REGIONE LIGURIA
COMUNE DI VENTIMIGLIA
Prov. di Imperia

CALA DEL FORTE
VENTIMIGLIA
MONACO PORTS

CALA DEL FORTE
Ventimiglia

Via Roma 166, 18038 Sanremo
portoventimiglia@gmail.com

PROGETTO
DI UN'OPERA DI DIFESA DELLA COSTA

RELAZIONE TECNICA

Progetto Architettonico-Paesaggistico
Arch. Marcofilippo Alborno

Progetto Opera Marittima
Ing. Stefano Puppo

Dott. Ing. Stefano Puppo
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Imperia
N° 336

RT	01

prima emissione
revisione CS/nov 21
revisione
revisione

1. Introduzione

Il presente progetto prevede la costruzione di un'opera marittima di difesa della costa posizionata in prossimità dell'imboccatura del nuovo porto turistico di Cala del Forte in Comune di Ventimiglia.



L'opera prevista si configura come una struttura a sé stante, indipendente dalla struttura portuale di cui non modifica le caratteristiche planimetriche e strutturali e pertanto non costituisce elemento di ampliamento portuale.

L'opera prevista ha molteplici funzionalità:

- ✓ proteggere la costa retrostante dall'aggressione diretta delle ondazioni più violente e potenzialmente dannose per la stabilità della falesia riducendo il flusso energetico incidente; allo stesso tempo salvaguardare la stabilità e la sicurezza delle infrastrutture sulla stessa esistenti (sentiero pubblico di collegamento tra l'area portuale e la spiaggia delle Calandre e nuovo ristorante panoramico di punta della Rocca);
- ✓ proteggere il tratto di mare antistante l'imboccatura del porto riducendo l'agitazione ondosa, migliorando sensibilmente la sicurezza delle manovre di ingresso e di uscita dal porto;
- ✓ ridurre la risacca che si produce nel porto in occasione di particolari ed eccezionali condizioni meteomarine;
- ✓ ridurre il trasporto solido in sospensione verso le grotte posizionate alla radice esterna del molo di sottoflutto evitandone la parziale occlusione.

L'opera di protezione è costituita essenzialmente da una scogliera in massi naturali, disposta a corona e orientata in modo da opporsi alla direzione prevalente delle mareggiate più pericolose che attaccano il litorale con direzione da SSW.
Le caratteristiche della scogliera sono le medesime per tipologia e forma della scogliera realizzata a protezione del molo di sopraflutto.
Per la valutazione degli effetti che l'opera di protezione determinerà sul paraggio, oltre a documentare i miglioramenti funzionali per i quali l'opera stessa è prevista, ci si è avvalsi della collaborazione dell'Università di Genova, dipartimento di Costruzioni Marittime e della struttura di analisi informatica e modellazione idraulica del DHI (Danish Idraulic Institute) acquisendo tutti i dati oggi disponibili relativi al clima ondoso con particolare riferimento alle serie storiche fornite dal DICCA e a quelle rilevate dalla boa meteo marina di Monaco (sistema Candhis) in funzione dal 2014.

Si evidenzia che la taratura del modello di agitazione ondosa è stata possibile grazie all'installazione all'interno dello specchio acqueo portuale di 4 sensori di livello che hanno permesso, con l'analisi dei dati registrati, di valutare tutte le variabili in gioco e definire correttamente la risposta idraulica dell'intero sistema sia nella configurazione "senza l'opera di protezione della costa" e "con l'opera di protezione della costa" per stimare in modo reale i benefici ed i miglioramenti che l'opera di protezione stessa determina. Ciò consente di disporre oggi di un modello "al vero" dell'intero sistema portuale.

2. Fenomeni di risacca

L'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale così come è stato realizzato è stata originariamente valutata mediante i dati disponibili e riferibili al periodo ante 2014, corrispondenti a periodi di ritorno pari ad 1, 10,100 anni, con inclinazioni della direzione media di avanzamento del moto ondoso pari a 200°N.
Nel dicembre 2014, quando la struttura portuale era già stata completata per quanto riguarda le opere marittime principali, l'Università di Genova, utilizzando ulteriori dati resisi disponibili, ha prodotto una nuova statistica delle onde su profondità infinita, pubblicata sul sito della Regione Liguria (rif. Mappatura della pericolosità da inondazione marina nelle aree costiere della Regione Liguria-Dic. 2014) di cui si riporta la seguente tabella:

ZONA 4 DA CAPO MELE AL CONFINE FRANCESE **Settori di provenienza: grecale (al largo), levante, scirocco, mezzogiorno, libeccio**						
dir °N	TR (anni)					
	1		50		100	
	H (m)	Tp (s)	H (m)	Tp (s)	H (m)	Tp (s)
45	2.6	6.9	4.9	9.4	5.2	9.7
90	1.6	5.4	3.1	7.6	3.4	7.8
135	1.1	4.4	2.9	7.2	3.1	7.5
180	1.2	4.6	3.1	7.5	3.4	7.9
225	3.8	8.3	6.7	11.0	7.2	11.4

Tabella 6: valori di altezza d'onda, periodo e direzione, associati ai diversi periodi di ritorno, derivati dallo studio UNIGE DICAT.

Tale statistica presentava una specifica direzione d'onda dei mari prevalenti pari a 225°N, **mai analizzata prima e che si riscontrava solo nella zona 4** individuata nel tratto di costa tra Capo Mele ed il Confine Francese ove il porto è ubicato.
Con il completamento del porto e l'ingresso delle prime imbarcazioni all'ormeggio nell'inverno 2020/2021 recentemente trascorso si è riscontrato all'interno del porto un'anomala forma di risacca, con conseguenti fastidiose problematiche agli ormeggi di alcune imbarcazioni posizionate in particolari punti del bacino. Tale fenomeno, indagato dalle valutazioni effettuate dal DICCA in tale periodo sulla scorta di un importante sistema di monitoraggio installato all'interno del porto, hanno rilevato in sintesi che la specificità della forma del bacino portuale e della posizione dell'attuale apertura verso l'esterno facilita la propagazione all'interno del moto ondoso proveniente da direzioni comprese tra i 220°N e i 240°N manifestandosi sottoforma di accentuata risacca.
Dall'esame dei fenomeni registrati si è constatato che proprio il moto ondoso proveniente da 225° era responsabile dell'amplificazione dei fenomeni di risacca all'interno dello specchio acqueo portuale.
In seguito al monitoraggio di DICCA, la società DHI ha effettuato i nuovi studi di oscillazione interna portuale.

