Committente:

Funzione Ingegneria e Realizzazioni
IRETI.S.p.A - Società con socio unico IREN S.p.A
Sottoposta a direzione e coordinamento di IREN S.p.A
Sede legale : Via Piacenza 54 - 16138 Genova
cod.fisc e P.IVA n° 01791490343 pec:ireti@pec.ireti.it

Oggetto:

LAVORI DI RIPRISTINO DELLE OPERE DI DIFESA A MARE DEL DEPURATORE DI PUNTA PEDALE A SEGUITO DELLA MAREGGIATA DEL 29/30.10.2018 FASE II: SISTEMAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato:

RELAZIONE METEOMARINA

Progettisti:

STUDIOELB Ingegneri Associati
Corso Torino 17/6 sc.A - 16129 Genova Tel. 010.5740568 - fax : 010.4211059
e-mail: inge@studioelb.it - PEC: studio@pec.studioelb.it - C.F. e P. I.V.A.: 01933110999

Firmato digitalmente da

Riccardo Giammarini

CN = Giammarini Riccardo
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova
T = Ingegnere
SerialNumber = TINIT-GMMRCR71H23D969X
C = IT

0	10.10.2019	ER	SC	RG	Emissione
Revisione	Data	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:	Descrizione

Data:	Scala:	
10.10.2019	-	B27–2 **R06**

SOMMARIO

1. INQUADRAMENTO METEOMARINO 2

2. ANALISI MOTO ONDOSO 2

2.1 EVENTI ESTREMI A COSTA 7

2.2 MAREGGIATA DEL 29/30 OTTOBRE 2018 8

3. INDIVIDUAZIONE DELL'ONDA DI PROGETTO 10

4. VERIFICA DI STABILITÀ DEI MASSI DELLA MANTELLATA 13

5. STIMA DELLA TRACIMAZIONE 16

Allegati:

Eventi estremi per Santa Margherita Ligure (loc. Punta Pedale)

redatto da LABIMA - Laboratorio di Ingegneria Marittima - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA) - Università degli Studi di Firenze

1. INQUADRAMENTO METEOMARINO

Come anticipato nel paragrafo relativo al Piano di tutela dell'ambiente Marino e Costiero il rilevato di Punta Pedale appartiene al paraggio di Bagno delle Donne.

Tale paraggio è orientato secondo i mari da Scirocco e risulta fortemente ridossato ai mari da Libeccio, per la schermatura offerta dal promontorio di Portofino.

L'intero tratto di costa alta afferente il paraggio è costituito da costa alta impostata sulla formazione geologica dell'Antola, costituita da flysch calcareo-marnoso. Nel settore meridionale, tra punta Bagno delle Donne e punta Pedale, la falesia è pressoché verticale e si immerge rapidamente fino a profondità notevoli (fino a 25 m davanti a punta Pedale).

In corrispondenza del riempimento si nota la scarpata formata dal materiale di discarica che si estende fino ad oltre 20 m di profondità.

Come emerge anche dagli studi di PTAMC, l'intero paraggio di Bagno delle Donne è molto protetto dalle ondazioni di libeccio per cui la dinamica sedimentaria è indotta quasi esclusivamente dai mari di scirocco e, in misura minore, di mezzogiorno.

La deriva litoranea è diretta univocamente da sud verso nord e si esplica nella fascia immediatamente a ridosso della linea di riva e sulla spiaggia emersa, ostacolata dai numerosi aggetti artificiali che ne limitano lo spostamento dei sedimenti.

Il trasporto sedimentario reale è quindi assai limitato, sia per la scarsa disponibilità di sedimenti, sia a causa delle opere che sezionano fortemente la spiaggia emersa

2. ANALISI MOTO ONDOSO

In seguito alla mareggiata in data 29-30/10/2018, evento che ha colpito con particolare violenza tutta la costa ligure e in particolare il golfo del Tigullio, è stato ricostruito e caratterizzato il clima ondoso a largo e a costa per la zona in esame.

Lo statistica è stata condotta dal LABIMA - Laboratorio di Ingegneria Marittima del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Firenze in

collaborazione con il Consorzio LAMMA (Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale per lo sviluppo sostenibile).

Si riportano in allegato stralci del documento.

2.1 Onde a largo : statistica pre-mareggiata ottobre 2018

In prima analisi, la statistica è stata eseguita non considerando l'evento del 29/30 ottobre 2018, ottenendo i seguenti risultati:

Tabella 14: Parametri di analisi statistica a largo per il settore 140-240°N per le distribuzioni di Gumbel e Weibull

$H_{threshold}$ [m]	β_{Gumbel}	$B_{Weibull}$	γ_{Gumbel}	$\gamma_{Weibull}$	λ
3.00	0.53	0.66	3.25	2.92	7.33

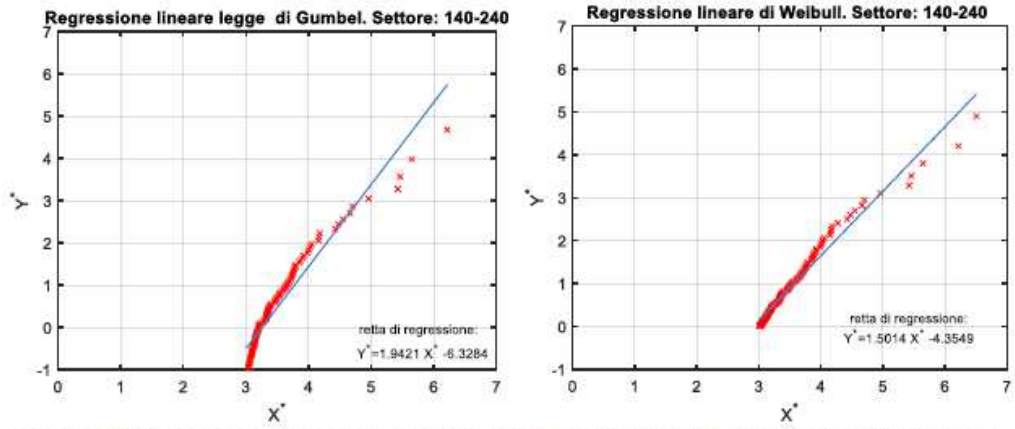


Figura 18: Regressione lineare per la stima dei parametri delle distribuzioni di Gumbel e Weibull a largo, settore 140-240°N.

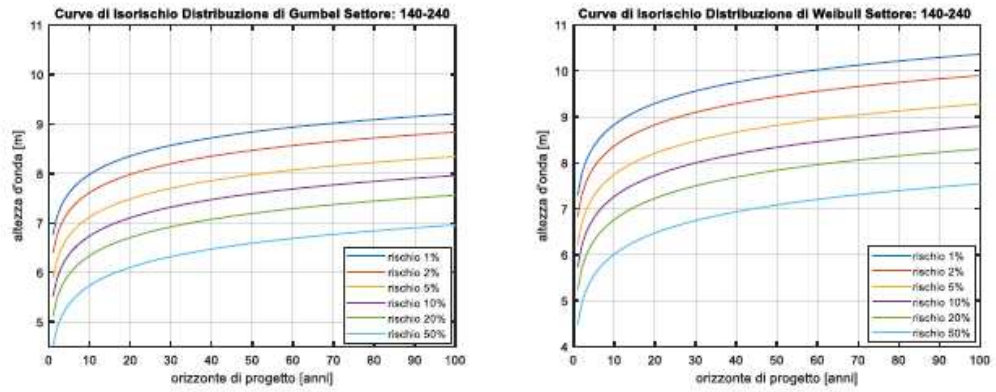


Figura 19: Altezze d'onda significative a largo di Rapallo in funzione dell'orizzonte temporale e del livello di rischio di superamento ottenute con le distribuzioni di Gumbel e di Weibull. Settore 140-240°N.

