

PROGETTO DEFINITIVO
MAGGIO 2021

	<div style="text-align: center;">  <p>SAVONA – VIA PIA 130 R – FAX 019/8386702 – TEL 019/829463 CELL. 335/303133 – E-MAIL ing.gaggero@libero.it</p> </div>						
<p style="text-align: center;">Ei. A</p>	<p style="text-align: center;">COMUNE DI FINALE LIGURE</p> <hr/> <p style="text-align: center;">MESSA IN SICUREZZA CON CONSOLIDAMENTO DELLA TESTATA DEL MOLO DI SOTTOFLUTTO DEL PORTO DI CAPO SAN DONATO</p>						
<p style="text-align: center;">Maggio 2021</p>	<p style="text-align: center;">COMPENDIO RELAZIONI</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; text-align: center;">NP 2216</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 40%;"> Dott. ing. Paolo GAGGERO C.F. GGGPLA49H271480F Collaboratore Dott. Ing. Luca Rossi </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NP 2216 Finale L. porto</td> <td></td> <td style="text-align: right;">  </td> </tr> </table>	NP 2216		Dott. ing. Paolo GAGGERO C.F. GGGPLA49H271480F Collaboratore Dott. Ing. Luca Rossi	NP 2216 Finale L. porto		
NP 2216		Dott. ing. Paolo GAGGERO C.F. GGGPLA49H271480F Collaboratore Dott. Ing. Luca Rossi					
NP 2216 Finale L. porto							

COMUNE DI FINALE LIGURE



MESSA IN SICUREZZA CON CONSOLIDAMENTO DELLA TESTATA DEL MOLO DI SOTTOFLUTTO DEL PORTO DI CAPO SAN DONATO

EL. A: COMPENDIO RELAZIONI

INDICE

1. PREMESSE	3
2. MOTIVAZIONI E FINALITA' DELL'INTERVENTO.....	4
3. VALUTAZIONI IDRAULICO MARITTIME	6
4. DIMENSIONAMENTO MANTELLATA	11
5. VALUTAZIONI GEOTECNICHE	13
5.1 Note di geologia locale.....	13
5.2 Inquadramento dell'area	13
5.3 Caratteristiche dei fondali di posa delle opere.....	14
5.4 Valutazioni geotecniche.....	15
6. STUDIO DI INSERIMENTO URBANISTICO	16
7. DESCRIZIONE DELL'ARCHITETTURA E FUNZIONALITÀ DELL'INTERVENTO ..	17
Funzionalità dell'intervento.....	18
8. GESTIONE DELLE MATERIE	21
9. VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL RINGROSSO SULLA SPIAGGIA POSIZIONATA A LEVANTE DEL PORTO	22
10. FASI ESECUTIVE E CRONOPROGRAMMA	24
11. COSTO DELL'OPERA.....	25

Elenco elaborati

ELABORATI SCRITTI	
El. A	Compendio relazioni
El. B	Computo metrico estimativo
El. C	Elenco prezzi ed analisi
El. D	Quadro economico
El. E	Relazione paesaggistica
El. F	Studio di impatto ambientale
El. G	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici
El. H	Prime indicazioni e disposizioni per la redazione dei piani di sicurezza
El. I	Studio marino della risacca all'interno dello specchio acqueo

ELABORATI GRAFICI	
Tav. 01	Inquadramento cartografico
Tav. 02	Planimetria tecnica con restituzione del rilievo DTM delle opere emerse e sommerse al 26/11/2018
Tav. 03	Progetto – Planimetria
Tav. 04	Progetto – Planimetria particolareggiata e sezioni

1. PREMESSE

La violenta mareggiata del 29-30 ottobre 2018 ha sconvolto il litorale ligure danneggiando attività balneari, infrastrutture e porti turistici.

Il porto turistico di Capo San Donato in Finale Ligure ha reagito molto bene all'evento, ed i danni alle strutture ed alle unità ormeggiate sono stati relativamente modesti. Peraltro l'Amministrazione Comunale non ha trascurato l'allarme manifestato dagli utenti portuali ed ha immediatamente avviato attività di controllo e verifica dello stato manutentivo delle opere, con particolare riguardo alla diga foranea, che ha resistito integra alla forza del mare agitato, pur trascinata in vari punti.

È stato pertanto eseguito, con l'ausilio dei tecnici e dell'attrezzatura di Draphin Sub s.r.l. un rilievo di tutto il molo foraneo, con apparecchiatura multibeam e laser-scanner. Il rilievo è stato esteso anche all'interno dello specchio protetto, con passaggi nei corridoi compresi tra i pontili radicati alla banchina ovest. I risultati sono stati confortanti: il muro paraonde è costantemente eretto a quota + 6,00 e non appaiono spostamenti differenziali; la scogliera antistante non è scivolata sul fondale in alcun tratto.

Pertanto, la Amministrazione Comunale ha immediatamente promosso uno studio/progetto di fattibilità relativo alle principali e più urgenti azioni da intraprendere per garantire la sicurezza del Porto di Capo S. Donato. In tale studio erano compresi interventi sulle banchine e sulle opere di difesa, con priorità su queste ultime, che riguardavano:

- A) manutenzione della scarpata del molo foraneo, in corso di esecuzione con i fondi derivanti dall'OCDPC 558/2018;
- B) ristrutturazione morfologica della testata del molo sottoflutto;
- C) ristrutturazione morfologica della testata del molo sopraflutto.

Lo studio globale della ristrutturazione morfologica della bocca portuale è stato elaborato nel progetto di fattibilità e ovviamente prende in considerazione il sub B) e sub C): il primo intervento risulta compreso nella presente progettazione mentre il secondo è attualmente al vaglio della Commissione V.I.A. del Ministero della Transizione Ecologica.

