Studio d'Ingegneria Rivaroli & Partner

Dott. Ing. Matteo Rivaroli - Via N. Sauro nr. 63-65 – 17031 Albenga (SV)

Tel. 0182-542754 Fax. 0182 556704 E-mail : Info@studiorivaroli.it info@pec.studiorivaroli.it

C.F. : RVRMTT73D10A145Y P.I.: 01680780093

COMUNE DI ALASSIO

Provincia di Savona

PROGETTO DI DIFESA COSTIERA E CONTENIMENTO DELL'EROSIONE MIRATO ALLA RICOSTRUZIONE E ADEGUAMENTO DEI PENNELLI ESISTENTI DANNEGGIATI DAGLI EVENTI METEOMARINI DEL 29-30 OTTOBRE 2018 E CONTESTUALE INTERVENTO DI RIPASCIMENTO STRUTTURALE OPERE DA REALIZZARSI SULLA SPIAGGIA D'ARBORA IN COMUNE DI ALASSIO

CALCOLO DEL RUN-UP DI PROGETTO E DELLA AMPIEZZA DI SPIAGGIA MINIMA PER GARANTIRE LE CONDIZIONI DI SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE BALNEARI DELLO STABILIMENTO BABA BEACH SITO NELLA SPIAGGIA D'ARBORA IN ALASSIO

COMMITTENTE:

Soc. "Monti e Mare s.r.l." di Della Valle Andrea con sede in Alassio (SV)

via F.M. Giancardi nr.47 - C.F./P.I.: 01059060093

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Matteo Rivaroli, via N. Sauro nr° 63-65 – 17031 Albenga (SV)

C.F.: RVRMTT73D10A145Y P.I.: 01680780093 Pec : Info@pec.studiorivaroli.it

Albenga, 14.10.2021

Il Tecnico

Dott. Ing. Matteo Rivaroli

Dott. Ing. Magistrale Matteo RIVAROLI Nr° A 1926 Sez. A Settore Civile e Ambientale ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SAVONA

Firmato digitalmente da Rivaroli matteo
ND: c=IT, cn=Rivaroli matteo, serialNumber=TINIT-RVRMTT73D10A145Y, givenName=matteo, sn=Rivaroli, dnQualifier=22155391, title=Ingegnere
Versione di Adobe Acrobat: 2021.007.20099

PREMESSA :

La presente relazione è redatta a riscontro della richiesta di integrazioni e chiarimenti formulata dal Settore Valutazione Impatto Ambientale e sviluppo sostenibile nell'ambito del procedimento S830 - di verifica assoggettabilità a VIA per il : *"Progetto di difesa costiera e contenimento dell'erosione mirato alla ricostruzione e adeguamento dei pennelli esistenti danneggiati dagli eventi meteomarini del 29-30 ottobre 2018 e contestuale intervento di ripascimento strutturale, opere da realizzarsi sulla spiaggia d'Arbora – Comune di Alassio"* , e costituisce parte integrante dello studio idraulico marittimo – costiero di cui alla "Relazione Tecnico – Illustrativa" allegata al progetto originario.

Tutti i dati di progetto propedeutici al calcolo della risalita dell'onda sull'arenile sono derivati dal predetto studio con particolare riferimento all'analisi degli eventi estremi del moto ondoso al largo (§ Cap. 4) e sotto costa la cui metodologia utilizzata è riportata al Cap. 7.

RELAZIONE DI CALCOLO DEL RUN-UP :

Per determinare quale sia l'ampiezza minima di spiaggia utile a garantire la sicurezza delle infrastrutture balneari dall'ingressione marina durante le mareggiate più intense occorre calcolare il valore della risalita del moto ondoso (wave run-up) sull'arenile nella configurazione di progetto, in concomitanza di stati di mare estremi (caratterizzati tipicamente da un tempo di ritorno T_R = 50 anni), e più frequenti (T_R = 5 anni) al fine di verificare che l'intervento ipotizzato sia in grado di determinare una riduzione del rischio allagamento rispetto alla condizione attuale.

Nel seguito si riportano in dettaglio i dati utilizzati, la metodologia adottata e i risultati ottenuti.

