COMMITTENTE : ING. ANDREA MOR

REALIZZAZIONE DI SCOGLIERA A DIFESA DI INSENATURA IN LOC. MARINA DI BARDI - ZOAGLI (GE)

RELAZIONE METEOMARINA E DI CALCOLO DELLA SCOGLIERA

Genova, 02/11/2020

Ing. Riccardo Giammarini

_____

STUDIOELB INGEGNERI ASSOCIATI

Corso Torino 17/6 sc. A - 16129 GENOVA GE Tel. 010.5740568 - Fax 010.4211059
e-mail: inge@studioelb.it - PEC: studio@pec.studioelb.it - C.F. e P. IVA: 01933110999

SOMMARIO

1. PREMESSA 3

2. INQUADRAMENTO METEOMARINO 5

2.1 ESPOSIZIONE DEL PARAGGIO 5

2.2 ANALISI METEOMARINE DI CUI AL PTAMC AMBITO 15 5

3. CARATTERISTICHE DELLA SCOGLIERA 9

4. INDIVIDUAZIONE DELL'ONDA DI PROGETTO E DEI PARAMETRI CORRELATI 10

4.1 TEMPO DI RITORNO 10

4.2 LIVELLO IDRICO 10

4.3 DIMENSIONAMENTO DELLA MANTELLATA 11

5. SINTESI: CARATTERISTICHE, MANUTENZIONE 13

1. PREMESSA

Nel presente documento vengono definite le caratteristiche del moto ondoso nell'area oggetto di intervento e vengono eseguiti i dimensionamenti della scogliera a progetto, comprensivi delle valutazioni sull'efficacia della stessa.