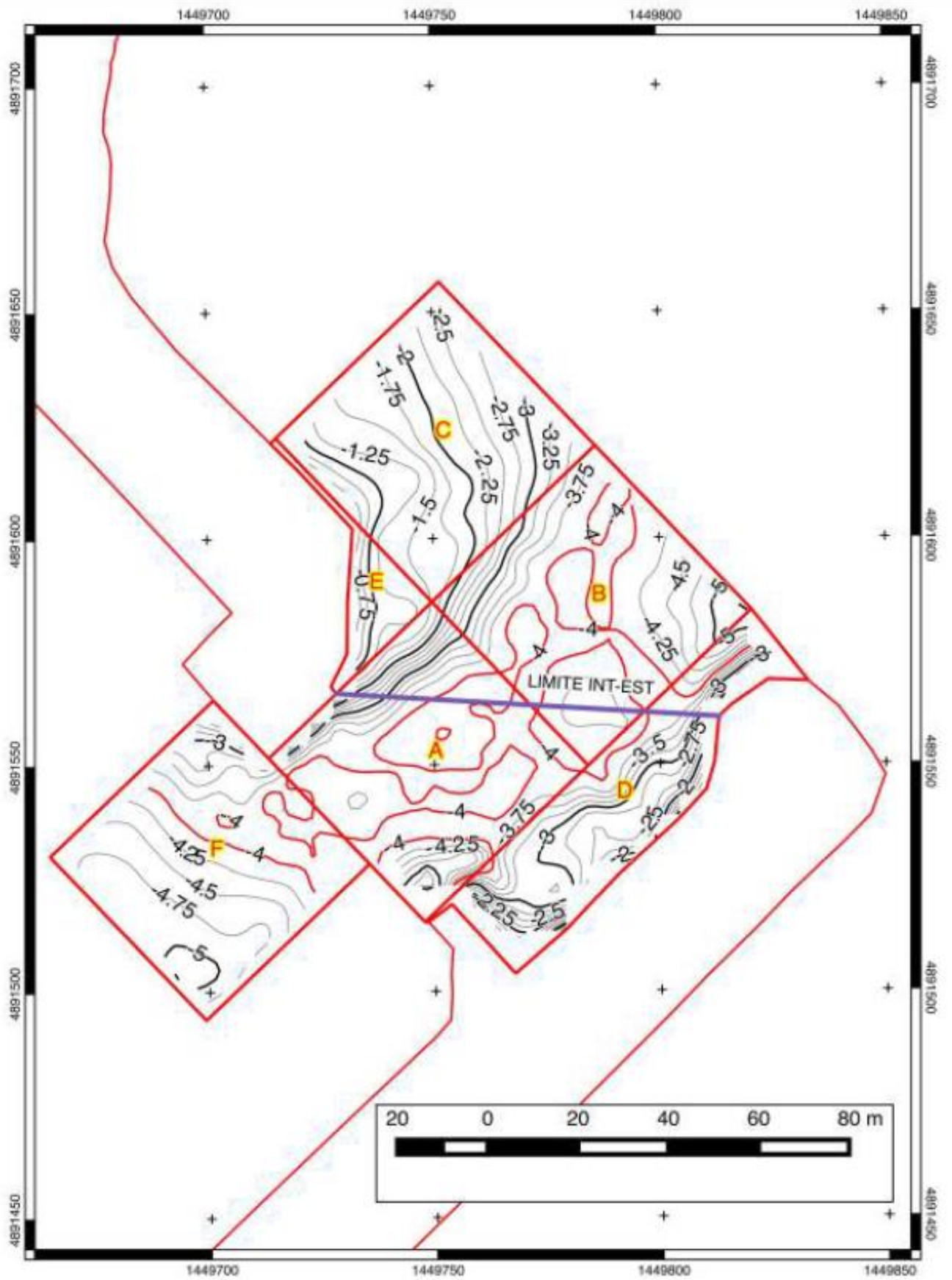
La presente relazione, unitamente agli ulteriori elaborati componenti la progettazione definitiva, riguarda il completamento della ristrutturazione morfologia della bocca portuale mediante intervento del molo sottoflutto.

2. MOTIVAZIONI E FINALITA' DELL'INTERVENTO

Gli utenti del porto si sono sempre lamentati per i fenomeni di risacca che rendono lo specchio acqueo non solo poco confortabile ma anche pericoloso. Per ridurre gli effetti, senza poter agire in termini strutturali sulla tipologia dei banchinamenti (a parete verticale riflettente), ci si è concentrati sulla morfologia della bocca, al fine di limitare l'ingresso dell'onda e la sua diminuzione residuale.

Gli studi, riportati nel seguito della presente relazione, hanno indicato l'opportunità di una modifica morfologica sia della testata del molo foraneo (progetto già all'esame della V.I.A. Nazionale: codice procedura 4882) sia del molo sottoflutto, oggetto della presente progettazione. La dimensione dell'intervento si coniuga con operazioni di dragaggio della bocca portuale, prevista secondo i criteri della D.G.R. 1209/2016. Infatti è stato ripetutamente segnalato l'insabbiamento che caratterizza il corridoio di ingresso allo specchio acqueo protetto; la società che gestisce il porto (Finale Ambiente) ha programmato un intervento di dragaggio della imboccatura del porto per una volumetria di circa 12.000 mc in modo da ripristinare una batimetrica costante a -4.0 m.s.l.m.m. Tale intervento è in corso di autorizzazione e sarà eseguito nei prossimi mesi, pertanto la situazione di stato attuale tiene conto di tale lavorazione.

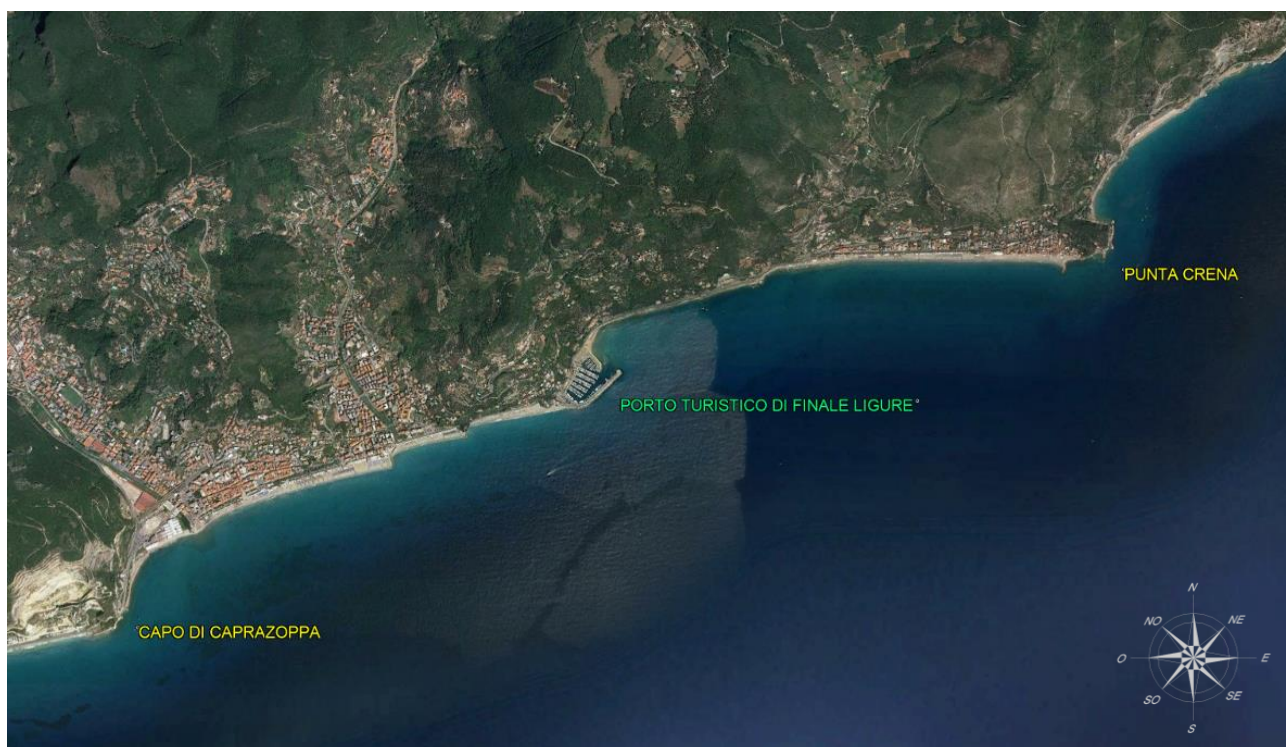
Nella seguente pagina viene riportata la planimetria proposta in allegato alla "relazione tecnica per il dragaggio del canale di accesso al porto di Finale Ligure e il riutilizzo del materiale sabbioso per il ripascimento nella cella litorale antistante l'abitato di Finale Ligure Marina" ai sensi della D.G.R. 1209/2016 a cura del dott. Geol. Alessandro Maifredi.