Partendo dall'intera serie di quarantadue anni di moto ondoso si è proceduto ad estrapolare nel punto P0, posto a breve distanza dalla costa in corrispondenza della batimetrica -14m (Rif. §7.1.2), con approccio direzionale i dati relativi ad eventi statisticamente indipendenti caratterizzati dai valori più elevati di altezza d'onda significativa. Tenendo in considerazione la rosa del moto ondoso relativa a tali dati, sono stati scelti 4 settori direzionali prevalenti (70°-100°, 100°-130°, 130°-160°,160°-190°), per ognuno dei quali è stata svolta un'analisi statistica di tipo direzionale, capace di determinare l'altezza d'onda con differenti tempi di ritorno.

Nella figura seguente si riporta la rosa del moto ondoso nel punto P0 con indicazione dei settori utilizzati

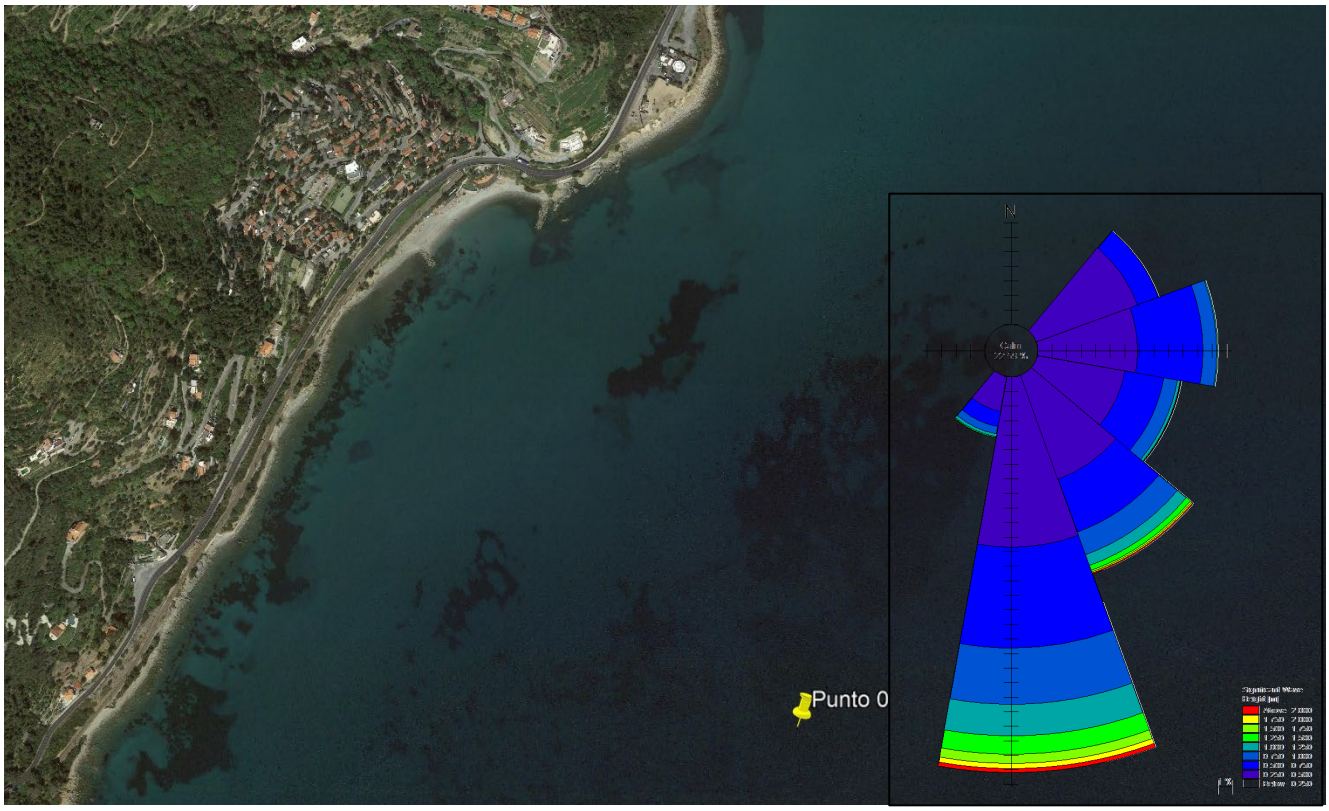


Figura 1 : Rosa del moto ondoso in corrispondenza del punto P0 (LON 8.2091°E LAT 44.0261°N)

Mediante il modulo Extreme Value Analysis (EVA) di Mike 21 è stato possibile determinare le altezze d'onda relative ad un tempo di ritorno di 5 e 50 anni, applicando alla serie di dati la distribuzione di probabilità di Weibull associata al metodo dei Momenti (§ 9.3.5).

