



Autorità di Sistema Portuale
del Mar Ligure Orientale
Porti di La Spezia e
Marina di Carrara

Presidente: Dott. Mario Sommariva
Segretario Generale: Ing. Federica Montaresi

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Mirko Leonardi

PIANO REGOLATORE PORTUALE DI MARINA DI CARRARA

CIG: 949570145B

LIVELLO

PRP

ELABORATO

SIMULAZIONI DI MANOVRA PER LA PROPOSTA DI PIANO REGOLATORE PORTUALE DEL PORTO DI MARINA DI CARRARA

Redazione del Piano Regolatore Portuale:



Modellistica numerica di supporto:



ELABORATO G.1.14	SCALA	NS. RIF. PRP-MDC_G.1.14_ 19feb2021.DOCX	COMMESSA – NN. A4 MDC2023 - 92	
DATA 19/02/2021	REVISIONE 00	REDATTORE	CONTROLLO MP	APPROVAZIONE LG

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO, CON DIVIETO DI RIPRODURLO,
ANCHE IN PARTE, O DI RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LE NECESSARIE AUTORIZZAZIONI

Report n. 14078

Rev. 00

Simulazioni di manovra per la proposta di Piano Regolatore Portuale del Porto di Marina di Carrara

Autori / Authors: M. Peverero; L. Gennaro

Data emissione / Issue date: 19/02/2021

Pagina intenzionalmente bianca / *This page intentionally left blank*

Report n. 14078	Rev. 00	Data emissione / Issue date 19/02/2021
Titolo / Title <h2 style="text-align: center;">Simulazioni di manovra per la proposta di Piano Regolatore Portuale del Porto di Marina di Carrara</h2>		
Autori / Authors <p style="text-align: center;">M. Peverero; L. Gennaro</p>		
Sommario / Abstract <p><i>Il presente rapporto tecnico è finalizzato alla presentazione dei risultati delle simulazioni di manovra Real Time, svolte da parte di CETENA S.p.A. per conto dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale per la proposta di Piano Regolatore Portuale (PRP) del Porto di Marina di Carrara. Le simulazioni hanno avuto come ambito d'indagine il Porto di Marina di Carrara, considerato nella configurazione relativa alla proposta di Piano Regolatore Portuale (PRP). Le simulazioni eseguite hanno investigato la fattibilità alla manovra di quattro diverse navi, aventi le seguenti dimensioni: Cruise Ship LOA 330m x B 38,4m x T 8m; Bulk Carrier LOA 220m x B 30m x T 9,8m; Ro-Ro LOA 200m x B 25m x T 7m; Bulk Carrier LOA 100m x B 20m x T 7m. Le manovre, sono state realizzate sia in condizioni di calma che in presenza di vento proveniente dal III quadrante (SW) con intensità variabili tra 15 e 30 nodi.</i></p>		
Autori / Authors 	Verificato / Verified 	Approvato / Approved 
Circolazione / Circulation Interna / Internal Only Libera / Free <input checked="" type="checkbox"/> Riservata Industriale / Commercial in confidence Classificata / Classified	Codici di distribuzione / Distribution codes <p style="text-align: center;">AdSP Mar Ligure Orientale Porti di La Spezia e Marina di Carrara</p>	
Pagine / Sheets <p style="text-align: center;">91</p>	Commessa / Job <p style="text-align: center;">69160720144</p>	Note / Notes

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

<i>Rev.</i>	<i>Data / Date</i>	<i>Contenuto della Revisione / Revision Content</i>	<i>Autori / Authors</i>

Contenuto della revisione corrente / Current revision content

INDICE

INTRODUZIONE	6
1 SCOPO E IMPOSTAZIONE DEL LAVORO	9
2 DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA	12
3 CONFIGURAZIONI PORTUALI	16
3.1 Layout portuale	16
4 DATI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI	18
4.1 Caratteristiche principali della Cruise (LOA = 330 m).....	19
4.2 Caratteristiche principali della Bulk Carrier (LOA = 220 m).....	20
4.3 Caratteristiche principali della Ro-Ro (LOA = 200 m).....	21
4.4 Caratteristiche principali della Bulk (LOA = 100 m)	22
5 CONDIZIONI METEOMARINE	23
6 OUTPUT ED ESECUZIONE DELLE SIMULAZIONI	24
6.1 Totale delle manovre eseguite al simulatore.....	24
6.1.1 Cruise Ship 330m	25
6.1.2 Bulk Carrier 220m	26
6.1.3 Ro-Ro 200m.....	27
6.1.4 Bulk Carrier 100m.....	28
6.2 Sintesi dei risultati delle manovre eseguite al simulatore.....	29
7 CONCLUSIONI	35
7.1 Riassunto del lavoro - Manovre.....	39
7.2 Riassunto del lavoro - Rimorchiatori	43
7.3 In sintesi.....	52
APPENDICI	56
APPENDICE A	57
APPENDICE B	82
APPENDICE C	85
ALLEGATI	90

INTRODUZIONE

Il presente rapporto tecnico è finalizzato alla presentazione dei risultati delle simulazioni di manovra Real Time, svolte da parte di CETENA S.p.A. per conto dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale per la proposta di Piano Regolatore Portuale (PRP) del Porto di Marina di Carrara.



Fig. 1 Simulazioni di manovra nel Porto di Marina di Carrara

In particolare, è stata studiata la fattibilità delle manovre con le seguenti unità navali:

- **Cruise Ship**, bielica a pale fisse della lunghezza fuori tutto di **330m**;
- **Bulk Carrier**, monoelica a pale fisse della lunghezza fuori tutto di **220m**;
- **Ro-Ro**, monoelica a pale orientabili della lunghezza fuori tutto di **200m**;
- **Bulk Carrier**, monoelica a pale fisse della lunghezza fuori tutto di **100m**.

Le simulazioni sono state svolte investigando l'agibilità nautica nella proposta di Piano Regolatore Portuale del Porto di Marina di Carrara, simulando le suddette unità in manovra al variare delle condizioni meteomarine di maggiore interesse e severità. Le simulazioni sono state realizzate nel corso di 4 giornate: la prima sessione dei lavori si è tenuta il **22 luglio 2020**, la seconda sessione rispettivamente il **7, 8 e 9 ottobre 2020**.

Le manovre sono state eseguite dal Capo Pilota di Marina di Carrara (CLC Capo Pilota Michele Vullo), coadiuvato da un esperto esecutore messo a disposizione da CETENA, ex-Capo dei Piloti del Porto di Genova (Com. Giovanni Lettich), affiancati da personale CETENA.

Durante le giornate di simulazione, oltre al Cliente, hanno partecipato anche la Capitaneria di Porto di Marina di Carrara, lo studio di progettazione *Modimar* e *Progetti e Opere* tramite collegamento remoto.



Fig. 2 Simulatore di manovra real-time 3D



Fig. 3 Partecipanti al tavolo di lavoro

Riportiamo qui di seguito la lista dei presenti alle varie giornate di lavoro al simulatore:

Partecipanti	Ente / Società di appartenenza	Note
Com. G. Lettich	Ex Capo del Corpo Piloti del Porto di Genova	Esperto messo a disposizione da CETENA.
CLC Capo Pilota M. Vullo	Corporazione Piloti	Supervisione alle prove – Corporazione Piloti
Ing. F. Di Sarcina	Segretario Generale dell'Autorità di Sistema Portuale Mar Ligure Orientale	Supervisione alle prove – Cliente
Ing. I. Melito	Autorità di Sistema Portuale Mar Ligure Orientale	Supervisione alle prove – Cliente
C.F. L. Aloia	Capitaneria di Porto Marina di Carrara	Supervisione alle prove
T. V. F. Rovetti		
T. V. P. Onori		
2° Capo A. Piscitello		
Ing. P. Contini	Modimar s.r.l.	Supervisione alle prove – Studio di ingegneria
Ing. M. Castellino		
Ing. Giancarlo Inserra	Progetti e Opere s.r.l.	Supervisione alle prove – Studio di ingegneria
Ing. Elio Ciralli	Progetti e Opere	Supervisione alle prove – Studio di ingegneria
Ing. M. Peverero	CETENA S.p.A.	Preparazione del modello delle unità navali, degli scenari e setup delle funzionalità del simulatore. Post-processing dei risultati. Redazione del rapporto tecnico finale
Dott.ssa L. Gennaro		Redazione del rapporto tecnico finale, supporto alla gestione e coordinamento durante le giornate al simulatore
Ing. D. Milazzo		Redazione del rapporto tecnico finale, supporto all'assistenza dei rimorchiatori

Tab. 1 Lista dei partecipanti alle simulazioni

1 SCOPO E IMPOSTAZIONE DEL LAVORO

Il presente rapporto tecnico è finalizzato alla presentazione dei risultati delle simulazioni di manovra Real Time, svolte da parte di CETENA S.p.A. per conto dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale, nel corso delle due sessioni di lavoro tenutesi rispettivamente il **22 luglio 2020**, e il **7 - 8 - 9 ottobre 2020**.

Lo studio di manovrabilità è stato eseguito allo scopo di valutare la fattibilità delle manovre da parte di diverse unità navali Cruise Ship, Bulk Carrier e Ro-Ro all'interno del layout di proposta di Piano Regolatore Portuale (PRP) per il Porto di Marina di Carrara.

Al fine di poter individuare gli eventuali possibili miglioramenti dell'assetto plano-batimetrico della proposta di PRP del porto e del canale di accesso in termini di sicurezza della navigazione e di manovrabilità, gli obiettivi delle simulazioni di manovra individuati sono stati i seguenti:

- Valutare l'idoneità e l'adeguatezza della proposta di PRP del porto e del canale di accesso, in termini di sicurezza della navigazione e di manovrabilità, in funzione della fattibilità delle operazioni di ingresso/uscita e accosto delle navi nelle varie condizioni meteo marine e di ingombri sulle banchine, individuando gli aspetti vantaggiosi e gli eventuali limiti.
- Individuare le condizioni operative limite per lo svolgimento in sicurezza delle manovre di ingresso/uscita delle navi dal porto, anche con l'ausilio di rimorchiatori.
- Fornire indicazioni sullo svolgimento delle manovre di ingresso/uscita e accosto delle navi e sulle tecniche di manovra ottimali studiando sia l'evoluzione nel bacino che le fasi di accosto nelle manovre di ingresso, sia il distacco della nave in partenza dalle banchine di ormeggio e la successiva manovra di uscita, tenendo conto della presenza di ingombri nonché delle condizioni meteo marine di agitazione ondososa all'interno del porto.
- Verificare l'adeguatezza dei rimorchiatori (per numero, tipologia e tiro massimo) eventualmente necessari per la manovra in sicurezza della nave.
- Studiare la manovrabilità in condizioni di emergenza relativo all'esecuzione delle manovre in caso di improvvisi black-out della nave e la conseguente verifica di fattibilità delle manovre di ingresso nonché lo studio degli effetti sulla traiettoria simulata della nave con il solo utilizzo dei rimorchiatori in assistenza e delle ancore.

Qui di seguito sono riportate le caratteristiche principali delle 4 unità navali impiegate durante il lavoro al simulatore.

Tipo unità	LOA [m]	B [m]	T [m]
Cruise Ship	330.0	38.4	8.0
Bulk Carrier	220.0	30	9.8
Ro-Ro	200.0	25	7.0
Bulk Carrier	100.0	20	7.0

Tab. 2 Caratteristiche principali delle unità simulate

Durante le simulazioni è stato considerato il vento proveniente da SW (**Libeccio** – 225°N) di intensità variabile tra i **15 kn** e **30 kn** (Fig. 4). Per ogni condizione meteo schematizzata negli scenari meteomarini al simulatore di manovra, è stata considerata anche la formazione ondosa coerente al vento e la relativa mappa di corrente.

Tali scenari rappresentano le condizioni meteomarine con effetti più significativi all'interno del porto.

