CETENA S.p.A.
CENTRO PER GLI STUDI DI TECNICA NAVALE

Via Ippolito D'Aste,5
16121 Genova, Italy
Tel. +39 010 5995460
FAX +39 010 5995790

Report n. **11974**

Rev. **00**

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure

Autori / Authors: Chiara NOTARO, Oreste BOZZO, Massimo PEVERERO, Davide TOZZI

Data emissione / Issue date: 01/08/2014

Page intentionally left blank / Pagina lasciata intenzionalmente bianca

Report n. 11974	Rev. 00	Data emissione / Issue date 01/08/2014

Titolo / Title

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure

Autori / Authors

Chiara NOTARO, Oreste BOZZO (Corpo Piloti Genova), Massimo PEVERERO, Davide TOZZI

Sommario / Abstract

Il presente rapporto è finalizzato alla presentazione dei risultati delle simulazioni di manovra in tempo reale svolte per conto dell'Autorità Portuale di Savona da parte di CETENA S.p.A.Lo studio ha esaminato la manovrabilità di due tipologie di unità navali all'interno del nuovo PRP del Porto di Vado Ligure (SV), considerando la configurazione relativa agli interventi infrastrutturali previsti in attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP) suddivisa in due macro-fasi. Sono stati confrontati infatti i risultati fra il layout di "prima fase", ovvero a diga non ancora completata, e quello "finale", a opere concluse come da PRP. Le due unità navali monoelica che sono state studiate in manovra sia di ingresso che di uscita, sono: una grande nave portacontainer, avente dimensioni massime pari a 398 m di lunghezza e 56.4 m di larghezza, due diverse immersioni (T=13.75 m e T= 16 m) e dotata di due thruster sia a prua che a poppa; una nave bulk carrier di tipo mini-capesize, avente dimensioni massime pari a 255 m di lunghezza e 43 m di larghezza, immersione T= 13 m e senza thruster. Le manovre si sono svolte anche con l'assistenza di rimorchiatori a propulsione azimutale fino ad un numero massimo di tre, considerati da 45 t di tiro massimo, corrispondenti a quelli attualmente in uso nel Porto di Vado Ligure. Le prove si sono svolte tutte in presenza agenti meteomarini, ad eccezione delle prove in calma assoluta utilizzate per tarare il modello da parte dei Piloti esecutori delle manovre. In particolare, è stato considerato vento proveniente dal I e IV quadrante con direzioni da 60°N, 100°N e 320°N e di intensità variabile tra i 15, 20 e 30 nodi di velocità (con moto ondoso associato avente Hs compresa tra di 2.1 m e 1.6-1 m).

Autori / Authors	*Verificato / Verified*	*Approvato / Approved*	*Resp. Sicurezza Segreto di Stato*
Chiara Notaro Oreste Bozzo Dtoti.			

Circolazione / Circulation

- Interna / Internal Only
- Libera / Free
- X Riservata Industriale / Commercial in confidence
- Classificata / Classified

Codici di distribuzione / Distribution codes

A.P. Savona - Direzione Tecnica

Technital spa

Corpo Piloti Porto di Savona

Pagine / Sheets	*Commessa / Job*	*Note / Notes*
95	6916074116	Il presente documento si intende consultabile assieme agli ALLEGATI contenenti il post-processo avanzato dei risultati (video delle manovre e storie temporali delle grandezze simulate), da considerarsi parte integrante della fornitura.

Questo Documento è di proprietà di CETENA S.p.A.. Non può essere riprodotto, trasmesso con qualsiasi mezzo, inserito in altri documenti, svelato ad altri o comunque usato per qualsiasi scopo diverso da quello per il quale è stato prodotto, senza esplicita autorizzazione scritta di CETENA S.p.A..

L'utente del documento ha l'onere di verificare di essere in possesso dell'edizione corrente.

This document is the property of CETENA S.p.A.. It may not be reproduced, transmitted by any means, inserted into other documents, disclosed to others or otherwise used for any purpose other than for which it was produced without the express written permission of CETENA S.p.A..

The user of the document has the responsibility of verifying of being in possession of the current edition.

Revisioni Precedenti / Previous Revisions

Rev.	*Data / Date*	*Contenuto della revisione / Revision Content*	*Autori / Authors*

Contenuto della revisione corrente / Current revision content

Prima stesura

INDICE

INTRODUZIONE 4

1. SCOPO DEL LAVORO 5

1.2 Definizione degli obiettivi 6

2. DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA SAND 7

3. CONFIGURAZIONE PORTUALE E CONDIZIONI GENERALI DELLE SIMULAZIONI DI MANOVRA 11

3.1 Breve descrizione del layout portuale 11

3.2 Definizione dell'area schematizzata per le simulazioni di manovra 15

4. DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI 23

4.1 Caratteristiche principali della nave portacontainer, L=398 m 24

4.2 Caratteristiche principali della nave bulk carrier, L=255 m 25

4.3 Caratteristiche principali dei rimorchiatori 26

5. CONDIZIONI METEOMARINE 28

6. CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE 30

6.1 Elenco e caratteristiche delle manovre scelte per le simulazioni 30

6.2 Esecuzione delle simulazioni 32

6.3 Presentazione dei risultati delle simulazioni 45

6.3.1 GRAFICI DELLE TRAIETTORIE DELLE SINGOLE MANOVRE 45

7. CONCLUSIONI 46

APPENDICI 51

APPENDICE A: TRACCIATI DELLE MANOVRE 52

INVILUPPI 74

APPENDICE B: FOTO DELLE SIMULAZIONI 78

ALLEGATI 94

INTRODUZIONE

Il presente rapporto è finalizzato alla presentazione dei risultati delle simulazioni di manovra in tempo reale svolte per conto dell'Autorità Portuale di Savona, da parte di CETENA S.p.A.

Le simulazioni hanno avuto come ambito d'indagine la futura piattaforma multifunzionale attualmente in costruzione presso il Porto di Vado Ligure (SV), considerata nella configurazione relativa agli interventi infrastrutturali previsti in attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP). In particolare sono state confrontate le manovre nella configurazione di prima fase, a diga di sopraflutto realizzata parzialmente (senza gli ultimi 300 m), con quelle nel layout finale, a diga completata.

I test al simulatore di manovra in tempo reale su due diverse tipologie di navi (portacontainer e rinfuse) si sono svolte nel corso di 5 giornate consecutive, dal **21 al 25 Luglio 2014**, avvalendosi del pilotaggio vari Piloti esperti. In particolare, le manovre sono state eseguite dal Capo dei Piloti di Savona (Com. V. Guarino), affiancato nel corso delle varie giornate dagli altri colleghi (R. Sanfratello, M. Piacenza, A. Loddi, M. Abbate). Alle manovre ha partecipato inoltre un altro esperto esecutore messo a disposizione da CETENA, ovvero l'ex-Capo dei Piloti del Porto di Genova (Com. O. Bozzo).

Durante le varie giornate di prove al simulatore sono intervenuti vari operatori interessati allo svolgimento dello studio, appartenenti ai seguenti Enti o Società: Autorità Portuale di Savona, Corpo Piloti di Savona, TECHNITAL, Capitaneria di Porto, Grandi Lavori Fincosit, Maersk, Terminal Rinfuse Italia, Proserve.

Per brevità, riportiamo qui di seguito solo i nomi dei presenti a tutte le giornate:

Partecipanti	Ente / Società di appartenenza	Note
Com. V. **GUARINO**	Capo del Corpo Piloti del Porto di Savona	Esecutore delle manovre al simulatore dal 21 al 25/07/2014
Com. O. **BOZZO**	Ex Capo del Corpo Piloti del Porto di Genova	Supervisione alle prove – CETENA
Ing. F. **DE STEFANIS**	Direzione Tecnica AP Savona	Supervisione alle prove – Cliente
Ing. S. **PELIZZA**		
Ing. A. **LIZZADRO**	Technital Spa – Progettisti del Porto	Supervisione alle prove – per il Cliente
Ing. A. **MONARCHA**		Supervisione alle prove – per il Cliente
Ing. M. **PEVERERO**	CETENA S.p.A.	Preparazione del modello delle unità navali e setup delle funzionalità del simulatore, post-processing in tempo reale dei test
Ing. C. **NOTARO**		Configurazione layout portuali (2D) e implementazione degli scenari meteomarini, assistenza durante le prove

1. SCOPO DEL LAVORO

Il presente rapporto tecnico illustra i risultati delle simulazioni di manovra in tempo reale svolte da parte di CETENA S.p.A per conto dell'Autorità Portuale di Savona.

I principali obiettivi dello studio sono stati definiti preliminarmente da CETENA assieme al Cliente (Ing. F. De Stefanis e S. Pelizza), ai Progettisti di Technital (Ing. G. Fiorini, A. Lizzadro e A. Monarcha) ed al Capo Pilota V. Guarino (Corpo Piloti di Savona) durante varie riunioni tecniche svoltesi presso il CETENA prima delle simulazioni.



Figura 1 Riunione tecnica del 13 Giugno 2014 fra CETENA, AP Savona, Piloti, Technital, GLF

Si tratta, in estrema sintesi, di uno studio di fattibilità delle manovre portuali, e delle relative tecniche per realizzarle, all'interno del futuro layout del Porto commerciale di Vado Ligure.

In particolare infatti le simulazioni hanno avuto come ambito d'indagine gli accosti portacontainer e rinfuse presso la futura piattaforma multifunzionale attualmente in costruzione presso il Porto di Vado Ligure (SV), considerata nella configurazione relativa agli interventi infrastrutturali previsti in attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP). Per quanto riguarda il layout portuale sono state eseguite e confrontate le manovre nella configurazione di "prima fase", cioè a diga di sopraflutto non ancora completata, con quelle nel layout "finale", a diga conclusa.

Relativamente a questo studio sono state prese in considerazione due unità navali monoelica in manovra sia di ingresso che di uscita. Esse sono: una grande nave portacontainer, avente dimensioni massime pari a 398 m di lunghezza e 56.4 m di larghezza, considerata in due condizioni di carico e quindi con due diverse immersioni (T=13.75 m e T= 16 m), e dotata di due

thruster sia a prua che a poppa; una nave bulk carrier di tipo mini-capesize, avente dimensioni massime pari a 255 m di lunghezza e 43 m di larghezza, immersione T= 13 m e senza thruster. Le manovre si sono svolte anche con l'assistenza di rimorchiatori a propulsione azimutale fino ad un numero massimo di tre, considerati da 45 t di tiro massimo, corrispondenti a quelli attualmente in uso nel Porto di Vado Ligure. Le prove si sono svolte tutte in presenza agenti meteomarini, ad eccezione delle prove in calma assoluta utilizzate per tarare il modello da parte dei Piloti esecutori delle manovre. In particolare, è stato considerato vento proveniente dal I e IV quadrante con direzioni da 60°N, 100°N e 320°N e di intensità variabile tra i 15, 20 e 30 nodi di velocità (con moto ondoso associato avente Hs compresa tra di 2.1 m e 1.6-1.0 m).
Le caratteristiche di dettaglio delle navi simulate, dei rimorchiatori utilizzati e delle condizioni meteomarine saranno fornite nel seguito di questo documento.

1.2 Definizione degli obiettivi

Il principale obiettivo di questo studio eseguito da CETENA è la valutazione della manovrabilità da parte di una grande nave portacontainer e di una bulk carrier del tipo mini-capesize all'interno del Porto di Vado Ligure, con particolare attenzione alle fasi finali delle manovre di arrivo e partenza presso le banchine di ormeggio. I fondali in prossimità degli accosti, infatti, devono essere protetti (tramite appositi "*materassi*" riempiti di calcestruzzo) dall'erosione causata dalle correnti indotte dalla rotazione delle eliche delle navi in manovra, accentuata in funzione dell'angolo di timone applicato, che andrebbero a minare la stabilità della banchina stessa.

Gli obiettivi delle simulazioni possono essere quindi sintetizzati come segue, nei vari scenari meteomarini presi in considerazione:

- la verifica delle condizioni di esercizio e lo studio delle tecniche di manovra ottimali per le unità in arrivo e partenza dal nuovo porto, con particolare attenzione al numero di giri massimo (ed eventuale uso del timone) mantenuto in prossimità della banchina e della protezione dei fondali sottostante;
- la verifica dell'adeguatezza degli spazi a disposizione di ciascuna tipologia di unità navale per compiere le manovre portuali sia nel layout finale di PRP che in quello parziale di Prima Fase, in relazione sia alle condizioni di moto ondoso che agli ingombri eventualmente presenti nell'area di manovra;
- la verifica del numero e della taglia dei rimorchiatori necessari per la manovra in sicurezza di ciascuna nave;

- lo studio della fattibilità dell'arrivo/partenza in condizioni meteomarine severe, in relazione sia alla geometria diversificata dell'imboccatura per i due layout portuali, sia alla effettiva possibilità di utilizzo dei rimorchiatori di cui si è deciso di tenere conto.

2. DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA SAND

Il SAND (Simulatore Distribuito di Addestramento alla Navigazione) contiene dentro di sé un modello matematico, interamente sviluppato da CETENA S.p.A., di cui verranno qui di seguito richiamate le caratteristiche generali [1].

La nave da studiare va configurata in maniera dettagliata, inserendo nel modello i seguenti parametri, raggruppati secondo la struttura del modello stesso:

- Dati dello scafo
- Propulsione principale
- Apparato motore
- Appendici di carena
- Eliche di manovra
- Timone

Nella **Figura 2** sottostante è rappresentato in maniera schematica l'insieme dei blocchi che costituiscono la struttura del modello CETENA.

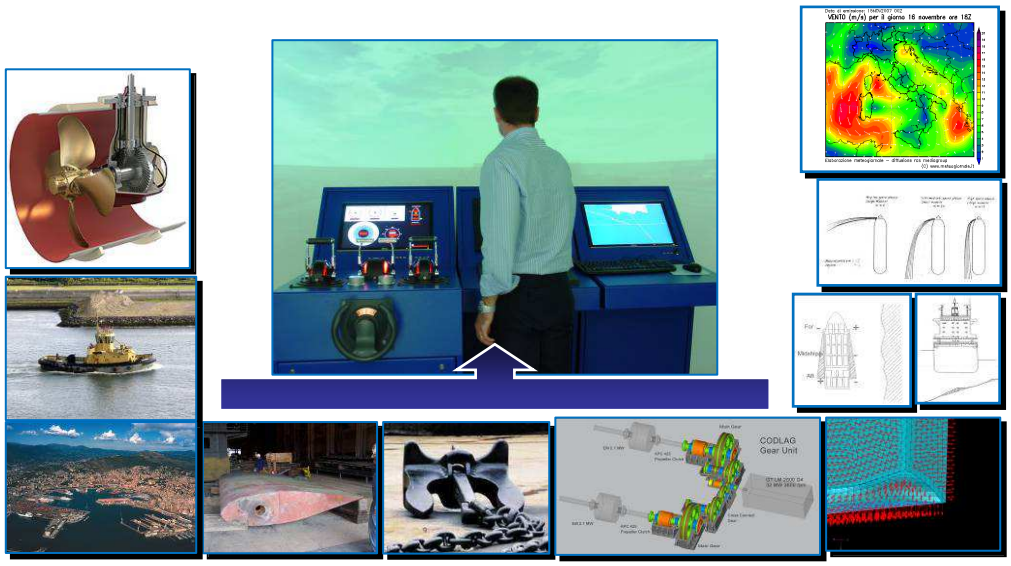


Figura 2 - Principali blocchi del modello matematico del simulatore SAND

Il simulatore integra dentro di sé, oltre agli aspetti propri della nave (geometria dello scafo, apparati di propulsione-generazione, appendici) anche il contesto in cui la simulazione ha luogo,

costituiti dallo stato di mare, dalla corrente, dal vento (condizioni meteomarine), dagli eventuali rimorchiatori utilizzati in manovra, dalla mappa del porto, dagli effetti specifici legati alla posizione della nave (banchina, profondità del fondale ecc).

Infatti, un ruolo fondamentale nell'esecuzione della simulazione è giocato dall'interazione fra la nave e l'ambiente esterno virtuale. Esso è realizzato introducendo nel modello della nave i seguenti parametri, generati in tempo reale dal simulatore:

- parametri ambientali (vento, corrente, onda);
- effetti specifici relativi al porto considerato;
- acque ristrette;
- shallow water

Inoltre il sistema può accettare forze esterne in input, permettendo l'esecuzione di una classe di operazioni che includono la presenza di altre entità fisiche, e quindi di interazioni dinamiche fra la nave e ciò che la circonda, quali ad esempio i rimorchiatori portuali.

In **Figura 3** e **Figura 4** sono presentate due viste esterne nell'ambientazione 3D realizzata per queste simulazioni [scenario a cura dell'ing. D. Tozzi], rispettivamente della nave portacontainer in manovra nel bacino di evoluzione e di una nave bulk carrier in arrivo con visibile uno dei rimorchiatori in assistenza, in particolare utilizzato qui pronto "a spingere" sul lato di dritta.



Figura 3 - Simulatore SAND – Vista esterna 3D dall'aletta di sinistra della nave portacontainer in manovra nel bacino

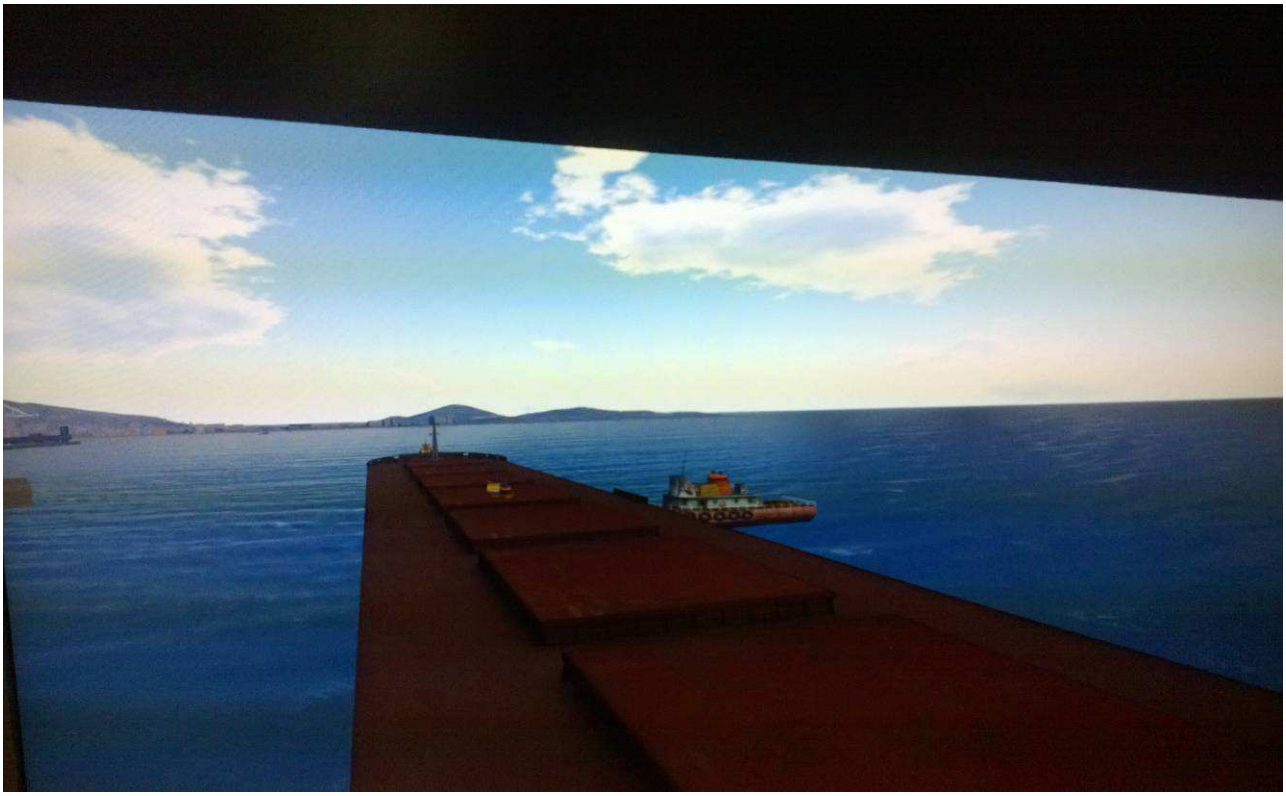


Figura 4 - Simulatore SAND – Vista da plancia dello scenario in 3D per la nave bulk carrier in arrivo con visibile un rimorchiatore in ausilio a spingere sulla murata di prua

In **Figura 5** è presentata un'altra vista 3D di esempio dello scenario portuale, relativamente all'area del terminal container.



Figura 5 - Simulatore SAND – Vista dello scenario 3D della piattaforma multifunzionale, area terminal container.

3. CONFIGURAZIONE PORTUALE E CONDIZIONI GENERALI DELLE SIMULAZIONI DI MANOVRA

3.1 Breve descrizione del layout portuale

I due layout portuali presi in considerazione per le simulazioni, ovvero quello relativo alla configurazione di PRP a diga completata (configurazione "finale") e quello relativo alla situazione intermedia con diga non ancora completata (configurazione "di prima fase") sono mostrati nelle seguenti **Figura 6** e **Figura 7**:

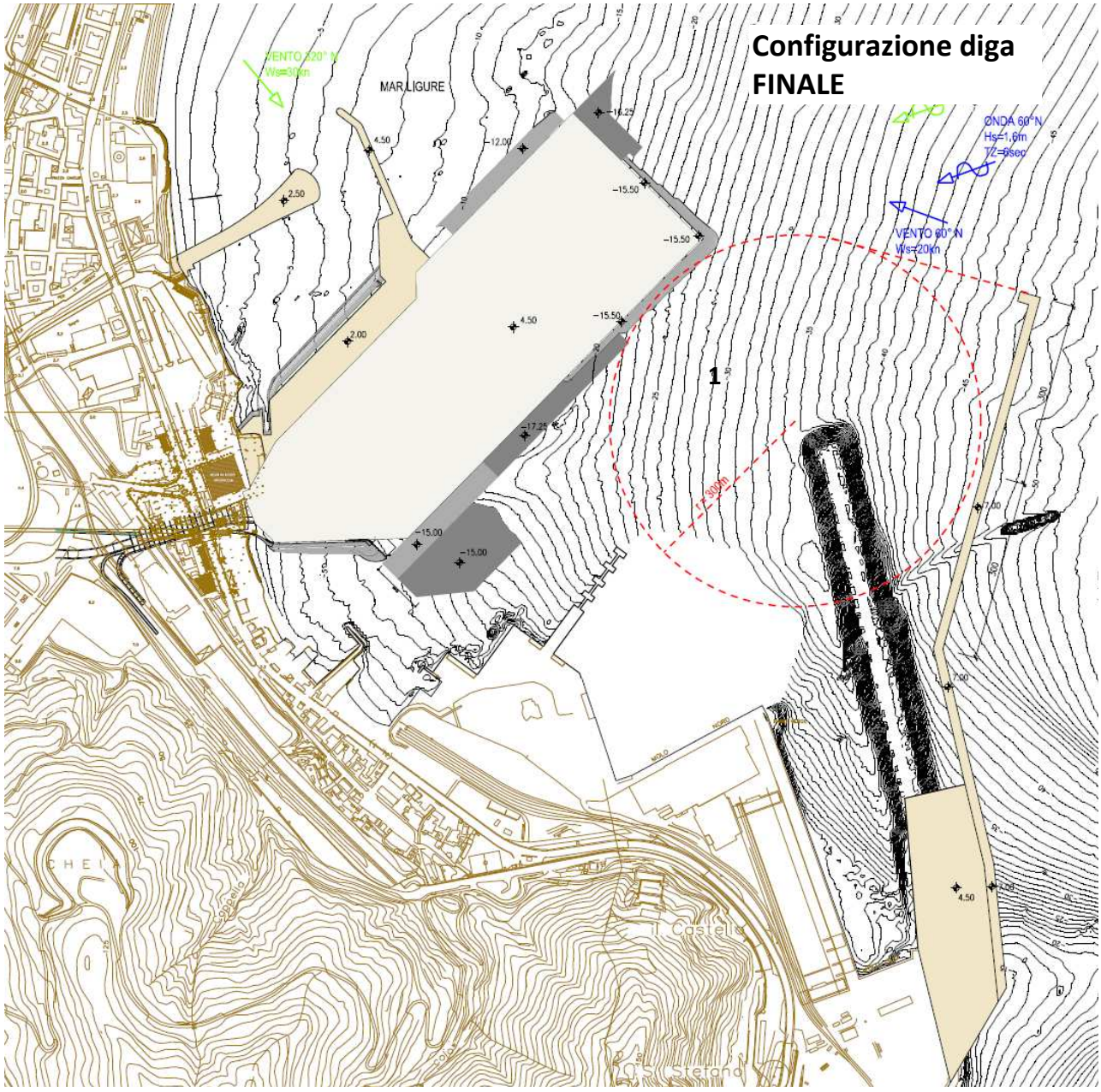


Figura 6 – Porto di Vado Ligure – Nuovo layout portuale come da PRP (estensione diga intera) [2]

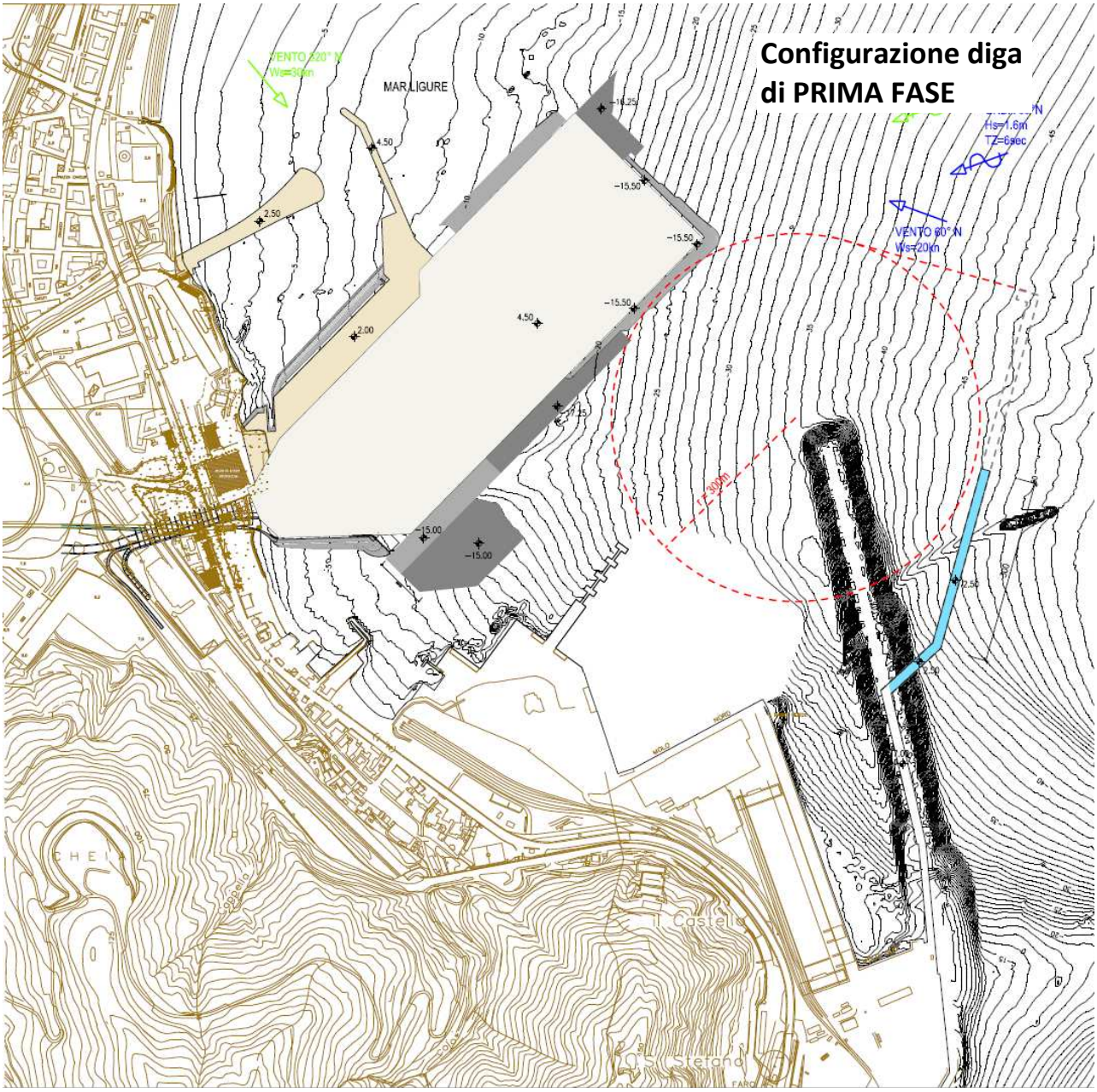


Figura 7 – Porto di Vado Ligure - Layout portuale in configurazione di Prima Fase (diga azzurra più corta) [3]

Come si può notare dal confronto fra la **Figura 6** e la **Figura 7**, **le due configurazioni si differenziano per quanto riguarda la lunghezza complessiva della diga di sopraflutto, che nel caso del layout di prima fase è più corta di 300 m.**

In **Figura 8**, per semplicità sono state identificate tramite lettere le banchine di arrivo e partenza considerate nelle simulazioni di manovra all'interno del Porto, in entrambi i layout.

Per quanto riguarda il terminal container sono stati considerati i due accosti A e B, rispettivamente dragati a -15.0 m e -17.25 m; per la nave bulk carrier invece è stato analizzato l'accosto C, in testata, dragato a – 16.25 m.

Per la geometria dei dragaggi, che indica implicitamente la posizione e l'estensione della protezione dei fondali (realizzata tramite "materassi"), si faccia riferimento alla **Figura 9**.

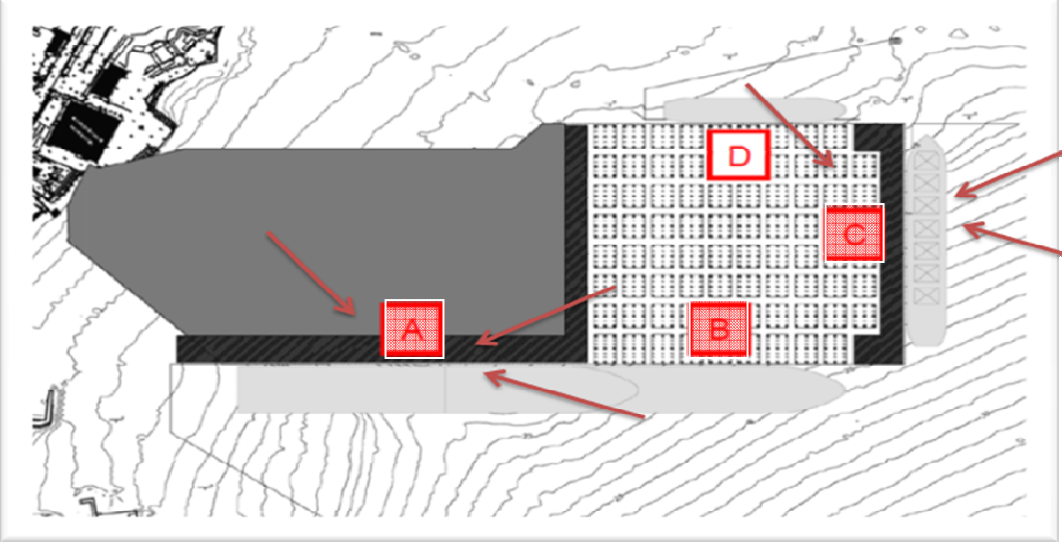


Figura 8 – Piattaforma multifunzionale Porto di Vado Ligure - Schema riassuntivo con indicazione degli accosti e delle direzioni di provenienza del vento incidente rispetto alla nave ormeggiata [4]

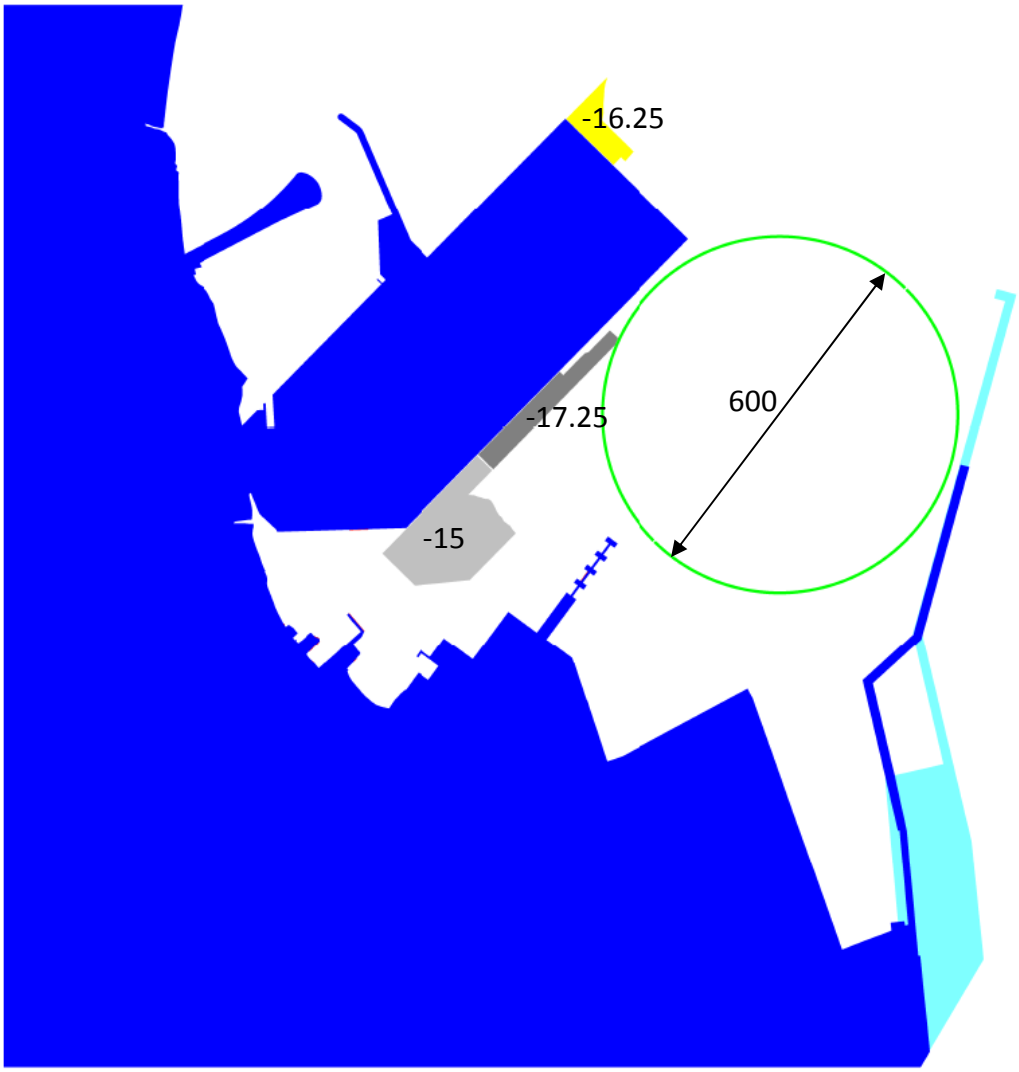


Figura 9 – Layout di manovra sovrapposti – Schema riassuntivo con indicazione dei dragaggi e della posizione indicativa delle protezioni dei fondali in prossimità delle banchine di accosto (Rielaborazione [2,3])

Per quanto riguarda gli accosti considerati per le navi in simulazione, si possono fare le seguenti osservazioni, valide per entrambi i layout:

- *terminal container (accosti A e B)*: gli accosti sono disposti in modo tale che il vento da 320°N investe sulla murata di sinistra la nave all'ormeggio, mentre i venti da 60-100°N agiscono rispettivamente sul quartiere prodiero di sinistra e di diritta. Come si può intuire la direzione più gravosa per l'accosto e il successivo ormeggio è quella del vento proveniente da terra (ovvero 320°N) e viceversa quella più gravosa per il disormeggio e la partenza della nave è data dal vento proveniente dal mare (100°N e ancora di più se ruota fino a 120-130°N, cioè al traverso della nave all'accosto). Le dotazioni ausiliarie della nave (bow/stern thruster) consentono quindi, a seconda della direzione e dell'intensità del vento, di utilizzare o meno rimorchiatori per accostare o allontanarsi dalla banchina.
- *testata (accosto C):* la posizione dell'accosto è tale per cui il vento più gravoso, che agisce cioè al traverso della nave all'ormeggio, è quello da 100°N. Il vento da terra (320°N) e quello da 60°N hanno angoli di incidenza minore, rispettivamente sul mascone di sinistra e di dritta. In tutti i casi le manovre vanno realizzate con l'ausilio di rimorchiatori, laddove utilizzabili in funzione del moto ondoso, in quanto la tipologia di nave rinfuse non prevede la presenza di propulsione ausiliaria (monoelica e senza thruster).