In base alle nuove statistiche si è rilevato che gli stati di mare simulati hanno evidenziato in particolare la non trascurabilità degli effetti conseguenti alle "onde lunghe" caratterizzati da periodi di picco superiori a 20 s, determinando oscillazioni interne superiori ai valori indicati nelle suddette raccomandazioni.
Tali condizioni hanno permesso di confermare la particolare fenomenologia di risacca, riscontrata peraltro solo in alcune zone del porto, ma con valori locali oltre ai dati raccomandati dal PIANC dovuta appunto alla sovrapposizione di onde corte "gravity waves" e onde lunghe "infragravity waves".
Con la realizzazione dell'opera i fenomeni su esposti vengono ad essere eliminati e le condizioni di comfort previste dal PIANC tornano ad essere garantite anche in quei punti ove oggi la risacca provoca il superamento dei limiti raccomandati.

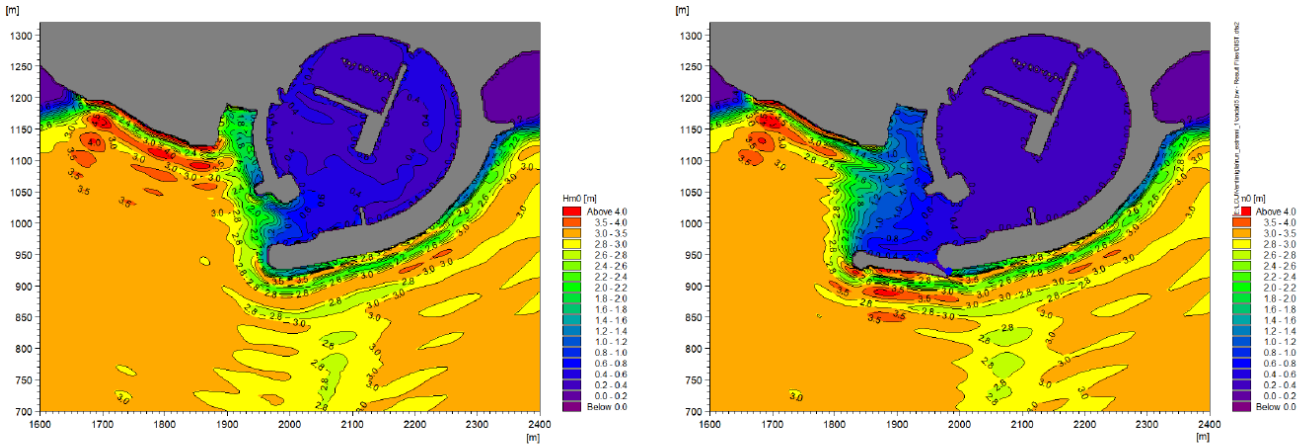
3. Riduzione dell'agitazione ondosa sull'imboccatura e sulla falesia

Partendo proprio dalle considerazioni svolte per quanto riguarda i fenomeni di risacca riscontrati si è constatato che le direzione di propagazione del moto ondoso tra 220° e 240° determina anche una significativa concentrazione energetica proprio nell'area antistante l'imboccatura portuale che si scarica sulla falesia retrostante enfatizzata dal fenomeno di riflessione che si genera proprio sulla medesima falesia e che non trova, nel ristretto spazio esistente tra la costa stessa e il molo sottoflutto un sufficiente spazio per dissipare la propria energia, generando fenomeni di run-up molto importanti.



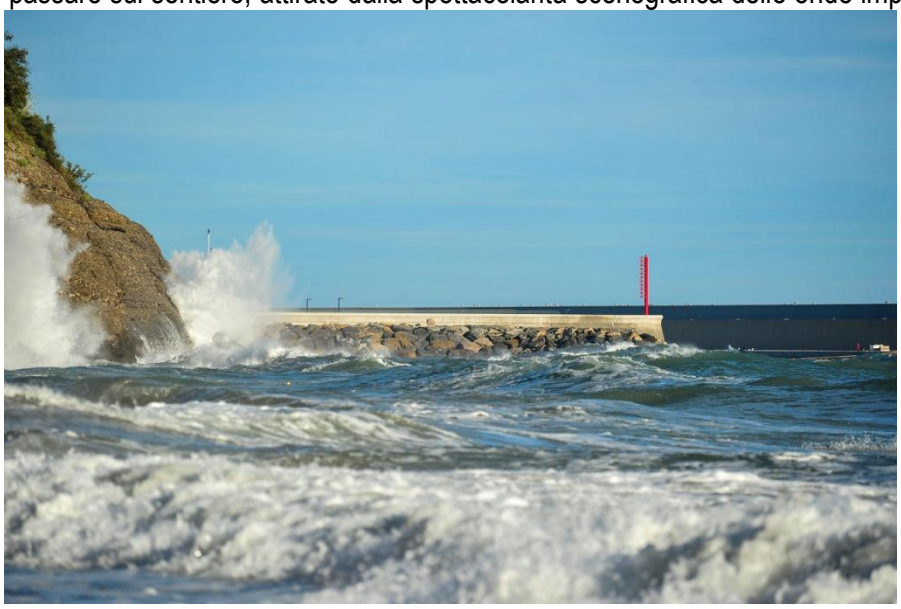
Lo studio svolto dal DHI evidenzia tale fenomeno confermando le osservazioni visive degli addetti al porto in concomitanza dei forti eventi meteo marini dell'inverno scorso (vedi esempio estratto da DHI dove l'effetto della riflessione per un onda con tempo di ritorno di cinque anni in corrispondenza di punta della Rocca provoca onde di oltre 4 metri di altezza).
In sintesi la conformazione del contorno dell'area prospiciente, sotto l'azione di un mare fortemente ruotato con provenienza da 220° e oltre (fino a 240°) genera una sovrapposizione di onde che rimbalzano sovrapponendosi fino a penetrare attraverso l'imboccatura provocando l'innesco di fenomeni di risonanza con onde di periodo superiore a 20 secondi.
L'opera prevista consente pertanto anche una sostanziale riduzione del fenomeno migliorando la sicurezza della manovra di ingresso al porto.
Uno studio di approfondimento sulle condizioni energetiche contro la falesia e sulle loro riduzioni conseguenti alla realizzazione della nuova opera di protezione è stato svolto da parte del DHI di cui si riportano le conclusioni: "*L'analisi ha evidenziato che* [con la costruzione dell'opera di protezione della costa] *la riduzione*

dell'energia del moto ondoso incidente si verifica lungo l'intero sviluppo della falesia compresa tra il porto e la spiaggia della Calandre, con differenze molto significative nella zona dell'insenatura (-76%) e nel primo tratto della falesia (-73%) …".



Un altro aspetto importante è determinato dalla valutazione dell'impatto delle onde più grandi contro la falesia sulla quale a quota di circa + 10 m sul livello del mare si snoda il sentiero pubblico che collega gli spazi portuali alla spiaggia delle Calandre. Tale sentiero, la cui sistemazione è avvenuta con i lavori di costruzione del porto, diventerà un percorso assai frequentato dal maggior afflusso turistico indotto proprio dalla presenza del porto.