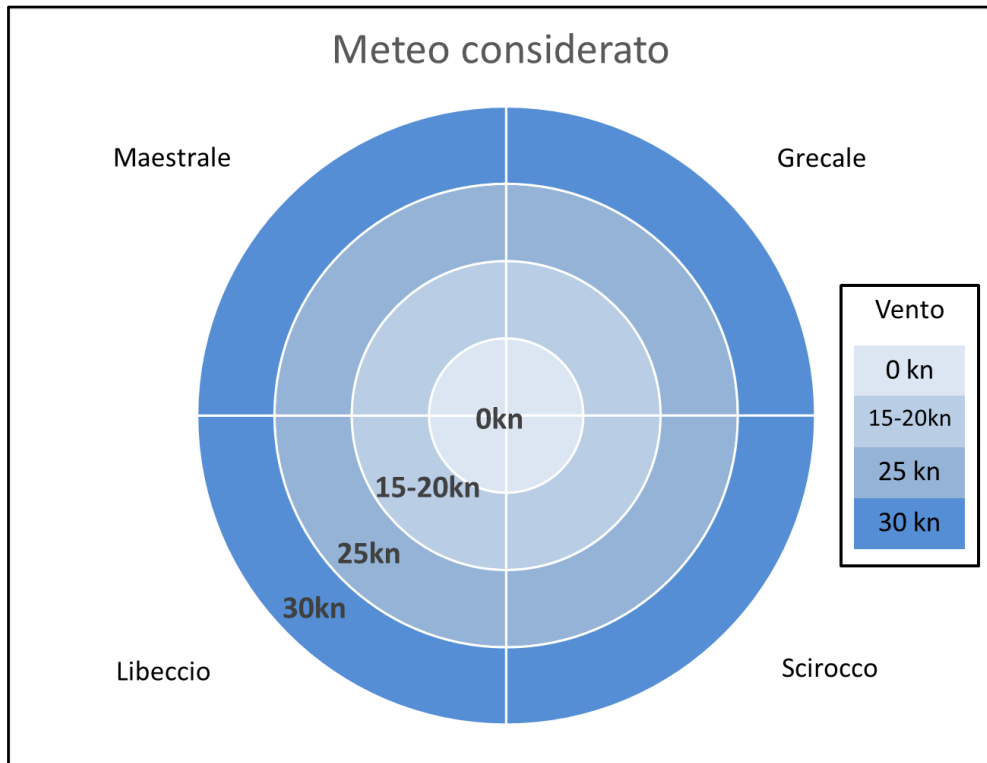


Fig. 4 Venti ed intensità considerati durante le manovre

Nella Fig. 5 è sintetizzato il numero delle manovre eseguite, correlate alle diverse tipologie di vento e intensità.

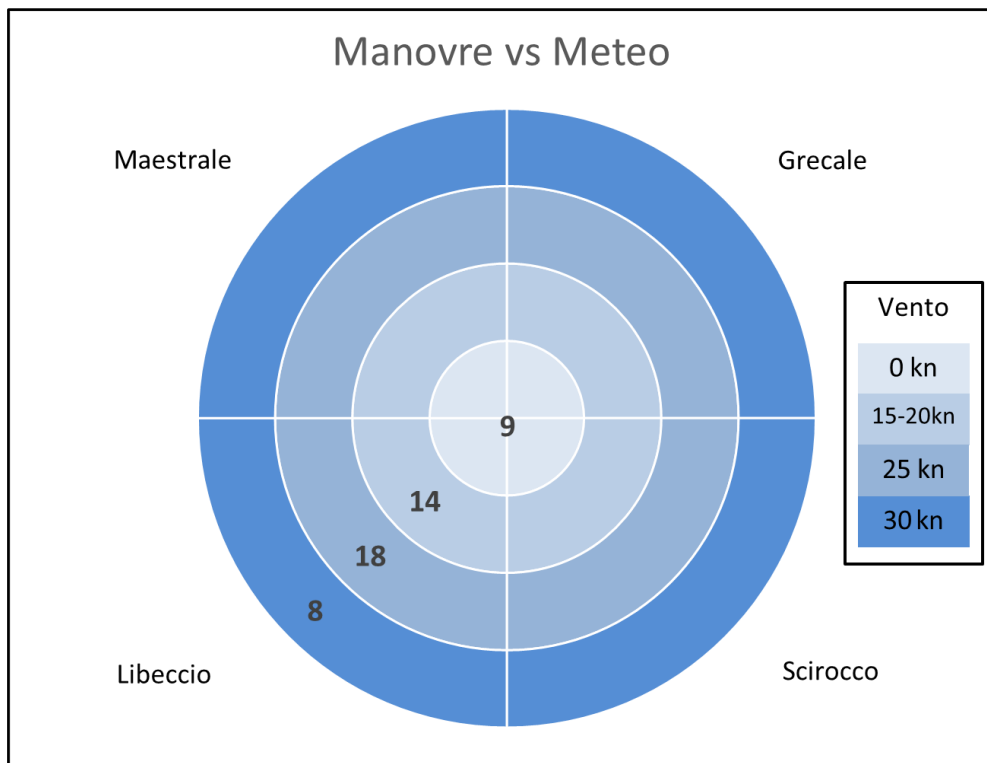


Fig. 5 Numero di manovre associate a tipo e intensità di vento

mare, dalla corrente, dal vento (“condizioni meteomarine”), dagli eventuali rimorchiatori utilizzati in manovra, dalla mappa del porto (“layout”), dagli effetti specifici legati alla posizione della nave (banchina, profondità dei fondali, ecc).

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

- parametri ambientali (vento, corrente, onde del mare)
- effetti specifici relativi al porto considerato
- modelli di calcolo per acque ristrette
- shallow waters

In particolare, il simulatore è in grado di prevedere, come nel caso in studio in cui i fondali sono bassi in relazione all’immersione della nave in transito, il cosiddetto “*effetto squat*”.

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*.

E’ inoltre possibile simulare in tempo reale condizioni di emergenza dovute ad improvvise avarie (es. avaria dell’apparato motore e dei mezzi di governo) e conseguentemente valutare gli effetti sulla traiettoria simulata della nave a seguito dell’utilizzo, ad esempio, di ancore e catene.



Fig. 7 Simulatore di manovra – Allestimento attuale del laboratorio di simulazione

Per quanto riguarda la parte grafica, il laboratorio VISLAB del CETENA, recentemente rinnovato e in via di sviluppo di ulteriori dotazioni, è stato attrezzato con un sistema di schermi che consentono la visualizzazione tridimensionale dello scenario portuale, della nave in simulazione e degli eventuali rimorchiatori in ausilio alla nave (v. Fig. 7).

Inoltre, una postazione laterale consente la visione (tramite visore HMD 3D stereoscopico tipo **Oculus Rift**) dello stesso scenario 3D dal punto di vista esterno, ad esempio posto su un'aletta della nave. Si veda la seguente Fig. 8.



Fig. 8 Simulatore di manovra – Postazione con visore HMD 3D dedicato alla visuale dalle alette

In Fig. 10 vi è una delle fotografie scattate durante le simulazioni, in cui è possibile apprezzare le viste esterne in 3D realizzate per lo studio di manovrabilità per il Porto di Marina di Carrara.



Fig. 9 Simulatore di manovra



Fig. 10 Simulatore di manovra – Scenario 3D del Porto di Marina di Carrara

3 CONFIGURAZIONI PORTUALI

3.1 Layout portuale

La configurazione portuale adottata per il presente studio di manovrabilità è quella prevista dal layout di proposta di PRP per il Porto di Marina di Carrara (Fig. 11).

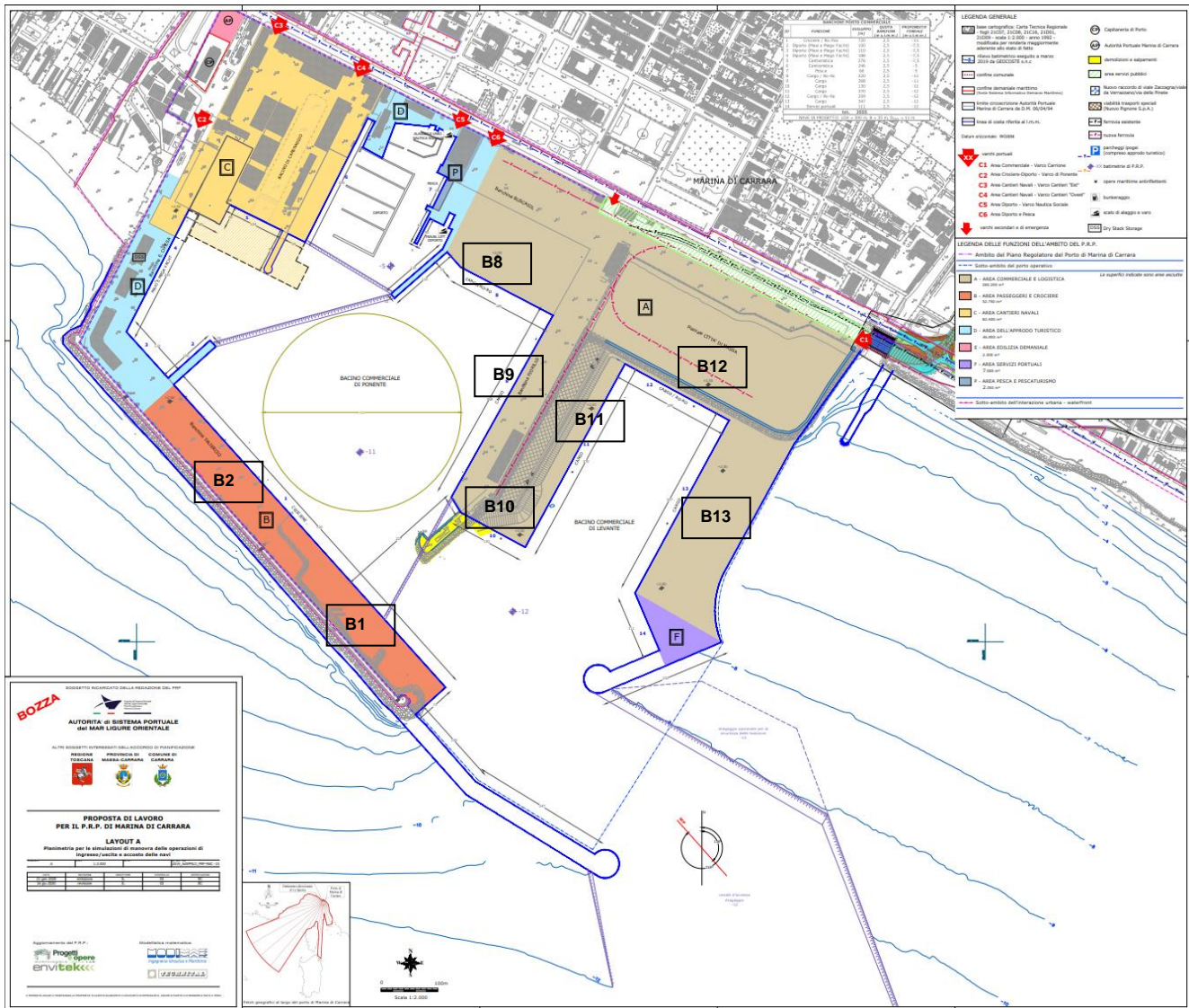


Fig. 11 Porto di Marina di Carrara – Layout di proposta di PRP

Il layout di Fig. 11 è stato caricato all'interno dell'ambiente di simulazione e integrato della presenza di diverse navi ormeggiate, in modo da poter eseguire lo studio di manovra nella configurazione più gravosa dal punto di vista dello spazio utile per la navigazione.

Nella figura seguente (Fig. 12), è rappresentato il layout 2D importato al simulatore.



Fig. 12 – Layout 2D del Porto di Marina di Carrara

In Fig. 12, in colore marrone è rappresentato il layout come da proposta di PRP ed in verde le navi ormeggiate:

- Cruise 330m x 38,4m su banchina B1 e B2
- Bulk 220 m x 30m su B13
- Bulk 220 m x 30 su B9
- Bulk 100m x 20m su banchina B10
- Ro-Ro 200m x 25m su banchina B11 e B12
- Ro-Ro 200m x 25m su banchina B8 Andana
- Ro-Ro 200m x 25m su banchina B8 Nord

Durante lo svolgimento delle simulazioni, a seguito di alcune osservazioni fatte dal Capo Pilota, emerge che l'area di evoluzione risulta adeguata e che la zona di basso fondale a NW, potrebbe contribuire comunque all'aumento della sicurezza.

4 DATI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI

Di seguito vengono illustrate le caratteristiche principali delle unità prese in considerazione per il presente studio di manovrabilità. Il *modello manovriero delle unità* 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, tarando i **coefficienti idrodinamici** presenti nelle equazioni del moto. Al **simulatore di manovra** (Fig. 13) è stato quindi testato il modello che rappresenta al meglio la famiglia di navi della tipologia richiesta.




