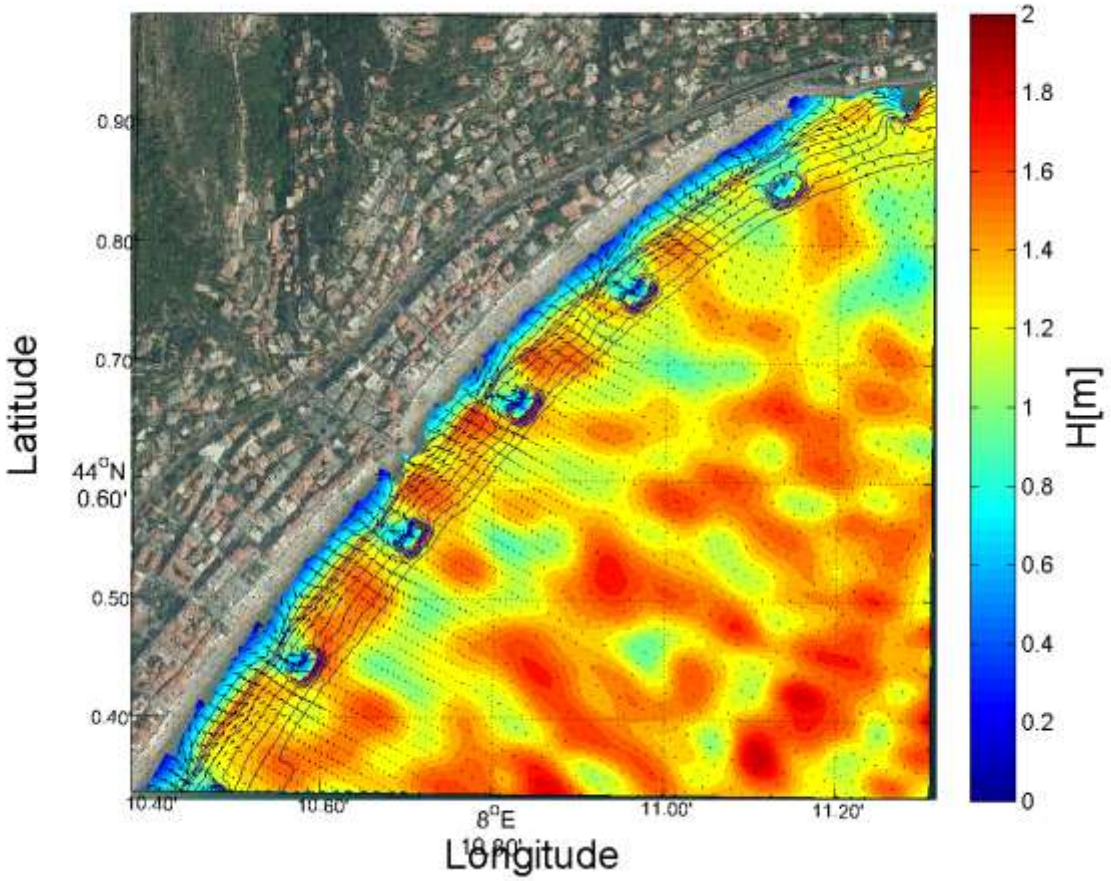


Figura 67 Ipotesi 2 Scirocco TR 1 nord

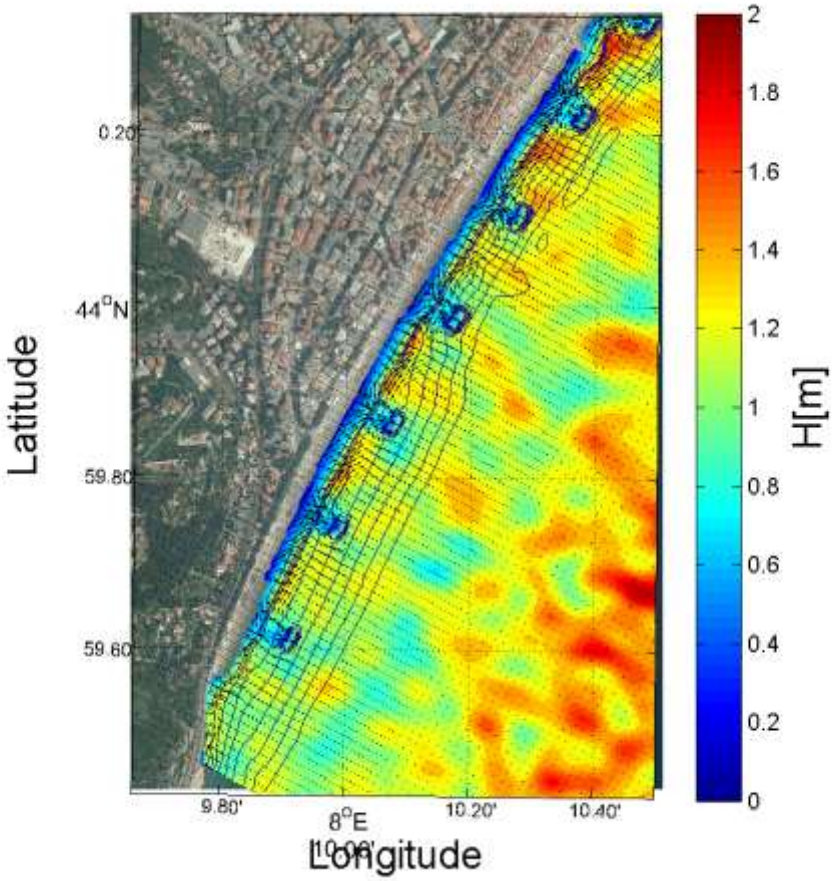


Figura 68 Ipotesi 2 Scirocco TR 1 sud

Ipotesi 3 (secche 150)