Tabella 15: Altezza d'onda significativa a largo associata a diversi tempi di ritorno (1-100 anni) per il settore 140-240°N ottenuta con la distribuzione di Gumbel.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	4.3	4.7	5.2	5.5	5.9	6.4	6.8

Tabella 16: Altezza d'onda significativa a largo associata a diversi tempi di ritorno (1-100 anni) per il settore 140-240°N ottenuta con la distribuzione di Weibull.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	4.2	4.7	5.3	5.8	6.2	6.8	7.3

2.2 Onde a largo : statistica aggiornata post-mareggiata ottobre 2018

L'analisi statistica è stata successivamente aggiornata considerando l'evento del 29/30 ottobre 2018, ottenendo i seguenti risultati:

Tabella VII.2: Altezza d'onda significativa a largo associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti dall'intero settore di traversia (140-240°N) – Distribuzione di Gumbel. Aggiornamento della statistica con l'evento del 2018.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	4.35	4.7	5.3	5.7	6.1	6.7	7.0

Tabella VII.3: Altezza d'onda significativa a largo associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti dall'intero settore di traversia (190-240°N) – Distribuzione di Weibull. Aggiornamento della statistica con l'evento del 2018.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	4.3	4.8	5.5	5.9	6.4	7.1	7.6

Come riportato in dettaglio nelle figure successivi, per l'onda a largo, considerando l'intero settore di traversia, si ha un aumento dei valori estremi di altezza d'onda, a parità di tempo di ritorno, pari a circa 30 cm

Tabella VII.1 Parametri di analisi statistica a largo per le onde dall'intero settore di traversia (140-240) per le distribuzioni di Gumbel e Weibull. Aggiornamento della statistica con l'evento del 2018.

$H_{threshold}$ [m]	β_{Gumbel}	$B_{Weibull}$	γ_{Gumbel}	$\gamma_{Weibull}$	λ
3.00	0.57	0.72	3.25	2.87	7.26

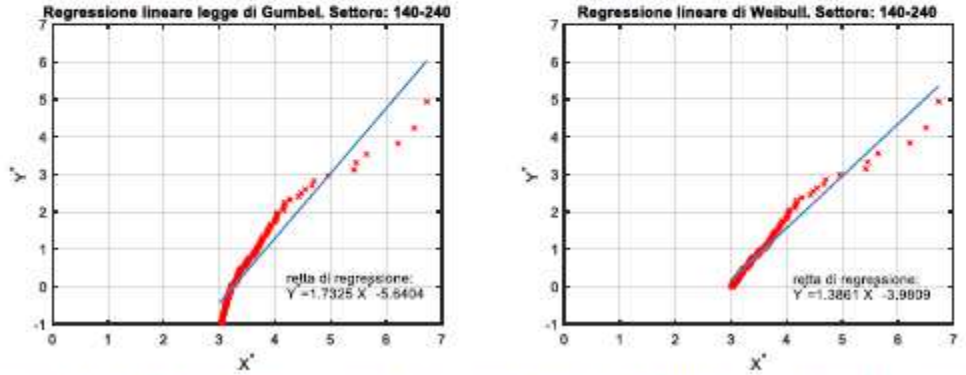


Figura VII.1: Regressione lineare per la stima dei parametri delle leggi Gumbel e Weibull a largo per le onde provenienti dall'intero settore di traversia (140-240°N). Aggiornamento della statistica con l'evento del 2018.

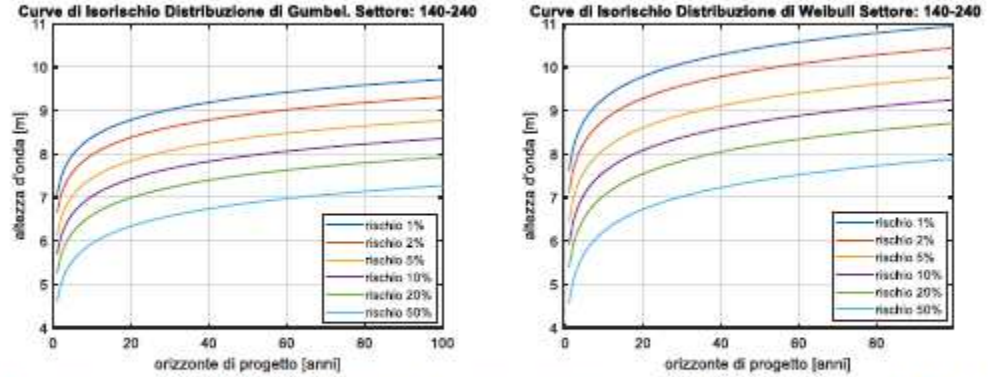


Figura VII.2: Altezze d'onda significative a largo in funzione dell'orizzonte temporale e del livello di rischio di superamento ottenute con le distribuzioni Gumbel e di Weibull, per onde provenienti dall'intero settore di traversia (140-240°N). Aggiornamento della statistica con l'evento del 2018.

2.3 Onde a largo : settore secondario

Limitando l'analisi al solo settore secondario (140-170 °N), l'aggiornamento delle statistiche per le onde a largo è il seguente:

Tabella 21: Altezza d'onda significativa a largo associata a diversi tempi di ritorno (1-100 anni) per il settore 140-170°N ottenuta con la distribuzione di Gumbel.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	2.2	2.6	3.0	3.3	3.6	4.0	4.2

Tabella 22: Altezza d'onda significativa a largo associata a diversi tempi di ritorno (1-100 anni) per il settore 140-170°N ottenuta con la distribuzione di Weibull.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	2.2	2.5	3.0	3.4	3.7	4.2	4.6

Tabella VII.5: Altezza d'onda significativa a largo associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti dal settore di traversia secondario (140-170°N) – Distribuzione di Gumbel. Aggiornamento della statistica con l'evento del 2018.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	2.3	2.8	3.4	3.8	4.2	4.7	5.1

Tabella VII.6: Altezza d'onda significativa a largo associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti dal settore di traversia secondario (140-170°N) – Distribuzione di Weibull. Aggiornamento della statistica con l'evento del 2018.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	2.2	2.7	3.4	3.9	4.4	5.0	5.5

Come emerge chiaramente dalla lettura delle sopra riportate tabelle, l'aumento dei valori estremi di altezza d'onda per il solo settore secondario, importante per valutare le onde estreme in paraggi simili a Santa Margherita, riparati dalla traversia principale di Libeccio, sono valutabili pari a circa 70÷90 cm, corrispondenti a circa il 20% dei valori antecedenti la mareggiata del 29-30 ottobre 2018.

2.4 Eventi estremi a costa

Si riportano i valori a costa con dati relativi al periodo 2000-2018, includendo, quindi, la mareggiata del 29/10/2018; I dati a costa sono stati estrapolati in prossimità del rilevato ad una distanza dalla costa di circa 50m, su un fondale profondo circa 15 m e precisamente nel punto di coordinate 44.3209° (latitudine), 9.2164° (longitudine), come mostrato nella figura che segue.

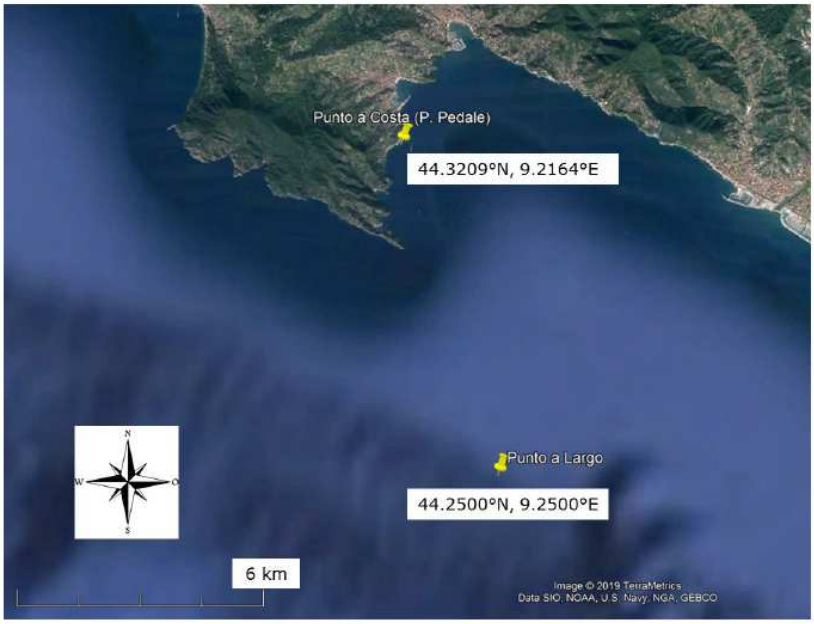


Figura 8.1 – Localizzazione dei punti a largo e a costa per la caratterizzazione del clima ondoso presso Santa Margherita Ligure

Gli eventi estremi a costa provenienti, a largo, dall'intero settore di traversia (140-240°N) sono riportate nelle tabelle seguenti:

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	2.5	2.8	3.1	3.3	3.6	3.9	4.2

Tabella 7.1 - Altezza d'onda significativa a costa associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti a largo dall'intero settore di traversia (140-240°N) - Distribuzione di Gumbel

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	2.5	2.8	3.2	3.4	3.7	4.1	4.5

Tabella 7.2 - Altezza d'onda significativa a costa associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti a largo dall'intero settore di traversia (140-240°N) - Distribuzione di Weibull

2.5 Mareggiata del 29/30 ottobre 2018

Da un punto di vista meteorologico, l'evento che ha generato la mareggiata in esame, ha manifestato connotati di eccezionalità, relativamente alla tipologia del fronte, all'elevato periodo di stazionarietà sul bacino dell'alto Mediterraneo occidentale, all'entità del minimo depressionario associato a venti intensi e livelli del mare elevati, nonché ad un anomalo gradiente temporale dell'evento. In particolare, rispetto alla tipologia, l'evento meteo si connota per una fase iniziale con venti e onde provenienti dai settori di scirocco e da una successiva rotazione verso libeccio. Soprattutto durante la fase di scirocco, e relativamente al paraggio in esame, intensità e persistenza sono risultate particolarmente anomale.

In virtù della conformazione oro-batimetrica del Golfo del Tigullio, la direzione di provenienza dei moti ondosi a largo è un fattore decisivo nel discriminare l'impatto degli stessi una volta giunti a costa, come evidenziato dal confronto comparativo con altre mareggiate rilevanti del passato. La mareggiata del 29-30/10/2019 ha visto onde con valori oltre 3m provenire da direzioni comprese fra 140-190°N per un numero considerevole di ore continuative (circa 10).

Inoltre, le onde da scirocco con altezze superiore alla soglia hanno, più frequentemente, periodi di picco di circa 8 s (più brevi di quelli associate alle onde da libeccio, variabili fra 9 e 11 s). La mareggiata, nella fase iniziale con provenienza da scirocco, ha avuto un valore massimo di altezza d'onda associato ad un periodo di picco compreso fra 10 e 11s. Tale condizione risulta piuttosto rara, ed ha implicazioni rilevanti, poiché onde di periodo più elevato inducono condizioni di tracimazione e sollecitazione più gravose per le opere marittime.

Come emerge dall'analisi di LABIMA (di cui si riporta in allegato il suddetto sintetico report), il moto ondoso sui fondali antistanti Punta Pedale durante la mareggiata del 29/10/2018 ha presentato, un'altezza significativa massima di circa 3.9m, con riferimento ai valori ricostruiti per il punto rappresentativo individuato al paragrafo precedente.

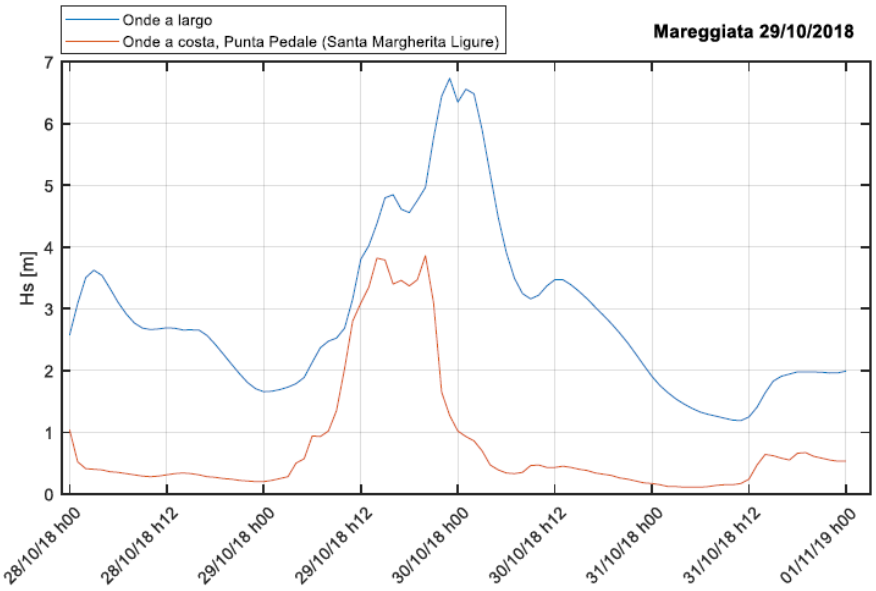


Figura 8.2 - Altezza significativa durante la mareggiata del 29/10/2018 dei punti a largo (44.2500°N, 9.2500°E) e a costa (44.3209 °N, 9.2164°E) per Santa Margherita Ligure (località Punta Pedale)

3. INDIVIDUAZIONE DELL'ONDA DI PROGETTO

Il calcolo dell'onda di progetto utilizzata per il dimensionamento della mantellata della scogliera 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 2, ossia 25 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 media (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 compresa tra 5 e 20), ossia P_f media pari a 0,30.

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:

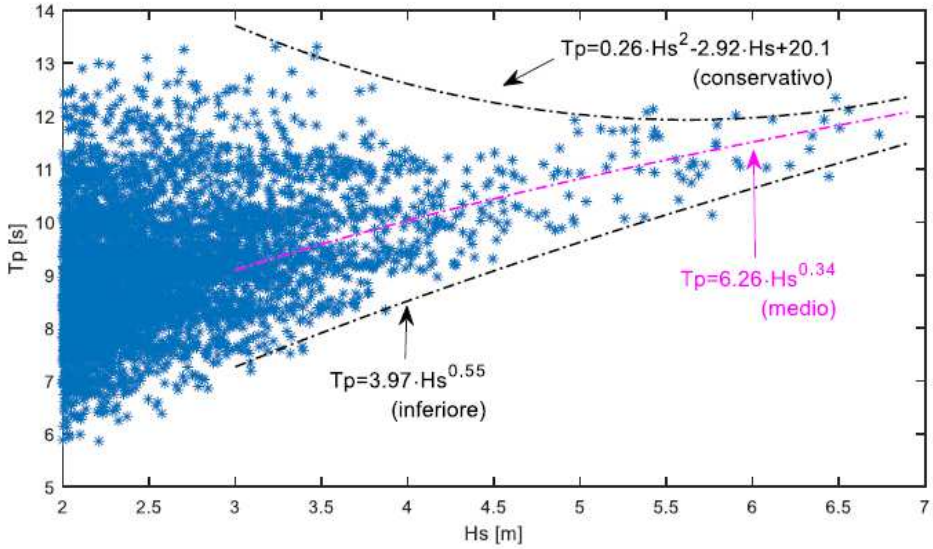
$$T_{rp} = T_v / [- \ln(1-P_f)]$$

Ne consegue che il tempo di ritorno in caso di ripercussione economica bassa risulta pari a 70 anni; cautelativamente, vista l'importanza strategica dell'impianto di depurazione, per i calcoli progetto si assume tempo di ritorno pari a 100 anni.

L'altezza d'onda da utilizzare per le verifiche risulta quindi quella dell'onda con tempo di ritorno 100 anni calcolata cautelativamente al piede del rilevato (alla profondità di 15 m), come individuata nell'ambito della statistica condotta da LABIMA e sintetizzata ai paragrafi precedenti, con l'applicazione della distribuzione di Weibull, che risulta H_s = 4,50 m

