



00	31 Luglio 2012	PRIMA EMISSIONE / FIRST ISSUE	S.J.S. Engineering s.r.l.
REVISIONE REVISION	DATA DATE	MOTIVAZIONE REASON	PROPONENTE PROPOSER

MATRICE DELLA REVISIONE
REVISION MATRIX

Stazione appaltante Awarding body				AUTORITA' PORTUALE DI TARANTO <i>PORT AUTHORITY OF TARANTO</i>			
Incarico Job				RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO <i>REDEVELOPMENT OF THE MOLO POLISETTORIALE</i> <i>QUAY DECK EXTENSION</i>			
Livello progettuale Project level				PROGETTO DEFINITIVO <i>DETAILED DESIGN</i>			
Soggetto attuatore Under authorization		Titolo Title		Area code		Title code	
 Taranto Container Terminal s.p.a. per l'Autorità Portuale di Taranto <i>Taranto Container Terminal Ltd.</i> <i>for Port Authority of Taranto</i>		STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO <i>WAVE CLIMATE STUDY INSIDE PORT</i>		0130 TAR		01007-00	
				Check		Job code	
				R04		C-01	
Design by S.J.S. Engineering s.r.l.				Progettista responsabile/Head designer Dott. Ing. Michelangelo Lentini		Progettisti/Designers Dott. Ing. Alessandro Porretti Dott. Ing. Marina Filippone	
 Roma (00187) Via Collina, n. 36 Taranto (74123) P.zza Castel S. Angelo, n.11 Mosca (123242) Krasnaya Presnaya st. 22 - Ufficio 3 Certified office COMPANY WITH QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV = ISO 9001:2008 =		Edited Di Giuseppe		Checked ML		Date July 2012	
						Filename 0130TAR01007-00-R04.doc	

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	1
		Di <i>of</i>	26

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	APPROCCIO METODOLOGICO	4
3.	ANALISI DEL CLIMA ONDOSO.....	5
	3.1 Caratterizzazione del paraggio	5
	3.2 Propagazione delle onde da largo a sottocosta.....	5
4.	CONFIGURAZIONE DEL MODELLO BW.....	7
	4.1 Impostazione di MIKE 21 BW	7
	4.2 Costruzione delle batimetrie di calcolo	8
	4.3 Clima ondosso in ingresso	9
	4.4 Parametri di riflessione e trasmissione.....	11
	4.5 Durata delle simulazioni e step di calcolo	12
5.	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	13
	5.1 Clima ondosso ordinario.....	13
	5.2 Eventi estremi	15
6.	STUDIO SULL'OPERATIVITA' DELLA BANCHINA.....	16
	6.1 Caratteristiche del sistema	16
	6.2 Definizione dei limiti operativi.....	17
	6.3 Curve di downtime	18
	6.4 Analisi sulle onde di swell	19
	6.4.1 Stima del periodo di inoperatività.....	19
7.	CONCLUSIONI	25

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	2	Di <i>of</i>	26

INDICE TABELLE

Tabella 1 Numero di osservazioni per classi di altezza d'onda significativa e direzione di provenienza (Tab. 2 - 0130TAR01006).....	6
Tabella 2 Clima ordinario ed eventi estremi.....	11
Tabella 3 Coefficienti di riflessione.....	12
Tabella 4 Dimensioni caratteristiche delle navi.....	16
Tabella 5 Massime altezze d'onda significative ammissibili agli ormeggi per differenti direzioni d'onda (Carl A. Thoresen, "Port designer's handbook", 2003).....	17
Tabella 6 Coefficiente di disturbo al variare delle caratteristiche delle onde al largo e della lunghezza della nuova diga foranea.....	22
Tabella 7 Periodo medio limite corrispondente a ciascuna imbarcazione di cui si prevede l'accosto.....	22
Tabella 8 Downtime in funzione della tipologia di navi e della lunghezza della nuova diga foranea.....	24

INDICE FIGURE

Figura 1 Inquadramento geografico del paraggio.....	5
Figura 2 Batimetria di calcolo.....	8
Figura 3 Assegnazione dello "sponge" (strato assorbente) lungo il contorno del dominio di calcolo.....	9
Figura 4 Batimetria di calcolo prima e dopo il processo di ottimizzazione, e indicazione della linea di generazione.....	10
Figura 5 Esempio di vettore di flusso introdotto lungo la linea di generazione, ad un particolare istante di simulazione.....	10
Figura 6 Esempio di onde irregolari direzionali.....	11
Figura 7 Clima ondoso ordinario (onda 2), direzione 186°N, Hs3,06m, Tp8,0s.....	14
Figura 8 Clima ondoso ordinario (onda 3), direzione 212°N, Hs1,92m, Tp6,3s.....	14
Figura 9 Evento estremo, direzione 216°N, Hs 6,11m, Tp 14,90s, T=100 anni.....	15
Figura 10 Curva di downtime nel punto A1.....	18
Figura 11 Curva di downtime nel punto A2.....	19
Figura 12 Curva di downtime nel punto A3.....	19
Figura 13 Vista satellitare dell'area con indicazione del punto di estrazione del coefficiente di disturbo (Cd).	21
Figura 14 Curva di downtime per le onde di swell (nave Feeder).....	23

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	3
		Di <i>of</i>	26

1. PREMESSA

Lo studio della penetrazione del moto ondoso all'interno del porto, allegato al progetto definitivo di "Riqualificazione del Molo Polisetoriale di Taranto – Ammodernamento della banchina di ormeggio" ha l'obiettivo di stimare le condizioni di agitazione ondosa residua all'interno del bacino.

L'analisi è stata condotta applicando due moduli di calcolo del modello numerico MIKE 21 del DHI: SW (Spectral waves) e BW (Boussinesq Waves). I risultati dell'applicazione di SW, ovvero della propagazione del moto ondoso da largo a sottocosta, sono stati descritti nell'elaborato di progetto "Studio meteomarinario" (0130TAR01006-00).

Il modello SW è stato configurato sia per le onde ordinarie sia per quelle estreme di assegnato periodo di ritorno. Nel primo caso sono stati acquisiti i dati registrati dalla boa ondometrica ormeggiata al largo di Capo S. Vito, a sud del porto di Taranto. Nel secondo i parametri caratteristici delle onde sono stati tratti dallo studio allegato al nuovo Piano Regolatore del Porto di Taranto (Doc. No. 09-057-H2 "Studio dell'Agitazione Ondosa nella Rada del Porto di Taranto con Modelli Spettrali").

I parametri caratteristici del moto ondoso (H_s , T e MWD) nel punto di coordinate UTM33: 680500 E, 4481500 N, output del modulo SW, sono tra i dati di base del BW la cui applicazione ha un duplice obiettivo: per il clima ordinario, valutare il downtime, ovvero il numero medio di giorni/anno nei quali l'altezza delle onde all'accosto è maggiore di un'altezza limite di operatività della banchina; per gli eventi estremi, stimare l'azione del moto ondoso sulle strutture di progetto in funzione di assegnati periodi di ritorno.

Una stima del downtime è stata fatta anche in riferimento alle onde di mare morto (swell) che, nell'esperienza del Terminalista, provocano problemi di rollio e beccheggio tali da determinare il fermo delle operazioni di banchina.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	4	Di <i>of</i>	26

2. APPROCCIO METODOLOGICO

Nell'ambito dello studio dell'agitazione ondosa residua all'interno di un porto è necessario tenere conto di fenomeni fisici come la rifrazione, lo shoaling, l'attrito con il fondo, il frangimento, la diffrazione e la riflessione.

Nel caso in esame si è scelto di simulare la complessità dei fenomeni menzionati con l'ausilio del modulo BW (Boussinesq Waves) del codice bidimensionale MIKE 21 del DHI Water & Environment – Danish Hydraulic Institute, uno degli strumenti più avanzati e completi per la simulazione di onde corte e lunghe in bacini portuali, darsene ed aree costiere in generale.

Dopo aver definito il paraggio di riferimento ed aver individuato il settore di traversia principale, sono stati individuati 152 eventi di mare ordinari e 48 eventi estremi, associati a diversi periodi di ritorno, da propagare con il modulo MIKE 21 SW da largo a sotto costa. Sono quindi stati estratti, dall'output del modello, i valori dei parametri caratteristici dell'onda (H_s , T_p e M.W.D.) in un punto di riferimento del dominio sottocosta. Tali valori rappresentano l'input del modulo BW con cui sono state determinate le caratteristiche delle onde all'interno del porto e, quindi, calcolato il coefficiente di disturbo nei punti di interesse.

