



Regione Toscana
Comune di Orbetello (GR)



**PIANO REGOLATORE PORTUALE
 DI TALAMONE**
 Art.86 L.R. 65/2014

Committente

Comune di Orbetello

Dirigente:

Arch. Massimo Sabatino

Responsabile del procedimento:

Arch. Francesca Olivi



Progettazione

**ACQUA
 TECNO**

Acquatecno S.r.l.

Arch. Vittoria Biego



Titolo elaborato

**STUDIO DELLA PROPAGAZIONE
 DEL MOTO ONDOSI SOTTO COSTA**

Elaborato

A.2185 | PRP | R

SS2

Scala

Data
 Luglio 2017

Elaborato
 Arch. Vittoria Biego
 Dott.ssa Sara Scrimieri

Controllato
 Ing. Renato Marconi

Approvato
 Arch. Vittoria Biego

Revisione	Data
01	Marzo 2018
02	Novembre 2018

————— **Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa** —————

INDICE

1	PREMESSA	2
2	CONDIZIONI ONDOSE DI RIFERIMENTO PER LO STUDIO	4
3	MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO	5
3.1	SW (Spectral Waves)	5
3.2	Definizione della griglia di calcolo.....	6
3.3	Periodo di simulazione e passo di integrazione.....	11
3.4	Risultati delle simulazioni	12
4	CONCLUSIONI	21

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

1 PREMESSA

Nell'ambito della redazione del Piano Regolatore Portuale di Talamone è stato effettuato lo studio di propagazione largo-riva del moto ondoso.

Nella figura 1 è riportata l'area di studio.

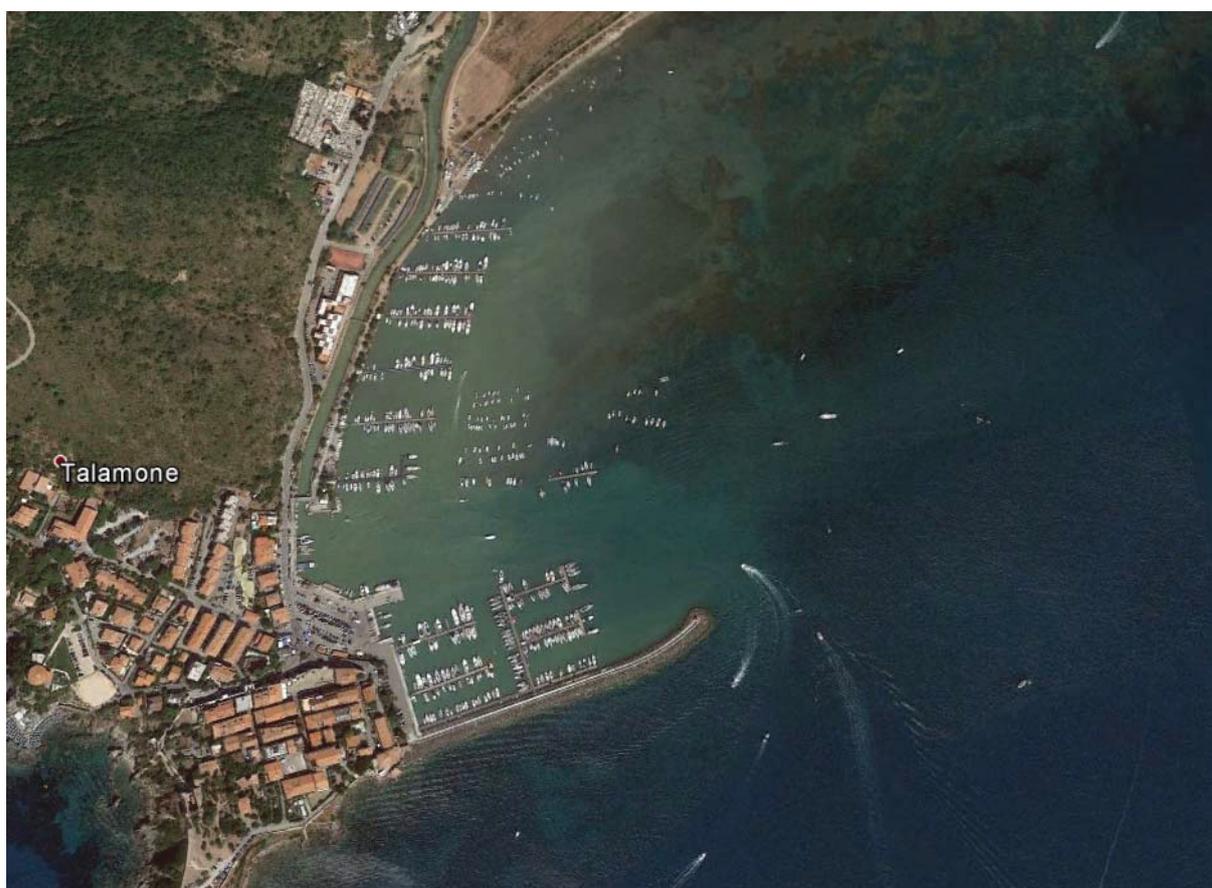


Figura 1 Vista aerea del porto di Talamone

Per la simulazione numerica bidimensionale è stato utilizzato il modello matematico MIKE 21, sviluppato dal Danish Hydraulic Institute. Esso è basato sulla risoluzione alle differenze finite su griglia strutturata o flessibile, ed è costituito da differenti moduli che implementano le numerose equazioni che governano gran parte dei fenomeni idraulici riscontrabili in un determinato sistema marino.

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

Nel caso in esame è stato utilizzato il modelli SW (Spectral wave), che consente di simulare la propagazione ondosa in prossimità dell'area di studio tenendo conto di vari fenomeni quali, shoaling, diffrazione, rifrazione, riflessione semplice e l'amplificazione ondosa indotta dal vento che spira all'interno di essa.

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa**2 CONDIZIONI ONDOSE DI RIFERIMENTO PER LO STUDIO**

Per la definizione di moto ondoso (altezza, periodo, direzione di provenienza) in ingresso al porto di Talamone sono stati utilizzati i dati di moto ondoso ricavati dallo studio meteomarinario fatto in precedenza. In particolare è stata analizzata una forzante ondosa proveniente da Libeccio (210°N), ed un vento che spira da Sud (170°N).

Sono stati studiati eventi di moto ondoso assimilabili al tempo di ritorno 50 anni per la simulazione degli eventi estremi, ed un tempo di ritorno 5 anni per lo studio dell'operabilità del porto.

Le velocità del vento simulate sono state di 20m/s per un vento assimilabile ad un evento di burrasca (scala Beaufort 8) e 30m/s per un evento di tempesta violenta (scala Beaufort 11), entrambi di durata 2 ore.

Nella tabella 1 sono riportate le caratteristiche del moto ondoso utilizzato.

