

OGGETTO/OBJECT:

PROGETTO/PROJECT:

RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE

REDEVELOPMENT OF THE MOLO POLISETTORIALE

NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO

TRATTO DI PONENTE

NEW BREAKWATER FOR THE PROTECTION OF THE OUTER PORT OF TARANTO

WEST SIDE

(PROGETTO DEFINITIVO)

(DETAILED DESIGN)

DATI/ DATA

Aggiornamento Issue	Cod. Cliente Code
1° Aprile 2013	

PIANO DI MONITORAGGIO

MONITORING PLAN

RESPONSABILE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:

HEAD DESIGNER:

ING. GIUSEPPE MARFOLI

STUDI SPECIALISTICI A CURA DI:

DESIGNERS:

Dott. Giorgio Cardinali**Dott. Daniele Bensaadi****Ing. Stefano Saffioti****Ing. Giorgio Occhipinti****S.I.A.**

Società Italiana per l'Ambiente

Viale Alfredo Ottaviani, 110 • 00126 Roma
Tel. 06.52.15.554 - 06.52.15.621 • Fax 06.52.15.553
posta@siaenv.com • www.siaenvconsulting.com

REVISIONE REVISION	DATA DATE	MOTIVAZIONE REASON	PROPONENTE PROPOSER
01	Febbraio 2014	AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO IN CONFORMITA' AL VOTO N°24 DEL SIIT PROJECT UPDATING IN COMPLIANCE WITH THE VOTE N°24 OF SIIT	S.J.S. Engineering s.r.l.
00	Aprile 2013	PRIMA EMISSIONE / FIRST ISSUE	S.J.S. Engineering s.r.l.

MATRICE DELLA REVISIONE
REVISION MATRIXStazione appaltante
Awarding body**AUTORITA' PORTUALE DI TARANTO**
PORT AUTHORITY OF TARANTOIncarico
Job

RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE
NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO
TRATTO DI PONENTE
REDEVELOPMENT OF THE MOLO POLISETTORIALE
NEW BREAKWATER FOR THE PROTECTION OF THE OUTER PORT OF TARANTO - WEST SIDE

Livello progettuale
Project level**PROGETTO DEFINITIVO**
DETAILED DESIGNSoggetto attuatore
Under authorization

Taranto Container Terminal s.p.a.
per l'Autorità Portuale di Taranto
Taranto Container Terminal Ltd.
for Port Authority of Taranto

Titolo
Title

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

PIANO DI MONITORAGGIO
MONITORING PLAN

Area code

0130 TAR

Title code

03112-01

Check

R03

Job code

C-03

Design by

S.J.S. Engineering s.r.l.

*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 SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001 =

Edited

Filippone

Checked

ML

Date

February 2014

Filename

0130TAR03112-01-R03.doc

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03			
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014			
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	1	Di <i>of</i>	29

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	ARIA E CLIMA	6
2.1	FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO	7
2.2	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO, METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO E MISURAZIONI	8
2.3	CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	9
2.4	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	11
3.	ACQUA.....	12
3.1	PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO	12
3.2	CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	13
3.3	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	14
	3.3.1 Monitoraggio Ante Operam.....	14
	3.3.2 Monitoraggio in Corso d’Opera.....	15
	3.3.3 Monitoraggio Post Operam	15
4.	SUOLO	17
4.1	RILIEVO DELLA SITUAZIONE INIZIALE.....	17
4.2	RILIEVI PERIODICI DURANTE E DOPO LA COSTRUZIONE DELLE OPERE	17
5.	FLORA E FAUNA	18
5.1	FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO	18
5.2	CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	19
5.3	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	20
	5.3.1 Monitoraggio Ante Operam.....	20
	5.3.2 Monitoraggio in Corso d’Opera.....	20
	5.3.3 Monitoraggio Post Operam	20
6.	RUMORE	22
6.1	INTRODUZIONE E OBIETTIVI	22
6.2	RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI.....	23
6.3	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	24

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	2 Di <i>of</i> 29

6.4	SCELTA DEI PUNTI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO	25
6.5	FREQUENZA TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	25
7.	ALLEGATI.....	27

INDICE FIGURE

Figura 1	Stralci delle mappe di isoconcentrazione (inquinante PM10) (Appendice 1 del quadro di Riferimento Ambientale)	10
Figura 2	Stralcio della carta dei links e dei ricettori (Appendice 1 del quadro di Riferimento Ambientale)	10
Figura 3	Sintesi monitoraggio "rumore"	26

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 3	Di of 29

1. PREMESSA

Il 20 giugno 2012 i Ministri per la Coesione Territoriale, delle Infrastrutture e Trasporti, dello Sviluppo Economico e dell'Ambiente, la Regione Puglia, l'Autorità Portuale, il Commissario Straordinario, la Provincia di Taranto, il Comune di Taranto, TCT S.p.A., Evergreen Line, Sogesid S.p.A. ed il Gruppo Ferrovie dello Stato (RFI S.p.A. e Trenitalia S.p.A.) hanno sottoscritto l'“Accordo per lo Sviluppo dei Traffici Containerizzati nel Porto di Taranto e il Superamento dello Stato d'Emergenza Socio-Economico-Ambientale”, procedendo alla parziale novazione ed integrazione dei Protocolli di Intesa firmati nel 1998 e nel 2009 dagli stessi Soggetti.

Nel contempo, con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri DPCM 17 febbraio 2012, il Presidente dell'Autorità Portuale di Taranto, è stato nominato Commissario Straordinario per realizzare alcune opere di grande infrastrutturazione all'interno del porto. Il provvedimento attribuisce al Commissario i poteri in grado di accelerare tutte le procedure autorizzative e di appalto delle opere programmate.

Tra le opere prioritarie previste dal Protocollo siglato il 5 novembre 2009, figura la nuova diga foranea a protezione del Molo Polisetoriale, per la quale “dovrà essere programmata una realizzazione per lotti funzionali”. L'obiettivo è integrare il sistema di difesa artificiale del porto fuori rada, che attualmente consiste in una diga artificiale a paramento verticale di circa 1.450m, realizzata a partire dagli anni '80.

Da parte sua TCT S.p.A., concessionario del Molo Polisetoriale ove è in esercizio un terminal container, ha avviato la progettazione degli interventi di “Riqualificazione del Molo Polisetoriale di Taranto”; in particolare: ammodernamento della banchina di ormeggio propedeutico ai dragaggi a -16,50m dei fondali, adeguamento area terminal rinfuse e realizzazione di una nuova diga foranea.

Allo scopo di ottimizzare la configurazione della nuova opera marittima di difesa, nel corso dell'elaborazione del nuovo Piano Regolatore Portuale, adottato, in via preliminare, con Delibera n° 3 del 2 maggio 2006 dal Comitato Portuale, sono state studiate diverse alternative di progetto per rispondere alle prescrizioni dettate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nei voti n. 322 del 23/07/2008 e n. 96 del 22/07/2009 delle Sezioni terza e quarta riunite. Nel corso della procedura, infatti, il C.S.LL.PP. ha richiesto di modificare la configurazione delle opere foranee per risolvere le problematiche connesse agli aspetti geotecnici e di idraulica marittima.

L'Autorità Portuale è quindi addivenuta alla soluzione finale, cioè una nuova diga di 1.300m di lunghezza che definisce, con l'attuale opera di difesa, un secondo canale di accesso al porto commerciale di Taranto. Nel proprio parere definitivo n. 48/2010 reso nella seduta del 24/03/2010, il C.S.LL.PP. ha confermato la fattibilità della nuova diga rispetto alle problematiche inizialmente sollevate.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	4 Di <i>of</i> 29

Il nuovo PRP è poi stato trasmesso alla Regione Puglia per avviare la procedura di Valutazione Ambientale Strategica conclusasi con la determinazione Prot. 089/dir/2012/00078 del Dirigente del Servizio Ecologia che ha espresso il proprio parere motivato con indicazioni e prescrizioni. Nelle more dell'approvazione definitiva da parte della Regione, l'Autorità Portuale ha avviato, con nota Prot. N. 000525/TEC del 17.01.2013, un procedimento di adeguamento tecnico-funzionale del Piano Regolatore Portuale vigente (1980). Tale procedimento si è concluso con parere favorevole, con raccomandazioni, espresso dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nell'Adunanza del 20 marzo 2013 (Prot. N. 9/2013).

I finanziamenti ad oggi stanziati per l'opera, indicati nell'Accordo firmato il 20 giugno 2012, non permettono di procedere alla costruzione della diga prevista nel nuovo PRP in un'unica soluzione; si procederà, pertanto, in due lotti funzionali, come peraltro indicato nel Protocollo di Intesa sottoscritto il 5 novembre 2009.

Il primo lotto, oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale (SIA), ha una lunghezza di 500 m e assolve alla funzione di garantire un'adeguata protezione alla banchina del Terminal Container del Molo Polisettoriale, come dimostrato dagli studi specialistici a corredo del progetto definitivo. Tale soluzione, in definitiva, contempera funzionalità, sicurezza, fattibilità tecnica ed economica.

Lo SIA del progetto definitivo "Nuova diga foranea di protezione del porto fuori rada di Taranto - Tratto di ponente", è stato redatto ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. Si sottolinea che tenuto conto del tipo di opera che si andrà a realizzare, ovvero un'infrastruttura che in sé non determina un incremento dei traffici marittimi o di qualunque altra attività portuale, la stima degli effetti delle azioni di progetto sull'ambiente è stata incentrata per lo più sulla fase di cantiere, limitando l'analisi post-operam alle poche componenti interessate.

A tale riguardo, nel progetto definitivo è stata individuata quale possibile area da destinare alle lavorazioni a terra e al deposito dei materiali lapidei, quella adiacente il secondo canale di scarico dell'ILVA, in area ex-Belleli. Trattasi di un'area di circa 36.500mq e di una banchina di attracco di circa 150m già destinate all'allestimento di un cantiere nell'ambito dei lavori di costruzione della cassa di colmata del V sporgente e di bonifica e dragaggio dei fondali della darsena polisettoriale. L'effettiva disponibilità dell'area dipende dunque dallo stato di avanzamento dei lavori oggetto di altro appalto.

Nella presente relazione vengono descritte le azioni da mettere in atto per monitorare lo stato dell'ambiente nella fase ante, in e post operam.

Il piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) e la sua attuazione hanno l'obiettivo di raggiungere i seguenti risultati:

- validazione delle previsioni di impatto dello SIA;

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	5 Di <i>of</i> 29

- esecuzione di rilievi sperimentali per la caratterizzazione della qualità dell'aria, dell'acqua, del suolo, della flora e della fauna, del clima acustico e del paesaggio che, integrando le informazioni già disponibili sul territorio, consentano la discriminazione dei contributi da ricondursi ai lavori di realizzazione della nuova scogliera rispetto a quelli delle altre sorgenti;
- controllo della situazione ambientale per rilevare tempestivamente situazioni non previste e/o criticità ambientali e mettere a punto eventuali nuovi interventi di mitigazione o potenziare quelli previsti;
- implementazione di una banca dati per la diffusione dei risultati.

Si sottolinea che nell'ambito del bacino portuale ed in particolare del porto fuori rada di Taranto, sono previsti numerosi interventi di riqualificazione o costruzione di infrastrutture portuali, quali per esempio: la realizzazione della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V Sporgente, i dragaggi dell'area polisettoriale, l'ammodernamento della banchina di Levante del Molo Polisettoriale. Nell'ambito delle procedure di approvazione dei progetti di tali interventi, nonché del nuovo Piano Regolatore Portuale, le autorità competenti hanno prescritto, nel rispetto delle vigenti normative, specifiche attività di monitoraggio ambientale. Pertanto, seppure nei paragrafi successivi, vengono descritte le modalità e l'articolazione temporale con cui portare a termine il monitoraggio ambientale, è auspicabile che allo scopo di coordinare le attività ed ottimizzare l'impiego delle risorse economiche da investire, si provveda ad inquadrare tutte le attività previste in un unico piano per una coerente gestione da parte dell'Autorità Portuale.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 6	Di of 29

2. ARIA E CLIMA

Il piano di monitoraggio per la componente "Aria e clima" comprende le seguenti fasi:

- monitoraggio Ante Operam (MAO), per la definizione dello "stato di zero" prima dell'avvio dei lavori di realizzazione della diga;
- monitoraggio in Corso d'Opera (MCO), per il controllo delle eventuali alterazioni prodotte in fase di cantiere.

Non è prevista, invece, alcuna attività di monitoraggio Post Operam, poiché la realizzazione della nuova opera di difesa del porto fuori rada di Taranto non determina un diretto incremento del traffico navale. Gli accertamenti sulla componente "aria" sono rivolti essenzialmente alla determinazione delle concentrazioni dei principali inquinanti correlati alle emissioni prodotte dai mezzi d'opera, impiegati durante i lavori della diga, a mare e a terra, e delle polveri sospese generate dalle attività di cantiere; contestualmente saranno acquisiti i principali dati che caratterizzano le condizioni meteorologiche.

I risultati delle simulazioni eseguite con il modello matematico nell'ambito dello SIA, non hanno messo in evidenza alcuna criticità presso i ricettori civili prossimi all'area d'intervento (centro abitato di Porto Azzurro e quartiere Tamburi di Taranto). I valori ottenuti, infatti, sono di diversi ordini di grandezza inferiori ai limiti di legge. Si ritiene, quindi, che il monitoraggio presso i ricettori "reali" risulterebbe scarsamente significativo per l'impossibilità pratica di distinguere, attraverso le misure strumentali, il contributo delle sorgenti emissive collegate al progetto da quello delle sorgenti già presenti sul territorio. Le misurazioni, pertanto, saranno eseguite in punti prossimi al sito di cantiere, dove le concentrazioni di alcuni parametri potrebbero aumentare a causa dei lavori in corso.

Le concentrazioni degli indicatori oggetto di monitoraggio, in corrispondenza dei ricettori "reali", saranno poi ricavate a partire dai dati registrati dalle centraline ubicate nelle adiacenze del cantiere, mediante l'applicazione di modelli numerici secondo il seguente schema:

- analisi dei dati misurati dalle centraline in corso d'opera e confronto con i valori registrati dalle medesime centraline in fase ante operam e con i limiti della normativa;
- in caso di significativi scostamenti rispetto allo stato ante operam e/o significativi superamenti dei limiti normativi, si procederà alla valutazione delle concentrazioni d'inquinanti presso i ricettori "reali", applicando idonei modelli numerici per la simulazione della diffusione delle sostanze per cui sono stati registrati scostamenti e/o superamenti. Le simulazioni saranno eseguite solo per le emissioni attribuibili alle attività di cantiere di cui al presente progetto.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 7	Di of 29

I risultati del monitoraggio saranno utilizzati eventualmente per definire e prescrivere l'implementazione di nuove misure di mitigazione o il potenziamento di quelle già previste all'interno dell'area cantiere e limitare, ad esempio, la produzione di polveri in corso d'opera.

Infine, il monitoraggio sarà utile per tarare il modello di simulazione e ottenere informazioni di tipo qualitativo sull'aria nelle zone attualmente non coperte dalle centraline di monitoraggio ARPA.

2.1 FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

Il monitoraggio ha essenzialmente lo scopo di misurare la concentrazione degli inquinanti individuati dalla normativa nazionale, al fine di identificare eventuali situazioni che meritano particolare attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione necessari per riportare i valori entro i limiti definiti nel D.Lgs. n. 155 del 15-09-2010.

I parametri oggetto di rilevamento, nel caso in esame, saranno:

- i parametri descrittivi delle condizioni meteorologiche, e cioè direzione, intensità del vento e stabilità, che condizionano la diffusione degli inquinanti nell'aria e, quindi, sono corresponsabili degli innalzamenti di concentrazione nei pressi dei ricettori di riferimento;
- le concentrazioni degli inquinanti tipicamente associati al traffico stradale e marittimo (ossidi d'azoto, ossidi di zolfo, monossido di carbonio, ecc.) nonché le Polveri Sospese Totali prodotte dalle attività di cantiere;
- consistenza del traffico veicolare nel punto di monitoraggio per correlare condizioni meteorologiche, qualità dell'aria e sorgenti di inquinamento.

I valori limite di riferimento con cui confrontare i dati orari e le medie giornaliere registrati dalle stazioni di monitoraggio sono riportati nella seguente tabella.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	8
		Di <i>of</i>	29

INDICATORE	VALORE LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite protezione salute umana, 10 mg/m³	Max media giornaliera calcolata su 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
Biossido di Azoto (NO₂)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, 200 µg/m³	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Particolato (PM₁₀)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, 50 µg/m³	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m³	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
Particolato (PM_{2,5})	Valore limite protezione salute umana, 25 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Benzene	Valore limite protezione salute umana, 5 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI

2.2 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO, METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO E MISURAZIONI

Il Piano di Monitoraggio fa riferimento a metodiche standardizzate, in grado di garantire il raggiungimento degli obiettivi fissati, ed in particolare:

- la qualità dell'aria per un periodo di 30 giorni con mezzo mobile strumentato;
- le polveri sottili per un periodo di 30 giorni con mezzo mobile strumentato (in prossimità del cantiere).

La metodologia "standard" prevede le seguenti fasi:

1. Sopralluogo delle aree di studio per verificare l'idoneità e la validità dei punti di monitoraggio individuati preliminarmente nel Piano. La scelta dei siti dove installare le centraline sarà condizionata dalla loro accessibilità anche in corso d'opera, nonché dalla posizione delle sorgenti emmissive nelle diverse fasi di lavorazione all'interno del cantiere.
2. Georeferenziazione dei punti di monitoraggio rispetto ad elementi singolari (spigoli di edifici, pali, alberi, ecc.) e report fotografico dei siti.
3. Installazione ed allestimento della strumentazione.
4. Calibrazione della strumentazione.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data/Date Febbraio 2014
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO		Pagina Page 9	Di of 29

5. Esecuzione della campagna di misure.
6. Redazione di:
 - report delle attività in campo;
 - relazioni tecniche riepilogative delle attività di monitoraggio (elaborazione e analisi dei dati, valutazione dei risultati, ecc.);
7. Inserimento dei dati all'interno di un sistema informatico.
8. Inserimento dei dati nei modelli matematici per la gestione delle successive fasi di monitoraggio (ad esempio nei modelli di diffusione degli inquinanti in atmosfera).
9. Esecuzione, se opportuno, di sistematiche simulazioni modellistiche per la validazione dei dati del monitoraggio o per l'approfondimento di situazioni in cui si sono verificati superamenti dei limiti di legge o, comunque, anomale.

2.3 CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

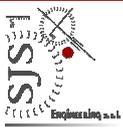
I punti di monitoraggio sono individuati considerando, come bersagli dell'inquinamento atmosferico, i ricettori prossimi all'area d'intervento e quelli situati lungo la viabilità "utilizzata" dai mezzi d'opera che trasportano i materiali lapidei dalle cave o il calcestruzzo dall'impianto di produzione fino al cantiere.

Le aree d'indagine sono state identificate sulla base delle conclusioni dello Studio di Impatto Ambientale (simulazioni modellistiche *short term*), nel quale sono stati caratterizzati gli ambiti territoriali prossimi al sito di intervento ed è stata definita la condizione anemologica prevalente.

L'unico fattore di impatto è l'inquinamento dovuto alle lavorazioni all'interno del cantiere; i risultati delle simulazioni matematiche, tuttavia, indicano che gli effetti dell'emissione di gas e polveri sono pressoché trascurabili presso i ricettori civili più vicini. Per questo motivo sono stati presi in considerazione dei ricettori fittizi, localizzati in prossimità del cantiere e lungo la viabilità interessata dal transito dei mezzi d'opera, presso i quali è ragionevole attendersi un incremento non del tutto trascurabile delle concentrazioni di inquinanti al suolo.

Nelle immagini seguenti, si riportano, a titolo di esempio, degli stralci delle mappe di isoconcentrazione riferite al PM₁₀ per le 2 direzioni di vento considerate (123°N e 269°N). Si fa rilevare che:

- Le emissioni in atmosfera dei mezzi navali (bettolina e pontone motorizzato) non hanno impatto sui ricettori a terra.
- Le massime concentrazioni di inquinanti al suolo (in rosso) si hanno in corrispondenza del nodo viario in prossimità dell'area di cantiere.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		10	29

Stante la distribuzione dei ricettori fittizi presi a riferimento nelle simulazioni matematiche, illustrata in Figura 2, si ricava che il punto di monitoraggio deve essere posizionato in prossimità del ricettore 67.

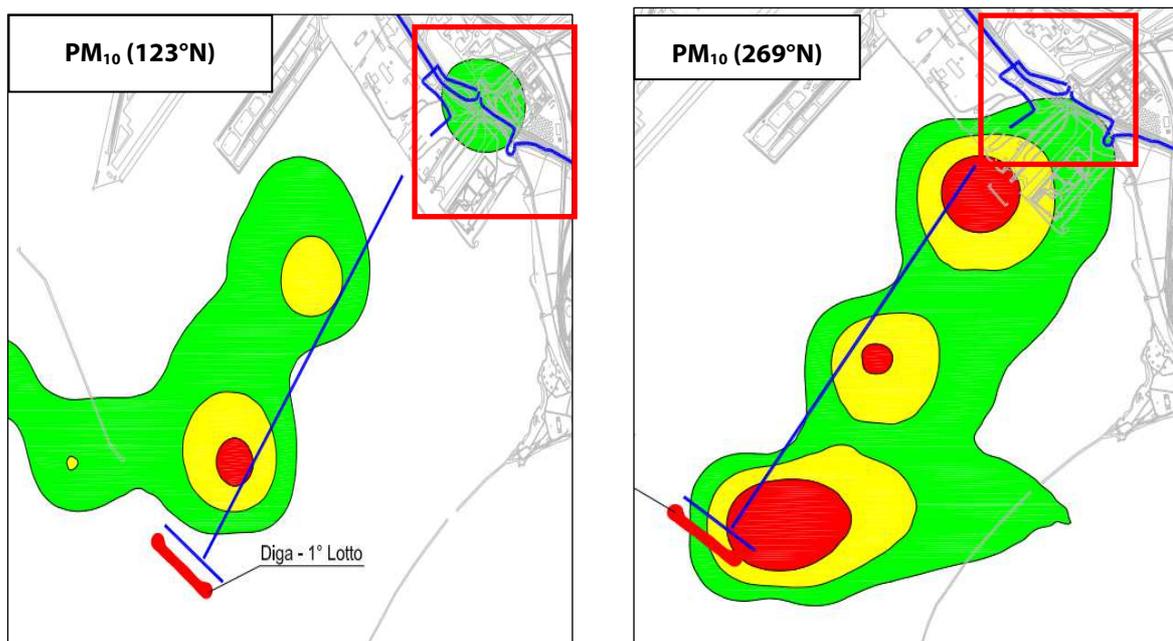


Figura 1 Stralci delle mappe di isoconcentrazione (PM₁₀) - Appendice 1 del Quadro di Riferimento Ambientale

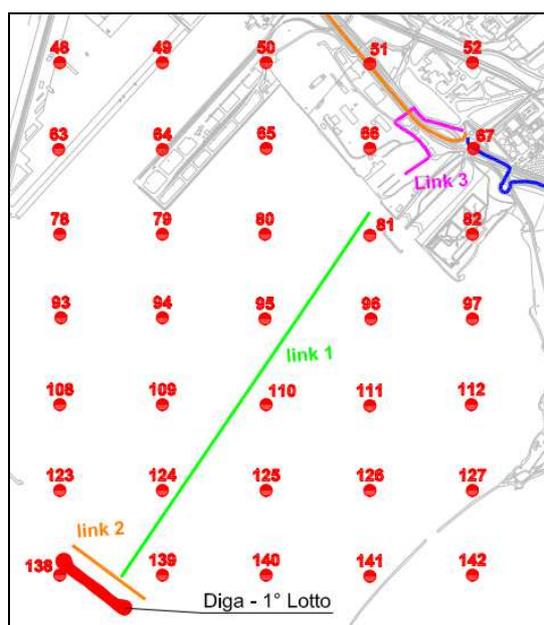


Figura 2 Stralcio della carta dei link e dei ricettori - Appendice 1 del Quadro di Riferimento Ambientale

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	11 Di <i>of</i> 29

2.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Le campagne di misurazioni saranno condotte, in ogni punto, con la seguente cadenza temporale:

- *Ante operam*: durata del monitoraggio 12 mesi.

Per quanto riguarda la frequenza, sono previsti:

- Monitoraggio quadrimestrale della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato;
- Monitoraggio quadrimestrale delle polveri sottili con campionatore sequenziale.

Ogni campagna di monitoraggio avrà una durata di 30 gg effettivi.

- *Corso d'opera*: durata del monitoraggio 11 mesi o, comunque, adeguata al periodo di tempo necessario per terminare i lavori di realizzazione della diga foranea previsti dal progetto.

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni sono previsti:

- Monitoraggio semestrale della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato;
- Monitoraggio trimestrale delle polveri sottili con campionatore sequenziale.

Ogni campagna di monitoraggio avrà una durata di 30 gg effettivi.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 12	Di of 29

3. ACQUA

Il piano di monitoraggio della componente "acqua" è finalizzato ad individuare le eventuali variazioni/alterazioni che la costruzione della nuova diga può indurre sull'ambiente idrico marino e costiero, in particolare sulle caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

Il monitoraggio si articola in tre fasi:

- Monitoraggio Ante Operam (MAO) ha lo scopo di fornire una descrizione dello stato del corpo idrico prima dell'intervento;
- Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO); il cui obiettivo è verificare che le eventuali modificazioni allo stato dell'ambiente idrico siano temporanee e non superino determinate soglie ed inoltre, valutare l'efficacia delle misure di mitigazione previste in fase di progetto o proporre di nuove;
- Monitoraggio Post Operam (MPO) per documentare lo stato ambientale dopo il completamento dell'opera e verificare che le alterazioni prodotte in corso d'opera sono state assorbite dal sistema senza provocare danni duraturi e irreversibili.

3.1 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

In linea generale i criteri che la scelta dei parametri da monitorare devono rispettare sono i seguenti:

- definire in maniera esaustiva lo stato chimico-fisico del corpo idrico;
- essere in grado di rilevare le eventuali alterazioni dovute alle attività di cantiere;
- essere in numero tale da avere una stima cautelativa dei possibili impatti ambientali.

Il monitoraggio della qualità delle acque sarà realizzato nei pressi della nuova diga foranea in progetto, mediante prelievo periodico di campioni in diversi punti significativi dello specchio d'acqua e successive analisi fisico-chimiche e biologiche.

Il campionamento sarà effettuato a diverse profondità per valutare, attraverso la misura di Ph, temperatura, ossigeno disciolto, torbidità, clorofilla "a", ecc. l'insorgere di eventuali fenomeni di stratificazione.

In uno studio ambientale è importante poter identificare le specie più sensibili all'accumulo dei contaminanti. La scelta dei bioindicatori ricadrà, quindi, sugli organismi che più di altri popolano il comparto ambientale, dove è massima la probabilità di accumulo dell'inquinante.

Un altro aspetto non trascurabile nella scelta dei bioindicatori è la loro mobilità in quanto, l'informazione che gli organismi oggetto di monitoraggio forniscono, è correlata all'ambiente in

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 13	Di of 29

cui tali organismi si muovono e si alimentano. Se l'organismo scelto come bioindicatore è sedentario o sessile esso restituirà un dato di tipo puntiforme; se invece è in grado di muoversi entro una determinata area, le informazioni ottenute saranno rappresentative dell'intera area vitale. La risposta allo stress ambientale delle specie bioindicatori dipende, cioè, dall'estensione della loro nicchia spaziale e trofica.

Per questi motivi, solitamente, si predilige effettuare test di tossicità acuta su una batteria di saggi biologici costituiti da tre specie di organismi marini (batteri bioluminescenti, alghe, crostacei), in modo da avere una rappresentazione più significativa dei possibili effetti complessivi.

I principali test sono:

- valutazione della tossicità acuta con batteri bioluminescenti (saggio di tossicità: effetto inibitorio di campioni acquosi sull'emissione di luce di *Vibrio fischeri* UNI EN ISO 11348-3:2001): consente di valutare la tossicità acuta di campioni acquosi in funzione dell'inibizione della fluorescenza naturalmente emessa dai batteri marini appartenenti alla specie *Vibrio fischeri*.
- Saggio di inibizione della crescita algale (UNI EN ISO 10253): è un test utile per determinare gli effetti tossici di sostanze e miscele di composti chimici contenuti nell'acqua di mare, sulla crescita delle alghe marine.
- Saggio di tossicità acuta su crostacei marini (APAT IRSA/CNR 8060 metodo di valutazione della tossicità acuta con *Artemia sp.*): consente di valutare la tossicità acuta di campioni acquosi a partire dall'immobilizzazione del crostaceo marino *Artemia sp.*

3.2 CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

I criteri adottati per individuare i siti di monitoraggio delle acque marine sono i seguenti:

- Ubicazione delle aree di lavorazione fisse (cantieri principali);
- Ubicazione delle aree a mare ove è prevista la posa in opera di materiali sul fondale.

Si propone pertanto di individuare i seguenti punti:

- 2 punti di monitoraggio a mare che si sommano alla centralina CF6 già prevista nell'ambito di altro Appalto, in prossimità dell'area di cantiere a terra (banchina area ex Yard Belleli);
- 1 punto di monitoraggio degli habitat marini in prossimità del SIC IT9130008 "Posidonieto Isola di San Pietro – Torre Canneto";
- 1 punto di monitoraggio della *Posidonia Oceanica* nel tratto di mare compreso fra la nuova diga foranea e l'Isola di San Pietro.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 14	Di of 29

L'ubicazione delle stazioni di monitoraggio proposta è stata definita sulla base delle conclusioni di uno studio sulla circolazione del porto di Taranto (Allegato 1) ed è illustrata nella planimetria allegata (Allegato 2).

3.3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

3.3.1 Monitoraggio Ante Operam

Il Monitoraggio Ante Operam (MAO) dell'ambiente idrico marino ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche delle acque in assenza dei potenziali effetti derivati dalla costruzione della nuova scogliera foranea.

Il MAO dovrebbe consentire la raccolta di dati per un periodo sufficientemente lungo per tenere conto della naturale variabilità delle condizioni del corpo idrico. Tuttavia, l'area in esame non è mai stata oggetto di precedenti campagne di monitoraggio e, quindi, non si hanno a disposizione dati storici sulla qualità delle acque nel porto fuori rada di Taranto. Si procederà, pertanto, con analisi fisico-chimico-batterologiche lungo sezioni appositamente scelte in relazione alla localizzazione dell'opera in progetto, ponderando la scelta dei parametri da misurare e le frequenze di monitoraggio per rappresentare al meglio la situazione ambientale.

In particolare saranno eseguite due campagne di monitoraggio finalizzate all'analisi chimico-batterologica di un elevato numero di parametri per ottenere una definizione generale della qualità delle acque con una frequenza bimestrale (ogni 60 giorni), poi, si eseguiranno misurazioni su parametri di tipo specifico.

Frequenza del Monitoraggio Ante Operam

In ciascun punto di monitoraggio si procederà come segue:

- Determinazione della "torbidità" dell'acqua: una settimana prima dell'inizio dei lavori di dragaggio;
- Determinazioni speditive chimico-fisiche: ogni 60 giorni;
- Analisi di laboratorio (chimiche e batteriologiche): 2 volte ;
- Determinazioni delle condizioni di salute degli habitat marini: 1 mese prima dei lavori
- Determinazione delle condizioni di salute della prateria di *Posidonia Oceanica*: 2 mesi prima dei lavori.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 15	Di of 29

3.3.2 Monitoraggio in Corso d'Opera

Il Monitoraggio in Corso d'Opera ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non alteri le caratteristiche qualitative delle acque marine, nonché verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione previsti e, in caso, riconfigurarli.

A differenza del Monitoraggio Ante Operam, che fornisce un quadro dello stato di fatto, durante il Monitoraggio in Corso d'Opera i risultati delle analisi dovranno essere confrontati con quelli rilevati in fase Ante Operam per segnalare tempestivamente eventuali variazioni.

A valle dell'eventuale rilevamento di scostamenti di uno o più parametri, si dovranno avviare le procedure per verificarne le cause e, quindi, dare attuazione alle misure di mitigazione già predisposte in fase di progettazione, o elaborate al momento in caso di eventi assolutamente imprevisi.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera avrà la stessa durata prevista per i lavori di realizzazione dell'opera (11 mesi).

I punti di monitoraggio, per ovvie ragioni, coincidono con quelli individuati per il Monitoraggio Ante Operam.

Frequenza del Monitoraggio in Corso d'Opera

La tempistica delle attività è la seguente:

- Determinazione della "torbidità" dell'acqua: due volte al mese durante i lavori di dragaggio;
- Analisi chimico-fisiche speditive: ogni 60 giorni;
- Analisi di laboratorio (chimiche e batteriologiche): ogni 60 giorni.

3.3.3 Monitoraggio Post Operam

Il Monitoraggio Post Operam ha lo scopo di verificare che la qualità delle acque non sia stata alterata a seguito delle attività di progetto in modo duraturo e, quindi, di controllare che gli impatti ambientali generati siano coerenti con quanto previsto nell'ambito dello studio d'impatto ambientale e di accertare l'efficacia dei provvedimenti presi per mitigare gli effetti sull'ambiente.

L'attività avrà inizio al termine della costruzione dell'opera ed avrà durata semestrale.

I punti di monitoraggio, ancora una volta, coincidono con quelli individuati per le fasi precedenti.

Frequenza del Monitoraggio Post Operam

In ciascun punto di monitoraggio si provvederà a quanto segue:

- Determinazione della "torbidità" dell'acqua a fine lavori, dopo 1 mese dalla fine dei lavori di dragaggio e dopo sei mesi dalla fine dei lavori di dragaggio.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	16 Di <i>of</i> 29

- Analisi chimico-fisiche speditive: ogni 60 giorni;
- Analisi di laboratorio, chimiche e batteriologiche: 2 volte all'anno.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 17	Di of 29

4. SUOLO

Nel Rapporto Ambientale relativo alla VAS delle opere inserite nel nuovo Piano Regolatore Portuale, inclusa la nuova diga foranea, è riportato che a valle degli interventi non si avranno impatti significativi sulla dinamica del litorale.

Si è ritenuto tuttavia opportuno prevedere un monitoraggio dell'evoluzione della linea di costa per valutare eventuali impatti imprevisti.

4.1 RILIEVO DELLA SITUAZIONE INIZIALE

Prima dell'inizio dei lavori sarà eseguito un rilievo della linea di riva e dei profili di spiaggia. Il rilievo interesserà il tratto di costa ad ovest del Molo Polisetoriale lungo transetti distanti 100 m l'uno dall'altro.