All. 1.5: Batimetria di progetto 2021. (Scala 1:1500)

3. VALUTAZIONI IDRAULICO MARITTIME

Il Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero (PTAMC) – ambito 8 elaborato direttamente ed approvato dalla Regione Liguria, prende in considerazione le unità fisiografiche del Centa, Centa Sud e Maremola, ed è delimitato nel suo complesso da Capo Santa Croce (Alassio) a sud e da Capo Caprazoppa (Finale Ligure) a Nord. Il porto turistico di Finale Ligure sorge in corrispondenza di Capo San Donato, a circa 3.0 km a NE rispetto il promontorio Caprazoppa, come individuato nella seguente planimetria.



Il settore di traversia è costituito prevalentemente dagli eventi provenienti dal II e dal III quadrante, e risulta compreso indicativamente tra $90^{\circ}N$ e $250^{\circ}N$.

Il clima ondoso che caratterizza il PTAMC – ambito 8 è riportato ed analizzato all'interno dell'elaborato " Relazione sul clima ondoso al largo (RO)", cui si rimanda per una completa trattazione. In tale elaborato, per quanto riguarda l'analisi dell'esposizione geografica della porzione di mare situata al largo dell'Ambito 8, è stato individuato un punto (lettera A nella seguente planimetria) di coordinate geografiche pari a 44.042° - 8.396° , in corrispondenza di un fondale di circa -1.000 ml.



In virtù di quanto osservato in precedenza, il punto preso in considerazione per lo studio del clima ondoso al largo può essere considerato rappresentativo anche per il porto turistico di Finale Ligure, pertanto tutta la trattazione sviluppata all'interno del sopra citato elaborato risulta altresì valida per la zona di interesse.

I valori di altezza d'onda e periodo di picco associati ai periodi di ritorno significativi per le direzioni di propagazione scelte dal PTAMC in corrispondenza del sito al largo dell'Ambito 08 (punto A) sono riportate nella seguente tabella.

Dir \mathcal{N}	Periodo di ritorno = 1 anno		Periodo di ritorno = 50 anni		Periodo di ritorno = 100 anni	
	H_o [m]	T_p [s]	H_o [m]	T_p [s]	H_o [m]	T_p [s]
60	2.9	7.7	6.2	11.3	6.8	11.7
90	2	6.4	4.6	9.7	5	10.1
120	1.7	5.9	4	9	4.4	9.4
150	2.5	7.1	5.4	10.5	5.8	10.9
180	3.1	7.9	6	11	6.5	11.5
210	3.4	8.3	7.8	12.6	8.5	13.2

L'altezza dell'onda incidente sull'opera deve essere valutata con molta prudenza, poiché si è potuto verificare, anche recentemente, che alcuni eventi possono sfuggire alle statistiche.

Le onde si evolvono verso la costa, con invarianza del periodo e modifiche di altezza e lunghezza.

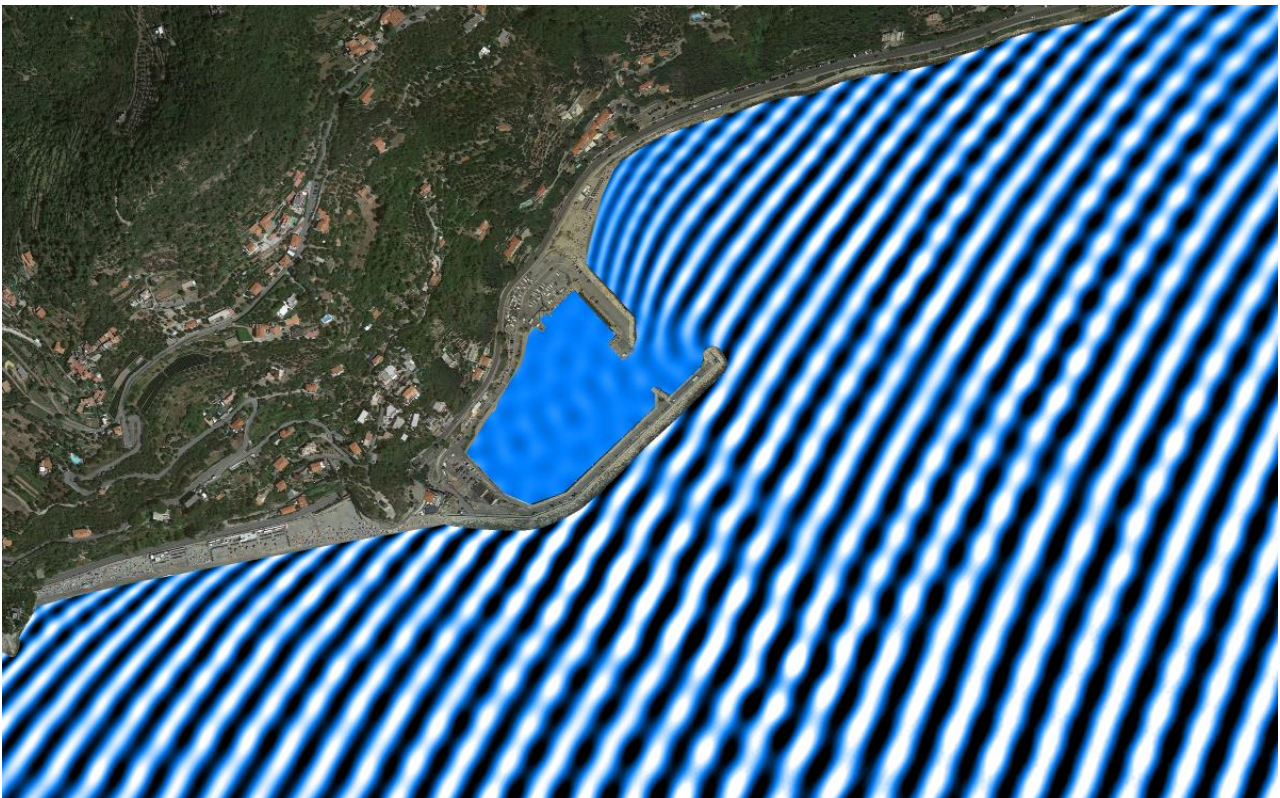
In ogni caso, peraltro, su profondità modeste giungono al frangimento, che può essere valutato

con la teoria dell'onda solitaria. Può pertanto essere considerato un valore massimo dell'onda incidente correlato alla geometria del sistema. La massima altezza d'onda che può presentarsi su un fondale pari ad H_s è assumibile, in via cautelativa, pari a 0.78 volte l'altezza del fondale (H_f) prospiciente l'opera. Il fondale di rimpetto alla scogliera del molo sottoflutto varia da circa -1.00 m.s.l.m.m. in prossimità della radice a circa -4.00 m.s.l.m.m. in prossimità del dado di testata (profondità in esito al preventivato intervento di sorbonamento descritto al paragrafo 2).