Il coefficiente di disturbo è, per ogni direzione d'onda, il rapporto adimensionale tra l'altezza d'onda determinata in un punto del dominio di calcolo da BW e la H_s di input al modello che ha generato quell'evento. Esso assume valori costanti in ogni punto (tempo-invarianti) ed è il principale parametro indicatore dell'agitazione interna che residua dopo la dissipazione dell'energia associata al moto ondoso nel suo propagarsi da largo a riva.

Lo stesso procedimento descritto sopra è stato applicato agli eventi estremi, risultato dell'analisi contenuta nel Doc. No. 09-057-H2 "Studio dell'Agitazione Ondosa nella Rada del Porto di Taranto con Modelli Spettrali" allegato al nuovo Piano Regolatore Portuale. L'obiettivo in questo caso è confrontare l'azione dell'onda corrispondente ad un determinato periodo di ritorno con gli altri carichi statici e dinamici di progetto (peso proprio, gru di banchina, tiro alla bitta, etc), e valutare il contributo dell'azione del moto ondoso sulle combinazioni di carico prese in esame per il dimensionamento strutturale dell'impalcato e dei pali.

Stimato il coefficiente di disturbo, è possibile fissare un valore limite di altezza d'onda oltre il quale non è possibile operare in banchina in condizioni di sicurezza.

L'analisi sull'operatività del terminal si basa sulla definizione delle curve di downtime, rappresentazione grafica dei risultati dell'analisi statistica che stima il numero di giorni/anno nei quali l'altezza delle onde all'accosto è maggiore di H_s limite.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	5 	Di <i>of</i>	26

3. ANALISI DEL CLIMA ONDOSO

3.1 Caratterizzazione del paraggio

Il porto di Taranto si sviluppa a Nord dell'omonimo golfo. Il settore di traversia principale del paraggio ricade nel II quadrante ed è delimitato dalla penisola salentina ad oriente (direzione 125°N) e dalla costa ionica della Calabria ad occidente (direzione 175°N). Il settore secondario, con fetch di lunghezza molto limitata, è compreso tra le direzioni 180°N e 260°N.

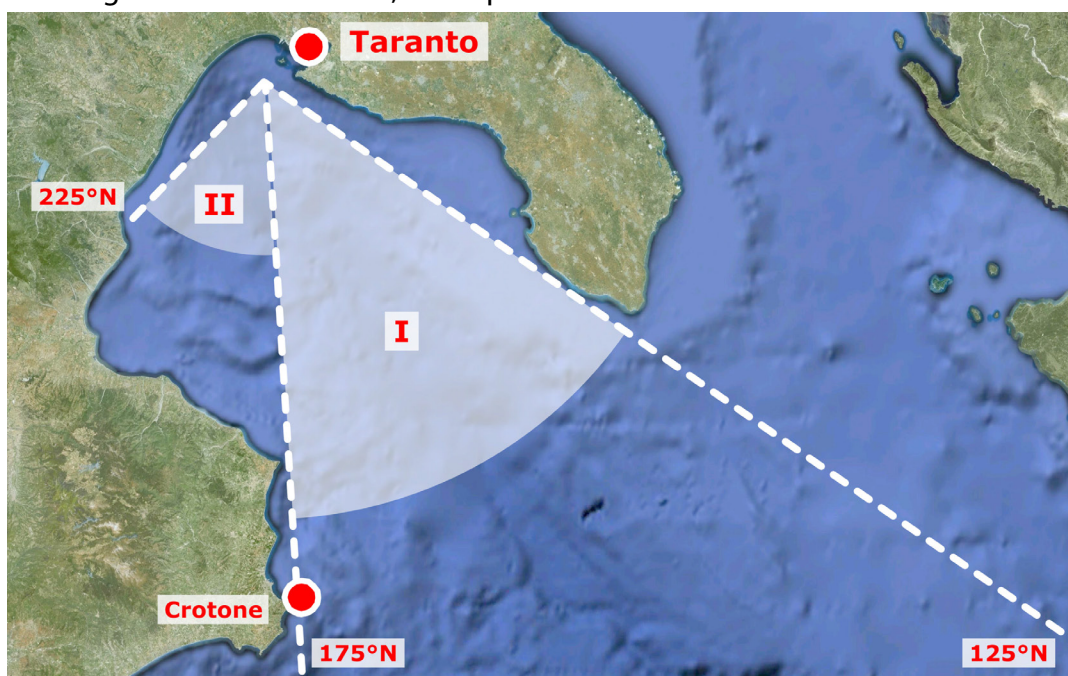


Figura 1 Inquadramento geografico del paraggio

3.2 Propagazione delle onde da largo a sottocosta

Caratterizzato il paraggio e scelto il settore nel quale rientrano le onde da simulare (115°-245°N), sono stati individuati 152 eventi (o classi) ordinari e 48 eventi estremi, da propagare da largo a sottocosta con il codice di calcolo MIKE 21 SW.

I dati di clima d'onda al largo disponibili per lo studio sono: le registrazioni della boa ondometrica di Capo S. Vito (clima ordinario) e i risultati dell'analisi degli eventi estremi per diversi periodi di ritorno eseguita nell'ambito del nuovo PRP del porto di Taranto.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO		Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO		Pagina 6 <i>Page</i>	Di 26 <i>of</i>

Nella tabella che segue sono riportati, per il clima ordinario, il numero di registrazioni per classi di altezza d'onda e direzione di provenienza.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato 0130TAR01006 - Studio meteo marino.

		Hs [m]										Tot.	Tot. %
		0 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 2,5	2,5 - 3,0	3,0 - 3,5	3,5 - 4,0	4,0 - 4,5	4,5 - 5,0		
MWD [°N]	0 - 10	12.646	4.518	1.115	6	0	0	0	0	0	0	18.285	6,44%
	10 - 20	18.303	2.290	314	6	0	0	0	0	0	0	20.913	7,36%
	20 - 30	15.077	762	60	0	0	0	0	0	0	0	15.899	5,60%
	30 - 40	11.886	363	48	0	0	0	0	0	0	0	12.297	4,33%
	40 - 50	9.487	291	26	0	0	0	0	0	0	0	9.804	3,45%
	50 - 60	8.167	454	45	31	6	0	0	0	0	0	8.703	3,06%
	60 - 70	6.718	687	150	35	25	6	0	0	0	0	7.621	2,68%
	70 - 80	5.870	763	218	163	43	12	6	0	0	0	7.075	2,49%
	80 - 90	5.088	818	297	120	88	19	1	0	0	0	6.431	2,26%
	90 - 100	4.764	1.082	416	119	165	81	42	7	0	0	6.676	2,35%
	100 - 110	4.662	1.184	483	137	215	138	74	44	36	0	6.973	2,46%
	110 - 120	5.239	1.385	629	241	264	170	118	103	42	6	8.197	2,89%
	120 - 130	5.898	1.931	1.112	682	625	598	294	231	84	6	11.461	4,04%
	130 - 140	7.193	2.893	1.495	914	743	1.010	693	308	96	12	15.357	5,41%
	140 - 150	7.685	3.323	1.646	879	500	620	288	104	0	0	15.045	5,30%
	150 - 160	9.222	4.122	1.808	635	376	441	14	24	0	0	16.642	5,86%
	160 - 170	12.250	5.480	1.739	408	65	80	39	61	0	0	20.122	7,09%
	170 - 180	15.015	6.320	1.881	186	67	40	6	37	0	0	23.552	8,29%
	180 - 190	13.649	6.177	1.167	136	62	20	1	0	0	0	21.212	7,47%
	190 - 200	7.140	3.084	492	95	28	16	1	0	0	0	10.856	3,82%
	200 - 210	2.605	925	124	64	16	16	0	0	0	0	3.750	1,32%
	210 - 220	865	313	105	57	14	19	0	0	0	0	1.373	0,48%
	220 - 230	581	235	81	33	15	1	2	0	0	0	948	0,33%
	230 - 240	511	197	73	18	6	9	0	0	0	0	814	0,29%
	240 - 250	502	217	64	22	6	0	0	0	0	0	811	0,29%
	250 - 260	520	188	69	18	10	0	0	0	0	0	805	0,28%
	260 - 270	443	253	82	46	3	1	0	0	0	0	828	0,29%
	270 - 280	345	224	85	41	24	13	1	0	0	0	733	0,26%
	280 - 290	296	228	108	89	31	24	3	4	0	0	783	0,28%
	290 - 300	365	213	92	57	28	20	8	0	12	0	795	0,28%
	300 - 310	469	196	93	62	30	24	7	0	0	0	881	0,31%
	310 - 320	558	191	53	47	26	12	0	0	0	0	887	0,31%
	320 - 330	650	178	69	59	7	0	0	0	0	0	963	0,34%
	330 - 340	710	167	98	56	0	0	0	0	0	0	1.031	0,36%
	340 - 350	891	222	154	1	0	0	0	0	0	0	1.268	0,45%
	360 - 0	2.362	1.399	410	17	0	0	0	0	0	0	4.188	1,47%
Tot.	198.632	53.273	16.901	5.480	3.488	3.390	1.598	923	270	24	283.979	100%	
Tot. %	69,95%	18,76%	5,95%	1,93%	1,23%	1,19%	0,56%	0,33%	0,10%	0,01%	100%		

Tabella 1 Numero di osservazioni per classi di altezza d'onda significativa e direzione di provenienza (Tab. 2 - 0130TAR01006)

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	7
		Di <i>of</i>	26

4. CONFIGURAZIONE DEL MODELLO BW

4.1 Impostazione di MIKE 21 BW

Il modulo Boussinesq Wave (BW) del codice di calcolo MIKE 21 è uno dei più potenti strumenti per la modellazione matematica di onde corte e lunghe in ambito costiero ed in aree portuali.