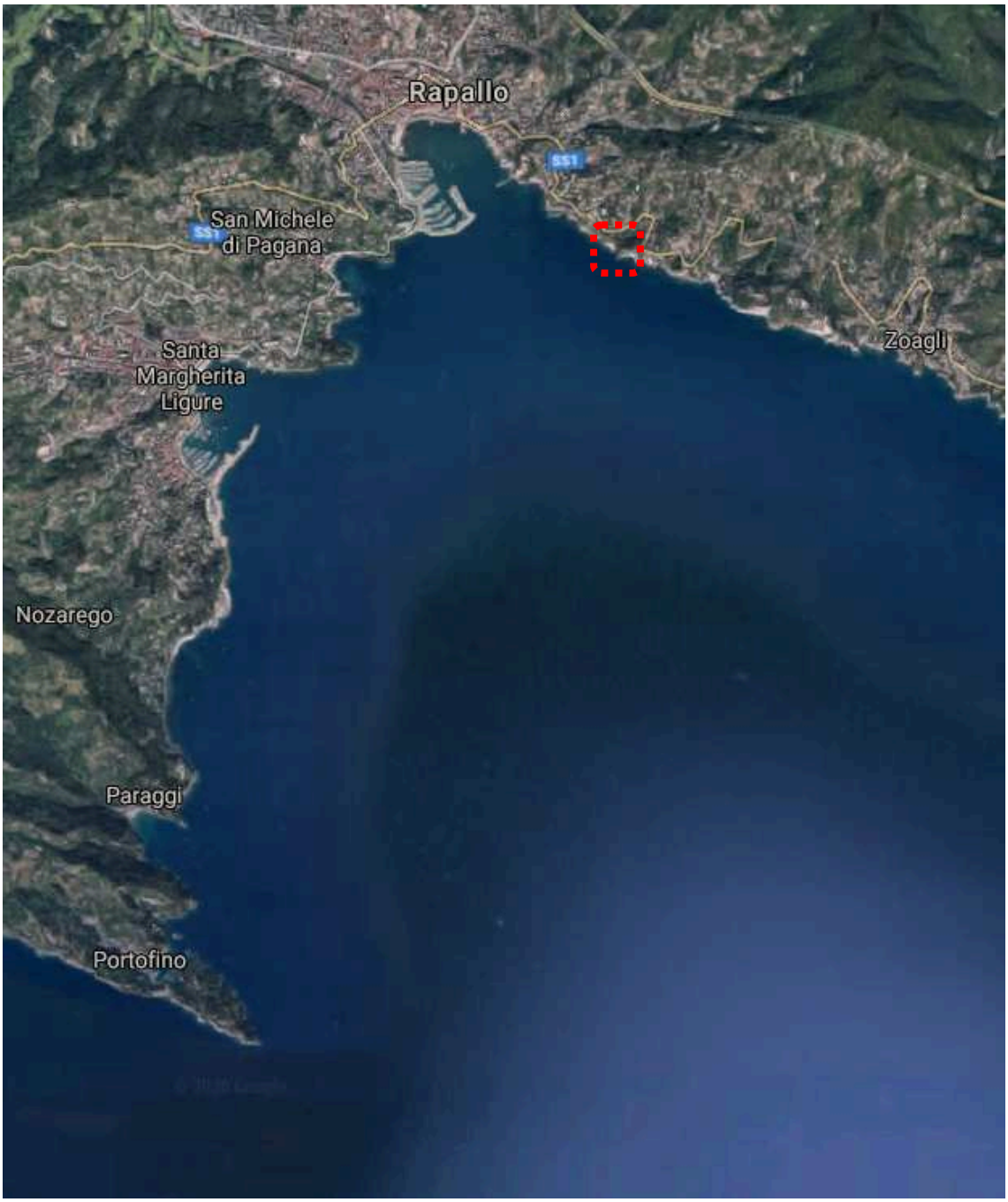


Figura 1.1 : inquadramento generale dell'area



Figura 1.2 : inquadramento di dettaglio dell'area

2. INQUADRAMENTO METEOMARINO

2.1 Esposizione del paraggio

Il sito è ubicato nel golfo del Tigullio, nel tratto di costa alta compreso tra Rapallo e Zoagli.

Con riferimento al PTAMC della Regione Liguria, il sito è descritto nel paraggio denominato Sant'Ambrogio, esso è praticamente equidistante tra i punti denominati "14 - Rapallo Est" e "13 - Zoagli".

Per cautela, le condizioni di esposizione considerate nel presente documento sono quelle di Zoagli, maggiormente esposto alle provenienze da libeccio, sebbene il promontorio di Portofino attui una importante schermatura, tanto che, come evidenziato nelle successive tabelle, le condizioni più severe sono dovute alle provenienze dai quadranti sud orientali.

2.2 Analisi meteomarine di cui al PTAMC Ambito 15

Il tratto costiero compreso tra Rapallo e Zoagli presenta caratteristiche abbastanza omogenee, dal punto di vista geografico e di esposizione, come risulta dalla lettura delle due mappe tratte dal PTAMC nelle pagine successive.

Dalla rappresentazione mediante ortogonali d'onda sovrapposte alla suddivisione in classi di altezza d'onda all'interno del paraggio in esame, riportate sul PTAMC, viene mostrato che nei di costa alta le ortogonali d'onda si dispongono per lo più ortogonali alla costa con convergenza in corrispondenza di pendici sporgenti verso mare.