4.2 RILIEVI PERIODICI DURANTE E DOPO LA COSTRUZIONE DELLE OPERE

I rilievi saranno ripetuti a cadenza semestrale durante la fase di costruzione della diga; successivamente, a partire dalla fine dei lavori, dopo 6 mesi, un anno e tre anni. Si riterrebbe opportuno che l'attività di monitoraggio prosegua, con cadenza triennale, per almeno 10 anni. Questo perché la modifica delle caratteristiche granulometriche della sabbia o della forma dei profili di riva sono più lente a manifestarsi e, quindi, potranno registrarsi variazioni significative anche ad intervalli di tempo più lunghi.

Rilievi della linea di riva

Il rilievo sarà effettuato con cadenza semestrale, dopo le mareggiate invernali e prima di eventuali interventi di risistemazione delle spiagge programmati per la stagione estiva.

Il monitoraggio interesserà i profili morfologici trasversali alla linea di riva. La posizione dei profili dovrà essere scelta in modo che siano rappresentativi della spiaggia emersa.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	18 Di <i>of</i> 29

5. FLORA E FAUNA

5.1 FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

Il tipo di costa così come la profondità del fondale, il regime delle correnti, l'impatto antropico e gli scarichi di reflui attraverso i fiumi incidono sulla capacità di diluizione degli inquinanti da parte delle acque marine. Il raggiungimento e la conservazione di standard di qualità delle acque e dei sedimenti per lo sfruttamento ecocompatibile della fascia marina costiera, passano attraverso l'attuazione di un programma di monitoraggio finalizzato a vigilare sui fattori di pressione antropici e naturali che incidono, in modo significativo, sulla qualità dell'ambiente marino.

Il livello trofico dell'acqua o la sua trasparenza influenzano in maniera determinante la composizione qualitativa e quantitativa dei popolamenti planctonici, così come la granulometria del sedimento influenza quella dei popolamenti bentonici. Gli organismi marini sono, in molti casi, importanti indicatori biologici, che permettono di rilevare il tipo ed il grado di alterazione in atto o già avvenuta.

I popolamenti bentonici in particolare sono strettamente legati al substrato per la maggior parte del loro ciclo vitale; essi hanno scarsa possibilità di movimento e sono abbastanza longevi per cui vengono spesso utilizzati come indicatori della qualità dell'ambiente e delle sue modificazioni. Il monitoraggio della componente biologica rappresenta, quindi, il sistema più adatto per valutare i cambiamenti in atto nell'intero ecosistema marino.

Un corretto monitoraggio deve interessare l'ambiente marino in tutte le sue componenti:

- acqua,
- sedimenti,
- popolamenti fito e zooplanctonici,
- popolamenti bentonici,
- popolamenti ittici.

Per quanto riguarda la componente acqua, andranno monitorati soprattutto la trasparenza e la clorofilla "a".

L'indice di trasparenza misura la capacità di penetrazione della luce e, quindi, l'estensione della zona nella quale può avvenire la fotosintesi. E' influenzata da fattori fisici quali la capacità di assorbimento della luce da parte dell'acqua e presenza di materiali inorganici in sospensione, e da fattori biologici come la presenza di fito e zooplancton e detrito organico. Esso viene misurato attraverso il disco di Secchi ed è legato alla densità di popolazione presente nell'acqua.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	19 Di <i>of</i> 29

La clorofilla "a" è il pigmento più importante nel processo della fotosintesi clorofilliana. Essa è coinvolta nei processi di produzione primaria e influenzata dall'apporto di nutrienti, dalla temperatura ed intensità luminosa; inoltre è indice di un aumento delle microalghe (biomassa microalgale) e, quindi, di una condizione di eutrofia. Viene misurata per mezzo di un Fluorimetro che sfrutta una particolare caratteristica degli atomi che compongono la clorofilla "a", la loro fluorescenza e tutte le proprietà spettrochimiche ad essa associate.

Per quanto riguarda il popolamento planctonico, dovranno essere effettuate:

- analisi quali-quantitativa del fitoplancton, con particolare riferimento a diatomee e dinoflagellati;
- analisi quali-quantitativa dello zooplancton.

Per quanto riguarda i popolamenti bentonici il monitoraggio dovrà interessare sia i popolamenti dei fondi mobili che quelli di fondi duri. I fondali andranno controllati con periodiche ispezioni mediante ROV e campionamenti.

Particolare attenzione sarà rivolta allo stato di salute delle biocenosi a *Posidonia Oceanica* in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Tale monitoraggio, a scala locale, sarà organizzato attraverso la messa in posto di segnali subito dopo la realizzazione dell'opera, in modo da individuare il punto zero e da seguire le evoluzioni nel tempo per mezzo di altri segnali sistemati durante le successive verifiche. A ciascun segnale sarà legata una boa in modo che possa essere più visibile e facilmente individuabile nel corso dei sopralluoghi.

In particolare, saranno prelevati campioni di *Posidonia Oceanica* al fine di effettuare misure di densità in campo e analisi fenologiche e lepidocronologiche sui fasci fogliari, nonché analisi sugli organismi epifiti, in laboratorio.

Il popolamento ittico dovrà essere monitorato sia con tecniche di *visual census*, cioè direttamente in immersione subacquea, sia attraverso il controllo del pescato. L'alterazione della comunità ittica, con la diminuzione di specie pregiate e l'aumento di specie meno pregiate è, infatti, un segnale di qualche anomalia in corso, sia essa di tipo ambientale o legata allo sfruttamento delle risorse.

5.2 CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

I punti di monitoraggio interesseranno sia il piano mesolitorale, che il piano infralitorale. Il monitoraggio dovrà essere dinamico, gli operatori cioè dovranno poter modificare la struttura del campionamento per adattarlo a nuove esigenze. I campionamenti andranno eseguiti in prossimità del cantiere e in prossimità del SIC IT9130008.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 20	Di of 29

5.3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

5.3.1 Monitoraggio Ante Operam

L'approfondimento dell'attuale stato di conoscenza della qualità delle comunità vegetali e animali marine potrà essere ottenuto mediante una campagna che comprenda:

- Determinazione della "torbidità" dell'acqua: una settimana prima dell'inizio dei lavori di dragaggio;
- Analisi chimico-fisiche speditive: ogni 60 giorni;
- Analisi di laboratorio, chimiche e batteriologiche: 2 volte;
- Determinazioni delle condizioni di salute degli habitat marini: 1 mese prima dei lavori;
- Determinazione delle condizioni di salute della prateria di *Posidonia Oceanica*: 2 mesi prima dei lavori.

5.3.2 Monitoraggio in Corso d'Opera

Durante la fase di cantiere, il monitoraggio sarà finalizzato a misurare i seguenti parametri per verificare periodicamente la qualità della colonna d'acqua:

- Ossigeno disciolto;
- Trasparenza;
- Clorofilla "a".

5.3.3 Monitoraggio Post Operam

Rilievi biologici

Per quanto riguarda l'acqua, andranno monitorati soprattutto la trasparenza e la clorofilla "a".

In merito al popolamento planctonico, dovranno essere effettuate:

- analisi quali-quantitativa del fitoplancton, con particolare riferimento a diatomee e dinoflagellati;
- analisi quali-quantitativa dello zooplancton.

Il monitoraggio dei popolamenti bentonici dovrà interessare sia i popolamenti dei fondi mobili che quelli di fondi duri. I fondali andranno controllati con periodiche ispezioni mediante ROV e campionamenti.

Particolare attenzione sarà rivolta allo stato di salute delle biocenosi a *Posidonia Oceanica*. Nello specifico saranno prelevati campioni di *Posidonia Oceanica* al fine di effettuare misure di densità

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i> 21	Di <i>of</i> 29

in campo e analisi fenologiche e lepidocronologiche sui fasci fogliari, nonché analisi sugli organismi epifiti, in laboratorio.

Il monitoraggio, nella fase post operam, potrà prevedibilmente durare 2 anni. La durata è comunque vincolata all'andamento dei risultati del monitoraggio stesso a seguito della realizzazione dell'opera.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 22	Di of 29

6. RUMORE

6.1 INTRODUZIONE E OBIETTIVI

Il Piano di Monitoraggio ha lo scopo di studiare eventuali variazioni del clima acustico che dovessero intervenire nell'ambiente durante la realizzazione dell'opera e di valutare se tali variazioni sono riconducibili alle attività di cantiere, nonché prevedere le azioni correttive in grado di ricondurre gli effetti a livelli accettabili.

Il monitoraggio del clima acustico, prima e durante la realizzazione dell'opera, consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi degli impatti previsti in fase di SIA;
- verificare l'efficacia degli eventuali sistemi di mitigazione progettati e posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali durante le fasi di costruzione della diga;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Il monitoraggio ante-operam, in particolare, è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e definire le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti prima dell'apertura del cantiere;
- individuare gli indicatori ambientali più rappresentativi della "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti in corso d'opera;
- consentire un'agevole valutazione dei risultati del monitoraggio in corso d'opera per orientare opportunamente gli interventi di mitigazione previsti.

Assunti come "punto zero" di riferimento i livelli sonori attuali (ante operam), si procederà alla misurazione del clima acustico nella fase di cantiere.

Le finalità del monitoraggio in corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato ante-operam dovuta alla realizzazione degli interventi previsti;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione dell'opera, allo scopo di intervenire sulle modalità di gestione delle attività di cantiere e/o di attuare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Nel PMA è stato previsto di rilevare sia il rumore immesso nell'ambiente direttamente dalle aree di cantiere, sia quello generato, nelle aree limitrofe alla viabilità esistente, dal traffico dei mezzi d'opera in entrata ed uscita dal cantiere.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	23 Di <i>of</i> 29

Relativamente al traffico dei mezzi d'opera via terra, questo si limita a quello associato all'approvvigionamento dei materiali lapidei presso cave locali, ubicate a poche decine di chilometri dalle aree di intervento. Il flusso di mezzi aggiuntivi previsto durante il cantiere, nella giornata critica, si limita a poche unità di mezzi l'ora, motivo per cui non si sono previsti specifici rilevamenti lungo i percorsi principali che, peraltro, attraversano esclusivamente aree portuali ed industriali.

L'impatto acustico nella fase di cantiere ha caratteristiche di transitorietà. Nelle aree di lavorazione sono inoltre presenti numerose sorgenti di rumore, che possono realizzare sinergie di emissione acustica, in corrispondenza del contemporaneo svolgimento di diverse tipologie di attività.

Sulla base di tali considerazioni, è stata quindi effettuata una valutazione preventiva dei luoghi e dei momenti caratterizzati potenzialmente da un impatto di una certa rilevanza nei riguardi dei ricettori presenti, che ha consentito di individuare i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali si è previsto di realizzare il monitoraggio.

6.2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

Nelle attività di monitoraggio della componente in esame e nell'analisi dei risultati si farà riferimento alle seguenti normative vigenti:

- D.P.C.M. 01/03/1991 sui "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge Quadro sull'inquinamento acustico n.447 del 26/10/1995;
- D.P.C.M. 14/11/1997 relativo alla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M.A. 16/3/1998 recante le "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico";
- D.M.A. 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore";
- D.P.R. 142/2004 "Regolamento recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare";
- L.R. Puglia n. 3 del 12 febbraio 2002 su "Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico";
- Piano di zonizzazione acustica del territorio comunale di Taranto - Deliberazione del C.C. n. 62 del 27/04/1999 in cui veniva adottata una bozza di Piano e successivo adeguamento alla LR 3/2002;

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	24 Di <i>of</i> 29

- Decreto di attuazione (DPR) per la regolamentazione delle emissioni sonore prodotte dalle infrastrutture marittime come prescritto dall'art. 11 della L. 447/1995, eventualmente emanato.

6.3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Per quanto riguarda l'articolazione temporale delle rilevazioni dei livelli sonori che caratterizzano il clima acustico nel bacino di indagine individuato, si è fatto riferimento in particolare alla possibile variabilità stagionale e giornaliera delle condizioni al contorno. I fattori che possono incidere sulle variazioni, anche di un certo rilievo, sono:

- variabilità stagionale dei flussi navali e veicolari;
- variabilità giornaliera (ciclo settimanale all'interno del periodo stagionale);
- tipologia e contributo energetico delle diverse sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- variazione dei parametri cinematici del flusso veicolare conseguente alle diverse condizioni di traffico ed all'incidenza dei veicoli pesanti;
- variabilità dei parametri meteorologici, con particolare riferimento alla velocità e direzione del vento, alla piovosità ed alle diverse condizioni di stabilità atmosferica.

Il fattore più significativo fra quelli elencati è sicuramente la variabilità delle condizioni di traffico navale e veicolare, anche se devono essere comunque rispettate, durante le rilevazioni, le prescrizioni relative agli aspetti meteorologici.

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di valori limite definiti dalle leggi (nazionali e locali); in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal DPCM 1.3.1991 in base alle classi di zonizzazione acustica del territorio. A tale scopo, anche in considerazione del limitato impatto acustico previsto nel corso delle simulazioni svolte in relazione alle attività di cantiere, si prevede di procedere con

- misure di 24 ore da postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi del clima acustico esistente, attività di cantiere, traffico veicolare (nel corso e ante d'opera).

L'esecuzione dei rilievi avverrà a mezzo di fonometri, strumenti che registrano, nel tempo, i livelli di pressione sonora (espressi in dBA) e, se necessario, le frequenze a cui il rumore viene emesso.

Nel caso di monitoraggio per campionamento, la scelta del numero e dei periodi in cui svolgere i rilievi fonometrici sarà eseguita tenendo conto della variabilità casuale (eventi sporadici) e deterministica (eventi periodici) della rumorosità legata all'opera e/o alle altre sorgenti di rumore presenti.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 25	Di of 29

6.4 SCELTA DEI PUNTI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO

La scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio si basa su fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica attuale e futura. In particolare la criticità ambientale è il risultato della convergenza di numerose condizioni connesse con i processi di emissione, di propagazione e di immissione del rumore. Tali condizioni sono:

- Presenza e natura di sorgenti di rumore attive, attuali e future (emissione);
- Proprietà fisiche del territorio: andamento orografico e copertura vegetale laddove esistente (propagazione);
- Ubicazione e tipo di ricettori (immissione).

Non va tuttavia trascurata l'ulteriore condizione rappresentata dalla situazione acustica attuale imputabile alla presenza di sorgenti sonore attive (preesistente traffico veicolare e dei natanti nello scalo esistente) la cui rumorosità interessa in misura più o meno rilevante le aree di indagine.

L'analisi preliminare ha permesso di definire i punti da sottoporre ad indagine acustica anche sulla base dei seguenti criteri di carattere generale:

- Individuazione di ricettori critici prossimi all'area d'intervento;
- Ubicazione delle aree di cantiere;
- Viabilità a disposizione dei mezzi gommati di cantiere.

Nello specifico i punti in cui effettuare gli accertamenti in campo si localizzeranno nell'area portuale adiacente il cantiere a terra e lungo l'attuale viabilità di accesso alla stessa area; in particolare si prevedono punti di misura nelle seguenti aree:

- A. area ex Yard Belleli, nella fascia di territorio compresa tra il sedime del cantiere a terra ed il piazzale alla radice del V Sporgente;
- B. tratto di viabilità costituito dalla SS106 in prossimità dell'area del cantiere base.

6.5 FREQUENZA TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Nelle due aree oggetto di monitoraggio ambientale individuate saranno svolte le seguenti attività:

- nella fase ante operam: un rilevamento di 24 ore della componente sia nella stagione estiva sia in quella invernale;
- in corso d'opera un rilevamento di 24 ore ogni mese per tutta la durata dei lavori, in occasione delle lavorazioni più critiche dal punto di vista acustico.

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data/Date Febbraio 2014
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO		Pagina Page 26	Di of 29

	MONITORAGGIO ANTE OPERAM	MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA
Finalità del monitoraggio	Caratterizzazione del clima acustico esistente, essenziale per le successive fasi di monitoraggio	Individuazioni di alterazioni/criticità della situazione acustica ante operam per permettere una rapida ed efficace predisposizione di interventi di mitigazione.
Punti di monitoraggio	n. 1 ricettore in campo libero posto all'interno dell'area ex Yard Belleli e n. 1 ricettore abitativo posto sulla SS 106 in corrispondenza dell'area di cantiere	n. 1 ricettore in campo libero posto all'interno dell'area ex Yard Belleli e n. 1 ricettore abitativo posto sulla SS 106 in corrispondenza dell'area di cantiere
Attività di monitoraggio	Acquisizione del Leq diurno, presenza di componenti tonali, ecc.) Rilievo del traffico veicolare lungo la viabilità attuale.	Stessi parametri del monitoraggio ante operam..

Figura 3 Sintesi monitoraggio "rumore"

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento Document 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina Page 27	Di of 29

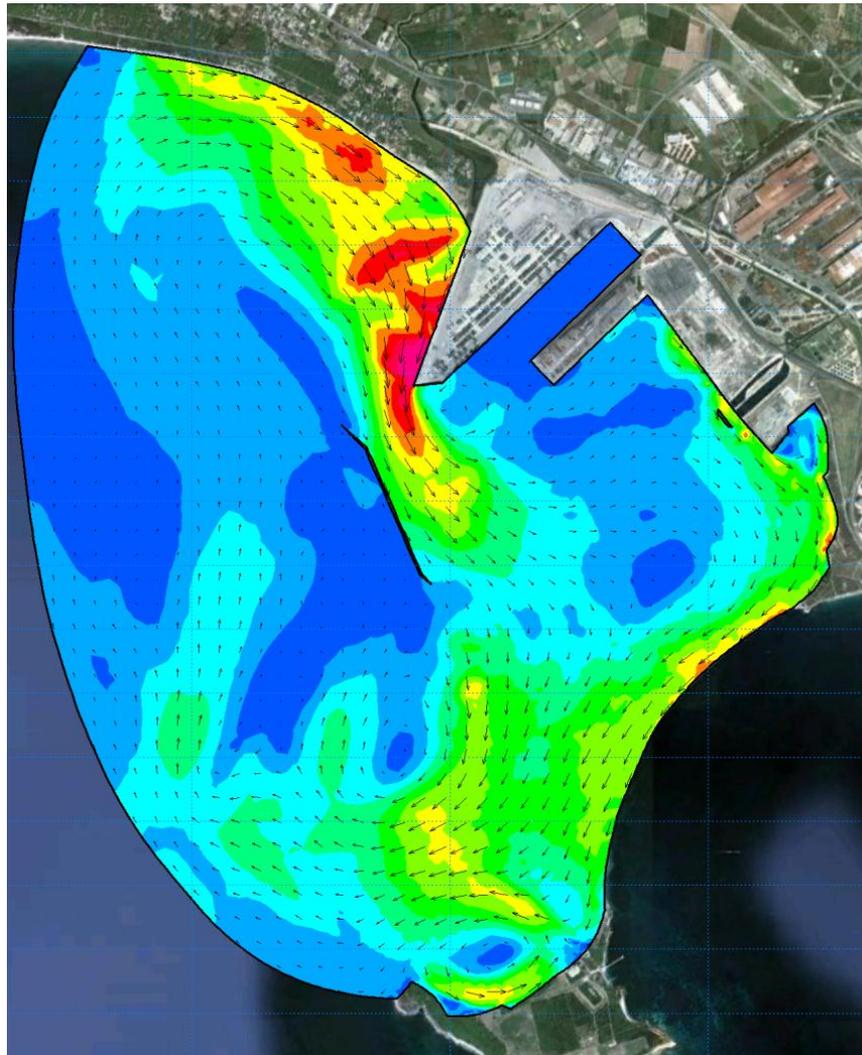
7. ALLEGATI

- ALLEGATO N. 1** REALIZZAZIONE DI UN MODELLO 2D DI CIRCOLAZIONE NEL PORTO DI TARANTO
- ALLEGATO N. 2** PLANIMETRIA DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE COSTIERE E MARITTIME

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i> 28	Di <i>of</i> 29

ALLEGATO 1: REALIZZAZIONE DI UN MODELLO 2D DI CIRCOLAZIONE NEL PORTO DI TARANTO

Realizzazione di un modello 2D di circolazione nel Porto di Taranto

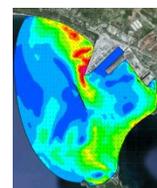




This report has been prepared under the DHI Business Management System certified by DNV to comply with		
Quality Management	Environmental Management	Occupational Health and Safety Management
ISO 9001	ISO 14001	OHSAS 18001

Realizzazione di un modello 2D di circolazione nel Porto di Taranto

Committente SJS Engineering S.r.l
Referente del Committente ing. Alessandro Porretti



Project manager	ing. Paola Letizia
Codice progetto - elaborato	22800746
Data di approvazione	29.11.2013
Revisione	00
Classificazione	Open



INDICE

1	Premessa	1
2	Dati disponibili	1
2.1	Dati di onda	1
2.2	Dati di vento	4
2.3	Dati di marea	6
2.4	Dati batimetrici	8
3	Approccio metodologico per lo studio della circolazione nel Porto di Taranto	10
3.1	Individuazione degli scenari di studio	11
4	Predisposizione del modello d'onda.....	13
4.1	Creazione della batimetria di calcolo	14
4.2	Risultati della modellazione delle onde.....	17
4.2.1	Scenario 1: semestre autunnale/invernale	18
4.2.2	Scenario 2: semestre primaverile/estivo	27
5	Predisposizione del modello idrodinamico	34
5.1	Creazione della batimetria di calcolo	34
5.2	Risultati della modellazione idrodinamica	36
5.2.1	Scenario 1: semestre autunnale/invernale	39
5.2.2	Scenario 2: semestre primaverile/estivo	49
6	Conclusioni.....	55
7	Bibliografia	56

1 Premessa

L'evoluzione dello shipping internazionale ed il fenomeno del gigantismo navale hanno sollecitato la programmazione di interventi mirati a modernizzare la Darsena Polisettoriale del porto di Taranto. In particolare l'Autorità Portuale ha previsto nel nuovo Piano Regolatore del porto l'approfondimento a -16,50 m dei fondali antistanti il Molo Polisettoriale, del bacino di evoluzione e del canale di accesso.

Tali operazioni di dragaggio devono inevitabilmente prevedere uno specifico piano di monitoraggio, elaborato sulla base di un'attenta analisi delle caratteristiche ambientali dell'area di intervento.

Al fine di ottimizzare la localizzazione ed il numero dei punti di monitoraggio è stato realizzato un modello bidimensionale, mediante l'applicazione dei codici di calcolo MIKE by DHI, finalizzato a simulare il regime idrodinamico che si instaura nella zona Nord del Golfo di Taranto. L'obiettivo è pertanto definire la circolazione idrodinamica generale in termini di velocità e direzione della corrente, ponendo particolare attenzione alla zona circostante la Darsena Polisettoriale, dove sono previste le operazioni di dragaggio.

Di seguito vengono descritti i dati disponibili in termini di forzanti dei modelli ed i dati batimetrici necessari per la costruzione della griglia di calcolo, nonché la procedura seguita per la predisposizione ed il setup del modello d'onda e di quello idrodinamico.

2 Dati disponibili

Una prima fase di analisi ha riguardato il reperimento dei dati disponibili per la zona del Porto di Taranto, sia in riferimento alle batimetrie, sia alle principali componenti meteomarine che determinano la circolazione idrodinamica del sito.

In particolare, per i dati batimetrici si è fatto riferimento alle carte nautiche del Porto di Taranto, integrate con rilievi di dettaglio disponibili per la zona del Molo Polisettoriale nel Porto di Taranto. Per i dati meteomarini si sono utilizzate le registrazioni di vento e livello del marea della stazione mareografica di Taranto, facente parte della Rete Mareografica Nazionale (R.M.N.), e le registrazioni di onda della boa ondometrica posizionata in corrispondenza di Capo San Vito.

A seguire è riportata una breve descrizione di tali dati.

Si evidenzia che non risultano disponibili per il sito in esame serie temporali di misurazioni di velocità di corrente. Per la definizione dei parametri delle simulazioni numeriche, pertanto, si farà riferimento a valori basati sulla pluriennale esperienza sviluppata dal DHI – Danish Hydraulic Institute in questa tipologia di studi.

2.1 Dati di onda

Per lo studio delle condizioni ondometriche presenti al largo del Porto di Taranto s'è fatto riferimento alle registrazioni della boa di Capo San Vito, localizzata ad una profondità di circa 45 m nel punto di coordinate geografiche 17°11'8"E e 40°23'51"N.

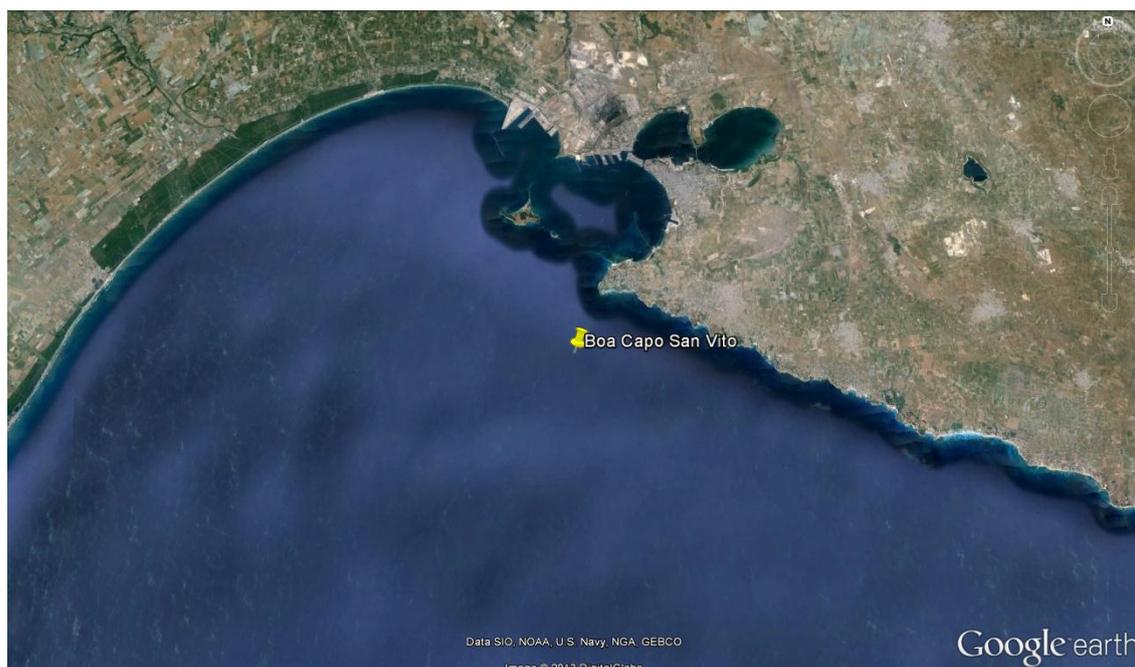


Figura 2-1 Localizzazione della boa ondometrica di Capo San Vito.

I dati ondometrici forniti da tale boa sono registrati con frequenza tri-oraria e coprono un periodo di tempo che va dal 12/09/2006 al 14/07/2011. Durante tale periodo si sono verificati numerosi intervalli di non funzionamento della boa con la conseguente mancanza dei dati d'onda. In particolare durante i 5 anni di registrazioni, la boa ha funzionato per circa il 65% del periodo totale.

In Figura 2-2 e Figura 2-3 tali dati sono rappresentati sotto forma di rosa rispettivamente annuale e stagionale.

L'analisi dei dati di onda, in termini di altezza e direzione, mostra che le onde più frequenti e più alte, superiori a 3 m, provengono dal settore di Sud-Est (da 135°N a 165°N), che rappresenta pertanto il settore dominante. Infatti il fetch, che indica la superficie di mare aperto su cui spira il vento ed entro cui avviene la generazione del moto ondoso rilevante per il sito in oggetto, è massimo lungo queste direzioni. Per il restante settore direzionale la boa di Capo San Vito risulta infatti protetta dalla conformazione della costa del Golfo di Taranto e pertanto le lunghezze dei fetch sono ridotte. In particolare per le direzioni comprese tra 345°N e 120°N, lungo le quali la boa di Capo San Vito risultata totalmente protetta dalla costa, le onde sono trascurabili.

La condizione di calma (qui caratterizzata da onde di altezza significativa inferiore a 0.25 m) si verifica per oltre il 25% dell'anno.

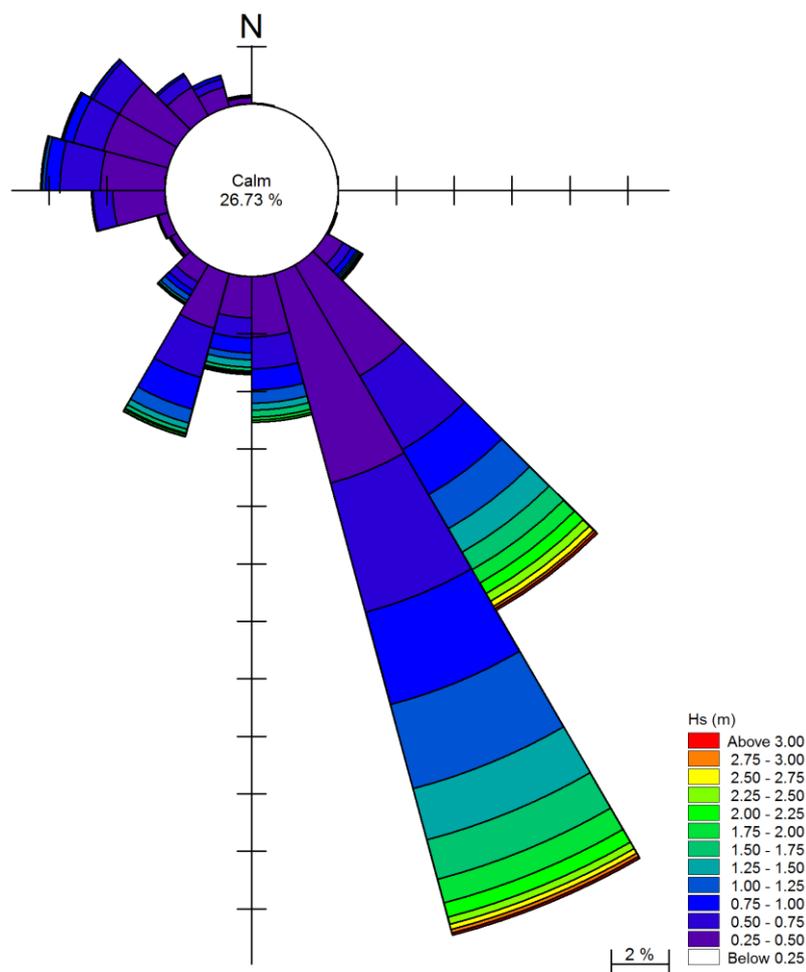


Figura 2-2 Rosa annuale delle onde. Fonte: la rosa è stata elaborata sulla base dei dati di onda provenienti dalla boa di Capo San Vito, periodo: 12/09/2006-14/07/2011.

Le rose delle onde stagionali mostrano in generale lo stesso andamento per le diverse stagioni, e pertanto resta valido quanto descritto per la rosa annuale.

Si osserva che durante l'inverno e l'autunno le onde provenienti dal settore di Nord-Ovest sono caratterizzate da frequenze ed altezze maggiori rispetto alla primavera e all'estate. Al contrario, per il periodo primaverile-estivo sono più frequenti le onde provenienti da Sud-Ovest rispetto al periodo invernale-autunnale.

Le onde più alte, provenienti dal settore dominante (135°N - 165°N) raggiungono valori di altezza anche superiori ai 4 m nel periodo invernale-autunnale, mentre non superano i 2 m durante il periodo primaverile-estivo.

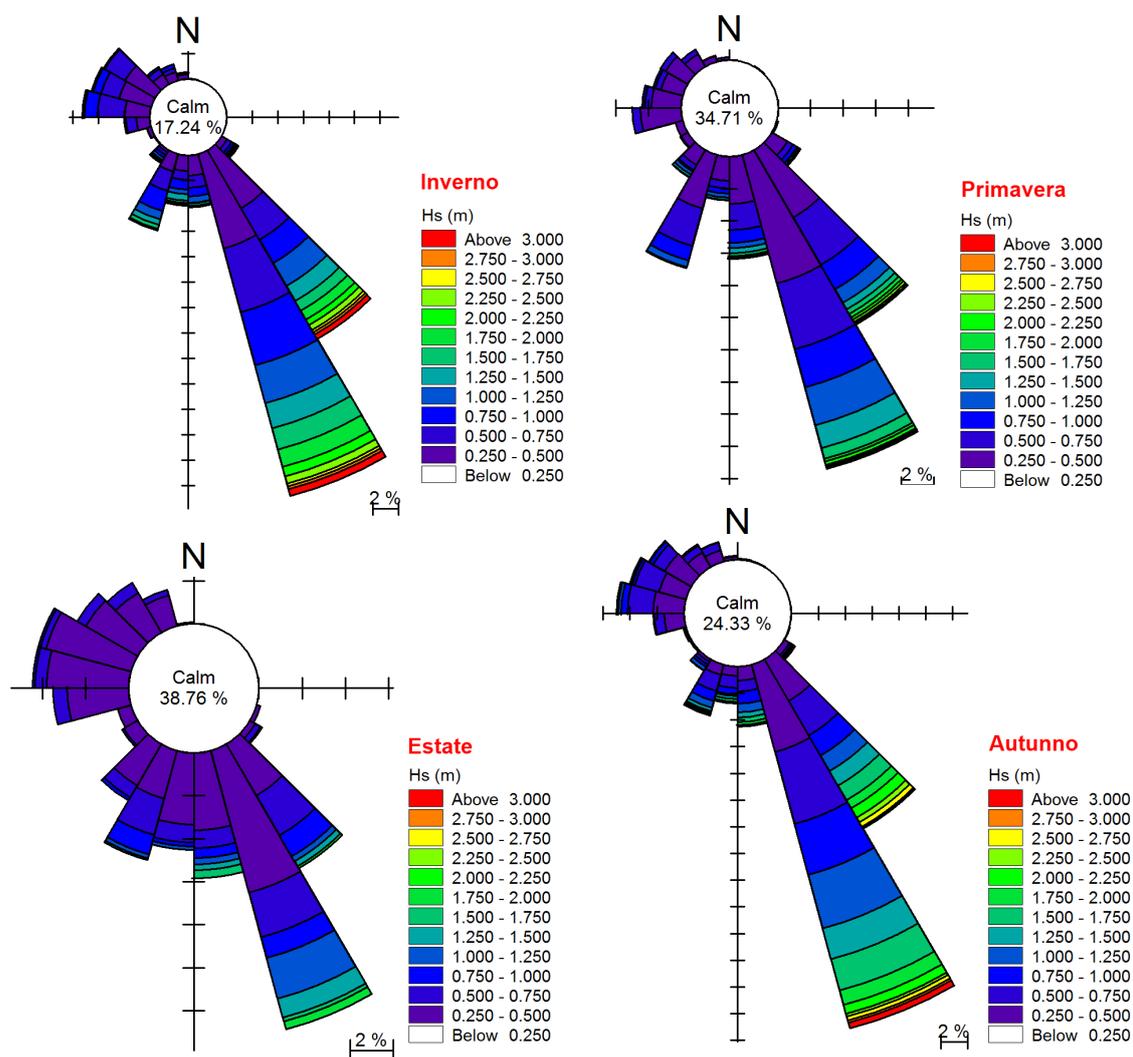


Figura 2-3 Rosa stagionale delle onde. Fonte: la rosa è stata elaborata sulla base dei dati di onda provenienti dalla boa di Capo San Vito, periodo: 12/09/2006- 14/07/2011.