Il modulo BW risolve, nel dominio del tempo, le equazioni bidimensionali di Boussinesq con il metodo alle differenze finite.

Le equazioni includono i termini non lineari e gli effetti delle accelerazioni verticali sulla distribuzione di pressione. Tali equazioni "estese" consentono al modello di simulare onde direzionali che viaggiano dalle acque profonde a quelle basse. La profondità massima rappresentabile con le equazioni di Boussinesq estese è pari a circa mezza lunghezza d'onda, mentre con le equazioni classiche tale rapporto si riduce a 0,22.

Il modello è in grado di riprodurre l'effetto combinato della maggior parte dei fenomeni che intervengono nella propagazione del moto ondoso in aree costiere e nei porti. Questi includono: shoaling, rifrazione, diffrazione, attrito del fondo, frangimento, riflessione parziale e trasmissione di spettri d'onda (direzione e frequenza) che si propagano in batimetrie complesse.

MIKE 21 BW ha la possibilità di assegnare la porosità delle strutture per simulare la riflessione parziale e la trasmissione attraverso pali o frangiflutti. Inoltre, è possibile applicare dei contorni assorbenti per simulare la dissipazione di energia dell'onda, per esempio, ad opera di una spiaggia.

L'input dei dati d'onda all'interno del dominio di calcolo può essere assegnato sui contorni aperti o direttamente con linee di generazione interne.

Il principale campo di applicazione di MIKE 21 BW è l'analisi delle dinamiche del moto ondoso nei porti e nelle aree costiere in generale. L'output principale è il campo di agitazione residua (*wave disturbance*), ovvero il parametro di riferimento più importante per la progettazione di un porto in fase di definizione del layout.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	8	Di <i>of</i>	26

4.2 Costruzione delle batimetrie di calcolo

Il dominio di calcolo del modulo MIKE 21 BW include il tratto di costa che si estende dalla foce del fiume Tara, ad Ovest, a Punta Rondinella, ad Est; il limite al largo è definito dall'isobata dei - 25m sl.m.m..

Per la ricostruzione della batimetria sono stati acquisiti i dati di un rilievo del 25.01.2012 (cod. CSE 11_01) commissionato da SOGESID ed Autorità Portuale, integrati con dati rinvenuti dalle cartografie nautiche digitali.

La batimetria è composta da un totale di 1.417.500 celle, copre un'area pari a 22,68 Km² ed è orientata a 46° rispetto al Nord al fine di ridurre il numero di punti di calcolo.

La risoluzione spaziale è vincolata dalla necessità di disporre di almeno 7 punti di calcolo per ogni lunghezza d'onda rappresentata.

Le aree emerse e le strutture hanno una quota costante; l'ipotesi alla base del modello è che non possa verificarsi il sormonto da parte delle acque.

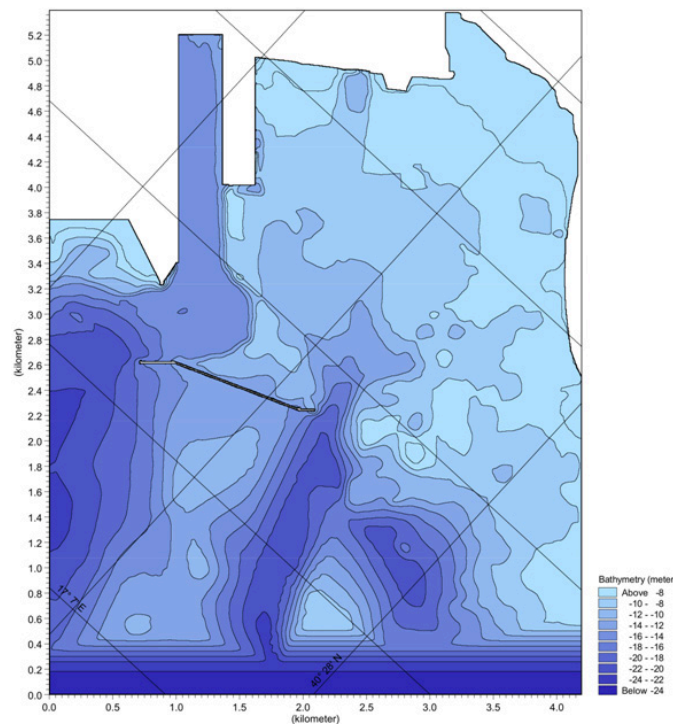


Figura 2 Batimetria di calcolo

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2012
STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO			Pagina 9 Di 26 <i>Page of</i>

Le aree caratterizzate da profondità molto basse (>-6,0m s.l.m.m.) possono essere escluse dal dominio di calcolo senza alterare i risultati nell'area di interesse. Con tale assunzione si esclude il fenomeno del frangimento. Lungo i limiti del dominio di calcolo, ad eccezione della costa, è stato inserito uno strato assorbente, che impedisce la riflessione delle onde in corrispondenza dei contorni fittizi del modello.

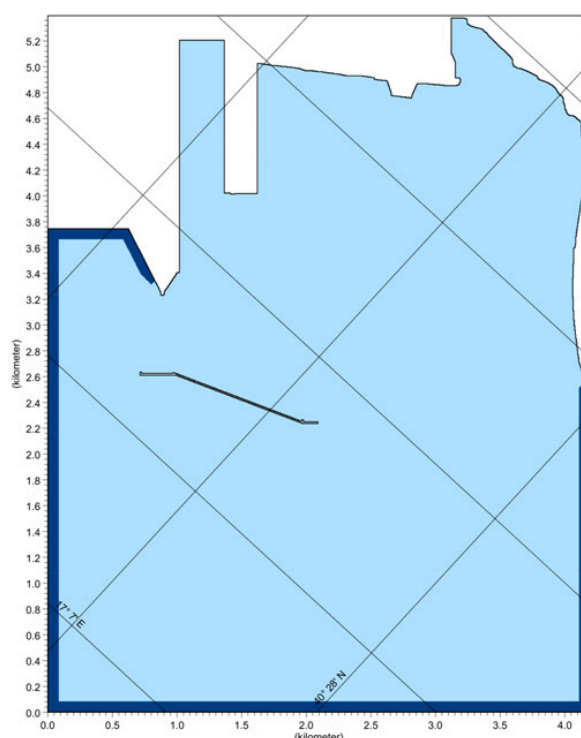


Figura 3 Assegnazione dello "sponge" (strato assorbente) lungo il contorno del dominio di calcolo

4.3 Clima ondoso in ingresso

Nel modello numerico MIKE 21 BW le caratteristiche del moto ondoso sono assegnate lungo una linea di generazione interna alla batimetria, sulla quale sono definiti i vettori tempo varianti di densità di flusso e pendenza della superficie libera.