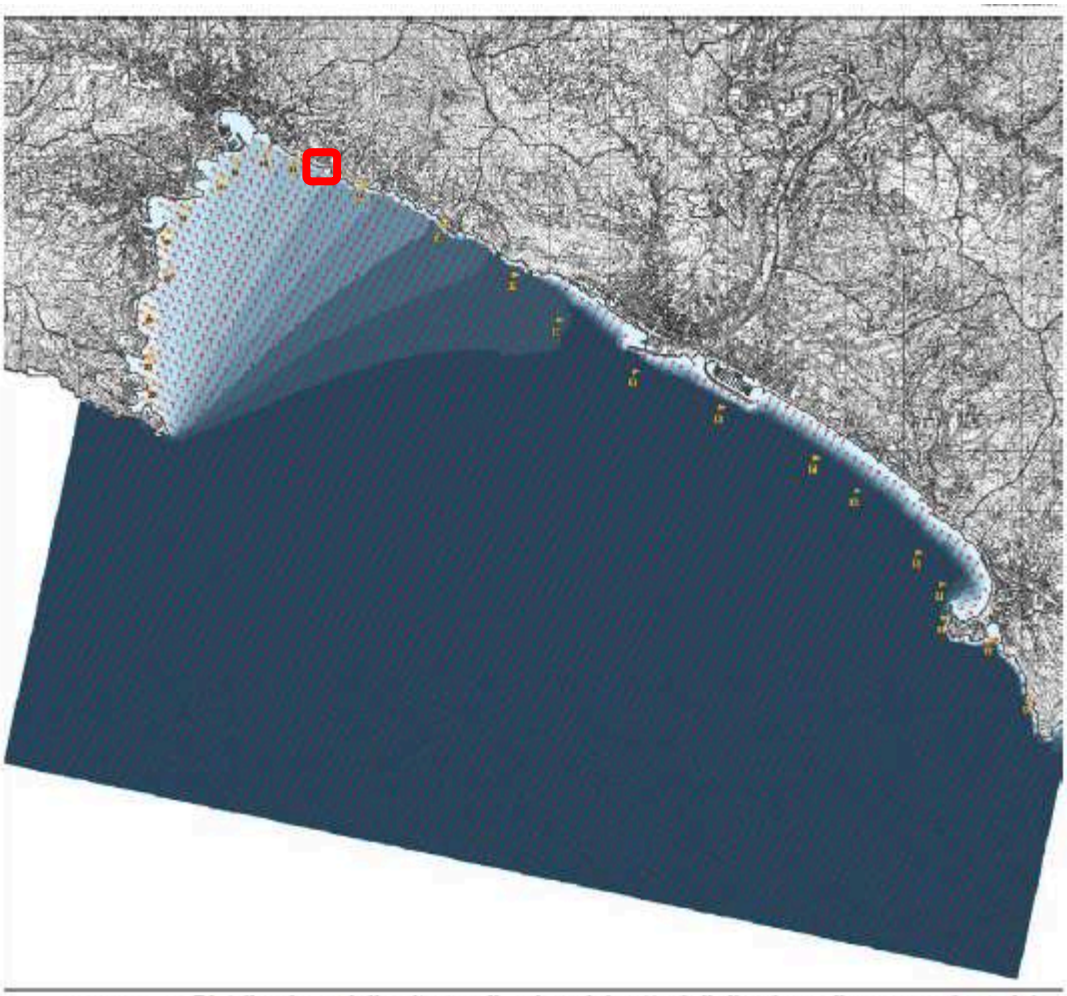


Figura 3.4 Distribuzione delle altezze d'onda e dei vettori di direzione di propagazione del moto ondoso dal largo verso riva relativa all'evento ondoso con periodo di ritorno pari a 50 anni (direzione al largo 220°)