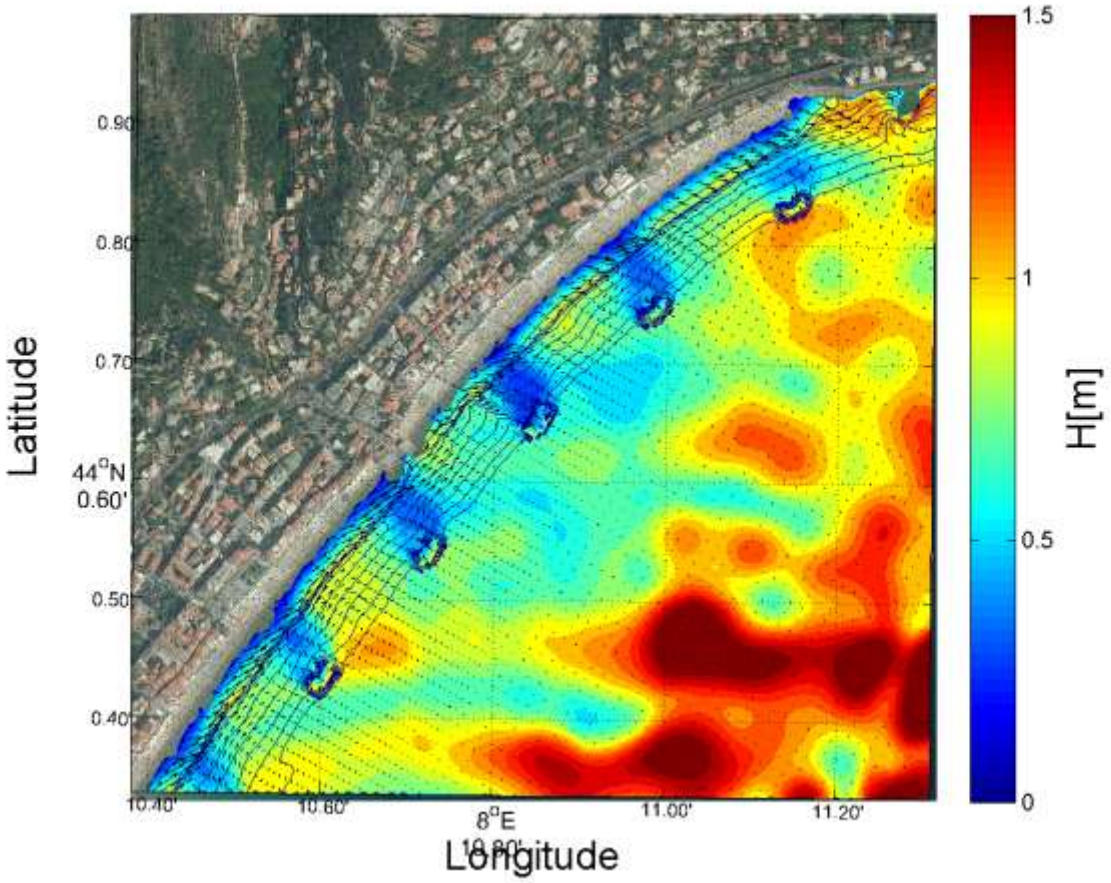


Figura 69 Ipotesi 3 Libeccio TR 1 Nord

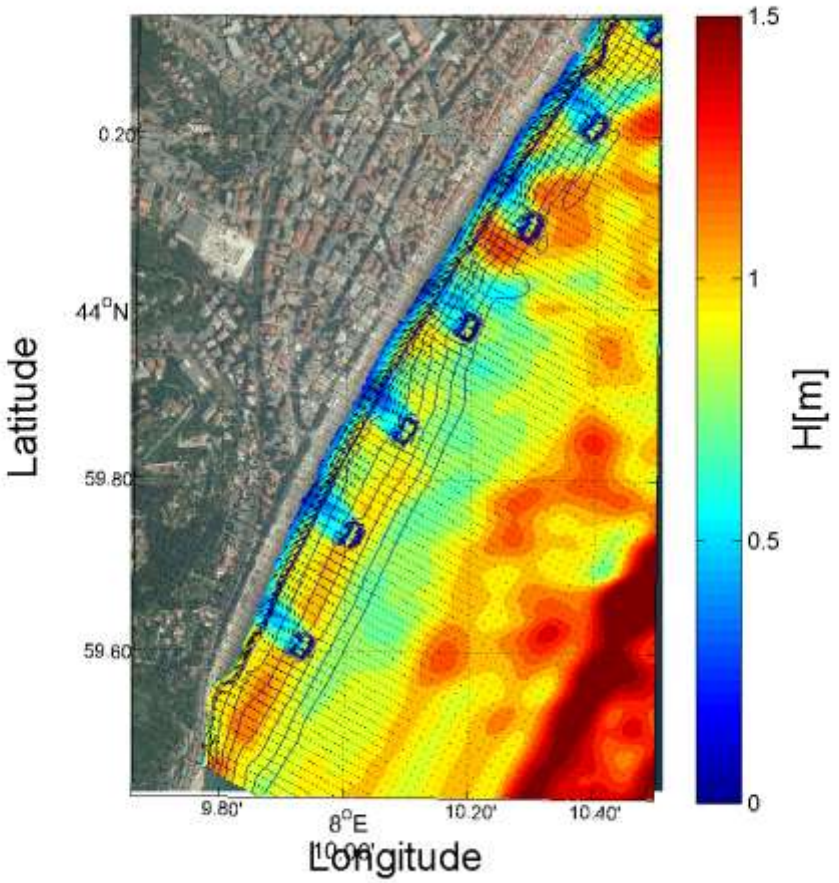


Figura 70 Ipotesi 3 Libeccio TR1 Sud

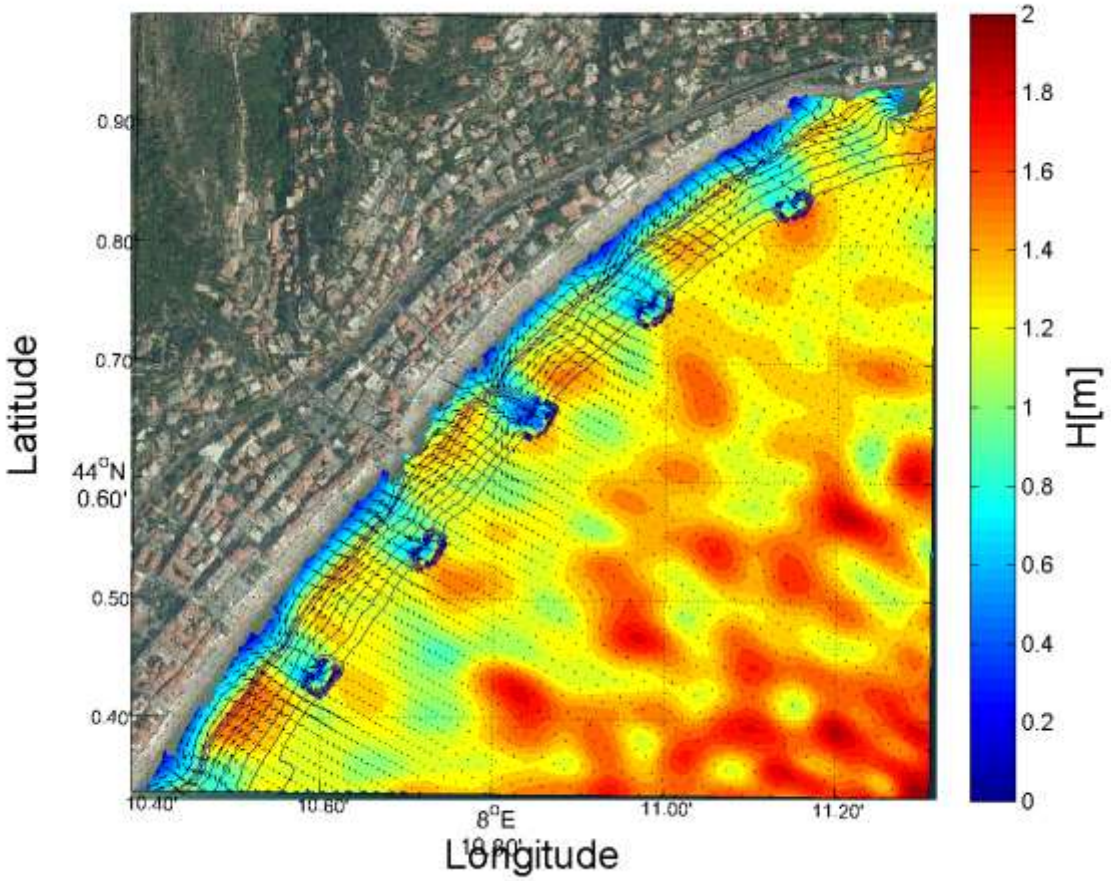


Figura 71 Ipotesi 3 Scirocco TR 1 Nord

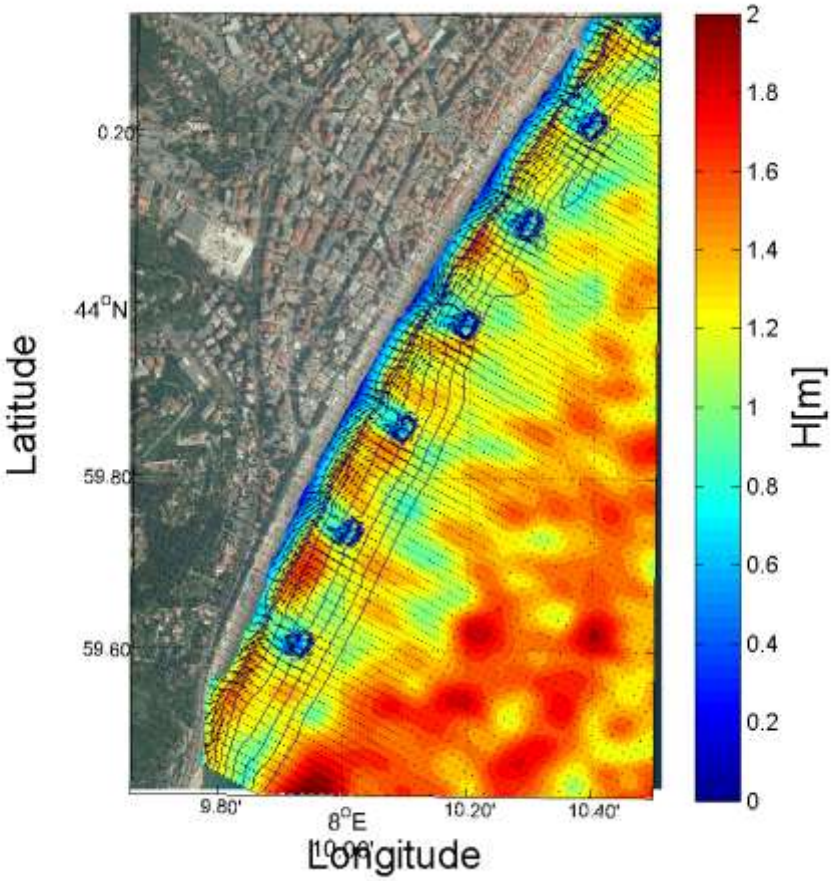


Figura 72 Ipotesi 3 Scirocco TR 1 Sud

Tempo di ritorno annuale Ipotesi 4

Scirocco

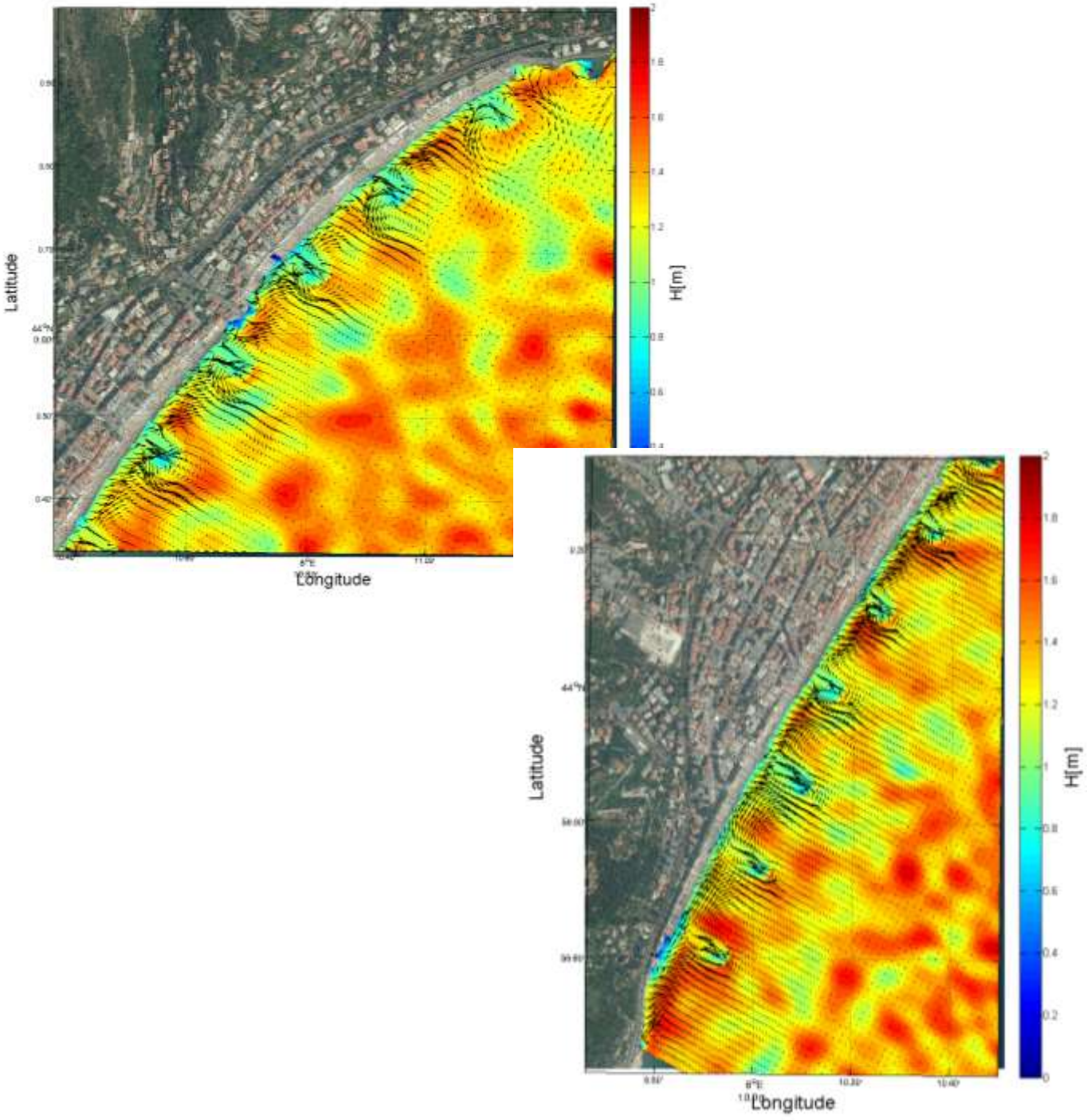


Figura 73Ipotesi 4 Scirocco TR 1 Nord e Sud

Libeccio

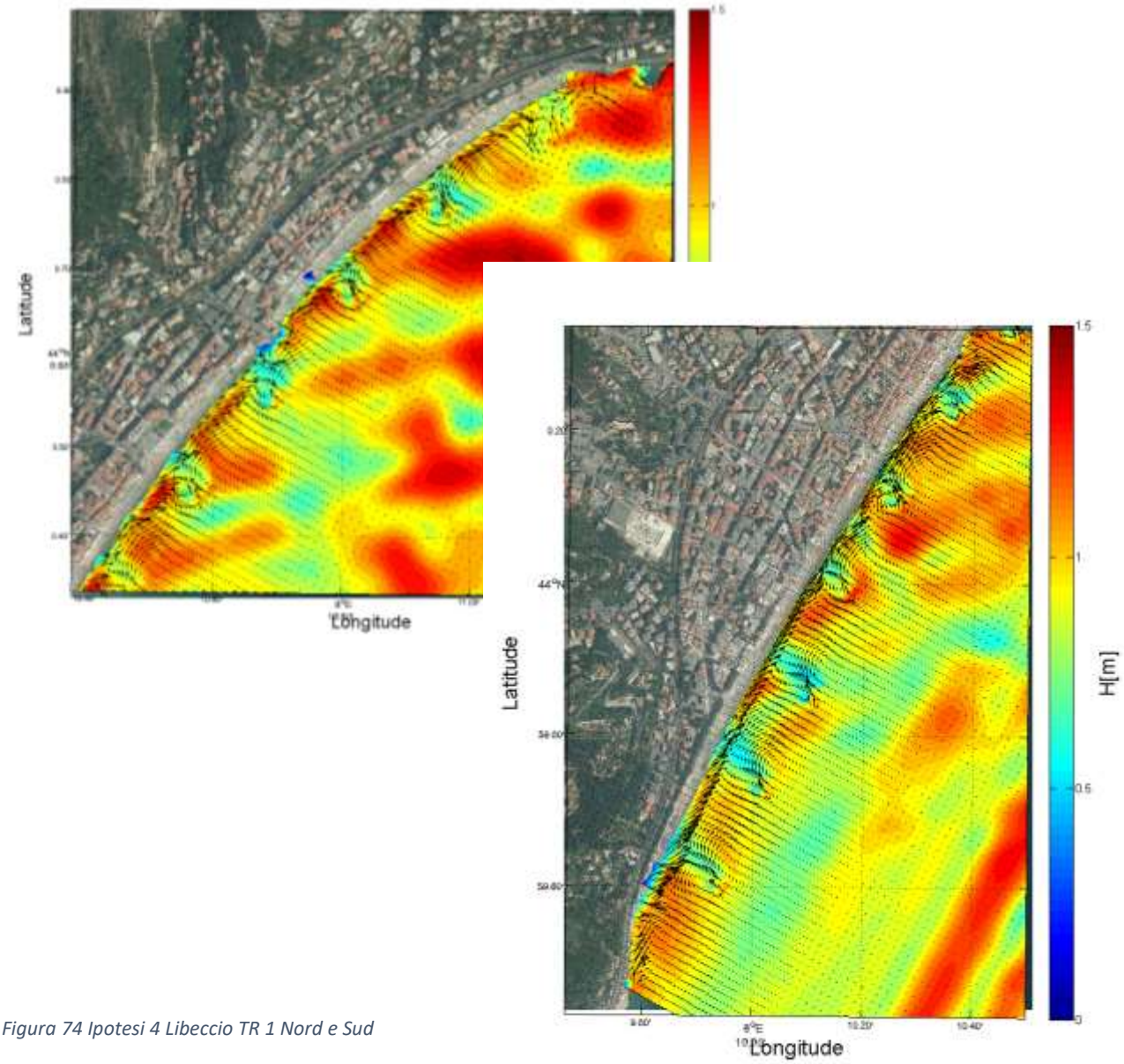


Figura 74 Ipotesi 4 Libeccio TR 1 Nord e Sud

Tempo di ritorno annuale Ipotesi 5

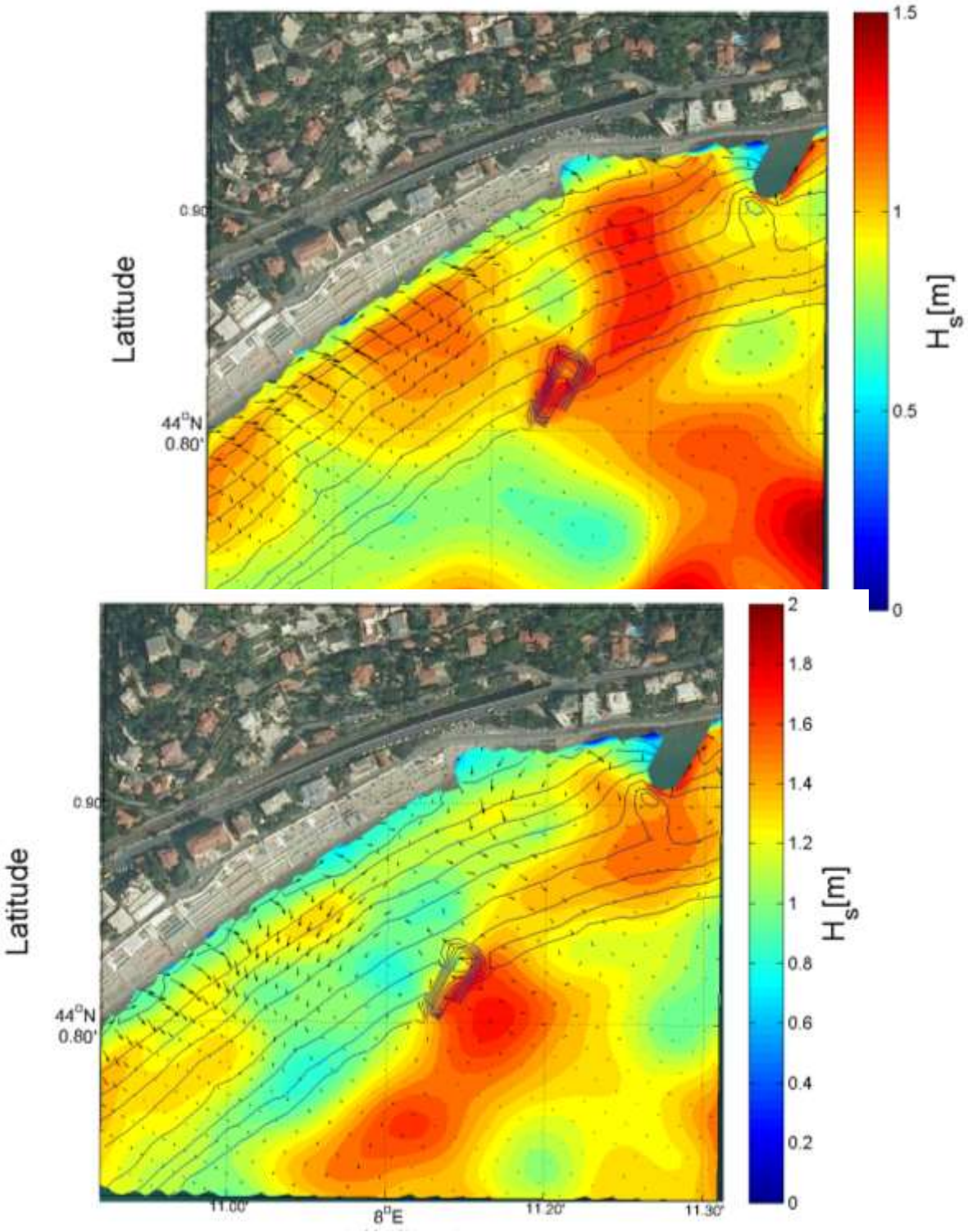


Figura 75 Ipotesi 5: in alto Libeccio TR 1; in basso Scirocco TR 1

Conclusioni

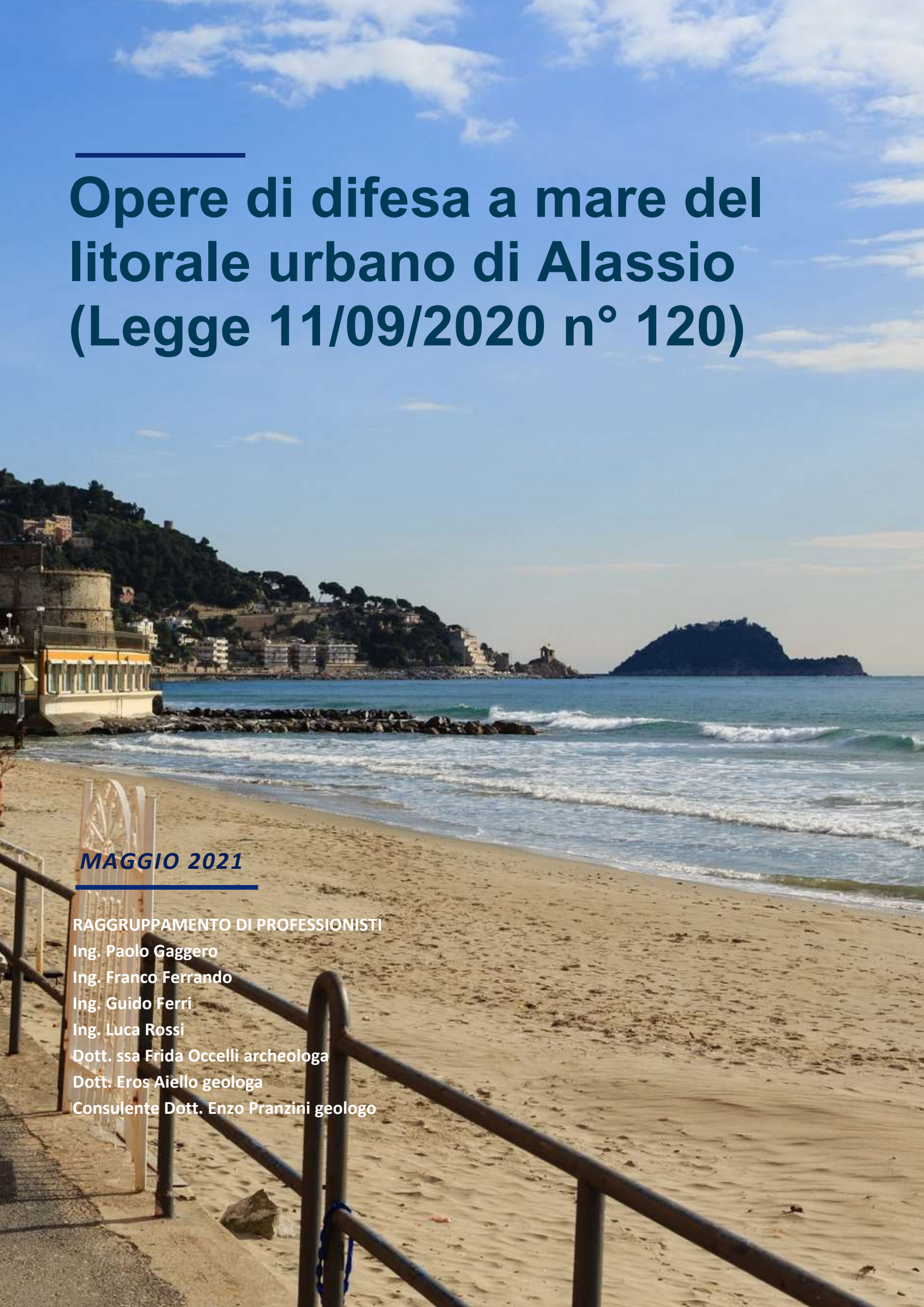
La società cooperativa Geoscape ha condotto per la committenza un servizio specialistico propedeutico alla valutazione del progetto di difesa costiera della spiaggia di Alassio, mediante **modellistica numerica** applicata su cinque ipotesi di progetto utilizzando i dati risultati dal precedente servizio svolto nel Luglio 2020. Dallo studio è emersa la risposta del litorale alassino per i progetti presi in esame con l'obiettivo di individuare la soluzione maggiormente efficace in fase decisionale. L'utilizzo di modelli matematici e il continuo confronto con la committenza hanno permesso di evidenziare il comportamento idro-morfodinamico dei casi presi in esame descritti in questa relazione.