Infine, per tutti e due i layout, entro il bacino portuale è stato ricavato un cerchio evolutivo del diametro di 600 m. In particolare per quanto riguarda le manovre di evoluzione, nel caso di layout finale a diga completata, a giudizio dei Piloti, la manovra fatta in esterno nelle acque prospicienti il Porto è la più semplice e conveniente, in quanto dà garanzie di sfuggita in caso di avaria, mentre quella interna è sempre preferibile in caso di onda, pur essendo più laboriosa.

3.2 Definizione dell'area schematizzata per le simulazioni di manovra

L'area di manovra considerata per le simulazioni comprende sia il mare aperto nell'area circostante il porto, sia le opere portuali previste dal PRP, in tutte e due le configurazioni di diga prese in esame.

Il *layout di configurazione "finale"* riportato nel simulatore SAND, e visualizzato nel display 2D della plancia, si presenta come nella **Figura 10** seguente:

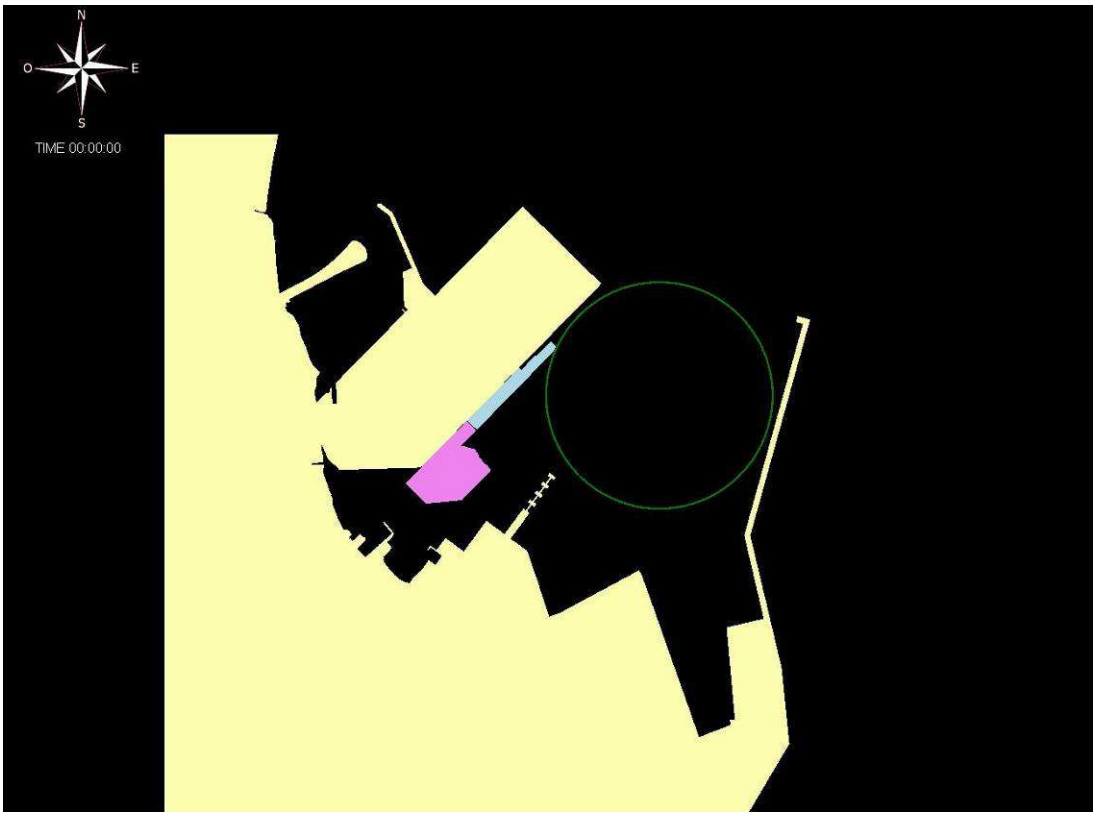


Figura 10 – Configurazione Finale PRP: layout di manovra utilizzato nel SAND e visualizzato nel display 2D della plancia. In verde è riportato il bacino evolutivo (D = 600 m), le altre aree colorate rappresentano i dragaggi

La mappa del porto è orientata secondo il Nord geografico, come indicato dalla rosa dei venti riportata in alto a sinistra. Un indicatore del tempo in ore, minuti e secondi è riportato subito sotto il simbolo della rosa dei venti. In **Figura 10** inoltre sono riportati il contorno del bacino di evoluzione (in verde), avente, come si è già detto, 600 m di diametro, e le aree dragate alle quote di progetto di -15 m (in rosa) e -17.25 m (in azzurro).

Analogamente, il *layout di configurazione di "prima fase"* riportato nel simulatore SAND sullo schermo 2D si presenta come nella **Figura 11** seguente, dove la diga è più corta di 300 m. Come vedremo più avanti in questo paragrafo, ciò comporterà una diversa distribuzione del moto ondoso di cui si deve tener conto nella impostazione della tecnica di manovra.

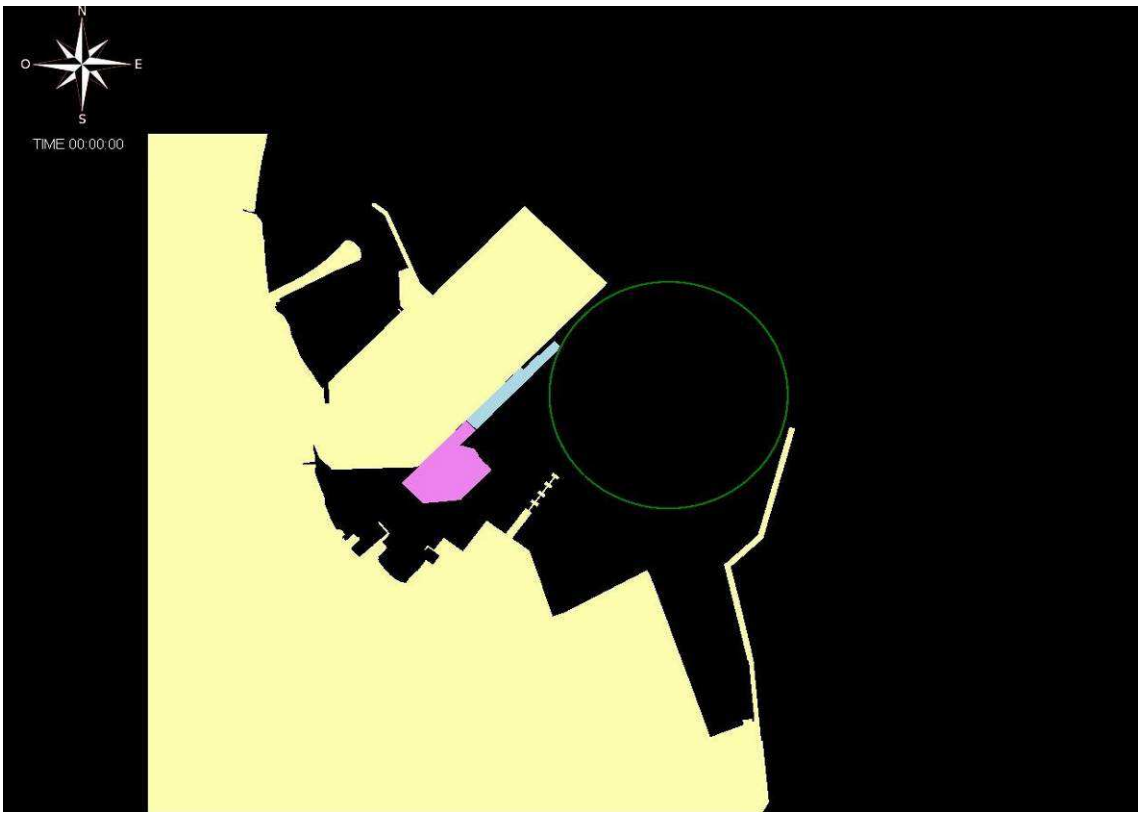


Figura 11 – Configurazione Prima Fase PRP: layout di manovra utilizzato nel SAND e visualizzato nel display 2D della plancia. In verde è riportato il bacino evolutivo (D = 600 m), le altre aree colorate rappresentano i dragaggi

Nel caso delle manovre localizzate sulla testata della piattaforma (accosto C per nave bulk carrier) sono inoltre stati riportati il relativo dragaggio a -16.25 m (in blu scuro) e l'ingombro (grigio) di una nave ormeggiata al pontile petroli (che andrà demolito), delle dimensioni 160 m di lunghezza e 25 di larghezza. Su richiesta, durante le simulazioni si è deciso di segnare sull'area di manovra, a titolo di verifica, anche la posizione della diga attuale (in blu scuro, anch'essa da demolire). Si veda a tal proposito la **Figura 12** seguente (particolare del layout di Prima Fase).

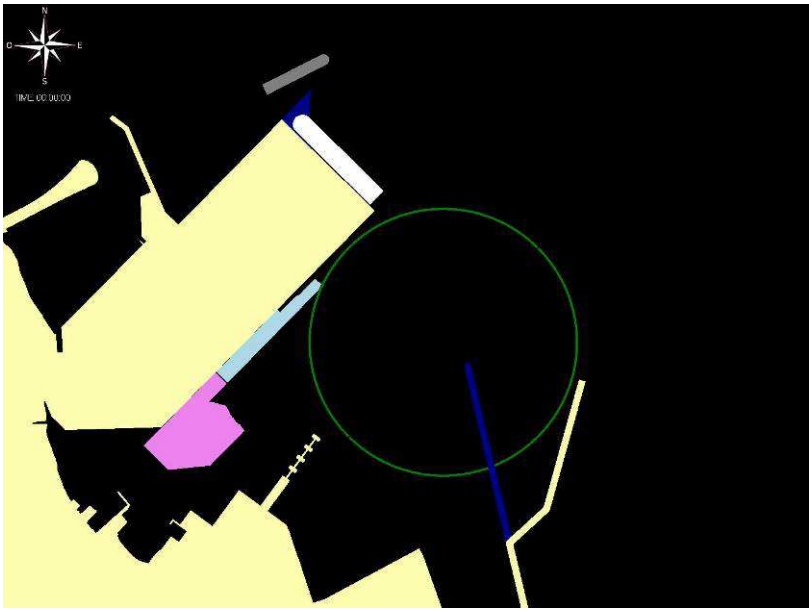


Figura 12 – Configurazione Prima Fase PRP: layout di manovra utilizzato per le manovre della nave bulk carrier

Per quanto riguarda *la posizione iniziale delle navi in ingresso al porto* (**Figura 13**), essa è stata inizialmente posta, di comune accordo al Pilota Com. Guarino, a circa 1 miglia di distanza a Sud della testata del molo foraneo di sopraflutto (Pilota già imbarcato), con prua orientata per circa 330°N e velocità di 2-3 nodi al massimo. Nel prosieguo del lavoro, una volta verificata la manovrabilità in arrivo al Porto nella prima serie di manovre, si è deciso di comune accordo col Cliente di spostare il punto di inizio delle simulazioni più in prossimità della testata della diga di sopraflutto.

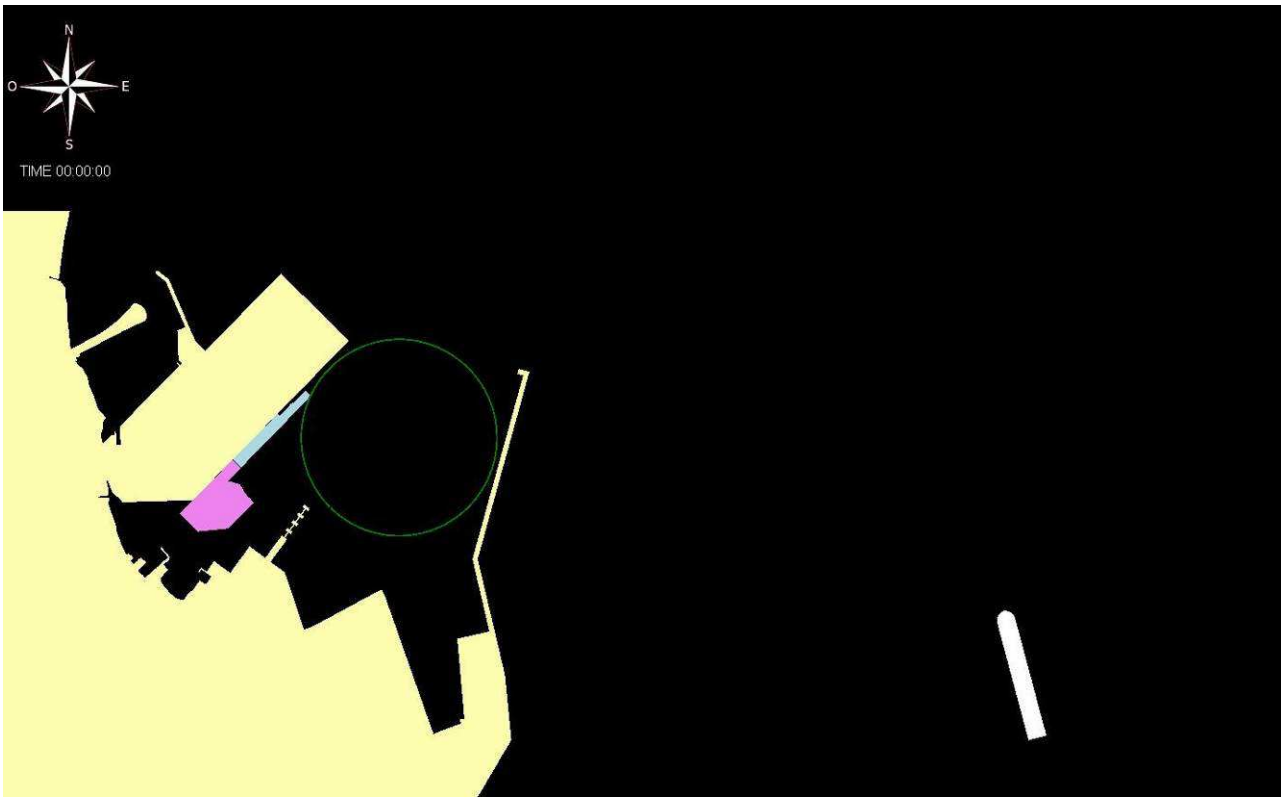


Figura 13 – Configurazione Finale PRP: esempio di punto di inizio simulazione di ingresso con nave portacontainer

Il *fondale* del Porto, definito secondo le indicazioni fornite da Technital ([2,3]), è stato introdotto nel simulatore tramite una schematizzazione a grigliato avente maglia 50 m x 50 m.
Si veda a tal proposito la **Figura 14**, dove sono riportate, sulla sovrapposizione dei due layout, le batimetriche da usare per rappresentare il fondale dentro e fuori dal Porto.

Grazie alle le simulazioni verrà verificata anche la disponibilità degli spazi e particolarmente anche dei fondali a disposizione per la manovra di accosto/disormeggio in presenza di agenti meteomarini, tenuto conto infatti che (cfr. **Figura 9**) come si è già detto in particolare gli accosti in A e B sono caratterizzati rispettivamente da due dragaggi alla profondità di 15 m e -17.25 m. Per quanto riguarda il dragaggio a -15 m (destinato alle navi in condizione di carico più leggera o *allibata*), questo è stato progettato con una estensione in senso trasversale (in questo studio pari a 135 m al massimo) che sarà verificata ed ottimizzata proprio tramite le simulazioni.

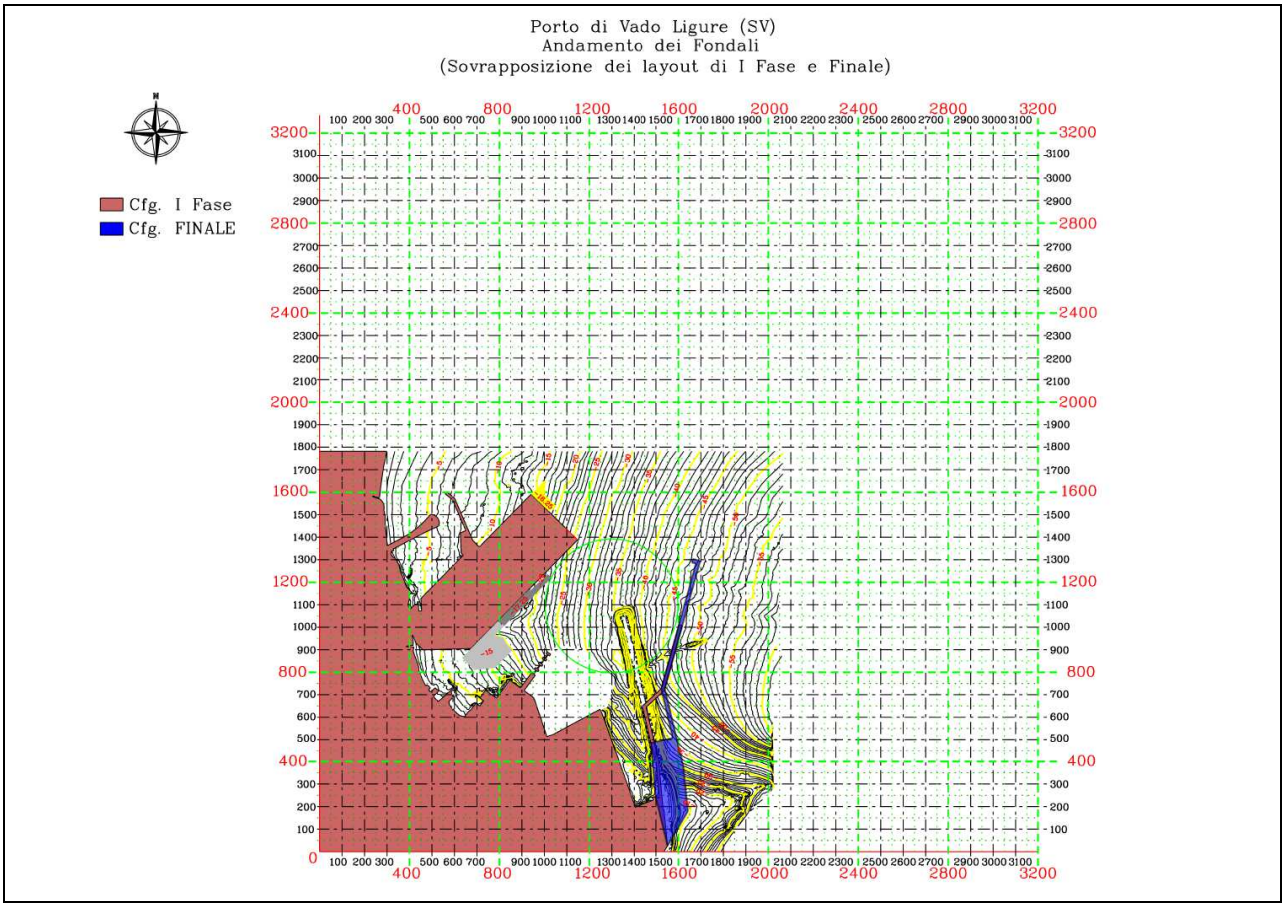


Figura 14 – Grigliato 50x50 sovrapposto ai due layout di manovra con riferimento del fondale [2] [3]

Lo stesso grigliato del fondale è stato utilizzato per introdurre i valori dell'*agitazione ondosa interna residua (Hs, in metri)*, calcolati dai Progettisti e forniti sotto forma di file di dati [5].

In particolare, i valori di Hs sono stati elaborati per i casi di onda generata al largo con vento proveniente da 60°N, 100°N (settori occidentali) ed anche, considerando un temporaneo fenomeno di swell, da 320°N (vento da terra e mareggiata residua sempre da 60°N). Per maggiori dettagli sulla caratterizzazione dell'onda e dei rispettivi casi di vento (variabile tra i 20-30 kn di intensità) si rimanda al **Capitolo 5**.

Nell'area di manovra infine è stata presa in considerazione anche l'azione della *corrente*, pur essendo questa di entità non significativa (in tutti i casi mediamente inferiore a 0.2 m/s di velocità). Si vedano le seguenti **Figure 15** e **16** rispettivamente relative alla distribuzione dell'agitazione ondosa nel layout di diga *finale* e di *prima fase, per il caso di onda Hs = 1.6 m*. Analogamente seguono le **Figure 17** e **18,** relative alla distribuzione dell'agitazione ondosa nel layout di diga *finale* e di *prima fase, per il caso di onda Hs = 2.1 m.* Per quanto riguarda la distribuzione della corrente si è fatto riferimento ad un unico modello per entrambi i layout, ed i risultati sono riportati sotto forma grafica nelle **Figure 19**, **20** e **21**. Tutte le mappe qui riportate, sia per quanto riguarda la distribuzione dell'agitazione ondosa che della corrente, sono state fornite da Technital via mail in allegato [6].

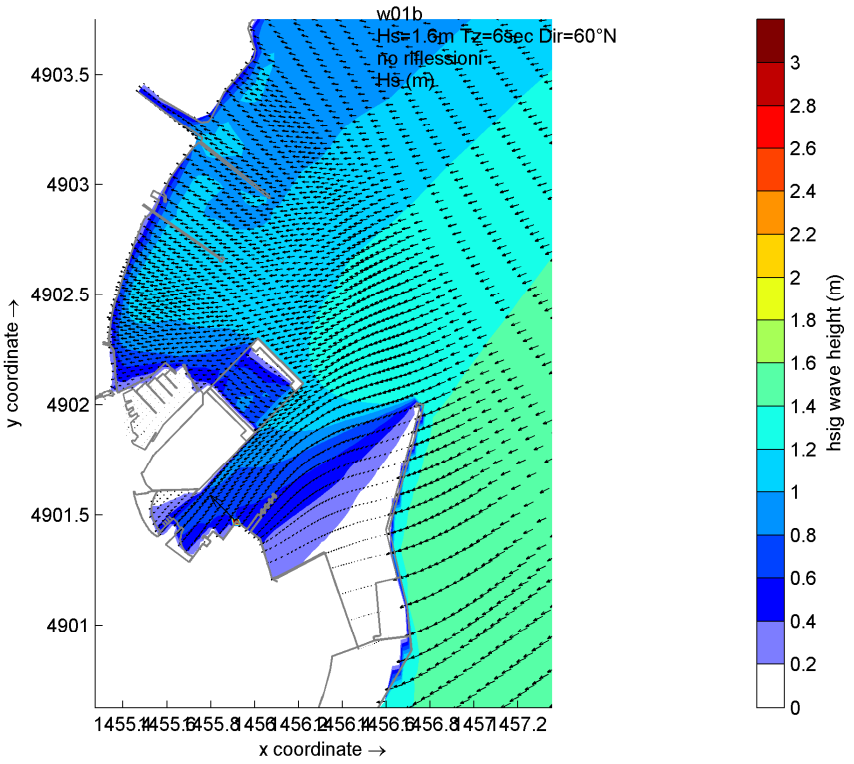


Figura 15 – LAYOUT FINALE - Mappa dell'agitazione ondosa nel caso Hs = 1.6 m dir 60 [6]

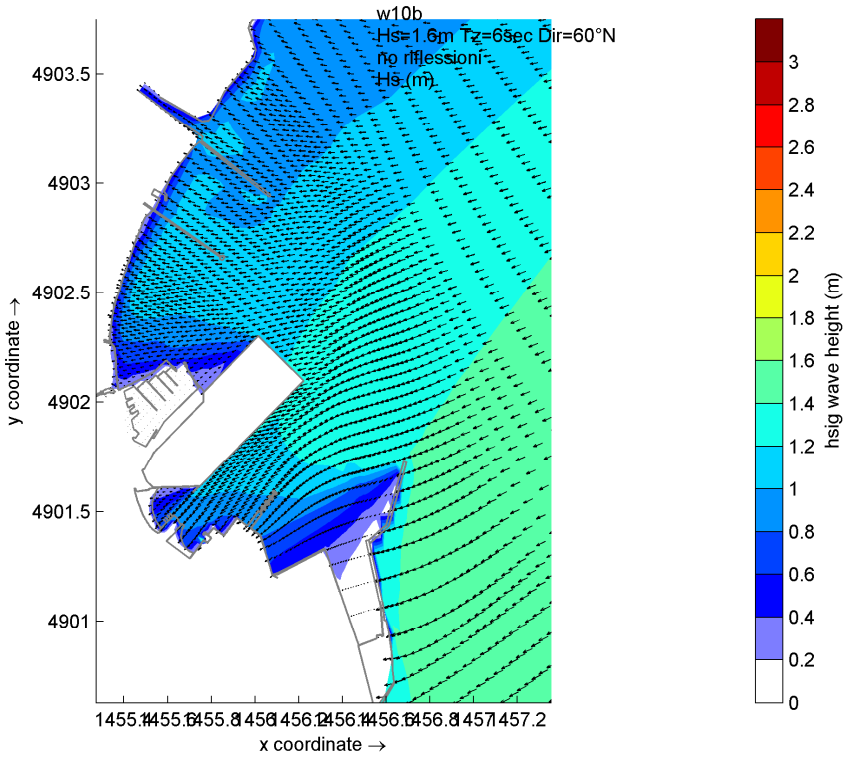


Figura 16 – LAYOUT DI PRIMA FASE - Mappa dell'agitazione ondosa nel caso Hs = 1.6 m dir 60 [6]

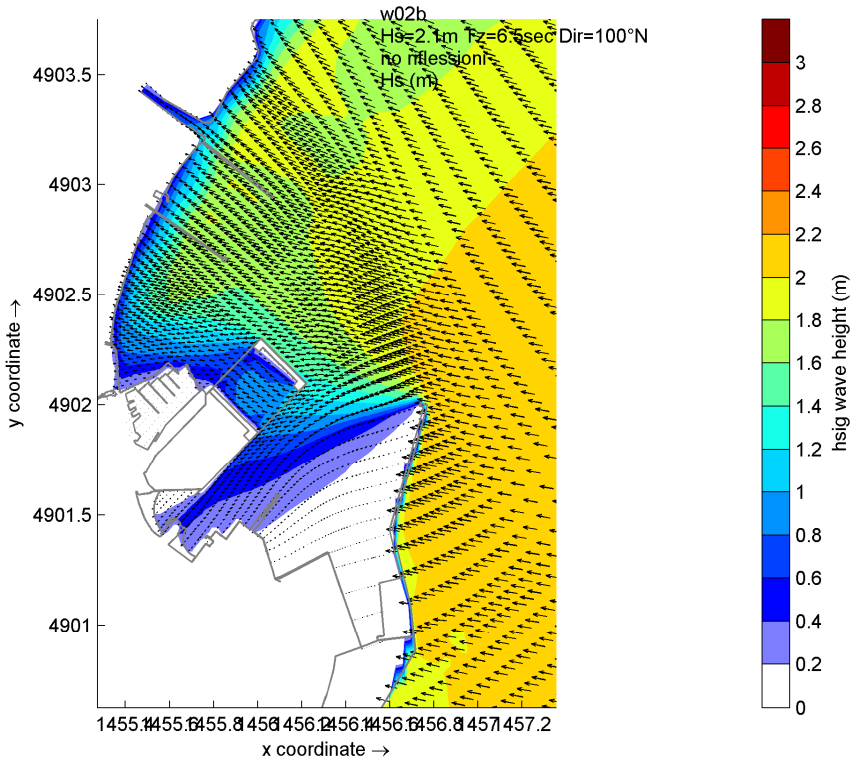


Figura 17 – LAYOUT FINALE - Mappa dell'agitazione ondosa nel caso Hs = 2.1 m dir 100 [6]

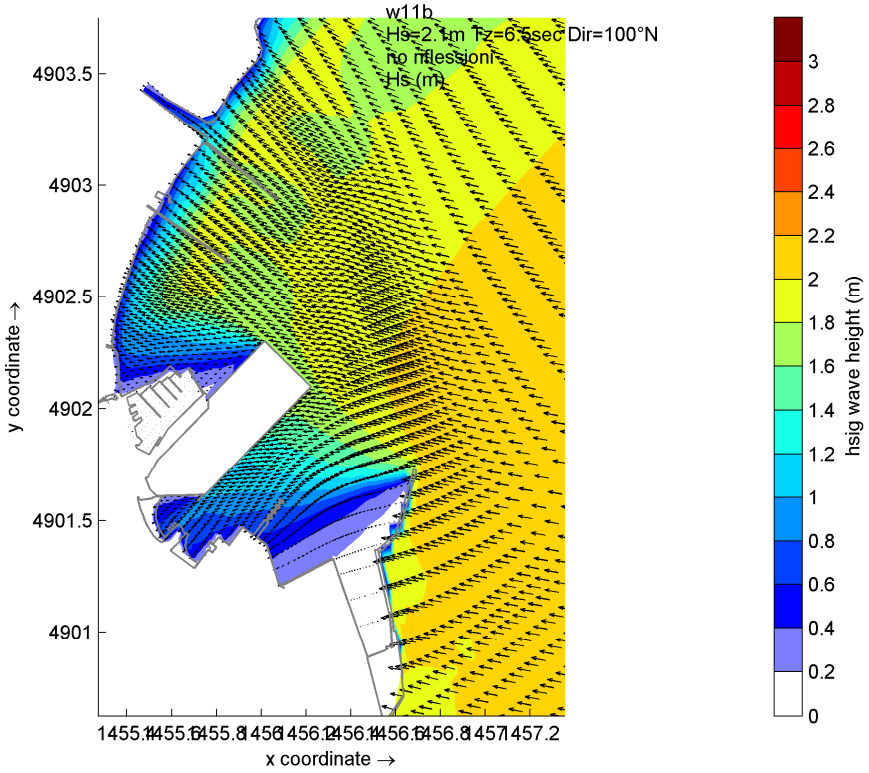


Figura 18 – LAYOUT DI PRIMA FASE - Mappa dell'agitazione ondosa nel caso Hs = 2.1 m dir 100 [6]

