



# COMUNE DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA



**INTERVENTO DI RIPROFILATURA STAGIONALE DELLA SPIAGGIA**  
**REGIONE TOSCANA OCDPC 558/2018**  
**SCHEDA MASTER PLAN: CASTIGLIONE - ROCCAMARE COD. 033**  
**TRATTO DI SPIAGGIA FRA PUNTA CAPEZZOLO E LE ROCCHETTE**  
**PROGETTO ESECUTIVO**

- **Relazione generale**
- **Documentazione tecnica (L.R. 80/2015)**
- **Quadro Tecnico Economico**



21 gen, 2019

IL PROGETTISTA  
Dott. Ing. Francesco Serena

## **SERENA PROGETTI**

Ass. Prof. di Ingegneria di Francesco Serena e Associati I-58100 GROSSETO via D.Lazzaretti 2b p.i. 01483650535  
tel./fax + 39 0564.418980 email: [info@serenaprogetti.it](mailto:info@serenaprogetti.it) [info@pec.serenaprogetti.it](mailto:info@pec.serenaprogetti.it) [www.serenaprogetti.it](http://www.serenaprogetti.it)

### ***Interventi di ripascimento con sedimenti marini***

#### Premessa

Nei giorni 28,29 e 30 ottobre 2018, la costa di Castiglione della Pescaia è stata battuta da forti venti di scirocco e da una intensa mareggiata che ha danneggiato l'arenile riducendone la larghezza fino a renderne problematica la fruizione nella prossima stagione estiva. Considerato il danno ambientale e l'enorme importanza di tale risorsa turistica, la Regione Toscana ha dichiarato lo stato di emergenza regionale (DPGR n. 174 del 30/10/2018) e con DPCM dell'8 novembre 2018 è stato dichiarato lo stato di emergenza nazionale.

*La Regione Toscana, con delibera di giunta n. 1250 del 12/11/2018, ha individuato i primi interventi urgenti per fronteggiare le conseguenze degli eccezionali eventi meteorologici verificatisi dal 28 al 30 ottobre 2018 e con legge n. 60 del 13/11/2018 ha stanziato 5 milioni di euro per gli interventi di ripristino del litorale.*

*Con ordinanza n. 558 del 15/11/2018 sono stati stanziati per il territorio della Regione Toscana 1.5 milioni di euro per spese di soccorso e somma urgenza ed il Presidente della Regione Toscana è stato nominato commissario delegato.*

*Con delibera di giunta n. 1458 del 17/12/2018 la Regione Toscana ha individuato ulteriori 6 milioni di euro per il potenziamento degli interventi urgenti e indifferibili per il ripristino dei danni e la messa in sicurezza del territorio interessato nonché gli interventi di ripristino e recupero della costa e le opere di ripristino degli arenili e di riprofilatura della spiaggia.*

*Contemporaneamente all'emanazione di tali atti, la Regione Toscana ha avviato alcune attività sulla costa con l'obiettivo di intervenire su quegli arenili la cui morfologia è stata pesantemente modificata dalla mareggiata del 29-30 ottobre 2018, al fine di rimodellarli e ripristinare lo stato dei luoghi prima della prossima stagione balneare (maggio-settembre 2019).*

Gli Uffici del Genio Civile della Regione Toscana hanno prontamente redatto un Master Plan per individuare, a livello preliminare, le soluzioni progettuali necessarie per raggiungere tale obiettivo, ed in particolare per questo lotto è stata redatta la scheda che segue:

**Castiglione - Roccamare****Cod. intervento** ...033**Ente attuatore** Comune di Castiglione della Pescaia**Provincia** Grosseto **Comune** Castiglione della Pescaia**Foto****Sviluppo lineare area di versamento** 3000 m**Tipologia intervento di ripristino** Riprofilatura stagionale della spiaggia con sedimenti marini**Provenienza sedimenti** Accumulo individuato sui fondali marini contigui**Densità lineare e volume versamento** 12 mc/ml per un totale di 36.000 mc**Indagini effettuate****Indagini da effettuare** Rilievi aerofotogrammetrici (drone), batimetrici (SB e MB) e mappatura del fondale (SSS)

Caratterizzazione (ai sensi del DM 173/16) dei sedimenti individuati sui fondali e sull'arenile

**Vincoli ambientali esistenti****Stima economica di massima**

Costo unitario dragaggio e refluimento stimato a pari a 15 €/mc.

- Importo lavori e oneri sicurezza: € 567.000,00
- IVA su lavori e oneri: €124.740,00
- Rilievi aerofotogrammetrici (drone), batimetrici (SB e MB) e mappatura del fondale (SSS): €22.000,00
- Stima prelievi e caratterizzazione: € 21.141,00
- Stima progettazione esecutiva e DDLL: € 39.220,22
- Rilievi a supporto contabilità: € 4.900,00
- Totale Somme a disposizione per caratterizzazioni, progettazione, DDLL e rilievi per contabilità : €65.261,22
- IVA su somme a disposizione: € 14.357,47
- Imprevisti: € 28.641,31
- Totale quadro economico: € 800.000,00

**Aspetti normativi**

La Regione Toscana ha redatto linee guida per le modalità di rilascio delle autorizzazioni di cui all'articolo 17 comma 1 lettere e) e f) della LR 80/2015:

*"Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri", in particolare l'immersione di materiali e la movimentazione di sedimenti marini in mare e in zone ad esso contigue.*

Il quadro di riferimento normativo è rappresentato da:

- decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" art. 109 (Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte);

- legge 31 luglio 2002, n. 179 "Disposizioni in materia ambientale" art. 21 (Autorizzazione per gli interventi di tutela della fascia costiera);
- decreto del Ministero dell'Ambiente del 24 Gennaio 1996 "Direttive inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 11 della legge 10 maggio 1976, n. 319, e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, dei materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché di ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino" per quanto riguarda la movimentazione di sedimenti marini connessi alla posa in opera di cavi e condotte
- decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 07 novembre 2008 "Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale, ai sensi dell'art. 1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n.296";
- legge 28 gennaio 1984, n.94 "Riordino della legislazione in materia portuale";
- decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116 "Attuazione della direttiva 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abrogazione della direttiva 76/160/CEE";
- decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 15 luglio 2016, n. 172 "Regolamento recante la disciplina delle modalità e delle norme tecniche per le operazioni di dragaggio nei siti di interesse nazionale, ai sensi dell'articolo 5-bis, comma 6, della legge 28 gennaio 1994, n. 84";
- decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 15 luglio 2016, n. 173 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini"
- Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici (MATTM-Regioni, 2017. Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM - Regioni con il coordinamento tecnico di ISPRA, 309 pp.)

## ELEMENTI PROGETTUALI

Il progetto di ripascimento consiste nel versamento di sedimenti e/o materiali a prevalente composizione sabbiosa e/o ghiaiosa sulla spiaggia emersa e/o sommersa, prioritariamente con finalità di contrasto all'erosione costiera; questo è formato dalla seguente documentazione:

A. Inquadramento dell'area di escavo

B. Relazione tecnica: il progetto dell'intervento stesso, completo di modalità operative, mezzi e apparecchiature impiegati, sistema di escavazione utilizzato e modalità di deposizione, modalità di trasporto dei materiali, cronoprogramma dei lavori, superficie interessata dall'intervento, volumi movimentati; metodi messi in opera per contenere eventualmente il fenomeno della torbidità; le modifiche che si instaureranno ed i benefici scaturiti dall'intervento.

C. Documentazione fotografica aggiornata alla data dell'istanza, a colori comprensiva di panoramiche e particolari, con punti di ripresa che consentano di individuare l'area di intervento.

D. Elaborati grafici in scala adeguata: planimetrie e sezioni quotate (con indicazione delle coordinate geografiche dell'area di intervento) dello stato attuale, dello stato di progetto e del sovrapposto; tali elaborati dovranno riportare anche le batimetriche e la linea di riva attuale di un intorno significativo dei siti di prelievo e di immissione.

E. Caratterizzazione e classificazione dei materiali dell'area di escavo di fondali marini" dell'Allegato Tecnico al d.m. 173/2016.