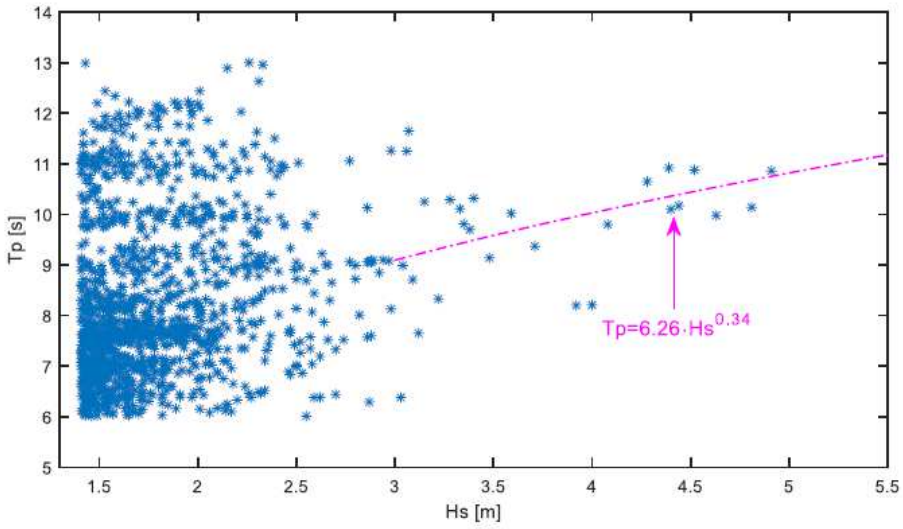
Dato che non esistono relazioni universalmente valide per la definizione di un periodo (sia esso medio o di picco) da associare alle onde significative estreme, per individuare il periodo da associare ai valori estremi di altezza d'onda è stata utilizzata la relazione basata sui dati relativi al punto al largo del Golfo di Rapallo ottenuti tramite simulazione con il modello WW3-DICEA per il periodo 2000-2018 che tiene in conto dei fattori locali quali la morfologia e l'orografia dell'area in esame.

$$T_p = 6.26*H_s^{0.34}$$



Legame fra altezza significativa e periodo di picco per onde con altezza significativa superiore a 2m. Dati relativi al punto a largo di Rapallo, ottenuti tramite simulazione con il modello WW3-DICEA per il periodo 2000-2018.

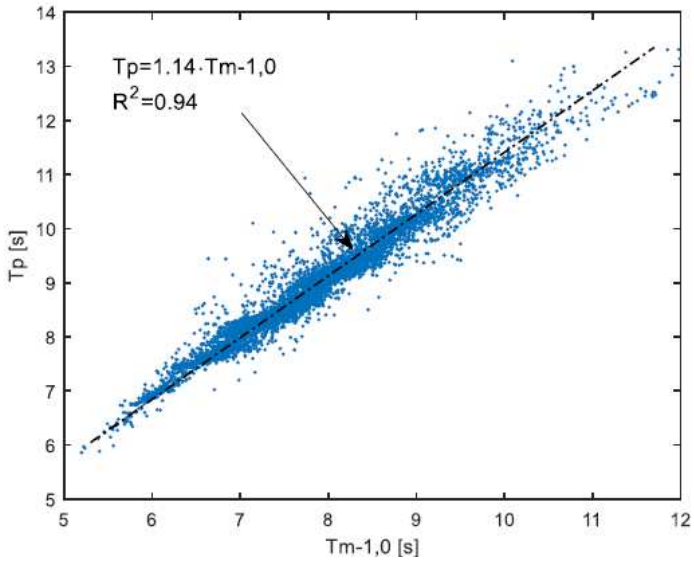
Tale relazione può, in prima approssimazione, essere considerata rappresentativa anche per il moto ondoso a costa.



Legame fra altezza significativa e periodo di per i moti ondosi a costa. Dati ottenuti tramite simulazione con il modello ONDA-DICEA per il periodo 2000-2018.

Il legame fra periodo $T_{m-1,0}$ e periodo di picco T_p, specificatamente verificato con i dati a largo di Rapallo può essere espresso con buona approssimazione dalla seguente relazione:

$$T_p = 1{,}14 * Tm_{-1,0}$$



Legame fra periodo medio $T_{m-1,0}$ e periodo di picco T_p per le onde con altezza significativa superiore a 2m. Dati ottenuti tramite simulazione con il modello WW3-DICEA per il periodo 2000-2018.

Sulla base delle relazioni sopra riportate si assume quindi come **periodo di picco corrispondente all'onda a costa H_s= 4.5 m il valore Tp =10.4 s e come periodo medio spettrale il valore $Tm_{-1,0}$= 9,2 s.**

4. VERIFICA DI STABILITÀ DEI MASSI DELLA MANTELLATA

Per il dimensionamento dei massi della mantellata, si è utilizzata la nota formula di Van Der Meer, riportata di seguito, che rispetto alla formula di Hudson permette di tener conto dell'azione di onde irregolari e gli effetti della variabilità del periodo.

Formula di Van Der Meer

Per onda frangente tipo plunging ($\xi_m \leq 2.5$):

$$\frac{H_S}{\Delta D_{n\,50}} = 6.2\,P^{0.18}\left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0.2}\xi_m^{-0.5}$$

Per onda frangente tipo surging ($\xi_m \geq 3.5$):

$$\frac{H_S}{\Delta\,D_{n\,50}} = 1.0\,P^{-0.13}\left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0.2}\sqrt{\cot\alpha}\;\xi_m^{P}$$

Per onde con frangimento intermedio ($2{,}5 < \xi_m < 3.5$):

$$\frac{H_S}{\Delta D_{n\,50}} = \min\left(6.2\,P^{0.18}\left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0.2}\xi_m^{-0.5};\,1.0\,P^{-0.13}\left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0.2}\sqrt{\cot\alpha}\;\xi_m^{P}\right)$$

in cui:

H_s = altezza d'onda significativa al piede della scogliera

ξ_m = parametro di surf o numero di Iribarren per il periodo medio $\quad \xi_m = \dfrac{\tan\alpha}{\sqrt{\dfrac{2\pi H_S}{g T_m^2}}}$

T_m = periodo d'onda medio (s)

α = pendenza della mantellata (°)

$\Delta = (\gamma_m/\gamma_w - 1)$ = massa relativa del masso

γ_w = peso specifico dell'acqua marina (1030 Kg/m³)

γ_m= peso specifico del masso (2650 Kg/ m³)

D_{n50}= diametro nominale del masso, $D_{n50} = (W_{50}/\gamma_m)^{1/3}$ (m)

W_{50}= valore del peso corrispondente al 50% nella curva di distribuzione (kg)

P = coefficiente di permeabilità della struttura

S = livello di danneggiamento ammesso, $S = A/(D_{n50})^2$ (crf. tabella seguente)

A = area erosa nella sezione

N = numero di onde (tipicamente tra 1000 e 5000).

Nella tabella seguente sono riportati i valori del parametro S in funzione della pendenza.

Pendenza	Livello di danno S		
	Danno iniziale	Danno intermedio	Danno totale
1:1.5	2	3-5	8
1:2	2	4-6	8
1:3	2	6-9	12
1:4	3	8-12	17
1:6	3	8-12	17

LIVELLI DI DANNO PER MANTELLATE IN DOPPIO STRATO IN FUNZIONE DELLA PENDENZA

La verifica è stata condotta sia per indice di danneggiamento S=2 corrispondente a danno iniziale.

Si riporta di seguito la relativa tabella di calcolo.

Come onda di progetto è stata assunta l'onda frangente con tempo di ritorno 100-ennale,come definita al paragrafo precedente.

Dati

$\rho 0$ =	1.030,00	kg/mc	densità acqua di mare
ρ =	2.650,00	kg/mc	densità scogli
Δ =	1,57		$\rho / \rho 0$ - 1
p*=	0,50		permeabilità (tra 0,1 e 0,6)
cotg (α) =	2,50		pendenza mantellata (1 su …)
tg (α) =	0,40		1 / pendenza della mantellata
h =	15,00	m	profondità al piede
H_s =	4,50	m	H onda significativa
g =	9,81	m/s^2	accelerazione gravità
T_p =	10,4	s	periodo di picco
T_s=	10,4	s	periodo significativo
T_m =	9,2	s	periodo medio
$L_{0\,m}$	132,10	m	lunghezza d'onda al largo riferita al Tm
ξ m =	**2,167**		parametro di Iribarren
ξ mc =	3,163		parametro di Iribarren critico
S =	2,00		livello di danneggiamento
N =	4.000,00		numero onde presenti nella mareggiata (da 3000 a 5000)
Pers =	10,22	ore	durata della mareggiata
R_c=	3,00	m	altezza della mantellata sul l.m.m.