2.2 Dati di vento

Il database utilizzato per l'analisi delle condizioni di vento nel sito di interesse deriva dalla Rete Mareografica Nazionale (R.M.N.) [1], che fornisce le registrazioni dei livelli del mare e della velocità e direzione del vento in una serie di stazioni distribuite lungo le coste italiane. In particolare, la stazione di riferimento utilizzata nel presente studio è localizzata nel porto di Taranto, all'interno del Mar Grande, nel punto di coordinate geografiche 40°28'31"N e 17°13'29"E (Figura 2-7).

I dati di vento per la stazione d'interesse sono disponibili a partire dal 23/07/1998 e sono registrati con frequenza oraria. In Figura 2-4 e Figura 2-5 tali dati sono rappresentati sotto forma di rosa rispettivamente annuale e stagionale.

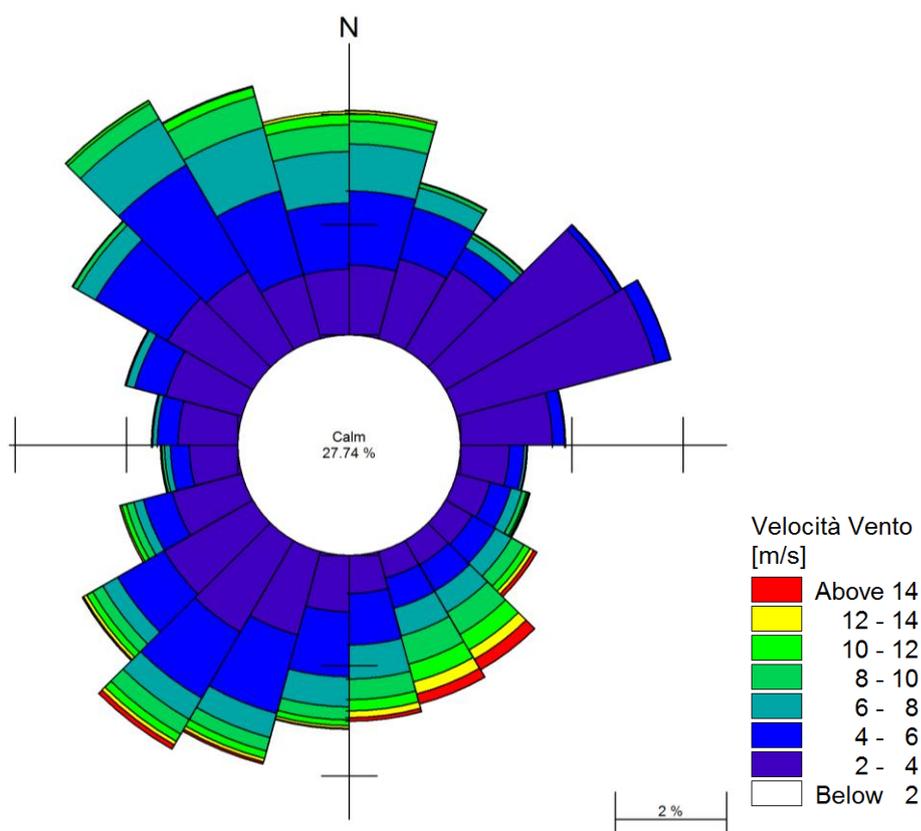


Figura 2-4 Rosa annuale del vento. Fonte: la rosa è stata elaborata sulla base dei dati di vento provenienti dalla Rete Mareografica Nazionale (RMN, www.idromare.it), stazione: Taranto, periodo: 23/07/1998-19/04/2012 [1].

L'analisi dei dati di vento, in termini di velocità e direzione, mostra che i venti più frequenti provengono dal settore Nord-Ovest (da 315°N a 345°N), mentre i venti più intensi, caratterizzati da velocità massime superiori a 14 m/s, provengono dal settore Sud-Est (da 135°N a 165°N). La condizione di calma (intensità del vento inferiore a 2 m/s) si verifica per oltre il 25% dell'anno.

Le rose del vento suddivise per stagioni mostrano durante il periodo invernale ed autunnale frequenze elevate associate ai venti provenienti dal settore di Nord-Ovest (da 300°N a 330°N), mentre le velocità più elevate si riscontrano per i settori Sud e Sud-Est (da 120°N a 180°N).

In estate e primavera è il settore di Sud-Ovest (da 210°N a 240°N) ad essere caratterizzato dalle frequenze più elevate mentre, nuovamente, le velocità più alte si riscontrano per il settore di Sud-Est (da 120°N a 165°N).

In generale si riscontra comunque una certa uniformità durante l'anno della velocità del vento.

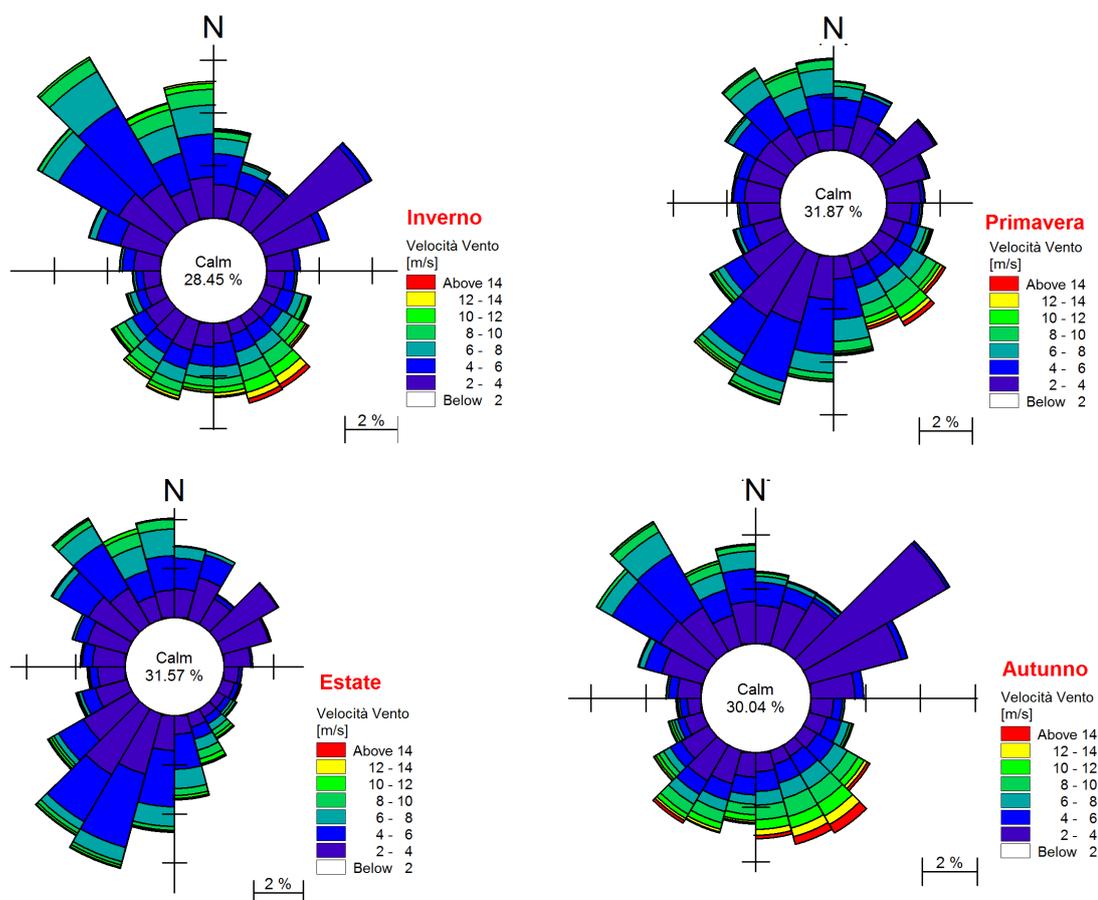


Figura 2-5 Rose stagionali del vento. Fonte: la rosa è stata elaborata sulla base dei dati di vento provenienti dalla Rete Mareografica Nazionale (RMN, www.idromare.it), stazione: Taranto, periodo: 23/07/1998-19/04/2012 [1].

2.3 Dati di marea

Le stazioni mareografiche registrano nel tempo le variazioni del livello del mare, che comprendono sia la componente astronomica, dovuta all'attrazione gravitazionale tra i corpi celesti, sia la componente meteorologica, dovuta principalmente alle variazioni di pressione atmosferica e al vento, che producono effetti complessi anche sul livello medio del mare.

Nel Mar Mediterraneo in generale, e soprattutto nel Golfo di Taranto, le escursioni di marea sono di fatto modeste. Le ampiezze e le frequenze delle maree sono note con estrema precisione: le maree hanno infatti un periodo di circa 12 ore con due alte maree e due basse maree al giorno di ampiezze diverse.

Nel caso in esame, è ancora la stazione mareografica di Taranto [1], già utilizzata per l'acquisizione delle registrazioni anemometriche, a fornire le registrazioni di livello, che presentano una frequenza di campionamento pari ad un'ora (frequenza incrementata a 10 minuti negli ultimi mesi disponibili di registrazioni) e coprono un periodo compreso tra il 01/01/1993 e il 09/11/2010. Le oscillazioni di livello, essendo dipendenti anche dagli effetti atmosferici, non presentano l'andamento regolare tipico della marea astronomica semidiurna, come osservabile in Figura 2-6.

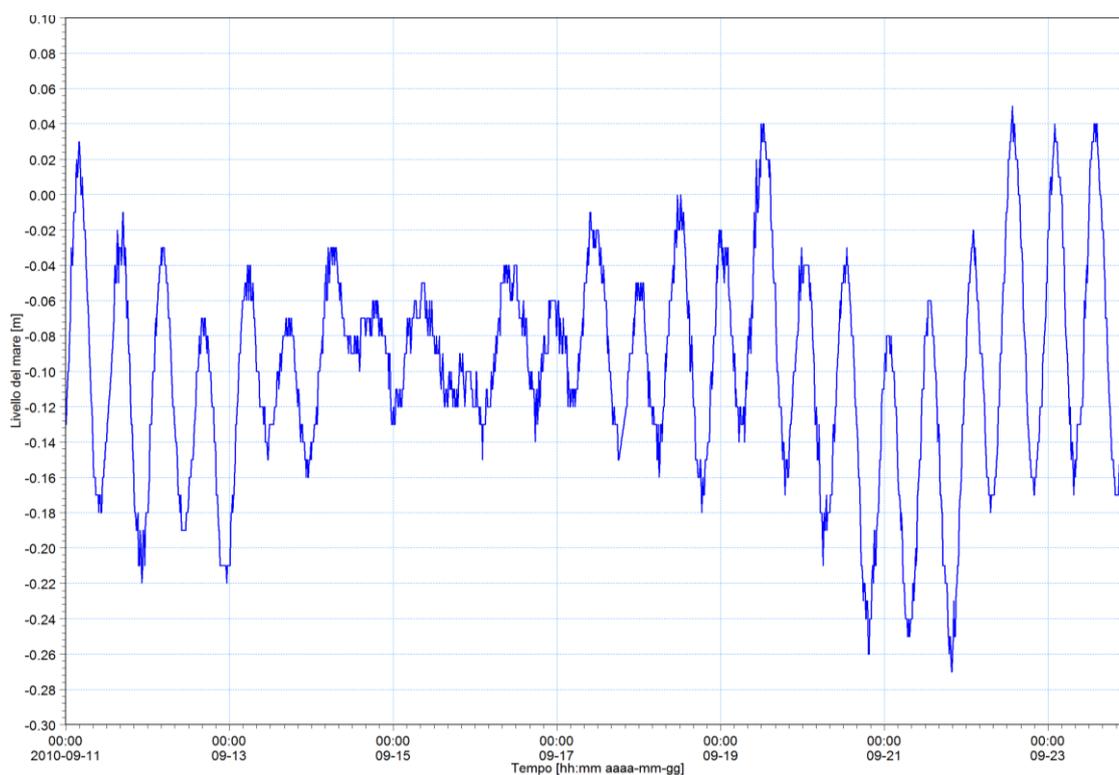


Figura 2-6 Ciclo di marea per la stazione mareografica di Taranto facente parte della Rete Mareografica Nazionale. Fonte: la serie temporale è stata estratta dal database disponibile sul sito internet www.idromare.it, stazione RMN: Taranto, periodo: 11/09/2010-24/09/2010 [1].

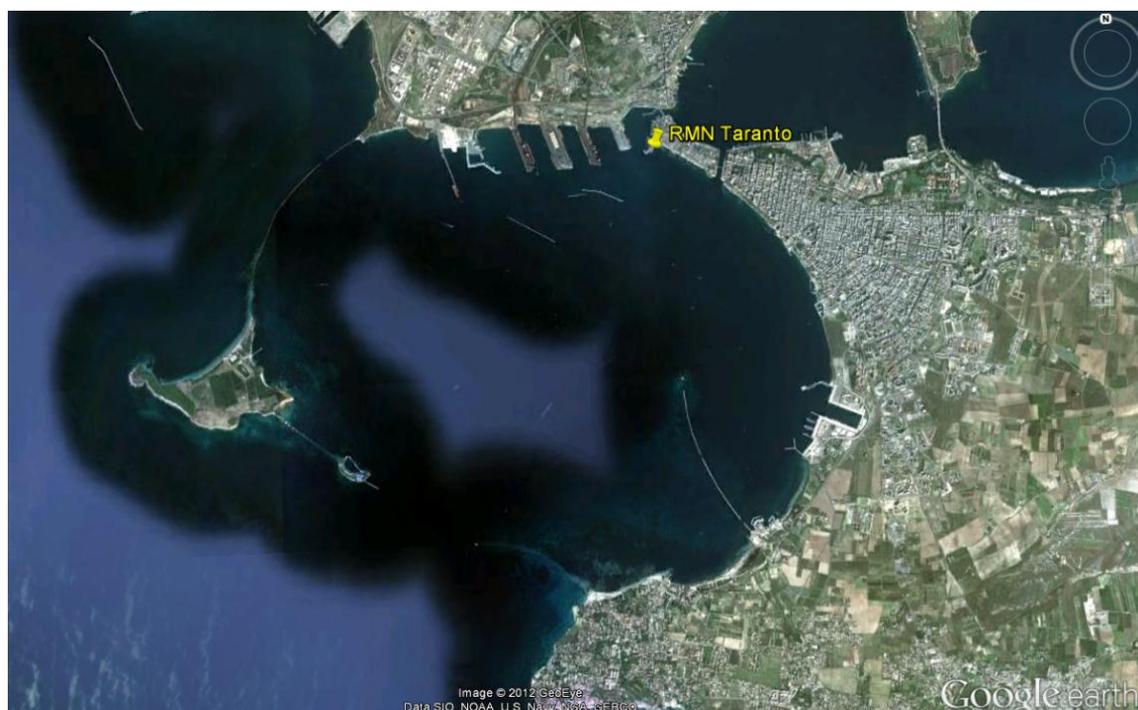


Figura 2-7 Localizzazione della stazione mareografica di Taranto, facente parte della Rete Mareografica Nazionale (RMN).

2.4 Dati batimetrici

Per la caratterizzazione batimetrica dell'area è stato utilizzato il database CM-93 di C-MAP (Figura 2-8). CM-93 [2] è un database globale di cartografia nautica in formato digitale, creato e continuamente aggiornato dalla Società Norvegese C-MAP [3].

I dati provenienti dalle carte nautiche digitali sono stati integrati con ulteriori dati batimetrici che coprono una porzione piuttosto estesa del Porto di Taranto (Figura 2-9) e con i rilievi di dettaglio effettuati per il sito di interesse (Figura 2-10). Entrambi i dati sono stati messi a disposizione da S.J.S. Engineering per il presente studio.

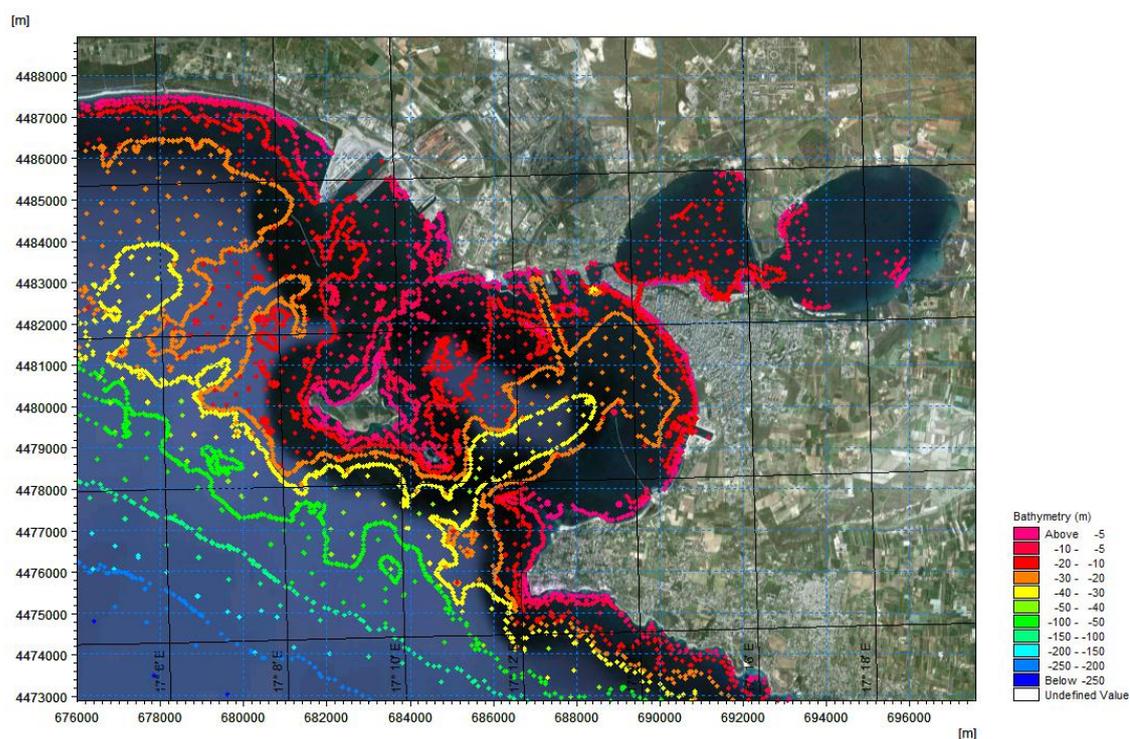


Figura 2-8 Dati batimetrici presi dal database CM-93 [2] di C-MAP [3].

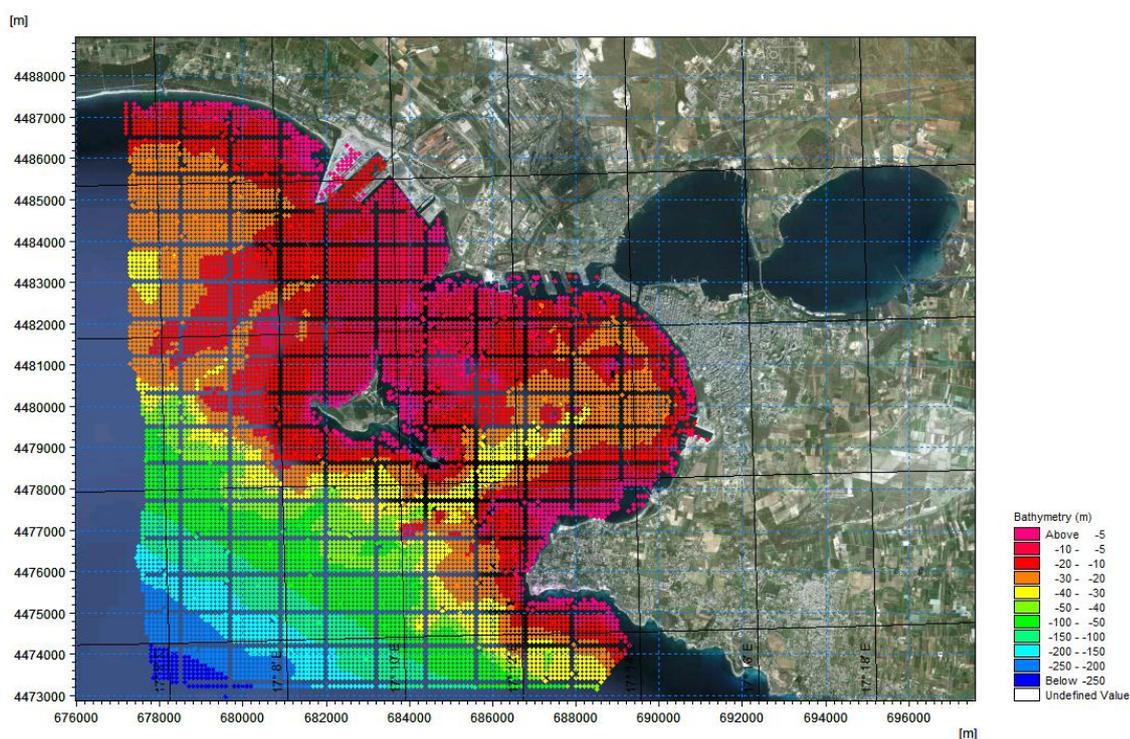


Figura 2-9 Dati batimetrici di dettaglio per il Porto di Taranto, forniti da SJS.

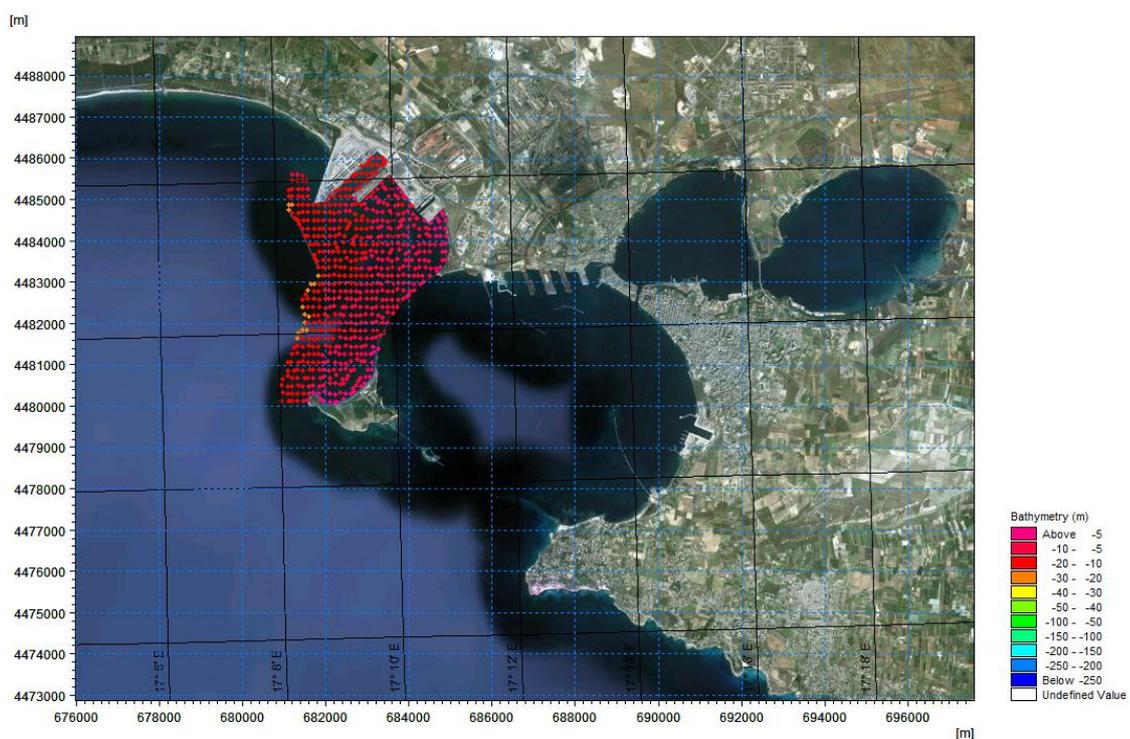


Figura 2-10 Rilievo batimetrico di dettaglio per la zona di interesse, fornito da SJS.

3 Approccio metodologico per lo studio della circolazione nel Porto di Taranto

Lo studio della circolazione che si instaura nella zona Nord del Golfo di Taranto è affrontato mediante l'applicazione di modellistica numerica bidimensionale, ed in particolare del modulo MIKE 21 HD FM [5] del pacchetto MIKEbyDHI sviluppato da DHI (Danish Hydraulic Institute).

Come forzanti di tale modello sono stati utilizzati anche i campi di radiation stress calcolati mediante l'applicazione del modulo MIKE 21 SW [4] di DHI, che permette di studiare le trasformazioni che le onde subiscono nella loro propagazione da largo verso costa.

Nella precedente sezione sono stati descritti i dati disponibili in termini di forzanti dei modelli ed i dati batimetrici necessari per la costruzione della griglia di calcolo; nei capitoli successivi verrà descritta la procedura seguita per la predisposizione ed il setup del modello d'onda e di quello idrodinamico.

Lo scopo è quello di definire la circolazione idrodinamica generale nella zona di interesse in termini di velocità e direzione della corrente. Particolare attenzione verrà posta al regime idrodinamico che si instaura nella zona circostante la Darsena Polisettoriale, dove sono previste le operazioni di dragaggio.

In mare aperto la circolazione generale è dominata dalle correnti cosiddette "barocline", che costituiscono rami della circolazione generale del Mar Mediterraneo, a sua volta indotta da gradienti di temperatura e salinità a grande scala. Tali correnti risultano più intense a profondità elevate, a causa della minore interazione con il fondale, che provoca dissipazione energetica ed una riduzione della velocità della corrente stessa. La zona di interesse del Porto di Taranto risulta fortemente protetta dalla conformazione della costa e per tali ragioni la forzante barocline può considerarsi trascurabile, fornendo un contributo all'idrodinamica locale molto inferiore rispetto a quello generato dalle forzanti cosiddette "barotropiche" (vento, onde e marea).

Le forzanti meteomarine che sono state considerate sono perciò: onde, vento e marea. Queste condizioni sono state derivate dall'analisi dei dati disponibili, come illustrato nel capitolo 2.

Inoltre, in considerazione del fatto che le operazioni di dragaggio avvengono nella zona sottocosta, dove le correnti più significative sono indotte dal moto ondoso, si è utilizzato un modello bidimensionale. Le correnti generate dal moto ondoso sono infatti ben distribuite lungo la colonna d'acqua, ragione per cui non si è resa necessaria l'applicazione di un modello 3D.

Si evidenzia inoltre che non è stato ritenuto utile ai fini del presente studio analizzare le condizioni d'onda e di corrente che si instaurano successivamente alle attività di dragaggio della Darsena Polisettoriale del porto di Taranto. Tali operazioni prevedono infatti un approfondimento dei fondali di circa 1 m; in considerazione della limitata variazione di profondità prevista e del fatto che la zona interessata dal dragaggio risulta molto protetta dalle opere portuali, si ritiene che tali modifiche batimetriche non possano indurre modifiche sui campi idrodinamici, anche locali.

Infine si osserva che nel presente studio non sono stati considerati i due scarichi ILVA situati a Nord-Ovest di Punta Rondinella (Figura 3-1), uno a circa 2 Km da Punta Rondinella (scarico 1) e l'altro fra il Molo Ovest ed il Molo Polisettoriale (scarico 2). Le portate degli scarichi sono state stimate rispettivamente in $100.000 \text{ m}^3/\text{h}$ e $45.000 \text{ m}^3/\text{h}$ [6].

Questa scelta è dovuta al fatto che si suppone che l'effetto dello scarico 1 sull'idrodinamica generale sia del tutto trascurabile, sia in virtù della presenza della barriera emersa localizzata di fronte a tale scarico, a circa 100 m dalla foce, sia perché è ragionevole supporre che le velocità di uscita siano piuttosto ridotte. Quest'ultima ipotesi è supportata dal fatto che la sezione di uscita è piuttosto larga (larghezza complessiva pari a circa 130 m) e che le profondità a mare in

corrispondenza della foce sono piuttosto elevate (il rilievo di dettaglio ha mostrato una profondità pari a circa 5 m).

Lo scarico 2 è posizionato a Sud-Est del Molo Polisetoriale, dove la circolazione è pressoché nulla, essendo una darsena completamente protetta dalle opere portuali. Il flusso generato da tale scarico potrebbe pertanto non essere trascurabile, in quanto rappresenterebbe l'unica fonte di generazione dell'idrodinamica locale. D'altra parte proprio in questa zona è già stata prevista una stazione di monitoraggio che pertanto terrà debitamente conto di tutte le forzanti idrodinamiche realmente agenti nella darsena che potrebbero influire nella dispersione dei sedimenti messi in sospensione durante le operazioni di dragaggio.

In generale comunque si può ritenere che i flussi generati dai due scarichi abbiano effetto trascurabile sulla circolazione complessiva del sito, che è quella di interesse per la valutazione dell'opportuno posizionamento dei punti di monitoraggio.



Figura 3-1 Individuazione dei due scarichi ILVA.

3.1 Individuazione degli scenari di studio

L'analisi delle forzanti meteomarine ha messo in evidenza la presenza di un andamento stagionale per il regime delle onde e dei venti. Sono stati pertanto individuati due scenari rappresentativi di due diverse stagioni: quella autunnale/invernale e quella primaverile/estiva.

Scenario 1: condizioni meteomarine rappresentative della stagione autunnale/invernale.

Questo scenario è stato individuato al fine di modellare l'andamento delle correnti nella zona del Porto di Taranto in condizioni meteomarine tipiche dei mesi autunnali/invernali. In particolare, è

stato considerato un periodo reale di lunghezza 15 giorni, in modo da includere nella simulazione un ciclo completo di marea astronomica, della durata media di circa 14 giorni.

Come indicato al paragrafo 2.2, dal punto di vista anemometrico il semestre autunnale/invernale è caratterizzato da venti più frequenti provenienti dal settore di Nord-Ovest, mentre le velocità più elevate si riscontrano per i settori Sud e Sud-Est. Dal punto di vista ondometrico, la zona di interesse risulta completamente protetta nel I e II Quadrante grazie alla naturale conformazione morfologica; il settore dominante, ossia con onde più alte e frequenti, è quello di Sud-Est, come illustrato al paragrafo 2.1. Sulla base di tali considerazioni è stato selezionato un periodo con condizioni di vento e onda registrate tipiche della stagione in esame, al fine di individuare uno scenario quanto più possibile realistico e rappresentativo. Sulla base dell'analisi delle registrazioni disponibili, sia per le onde sia per il vento e la marea, si è fatto riferimento al periodo compreso tra il 06/02/2009 ed il 21/02/2009.

Per i livelli marini, come detto, si è fatto riferimento alle registrazioni del mareografo di Taranto; tali dati infatti si riferiscono alle variazioni di livello dovute ad entrambe le componenti di marea, meteorologica ed astronomica, e tengono dunque in considerazione anche gli effetti sul livello marino indotti dal vento e dalla pressione atmosferica. L'andamento del livello durante il periodo di riferimento selezionato è riportato in Figura 3-2.

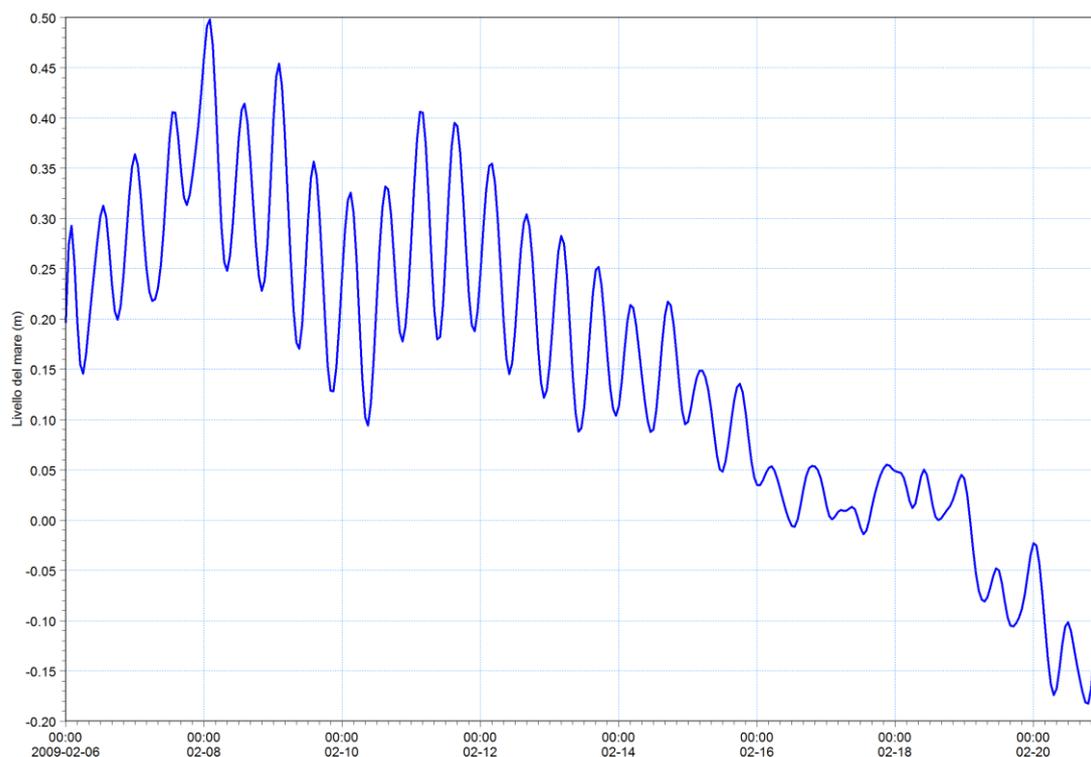


Figura 3-2 Andamento dei livelli marini alla stazione mareografica di Taranto, facente parte della Rete Mareografica Nazionale. Fonte: la serie temporale è stata estratta dal database disponibile sul sito internet www.idromare.it, stazione RMN: Taranto, periodo: 06/02/2009 - 21/02/2009 [1].