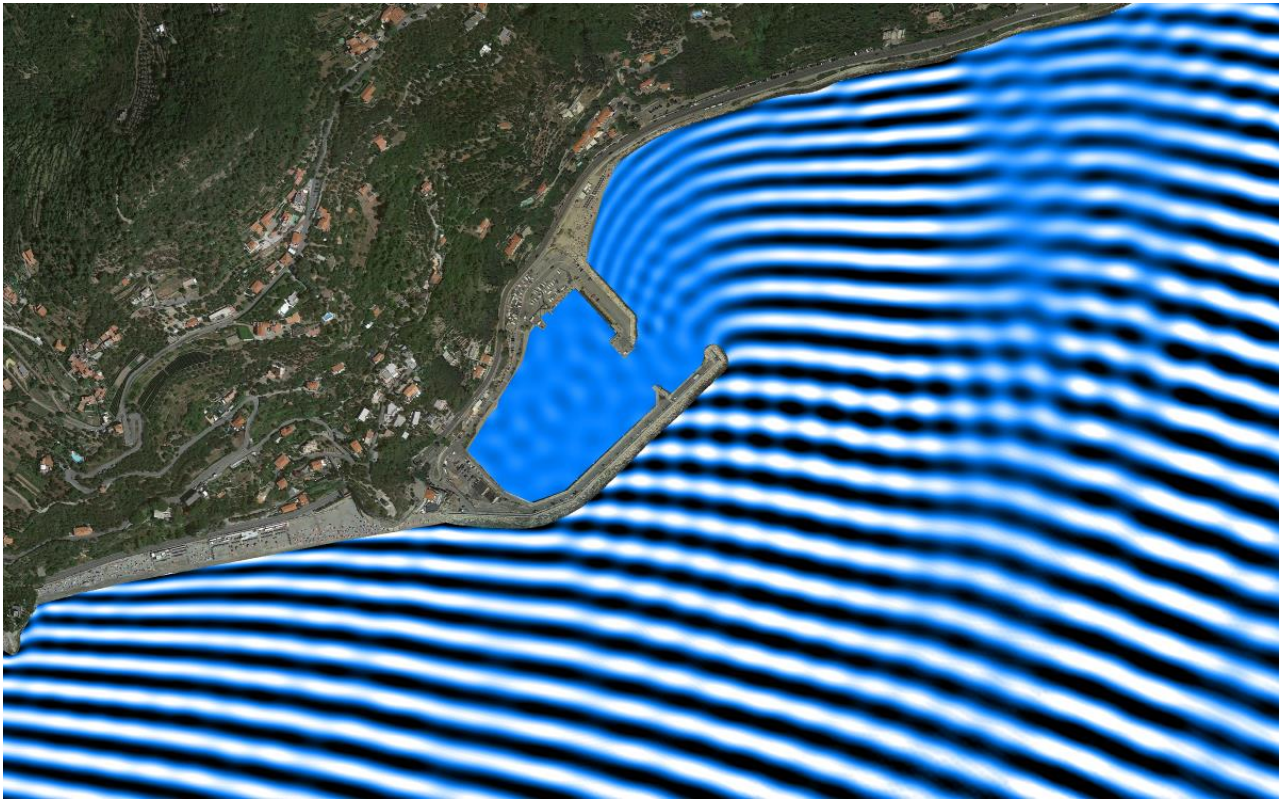
Per quanto riguarda l'esposizione ai settori di traversia, il porto turistico risulta esposto significativamente ai settori:

- 110° N – Provenienza ESE
- 200° N – Proveniente SSO

I fronti d'onda relativi alle direzioni individuate sono riportati nella seguente figura:



110° N – Provenienza ESE



200° N – Provenienza SSO

Si osserva che i fronti d'onda:

- 110°N risultano pressoché paralleli all'ultimo piego del braccio del molo sopraflutto, pertanto la direzione dell'onda in accosto all'opera foranea risulta perpendicolare alla stessa;
- 200°N risultano pressoché paralleli al primo tratto del molo sopraflutto, pertanto la direzione dell'onda in accosto alle opere risulta perpendicolare alle stesse.

Pertanto, a fronte di quanto riportato, i fenomeni più gravosi provenienti ESE e SSO raggiungono il molo di sottoflutto solo dopo esser stati smorzati in intensità dal molo sopraflutto.

I periodi di picco associati a tempi di ritorno pari a 50 anni possono assumersi pari a:

DIREZIONE	PERIODO
[°N]	[Tp]
110° N	9.5
200°N	11.5

Tali periodi risultano rappresentativi dei fenomeni particolarmente gravosi intercorsi sulla costa ligure, con tempo di ritorno 50 anni, valori in analogia a quanto riportato nella tabella PTAMC (vedi seguito).

Il comportamento idraulico dell'attuale configurazione della bocca nei confronti della penetrazione dell'onda nello specchio protetto è stato studiato con applicazione del codice di calcolo CGWAVE, sviluppato dal *Coastal Engineering Research Center* dell'U.S. Army Corps of Engineers, ed è basato sull'approssimazione ellittica della *mild slope equation*. Al modello sono state apportate progressive modificazioni con diverse ipotesi di intervento, tra le quali, in esito agli effetti prevedibili ed ai costi di realizzazione, è stata scelta quella che essenzialmente prevede un combinato ringrosso della testata del molo sopraflutto (già al vaglio della Commissione V.I.A.) con orientamento principale NNO e del molo sottoflutto in direzione SE.

Tutte le valutazioni concernenti l'idraulica del progetto sono riportate all'interno dell'EL. I di progetto.

4. DIMENSIONAMENTO MANTELLATA

La determinazione del peso del singolo elemento costituente la mantellata è condotta con la collaudata espressione di Hudson (1959), largamente diffusa in letteratura, ricavata in base ad un gran numero di risultati sperimentali.

La formulazione risulta la seguente:

$$W = \frac{\gamma \cdot H^3}{K_D \cdot (\gamma/\gamma_w - 1)^3 \cdot \cot \theta}$$

In cui :

γ = densità del materiale costituente la mantellata (2 600 kg/mc);

γ_w = densità dell'acqua di mare (1 030 kg/mc);

K_D = E' un coefficiente di stabilità in funzione della forma dei massi, della scabrezza superficiale della mantellata, del grado di ammorsamento dei massi, dell'ubicazione della sezione allo studio (2 – massi alla rinfusa a spigoli vivi in doppio strato);

θ = Angolo che la scarpata forma con l'orizzontale ;

H = Altezza dell'onda di calcolo (m).