Lì Genova 12 Aprile 2021 Firma



Il Marchio "Spin off dell'Università degli Studi di Genova" testimonia esclusivamente il rapporto di derivazione universitaria della società spin off, pertanto, il presente documento non è direttamente ascrivibile all'Università degli Studi di Genova

Opere di difesa a mare del litorale urbano di Alassio (Legge 11/09/2020 n° 120)



MAGGIO 2021

RAGGRUPPAMENTO DI PROFESSIONISTI
Ing. Paolo Gaggero
Ing. Franco Ferrando
Ing. Guido Ferri
Ing. Luca Rossi
Dott. ssa Frida Occelli archeologa
Dott. Eros Aiello geologa
Consulente Dott. Enzo Pranzini geologo

Opere di difesa a mare del litorale urbano di alassio (Legge 11/09/2020 n° 120)

APPENDICE

Raggruppamento di professionisti

Ing. Paolo Gaggero capogruppo
Ing. Franco Ferrando
Ing. Guido Ferri
Ing. Luca Rossi
Dott. ssa Frida Occelli archeologa
Dott. Eros Aiello geologo
Consulente Dott. Enzo Pranzini geologo

MAGGIO 2021

COMUNE DI ALASSIO

OPERE DI DIFESA A MARE DEL LITORALE URBANO DI ALASSIO

(LEGE 11/09/2020 N° 120)

APPENDICE

In esito alla riunione della Sala del Consiglio Comunale di Alassio alla presenza di rappresentanti dell'Amministrazione Comunale e di funzionari regionali di Ecosistema Costiero, è emersa l'opportunità di sviluppare un progetto generale comprensivo di:

- ripascimento sull'intero litorale
- opere di difesa longitudinale estesa all'intero litorale
- sbarramento trasversale sommerso all'estremità nord del litorale

Pertanto è stata richiesta la redazione della presente appendice, che, sulla base delle indicazioni e valutazioni già descritte nello studio di fattibilità, aggiunga un ulteriore scenario e ne definisca il costo.

A_Ripascimento

L'azione di ripascimento riguarda il reperimento e fornitura in opera di 60 mc/ml di sabbie di granulometria simile a quella attuale di spiaggia, estesa sui 3200 m di litorale. Il costo dell'intervento è analizzato nel documento "Stima sommaria delle ipotesi di intervento" in Euro 13.750.000,00 con sabbie provenienti da cave terrestri, riducibile ad Euro 4.500.000,00 con sabbia proveniente da cava sottomarina antistante il litorale comunale, se disponibile.

B_Barriera longitudinale costituita da 4 geotubi affiancati

La barriera prevista è quella già descritta negli elaborati di fattibilità sotto l'ipotesi di progetto 7, estesa all'intero litorale di sviluppo 3200 m. Il costo dell'intervento è analizzato nel documento "Stima sommaria delle ipotesi di intervento" per una lunghezza pari a 1000 m in Euro 5.000.000,00; pertanto su uno sviluppo di 3200 m il relativo costo è valutato in Euro 16.000.000,00.

C_Sbarramento sommerso nord

Negli elaborati di fattibilità l'opera è stata solo accennata. Si tratta di un prolungamento sommerso, sino a profondità di – 5,0 m in prosecuzione del breve pennello recentemente realizzato in zona ex Adelasia e denominato pennello Ferrando dal nome del suo progettista. La lunghezza totale (parte emersa esistente e parte sommersa) dello sbarramento potrà essere di circa 130 ml. Il suo orientamento dovrà essere oggetto di attenta valutazione. Il costo dell'opera è così sommariamente determinato (berna 6,0 m e sommergenza 1,5 m).

N° Prog.	Codice	Descrizione dei lavori	Dimensioni				Unità misura	Quantità	Prezzo unitario	Importo
			P.u.	Lungh.	Largh.	Alt./Peso				
		SBARRAMENTO SOMMERSO								
1	85.D10.F10.011	**IMBASAMENTO - TOUT VENANT** Provvista e posa in opera di tout-venant di cava per la formazione di nucleo di scogliera, pesato su autocarro, stazzato su natante (betta a tramoggia) e versato via mare. Per quantitativi non inferiori a 300 mc, escluso il sommozzatore. Sezione 1: 6.25 mq Sezione 2 : 10.25 mq Sezione media (6.25+10.25)/2=8.25 mq		80,00		8,25		660,00		
		Varie, eventuali ed arrotondamenti, compresa testata		140,00				140,00		
						Sommano	mc	800,00	€ 35,93	€ 28.744,00
2	85.D10.D10.114	**NUCLEO - I° CATEGORIA** Provvista e posa in opera di massi naturali di PRIMA CATEGORIA, da 51 a 1000 Kg, provenienti direttamente da cave liguri, pesati su autocarro e posati a mezzo natante, per quantitativi giornalieri non inferiori a 300 t, posati entro 3 miglia dalla zona di carico, fuori ambito portuale. Peso specifico 2.6 ton/mc Coeff di assestamento 1.1 Indice dei pieni 0.95 2.6*1.1*0.95 = 2.717 ton/mc Sezione 1: 0.0 sezione 2 : 12.10 media (0.00+12.10)/2=8.25	2,717	80,00		6,05		1315,03		
		Varie, eventuali ed arrotondamenti, compresa testata				334,97		334,97		
						Sommano	ton	1650,00	€ 55,66	€ 91.839,00
3	85.D10.D10.161	**MANTELLATA - III° CATEGORIA** Provvista e posa in opera di massi naturali di TERZA CATEGORIA, da 3001 a 7000 Kg, provenienti direttamente dalle cave dell? alto Piemonte e resi nella PROVINCIA DI SAVONA, verificabili da documenti di trasporto, pesati su autocarro e posati a mezzo natante, per quantitativi giornalieri non inferiori a 300 t, posati entro 3 miglia dalla zona di carico, fuori ambito portuale. Nel caso si debbano usare massi di altra provenienza si dovrà procedere alla redazione di nuove analisi. Peso specifico 2.6 ton/mc Coeff di assestamento 1.1 Indice dei pieni 0.80 2.6*1.1*0.80 = 2.288 ton/mc sezione 1: 13.50 sezione 2 : 33.50 media (13.50+33.5)/2=23.50	2,288	80,00		23,50		4301,44		
		Varie, eventuali ed arrotondamenti, compresa testata				948,56		948,56		
						Sommano	ton	5250,00	€ 70,21	€ 368.602,50
									Lavori	**€ 489.185,50**
4		**SICUREZZA** Compenso a corpo per gli oneri della sicurezza, di cui al D.Lgs 81/08. Compreso ogni onere, nessuno escluso, per dare l'opera perfettamente finita a regola d'arte.		1,00				1,00		
						Sommano	corpo	1,00	€ 10.814,50	€ 10.814,50
									SOMMANO	**€ 10.814,50**

QUADRO ECONOMICO

	A) LAVORI		
	Lavori soggetti a ribasso	€	489.185,50
	Sicurezza	€	10.814,50
	TOTALE LAVORI A)	**€**	**500.000,00**
	B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
B1	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€	-
B2	Rilievi, accertamenti ed indagini	€	25.000,00
B3	Allacciamento ai pubblici servizi	€	-
B4	Imprevisti	€	76.560,00
B5	Acquisizione aree o immobili, servitù, occupazioni	€	-
B6	Accantonamenti	€	-
B7	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	€	50.000,00
B8	Spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione	€	-
B9	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	€	-
B10	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	€	-
B11	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
B12	IVA sui lavori (22% di A)	€	110.000,00
B13	CNPAIA (4% di B7)	€	2.000,00
B14	IVA sui spese tecniche e CNPAIA (22% di B7+B13)	€	11.440,00
B15	Importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 113 del 50/2016 nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	€	10.000,00
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE B)	**€**	**300.000,00**
	A) LAVORI	€	500.000,00
	B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	€	300.000,00
	TOTALE INTERVENTO	**€**	**800.000,00**

A + B + C: INTERVENTO COMPLETO

Pertanto il costo totale dell'intervento è pari ad Euro 21.300.000,00 così suddivisi:

A)	ripascimento	€	4.500.000,00
B)	barriera longitudinale (4 geotubi)	€	16.000.000,00
C)	sbarramento sommerso	€	800.000,00
	TOTALE	€	21.300.000,00

Durante la riunione in Comune è stato anche ipotizzato l'impiego del secondo fondo ex OCDPC 558/2018 pari ad Euro 2.500.000,00 per la realizzazione di un primo lotto di barriera longitudinale; il lotto, oltre a parzializzare la lunghezza della barriera (da prevedere comunque nella zona antistante il centro abitato, a partire dell'Hotel Milano verso NE) può modulare anche il numero dei geotubi affiancati impiegati per la sua realizzazione. Sulla base dei costi indicati nell'elaborato "Stima sommaria delle ipotesi di intervento" si riportano lunghezze e caratteristiche nella seguente tabella, nella quale il costo dell'opera è costante e pari ad Euro 2.500.000,00

	lunghezza ml							
numero geotubi affiancati	**300**	**400**	**500**	**600**	**700**	**800**	**900**	**1000**
2								
3								
4								


N
RIPASCIMENTO
ALLUNGAMENTO SOMMERSO
PENNELLO ESISTENTE CON
MORFOLOGIA DA DEFINIRE
BARRIERA IN GEOTUBI
BARRIERA IN GEOTUBI
RIPASCIMENTO

R T P
Dott. Ing. FRANCO FERRANDO - Dott. Ing. GUIDO FERRI - Dott. Ing. PAOLO GAGGERO - Dott. Ing. LUCA ROSSI - Dott.ssa FRIDA OCCELLI - Dott. EROS AIELLO

Savona, *13 luglio 2021*

Spett.le AMMINISTRAZIONE del Comune di Alassio

comune.alassio@legalmail.it
enrico.paliotto@comune.alassio.sv.it
luca.corciulo@comune.alassio.sv.it
rocco.invernizzi@comune.alassio.sv.it

Oggetto: **PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI DIFESA A MARE DEL LITORALE URBANO DI ALASSIO – PRIME VALUTAZIONI**

Invio in allegato il computo metrico estimativo relativo alla appendice tramessa con nota del giorno 19.05.2021.

La stima, come già indicato nella nota, è effettuata nei due casi:

- soluzione 1, con materiale di ripascimento proveniente da cava terrestre, per un importo globale di € 30.550.000,00;
- soluzione 2, con materiale di ripascimento proveniente da cava marina (se disponibile), per un importo globale di € 21.300.000,00

I quadri economici dei due casi sono

QUADRO ECONOMICO
SOLUZIONE 1

A) LAVORI

		A1_RIPASCIMENTO	B_BARRIERA	C_SBARRAMENTO	TOTALE
	Lavori soggetti a ribasso	€ 9 841 920.00	€ 10 104 371.20	€ 489 185.50	€ 20 435 476.70
	Sicurezza	€ 108 080.00	€ 455 628.80	€ 10 814.50	€ 574 523.30
	TOTALE LAVORI E SICUREZZA A)	**€ 9 950 000.00**	**€ 10 560 000.00**	**€ 500 000.00**	**€ 21 010 000.00**
	B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE				
B1	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€ -	€ -	€ -	€ -
B2	Rilievi, accertamenti ed indagini	€ -	€ 100 000.00	€ 25 000.00	€ 125 000.00
B3	Allacciamento ai pubblici servizi	€ -	€ 80 000.00	€ -	€ 80 000.00
B4	Imprevisti	€ 134 544.00	€ 650 000.00	€ 76 560.00	€ 861 104.00
B5	Acquisizione aree o immobili, servitù, occupazioni	€ -	€ -	€ -	€ -
B6	Accantonamenti	€ -	€ 690 747.20	€ -	€ 690 747.20
B7	sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento	€ 995 000.00	€ 1 056 000.00	€ 50 000.00	€ 2 101 000.00
B8	procedimento, e di verifica e validazione	€ -	€ -	€ -	€ -
B9	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	€ -	€ -	€ -	€ -
B10	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	€ -	€ -	€ -	€ -
B11	collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€ 15 000.00	€ 45 000.00	€ 15 000.00	€ 75 000.00
B12	IVA sui lavori (22% di A)	€ 2 189 000.00	€ 2 323 200.00	€ 110 000.00	€ 4 622 200.00
B13	CNPAIA (4% di B7)	€ 39 800.00	€ 42 240.00	€ 2 000.00	€ 84 040.00
B14	IVA sui spese tecniche e CNPAIA (22% di B7+B13)	€ 227 656.00	€ 241 612.80	€ 11 440.00	€ 480 708.80
B15	prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	€ 199 000.00	€ 211 200.00	€ 10 000.00	€ 420 200.00
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE B)	**€ 3 800 000.00**	**€ 5 440 000.00**	**€ 300 000.00**	**€ 9 540 000.00**
	A) LAVORI	€ 9 950 000.00	€ 10 560 000.00	€ 500 000.00	€ 21 010 000.00
	B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	€ 3 800 000.00	€ 5 440 000.00	€ 300 000.00	€ 9 540 000.00
	TOTALE INTERVENTO	**€ 13 750 000.00**	**€ 16 000 000.00**	**€ 800 000.00**	**€ 30 550 000.00**