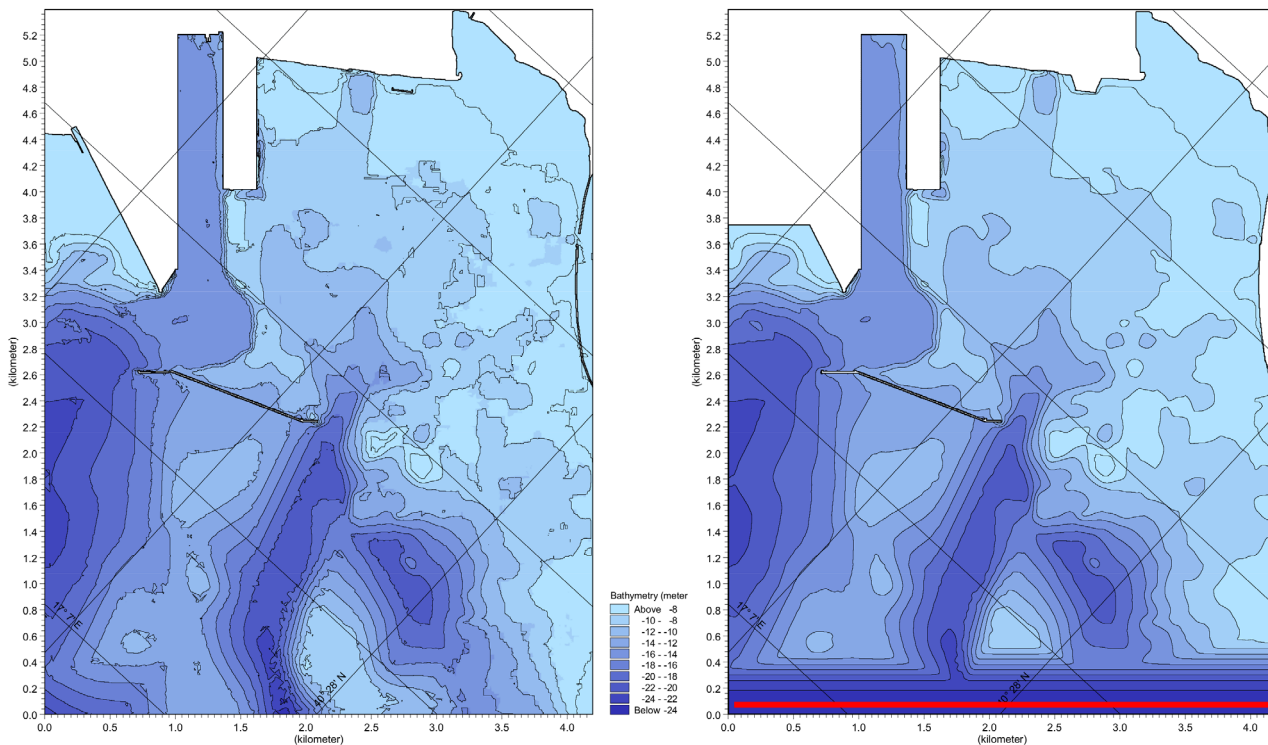


Figura 4 Batimetria di calcolo prima e dopo il processo di ottimizzazione, e indicazione della linea di generazione

Nella figura che segue è illustrato un esempio di vettore tempo variante, utilizzato come condizione al contorno interna per la rappresentazione del moto ondoso; l'immagine successiva mostra delle onde irregolari direzionali.

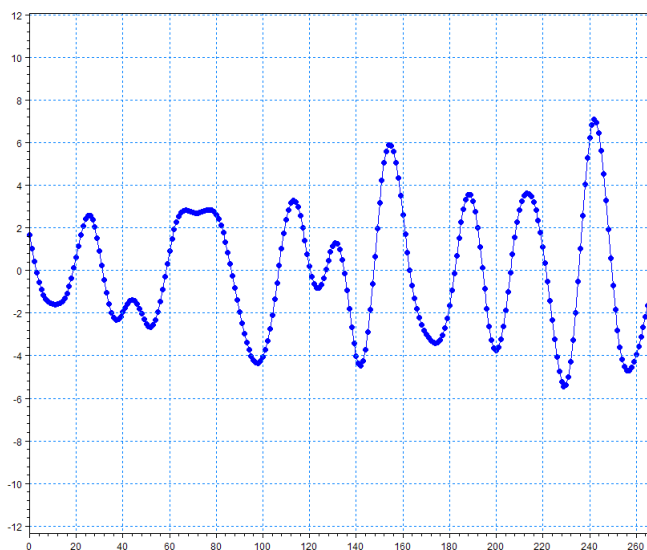


Figura 5 Esempio di vettore di flusso introdotto lungo la linea di generazione, ad un particolare istante di simulazione.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	11	Di <i>of</i>	26

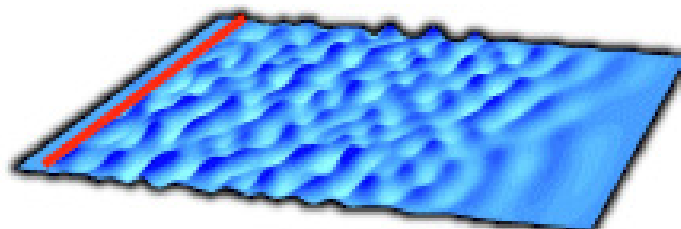


Figura 6 Esempio di onde irregolari direzionali.

Note le caratteristiche del clima ondoso sottocosta, risultato delle simulazioni elaborate dal modello SW, nel punto di coordinate UTM33 680500E 4481500N, sono state scelte 2 onde ordinarie, che per ogni classe di direzione, assumono valori di altezza significativa estremi, caratterizzati da una frequenza di accadimento prossima ad 1 giorno/anno.

Gli scenari simulati con il BW, riferiti al clima ordinario ed agli eventi estremi di assegnato periodo di ritorno, sono sintetizzati nella seguente tabella.

N. Eventi	Hs (m)	Tp (sec)	MWD (°N)	Descrizione
Onda 1	6,11	14,90	216	Onda estrema con periodo di ritorno T=100 anni
Onda 2	3,06	7,98	186	Onda ordinaria: provenienza settore di traversia principale
Onda 3	1,92	6,34	212	Onda ordinaria: provenienza settore di traversia secondario

Tabella 2 Clima ordinario ed eventi estremi

4.4 Parametri di riflessione e trasmissione

In corrispondenza degli elementi rigidi del dominio di calcolo (linea di costa e opere marittime), è stato definito un coefficiente di porosità, che regola i fenomeni di riflessione e trasmissione dovuti alla presenza di tali elementi. Questo parametro è definito in funzione delle caratteristiche medie dell'onda incidente e della profondità dei fondali antistanti la linea di costa e le opere marittime.

Con riferimento alla tipologia delle opere presenti nel paraggio in esame e alle diverse condizioni simulate, nella tabella seguente sono riportati i valori del coefficiente di riflessione assegnati sulla base dei dati riportati in letteratura ed all'esperienza dei progettisti.

Attribuiti i coefficienti di riflessione, nota la profondità e le caratteristiche dell'onda incidente, sono stati calcolati i coefficienti di porosità da inserire nel modello numerico.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	12	Di <i>of</i>	26

Tipologia	Coeff. Riflessione
Cassoni riflettenti	1.00
Cassoni antiriflettenti	0.75
Cofferdam	0.90
Scogliera in massi naturali	0.50
Costa bassa	0.20

Tabella 3 Coefficienti di riflessione.

4.5 Durata delle simulazioni e step di calcolo

Nel modello MIKE 21 BW è necessario definire, oltre ai dati di input descritti nei paragrafi precedenti, la durata delle simulazioni ed il numero di integrazioni.

La durata delle simulazioni deve essere sufficientemente estesa per consentire al moto ondoso di svilupparsi completamente in tutto il dominio di calcolo. Tale grandezza è funzione delle dimensioni dell'area di studio e della velocità di propagazione delle onde.

Il numero di integrazioni è uno dei parametri che condiziona la stabilità delle simulazioni; esso è definito in funzione della risoluzione spaziale della griglia di calcolo, del numero di Courant e del periodo delle onde. Se il problema è risolto con le equazioni di Boussinesq estese, è necessario che gli step di calcolo siano almeno 25-30.

Nel caso in esame, è stato stimato che una durata di 2 ore sia più che sufficiente affinché il moto ondoso raggiunga il completo sviluppo. Lo step temporale assegnato è di 0,1 secondi.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		13	26