F. Indicazioni tecniche per la gestione dei materiali

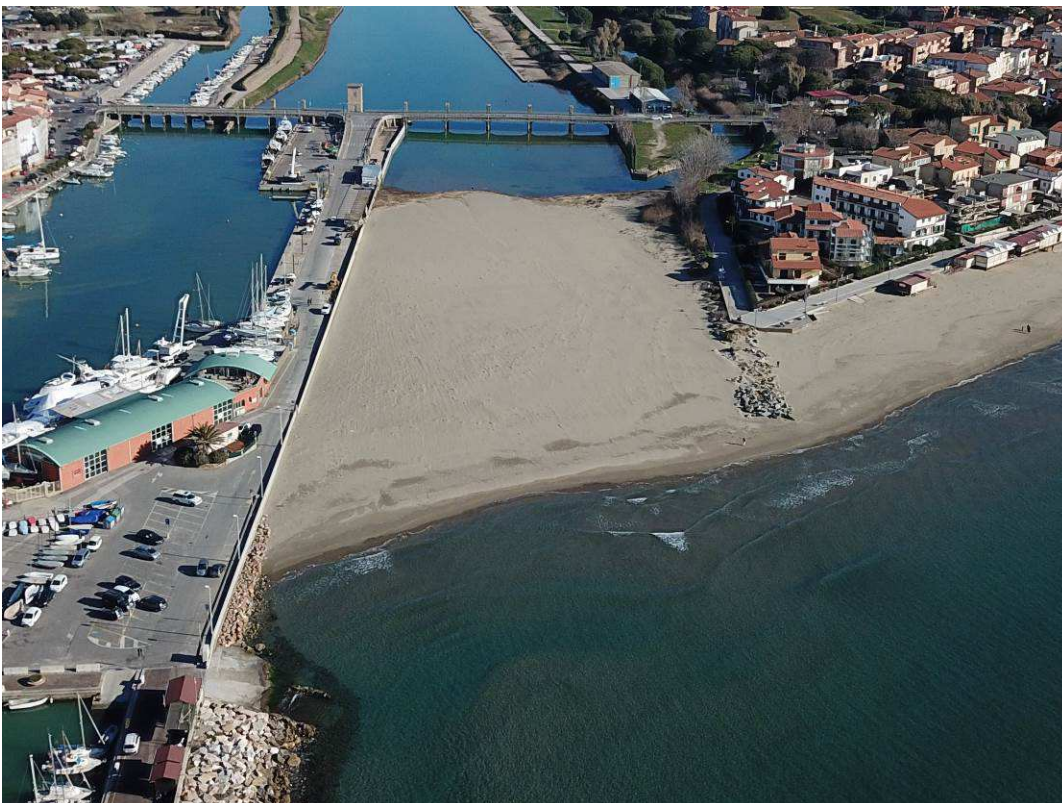
G. studio di dinamica del litorale



### **A) INQUADRAMENTO DELL'AREA DI ESCAVO**

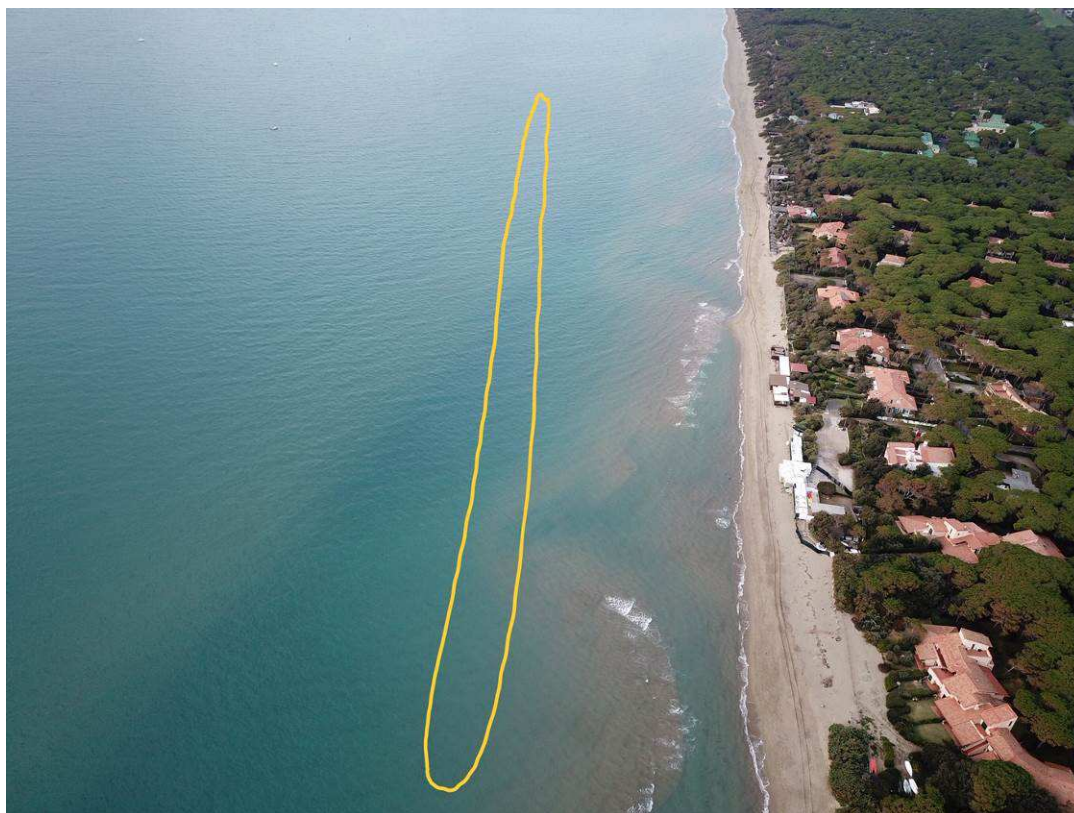
Si prevede una area di escavo per l'approvvigionamento dei sedimenti costieri sulla Foce del Fiume Bruna si ha un bacino di circa 14.000 mc di sedimenti marini depositati per effetto delle correnti marine, ovvero sedimenti della stesse caratteristiche chimico fisiche di quelli che costituiscono le spiagge del paraggio, pertanto sabbie che si integrano perfettamente con quelle oggi presenti sul litorale. La superficie di escavo è pari a circa 10.000 mq prevedendo di scavare fino ad una profondità inferiore a 2 metri, ed avendo la cura di lasciare una pendenza lieve sul contorno scavato, in modo da evitare ogni rischio per la balneazione. In particolare al termine dello scavo, ultimati i lavori di ripascimento, verrà lasciata una vasca con la profondità di sicurezza di circa 60 cm, profondità che potrebbe essere colmata nuovamente dalla sabbia per la stagione successiva.

Al fine di consentire il proseguo dell'utilizzo balneare anche in tale fascia, verrà lasciata intatta una fascia di circa 35 metri fronte mare, ovvero della stessa larghezza della spiaggia subito a sud, dando quindi continuità all'arenile.



I sedimenti marini saranno inoltre scavati su una barra di sabbia antistante la spiaggia da ripascere, mediante l'utilizzo di una draga aspirante e rifluente con una condotta galleggiante della lunghezza di 250 metri, in modo da poter coprire la distanza di prelievo che è a circa 150-200 metri dalla costa, e poter brandeggiare condotta e draga per una uniformità di prelievo dello spessore di 30 cm e per convogliare a riva una quantità di sabbia non superiore ai 20 mc per metro lineare di spiaggia, come previsto dalle linee guida regionali.

Il bacino di escavo si estende parallelamente alla spiaggia e si prevede un prelievo di circa 21000 mc, ipotizzando una profondità di scavo sulla barra di soli 30 cm, al fine di non modificarne la morfologia e quindi rendere trascurabile la variazione di influenza del moto ondoso sulla costa. Tale scelta tecnica è fondamentale per evitare che la nuova spiaggia appena riprofilata sia soggetta ad una maggiore energia erosiva provocata da un incremento del moto ondoso sulla spiaggia, invece sia per l'irrilevante incremento di profondità e sia per la distanza della barra di circa 150 metri dalla linea di riva, si rende pressoché ininfluente ogni effetto.



## **B) RELAZIONE TECNICA**

Al fine di programmare gli interventi di ripristino degli arenili in tempo per la prossima stagione balneare, è stato necessario conoscere in dettaglio la morfologia del tratto di costa oggetto di questo intervento, pertanto si è effettuato un rilievo topografico e batimetrico di dettaglio che ha consentito di individuare i tratti maggiormente erosi e gli accumuli di sabbia sui fondali antistanti, in modo da poter rimodellare l'arenile.

Si è effettuato un rilievo plano-altimetrico della spiaggia dal bagno asciuga alla duna od altro elemento fisico di delimitazione, quali muretti e recinzioni, ed esteso in mare con una batimetria fino ad una distanza dalla costa di oltre 200 metri, con continuità, ovvero da terra fino ad una profondità di 70 cm con un canneggiatore in mare, ovvero con gps, e mediante l'impiego di un mezzo nautico per le profondità superiori. Sono state effettuate delle sezioni ad interasse di 40 metri per tutta l'area interessata al progetto di escavo in mare e di ripascimento a terra. Al fine di poter computare le quantità di materiale da impiegare al fine di ottenere un ripascimento con i profili di progetto, si è approntato un modello numerico della morfologia del paraggio sul quale impostare il progetto con le sezioni di riporto.

Il livello del mare e dei rilievi sulla spiaggia sono riferiti allo zero IGM, che nella nostra unità fisiografica può essere assunto come quello del livello medio di marea, ovvero la linea di battigia indicata nella planimetria in realtà corrisponde a quella che mediamente si verifica nell'arco di una giornata con mare calmo.

In questa fase ricognitiva si è inoltre proceduto ad effettuare dei prelievi per la caratterizzazione dei sedimenti, in modo da poter effettuare una progettazione esecutiva prevedendo il corretto reimpiego e ridistribuzione del materiale sabbioso, come risulta dall'allegato E a cura del Dr. Massimo Fanti.

Il progetto prevede la tutela della poseidonia, pertanto sono state individuate aree di intervento in mare con fondali privi di poseidonia dove prelevare o depositare gli accumuli di sabbia da riutilizzare per il rimodellamento dell'arenile.

Le operazioni di ripristino degli arenili mediante riprofilatura stagionale della spiaggia con sedimenti marini e/o con materiali geologici inorganici non costituiscono opere destinate a combattere l'erosione costiera né lavori marittimi volti a modificare la costa, come indicato nel DGR 304/2018.



Le operazioni di ripristino degli arenili in sostanza consistono essenzialmente nel livellamento delle superfici sabbiose, mediante lo spargimento e redistribuzione dei sedimenti accumulati nello stesso sito movimentando una quantità di materiale inferiore a 20 mc per ogni metro lineare di spiaggia.

Nell'allegato A della DGR 304/2018, il sito è individuato come di seguito descritto:

I) a livello longitudinale, è individuato dall'estensione del tratto di costa oggetto della movimentazione la cui linea di riva risulti priva di opere perpendicolari alla stessa o di promontori rocciosi, che altrimenti, se presenti, costituiscono automaticamente elementi di separazione tra un sito e l'altro;

II) a livello trasversale, è individuato dai limiti della spiaggia emersa e sommersa fino alla profondità di chiusura con periodo di ritorno pari ad un anno, identificata convenzionalmente dalla condizione più restrittiva fra quelle elencate nel seguito:

II.i) distanza dalla linea di riva non superiore a 75 metri;

II.ii) profondità non superiore a 1.5 m rispetto al livello medio marino.

Inoltre, tali interventi sono soggetti alle seguenti disposizioni specifiche:

- spessori di scavo non superiori a 30 (trenta) centimetri;
- prelievo dei sedimenti non in corrispondenza di fonti di possibili inquinamento (tra cui specchi acquei e/o aree destinate alla sosta di imbarcazioni, foci fluviali, imboccature portuali);
- prelievo dei sedimenti non in corrispondenza di aree sommerse soggette a scarso ricambio idrico, come ad esempio all'interno di celle fortemente protette, con opere emerse parallele e perpendicolari alla linea di riva;
- frazione pelitica non superiore al 10%.

Per questa tipologia di interventi è richiesta la sola caratterizzazione fisica.

Il progetto che segue prevede l'utilizzo sia di sedimenti marini che l'utilizzo di materiali geologici inorganici, pertanto in conformità al DGR 304/2018 si applicano le seguenti prescrizioni: per la riprofilatura stagionale con sedimenti marini ai fini del versamento sulla spiaggia sommersa (delimitata convenzionalmente dalla profondità di 7 metri rispetto al livello medio marino), la frazione pelitica non deve essere superiore al 20%; mentre per il versamento sulla spiaggia emersa, la frazione pelitica non deve essere superiore al 10%.

Per la riprofilatura stagionale con materiali geologici inorganici si prevede l'utilizzo di una quantità inferiore a 20 mc per metro lineare di arenile, con una frazione pelitica inferiore al 2% e provengano da corsi d'acqua che contribuiscono alla formazione delle spiagge nella stessa unità fisiografica.

L'utilizzo del materiale di cava sarà effettuato solo nel caso in cui non sia possibile o sufficiente l'utilizzo del materiale sabbioso in loco, o per i fini di cantierizzazione, ovvero di realizzazione delle piste per il transito dei mezzi meccanici necessari per le operazioni di ripascimento, ciò non solo per il costo ma anche per la qualità percepita dal fruitore della spiaggia, essendo difficile poter ricostruire un manto sabbioso con la stessa granulometria e colore. Al fine di mitigare tale aspetto estetico, comunque molto importante ai fini della fruizione turistica, nella fase di cantierizzazione si prevede di formare uno strato sottostante con granulometria maggiore rispetto a quella della sabbia presente in sito, per assicurare una maggiore stabilità, ed uno strato superiore con sabbia di cava di fiume miscelata con quella in sito. Per procedere in questa direzione sarà necessario effettuare delle trincee, accumulare la sabbia in sito, livellare la sabbia od il moniglio su un primo strato e realizzare un secondo strato con sabbia miscelata. Tale metodologia di intervento consente di assicurare una maggiore durata della spiaggia sotto la pressione degli eventi meteomarinari ed il transito degli autocarri per l'attuazione del progetto stesso di ripascimento.