Fig. 13 Simulazioni di manovra – Esecuzione delle manovre

Le *caratteristiche manovriere di ciascuna nave*, ovvero la tempistica e le modalità di reazione ai comandi impartiti dalla plancia del simulatore, sono state verificate positivamente durante l'esecuzione delle manovre da parte del Capo Pilota di Marina di Carrara, ciò significa che il grado di adeguatezza del modello virtuale proposto al simulatore, è tale da consentire di raggiungere gli scopi del presente studio. Tutte le manovre sono state svolte con l'utilizzo dei mezzi di propulsione e governo delle navi e, laddove necessario, mediante l'ausilio dei rimorchiatori.

4.1 Caratteristiche principali della Cruise (LOA = 330 m)

Le caratteristiche principali della Cruise da 330 m di lunghezza fuori tutto sono riassunte in Tab. 3. La nave è bielica, propulsa da due motori che sviluppano 18 MW ognuno e può raggiungere una velocità massima di 22 nodi. L'unità è munita di 3 bow e 3 stern thrusters di 2200 kW di potenza.



Ship main data		
Max speed	22	knots
Length between perpendiculars	306	m
Length over all	330	m
Beam	38.4	m
Draught	8	m
Displacement	68000	t
Frontal wind area	1850	m ²
Lateral wind area	15000	m ²
Propeller data		
Propeller number	2	Fixed
Blades number	6	
Diameter	5.7	m
Propeller revolutions	150	RPM
Engine data		
Engine power	2x18000	kW
Transverse thrusters		
Bow thrusters	3x2200	kW
Stern thrusters	3x2200	kW

Tab. 3 Caratteristiche principali della Cruise - LOA = 330 m

4.2 Caratteristiche principali della Bulk Carrier (LOA = 220 m)

Le caratteristiche principali della Bulk Carrier da 220 m di lunghezza fuori tutto sono riassunte in Tab. 4. La nave è monoelica, propulsa da un apparato motore che genera 8100 kW e può raggiungere una velocità massima di 14 nodi. L'unità è munita di un bow thruster da 800 kW.




Ship main data		
Max speed	14	knots
Length between perpendiculars	210	m
Length over all	220	m
Beam	30	m
Draught	9.8	m
Displacement	51000	t
Frontal wind area	500	m ²
Lateral wind area	2400	m ²
Propeller data		
Propeller number	1	Fixed
Blades number		
Diameter		m
Propeller revolutions	95	RPM
Engine data		
Engine power	8100	kW
Transverse thrusters		
Bow thrusters	800	kW

Tab. 4 Caratteristiche principali della Bulk Carrier - LOA = 220 m

4.3 Caratteristiche principali della Ro-Ro (LOA = 200 m)


Le caratteristiche principali della Ro.Ro da 200 m di lunghezza fuori tutto sono riassunte in Tab. 5. La nave è monoelica, propulsa da un apparato motore che genera 25000 kW e può raggiungere una velocità massima di 21 nodi. Il propulsore è un'elica a pale orientabili. L'unità è munita di bow thruster da 1470 kW.

		
Ship main data		
Max speed	21	knots
Length between perpendiculars	196	m
Length over all	200	m
Beam	25	m
Draught	7	m
Displacement	21000	t
Frontal wind area	660	m ²
Lateral wind area	3780	m ²
Propeller data		
Propeller number	1	CPP
Blades number		
Diameter		m
Propeller revolutions	120	RPM
Engine data		
Engine power	25000	kW
Transverse thrusters		
Bow thrusters	1470	kW

Tab. 5 Caratteristiche principali della Ro-Ro - LOA = 200 m

4.4 Caratteristiche principali della Bulk (LOA = 100 m)

Le caratteristiche principali della Bulk Carrier da 100 m di lunghezza fuori tutto sono riassunte in Tab. 6. La nave è monoelica, propulsa da un apparato motore che genera 3000 kW e può raggiungere una velocità massima di 14 nodi. L'unità non è munita di thrusters.

		
Ship main data		
Max speed	14	knots
Length between perpendiculars	95	m
Length over all	100	m
Beam	20	m
Draught	7	m
Displacement	11000	t
Frontal wind area	250	m ²
Lateral wind area	900	m ²
Propeller data		
Propeller number	1	Fixed
Blades number		
Diameter		m
Propeller revolutions	95	RPM
Engine data		
Engine power	3000	kW
Transverse thrusters		
Bow thrusters	-	kW

Tab. 6 Caratteristiche principali della Bulk Carrier - LOA = 100 m

5 CONDIZIONI METEOMARINE

Le condizioni meteo marine (Tab. 7) impiegate durante le simulazioni di manovra, sono state fornite a CETENA dal Cliente, di concerto con lo studio di ingegneria Modimar e con il Corpo Piloti di Marina di Carrara. Per le manovre svolte nelle quattro giornate sono state impiegate le seguenti condizioni meteo:

Vento	Onda			Vento	
	H _s [m]	T _P [s]	MWD [from °N]	Direzione [from °N]	Intensità [kn]
Calma	0	0	0	0	0
Libeccio SW (225°N)	1.0	7	225	225	15
	1.0-2.0	8	225	225	20
	1.0-2.0	8	225	225	25
	3.0	9	225	225	30

Tab. 7 Condizioni meteomarine

6 OUTPUT ED ESECUZIONE DELLE SIMULAZIONI

Una volta definiti i singoli aspetti delle simulazioni (schematizzazione del layout portuale, fondali, caratteristiche principali delle unità navali e scenari associati alle condizioni meteomarine), CETENA ha messo a disposizione del Cliente e di tutti gli operatori invitati, il simulatore per lo svolgimento delle simulazioni di manovra.

I principali aspetti e i punti di miglioramento al progetto sono stati discussi tra tutti i presenti in corso d'opera e comunque condivisi al termine di ogni giornata di lavoro.

L'insieme di tutti i commenti e le osservazioni emerse dal presente studio è riportato nel Cap. 7 CONCLUSIONI.

6.1 Totale delle manovre eseguite al simulatore

In totale sono state eseguite N° 49 manovre.

Di seguito una schematizzazione del numero di manovre eseguite al simulatore per le diverse unità impiegate:

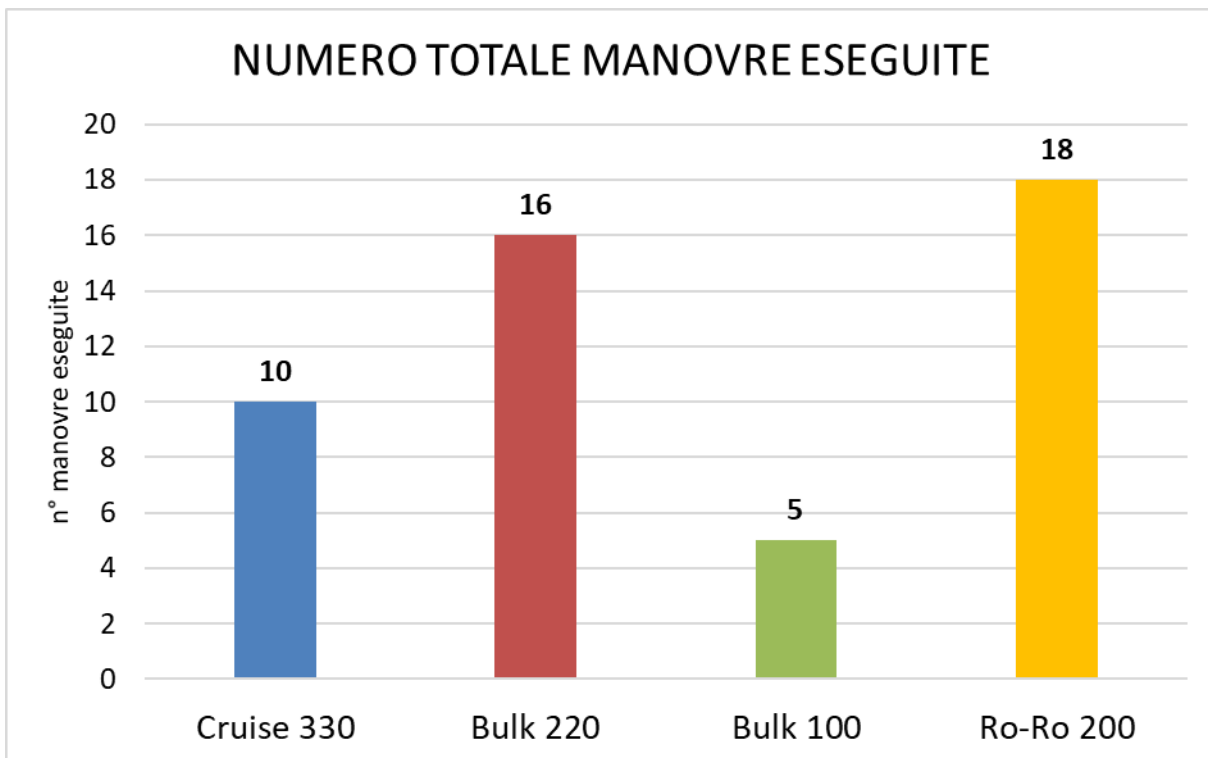


Fig. 14 Numero manovre eseguite per ciascuna nave

Di seguito, per ogni nave utilizzata, è stato riassunto il numero di manovre di ingresso e uscita effettuate durante le diverse giornate. Inoltre, è stato riassunto, separatamente per ingressi e uscite, il loro esito.

6.1.1 Cruise Ship 330m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la Cruise ship 330m e il loro esito. Il colore verde identifica le manovre giudicate riuscite, il colore giallo le manovre riuscite ma al limite della sicurezza, mentre il colore rosso rappresenta le manovre giudicate fallite.

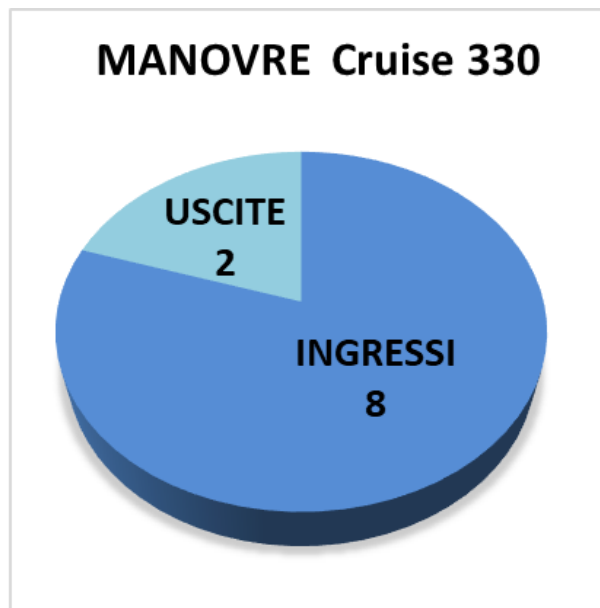


Fig. 15 Manovre effettuate con la Cruise ship 330m.

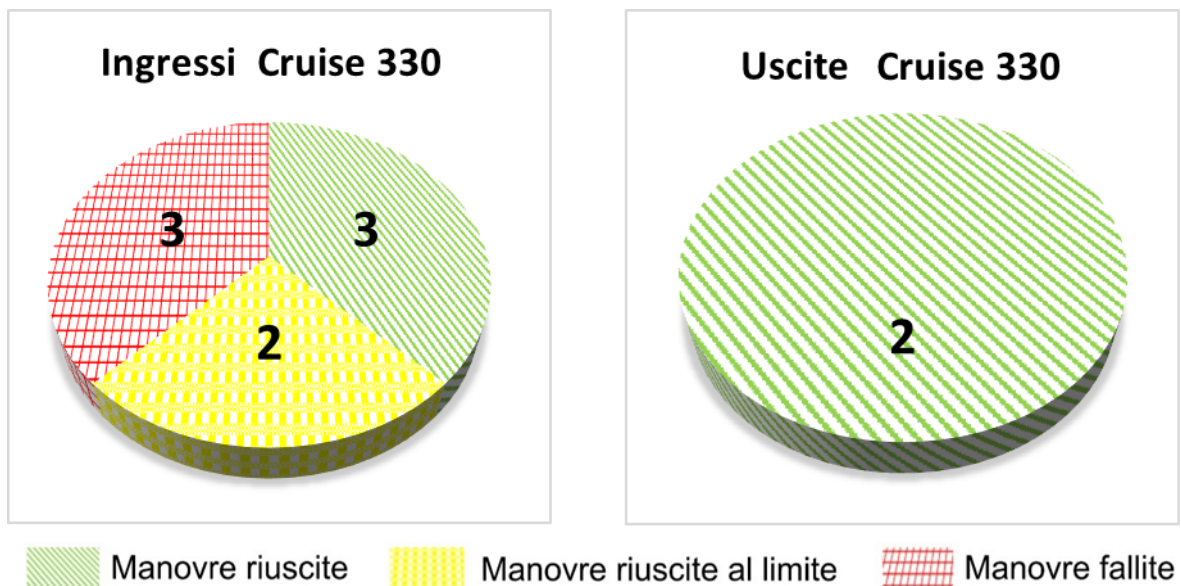


Fig. 16 Esito delle manovre effettuate con la Cruise ship 330m suddivise tra ingressi e uscite.