Tr[anni]	Hs[m]	Tp[s]	Dir[°N]
5	2.8	7.7	210
50	4.7	9.4	210

Tabella 1 Condizioni ondose utilizzate per le simulazioni

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

3 MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

3.1 SW (Spectral Waves)

Il modello Spectral waves (SW) del codice MIKE 21 viene utilizzato per valutare le trasformazioni del moto ondoso in aree costiere ed off-shore sia per hind-cast che per forecast, il modello è in grado di simulare:

1. crescita dell'onda per effetto del vento
2. interazione non lineare tra le onde
3. dissipazione dovuta al *white capping*
4. dissipazione dovuta all'attrito con il fondo
5. frangimento dell'onda su profondità limitate
6. rifrazione e shoaling dovuti alla batimetria
7. diffrazione
8. riflessione semplice

Il modello MIKE 21 SW è basato sulla risoluzione numerica nel dominio e nel tempo dell'equazione di bilancio dell'azione delle onde:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \nabla_x \cdot (c_g A) + \nabla_y \cdot (c_g A) + \nabla_z \cdot (c_g A) = S$$

Il modello utilizza una formulazione parametrica direzionalmente disaccoppiata ed una formulazione completamente spettrale. La formulazione parametrica direzionalmente disaccoppiata si basa su una parametrizzazione dell'equazione di conservazione dell'azione ondosa. La parametrizzazione viene effettuata nel dominio delle frequenze introducendo lo zeroth, ed il primo momento dello spettro delle onde come variabili dipendenti. La formulazione completamente spettrale si basa sull'equazione di conservazione dell'onda come descritto da Komen et al. (1994) e Young (1999), in cui lo spettro di frequenza direzionale dell'azione dell'onda è la variabile dipendente. Il modulo SW comprende anche due formulazioni per il tempo. Una formulazione quasi stazionaria ed una non stazionaria, in quella quasi stazionaria la variabile tempo viene rimossa come variabile indipendente e viene associata una soluzione stazionaria ad ogni passo temporale. Quando viene utilizzata la soluzione stazionaria non è possibile inserire il vento come forzante.

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

L'immissione delle onde all'interno del dominio di calcolo può essere effettuata utilizzando delle boundaries aperte dove poter inserire il moto ondoso di interesse, oppure inserendo delle boundaries chiuse ed immettere la forzante del vento. L'output principale di MIKE21 SW è il campo d'onda residua all'interno della zona di studio.

3.2 Definizione della griglia di calcolo

Per la propagazione da largo dell'onda si è costruita una mesh di calcolo irregolare (flexible mesh) con passo di discretizzazione dx e dy pari a 100m a largo ed un passo di 5 m l'ungo l'intera area portuale, la boundary aperta dove è stata inserita l'onda di progetto si trova lungo la batimetrica - 110m s.l.m. per assicurarsi che non risenta dei fondali.

Nelle figure 2, 3, 4, 5, 6 sono riportate la griglia di calcolo costruita, le batimetrie e la condizione al contorno utilizzata:

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa



Figura 2 Griglia di calcolo

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

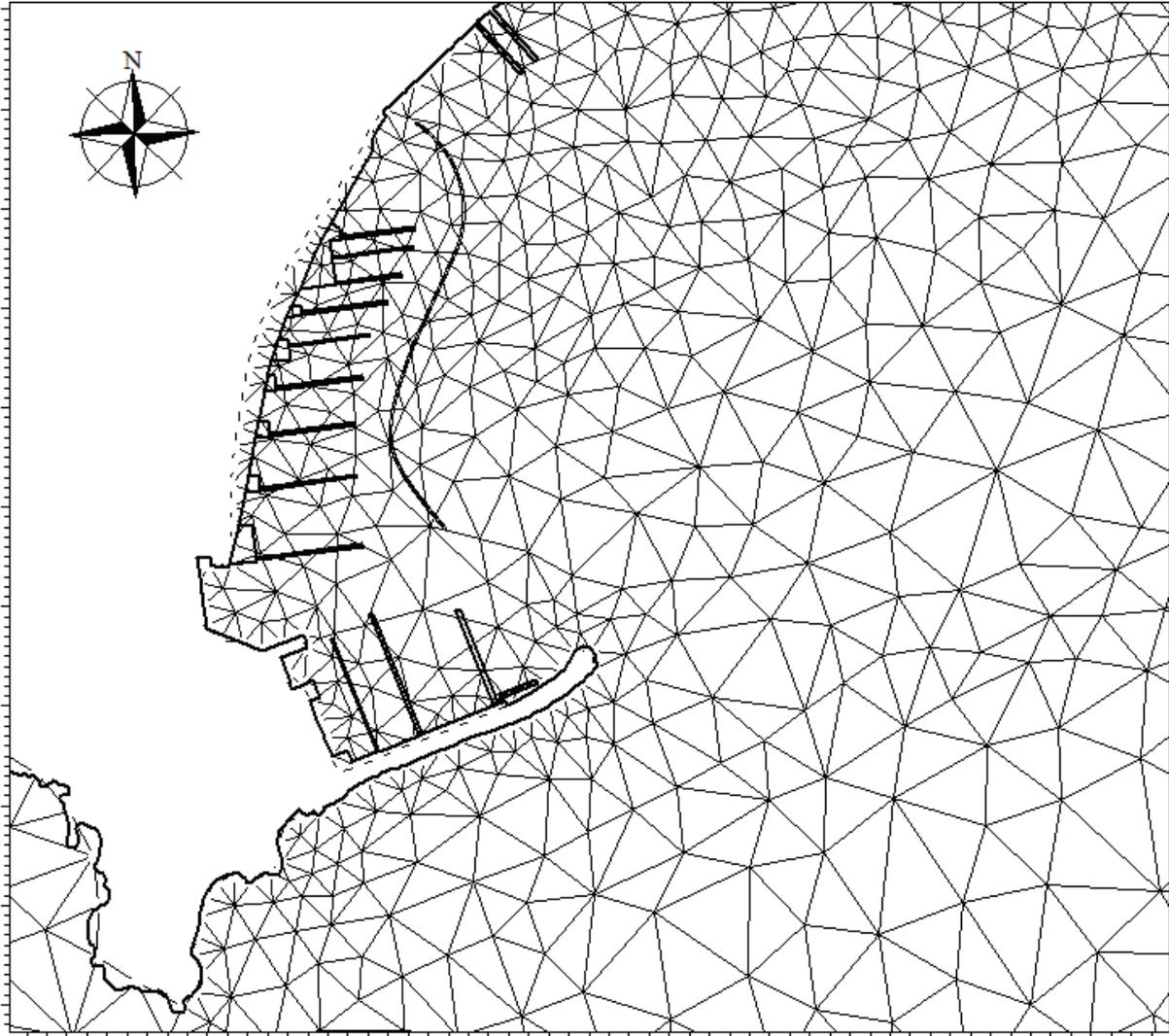


Figura 3 Griglia di calcolo in prossimità del porto

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

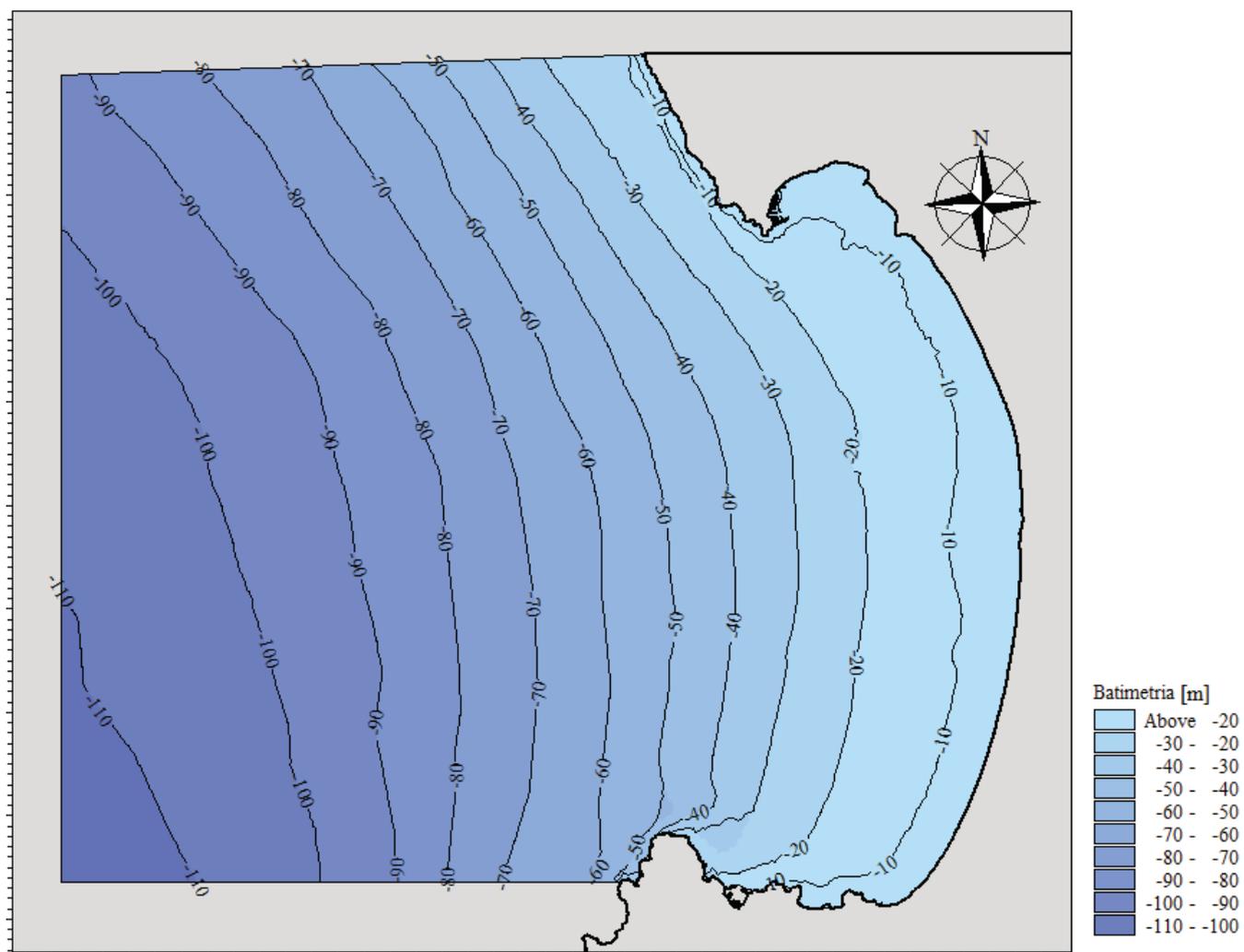


Figura 4 Batimetria

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

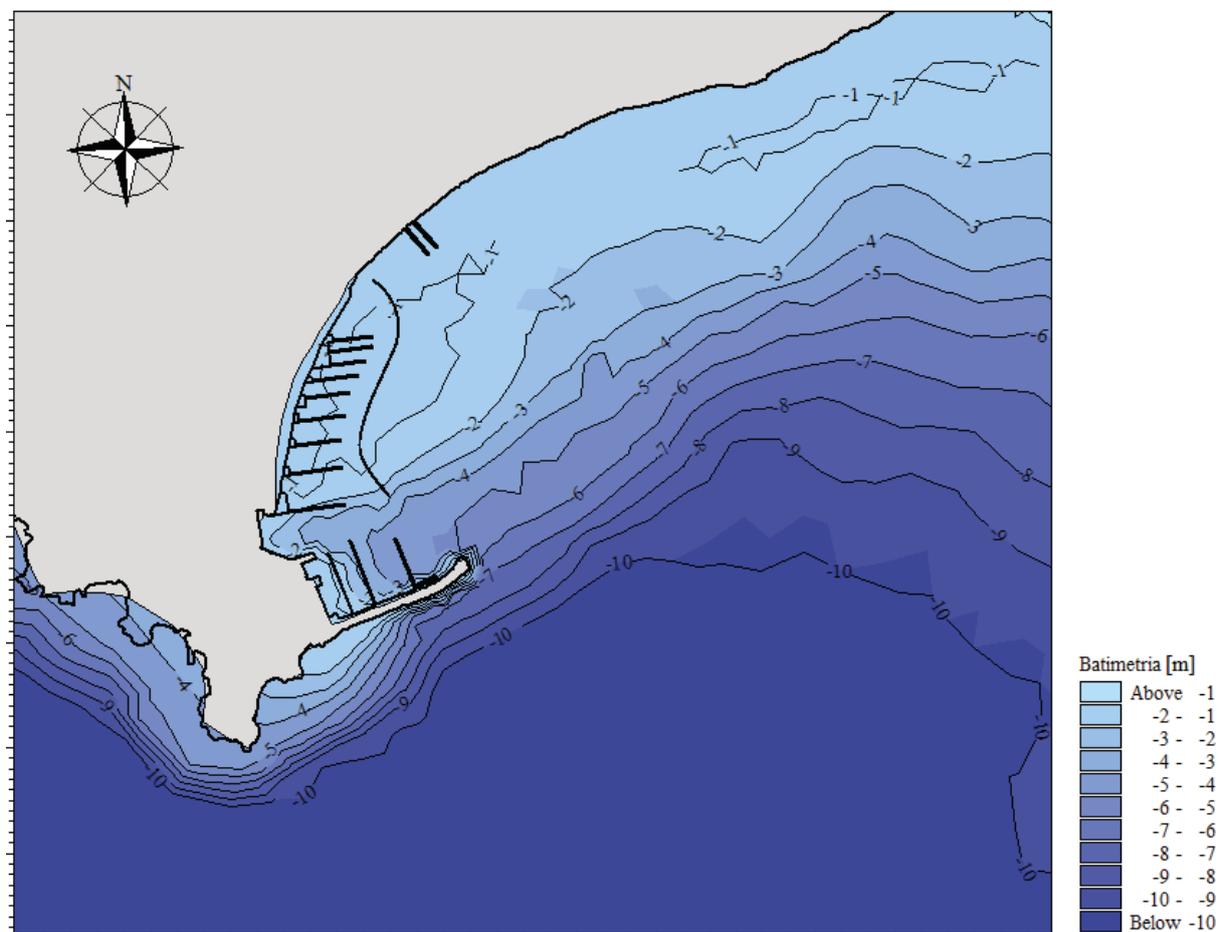
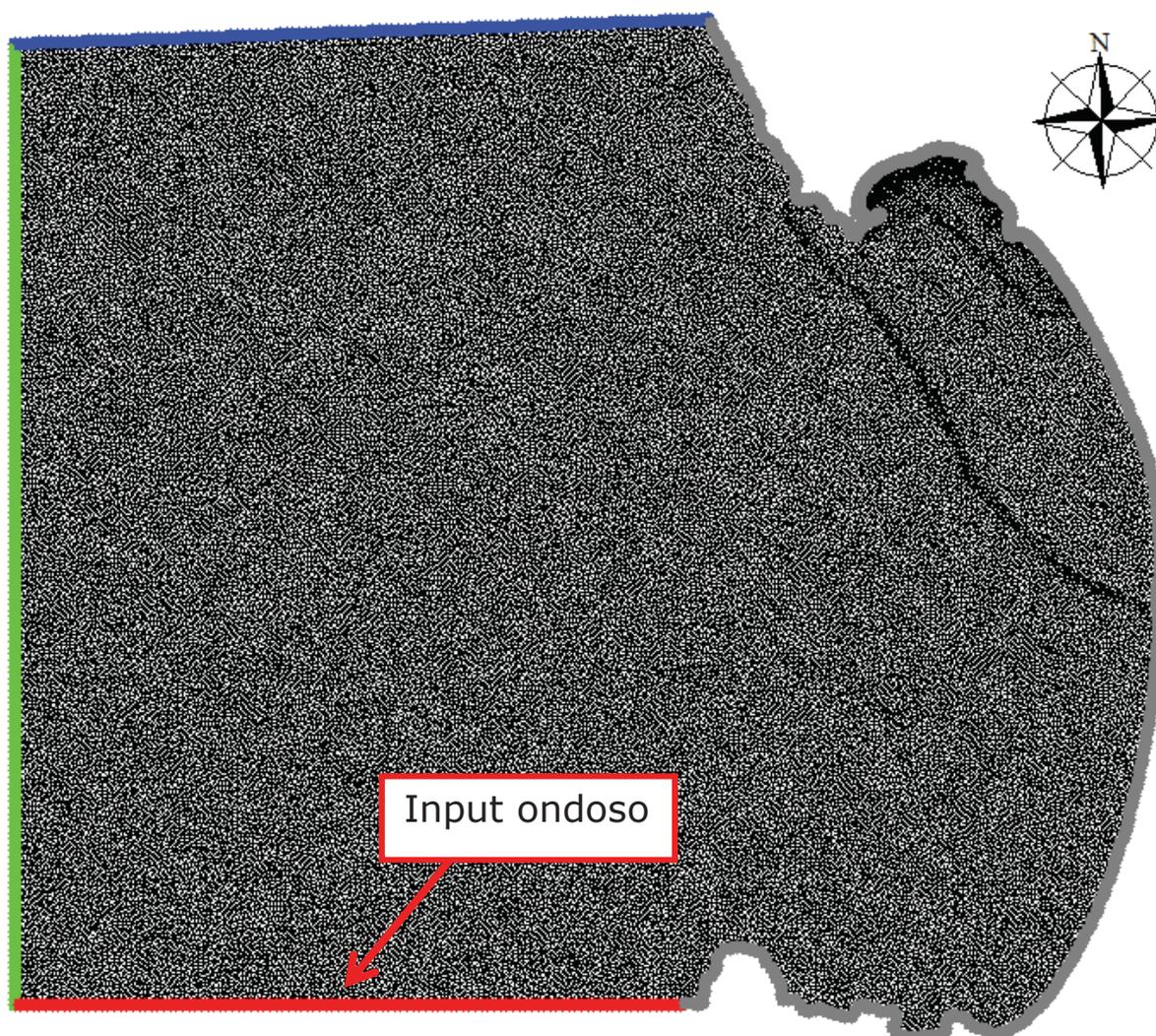