### **Poseidonia spiaggiata**

In alcuni tratti di battigia specie nel periodo invernale,, si depositano cumuli significativi di poseidonia, che saranno spostati dalla battigia ma mantenuti in loco in conformità a quanto indicato dalla Circolare n. 8163/2006 del 17/03/2006 "Gestione della posidonia spiaggiata" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare".

In particolare si utilizzerà la poseidonia a protezione del piede dunale nel tratto dove questo tuttora esiste, mentre sarà interrata in sito (senza trasporto e trattamento), realizzando delle trincee lungo la spiaggia emersa.

Questa lavorazione dovrà essere eseguita con cura, provvedendo a compattare adeguatamente gli strati così realizzati, ricostituendo un corpo sedimentario unico senza perdite di volume che potrebbero nel tempo rendere instabile la spiaggia.

Tali soluzioni consentono di ridurre i costi per il conferimento a discarica e di non perdere la frazione sabbiosa che inevitabilmente sarebbe trattenuta dalla poseidonia in banchi spiaggiati.

## **EFFETTI AMBIENTALI**

Nel caso di utilizzo dei sedimenti marini, gli effetti ambientali sono dovuti alle caratteristiche chimico fisiche delle sabbie ed alla quantità di tali sedimenti. Nel nostro caso trattandosi di sedimenti marini che provengono dalla stessa unità fisiografica ed essendo limitata la quantità ad un massimo di 20 mc per metro lineare di spiaggia, non sono prevedibili conseguenze negative salvo un temporaneo aumento di torbidità durante la fase dei lavori, tenendo anche conto che i sedimenti utilizzati sono stati oggetto di un piano di caratterizzazione ed i materiali dovranno contenere una limitata frazione fine, proprio per limitare tali manifestazioni. Comunque trattandosi di sabbie provenienti dallo stesso sito dove naturalmente queste si possono muovere sul litorale, sia per effetto delle correnti dovuto al moto ondoso, che per effetto del vento sulla parte emersa della spiaggia, gli effetti ambientali sono minimi.

Nel caso di utilizzo di materiali geologici inorganici, specie se di fiume aggettante sulla stessa unità fisiografica, l'effetto ambientale che si può avere è un fisiologico aumento della torbidità durante la fase dei lavori per effetto della frazione fine presente nel materiale, frazione fine che comunque dovrà essere limitata come previsto dalle linee guida regionali, una colorazione non perfettamente uguale alla sabbia in sito ed una granulometria diversa, se pur compatibile con l'uso balneare. Per mitigare tali aspetti, si prevede di utilizzare il materiale di cava con granulometria maggiore su uno strato più profondo, ovvero in trincea, e miscelare con la sabbia in sito il materiale di granulometria più simile alla sabbia in sito. Così operando si riesce a realizzare una spiaggia più duratura ed a mitigare la differenza di colorazione.

## **SPECIFICHE PER I MATERIALI DI CAVA**

Per gli interventi di riprofilatura con materiali geologici inorganici, il materiale scelto, oltre a possedere caratteristiche tali da assicurarne la compatibilità e l'innocuità ambientale e l'idoneità al fine di utilizzo, ai sensi della DGRT 304/2018, dovrà garantire di non compromettere la fruibilità dell'arenile al termine dell'intervento. Pertanto, i materiali dovranno essere scelti con le seguenti caratteristiche:

- durabilità, evitando di ricorrere a materiali destinati ad una veloce usura sotto l'azione del moto ondoso per non compromettere la durata dell'intervento stesso;

- compatibilità con le attuali caratteristiche dell'arenile, con particolare riferimento agli aspetti granulometrici e colorimetrici da specificare rispettivamente tramite il fuso granulometrico e la metodologia di caratterizzazione colorimetrica comparativa definita dalla Commission Internationale de L'Eclairage CIE L\*a\*b (a riguardo può esser fatto riferimento al paragrafo 4.4 dell'Allegato A "Linee guida sulle attività di monitoraggio della costa" della DGR 1069/2018);
- fruibilità, con particolare riferimento a sedimenti arrotondati o comunque rotondeggianti.

In particolare si esclude la possibilità di utilizzare materiali derivati da frantumazione per effetto della forma non arrotondata dei componenti che potrebbero non essere graditi per l'utilizzo balneare. Non sono inoltre ammessi materiali provenienti da cave calcaree, che a causa delle piccole dimensioni dei grani non sono stabili a contatto con l'acqua di mare.

Gli inerti di cava dovranno avere la documentazione richiesta dalle citate linee guida: gli inerti di attività estrattiva terrestre con granulometria inferiore a 2 mm: caratterizzazioni chimiche (As, Cd, Cr tot, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) ed ecotossicologiche su almeno 3 campioni eseguite ai sensi del Capitolo 2 dell'Allegato Tecnico al d.m. 173/2016 e certificazione dei materiali (caratteristiche mineralogiche, granulometriche, colorimetriche) datate in un periodo non antecedente a 3 anni, che consentano la valutazione della compatibilità e dell'innocuità ambientale; in caso di utilizzo di inerti di attività estrattiva terrestre con granulometria superiore a 2 mm: certificazione dei materiali datata in un periodo non antecedente a tre anni, che consenta la valutazione della compatibilità e dell'innocuità ambientale (caratteristiche mineralogiche, petrografiche, granulometriche, geotecniche e colorimetriche); in caso di utilizzo di materiali da estrazione dai corsi d'acqua: caratterizzazioni eseguite ai sensi del Capitolo 2 dell'Allegato Tecnico al d.m. 173/2016.

### **Interferenza con la balneazione**

Per quanto riguarda la cantierizzazione del progetto, il DGRT 304/2018 consentirebbe di effettuare i lavori anche nel periodo della balneazione ovvero nei mesi fra maggio e settembre, previo l'autorizzazione di tutti gli enti preposti, ma in considerazione della possibile alterazione chimico fisica delle acque, ovvero la temporanea torbidità provocata dalla se pur limitata frazione fine (frazione pelitica inferiore al 2%), ma soprattutto per l'interferenza dei mezzi di cantiere, l'intervento dovrà essere

completato entro l'inizio della stagione di balneazione, ovvero entro il mese di maggio 2019, come descritto nel cronoprogramma allegato al piano operativo di sicurezza redatto dall'Ing. Piero Boccuni.

## **MODALITA' OPERATIVE**

In questo tratto di costa, indicato nella scheda del Master Plan: CASTIGLIONE ROCCAMARE, si è avuto una forte erosione della spiaggia specie nei mille metri subito a nord-ovest di Punta Capezzolo, che è in larga parte in concessione agli stabilimenti balneari, ed è una delle spiagge più frequentate e pertanto è particolarmente importante l'intervento di ripascimento in progetto.

Anche all'altra estremità di questa unità fisiografica, ovvero alle Rocchette, si ha un tratto di circa 500 metri in erosione, tratto anch'esso con una forte pressione turistica, e pertanto tratto in cui si prevede il ripascimento. In questo tratto di arenile sono state adottate corrette misure dai privati concessionari, ovvero la formazione di cumuli di sabbia in prossimità del cordone dunale, sabbia che ad inizio della stagione balneare viene rimessa sulla spiaggia, preservando sabbia e cordone dunale dalle mareggiate invernali.





Data la grande importanza turistica di questo arenile si prevede di impiegare una consistente quantità di sabbia, comunque entro il limite massimo consentito per il ripascimento, ovvero circa 20 mc per ml, come previsto nel Master Plan, compatibilmente con le risorse economiche previste dalla Regione Toscana.

I sedimenti marini possono essere ricavati dal deposito accumulato sulla foce del Fiume Bruna, da tempo interrata, per un volume di circa 2000 mc, circa 21000 mc dai sedimenti marini accumulati su una barra di sabbia parallela alla riva posta alla distanza di circa 150 metri dalla battigia, e con materiale inerte proveniente da una cava di fiume per un volume di 5750 mc, di cui 2000 mc di sabbione 0.6 mm e 3750 di risetta 3-6 mm, inerti di granulometria maggiore rispetto alla sabbia del sito, che verranno impiegati per dare maggiore stabilità al ripascimento e per meglio consentire la cantierizzazione, ovvero il transito delle macchine operatrici nella fase dei lavori.

Tali inerti, una volta ultimati i lavori, non avranno interferenza né estetica né funzionale rimanendo completamente interrati dal sedime marino sopra riportato come previsto in progetto.

Zona di prelievo sulla Foce della Bruna: l'area di scavo ha una superficie di circa 10.000 mq, e sarà possibile effettuare un prelievo di sabbia per una profondità da 50 cm a 2.00 metri di profondità dalla superficie. Lo scavo potrà essere effettuato completamente da terra da due escavatori e trasportato oltre il Ponte Giorgini, che separa la zona di scavo da quella di deposito, da 4 autocarri, che per effettuare un tragitto di circa 5 km, l'accesso alla spiaggia dal parcheggio sterrato, situato subito a nord di Punta Capezzolo ed il transito sulla battigia, per complessivi 7 viaggi al giorno per una produzione giornaliera di circa 340 mc, che per una quantità complessiva di circa 2000 mc, occorrono circa 6 giorni lavorativi.

La sabbia può essere stesa sulla spiaggia con l'impiego di una ruspa.

Materiale di cava: utilizzare una frazione di materiale di fiume con una granulometria maggiore di quella in sito, rende più stabile la spiaggia sotto l'effetto di eventi meteo che provocano un certo moto ondoso, frequenti anche nel periodo estivo. Al fine di minimizzare l'aspetto estetico e funzionale dovuto ad una granulometria più grossolana, si prevede di posizionare tale materiale in trincea, e ricoprirlo con uno strato di 30-70 cm di sabbia marina. Ipotizzando di utilizzare materiale di fiume da una cava posta ad una distanza di circa 35 km, dalla spiaggia, con l'impiego di 5 bilici, il cumulo degli inerti in prossimità della battigia, il carico con un escavatore su 1 dumper per il trasporto degli inerti sulla spiaggia ed una ruspa per predisporre la trincea e la livellazione del materiale. Si potrebbe avere una produzione giornaliera di circa 400 mc per complessivi 14 giorni di lavoro. Nel tratto di spiaggia limitrofo a Punta del Capezzolo, data la maggiore criticità della spiaggia per effetto dei fenomeni di riflessione della parte rocciosa, si impiegherà una frazione di sabbione di cava, inerte con granulometria maggiore di quella derivante dal dragaggio, che consente una maggiore stabilità e durata. Al fine di agevolare il transito dei pesanti automezzi utilizzati per il trasporto degli inerti sulla spiaggia, la risetta verrà stesa a formare un cassonetto dello spessore di cm 25 per una larghezza fino a 10 metri, in modo da realizzare una pista che nella fase di completamento dei lavori sarà sepolta dalla sabbia sopra riportata, come da progetto.