QUADRO ECONOMICO
SOLUZIONE 2

A) LAVORI

		A2_RIPASCIMENTO	B_BARRIERA	C_SBARRAMENTO	TOTALE
	Lavori soggetti a ribasso	€ 2 768 000.00	€ 10 104 371.20	€ 489 185.50	€ 13 361 556.70
	Sicurezza	€ 82 000.00	€ 455 628.80	€ 10 814.50	€ 548 443.30
	TOTALE LAVORI E SICUREZZA A)	**€ 2 850 000.00**	**€ 10 560 000.00**	**€ 500 000.00**	**€ 13 910 000.00**
	B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE				
B1	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€ -	€ -	€ -	€ -
B2	Rilievi, accertamenti ed indagini	€ 250 000.00	€ 100 000.00	€ 25 000.00	€ 375 000.00
B3	Allacciamento ai pubblici servizi	€ -	€ 80 000.00	€ -	€ 80 000.00
B4	Imprevisti	€ 113 312.00	€ 650 000.00	€ 76 560.00	€ 839 872.00
B5	Acquisizione aree o immobili, servitù, occupazioni	€ -	€ -	€ -	€ -
B6	Accantonamenti	€ 191 080.00	€ 690 747.20	€ -	€ 881 827.20
B7	sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento	€ 285 000.00	€ 1 056 000.00	€ 50 000.00	€ 1 391 000.00
B8	procedimento, e di verifica e validazione	€ -	€ -	€ -	€ -
B9	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	€ -	€ -	€ -	€ -
B10	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	€ -	€ -	€ -	€ -
B11	collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€ 50 000.00	€ 45 000.00	€ 15 000.00	€ 110 000.00
B12	IVA sui lavori (22% di A)	€ 627 000.00	€ 2 323 200.00	€ 110 000.00	€ 3 060 200.00
B13	CNPAIA (4% di B7)	€ 11 400.00	€ 42 240.00	€ 2 000.00	€ 55 640.00
B14	IVA sui spese tecniche e CNPAIA (22% di B7+B13)	€ 65 208.00	€ 241 612.80	€ 11 440.00	€ 318 260.80
B15	prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	€ 57 000.00	€ 211 200.00	€ 10 000.00	€ 278 200.00
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE B)	**€ 1 650 000.00**	**€ 5 440 000.00**	**€ 300 000.00**	**€ 7 390 000.00**
	A) LAVORI	€ 2 850 000.00	€ 10 560 000.00	€ 500 000.00	€ 13 910 000.00
	B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	€ 1 650 000.00	€ 5 440 000.00	€ 300 000.00	€ 7 390 000.00
	TOTALE INTERVENTO	**€ 4 500 000.00**	**€ 16 000 000.00**	**€ 800 000.00**	**€ 21 300 000.00**

Vogliate gradire cordiali saluti

Dott. ing. Paolo Gaggero



Allegato: computo metrico estimativo

ALLEGATO B

PLANIMETRIA ZONA DI PRELIEVO

ANALISI CAMPIONI SUPERFICIALI

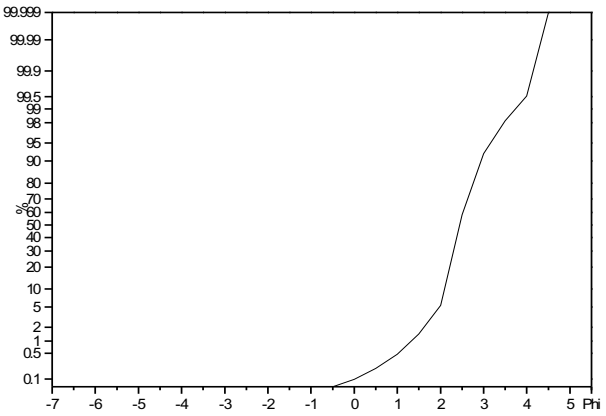

17/1
15/1
14/1
16/1
15/2
16/2
14/2
/-4
13/-6
14/3
15/4

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

Località:	Alassio (SV)
Data:	19/10/2021
N° Campione:	**14 / 1**
Nome	

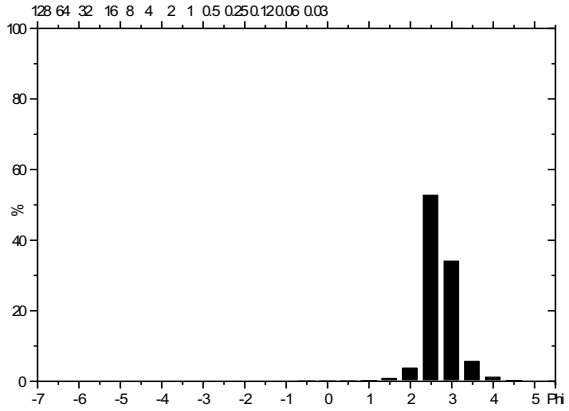
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2,4782
Media (mm)	0,1795
Classazione	0,3433
Asimmetria	0,1844
Curtosi	1,1265

phi	%	% Cum
-6.0	0,000	0,000
-5.5	0,000	0,000
-5.0	0,000	0,000
-4.5	0,000	0,000
-4.0	0,000	0,000
-3.5	0,000	0,000
-3.0	0,000	0,000
-2.5	0,000	0,000
-2.0	0,000	0,000
-1.5	0,000	0,000
-1.0	0,000	0,000
-0.5	0,059	0,059
0.0	0,039	0,098
0.5	0,105	0,203
1.0	0,275	0,477
1.5	0,968	1,445
2.0	3,904	5,349
2.5	52,861	58,210
3.0	34,166	92,376
3.5	5,807	98,182
4.0	1,334	99,516
4.5	0,484	100,000



GHIAIA (%):	**0,0**
SABBIA (%):	**99,5**
F.FINE (%):	**0,5**





Perc.	(phi)	(mm)
1	1,3261	0,40
5	1,9713	0,26
16	2,1698	0,22
25	2,2578	0,21
50	2,4431	0,18
75	2,6909	0,15
84	2,8217	0,14
95	3,1617	0,11

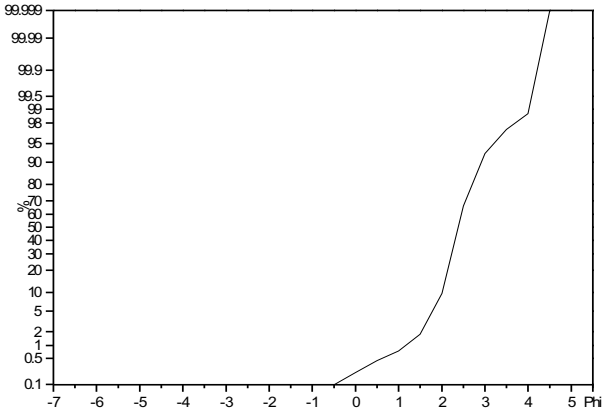
phi	Pesi
-6.0	0
-5,5	0
-5	0
-4,5	0
-4	0
-3,5	0
-3	0
-2,5	0
-2	0
-1,5	0
-1	0
-0,5	0,09
0	0,06
0,5	0,16
1	0,42
1,5	1,48
2.0	5,97
2.5	80,84
3.0	52,25
3.5	8,88
4.0	2,04
4.5	0,74
	0
Somma:	152,93

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

Località:	Alassio (SV)
Data:	19/10/2021
N° Campione:	**14 / 2**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2,4152
Media (mm)	0,1875
Classazione	0,3877
Asimmetria	0,1660
Curtosi	1,3216

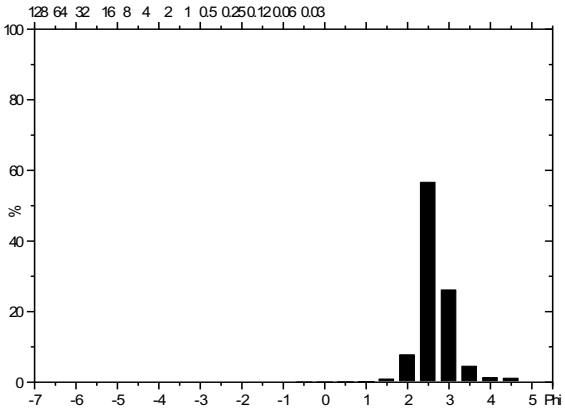
phi	%	% Cum
-6.0	0,000	0,000
-5.5	0,000	0,000
-5.0	0,000	0,000
-4.5	0,000	0,000
-4.0	0,000	0,000
-3.5	0,000	0,000
-3.0	0,000	0,000
-2.5	0,000	0,000
-2.0	0,000	0,000
-1.5	0,000	0,000
-1.0	0,000	0,000
-0.5	0,098	0,098
0.0	0,118	0,216
0.5	0,223	0,439
1.0	0,308	0,747
1.5	1,015	1,762
2.0	7,887	9,649
2.5	56,740	66,389
3.0	26,228	92,618
3.5	4,657	97,275
4.0	1,448	98,723
4.5	1,277	100,000



GHIAIA (%):	**0,0**
SABBIA (%):	**98,7**
F.FINE (%):	**1,3**



Perc.	(phi)	(mm)
1	1,1638	0,45
5	1,7866	0,29
16	2,0892	0,24
25	2,182	0,22
50	2,3775	0,19
75	2,6226	0,16
84	2,7788	0,15
95	3,2074	0,11



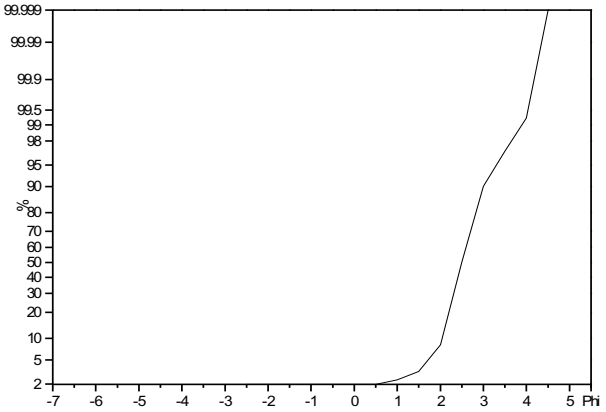
phi	Pesi
-6.0	0
-5,5	0
-5	0
-4,5	0
-4	0
-3,5	0
-3	0
-2,5	0
-2	0
-1,5	0
-1	0
-0,5	0,15
0	0,18
0,5	0,34
1	0,47
1,5	1,55
2.0	12,04
2.5	86,62
3.0	40,04
3.5	7,11
4.0	2,21
4.5	1,95
	0
Somma:	152,66

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

Località:	Alassio (SV)
Data:	19/10/2021
N° Campione:	**15/ 1**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2,5074
Media (mm)	0,1759
Classazione	0,4259
Asimmetria	0,0329
Curtosi	1,2869

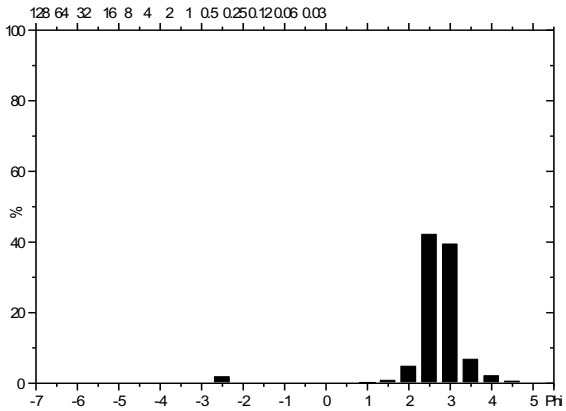
phi	%	% Cum
-6.0	0,000	0,000
-5.5	0,000	0,000
-5.0	0,000	0,000
-4.5	0,000	0,000
-4.0	0,000	0,000
-3.5	0,000	0,000
-3.0	0,000	0,000
-2.5	1,969	1,969
-2.0	0,000	1,969
-1.5	0,000	1,969
-1.0	0,000	1,969
-0.5	0,000	1,969
0.0	0,000	1,969
0.5	0,000	1,969
1.0	0,390	2,359
1.5	0,925	3,284
2.0	4,923	8,208
2.5	42,301	50,509
3.0	39,572	90,081
3.5	6,926	97,006
4.0	2,260	99,266
4.5	0,734	100,000



GHIAIA (%):	**2,0**
SABBIA (%):	**97,3**
F.FINE (%):	**0,7**



Perc.	(phi)	(mm)
1	-2,5269	5,76
5	1,7177	0,30
16	2,1414	0,23
25	2,2554	0,21
50	2,4955	0,18
75	2,7597	0,15
84	2,8854	0,14
95	3,3012	0,10



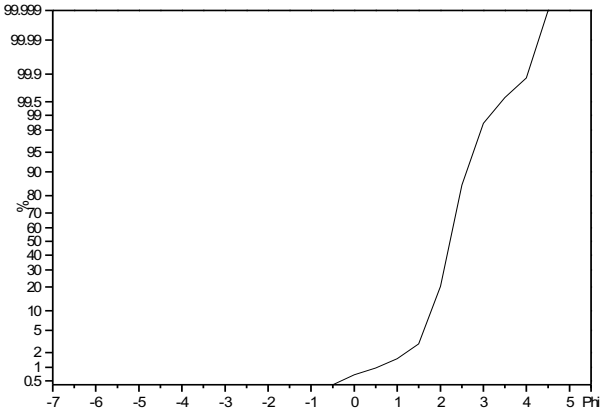
phi	Pesi
-6.0	0
-5,5	0
-5	0
-4,5	0
-4	0
-3,5	0
-3	0
-2,5	2,98
-2	0
-1,5	0
-1	0
-0,5	0
0	0
0,5	0
1	0,59
1,5	1,4
2.0	7,45
2.5	64,01
3.0	59,88
3.5	10,48
4.0	3,42
4.5	1,11
	0
Somma:	151,32

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

Località:	Alassio (SV)
Data:	19/10/2021
N° Campione:	**15 / 2**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2,2101
Media (mm)	0,2161
Classazione	0,3152
Asimmetria	-0,0559
Curtosi	1,3050

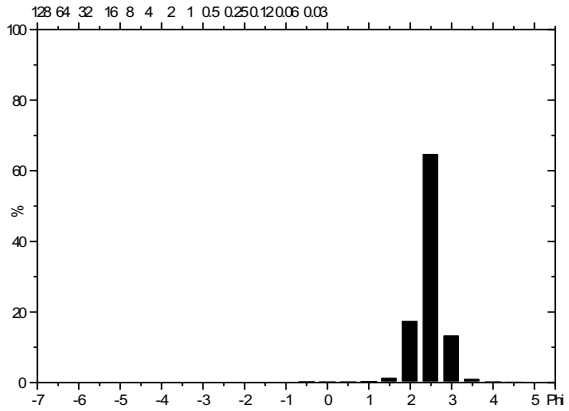
phi	%	% Cum
-6.0	0,000	0,000
-5.5	0,000	0,000
-5.0	0,000	0,000
-4.5	0,000	0,000
-4.0	0,000	0,000
-3.5	0,000	0,000
-3.0	0,000	0,000
-2.5	0,000	0,000
-2.0	0,000	0,000
-1.5	0,000	0,000
-1.0	0,000	0,000
-0.5	0,406	0,406
0.0	0,277	0,683
0.5	0,291	0,973
1.0	0,541	1,514
1.5	1,386	2,900
2.0	17,482	20,383
2.5	64,765	85,147
3.0	13,386	98,533
3.5	1,068	99,601
4.0	0,270	99,872
4.5	0,128	100,000



GHIAIA (%):	**0,0**
SABBIA (%):	**99,9**
F.FINE (%):	**0,1**



Perc.	(phi)	(mm)
1	0,5296	0,69
5	1,6174	0,33
16	1,922	0,26
25	2,0411	0,24
50	2,2213	0,21
75	2,4015	0,19
84	2,4871	0,18
95	2,765	0,15



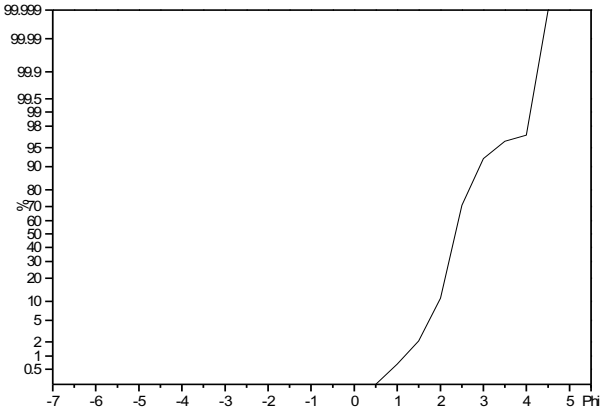
phi	Pesi
-6.0	0
-5,5	0
-5	0
-4,5	0
-4	0
-3,5	0
-3	0
-2,5	0
-2	0
-1,5	0
-1	0
-0,5	0,6
0	0,41
0,5	0,43
1	0,8
1,5	2,05
2.0	25,86
2.5	95,8
3.0	19,8
3.5	1,58
4.0	0,4
4.5	0,19
	0
Somma:	147,92