Scenario 2: condizioni meteomarine rappresentative della stagione primaverile/estiva.

Questo scenario è stato individuato al fine di modellare l'andamento delle correnti nella zona del Porto di Taranto in condizioni meteomarine tipiche dei mesi primaverili/estivi. Anche in questo caso è stato considerato un periodo reale di lunghezza 15 giorni, in modo da includere nella simulazione un ciclo completo di marea astronomica, della durata media di circa 14 giorni.

Come indicato al paragrafo 2.2, dal punto di vista anemometrico il semestre primaverile/estivo è caratterizzato da velocità del vento generalmente più modeste rispetto al semestre autunnale/invernale e direzioni frequentemente provenienti dal settore di Sud-Ovest; come per il periodo autunnale/invernale, le velocità più alte si riscontrano per il settore di Sud-Est. Dal punto di vista ondometrico, anche in questo caso il settore dominante è quello di Sud-Est, come illustrato al paragrafo 2.1. Sulla base di tali considerazioni è stato selezionato un periodo con condizioni di vento e onda registrate tipiche della stagione in esame, al fine di individuare uno scenario quanto più possibile realistico e rappresentativo. Sulla base dell'analisi delle registrazioni disponibili, sia per le onde sia per il vento e la marea, si è fatto riferimento al periodo compreso tra il 24/06/2007 ed il 09/07/2007.

Anche in questo caso per i dati di marea si è fatto riferimento alle registrazioni del mareografo di Taranto. L'andamento del livello durante il periodo di riferimento selezionato è riportato in Figura 3-3.

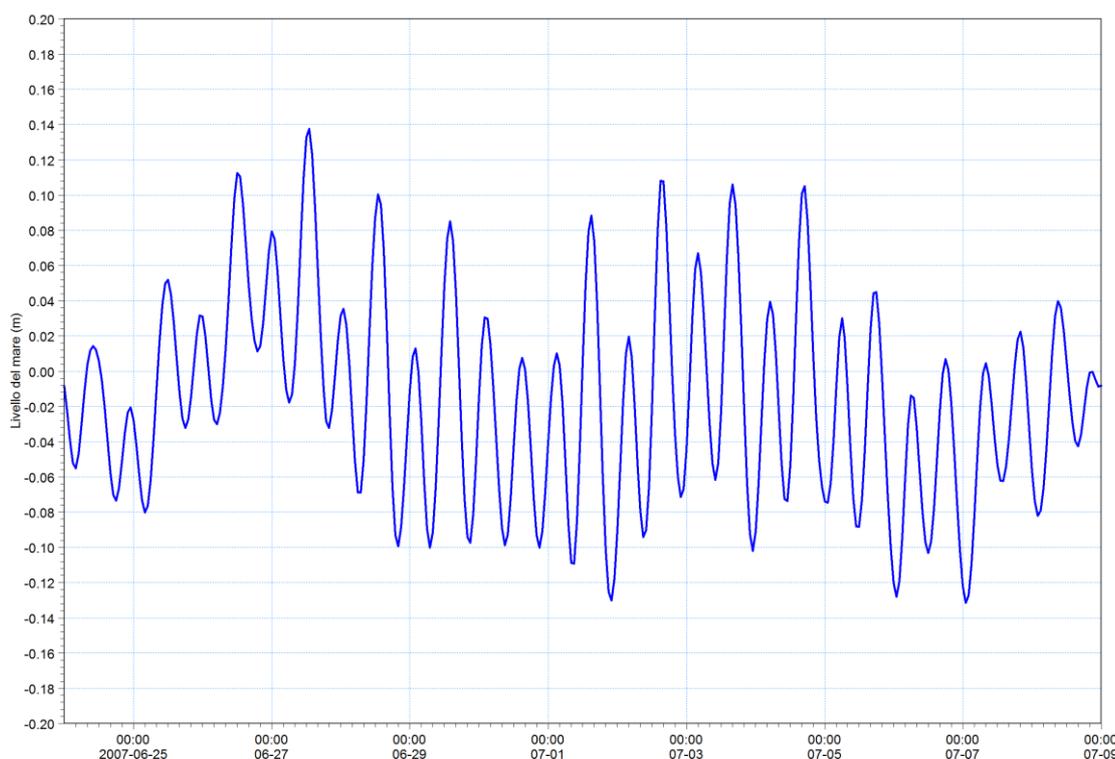


Figura 3-3 Andamento dei livelli marini alla stazione mareografica di Taranto, facente parte della Rete Mareografica Nazionale. Fonte: la serie temporale è stata estratta dal database disponibile sul sito internet www.idromare.it, stazione RMN: Taranto, periodo: 24/06/2007 - 09/07/2007 [1].

4 Predisposizione del modello d'onda

Il modulo Spectral Waves SW del codice di calcolo MIKE 21, sviluppato da DHI, rappresenta lo stato dell'arte tra i modelli numerici spettrali di nuova generazione per vento ed onde. Il codice di calcolo simula la crescita, la trasformazione e la dissipazione di onde corte e lunghe in aree costiere ed offshore.

MIKE 21 SW comprende due differenti formulazioni: fully spectral formulation e directional decoupled parametric formulation.

La prima è basata sulla “wave action conservation equation” sviluppata da Komen et al. (1994) e Young (1999). La seconda, utilizzata per il presente studio, è basata su una parametrizzazione della “wave action conservation equation” (Holthuijsen 1989) introdotta nel dominio delle frequenze.

La discretizzazione spaziale e spettrale è effettuata utilizzando un metodo ai volumi finiti con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio di calcolo è discretizzato attraverso una maglia non strutturata costituita da triangoli. Il dominio delle frequenze può essere discretizzato sia in maniera lineare che logaritmica.

La discretizzazione nel dominio temporale è fatta mediante time-steps, la propagazione della “wave action” è fatta attraverso un metodo esplicito in multi frequenza.

I dati di input da inserire nel modello possono essere raggruppati in differenti categorie, ovvero:

- parametri di base (es. mesh di calcolo, durata della simulazione);
- scelta del tipo di formulazione, discretizzazione nel dominio delle frequenze e delle direzioni, tecniche di soluzione
- forzanti (livelli, vento, correnti);
- parametri di dissipazione (frangimento, white-capping, attrito al fondo);
- condizioni iniziali (stato di mare iniziale);
- condizioni al contorno (onde al largo o alternativamente contorno chiuso).

MIKE 21 SW viene applicato nel presente studio al fine di valutare le variazioni delle principali caratteristiche delle onde registrate dalla boa di Capo San Vito (paragrafo 2.1) nella loro propagazione verso riva. Inoltre MIKE 21 SW permette di calcolare i campi di radiation stress generati dal moto ondoso, che sono le tensioni al fondo responsabili della generazione dell'idrodinamica litoranea.

I risultati ottenuti, per ognuno degli elementi della mesh e per ciascun time step, sono rappresentati essenzialmente dai parametri caratteristici dell'onda: altezza d'onda significativa H_m0 , periodo di picco T_p , periodo medio T_{01} , periodo di zero up crossing T_{02} , periodo dell'energia T_{-10} , direzione di picco PWD , direzione media MWD , deviazione standard direzionale, tensore dei radiation stress S_{xx} S_{xy} S_{yy} .

Nei paragrafi a seguire sono riportati i risultati in termini di campi di altezza d'onda che si generano nel dominio di calcolo nelle condizioni stagionali prese a riferimento.

4.1 Creazione della batimetria di calcolo

Per la caratterizzazione batimetrica sono stati utilizzati i dati disponibili per l'area in studio, ossia quelli provenienti dalla carta nautica, per le zone al largo, e quelli derivati dai rilievi effettuati sottocosta, come riportato nel paragrafo 2.4. Questi dati sono stati opportunamente elaborati all'interno dell'interfaccia Mike Zero (Figura 4-1).

Il risultato finale di tale processamento è mostrato in Figura 4-2, in cui è rappresentata la batimetria del modello, incluse le isobate e le indicazioni delle profondità.

La mesh di calcolo è pertanto stata costruita facendo riferimento solo alle condizioni batimetriche attuali.

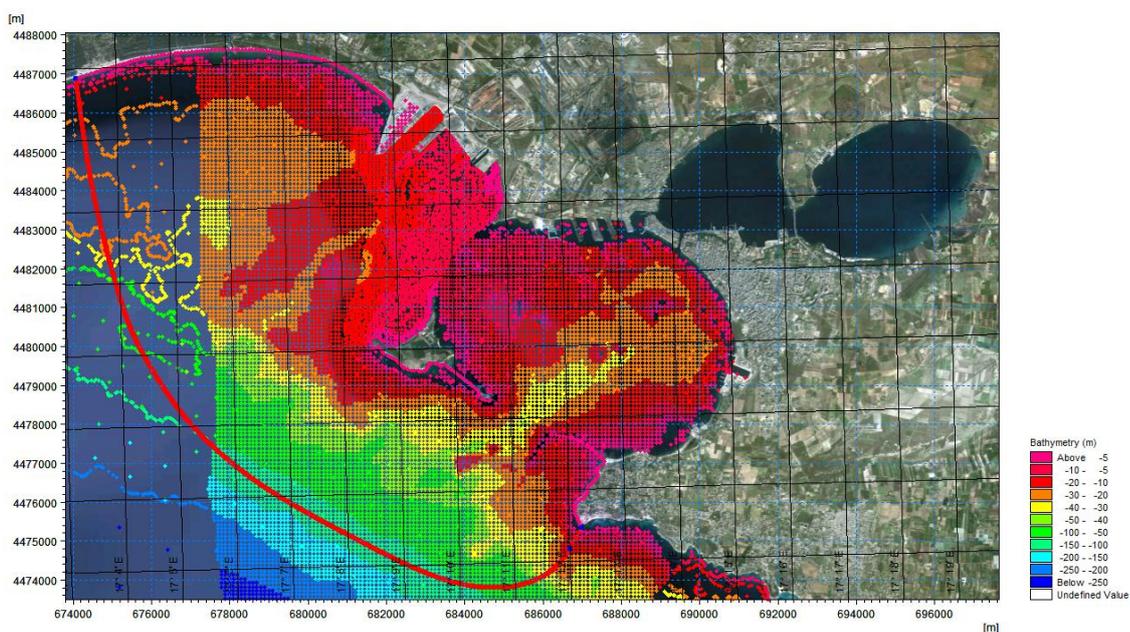


Figura 4-1 Estensione del dominio di calcolo e dati batimetrici utilizzati per il processamento.

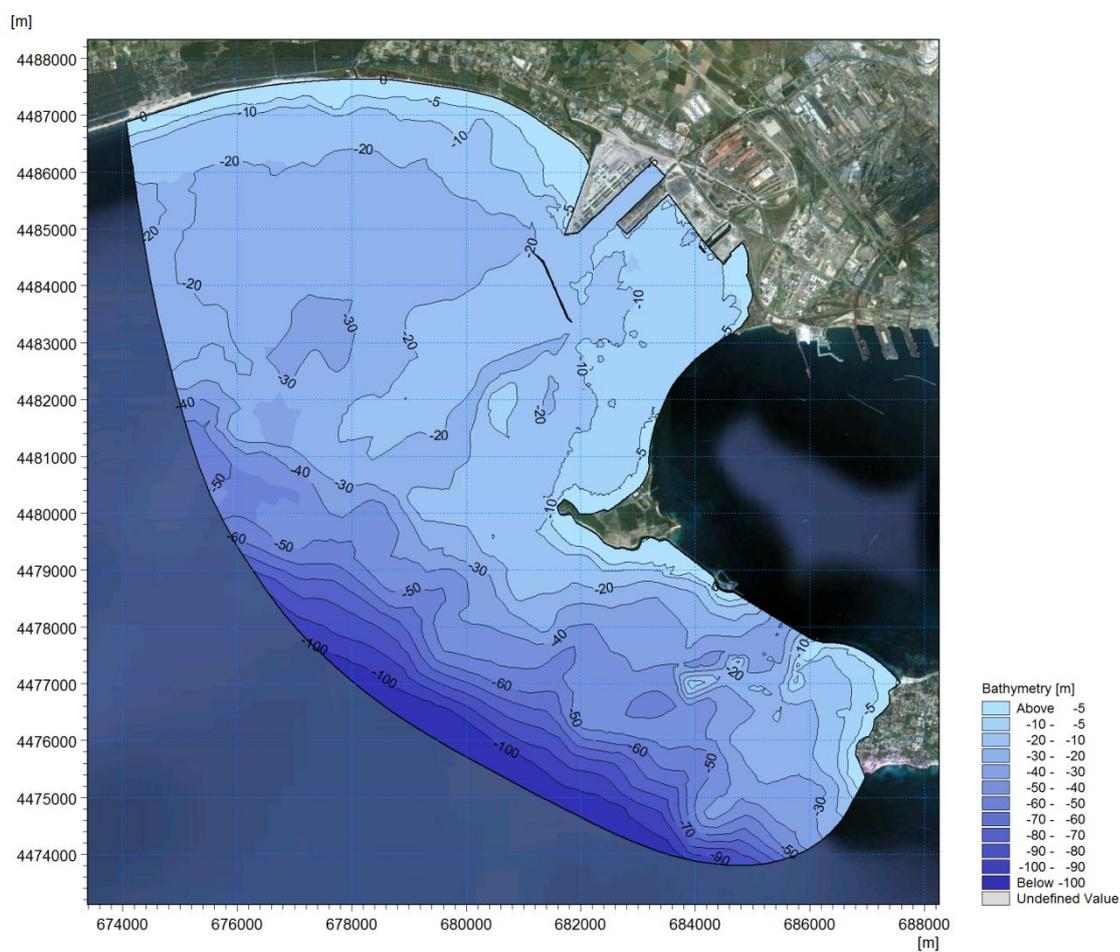


Figura 4-2 Batimetria ottenuta dal processamento dei dati disponibili.

L'estensione spaziale e la risoluzione del dominio di calcolo sono state individuate al fine di rappresentare al meglio tutti i fenomeni che intervengono nella propagazione dell'onda da largo verso riva, ottimizzando al contempo i tempi di calcolo.

In particolare si osserva che il Mar Grande è stato escluso dal dominio di calcolo in quanto la circolazione nel sito di interesse per il presente studio non è influenzata dalla circolazione che si instaura all'interno del Mar Grande.

Il dominio di calcolo ha un'estensione massima nella direzione perpendicolare a costa approssimativamente pari a 9'800 m e lungo costa approssimativamente pari a 20'000 m. La profondità massima considerata nel dominio di calcolo è di circa 130 m.

La batimetria del modello è stata costruita utilizzando un approccio a maglia flessibile (Figura 4-3 e Figura 4-4): la risoluzione spaziale al largo (lunghezza media dei lati dei triangoli) è di circa 200 m; nell'avvicinamento a costa, la risoluzione è gradualmente maggiore, fino ad essere pari a circa 15 m lungo tutta la fascia dei frangenti. In tale zona è infatti necessaria una discretizzazione più accurata della batimetria per meglio rappresentare i fenomeni di dissipazione energetica dovuti all'interazione delle onde con il fondale.

In totale la mesh di calcolo è costituita da circa 152.000 elementi.

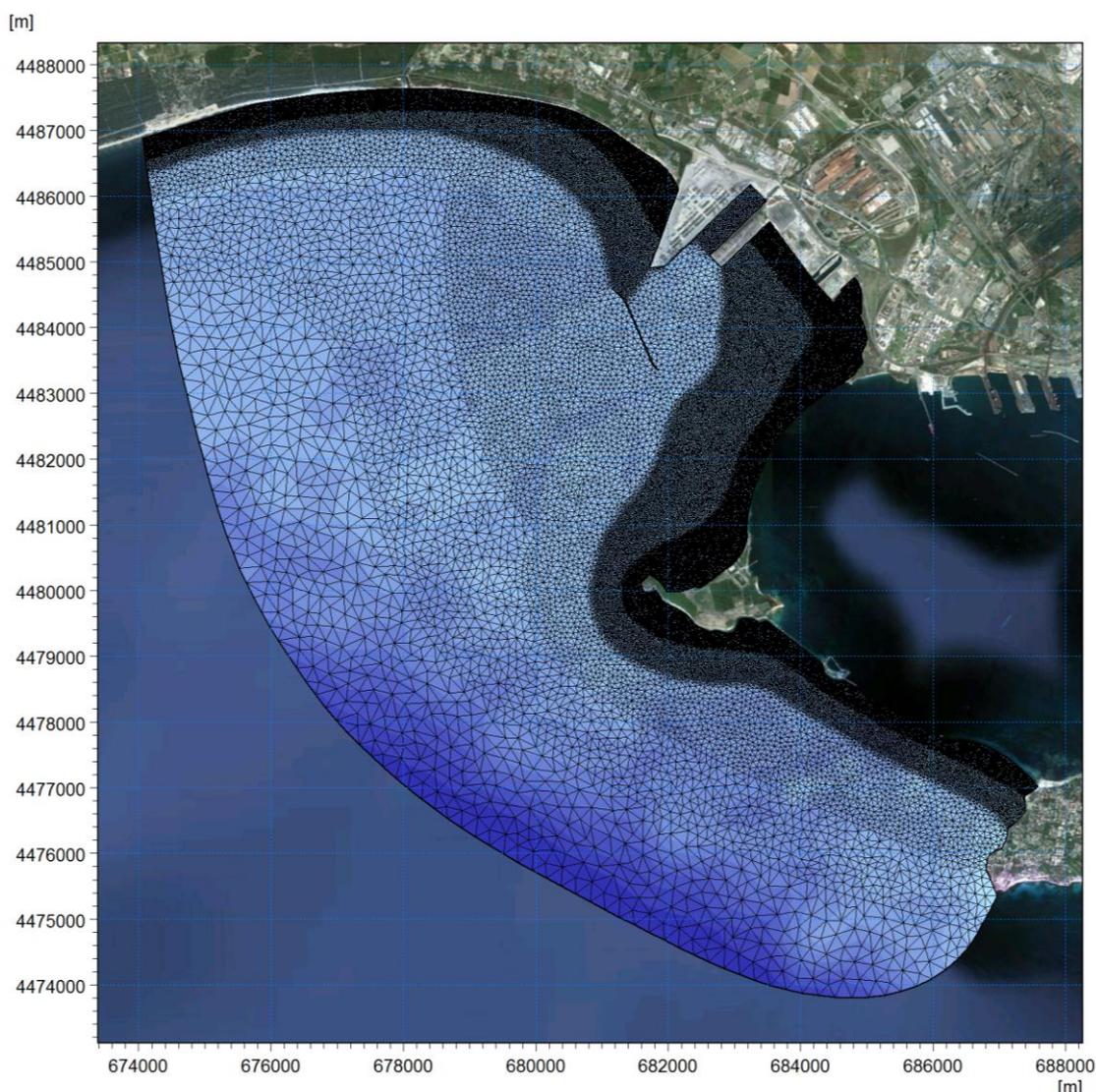


Figura 4-3 Risoluzione spaziale della mesh di calcolo utilizzata nel modello d'onda.

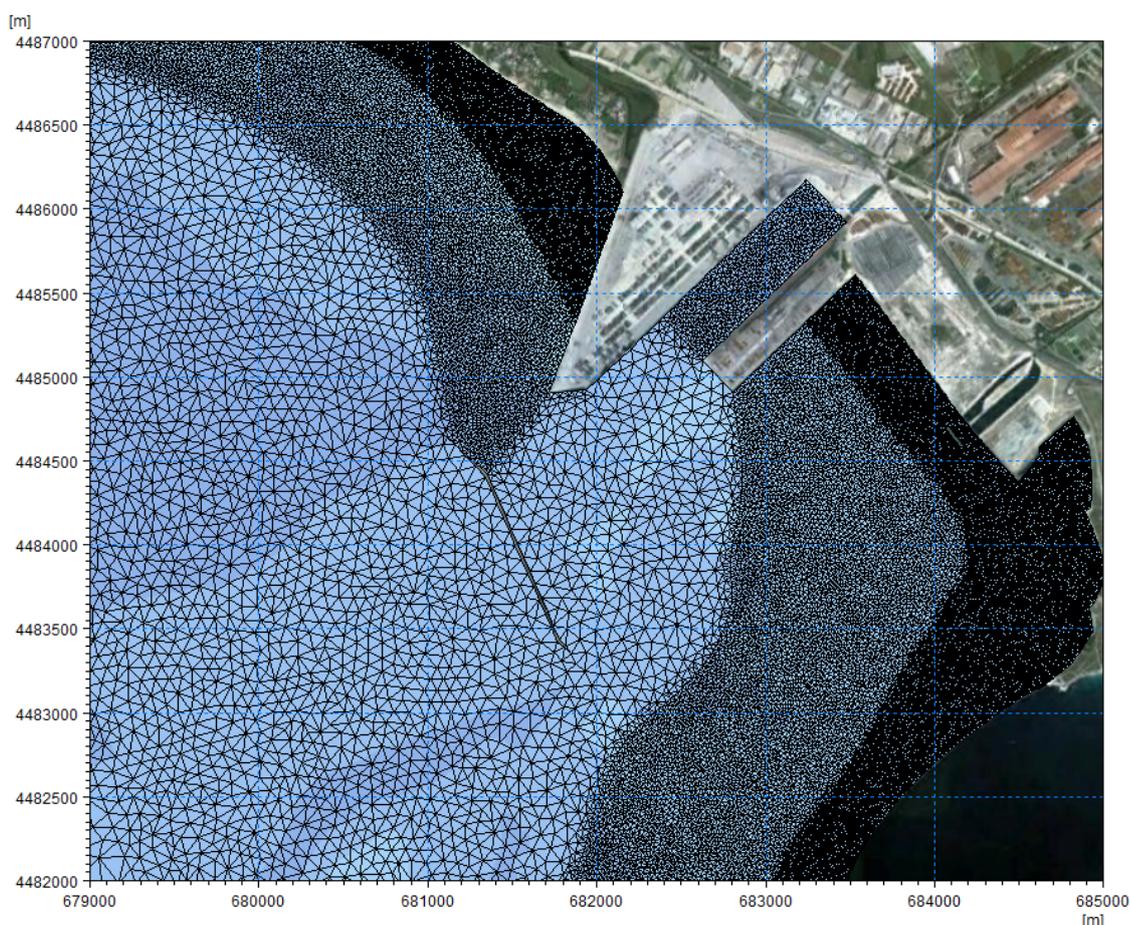


Figura 4-4 Dettaglio della mesh di calcolo nella zona interessata dalle operazioni di dragaggio.

4.2 Risultati della modellazione delle onde

Le simulazioni effettuate con il modello di propagazione del moto ondoso MIKE 21 SW hanno permesso di ottenere la distribuzione delle principali grandezze di moto ondoso (altezza d'onda significativa, periodo di picco e direzione media di propagazione) in tutti i punti del dominio di calcolo.

Durante la propagazione da largo verso riva l'onda subisce diverse trasformazioni; una delle più rilevanti nello studio delle dinamiche costiere è dovuta al fenomeno di rifrazione. Tale processo, che consiste nella rotazione del fronte d'onda che tende a disporsi parallelo alle isobate ed alla linea di costa, è in grado di determinare l'insorgenza di sforzi di taglio al fondo (radiation stress). I gradienti dei radiation stress, massimi in corrispondenza del frangimento, sono i responsabili della generazione delle correnti litoranee. A parità di direzione di incidenza dell'onda, i gradienti di radiation stress, e quindi le correnti litoranee, sono tanto più elevati quanto maggiore è l'altezza d'onda al frangimento. A parità di altezza d'onda al frangimento, i gradienti di radiation stress, e quindi le correnti litoranee, sono tanto più elevati quanto maggiore è l'angolo di incidenza tra il fronte d'onda e le isobate.

Per l'area portuale di Taranto, oggetto della presente analisi, si distinguono tre principali settori di provenienza dell'onda: da 135°N a 200°N, da 200°N a 250°N e da 250°N a 315°N, ognuno dei quali comporta una propagazione e trasformazione dal largo verso costa con distribuzioni e direzioni caratteristiche.

Per il primo settore, da 135°N a 200°N, si nota che la zona Sud-Est dell'area di studio, essendo parzialmente riparata dalla presenza dell'isola di San Pietro, presenta altezze d'onda ridotte (Figura 4-6, Figura 4-7e Figura 4-8 per lo scenario autunnale-invernale e Figura 4-14 per lo scenario primaverile-estivo). In questo caso, sottocosta, la direzione principale del moto ondoso è perpendicolare al litorale a Nord-Ovest e alla barriera Nord a protezione del Mar Grande.

Per il secondo settore, da 200°N a 250°N, (Figura 4-12 per lo scenario autunnale-invernale e Figura 4-15 e Figura 4-16 per lo scenario primaverile-estivo) è maggiormente evidente la progressiva dissipazione dell'energia nell'avvicinamento a riva. Lungo il litorale a Nord-Ovest la fascia dei frangenti presenta una larghezza modesta, mentre in corrispondenza della zona di interesse l'onda frange in corrispondenza della diga foranea. Ad Est di tale zona la fascia di frangenti è identificabile tra il confine dell'area portuale e l'isola di San Pietro. In questo caso la direzione principale del moto ondoso risulta perpendicolare alla diga foranea che infatti ripara completamente la Darsena Polisetoriale.

L'ultimo settore identificato, da 250°N a 315°N, (Figura 4-9 e Figura 4-10) presenta altezze d'onda modeste nella zona a Nord dell'area portuale di interesse, grazie alla naturale protezione offerta dalla costa ed il fetch ridotto. La direzione prevalente del moto ondoso è perpendicolare alla barriera Nord del Mar Grande. I risultati ottenuti con l'applicazione del modulo d'onda SW sono stati rappresentati in termini di campi di altezze d'onda (la variazione cromatica indica variazioni di altezza d'onda e la lunghezza dei vettori è in ogni punto proporzionale all'altezza d'onda simulata) e di vettori di direzione di propagazione delle onde. Siccome le simulazioni sono state effettuate per un periodo reale di 15 giorni, si è reso necessario selezionare solo alcuni step di calcolo considerati rappresentativi per il regime di moto ondoso nel paraggio in esame, sia in termini di altezza d'onda significativa, sia in termini di direzione. A seguire una serie di immagini rappresentative di tali campi d'onda.

4.2.1 Scenario 1: semestre autunnale/invernale

Per la rappresentazione dei risultati ottenuti per lo scenario autunnale/invernale si è fatto riferimento ad un set di 8 onde caratterizzate da altezze al largo (registrate dalla boa di Capo San Vito) variabili tra 0.29 m e 1.99 m e da direzioni medie al largo comprese tra 153°N e 311°N (Tabella 4-1).

A seguire vengono riportate le immagini del campo di moto ondoso ottenuto per tali onde nell'area oggetto di studio.

Tabella 4-1 Caratteristiche delle onde selezionate come rappresentative delle condizioni di propagazione del moto ondoso nell'area oggetto di studio. Dati registrati dalla boa ondometrica di Capo San Vito.

Onda	Hs [m]	Tp [s]	MWD [°N]
A	0.82	4.0	183
B	1.99	6.7	153
C	0.29	7.7	153
D	0.71	3.2	311
E	0.72	3.5	305
F	1.17	6.3	193
G	1.58	5.6	211
H	0.39	2.9	270

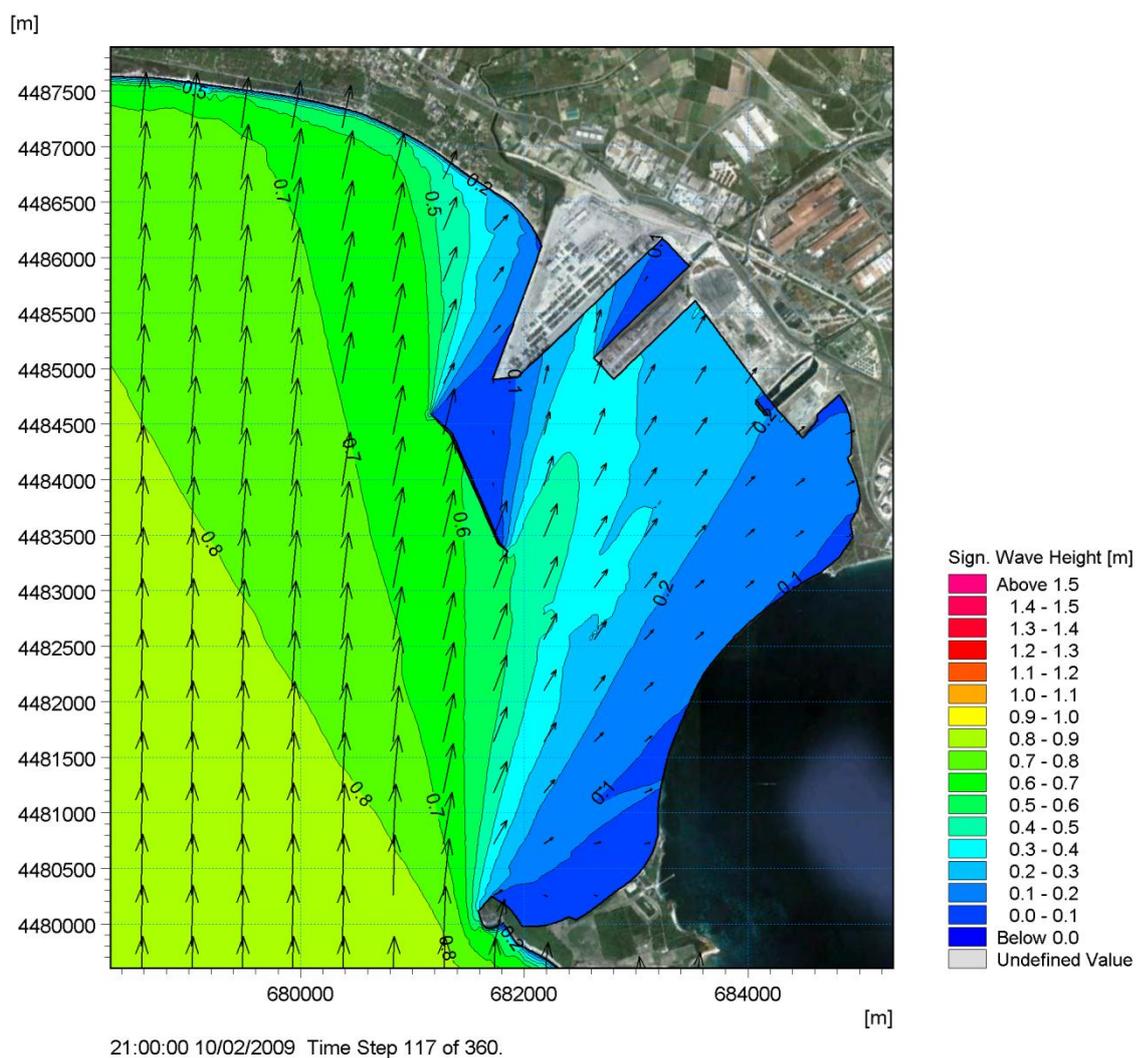


Figura 4-5 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda A (data di registrazione: 10/02/2009 ore 21.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.82\text{m}$; $T_p=4.0\text{s}$; $MWD=183^\circ\text{N}$).

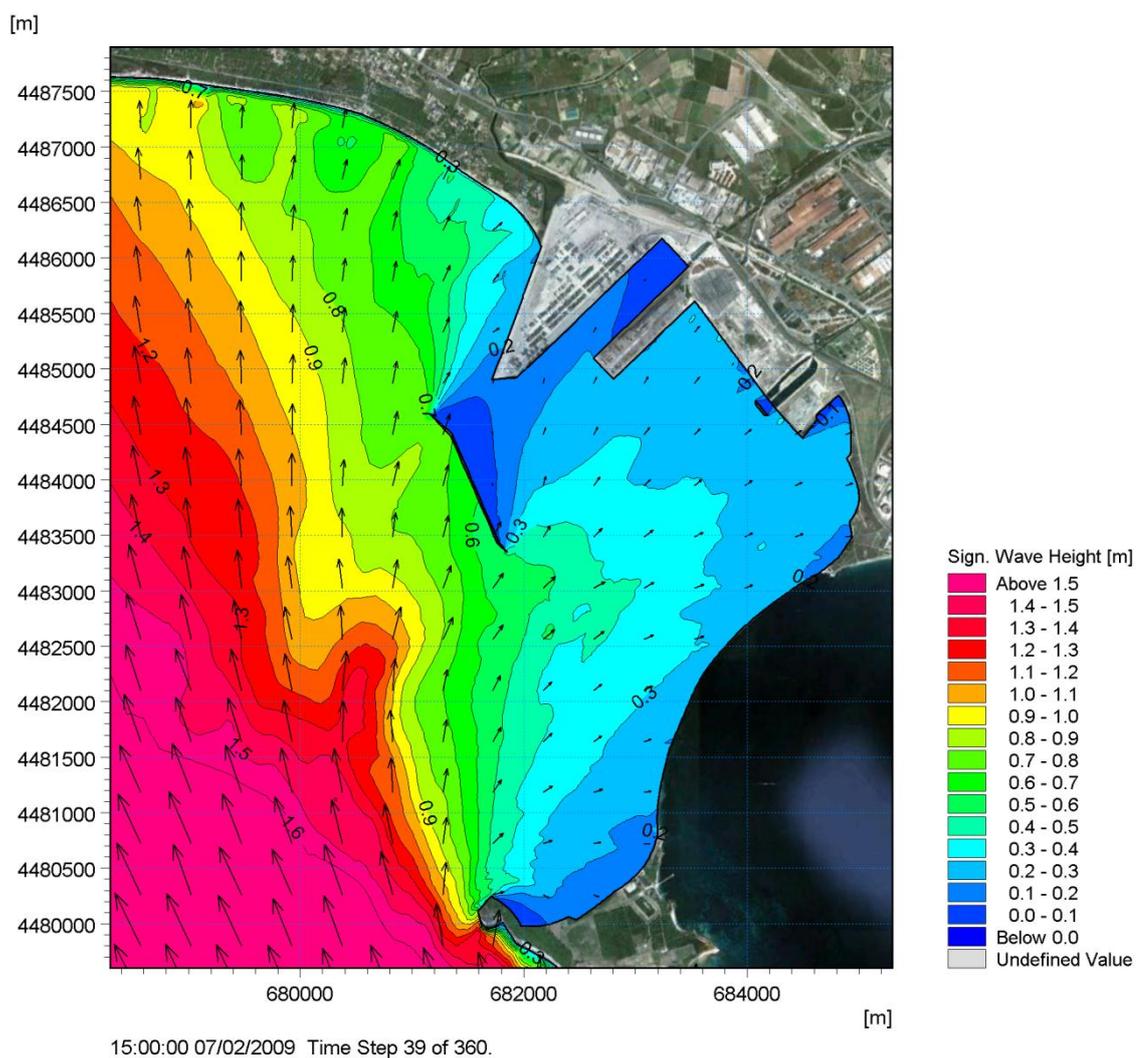


Figura 4-6 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda B (data di registrazione: 07/02/2009 ore 15.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=1.99\text{m}$; $T_p=6.7\text{s}$; $MWD=153^\circ\text{N}$).