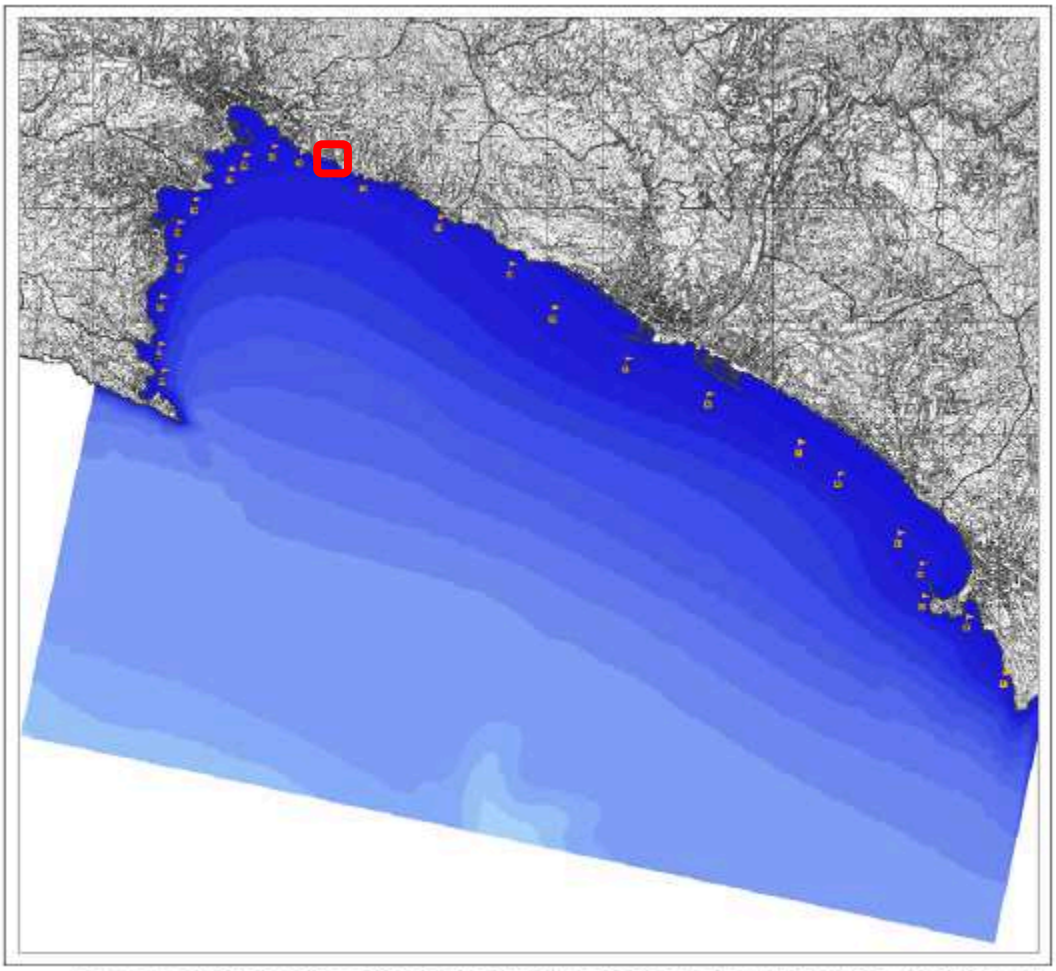


Figura 3.5 Batimetrie e stazioni di calcolo all'interno del Golfo del Tigullio e della Baia del silenzio.

Per la propagazione dal largo verso riva a scala di dettaglio è stata eseguita identificata la stazione di Zoagli, posizionata a –15 m, avente le coordinate e i valori di altezza, periodo e direzione del moto ondoso relativi ai tempi di ritorno di 1 e 50 anni indicati nella tabella seguente (Tratta dal PTAMC - Relazione Paraggio di Zoagli):

Zoagli (13)		H [m]	T [s]	Dir [°N]		H [m]	T [s]	Dir [°N]		H [m]	T [s]	Dir [°N]
T = 1 anno	al largo	3,1	8,0	160		2,7	7,4	180		4,7	9,7	220
	-15,00	2,6	7,9	167		2,2	7,2	175		2,4	9,7	189
T = 2 anni	al largo	3,9	8,9	160		3,3	8,2	180		5,1	10,2	220
	-15,00	3,2	9,2	168		2,7	8,3	176		2,6	10,2	188
T = 5 anni	al largo	4,8	9,9	160		4,0	9,1	180		5,7	10,8	220
	-15,00	3,9	9,7	169		3,2	8,8	176		2,9	10,8	188
T = 10 anni	al largo	5,4	10,5	160		4,5	9,6	180		6,2	11,2	220
	-15,00	4,3	10,2	170		3,6	9,3	177		3,1	11,2	188
T = 20 anni	al largo	6,1	11,1	160		5,0	10,1	180		6,7	11,7	220
	-15,00	4,9	10,6	171		4,0	9,7	177		3,4	11,8	188
T = 30 anni	al largo	6,5	11,5	160		5,3	10,4	180		6,9	11,9	220
	-15,00	5,2	11,9	171		4,2	10,8	177		3,5	11,9	188
T = 50 anni	al largo	6,9	11,9	160		5,7	10,8	180		7,3	12,2	220
	-15,00	5,5	12,2	172		4,5	11,0	178		3,7	12,2	188
T = 100 anni	al largo	7,6	12,4	160		6,2	11,2	180		7,7	12,6	220
	-15,00	6,1	12,7	172		4,9	11,5	178		4,0	12,7	188