Si è riscontrato durante alcune mareggiate (anche di non particolare intensità) una forte risalita dei getti di riva conseguenti all'impatto diretto delle onde contro la falesia; tali getti hanno interessato il sentiero nel tratto immediatamente sopra la radice del molo di sottoflutto provocando il crollo delle recinzioni e scagliando fin oltre la piazzola su cui sorgerà il nuovo ristorante ciottoli e detriti asportati dalla matrice rocciosa di cui è costituita la falesia (puddinga). Appare evidente che ciò costituisce un serio rischio per chi si trovasse a passare sul sentiero, attirato dalla spettacolarità scenografica delle onde impattanti contro la roccia, aggravato dalle condizioni di suolo bagnato che facilitano scivolamenti e/o cadute oltre al rischio del getto di ciottoli che potrebbero anche scavalcare il muro portuale di sottoflutto (come peraltro è già avvenuto).



L'opera prevista riducendo in tutta l'area frontistante la falesia l'agitazione ondosa, elimina questo rischio e garantisce la totale sicurezza del sentiero anche in caso di mareggiata. A tal fine è stata redatta una relazione integrativa avente per oggetto "La Falesia di punta della Rocca"

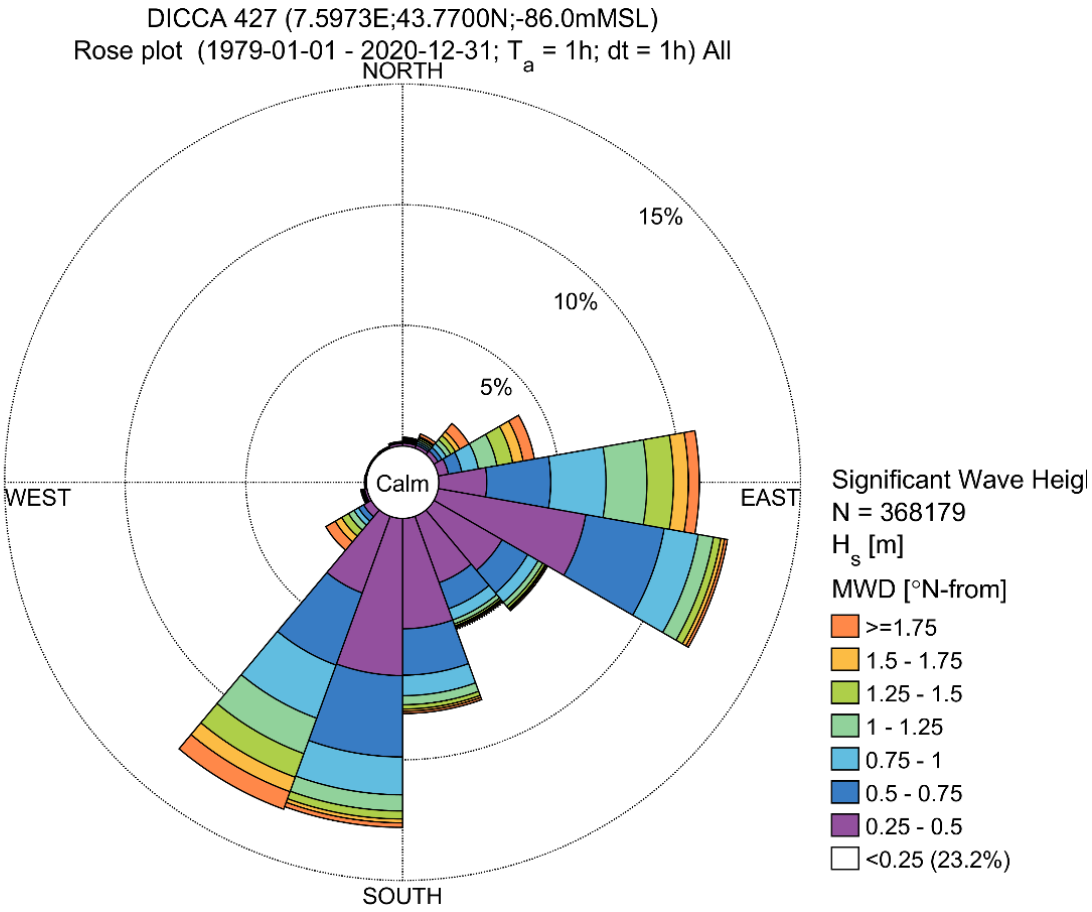


4. Riduzione del trasporto solido in sospensione verso le grotte

Attualmente oggi in particolari periodi dell'anno e a seguito dei importanti eventi meteo marini si registrano significativi fenomeni di trasporto in sospensione di materiale solido, prevalentemente foglie morte di posidonia che tendono ad accumularsi nella zona frontistante le grotte, se non addirittura all'interno delle stesse come si può riscontrare dai report dei monitoraggi biologici effettuati.
Per la salvaguardia delle grotte spesso si è intervenuto e si interviene tuttora con personale subacqueo aspirando l'eccesso di sedimento fogliare che si accumula, ma tale operazione non sempre è fattibile soprattutto in una zona dove l'agitazione ondosa è sempre presente in uno spazio fortemente ristretto e angusto.
L'opera prevista, riducendo il campo delle velocità nell'area frontistante le grotte, mitiga drasticamente tale fenomeno determinando un accumulo del sedimento fogliare a ridosso della struttura stessa in una zona più facilmente monitorabile e nella quale si può intervenire assai più facilmente con attività di manutenzione.
Resta comunque attiva una circolazione correntometrica di base che garantisce sufficiente ricambio idrico agevolata dalla presenza della tubazione di ricircolo già prevista a suo tempo attraverso l'intera struttura portuale (che non sarà più soggetta a fenomeni di occlusione per eccesso di sedimento) e dal canale libero posto tra la nuova opera di protezione e la testata del molo di sopraflutto del porto la cui forma a V determina una accelerazione del flusso idrodinamico locale.
Uno studio di approfondimento correntometrico è stato elaborato dal DHI.