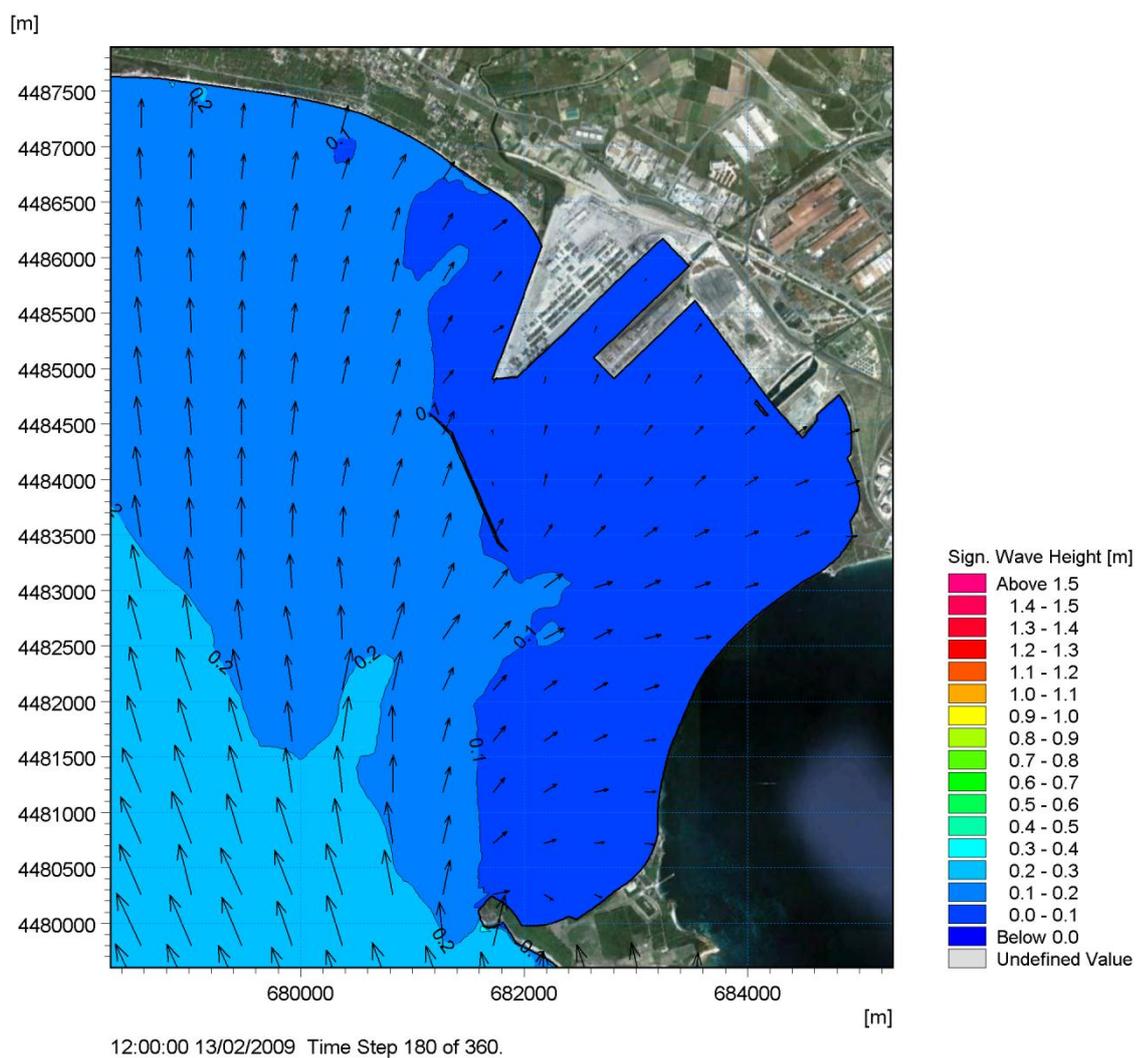


Figura 4-7 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda C (data di registrazione: 13/02/2009 ore 12.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.29\text{m}$; $T_p=7.7\text{s}$; $MWD=153^\circ\text{N}$).

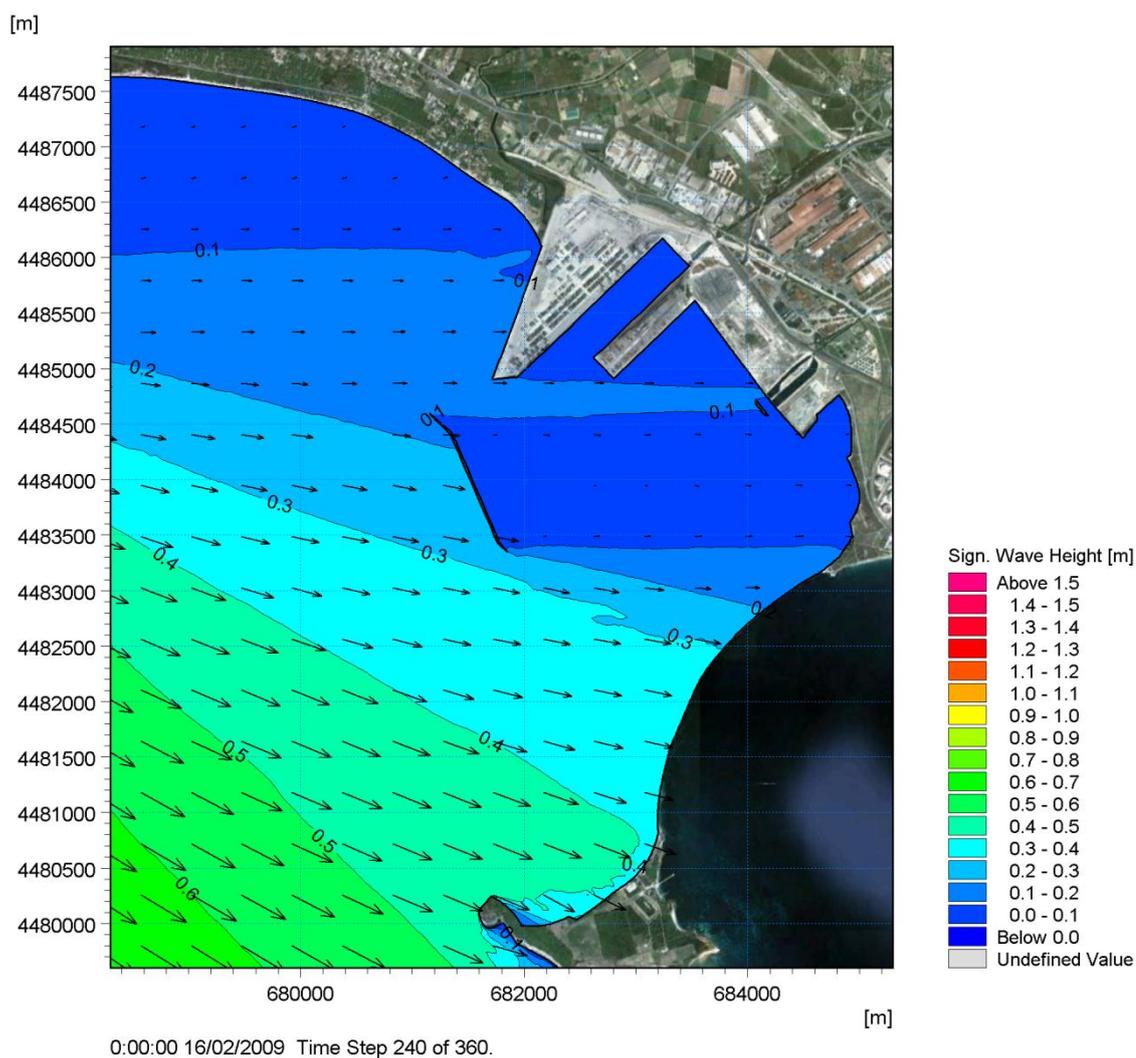


Figura 4-8 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda D (data di registrazione: 16/02/2009 ore 00.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.71\text{m}$; $T_p=3.2\text{s}$; $MWD=311^\circ\text{N}$).

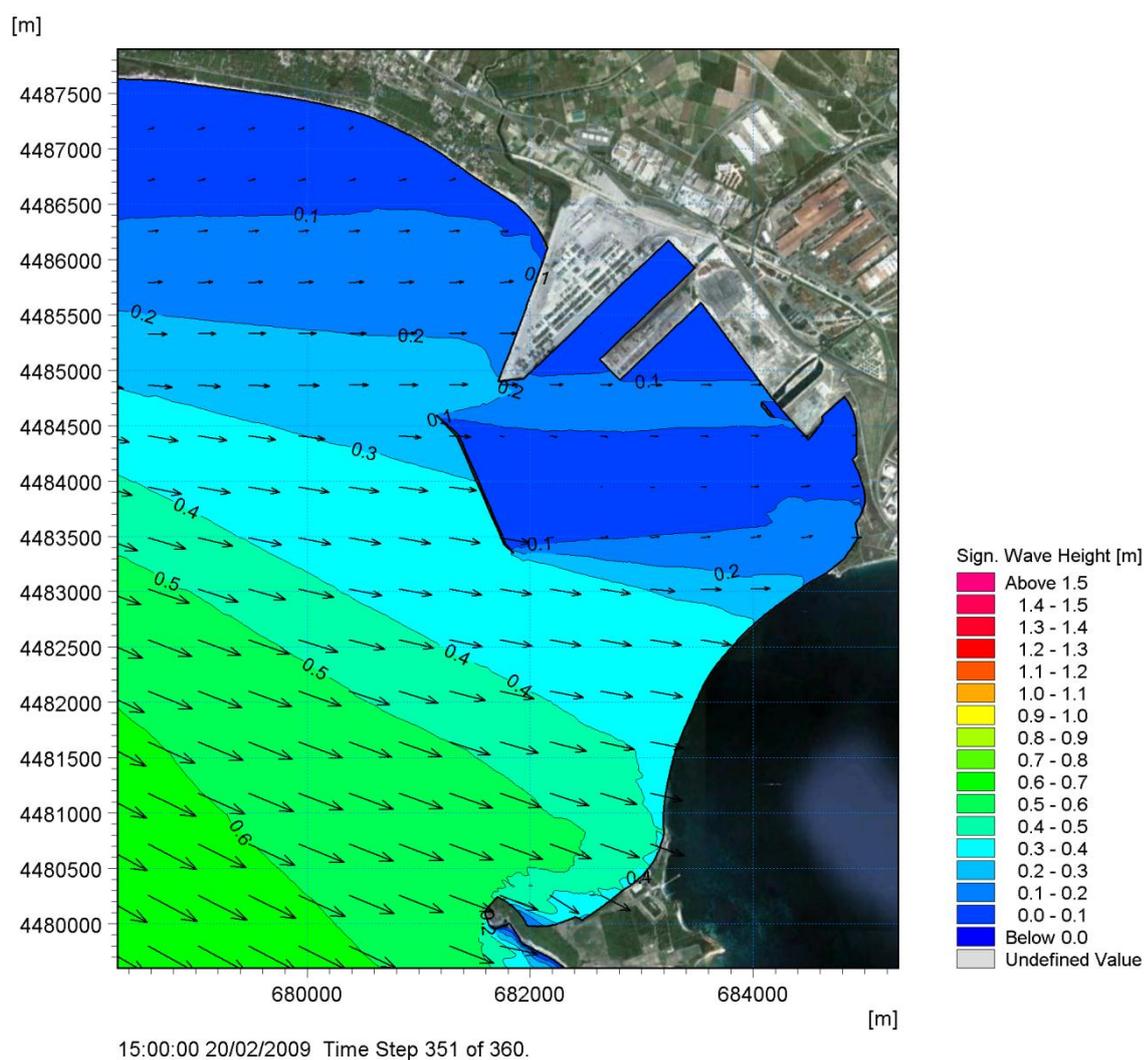


Figura 4-9 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda E (data di registrazione: 20/02/2009 ore 15.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.72\text{m}$; $T_p=3.5\text{s}$; $MWD=305^\circ\text{N}$).

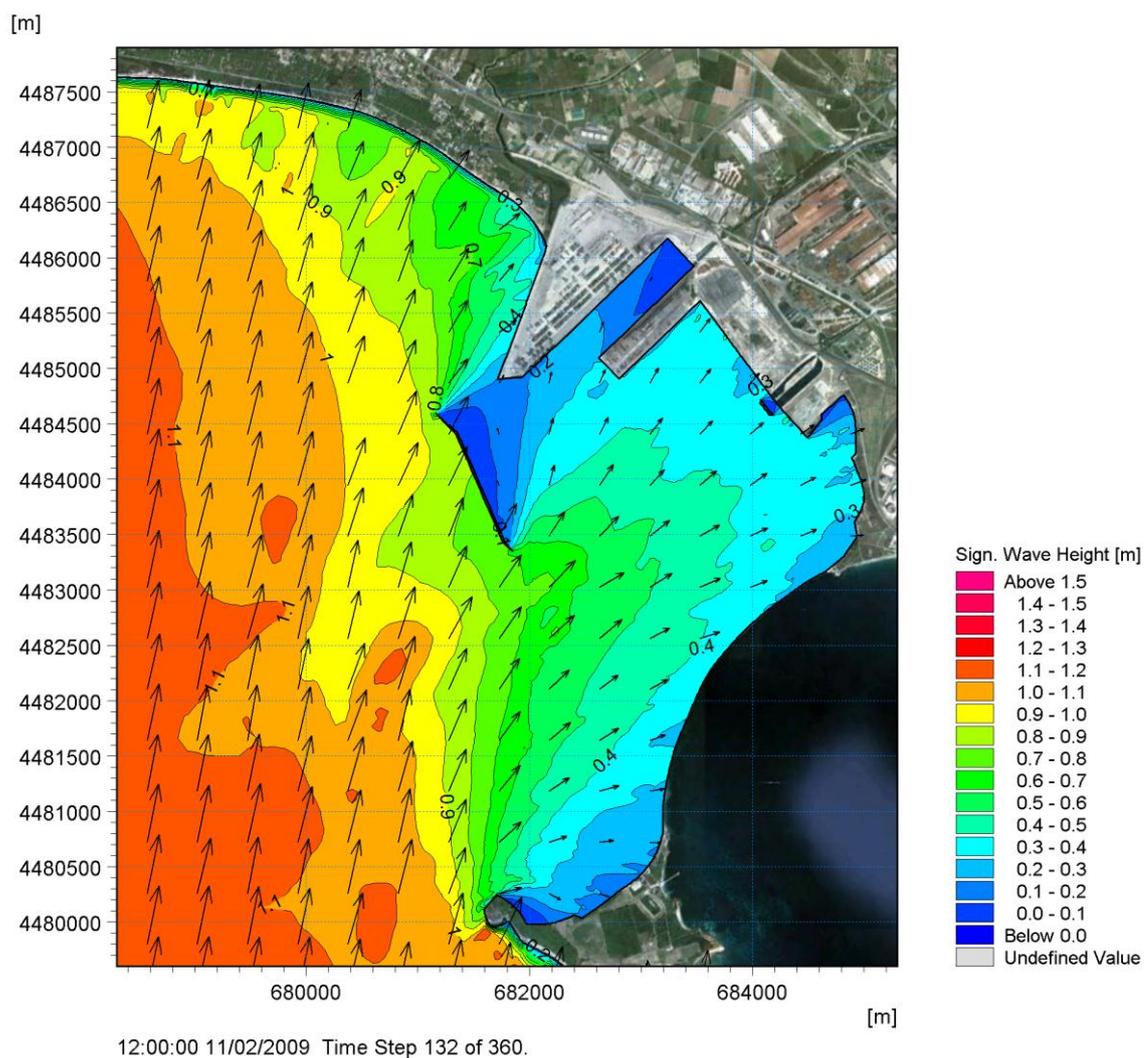


Figura 4-10 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda F (data di registrazione: 11/02/2009 ore 12.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=1.17m$; $T_p=6.3s$; $MWD=193^\circ N$).

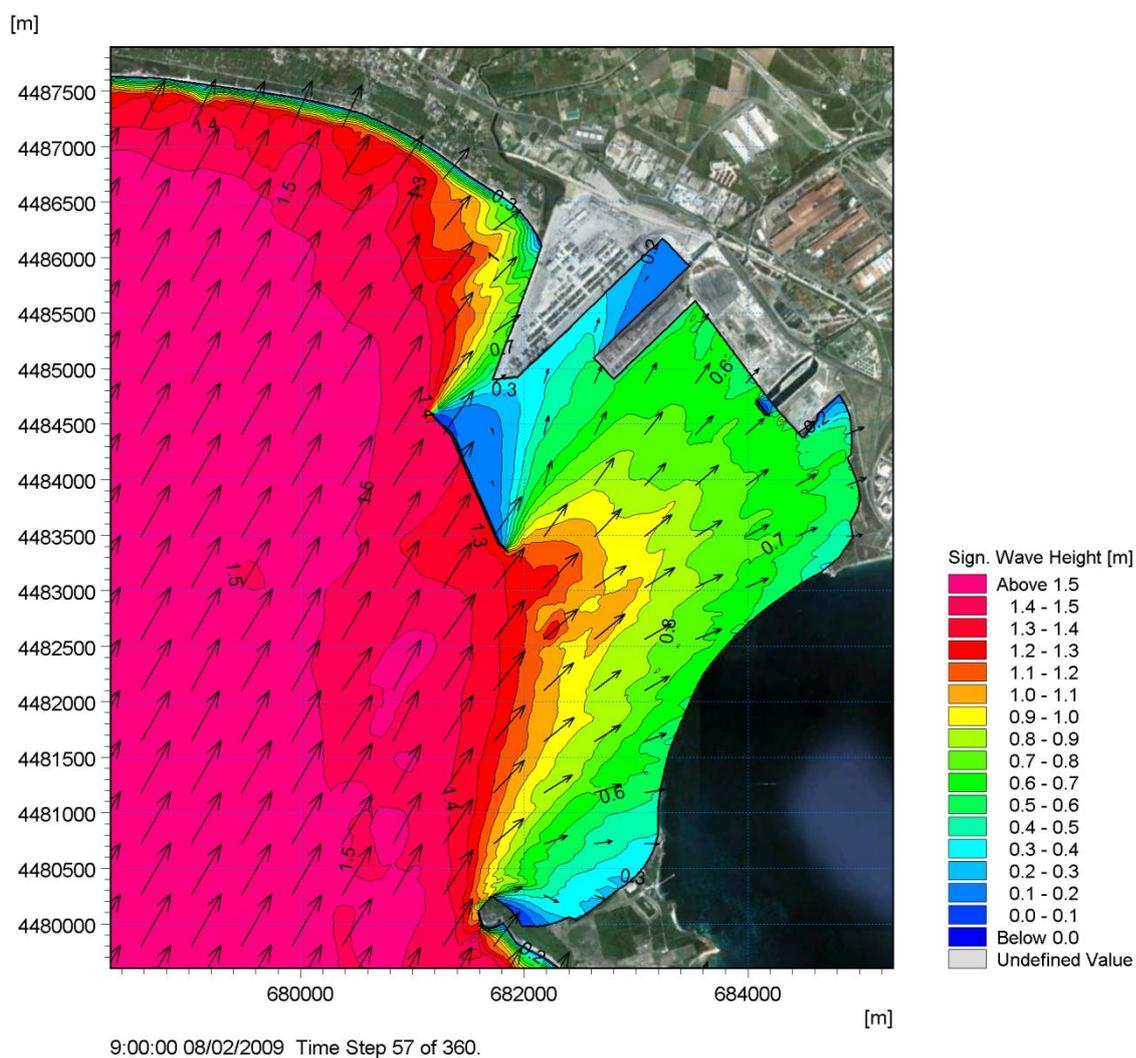


Figura 4-11 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda G (data di registrazione: 08/02/2009 ore 9.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=1.58\text{ m}$; $T_p=5.6\text{ s}$; $MWD=211^\circ\text{N}$).

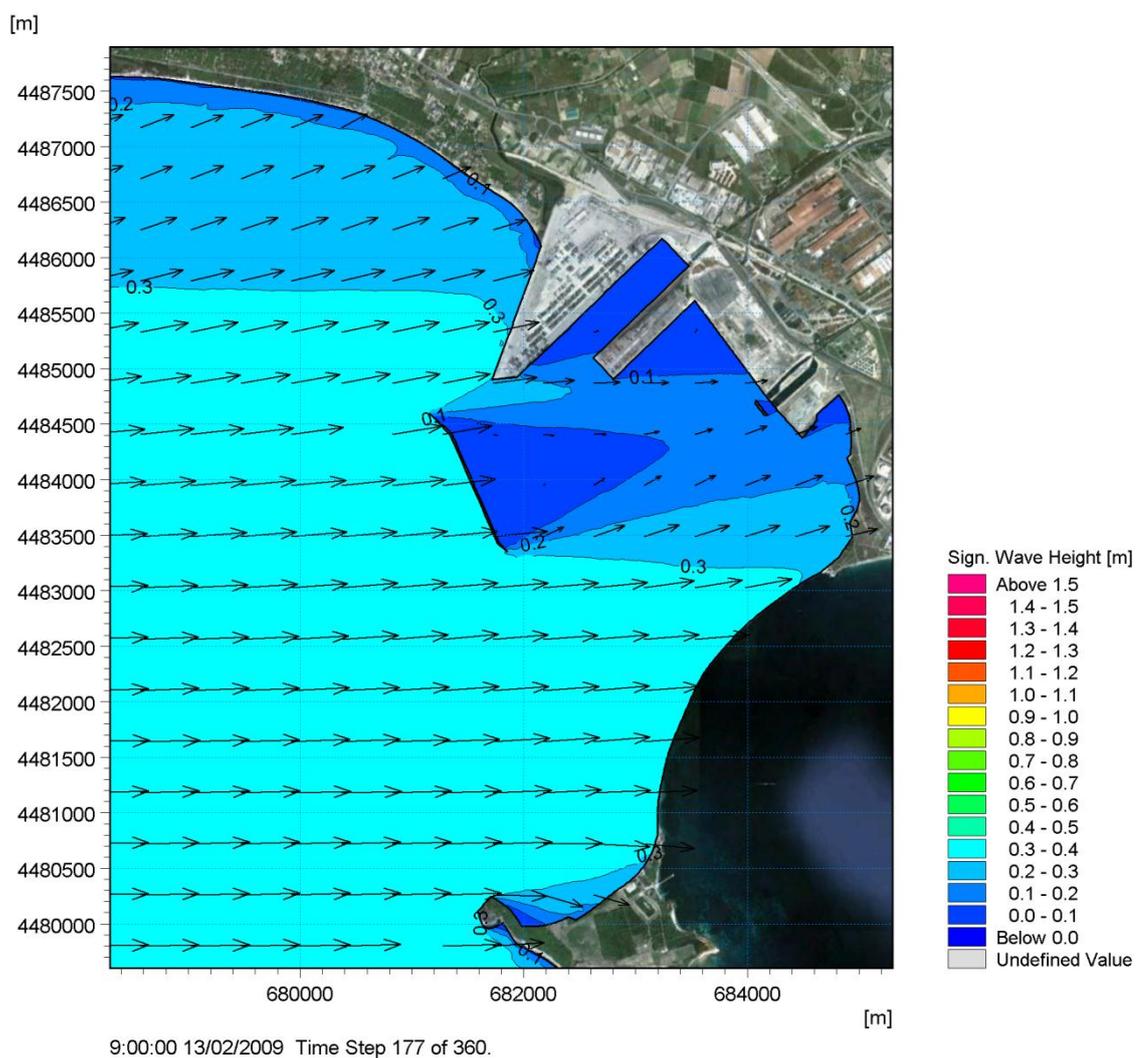


Figura 4-12 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda H (data di registrazione: 13/02/2009 ore 9.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.39\text{m}$; $T_p=2.9\text{s}$; $MWD=270^\circ\text{N}$).

4.2.2 Scenario 2: semestre primaverile/estivo

Per la rappresentazione dei risultati ottenuti per lo scenario primaverile/estivo si è fatto riferimento ad un set di 6 onde caratterizzate da altezze al largo (registrate dalla boa di Capo San Vito) variabili tra 0.28 m e 0.97 m e da direzioni medie al largo comprese tra 143°N e 304°N (Tabella 4-2).

A seguire vengono riportate le immagini del campo di moto ondoso ottenuto per tali onde nell'area oggetto di studio.

Tabella 4-2 Caratteristiche delle onde selezionate come rappresentative dei risultati ottenuti nelle simulazioni di propagazione del moto ondoso dal largo verso riva nell'area oggetto di studio. Dati registrati dalla boa ondometrica di Capo San Vito.

Onda	Hs [m]	Tp [s]	MWD [°n]
I	0.54	3.6	143
L	0.63	4.3	211
M	0.97	4.3	214
N	0.48	2.6	304
O	0.79	4.5	198
P	0.28	2.2	294

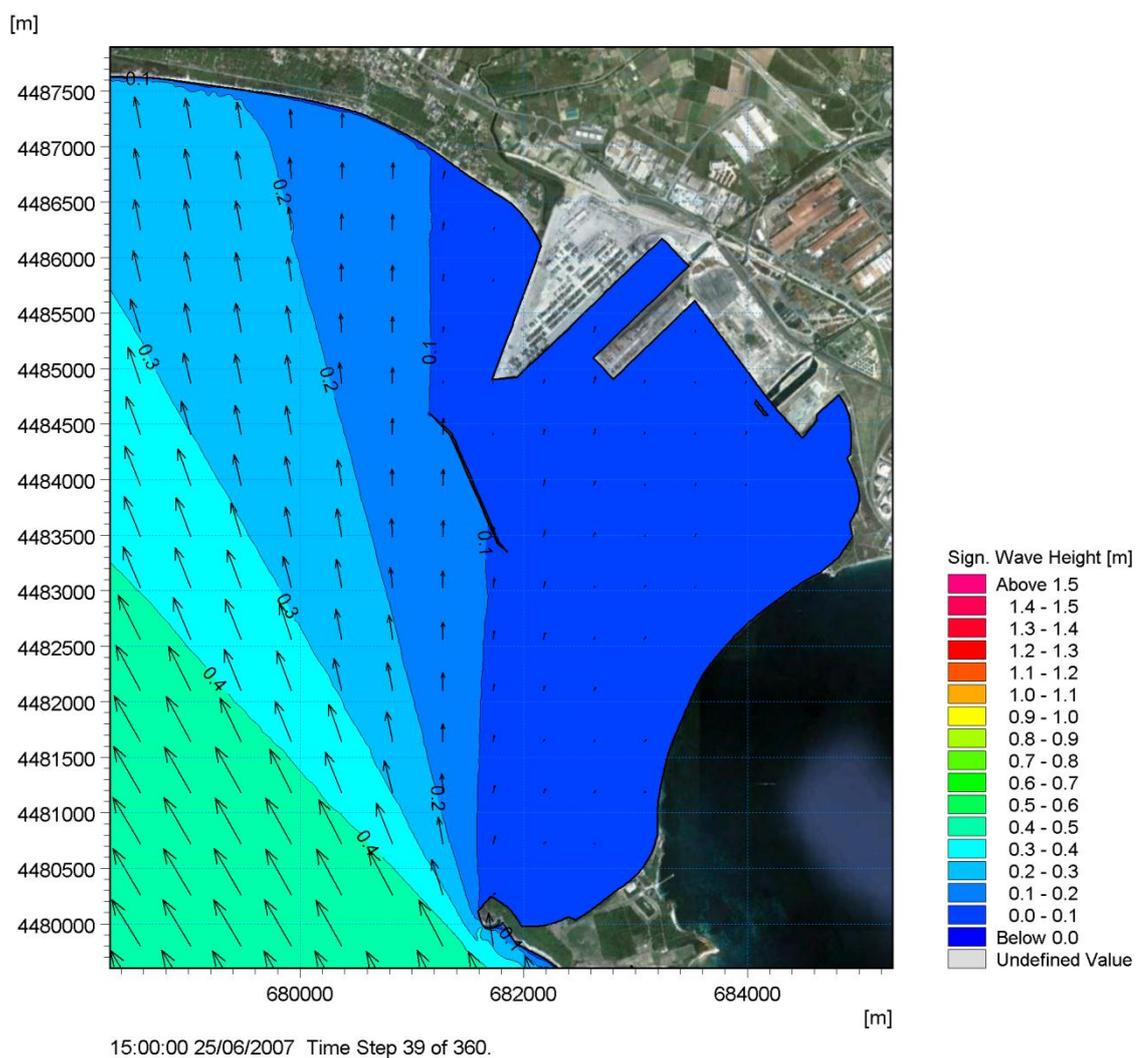


Figura 4-13 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda I (data di registrazione: 25/06/2007 ore 15.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.54m$; $T_p=3.6s$; $MWD=143^\circ N$).

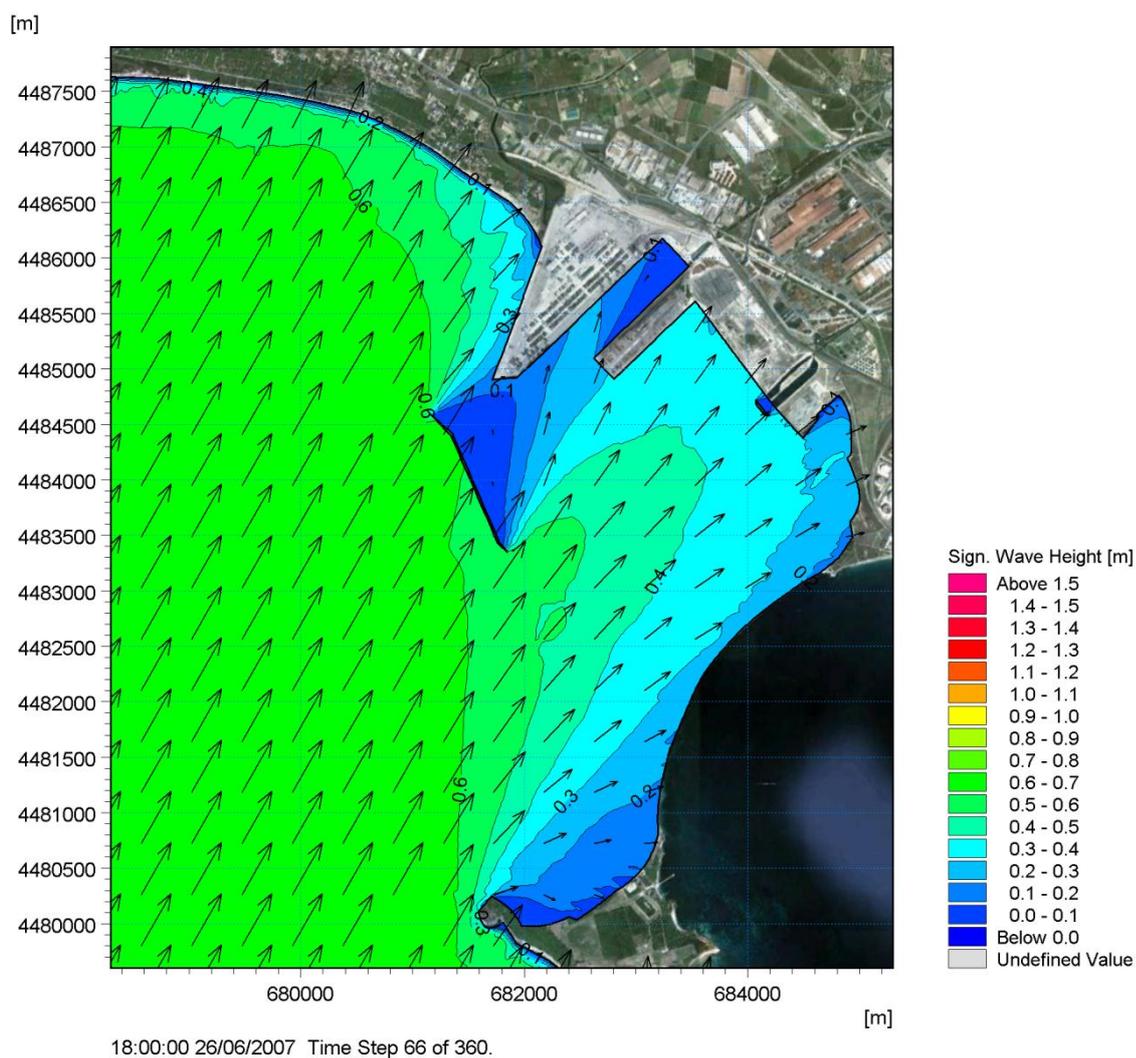


Figura 4-14 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda L (data di registrazione: 26/06/2007 ore 18.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.63\text{m}$; $T_p=4.3\text{s}$; $MWD=211^\circ\text{N}$).