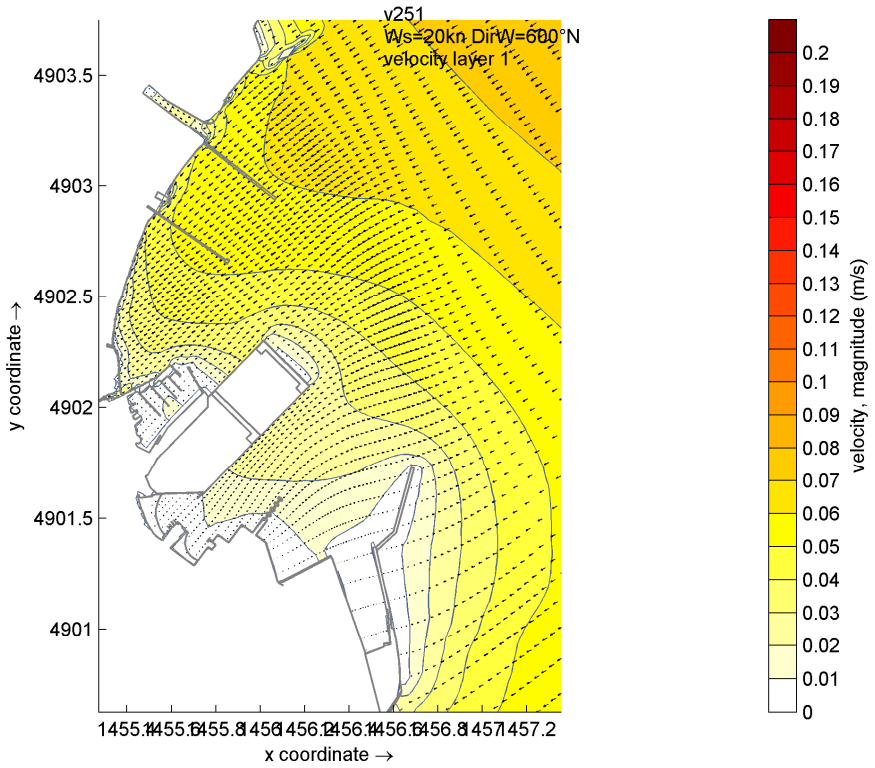


Figura 19 – LAYOUT FINALE/PRIMA FASE - Mappa della corrente nel caso vento 20 kn dir 60 [6]

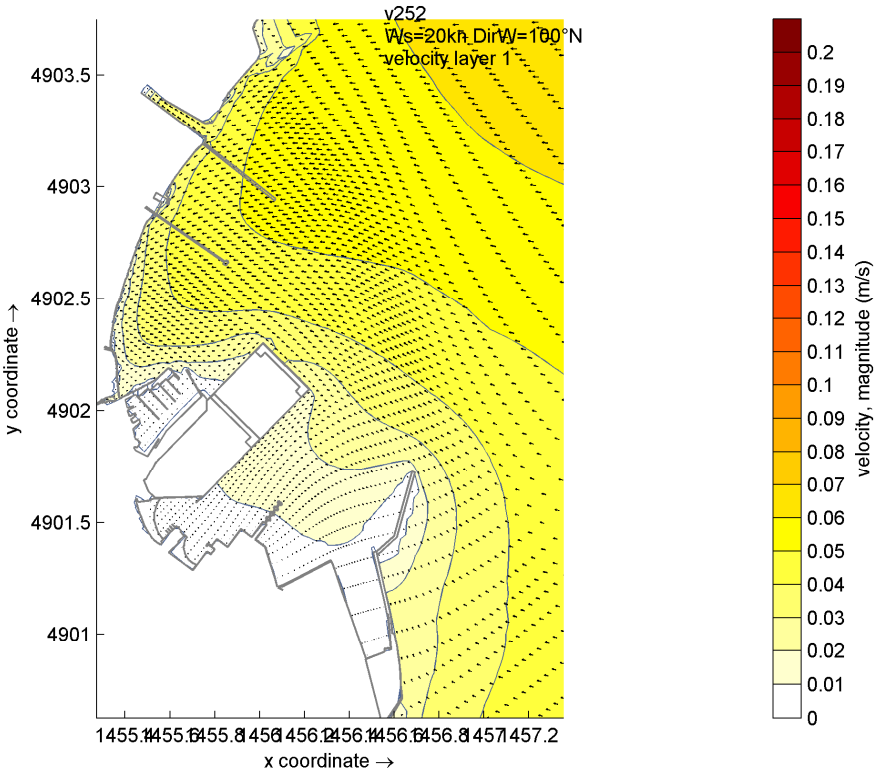


Figura 20 – LAYOUT FINALE/PRIMA FASE - Mappa della corrente nel caso vento 20 kn dir 100 [6]

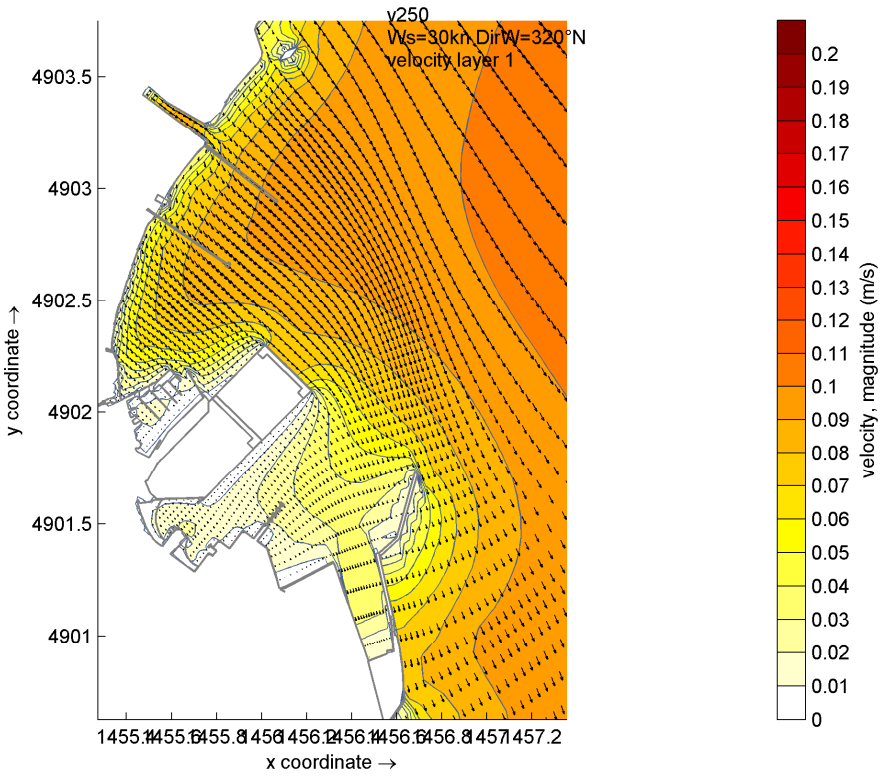


Figura 21 – – LAYOUT FINALE/PRIMA FASE - Mappa della corrente nel caso vento 30 kn dir 320 [6]

In particolare si rileva che, *nel caso di layout di diga di prima fase*, l'agitazione ondosa residua nei pressi dell'accosto A, ma anche dell'accosto B in minor misura, è tale da superare il limite di circa 1 m oltre il quale l'operatività dei rimorchiatori non è più garantita. Pertanto, in tali casi l'utilizzo dei rimorchiatori non è consentito neppure in simulazione e la manovra, sia in ingresso che in uscita, può essere effettuata, come nella realtà, solo a patto di avere un'intensità del vento inferiore a quella che genera onde superiore al suddetto limite operativo. Si precisa infine che tale limite non è connesso alla taglia dei rimorchiatori e che, anzi, maggiori sono le dimensioni (in relazione al tiro massimo), più problematica è la gestione del cavo teso in presenza di moto ondoso.

Il set finale delle *condizioni meteomarine* (direzioni ed intensità di vento, mare e corrente) scelte per le simulazioni verrà illustrato più diffusamente nel **Capitolo 5** di questa relazione tecnica.

4. DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI

Nel seguito vengono illustrate le caratteristiche principali delle *due navi simulate* e dei rimorchiatori considerati eventualmente in assistenza.

Le "Pilot Card", *contenenti tutte le informazioni relative alle caratteristiche manovriere delle navi ed il loro comportamento dinamico*, ovvero la tempistica e le modalità di reazione ai comandi impartiti, sono state presentate al Pilota prima dell'esecuzione delle manovre.
Per la loro consultazione si rimanda agli *ALLEGATI elettronici* del presente rapporto tecnico.

Il *modello manovriero di ciascuna nave* (una nave portacontainer da 15000 TEU ed una bulk carrier del tipo mini-capesize, entrambe monoelica e, nel solo caso della portacontainer, dotate di thruster di manovra), è stato definito inizialmente accedendo al database dei dati reali misurati da CETENA su unità della tipologia più simile a quella richiesta dal Cliente per l'esecuzione dello studio e poi, nel caso della portacontainer, facendo riferimento alla documentazione fornita tramite i Progettisti relativamente sia alle caratteristiche macroscopiche di manovrabilità sia alla legge di funzionamento dei comandi impartiti della nave reale (cfr. [7] e [8])*. La caratterizzazione delle unità in simulazione è stata poi verificata positivamente da tutti i Piloti* che si sono alternati nello svolgimento del lavoro. I modelli di nave che sono stati realizzati (in tutto tre, due per la nave portacontainer nelle rispettive condizioni di carico allibata e a pieno carico, ed uno per la bulk carrier) sono stati considerati come rispondenti alle aspettative, cioè del tutto simili all'esperienza reale, anche dal punto di vista del comportamento dello scarroccio sotto l'effetto dell'azione del vento al traverso.

Per quanto riguarda *l'utilizzo dei rimorchiatori*, utilizzati al massimo in numero di tre e di caratteristiche pari a quelle dei rimorchiatori attualmente in uso nel Porto di Vado Ligure (40 – 45 t di tiro massimo, a propulsione azimutale) è stato effettuato secondo le indicazioni del Pilota al comando di volta in volta, ovvero, come avviene in realtà, valutando il numero da impiegare, impartendo la percentuale di potenza di tiro o spinta da applicare, e stabilendo la posizione rispetto alla nave nelle varie fasi della manovra.

E' importante rilevare anche che, in alcune manovre di arrivo o partenza della nave portacontainer in presenza di vento e mare, principalmente nel layout di prima fase, a rigore in presenza di onda superiore a 1 m di altezza il rimorchiatore non è più operativo col cavo. Sono state esplorate in questo caso anche condizioni meteo alternative, come ad esempio un'intensità di vento proveniente dai settori occidentali pari a 15 nodi anziché 20 nodi, verificando la possibilità di manovrare in assenza di rimorchiatori e quindi con il solo uso dei thruster.
Per il dettaglio di tutte le caratteristiche delle manovre eseguite si rimanda al **Capitolo 6** di questo rapporto.

4.1 Caratteristiche principali della nave portacontainer, L=398 m

Le caratteristiche principali della nave portacontainer da 15000 TEU (LOA= 398 m) sono state riassunte in **Tabella 1** [7,8]. Sono state considerate le due condizioni di carico corrispondenti alle immersioni di calcolo T=13.75 m ("*allibata*" e con container vuoti) e T=16 m ("*a pieno carico*").



Ship main data		
Service speed	25	knots
Length between perpendiculars	376	m
Length over all	398	m
Beam	56.4	m
Draught	**13.75**	m
Displacement	183885	t
Frontal wind area	2871	m^2
Lateral wind area	14346	m^2
Draught	**16.0**	m
Displacement	218788	t
Frontal wind area	2745	m^2
Lateral wind area	13500	m^2
Propeller data		
Propeller number	1 FPP	
Blades number	6	
Diameter	9.6	m
Propeller revolutions	105	RPM
Engine data		
Engine power	82000	KW
Transverse thrusters		
Bow thrusters	2 x 1750	KW
Stern thrusters	2 x 1750	KW

Tabella 1 – Caratteristiche principali della Nave Portacontainer [7,8]

4.2 Caratteristiche principali della nave bulk carrier, L=255 m

Le caratteristiche principali della nave bulk carrier del tipo mini-capesize (LOA= 255 m), sono state riassunte in **Tabella 2**. Non ci sono bow o stern thrusters.



Ship main data		
Service speed	16	knots
Length between perpendiculars	250	m
Length over all	255	m
Beam	43	m
Draught	13	m
Displacement	130000	t
Frontal wind area	1070	m^2
Lateral wind area	3950	m^2
Propeller data		
Propeller number	1 FPP	
Blades number	6	
Diameter	7	m
Propeller revolutions	100	RPM
Engine data		
Engine power	16500	KW
Transverse thrusters		
Bow thrusters	-	KW
Stern thrusters	-	KW

Tabella 2 – Caratteristiche principali della nave bulk carrier

4.3 Caratteristiche principali dei rimorchiatori

Per l'esecuzione di questo studio, su indicazione del Capo Pilota del Porto Guarino, si è deciso di prendere in considerazione le caratteristiche nominali di tiro massimo di una squadra composta da quattro rimorchiatori, di caratteristiche e numero pari a quelle attualmente in dotazione nel Porto, considerati mediamente da 40-45 t circa di tiro massimo.
Di volta in volta è stato scelto di adoperare il numero di rimorchiatori (e di conseguenza il loro posizionamento) che, a giudizio dei Piloti, si rende necessario per poter manovrare in sicurezza con la nave nelle condizioni meteomarine severe prese in considerazione in simulazione.
I rimorchiatori infatti sono stati utilizzati in coppia e anche fino a tutti e tre insieme. Per fare qualche esempio, nel caso di nave bulk in arrivo, è stato sempre adoperato un rimorchiatore con il cavo in tiro a poppa, uno a prora ed un altro a spingere sulla murata di dritta; oppure, nel caso di disormeggio della nave portacontainer con il vento di 30 nodi al traverso sulla nave banchina, ne sono stati impiegati due a spingere sulle murate di dritta della nave, per contenere il moto di deriva generato dal vento.

Le caratteristiche principali dei rimorchiatori azimutali considerati nel modello in simulazione (mediamente da 45 t di tiro massimo) sono state riassunte in **Tabella 3**. La lunghezza del cavo considerata è di 30 m.

Rimorchiatori azimutali da 45 t	
	
Lunghezza Fuori Tutto	30.0 m
Larghezza	12.0 m
Propulsione	azimutale
Tiro (Bollard Pull)	45 t

Tabella 3 – Caratteristiche principali del rimorchiatore da 45 t

Va tenuto presente anche che la sopraelevazione ondosa considerata in queste simulazioni, in certi casi, anche dentro al porto, superiore al metro di altezza significativa, in realtà non permette ai rimorchiatori portuali di operare in assistenza, se non quando si trovano in acque protette:

quindi, in base a quanto si è visto nelle mappe di agitazione ondosa del **Par. 3.2**, prevalentemente solo nella configurazione finale della diga, almeno relativamente agli accosti A e B.

Questo fattore è stato propriamente tenuto in conto durante le simulazioni, attuando nel modo opportuno l'azione di ausilio dei rimorchiatori con l'obiettivo di riprodurne le condizioni reali di esercizio. Per questo motivo *i rimorchiatori, pur essendo stati presi per comodità anche al di fuori dell'area di manovra, sono stati fatti lavorare solo quando la nave si trova in prossimità o all'interno del bacino Portuale*.

E' da notare che, laddove il rimorchiatore in talune manovre ha lavorato in condizioni di moto ondoso formato e superiore a 1 m, ciò è stato fatto unicamente quando la sua posizione è ridossata, ovvero quando le dimensioni della nave (portacontainer) permettono una certa schermatura del moto ondoso, e quindi di operare attivamente col cavo.

Per la rappresentazione al simulatore dei rimorchiatori, azionati tramite un touch screen dedicato sulla parte destra della plancia del SAND, si tenga presente che è possibile gestirne sia la posizione attorno alla nave, che la percentuale di potenza erogata in tiro o in spinta, variata in tempo reale in base alle indicazioni del Pilota al comando dell'unità navale simulata.

A titolo di esempio si veda anche la seguente **Figura 22**, dove è illustrata la vista 3D dalla plancia virtuale del VISLAB del CETENA, durante la simulazione della nave bulk carrier in *uscita di emergenza* dal porto, con un rimorchiatore in ausilio in spinta sulla prua e vento da 100°N.



Figura 22 – Nave bulk carrier in manovra di *uscita di emergenza* dall'accosto C, assistita da un rimorchiatore in spinta a prora, visibile nello scenario 3D. Sullo sfondo è visibile la sagoma di una nave portacontainer.

5. CONDIZIONI METEOMARINE

Le condizioni meteomarine scelte per le simulazioni sono basate sulle indicazioni fornite a CETENA dal Cliente [5,6].

In particolare, sono state individuate dai Progettisti *tre diverse condizioni di riferimento* (60°N, 100°N, 320°N), caratterizzate da due velocità del vento (rispettivamente 20 nodi per i venti dai quadranti occidentali e 30 nodi per il vento da terra, simulati con raffica), e due valori di altezza d'onda significativa (Hs) al largo ed interna al porto, corrispondenti alle direzioni di provenienza da 60°N e 100°N. La corrente, analogamente all'agitazione ondosa, è stata ricavata dai modelli di calcolo di Technital e implementata nei file di scenario del simulatore.

Le condizioni meteomarine adottate per entrambi i layout del nuovo PRP di Vado Ligure (configurazione finale della diga e parziale di prima fase) sono state sintetizzate nella seguente **Tabella 4**:

CONDIZIONI METEOMARINE PER IL NUOVO PORTO DI VADO LIGURE			
DIREZIONI VENTO E MARE	**SCENARIO**	**CARATTERISTICHE VENTO E MARE**	
W (60°N) – ~**Grecale + Mare**	frequente	Vento	20 kn
		Onda	Hs=1.6 m, Tp= 6.0 s, da 60°N → con smorzamento interno trascurabile, calcolato ([5,6])
SW (100°N) – ~**Levante + Mare**	frequente	Vento	20 kn
		Onda	Hs=2.1 m, Tp= 6.5 s, da 100°N → con smorzamento interno calcolato ([5,6])
NW (320°N) – ~**Maestrale + Mare** *(swell)*	frequente	Vento	30 kn
		Onda	Hs=1.6 m, Tp= 6.0 s, da 60°N → con smorzamento interno calcolato ([5,6])

Tabella 4 – Condizioni meteomarine considerate per le simulazioni [5,6]

Come già anticipato in precedenza, per ciascuna delle condizioni sopraelencate sono stati elaborati da Technital i valori di *penetrazione ondosa* e *corrente* entro le opere di difesa portuale nella geometria dei due layout di diga (di prima fase e finale) per il PRP [5].

I valori di *smorzamento ondoso* e *corrente* (cfr. **Figure 15÷21**) sono stati poi implementati da CETENA nel simulatore all'interno delle mappe del porto, associandoli a ciascuno dei casi presentati in **Tabella 4**.

Durante le simulazioni sono stati eseguiti comunque dei test (solo layout diga finale) senza la presenza di vento e mare. *La condizione di calma assoluta*, che in **Tabella 4** non compare, infatti è stata adoperata unicamente per la valutazione iniziale degli spazi a disposizione e per poter studiare, in assenza di agenti meteomarini, la tecnica di manovra da adottare.
Come si può vedere in **Tabella 4**, le intensità del vento considerate rappresentano delle condizioni operative che dal punto di vista della probabilità di occorrenza risultano essere "scenari frequenti" (cioè dell'ordine di qualche giorno all'anno). Tuttavia va precisato che in presenza di queste combinazioni di vento e mare il grado di difficoltà è molto elevato, e ciò implica che la fattibilità delle manovre in sicurezza sia, nella realtà, da valutare di volta in volta.
Pertanto, i valori di **Tabella 4** sono stati utilizzati al fine di verificare in un ambiente virtuale l'operatività di ciascuna banchina, in relazione alla tipologia di unità navale (bulk carrier o portacontainer di grandi dimensioni) ed alla dotazione di rimorchiatori (per ipotesi conservativa, quelli attuali). La diversa conformazione delle opere portuali (diga di sopraflutto) nei due layout in qualche caso, come verrà spiegato in dettaglio nel seguito, ha determinato la non fattibilità della manovra da simulare, come nella realtà, proprio a causa dell'onda troppo elevata.

6. CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE

Definiti i singoli aspetti delle simulazioni (schematizzazione dei layout portuali, fondale, unità navali, condizioni meteomarine) CETENA ha concordato con il Cliente una tabella di manovre da eseguire durante la sessione di **prove ufficiali svoltesi dal 21 al 25 Luglio 2014**.

I principali aspetti delle simulazioni eseguite sono stati discussi fra i presenti già durante i momenti di pausa fra un gruppo di simulazioni e l'altro, e di volta in volta *condivisi col Cliente* al termine delle varie giornate di prova (cfr. "**Minute**" contenute negli **ALLEGATI elettronici**). In questo modo è stato possibile fissare man mano i risultati ottenuti e validare le osservazioni che scaturivano sull'esito dello studio. L'insieme di queste osservazioni è riportato accuratamente nelle **Conclusioni** al termine di questo rapporto (v. **Capitolo 7**).

6.1 Elenco e caratteristiche delle manovre scelte per le simulazioni

E' stato concordato un set di 28 simulazioni di manovra, studiando la manovra portuale delle due unità navali prese in considerazione al variare delle condizioni meteomarine e dell'accosto in banchina (A, B oppure C).
Come accennato in precedenza, il lavoro è stato svolto in accordo col Cliente avvalendosi del pilotaggio del Capo Pilota (Guarino), coadiuvato dai colleghi del Corpo Piloti di Savona e da un esperto esecutore messo a disposizione dal CETENA (Bozzo), e dal personale CETENA (Notaro, Peverero). (Cfr. "**Minute**" contenute negli **ALLEGATI elettronici**).
Nella **Tabella 5** presentata di seguito sono elencate in dettaglio le prove che si è deciso di eseguire al simulatore per lo svolgimento dello studio comparativo fra i due layout di diga finale e in configurazione di prima fase, relativamente al nuovo PRP del Porto di Vado Ligure.
Le due navi prese in considerazione sono indicate come "Emma" per quanto riguarda la nave portacontainer, in quanto si è fatto riferimento alla M/S Emma Maersk come nave modello per lo studio in oggetto, variando l'accosto di destinazione in base alla condizione di carico della nave, ovvero A per la nave allibata a 13.75 m e B per la nave a pieno carico a 16 m. Per quanto riguarda invece la nave bulk carrier, l'indicazione utilizzata è genericamente "Bulk", unicamente nell'accosto C.
Come si può notare in **Tabella 5**, le manovre 14, 15, 16 e 17 per la portacontainer, così come le 25, 26, 27 e 28 per la bulk carrier, ovvero quelle in configurazione di diga di prima fase, sono state lasciate da definire in base alla condizione risultata peggiorativa nel caso corrispondente nella configurazione di diga finale.

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Programma iniziale della simulazioni da svolgere -											
ID Manovra	**Nave**	**T [m]**	**Accosto**	**Manovra**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Correnti**
						m	s	°N	kn	°N	°N
01	Emma	13.75	A	I	**Finale**	*calma assoluta*					
02	Emma	13.75	A	I		**1.6**	**6**	**60**	**30**	**320**	**320**
03	Emma	13.75	A	U		1.6	6	60	30	320	320
04	Emma	16	B	I		1.6	6	60	30	320	320
05	Emma	16	B	U		1.6	6	60	30	320	320
06	Emma	13.75	A	I		**1.6**	**6**	**60**	**20**	**60**	**60**
07	Emma	13.75	A	U		1.6	6	60	20	60	60
08	Emma	16	B	I		1.6	6	60	20	60	60
09	Emma	16	B	U		1.6	6	60	20	60	60
10	Emma	13.75	A	I		**2.1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**
11	Emma	13.75	A	U		2.1	6.5	100	20	100	100
12	Emma	16	B	I		2.1	6.5	100	20	100	100
13	Emma	16	B	U		2.1	6.5	100	20	100	100
14	Emma	13.75	A	I	**1ª Fase**	la peggiore tra 2, 6 e 10					
15	Emma	13.75	A	U		la peggiore tra 3, 7 e 11					
16	Emma	16	B	I		la peggiore tra 4, 8 e 12					
17	Emma	16	B	U		la peggiore tra 5, 9 e 13					
18	Bulk	13	C	I	**Finale**	*calma assoluta*					
19	Bulk	13	C	I		**1.6**	**6**	**60**	**30**	**320**	**320**
20	Bulk	13	C	U		1.6	6	60	30	320	320
21	Bulk	13	C	I		**1.6**	**6**	**60**	**20**	**60**	**60**
22	Bulk	13	C	U		1.6	6	60	20	60	60
23	Bulk	13	C	I		**2.1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**
24	Bulk	13	C	U		2.1	6.5	100	20	100	100
25	Bulk	13	C	I	**1ª Fase**	le due peggiori tra 19, 21, 23					
26	Bulk	13	C	I							
27	Bulk	13	C	U		le due peggiori tra 20, 22, 24					
28	Bulk	13	C	U							

Tabella 5 – Elenco delle 28 simulazioni concordate con il Cliente

6.2 Esecuzione delle simulazioni

Le simulazioni si sono svolte con il contributo del Comandante GUARINO coadiuvato dai colleghi del Corpo Piloti di Savona e da un esperto esecutore messo a disposizione dal CETENA (Bozzo), e dal personale CETENA (Cfr. "**Minute**" contenute negli **ALLEGATI elettronici**).

In particolare il Com. Guarino ed i vari colleghi Piloti si sono dedicati alternativamente a turno al comando o al pilotaggio della nave, presiedendo all'uso della macchina e del timone, dei thruster e dei rimorchiatori comandati dalla plancia del simulatore, assistiti dal Com. Bozzo. Tutte le manovre rimaste, come si è già detto, sono state eseguite nei giorni **dal 21 al 25 Luglio 2014**.

Ogni simulazione di *ingresso* in Porto si è svolta impostando la velocità d'avanzo iniziale della nave generalmente uguale a 2-4 nodi, come si è già detto in corrispondenza di un punto a un miglio scarso dall'imboccatura del porto (cfr. **Figura 13**). Ciò è stato fatto inizialmente per verificare la manovrabilità delle unità navali, nelle varie condizioni meteomarine prese in considerazione, nella nuova configurazione della diga (nei due casi) secondo il nuovo PRP. In seguito, verificata positivamente la fattibilità dell'avvicinamento da parte delle navi, il punto iniziale è stato preso più vicino alla testata della diga finale o dell'estremità del bacino evolutivo a diga parzialmente realizzata.

A partire da tale velocità il Comandante esecutore delle manovre è quindi stato in grado di regolare l'andatura della nave nelle fasi successive della simulazione, in cui viene impostata la manovra di evoluzione per arrivare all'ormeggio. In particolare si rileva che la manovra di evoluzione è stata verificata sia dentro al bacino evolutivo, sulla dritta o sulla sinistra a seconda della direzione di provenienza del vento incidente, che fuori dal Porto nello specchio acqueo di fronte alla testata della piattaforma multifunzionale. In particolare nel layout di diga finale, è preferibile l'evoluzione nel bacino in quanto si è in posizione più riparata dal moto ondoso e i rimorchiatori sono operativi, fatto che non si verifica nel caso di layout di diga di prima fase.

Tutte le manovre di *ingresso* si sono concluse in prossimità dell'accosto,con nave pronta per essere assicurata agli ormeggi, e analogamente tutte le manovre di *uscita* sono iniziate da questa posizione e sono terminate a qualche lunghezza nave di distanza dall'imboccatura.

Come si è detto in precedenza le manovre si sono svolte con l'ausilio eventuale di uno o più rimorchiatori azimutali, in particolare si può affermare che, in sintesi, sono stati utilizzati 2/3 rimorchiatori in caso di ingresso oppure 2 in caso di uscita.

Le simulazioni di manovra, per quanto riguarda le manovre di ingresso, sono state considerate essersi concluse con esito positivo ("*manovra riuscita*") nel momento in cui il Pilota ha ritenuto che la posizione della nave arrivata di fronte alla banchina è in completa sicurezza e la sua dinamica è

totalmente sotto controllo, da parte sia delle macchine di bordo che dei rimorchiatori eventualmente presenti; così come, per quanto riguarda la manovra di uscita, essa è stata ritenuta conclusa positivamente quando ormai la nave è libera di navigare fuori dall'imboccatura del Porto, in acque cosiddette sicure.

Tutte le manovre sono state eseguite tramite pilotaggio manuale in tempo reale e sono presentate nelle seguenti **Tabella 6** e **Tabella 7**. L'ordine di esecuzione effettivo durante le 5 giornate di prova non ha sempre seguito quello progressivo qui rappresentato per semplicità e chiarezza (Cfr. **ALLEGATI elettronici**).

A differenza della precedente **Tabella 5** relativa al programma concordato (28 manovre), la prossima **Tabella 6** riporta l'elenco delle prove effettivamente svolte (42 test), con qualche differenza rispetto a quanto inizialmente previsto. Inoltre sono state riportate sia le ripetizioni che l'esito finale di ciascuna prova (in estrema sintesi: riuscita/NON riuscita), suddividendo i test a seconda del layout in cui sono stati svolti ed evidenziando l'utilizzo o meno di rimorchiatori (denominati nella colonna corrispondente come "tugs", per brevità). Le eventuali ripetizioni di una stessa manovra inizialmente non riuscita, da ripetere per verifica in altra modalità, sono state identificate aggiungendo al numero il suffisso "_BIS" ad indicare la doppia esecuzione.
Nel caso invece in cui inizialmente la manovra fosse stata prevista solo come un ingresso, e poi sia stata ripetuta in uscita, si è aggiunto il suffisso "_U". Per quanto riguarda gli altri suffissi, si tratta anche in questo caso di manovre ripetute, rispetto a quella del numero corrispondente, nei seguenti casi: in presenza del Presidente dell'AP di Savona, suffisso "_APSV", nel corso dell'ultimo giorno (25 Luglio 2014); verificando la possibilità di evoluire nel bacino sulla sinistra, suffisso "EVO_SN"; ripetendo il test in oggetto, oltre che in configurazione di diga di prima fase, anche in configurazione di diga finale, suffisso "CFG_FINALE".

Come si è accennato in precedenza, *in merito all'esecuzione di alcune prove con nave portacontainer nel layout di diga di prima fase in accosto o disormeggio in presenza di agenti meteomarini impostati con vento dai quadranti orientali di 20 nodi di intensità, e relativa agitazione ondosa interna, si è verificata coi Piloti l'impossibilità di eseguire realmente la manovra a causa dell'altezza d'onda fuori dal Porto (Hs > 1 m): la manovra da simulare è risultata non fattibile e quindi sconsigliabile anche nella realtà.* In tutti questi i casi, come si può notare dal confronto fra le **Tabelle 5** e **6**, sono state considerate le corrispondenti manovre con condizioni di vento e mare mitigate, ed in particolare si sono verificati i limiti di fattibilità di accosto e disormeggio con il solo uso di macchine e thruster della nave.

Analogamente anche le manovre in testata di piattaforma su nave bulk carrier, da eseguirsi necessariamente solo con rimorchiatori in ausilio, sono state eseguite solo nelle condizioni meteo di effettiva fattibilità.

Si noti anche che al vento di terra (da 320°N), a cui era stata associata inizialmente una mareggiata residua (*swell)* da 60°N con Hs= 1.6 m, si è poi deciso di non associare più sopraelevazione ondosa in quanto, come rilevato dai Piloti e Capitaneria di Porto, essa si smorza nel giro di poco tempo, spianata dal vento forte. Nel caso invece di vento dai quadranti orientali, diminuito per la fattibilità di alcune manovre da 20 a 15 nodi, i Progettisti hanno consigliato di ipotizzare un'onda al largo "rappresentativa" di Hs= 1 m, che corrisponde all'onda limite per l'operatività dei rimorchiatori.

La **Tabella 7** infine, analoga alla **Tabella 6** precedente, è stata compilata infine riportando, oltre alle condimeteo ed al numero di rimorchiatori eventualmente utilizzati, anche la durata [mm ss], gli ingombri eventualmente presenti nell'area di manovra e la *sintesi dei commenti mesi in rilievo dai Piloti a seguito o durante l'esecuzione* (Com. Guarino e altri presenti). Come si può notare infatti, vi è qualche caso di manovre "non riuscite" a causa della potenza dei rimorchiatori complessivamente non sufficiente a contrastare l'azione del vento al traverso nella fase finale di accosto oppure al disormeggio, oppure per la non fattibilità reale della manovra a causa della formazione di onde anche entro al Porto, come spiegato in precedenza.

E' da rilevare anche che, *in generale, anche le manovre effettivamente portate a termine in condizioni di massimo utilizzo della potenza dei rimorchiatori e/o dei thruster sono da considerarsi in ogni caso al limite della fattibilità, indipendentemente dalla loro riuscita al simulatore. Eventuali avarie nel funzionamento degli organi di governo, così come rotture dei cavi dei rimorchiatori,* nei casi in cui siano stati quasi sempre utilizzati al massimo delle loro possibilità, *possono costituire elementi di pericolo da tenere in debito conto nel caso "reale"*.

Si precisa che le note di sintesi qui di seguito riportate sono da considerarsi unicamente come traccia per la comprensione dell'andamento di ciascuna manovra, che comunque andrebbe rivista assieme ai risultati forniti negli **Allegati**.

Per una visione completa del lavoro svolto, infatti, si rimanda ai risultati integrali messi a disposizione del Cliente, sia sotto forma di immagini delle traiettorie della nave e dei rimorchiatori eventualmente presenti, sia di filmati e storia temporale delle grandezze simulate (v. **APPENDICE B** e **Allegati**).