5. Analisi dei dati di onda al largo (estratto da studio DHI – prima fase)

I dati messi a disposizione da DICCA fanno riferimento ad un periodo di 42 anni che va dal Gennaio 1979 a Dicembre 2020. Nello specifico sono disponibili i principali parametri descrittivi per l'onda (altezza significativa Hs, periodo di picco Tp, direzione media di propagazione MWD) e per il vento (intensità WS e direzione di provenienza WD). … il valore massimo di altezza d'onda nella serie è pari a 4.75m (Dicembre 1999). Il processamento della serie di dati ha permesso di ottenere la rosa del clima ondoso …
L'analisi combinata della rosa del clima ondoso e della tabella delle occorrenze evidenzia che le onde più alte e più frequenti al largo provengono dai settori di Libeccio e Levante, con particolare riferimento alle direzioni comprese indicativamente tra 180° N e 240° N (Libeccio) e quelle comprese tra 80°N e 120°N (Levante). La condizione di calma, qui associata a valori di altezza d'onda significativa inferiori a 0.25 m, si verifica con una percentuale di occorrenza pari a circa 23% del totale.

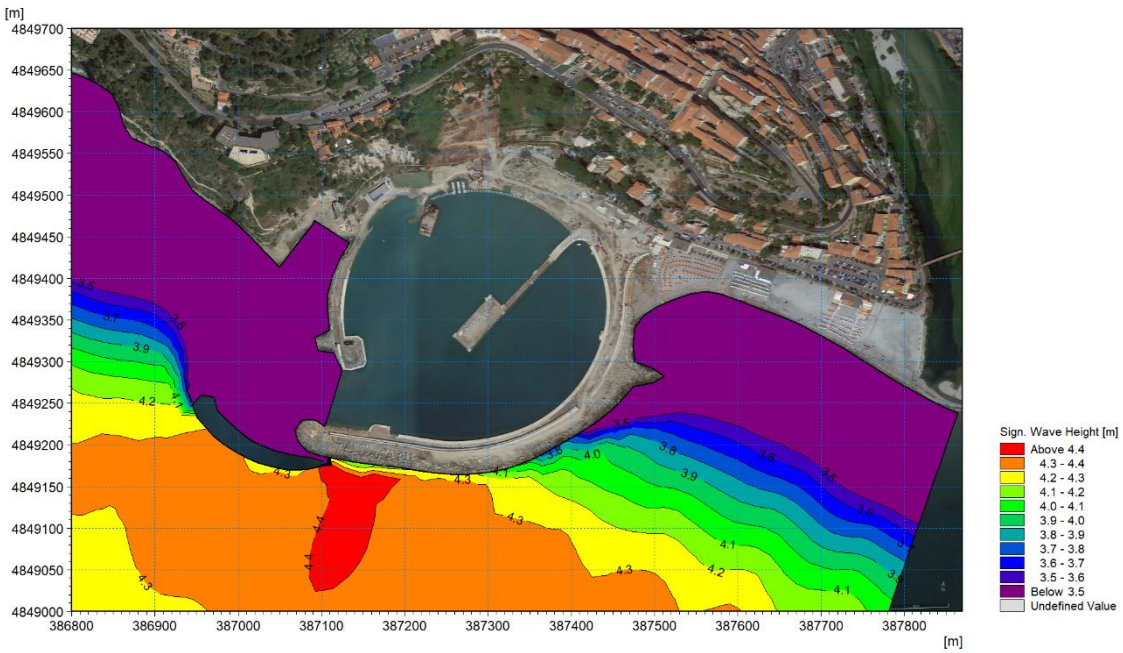


Rosa del moto ondoso per il punto DICCA (coordinate LON 7.597°E, LAT 43.772°N) per il periodo 1979-2020

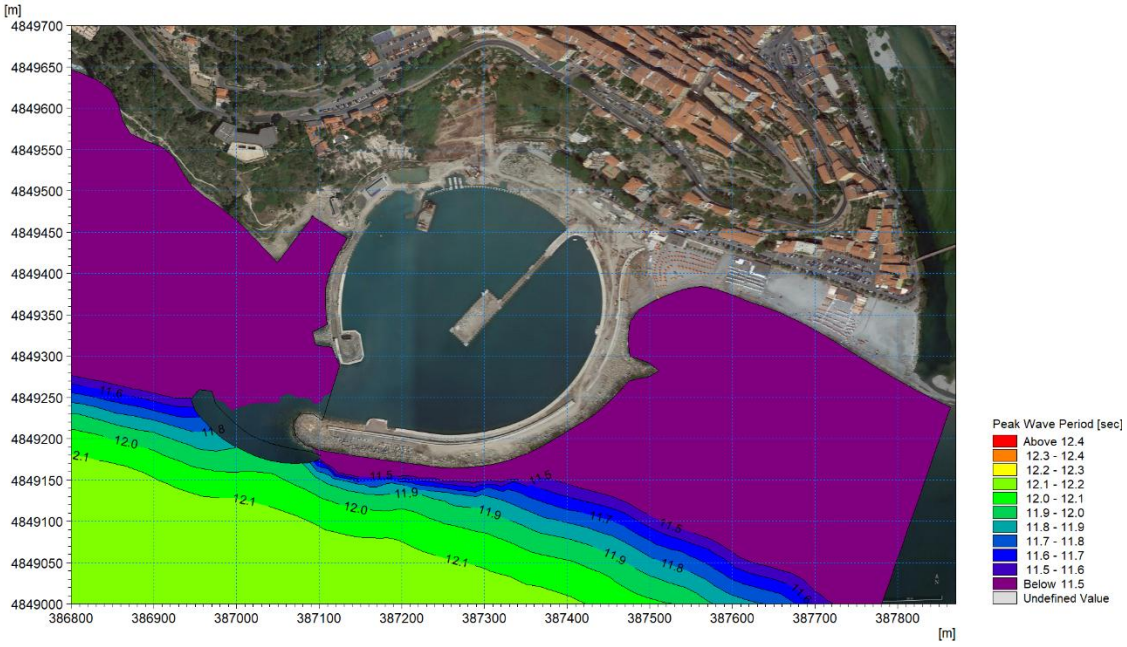
L'onda con tempo di ritorno cinquantennale calcolata secondo un approccio omnidirezionale (vedi tabella) è stata propagata verso il porto al fine di determinare le caratteristiche di altezza significativa e periodo di riferimento per la progettazione dell'opera a difesa e protezione dell'imboccatura del porto.