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

Località:	Alassio (SV)
Data:	19/10/2021
N° Campione:	**15 / 3**
Nome	

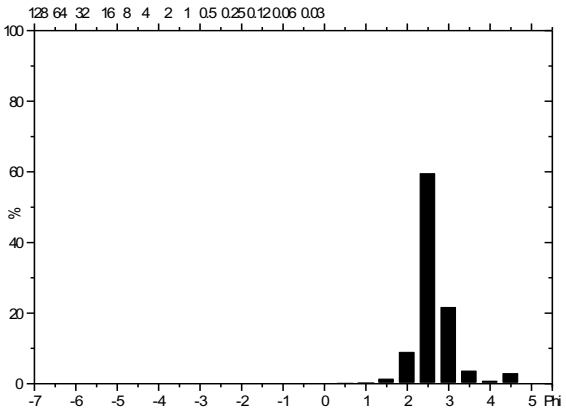
Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2,3871
Media (mm)	0,1912
Classazione	0,4106
Asimmetria	0,2059
Curtosi	1,5469

phi	%	% Cum
-6.0	0,000	0,000
-5.5	0,000	0,000
-5.0	0,000	0,000
-4.5	0,000	0,000
-4.0	0,000	0,000
-3.5	0,000	0,000
-3.0	0,000	0,000
-2.5	0,000	0,000
-2.0	0,000	0,000
-1.5	0,000	0,000
-1.0	0,000	0,000
-0.5	0,000	0,000
0.0	0,000	0,000
0.5	0,210	0,210
1.0	0,453	0,663
1.5	1,427	2,090
2.0	9,023	11,113
2.5	59,632	70,745
3.0	21,719	92,465
3.5	3,673	96,138
4.0	0,859	96,997
4.5	3,003	100,000



GHIAIA (%):	**0,0**
SABBIA (%):	**97,0**
F.FINE (%):	**3,0**





Perc.	(phi)	(mm)
1	1,1704	0,44
5	1,7396	0,30
16	2,064	0,24
25	2,1547	0,22
50	2,3456	0,20
75	2,5721	0,17
84	2,7517	0,15
95	3,315	0,10

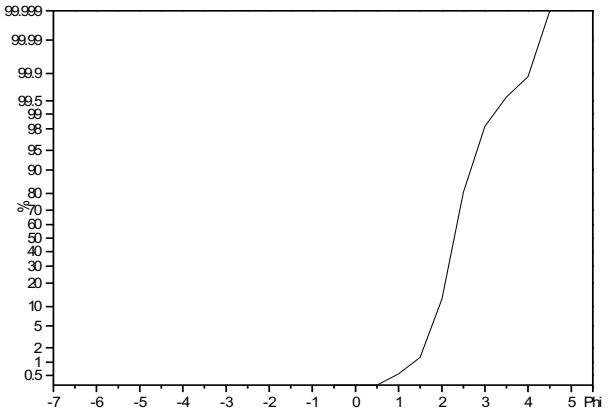
phi	Pesi
-6.0	0
-5,5	0
-5	0
-4,5	0
-4	0
-3,5	0
-3	0
-2,5	0
-2	0
-1,5	0
-1	0
-0,5	0
0	0
0,5	0,31
1	0,67
1,5	2,11
2.0	13,34
2.5	88,16
3.0	32,11
3.5	5,43
4.0	1,27
4.5	4,44
	0
Somma:	147,84

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

Località:	Alassio (SV)
Data:	19/10/2021
N° Campione:	**16 / 1**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2,2915
Media (mm)	0,2043
Classazione	0,2883
Asimmetria	0,0277
Curtosi	1,2718

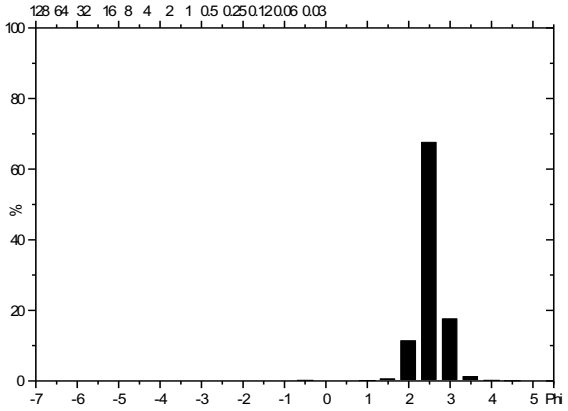
phi	%	% Cum
-6.0	0,000	0,000
-5.5	0,000	0,000
-5.0	0,000	0,000
-4.5	0,000	0,000
-4.0	0,000	0,000
-3.5	0,000	0,000
-3.0	0,000	0,000
-2.5	0,000	0,000
-2.0	0,000	0,000
-1.5	0,000	0,000
-1.0	0,000	0,000
-0.5	0,293	0,293
0.0	0,000	0,293
0.5	0,000	0,293
1.0	0,259	0,551
1.5	0,708	1,259
2.0	11,520	12,779
2.5	67,740	80,519
3.0	17,692	98,210
3.5	1,388	99,599
4.0	0,279	99,878
4.5	0,122	100,000



GHIAIA (%):	**0,0**
SABBIA (%):	**99,9**
F.FINE (%):	**0,1**



Perc.	(phi)	(mm)
1	1,3555	0,39
5	1,7694	0,29
16	2,0357	0,24
25	2,1159	0,23
50	2,2847	0,21
75	2,4534	0,18
84	2,5542	0,17
95	2,8167	0,14



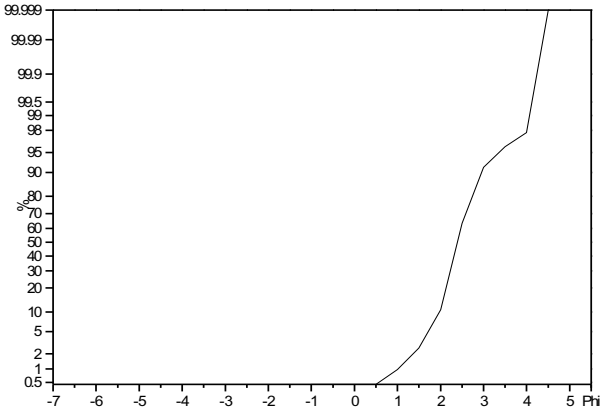
phi	Pesi
-6.0	0
-5,5	0
-5	0
-4,5	0
-4	0
-3,5	0
-3	0
-2,5	0
-2	0
-1,5	0
-1	0
-0,5	0,43
0	0
0,5	0
1	0,38
1,5	1,04
2.0	16,93
2.5	99,55
3.0	26
3.5	2,04
4.0	0,41
4.5	0,18
	0
Somma:	146,96

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

Località:	Alassio (SV)
Data:	19/10/2021
N° Campione:	**16 / 2**
Nome	

Parametri di Folk & Ward	
Media (phi)	2,4280
Media (mm)	0,1858
Classazione	0,4327
Asimmetria	0,1614
Curtosi	1,3994

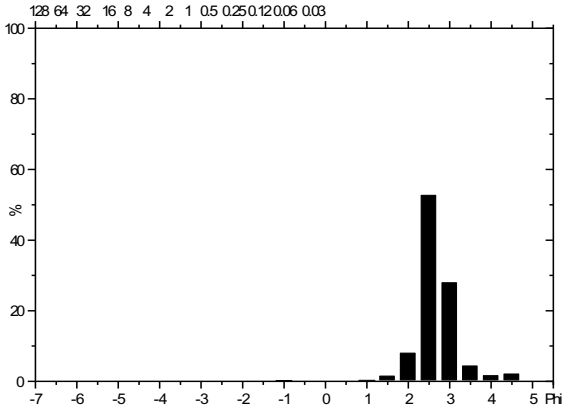
phi	%	% Cum
-6.0	0,000	0,000
-5.5	0,000	0,000
-5.0	0,000	0,000
-4.5	0,000	0,000
-4.0	0,000	0,000
-3.5	0,000	0,000
-3.0	0,000	0,000
-2.5	0,000	0,000
-2.0	0,000	0,000
-1.5	0,000	0,000
-1.0	0,449	0,449
-0.5	0,000	0,449
0.0	0,000	0,449
0.5	0,000	0,449
1.0	0,515	0,965
1.5	1,632	2,597
2.0	8,109	10,706
2.5	52,828	63,534
3.0	28,033	91,568
3.5	4,481	96,048
4.0	1,745	97,793
4.5	2,207	100,000



GHIAIA (%):	**0,4**
SABBIA (%):	**97,3**
F.FINE (%):	**2,2**



Perc.	(phi)	(mm)
1	1,0169	0,49
5	1,713	0,31
16	2,0781	0,24
25	2,1789	0,22
50	2,3912	0,19
75	2,6593	0,16
84	2,8146	0,14
95	3,3533	0,10



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	0,68
-0,5	0
0	0
0,5	0
1	0,78
1,5	2,47
2.0	12,27
2.5	79,94
3.0	42,42
3.5	6,78
4.0	2,64
4.5	3,34
	0
Somma:	151,32

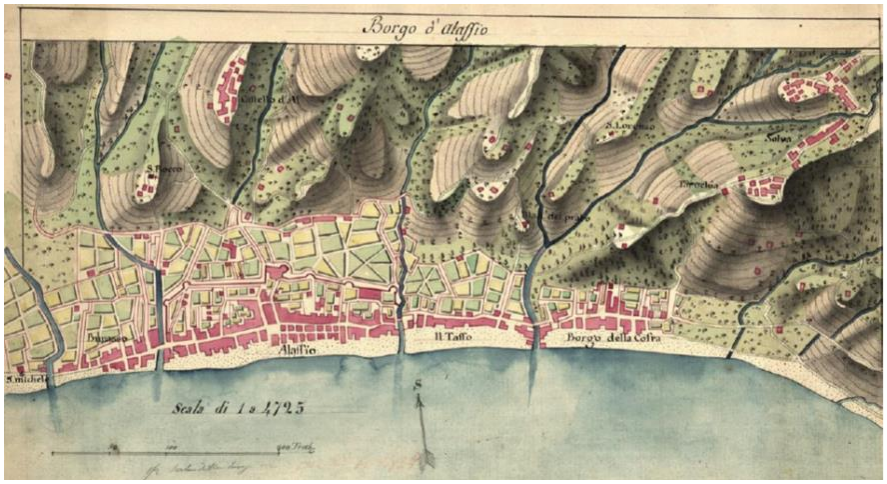
SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA BELLE ARTI E PAESAGGIO
PER LE PROVINCE DI IMPERIA E SAVONA

DIREZIONE SCIENTIFICA: DOTT.SSA Marta CONVENTI

COMUNE DI ALASSIO

OPERE A DIFESA NATURALE DEL CENTRO URBANO PROSPICIENTE IL LITORALE PER LA SICUREZZA DELLE VITE UMANE A SALVAGUARDIA DELLE STRUTTURE, INFRASTRUTTURE E DEI BENI PUBBLICI E PRIVATI ATTRAVERSO LA RICOSTRUZIONE DELLA SPIAGGIA EMERSA CONIUGATA CON MANUTENZIONE STAGIONALE E/O OPERE A MARE DI DIFESA E CONSERVAZIONE DEGLI ARENILI

INTERVENTO FINANZIATO EX OCDPC 558/2018 - ANNO 2021



VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO

Ottobre 2021

STUDIUM s.a.s. *di Frida Occelli*
www.studiumarcheologia.com
SEDE LEGALE: Via Marco polo 32 bis, 10129 Torino
TEL. E FAX: 011/855666
EMAIL: studium.occelli@libero.it

REDAZIONE:	DOTT. ssa FRIDA OCCELLI

SOMMARIO

1. PREMESSA 1

1.1. Finalità dello studio archeologico 2

1.2. Inquadramento e caratteristiche dell'area d'intervento 2

1.3. Inquadramento e caratteristiche del progetto. 4

2. VALUTAZIONI GEOMORFOLOGICHE 8

3. LA CARTOGRAFIA STORICA 9

4. BREVE RICOSTRUZIONE STORICO-ARCHEOLOGICA DELL'AREA 14

5. LE ATTESTAZIONI DEI RITROVAMENTI ARCHEOLOGICI 15

6. L'ANALISI DELLA TOPONOMASTICA 15

7. ANALISI DELLA FOTOGRAFIA AEREA 15

8. LA RICOGNIZIONE DI SUPERFICIE 15

9. VALUTAZIONE PRELIMINARE DI RISCHIO ARCHEOLOGICO 16

9.1. Premessa metodologica 16

9.2. Valutazione di rischio archeologico assoluto 17

10. BIBLIOGRAFIA 18

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica preventiva del Rischio Archeologico riguardante il progetto delle *opere a difesa naturale del centro urbano prospiciente il litorale per la sicurezza delle vite umane a salvaguardia delle strutture, infrastrutture e dei beni pubblici e privati attraverso la ricostruzione della spiaggia emersa coniugata con manutenzione stagionale e/o opere a mare di difesa e conservazione degli arenili. Intervento finanziato ex ocdpc 558/2018 - anno 2021.*

Su mandato del Comune di Alassio e in RTP con il raggruppamento avente come capofila lo studio dell'ing. Gaggero*,* la *Studium s.a.s*. di Frida Occelli, ha eseguito le indagini archeologiche previste dalla normativa vigente ai sensi dell'articolo 25 del Decreto Legislativo 50/2016 per la redazione del "Documento di Valutazione Archeologica Preventiva" nel febbraio 2021, di cui la presente relazione riprende in toto il contenuto, adattandolo alla evoluzione del progetto, il quale tuttavia prevede ancora diversi scenari in base alla scelta dei quali l'impatto sul patrimonio archeologico potrebbe mutare.

Le attività sono state condotte sotto la direzione scientifica della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Imperia e Savona, nella persona del funzionario archeologo per il territorio, la dott.ssa Marta Conventi.

Le indagini hanno previsto: lo svolgimento di ricognizioni sistematiche nell'area d'intervento e nel territorio contermine; la ricerca bibliografica e d'archivio funzionale alla ricostruzione storico archeologica del paesaggio; l'analisi dei dati disponibili in merito all'evoluzione delle batimetrie del fondale nel tratto interessato dalle lavorazioni.

In particolare, le ricerche hanno preso in esame la Biblioteca e l'Archivio della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria previa autorizzazione del funzionario di Soprintendenza archeologo, oltre che l'Archivio di stato Genova e Torino.

Queste attività hanno riguardato sia le ricerche volte alla contestualizzazione archeologico- topografica dell'area di progetto sia la valutazione dell'incidenza dell'opera sulla stratificazione sommersa antistante il porticciolo. I dati ottenuti attraverso le diverse tipologie d'indagine sono riportati nel presente "Documento di Valutazione Archeologica Preventiva" (redatto a norma di legge) e consentono di definire il grado di rischio archeologico relativo e assoluto nell'area interessata dal progetto.

1.1. Finalità dello studio archeologico

La finalità del presente lavoro consiste nel fornire indicazioni affidabili per ridurre il grado di incertezza relativamente alla sussistenza di eventuali beni o depositi archeologici insabbiati sommersi e nel definire il livello di rischio circa la possibilità di effettuare ritrovamenti archeologici nel corso dei lavori in oggetto.
Esso inoltre fornisce istruzioni specifiche circa le operazioni finalizzate all'abbattimento del rischio di danneggiamenti al patrimonio archeologico non ancora noto, e suggerisce le modalità operative, relativamente ai lavori previsti, adeguate agli indici di rischio riscontrati, e conformi alle procedure usualmente richieste dalla Soprintendenza competente.