Tabella 3.25 Valori di altezza, periodo e direzione dell'onda nella stazione di Zoagli (in rosso è indicata, per ogni periodo di ritorno, l'altezza d'onda più alta tra quelle ottenute tra le tre direzioni esaminate)

La zona dei frangenti si presenta uniformemente distribuita lungo l'arco di costa che comprende il paraggio di Sant'Ambrogio e simile per le tre direzioni di propagazione del moto ondoso. Per periodo di ritorno pari ad 1 anno la profondità di primo frangente corrisponde ad una profondità tra i 4 e i 5 metri; per periodo di ritorno pari a 50 anni la profondità di inizio frangimento corrisponde a circa 10 metri per eventi da Scirocco e da Libeccio.

3. CARATTERISTICHE DELLA SCOGLIERA

La scogliera prevista a progetto è ubicata a protezione della falesia rocciosa, tra il moletto esistente a ponente e l'aggetto in roccia a levante.

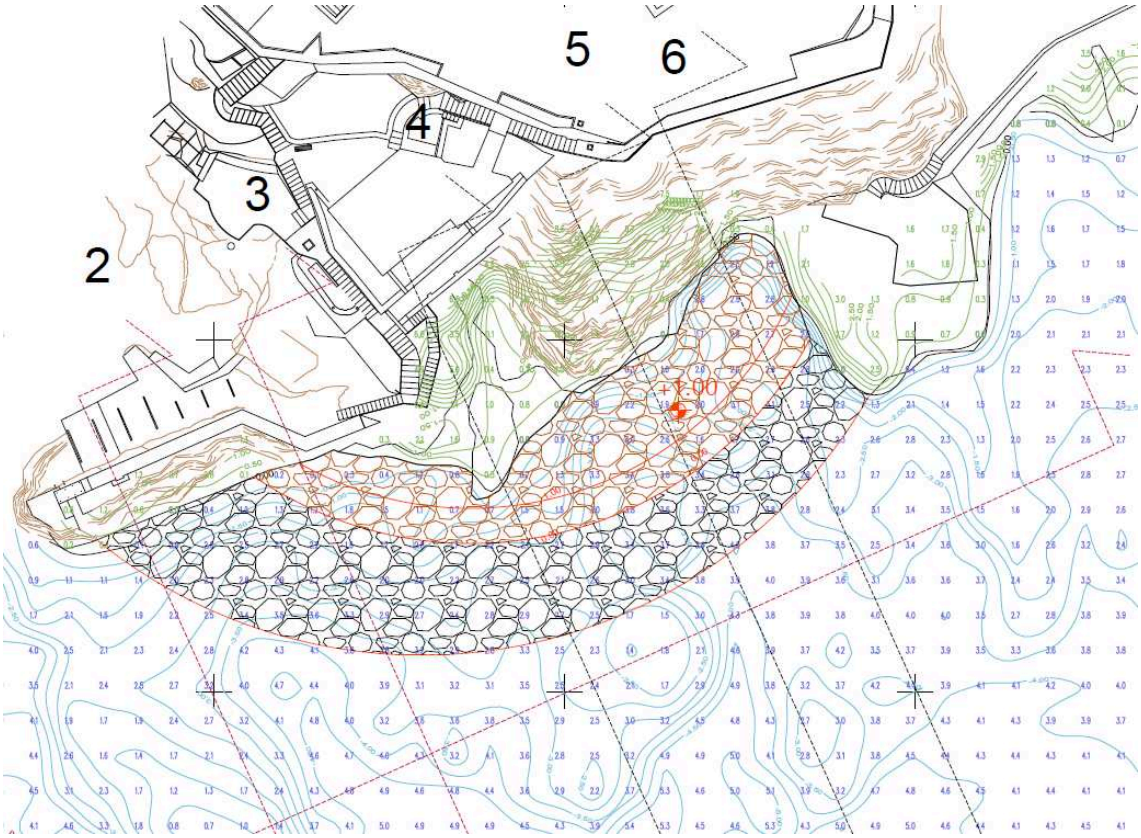


Figura 3.1 : schema planimetrico della scogliera a progetto

Essa ha le seguenti caratteristiche (v. stralci grafici):

- lunghezza in asse pari a circa 40 m;
- larghezza minima della berma orizzontale: 3.50 m
- quota della berma orizzontale: +1.00 m
- pendenza mantellata verso largo : cotg $\alpha = 2$
- profondità al piede: è stata assunta cautelativamente la profondità di 4.50 m, batimetrica situata a circa 10 m a largo della scogliera a progetto.

4. INDIVIDUAZIONE DELL'ONDA DI PROGETTO E DEI PARAMETRI CORRELATI

4.1 Tempo di ritorno

Il calcolo dell'onda di progetto utilizzata per il dimensionamento delle opere a progetto è stato eseguito secondo i criteri suggeriti nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime", approvate dall'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto del 23 Settembre 1994 n. 156.

In particolare si è assunta come durata di vita minima Tv per l'opera a progetto la vita minima per un'infrastruttura ad uso specifico con livello di sicurezza richiesto pari a 1, ossia 15 anni.