Figura 5 Batimetria in prossimità del porto

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

**Figura 6 Condizioni al contorno****3.3 Periodo di simulazione e passo di integrazione**

Il periodo di simulazione è stato scelto in modo tale da poter garantire l'intero sviluppo del moto ondoso. Questo periodo è strettamente legato alle dimensioni del dominio di calcolo, dovendo simulare un'area vasta, si è scelto un intervallo di tempo pari ad un'ora per la trasposizione ondosa da largo ai pressi dell'imboccatura portuale, questo risulta sufficiente per lo sviluppo del moto ondoso in tutto il dominio di calcolo.

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

Il passo successivo è stato impostare un time step sufficiente a garantire la stabilità del modello, nel caso in esame si è scelto pari ad un secondo.

3.4 Risultati delle simulazioni

I risultati del modello SW, mostrati nelle figure dalla 7 alla 14, presentano i valori di altezza d'onda significativa in ingresso. Questi valori sono quelli relativi all'ultimo time-step della simulazione in quanto sono quelli che presentano la situazione di campo di moto ondoso completamente sviluppato e che quindi non risente delle condizioni iniziali di simulazione.

Nelle tabella 2 e 3 sono riportati i valori di altezza periodo di picco e direzione di provenienza dell'onda in prossimità dell'area portuale:

Tr[anni]		Hs[m]	Tp[s]	Dir[°N]
5	Largo	2.80	7.70	210
	In prossimità del porto	2.30	7.70	216
50	Largo	4.70	9.40	210
	In prossimità del porto	3.80	9.40	217

Tabella 2 Input ondosi

Scala Beaufort		Hs[m]	Tp[s]	Dir[°N]
8 (20m/s)	In prossimità del porto	1.20	3.80	181
11 (30m/s)	In prossimità del porto	1.95	4.50	181