L'altezza d'onda di calcolo può esser definita mediante l'applicazione della teoria dell'onda solitaria: la massima altezza d'onda che può presentarsi su un fondale pari ad H_s è assumibile, in via cautelativa, pari a 0.78 volte l'altezza del fondale (H_f) prospiciente l'opera. Il fondale di rimpetto all'opera è assunto pari a -4.00 metri (in esito alle operazioni di dragaggio), valore significativamente superiore rispetto alla quota assunta dal fondale oltre il reticolo di dragaggio, valore che si attesta circa sui -2.5/-3.0 metri. Si osserva inoltre che tali profondità inducono il frangimento per le mareggiate caratterizzate da maggior altezza d'onda. Pertanto, a fronte di quanto osservato riteniamo che è possibile assumere H_f pari a 3.0 in via cautelativa, ed un sovrizzo pari 0.70 ml.

Applicando la formulazione di Hudson, in funzione della profondità al piede dell'opera, si ottiene :

Hf [m]	Sovralzo [m]	Coeff [-]	Hs [m]	W [ton]
3.0	0.70	0.78	2.89	5.88

Tale valore è calcolato assumendo come pendenza della scarpata 3/2, valore che caratterizza la parte normalmente sommersa; ponendo invece attenzione sulla parte emersa della scogliera, caratterizzata da una pendenza pari a 3/1, la precedente tabella diventa

Hf [m]	Sovralzo [m]	Coeff [-]	Hs [m]	W [ton]
3.0	0.70	0.78	2.89	2.94

Considerando invece la pendenza media della scarpata, ottenuta dal raccordo tra il piede dell'opera e la linea di berma, si ottiene

Hf [m]	Sovralzo [m]	Coeff [-]	Hs [m]	W [ton]
3.0	0.70	0.78	2.89	4.41

A fronte di quanto riportato, è possibile osservare che i massi di terza categoria (3-7 ton) rispettano le limitazioni di tonnellaggio sopra calcolate.

5. VALUTAZIONI GEOTECNICHE

5.1 Note di geologia locale

Il porto di Capo San Donato è stato oggetto di numerosi interventi da quando, nel 1964, fu realizzato il primo elemento dell'attuale molo foraneo. Alcuni studi progettuali sono stati accompagnati da indagini e relazioni geologiche, dalle quali abbiamo tratto gli elementi che seguono; in particolare abbiamo fatto riferimento alla relazione del Dott. Alberto Dressino (2003) ed alla più recente relazioni del Dott. Alessandro Maifredi con oggetto il dragaggio della bocca portuale.

5.2 Inquadramento dell'area

Il porto si inserisce in un contesto morfologico caratterizzato dall'imponenza delle pendici terminali dei rilievi collinari che incombono sulla linea di costa; Capo San Donato è caratterizzato dalla falesia a picco sul mare sulla quale è impostata la parte radicale del porto; quest'ultimo si estende lungo le pendici acclivi dell'altopiano delle Manie, a confine con la Strada Statale Aurelia.

Le litologie locali affiorano: Dressino separa nettamente i due settori:

- a) **falesia:** "a carico delle litologie carbonatiche si sono instaurati nel tempo processi di disfacimento per scalzamento al piede del moto ondoso e progressivo mantellamento per azione della gravità con formazione delle caratteristiche pareti subverticali della falesia che possiede altezze dell'ordine di 30 – 40 m. Gli effetti dello smantellamento, avvenuto principalmente in epoca quaternaria, erano originariamente riconoscibili ove si imposta ora la diga foranea e l'accesso al porticciolo, e si riferivano alla presenza di grossi trovanti di dimensioni talora anche dell'ordine di qualche decina di metri cubi";
- b) **settore adiacente:** "è strettamente connesso con le dinamiche evolutive dei versanti, legate a processi gravitativi a carico di pendii a pendenza elevata e caratterizzati dalla presenza di un substrato roccioso meno competente e più soggetto alla alterazione chimico-fisica oltre che interessato, come nella fattispecie, da un fitto sistema di discontinuità tra loro variamente associate (piani di scistosità principale e piani di fratturazione) che hanno dato luogo nel tempo ad una successione di eventi franosi che hanno modellato il pendio conferendo una configurazione ad ampio anfiteatro, ad accentuata concavità, delle curve di livello che peraltro, verso la sommità del rilievo tendono nuovamente a rettificarsi verso andamenti subverticali per la presenza di litologie

carbonatiche costituenti il complesso calcareo dell'Altipiano di Le Manie soggette anch'esse a meccanismi di modellamento morfologico (peraltro ormai fossili) simili a quelli che hanno caratterizzato il sottostante promontorio.

Sulla base del rilievo di superficie e di quanto riportato dalla cartografia ufficiale esistente (Carta Geologica d'Italia, fogli n.92-93, "Albenga-Savona"), gli ammassi rocciosi caratterizzanti il comparto sono riferibili alla formazione delle Dolomie di S. Pietro dei Monti, affioranti proprio nei settori basali del versante di Bric Briga (Altipiano di Le Manie) sulla cui sommità invece si rileva una vasta plaga dei Calcari di Val Tanarello, di età giurassica. Tra le due formazioni e lungo tutto il piede del rilievo collinare e, procedendo verso levante, sino circa all'ingresso del centro abitato di Varigotti, si osservano invece le litologie permo-carbonifere degli Scisti di Gorra, più antichi dei precedenti.

La piccola insenatura esistente immediatamente a levante del promontorio, interessata a partire dagli anni '60 dalla realizzazione dell'approdo turistico, si caratterizzava per un fondale dotato di pendenze valutabili nell'ordine del 1,50-2,00% con progressivo e repentino aumento oltre la batimetrica dei 6-7 m.

Va infine segnalato come immediatamente a levante della struttura portuale, con una continuità che si estende sino circa a Punta Crena, per poi spingersi sino a Capo Noli, è inoltre presente una formazione conglomeratica quaternaria (beach rock), fortemente competente costituita dalle antiche spiagge da sabbiose a ghiaiose e ciottolose cementate da una matrice carbonatica che conferisce all'insieme una elevata resistenza meccanica, in particolare alle sollecitazioni di compressione".

5.3 Caratteristiche dei fondali di posa delle opere

Nella "Relazione tecnica per Il dragaggio del canale di accesso al porto di Finale ligure e il riutilizzo del materiale sabbioso per il ripascimento nella cella litorale antistante l'abitato di finale ligure marina" (Aprile 2021) a cura del Dott. Maifredi è stata tabellata la dimensione dei granuli sabbiosi prelevati a diverse profondità rispetto al fondale marino, da 0,5 a 1,00 ml; le analisi effettuate hanno evidenziato una sostanziale uniformità dei sedimenti, con D_{50} variabile da 0,16 a 0,19 mm, con percentuale media di pelite pari a 1,57%.

All'esame visivo, effettuato preliminarmente alla progettazione, il fondale è apparso molto uniforme, sciolto, privo di coesione, evidente frutto di sedimentazioni recenti; effettivamente la bocca portuale è stata sorbonata ancora nel 2018 e, pertanto, il materiale visibile e presente

deriva da insabbiamenti del periodo estivo/autunnale. Più in profondità valgono le annotazioni sopra riportate.