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Lista FINALE delle simulazioni svolte dal 21 al 25 Luglio 2014 -												
ID Manovra & Tipo (I/U)		**Nave**	**T [m]**	**Accosto**	**Esito**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Correnti**
							m	s	°N	kn	°N	°N
01	I	Emma	13.75	A	**Riuscita**	**Finale**	*calma assoluta*					
01_BIS	I	Emma	13.75	A	**Riuscita**		*calma assoluta*					
01_U	U	Emma	13.75	A	**Riuscita**		*calma assoluta*					
01_EVO_SN	I	Emma	13.75	A	**Riuscita**		*calma assoluta*					
02	I	Emma	13.75	A	**NON Riuscita**		**1.6**	**6**	**60**	**30**	**320**	**320**
02_BIS	I	Emma	13.75	A	**Riuscita**		1.6	6	60	30	320	320
03	U	Emma	13.75	A	**Riuscita**		1.6	6	60	30	320	320
04	I	Emma	16	B	**Riuscita al limite**		1.6	6	60	30	320	320
05	U	Emma	16	B	**Riuscita**		1.6	6	60	30	320	320
06	I	Emma	13.75	A	**Riuscita**		**1.6**	**6**	**60**	**20**	**60**	**60**
07	U	Emma	13.75	A	**Riuscita**		1.6	6	60	20	60	60
08	I	Emma	16	B	**Riuscita al limite**		**2.1**	**6.5**	**100**	**25**	**130**	**100**
09	U	Emma	16	B	**Riuscita al limite**		2.1	6.5	100	25	130	100
10	I	Emma	13.75	A	**NON Riuscita**		**2.1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**
10_BIS	I	Emma	13.75	A	**Riuscita**		2.1	6.5	100	20	100	100
10_APSV	I	Emma	13.75	B	**Riuscita**		2.1	6.5	100	20	100	100
11	U	Emma	13.75	A	**Riuscita**		2.1	6.5	100	20	100	100
12	I	Emma	16	B	**Riuscita**		2.1	6.5	100	20	100	100
13	U	Emma	16	B	**Riuscita**		2.1	6.5	100	20	100	100
14	I	Emma	13.75	A	***Riuscita***	**1ª Fase**	**2.1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**
14_BIS	I	Emma	13.75	A	**Riuscita**		**1**	6.5	100	**15**	100	100
15	U	Emma	13.75	A	**NON Riuscita**		**2.1**	**6.5**	**100**	**25**	**100**	**100**
15_BIS	U	Emma	13.75	A	**Riuscita**		**1**	6.5	100	**15**	100	100
16	I	Emma	13.75	A	**Riuscita**		**(1.6)**	**6**	**60**	**30**	**320**	**320**
17	U	Emma	13.75	A	**Riuscita**		(1.6)	6	60	30	320	320
18	I	Emma	16	B	**Riuscita**		**1**	6.5	100	**15**	100	100
19	U	Emma	16	B	**Riuscita al limite**		1	6.5	100	15	**130**	100

Tabella 6 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite dal 21 al 25 Luglio 2014 (inizio)

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Lista FINALE delle simulazioni svolte dal 21 al 25 Luglio 2014 -												
ID Manovra & Tipo (I/U)		**Nave**	**T [m]**	**Accosto**	**Esito**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Correnti**
							m	s	°N	kn	°N	°N
19_BIS	U	Emma	16	B	**NON Riuscita**	**1ª Fase**	**1**	**6.5**	**100**	**20**	**130**	**100**
20	U	Emma	13.75	A	**Riuscita**		**0**	**0**	**0**	**20**	**320**	**320**
20_BIS	U	Emma	13.75	A	**Riuscita**		0	0	0	**30**	**320**	**320**
21	U	Emma	16	B	**Riuscita**		0	0	0	30	**320**	**320**
22	I	Bulk	13	C	**Riuscita**	**Finale**	*calma assoluta*					
23	I	Bulk	13	C	**Riuscita**		**1.6**	**6**	**60**	**20**	**60**	**60**
24	U	Bulk	13	C	**Riuscita**		1.6	6	60	20	60	60
25	I	Bulk	13	C	**Riuscita**		**1**	**6.5**	**100**	**15**	**100**	**100**
26	U	Bulk	13	C	**Riuscita**		1	6.5	100	**20**	**100**	**100**
26_APSV	U	Bulk	13	C	**Riuscita**		1	6.5	100	20	100	100
27	I	Bulk	13	C	**Riuscita**		1	6	60	**15**	**320**	**320**
27_BIS	I	Bulk	13	C	**Riuscita**		**0**	**0**	**0**	**30**	**320**	**320**
27_U	U	Bulk	13	C	**Riuscita**		0	0	0	30	320	320
28_CFG_ FINALE	U	Bulk	13	C	**Riuscita**		**2.1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**
28	U	Bulk	13	C	**Riuscita**	**1ª Fase**	2.1	6.5	100	20	100	100

Tabella 6 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite dal 21 al 25 Luglio 2014

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Programma effettivamente svolto dal 21 al 25 Luglio 2014 – Esito & commenti											
ID Manovra - tempo [mm ss]	**TIPO - NAVE/ Accosto**	**Ingombri**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Corr.**	**Tugs**	**Esito & COMMENTI**
				m	s	°N	kn	°N	°N	#	
**01 [39'40''] **	I - Emma 13.75/ A	//	**Finale**	*calma assoluta*						//	**Riuscita**
**01_BIS [35'19''] **	I - Emma 13.75/ A	//		*calma assoluta*						//	**Riuscita**. Rip. anche con evoluzione nel bacino interno.
**01_U [05'32''] **	U - Emma 13.75/ A	//		*calma assoluta*						//	**Riuscita.**
**01_EVO_SN [30'25''] **	I - Emma 13.75/ A	//		*calma assoluta*						//	**Riuscita.** Rip. anche con evoluzione nel bacino interno (sulla SN).
**02 [56'11''] **	I - Emma 13.75/ A	//		**1.6**	**6**	**60**	**30**	**320**	**320**	3	**NON riuscita.** La potenza dei tugs è insufficiente ad accostare.
**02_BIS [23'18''] **	I - Emma 13.75/ A	//		1.6	6	60	30	320	320	3	**Riuscita.** Ripresa da con una tecnica diversa di manovra verso l'accosto, mettendo da subito tutti e tre i tugs a spingere, la manovra riesce.
**03 [07'57''] **	U - Emma 13.75/ A	//		1.6	6	60	30	320	320	2	**Riuscita.** L'utilizzo della potenza è stato più elevato del necessario. Si rileva la necessità di allargare di ad es. 15 m il dragaggio in corrisp.za dell'accosto A.

Tabella 7 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite e commenti (inizio)

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Programma effettivamente svolto dal 21 al 25 Luglio 2014 – Esito & commenti											
ID Manovra - tempo [mm ss]	**TIPO - NAVE/ Accosto**	**Ingombri**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Corr.**	**Tugs**	**Esito & COMMENTI**
				m	s	°N	kn	°N	°N	#	
**04 [37'37''] **	I - Emma 16/B	//	**Finale**	**1.6**	**6**	**60**	**30**	**320**	**320**	3	**Riuscita AL LIMITE (*).** La potenza di tugs e thruster è stata usata al massimo. In realtà l'agitazione ondosa sarebbe pressoché nulla.
**05 [08'00''] **	U - Emma 16/B	//		1.6	6	60	30	320	320	2	**Riuscita.**
**06 [38'12''] **	I - Emma 13.75/ A	//		**1.6**	**6**	**60**	**20**	**60**	**60**	1	**Riuscita.**
**07 [14'11''] **	U - Emma 13.75/ A	//		1.6	6	60	20	60	60	0	**Riuscita.** Solo utilizzo dei thruster.
**08 [37'14''] **	I - Emma 16/B	//		**2.1**	**6.5**	**100**	**25**	**130**	**100**	2	**Riuscita AL LIMITE (*).** Evoluzione nel bacino visto che la diga è in cfg finale.
**09 [11'59''] **	U - Emma 16/B	//		2.1	6.5	100	25	130	100	2	**Riuscita AL LIMITE (*).**
**10 [33'39''] **	I - Emma 13.75/ A	//		2.1	6.5	100	**20**	**100**	**100**	1	**NON riuscita** (con un solo tug in ausilio).
**10_BIS [02'24''] **	I - Emma 13.75/ A	//		2.1	6.5	100	20	100	100	2	**Riuscita.** (Ripresa da inizio MAD vicino testata piattaforma) Utilizzati 2 tugs.
**10_APS V [28'12''] **	I - Emma 13.75/ **B**	//		2.1	6.5	100	20	100	100	2	**Riuscita.** (In accosto B invece che A)

Tabella 7 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite e commenti (continuazione)

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Programma effettivamente svolto dal 21 al 25 Luglio 2014 – Esito & commenti											
ID Manovra - tempo [mm ss]	**TIPO - NAVE/ Accosto**	**Ingombri**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Corr.**	**Tugs**	**Esito & COMMENTI**
				m	s	°N	kn	°N	°N	#	
**11 [11'11''] **	U - Emma 13.75/ A	//	**Finale**	**2.1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**	2	**Riuscita.**
**12 [26'31''] **	I - Emma 16/B	//		2.1	6.5	100	20	100	100	2	**Riuscita.**
**13 [12'56''] **	U - Emma 16/B	//		2.1	6.5	100	20	100	100	2	**Riuscita.**
14	I - Emma 13.75/ A	//	**1ª Fase**	**2.1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**	2	**"Riuscita" MA l'utilizzo dei rimorchiatori NON sarebbe realistico con questa cfg. di diga!!!!** Si decide di ripeterla senza.
14_BIS	I - Emma 13.75/ A	//		**1**	6.5	100	**15**	100	100	//	**Riuscita.** Utilizzo solo thruster con 15 kn di vento (limite).
**15 [14'03''] **	U - Emma 13.75/ A	//		**2.1**	**6.5**	**100**	**25**	**100**	**100**	2	**NON Riuscita.** L'impossibilità di utilizzare effettivamente i tugs a causa dell'onda costringe ad un utilizzo prolungato di macchina e timone avanzando accanto alla banchina. E' una condizione non accettabile, con questo vento la manovra non è fattibile. Si ripete nelle condizioni della M14_BIS.
**15_BIS [11'50''] **	U - Emma 13.75/ A	//		**1**	6.5	100	**15**	100	100	//	**Riuscita.** Utilizzo solo thruster con 15 kn di vento (limite).

Tabella 7 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite e commenti (continuazione)

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Programma effettivamente svolto dal 21 al 25 Luglio 2014 – Esito & commenti											
ID Manovra - tempo [mm ss]	**TIPO - NAVE/ Accosto**	**Ingombri**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Corr.**	**Tugs**	**Esito & COMMENTI**
				m	s	°N	kn	°N	°N	#	
16	I - Emma 13.75/ A	//		**(1.6)**	**6**	**60**	**30**	**320**	**320**	3	**Riuscita.** (Utilizzo dei 3 tugs a spingere verso banchina qui è reso possibile dall'assenza di mare formato. Lo *swell* da 60°N infatti normalmente si annulla nel giro di poco tempo.)
**17 [10'49''] **	U - Emma 13.75/ A	//		(1.6)	6	60	30	320	320	2	**Riuscita.**
**18 [35'49''] **	I - Emma 16/B	//	**1ª Fase**	**1**	**6.5**	**100**	**15**	**100**	**100**	//	**Riuscita.** Le condimeteo utilizzate sono quelle compatibili con la manovra senza rimorchiatori in relazione all'intensità del vento (e relativo mare). Evoluzione nel bacino.
**19 [01'48''] **	U - Emma 16/B	//		1	6.5	100	15	**130**	100	//	**Riuscita AL LIMITE.** Anche con tutti i thruster al massimo il distacco c'è ma è lentissimo con questa entità di vento (130°N)

Tabella 7 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite e commenti (continuazione)

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Programma effettivamente svolto dal 21 al 25 Luglio 2014 – Esito & commenti											
ID **Manovra - tempo [mm ss]**	**TIPO - NAVE/ Accosto**	**Ingombri**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Corr.**	**Tugs**	**Esito & COMMENTI**
				m	s	°N	kn	°N	°N	#	
19_BIS **[02'07''] **	U - Emma 16/B	//		1	6.5	100	**20**	**130**	100	//	**NON Riuscita.** Si verifica ulteriormente che col vento al traverso (130°N) *il limite massimo per disormeggiare coi soli thruster è intorno ai 15 kn.*
20 **[07'07''] **	U - Emma 13.75/ A	//	**1ª Fase**	**0**	**0**	**0**	**20**	**320**	**320**	//	**Riuscita.** In questa manovra NON si considera lo swell (più realistico) ma il solo vento da terra, e viene verificato che *è possibile disormeggiare senza tugs e coi soli thruster a 20 kn.* Si decide di verificare anche i 30 kn nella M20_BIS.
20_BIS **[06'39''] **	U - Emma 13.75/ A	//		**0**	**0**	**0**	**30**	**320**	**320**	//	**Riuscita.** E' quindi *possibile disormeggiare senza tugs e coi soli thruster fino a 30 kn di vento da terra.*
21 **[04'43''] **	U - Emma 16/B	//		**0**	**0**	**0**	**30**	**320**	**320**	//	**Riuscita.** Anche con nave a pieno carico si conferma la possibilità di *disormeggiare senza tugs e coi soli thruster fino a 30 kn di vento da terra.*

Tabella 7 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite e commenti (continuazione)

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Programma effettivamente svolto dal 21 al 25 Luglio 2014 – Esito & commenti											
ID Manovra - tempo [mm ss]	**TIPO - NAVE/ Accosto**	**Ingombri**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Corr.**	**Tugs**	**Esito & COMMENTI**
				m	s	°N	kn	°N	°N	#	
22 **[33'30''] **	I – Bulk/C	Nave al pontile petroli	**Finale**	*calma assoluta*						3	**Riuscita.** I tre rimorchiatori sono disposti col cavo uno a poppa, l'altro a prora ed il terso a spingere sulla murata di dritta.
23 **[19'32''] **	I – Bulk/C	Nave al pontile petroli		**1.6**	**6**	**60**	**20**	**60**	**60**	3	**Riuscita.** Ma con questa altezza d'onda potrebbero esserci difficoltà ad operare coi tugs.
24 **[12'32''] **	U – Bulk/C	Nave al pontile petroli		1.6	6	60	20	60	60	2	**Riuscita.** In uscita i tugs sono due e sono posizionati col cavo uno a poppa e l'altro a prua. Anche in questo caso l'onda per loro potrebbe costituire un problema.
25 **[24'40''] **	I – Bulk/C	Nave al pontile petroli		**1**	**6.5**	**100**	**15**	**100**	**100**	3	**Riuscita.** Con questa intensità di vento l'onda è più bassa (ca 1 m) e l'operatività dei tugs è garantita.
26 **[17'08''] **	U – Bulk/C	Nave al pontile petroli		**1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**	2	**Riuscita.** Nel tempo in cui anche con qs intensità di vento l'onda è ancora bassa (ca 1 m) in uscita si può operare coi tugs.

Tabella 7 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite e commenti (continuazione)

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Programma effettivamente svolto dal 21 al 25 Luglio 2014 – Esito & commenti											
ID Manovra - tempo [mm ss]	**TIPO - NAVE/ Accosto**	**Ingombri**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Corr.**	**Tugs**	**Esito & COMMENTI**
				m	s	°N	kn	°N	°N	#	
**26_APS V [09'40''] **	U – Bulk/C	Nave al pontile petroli	**Finale**	**1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**	2	**Riuscita.** (Ripetizione in presenza di AP di Savona e Terminal Rinfuse Italia)
**27 [22'37''] **	I – Bulk/C	Nave al pontile petroli		**1**	**6.0**	**60**	**15**	**320**	**320**	3	**Riuscita.** (Con vento da terra di 15 Kn si considera ancora l'onda di swell da 60°N di 1 m a titolo indicativo: riguarda solo i tugs che comunque possono ancora operare)
**27_BIS [19'10''] **	I – Bulk/C	Nave al pontile petroli		**0**	**0**	**0**	**30**	**320**	**320**	3	**Riuscita.** (Rip. M27 con onda nulla se vento da terra di 30 nodi)
**27_U [10'43''] **	U – Bulk/C	Nave al pontile petroli		0	0	0	30	320	320	2	**Riuscita.** (Uscita come M27_BIS)
**28_CFG_ FINALE [11'01''] **	U – Bulk/C manovra di emergenza	Nave al pontile petroli e vecchia diga in pos.ne attuale		**2.1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**	1	**Riuscita.** In caso di rottura degli ormeggi, la nave effettua una manovra di emergenza: utilizzando macchina e timone, sfila di poppa strisciando sui parabordi con un rimorchiatore pronto a spingere sulla murata di sn a poppa.

Tabella 7 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite (continuazione)

Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Vado Ligure Confronto fra diga di prima fase e finale, accosti terminal container e rinfuse - Programma effettivamente svolto dal 21 al 25 Luglio 2014 – Esito & commenti											
ID Manovra - tempo [mm ss]	**TIPO - NAVE/ Accosto**	**Ingombri**	**Cfg Diga**	**Hs**	**Tz**	**Dir wave**	**WIND speed**	**Dir Wind**	**Corr.**	**Tugs**	**Esito & COMMENTI**
				m	s	°N	kn	°N	°N	#	
28 **[17'55''] **	U – Bulk/C manovra di emergenza	Nave al pontile petroli e vecchia diga in pos.ne attuale	**1ª Fase**	**2.1**	**6.5**	**100**	**20**	**100**	**100**	1	**Riuscita.** Come M28 ma ripetuta in layout di diga di prima fase, sempre con la presenza indicativa dell'ingombro della diga attuale.

Tabella 7 – Elenco delle 42 simulazioni eseguite e commenti (fine).

6.3 Presentazione dei risultati delle simulazioni

I risultati completi delle simulazioni eseguite sono stati resi disponibili al Cliente in formato elettronico (v. **ALLEGATI**). Essi sono stati elaborati sotto forma di: immagini delle traiettorie, sia per la singola manovra che per inviluppi di più manovre; video di ogni test così come visualizzato sulla plancia 2D del SAND; storie temporali di tutte le grandezze simulate.

6.3.1 GRAFICI DELLE TRAIETTORIE DELLE SINGOLE MANOVRE

Tutte le traiettorie delle manovre eseguite al simulatore vengono presentate in **APPENDICE A** del presente rapporto le traiettorie seguite da ciascuna unità navale, nelle varie condizioni meteomarine (cfr. **Tabella 6**).

In generale su ogni immagine viene rappresentata la traiettoria seguita dalla nave durante la simulazione tramite la stampa ad intervalli di tempo regolari (60 s) della silhouette della nave, consentendo così di ricavare immediate informazioni circa la rotta seguita dalla stessa.

In sintesi, oltre alla traiettoria, su tali immagini sono quindi indicati:

- il Nord geografico, con sotto l'indicazione del tempo totale di svolgimento della manovra (n.b. contatore attivo solo nei video, v. **Allegati elettronici**);
- il layout portuale con la rappresentazione del bacino evolutivo (in rosa) e dei dragaggi di progetto (verde: -15 m; marrone: -17.25 m; giallo: -16.25 m);
- la silhouette della nave (in **nero**; eventualmente in **rosso** in caso di urto);
- l'indicazione della direzione di provenienza del vento (in **giallo**);
- la silhouette di ogni rimorchiatore presente (in **lilla**) e l'indicazione del vettore della spinta o del tiro (**freccia blu**);
- la silhouette degli ingombri eventualmente presenti nell'area di manovra (in grigio, la nave all'accosto presso il pontile petroli negli scenari 2D per le manovre della nave bulk e, in giallo, la posizione della diga attuale, da demolire, utilizzata in un caso come indicazione per valutare lo specchio acqueo che la nave occuperebbe in caso di manovra di uscita in emergenza, cfr. **M28/M28_CFG_FINALE**)

Per l'analisi particolareggiata di ciascuna traiettoria e della tecnica di manovra adottata, si rimanda agli **ALLEGATI elettronici** forniti assieme al presente rapporto tecnico (postprocessing avanzato dei risultati, dove sono stati inclusi *i filmati delle manovre ed i file delle storie temporali di tutte le grandezze simulate*, es. uso di macchine e timone, tiro dei rimorchiatori, ecc. ecc.).

L'**APPENDICE B** contiene infine una serie di fotografie che documentano alcuni momenti dello svolgimento delle simulazioni.

7. CONCLUSIONI

Questo studio ha esaminato le simulazioni di manovra in tempo reale svoltesi all'interno del layout del Porto di Vado Ligure per conto dell'Autorità Portuale di Savona, considerando la configurazione relativa alla nuova diga di sopraflutto (da realizzarsi secondo gli interventi infrastrutturali previsti in attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale) e quella di diga di "prima fase" (più corta di 300 m circa rispetto alla diga "finale").

Le due unità navali monoelica in simulazione, considerate in manovra sia di ingresso che di uscita, sono state le seguenti: una grande nave portacontainer (M/S Emma Maersk), avente dimensioni massime pari a 398 m di lunghezza e 56.4 m di larghezza, considerata in due condizioni di carico e quindi con due diverse immersioni (T=13.75 m e T= 16 m), e dotata di due thruster sia a prua che a poppa; una nave bulk carrier di tipo mini-capesize, avente dimensioni massime pari a 255 m di lunghezza e 43 m di larghezza, immersione T= 13 m e senza thruster. Nello studio è stata posta particolare attenzione alle fasi finali delle manovre di arrivo e partenza presso le banchine di ormeggio, progettate da Technital. I fondali in prossimità degli accosti, infatti, devono essere protetti (tramite appositi "*materassi*" riempiti di calcestruzzo) dall'erosione causata dalle correnti indotte dalla rotazione delle eliche delle navi in manovra, accentuata in funzione dell'angolo di timone applicato, che alla lunga può mettere in pericolo la stabilità della banchina stessa. Durante le prove è stata quindi verificata positivamente la possibilità di manovrare in prossimità della banchina di accosto mantenendo un regime di funzionamento del motore (e quindi un'andatura dell'elica) limitato ai bassi numeri di giri.

Le manovre si sono svolte anche con l'assistenza di rimorchiatori (a propulsione azimutale) fino ad un numero massimo di tre, considerati da 45 t di tiro massimo, corrispondenti a quelli attualmente in uso nel Porto di Vado Ligure, considerati operativi in presenza di onda non superiore a 1 m circa di altezza significativa.

Le prove si sono svolte tutte in presenza di agenti meteomarini, ad eccezione delle prove in calma assoluta utilizzate per tarare il modello da parte dei Piloti esecutori delle manovre. In particolare, è stato considerato vento proveniente dal I e IV quadrante con direzioni da 60°N, 100°N e 320°N e di intensità variabile tra i 15, 20 e 30 nodi di velocità. Si tratta di condizioni frequenti ovvero che si verificano nell'ordine di qualche giorno all'anno.

Le altezze d'onda (Hs, al largo) associate al vento sono state le seguenti, al variare della velocità e direzione del vento:

- *1.6 m nel caso di vento da terra (320°N) di 30 nodi di velocità, avente direzione da 60°N*. Si tratta in questo caso di un mare morto o "swell" che in realtà si azzera nel giro di poco

tempo in caso di vento di questa intensità pertanto, pur essendo stato inserito nello scenario meteomarino, in quasi tutti i casi non è stato considerato (Hs=0);

- *1.6 m nel caso di vento da 60°N di 20 nodi di velocità, avente direzione da 60°N.*
- *2.1 m nel caso di vento da 100-130°N di 20-25 nodi di velocità, avente direzione da 100°N.*
- *1 m nel caso di vento da 100-130°N di 15 nodi di velocità, avente direzione da 100°N.*

Di seguito vengono esposte le considerazioni conclusive emerse dallo svolgimento e dal successivo esame delle simulazioni di manovra, che sono state eseguite in una sessione di prove svoltesi nel corso delle cinque giornate dal **21 al 25 Luglio 2014**, avvalendosi del pilotaggio di vari Piloti esperti. In particolare, le manovre sono state eseguite in presenza del Capo dei Piloti del Porto di Savona (Com. V. Guarino), coadiuvato da altri colleghi del Corpo Piloti di Savona che si sono alternati nelle varie giornate, e da un altro esperto esecutore messo a disposizione da CETENA, ovvero dall'ex-Capo dei Piloti del Porto di Genova (Com. O. Bozzo).

Le conclusioni dello studio possono essere sintetizzate come segue, suddividendo i risultati ottenuti sull'operatività di ciascun accosto[1] in relazione al layout considerato ("Diga Finale" oppure "Diga di Prima Fase") e alla tipologia di unità navale presa in considerazione, in relazione alle condizioni meteomarine analizzate, ed al numero ed alla taglia di rimorchiatori disponibili e effettivamente utilizzabili.

In sintesi, per quanto riguarda:

- **Configurazione Diga Finale, portacontainer (T=13.75 m) su accosto A:** la banchina A è sempre operativa con venti da 320°N di intensità 30 kn, sia in ormeggio che disormeggio; è necessario l'ausilio di 3 rimorchiatori in ingresso per quanto riguarda l'accosto ed il successivo ormeggio in manovra di arrivo, mentre nel caso di manovra di uscita sono necessari 2 rimorchiatori. Per quanto riguarda invece le manovre di arrivo in presenza di vento da 60°N di 20 nodi di intensità, è sufficiente 1 rimorchiatore, mentre nel caso di manovra di uscita la nave riesce comunque a manovrare coi propri mezzi ausiliari di governo (bow e stern thruster). Infine, nel caso di vento da 100°N sempre di 20 nodi di intensità sono necessari comunque 2 rimorchiatori sia in accosto che in disormeggio.

[1] Gli accosti sono stati identificati con le lettere A, B e C secondo lo schema descritto in precedenza (cfr. **Par.3.1**, **Fig.8**)

- **Configurazione Diga di Prima Fase, portacontainer (T=13.75 m) su accosto A:** in caso di vento proveniente da 320°N fino a 30 nodi di intensità la banchina A è operativa sia in ormeggio (Hs=0) che in disormeggio, in analogia con quanto detto nel layout di diga finale (3 rimorchiatori in ingresso, 2 in uscita). E' stata verificata anche la possibilità di disormeggiare in assenza di rimorchiatori al fine di verificare la geometria del dragaggio e la resa dei thruster.
  Per quanto riguarda invece la manovra di ingresso con venti da 100°N di intensità 20 kn, analogamente al layout di diga finale si evidenzia la necessità dell'utilizzo di 2 rimorchiatori, tuttavia in queste condizioni di vento la sopraelevazione ondosa nel layout di diga di prima fase è tale da impedire l'operatività dei rimorchiatori stessi. *Di conseguenza l'accosto A risulta operativo in arrivo ed in disormeggio solo in presenza di venti da 100° fino a 15 nodi di intensità, utilizzando esclusivamente bow e stern thruster. Analoghe considerazioni valgono per il vento da 60°N (e mare associato)*.

- **Configurazione Diga Finale, portacontainer (T=16 m) su accosto B:** analogamente a quanto verificato sull'accosto in A, in caso di vento proveniente da 320°N fino a 30 nodi di intensità la banchina A è operativa sia in ormeggio (Hs=0) che in disormeggio, con 3 rimorchiatori in ingresso e 2 in uscita. In presenza di vento proveniente da 100-130°N di 20-25 nodi di velocità l'accosto è operativo in manovra sia di ingresso che di uscita con 2 rimorchiatori in ausilio (condizione limite in cui rimorchiatori e thruster sono stati utilizzati al massimo della potenza). Per analogia 2 rimorchiatori si rendono necessari anche nel caso di manovre di ingresso e uscita con vento proveniente da 60°N e 20 nodi di velocità.

- **Configurazione Diga di Prima Fase, portacontainer (T=16 m) su accosto B:** anche in questo caso la configurazione parziale di diga impone di limitare a 15 nodi l'intensità del vento proveniente dai quadranti occidentali. Pertanto, *la banchina risulta operativa in ormeggio/disormeggio, senza rimorchiatori, fino ai 15 nodi di velocità del vento da 100-130°N e onda al largo non superiore al metro d'altezza*. *Analoghe considerazioni valgono per il vento da 60°N (e mare associato)*. E' sempre operativa in caso di manovra di uscita con vento proveniente da terra (320°N) anche in assenza di rimorchiatori. Per la manovra di ormeggio con 30 nodi da 320°N, in analogia a quanto verificato nel layout di diga finale, sarebbero necessari 3 rimorchiatori.

- **Configurazione Diga Finale/di Prima Fase, bulk-carrier su accosto C:** si possono raggruppare per analogia i risultati ottenuti in entrambi i layout di diga. La banchina C

risulta operativa nel caso di vento da terra (320°N) rispettivamente con l'ausilio di 3 rimorchiatori in accosto, e due in disormeggio. Con questa tipologia di nave, essendo i rimorchiatori necessari alla fattibilità della manovra, a prescindere dalle condimeteo, si verifica che la banchina C è operativa al limite con venti da 60°N di 20 nodi di intensità e normalmente operativa con venti da 100°N fino a 15 nodi di intensità, in entrambi i casi con 3 rimorchiatori in ingresso e 2 in uscita. Ciò in relazione alla effettiva possibilità di utilizzo dei rimorchiatori in presenza di mare formato e onda superiore a 1 m di altezza significativa. In caso di manovra di emergenza, con nave che rompe gli ormeggi in presenza di vento da 100°N di 20 kn di intensità, è stata verificata la possibilità di uscire con l'eventuale ausilio di un rimorchiatore a spingere sulla murata di sinistra nella fase finale, senza urtare contro le infrastrutture portuali (sia diga di prima fase, che finale o attuale da demolire). L'ingombro presente sulla testata del pontile petroli (da demolire) non è risultato problematico in tutti i casi di vento che sono stati verificati.

In generale, per quanto riguarda il confronto fra i risultati ottenuti sopra elencati, si può affermare che la configurazione portuale di diga di prima fase penalizza fortemente l'operatività delle banchine (in particolare A e B), in quanto *la maggiore apertura nei confronti della penetrazione ondosa dai quadranti orientali (60-100°N) rispetto al caso di diga finale, non consente più l'utilizzo dei rimorchiatori, che risultano necessari per poter manovrare in sicurezza in presenza di vento superiore ai 15 nodi di intensità*. Fino ai 15 nodi invece è risultato possibile manovrare, per quanto riguarda gli accosti in A e B, col solo utilizzo dei thruster (bow & stern) di cui la nave portacontainer è dotata.

D'altra parte, come rilevato dai Piloti, *in generale, indipendentemente dalla loro riuscita al simulatore, le manovre effettivamente portate a termine in condizioni di massimo utilizzo della potenza dei rimorchiatori e/o dei thruster sono da considerarsi in ogni caso al limite della fattibilità. Infatti eventuali avarie nel funzionamento degli organi di governo, così come rotture dei cavi dei rimorchiatori, possono costituire elementi di pericolo da tenere in debito conto nel caso "reale"*. Pertanto, si è evidenziata la necessità, nella realtà, di dotarsi di rimorchiatori più potenti, in numero adeguato per poter garantire la manovra delle navi in sicurezza anche nelle condizioni più gravose di mare e vento che si verificano nel paraggio in studio.

Infine, da quanto emerso soprattutto nelle manovre di partenza in caso di vento da terra, sarebbe consigliabile che la *geometria del dragaggio relativo all'accosto in A (-15 m) fosse modificata* in maniera tale da portarne la larghezza massima dagli attuali 135 m circa di progetto a circa 150 m, aumentando così la disponibilità di acque sicure a disposizione della nave in manovra nei pressi del basso fondale. Il dragaggio relativo alla banchina rinfuse (accosto C) risulta invece adeguato.