Come massima probabilità di danneggiamento dell'opera è stata assunta la probabilità di danneggiamento incipiente come consigliato per strutture flessibili (le opere in esame non sono soggette a collasso strutturale immediato) con limitato rischio per la vita umana e ripercussione economica bassa (il rapporto tra i costi diretti del danneggiamento, sommati a quelli indiretti per la perdita di funzionalità delle opere protette ed il costo totale per la realizzazione dell'opera è minore di 5), ossia P_f bassa pari a 0,50.

La combinazione del tempo di vita dell'opera e della probabilità di danneggiamento determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto T_{rp} secondo la relazione:

$$T_{rp} = T_v / [- \ln(1-P_f)]$$

Ne consegue che il tempo di ritorno in caso di ripercussione economica bassa risulta pari a 21 anni; cautelativamente, per i calcoli progetto si assume tempo di ritorno pari a 50 anni.

L'altezza d'onda da utilizzare per le verifiche risulta quindi quella dell'onda con tempo di ritorno 50 anni, calcolata cautelativamente alla profondità di 15 m, come individuata nell'ambito delle analisi del PTAMC.

Essendo l'opera a progetto molto vicina a costa, l'altezza d'onda sarà limitata dal frangimento, in funzione della profondità.

4.2 Livello idrico

La scogliera a progetto non ha funzioni di limitazioni della tracimazione, per cui le valutazioni sull'innalzamento del livello medio idrico non sono particolarmente rilevanti.

Ad ogni modo, per la valutazione del coefficiente di trasmissione, è stato considerato, in analogia con progettazioni analoghe, un innalzamento del livello del medio mare pari a circa 70 cm per eventi TR 50 anni.

Le analisi condotte in altre progettazioni hanno evidenziato una limitata correlazione tra altezze d'onda estreme e sopraelevazione del livello marino; tenendo tuttavia in considerazione il recente evento meteomarino occorso nell'Ottobre 2018, caratterizzato dalla concomitanza di altezze d'onda estreme e sopraelevazioni eccezionali del livello marino, è stato stabilito di associare all'altezza d'onda caratterizzata da un determinato periodo di ritorno il sovralzo meteorologico che presenta analoga ricorrenza statistica.