5.4 Valutazioni geotecniche

Il fondale di posa della scogliera è definito al capitolo precedente.

I carichi cui sarà soggetto in esito alla realizzazione delle nuove opere è pari a:

MOLO SOTTOFLUTTO			
profondità max di imbasamento	- 4,00	mslmm	
altezza max fuori acqua	+ 1,50	mslmm	
totale dimensione verticale	5,50	ml	
peso unitario massi	2,60	t/mc	
peso unitario tout – venant	1,80	t/mc	
indice dei vuoti	0,80		
carico unitario sul fondale	$(2,60 - 1,00) \times 4,00 \times 0,80$	= 5,12	t/mq
	$2,60 \times 1,50 \times 0,80$	= 3,12	t/mq
	<i>sommano</i>	8,24	t/mq
ovvero	$8640 / (100 \times 100)$	= 0,82	kg/cmq

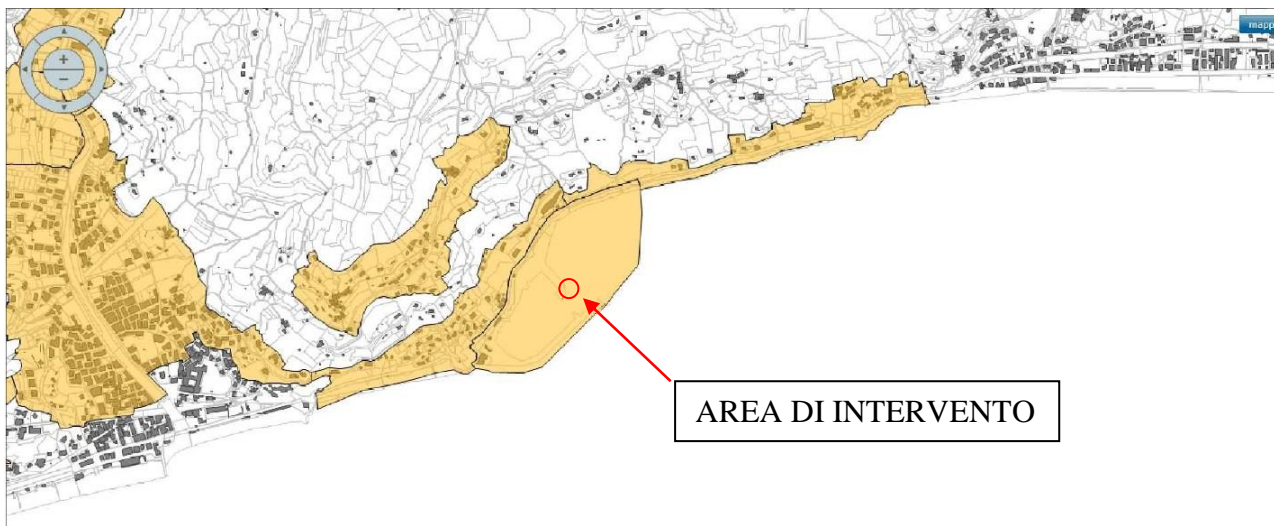
Il valore è sicuramente compatibile con le caratteristiche portanti della sabbia (asciutta) ma eccessivo per sabbie immerse in profondità. Pertanto, come di norma, scogli e pietrame saranno sistemati sopra uno strato di tout venant (spessore medio 50 cm) appoggiato direttamente sulla sabbia ed esteso all'impronta della nuova opera non imbasata sulla mantellata esistente. Gli attriti interni del tout venant sono in grado di distribuire sulla sabbia i carichi anche puntuali esercitati dai massi, con effetto di omogeneità di carico e riduzione di cedimenti differenziati (che peraltro la struttura totalmente a gettata è in grado di seguire).

In alcuni casi simili si sono anche stesi sul fondale geotessuti con funzione distributiva del carico. L'operazione è abbastanza complessa; non è stata adottata nella costruzione delle opere esistenti. D'altra parte eventuali cedimenti diffusi o differenziati sono tollerati dall'opera, senza conseguenze su staticità od integrità delle strutture. Si è pertanto previsto di stendere sul fondo di impianto delle opere lo strato di tout venant di cava, che, per penetrazione nello strato sabbioso, incrementa gli attriti sotto carico e garantisce pertanto un ottimo grado di stabilità dell'opera a gettata.

6. STUDIO DI INSERIMENTO URBANISTICO

L'opera in progetto non ha certo rilevanza urbanistica, trattandosi di un semplice e modesto ringrosso della testata del molo sottoflutto.

La configurazione portuale contenuta nel PUC vigente non scende al dettaglio delle opere, e rappresenta comunque una figura che comprende gli spazi occupati dall'opera in progetto.



Il PUO del porto è in corso di stesura (il precedente PP è scaduto); le riunioni tecniche cui abbiamo partecipato hanno evidenziato che anche il disegno di progetto del PUO affronta il tema di una diversa configurazione della bocca portuale con schemi analoghi.

7. DESCRIZIONE DELL'ARCHITETTURA E FUNZIONALITÀ DELL'INTERVENTO

Le operazioni a progetto prevedono un ringrosso del molo sottoflutto della bocca portuale, intervento necessario al fine di contribuire alla definizione del fenomeno della risacca che affligge lo specchio acqueo protetto. L'intervento mitigativo prevede la realizzazione di un piano di berma con ampiezza linearmente crescente con lo sviluppo dell'opera di difesa, posto a quota costante pari a +1.5 m.s.l.m.m. . Le scarpate dell'opera di difesa sono previste con pendenza pari a 3/1 dal piano di berma fino al raggiungimento del l.m.m. e con pendenza 3/2 dal l.m.m. fino al fondale, caratterizzato da una profondità pari a circa -4.0 m.s.l.m.m. in esito all'intervento di dragaggio introdotto al paragrafo 2. La nuova mantellata è da realizzarsi con massi naturali di III categoria da disporre "alla rinfusa", da allettare su uno strato di tout venant di spessore medio 50 cm.

Le operazioni per la realizzazione del ringrosso della testata sono previste via terra, previa realizzazione di una pista di cantiere con partenza in corrispondenza del radicamento del molo sottoflutto e percorrente quest'ultimo sul piano di berma fino al raggiungimento dell'area oggetto di lavorazione. La pista di cantiere prevista ha larghezza di circa 4.0 metri con spessore medio 30 cm e sarà da realizzare con pietrame di cava, da rimuovere a fine lavorazione. L'accesso alla pista sarà garantito mediante creazione di una rampa di scavalco del paramento murario esistente, di larghezza circa 5.0 metri ed altezza utile per il raccordo con la pista di cantiere descritta in precedenza. Il materiale costituente la rampa è pietrame di cava, confinato lateralmente entro blocchi in calcestruzzo.