5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

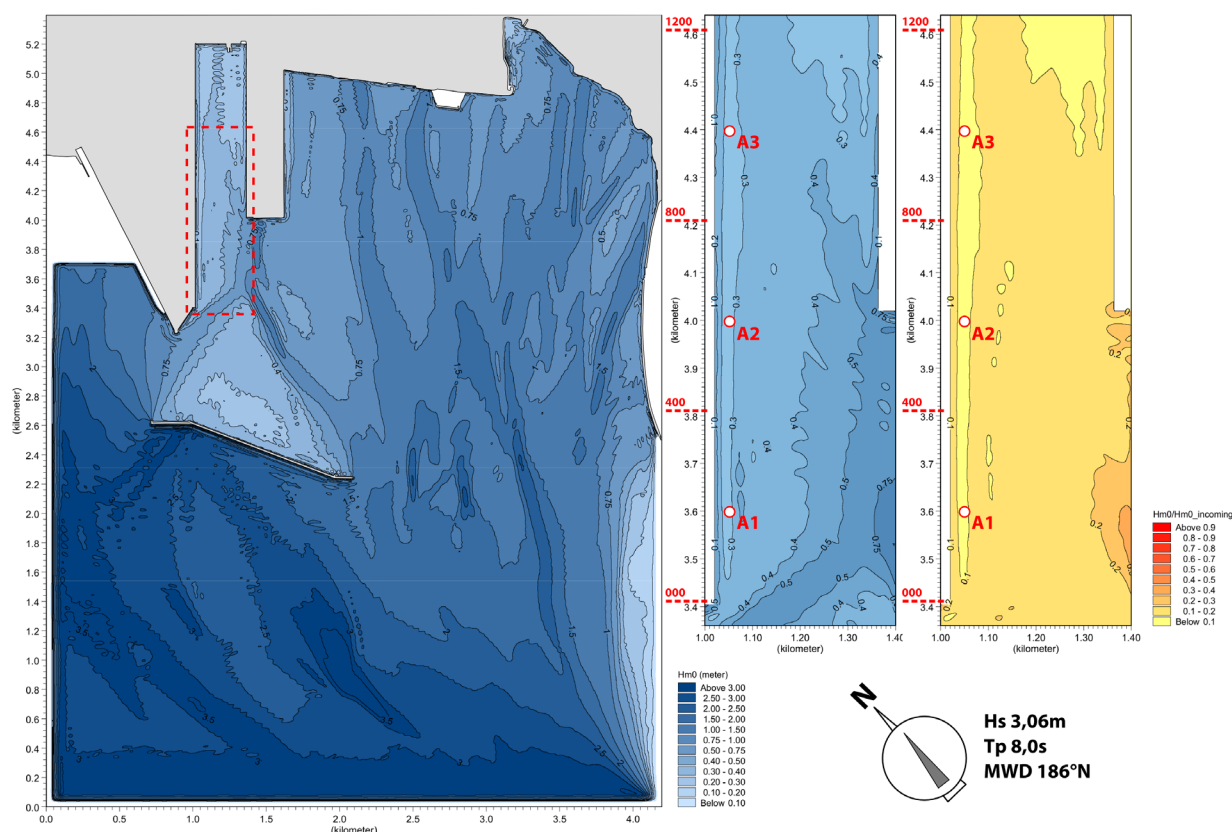
In questo capitolo della relazione sono stati riportati e commentati i risultati delle 3 simulazioni eseguite con MIKE 21 BW, per il moto ondoso ordinario e per gli eventi estremi.

Per gli scenari ordinari sono state riportate le caratteristiche delle onde (Hs, Tp e MWD) in 3 punti alle progressive 200m (A1), 600m (A2) e 800m (A3), prossimi agli accosti in banchina.

I risultati del modello di penetrazione del moto ondoso, nello scenario di clima d'onda estremo, per T=100 anni, sono stati estratti nel punto "E1", prossimo alla testata del molo e, quindi, particolarmente esposto all'azione del moto ondoso.

5.1 Clima ondoso ordinario

Le figure seguenti illustrano il campo dei valori di altezza d'onda significativa (Hs) per i due scenari di clima ondoso ordinario al termine delle simulazioni e, quindi, in condizioni di mare completamente sviluppato.



	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		14	26

Figura 7 Clima ondoso ordinario (onda 2), direzione 186°N, Hs3,06m, Tp8,0s.

L'evento ordinario "onda 2", di direzione di provenienza a largo 155°N (input di SW) e sottocosta 186°N (output di SW e input di BW), come atteso, continua a ruotare verso ovest, per effetto della rifrazione e dello shoaling. Nella configurazione di calcolo, l'opera di protezione del porto fuori Rada esistente, provoca la diffrazione delle onde e moderata agitazione all'interno del cerchio di evoluzione e degli accosti del Molo Polisetoriale. L'altezza d'onda in corrispondenza dei 3 accosti (A1, A2 ed A3), è prossima a 0,5m.

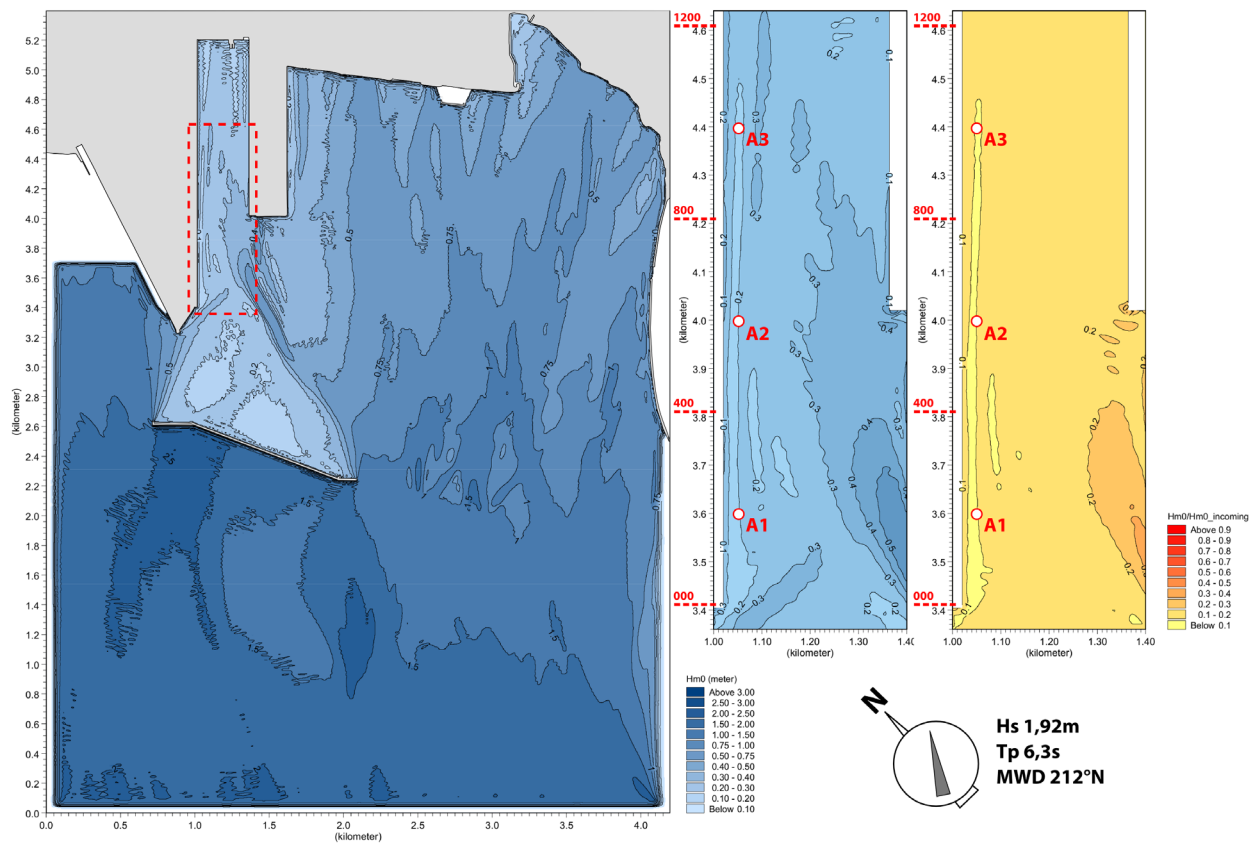


Figura 8 Clima ondoso ordinario (onda 3), direzione 212°N, Hs1,92m, Tp6,3s.

L'evento ordinario "onda 3", di direzione di provenienza a largo 215°N (input di SW) e sottocosta 212°N (output di SW e input di BW), risente meno della rifrazione e dello shoaling. Come per l'onda 2, l'agitazione residua in prossimità degli accosti è moderata. La direzione di provenienza consente all'onda di penetrare con maggiore energia nel canale di accesso alla banchina del Molo Polisetoriale, dove comunque l'agitazione residua è modesta. In questo caso nei punti A2 e A3 le altezze d'onda sono di poco inferiori a 0,4m.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO		Pagina <i>Page</i>
			15
		26	

5.2 Eventi estremi

La stima dei valori caratteristici delle onde estreme in prossimità della banchina di ormeggio del Molo Polisetoriale, per assegnato periodo di ritorno, è finalizzata alla valutazione delle azioni che agiscono sulle strutture di progetto. Tali azioni saranno confrontate con le combinazioni dei carichi, statici e dinamici, di dimensionamento e verifica degli elementi strutturali per verificare l'incidenza dell'azione del moto ondoso sul complesso delle forze agenti su pali e impalcato.