Le operazioni di trasferimento dei sedimenti marini dalla barra di sabbia individuata nella campagna di rilievo ad una distanza di circa 150 metri da riva, verranno effettuati con una draga aspirante e rifluente con una condotta galleggiante che scarichi il materiale dragato a terra. La draga lavorerà sopra la barra con un ancoraggio temporaneo su 3 ancore, in modo da poter fluttuare mossa dai verricelli di

bordo e scavare per soli 30 cm la barra in modo uniforme. Tale modesto scavo consente di non alterare gli effetti del moto ondoso sulla spiaggia. Il materiale dragato sarà depositato sulla spiaggia previo la realizzazione con un escavatore di una trincea, che consenta la decantazione della miscela acqua-sabbia e per limitare ogni fenomeno di torbidità.

La produzione possibile è di circa 60 mc/ora, che corrispondono ad una produzione giornaliera di circa 480 mc/giorno per 22 giorni lavorativi.

Il tempo complessivo necessario per completare i lavori, considerato interferenze, imprevisti e condizioni meteo, è di 45 giorni consecutivi con l'impiego complessivo di 24 mezzi, come dal prospetto che segue:

<b>PRODUZIONE</b>	autocarro	bilico	carico mc	viaggi/giorno	mc/giorno	mc totali	giorni
<b>foce Bruna</b>	4		12	7	336	2.000,00	<b>6</b>
<b>materiale di cava</b>		5	20	4	400	5.750,00	<b>14</b>
	draga rifl		mc/ora	ore al giorno			
<b>dragaggio</b>	2		60	8	960	20.998,67	<b>22</b>

<b>MEZZI IMPIEGATI</b>							totale mezzi
	autocarro	bilico	draga	escavatore	ruspa	dumper	
<b>sulla foce Bruna</b>	6		0	1	1		<b>8</b>
<b>materiale di cava</b>		5		1	1	2	<b>9</b>
<b>materiale costiero</b>	2		2	2	1		<b>7</b>

**24**

Al fin di garantire la sicurezza del cantiere e di limitare l'interferenza con gravitano sulla spiaggia, turisti, pescatori, ecc, i punti di accesso saranno recintati a terra, ed a mare sarà delimitata da delle boe segnaletiche ancorate sul fondo, e dotate di illuminazione notturna, come previsto dal piano di sicurezza.

Le piste saranno opere provvisionali, come le recinzioni e le baracche di cantiere e le boe di segnalazione in mare che delimiteranno lo specchio acqueo interessato ai lavori, salvo quelle naturali e quelle dove si utilizzata risetta e sabbione di cava, che

una volta ricoperte dalla sabbia in sito, cessata la funzione di fare transitare i mezzi di cantiere, avranno la funzione di rendere più stabile la spiaggia nel tempo.

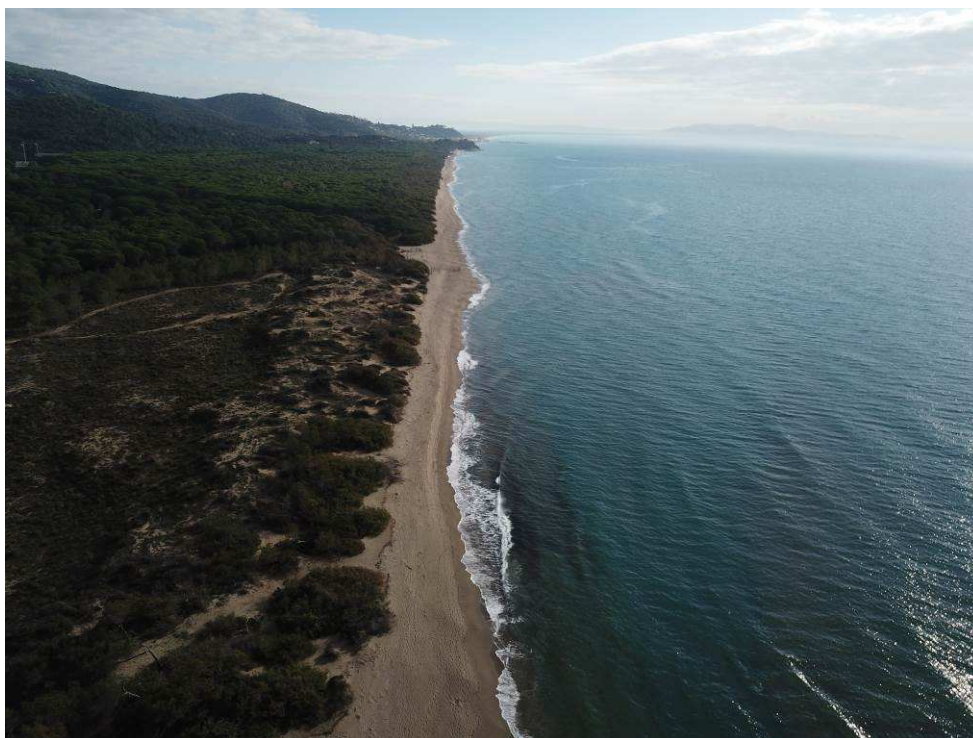
## **BENEFICI SCATURITI DALL'INTERVENTO**

I lavori di ripascimento delle spiagge danneggiate dalla mareggiata dell' ottobre 2018 nel litorale di Castiglione della Pescaia sono inserite in contesto molto studiato per gli aspetti di evoluzione morfodinamica della costa, con recenti approfondimenti nel contesto di studi eseguiti nell'ambito di un progetto di protezione delle spiagge che è stato redatto dalla Regione Toscana.

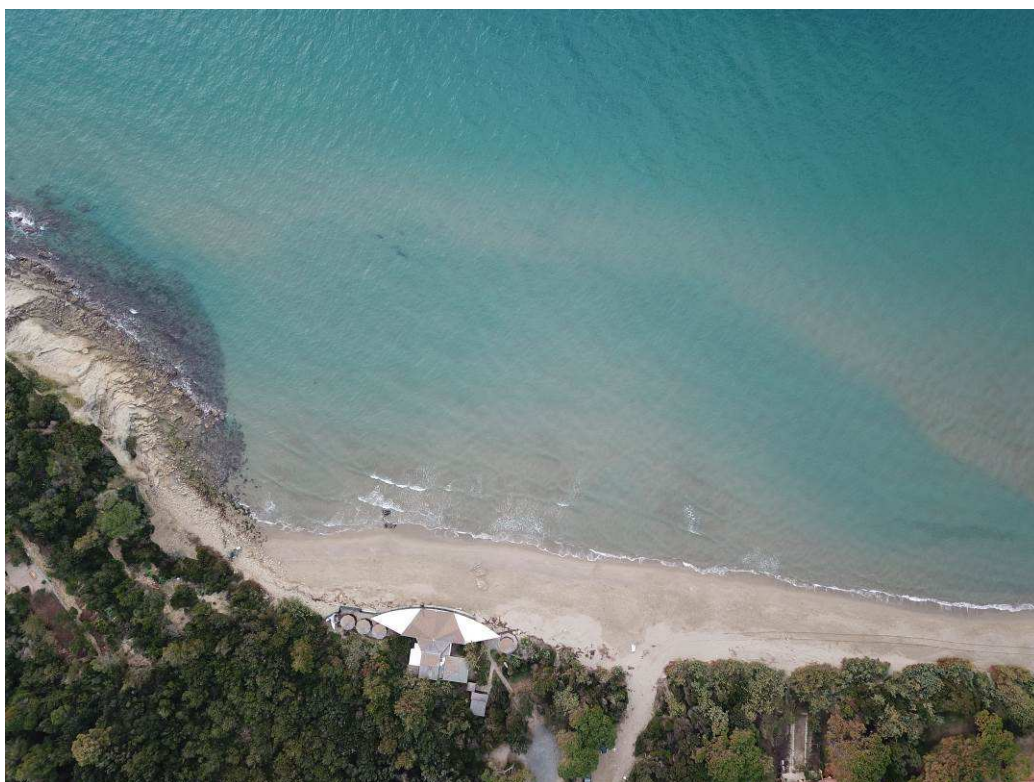
La necessità di attuazione del progetto è stata accuratamente valutata dalla Regione Toscana per consentire la fruizione turistica del litorale nel periodo della balneazione e per proteggere la linea di riva ed il cordone dunale che hanno una grande rilevanza per la conservazione dell'ambiente. E' evidente che l'intervento in progetto ha una valenza stagionale, ovvero di manutenzione straordinaria della spiaggia, ma gli effetti generali sulla costa hanno una valenza più ampia, infatti i materiali di ripascimento, specie quelli portati da rami morti di fiume, costituiscono una risorsa per dare un contributo positivo al bilancio complessivo degli apporti sulla linea di riva, e quindi saranno materiali che pur fluttuando lungo il litorale per effetto delle correnti di riva generate dal moto ondoso, andranno a proteggere e formare anche le future spiagge.