1.2. Inquadramento e caratteristiche dell'area d'intervento

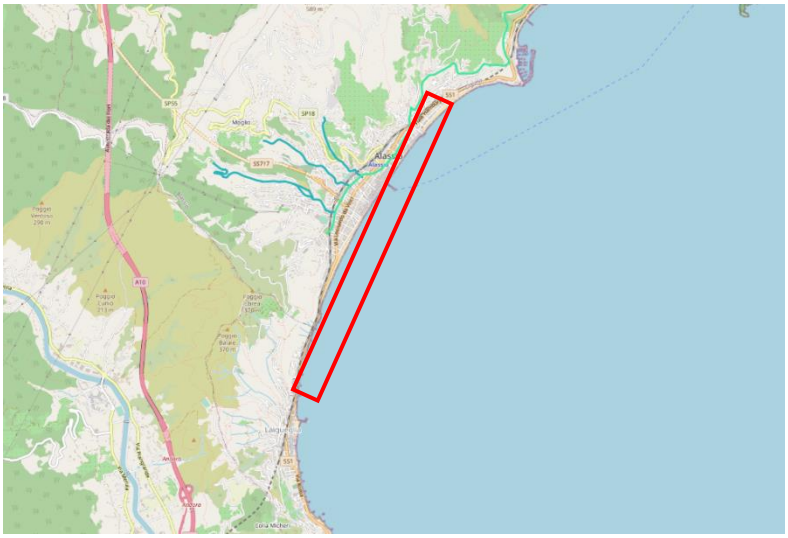


Figura 1. Litorale di Alassio e Laigueglia. Area oggetto del ripascimento.

Le valutazioni seguenti sono relative alle opere di ripascimento del litorale compreso tra il comune di Alassio e Laigueglia danneggiato dalle ripetute mareggiate invernali che hanno eroso le spiagge. Il tratto di litorale compreso tra queste località rappresenta il fulcro attrattivo del turismo estivo di questa parte della Liguria.
L'arenile è costituito, (escludendo i periodi di forte erosione) da granuli di sabbia di diametro medio dell'ordine di 0,20 - 0,25 mm, con caratteristiche mineralogiche peculiari, in quanto composto da percentuali molto elevate (> 80 %) di quarzo e silicati[1]. Le caratteristiche granulometriche e mineralogiche sono tali da dare origine ad una sabbia di ottima qualità (chiara e molto fine), tuttavia l'opera erosiva del mare ha completamente trasformato la costa asportando la sabbia[2].

[1]Scarpati F. 2008.

[2] Il litorale Alassino è privo di strutture di difesa del litorale. Questa scelta, se da una parte ha mantenuto lo scenario unico della falcatura ininterrotta del litorale dall'altra espone il litorale alla forza distruttiva del moto ondoso in crescita a causa dei cambiamenti climatici.

Nella primavera 2021 è stato realizzato un importante intervento di ripascimento, eseguito con assistenza archeologica con cadenza bisettimanale, che tuttavia non ha portato all'identificazione di elementi di interesse archeologico.



Figura 2. Assistenza archeologica durante le operazioni di ripascimento del litorale (immagine tratta dalla *Relazione Archeologica* consegnata in Soprintendenza nel maggio 2021).

Il tratto di costa oggetto delle attività di difesa non è soggetto a regime normativo vincolato motivato da interesse storico –archeologico, tuttavia sono numerose le strutture e gli edifici religiosi prossimi al mare che potrebbero subire danni dal processo erosivo in atto come nel caso del Torrione della Coscia unico manufatto conservatosi del complesso di fortificazioni cinquecentesche del *Burgum Alaxi* (Cod. Mon. 5 Cod. NCTN 07/00111079).

Per quanto concerne i punti di prelievo del sedimento e l'eventuale posizionamento di strutture frangiflutti/tecnoreef/geotubi si riportano di seguito i punti di interdizione alla navigazione motivati dal ritrovamento di relitti e materiali di interesse archeologico che sono soggetti a tutela nello specchio di mare tra Albenga, Alassio e Laigueglia.

- Relitto di Albenga B: codice 070007 – ordinanza 67/2003.
- Relitto di Albenga A: codice 070008 – ordinanza 02/1995.
- Relitto di Alassio 1: codice 070015 – ordinanza 139/2015.
- Isola Gallinaria: codice 070006 – ordinanza 74/2014 zona B
- Relitto delle Ardesie: codice 070006 – ordinanza 74/2014 Zona A

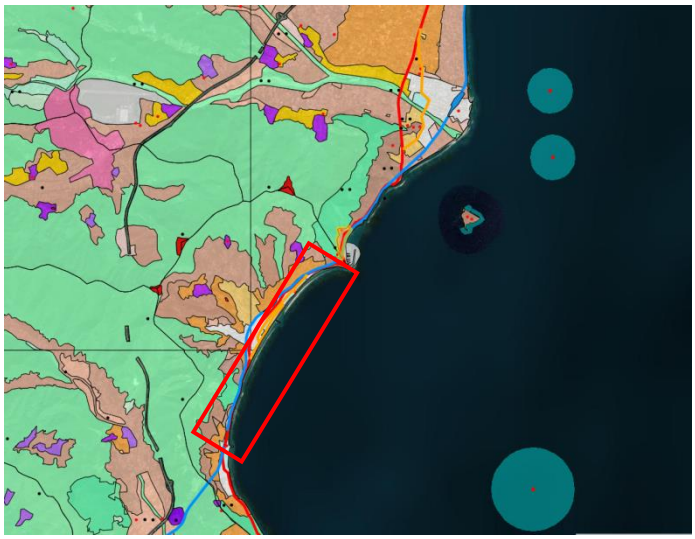


Figura 3. Particolare della restituzione grafica del PTCP, con segnalate le aree di interdizione alla navigazione. In rosso l'area di prelievo[3].

1.3. Inquadramento e caratteristiche del progetto.

Il ripascimento del tratto di litorale compreso tra il confine con il comune di Laigueglia e il porto di Alassio, nel suo piano di intervento pluriennale, avverrà attraverso l'impiego di **una o più soluzioni che sono ancora al vaglio dell'amministrazione comunale**. Il presente elaborato si inserisce all'interno del processo di verifica e proposta delle possibili soluzioni esistenti per interventi di questa tipologia. L'obiettivo è quello di individuare le tecniche di difesa della costa e ripascimento che meglio si adattano al tratto di litorale interessato dai fenomeni erosivi[4].

I vari scenari[5] analizzati con modellazioni matematiche sviluppate da Geoscape – *spin off* dell'Università di Genova – sono stati descritti in un volume (vedi allegato **A** della relazione progettuale) che è stato già sottoposto all'attenzione dei tecnici del Settore Regionale Ecosistema Costiero. Tra le soluzioni tecniche ipotizzate e studiate, quella che, a parere del RTP, ha una maggiore probabilità di successo è quella relativa alla realizzazione di una serie di secche (nel caso 12) distanziate dalla linea inerodibile urbana 120/150 m. Il disegno sinusoidale che un tale sistema provoca alla linea di battigia ed all'estensione della spiaggia non è gradito localmente dove la continuità lineare della spiaggia è valutata un elemento di pregio paesaggistico irrinunciabile; effettivamente i risultati difensivi di un tale sistema sono differenti tra le falcature incise e le forme più o meno cuspidate in corrispondenza delle secche.

Su sollecitazione dell'Amministrazione Comunale e dei rappresentanti delle realtà economiche della città, è stato, tra gli altri, analizzato lo scenario di un'opera longitudinale estesa a tutto il litorale (dal terrapieno "Scogliera" sino al molo Ferrando). Le diverse versioni modellate ed anche orientate verso una realizzazione a lotti hanno dimostrato (per opere di notevole ampiezza trasversale) un buon comportamento di riduzione

[3] https://geoportal.regione.liguria.it/

[4] Si rimanda alla VPIA elaborata nel febbraio del 2021 (pp. 3-7) per una descrizione dettagliata delle varie soluzioni tecniche individuate per il ripascimento del litorale.

[5] Il testo seguente è integralmente tratto dal *Compendio Relazioni* facente parte della relazione progettuale.

dell'energia dell'onda oltrepassante la barriera, ma hanno evidenziato anche effetti di bordo importanti e difficili da contrastare soprattutto in uno scenario di realizzazione per lotti ed un'uscita dei sedimenti dalla barriera nel caso in cui questa avesse una sezione ristretta . Le valutazioni economiche allegate a ciascuna soluzione modellata hanno evidenziato che l'opera:

- non può ragionevolmente essere realizzata in massi lapidei, per i costi estremamente gravosi dei materiali e della loro posa in opera;
- può essere invece prevista in geotubi di ampio diametro (5/6 m) accostati; nella versione più efficace se ne sono indicati 4.

Il confronto preliminare con i tecnici di Regione Liguria, Settore Ecosistema Costiero, ha peraltro messo in luce il metodo di lavoro più opportuno per affrontare il tema molto complesso del litorale di Alassio. Come premesso le modellazioni matematiche hanno mostrato il comportamento del litorale sotto le sollecitazioni dei venti e dei mari dominanti (scirocco e libeccio) confermando la fuga del materiale sabbioso verso nord-est, nei fondali compresi tra Capo Santa Croce e l'isola Gallinara, come già emerso dai confronti tra batimetrie storiche ed attuali. Lo studio granulometrico relativo all'intervento con i fondi 2020 ha rivelato, come peraltro prevedibile, che lungo il percorso le sabbie depositate progressivamente si affinano, sino a contenere percentuali di pelite inaccettabili per il ripascimento ed anche per la movimentazione su fondali caratterizzati da elementi bionaturalistici importanti, racchiusi nel perimetro del sito n° IT1324974 riportato nella seguente figura:



Figura 4. ***SIC IT1324974***

Per il 2021 si è pertanto deciso di intraprendere una verifica delle condizioni batimetriche e bionaturalistiche della zona di prelievo e di quella di deposito, al fine di comprendere i comportamenti pregressi del litorale

preliminarmente ad una più lunga azione di monitoraggio, che peraltro il Comune ha affidato a Geocoste. È stato pertanto condiviso, come metodo di lavoro, procedere all'identificazione di un piano di intervento che non si limiti alle due annualità finanziarie per ora promosse dalla OCDPC 558/2018, ma che si sviluppi nel tempo parallelamente alle azioni di monitoraggio previste e prescritte negli atti approvativi già intervenuti. Il piano si deve fondare su valutazioni progressive nel tempo e, probabilmente, subire conseguentemente modifiche periodiche; per l'Amministrazione Comunale ciò non significa un'inerzia progettuale e realizzativa, ma un metodo di confronto - con enti - nel quale gli scenari, pur al meglio previsti, possono essere analizzati con spirito critico e variati nel tempo, nella ricerca della migliore soluzione del difficile tema.
Pertanto, in attesa delle conseguenti decisioni e del reperimento della fonte finanziaria cui attingere per un complessivo intervento, anche a stralci, per l'annualità 2021 si è ritenuto opportuno procedere nuovamente al solo ripascimento, che il presente progetto descrive; il quantitativo è previsto in 124.000 mc, per un valore unitario di 40 mc/ml diffuso su tutto il litorale. Le modalità di esecuzione sono analoghe a quelle seguite nel corso del precedente ripascimento (acquisizione del materiale sabbioso dal fondale mediante draga e sua rideposizione sul litorale mediante pompaggio a terra).

La soluzione di prelievo del materiale da mare, così come realizzato nella primavera, è apparsa economicamente vantaggiosa per l'Amministrazione, poiché il costo del prodotto finito (sabbia rifluita e stesa sulla spiaggia) è molto inferiore a quello prevedibile con materiale di cava terrestre (rapporti 1/3, 1/4).
Il primo passo progettuale è stato, pertanto, relativo alla verifica dell'eventuale ulteriore capacità della cava sottomarina di Capo Santa Croce. I risultati sono rappresentati nella seguente immagine, dove è riportata una superficie di circa 70.000 mq, la cui produzione potrebbe essere attivata sino a 2 m di profondità:

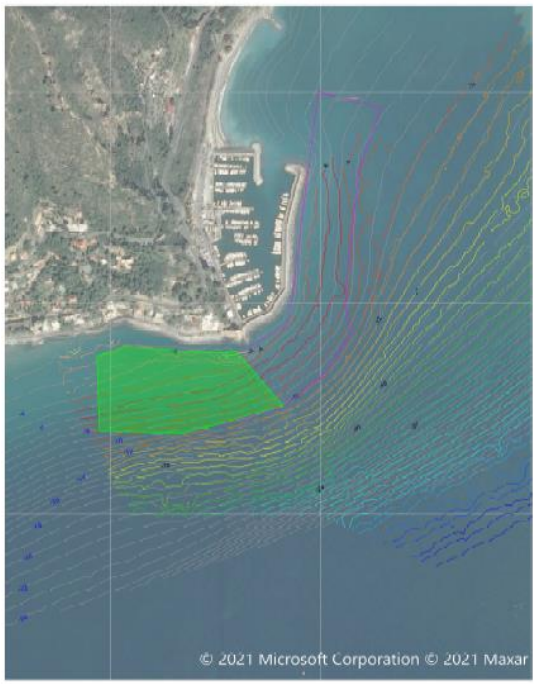


Figura 5. Possibile area di prelievo

La DD.LL. ha verificato, tramite prelievo di campioni a bordo della draga e sulla spiaggia nel punto di versamento e conseguente analisi granulometrica, che le dimensioni dei sedimenti effettivamente refluiti è analoga a quella che le indagini sul sito di prelievo avevano valutato, ossia leggermente inferiori a quelle delle sabbie native.

Tuttavia, le operazioni di ripascimento sopra descritte **si fondano evidentemente sulla disponibilità del materiale di apporto**. Il progetto 2020 realizzato nella primavera 2021 ha potuto utilizzare la prima coltivazione della cava sottomarina, scegliendo ovviamente la zona più agevole e sicura. Il nuovo ripascimento si deve confrontare con una potenziale area di prelievo meno estesa e con la necessità di procedere ad escavazione più profonda (massimo 2 m). L'operazione potrebbe risultare più complessa del previsto, **per cui si ritiene opportuno – già allo stato attuale – verificare ipotesi di utilizzo di materiale di cava**. Ovviamente non si può pensare a spaccato di cava terrestre, ma più opportunamente a depositi fluviali.

La presente relazione descrive prioritariamente il progetto definitivo dell'intervento da realizzarsi con i fondi OCDPC 2021**. Peraltro il programma di intervento sul litorale di Alassio**, come già evidenziato nella relazione progettuale**, deve essere ed è più ad ampio respiro, nell'ottica di realizzare una duratura stabilità dello scenario ottimale.**

L'allegato A della relazione progettuale presenta **una serie di modellazioni**: tra di esse alcune riguardano geotubi disposti longitudinalmente alla spiaggia. In esito a valutazioni di capacità finanziaria da parte degli Enti preposti (Comune, Regione, Stato, Comunità Europea) e di proporzionalità relativa alla dimensione dell'intervento e dei risultati attesi in termini di economia e sicurezza, nella prima stesura del piano di intervento pluriennale si è introdotta la struttura dei geotubi.

Il sistema complessivo viene pertanto costituito da:

- prolungamento del "molo Ferrando" in massi lapidei per circa 100 m in sommersione da 1 a 2 m;
- nastro formato da numero 4 geotubi di diametro 4,25 m posati affiancati con forma definitiva semiellittica di ampiezza 5,50 m ed altezza 2,60 m (le misure sono orientative a variabili a seconda del produttore). I geotubi sono posati su un tappeto dello stesso materiale, bordato ai limiti da 2 ridotti geotubi con il compito di tenere tesa la superficie;
- ulteriore e finale ripascimento con materiale di cava marina o terrestre, per un quantitativo totale di circa 200.000 mc, per un tenore corrispondente a circa 60 mc/ml.

Si prevede di chiudere il sistema sulle teste, in corrispondenza del molo Ferrando e della Scogliera; peraltro le chiusure saranno modellate e modulate costruttivamente parzializzando i materiali (massi e geotubi) nei modi che risultassero più opportuni dai monitoraggi.

La presente relazione archeologica non valuta al momento questi ultimi possibili scenari, ma si limita a prendere in considerazione il possibile impatto sul patrimonio archeologico delle attività di ripascimento da svolgere in analogia a quelle già svolte nella primavera 2021.