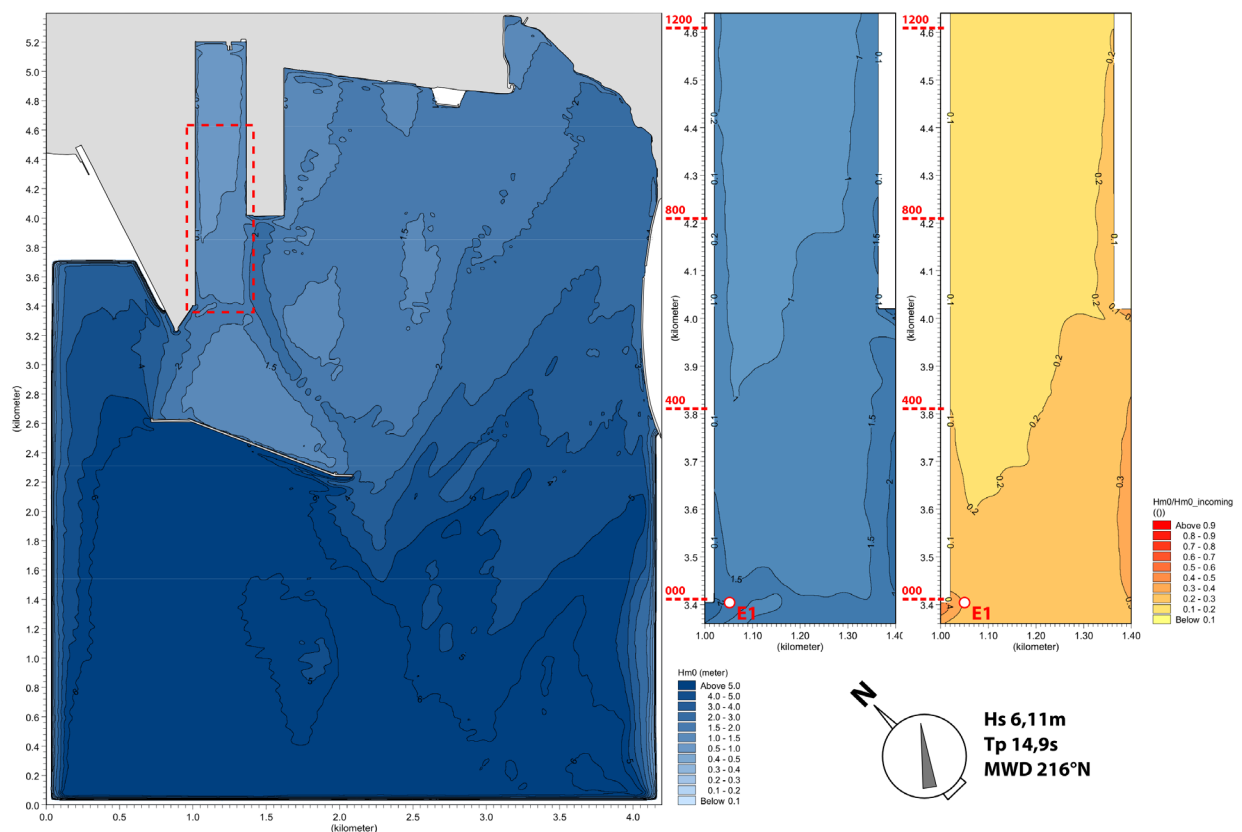


Figura 9 Evento estremo, direzione 216°N, Hs 6,11m, Tp 14,90s, T=100 anni.

L'onda 1, di direzione di provenienza a largo 150°N (input di SW) e sottocosta 216°N (output di SW e input di BW), come atteso, prosegue nella sua rotazione verso ovest, per effetto della rifrazione e dello shoaling. Il valore di altezza d'onda corrispondente a T=100 anni restituito nel punto "E1", per la stima delle azioni del moto ondoso sulle strutture di progetto è pari a 2,0m.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	16	Di <i>of</i>	26

6. STUDIO SULL'OPERATIVITA' DELLA BANCHINA

I risultati delle simulazioni scritti definiscono il clima di agitazione residua nel bacino portuale ed in particolare all'accosto del terminal container.

Lo studio sull'operatività del terminal si basa sulla definizione delle curve di downtime, rappresentazione grafica dei risultati dell'analisi statistica che stima il numero medio di giorni/anno nei quali l'altezza delle onde è maggiore di una H_s limite di agibilità della banchina imposta dal progettista in funzione delle dimensioni delle navi e della sensibilità e tolleranza operativa dell'equipment di banchina.

Una stima sperimentale del downtime è stata fatta anche in riferimento alle onde di mare morto (swell) che, nell'esperienza del Terminalista, provocano problemi di rollio e beccheggio tali da determinare il fermo delle operazioni di banchina.

6.1 Caratteristiche del sistema

Le caratteristiche dimensionali delle navi che ormeggiano alla banchina del terminal container del Molo Polisetoriale sono le seguenti:

Nave	Length overall(m)	Length between perpendiculars (m)	Beam (m)	Design draft (m)
Feeder	176	170	23,7	7,7
Vessel 5.000 TEUs	276,5	259,9	32,2	12,5
A-CLASS Maersk	366,9	351,08	42,8	12,2
Hyundai - 13.800 TEUs	368	352	51,0	14,5
STX - 12.000 TEUs	365,8	348,8	48,4	13,5
Samsung - 8.500 TEUs	334	319	42,8	13
Samsung - 16.000 TEUs	396	379	54,0	14,5

Tabella 4 Dimensioni caratteristiche delle navi

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		17	26

6.2 Definizione dei limiti operativi

Nella tabella che segue sono riportati i massimi valori di altezza d'onda all'ormeggio per i quali le operazioni di carico e scarico in banchina possono procedere in condizioni di sicurezza, in funzione delle diverse tipologie di naviglio. Altri fattori che influiscono sulla stima del downtime sono:

- sensibilità e tolleranza operativa dell'equipment di banchina;
- sistemi di sicurezza applicabili;
- condizioni di sicurezza a bordo nave e a terra

Tali fattori, spesso più vincolanti delle caratteristiche delle navi, impongono la massima prudenza nella scelta di Hs limite.

In virtù delle considerazioni di cui sopra e delle indicazioni fornite dal concessionario del terminal, nel caso in esame sono state considerate due Hs limite pari a 0,3 m per i Feeder e 0,5m per navi di classe Panamax o superiore (navi madre).

Tipologia di nave	Altezza d'onda limite H _s in metri	
	0° (direzione parallela alla prua)	45° – 90°
Nave mercantile generale	1,0	0,8
Nave container	0,5	
Nave da carico (secco) 30 000 – 100 000 dwt (Dry bulk) fase di carico	1,5	1,0
Nave da carico (secco) 30 000 – 100 000 dwt (Dry bulk) fase di scarico	1,0	0,8 – 1,0
Petroliera 30 000 dwt	1,5	
Petroliera 30 000 – 200 000 dwt	1,5 – 2,5	1,0 – 1,2
Petroliera 200 000 dwt	2,5 – 3,0	1,0 – 1,5

Tabella 5 Massime altezze d'onda significative ammissibili agli ormeggi per differenti direzioni d'onda (Carl A. Thoresen, "Port designer's handbook", 2003)

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	18
		Di <i>of</i>	26

6.3 Curve di downtime

Le curve di downtime sono la rappresentazione grafica dei risultati dell'analisi statistica che stima il numero medio di giorni/anno nei quali l'altezza delle onde è maggiore di una H_s limite di agibilità della banchina.

Per l'analisi è necessario stimare la frequenza di accadimento delle onde al largo, per classi di altezza significativa H_s e direzione di provenienza MWD. I risultati dell'elaborazione del clima marino ordinario, registrato dalla boa di Taranto, sono riportati in Tabella 1. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato 0130TAR01006-00 "Studio meteo marino".

Per ogni onda di assegnate caratteristiche sottocosta (direzione, altezza e periodo) il modulo di calcolo BW restituisce un valore di altezza media dell'onda in tutti i punti del dominio di calcolo.

Il rapporto adimensionale tra l'altezza media dell'onda restituita da BW in un punto e la H_s che l'ha generata (coefficiente di disturbo), rappresenta, in termini di altezza, l'attenuazione dell'onda che penetra nel bacino con una certa direzione. Il coefficiente di disturbo assume valori costanti in ogni singola direzione di propagazione dell'onda (tempo-invarianti).

Il passo successivo dello studio consiste nell'individuare, per ogni direzione, l'altezza dell'onda al largo che può generare un'onda con $H_m = H_s$ limite in banchina. Nota questa H_m e il numero di osservazioni (frequenza) associate alle diverse classi di altezza d'onda, è possibile determinare il numero medio di giorni l'anno in cui staticamente si verifica un evento con quelle caratteristiche.

Nei grafici successivi sono illustrate le curve di downtime per le due onde ordinarie simulate ed il risultato dell'analisi omnidirezionale, nei tre punti di accosto in banchina.