### C) DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**SPIAGGIA OGGETTO DI RIPASCIMENTO**



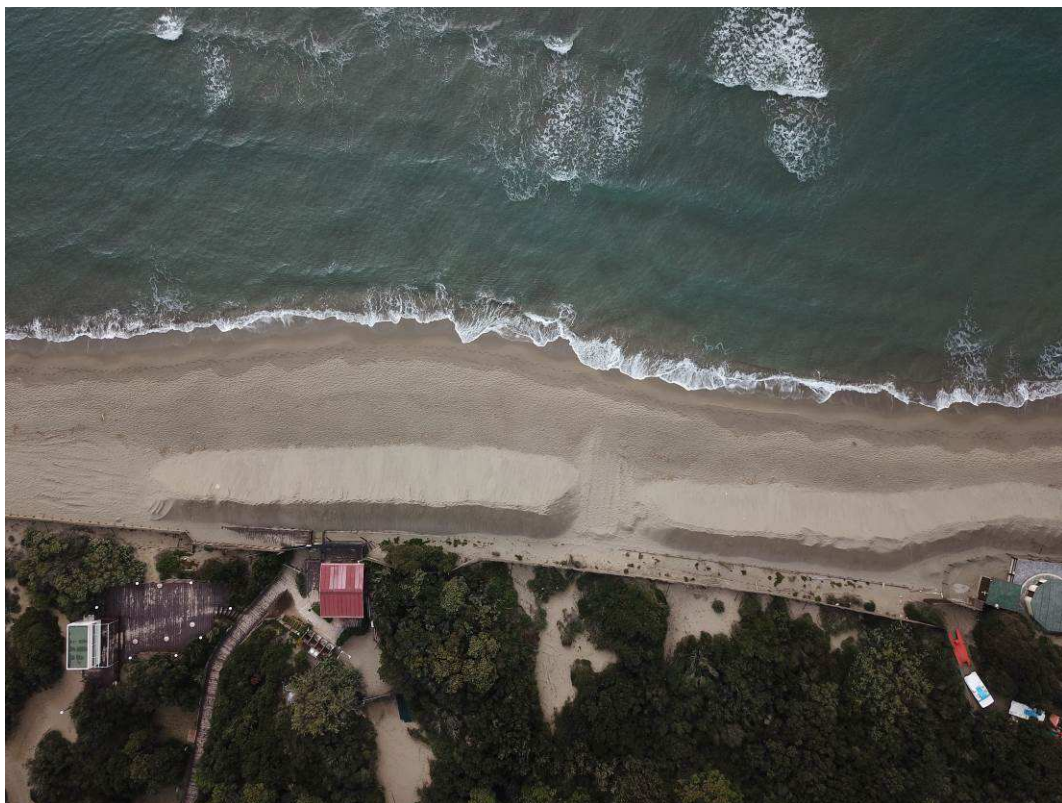




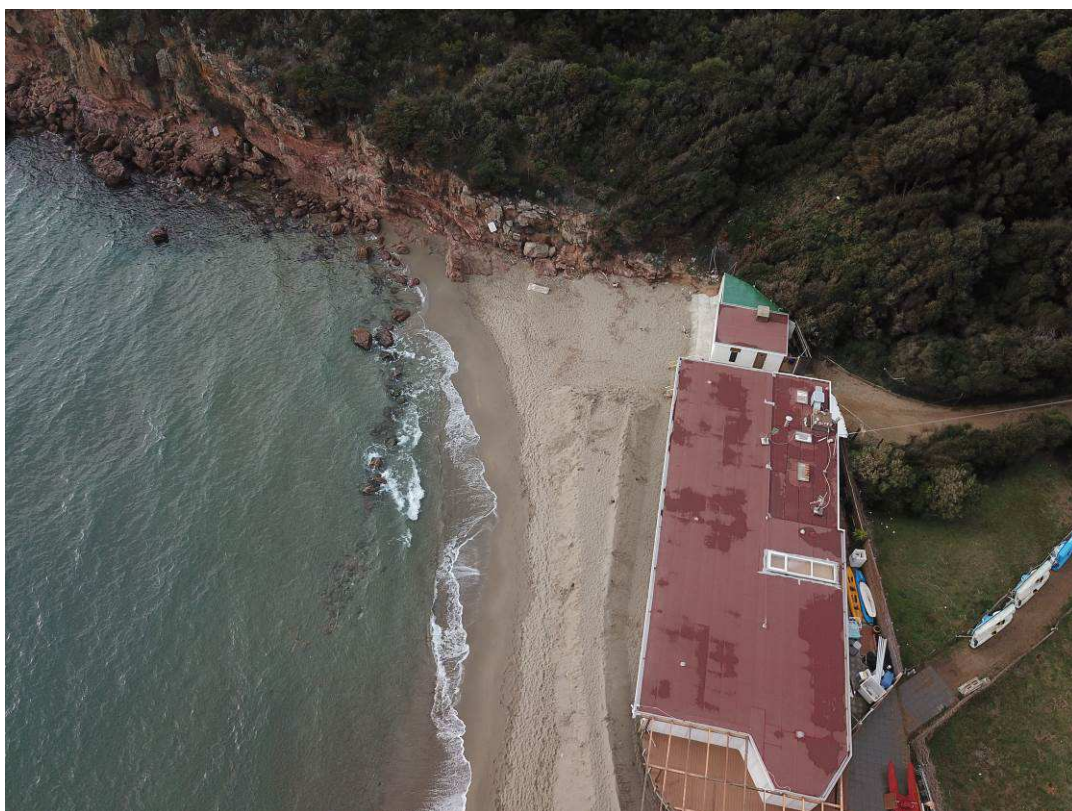
**PUNTA CAPEZZOLO E RIVA DEL SOLE**



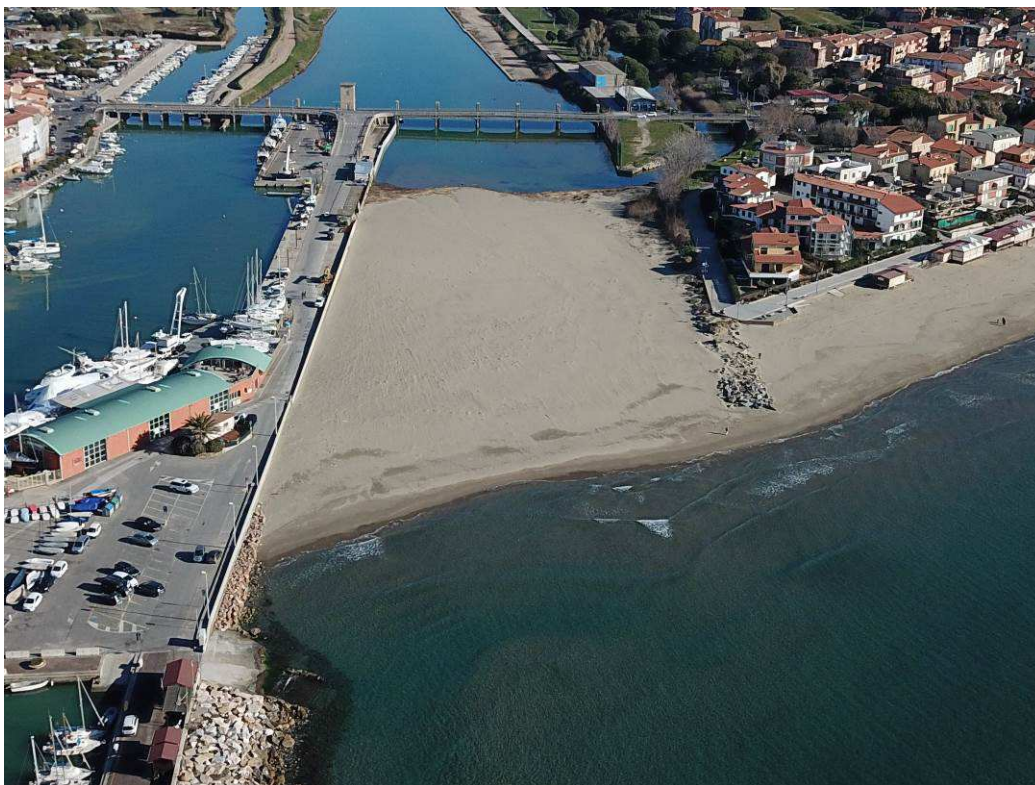




**ROCCHETTE**







**AREA DI ESCAVO DEL SEDIMENTO MARINO DEPOSITATO SULLA FOCE BRUNA**

## **D) ELABORATI GRAFICI: PLANIMETRIE E SEZIONI QUOTATE DELLO STATO ATTUALE E DI QUELLO DI PROGETTO**

Sono state elaborate piante e sezioni dello stato attuale e di progetto sia della parte emersa della spiaggia che del fondale per una distanza di oltre 200 metri dalla linea di riva, è stato poi sviluppato un modello tridimensionale per il calcolo dei volumi di ripascimento, allegato grafico D) alla documentazione progettuale.



### **STRUMENTAZIONE DI RILIEVO**

Per l'esecuzione dei rilievi è stata utilizzata una strumentazione GPS composta da una stazione (Master) G.P.S. TRIMBLE modello 5700 in doppia frequenza L1/L2 per rilievi post-processing ed in tempo reale (RTK), corredata da n°1 ricevitore (Rover) geodetici Trimble R10 e n°2 ricevitori (Rover) geodetici R6 in doppia frequenza L1/L2, 24 canali su L1 (codice C/A).

### **RILIEVO TOPOGRAFICO**

Il rilievo è stato eseguito con strumentazione GPS in modalità RTK (Real Time Kinematic), posizionando la base GPS centralmente alle due aree oggetto di rilievo, in particolare sono stati utilizzati n°1 ricevitore GPS Trimble 5700, per ogni area di lavoro, in configurazione master e n°1 ricevitore GPS Trimble R10 e n°2 ricevitori GPS Trimble R6 in configurazione Rover collegati in tempo reale (RTK) tra di loro (Master-Rover1, Master-Rover2 e Master-Rover3) tramite collegamento radio effettuato con Radio Pacific Crest e/o radio PDL450.

I rilievi sono stati eseguiti allo scopo di ottenere un modello numerico tridimensionale del terreno al fine di riportare ad oggi la morfologia della linea di costa, mentre per quel che concerne il fondale, i punti sommersi sono stati rilevati successivamente con rilievi batimetrici SingleBeam (SB)

### **RILIEVI BATIMETRICI**

Il rilievo del fondale è stato effettuato con strumentazione batimetrica mediante tecnologia SingleBeam, per poi integrare con topografia GPS quelle parti di fondale ove a causa del basso livello dell'acqua non era possibile la navigazione con alcun tipo di natante. Il rilievo batimetrico è stato eseguito con l'ausilio di strumentazione GPS

in modalità VRS sul sistema ItalPos, tuttavia in ogni sessione di rilievo sono stati acquisiti i punti di controllo previamente materializzati in RTK, in modo da avere un riscontro diretto su eventuali anomalie del dato GPS collegato al rilievo dei fondali.

Il lavoro ha previsto l'impiego di due operatori:

il primo operatore, alla guida del natante, addetto alla navigazione e al controllo delle rotte, controllo e taratura dell'ecoscandaglio, alla verifica del corretto posizionamento del trasduttore, e in generale alla gestione dei problemi legati ai dati di profondità; il secondo operatore addetto al controllo del software, al settaggio delle modalità di acquisizione dei dati e al controllo delle modalità G.P.S.,

La configurazione del file di rilievo ha interessato i seguenti parametri:

- parametri geodetici:

Datum: ellissoide WGS84 (World Geodetic System)

Parametri di proiezione: Proiezione Universale Traversa di Mercatore (U.T.M.) – Fuso 32 Zona Nord.

- settaggio delle strumentazione e il collegamento delle porte seriali:

sistema di posizionamento primario: GPS su porta com9

Echosounder: Odom Hydrotrac su com10

Per quanto riguarda le tarature strumentali, operazioni di fondamentale importanza per la qualità del risultato, si è proceduto come segue:

- sono state eseguite due bar check calibration per il settaggio dei parametri di rilievo (velocity e index) mediante il posizionamento della barra metallica di controllo alle profondità di 2m e 3m dal pelo acqua; tali profondità sono state scelte dopo aver proceduto ad un rapido scandagliamento dell'intervallo di profondità presente nell'area di rilievo, dove si è rilevata una profondità massima di circa 2/3 m dal pelo acqua. In Figura 18 si riporta la registrazione dei due settaggi.