RIFERIMENTI

[1] C. Notaro, M. Peverero, D. Tozzi, A. Zini
'Il modello matematico del simulatore SAND: esempio di configurazione di una nave militare'
Rapporto CETENA n° 10178, Genova, Settembre 2008

[2] "Diga foranea fase finale.dgn"
Disegno CAD contenente il layout portuale in configurazione diga finale
Fonte : Technital Spa

[3] "Diga foranea prima fase.dgn"
Disegno CAD contenente il layout portuale in configurazione diga finale
Fonte : Technital Spa

[4] "Manoeuvring simulation request.doc"
Testo richiesta d'offerta
Fonte : Technital Spa

[5] Email del 24/06/2014 da A. Lizzadro - Technital
Invio file di dati relativi alle condizioni meteomarine (elaborati da A. Tittonel – Technital)

[6] Email del 03/07/2014 da A. Tittonel - Technital
Invio mappe grafiche relative alle condizioni meteomarine messe a calcolo

[7] "E-Class Circles & Stop.pdf"
Pilot card della nave Emma Maersk
Fonte : Technital Spa

[8] "Emma-prove in mare.pdf"
Libretto di manovra della nave Emma Maersk (da simulazioni)
Fonte : Technital Spa

APPENDICI

APPENDICE A: TRACCIATI DELLE MANOVRE

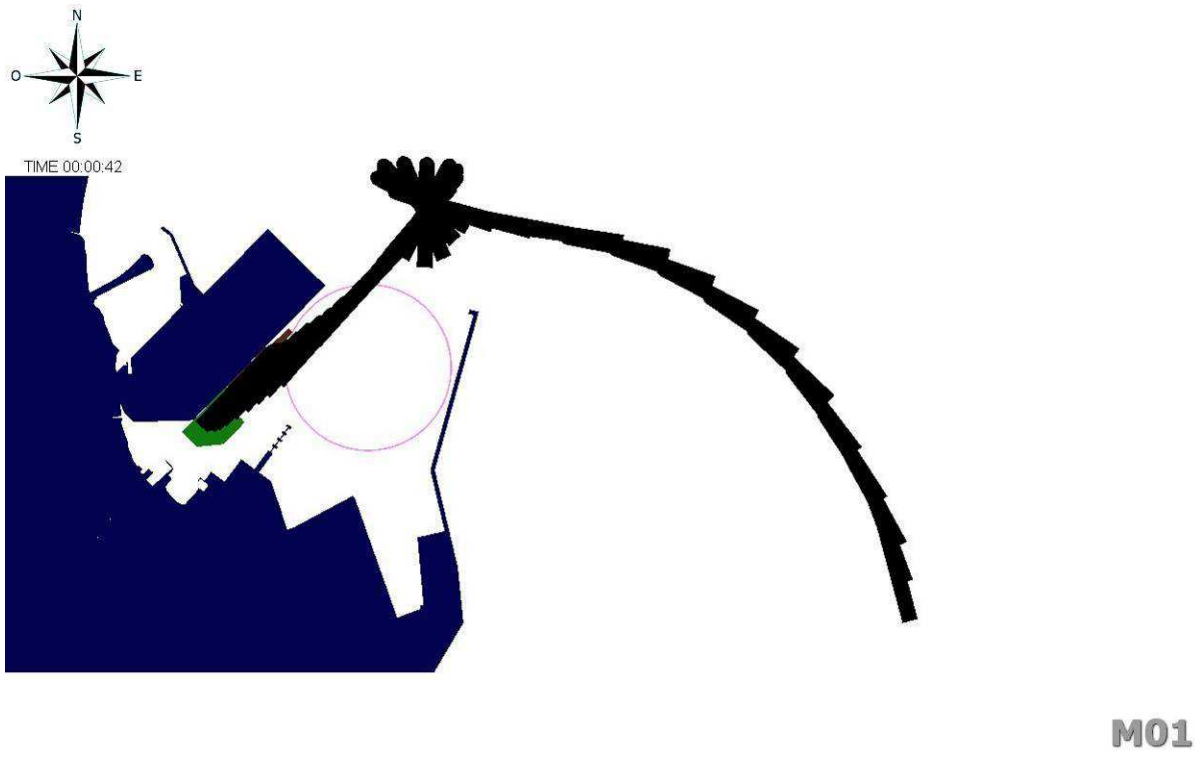


Fig. A1 - M01- Ingresso Emma T=13.75 m in A in calma assoluta (diga finale)

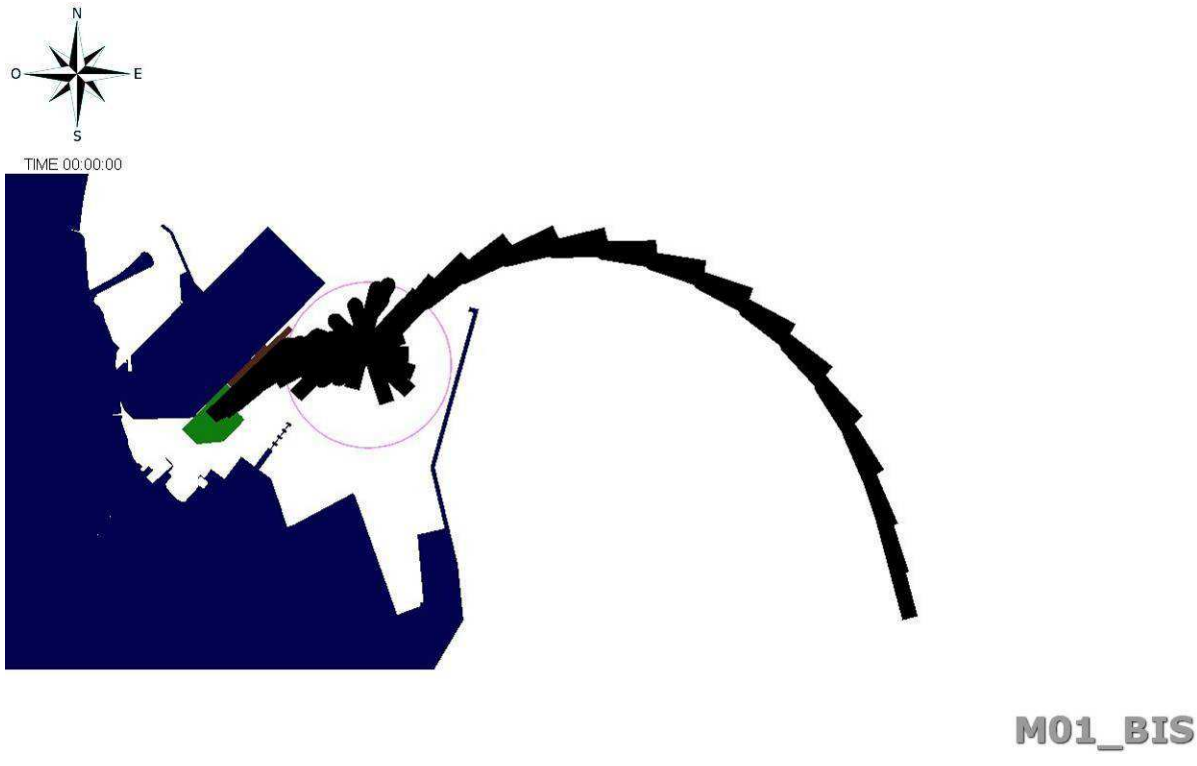


Fig. A2 - M01_BIS - Ingresso Emma T=13.75 m in A in calma assoluta, evoluzione nel bacino (diga finale)

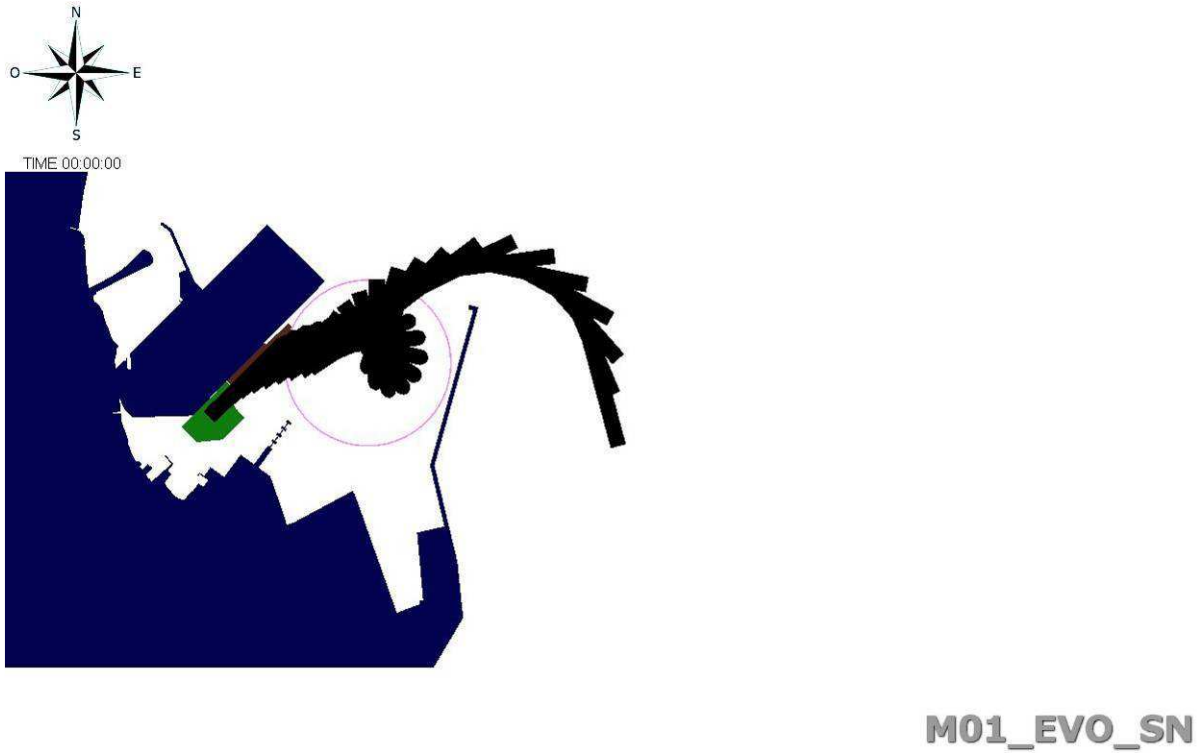


Fig. A3 - M01_EVO_SN - Ingresso Emma T=13.75 m in A in calma assoluta, evoluzione nel bacino a SN (diga finale)

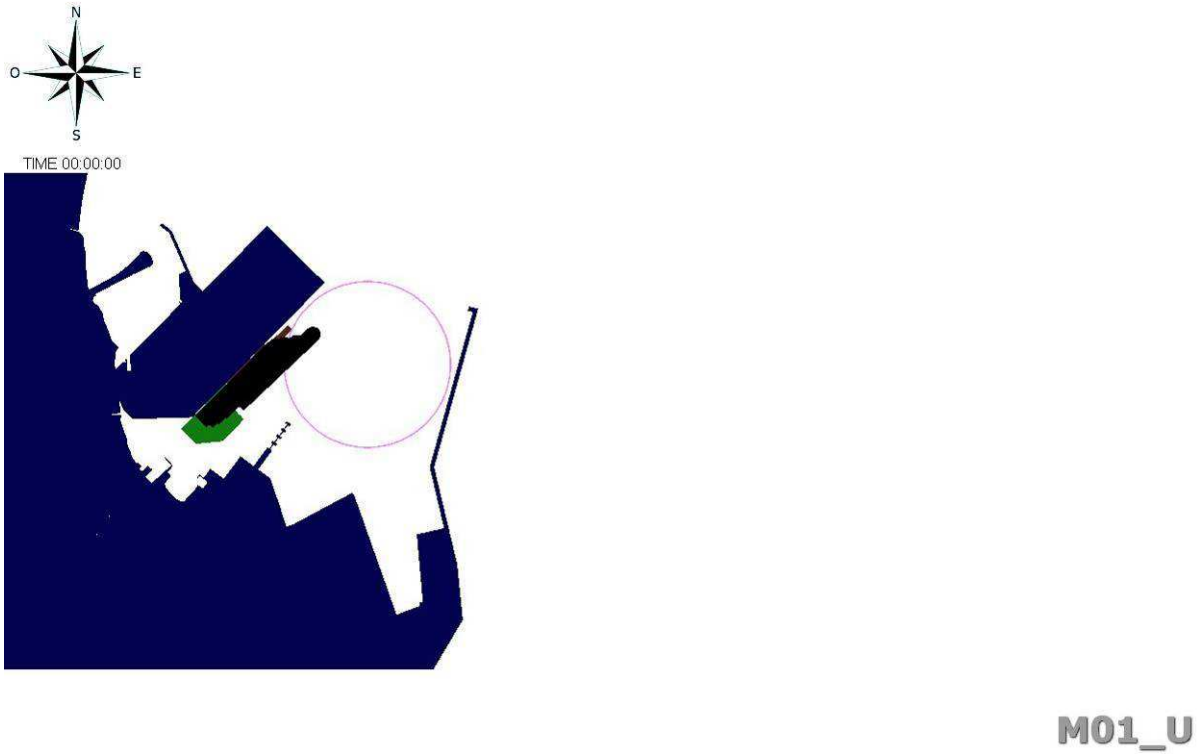


Fig. A4 - M01_U - Uscita Emma T=13.75 m in A in calma assoluta (diga finale)

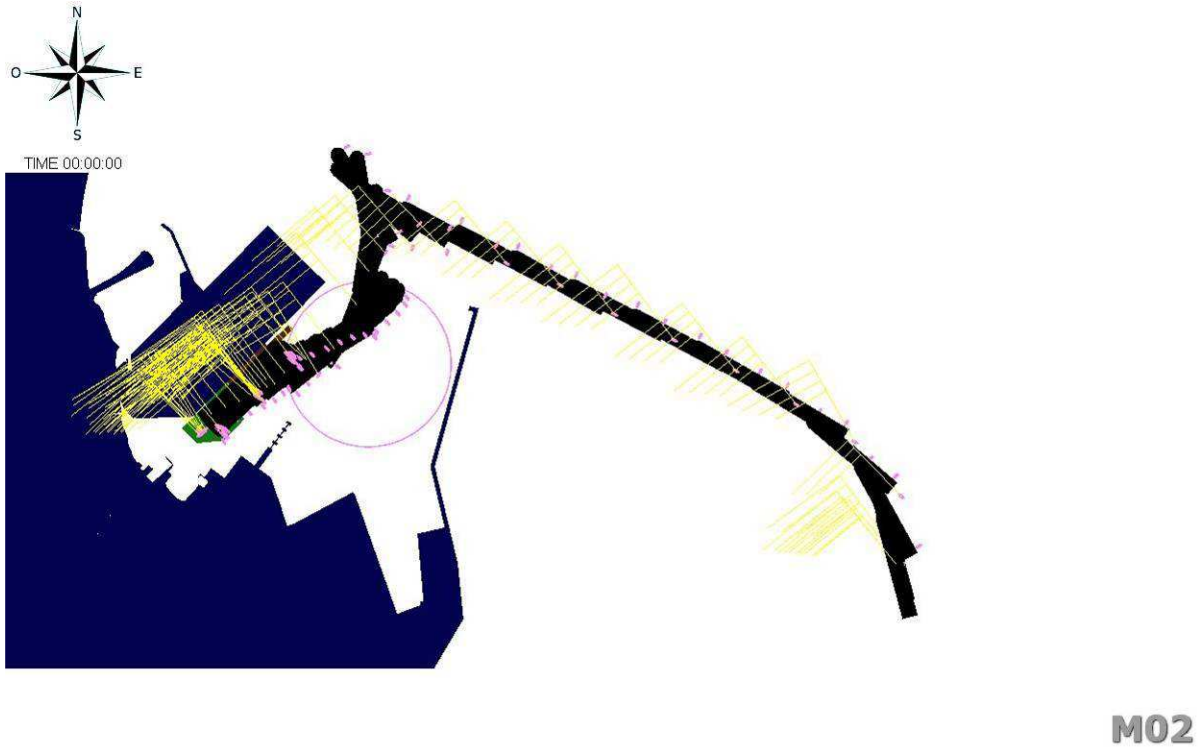


Fig. A5 - M02 – Ingresso Emma T=13.75 m in A vento 30 kn da 320°N onda 1.6 m da 60°N (diga finale)

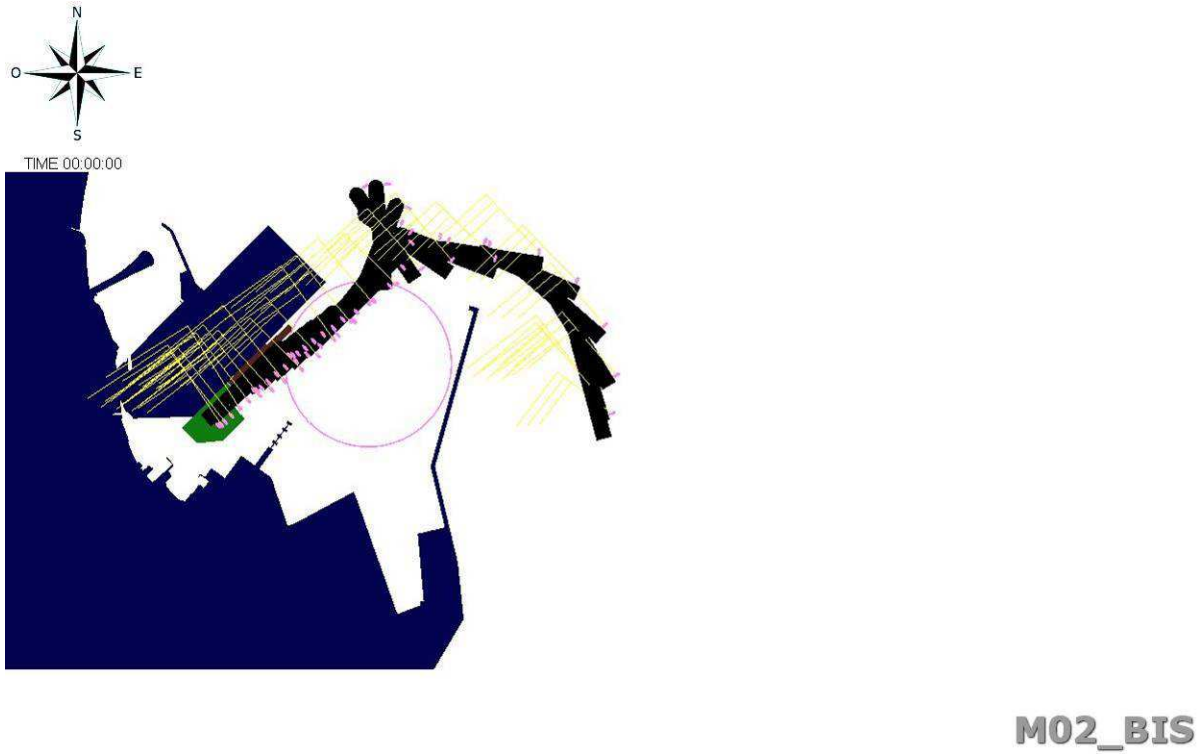


Fig. A6 - M02_BIS – Ingresso Emma T=13.75 m in A vento 30 kn da 320°N onda 1.6 m da 60°N (diga finale)

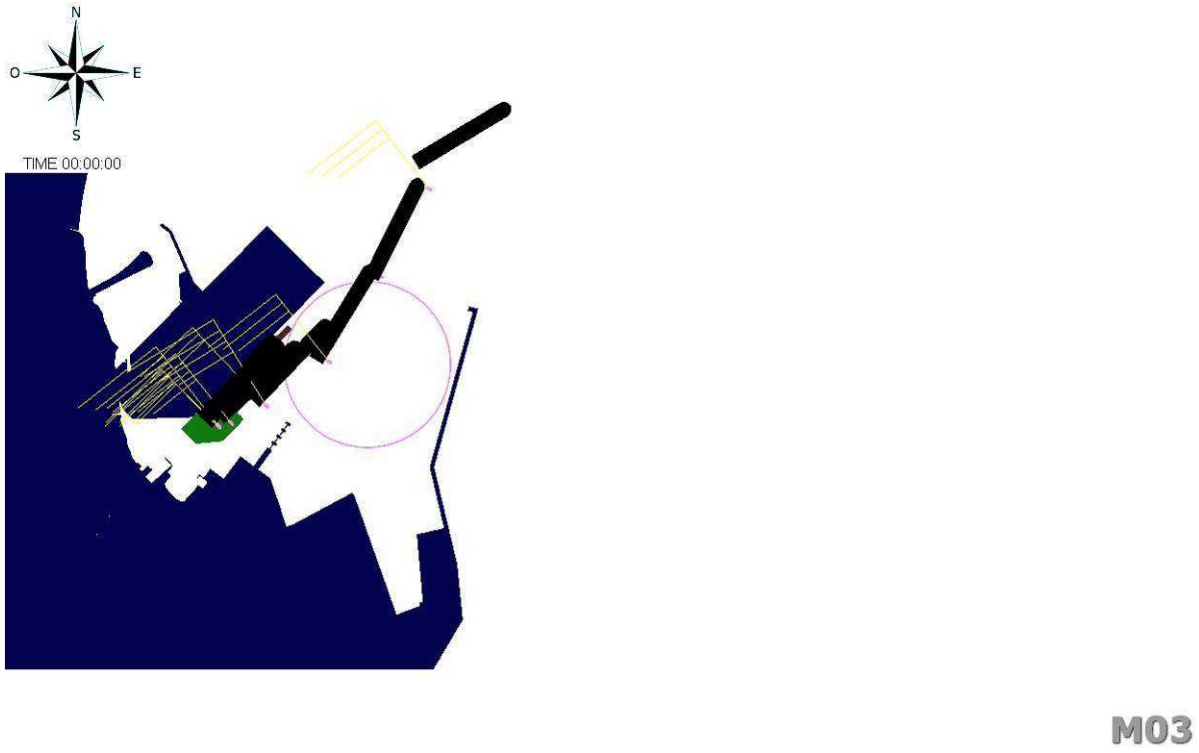


Fig. A7 - M03 – Uscita Emma T=13.75 m in A vento 30 kn da 320°N onda 1.6 m da 60°N (diga finale)

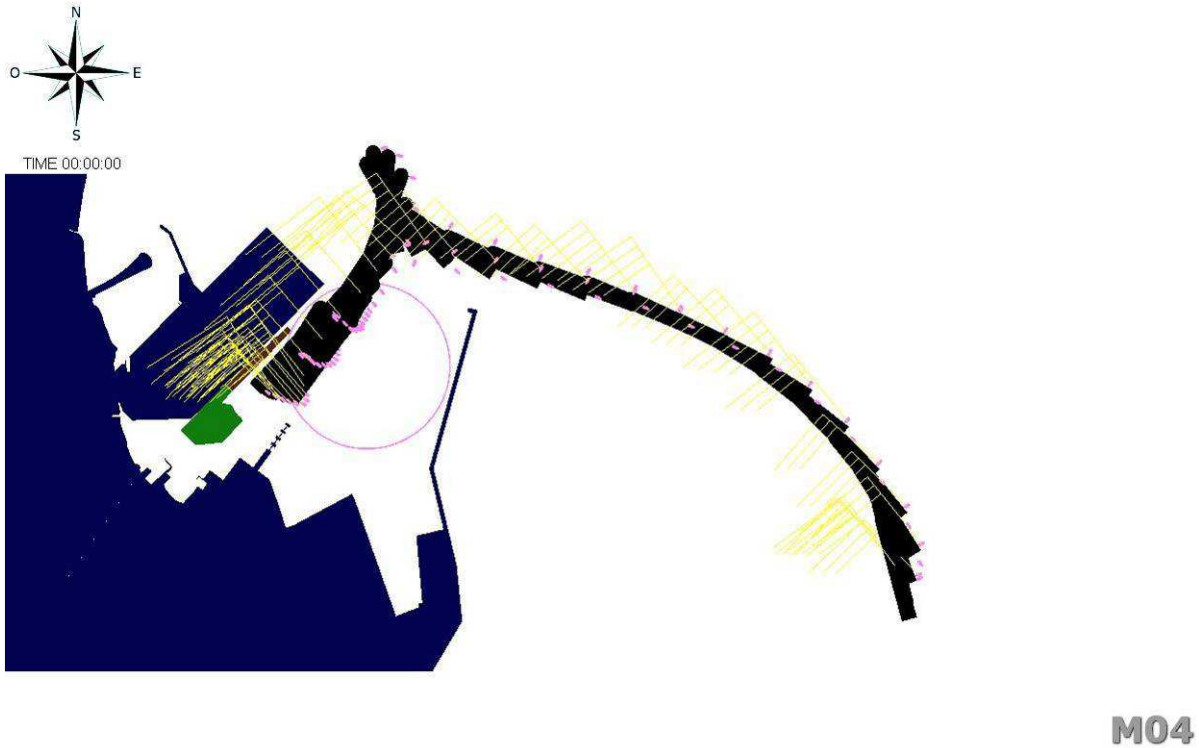


Fig. A8 - M04 – Ingresso Emma T=16 m in B vento 30 kn da 320°N onda 1.6 m da 60°N (diga finale)

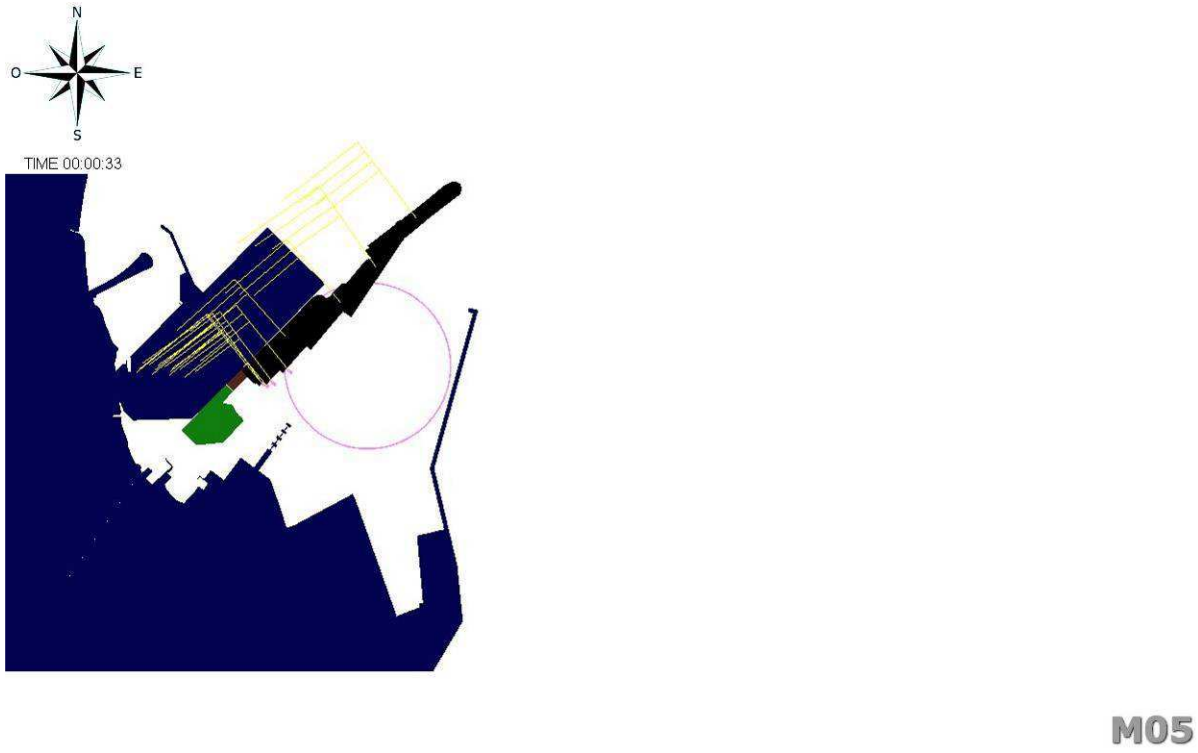


Fig. A9 - M05 – Uscita Emma T=16 m in B vento 30 kn da 320°N onda 1.6 m da 60°N (diga finale)

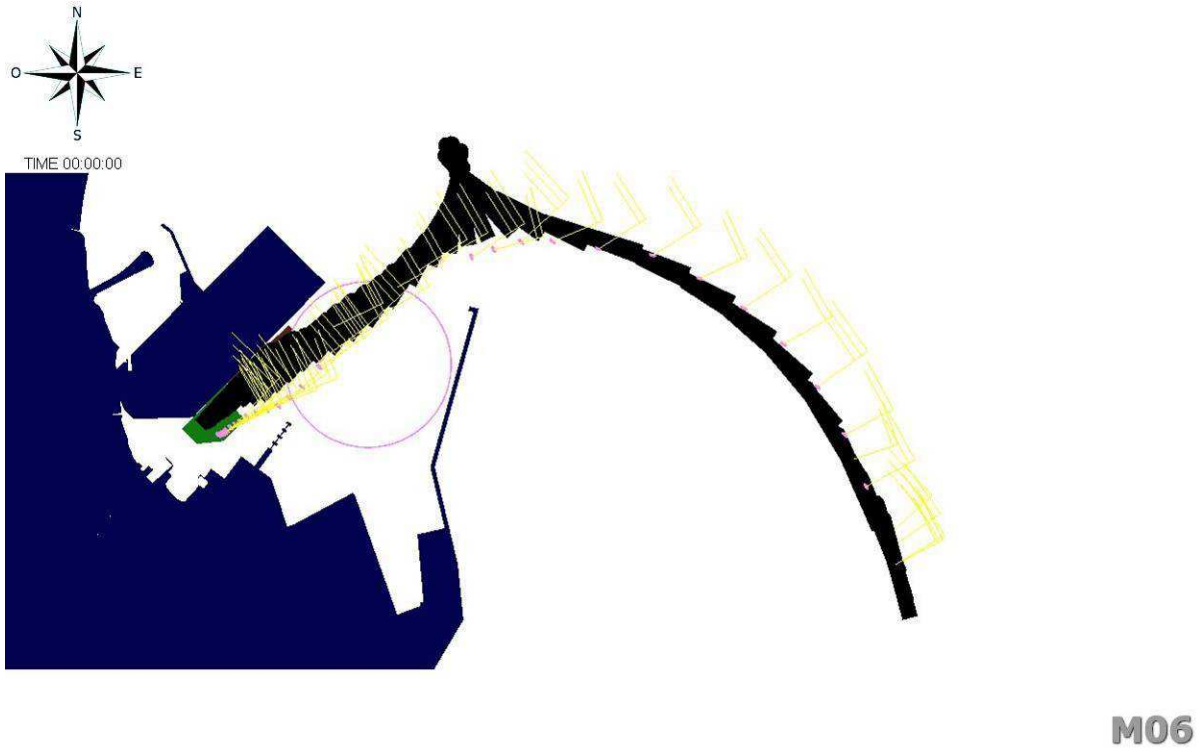


Fig. A10 - M06 – Ingresso Emma T=13.75 m in A vento 20 kn da 60°N onda 1.6 m da 60°N (diga finale)

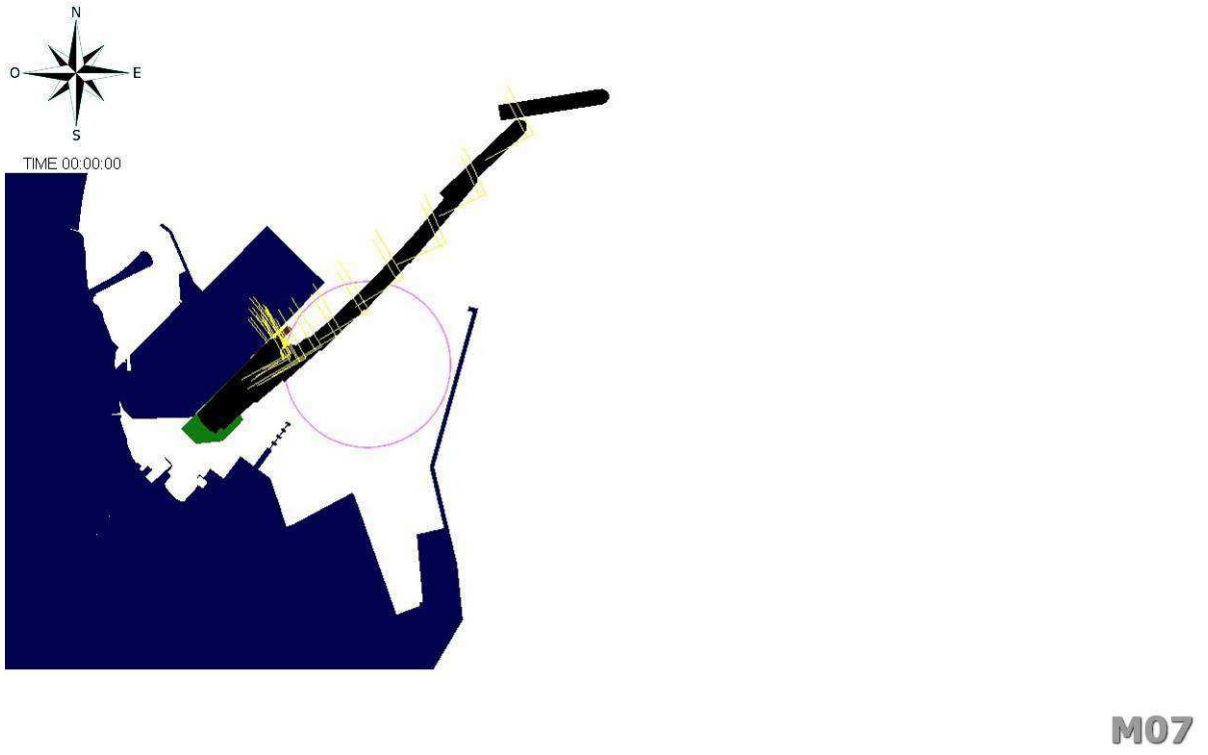


Fig. A11 - M07 – Uscita Emma T=13.75 m in A vento 20 kn da 60°N onda 1.6 m da 60°N (diga finale)

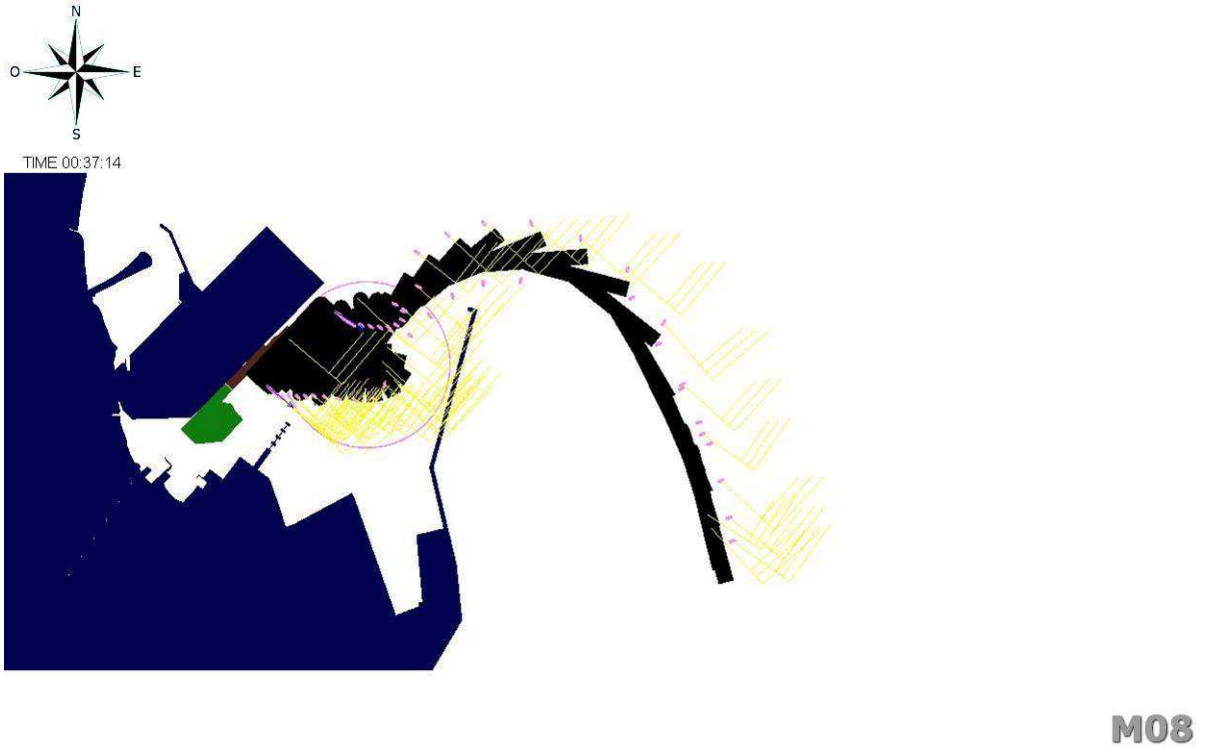


Fig. A12 - M08 – Ingresso Emma T=16 m in B vento 25 kn da 130°N onda 2.1 m da 100°N (diga finale)