6.1.2 Bulk Carrier 220m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la Bulk Carrier 220m e il loro esito. Il colore verde identifica le manovre giudicate riuscite, mentre il colore rosso rappresenta le manovre giudicate fallite.

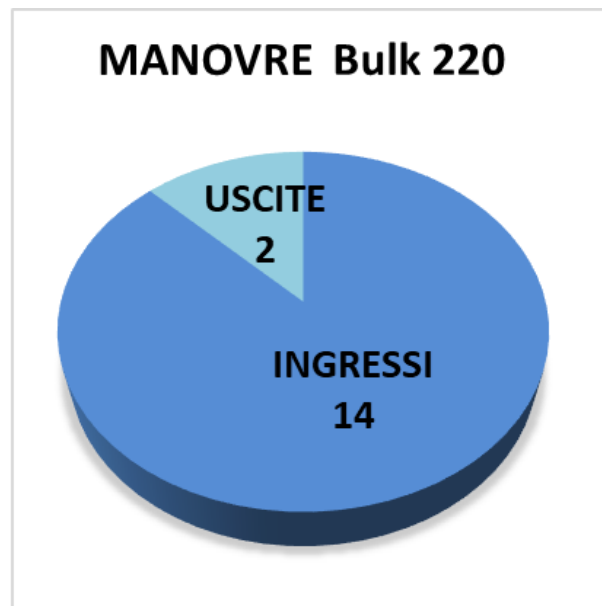


Fig. 17 Manovre effettuate con la Bulk Carrier 220m.

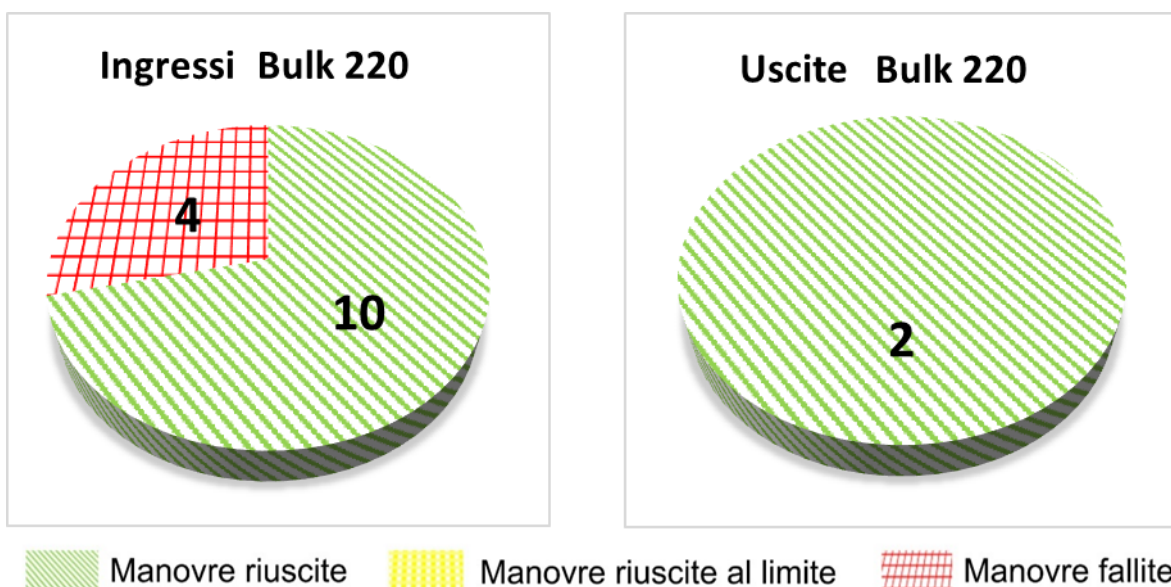


Fig. 18 Esito delle manovre effettuate con la Bulk Carrier 220m suddivise tra ingressi e uscite.

6.1.3 Ro-Ro 200m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la Ro-Ro 200m e il loro esito. Il colore verde identifica le manovre giudicate riuscite, mentre il colore rosso rappresenta le manovre giudicate fallite.

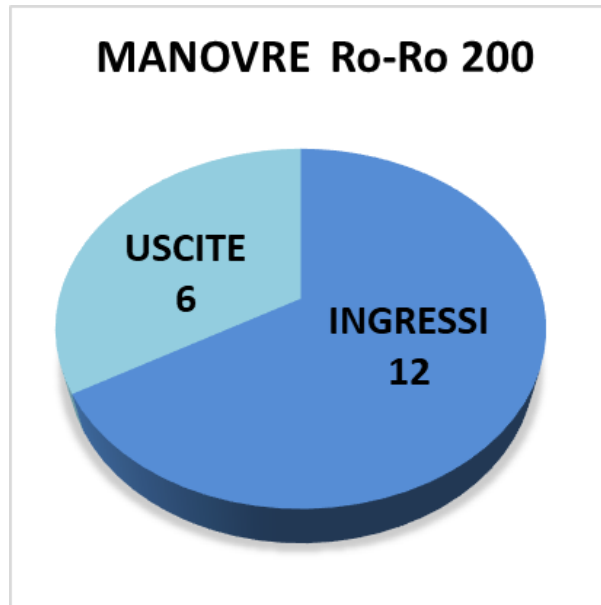


Fig. 19 Manovre effettuate con la Ro-Ro 200m.

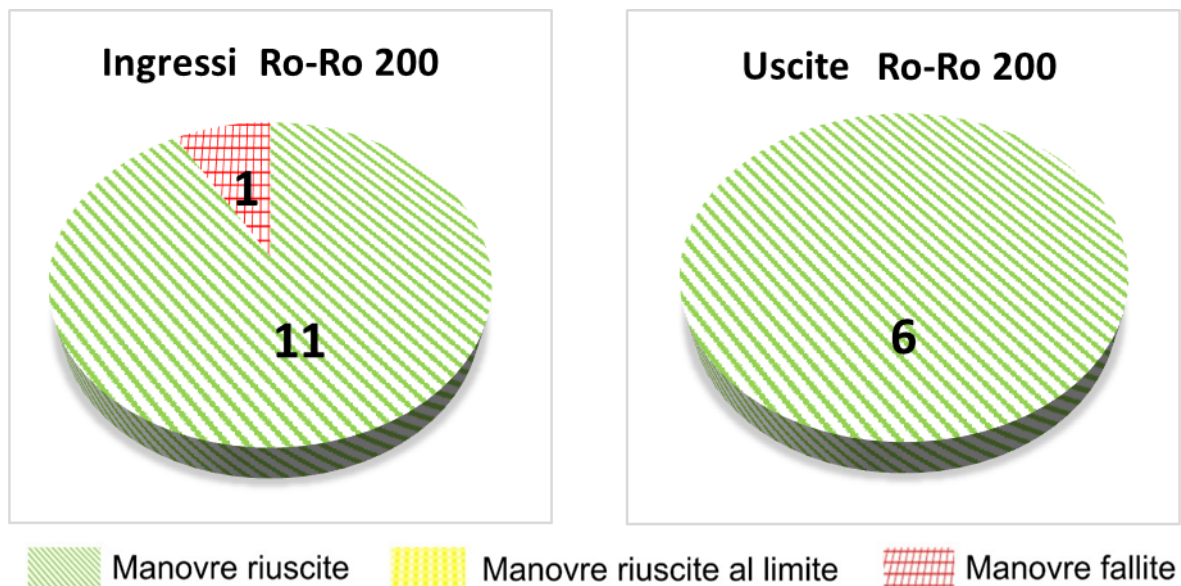


Fig. 20 Esito delle manovre effettuate con la Ro-Ro 200m suddivise tra ingressi e uscite.

6.1.4 Bulk Carrier 100m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la Bulk Carrier 100m e il loro esito. Il colore verde identifica le manovre giudicate riuscite.

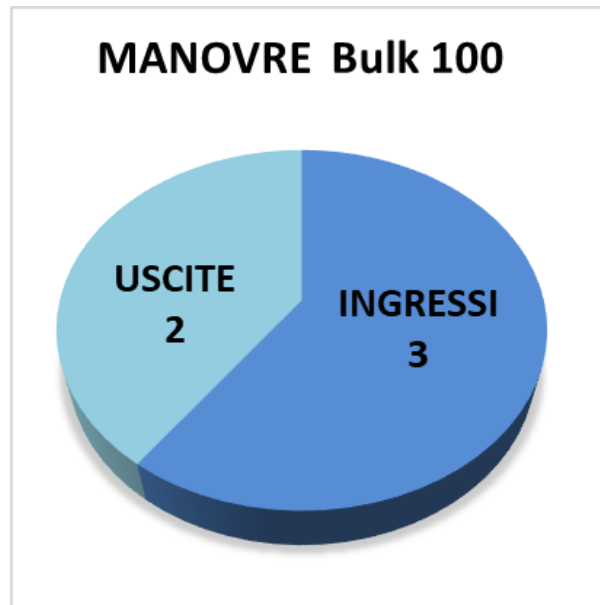


Fig. 21 Manovre effettuate con la Bulk Carrier 100m.

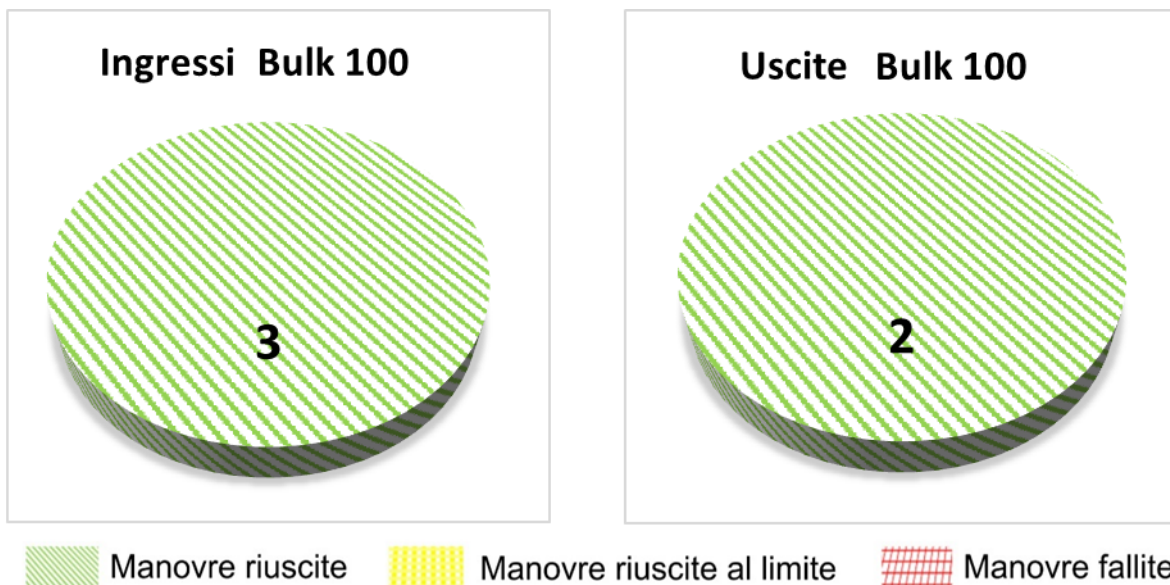


Fig. 22 Esito delle manovre effettuate con la Bulk Carrier 100m suddivise tra ingressi e uscite.