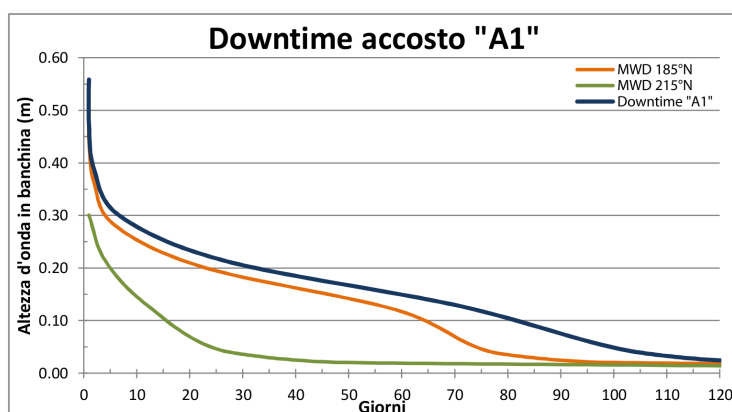


Figura 10 Curva di downtime nel punto A1.

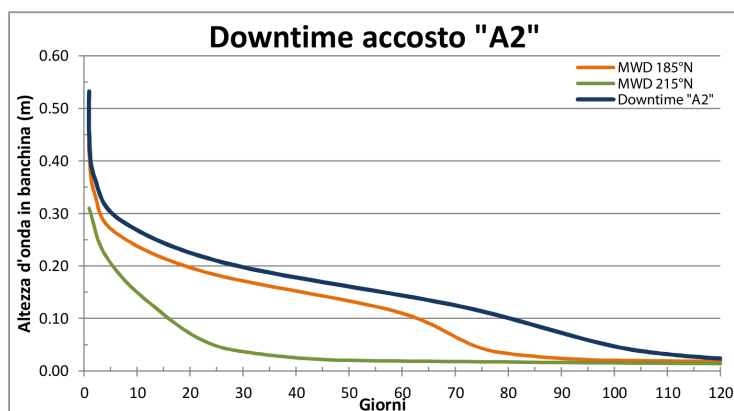


Figura 11 Curva di downtime nel punto A2.

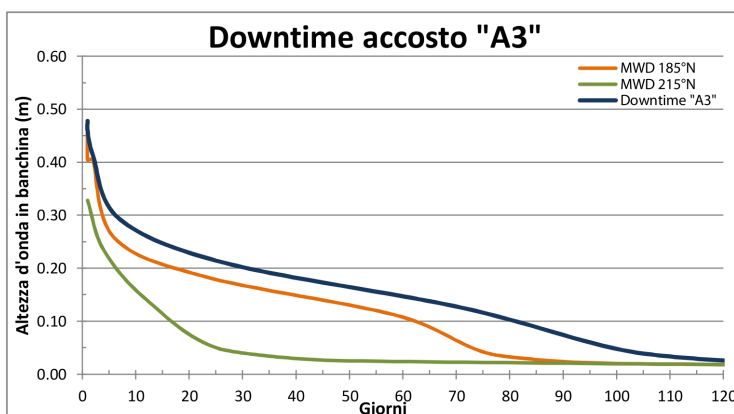


Figura 12 Curva di downtime nel punto A3.

6.4 Analisi sulle onde di swell

6.4.1 Stima del periodo di inoperatività

L'operatività della banchina esistente e di progetto è legata alle caratteristiche delle imbarcazioni che vi attraccano e alla tipologia di accosto. In particolare, nel caso specifico le navi che ormeggiano sono le porta container per cui le oscillazioni che più frequentemente possono dare problemi alle operazioni di movimentazione delle merci, sono quelle di rollio e, dunque, legate alla larghezza dei natanti.

Da ciò si evince che i due parametri del moto ondoso da prendere in considerazione sono l'altezza d'onda ed il periodo. In particolare, per poter considerare almeno in parte la presenza di componenti di mare lungo all'interno degli stati di mare, è stato utilizzato il periodo medio (T_m),

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2012
STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO		Pagina <i>Page</i>	20 Di <i>of</i> 26

più rappresentativo del fenomeno in esame rispetto al periodo di picco (T_p). Quest'ultimo, infatti, tiene conto esclusivamente delle componenti ondose prevalenti, escludendo quindi le onde lunghe nel caso, frequente nel mediterraneo, in cui le componenti di mare lungo siano meno incisive, seppur presenti all'interno dello spettro.

La direzione delle onde è stata invece considerata poco influente nella verifica della stabilità delle navi in accosto poiché eventuali fenomeni di riflessione multipla tra le pareti delle banchine, adiacenti o opposte, possono fare variare la direzione di propagazione delle onde e, dunque, in questa fase è stato ipotizzato che ciascuna onda che riesca a raggiungere la zona di accosto, possa avere attacco perpendicolare alle banchine.

I dati di partenza della presente analisi sono rappresentati dalle registrazioni degli stati di mare trionari eseguite dalla boa ondometrica posizionata al largo di Capo San Vito, su fondali di 72m di profondità. Le coordinate del sito di posizionamento della suddetta boa, nel sistema di riferimento Gauss-Boaga, sono: N 4.474.188, E 2.705.492. Il periodo di osservazione va dal 2006 al 2009, con una frazione di dati mancanti pari a circa il 30%. Tali dati vengono ritenuti rappresentativi ai fini della valutazione del clima medio.

In riferimento all'analisi sulla agitazione residua a tergo della diga foranea, descritta nei paragrafi precedenti, sono stati considerati dei coefficienti di disturbo (C_d) estratti in corrispondenza di un punto posto all'interno dello specchio acqueo compreso tra l'opera di difesa e la banchina in esame (vedere Figura 13). Tale posizione è stata scelta in modo da trascurare l'effetto di riflessione delle onde residue per la presenza delle banchine. I coefficienti di disturbo restituiti sono stati tabellati al variare della lunghezza della nuova diga foranea prevista dal PRP. In particolare, si può notare che sono stati considerati due diversi settori di provenienza delle onde, centrati rispettivamente nelle direzioni 180° e 210° N.

Data la presenza di banchine antiriflettenti è stato ipotizzato un effetto amplificativo di riflessione parziale (C_r) pari a 0,6. Per fissata soglia limite di altezza d'onda significativa (H_s) nella zona di accosto, è stata dunque considerata una corrispondente altezza d'onda ridotta in corrispondenza del campo indisturbato dalla riflessione, ovvero nella zona compresa tra le banchine e la diga foranea. Tale soglia ridotta risulta essere pari a $H_s / (1+C_r) = H_s / 1,6$. Conseguentemente è stato considerato l'effetto della diffrazione dovuta alla presenza della diga per mezzo del coefficiente di disturbo. In questo modo l'altezza d'onda limite al largo è pari a:

$$H_{s_{largo}} = \frac{H_s}{(1+C_r)C_d} = \frac{H_s}{1,6C_d}$$

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	21	Di <i>of</i>	26



Figura 13 Vista satellitare dell'area con indicazione del punto di estrazione del coefficiente di disturbo (Cd).

Hs	Tp	Dir	Coeff. Disturbo	Condizioni
350	8	180	0,46	Stato di fatto
350	8	180	0,42	diga 400m
350	8	180	0,38	diga 500m
350	8	180	0,34	diga 600m
350	8	180	0,31	diga 1300m
300	7	210	0,33	Stato di fatto
300	7	210	0,31	diga 400m
300	7	210	0,31	diga 500m
300	7	210	0,29	diga 600m
300	7	210	-	diga 1300m

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012	
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	22
		Di <i>of</i>	26

Tabella 6 Coefficiente di disturbo al variare delle caratteristiche delle onde al largo e della lunghezza della nuova diga foranea

Come già accennato, il periodo medio d'onda limite (T_m), che può causare pericolose oscillazioni alle navi in accosto alla banchina, è legato alla larghezza dei natanti. Nel presente studio è stato ipotizzato che tale periodo sia proprio pari a quello corrispondente ad una lunghezza d'onda al largo uguale alla larghezza (B) delle navi. Secondo la teoria lineare delle onde, tale valore limite risulta essere pari a:

$$T_m = \sqrt{\frac{2\pi B}{g}}$$

Applicando la suddetta formula, è stato possibile stimare i periodi medi corrispondenti a ciascuna nave di cui si prevede l'ormeggio, come mostrato in tabella. Di conseguenza l'inoperatività stessa, definita in termini di numero medio di giorni l'anno in cui i limiti di altezza d'onda e periodo vengono superati, varierà in funzione della nave che dovrà attraccare in banchina.