Tabella 1: Valori risultanti dalla statistica degli estremi per l'altezza d'onda significativa Hs per i settori direzionali considerati.

Altezza d'onda Hs [m]		**Tempo di ritorno** [$anni$]	
		5	**50**
Settore direzionale	70°-100°	2.85	4.22
	100°-130°	3.58	6.30
	130°-160°	3.91	6.67
	160°-190°	4.18	7.15

Dall'analisi della rosa del moto ondoso e sulla base delle risultanze dell'analisi statistica direzionale degli eventi estremi emerge che i settori caratterizzati dalle onde estreme più alte sono sicuramente il settore

160°N-190°N e il settore 130°N-160°N per i quali, data la particolare orografia del paraggio, la direzione di propagazione delle onde verso riva tende a subire una rotazione verso sinistra disponendosi pressocché perpendicolare all'arenile e prossima alla direzione 155°N equivalente alla risultante energetica. Le simulazioni della risalita del moto ondoso sono state quindi predisposte sia per gli eventi provenienti dal settore 130°N -160°N, sia per quelli proveniente dal settore 160°N -190°N. Nel seguito si riportano le immagini della propagazione del moto ondoso verso riva per le onde estratte con T=50 anni.

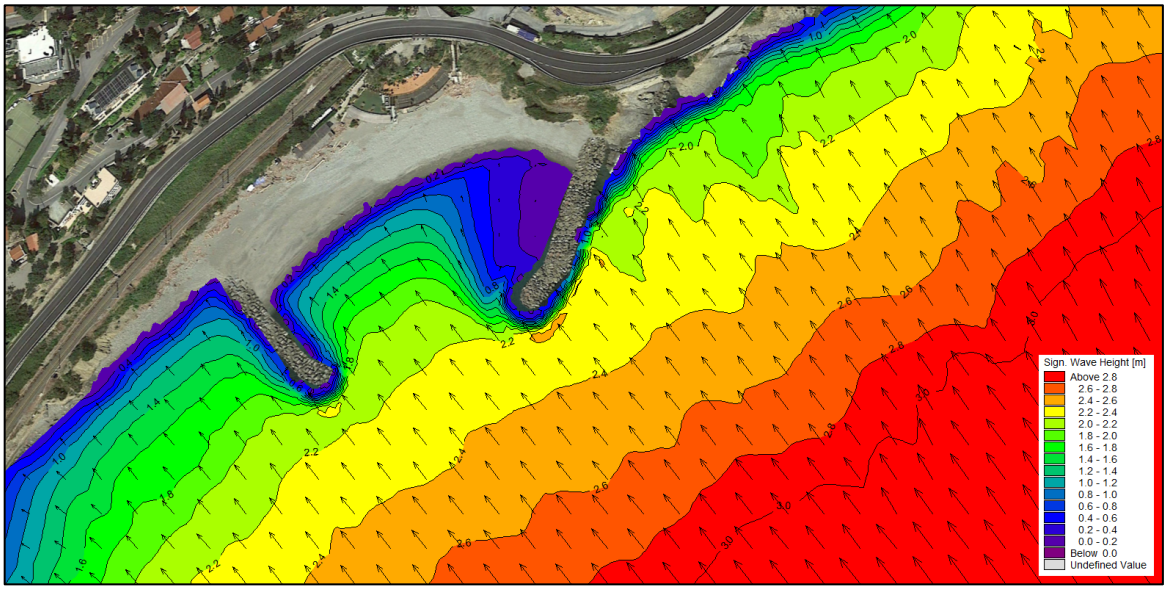


Figura 2 : Distribuzione dell'altezza d'onda dal settore 130°-160°N T=50anni (Hs=6.67 m, MWD=145°N)