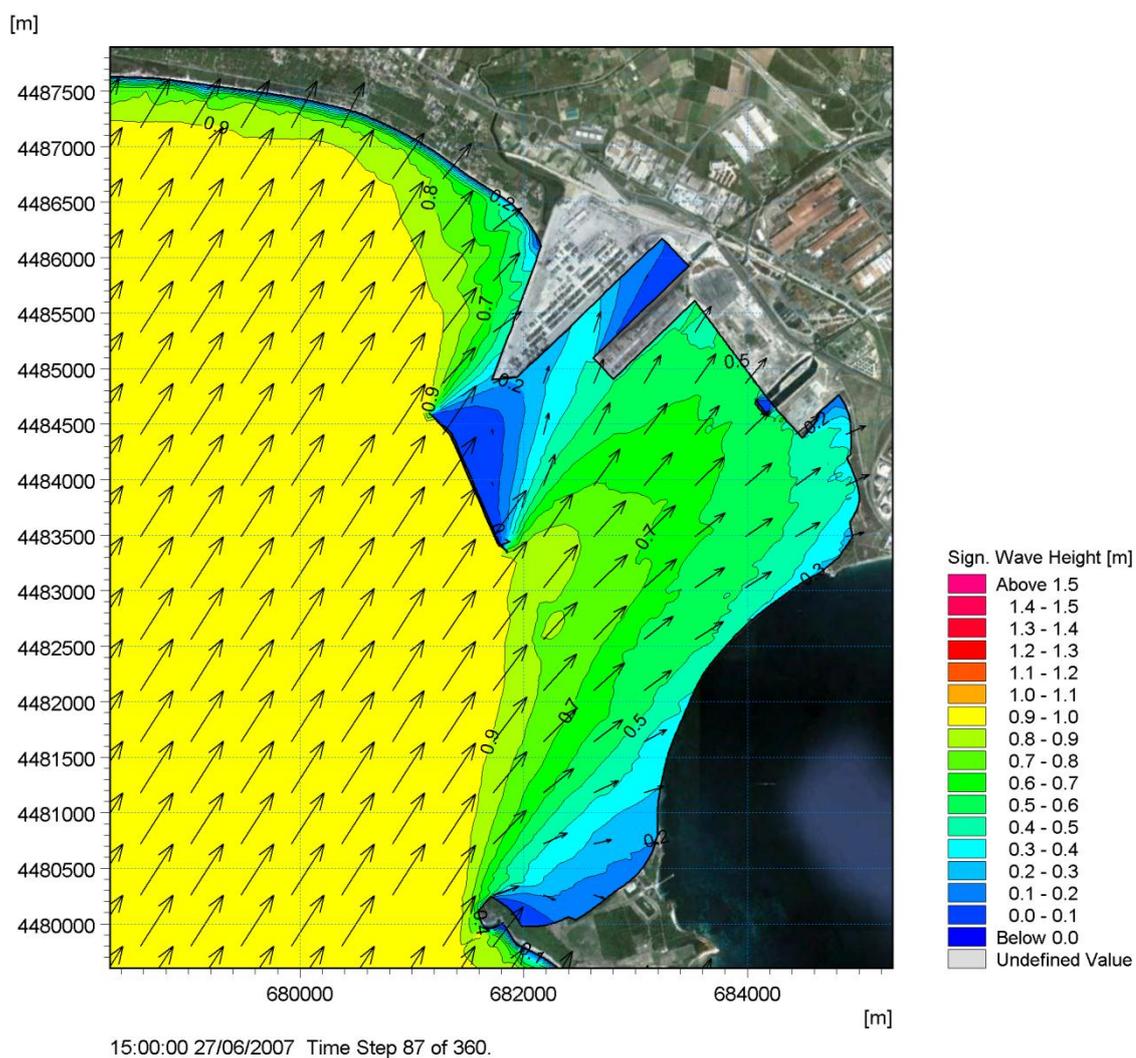


Figura 4-15 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda M (data di registrazione: 27/06/2007 ore 15.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.97\text{m}$; $T_p=4.3\text{s}$; $MWD=214^\circ\text{N}$).

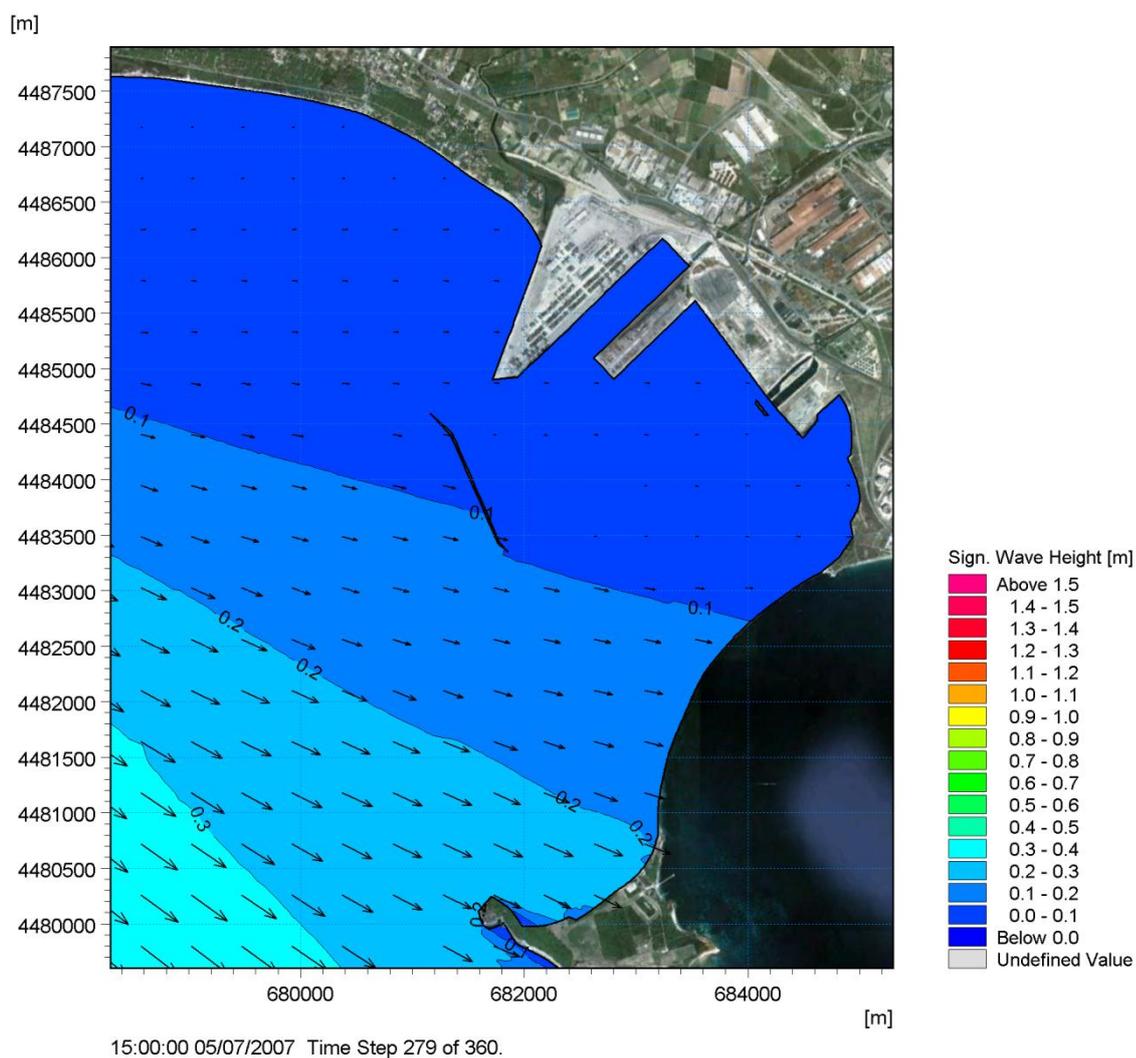


Figura 4-16 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda N (data di registrazione:05/07/2007 ore 15.00 (Caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.48m$; $T_p=2.6s$; $MWD=304^\circ N$).

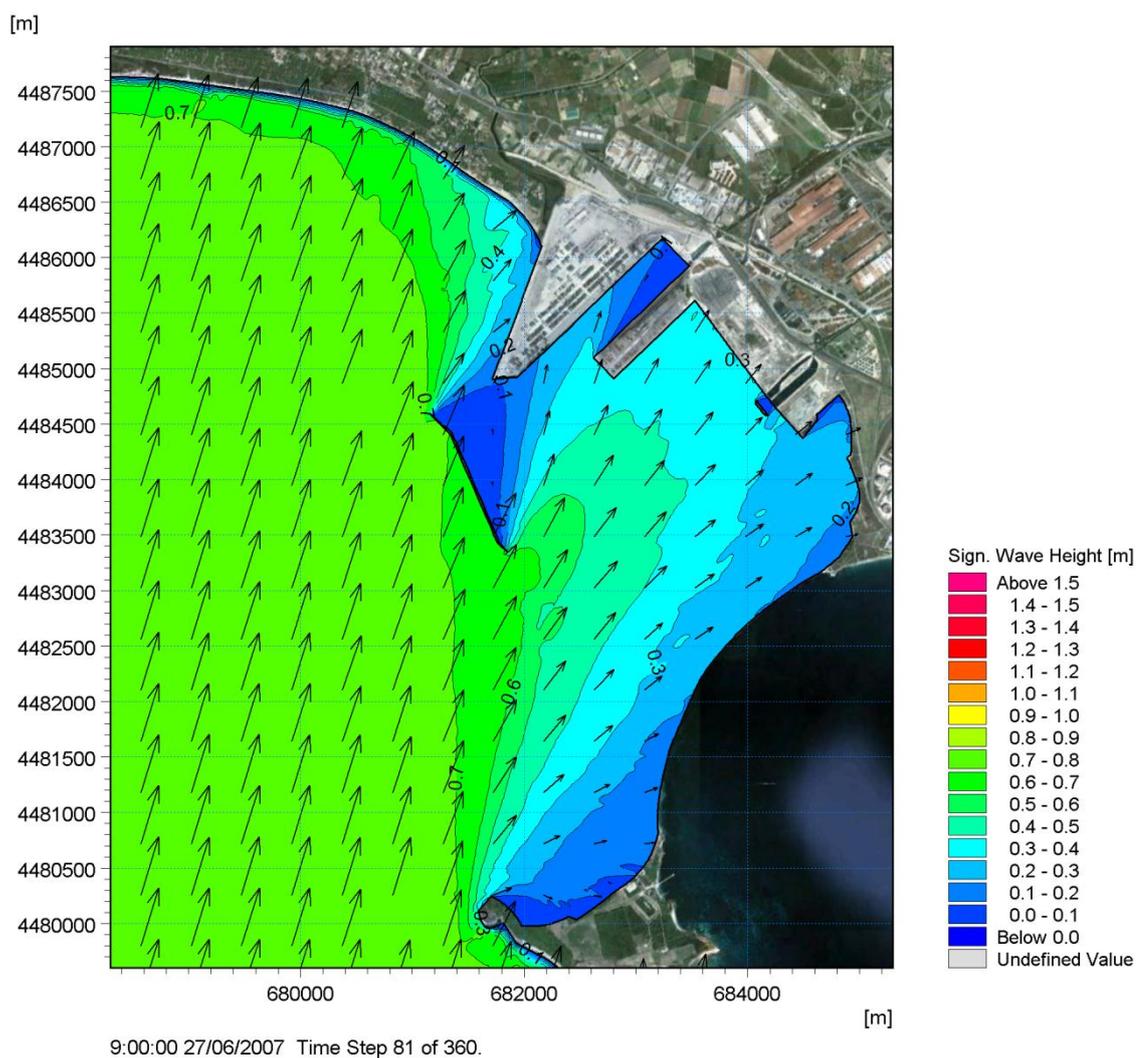


Figura 4-17 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda O (data di registrazione: 27/06/2007 ore 9.00 (Caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.79m$; $T_p=4.5s$; $MWD=198^\circ N$).

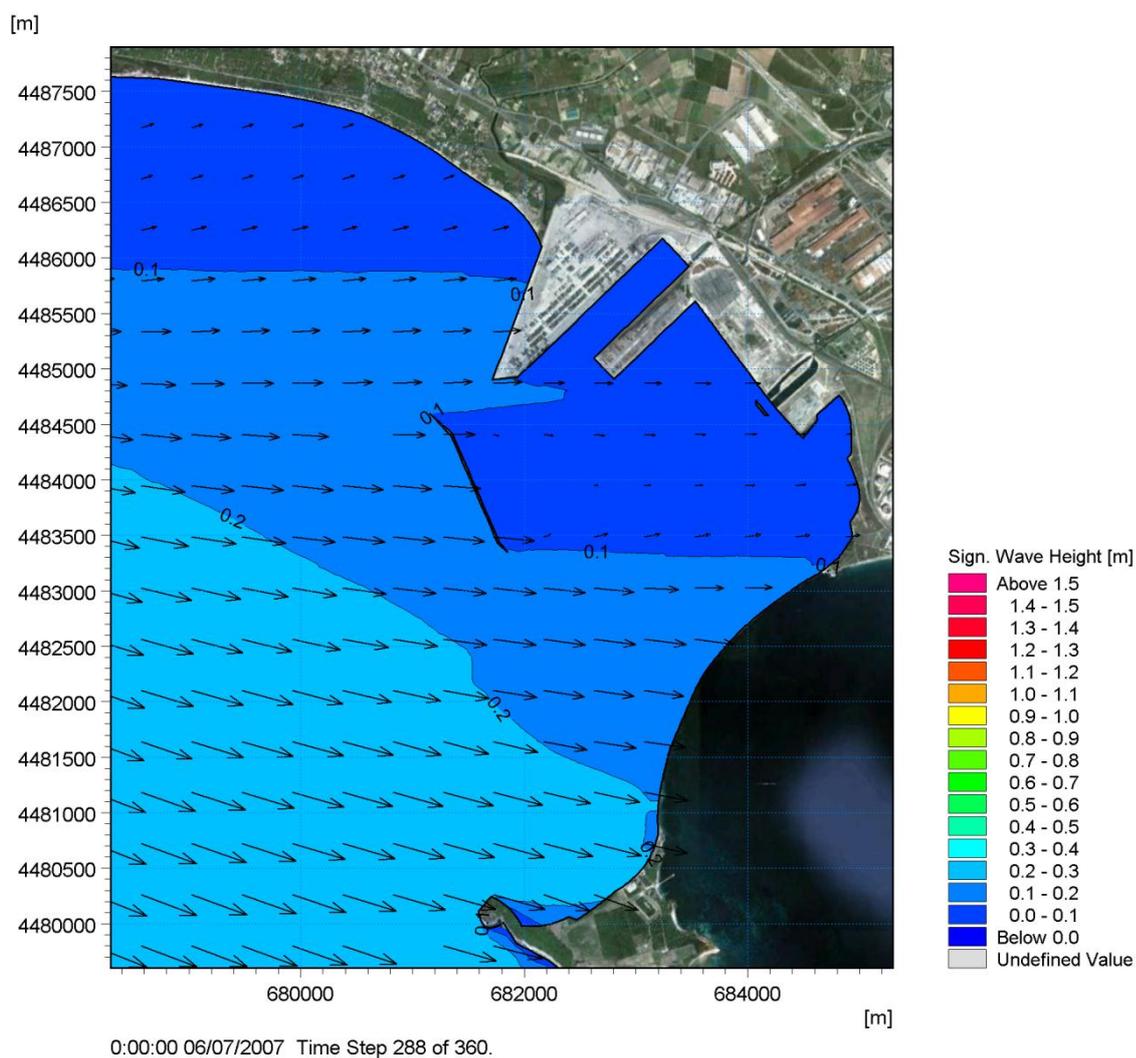


Figura 4-18 Distribuzione dell'altezza d'onda significativa e direzione di provenienza dell'onda P (data di registrazione: 06/07/2007 ore 0.00, caratteristiche d'onda al largo $H_s=0.28\text{m}$; $T_p=2.2\text{s}$; $MWD=294^\circ\text{N}$).

5 Predisposizione del modello idrodinamico

Il modulo idrodinamico HD, cuore del codice di calcolo MIKE 21, sviluppato da DHI, simula le variazioni di livello e corrente in risposta alle differenti tipologie di forzanti considerate.

Il sistema modellistico si basa sulla soluzione numerica delle equazioni dei Navier-Stokes mediate (Reynolds Averaged Navier-Stokes equations) sotto le ipotesi di Boussinesq e in condizioni di pressione idrostatica.

La versione Flexible Mesh utilizza un metodo ai volumi finiti per la discretizzazione delle equazioni di flusso e trasporto con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio spaziale è discretizzato attraverso una maglia non strutturata costituita da triangoli.

Il modello MIKE 21 HD necessita di una serie di dati di input che si possono raggruppare in differenti categorie, ovvero:

- parametri di base (es. mesh di calcolo, durata della simulazione);
- fattori di calibrazione (es. scabrezza, viscosità turbolenta);
- condizioni iniziali (es. livelli e campi di corrente);
- condizioni al contorno (es. oscillazioni di marea, portate);
- altre forzanti (es. campi di vento, radiation stress, apporti puntuali di portata).

Pertanto nel caso in esame sono state inserite come condizioni lungo i limiti della mesh le variazioni di marea fornite dal mareografo di Taranto (paragrafo 2.3), mentre sull'intero dominio di calcolo sono state imposte le condizioni di vento, ricavate dalle registrazioni del mareografo di Taranto (paragrafo 2.2), e di radiation stress, ottenute mediante l'applicazione del modulo SW (paragrafo 4). Tali forzanti sono infatti di particolare importanza nelle aree costiere, laddove il regime idrodinamico è dominato dalle correnti indotte dal moto ondoso.

L'utilizzo di un approccio di tipo bidimensionale, permette di indagare non solo l'intensità del fenomeno, ma anche direzione e verso del vettore velocità in ogni cella della matrice. Per ciascun elemento di calcolo, è possibile ottenere le variazioni temporali delle seguenti variabili:

- profondità e livelli idrici;
- flussi di corrente nelle direzioni principali;
- velocità di corrente e direzione;
- velocità del vento;

Nei paragrafi a seguire sono riportati i risultati in termini di campi di velocità che si instaurano nel dominio di calcolo.

5.1 Creazione della batimetria di calcolo

Al fine di ottimizzare i tempi di calcolo, pur garantendo un'adeguata rappresentazione dell'idrodinamica locale, le simulazioni idrodinamiche sono state condotte su una porzione del dominio costruito per il modello d'onda (paragrafo 4.1). I dati batimetrici di riferimento e la discretizzazione spaziale sono quelli utilizzati per la mesh di calcolo del modello MIKE 21 SW.

In questo caso il dominio di calcolo ha un'estensione massima nella direzione perpendicolare a costa approssimativamente pari a 5'500 m e lungo costa approssimativamente pari a 11'000 m. La profondità massima considerata nel dominio di calcolo è di circa 28 m (Figura 5-1).

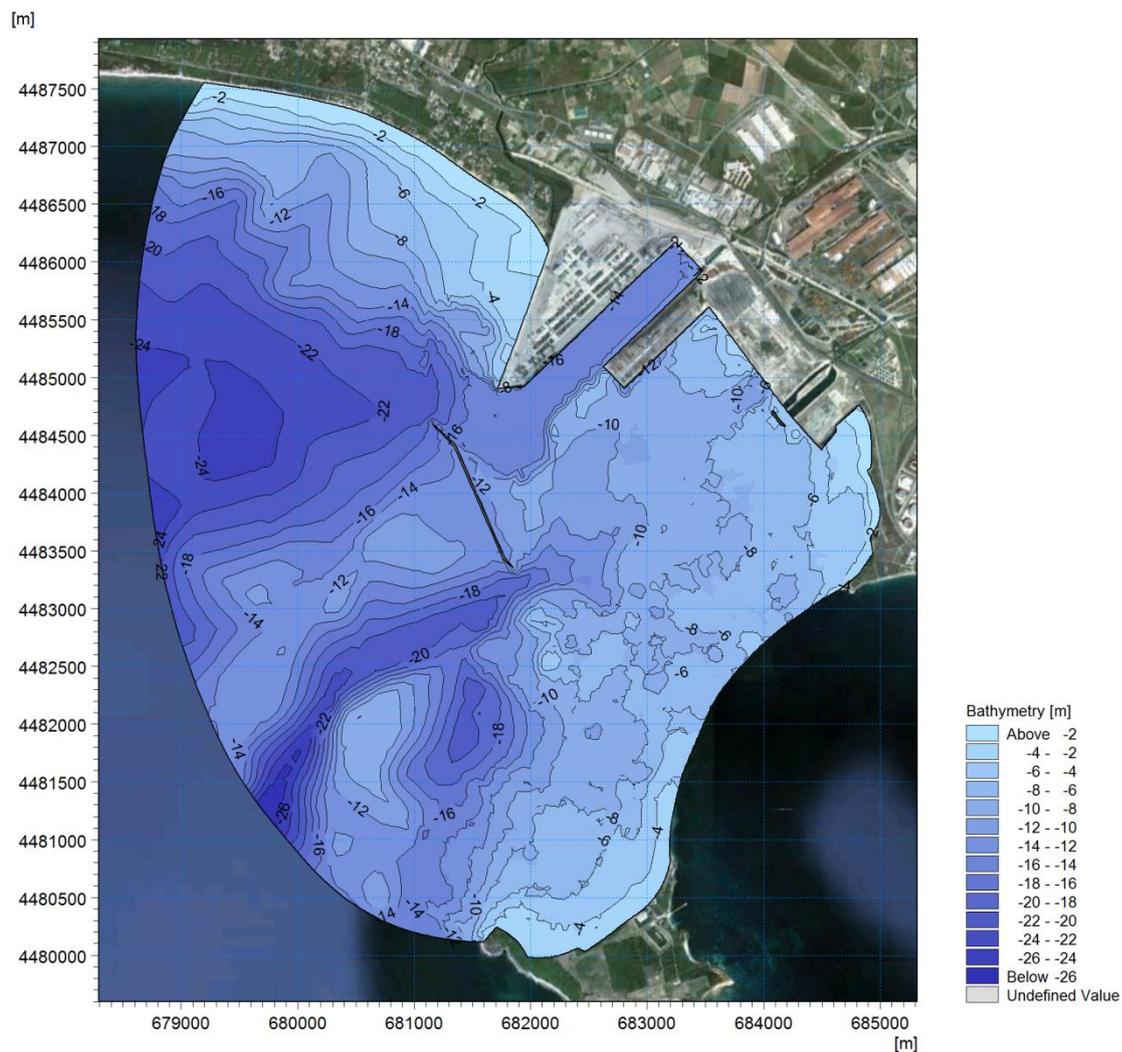


Figura 5-1 Batimetria ottenuta dal processamento dei dati disponibili.

La dimensione minima degli elementi è, anche in questo caso, pari a 15 m, mentre la risoluzione spaziale al largo (lunghezza media dei lati dei triangoli) è di circa 90 m (Figura 5-2).

In totale la mesh di calcolo è costituita da circa 87.400 elementi.

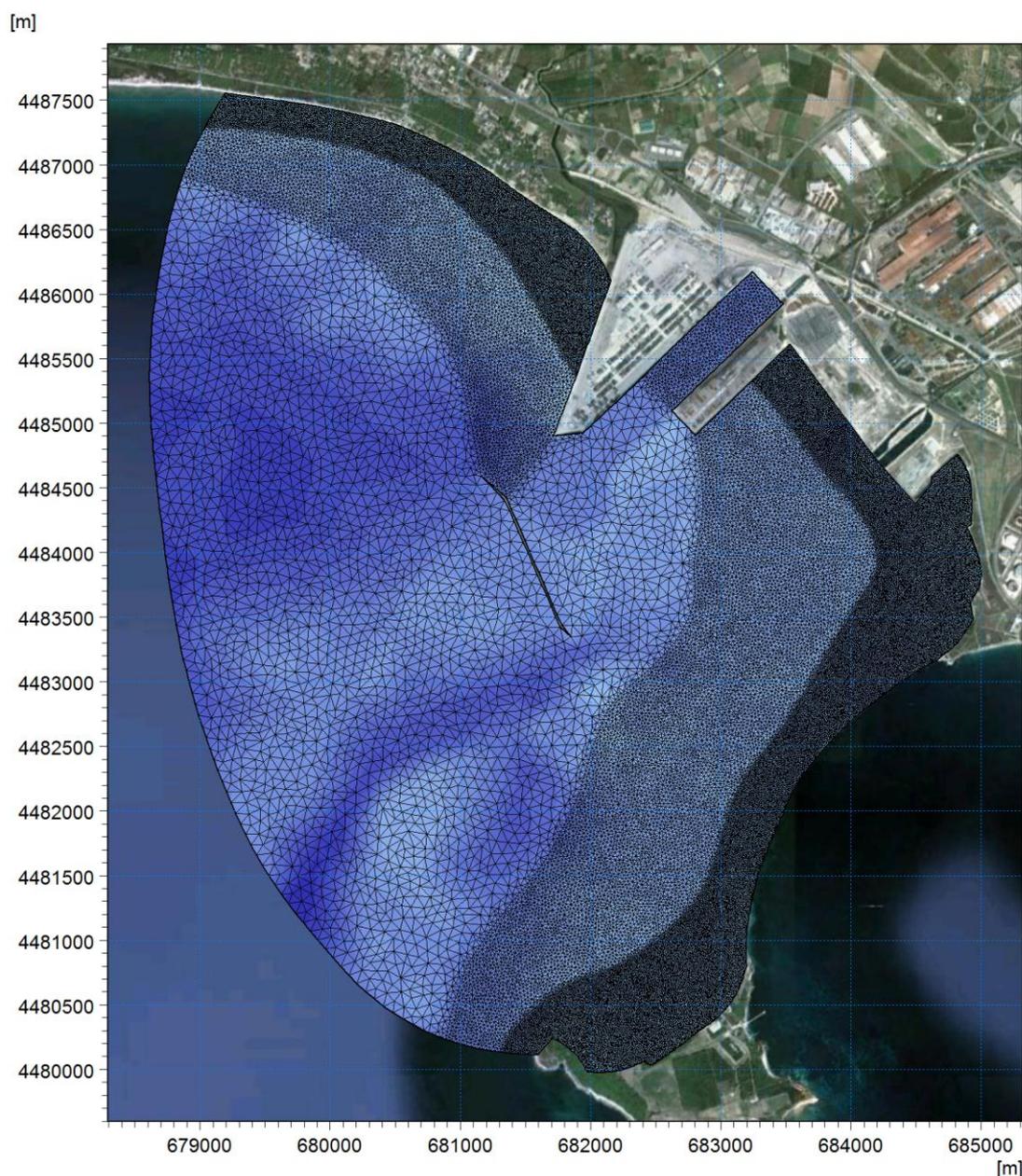


Figura 5-2 Risoluzione spaziale della mesh di calcolo utilizzata nel modello idrodinamico.

5.2 Risultati della modellazione idrodinamica

Come anticipato, le condizioni idrodinamiche che si instaurano all'interno dell'area portuale di Taranto sono state simulate mediante l'applicazione del modulo bidimensionale del MIKE 21 HD FM.

Si osserva che le condizioni idrodinamiche, in termini di velocità e direzioni di propagazione della corrente, sono determinate essenzialmente dalle forzanti onde e vento, mentre l'effetto delle variazioni dei livelli di marea è di fatto trascurabile. Tale risultato era in effetti prevedibile in considerazione delle limitate oscillazioni di marea caratteristiche per la zona del Porto di Taranto.

In virtù del fetch limitato, esiste una forte correlazione tra l'altezza d'onda e l'intensità del vento. L'influenza sulla circolazione locale da parte delle onde è pertanto direttamente correlabile a quella del vento. Infatti si osserva che in generale i picchi di velocità del vento e di altezza d'onda sono pressoché coincidenti, ed essi presentano una direzione di propagazione concorde.

A dimostrazione di quanto appena esposto si riportano di seguito due immagini rappresentative dell'andamento delle velocità e direzioni del vento misurate dalla stazione mareografica di Taranto e delle altezze d'onda e direzioni registrate dalla boa di Capo San Vito. La prima immagine è relativa al periodo preso di riferimento per la stagione autunnale/invernale (Figura 5-3) e la seconda a quello per la stagione primaverile/estivo (Figura 5-4).

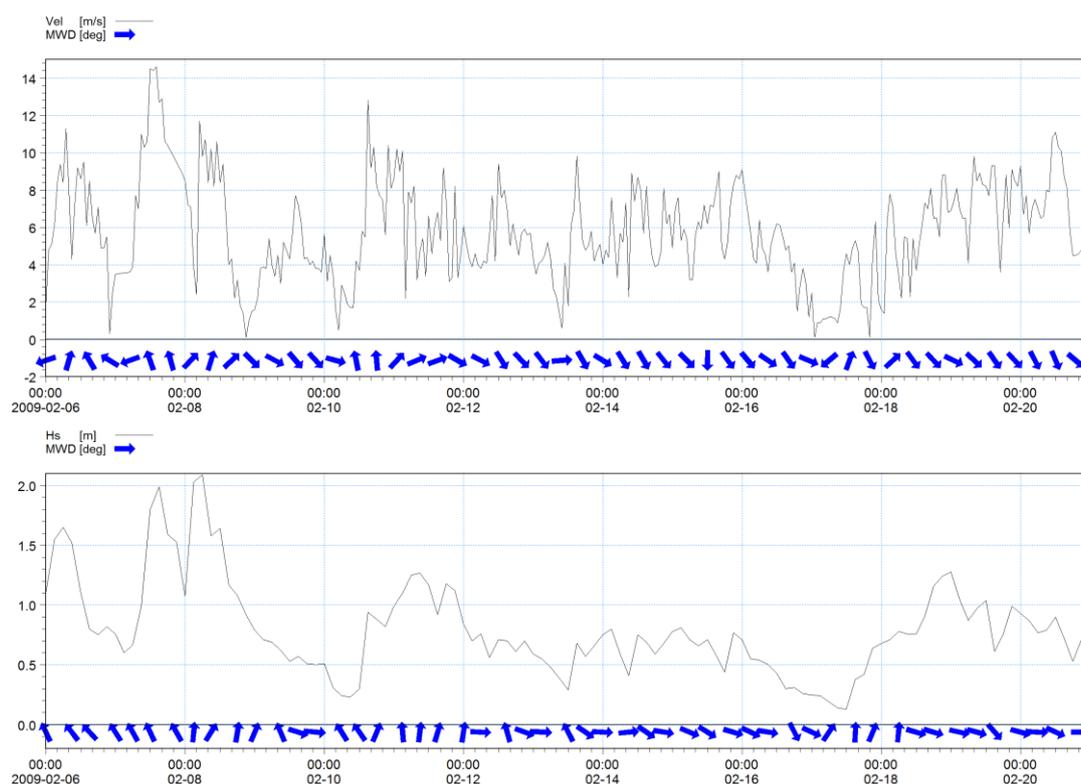


Figura 5-3 Andamento delle velocità e direzioni del vento misurate dalla stazione mareografica di Taranto (sopra) e delle altezze d'onda e direzioni registrate dalla boa di Capo San Vito (sotto) durante il periodo preso di riferimento per la stagione autunnale/invernale.

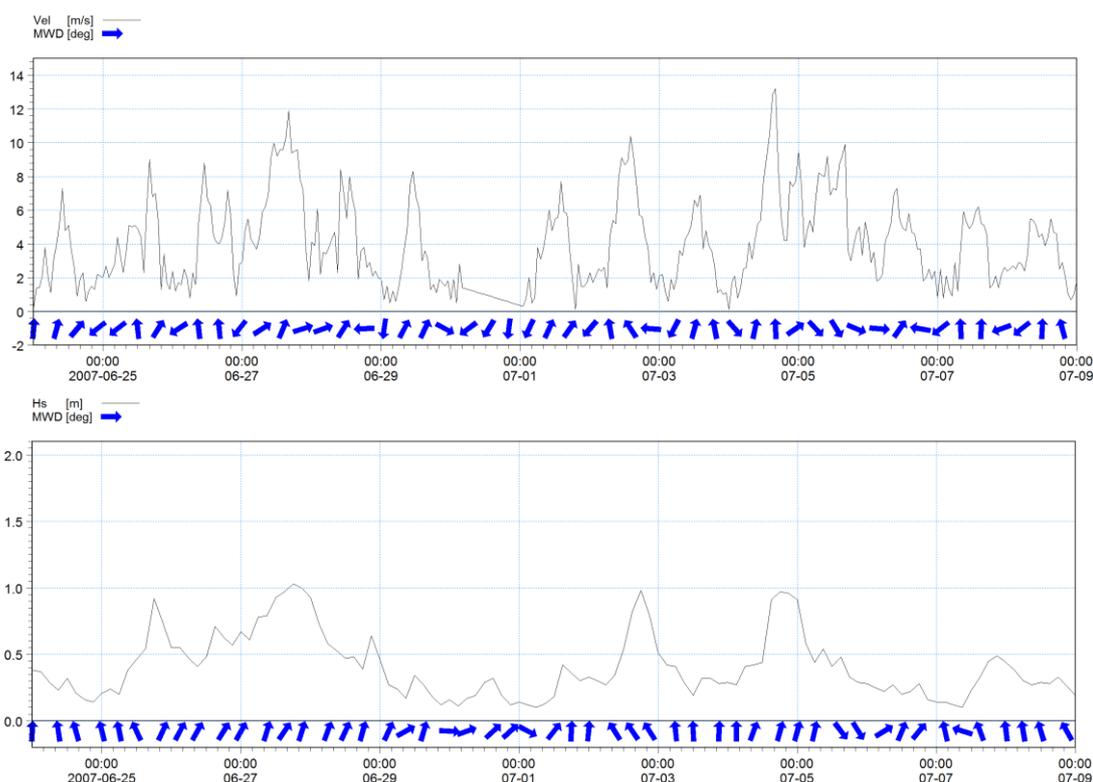


Figura 5-4 Andamento delle velocità e direzioni del vento misurate dalla stazione mareografica di Taranto (sopra) e delle altezze d'onda e direzioni registrate dalla boa di Capo San Vito (sotto) durante il periodo preso di riferimento per la stagione primaverile/estiva.

Un primo significativo risultato è costituito dall'identificazione delle principali "pattern" di circolazione che si instaurano nell'area portuale. Nel selezionare infatti gli istanti più significativi delle correnti indotte dall'effetto combinato di vento e moto ondoso è stato possibile individuare 3 principali direzioni di flusso:

- un primo *pattern* (direzione 1) proviene da Sud in direzione Nord con valori di intensità massimi sottocosta;
- un secondo *pattern* (direzione 2) proviene da Nord verso Sud. Si osserva che in generale, in corrispondenza del restringimento tra il Molo Polisettoriale e la diga foranea, si verifica la separazione di tale flusso principale: una parte si propaga sottocosta e una parte, caratterizzato da velocità maggiori, si sviluppa parallelamente alla diga stessa propagandosi più al largo. Si osserva che in alcuni casi non si verifica tale separazione del flusso, bensì permane un solo flusso principale che devia in direzione Est-Ovest. Tale condizione (direzione 2bis) si genera in caso di onde basse e caratterizzate da direzioni principali di propagazione al largo comprese tra i 270° e i 310°.
- una terzo *pattern* ricorrente (direzione 3) presenta un andamento da Sud verso Nord con la generazione di un vortice anticiclonico nella zona compresa tra il litorale Nord e il Molo Polisettoriale. Tale vortice è dovuto all'incontro della corrente principale proveniente da Sud con la corrente sottocosta che si propaga da Ovest verso Est.

Nella Figura a seguire sono rappresentate qualitativamente le direzioni di queste correnti.