	Significant Wave Height [m]					
Settore	1	5	10	20	50	100
170-190	2.21	2.95	3.27	3.6	4.02	4.34
190-210	2.44	2.9	3.1	3.3	3.56	3.75
210-230	2.54	3.03	3.25	3.46	3.74	3.96
230-250	0.64	1.26	1.52	1.79	2.14	2.41
Omni	2.82	3.35	3.58	3.81	4.12	4.35

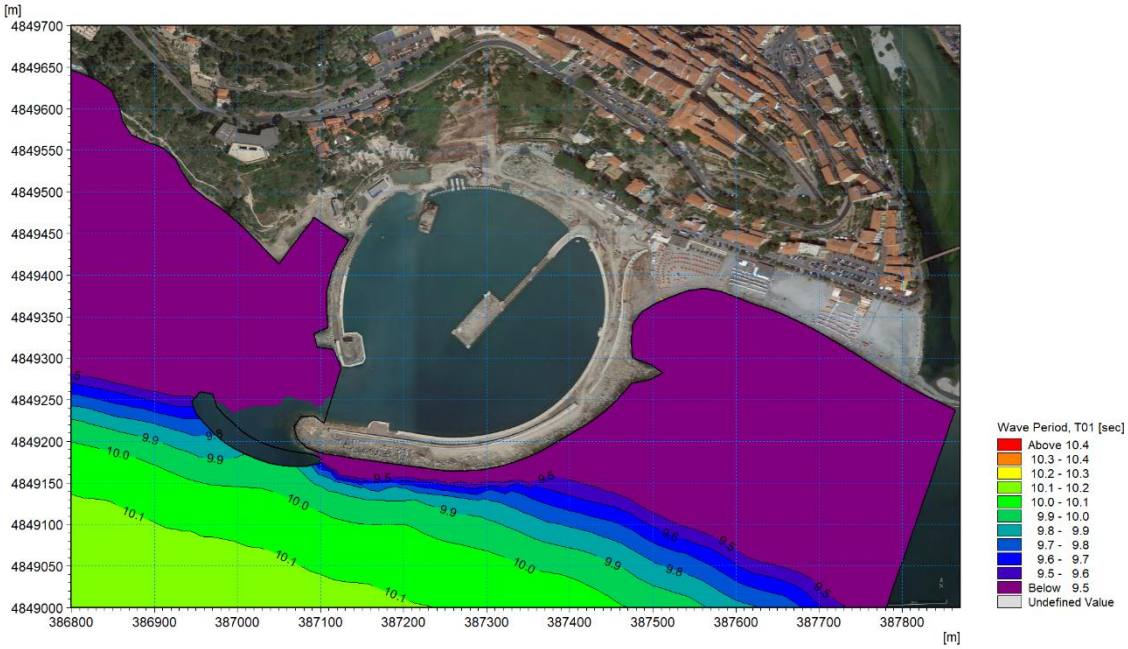
Cautelativamente, a tale onda sono stati associati il periodo di picco più elevato tra quelli calcolati per i diversi settori direzionali (12.2 s) e la direzione di 190°, perpendicolare alle isobate e pertanto in grado di determinare la dissipazione minima per effetto di rifrazione.
Sempre a favore di sicurezza, tale onda è stata propagata considerando un livello marino di riferimento pari a 0.77 m s.l.m.m.



Distribuzione dell'altezza significativa in corrispondenza del molo di sopraflutto del porto di Ventimiglia onda cinquantennale



Distribuzione del periodo di picco in corrispondenza del molo di sopraflutto del porto di Ventimiglia onda cinquantennale



Distribuzione del periodo T01 in corrispondenza del molo di sopraflutto del porto di Ventimiglia – onda cinquantennale

Sulla base dell'analisi delle mappe di distribuzione di altezza significativa Hs, periodo di picco Tp e T01, ed in particolare dei valori in prossimità del molo di sopraflutto del porto, sono stati ricavati i valori di riferimento per la progettazione, riportati nella tabella a seguire.

Parametri d'onda di riferimento per la progettazione (da studio DHI)

Tempo di ritorno [anni]	Hs [m]	Tp [s]	T01 [s]
50	4.4	11.9	9.9

6. Dimensionamento dei massi

Per la realizzazione della scogliera verranno utilizzati massi di peso compatibile con i requisiti richiesti dal calcolo.

.

Il dimensionamento dei massi viene fatto utilizzando le formule di Van der Meer per condizioni "plunging".

$$\xi_m = \tan\alpha / (2\pi H_s / g T_m^2)^{0.5} < \xi_{mc}$$

$$H_s/(\Delta D_{n50}) = 6.2 P^{0.18} [S/(N)^{0.5}] \xi_m^{-0.5}$$

altezza onda di progetto	H_s	**4,4**	m			
	ξ_m	2,62	--			
	ξ_{mc}	3,28	--			
peso specifico massi	γ_r	2,7	t/mc			
peso specifico acqua di mare	γ_a	1,025	t/mc			
densità relativa	Δ	1,634	--			
scrpata	X	2,5				
	Y	1				
permeabilità nozionale	P	0,4				
grado di danneggiamento	S	2				
numero di onde	N	4000		12,2	durata della mareggiata in ore	
pendenza scarpata	tan (α)	0,400				
periodo medio	T_{om}	11	s		*A*	*0,847951*
lunghezza d'onda al piede	L_m	90	m		*B*	*0,501187*
lunghezza d'onda al largo	L_{om}	189,0	m		*C*	*0,617603*
ripidità dell'onda	s_m	0,0233				
$H_s/(\Delta D_{n50})$	1,6273					
	D_{n50}	1,65	m			
Van der Meer	P_{n50}	**12,2**	**t**			

Si ha conferma di tale valore utilizzando anche la formula di Hudson (anche se leggermente sottostimato)

$$P = \frac{\gamma_m H^3}{K_d \left(\frac{\gamma_m}{\gamma_a} - 1\right)^3 \cot\alpha}$$

Elemento	n (3)	Posa in opera	Sezione corrente K_D (2) Onda frangente	Sezione corrente K_D (2) Onda non frangente	Testata K_D Onda frangente	Testata K_D Onda non frangente	Scarpa Cot α
Masso naturale arrotondato	2	alla rinfusa	*1,2*	2,4	*1,1*	1,9	da 1,5 a 3,0
arrotondato	>3	alla rinfusa (4)	*1,6* (4)	3,2	*1,4* (4)	*2,3*	
					1,9	3,2	1,5
a spigoli vivi	2	alla rinfusa	2,0	4,0	*1,6*	2,8	2,0
					1,3	2,3	3,0
a spigoli vivi	<3	alla rinfusa	*2,2*	*4,5*	*2,1*	*4,2*	(5)
a spigoli vivi	2	speciale (6)	5,8	7,0	*5,3*	6,4	(5)
Parallelepipedo (7)	2	speciale (1)	7,0-20,0	*8,5-24,0*	--	--	

2,70 peso specifico massi
4,4 onda di progetto
2,00 K_D
1,025 peso specifico acqua di mare
2,50 pendenza
1,63 peso specifico relativo

sezione corrente

10,5 tonn. peso medio singolo masso

Per la sezione di testata si usa un coef. K_D medio tra 1,6 (pendenza 2/1) e 1,3 (pendenza 3/1) essendo la pendenza 2,5/1

2,70 peso specifico massi
4,40 onda di progetto
1,45 K_D
1,025 peso specifico acqua di mare
2,50 pendenza
1,63 peso specifico relativo

sezione testata

14,5 tonn. peso medio singolo masso

Si ritiene comunque di utilizzare massi del peso compreso tra 12,0 t e 15,00 t per la sezione corrente, mentre per il conoide di testata saranno impiegati massi prevalentemente da 15,0 t.