Tabella 3 Input vento

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

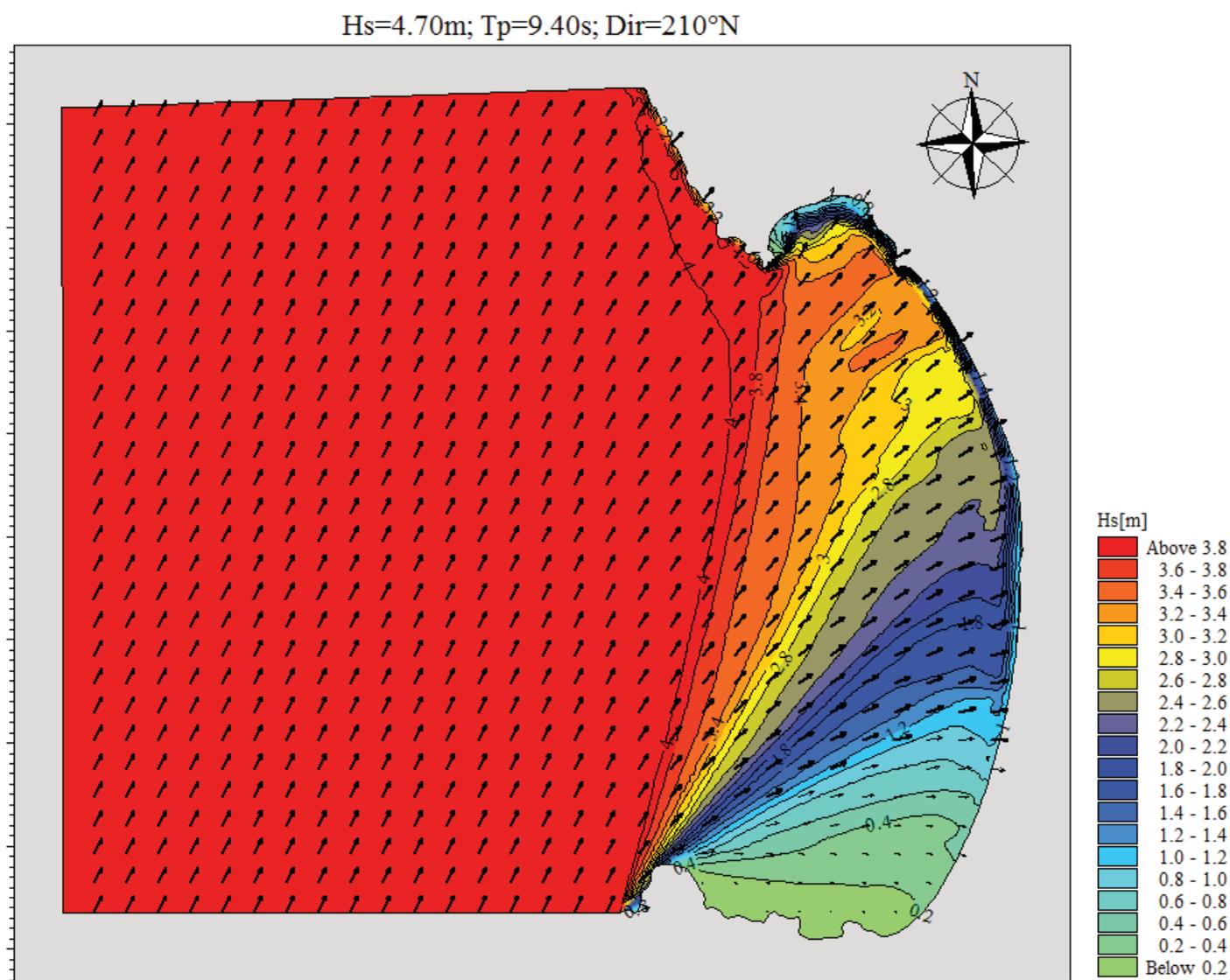


Figura 7 Hs=4.70m; Tp=9.40s; Dir=210°N largo di Talamone

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

Hs=4.70m; Tp=9.40s; Dir=210°N

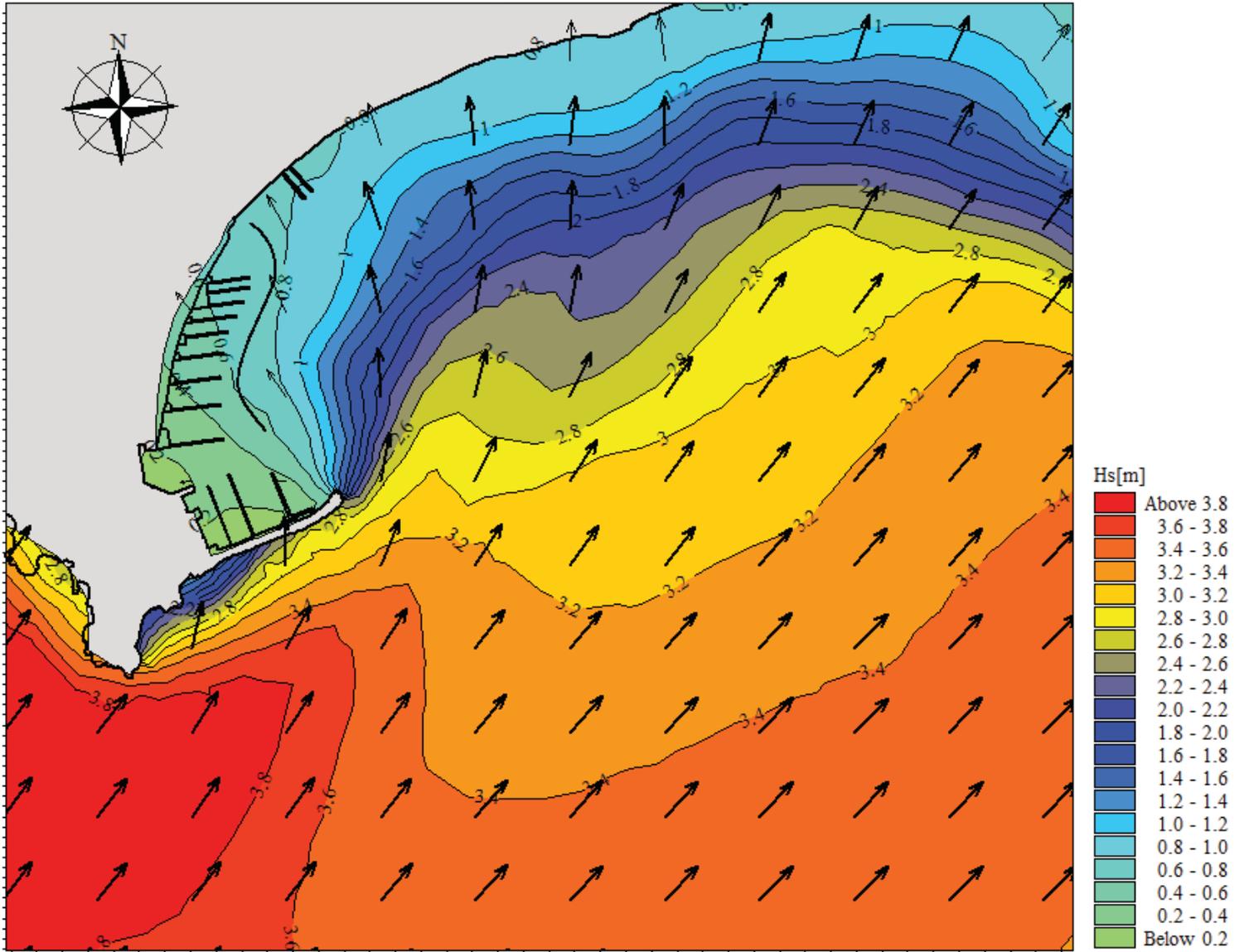


Figura 8 Stima altezza d'onda in prossimità del porto Tr=50anni

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

Hs=2.80m; Tp=7.70s; Dir=210°N

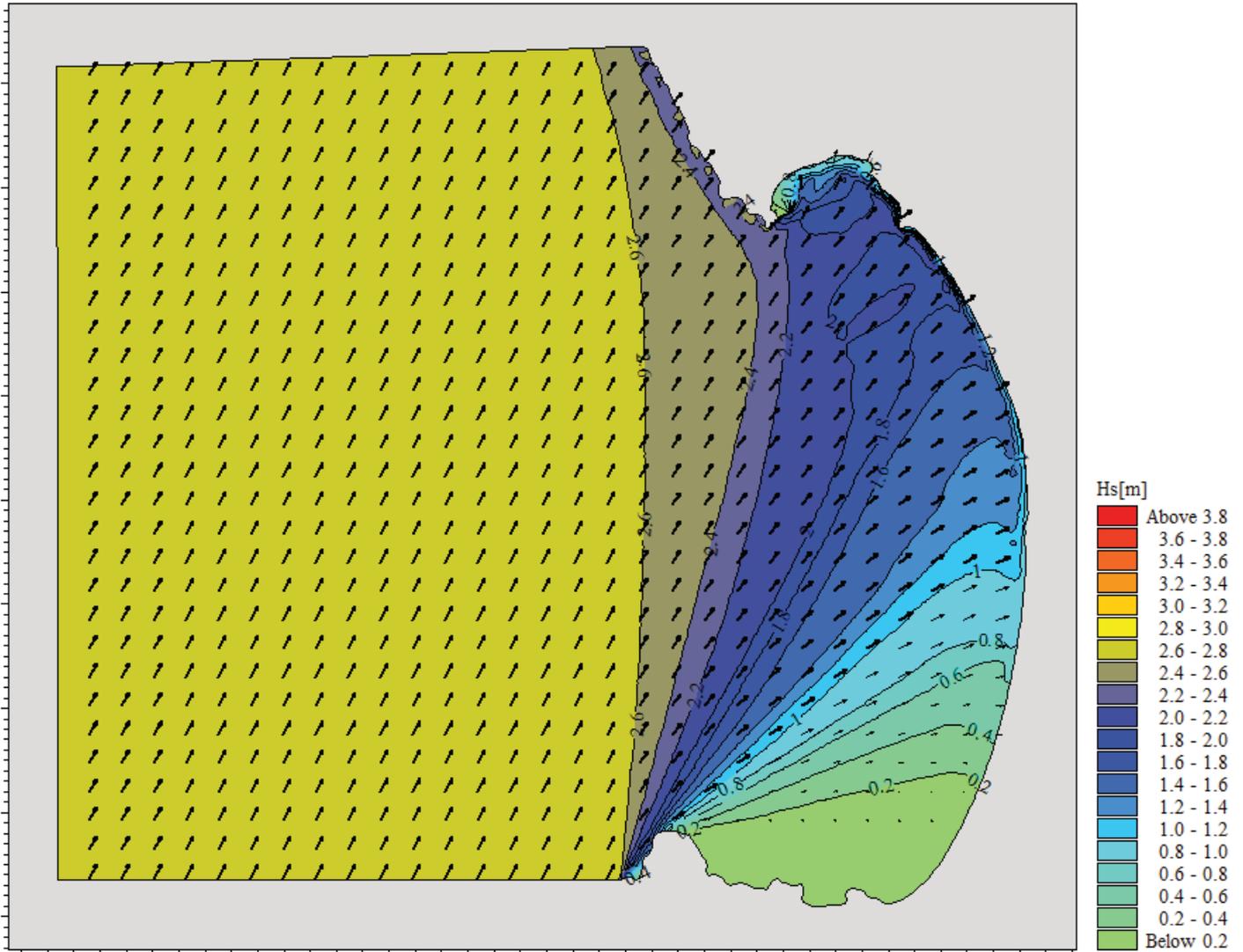


Figura 9 Hs=2.80m; Tp=7.70s; Dir=210°N

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

Hs=2.80m; Tp=7.70s; Dir=210°N

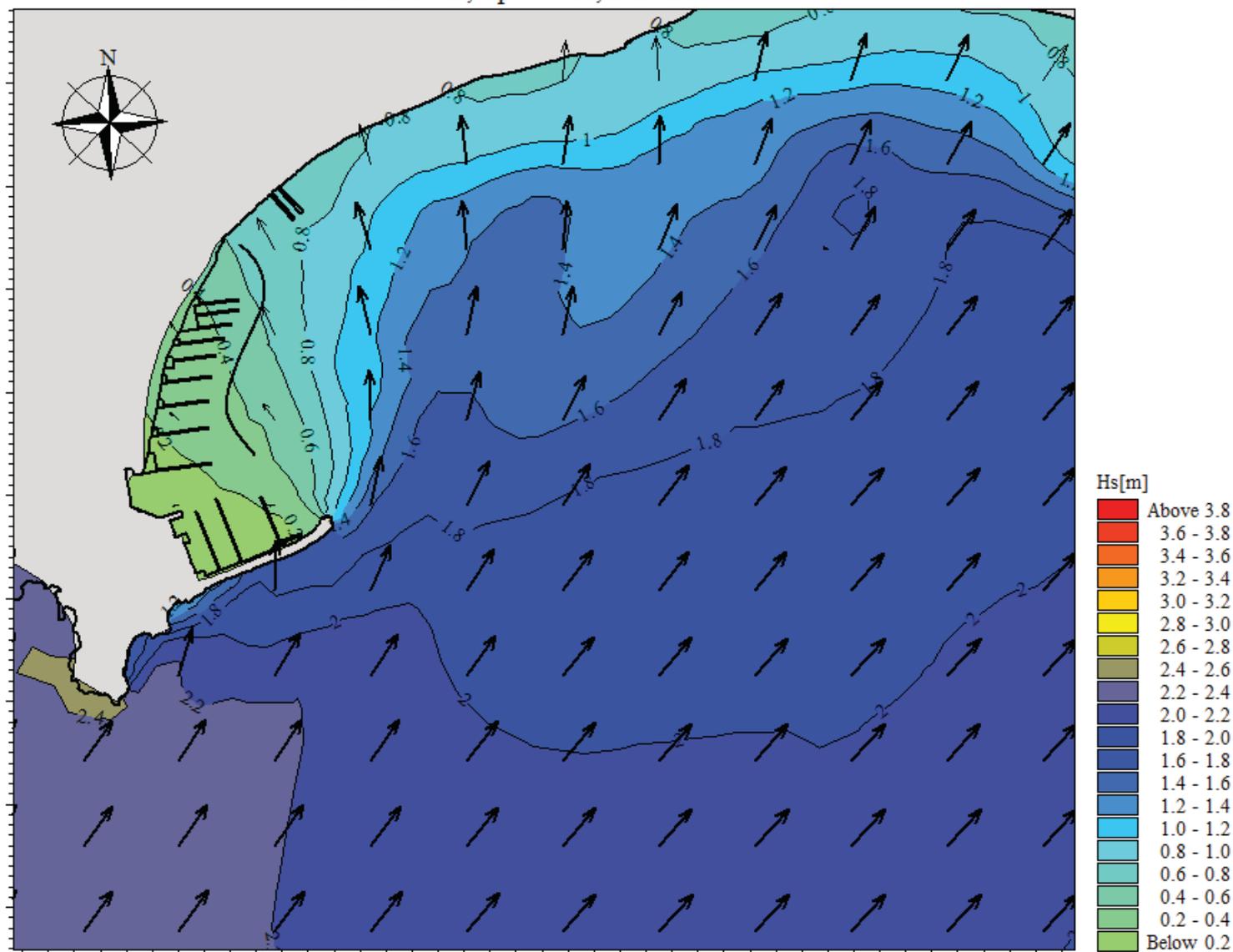


Figura 10 Stima altezza d'onda in prossimità del porto Tr=5anni

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

Velocità vento=20m/s; Dir=170°N, Durata=2h