2. VALUTAZIONI GEOMORFOLOGICHE

La litologia del substrato roccioso del litorale compreso tra Alassio e Laigueglia è caratterizzato dall'alternanza delle Peliti di Moglio e dei calcari di Ubaga. Le prime[6]sono una formazione costituita da peliti manganesifere, brune per alterazione o coperte da patine violacee o nerastre di ossidi di ferro e manganese, con subordinate intercalazioni di siltiti e areniti frequentemente silicizzate, finemente laminate, nerastre e molto dure, e argilliti grigio-scure molto scagliose. Il capo di Santa Croce, sede del porticciolo di Alassio, è costituito essenzialmente da questa formazione rocciosa. Il territorio retro costiero della piana di Alassio alterna le peliti di Moglio ai calcari di Ubaga costituiti principalmente da alternanze di calcare marnoso e marne da calcaree a argillose.

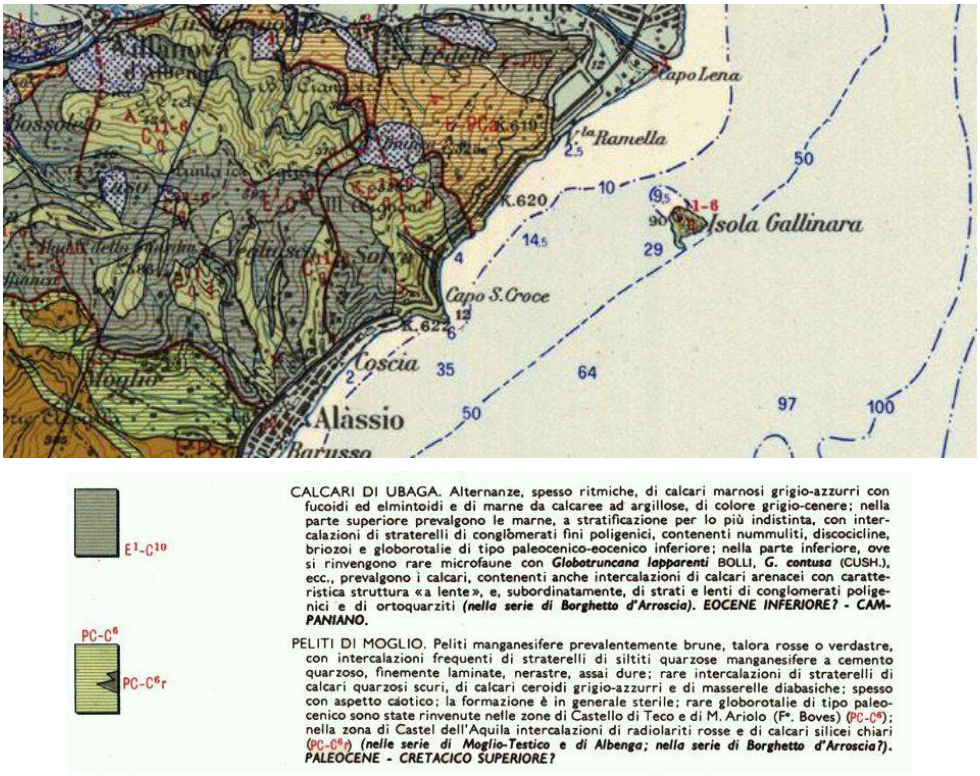


Figura 4. Stralcio della carta geologica d'Italia.

Il litorale alassino è costituito da spiaggia sabbiosa ampia fra i 10 e i 20 metri alimentata dai corsi d'acqua che si sviluppano sui litotipi sopra descritti. La spiaggia sottomarina presenta pendenze modeste fino alla profondità di 10 metri che le fanno assumere un profilo morfodinamico dissipativo. Le pendenze registrate sono del 3% circa fino alla batimetrica dei 10 metri e dell'8% dai 10 metri verso il mare aperto.

Si rimanda per ulteriori dettagli alla VPIA del febbraio 2021.

[6] Carta geologica d'Italia – Foglio 92-93 Albenga – Savona.

3. LA CARTOGRAFIA STORICA[7]

L'area d'intervento corrispondente allo specchio acqueo compreso tra il territorio comunale di Alassio è rappresentato in diversi documenti che, in alcuni casi, permettono anche di apprezzare intuire le variazioni del litorale sabbioso rispetto all'abitato.

La raffigurazione più antica nota è una carta conservata presso l'archivio di Stato di Genova e si tratta di un disegno a penna a inchiostro bruno acquerellato risalente al 1587 (figg. 19-20). Nel manoscritto di dimensioni 30,3 cm x 44,3 cm è possibile individuare i toponimi di *Arasi*e Laigueglia che delimitano il tratto oggetto di ripascimento. Lo specchio di mare antistante presenta una ombreggiatura scura, un effetto voluto dall'autore per sottolineare la rientranza della costa in corrispondenza dell'abitato e l'aggetto del promontorio sul mare rispetto all'andamento della costa circostante. Sulla parte alta del colle è rappresentata una struttura che potrebbe essere interpretata come la torre di avvistamento di Santa Croce anche se la prospettiva la pone ad una quota piuttosto elevata rispetto alla reale posizione. Altrettanto interessante è la presenza delle barche in rada sul litorale di Albenga a dimostrazione di come questi litorali sabbiosi fossero sfruttati per la produzione, riparazione e manutenzione delle imbarcazioni fino alla seconda metà dell'Ottocento. I lidi sabbiosi come quello di Alassio e Laigueglia sono stati storicamente dedicati alla costruzione di piccole e medie unità del cabotaggio: barche da pesca, piccoli gozzi e battelli, chiatte per il servizio dei porti e l'imbarco-sbarco delle merci. Questa attività è documentata dalla produzione notarile dell'epoca fino alla seconda metà dell'Ottocento insieme con la provenienza di molti comandanti e marinai che avevano origini alassine[8].



Figura 5.1587. Albenga e il suo territorio da Laigueglia a Borghetto.

[7] Il capitolo sulla cartografia antica è identico a quello già prodotto nella VPIA del febbraio 2021, ma viene qui integralmente riproposto per comodità.

[8] Gatti L. 2016.



Figura 6.1587. Particolare della carta: Albenga e il suo territorio da Laigueglia a Borghetto. Cerchiata la torre di avvistamento.

La litografia inserita nell'opera "*Delle città d'Italia e sue isole adiacenti compendiose notizie sacre e profane compilate da Cesare Orlandi*" dal titolo "*Alassio, città nello Stato di Genova nella Riviera di Ponente nell'anno 1770*" (fig. 21) permette di apprezzare il capo di santa croce sormontato dal torrione[9]. La litografia riporta il transito delle imbarcazioni nello spazio di mare compreso tra la Gallinaria e il promontorio di S. Croce, come via preferenziale per raggiungere i moli di ormeggio di Alassio che dalla città arrivavano al mare superando l'arenile.

[9] All'interno del PAASAL la struttura è interpretata come mulino a vento. La rappresentazione della torre con quella che sembra una pala in rotazione nella litografia di fig. 17 confermerebbe questa ipotesi.

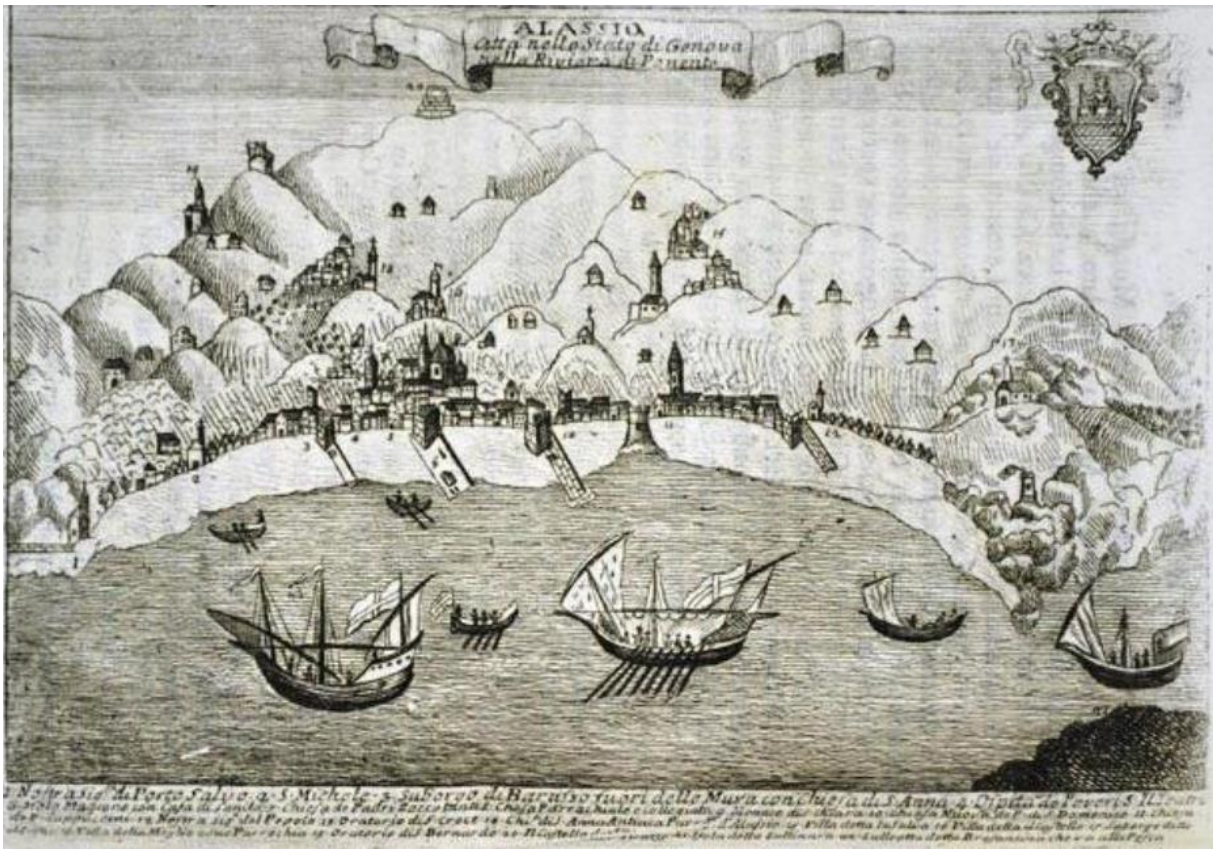


Figura 7. "Alassio, città dello stato di Genova nella riviera di Ponente nell'anno 1770".

La bozza attribuita a Matteo Vinzoni della commissariato di sanità di Alassio (fig. 22) e la restituzione topografica dell'abitato di Alassio acquerellata,estratto di una carta di V. Denis di XVIII secolo (fig. 23), restituiscono l'estensione e le dimensioni dell'arenile di Alassio. Queste immagini permettono di riconoscere i diversi rivi che attraversavano l'abitato per sfociare a mare con apporti di sedimenti che contribuirono al mantenimento delle spiagge tra XVIII e XIX secolo.

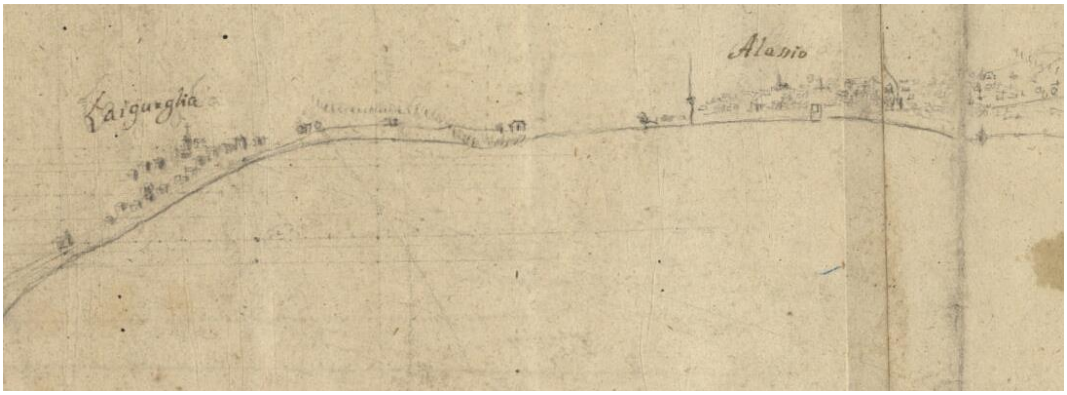


Figura 8. 1750, "Bozza delle tavole 90 e 91 della "Pianta delle due Riviere della Serenissima Repubblica di Genova divise ne' Commissariati di Sanità" di Matteo Vinzoni, rappresentante il commissariato di Sanità di Alassio".



Figura 9. Topografia di Alassio alla fine del XVIII/inizi XIX secolo. Estratto di una carta di Vincenzo Denis per l'Istituto Geografico Militare.

La cartografica nautica del capo di Santa Croce redatta nel 1860 (fig. 24) riporta le batimetrie relative al tratto di mare compreso tra il capo di Santa Croce e l'isola Gallinaria dove le quote di fondale non differiscono molto dalle attuali.

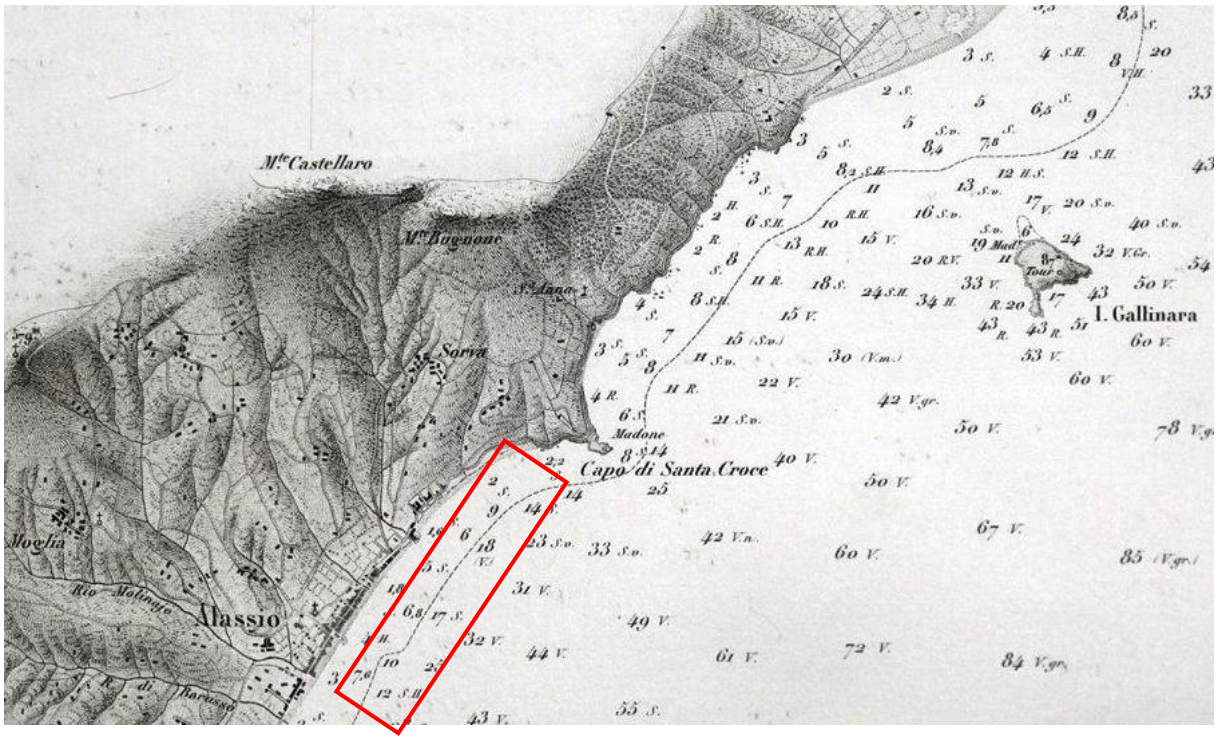


Figura 10. Riviera di ponente, Alassio Albenga Loano Imperia antico mare grafico 1860.