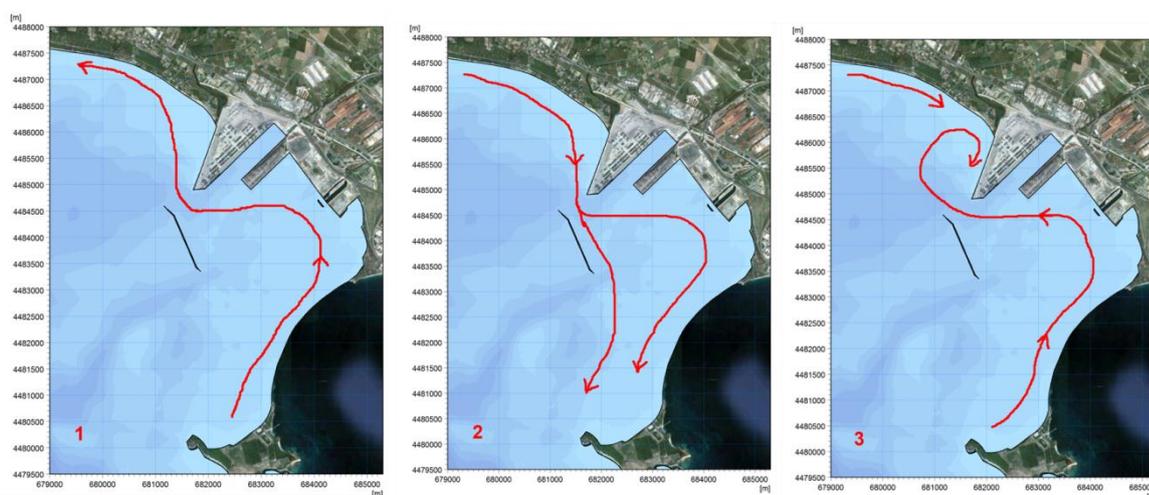


Figura 5-5 Individuazione dei 3 principali *pattern* delle correnti che si generano nell'area portuale di Taranto.

Al fine di effettuare una stima delle frequenze di accadimento di tali schemi di circolazione individuati è stata eseguita una classificazione delle correnti in base alle loro velocità. In particolare sono state individuate tre classi di velocità, i cui limiti inferiori e superiori sono riferiti alle velocità che mediamente caratterizzano il flusso di corrente principale: “basse”, per valori di velocità inferiori a 0.05 m/s, “medie” se compresi tra 0.05 m/s e 0.10 m/s e “alte” se superiori ai 0.10 m/s.

Sulla base dei risultati delle simulazioni dello scenario autunnale-invernale è emerso che nel 50% dei casi l'idrodinamica generale presenta velocità “medie”, mentre il 30% ha una velocità superiore ai 0.10 m/s e il 20% ha basse velocità. Per lo scenario primaverile-estivo è più ricorrente una corrente con basse velocità (50%), mentre il 30% hanno velocità medie comprese tra 0.05 m/s e 0.10 m/s e il restante 20% risultano con velocità elevata.

In generale le velocità maggiori si riscontrano lungo il litorale Nord, in corrispondenza del restringimento compreso tra la diga foranea e il Molo Polisettoriale ed in prossimità della barriera del Mar Grande.

Combinando l'analisi dei principali schemi di circolazione individuati (Figura 5-1) con le classi di intensità di corrente appena descritte, sono state definite alcune condizioni idrodinamiche rappresentative, alle quali è stata associata una probabilità di accadimento sulla base dei risultati delle simulazioni quindicinali a disposizione.

In particolare, sono state individuate tre classi di probabilità: “bassa”, per probabilità di accadimento inferiori al 10%, “media” se compresa tra il 10 ed il 30% e “elevata”, se superiore al 30%.

Per le combinazioni più frequenti è stata rappresentata la distribuzione delle velocità di corrente nell'area oggetto di studio; tali immagini sono riportate nei paragrafi a seguire.

5.2.1 Scenario 1: semestre autunnale/invernale

Le immagini riportate di seguito si riferiscono agli istanti temporali dello scenario autunnale/invernale elencati nella tabella a seguire. Questi istanti sono stati selezionati opportunamente in modo da risultare rappresentativi dell'andamento della corrente. Pertanto non sono state rappresentate le condizioni idrodinamiche che sono riscontrabili nell'area in esame con frequenze molto basse.

Tabella 5-1 Caratteristiche delle condizioni idrodinamiche selezionate come rappresentative per l'area oggetto di studio per lo scenario autunnale-invernale.

Condizioni idrodinamiche	Schematizzazione pattern	Classe di intensità	Classe di frequenza
A	1	media	media
B	1	alta	media
C	2	bassa	media
D	2	media	alta
E	2	alta	bassa
F	3	media	bassa
G	3	alta	media
H	2bis	bassa	media

Nel caso di correnti identificabili con la schematizzazione di direzione prevalente 1, casi A e B, le velocità maggiori si osservano nella zona compresa tra la diga foranea e il molo polisettoriale e il molo ovest, l'area adiacente alla barriera nord del Mar Grande e il litorale a Nord-Est.

Nel caso A, Figura 5-6, le velocità più elevate si verificano nella zona del litorale Nord-Est, esternamente all'area portuale dove invece raggiungono valori massimi fino a 0.14 m/s.

Nel caso B, Figura 5-7, più ricorrente del precedente, si osserva un flusso ben definito con velocità alte in tutta l'area in esame, con picchi superiori a 0.20 m/s.

In entrambe le condizioni idrodinamiche, le zone più riparate e protette dalla corrente risultano la Darsena Polisettoriale, dove si osservano velocità nulle o prossime a 0.20m/s, e l'area a sud-est della diga foranea, dove non si raggiungono i 0.04m/s.

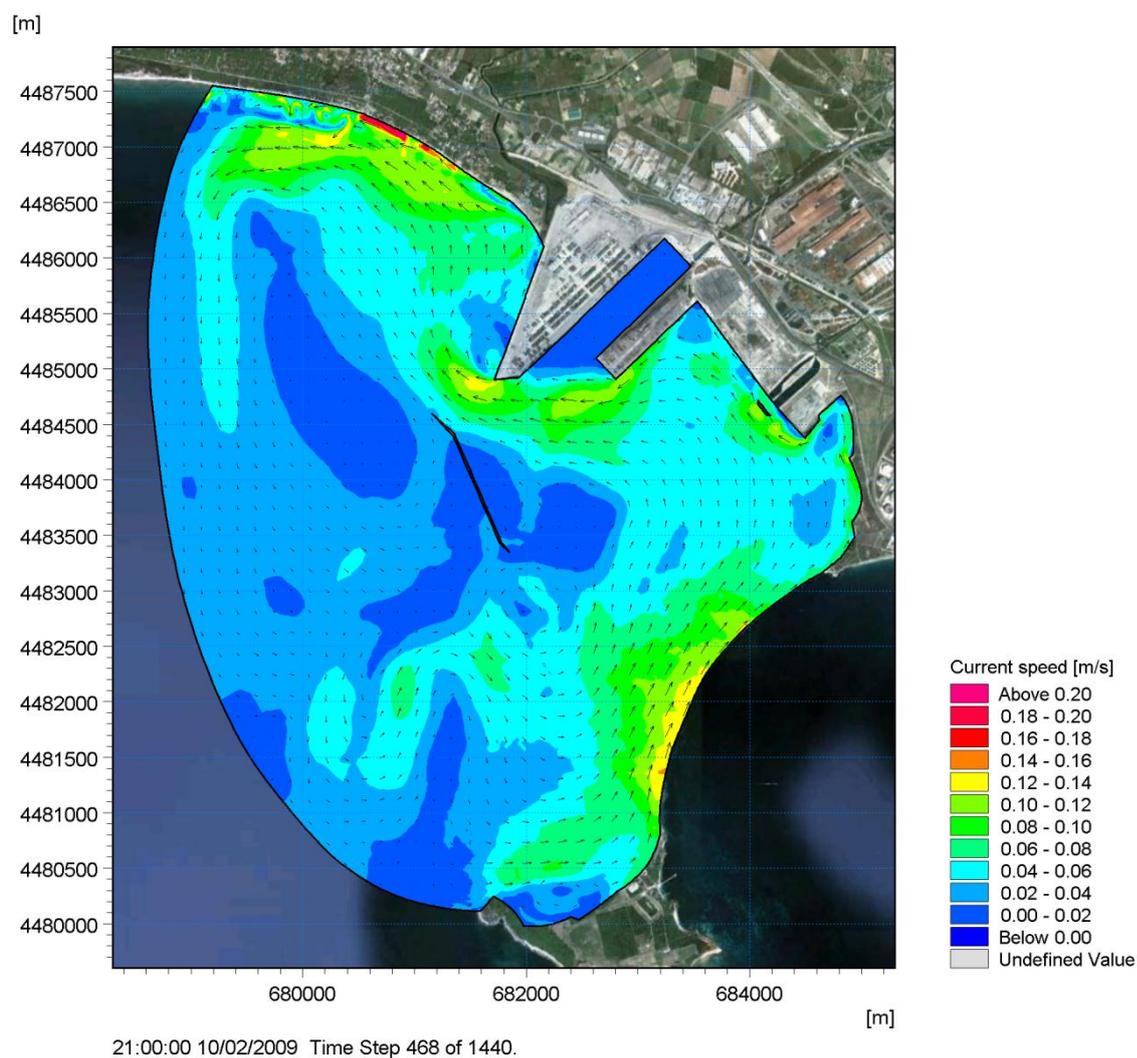


Figura 5-6 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche A (10/02/2009, h 21:00).

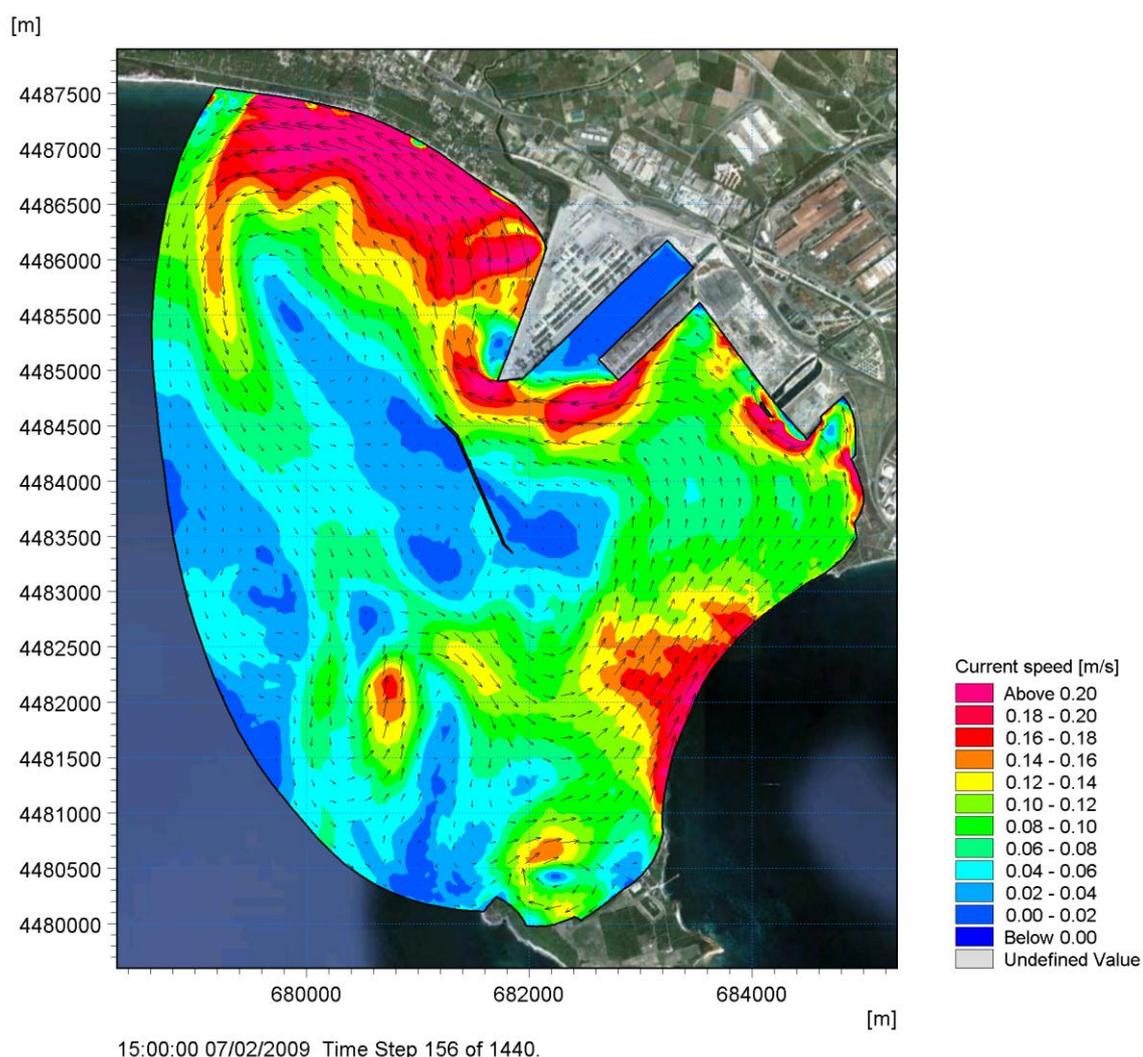


Figura 5-7 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche B (07/02/2009, h 15:00).

A seguire sono riportati tre differenti istanti della simulazione svolta ove si riscontrano esempi di corrente schematizzabile come di direzione prevalente 2, rispettivamente con velocità basse, medie ed alte.

In questi casi il flusso assume i valori maggiori nella zona tra il litorale a Nord-Ovest e il Molo Polisetoriale, mantenendo comunque velocità significative nell'intero lato est della diga foranea.

Anche per questa tipologia di corrente, una delle zone più riparate e protette risulta essere la darsena polisetoriale, con velocità prossime allo 0 m/s. Valori molto bassi e comunque inferiori ai 0.20 m/s sono evidenziati anche nel lato ovest della diga foranea e nell'area centrale del porto.

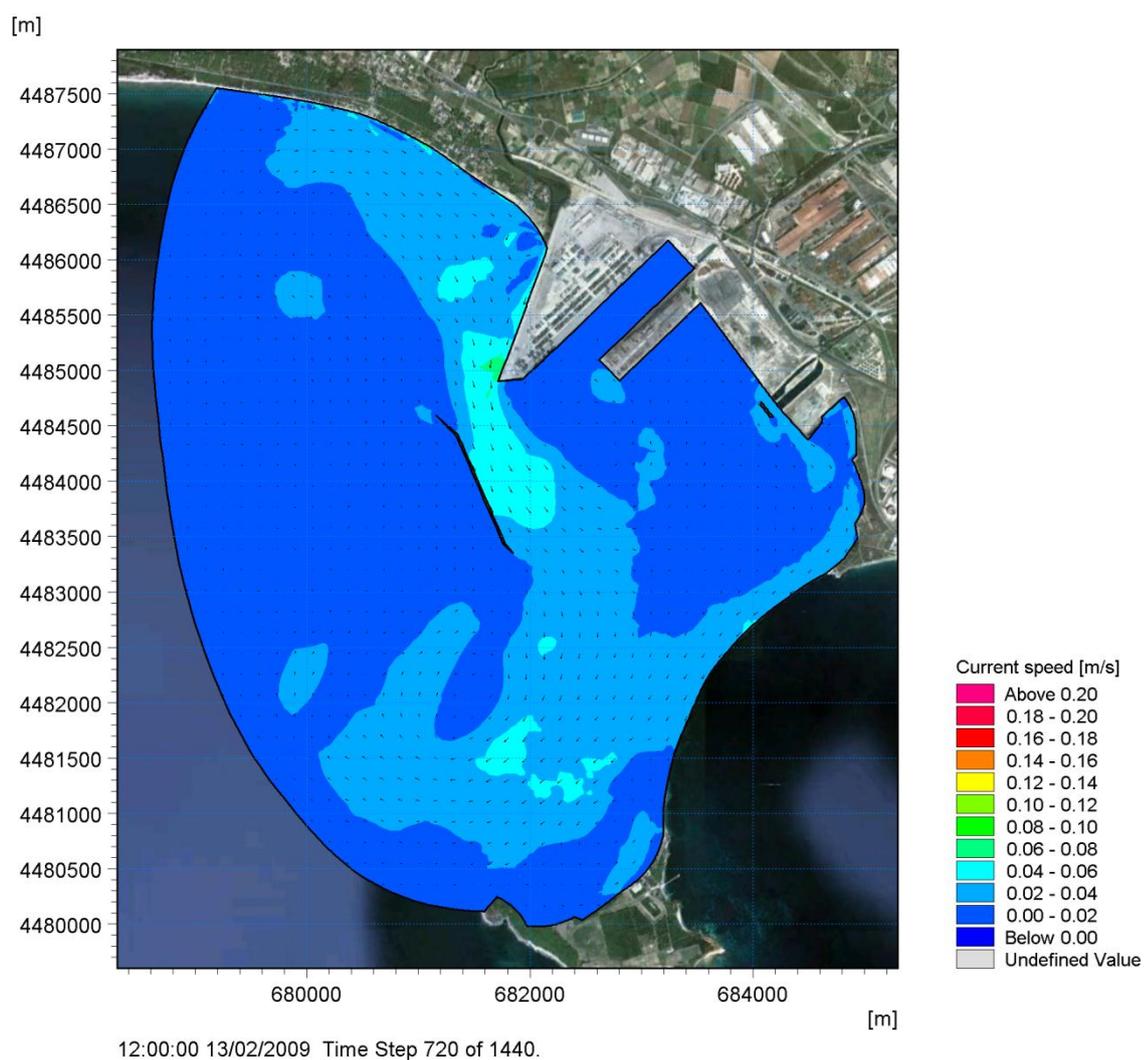


Figura 5-8 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche C (13/02/2009, h 12:00).

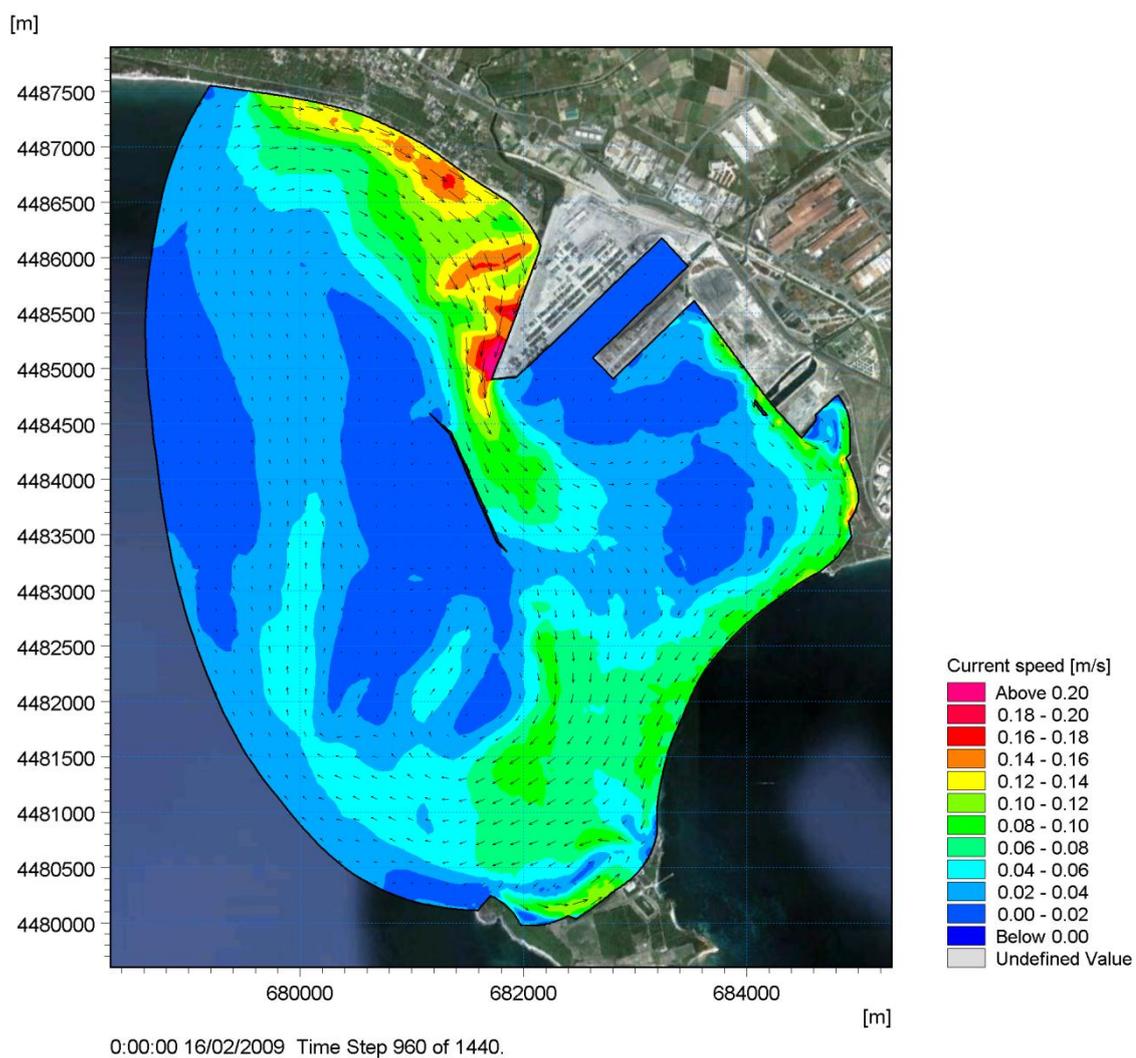


Figura 5-9 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche D (16/02/2009, h 0:00).

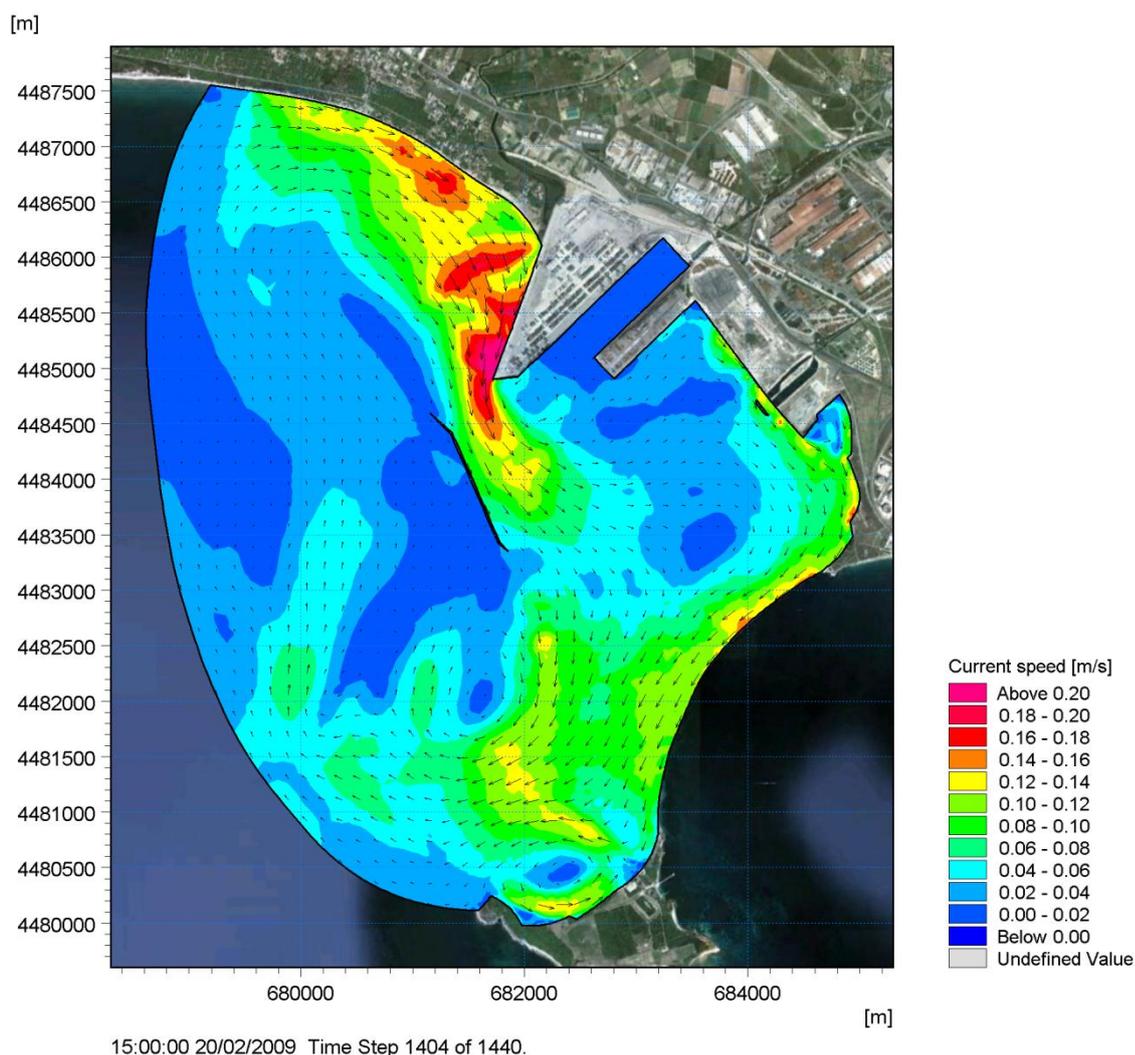


Figura 5-10 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche E (20/02/2009, h 15:00).

I casi F e G riportano invece le condizioni idrodinamiche che si generano per direzione caratteristica prevalente 3 e velocità medio-alte.

Con la corrente da Sud a Nord le zone interessate dalle maggiori intensità del flusso risultano nuovamente l'area compresa tra la diga foranea e il molo polisetoriale e il molo ovest, l'area adiacente alla barriera nord del Mar Grande e il litorale a Nord-Est.

L'ordine delle velocità massime risulta essere 0.10 m/s nel caso F e 0.20 m/s per il caso G.

Il vortice anticiclonico che si genera in prossimità dello sbocco di uscita dell'area portuale tra il Molo polisetoriale e la diga foranea interessa l'intera area con flussi significativi.

Anche per queste configurazioni le zone più riparate e protette dalla corrente risultano la darsena polisetoriale, dove si osservano velocità nulle o prossime a 0.20m/s, e l'area a sud-est della diga foranea, dove non si raggiungono i 0.04m/s.

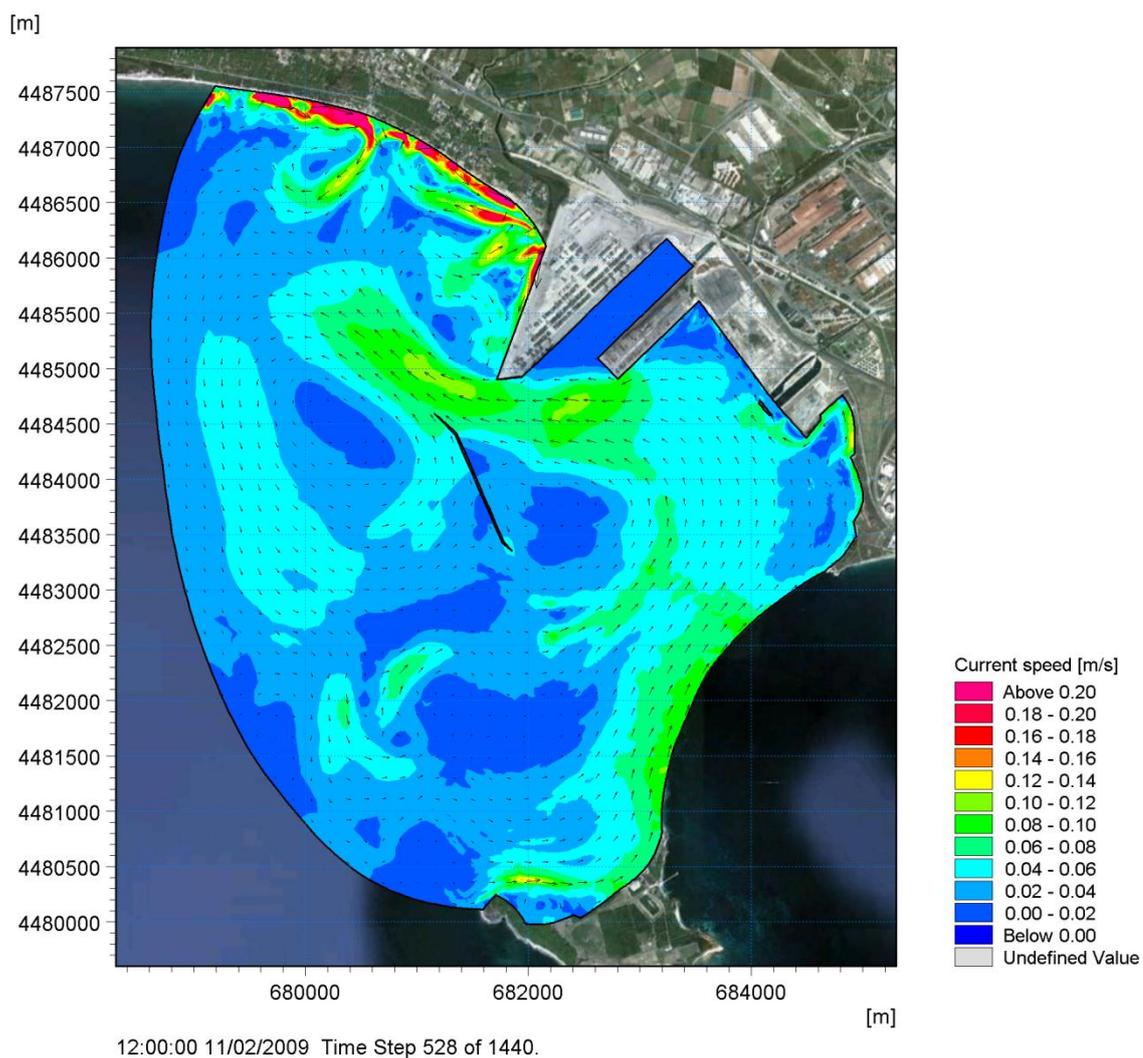


Figura 5-11 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche F (11/02/2009, h 12:00).

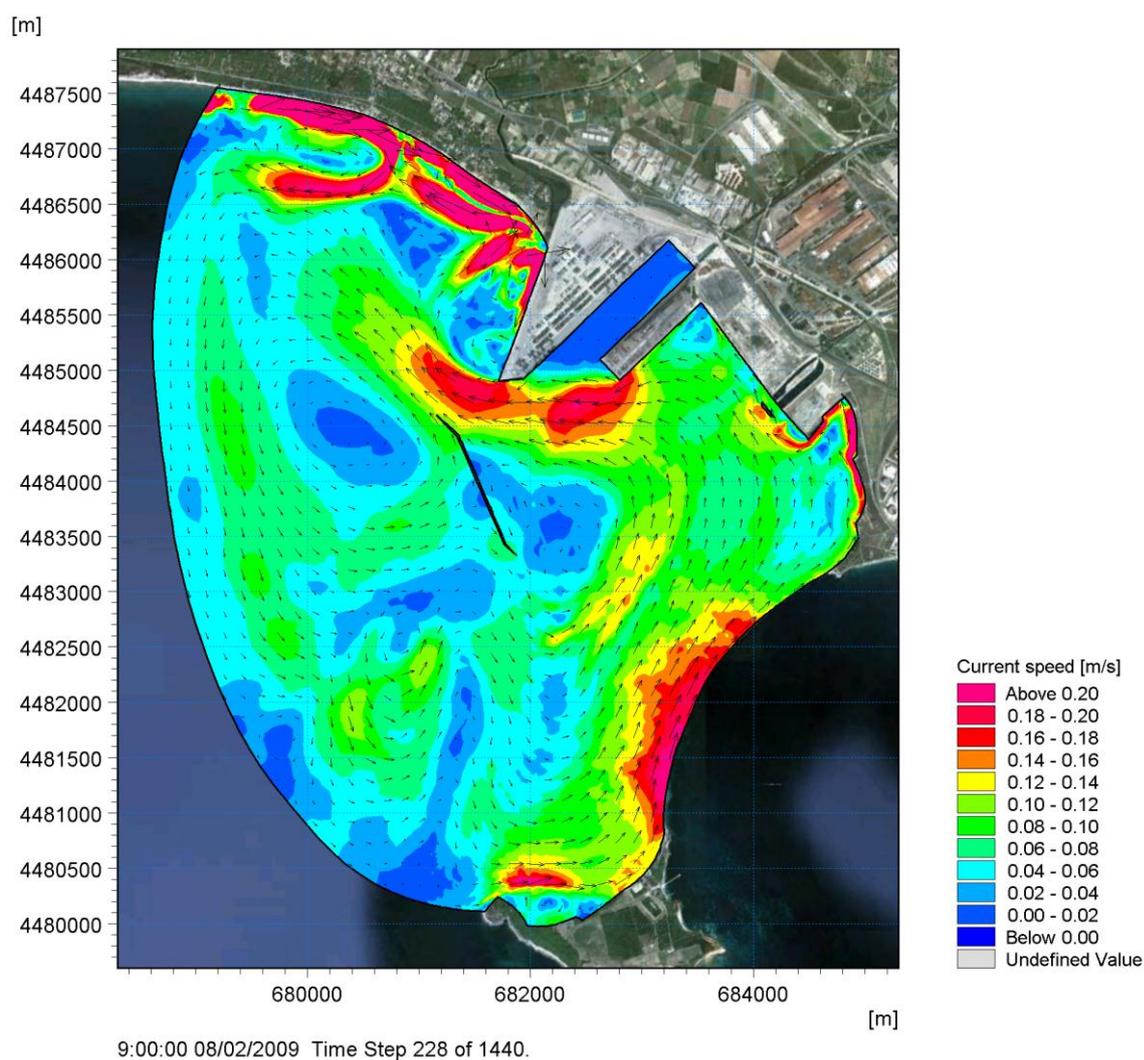


Figura 5-12 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche G (08/02/2009, h 9:00).