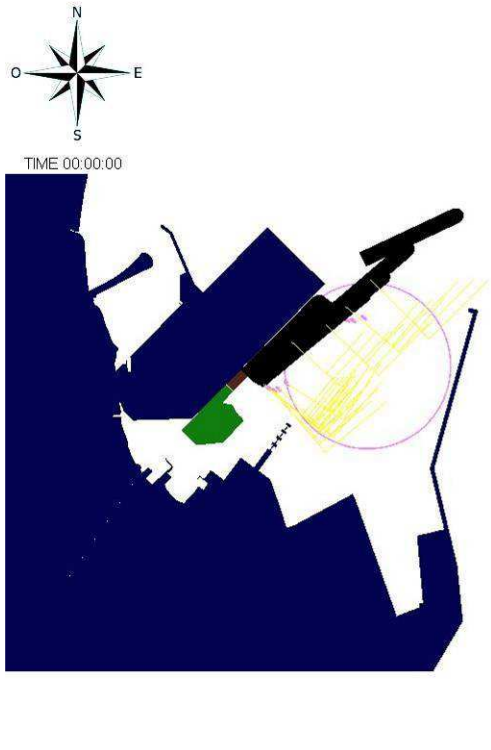


Fig. A13 - M09 – Uscita Emma T=16 m in B vento 25 kn da 130°N onda 2.1 m da 100°N (diga finale)

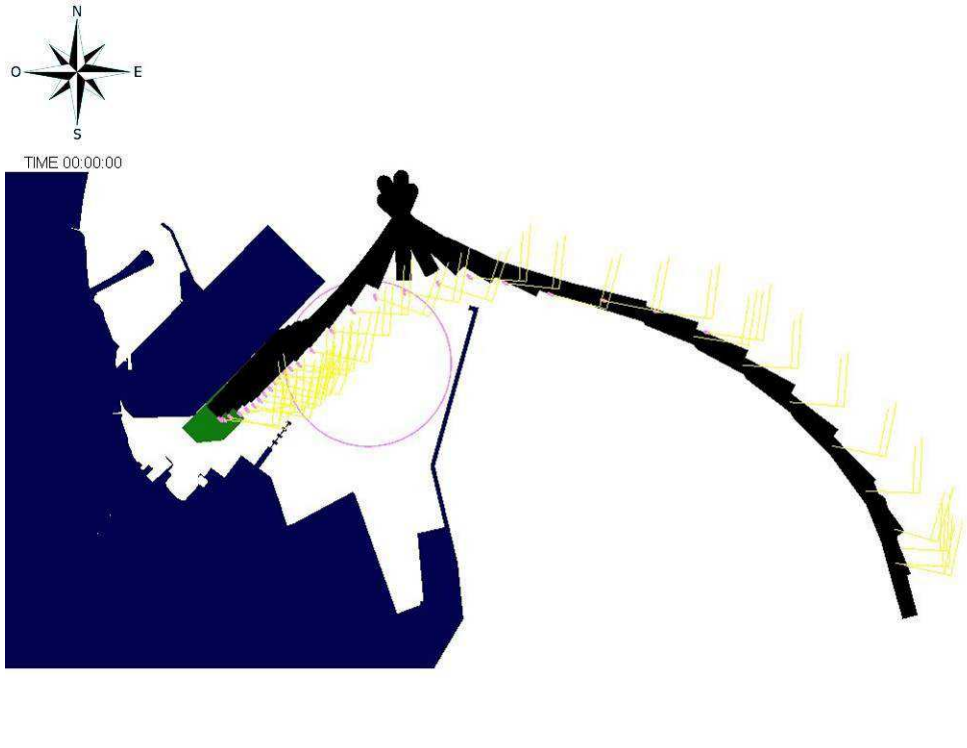


Fig. A14 – M10 – Ingresso Emma T=13.75 m in A vento 20 kn da 100°N onda 2.1 m da 100°N (diga finale)

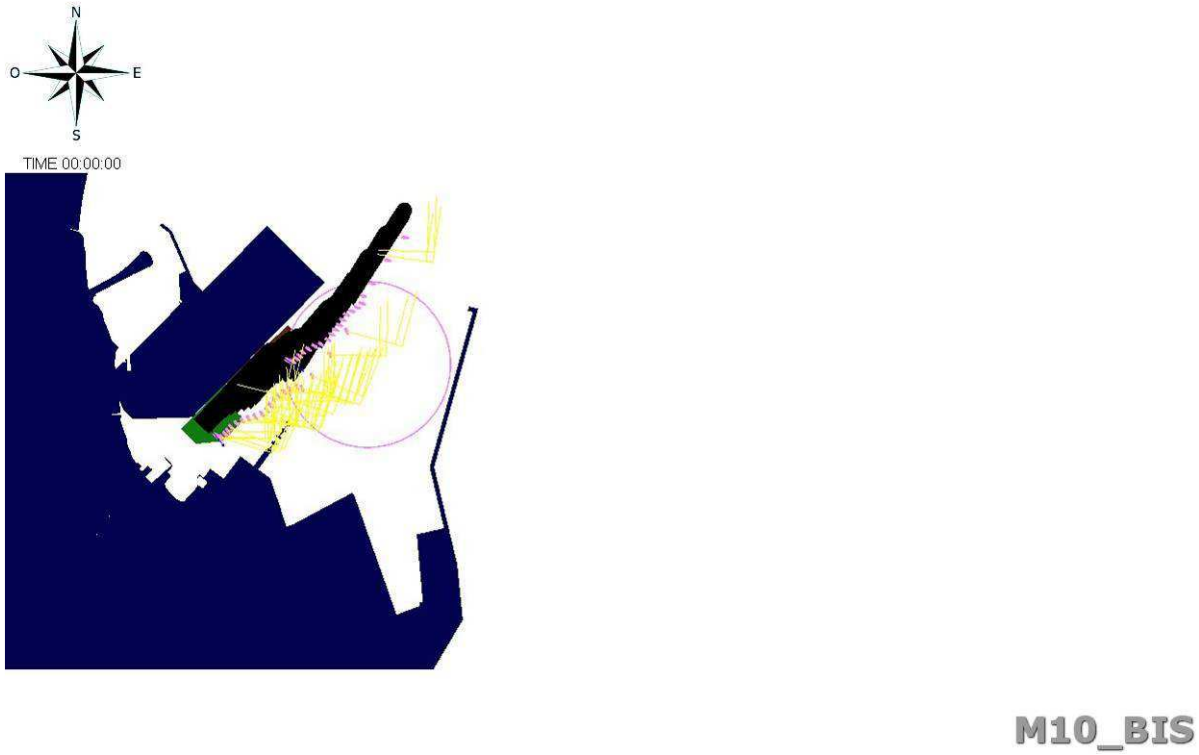


Fig. A15 – M10_BIS – Ingresso Emma T=13.75 m in A vento 20 kn da 100°N onda 2.1 m da 100°N (diga finale)

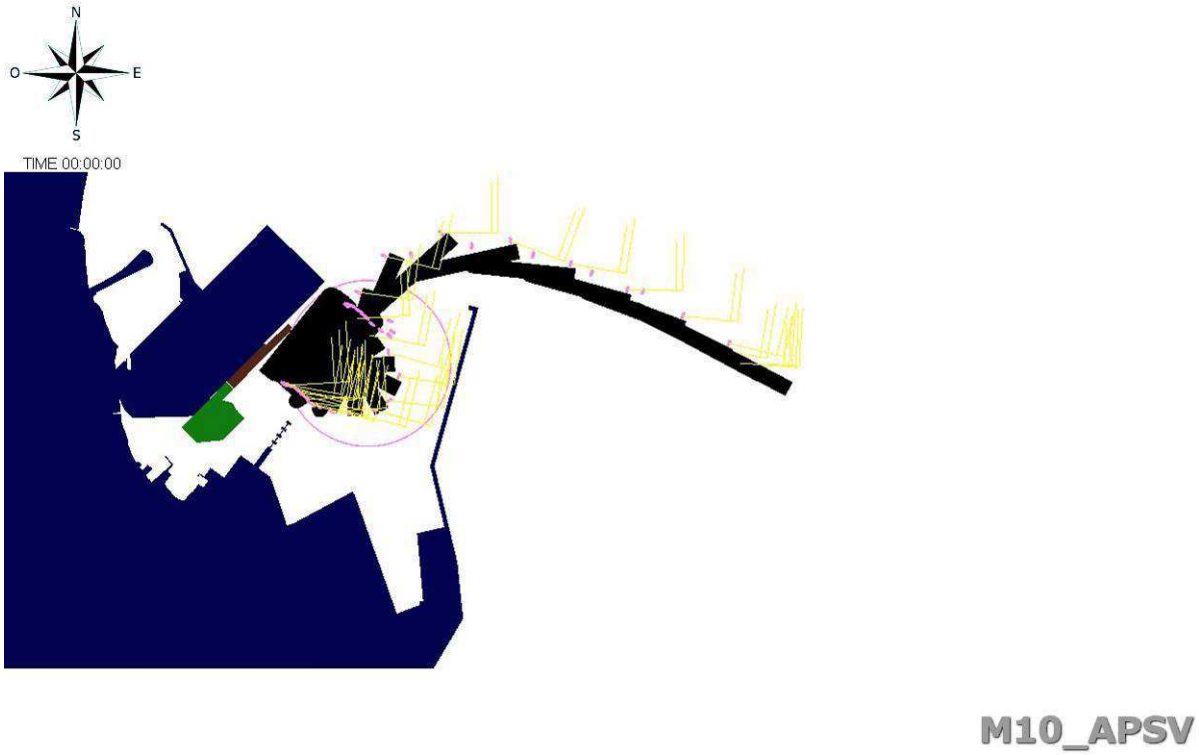


Fig. A16 – M10_APSV – Ingresso Emma T=13.75 m in A vento 20 kn da 100°N onda 2.1 m da 100°N (diga finale)

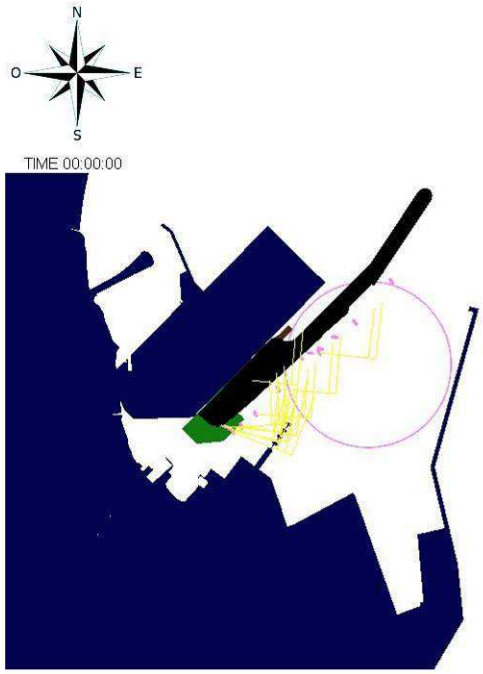


Fig. A17 – M11 – Uscita Emma T=13.75 m in A vento 20 kn da 100°N onda 2.1 m da 100°N (diga finale)

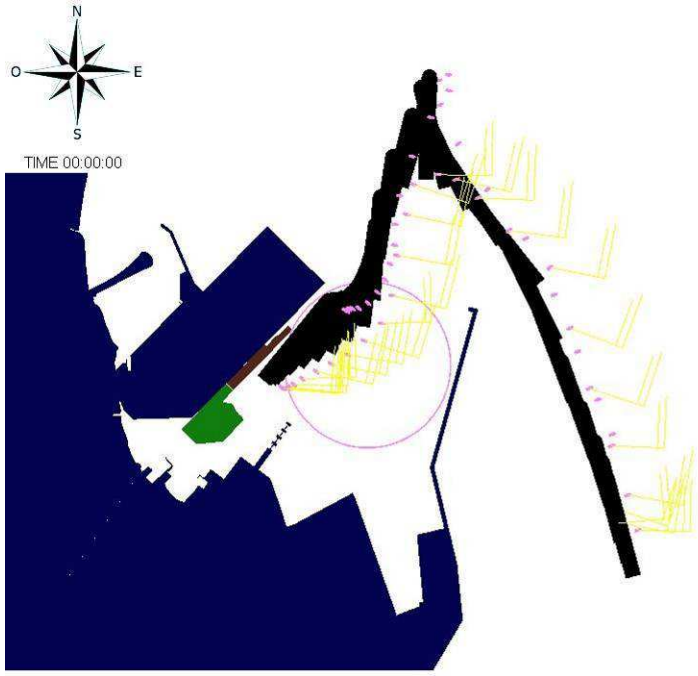


Fig. A18 – M12 – Ingresso Emma T=16 m in B vento 20 kn da 100°N onda 2.1 m da 100°N (diga finale)

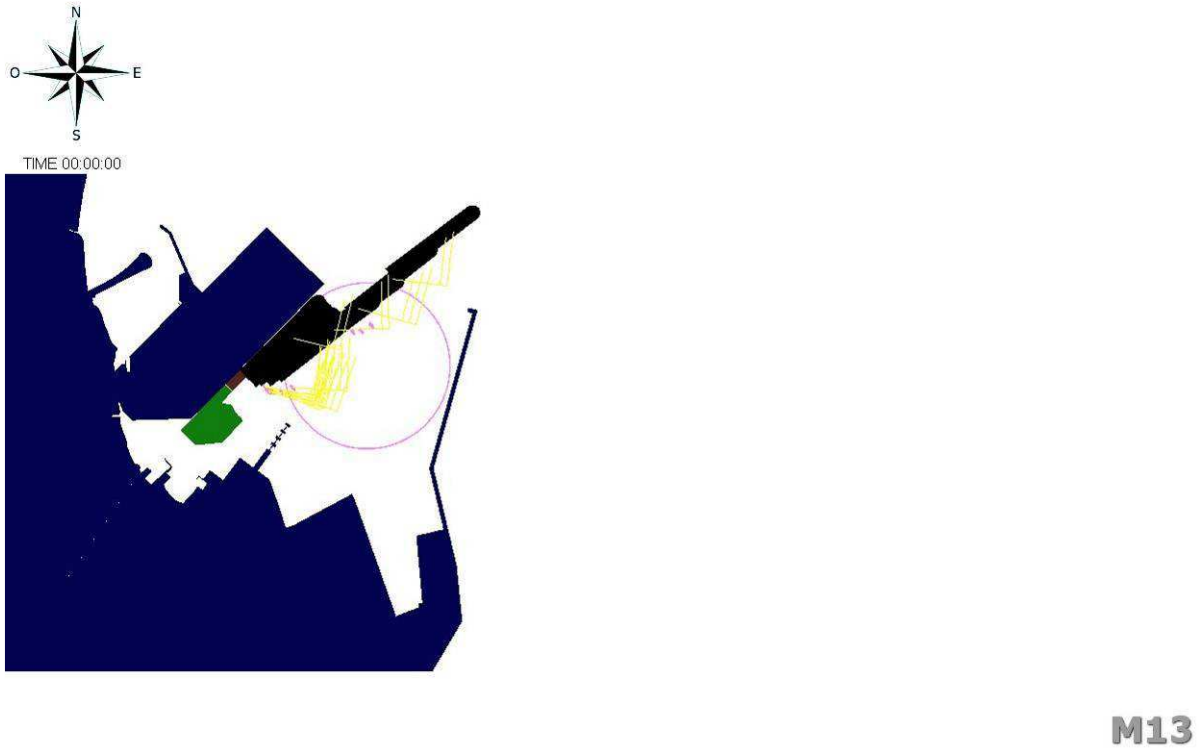


Fig. A19 – M13 – Uscita Emma T=16 m in B vento 20 kn da 100°N onda 2.1 m da 100°N (diga finale)

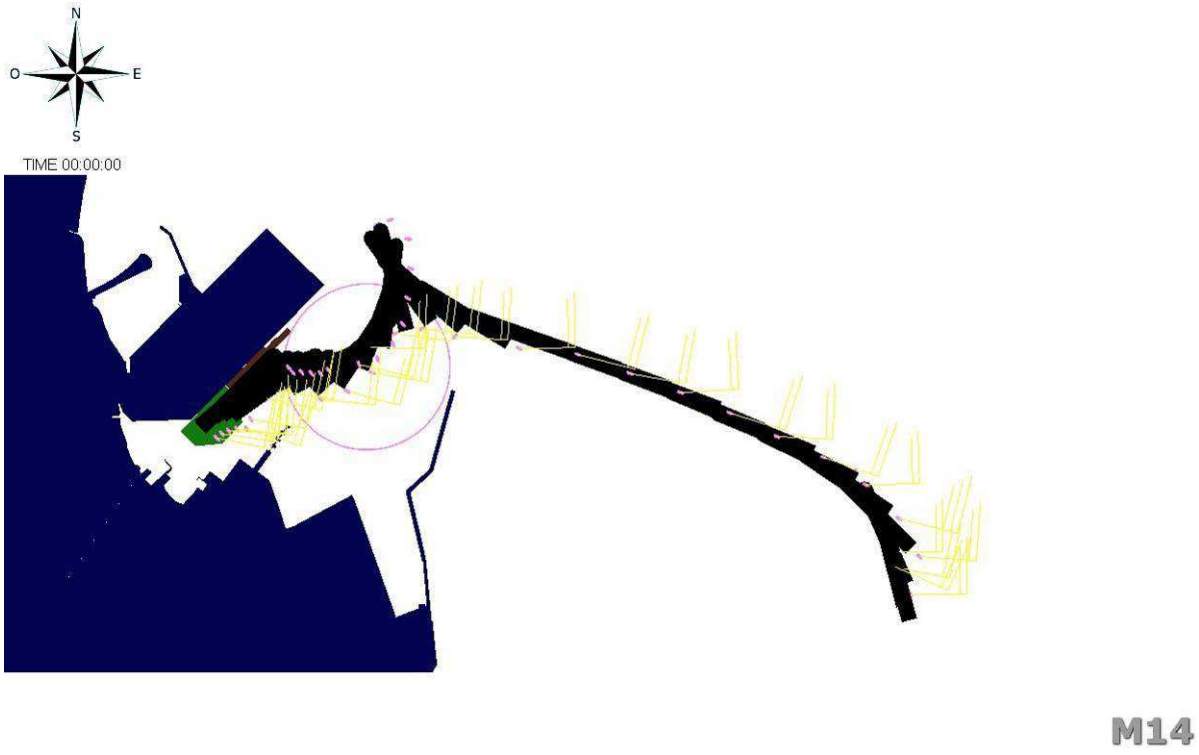


Fig. A20 – M14 – Ingresso Emma T=13.75 m in A vento 20 kn da 100°N onda 2.1 m da 100°N (diga prima fase)

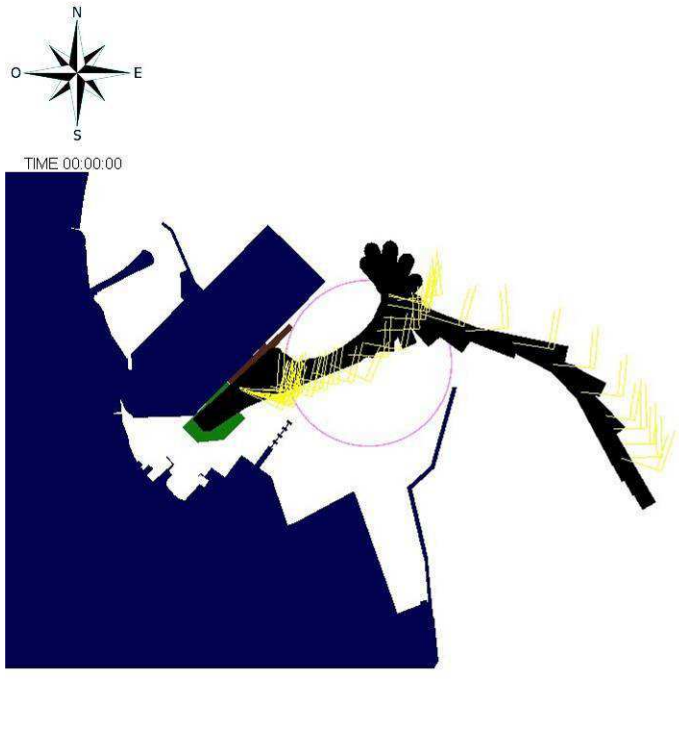


Fig. A20 – M14_BIS – Ingresso Emma T=13.75 m in A vento 15 kn da 100°N onda 1 m da 100°N (diga prima fase)



Fig. A21 – M15 – Uscita Emma T=13.75 m in A vento 20 kn da 100°N onda 2.1 m da 100°N (diga prima fase)

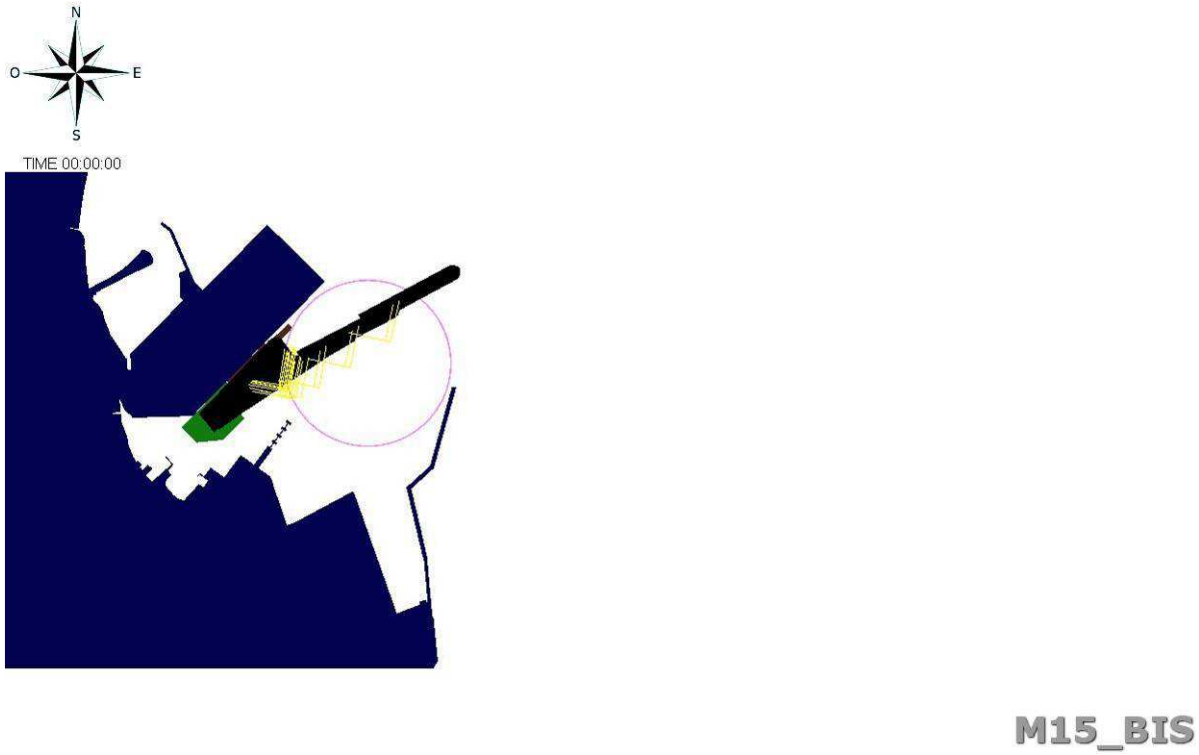


Fig. A21 – M15 – Uscita Emma T=13.75 m in A vento 15 kn da 100°N onda 1 m da 100°N (diga prima fase)

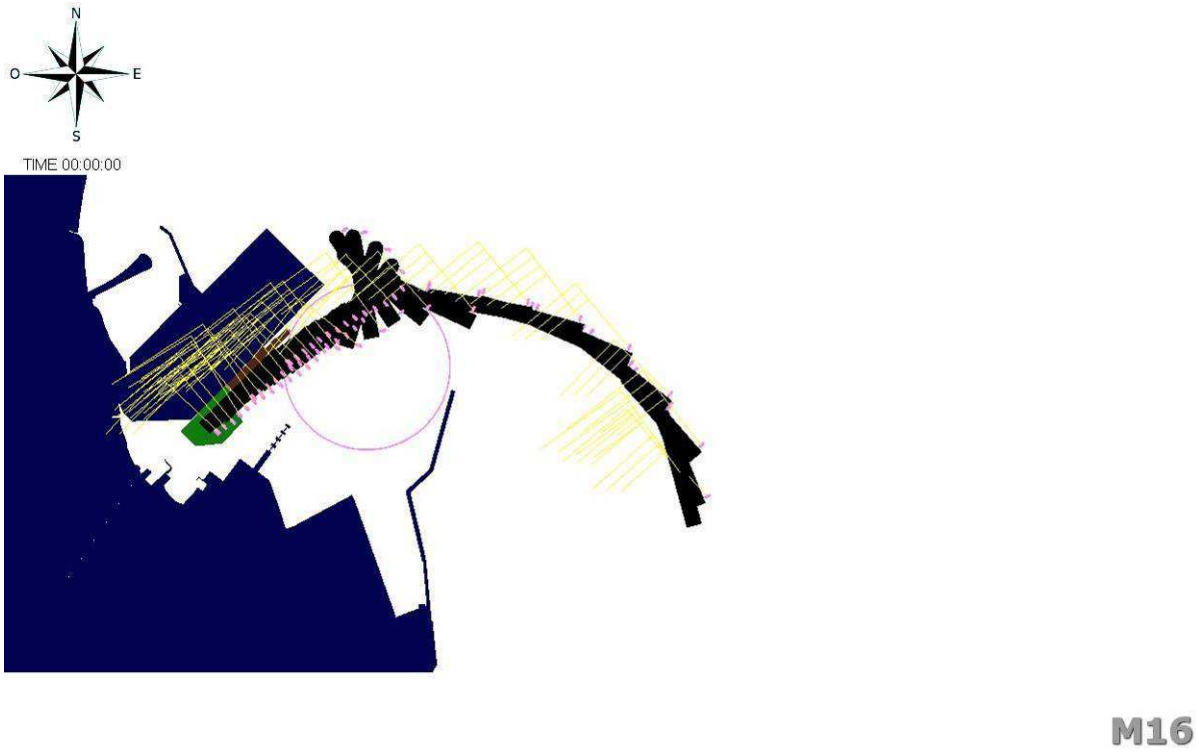


Fig. A22 – M16 – Ingresso Emma T=13.75 m in A vento 30 kn da 320°N "onda 1.6 m da 60°N" (diga prima fase)



Fig. A23 – M17 – Uscita Emma T=13.75 m in A vento 30 kn da 320°N "onda 1.6 m da 60°N" (diga prima fase)

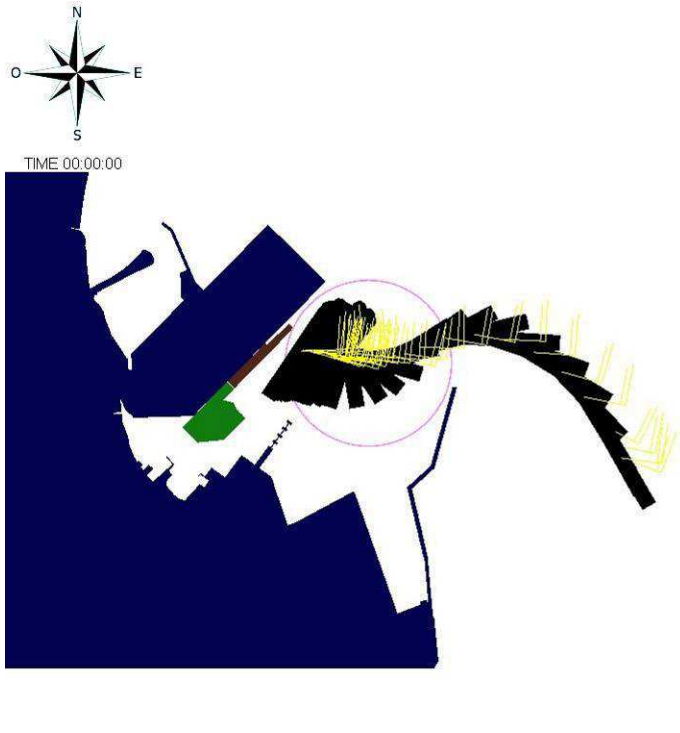


Fig. A24 – M18 – Ingresso Emma T=16 m in B vento 15 kn da 100°N "onda 1 m da 100°N" (diga prima fase)

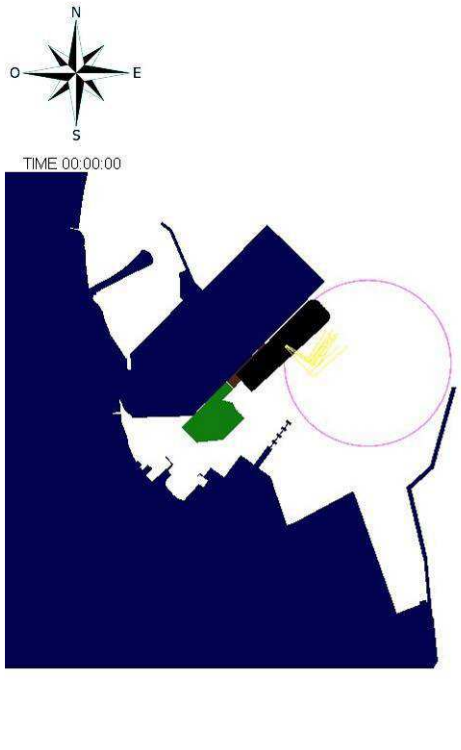


Fig. A25 – M19 – Uscita Emma T=16 m in B vento 15 kn da 100°N "onda 1 m da 100°N" (diga prima fase)

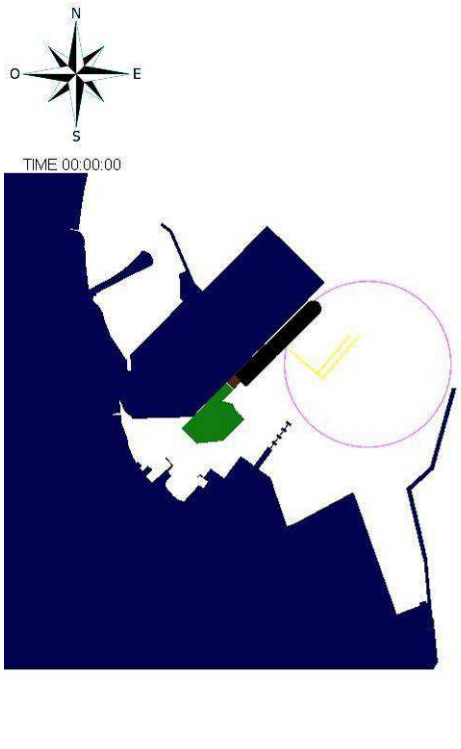


Fig. A26 – M19_BIS – Uscita Emma T=16 m in B vento 20 kn da 100°N "onda 1 m da 100°N" (diga prima fase)

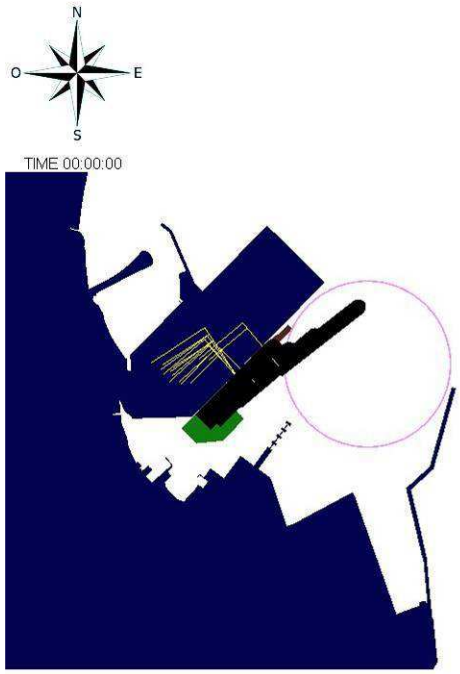


Fig. A27 – M20 – Uscita Emma T=13.75 m in A vento 20 kn da 320°N onda NULLA (diga prima fase)

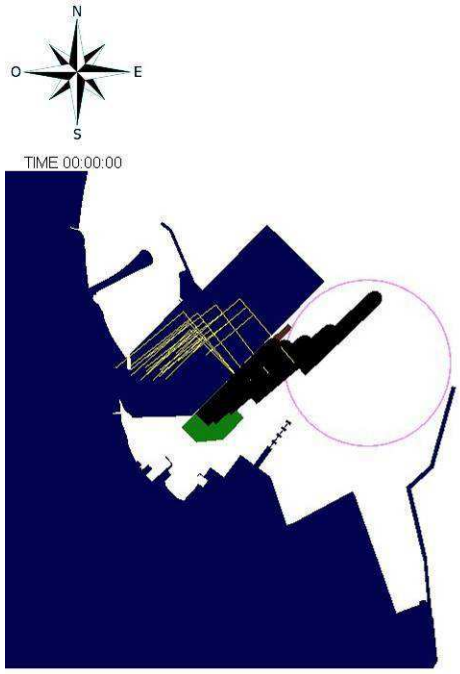


Fig. A28 – M20_BIS – Uscita Emma T=13.75 m in A vento 30 kn da 320°N onda NULLA (diga prima fase)

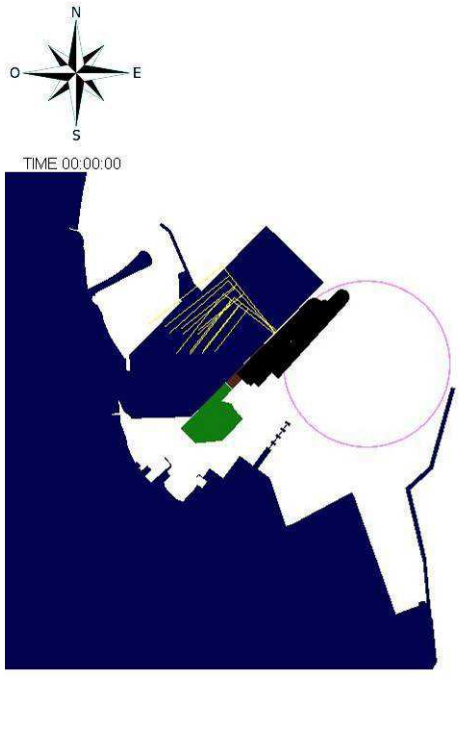


Fig. A29 – M21 – Uscita Emma T=16 m in B vento 30 kn da 320°N onda NULLA (diga prima fase)