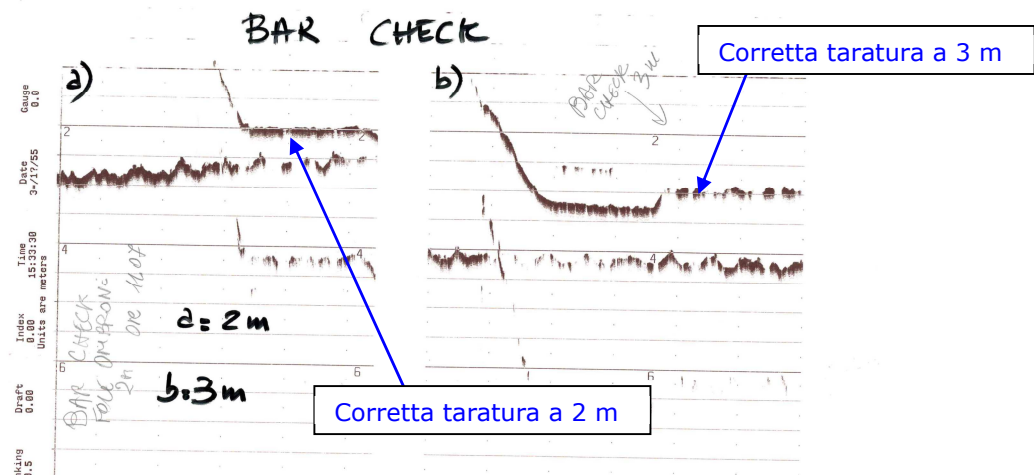


Figura 18

- sono stati eseguiti 3 controlli diretti della misura di profondità, mediante l'utilizzo di scandaglio manuale costituito da un peso calato sul fondo mediante un cavo graduato di lunghezza 15 m:
- il primo controllo è stato eseguito preliminarmente all'inizio dell'acquisizione dei dati, in condizioni di fondale basso (2 m di profondità);
- il secondo controllo è stato eseguito nella parte centrale della giornata, in condizioni di profondità massime (3 m);
- il terzo controllo è stato eseguito alla fine dei rilievi.

Il sistema di rilevamento VRS GPS fornisce direttamente, in valore assoluto, l'altezza dell'antenna e del trasduttore, rendendo inutile la correzione dello "squat" (differenza tra la linea di galleggiamento normale e la linea di galleggiamento in navigazione) dell'imbarcazione.

inoltre, il sistema di rilevamento VRS GPS con antenna-trasduttore coassiali su palina a distanza fissa permette di eliminare tali cause di errore sulla misura di profondità.

#### ELABORAZIONE DEI DATI E RESTITUZIONE DEL RILIEVO

Al termine di ogni sessione di rilievo si è proceduto allo scarico e al backup dei seguenti dati:

- dati grezzi ricevitore GPS master (stazione di riferimento);
- dati RTK ricevitori GPS Rover.

I files dei dati grezzi ed RTK GPS sono stati importati nel software TBC (Trimble Business Center della Trimble Navigation Limited) per la successiva elaborazione ed

interfacciamento, dopodichè sono stati esportati sulla piattaforma Leonardo XE, specifica per la restituzione di libretti digitali topografici.

Ottenuto il DTM, si è provveduto a tracciare le sezioni di interesse per estrapolare i profili della costa.

#### ELABORAZIONE GRAFICA

Successivamente alla restituzione del Modello numerico (DTM), si è provveduto ad elaborare in ambiente CAD, tutto ciò che sarebbe andato a far parte della documentazione grafica di cui all'allegato D, ovvero:

- Planimetria generale sovrapposta alla C.T.R.;
- Sezioni con distanza tra loro di 40 mt.;

La planimetria generale sovrapposta alla C.T.R. è l'elaborato grafico che funge da indice a tutto il lavoro, infatti rappresentato in scala 1:5000, nel suo quadro di insieme e in scala 1:2000 nelle due porzioni in cui abbiamo inteso suddividerlo, raffigura l'intero rilievo eseguito, sovrapposto alla Carta Tecnica Regionale.

Su questo elaborato è possibile riscontrare tutte le tracce di sezione eseguite.

In ogni sezione sono state rappresentate le quote del terreno, la distanza parziale e progressiva e la pendenza di ogni tratto.

#### **E) CARATTERIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI DELL'AREA DI ESCAVO DI FONDALI MARINI**

La caratterizzazione e classificazione dei materiali dell'area di escavo di fondali marini è stata redatta dal Dr. Mario Fanti, allegato E) alla documentazione progettuale, da cui si estrae la sintesi che segue relativa alla metodologia attuata:

*L'area interessata dall'intervento di riprofilatura della linea di costa è il tratto di spiaggia compresa tra Punta Capezzolo e Riva del Sole (circa 800 m) e la spiaggia delle Rocchette (800 m).*

*In questo due tratti di spiaggia sono stati effettuati dei campionamenti dei sedimenti sulla spiaggia e nell'antistante fondale marino, ai sensi del D.M. 173/16 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini".*

*I campionamenti su spiaggia sono stati effettuati mediante prelievo manuale del sedimento superficiale, mentre il campionamento di spiaggia sommersa è stato effettuato mediante carotaggio manuale eseguito da operatore subacqueo.*

*Pertanto sono stati prelevati n. 4 campioni sulla spiaggia emersa e n. 4 campioni nella spiaggia sommersa in entrambi i tratti di spiaggia suddetti (ROCCHETTE e CAPEZZOLO), per un totale di 16 campioni di sedimento.*

*Infine sono stati prelevati in mare n. 3 campioni di Macrozoobenthos nel tratto di fondale antistante la spiaggia compresa tra Punta Capezzolo e Riva del Sole e n. 3 campioni di Macrozoobenthos nel tratto di fondale antistante la spiaggia delle Rocchette . Per il campionamento è stata utilizzata la benna di tipo Van Veen con volume complessivo superiore ai 10 L.*

*Il prelievo di sedimento è stato effettuato in tre stazioni di campionamento rappresentative dell'area, effettuando tre repliche distinte di campionamento in ciascuna stazione.*

*I campioni prelevati, sono stati riposti in idonei contenitori e trasportati in laboratorio in conformità a quanto previsto dal Capitolo 2, par 2.2 "Modalità di prelievo, conservazione ed analisi dei campioni" del DM 173/2016.*

*Si è proceduto poi in laboratorio all'accorpamento dei due campioni contigui sia per ciò che concerne la spiaggia emersa che quella sommersa per la zona oggetto di ripristino della linea di riva, così come consentito dalla normativa vigente in materia.*

## **F) INDICAZIONI TECNICHE PER LA GESTIONE DEI MATERIALI**

Le modalita' di escavo, trasporto e immersione devono essere tali da non comportare un peggioramento delle condizioni ambientali preesistenti nelle aree circostanti l'area di attivita' ed in particolare arrecare disturbo per le risorse di interesse alieutico.

A tal fine l'attivita' di escavo, trasporto e immersione, nelle due modalità individuate, meccanico e idraulico, devono avvenire in modo tale da minimizzare la dispersione di sedimento, in particolare della frazione piu' fine, che se pur limitata secondo i parametri della norma, non deve influenzare la dinamica del moto ondoso e delle correnti dell'area. Durante il trasporto devono essere effettuati controlli relativi ai mezzi navali atti a prevenire dispersioni e rilasci accidentali di materiali, ovvero l'idoneità ed il buono stato della draga che sarà impiegata e degli eventuali mezzi di appoggio. Devono essere utilizzati strumenti di navigazione di precisione per il monitoraggio in tempo reale delle rotte seguite durante il trasporto, che devono essere rese disponibili su richiesta degli organismi di controllo.

L'attivita' di ripascimento deve avvenire secondo un piano di intervento che renda massimo l'apporto di sabbia alla spiaggia e contrasti i fenomeni di erosione nel tratto di costa individuato, evitando manovre dei mezzi meccanici tali da costituire un rischio di impatto per eventuali habitat di interesse conservazionistico, tipologia di eventuali ancoraggi, movimento delle eliche a pieno carico, ecc.

A tale scopo si prevede di operare su tali mezzi solo su fondali sabbiosi privi di poseidonia, per uno spessore limitato ai 30 cm superficiali, in modo da rendere ininfluenti le modifiche morfologiche in mare dopo l'intervento di dragaggio. I materiali dragati saranno utilizzati esclusivamente per il ripascimento della spiaggia nello stesso paraggio.

Al fine di mitigare l'impatto sull'ambiente dei materiali dragati, in particolare di limitare l'aumento di torbidità, sarà realizzata a terra una trincea per fare sedimentare la sabbia pompata con la draga pompante e rifluente, sabbia che viene convogliata a terra da una condotta galleggiante, utilizzata temporaneamente solo durante i lavori.

Le attività di ripascimento sono limitate al litorale sabbioso dove non si ha il rischio di seppellimento di praterie di fanerogame marine o coralligeno in quanto non presente.

Si prevede inoltre di trasportare lungo la battigia materiali sabbiosi, con dumper e stesi con l'ausilio di una pala meccanica. Con lo scopo di stabilizzare la spiaggia nel caso di eventi meteomarinari che possano provocare fenomeni erosivi, si prevede di impiegare una frazione di materiale più grossolano, quale la risetta 3-6 mm, per uno spessore di 20-30 cm ed una larghezza di circa 6-10 metri, che ha anche la funzione di agevolare il transito degli autocarri e dumper nella fase di cantiere. Tale materiale sarà posto in opera in trincea, asportando prima la sabbia con una pala meccanica e poi ricollocandola sopra la risetta, al fine di alterare minimamente l'aspetto e le caratteristiche chimico fisiche della spiaggia.

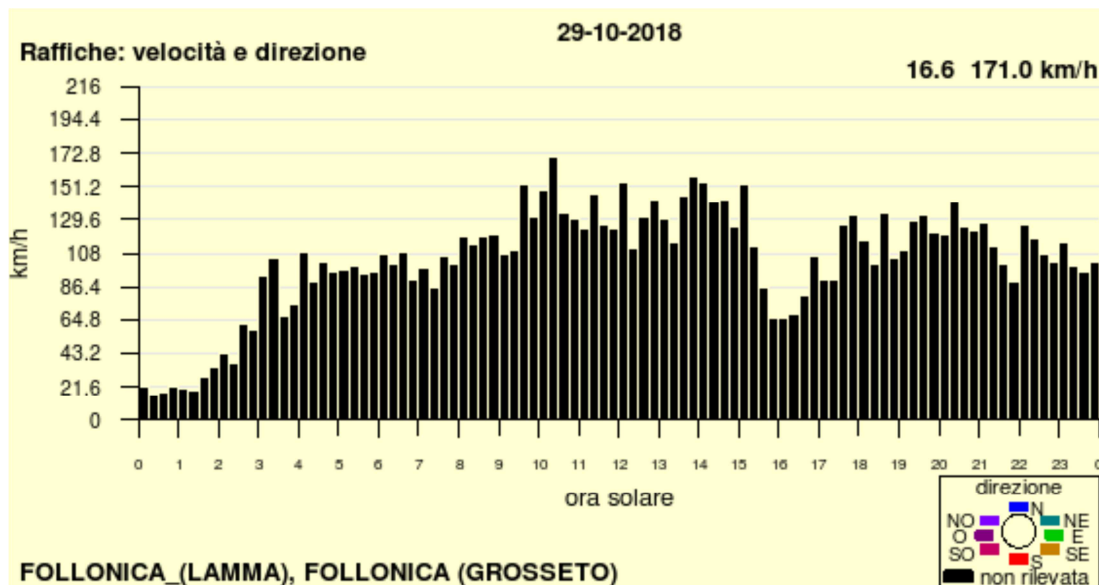
Prevedendo l'utilizzo di inerti di attività estrattiva terrestre con granulometria anche superiore a 2 mm, nella fase operativa, dovrà essere allegare la certificazione dei materiali, che consente la valutazione della compatibilità e dell'innocuità ambientale : le caratteristiche mineralogiche, petrografiche, granulometriche, geotecniche e colorimetriche;

Il progetto prevede che il materiale impiegato provenga da una cava situata in un ramo morto del Fiume Ombrone, e pur non essendo i materiali utilizzati direttamente estratti dai corsi d'acqua, si è proceduto comunque alle caratterizzazioni eseguite ai sensi del Capitolo 2 dell'Allegato Tecnico al d.m. 173/2016, poiché si tratta comunque di materiali ex alveo e immersi.