6.2 Sintesi dei risultati delle manovre eseguite al simulatore

Di seguito è riportata una sintesi delle manovre effettuate con la **Cruise Ship 330m**, identificate dalla lettera "M". La nave Cruise esegue l'evoluzione all'esterno del porto. In verde sono evidenziate le "manovre riuscite", in giallo le "manovre riuscite al limite" e in rosso le "manovre non riuscite" (Tab. 8).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI MARINA DI CARRARA - Simulazioni 22 LUGLIO & 7-8-9 OTTOBRE 2020												
ID MANOVRA DURATA	NAVE	CONDIZIONI METEOMARINE					TIPO MANOVRA	INGOMBRO	ACCOSTO-PARTENZA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
		VENTO		MARE						n°	Taglia	
		Dir. [°N]	Vel. [kn]	Dir. [°N]	Alt. [m]	Per. [s]						
M01 [25 min]	Cruise 330	0	0	0	0	0	I	nessuno	B1	0	0	MANOVRA RIUSCITA L'evoluzione della nave avviene all'esterno del porto. L'imboccatura non crea problemi. In questa manovra non sono stati impiegati tugs.
M02 [28 min]	Cruise 330	225	15	225	1	7	I	CRUISE IN B1	B2	0	0	MANOVRA RIUSCITA L'evoluzione della nave avviene all'esterno del porto, prima che la batimetrica arrivi a -12m. La Capitaneria di Porto sostiene che ci sono buoni margini di manovrabilità.
M03 [23 min]	Cruise 330	225	20	225	1.5	8	I	CRUISE IN B1	B2	1	1 x 40t (pronto all'uso)	RIUSCITA AL LIMITE Il tug non è stato impiegato, ma secondo la CP la manovra effettuata con 20kn è al limite della sicurezza, è necessario che sia presente un tug pronto all'uso.
M04 [16 min]	Cruise 330	225	25	225	1.5	8	I	CRUISE IN B1	B2	1	1 x 40t	MANOVRA NON RIUSCITA La nave effettua l'evoluzione con il massimo impiego dei thrusters e delle macchine. Viene impiegato un tug da 40t a spingere al 100%, ma non fornisce la spinta sufficiente.
M05 [29 min]	Cruise 330	225	25	225	1.5	8	I	CRUISE IN B1	B2	1	1 x 70t (pronto all'uso)	RIP. M04 - MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE La manovra riesce senza l'utilizzo del tug che comunque deve essere presente (tug 70t). Se avessimo usato il tug la manovra sarebbe risultata all'interno dei limiti di sicurezza.
M06 [24 min]	Cruise 330	225	25	225	1.5	8	I	CRUISE IN B1; BULK 1 IN B10	B2	1	1 x 70t	MANOVRA RIUSCITA La manovra riesce grazie all'uso finale del tug, che viene impiegato al 100%. Si evince che il tug da 70t è indispensabile.
M07 [8 min]	Cruise 330	225	25	225	1.5	8	U	CRUISE IN B1; BULK 1 IN B10	B2	1	1 x 70t (pronto all'uso)	MANOVRA RIUSCITA Il tug da 70t non lavora, è pronto per un'eventuale assistenza. La nave effettua un'uscita un po' veloce (9kn).
M08 [8 min]	Cruise 330	225	25	225	1.5	8	U	CRUISE IN B1; BULK 1 IN B10	B2	1	1 x 70t	RIP. M07 - MANOVRA RIUSCITA E' stata ripetuta la M07, viene impiegato un tug da 70t al 100%. La nave sostiene una velocità di 6kn per uscire dal porto.
M09 [24 min]	Cruise 330	225	30	225	3	9	I	CRUISE IN B1; BULK 1 IN B10	B2	2	1 x 70t 1 x 40t	MANOVRA NON RIUSCITA Sono stati usati 1 tug da 70t a prua e 1 tug da 40t a poppa. L'ingresso è molto difficoltoso, avviene una collisione tra la Cruise 330 in transito e la Bulk ferma in B10.
M10 [26 min]	Cruise 330	225	30	225	3	9	I	nessuno	B2	2	1 x 70t 1 x 40t	MANOVRA NELLA QUALE SONO STATI SUPERATI I MARGINI DI SICUREZZA E' stata ripetuta la M09 ma senza ingombri, nella presente manovra sono stati superati i margini di sicurezza. Sono stati impiegati 2 tug: 1 da 70t a prua e 1 tug da 40t a poppa. La manovra risulta molto difficile, lavorano al 100% i due tug e i thrusters. La CP propone di provare la manovra con l'ingresso di prora.

Tab. 8 Sintesi delle manovre effettuate con la Cruise ship 330m (dalla M01 alla M10).

Di seguito è riportata una sintesi delle manovre effettuate con la **Bulk Carrier 220m**, identificate dalla lettera "L". In verde sono evidenziate le "manovre riuscite" e in rosso le "manovre non riuscite" (Tab. 9).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI MARINA DI CARRARA - Simulazioni 22 LUGLIO & 7-8-9 OTTOBRE 2020												
ID MANOVRA DURATA	NAVE	CONDIZIONI METEOMARINE					TIPO MANO VRA	INGOMBRO	ACCOSTO- PARTENZA	TUGS e		ESITO AL SIMULATORE
		VENTO		MARE						POTENZA		
		Dir. [°N]	Vel. [kn]	Dir. [°N]	Alt. [m]	Per. [s]				n° [-]	Taglia [t]	
L01 [26 min]	Bulk 220	0	0	0	0	0	I	CRUISE IN B1 e B2; BULK 1 IN B10	B9	2	2 x 40t	MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. La nave effettua l'ingresso a 4,5kn. Durante l'accostata della nave per essere ormeggiata con la dritta in banchina i due tug vengono usati al 100%.
L02 [20 min]	Bulk 220	225	15	225	1	7	I	CRUISE IN B1 e B2; BULK 1 IN B10	B9	2	2 x 40t	MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. Durante l'accostata a dritta entrambi i tug sono impiegati al 100%. In prossimità della banchina i 2 tug sono spostati a spingere sul fianco sinistro al 20%.
L03 [19 min]	Bulk 220	225	25	225	2	8	I	CRUISE IN B1 e B2; BULK 1 IN B10	B9	2	2 x 40t	MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. La nave ha richiesto l'uso al 100% dei tug per entrare in sicurezza all'interno del porto. Al fine di aumentare il margine di sicurezza sarebbe opportuno utilizzare tugs più potenti.
L04 [18 min]	Bulk 220	225	25	225	2	8	U	CRUISE IN B1 e B2; BULK 1 IN B10	B9	2	2 x 40t	MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. La nave si stacca senza problemi dalla banchina con l'ausilio dei rimorchiatori.
L05 [07 min]	Bulk 220	225	30	225	3	9	I	CRUISE IN B1 e B2; BULK 1 IN B10	B9	2	2 x 40t	MANOVRA NON RIUSCITA La presenza del moto ondoso impedisce alla nave di manovrare, i due tug non possono intervenire.
L06 [5 min]	Bulk 220	225	30	225	3	9	I	CRUISE IN B1 e B2; BULK 1 IN B10	B9	2	2 x 40t	RIP L05 - MANOVRA NON RIUSCITA Nonostante la manovra sia iniziata ad una velocità superiore (7kn anziché 5kn), la presenza del moto ondoso impedisce alla nave di manovrare, i due tug non possono intervenire.
L07 [19 min]	Bulk 220	225	30	225	2	8	I	CRUISE IN B1 e B2; BULK 1 IN B10	B9	2	2 x 40t	MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. Si tratta della ripetizione della manovra L03 ma con 30kn di vento, al fine di valutare il margine di sicurezza con 25kn. I due tug sono stati impiegati in modo intenso, suggerendo l'uso di tugs più potenti.
L08 [21 min]	Bulk 220	225	15	225	1	7	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK 1 IN B10	B13	2	2 x 40t	MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. L'accosto della nave è vicino all'imboccatura, la nave arriva a circa 6kn, viene arrestata tramite l'uso dei tug e di macchina addietro e ormeggiata sinistra in banchina.
L09 [21 min]	Bulk 220	225	20	225	2	8	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN ; BULK 1 IN B10	B13	2	2 x 40t	MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. La nave arriva a circa 5kn, viene arrestata tramite l'uso dei tug e di macchina addietro e ormeggiata sinistra in banchina. La nave transita un po' vicino alla Bulk 100 (ingombro in B10), a causa di una distrazione.

L10 [19 min]	Bulk 220	225	20	225	2	8	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK 1 IN B10	B13	2	2 x 40t	RIP L09 - MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. La nave è ormeggiata dritta in banchina, la manovra viene effettuata con l'uso intenso di macchina e rimorchiatori. Il Comandante Vullo sostiene che questa manovra può essere effettuata in sicurezza in assenza di vento, ma con queste condizioni meteo marine sarebbe consigliabile la presenza di un tug da 70t a poppa e un tug da 40t a prua.
L11 [14 min]	Bulk 220	225	25	225	2	8	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK 1 IN B10	B13	2	2 x 40t	MANOVRA NON RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. Sono stati utilizzati motore indietro tutta e rimorchiatori al 100% per un tempo elevato. La forza messa a disposizione dai rimorchiatori non è sufficiente a eseguire la manovra in sicurezza.
L12 [20 min]	Bulk 220	225	25	225	2	8	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK 1 IN B10	B13	2	1 x 40t 1 x 70t	MANOVRA D'EMERGENZA RIUSCITA Ripetizione della manovra L10 considerando un rimorchiatore da 70t a poppa e uno da 40t a prua. Il tug di poppa viene utilizzato in maniera intensa al fine di velocizzare l'accostata a dritta. È stata considerata la rottura del cavo del tug di poppa. L'avaria è stata gestita correttamente e la presenza del tug da 70t si è rivelata positiva.
L13 [17 min]	Bulk 220	225	25	225	2	8	U	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK 1 IN B10	B13	2	2 x 40t	MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. La nave viene scostata dalla banchina con l'ausilio dei due tug. La rotazione è stata effettuata utilizzando il tug di prua in maniera intensa per un tempo prolungato. Qualora presente, sarebbe opportuno l'utilizzo del tug da 70t a prua.
L14 [8 min]	Bulk 220	225	15	225	1	7	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; Ro-Ro IN B8 (Andana) ; BULK 1 IN B10	B9	2	2 x 40t	MANOVRA D'EMERGENZA NON RIUSCITA- AVARIA BLACKOUT DI MACCHINA Sono stati usati 2 tug da 40t, uno a prua e uno a poppa. Il blackout avviene durante la fase di arresto della manovra. Il rimorchiatore di poppa viene utilizzato al 100%, congiuntamente alle ancore, per tentare di arrestare la nave. Il rimorchiatore di prua è utilizzato per orientare la nave in modo da prolungare lo spazio utile di arresto. La nave si arresta sul basso fondale sabbioso arenandosi.
L15 [6 min]	Bulk 220	225	15	225	1	7	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; Ro-Ro IN B8 (Andana) ; BULK 1 IN B10	B9	2	1 x 70t 1 x 40t	RIP L14 - MANOVRA D'EMERGENZA RIUSCITA- AVARIA BLACKOUT DI MACCHINA Sono stati usati 2 tug, uno da 40t a prua e uno da 70t a poppa. La manovra è una ripetizione della L14 sostituendo il rimorchiatore di poppa con uno da 70t. Il blackout avviene durante la fase di arresto della manovra alla stessa velocità (6kn) del caso precedente. Il rimorchiatore più potente, congiuntamente all'azione delle ancore, permette di arrestare la nave prima che questa raggiunga il basso fondale o la Cruise in B2 evitando l'incaglio o la collisione.
L16 [16 min]	Bulk 220	225	15	225	1	7	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; Ro-Ro IN B8 ;	B9	2	1 x 70t 1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA Sono stati usati 2 tug, uno da 40t a prua e uno da 70t a poppa. La nave viene ruotata all'interno del cerchio di evoluzione e accostata in banchina sfruttando l'azione dei rimorchiatori.

Tab. 9 Sintesi delle manovre effettuate con la Bulk Carrier 220m (dalla L01 alla L16).