Trattandosi di massi di notevole dimensione (IV categoria extra) l'indice di porosità (vuoti) per una posa "random" su due strati sarà pari a circa il 37% (pieno 63%) offrendo una efficace azione di dissipazione energetica delle onde incidenti.

La sezione terminale ha una pendenza della scarpata che va a ridursi da 2,5/1 a 2,0/1 per contenere l'impronta del piede. Per questo tratto saranno impiegati massi del peso compreso tra 13,0 t (verso la sezione corrente) fino a 15,0 nel tratto finale verso la scogliera esistente.
Anche in questo caso l'indice di porosità (vuoti) per una posa "random" su due strati sarà pari a circa il 37% (pieno 63%).

Larghezza minima della berma:

$$B = n\, k_{\Delta}\, (W_{50}/w_r)^{1/3} = 4{,}70 \text{ m}$$

Essendo
$n = 3$, $k_{\Delta} = 1{,}00$, $W_{50} = 10{,}7$ t, $w_r = 2{,}7$ t/m^3

Spessore della berma

$$r = 2{,}0\, (W_{50}/w_r)^{1/3} = 3{,}0$$

Essendo $W_{50} = 10{,}7$ t, $w_r = 2{,}7$ t/m^3

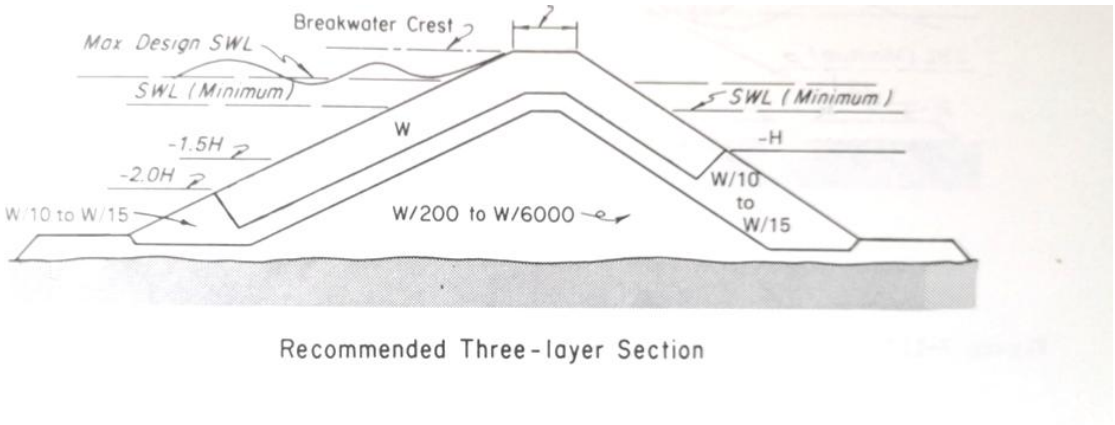
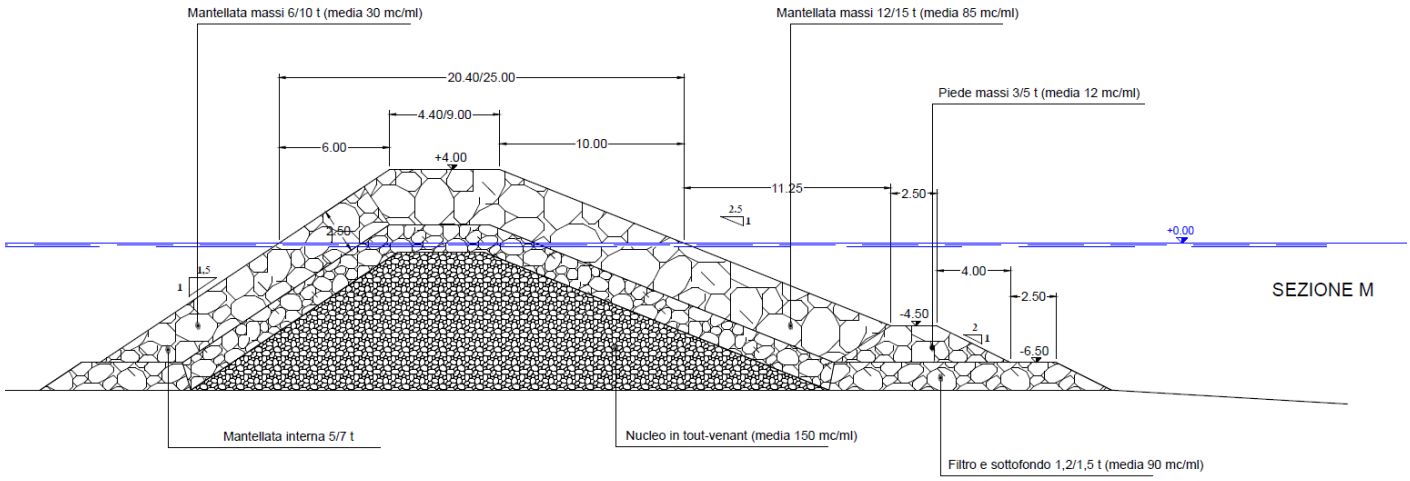


Figure 7-116. Rubble-mound section for seaward wave exposure with zero-to-moderate overtopping conditions.

Suddivisione strati

Mantellata W = 12,0 t – 15,0 t
Filtro raccomandato W/10 utilizato 1,2 t – 1,5 t
Nucleo raccomandato da W/200 a W/6000 utilizzato da 2 kg a 60 kg (pietrame selezionato da 10 a 30 cm)

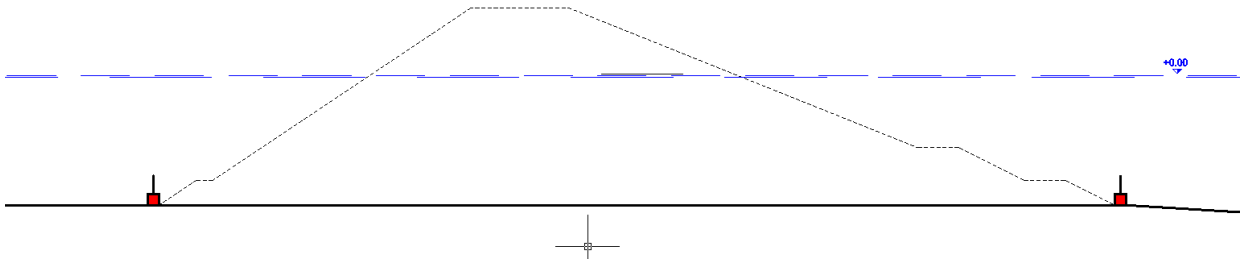
Per il piede si utilizzerà materiale di peso 3,0 t – 5,0 t mentre per la mantellata interna massi da 6,0 t a 10,0 t