## G) DINAMICA DEL LITORALE

### *Sintesi estratta dal progetto generale del master plan*

In base ai dati sinottici rilevati dal Consorzio Lamma, nella giornata del 27 ottobre una vasta saccatura atlantica si approfondisce sulla Spagna e il Mediterraneo occidentale attivando un intenso flusso di correnti miti e molto umide meridionali su tutta la penisola. Nella seconda parte della giornata di sabato Commissario delegato Ocdpc 558/2018 Master plan degli interventi 27 ottobre la saccatura si approfondisce verso la Spagna, il Marocco e l'Algeria e ciò determina una temporanea rotazione dei venti a tutte le quote in senso antiorario (da SSO a SSE) sul Mediterraneo centrale; un campo di alta pressione sul Mediterraneo orientale impedisce il naturale spostamento della perturbazione verso est. La saccatura tende a spostarsi gradualmente verso est ed il Mediterraneo centrale nella giornata di domenica 28, con una momentanea attenuazione dei venti da sud ma tra il pomeriggio e la notte con l'avvicinarsi del fronte freddo da ovest si assiste ad una rapida ciclogenesi sul Mediterraneo centrale (Mar di Sardegna, Mar di Corsica, Mar Ligure) con la pressione che cala di circa 20 hPa in 18 ore (da circa 1000 a 979 hPa).



**Raffiche di vento registrate a Follonica il 29/10/2018**

In contemporanea alla rapida caduta di pressione tra Mar di Sardegna, Mar di Corsica e Mar Ligure ed a questo temporaneo afflusso di aria ancora più calda a tutte le quote, si assiste ad un rapido rinforzo dei venti da SSE su tutti i settori tirrenici (vedi Figura 1) con raffiche che raggiungeranno sulla costa i 100-120 km/h, arrivando nel golfo di Follonica a punte di 170 km/h (vedi Figura 2). Contemporaneamente fortissime mareggiate interessano l'Arcipelago e tutte le zone costiere esposte alle onde da S, SSE (vedi Figura 3 e Figura 4) con altezze d'onda significativa che hanno raggiunto i 6.5 metri a Giannutri (massimo storico della stessa, vedi Figura 5) e 5 metri a Gorgona (vedi Figura 6).