La rampa di scavalco, così come la pista di cantiere e tutte le opere provvisorie necessarie e propedeutiche al corretto svolgimento delle operazioni a progetto saranno da rimuovere a fine lavorazione e tutte le aree interessate dagli apprestamenti di cantiere dovranno essere riconsegnate come da preesistenza.

Funzionalità dell'intervento

L'intervento sopra descritto riguarda uno stralcio attuativo della ipotesi di progetto 2 fig. 5.4 dell'EL. I, qui riportata:



finalizzata alla determinazione di una configurazione atta alla riduzione dell'onda residua all'interno del porto; con questo intervento la situazione si migliora, ma potrà essere condotta ai valori raccomandati da PIANC, positivamente valutati dal Consiglio Superiore dei LLPP, con ulteriori interventi che sono valutati al paragrafo 5 dello stesso Elab. I.

Premesso che:

- le "Raccomandazioni tecniche per la progettazione dei porti turistici" (PIANC, 2002) suggeriscono che per eventi con tempo di ritorno indicativamente non inferiori a 50 anni (condizione "limite"), l'altezza d'onda debba essere inferiore ai 50 cm;
- ci riferiamo alla sola mareggiata di Levante-Scirocco che risulta essere quella più critica per l'esposizione del porto;

possiamo dire quanto di seguito riportato

Nel nostro studio abbiamo considerato una mareggiata severa da ESE con altezza significativa pari a 5 m (TEST3, vedi sotto testo in rosso)

TEST	Caratteristiche mareggiata	H _s (m)	T _p (s)	Dir (°N)	Livello (m.s.l.m.m.)
TEST 1	ESE ordinaria	2.50	6.00	110	0.50
TEST 2	SSO ordinaria	2.50	6.00	200	0.50
TEST 3	ESE severa	5.00	10.00	112	0.50
TEST 4	SSO severa	5.00	10.00	200	0.50

Caratteristiche delle mareggiate considerate nello studio dell'agitazione interna

Dai risultati ottenuti si ricava che per la configurazione finale (Ipotesi 2 fase 2, modifica testate e banchina antiriflettente) il coefficiente di diffrazione risulta in termini di altezza massima ($C_{d,max}$) pari a 0.071 da cui si ottiene un'altezza d'onda massima all'interno del bacino pari a $5.00 \times 0.071 = 0.355 \text{ m} (< 0.50 \text{ m})$

TEST	DIR (°N)	T _p (s)	STATO ATTUALE		IPOTESI 1		IPOTESI 2		IPOTESI 2 FASE 2		IPOTESI 2 STRALCIO	
			C _{d,max}	C _{d,med}	C _{d,max}	C _{d,med}	C _{d,max}	C _{d,med}	C _{d,max}	C _{d,med}	C _{d,max}	C _{d,med}
1	110	6	0.209	0.063	0.199	0.062	0.170	0.048	0.134	0.041	-	-
2	200	6	0.186	0.051	0.115	0.034	0.062	0.017	0.048	0.014	-	-
3	110	10	0.159	0.040	0.125	0.039	0.082	0.025	0.071	0.022	0.087	0.023
4	200	10	0.053	0.014	0.052	0.014	0.039	0.012	0.032	0.010	-	-

Coefficienti di diffrazione massimi e medi all'interno del porto per le diverse configurazioni

Considerata invece una mareggiata con altezza d'onda significativa pari a 2.50 m per i test n°1 e 2 ed 5.00 m per i test 3 e 4, l'altezza d'onda massima all'interno del bacino risulta pari a

TEST	DIR (°N)	T _p (s)	STATO ATTUALE		IPOTESI 1		IPOTESI 2		IPOTESI 2 FASE 2		IPOTESI 2 STRALCIO	
			H _{d, max}	H _{d, med}	H _{d, max}	H _{d, med}	H _{d, max}	H _{d, med}	H _{d, max}	H _{d, med}	H _{d, max}	H _{d, med}
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	110	6	0.52	0.16	0.50	0.16	0.43	0.12	0.34	0.10	-	-
2	200	6	0.47	0.13	0.29	0.09	0.31	0.04	0.12	0.04	-	-
3	110	10	0.80	0.20	0.63	0.20	0.41	0.13	0.36	0.11	0.44	0.12
4	200	10	0.27	0.07	0.26	0.07	0.20	0.06	0.16	0.05	-	-

Ora, considerando i valori di altezza d'onda al largo ricavati nel "PIANO DI TUTELA DELL'AMBIENTE MARINO E COSTIERO" per l' AMBITO COSTIERO 08, si osserva che le altezze d'onda riferite a tempi di ritorno di 50 anni , per il settore di interesse (ESE, 90°-120°N) risultano essere inferiori ai 5 m assunti nel nostro studio.

Dir \backslash N	Periodo di ritorno = 1 anno		Periodo di ritorno = 50 anni		Periodo di ritorno = 100 anni	
	H _o [m]	T _p [s]	H _o [m]	T _p [s]	H _o [m]	T _p [s]
60	2.9	7.7	6.2	11.3	6.8	11.7
90	2	6.4	4.6	9.7	5	10.1
120	1.7	5.9	4	9	4.4	9.4
150	2.5	7.1	5.4	10.5	5.8	10.9
180	3.1	7.9	6	11	6.5	11.5
210	3.4	8.3	7.8	12.6	8.5	13.2

Tabella 3.1 Valori di altezza d'onda, periodo e direzione delle onde al largo dell'Ambito Costiero 08 (UF: Centa Sud, Centa, Maremola).

Possiamo quindi dedurre che l'altezza d'onda all'interno del bacino, per mareggiate con tempo di ritorno pari a 50 anni, per il settore ritenuto più critico (ESE), risulterà essere inferiore a 50 cm.

Per maggiori dettagli si rimanda alla quanto contenuto all'interno dell'Elab. I.

8. GESTIONE DELLE MATERIE

I materiali necessari per la realizzazione dell'opera sono esclusivamente elementi litoidi di cava, caratterizzati da peso specifico non inferiore a $2\,400\text{ kg/m}^3$. Dovranno essere resistenti al gelo, alla salsedine marina ed all'abrasione secondo i criteri indicati nel RD 2232 del 1938 e sue applicazioni entro i parametri delle norme UNI.

I quantitativi previsti sono:

- tout venant circa 300 mc
- massi di III° categoria circa 6 200 ton

Le operazioni per la realizzazione del ringrosso della testata sono previste via terra, previa realizzazione di una pista di cantiere con partenza in corrispondenza del radicamento del molo sottoflutto e percorrente quest'ultimo sul piano di berma fino al raggiungimento dell'area oggetto di lavorazione. La pista di cantiere prevista ha larghezza di circa 4.0 metri con spessore medio 30 cm e sarà da realizzare con pietrame di cava, da rimuovere a fine lavorazione. L'accesso alla pista sarà garantito mediante creazione di una rampa di scavalco del paramento murario esistente, di larghezza circa 5.0 metri ed altezza utile per il raccordo con la pista di cantiere descritta in precedenza. Il materiale costituente la rampa è pietrame di cava, confinato lateralmente entro blocchi in calcestruzzo.