FORMULA DI VAN DER MEER

- Calcolo del parametro Ns

ξ m$\leq$2,5—>	Hs/(Δ*Dn50)=	**1,86**	frangimento tipo plunging
2,5$\leq \xi$ m $\leq$3,5—>	Hs/(Δ*Dn50)=	--	-
ξ m$\geq$3,5—>	Hs/(Δ*Dn50)=	**--**	-

Ns = Hs/(Δ*Dn50)= ***1,86***

D_{n50}	**1,54**	**m**	**diametro nominale medio**
W_{50}	**9.596**	**kg**	**peso medio del singolo masso di progetto**

DIMENSIONAMENTO DELLE MANTELLATA - FORMULA DI VAN DER MEER CON S=2

Alla luce dei risultati ottenuti, per la realizzazione dell'opera saranno quindi utilizzati massi naturali delle seguenti pezzature:

- massi naturali di IV categoria (oltre 7 t) con peso compreso tra 9 e 12 t per la mantellata esterna nei punti maggiormente esposti al moto ondoso nella zona intorno al livello medio mare;
- massi naturali di IV categoria (oltre 7 t) con peso compreso tra 7 e 9 t per il piede della scogliera nell'angolo sud est;
- massi di II categoria (a 1 a 3 t) per lo strato interno della scogliera nella parte adiacente il depuratore.

5. STIMA DELLA TRACIMAZIONE

L'Overtopping Manual edizione 2018 incorpora nuove tecniche per prevedere il superamento delle onde su pareti marine, argini di alluvioni, frangiflutti e altre strutture del litorale. Il manuale include casi di studio e calcoli di esempio. Il manuale ha lo scopo di aiutare gli ingegneri costieri ad analizzare le prestazioni complessive della maggior parte dei tipi di difesa marittima trovati in tutto il mondo. I metodi nel manuale possono essere utilizzati per le attuali valutazioni delle prestazioni e per calcoli di progettazione a più lungo termine. Il manuale definisce i tipi di struttura, fornisce le definizioni dei parametri e fornisce indicazioni su come interpretare i risultati. Un capitolo sui pericoli fornisce una guida sugli scarichi tollerabili e sui processi di sovrapposizione, compresi i video sugli scarichi di sovrapposizione. Ulteriori discussioni identificano i diversi metodi disponibili per la valutazione del sorpasso, come le tecniche empiriche, fisiche e numeriche.

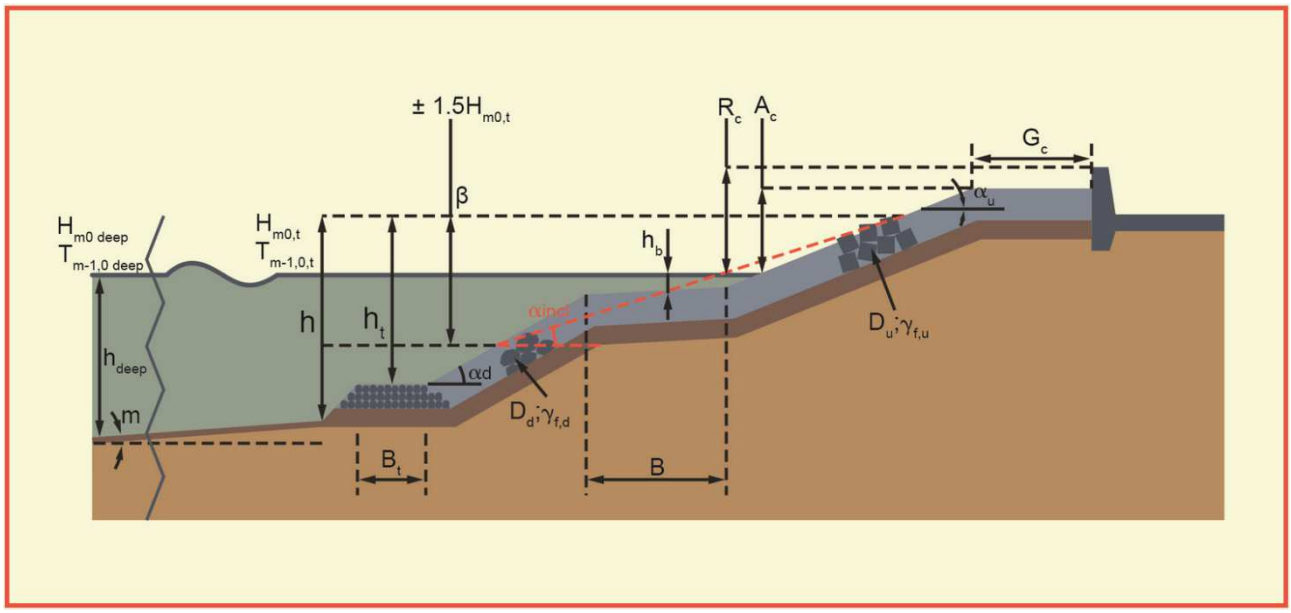
Con il primo manuale del 2007 era stato sviluppato uno strumento di calcolo online per aiutare l'utente attraverso una serie di passaggi a stabilire previsioni di sovrapposizione per diverse tipologie e geometrie di strutture, che purtroppo non è stato più aggiornato.

Parallelamente a questo manuale è stata resa disponibile una rete neurale artificiale, denominata EurOtop ANN, per prevedere la portata di overtopping media per tutti i tipi di geometrie della struttura, dato da un numero di parametri idraulici e geometrici come input. Si basa sul grande database EurOtop, esteso dal database CLASH, che contiene oltre 13.000 test sul superamento delle onde.

Per la stima delle portate di overtopping è stato utilizzato, quindi, il software web fornito da:

EurOtop ANN and EurOtop-database all'indirizzo www.unibo.it/overtopping-neuralnetwork/

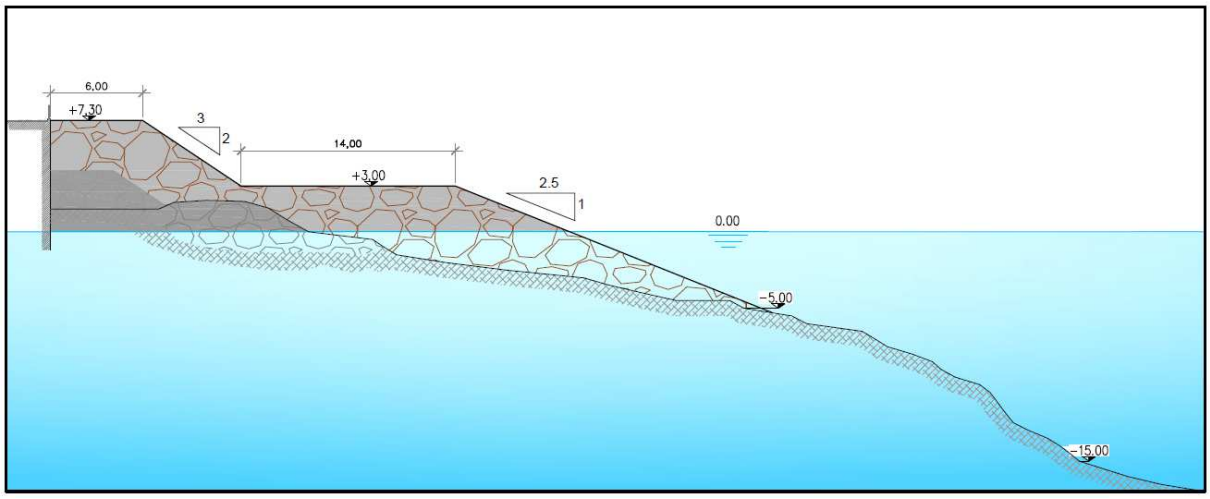
I dati di input richiesti dal software sono i seguenti:



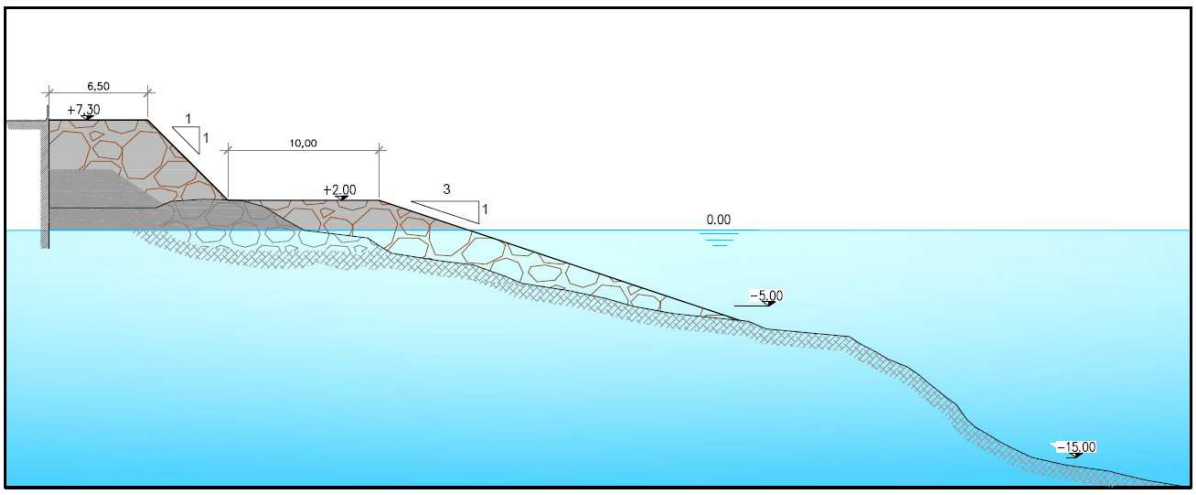
e sono definiti nella sotto riportata tabella:

#	Input Parameter	Units	Definition of the parameter
1	Name	[-]	Label/ID of the test
2	m	[-]	Cotangent of the foreshore slope
3	h	[m]	Water depth at the toe of the structure
4	$H_{m0,t}$	[m]	Significant wave height at the toe of the structure
5	$T_{m-1,0,t}$	[s]	Spectral wave period at the toe of the structure
6	β	[°]	Wave obliquity
7	h_t	[m]	Toe submergence
8	B_t	[m]	Toe width
9	h_b	[m]	Berm submergence
10	B	[m]	Horizontal berm width
11	$\cot\alpha_d$	[-]	Cotangent of the angle that the part of the structure below the berm makes with a horizontal
12	$\cot\alpha_u$	[-]	Cotangent of the angle that the part of the structure above the berm makes with a horizontal
13	Yfd	[-]	Roughness factor for $\cot\alpha_d$
14	Yfu	[-]	Roughness factor for $\cot\alpha_u$
15	D_d	[m]	Size of the structure elements along $\cot\alpha_d$
16	D_u	[m]	Size of the structure elements along $\cot\alpha_u$
17	A_c	[m]	Armour crest height with respect to swl
18	R_c	[m]	Crest height with respect to swl
19	G_c	[m]	Crest width
20	Kr_Flag	-	Logical flag to obtain the prediction of q (0 or 1)
21	Kt_Flag	-	Logical flag to obtain the prediction of Kr (0 or 1)
22	q_Flag	-	Logical flag to obtain the prediction of Kt (0 or 1)

Al fine di poter valutare la risposta dell'opera a progetto in riferimento alla configurazione di progetto preesistente sono state effettuate prove sia nella configurazione di progetto che nella configurazione preesistente. Entrambe le configurazioni sono state testate sia in caso di livello del medio mare pari a zero sia in caso di sopraelevazione pari a 1 m.



Schematizzazione configurazione di progetto



Schematizzazione configurazione di progetto preesistente

Tale sopraelevazione è stata considerata nelle simulazioni aumentando i battenti d'acqua di riferimento.

Come pendenza del fondale davanti al rilevato è stato assunto un angolo pari a circa 7° (con cotangente pari a 8,4).

La profondità al piede dell'opera è stata assunta cautelativamente pari a 15 m.

Come onda al piede dell'opera è stata assunta l'onda a costa con T= 100 anni individuata nell'ambito della statistica condotta da LABIMA le cui caratteristiche sono state individuate al paragrafo precedente.

Sulla base di esperienze analoghe il valore di sopraelevazione è stato utilizzato pari a 1 m.

Per tutte le configurazioni è stata utilizzata la scabrezza tipica del doppio strato di massi naturali ossia pari a 0,55 e dimensione media del masso per l'intera scogliera cautelativamente pari a 1, 3 m.

Sinteticamente si può osservare che con la nuova configurazione di progetto le portate medie di tracimazione rispetto alla configurazione di progetto preesistente:

- nel caso di livello medio marino sopraelevato passano da 1.2 a 0.62 l/s per m, abbassandosi del 48%;
- nel caso di livello medio marino pari a zero passano da 0,32 a 0.20 l/ s per metro, abbassandosi del 38%

Si riportano di seguito gli input e gli output del software web, relativo alle configurazioni testate.[1]

Configurazione di progetto

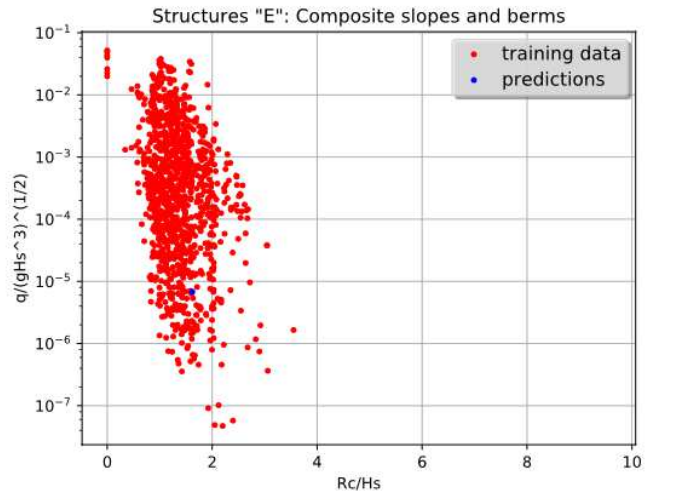
Input

mname	m	h	Hm0t	Tmm10t	Beta	ht	Bt	hb	B	cotad	cotau	Yfd	Yfu	Dd	Du	Ac	Rc	Gc	Kr_Flag	Kt_Flag	q_Flag
Progetto	8.4	15.0	4.5	11.0	0.0	15.0	0.0	-3.0	14.0	2.5	1.5	0.55	0.55	1.3	1.3	7.3	7.3	6.0	0.0	0.0	1.0

Output

Test-ID	Average	Prototype	5.0%	95.0%	E
Progetto	2.03e-04	4.04e-04	2.69e-05	1.74e-03	1.9807

[1] *Tali configurazioni vanno oltre la gamma di addestramento dello strumento NN; ciò può influire sulle previsioni della portata di overtopping, che deve essere ritenuta, non quantitativa in senso stretto, ma indicativa del fenomeno.*



$q_{average}$ = 2.03*10^-4 m3 / s per m = 0.20 l/s per m

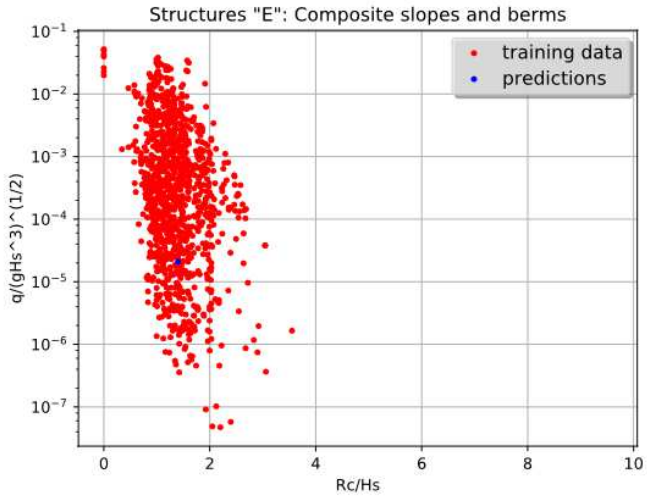
Configurazione di progetto + sopraelevazione

Input

mname	m	h	Hm0t	Tmm10t	Beta	ht	Bt	hb	B	cotad	cotau	Yfd	Yfu	Dd	Du	Ac	Rc	Gc	Kr_Flag	Kt_Flag	q_Flag
Progetto+sopraelev	8.4	16.0	4.5	11.0	0.0	16.0	0.0	-2.0	14.0	2.5	1.5	0.55	0.55	1.3	1.3	6.3	6.3	6.0	0.0	0.0	1.0

Output

Test-ID	Average	Prototype	5.0%	95.0%	E
Progetto+sopraelev	6.21e-04	7.34e-04	9.84e-05	3.73e-03	1.9996