Imbarcazione	B [m]	T _m [m]
Feeder	23,7	3,9
Vessel 5.000 TEUs	32,2	4,5
A-CLASS Maersk	42,8	5,2
Hyundai - 13.800 TEUs	51,0	5,7
STX - 12.000 TEUs	48,4	5,6
Samsung - 8.500 TEUs	42,8	5,2
Samsung - 16.000 TEUs	54,0	5,9

Tabella 7 Periodo medio limite corrispondente a ciascuna imbarcazione di cui si prevede l'accosto

Preliminarmente alla individuare del limite di altezza d'onda nella zona di ormeggio è stata eseguita una analisi di sensitività sulla base della nave di minori dimensioni tra quelle elencate in precedenza, ovvero il Feeder, avente larghezza di circa 28m. Il grafico mostra un andamento sostanzialmente lineare del periodo di inoperatività in funzione dell'altezza limite per Hs variabile tra 0,3 e 1,2 m. A seguito di tale analisi, è stato individuato come limite di altezza d'onda all'ormeggio per le navi container il valore di 1,0m. Alle onde di swell, infatti, è in genere associato uno spettro di energia più stretto intorno ad un valore di picco rispetto alle onde di vento. Esse

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	23	Di <i>of</i>	26

cioè sono caratterizzate da una distribuzione del parametro "altezza d'onda" meno dispersa rispetto ad un valore medio, se confrontata alle onde generate dal vento. La confidenza nella H significativa del clima meteo marino, ovvero la media del terzo delle onde più alte, quindi, è minore rispetto a quella dello stesso parametro associato a onde di mare morto.

I risultati della procedura comparativa tra i dati di moto ondoso registrati alla boa ed i limiti di periodo medio ed altezza significativa delle onde hanno consentito di ottenere i valori di downtime, mostrati in tabella, al variare delle possibili navi in ormeggio e della lunghezza della nuova diga foranea. In particolare, nella condizione di stato attuale della protezione al largo, il downtime supera i 30gg/anno per il Feeder. Tale valore si riduce a circa 15 gg/anno già per una nuova diga di lunghezza 600m. Nella stessa configurazione portuale, per le navi con larghezza maggiore di 40m, si ha un'inoperatività media minore di 9 gg/anno.

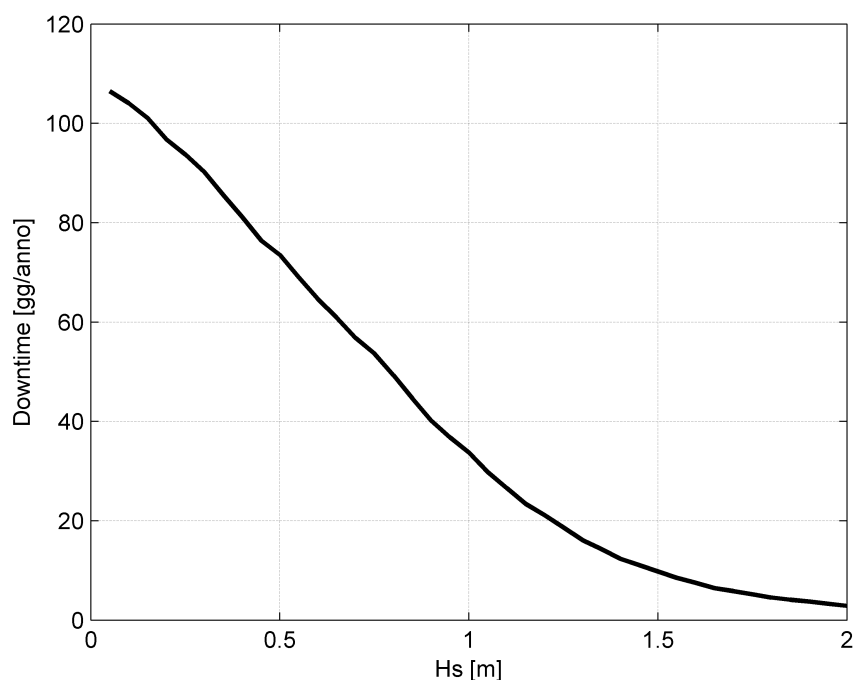


Figura 14 Curva di downtime per le onde di swell (nave Feeder).

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO		Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO		Pagina <i>Page</i>	24	Di <i>of</i>	26

Imbarcazione	B [m]	Downtime [gg/anno]				
		Stato Attuale	diga 400m	diga 500m	diga 600m	diga 1000m
Feeder	23,7	33,7	26,9	20,5	14,3	10,3
Vessel 5.000 TEUs	32,2	26,6	22,9	18,8	14,0	10,2
A-CLASS Maersk	42,8	15,0	13,0	11,0	8,8	7,3
Hyundai - 13.800 TEUs	51,0	10,1	8,6	7,3	5,8	4,8
STX - 12.000 TEUs	48,4	10,9	9,2	7,8	6,1	5,2
Samsung - 8.500 TEUs	42,8	15,0	13,0	11,0	8,8	7,3
Samsung - 16.000 TEUs	54,0	8,7	7,4	6,3	4,8	4,0

Tabella 8 Downtime in funzione della tipologia di navi e della lunghezza della nuova diga foranea

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2012			
	STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO	Pagina <i>Page</i>	25	Di <i>of</i>	26

7. CONCLUSIONI

Il modello BW consente di simulare il decadimento dell'onda dovuto all'interazione con il fondale e con le diverse strutture presenti all'interno del porto (opere di difesa, moli, sporgenti, etc).

Lo studio della penetrazione del moto ondosso all'interno del porto ha due obiettivi:

- stimare il down time della banchina, per il clima ordinario;
- stimare le azioni delle onde, per eventi estremi di assegnato periodo di ritorno, sulle strutture di progetto. Tale azione sarà confrontata con le combinazioni dei carichi, statici e dinamici, di dimensionamento degli elementi strutturali per verificare l'incidenza del moto ondosso sul totale delle forze agenti sui pali e l'impalcato.

Determinata l'altezza d'onda significativa all'interno del bacino portuale, è stato calcolato il coefficiente di disturbo, ovvero il rapporto adimensionale tra H_s all'interno del porto e la H_s sotto costa che l'ha generata.

Fissato infine un valore limite di altezza d'onda all'accosto, è stato stimato il numero medio di giorni l'anno in cui tale limite viene superato e la banchina non è operativa.

Nel caso in esame, per il calcolo del downtime allo stato attuale, sono stati fissati due valori di H_s limite che garantiscono le condizioni di sicurezza durante le operazioni di carico/scarico delle navi: 0,5m per la nave madre (ovvero superiore agli 8.000TEU, fino alla nave di progetto pari a 14.000 TEU) e 0,3m per i Feeder.

I giorni di downtime, per il clima ordinario, sono mediamente di poche unità l'anno. Tale risultato trova riscontro nell'esperienza del Terminalista, il quale ha indicato che i problemi di rollio e beccheggio che determinano il fermo delle operazioni di banchina sono provocati da onde di mare morto (swell). Tali onde, infatti, hanno spesso lunghezze paragonabili a quelle dei navigli e provocano movimenti ciclici e ripetitivi che, nei casi più estremi, entrano in risonanza con il sistema nave-banchina.

Considerando che il periodo medio dell'onda di swell che può causare pericolose oscillazioni alle navi è legato alla larghezza dei natanti, e assumendo che T_m sia pari a quello di un'onda avente lunghezza uguale alla larghezza delle navi, è stato stimato, per le diverse lunghezze di navi assunte a base dei calcoli, un downtime compreso tra 34gg/anno per i Feeder e mediamente 10-15gg/anno per la nave madre (in particolare 15gg per una Samsung - 8.500 TEUs, 10gg per una Hyundai - 13.800 TEUs, 9gg per una Samsung - 16.000 TEUs)

La stessa analisi è stata ripetuta per valutare i possibili effetti mitigativi della nuova diga foranea di 1.300m di lunghezza, prevista dal nuovo PRP, in termini di giorni medi di inoperatività.

	PORTO DI TARANTO RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO	Documento <i>Document</i> 0130TAR01007-00-R04	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2012
STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DEL PORTO		Pagina <i>Page</i> 26	Di <i>of</i> 26

In questo caso il downtime stimato è di 10gg/anno per i Feeder e di 4-7gg/anno per navi portacontainer aventi dimensioni maggiori.

Il valore di altezza d'onda corrispondente all'evento estremo di periodo di ritorno 100 anni, in un punto in testata del Molo Polisetoriale, per la stima delle azioni del moto ondosso sulle strutture di progetto è pari a 2,0m.

Roma, Luglio 2012

Il Progettista Responsabile
Dott. Ing. Michelangelo LENTINI