Di seguito è riportata una sintesi delle manovre effettuate con la **Ro-Ro 200m**, identificate dalla lettera "G". In verde sono evidenziate le "manovre riuscite" e in rosso le "manovre non riuscite" (Tab. 10).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI MARINA DI CARRARA - Simulazioni 22 LUGLIO & 7-8-9 OTTOBRE 2020												
ID MANOVRA DURATA	NAVE	CONDIZIONI METEOMARINE					TIPO MANO VRA	INGOMBRO	ACCOSTO- PARTENZA	TUGS e		ESITO AL SIMULATORE
		VENTO		MARE						n°	Taglia	
		Dir. [°N]	Vel. [kn]	Dir. [°N]	Alt. [m]	Per. [s]						
G01 [23 min]	Ro-Ro 200	0	0	0	0	0	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13; BULK 1 IN B10	B12 Andana	1	1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. La nave entra in porto ad una velocità di circa 5kn e viene arrestata tramite l'utilizzo combinato di tug e macchine. La strategia di ormeggio prevede di posizionare le due ancore a "V" in maniera tale da assicurare la prora. La manovra è stata svolta senza criticità.
G02 [20 min]	Ro-Ro 200	225	15	225	1	7	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13;	B12 Andana	1	1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. La nave entra in porto ad una velocità di circa 7kn e viene arrestata tramite l'utilizzo combinato di tug e macchine. La manovra è stata svolta senza criticità.
G03 [21 min]	Ro-Ro 200	225	25	225	2	8	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13;	B12 Andana	1	1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. La nave entra in porto ad una velocità di circa 7kn e viene arrestata tramite l'utilizzo combinato di tug e macchine. La manovra è stata svolta senza criticità.
G04 [6 min]	Ro-Ro 200	225	25	225	2	8	U	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13;	B12 Andana	1	1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA È stato considerato un tug da 40t a poppa pronto all'uso. La nave riesce a lasciare la banchina e uscire dal porto senza l'ausilio del rimorchiatore.
G05 [20 min]	Ro-Ro 200	225	30	225	3	9	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13; BULK 1 IN B10	B12 Andana	1	1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA È stato considerato un tug da 40t a poppa. La nave arriva con velocità sostenuta all'imboccatura per conservare le capacità manovriere anche con moto ondoso elevato. Il rimorchiatore può intervenire solo quando la nave entra nella zona riparata ed è stato utilizzato al 100% per far evolvere la nave. Attualmente il porto con queste condizioni meteomarine è chiuso, la manovra è stata eseguita per valutare il margine di sicurezza in condizioni meno severe.
G06 [24 min]	Ro-Ro 200	0	0	0	0	0	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; BULK 1 IN B10	B8 - Nord Andana	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. La nave viene ruotata all'interno del cerchio di evoluzione. L'accosto in banchina viene eseguito mediante l'ausilio dell'ancora di sinistra e l'uso di bow thruster e macchina. La manovra viene svolta senza criticità. Il Comandante Vullo giudica il cerchio di evoluzione opportuno allo svolgimento delle operazioni di ormeggio.
G07 [20 min]	Ro-Ro 200	0	0	0	0	0	U	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9;	B8 - Nord Andana	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. La nave viene scostata da banchina salpando l'ancora e utilizzando in maniera opportuna la macchina. La manovra viene svolta senza criticità.
G08 [21 min]	Ro-Ro 200	225	15	225	1	7	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; BULK 1 IN B10	B8 - Nord Andana	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. La nave viene ruotata all'interno del cerchio di evoluzione. L'accosto in banchina viene eseguito mediante l'ausilio dell'ancora di sinistra e l'uso di bow thruster e macchina. La manovra viene svolta senza criticità.
G09 [15 min]	Ro-Ro 200	225	15	225	1	7	U	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; BULK 1 IN B10	B8 - Nord Andana	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. La nave viene scostata da banchina salpando l'ancora e utilizzando in maniera opportuna la macchina. La nave transita con una velocità leggermente elevata fra la Cruise in B1 e la Bulk 100 in B10 (8 kn). La manovra viene svolta senza criticità.

G10 [17 min]	Ro-Ro 200	225	25	225	2	8	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; BULK 1 IN B10	B8 - Nord Andana	1	1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. La nave è stata accostata alla banchina dando fonda all'ancora di sinistra e con l'ausilio del rimorchiatore. La taglia del rimorchiatore risulta appropriata alle dimensioni della nave e condizioni meteomarine.
G11 [14 min]	Ro-Ro 200	225	25	225	2	8	U	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; BULK 1 IN B10	B8 - Nord Andana	1	1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. La nave è stata scostata da banchina salpando l'ancora di sinistra e con l'ausilio di bow thruster e rimorchiatore.
G12 [17 min]	Ro-Ro 200	0	0	0	0	0	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; Ro-Ro IN B8	B8 - Andana	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. La strategia di ormeggio prevede di posizionare le due ancore a "V" in maniera tale da assicurare la prora. La manovra è stata svolta senza criticità.
G13 [17 min]	Ro-Ro 200	0	0	0	0	0	U	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; Ro-Ro IN B8	B8 - Andana	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. La nave viene scostata da banchina salpando le ancore. La nave transita tra Cruise in B1 e Bulk in B10 a 6 kn. La manovra è stata svolta senza criticità.
G14 [11 min]	Ro-Ro 200	225	25	225	2	8	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; Ro-Ro IN B8	B8 - Andana	1	1 x 40t	MANOVRA NON RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. L'arresto viene eseguito troppo tardi, la nave passa troppo vicino all'ingombro in B8.
G15 [13 min]	Ro-Ro 200	225	25	225	2	8	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; Ro-Ro IN B8	B8 - Andana	1	1 x 40t	RIP. G15 - MANOVRA RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. Ripetizione della manovra G14 effettuando un arresto anticipato. L'evoluzione avviene combinando gli effetti di ancora, tug e bow thruster. Il tug è stato impiegato al 100% per brevi tratti.
G16 [17 min]	Ro-Ro 200	225	30	225	3	9	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; Ro-Ro IN B8 (Andana) BULK 1 IN B10	B8 - Andana	1	1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. La nave raggiunge l'imboccatura con velocità sostenuta (9kn) per assicurare le abilità manovriere anche con moto ondosato formato. Il tug viene attaccato all'interno del porto e aiuta la nave ad eseguire l'evoluzione, anche attraverso un uso intensivo al 100%. La manovra aiuta a comprendere i margini di sicurezza relativi alle condizioni meno severe.
G17 [18 min]	Ro-Ro 200	225	30	225	3	9	U	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B9; Ro-Ro IN B8 (Andana)	B8 - Andana	1	1 x 40t (pronto all'uso)	MANOVRA RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa pronto in caso di necessità. La nave si stacca da banchina salpando le ancore e non viene richiesto l'intervento del rimorchiatore. La nave transita in corrispondenza della Cruise in B1 a 8kn. La manovra è stata svolta senza criticità.
G18 [12 min]	Ro-Ro 200	225	20	225	2	8	I	CRUISE IN B1; CRUISE IN B2; BULK IN B13; Ro-Ro IN B12 (Andana) BULK 1 IN B10	B11	1	1 x 40t	MANOVRA D'EMERGENZA - AVARIA BLACKOUT TUG DI POPPA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. È stata considerata un'avaria al rimorchiatore che viene escluso dallo scenario di manovra durante l'evoluzione della nave. La nave è stata controllata positivamente anche in assenza di rimorchiatore ed è stata accostata a banchina in sicurezza.

Tab. 10 Sintesi delle manovre effettuate con la Ro-Ro 200m (dalla G01 alla G18).

Di seguito è riportata una sintesi delle manovre effettuate con la **Bulk Carrier 100m**, identificate dalla lettera "D". In verde sono evidenziate le "manovre riuscite" (Tab. 11).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI MARINA DI CARRARA - Simulazioni 22 LUGLIO & 7-8-9 OTTOBRE 2020													
ID MANOVRA DURATA	NAVE	CONDIZIONI METEOMARINE					TIPO MANO VRA	INGOMBRO	ACCOSTO- PARTENZA	TUGS e		ESITO AL SIMULATORE	
		VENTO		MARE						POTENZA			
		Dir. [°N]	Vel. [kn]	Dir. [°N]	Alt. [m]	Per. [s]				n° [-]	Taglia [t]		
D01 [16 min]	Bulk 100	0	0	0	0	0	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13; BULK 1 IN B10	B12 Inglese	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. L'accosto viene eseguito tramite l'ausilio dell'ancora di sinistra, ormeggiando la nave con dritta in banchina.	
D02 [21 min]	Bulk 100	0	0	0	0	0	U	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13; BULK 1 IN B10	B12 Inglese	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. La nave viene scostata da banchina salpando l'ancora e utilizzando in maniera opportuna la macchina.	
D03 [15 min]	Bulk 100	225	15	225	1	7	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13; BULK 1 IN B10	B12 Inglese	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. L'accosto viene eseguito tramite l'ausilio dell'ancora di sinistra, ormeggiando la nave con dritta in banchina.	
D04 [13 min]	Bulk 100	225	25	225	2	8	I	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13; BULK 1 IN B10	B12 Inglese	0	0	MANOVRA RIUSCITA Non è previsto l'uso di rimorchiatori. L'accosto viene eseguito tramite l'ausilio dell'ancora di sinistra, ormeggiando la nave con dritta in banchina. L'utilizzo dell'ancora è stato ritardato a causa di una lieve distrazione, facendo urtare la nave in banchina. Nonostante ciò, il Comandante Vullo ritiene la manovra fattibile nella realtà.	
D05 [24 min]	Bulk 100	225	25	225	2	8	U	CRUISE IN B1; RO-RO IN B11; BULK IN B13; BULK 1 IN B10	B12 Inglese	1	1 x 40t	MANOVRA RIUSCITA È stato utilizzato un tug da 40t a poppa. La nave viene scostata dalla banchina salpando l'ancora di sinistra e utilizzando il rimorchiatore tra il 20% e il 30%. La nave viene allontanata dalla banchina di poppa utilizzando il rimorchiatore.	

Tab. 11 Sintesi delle manovre effettuate con la Bulk Carrier 100m (dalla D01 alla D05).

7 CONCLUSIONI

Nel presente documento sono stati presentati i risultati delle simulazioni di manovra svolte da parte di CETENA S.p.A. per conto dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale nel corso di quattro giornate. La prima sessione dei lavori si è tenuta in data 22 luglio 2020, la seconda sessione rispettivamente il 7-8-9 ottobre 2020.

Lo studio di manovrabilità è stato eseguito al fine di verificare la fattibilità delle manovre da parte di diverse tipologie di imbarcazioni, al variare delle condizioni meteo marine all'interno del layout, previsto dalla proposta di PRP per il Porto di Marina di Carrara.

Le manovre sono state eseguite al simulatore di manovra real-time dal Capo Piloti del porto di Marina di Carrara coadiuvato da un consulente esperto messo a disposizione da CETENA, in presenza dell'AdSP del Mar Ligure Orientale (Cliente), della Capitaneria di Porto di Marina di Carrara, dello studio di progettazione Modimar e Progetti e Opere (tramite collegamento remoto).