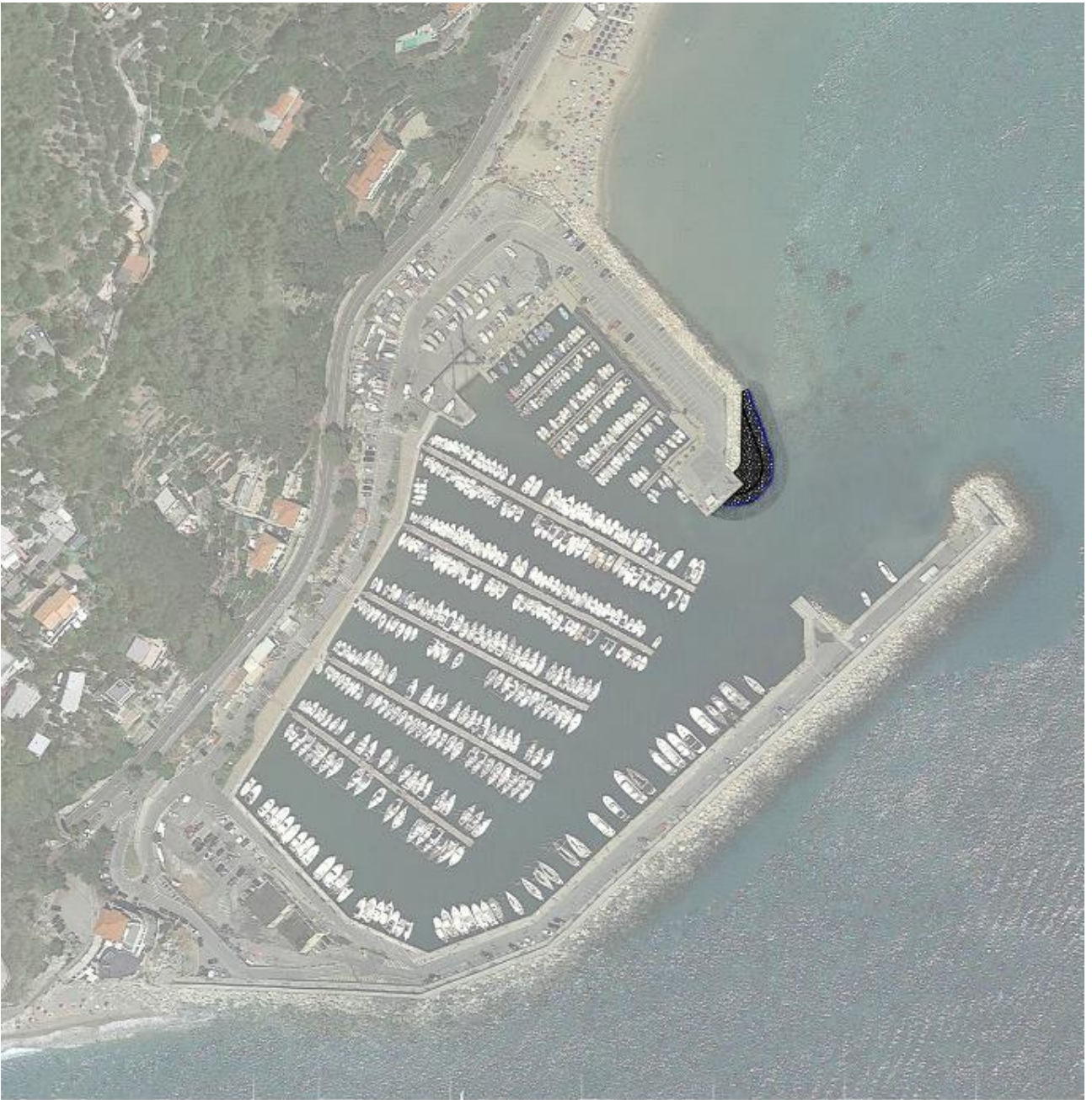
La rampa di scavalco, così come la pista di cantiere e tutte le opere provvisorie necessarie e propedeutiche al corretto svolgimento delle operazioni a progetto saranno da rimuovere a fine lavorazione e tutte le aree interessate dagli apprestamenti di cantiere dovranno essere riconsegnate come da preesistenza.

Le cave di provenienza di materiale di III° categoria non sono frequenti in Liguria: i materiali utilizzati recentemente per la realizzazione di opere marittime provengono da cave della provincia di Imperia, dell'alta Toscana, del basso Piemonte e della Val d'Ossola. Ogni tipologia litologica ha caratteristiche diversificate, che saranno valutate dalla DL prima del loro impiego: in ogni caso i materiali da utilizzare per le opere di difesa devono essere in continuità con le preesistenze, privilegiando l'uso di litotipi locali.

9. VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL RINGROSSO SULLA SPIAGGIA POSIZIONATA A LEVANTE DEL PORTO

Il ringrosso morfologico della testa del molo sottoflutto comporta un massimo allargamento del piano di berma di circa 8.5 ml oltre ad una scarpata emersa di circa 4.5 ml; l'intervento risulta assimilabile ad una regolarizzazione planimetrica del piego terminale del molo. La mutua distanza tra l'impronta dell'opera di difesa a progetto e la battigia assume un valore di circa 115 ml.

L'effetto del ringrosso, diretto verso il riccio di testata del molo sopraflutto, è del tutto locale, e raggiunge effetti esclusivamente riduttivi dell'onda diffratta che entra in porto, senza alcuna influenza sul regime del trasporto solido, poiché il suo effetto è semplicemente relativo all'assorbimento energetico locale dell'onda, senza riflessioni o comunque modifiche direzionali dell'onda incidente.



10. FASI ESECUTIVE E CRONOPROGRAMMA

Le operazioni di realizzazione dell'opera si suddividono in;

- organizzazione del cantiere, rilievi, tracciamenti;
- preparazione pista di cantiere;
- carico e trasporto dei materiali in sito e contestuale posa in opera secondo le sagome di progetto;
- disfacimento pista e finiture.

FASI	GIORNI												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Organizzazione cantiere, compresa formazione pista													
Trasporto e posa massi naturali													
Finitura e rimozione pista cantiere													
Sicurezza													

11. COSTO DELL'OPERA

Il costo globale dell'opera è stimato in Euro 435 000,00 così suddivisi:

QUADRO ECONOMICO	
A) SOMME PER LAVORI	
IMPORTO LAVORI	€ 330.937,09
IMPORTO SICUREZZA	€ 5.927,88
TOTALE LAVORI	€ 336.864,97
B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	
IVA 22%	€ 74.110,29
Spese tecniche (Art. 113 comma 3 D.Lgs 50/16)	€ 5.389,84
Spese tecniche (Art. 113 comma 4 D.Lgs 50/16)	€ 1.347,46
Spese tecniche incarichi esterni (Prog. Def+Esec., compresa cassa ed IVA)	€ 12.298,59
Imprevisti Art. 42 comma 3b DPR 207/10	€ 4.988,85
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€ 98.135,03
SOMMANO A) + B)	€ 435.000,00