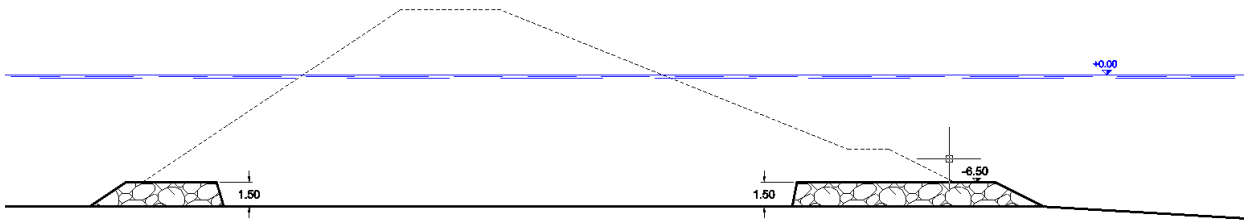
7. Tecnica e fasi di costruzione

La costruzione dell'opera avverrà direttamente da mare in quanto non è possibile intervenire da terra.
Il materiale idoneo alla costruzione dell'opera arriverà da cave di prestito certificate e dotate di sistemi autonomi di carico su imbarcazione (verosimilmente dalla Sardegna).
La tecnica di costruzione per sequenze operative e il materiale impiegato eviteranno qualsiasi intorbidimento dell'acqua di mare.

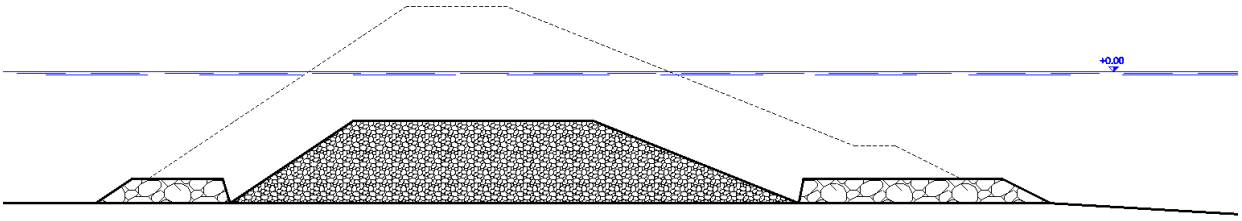
FASE 1 Tracciamento sul fondale dell'impronta
Dopo aver proceduto ad un rilievo accurato del fondale con sistema multi beam si posizioneranno i capisaldi di riferimento con l'ausilio di operatore subaqueo costituiti da blocchi in calcestruzzo semplice e disposti lungo l'intero perimetro (piede) dell'opera.



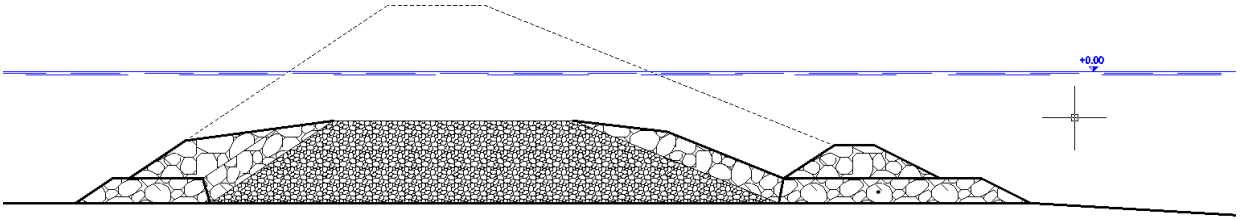
FASE 2 - Realizzazione della corona di contenimento costituita dal soffondo in massi da 1,2/1,5 tonnellate per uno spessore medio di circa 1,50 m posizionati sul fondo da pontone.



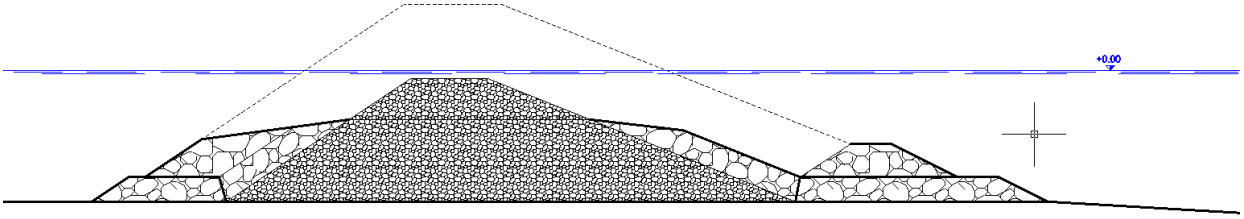
FASE 3 – Primo versamento da nave di pietrame selezionato (scapolame) del peso da 2 a 60 kg all'interno del piede di contenimento.



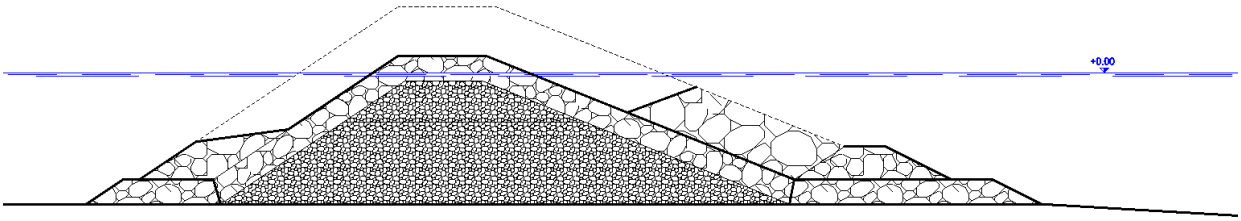
FASE 4 – Realizzazione del piede esterno in massi da 3 t / 5t direttamente posizionati da pontone, realizzazione del primo livello di mantellata interna e prosecuzione del filtro (tutte attività svolte da pontone)