Figura 11. Matita ottocentesca. Veduta della Gallinaria.



Figura 12. Veduta ottocentesca di Alassio. Sullo sfondo la Gallinaria e il capo di S. Croce.

Infine si riportano due vedute di Alassio e della Gallinaria disegnate nell'Ottocento che ritraggono il mare mosso e le imbarcazioni alla fonda stazionare davanti all'abitato e a ridosso dell'Isola Gallinaria per ripararsi dai venti di Libeccio (figg. 25-26) . La veduta permette di valutare l'aspetto del litorale e l'andamento della linea di costa nell'Ottocento. Le imbarcazioni di medie dimensioni completamente tirate in secco danno la misura delle dimensioni dell'arenile antistante l'abitato rispetto ad oggi.

4. BREVE RICOSTRUZIONE STORICO-ARCHEOLOGICA DELL'AREA

Si rimanda, per l'inquadramento generale, alla relazione di VPIA del febbraio 2021, ricordando in questa sede solo gli aspetti legati ai rinvenimenti subacquei[10].

Lo spazio di mare compreso tra Albenga, l'isola Gallinaria e Alassio è infatti caratterizzato dalla presenza di tre importati relitti di epoca romana, un relitto medioevale e da innumerevoli ritrovamenti sparsi effettuati nelle acque intorno alla Gallinaria. Questi reperti in particolare coprono un ampio spettro cronologico. I resti di anfore Massaliote rappresentano una importante testimonianza archeologica di frequentazione del territorio compreso tra Alassio e Albenga tra la fine del VI secolo e gli inizi del IV secolo a.C.

In questo periodo si infittiscono i commerci tra gli abitati dell'Etruria dell'Italia centrale e le coste provenzali dove la colonia greca di Massalia era un centro propositivo di scambio. Superata Genova, il litorale del Ponente ligure, nonostante non fosse dotato di porti attrezzati quanto piuttosto di approdi costieri e punti di sosta ridossati (come l'isola Gallinaria), era toccato da questi commerci traendo vantaggio dalla conformazione della costa e dalla posizione geografica che imponeva alle navi il passaggio davanti alle coste liguri per raggiungere la Provenza. I reperti recuperati intorno all'isola per l'epoca romana indicano un utilizzo diffuso delle acque dell'isola come punto di ancoraggio e sosta temporaneo. Sono numerosi e di diverse dimensioni i ceppi d'ancora in piombo recuperati insieme ad attrezzature per la navigazione su fondali intorno all'isola a profondità comprese tra i -5 e – 50 metri oggi conservati al museo navale di Albenga.

Dalle acque dell'isola provengono sette esemplari di anfore greco italiche, una tipologia di anfora che, a partire dall'ultimo quarto del III secolo a.C., in concomitanza con la Seconda Guerra Punica, e con la conseguente espansione romana nel bacino del Mediterraneo, si diffonde in tutti i territori sotto l'influenza romana. Questa viene soppiantata nel II secolo a.C. dalla Dressel I, l'anfora romano repubblicana per eccellenza, che è presente nei principali relitti noti e scavati del Mediterraneo appartenuti alle grandi onerarie che tra il II secolo a.C. e il II secolo d.C. muovevano il commercio romano su vasta scala. Quest'anfora rappresenta il carico primario dei relitti di Albenga A e B, entrambi naufragati davanti alle coste ingaune tra II e il I secolo a.C.a profondità comprese tra i -40 metri e i -60 metri. Entrambi i relitti sono oggi visitabili con immersioni guidate, patrocinate dalla Soprintendenza, e i reperti recuperati sono conservati nel Museo navale di Albenga. L'Albenga A, in particolare, rappresenta una pietra miliare della ricerca archeologica subacquea con mezzo secolo di storia delle ricerche alle spalle.Il commercio in età imperiale è rappresentato dai ritrovamenti di anfore dressel 2/4 e Gauloise dall'isola Gallinaria e dal ritrovamento di un relitto davanti alla costa di Alassio, avvenuto nel 2013, pertinente a una nave oneraria di grandi dimensioni adagiatasi sul fondale a una profondità di 200 metri con un carico di anfore per il trasporto del *garum* di I –II secolo d.C..

La navigazione di cabotaggio seguendo rotte note dai naviganti e generalmente rimaste invariate per molti secoli era la più diffusa in epoca romana e medioevale. Questa prevedeva la navigazione mantenendo a vista

[10] Il testo è quello della VPIA del febbraio 2021, ma viene qui riproposto integralmente per comodità.

punti cospicui della costa ed effettuando soste intermedie per lavori di manutenzione, riparazione o pulizia delle sentine in aree ridossate e punti protetti dalle correnti. In epoca tardo antica diminuiscono le attestazioni archeologiche nelle acque intono all'isola, nonostante ciò, i ritrovamenti permettono di ricostruire il transito di anfore di provenienza orientale e africana fino al VI – VII secolo d.C., come nel caso dei materiali recuperati dal relitto C di Punta Sciusciau sull'estremità meridionale della Gallinaria.
Il relitto più tardo in ordine cronologico è quello denominato "relitto delle Ardesie" Segnalato nel 1980, giace a una profondità di 16 mt a circa 100 mt a Levante del porticciolo dell'isola. Documenti notarili lo indicano come "latino a vela" affondato nel 1763 mentre trasportava piccole lastre, stipiti di porte e grandi lastre di rifinitura dei trogoli, gli antichi depositi di olio.

5. LE ATTESTAZIONI DEI RITROVAMENTI ARCHEOLOGICI

Per quel che riguarda i ritrovamenti avvenuti durante le principali attività di archeologia preventiva svolte nel comune di Alassio si rimanda alla VPIA del febbraio 2021 e alle tavole allegate.

6. L'ANALISI DELLA TOPONOMASTICA

Si rimanda anche per questo aspetto alla VPIA del febbraio 2021

7. ANALISI DELLA FOTOGRAFIA AEREA

Si rimanda anche per questo aspetto alla VPIA del febbraio 2021

8. LA RICOGNIZIONE DI SUPERFICIE

L'area di prelievo non è stata ancora definita con precisione, dato che sono in previste attività di carotaggio finalizzate alla verifica dello spessore della coltre sabbiosa. A tali attività parteciperà anche la scrivente, allo scopo di eseguire anche una lettura archeologica delle carota prelevate ed effettuare una verifica autoptica di superficie in corrispondenza del settore interessato dalle opere.
Si fornirà pertanto l'esito di tali approfondimenti in una relazione specifica, rimandando in ogni caso alla VPIA del febbraio 2021 per quel che riguarda l'esito delle indagini strumentali. Si rimanda anche, a completamento dell'inquadramento archeologico, alla relazione sugli esiti dell'assistenza archeologica svolta nel corso del ripascimento e consegnata a maggio 2021.

9. VALUTAZIONE PRELIMINARE DI RISCHIO ARCHEOLOGICO

9.1. Premessa metodologica

La Valutazione Preliminare di Rischio Archeologico di un'area definisce la probabilità della presenza di depositi o manufatti di interesse archeologico (emergenti o interrati) e la probabilità di interferire con essi delle opere in progetto. La valutazione di Rischio Archeologico si distingue in ASSOLUTO e RELATIVO e comporta la definizione di un indice di rischio basato su di una scala teorica di 6 livelli: NULLO, BASSO, MEDIO, MEDIO-ALTO, ALTO, CERTEZZA DELLA PRESENZA.

Il **rischio ASSOLUTO** riguarda la presenza ed il grado di conservazione di eventuali depositi archeologici in una determinata area. Per rischio nullo si intende che nell'area si sia già verificata, attraverso precedenti indagini e/o bonifiche archeologiche, l'assenza di depositi di tipo archeologico. Per certezza della presenza si intendono quelle aree per le quali si è già accertata la presenza di depositi archeologici, manifesti, interrati o sommersi a prescindere dall'eventuale esistenza di un vincolo archeologico.

La determinazione dell'indice di rischio assoluto è effettuata sulla base dei seguenti fattori:

- *attestazioniarcheologiche: presenti o ipotizzate*
- *caratteristiche morfobatimetriche e topografiche dell'area:in base alle loro potenzialità rispetto ad una frequentazione antropica o nell'ottica del livello di conservazione di eventuali depositi o della loro tipologia (in situ o in giacitura secondaria)*
- *indicazioni fornite dalla toponomastica: presenza di toponimi rivelatori di resti sepolti*

Il **rischio RELATIVO** riguarda la previsione, in relazione alla tipologia delle opere da realizzarsi, della eventualità di interferire nel corso dei lavori con depositi archeologici. Per rischio nullo si intende che nell'area sia già stata verificata, attraverso precedenti indagini e/o bonifiche archeologiche, l'assenza di depositi di tipo archeologico o che, relativamente alle caratteristiche delle opere in oggetto, il rischio sia di fatto assente (mancanza di operazioni di scavo e/o obliterazione di porzioni di terreno, lavori in galleria, etc.). Per certezza della presenza si intendono quelle aree per le quali si è già accertata la presenza di depositi archeologici, manifesti o interrati, a prescindere dall'eventuale esistenza di un vincolo archeologico e a prescindere dalla tipologia dei lavori.

La determinazione dell'indice di rischio relativo è effettuata sulla base dei seguenti fattori:

- *l'indice di rischio assoluto assegnato all'area nella quale vengono effettuate le opere in progetto*
- *la tipologia dei lavori (scavi, rilevati, obliterazione di superfici etc.)*

In questa sede, non essendo ancora state definite le soluzioni progettuali, verrà valutato il solo rischio archeologico assoluto.

9.2. Valutazione di rischio archeologico assoluto

La raccolta di informazioni ha verificato che nessuna delle opere in progetto insiste su aree nelle quali si è accertata la presenza di resti archeologici, per le quali vige l'obbligo di bonifica completa attraverso la programmazione di uno scavo archeologico mirato. Al contempo nessuna delle opere è da ritenersi a rischio nullo di interferenza poiché nessuna area su cui insistono le opere è stata già oggetto di indagini archeologiche subacquee o di operazioni di scavo in estensione e profondità, che consentano di ritenere l'area bonificata dall'eventuale presenza di depositi archeologici.

Gli elementi raccolti concorrono a ritenere tutta l'area interessata dalle opere di prelievo del sedimento e le aree destinate al ripascimento, a BASSA potenzialità archeologica, in ragione delle caratteristiche geomorfologiche, dei dati bibliografici e archivistici disponibili ed infine sulla base degli esiti dell'assistenza archeologica svolta nel corso delle operazioni di ripascimento svolte nella primavera del 2021.

Il litorale antistante l'abitato, destinato al ripascimento, è in costante evoluzione per via delle importanti mareggiate che annualmente lo colpiscono. In nessuna occasione, sono emersi elementi di interesse archeologico dalle aree di spiaggia sommersa e intertidale. Difficilmente le attività antropiche storicamente svolte in quest'area lasciano tracce durature nel tempo.

Lo specchio acqueo antistante il porticciolo di Alassio, scelto per il prelievo dei sedimenti, non ha mai restituito elementi di interesse archeologico ed è in corrispondenza di batimetriche difficilmente battute dalle imbarcazioni in rada, perché troppo prossime alla scogliera e soggette al moto ondoso. Le indagini morfobatimetriche eseguite nel 2020 confermano l'assenza di *marker* di interesse archeologico nei primi metri della colonna stratigrafica del fondale così come l'assenza di elementi affioranti riconducibili a strutture di interesse archeologico semi-sepolte.

Del resto, l'assistenza archeologica alle operazioni di ripascimento svolta nella primavera del 2021, non ha portato all'identificazione di elementi di interesse archeologico.

Gli elementi esposti consentono di definire come BASSO il rischio di presenza di resti archeologici nel sottosuolo, ipotizzabili come consistenti in elementi di interesse archeologico erratici trasportati dalle mareggiate quindi sepolti dalla sabbia. Si ritiene più rara, anche se non da escludere aprioristicamente, la possibilità rinvenire resti di imbarcazioni o strutture di interesse storico archeologico sepolte nell'area oggetto di scavo.

► *Per i motivi suddetti,* ***l'indice di rischio assoluto della presenza di depositi di tipo archeologico*** *nell'area di intervento è ritenuto* ***BASSO.***

Frida OCCELLI

10. BIBLIOGRAFIA

AA.VV. Archeologia in Liguria Nuova Serie

AA.VV. Rivista Ingauna e Intemelia

Aprosio S. 2020, *Vocabolario storico –bibliografico sec. X-XX.* Savona.

Avogadro R. – Socco R. 1987, *Alassio, ieri..immagini, poesie, sensazioni*. Albenga.

Beniscelli A. 1975, *Alassio paese e gente di mare*, Genova.

Berry E., Berry M. 1931(ed. 1963*), Alla Porta Occidentale d'Italia, Guida storica e artistica della riviera di Ponente*. Albenga.

Calestani V. 1932, *Dai Liguri moderni agli antichi Liguri*, giornale storico e letterario della Liguria p. 1-30.

Carossino A., Michero M. 1966, *Alassio marinara*, in: *quaderno 1 di storia Alassina*. Alassio.

Celesia G. 1935, *Alassio nelle sue origini.* Alassio

Cervini F. 2002, *Liguria romanica,* Milano.

Cipolla C. 1899, *Il gruppo dei diplomi Adelaidini in favore dell'abazia di Pinerolo*. Pinerolo.

Costa Restagno J. *et alii* 1990, *Il territorio di Albenga e da Andora alla Caprazoppa: quattro secoli di cartografia*. Albenga.

Giancardi F. M. 1978, *Imprese d'Alassio: città sacra dela Gran Madre di Dio*. Alassio.

Gallo R. I. 1985, *Storia della città di Alassio*. Albenga.

Gatti L. 2016, *Un raggio di convenienza» Navi mercantili, costruttori e proprietari in Liguria nella prima metà dell'Ottocento*, Atti Soc.St.Pat. – Vol. XLVIII (CXXII) Fasc. II.

Lietti P. 1971, *La dove nasce Alassio*. Genova.

Lamboglia N. 1933, *Topografia storica dell'Ingaunia nell'antichità* in: *Collana storico archeologica della Liguria occidentale* Vol. II n. 4, pp. 121-122.

Lamboglia N. 1939, *Toponomastica di Alassio e Laigueglia*. Bordighera

Lamboglia N. 1941, *Postille toponomastiche alassine* in: Riv.Ing. Int. VII nn. 2.3, p. 140 e ss.

Lamboglia N. 1961, *Ricerche e scoperte di archeologia sottomarina in Liguria dal 1959 al 1961*, in; *Atti del III Congresso Internazionale di Archeologia Sottomarina* (Barcellona 1961, Bordighera 1971), pp. 176-192.

Lamboglia N. 1952,*La nave romana di Albenga*, in: *Rivista di Studi Liguri*, XVIII, 3-4, pp. 131-203.

Luccardini R. 2001 (a cura di), *Vie Romane in Liguria*. Genova.

Petracco Siccardi G. 1981, *Toponomastica storica della Liguria*. Genova.

Puerari G. 2014, *Il "libro dei decreti" della Comunità di Alassio*. Albenga.

Quaini M. 1986 (a cura di), *Carte e cartografi in Liguria*. Genova.

Rapa D. 2016, *Moglio nel tempo e nella storia*. Albenga.

Scarpati F. 2008, *Alassio Analisi geologica-marina*. Alassio, C.S.G.M

Schivo B. 2000, *Corpus Inscriptionum Medii Aevi Liguiriae*. Albenga.

Trigona S.L. 2014-15, *Archeologia subacquea in Liguria. L'attività dello STAS* nel 2014-15.