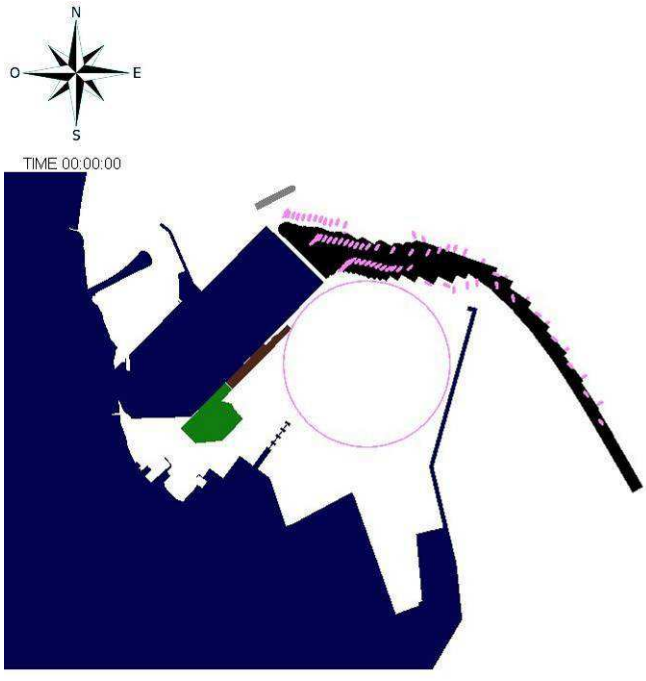


Fig. A30 – M22 – Ingresso Bulk in C in calma assoluta (diga finale)

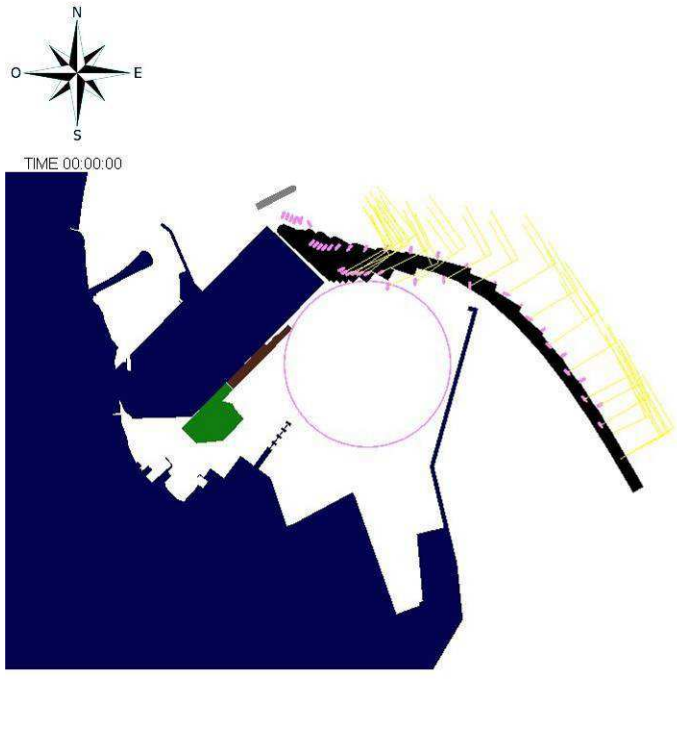


Fig. A31 – M23 – Ingresso Bulk in C vento 20 kn da 60°N onda 1.6 m da 60°N (diga finale)

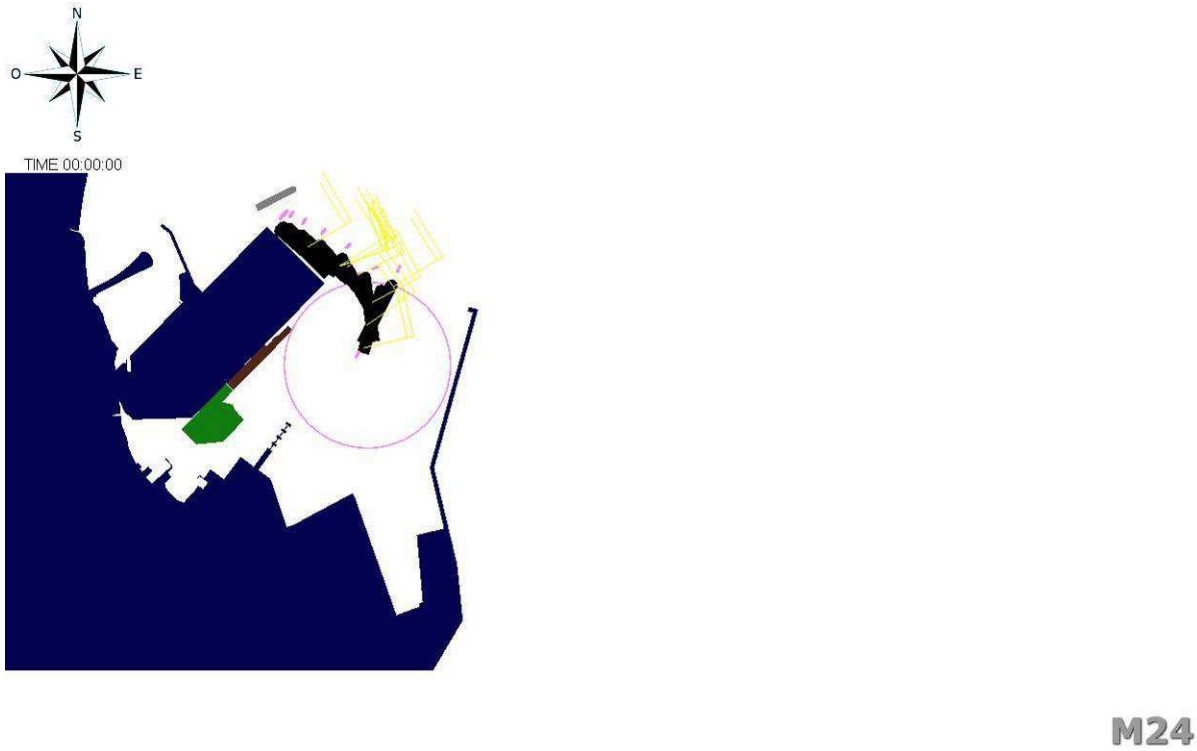


Fig. A32 – M24 – Uscita Bulk in C vento 20 kn da 60°N onda 1.6 m da 60°N (diga finale)

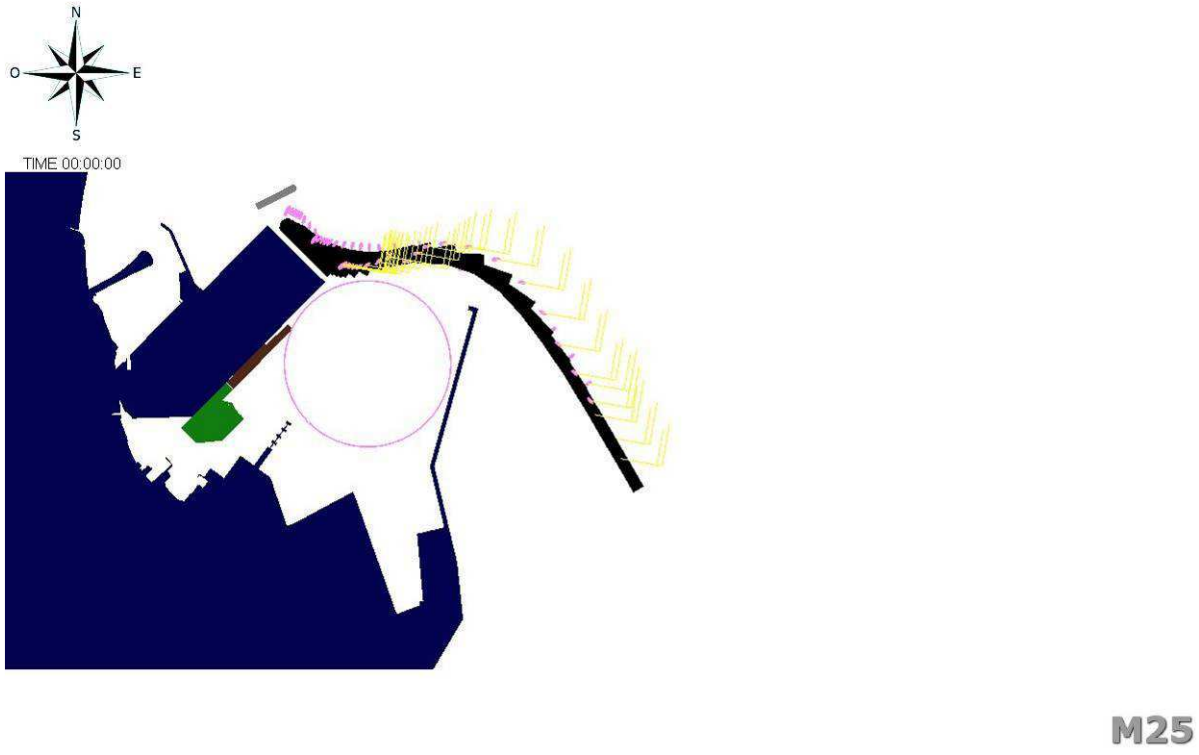


Fig. A33 – M25 – Ingresso Bulk in C vento 15 kn da 100°N onda 1 m da 100°N (diga finale)

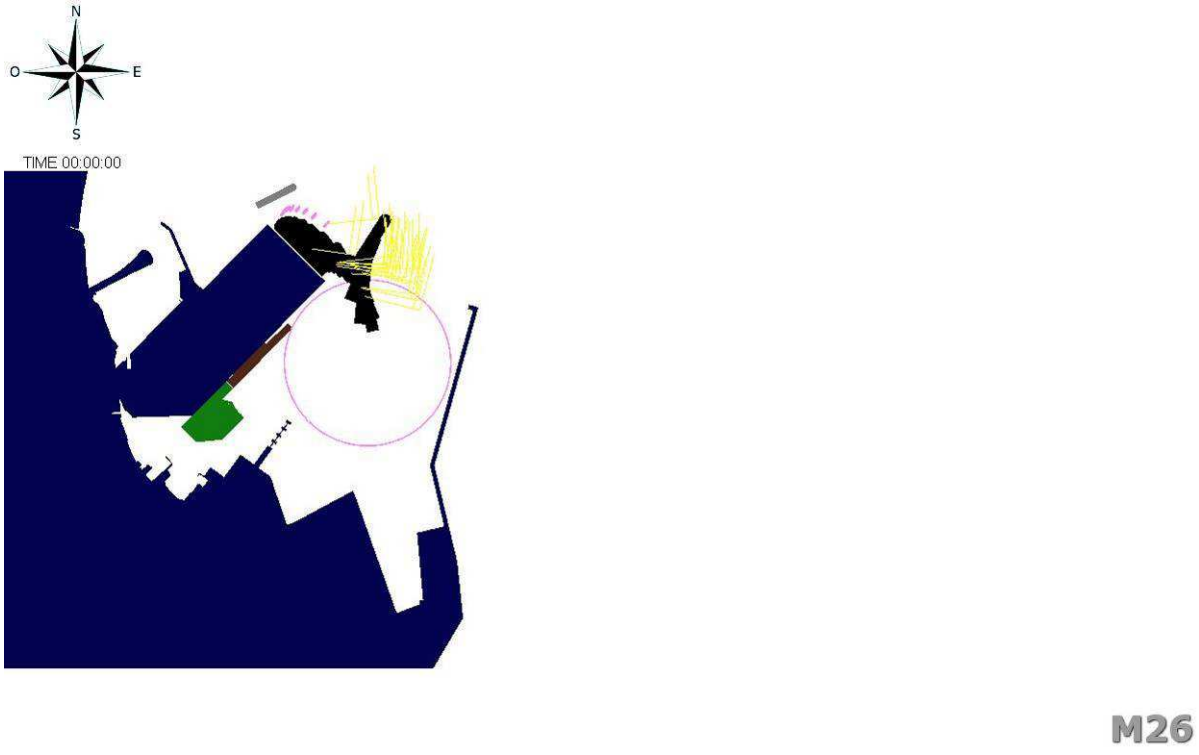


Fig. A34 – M26 – Uscita Bulk in C vento 20 kn da 100°N onda 1 m da 100°N (diga finale)

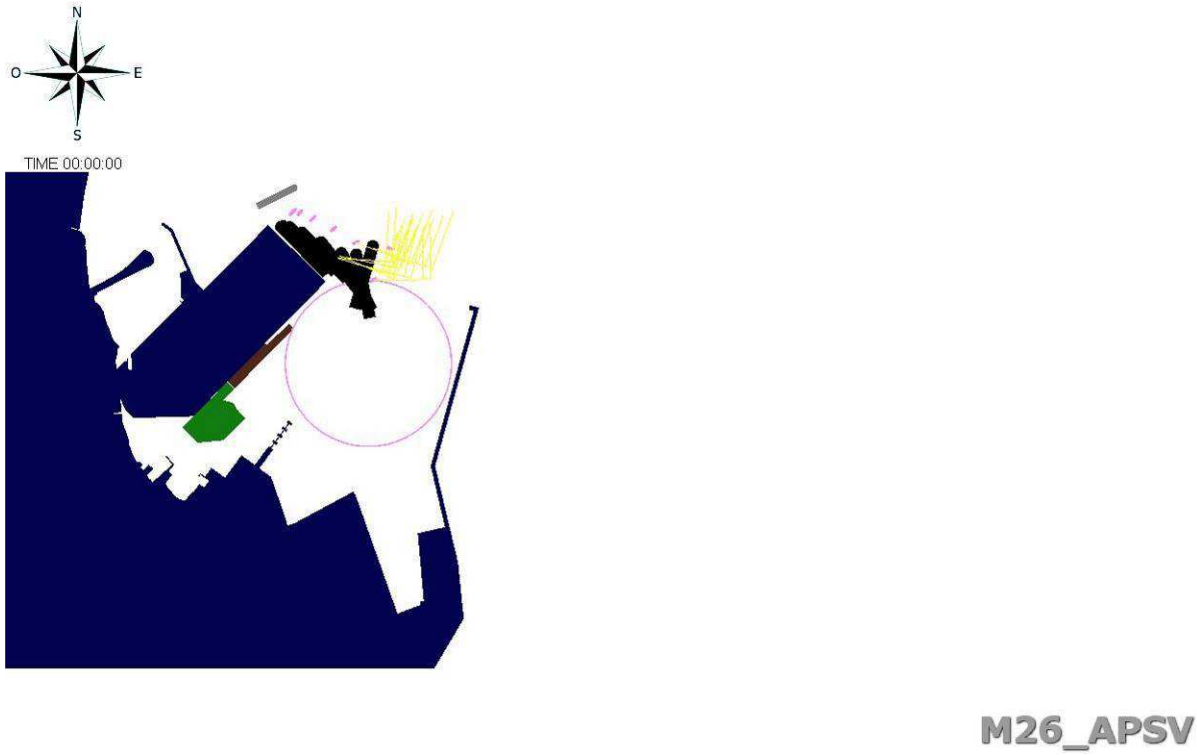


Fig. A35 – M26_APSV – Uscita Bulk in C vento 20 kn da 100°N onda 1 m da 100°N (diga finale)

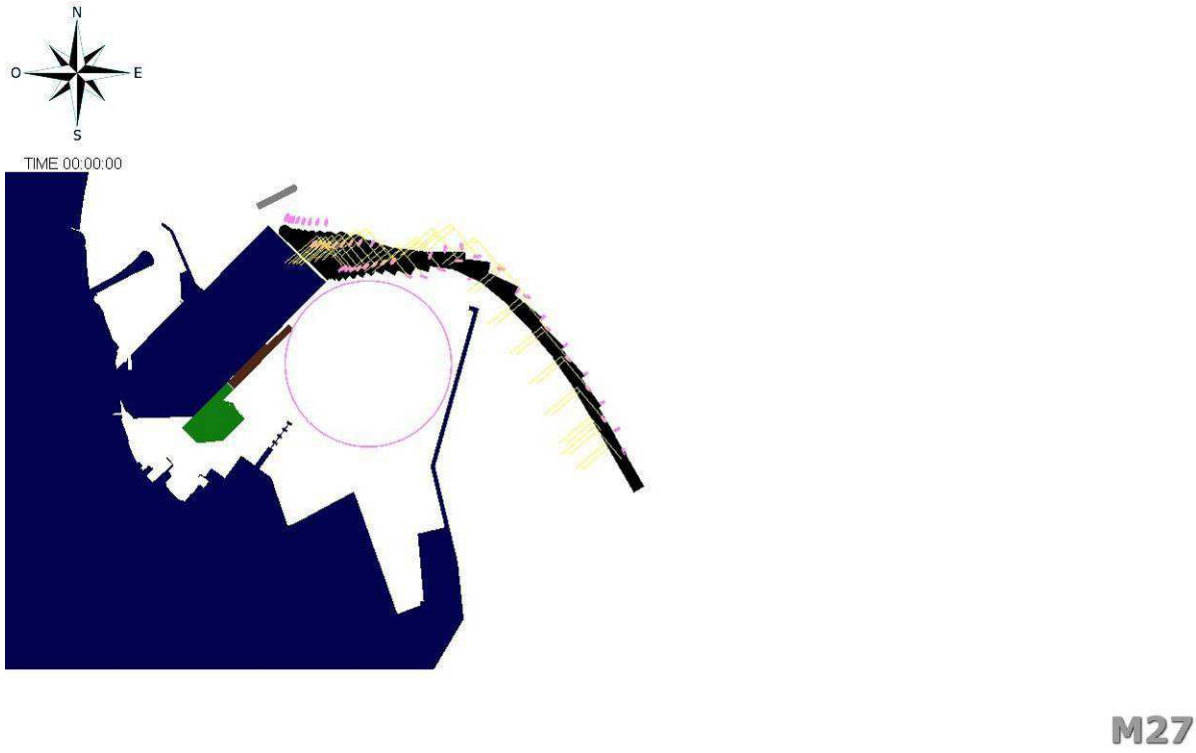


Fig. A35 – M27 – Ingresso Bulk in C vento 15 kn da 320°N onda 1 m da 60°N (diga finale)

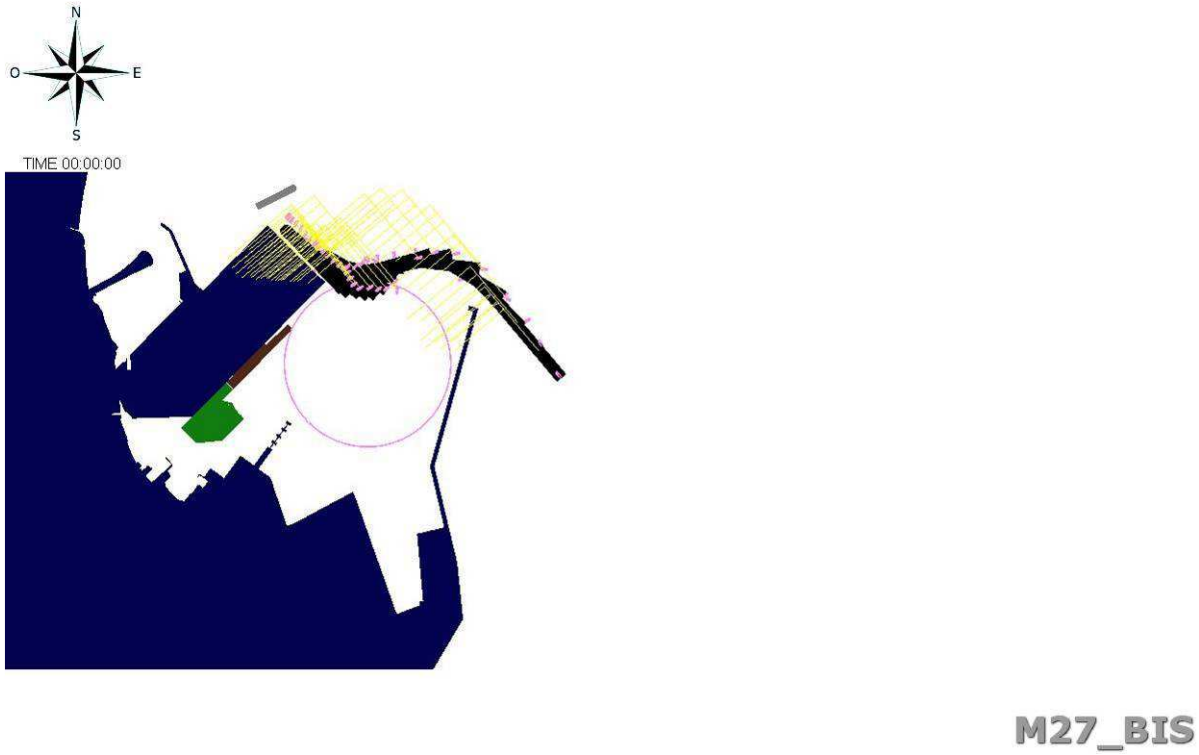


Fig. A36 – M27_BIS – Ingresso Bulk in C vento 30 kn da 320°N onda NULLA (diga finale)

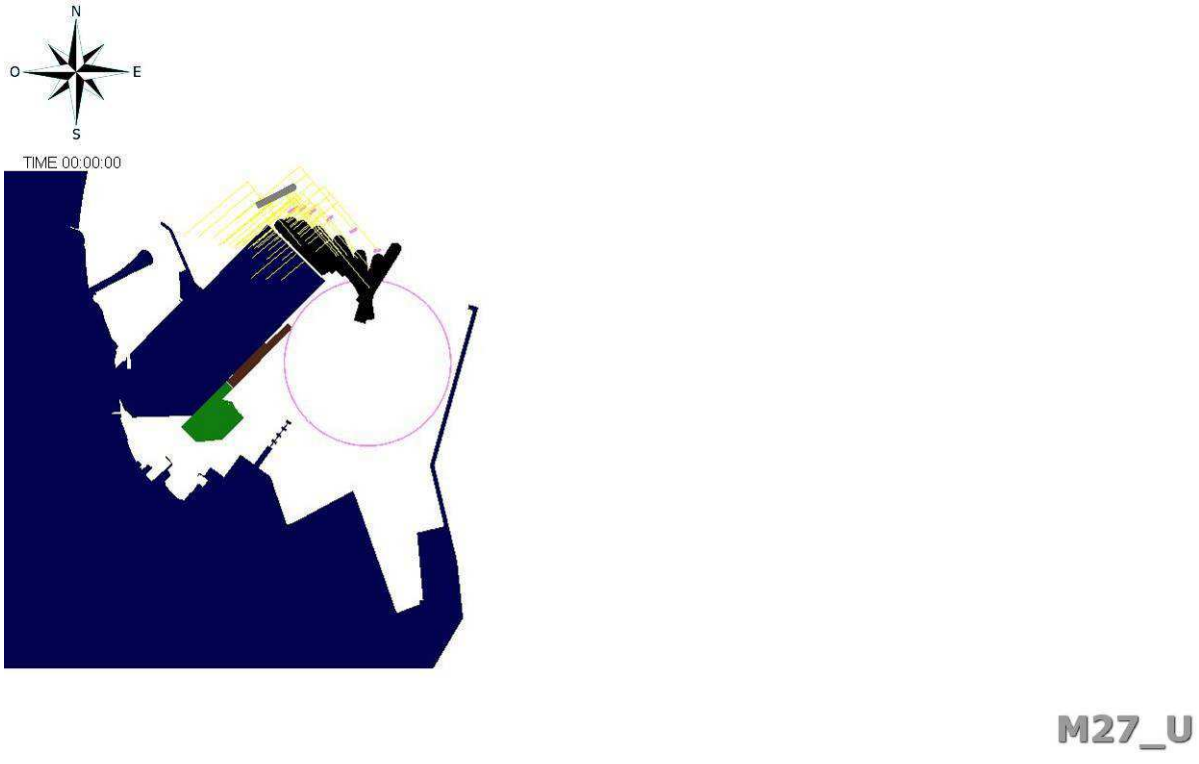


Fig. A37 – M27_U – Uscita Bulk in C vento 30 kn da 320°N onda NULLA (diga finale)

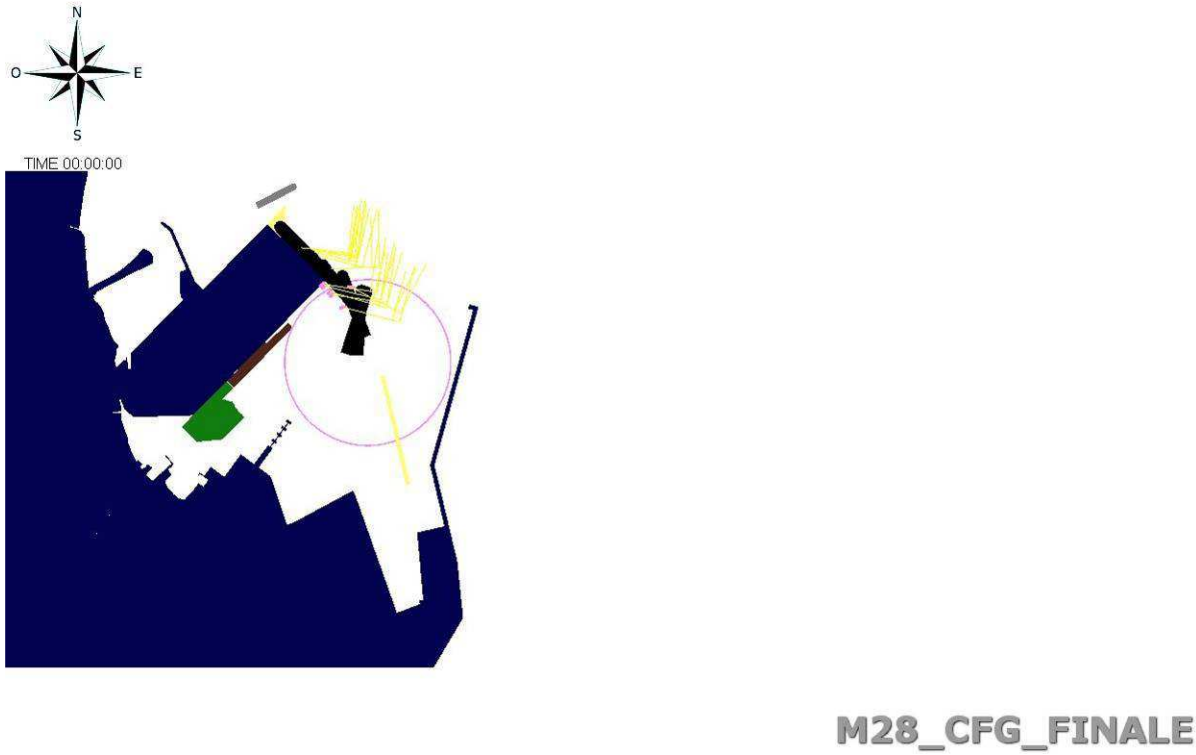


Fig. A38 – M28_CFG_FINALE – Uscita Bulk in C vento 30 kn da 320°N onda NULLA (diga finale)

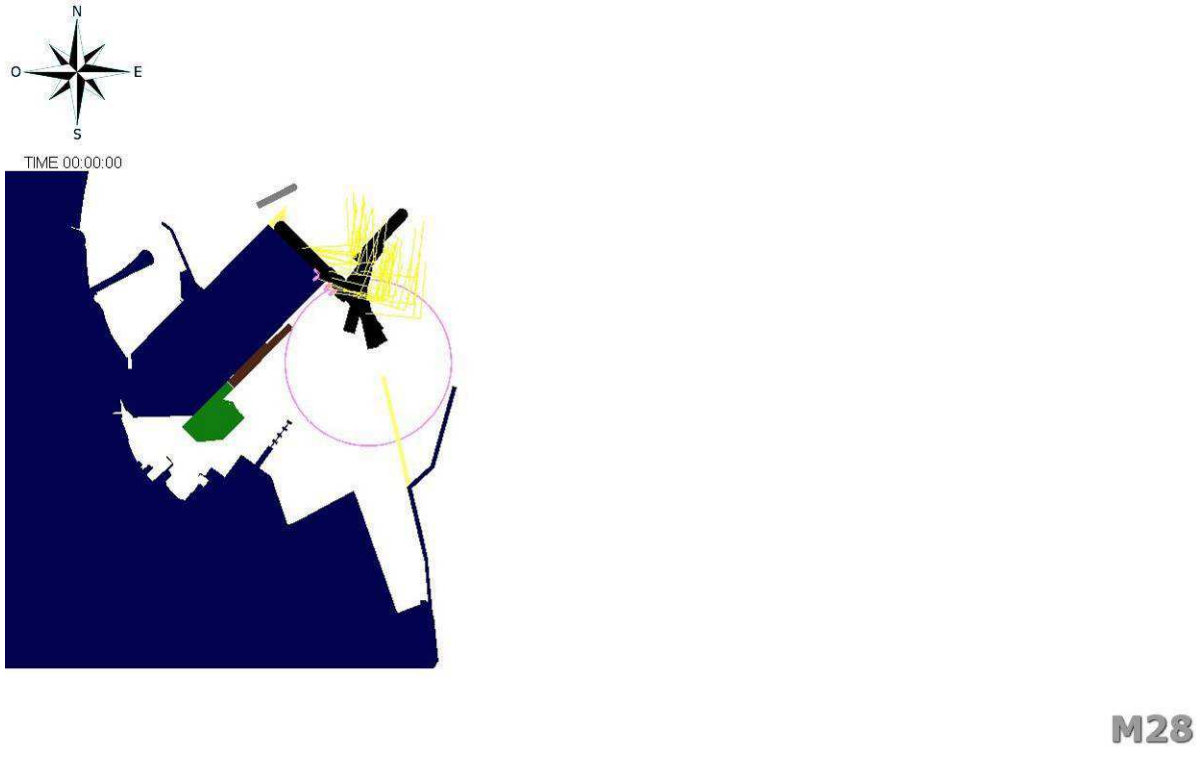
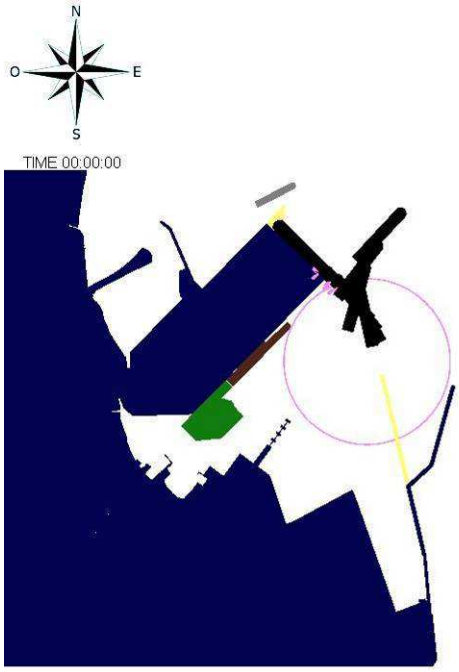
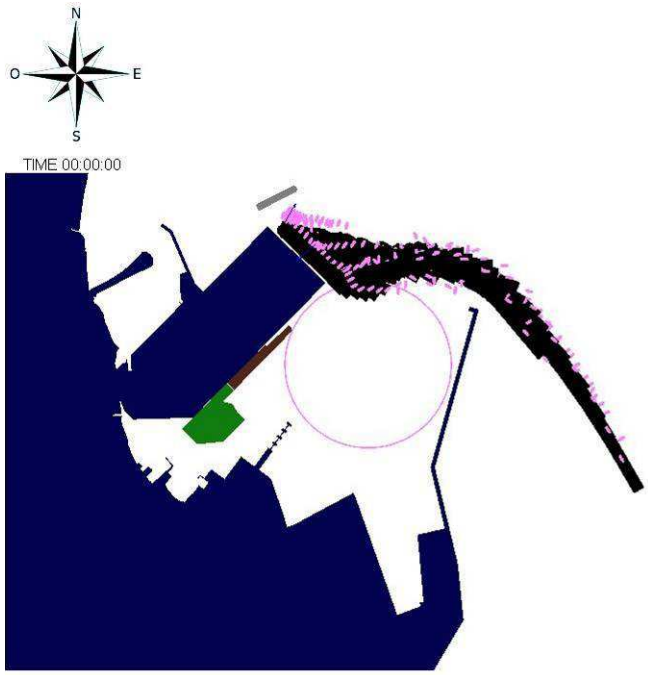


Fig. A38 – M28 – Uscita Bulk in C vento 30 kn da 320°N onda NULLA (diga prima fase)