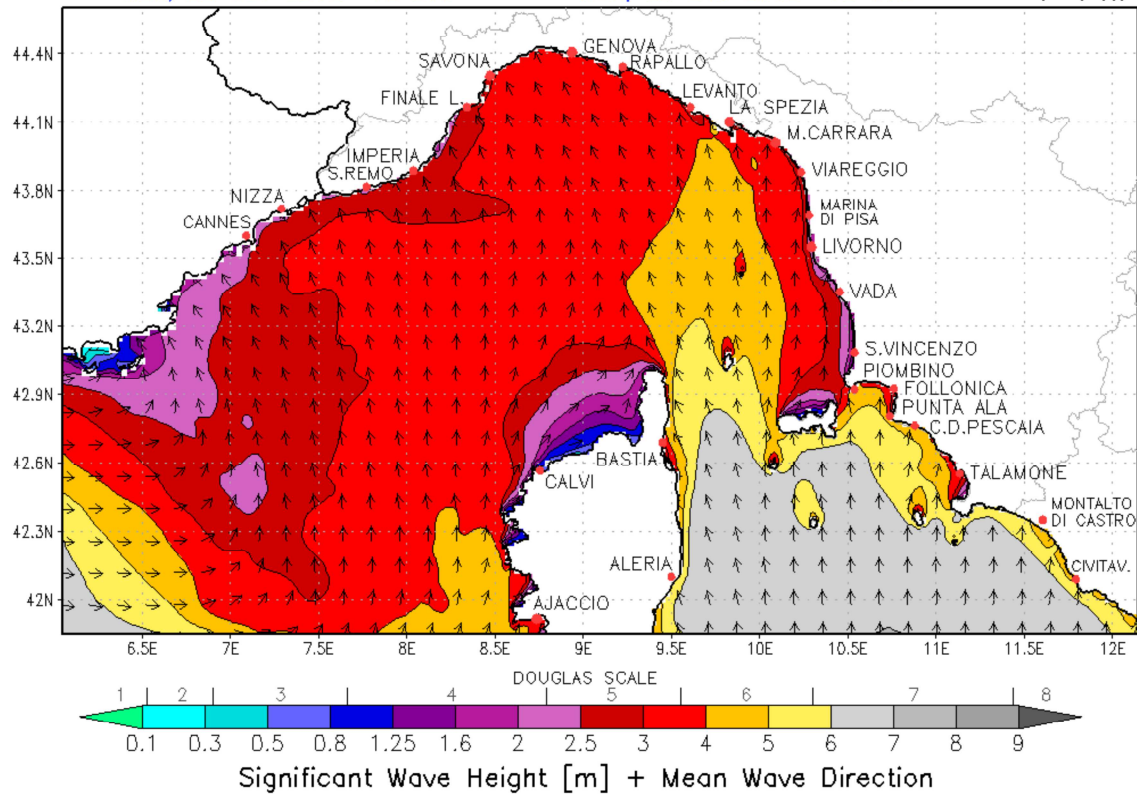
Consorzio LaMMA

WW3 3km – WRF ECMWF 3km

Init.: Mon, 29 OCT 2018 12 UTC

Valid: Mon, 29 OCT 2018 16 UTC

T=+4h



Consorzio LaMMA

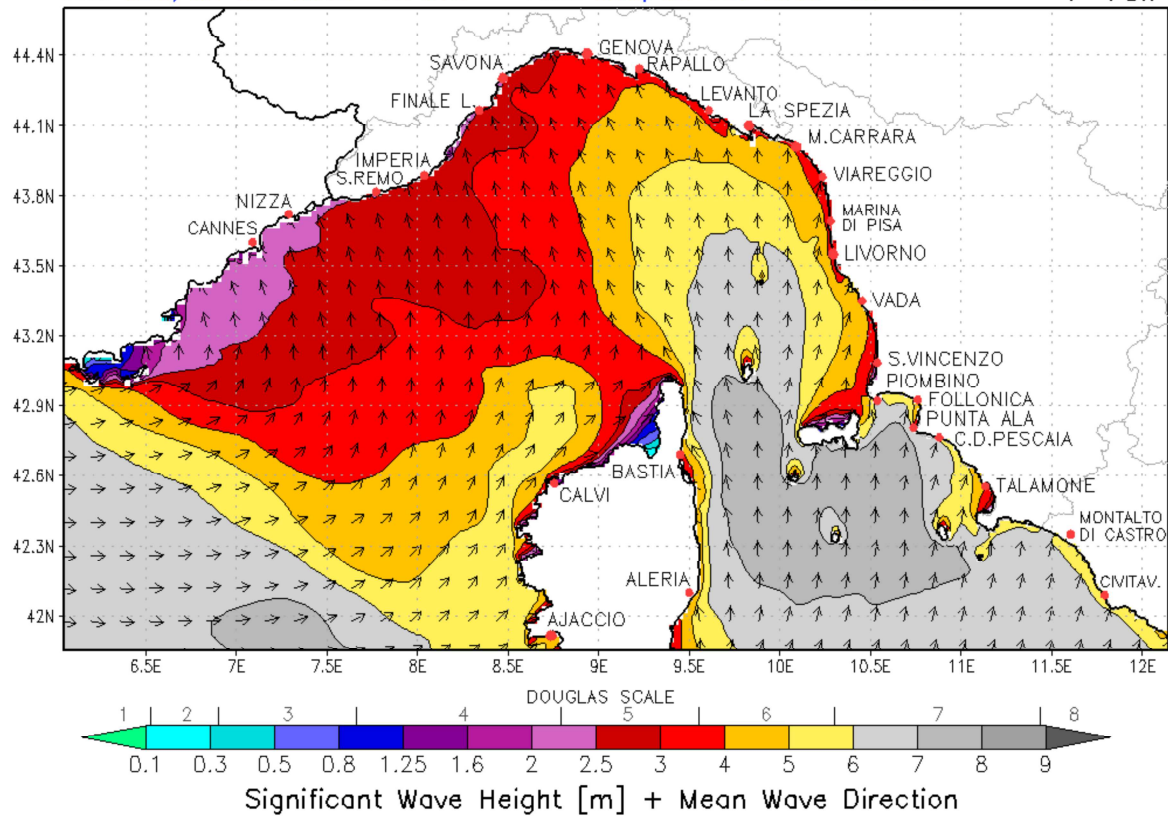
Init.: Mon, 29 OCT 2018 12 UTC

WW3 3km – WRF ECMWF 3km

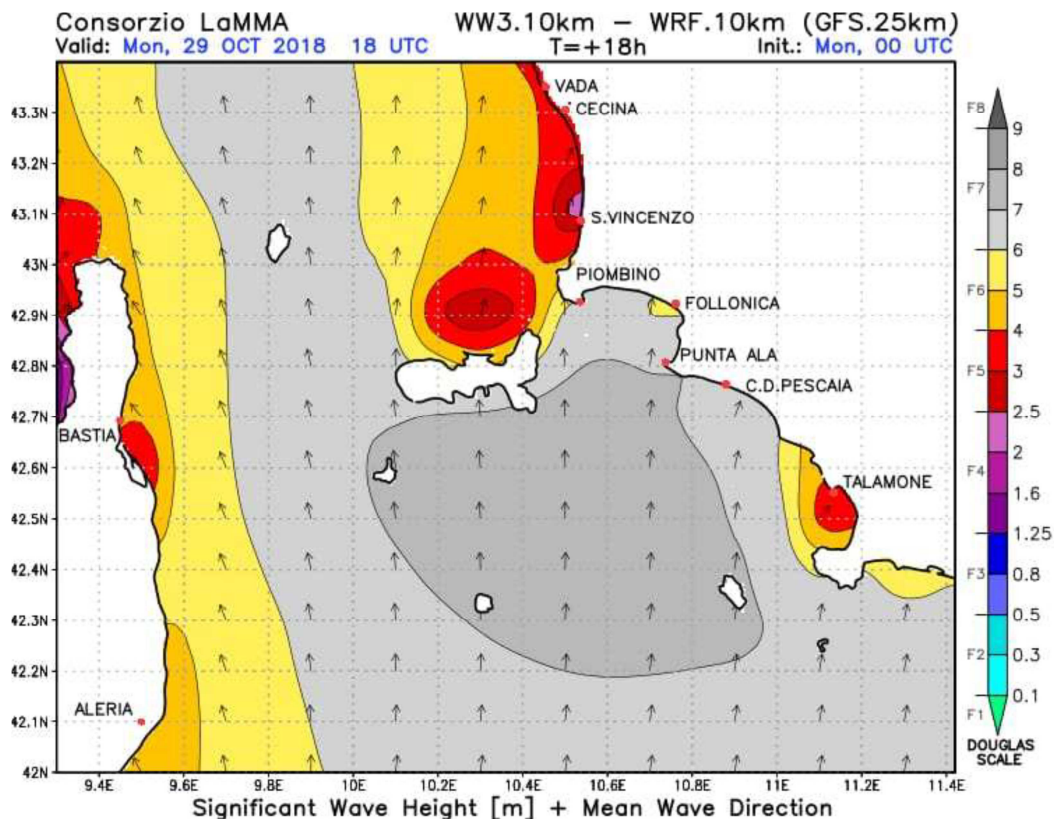
Valid: Mon, 29 OCT 2018 18 UTC

T=+6h

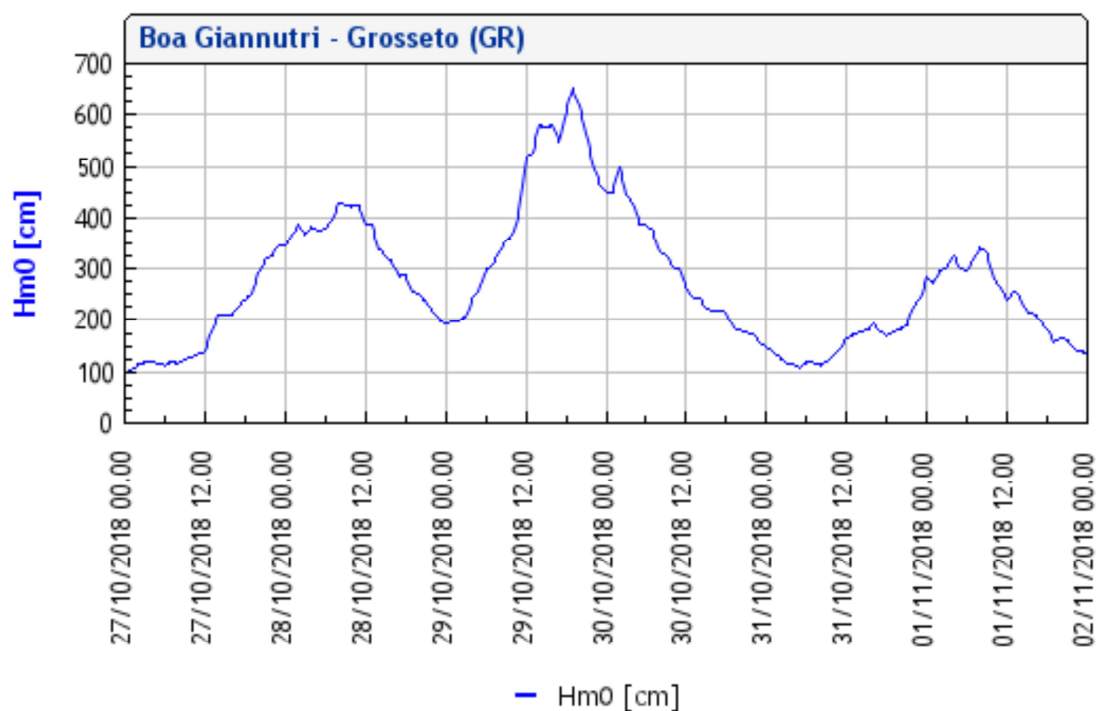
31



Altezza d'onda significativa prevista dal modello d'onda WW3 del Lamma

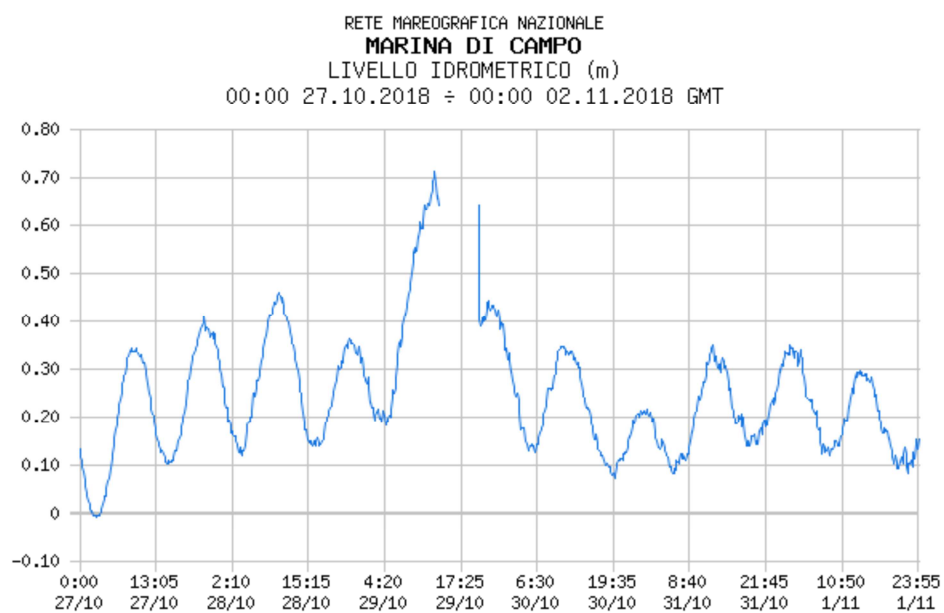


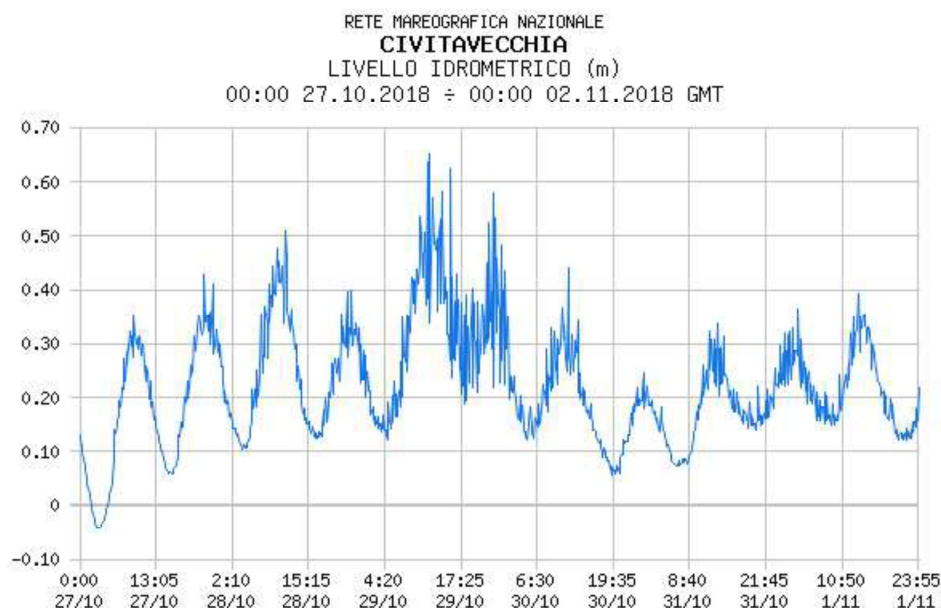
Particolare dell'altezza d'onda significativa prevista dal modello d'onda WW3 del Lamma per la Toscana meridionale e l'Isola d'Elba



Altezza d'onda significativa registrata dalla boa di Giannutri

Inoltre, il campo di bassa pressione che si è venuto a creare insieme al fortissimo vento da sud, hanno provocato un marcato sovrizzo del livello marino che nel pomeriggio di domenica si è assestato su valori di 60 - 80 cm sopra lo zero, come rilevato dai mareografi della rete nazionale presenti lungo l'area





I tratti di litorale che hanno risentito maggiormente della mareggiata sono quelli che risultano più esposti direttamente alle onde provenienti da scirocco.

L'effetto delle onde è stato amplificato dal forte sovralzo del livello marino che ha favorito la risalita delle onde sull'arenile, fino addirittura a sormontarlo in più punti

Per quanto riguarda gli effetti sulla dinamica costiera, si può fare riferimento al recente studio, eseguito da *AM3 Spin off* per conto dell'ufficio del Genio Civile Toscana Sud. " *Ripristino e riequilibrio dell'arenile nel tratto di costa compreso fra Punta delle Rocchette foce del fiume Bruna: studio idrodinamico e del trasporto solido*".

In questo studio sono state simulati numericamente i campi di correnti indotte dalle onde ed il conseguente movimento dei sedimenti del fondo. Considerando che il trasporto solido prevalente è rappresentato dalle sabbie portate a mare dall'Ombrone e che riforniscono le spiagge antistanti l'abitato oltrepassando il molo principale del porto, sono stati sintetizzati i risultati limitatamente alle aree vicine al porto.

COMUNE DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA  
INTERVENTO DI RIPROFILATURA STAGIONALE DELLA SPIAGGIA  
R.T. OCDPC 558/2018

SCHEDA MASTER PLAN: CASTIGLIONE - ROCCAMARE COD. 033

TRATTO DI SPIAGGIA FRA PUNTA CAPEZZOLO E LE ROCCHETTE

## QUADRO TECNICO ECONOMICO

importo dei lavori	€ 535.000,00
oneri per la sicurezza	€ 17.193,55
<b>SOMMA PER LAVORI E SICUREZZA</b>	<b>€ 552.193,55</b>
<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	
progettazione e piano di sicur	€ 19.500,00
rilievi	€ 22.000,00
piano di caratterizzazione	€ 21.141,00
direzione dei lavori, sicurezza e collaudi	€ 19.500,00
rilievi a supporto contabilità	€ 4.900,00
IVA 22% e C.I. 4% sulle spese tecniche	€ 23.396,62
IVA 22% sui lavori	€ 121.482,58
art.92 D.Lgs 263/2006	€ 11.043,87
contributo ANAC	€ 375,00
polizza validatore	€ 300,00
somme per lavori non valutabili ed imprevisti	€ 4.167,38
<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>	<b>€ 247.806,45</b>
<b>IMPORTO COMPLESSIVO</b>	<b>€ 800.000,00</b>