Navi simulate nelle diverse sessioni di lavoro:

- Cruise (Loa = 330m, Beam = 38,4m, T = 8m)
- Bulk Carrier (Loa = 220m, Beam = 30m, T = 9,8m)
- Ro-Ro (Loa = 200m, Beam = 25m, T = 7m)
- Bulk Carrier (Loa = 100m, Beam = 20m, T = 7m)

Accosti

- Cruise 330m su banchina B1- B2
- Bulk 220m su banchina B9 - B13
- Ro-Ro 200m su banchina B12 Andana - B8 Nord - B8 Andana - B11
- Bulk 100m su banchina B12 Inglese

Layout studiato

La configurazione portuale adottata per il presente studio di manovrabilità è quella prevista dal layout di proposta di PRP per il Porto di Marina di Carrara

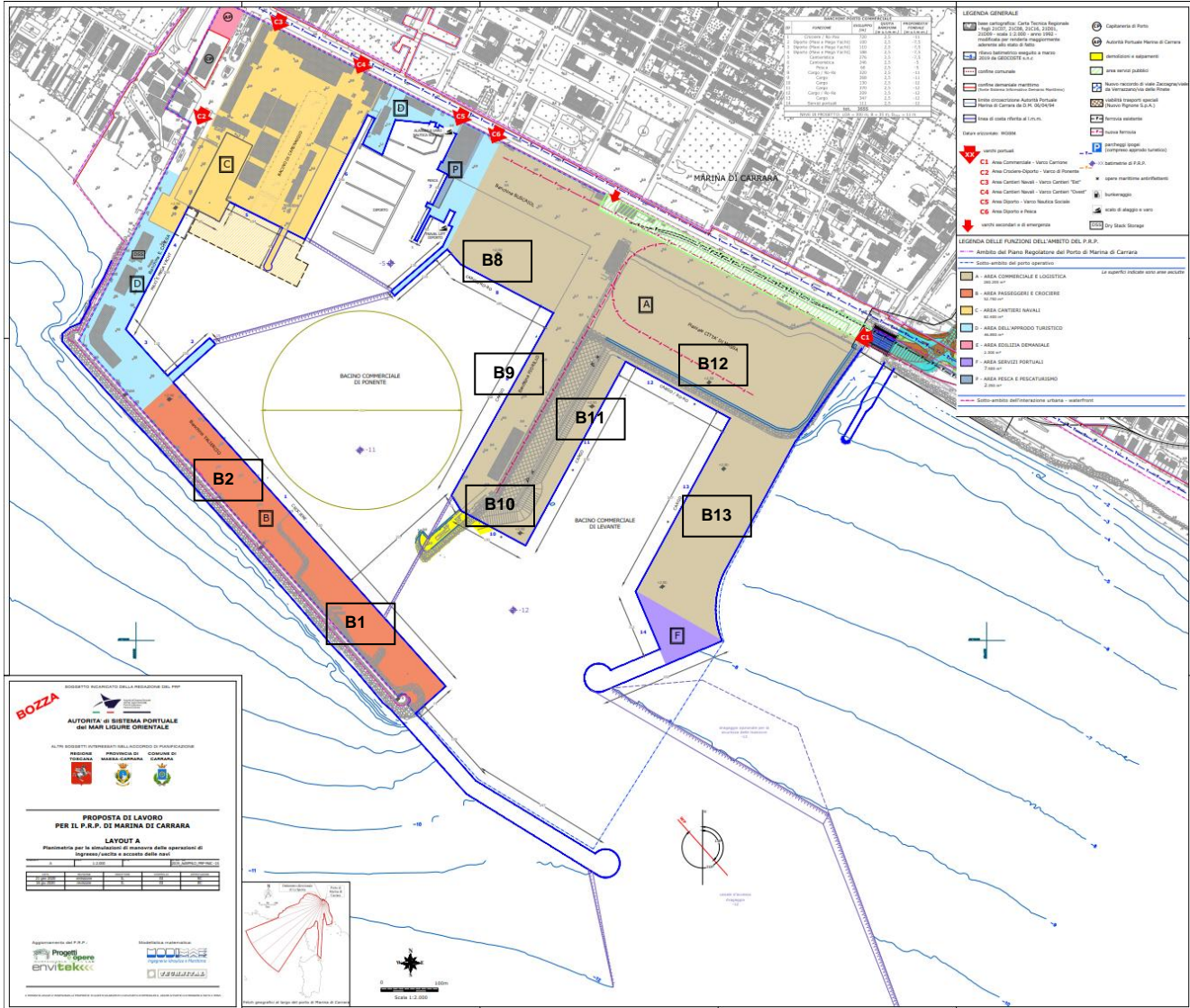


Fig. 23 Porto di Marina di Carrara – Layout di proposta di PRP

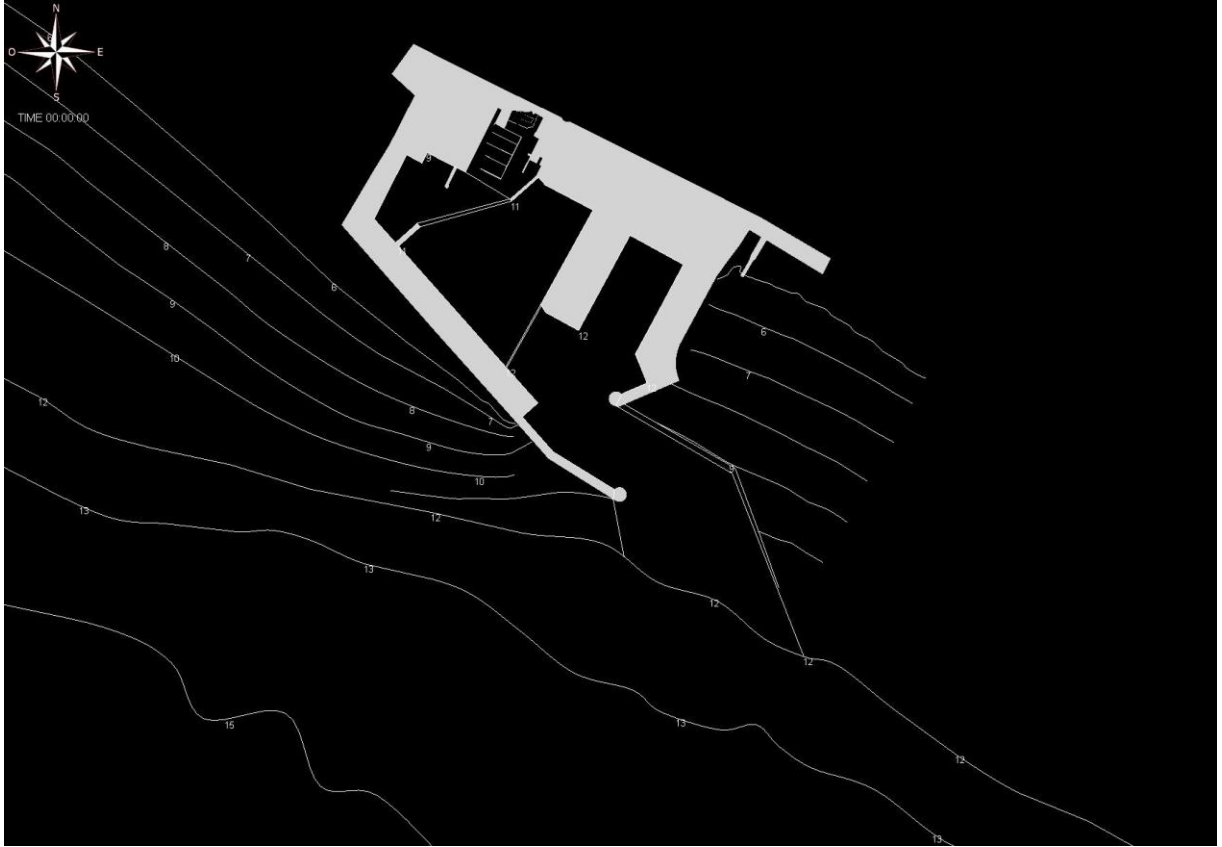


Fig. 24 Layout 2D al Simulatore del porto di Marina di Carrara



Fig. 25 Layout 2D al Simulatore del porto di Marina di Carrara

In Fig. 25, in colore marrone è rappresentato il layout come da proposta di PRP ed in verde le navi ormeggiate:

- Cruise 330m x 38,4m su banchina B1 e B2
- Bulk 220 m x 30m su B13
- Bulk 220 m x 30 su B9
- Bulk 100m x 20m su banchina B10
- Ro-Ro 200m x 25m su banchina B11 e B12
- Ro-Ro 200m x 25m su banchina B8 Andana
- Ro-Ro 200m x 25m su banchina B8 Nord

7.1 Riassunto del lavoro - Manovre

Qui di seguito vi sono diversi grafici che riassumono il lavoro svolto. Ogni grafico, paragonabile ad una “rosa dei venti”, distingue con cerchi concentrici, l'intensità del vento applicato. Più ci si allontana dal centro del grafico (zona di calma e indicata con colore bianco) più l'intensità del vento aumenta.

Nel grafico che segue, si può vedere che durante le sessioni di simulazione, è stato considerato il vento di:

- Libeccio per intensità di 15kn, 20kn, 25kn e 30kn

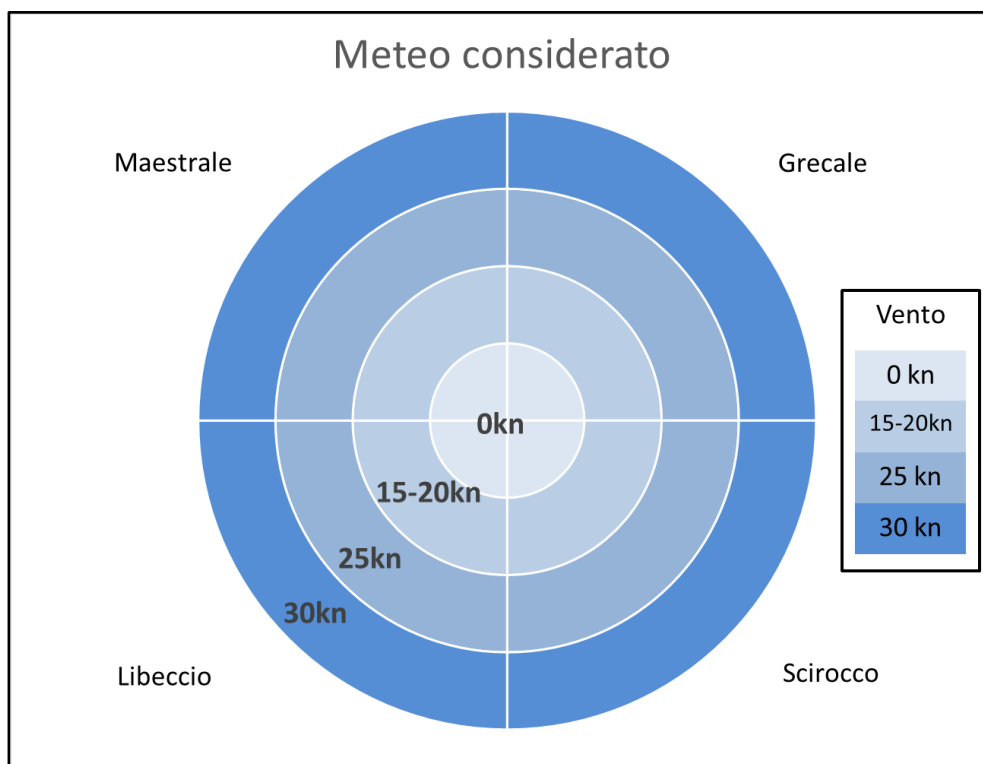


Fig. 26 Venti ed intensità considerati durante le manovre

Raggruppando le manovre per caratteristiche del vento impiegato, si ottiene che sono state realizzate:

- 9 manovre in calma di vento
- 10 manovre con vento di Libeccio con 15kn
- 4 manovre con vento di Libeccio con 20kn
- 18 manovre con vento di Libeccio con 25kn
- 8 manovre con vento di Libeccio con 30kn

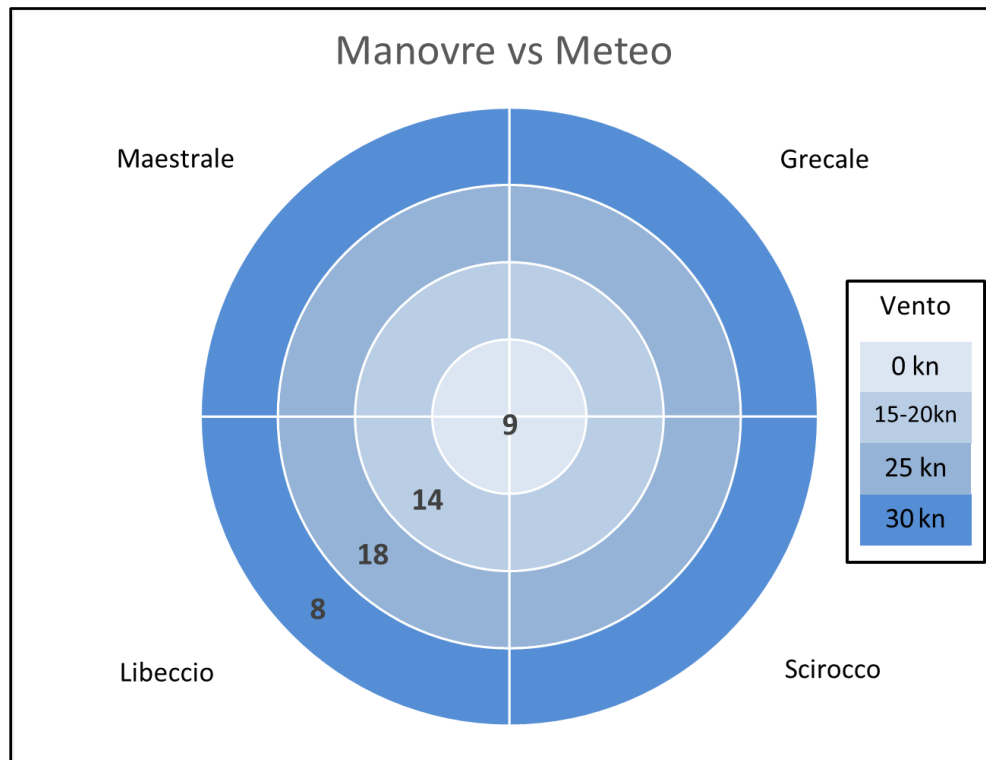


Fig. 27 Numero di manovre associate a tipo e intensità di vento

Relativamente alla nave **Cruise 330**, si propone il seguente grafico dove:

- il colore verde, giallo e rosso indicano se la manovra è riuscita, riuscita al limite, non riuscita;
- con la lettera I ed U, si indica il tipo di manovra (Ingresso o Uscita);
- il numero indica il progressivo della manovra eseguita.