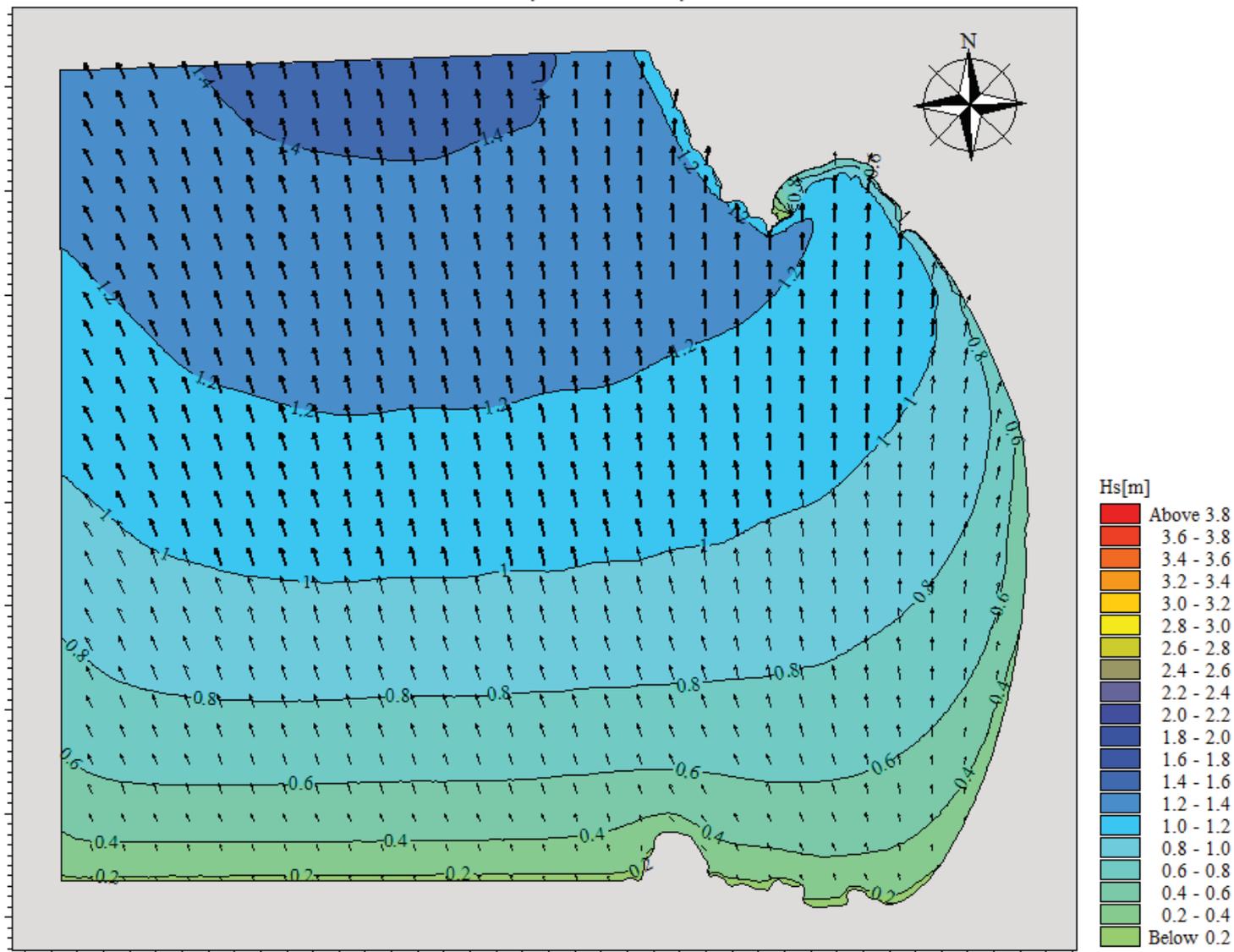


Figura 11 Velocità vento=20m/s; Dir=170°N; Durata=2h

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

Velocità vento=20m/s; Dir=170°N, Durata=2h

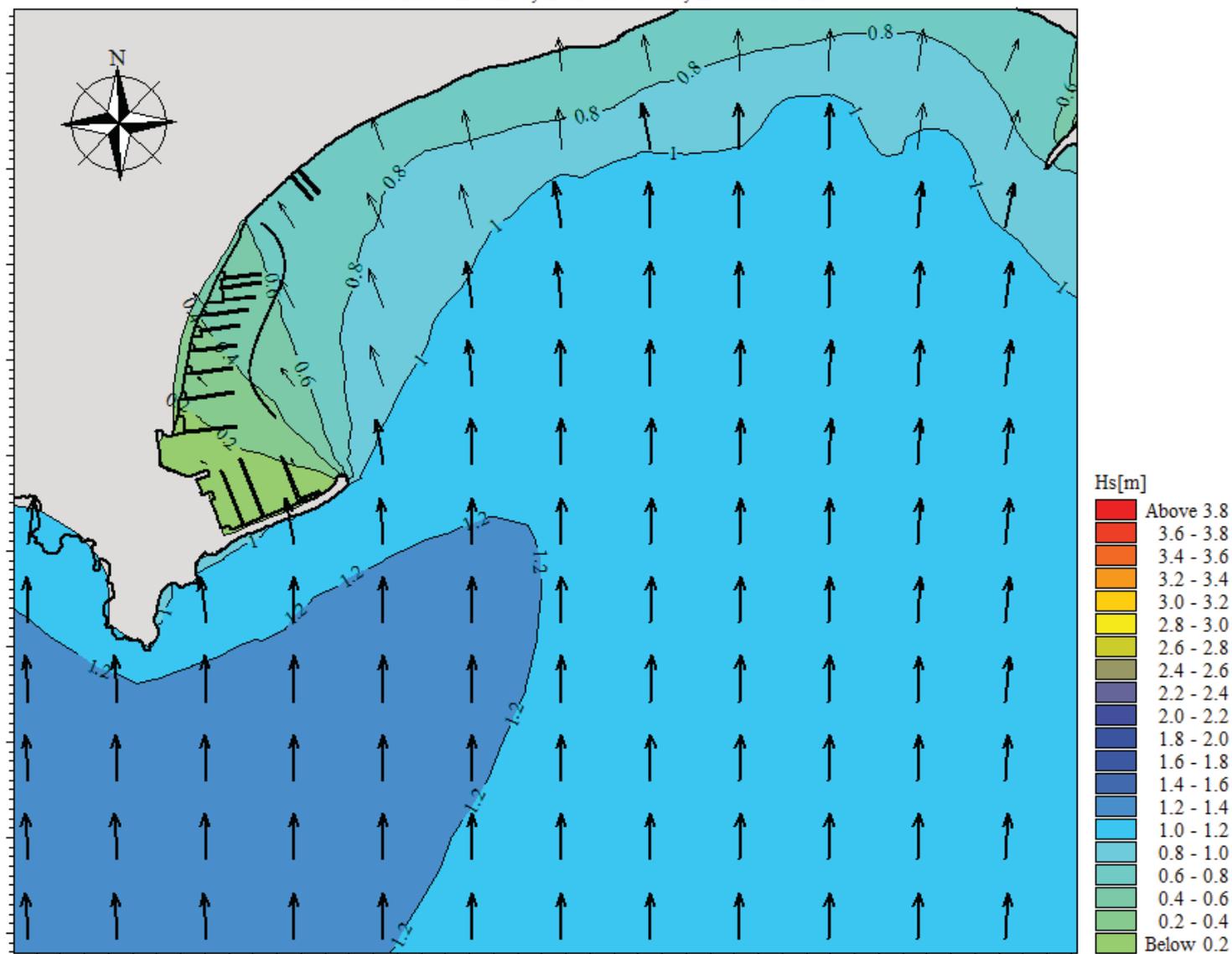


Figura 12 Stima altezza onda in prossimità del porto Vv=20m/s

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

Velocità vento=30m/s; Dir=170°N; Durata=2h

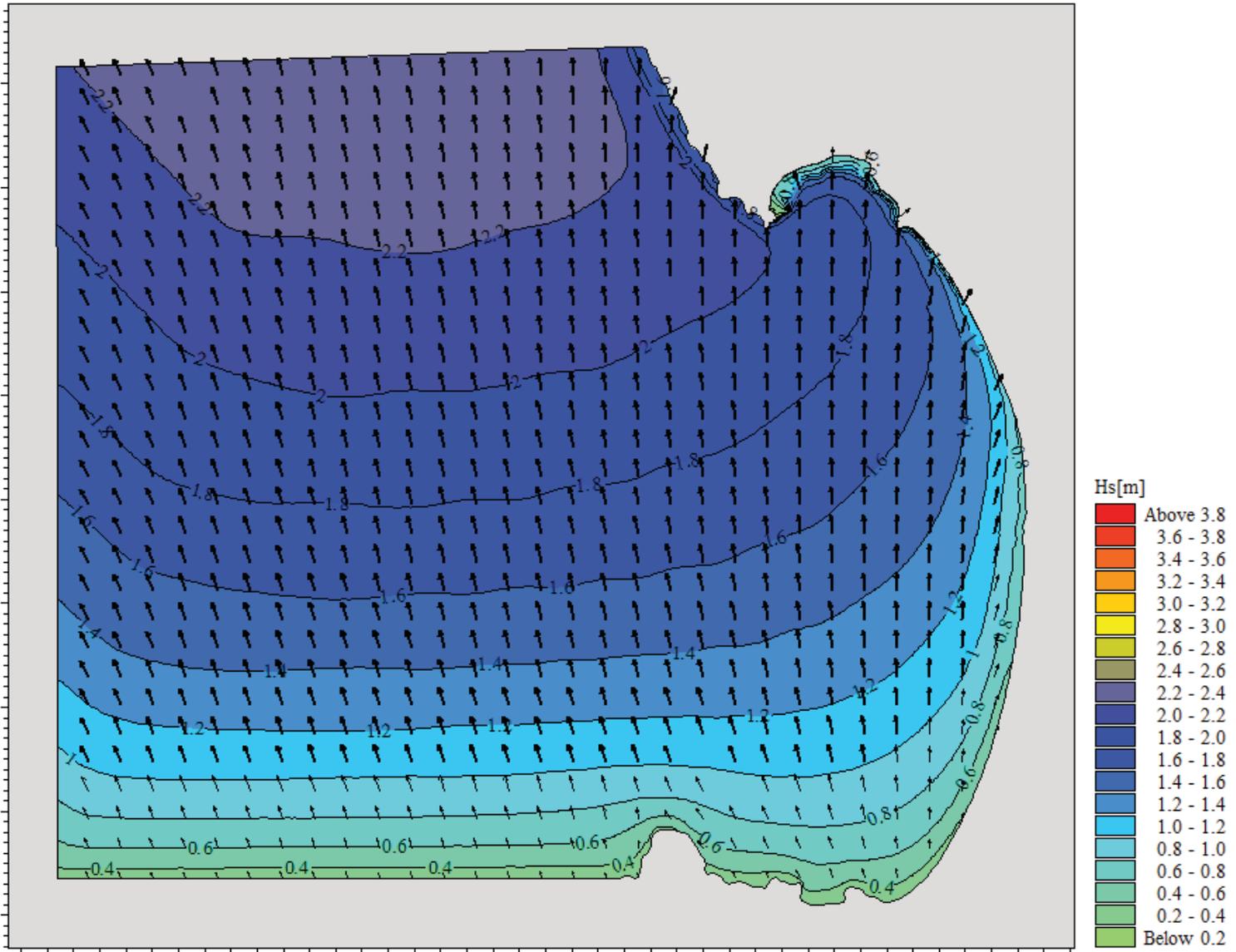


Figura 13 Velocità vento=30m/s; Dir=170°N; Durata=2h

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa

Velocità vento=30m/s; Dir=170°N; Durata=2h

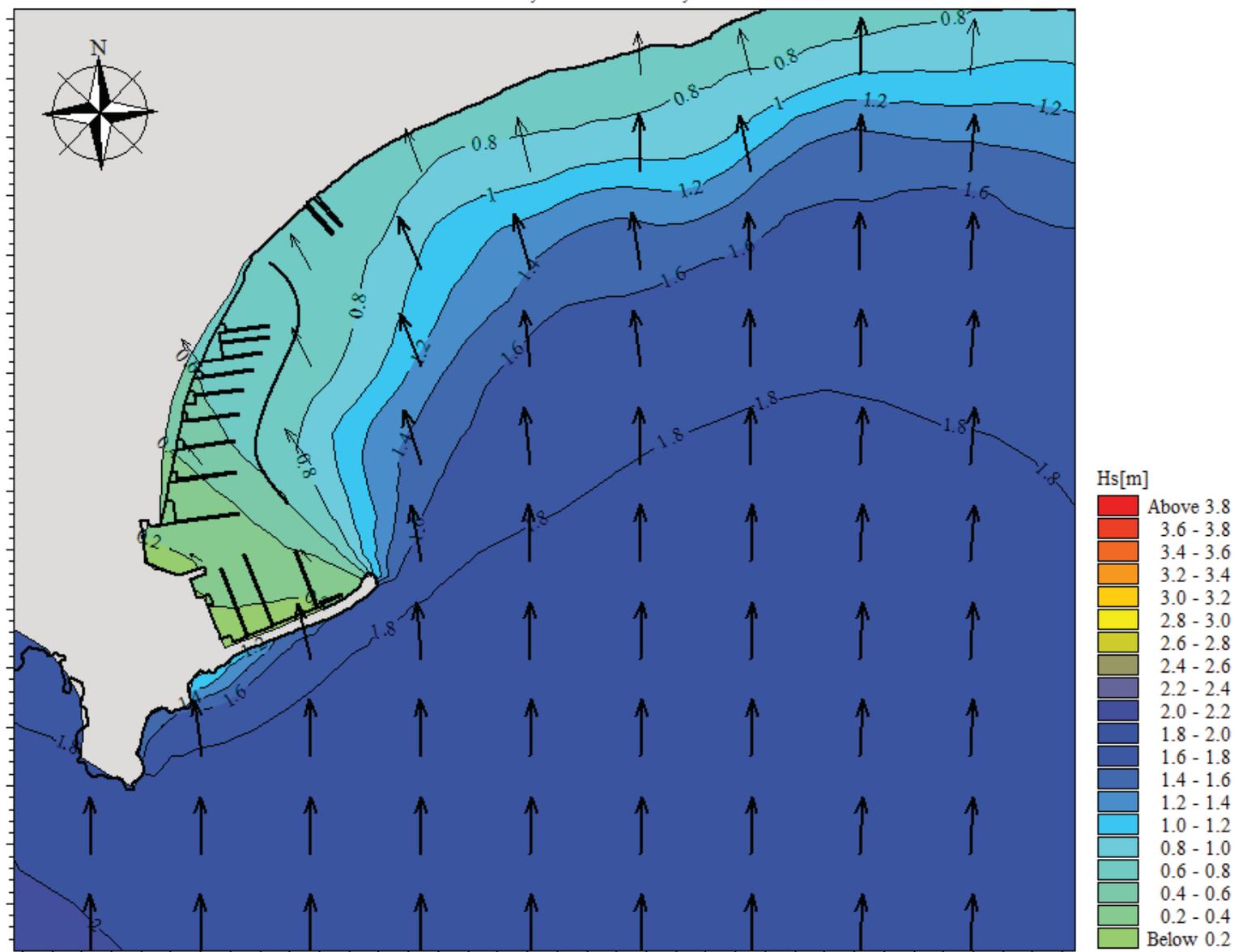


Figura 14 Stima altezza onda in prossimità del porto Vv=30m/s

Studio della propagazione del moto ondoso sotto costa**4 CONCLUSIONI**