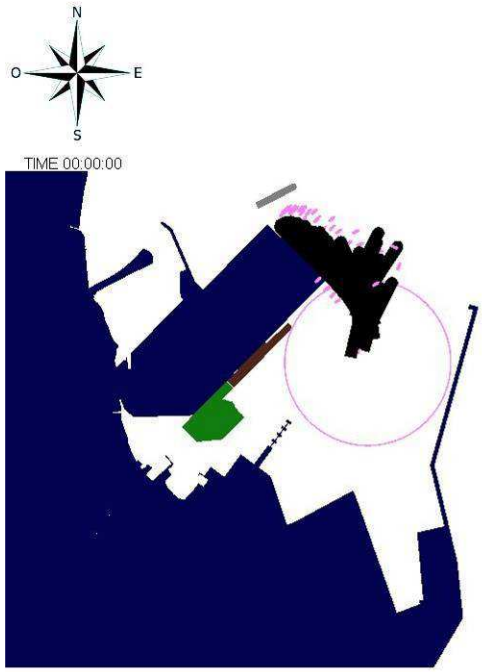
INVILUPPI



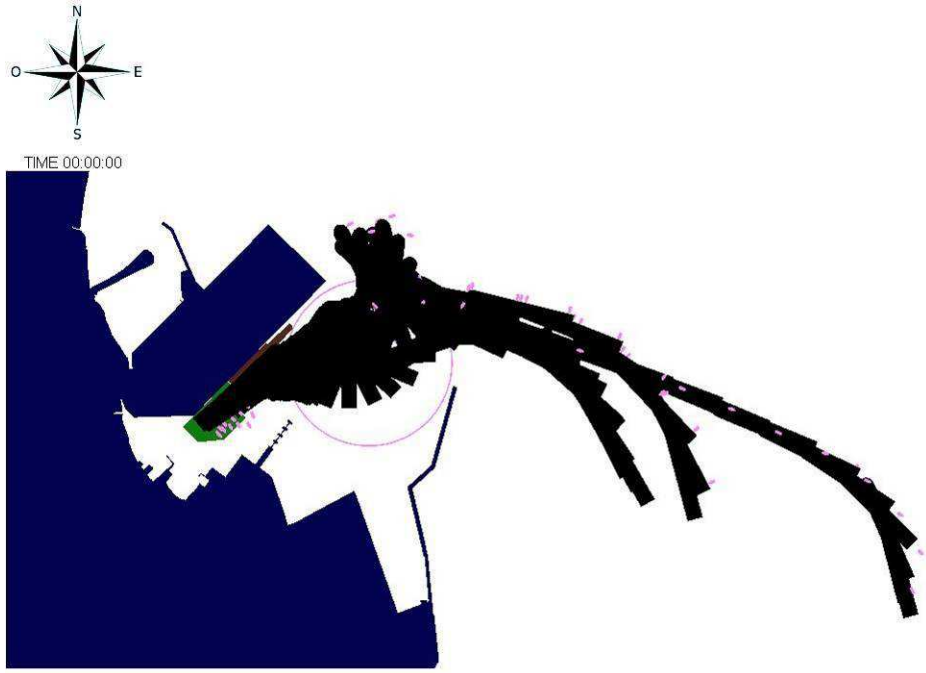
Bulk_Fase1_Uscite



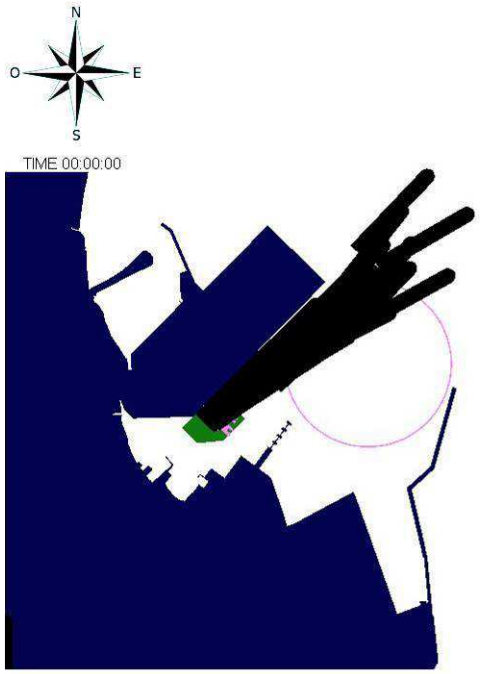
Bulk_Finale_Ingressi



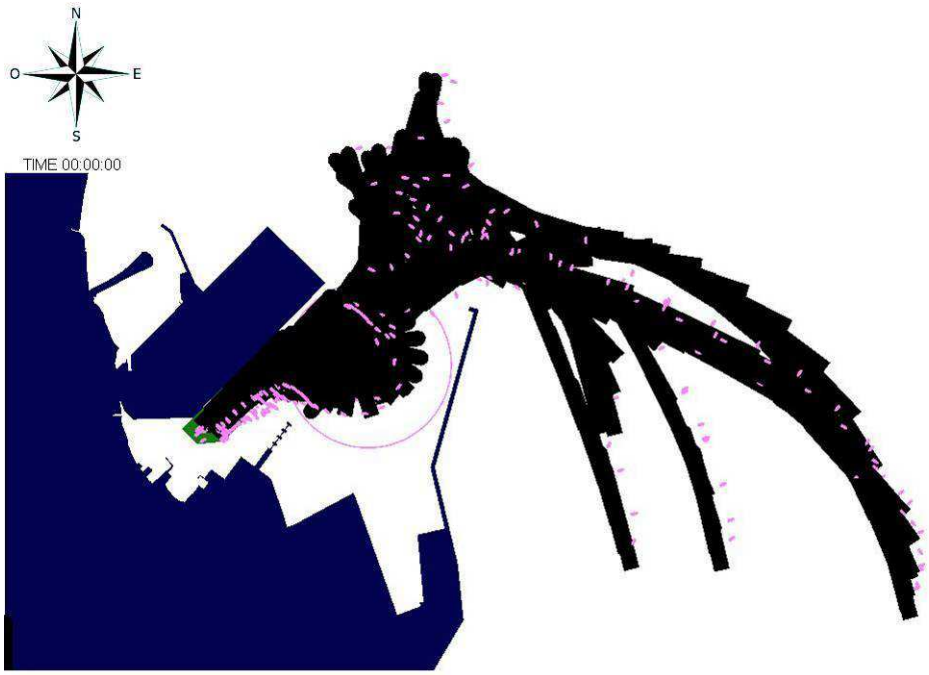
Bulk_Finale_Uscite



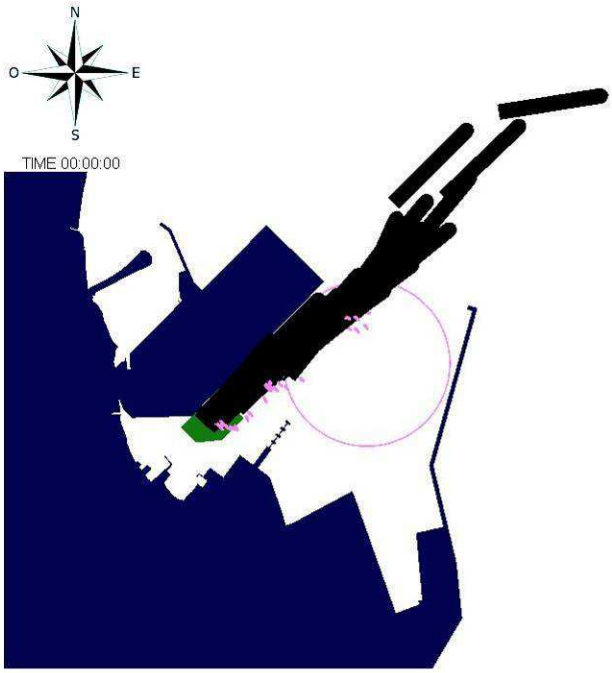
Emma_Fase1_Ingressi



Emma_Fase1_Uscite



Emma_Finale_Ingressi



Emma_Finale_Uscite

APPENDICE B: FOTO DELLE SIMULAZIONI



Fig. B1 – Pilotaggio 21/07/2014 Com. Guarino - Sanfratello

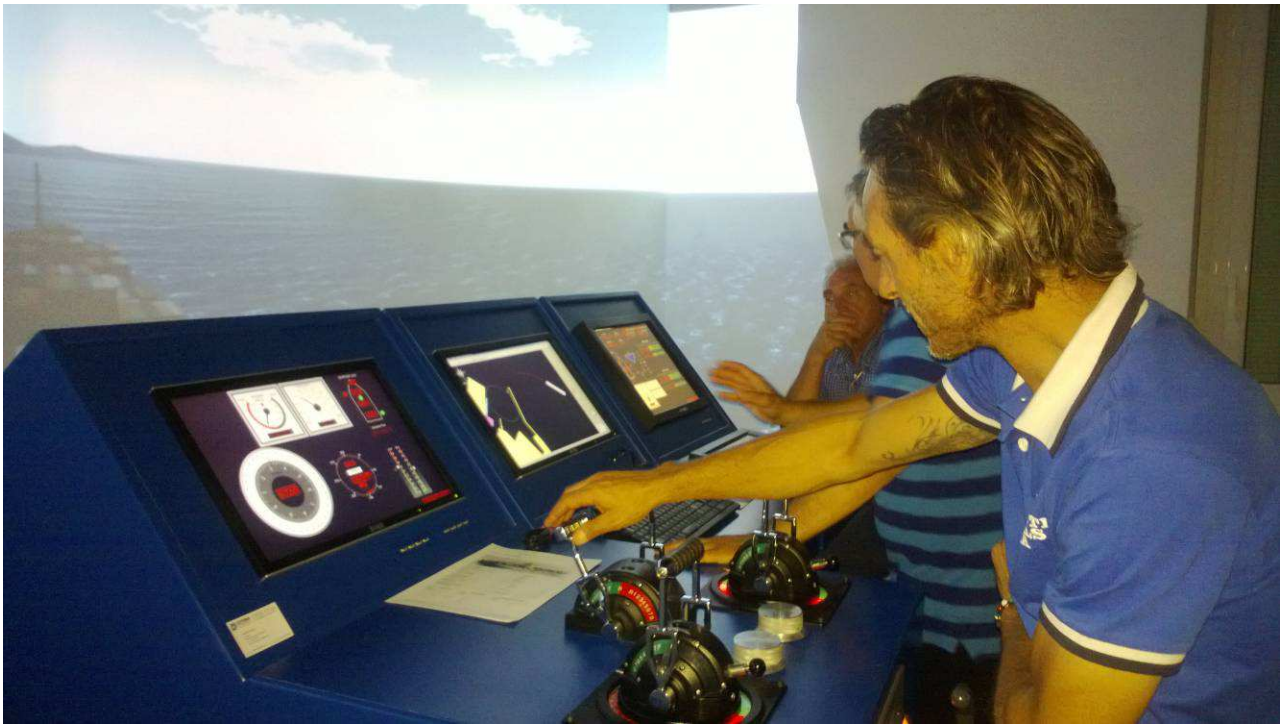


Fig. B2 – Pilotaggio 21/07/2014 Com. Guarino - Sanfratello



Fig. B3 – Pilotaggio 21/07/2014 Com. Guarino - Sanfratello



Fig. B4 – Pilotaggio 21/07/2014 Com. Guarino - Sanfratello



Fig. B5 – Pilotaggio 22/07/2014 Com. Guarino - Piacenza



Fig. B6 – Pilotaggio 22/07/2014 Com. Guarino - Piacenza



Fig. B7 – Pilotaggio 22/07/2014 Com. Guarino - Piacenza



Fig. B8 – Pilotaggio 22/07/2014 Com. Guarino - Piacenza

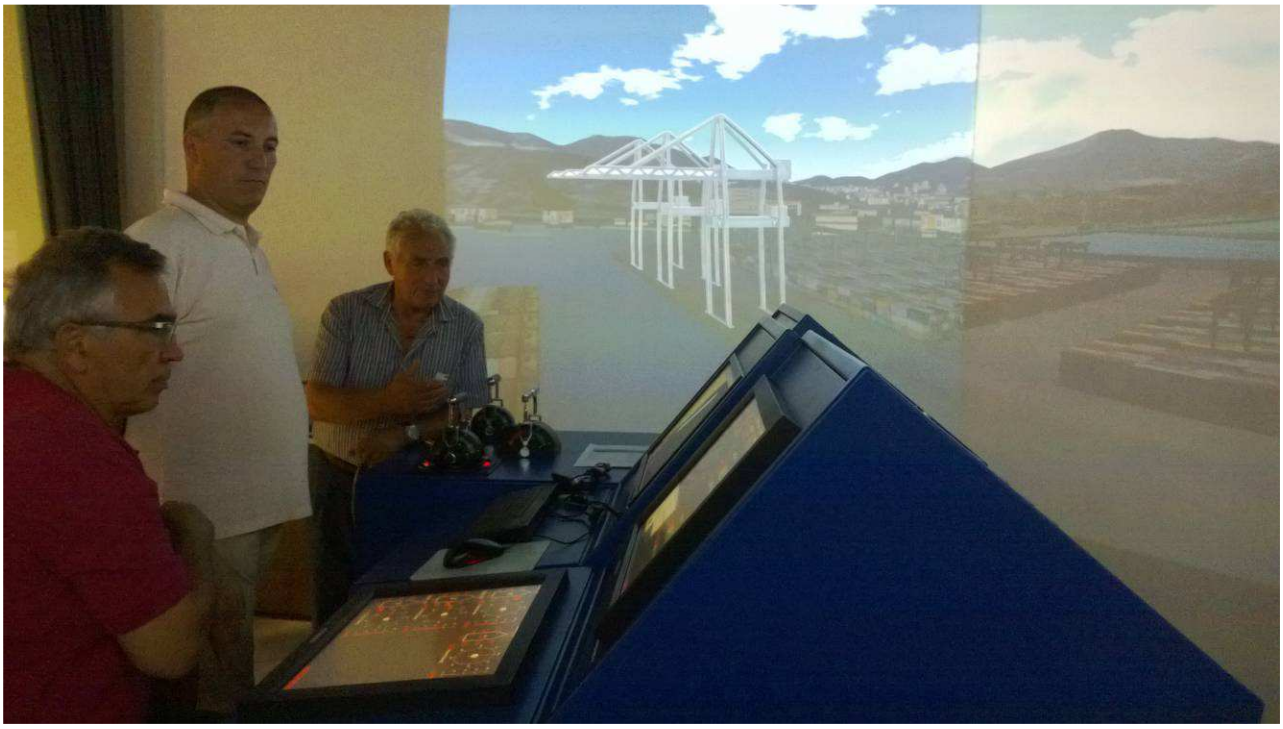


Fig. B9 – Pilotaggio 22/07/2014 Com. Guarino - Piacenza

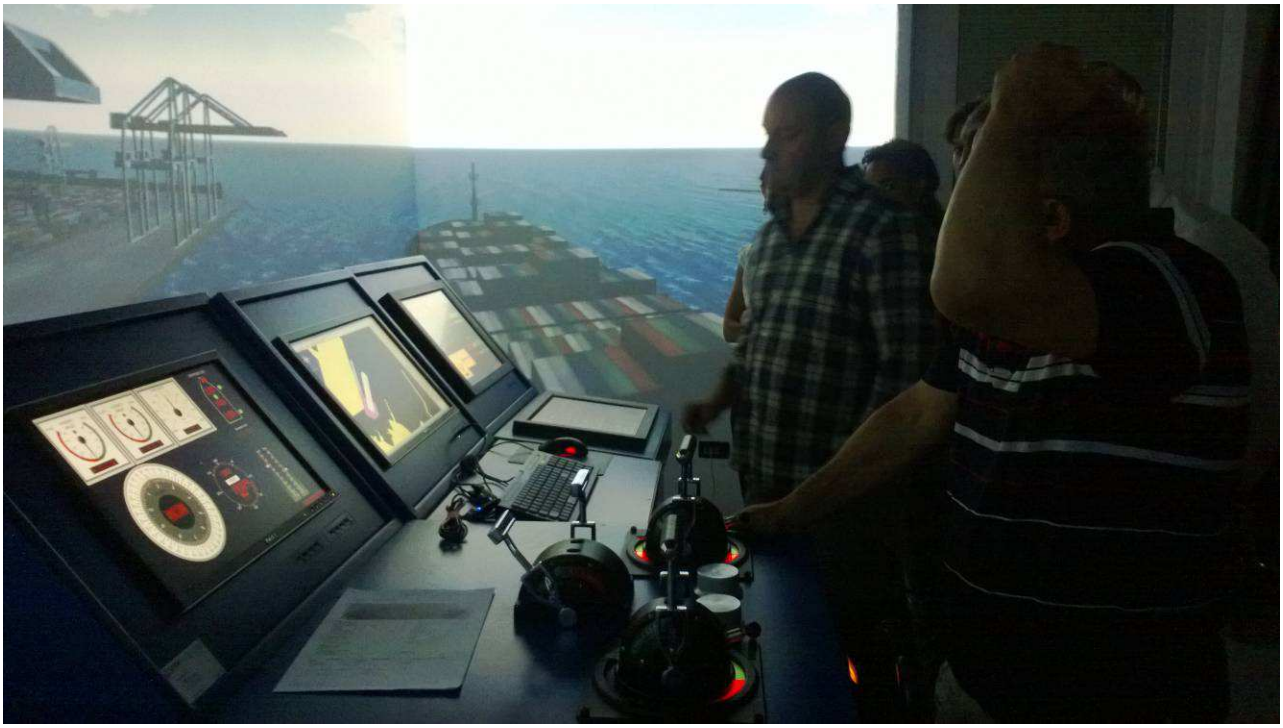


Fig. B10 – Pilotaggio 23/07/2014 Com. Guarino - Loddi

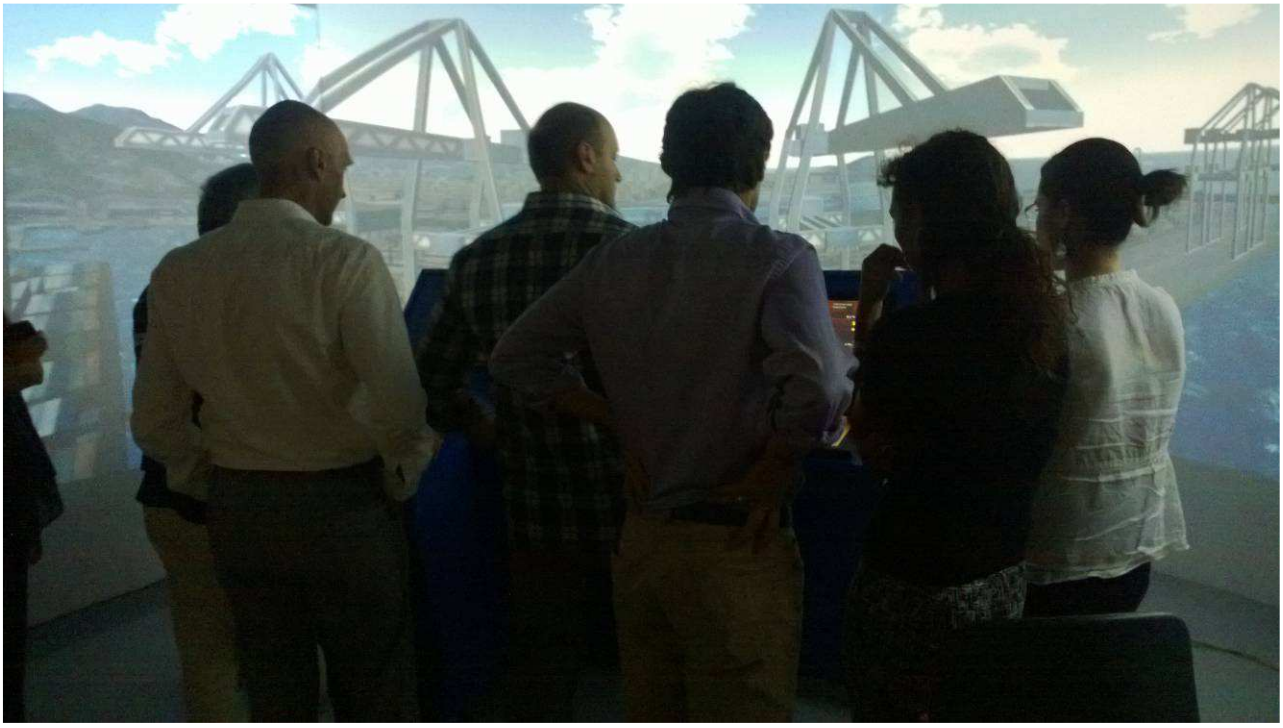


Fig. B11 – Pilotaggio 23/07/2014 Com. Guarino - Loddi



Fig. B12 – Pilotaggio 23/07/2014 Com. Guarino - Loddi



Fig. B13 – Pilotaggio 23/07/2014 Com. Guarino - Loddi

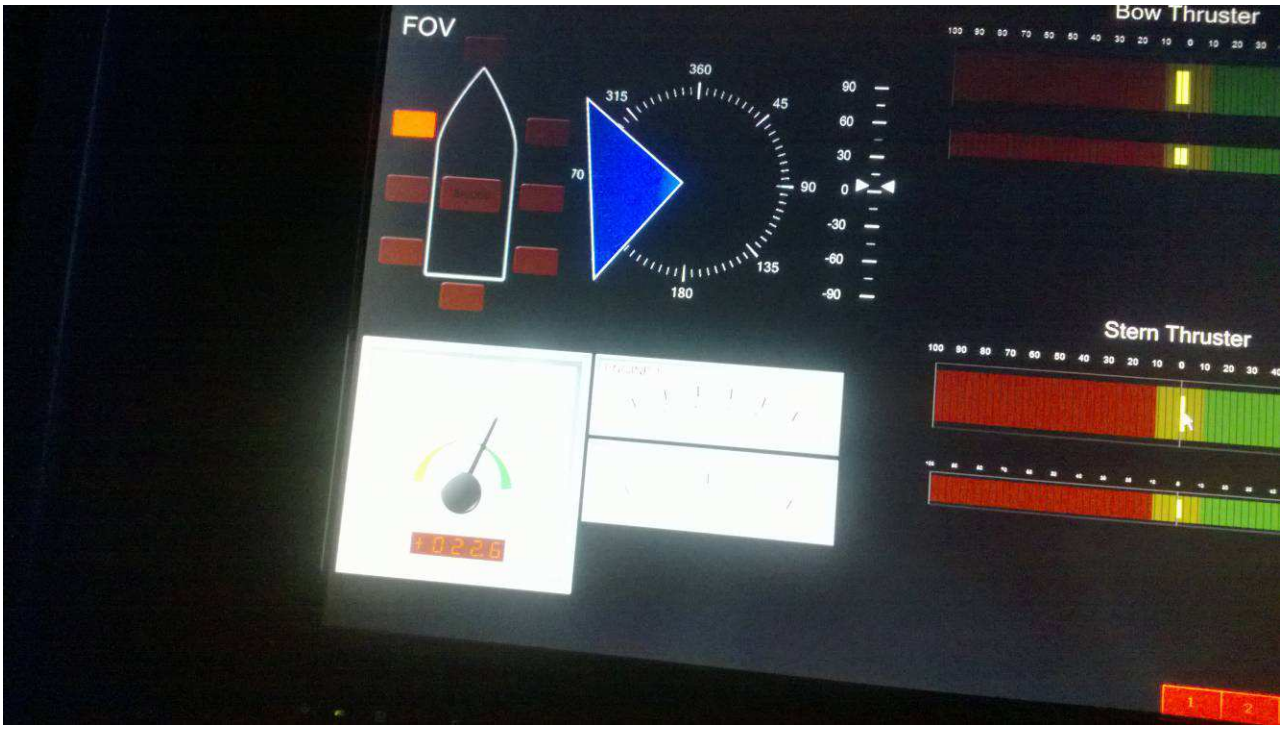


Fig. B14 – Indicatore della plancia del SAND con il numero di giri (RPM) dell'elica, da controllare per la protezione dei fondali

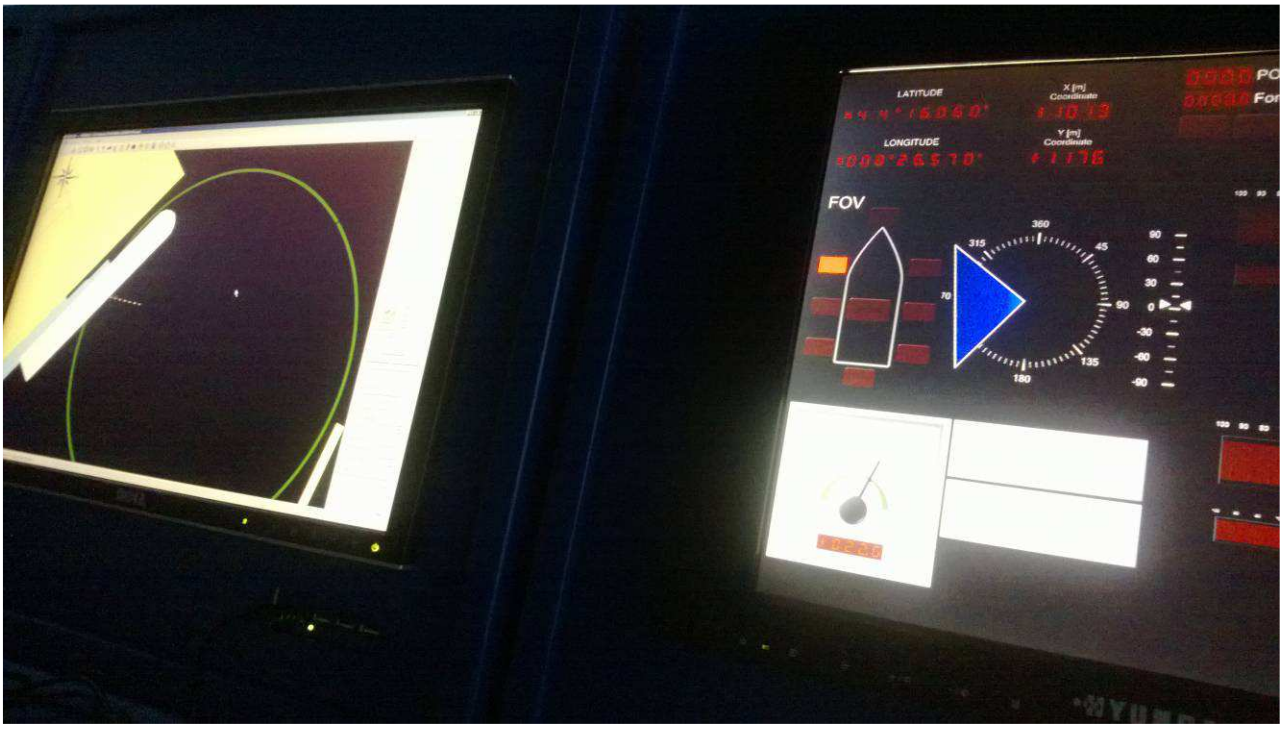


Fig. B15 – Indicatore della plancia del SAND con il numero di giri (RPM) dell'elica, da controllare per la protezione dei fondali – particolare manovra di partenza da accosto B



Fig. B16 – Pilotaggio 23/07/2014 Com. Guarino - Loddi



Fig. B17 – Pilotaggio 23/07/2014 Com. Guarino - Loddi



Fig. B18 – Pilotaggio 23/07/2014 Com. Guarino - Loddi



Fig. B19 – Pilotaggio 23/07/2014 Com. Guarino - Loddi



Fig. B20 – Pilotaggio 24/07/2014 Com. Guarino – JR e SR



Fig. B21 – Pilotaggio 24/07/2014 Com. Guarino – JR e SR



Fig. B22 – Pilotaggio 24/07/2014 Com. Guarino – JR e SR



Fig. B23 – Riunione finale del 25/07/2014 con presentazione all'AP di Savona. Presenti anche Piloti di Savona, Capitaneria di Porto di Savona, Technital, Maersk, Terminal Rinfuse Italia



Fig. B24 – Riunione finale del 25/07/2014 con presentazione all'AP di Savona. Presenti anche Piloti di Savona, Capitaneria di Porto di Savona, Technital, Maersk, Terminal Rinfuse Italia



Fig. B25 – Riunione finale del 25/07/2014 con presentazione all'AP di Savona. Presenti anche Piloti di Savona, Capitaneria di Porto di Savona, Technital, Maersk, Terminal Rinfuse Italia



Fig. B26 – Pilotaggio 25/07/2014 Com. Guarino - Abbate



Fig. B27 – Pilotaggio 25/07/2014 Com. Guarino - Abbate



Fig. B28 – Pilotaggio 25/07/2014 Com. Guarino - Abbate

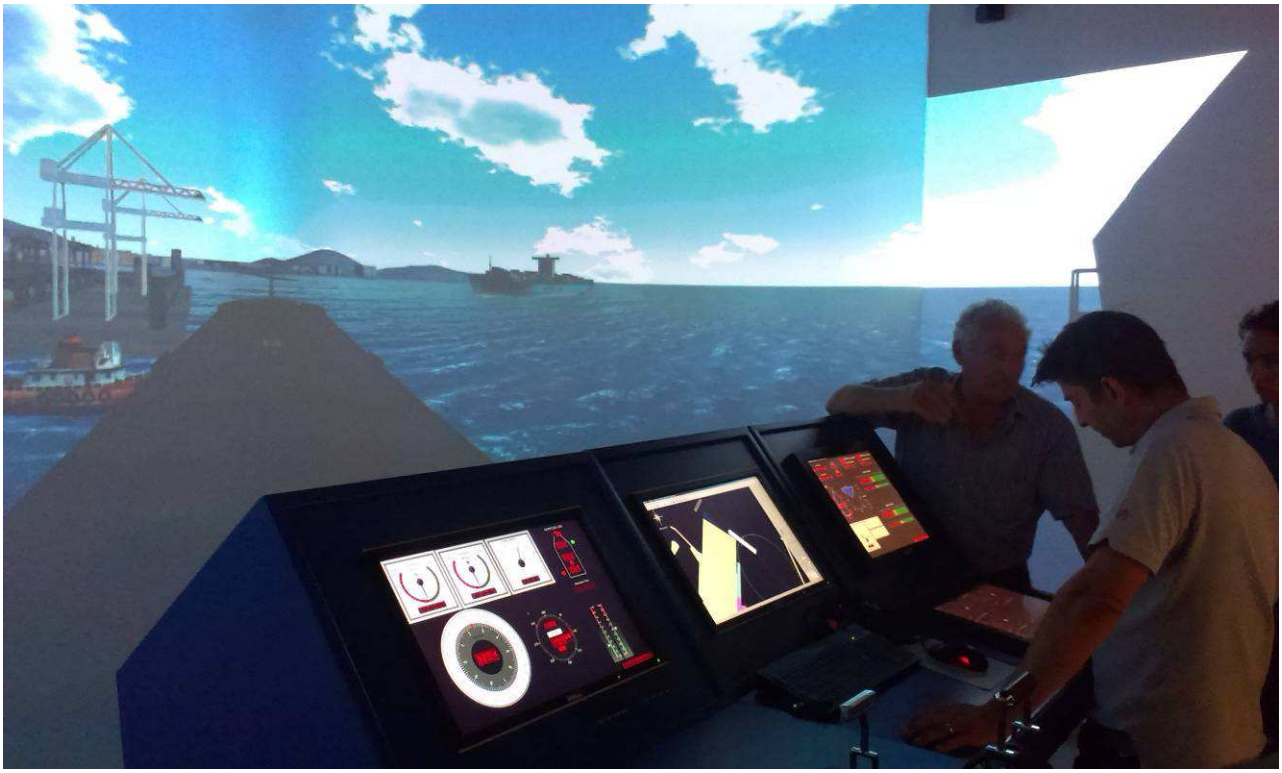


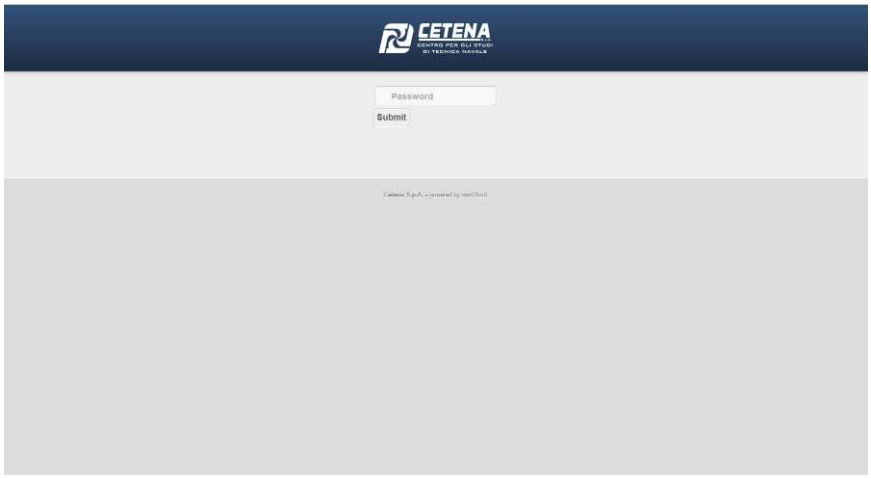
Fig. B29 – Pilotaggio 25/07/2014 Com. Guarino - Abbate



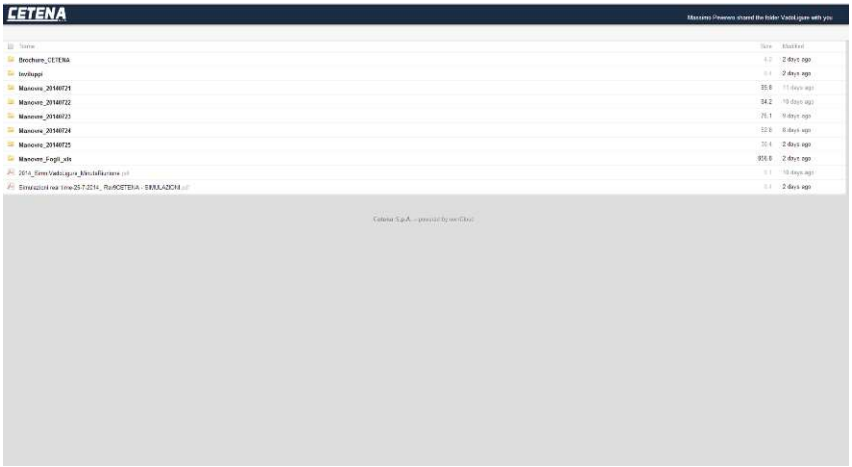
Fig. B30 – Pilotaggio 25/07/2014 Com. Guarino - Abbate

ALLEGATI

I risultati completi delle simulazioni eseguite che costituiscono gli **ALLEGATI** al presente rapporto tecnico sono stati resi disponibili al Cliente in formato elettronico via collegamento web dedicato, accessibile solo tramite password:



Una volta eseguito il login si arriva alla pagina seguente:



I file messi a disposizione del Cliente contengono, in sintesi: le **immagini** delle traiettorie inviluppate della singola manovra; i relativi **inviluppi** (sovrapposizione di più traiettorie), suddivisi per tipologia di manovra e di unità navale; i **video** di ogni test, così come visualizzati sulla plancia 2D del SAND; le storie temporali di tutte le **grandezze** simulate; infine, le **minute** delle riunioni e le **Pilot Card** delle navi.