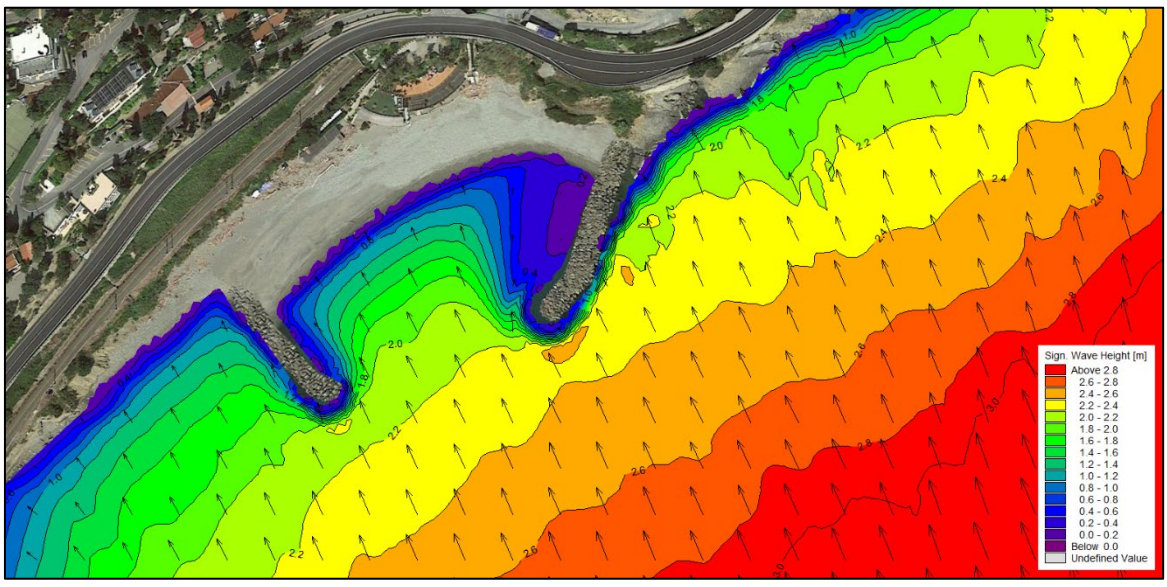


Figura 3: Distribuzione dell'altezza d'onda dal settore 160°-190°N T=50anni (Hs=7.15 m, MWD=175°N)

Batimetria e profilo di spiaggia emersa :

Il profilo di spiaggia è stato ricavato per un transetto perpendicolare alla linea di riva in posizione all'incirca centrale rispetto ai due pennelli esistenti ed è stato calcolato sia per la condizione pre intervento che post intervento. La scelta della posizione del transetto è stata effettuata a favore di sicurezza considerando l'onda non interferente con le strutture di protezione (pennelli).

Le quote e le isobatimetriche nello stato attuale sono quelle ricavate dal rilievo multibeam in acqua e Gps su spiaggia eseguiti nel mese di ottobre 2020 e propedeutici allo studio idraulico marino (Rif. § 3.4). Per la configurazione di progetto si è fatto riferimento al profilo di spiaggia post ripascimento.

In figura 4 si riporta la posizione del transetto individuato.



Figura 4: individuazione del profilo di spiaggia per il calcolo del Run-Up

Valutazione del Run-up e forzanti di calcolo:

La valutazione del run-up è stata condotta con riferimento alle condizioni d'onda dai due settori considerati, con altezze corrispondenti a tempi di ritorno pari a 5 e 50 anni impiegando la formulazione di Holman (1986) che consente, contrariamente ad altre formulazioni reperibili in letteratura che fanno

riferimento ad altezze d'onda su profondità infinita o al frangimento, di fare riferimento ad altezze d'onda su profondità intermedie secondo l'equazione :

$$\frac{R_{2\%}}{H_{s0}} = a\xi_{0P}^{b} + c$$

Dove

a = 0.83

b = 1

c = 0.2

$\xi_{0P} = tg\alpha \Big/ \sqrt{H_{s0}/L_{0P}}$

$L_{0P} = g \cdot T_P^2 / 2\pi$

Il valore della pendenza del fondo (tg α) utilizzato nella formula è stato calcolato come valore medio tra la pendenza della spiaggia emersa nella sezione individuata e la pendenza della spiaggia sommersa a partire dalla profondità di circa -4m in cui il profilo tende a stabilizzarsi, ciò al fine di avere un valore realistico dell'effettiva pendenza del fondo e di conseguenza del run-up, che risulta fortemente influenzato da tale parametro.