$q_{average}$ = 6.21 * 10^-4 m3 / s per m = 0.62 l/s per m

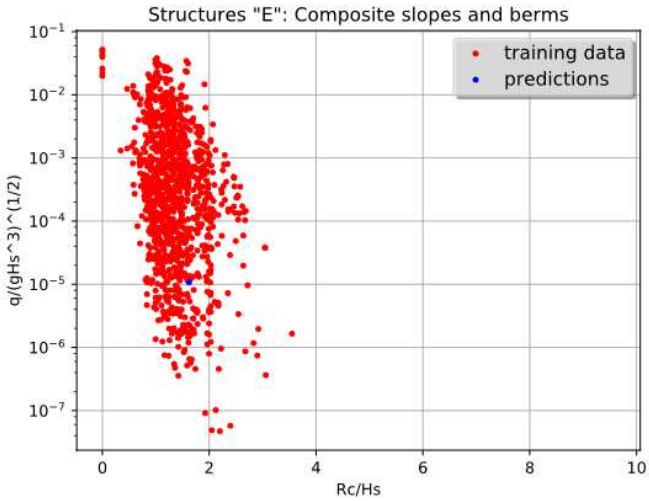
Configurazione di progetto preesistente

Input

mname	m	h	Hm0t	Tmm10t	Beta	ht	Bt	hb	B	cotad	cotau	Yfd	Yfu	Dd	Du	Ac	Rc	Gc	Kr_Flag	Kt_Flag	q_Flag
Presistente	8.4	15.0	4.5	11.0	0.0	15.0	0.0	-2.0	10.0	3.0	1.0	0.55	0.55	1.3	1.3	7.3	7.3	6.5	0.0	0.0	1.0

Output

Test-ID	Average	Prototype	5.0%	95.0%	E
Presistente	3.21e-04	4.91e-04	4.94e-05	1.91e-03	1.7226



$q_{average}$ = 3.21 * 10^-4 m3 / s per m = 0.32 l/s per m

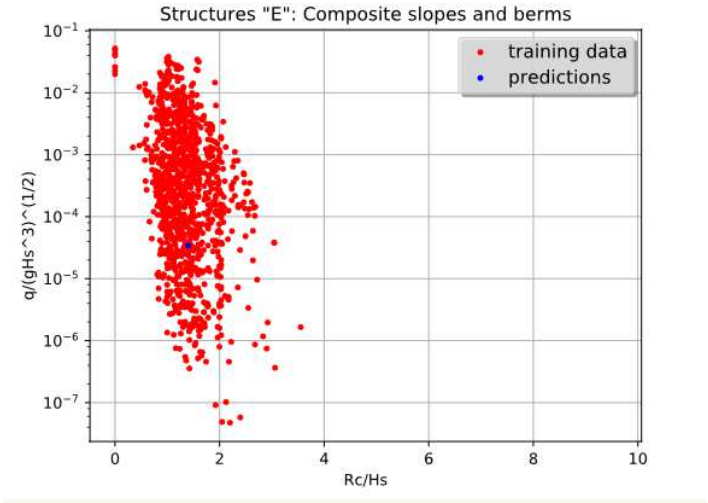
Configurazione di progetto preesistente + Sopraelevazione

Input

mname	m	h	Hm0t	Tmm10t	Beta	ht	Bt	hb	B	cotad	cotau	Yfd	Yfu	Dd	Du	Ac	Rc	Gc	Kr_Flag	Kt_Flag	q_Flag
Presistente+soprael	8.4	16.0	4.5	11.0	0.0	16.0	0.0	-1.0	10.0	3.0	1.0	0.55	0.55	1.3	1.3	6.3	6.3	6.5	0.0	0.0	1.0

Output

Test-ID	Average	Prototype	5.0%	95.0%	E
Presistente+soprael	1.02e-03	1.02e-03	1.95e-04	5.01e-03	1.8059



$q_{average}$ = 1.02 * 10^-3 m3 / s per m = 1.2 l/s per m

EVENTI ESTREMI PER SANTA MARGHERITA LIGURE (Località Punta Pedale)

La statistica degli eventi estremi per Santa Margherita Ligure è condotta con dati relativi al periodo 2000-2018 (include, quindi, la mareggiata del 29/10/2018). I dati a costa sono rappresentativi del punto di coordinate 44.3209° (latitudine), 9.2164° (longitudine), situato ad una distanza dalla costa di circa 50m, su un fondale profondo circa 15m (Figura 1).

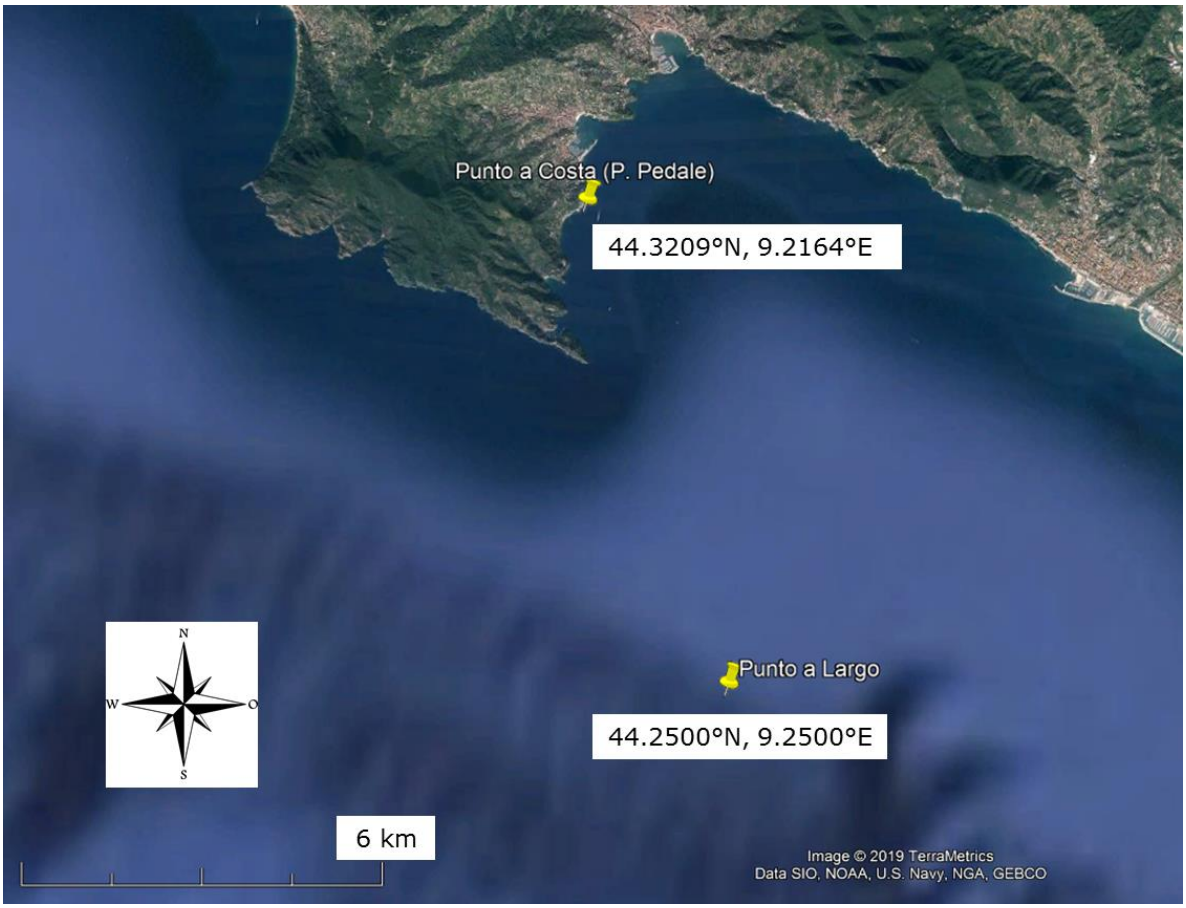


Figura 1: Localizzazione dei punti a largo e a costa per la caratterizzazione del clima ondoso presso Santa Margherita Ligure.

Eventi estremi a costa provenienti, a largo, dall'intero settore di traversia (140-240°N)

Tabella 1: Parametri di analisi statistica a costa per le onde provenienti a largo dall'intero settore di traversia (140-240°N) per le distribuzioni di Gumbel e Weibull.