Il presente studio è stato redatto per poter simulare la propagazione ondosa all'interno del porto di Talamone e valutare così l'efficienza delle opere da realizzare.

Le condizioni ondose in ingresso sono state individuate sulla base dello studio meteomarinario effettuato precedentemente, da tale studio sono state individuate due onde provenienti da Sud Ovest (210°N) una con altezza pari a 4.70 m e periodo di picco pari a 9.40s con tempo di ritorno 50 anni e l'altra con altezza di 2.80m e periodo di picco 7.70s associata ad un tempo di ritorno di 5 anni, oltre a questi due input ondosi sono stati simulati due stati di mare generati dal vento, le velocità del vento scelte sono di 20m/s (burrasca, 8 della scala Beaufort) ed una velocità di 30m/s (tempesta violenta, 11 della scala Beaufort).

E' stato utilizzato il modello numerico MIKE21 SW, che è basato sulla risoluzione numerica nel dominio e nel tempo dell'equazione di bilancio dell'azione delle onde. In tutte le fasi studiate si è costruita una griglia variabile (flexible mesh) con passo variabile da 100m a largo fino a 5 m in prossimità dell'area portuale. Tutte le simulazioni hanno una durata temporale di un'ora che risulta essere un periodo sufficiente per l'intero sviluppo del moto ondoso all'interno dell'area.

I risultati della propagazione ondosa in prossimità dell'area portuale sono riportati nelle tabelle 4 e 5:

Tr[anni]		Hs[m]	Tp[s]	Dir[°N]
5	Largo	2.80	7.70	210
	In prossimità del porto	2.30	7.70	216
50	Largo	4.70	9.40	210
	In prossimità del porto	3.80	9.40	217

Tabella 4 Risultati propagazione ondosa

Scala Beaufort		Hs[m]	Tp[s]	Dir[°N]
8 (20m/s)	In prossimità del porto	1.20	3.80	181
11 (30m/s)	In prossimità del porto	1.95	4.50	181

Tabella 5 Risultati propagazione ondosa vento