Si è quindi proceduto alla calcolo del Run-up 2% (valore convenzionale di riferimento pari alla quota dell'arenile raggiunta dal 98esimo percentile delle onde incidenti appartenenti allo stesso stato di mare), in base alla pendenza della spiaggia emersa e sommersa e al valore massimo dell'altezza d'onda per i determinati tempi di ritorno sia allo stato attuale che in configurazione di progetto.

Al valore del run-up ottenuto è stato poi sommato il valore del sovralzo del livello medio del mare dovuto a variazioni di marea e a storme surge che è stato stimato a partire dai valori medi rilevati dalla stazione mareografica di Imperia, più prossima al sito, paria a W_{L1}= 0,51m e W_{L50}= 0,70m per tempi di ritorno di 1 e 50 anni (Rif. § 3.3 e § 4.3).

Al fine di validare i calcoli effettuati i valori di run up (stato attuale) sono stati confrontati con quelli riportati nella Relazione del Paraggio di Sant'Anna redatta da Regione Liguria nel PTAMC Ambito costiero AC 08 (Rif. §2.2 Relazione di Paraggio).

Nella tabella 2 si riportano gli scenari di simulazione e i valori delle forzanti

Tabella 2 : Scenari di simulazione e forzanti

Scenario	T [Anni]	H_S [m]	T_P [s]	MWD [°N]	W_L [m]	tg α_m [attuale]	tg α_m [progetto]
1	5	3.91	8.69	145	0.51	0.0362	0.0331
1	50	6.67	10.25	145	0.70	0.0362	0.0331
2	5	4.18	8.88	175	0.51	0.0362	0.0331
2	50	7.15	10.48	175	0.70	0.0362	0.0331

A seguire si riportano in forma tabellare i valori del run-up 2% e la valutazione della larghezza della spiaggia potenzialmente inondabile per gli scenari e i tempi di ritorno studiati, adottando, per lo stato attuale le quote dell'arenile rilevate ad ottobre 2020 e per lo stato di progetto le quote della spiaggia emersa a ripascimento completato.

Tabella 3 : Stima del Run-Up e valutazione della spiaggia inondabile per gli scenari ipotizzati con tempi di ritorno di 5 e 50 anni. Condizioni di Stato Attuale e di Progetto a ripascimento strutturale completato.

Scenario	Stato Attuale				Progetto			
	$R_{2\%}$ T_R=5 y [m]	$R_{2\%}$ T_R=50 y [m]	Spiaggia inondabile [m] T_R=5	T_R=50	$R_{2\%}$ T_R=5 y [m]	$R_{2\%}$ T_R=50 y [m]	Spiaggia inondabile [m] T_R=5	T_R=50
1	**1.36**	**1.89**	**21.96**	**30.68**	**1.30**	**1.81**	**17.87**	**24.87**
2	**1.39**	**1.95**	**22.55**	**31.63**	**1.33**	**1.86**	**18.33**	**25.60**

Le stime del run-up e delle fasce inondabili calcolate per i due scenari individuati, nella configurazione di stato attuale, risultano comparabili con le stime dei valori di run-up e delle fasce dinamiche per tempi di ritorno T=1 e T=50 anni individuate per la cella litoranea oggetto d'intervento (caposaldo Beachmed B93) nella relazione di paraggio di Sant'Anna Ambito Costiero 08 del Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero Territoriale approvato da Regione Liguria (Figura 5)

Dall'esame dei risultati del calcolo del run-up nella configurazione di stato attuale e di progetto emerge come le opere in progetto mediante la realizzazione dell'intervento di ripascimento strutturale

consentano una riduzione della risalita del moto ondoso sul litorale interessato dall'intervento. Nello specifico si osserva una riduzione del run-up di circa 10 cm nello scenario 2 con valori di Hs massimi e per tempo di ritorno di 50 anni che unitamente alla modifica del profilo di spiaggia dovuto al ripascimento in progetto determina una diminuzione dell'ingressione del mare sull'arenile di circa 6m rispetto alla situazione attuale.