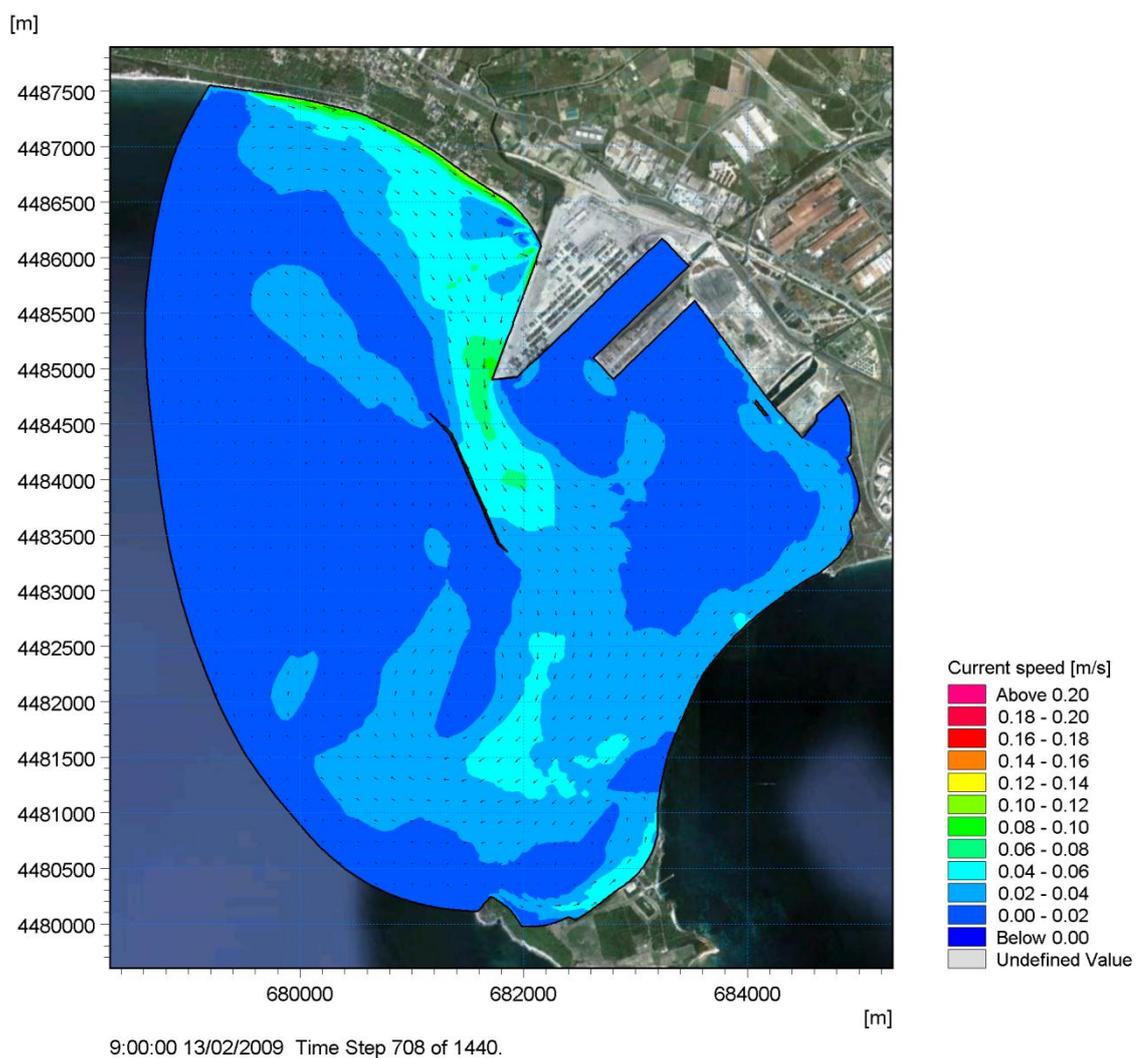


Figura 5-13 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche H (13/02/2009, h 9:00).

5.2.2 Scenario 2: semestre primaverile/estivo

Le immagini riportate di seguito si riferiscono agli istanti temporali dello scenario primaverile/estivo elencati nella tabella a seguire. Analogamente a quanto fatto per lo scenario autunnale/invernale, questi istanti sono stati selezionati opportunamente in modo da risultare rappresentativi dell'andamento della circolazione. Anche in questo caso pertanto non sono state rappresentate le condizioni idrodinamiche che sono riscontrabili nell'area in esame con frequenze molto basse.

Tabella 5-2 Caratteristiche delle condizioni idrodinamiche selezionate come rappresentative per l'area oggetto di studio per lo scenario primaverile-estivo.

Condizioni idrodinamiche	Schematizzazione direzione prevalente	Classe di intensità	Classe di frequenza
I	1	basse	alta
L	1	medie	alta
M	1	alte	media
N	2	alte	bassa
O	3	basse	media
P	2mod	basse	bassa

Nel caso di correnti identificabili con la schematizzazione di direzione prevalente 1, le più ricorrenti riscontrate per questo scenario primaverile/estivo (casi I, L e M) le velocità maggiori si osservano nella zona compresa tra la diga foranea e il molo polisettoriale e il molo ovest, l'area adiacente alla barriera nord del Mar Grande e il litorale a Nord-Est.

Le velocità massime si raggiungono con le condizioni idrodinamiche del caso M, con valori massimi intorno ai 0.16-0.18 m/s, interessando principalmente la zona limitrofa alla barriera nord del Mar Grande e il litorale a Nord Est.

Analogamente a quanto osservato per lo scenario invernale per correnti con la medesima schematizzazione le zone più riparate e protette risultano la Darsena Polisettoriale e l'area a sud-est della diga foranea.

Il caso N con una direzione prevalente da nord a sud evidenzia la formazione di diversi vortici, ciclonici e anticiclonici a sud della diga foranea. La complessa idrodinamica generata preserva solo l'area della Darsena Polisettoriale e la zona centrale del porto.

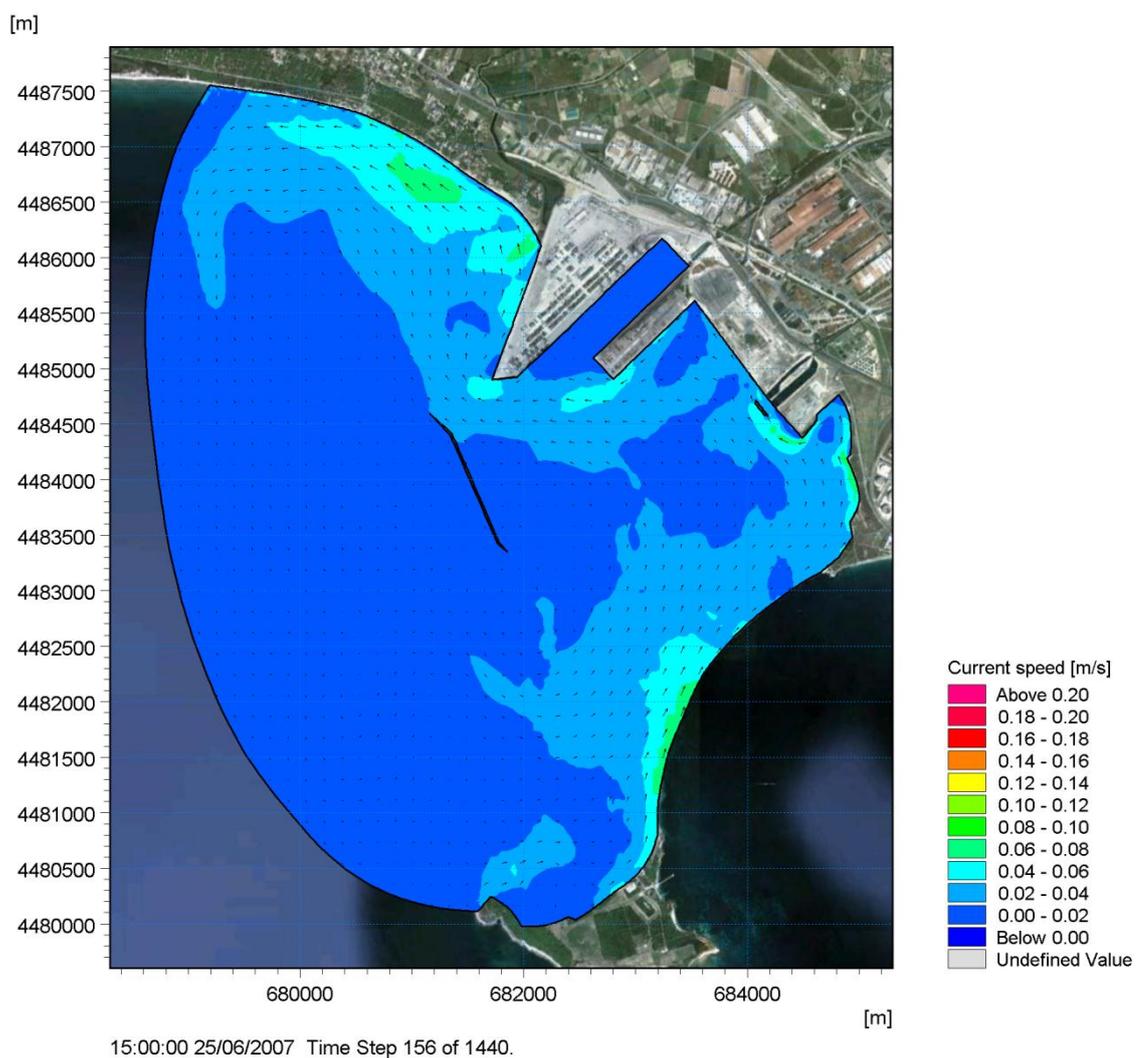


Figura 5-14 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche I (25/06/2007, h 15:00).

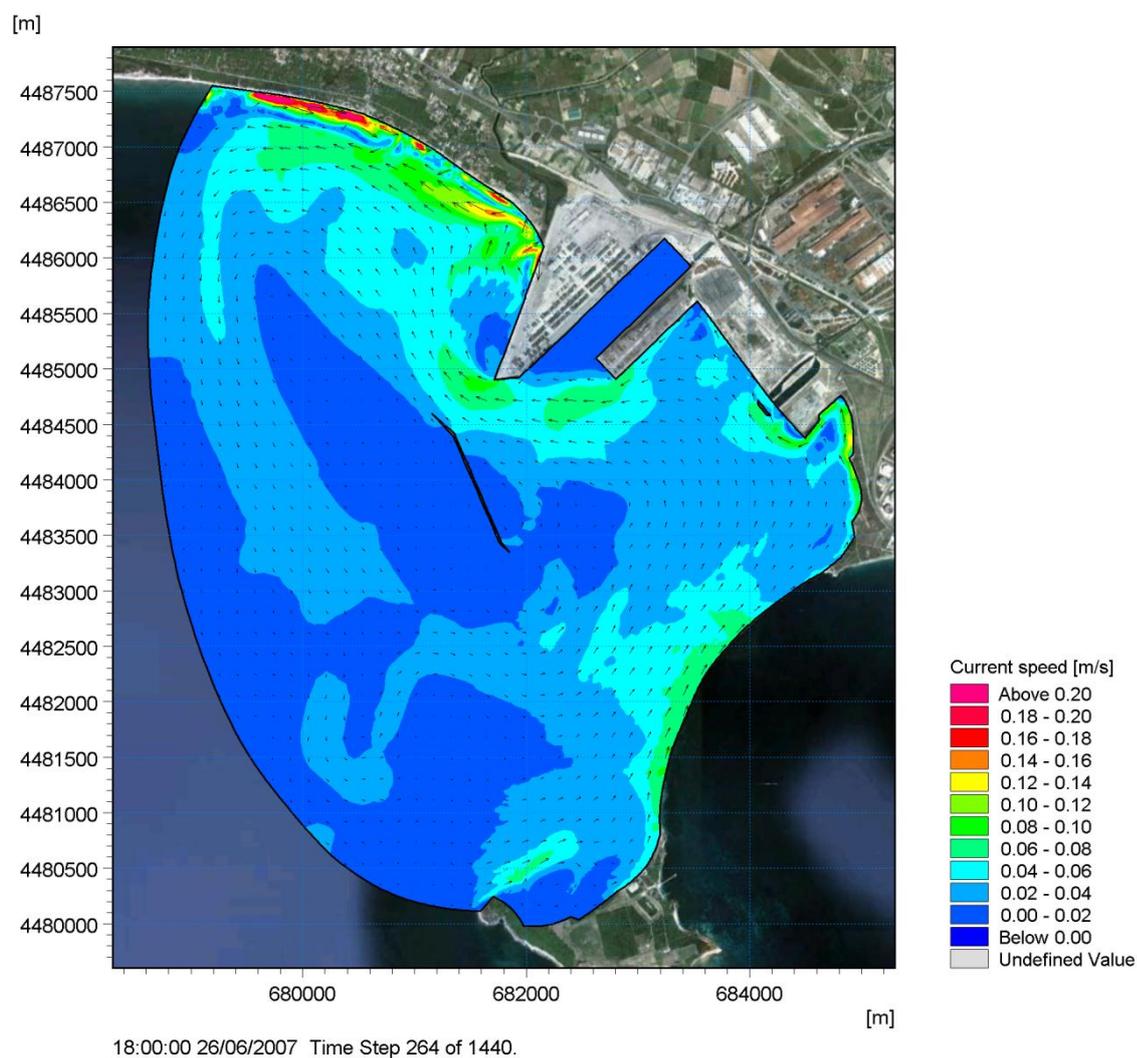


Figura 5-15 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche L (26/06/2007, h 18:00).

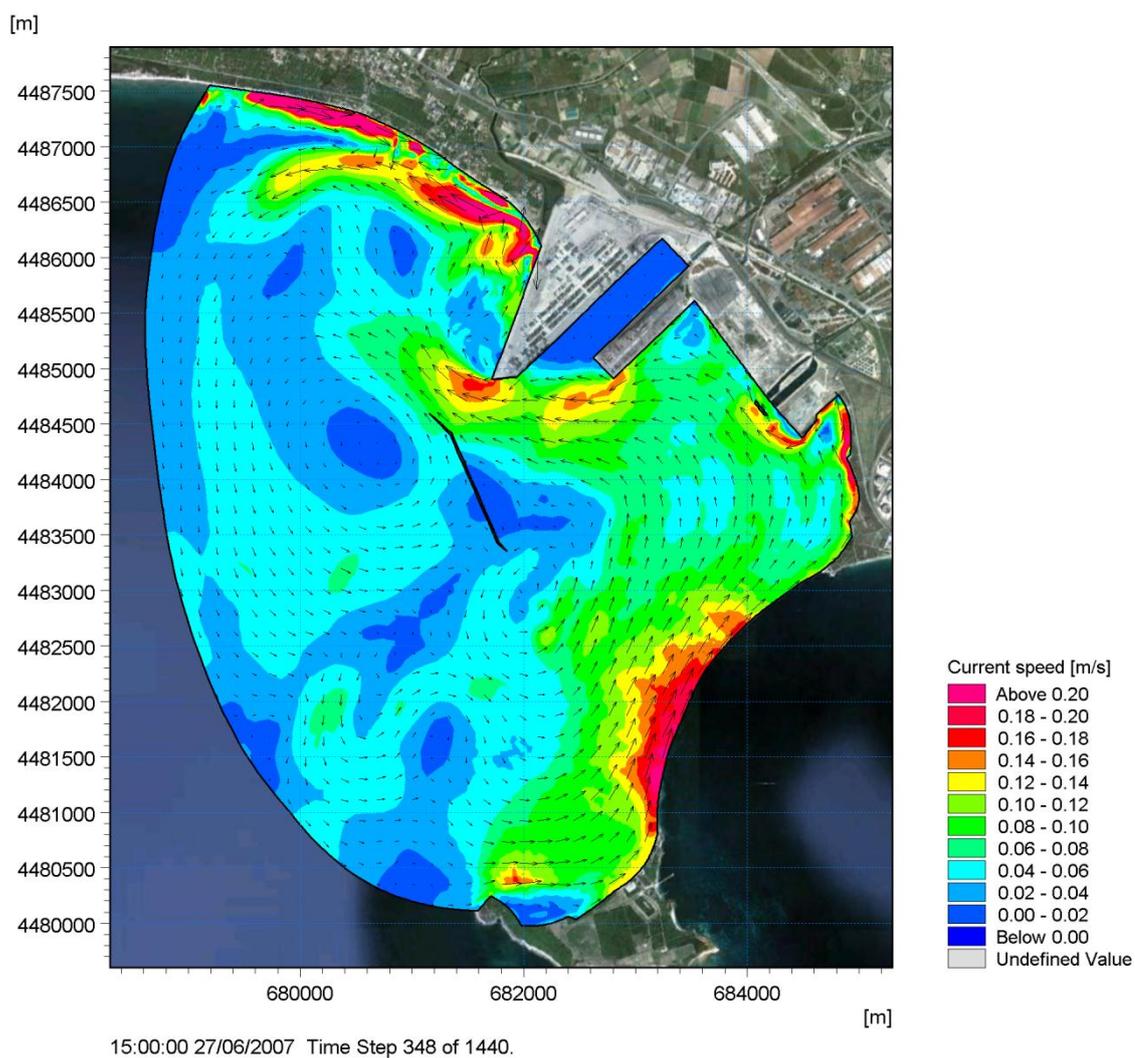


Figura 5-16 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche M (27/06/2007, h 15:00).

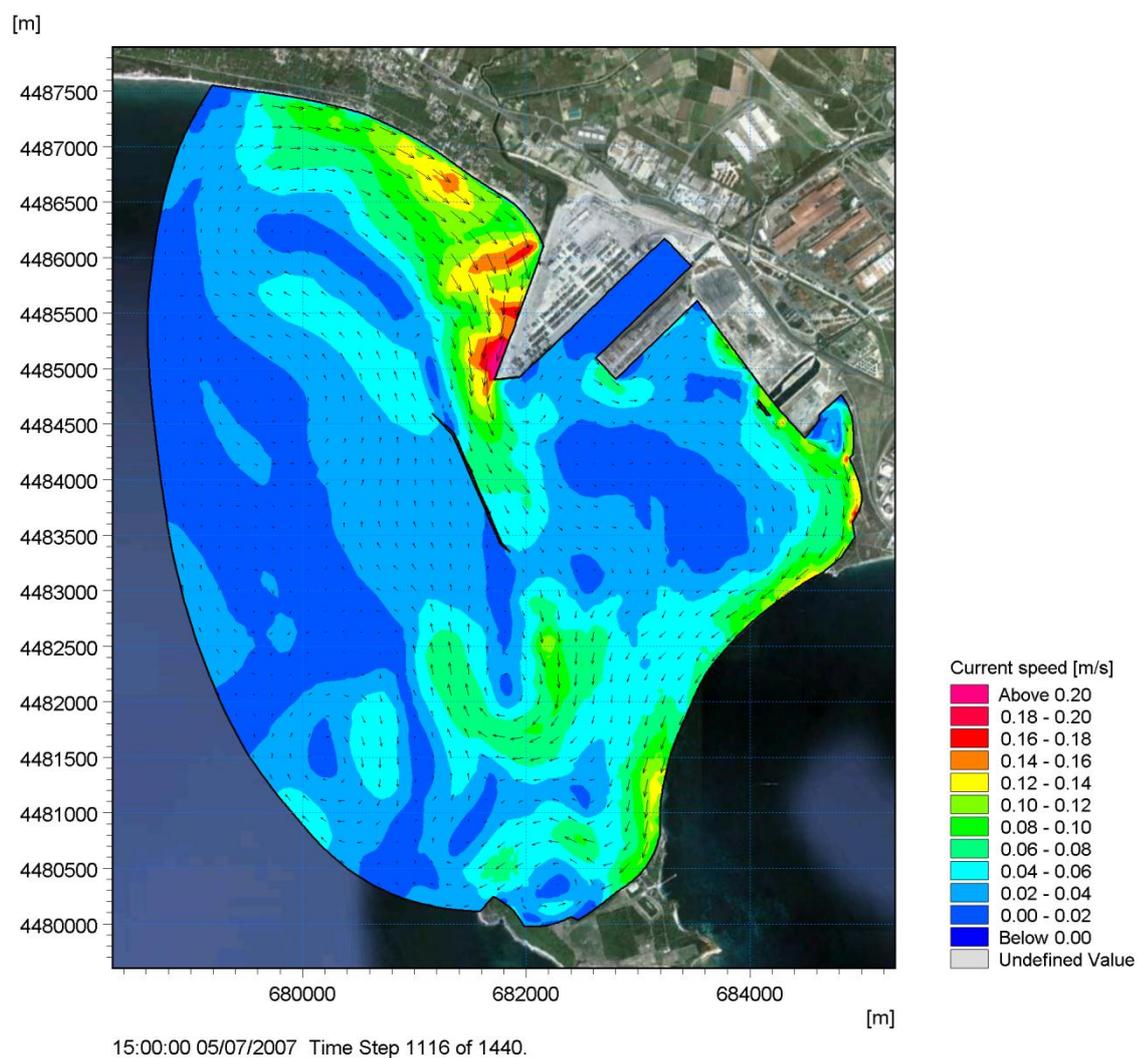


Figura 5-17 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche N (05/07/2007, h 15:00).

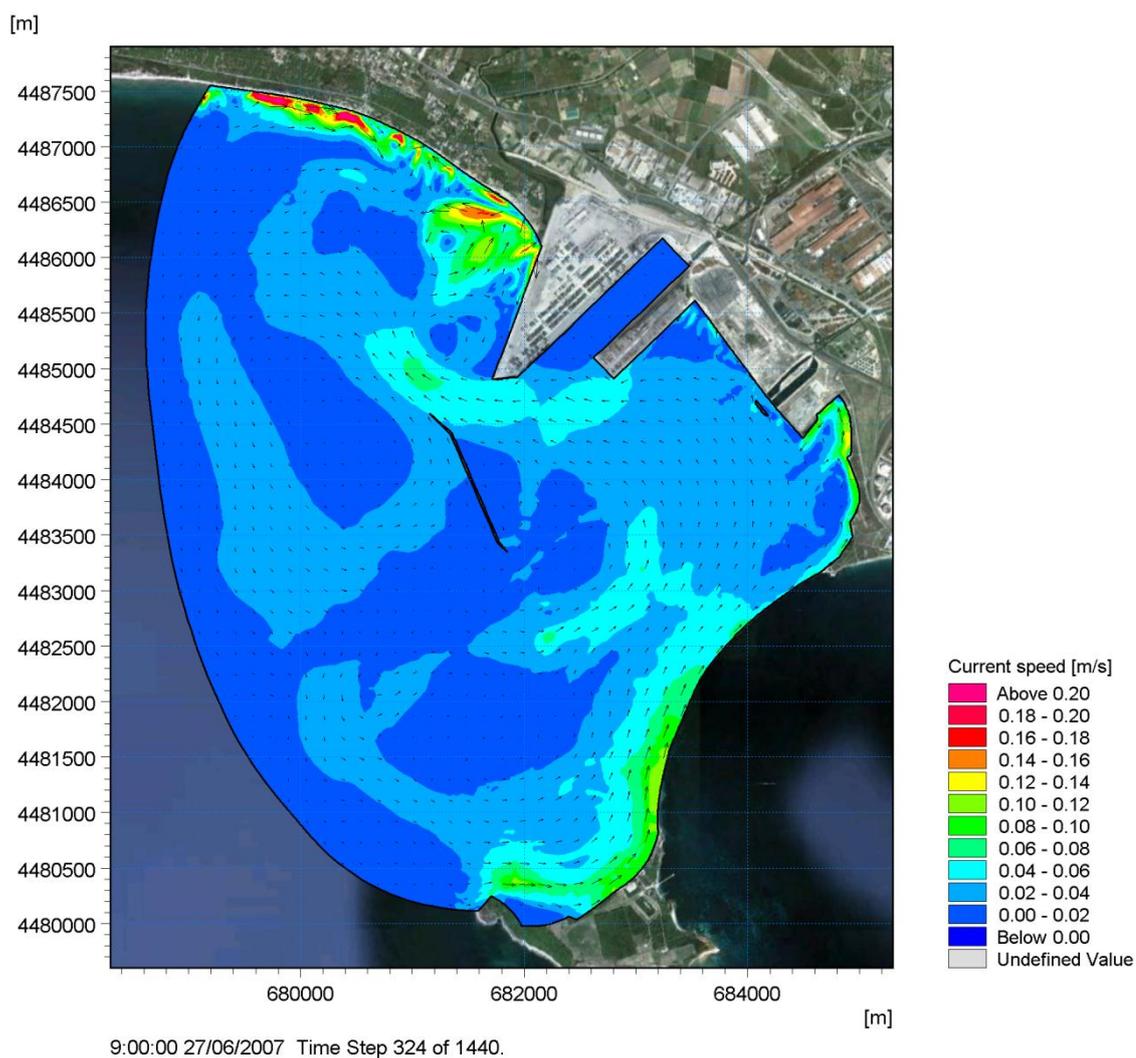


Figura 5-18 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche O (27/06/2007, h 9:00).

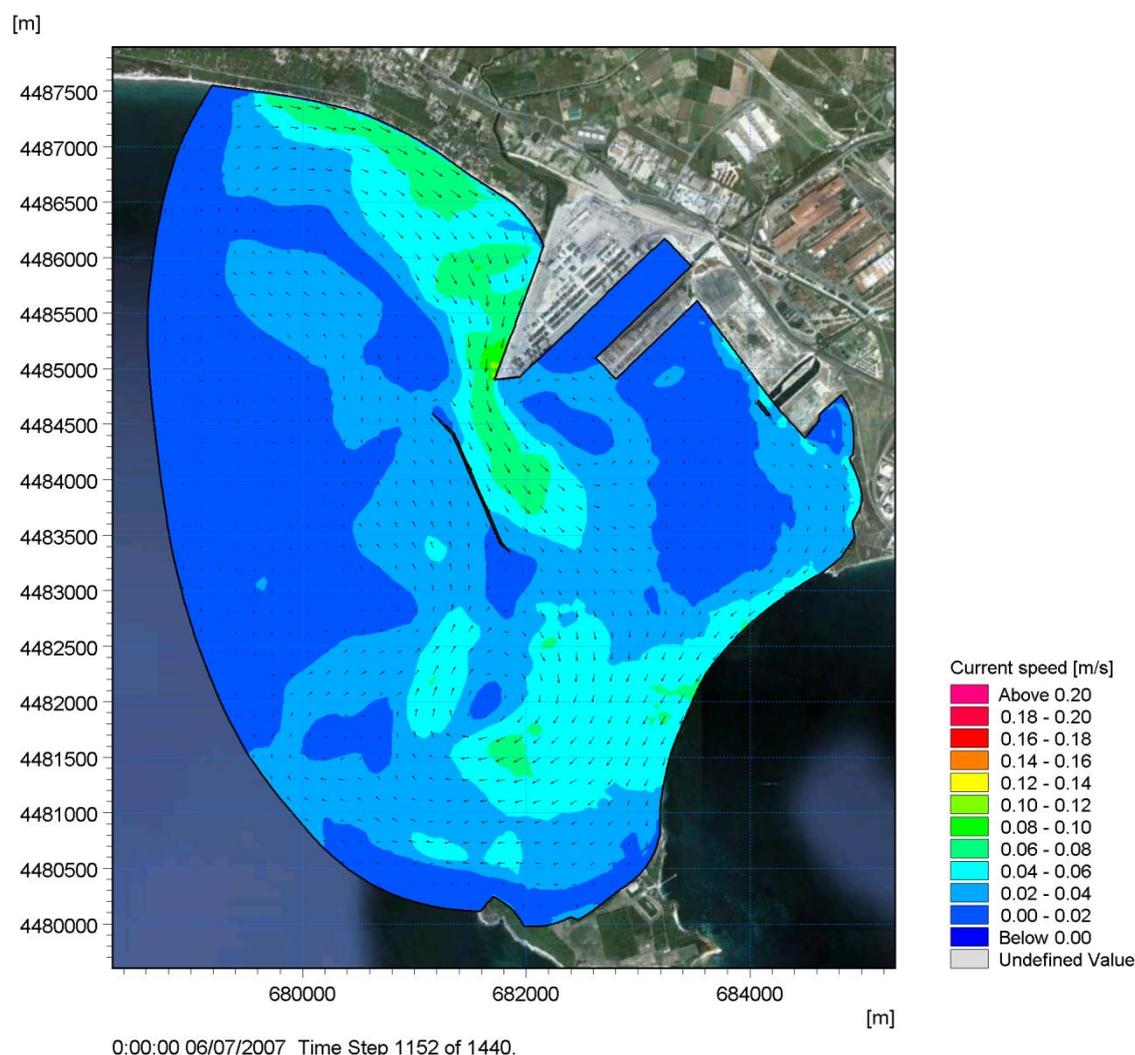


Figura 5-19 Distribuzione delle correnti nell'area oggetto di studio per le condizioni idrodinamiche P (06/07/2007, h 0:00).

6 Conclusioni

Scopo del presente studio è definire il regime idrodinamico nella zona Nord del Golfo di Taranto, al fine di ottimizzare il piano di monitoraggio a supporto delle operazioni di dragaggio previste nell'area della Darsena Polisettoriale del porto di Taranto.

A tal fine è stata applicata opportuna modellistica numerica bidimensionale che ha permesso di definire la circolazione generata dalla marea, dal vento e dalle onde, ponendo particolare attenzione alla zona circostante la Darsena Polisettoriale.

In particolare sono stati applicati i modelli, sviluppati da DHI (Danish Hydraulic Institute), MIKE 21 SW (Spectral Waves), per la determinazione dei campi d'onda sottocosta e MIKE 21 HD FM (HydroDynamic), per l'individuazione dei campi di velocità.

L'analisi ha messo in evidenza che le condizioni idrodinamiche sono determinate essenzialmente dalle forzanti onde e vento, mentre l'effetto delle variazioni dei livelli di marea è di fatto trascurabile.

Inoltre lo studio modellistico ha permesso l'identificazione di alcuni schemi tipici di circolazione (variabili in direzioni ed intensità della corrente) e la stima sommaria delle relative frequenze di accadimento. Sulla base di queste considerazioni è stato possibile definire un regime idrodinamico tipico della zona di interesse volto a supportare il posizionamento ottimale dei punti di misura per la successiva fase di monitoraggio.

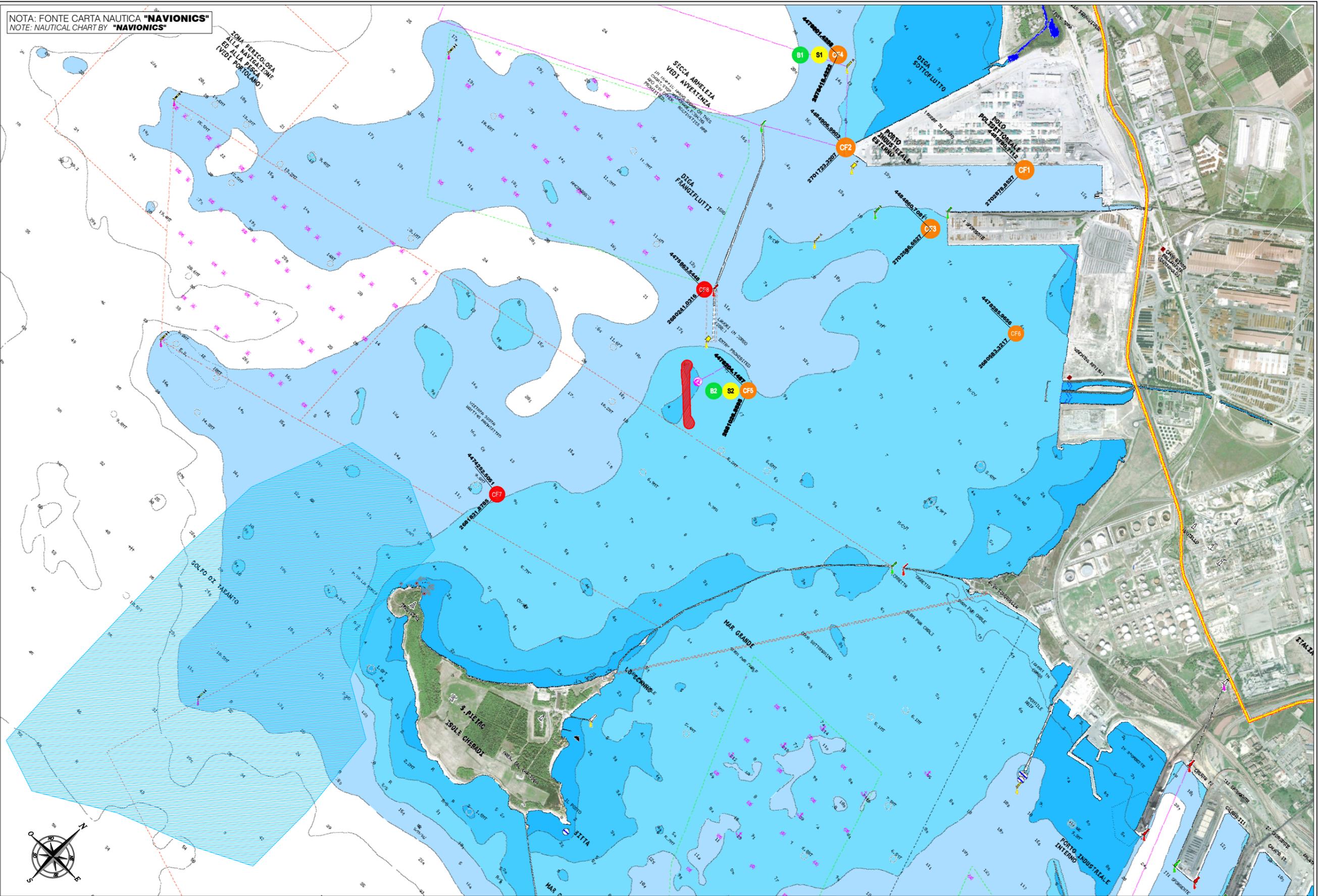
7 Bibliografia

- [1] RMN–Rete Mareografica Nazionale: www.mareografico.it
- [2] Database CM-93, Norwegian C-MAP, release 2011.
- [3] Tool MIKE C-MAP, Danish Hydraulic Institute (DHI), release 2011.
- [4] MIKE 21 SW, Danish Hydraulic Institute (DHI), release 2011.
- [5] MIKE 21 HD FM, Danish Hydraulic Institute (DHI), release 2011.
- [6] Studio della dispersione nel Mar Grande di Taranto dei reflui emessi dai canali di scarico dell'ILVA, Dott. Gianpiero Colonna, 2004
- [7] Piano di monitoraggio per il controllo della qualità delle acque, S.J.S. Engineering S.r.l., 2013

	RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE NUOVA DIGA FORANEA DI PROTEZIONE DEL PORTO FUORI RADA DI TARANTO TRATTO DI PONENTE	Documento <i>Document</i> 0130TAR03112-01-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data/Date Febbraio 2014	
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO	Pagina <i>Page</i>	29 Di <i>of</i>

ALLEGATO 2: PLANIMETRIA DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE COSTIERE E MARITTIME

NOTA: FONTE CARTA NAUTICA "NAVIONICS"
 NOTE: NAUTICAL CHART BY "NAVIONICS"



LEGENDA LEGEND	
	IMPRONTA DIGA FOOTPRINT DAM
	S.I.C. Posidonieto Isola di San Pietro S.C.I. Posidonieto Island of San Pietro
	STAZIONE FISSA COLONNA D'ACQUA PROGETTO DEFINITIVO NUOVA DIGA FIXED MONITORING STATION WATER COLUMN NEW BREAKWATER DETAILED DESIGN
	CENTRALINE DI MONITORAGGIO PREVISTE IN ALTRI APPALTI MONITORING STATION ESTABLISHED IN OTHER CONTRACTS
	
	

PLANIMETRIA DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DELLE ACQUA COSTIERE E MARITTIME
 PLAN OF MONITORING STATION OF COASTAL AND MARITIME WATERS