$H_{threshold}$ [m]	β_{Gumbel}	$B_{Weibull}$	γ_{Gumbel}	$\gamma_{Weibull}$	λ
2.00	0.34	0.43	2.14	1.91	3.6

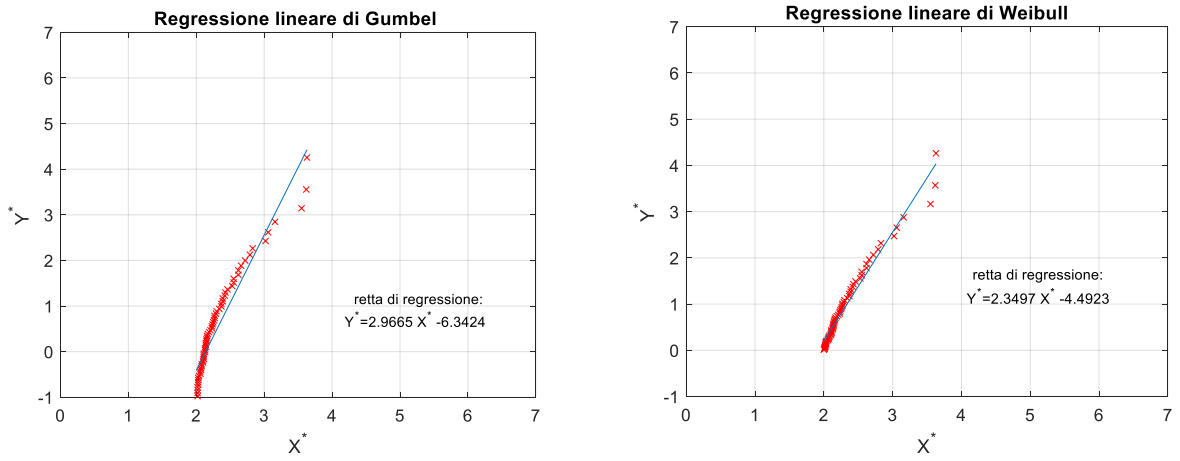


Figura 2: Regressione lineare per la stima dei parametri delle leggi Gumbel e Weibull a costa per onde provenienti a largo dall'intero settore di traversia (140-240°N).

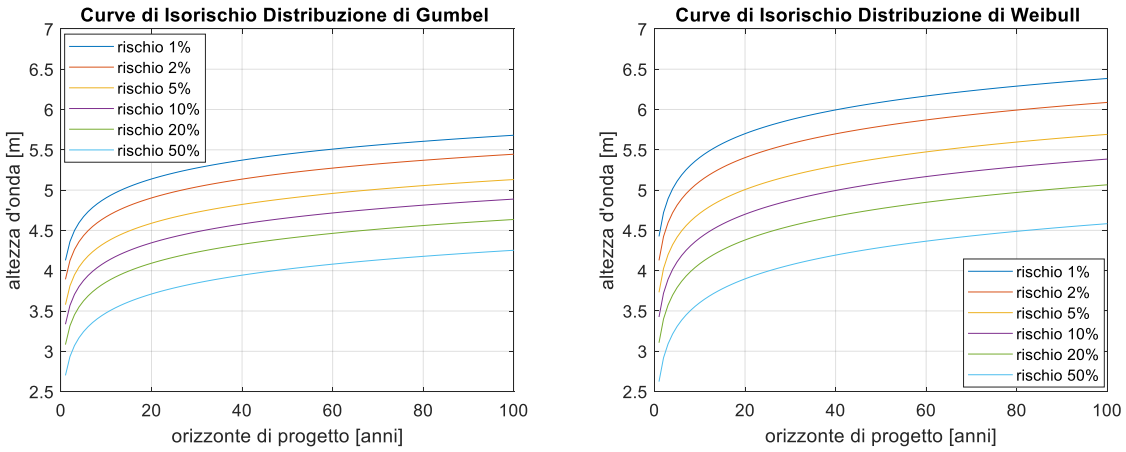


Figura 3: Altezze d'onda significative a costa in funzione dell'orizzonte temporale e del livello di rischio di superamento ottenute con le distribuzioni Gumbel e di Weibull, per onde provenienti a largo dall'intero settore di traversia (140-240°N).

Tabella 2: Altezza d'onda significativa a costa associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti a largo dall'intero settore di traversia (140-240°N) - Distribuzione di Gumbel.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Hs [m]	2.5	2.8	3.1	3.3	3.6	3.9	4.2

Tabella 3: Altezza d'onda significativa a costa associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti a largo dall'intero settore di traversia (140-240°N) – Distribuzione di Weibull.

	tempo di ritorno [anni]						
	1	**2**	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**
Hs [m]	2.5	2.8	3.2	3.4	3.7	4.1	4.5

MAREGGIATA DEL 29/10/2018 NEI PRESSI DI SANTA MARGHERITA LIGURE

Il moto ondoso sui fondali antistanti la diga del porto di Santa Margerita Ligure durante la mareggiata del 29/10/2018 ha presentato un'altezza significativa massima di circa 3.9m, con riferimento ai valori ricostruiti per il punto di coordinate 44.3209° (latitudine), 9.2164° (longitudine), ad una distanza dalla costa di circa 50m, su un fondale profondo circa 15m (Figura 1).

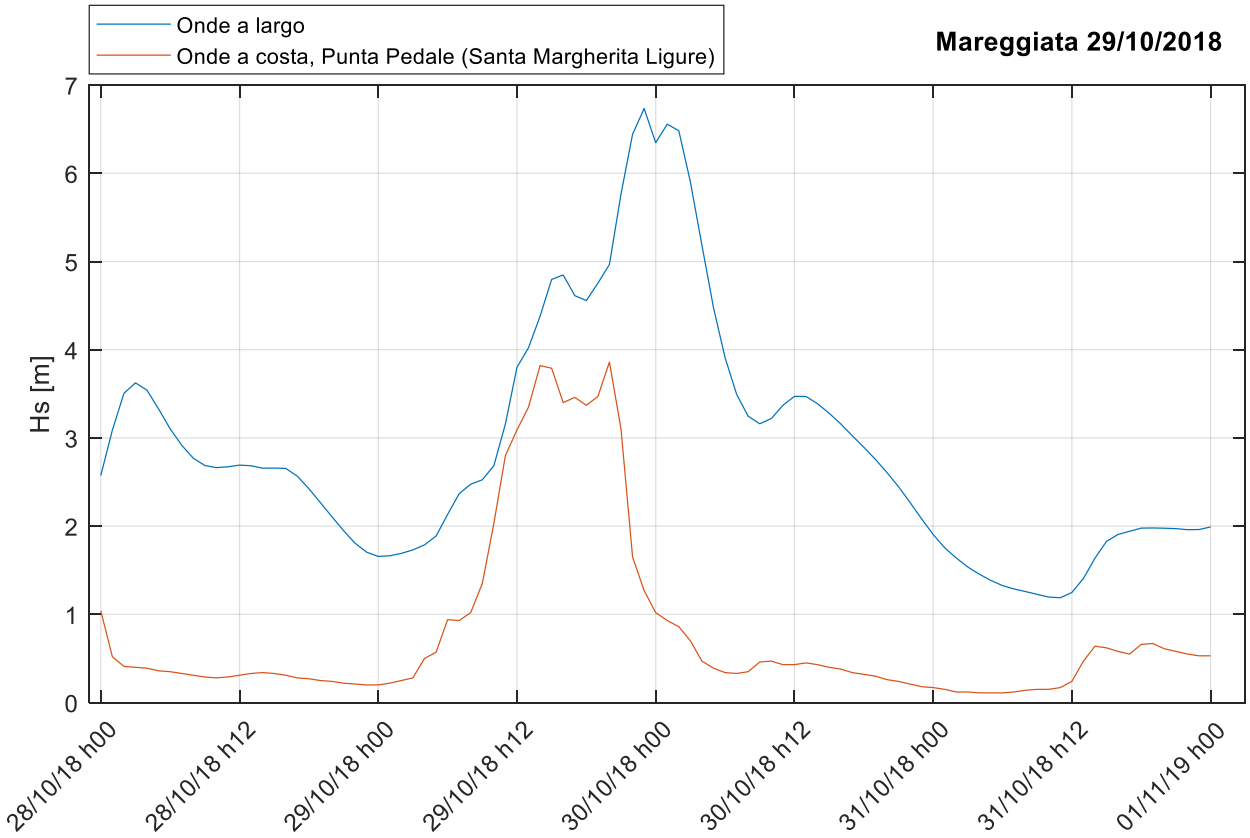


Figura 4: Altezza significativa durante la mareggiata del 29/10/2018 dei punti a largo (44.2500°N, 9.2500°E) e a costa (44.3209 °N, 9.2164°E) per Santa Margherita Ligure (località Punta Pedale)