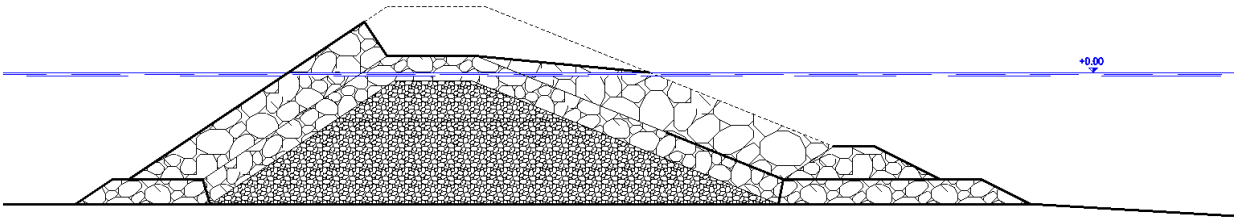
FASE 5 – Completamento del nucleo



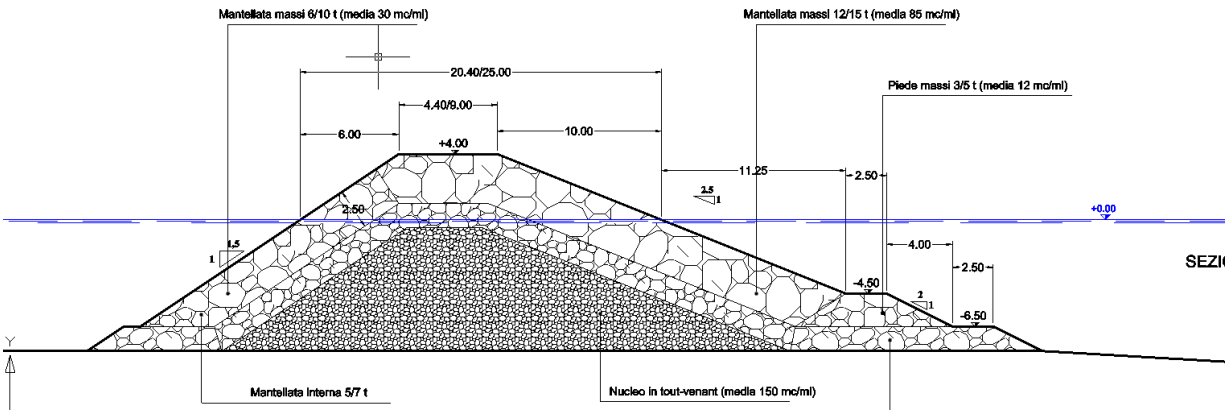
FASE 6 – Completamento del filtro e realizzazione del primo livello di mantellata esterna (tutte attività svolte da pontone)



FASE 7 – Completamento della mantellata interna e del secondo livello di mantellata esterna (tutte attività svolte da pontone)



FASE 8 – Completamento della scogliera secondo la sezione di progetto (tutte attività svolte da pontone)



8. Analisi degli effetti dell'opera di protezione sulla spiaggia delle Calandre

Lo studio DHI al fine di quantificare gli effetti esercitati sulla spiaggia delle Calandre dalla realizzazione dell'opera di difesa protezione della costa e dell'imboccatura portuale è stato condotto uno specifico approfondimento, basato sul calcolo della risultante energetica del moto ondoso incidente.
A tal fine, il modello di propagazione del moto ondoso largo-costa è stato predisposto anche nello stato di progetto, in modo da permettere la comparazione tra la condizione attuale e futura.
Si è poi proceduto con il calcolo della risultante energetica in otto punti (C1-C8) ubicati intorno alla batimetrica -5m lungo spiaggia delle Calandre e a ovest della stessa. L'ubicazione dei punti utilizzati sono riportate in figura di

	LON [°E]	LAT [°N]
C1	7.59229	43.78951
C2	7.59093	43.78957
C3	7.58966	43.78969
C4	7.58824	43.78981
C5	7.58691	43.78993
C6	7.58519	43.79002
C7	7.58364	43.79004
C8	7.58195	43.79020



Ubicazione degli 8 punti sottocosta utilizzati per l'analisi della risultante energetica

	Attuale MWD ris [°N]	Progetto MWD ris [°N]
C1	197.0	197.6
C2	196.1	196.2
C3	195.0	195.1
C4	194.4	194.4
C5	193.1	193.2
C6	192.2	192.2
C7	191.2	191.1
C8	188.8	188.8

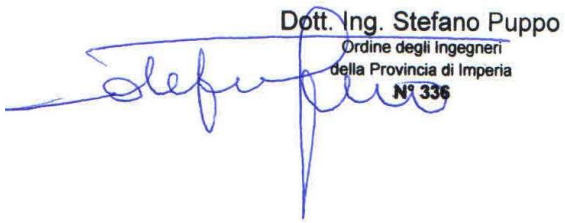
Per ciascuno degli otto punti è stato effettuato il calcolo della direzione risultante energetica applicando la seguente formulazione.

$$MWD_{risultante} = \frac{\sum Hs^2 \cdot Tm \cdot MWD}{\sum Hs^2 \cdot Tm}$$

Dove: Hs, Tm e MWD sono rispettivamente l'altezza d'onda significativa, il periodo medio e la direzione media di provenienza di ogni singolo record della serie pluriennale.
Nella tabella a margine sono riportati i valori della direzione della risultante energetica in riferimento al layout di stato attuale ed a quello di progetto
Analizzando i valori in tabella si osserva che le differenze nei due layout sono assolutamente trascurabili. Nello specifico, la realizzazione dell'opera di protezione dell'imboccatura determina:

- una variazione inferiore a 0,6° relativamente alla direzione della risultante energetica nel punto C1;
- una variazione inferiore a 0,1° relativamente alla direzione della risultante energetica nei punti C2-C8.

Variazioni così contenute (inferiori allo 0,05%) sono da considerarsi trascurabili e come tali ininfluenti ai fini della tendenza evolutiva della spiaggia delle Calandre che manterrà la sua tendenza evolutiva nel tempo esattamente come è sempre avvenuto in funzione dell'equilibrio "dinamico" stagionale.



9. Quantità presunte e tempi di esecuzione

I quantitativi di materiale previsto sono riassunti nella seguente tabelle con indicati i numeri di trasporto via mare che si prevedono.

Fabbisogni	Volume (mc)	Peso (t)	Trasporti	Provenienza
Massi II ^ ctg (1-4 t)	9.260	25.000	7	Cava
Massi II ^ ctg (2-3 t)	1.960	5.300	1	Cava
Massi III ^ ctg (5-7 t)	4. 450	12.000	4	Cava
Massi IV ^ ctg extra (12-15 t)	8.150	22.000	6	Cava
Scapolame scelto per nucleo	19.000	36.000	9	Cava
TOTALI	ca. **43.000**	ca.**100.000**	**27**	

Tabella 3-1 – Bilancio materiali per la costruzione del porto e conseguenti trasporti

Tali attività potranno essere completate in 120 gg con condizioni meteo favorevoli (periodo ottimale per la sua realizzazione Febbraio/Maggio in modo da non avere interferenze con la stagione Balneare.

Dott. Ing. Stefano PUPPO