PERICOLOSITA' COSTIERA		
STIMA DEL RUN-UP		
Formula utilizzata	Van Der Meer	
Sovralzo	0.50 m (T=1 anno); 0.80 m (T=50 anni)	
RISULTATI		
Nome sezione	Tr=1 anno run-up massimo [m]	Tr=50 anni run-up massimo [m]
L261	1.67	3.25
L67	2.21	4.07
B93	1.04	1.88

FASCE DINAMICHE SPIAGGIA				
	FASCIA DINAMICA A		FASCIA DINAMICA B	
Nome sezione	Limite verso mare – batimetrica [m]	Limite verso terra – distanza dalla linea di riva [m]	Limite verso mare – batimetrica [m]	Limite verso terra – distanza dalla linea di riva [m]
L261	- 3.7	11	- 9.6	21
L67	- 4.2	7	- 9.4	12
B93	- 4.5	22	- 9.4	40

Figura 5: Relazione di paraggio di Sant'Anna AC 08 del PTAMC tabella pericolosità costiera § 2.2

Valutazione della profondità minima di spiaggia per contenimento Run-Up ai fini della sicurezza

Le strutture dello stabilimento balneare Baba Beach, più volte danneggiate dalle ricorrenti mareggiate degli ultimi anni, risultano nella loro parte più prossima alla riva ad una distanza di circa 13m dalla linea di riva in condizioni di quiete. Alla luce delle stime condotte sul run-up per tempo di ritorno di 50 anni si ritiene che la profondità minima per garantire la sicurezza delle strutture balneari, valutata in condizioni di progetto, a ripascimento strutturale eseguito, debba essere pari a 27m.

Ne deriva la previsione progettuale di avanzamento della linea di riva di circa 15 m rispetto allo stato attuale, portando così la profondità della spiaggia a protezione delle strutture balneari a circa 28m, con un margine di circa 2,5m sulla stima di risalita dell'onda in condizioni di progetto. Tale margine di sicurezza è da considerarsi quello minimo ipotizzabile, non avendo considerato nei calcoli (a vantaggio

di sicurezza) il contributo al frangimento e dissipazione dell’energia del moto ondoso fornito dalla nuova configurazione dei pennelli di contenimento del ripascimento alle strutture esistenti, così come mostrato nello studio di propagazione del moto ondoso in condizioni di progetto (Rif. § 9.3).

Dimensione delle opere di contenimento :

L’adeguamento ed ampliamento delle opere poste a levante e a ponente del ripascimento deriva dalla necessità, prevista anche dalle norme di Piano, di impedire la dispersione del materiale versato verso il largo e verso le zone ZTV di pregio adiacenti.

La lunghezza dei pennelli è quindi quella minima necessaria a contenere il ripascimento progettato nella parte di spiaggia sommersa così come calcolato secondo la distribuzione fornita dalla nota formulazione di Dean. (Rif. § 10.2). Tale profilo di spiaggia interseca il fondale esistente alla batimetrica di 3,16m circa, ad una distanza dalla linea di riva nello stato ante opera di circa 65m.

Le opere di adeguamento e prolungamento dei pennelli sono quelle minime per raggiungere tale profondità. Le inclinazioni dei tratti terminali dei pennelli (10m pennello a ponente, 20m pennello a levante) sono state progettate per contenere la formazione di fenomeni di rip-current sia durante eventi estremi che per mareggiate meno intense (§ 9.3.3).

Il Tecnico

Dott. Ing. Matteo Rivaroli



Firmato digitalmente da Rivaroli matteo
ND: c=IT, cn=Rivaroli matteo, serialNumber=TINIT-RVRMTT73D10A145Y, givenName=matteo, sn=Rivaroli, dnQualifier=22155391, title=Ingegnere
Versione di Adobe Acrobat: 2021.007.20099