Tale combinazione di altezza d'onda-livello così determinata presenta un tempo di ritorno uguale o superiore a quello che caratterizza la stessa altezza d'onda e risulta pertanto cautelativa ai fini delle valutazioni progettuali.

Da quanto sopra riportato, è quindi possibile stimare che il livello medio rispetto allo zero IGM dovuto alla marea meteorologica, a quella astronomica e all'innalzamento per eustatismo nel medio periodo per TR = 50 anni possa essere considerato pari a 0.70 m.

4.3 Dimensionamento della mantellata

Le onde di progetto incidenti sulla scogliera a progetto, situata aderente a costa, quindi nella zona dei frangenti, sono fortemente condizionate dalla profondità al piede della scogliera stessa, pari a circa 4,0÷4,5 m.

Le caratteristiche delle onde di progetto incidenti sulla profondità di -15 m come indicato ai paragrafi precedenti, sono le seguenti:

- tempo di ritorno: 50 anni

- direzione più cautelativa a largo : 160 °N

- direzione alla profondità di - 15 m: 172 °N

- Hs = 5,5 m T = 12,2 s

La presenza di un fondale a 4,5 m porta ad una drastica riduzione dell'altezza d'onda, che è stata effettuata cautelativamente assumendo un valore di fondale pari a h=4,50 m, anche per

tenere conto dell'innalzamento del livello idrico medio, e un conseguente valore dell'altezza d'onda pari a Hs = 0,78 * h = 3,51 m.

Il dimensionamento della mantellata è stato condotto utilizzando le formule di Hudson, con il parametro Ks corrispondente ad onda frangente su testata, ottenendo i seguenti risultati:

dati			
ρ_0 =	1023	kg/mc	densità acqua di mare
ρ =	**2650**	kg/mc	densità scogli
Δ =	1.590		
cotg (α) =	**2**		pendenza mantellata (1 su …)
tg (α) =	0.5		
h =	**4.50**	m	profondità al piede
Hs =	**3.51**	m	H onda significativa (frangente su h = 5 m)
K D =	**1.60**		coeff. di stabilità KD
			(onda frangente su testata)
FORMULA DI HUDSON			
H/Hs =	**1**		rapporto onda di progetto / onda significativa
H d =	3.51	m	ONDA DI PROGETTO
W =	**8.90**	**t**	**peso unitario masso di progetto**
Dn =	**1.50**	m	diametro masso equivalente di progetto
Ns=	1.47		

Applicando le suddette formule con i suddetti parametri, si ottiene che il peso minimo degli scogli da utilizzare per la scogliera risulta pari a circa 9 t.

Nella pratica, per cautela, verranno utilizzati massi di pezzatura compresa tra 0,75 e 1,25 volte il peso nominale, quindi massi di pezzatura tra le 6.50 e le 11 t, avendo cura di posizionare nelle parti maggiormente esposte al moto ondoso i massi di pezzatura maggiore.

5. SINTESI: CARATTERISTICHE, MANUTENZIONE

La scogliera verrà realizzata con massi naturali di pezzatura superiore a 7 t, avrà una volumetria di circa 750 mc e un peso di circa 1.500 t.

L'ubicazione e la conformazione della scogliera fanno sì che la stessa svolga un'importante funzione di presidio al piede e riduzione delle azioni dinamiche nei confronti della falesia e delle strutture a tergo; l'area costiera a tergo permarrà comunque a rischio in caso di mareggiate intense.

Vista la conformazione e le dimensioni ridotte, nel tempo essa dovrà essere sottoposta a regolari interventi di manutenzione, mediante salpamento e ricollocamento dei massi fuori sagoma e rifiorimenti locali per mantenere la configurazione prevista.