Quindi ad esempio, l'indicazione **4-I** presente nel quadrante del Libeccio significa che:

- la manovra di ingresso, avente numero 4 della serie, è stata eseguita con 25kn di vento proveniente da SW (Libeccio) ed è risultata *non riuscita*.

Analogamente, la manovra **6-I** è una manovra eseguita con 25kn di Libeccio, si tratta di un ingresso ed è identificata come *riuscita*.

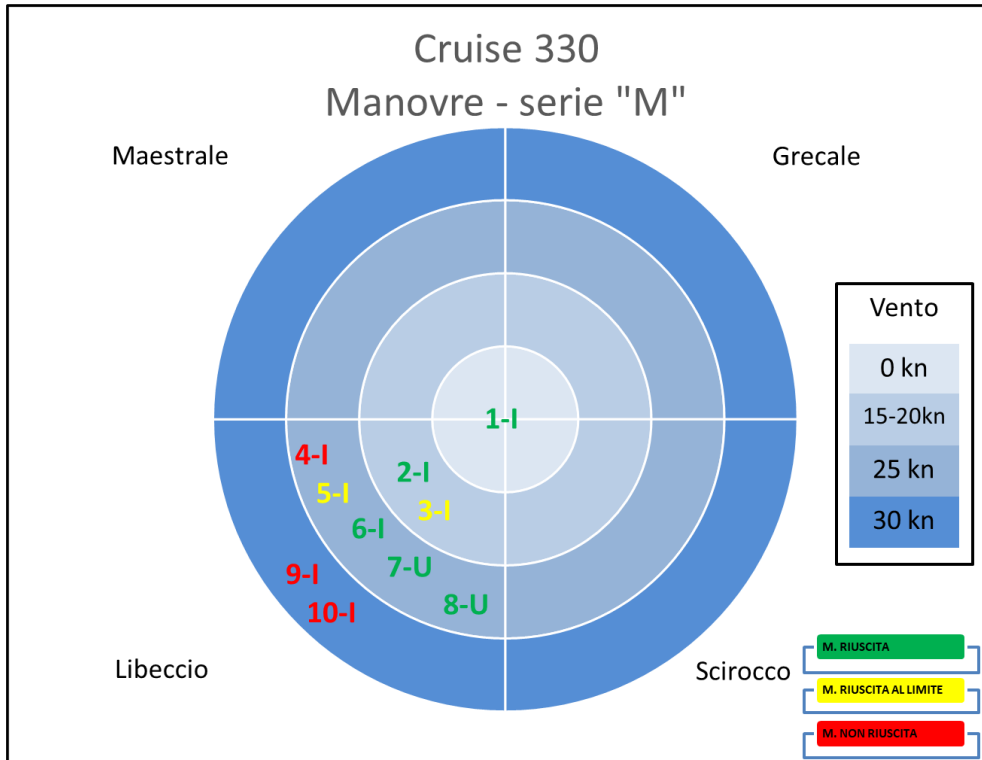


Fig. 28 Manovre Cruise 330

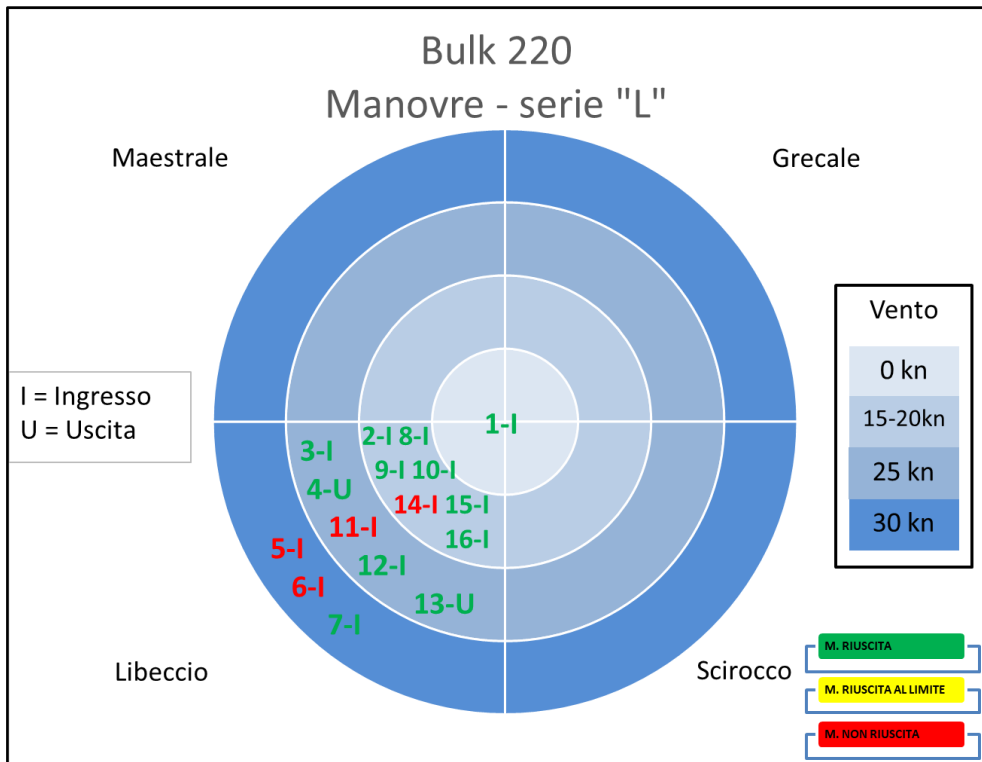


Fig. 29 Manovre Bulk 220

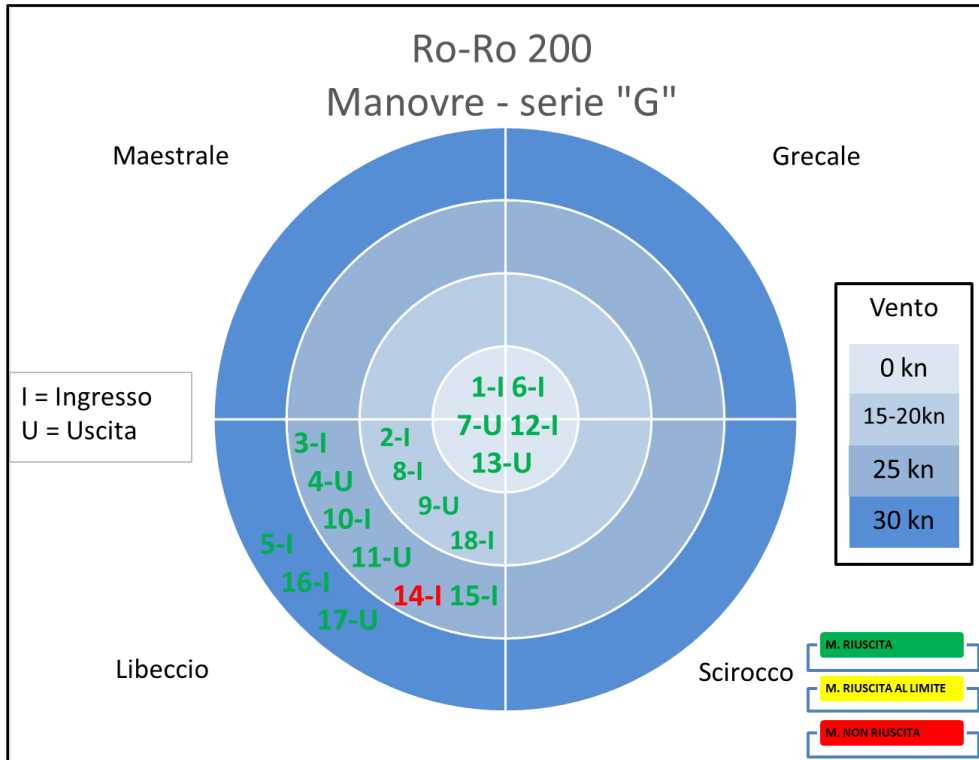


Fig. 30 Manovre Ro-Ro 200

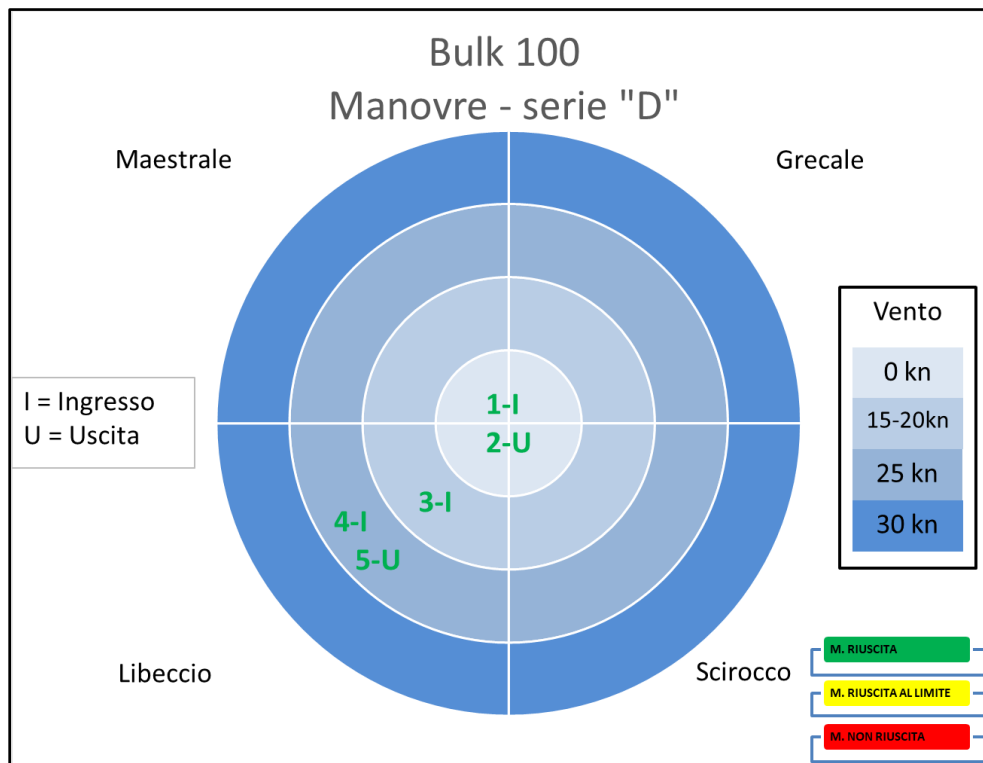


Fig. 31 Manovre Bulk 100

7.2 Riassunto del lavoro - Rimorchiatori

Per ogni nave, i seguenti grafici mettono in relazione le condizioni meteo-marine con il numero e la taglia dei rimorchiatori giudicati necessari all'esecuzione della manovra in sicurezza.

Tali grafici sono realizzati in base alle risultanze ottenute dalle diverse simulazioni di manovra e dalla valutazione/esperienza dell'intero lavoro al simulatore, illustrato nel corso dei diversi debriefing.

In base all'esito delle simulazioni e primariamente sotto indicazione e esperienza del Comandante Vullo, sono qui di seguito riassunti il numero e la taglia dei rimorchiatori necessari all'esecuzione della manovra in sicurezza (funzione del meteo).

Le condizioni colorate in verde identificano gli scenari in cui la manovra viene svolta in sicurezza con l'ausilio dei rimorchiatori indicati, mentre le condizioni evidenziate in rosso identificano i casi in cui non è stato possibile svolgere la manovra nonostante l'impiego dei rimorchiatori evidenziati nel grafico.

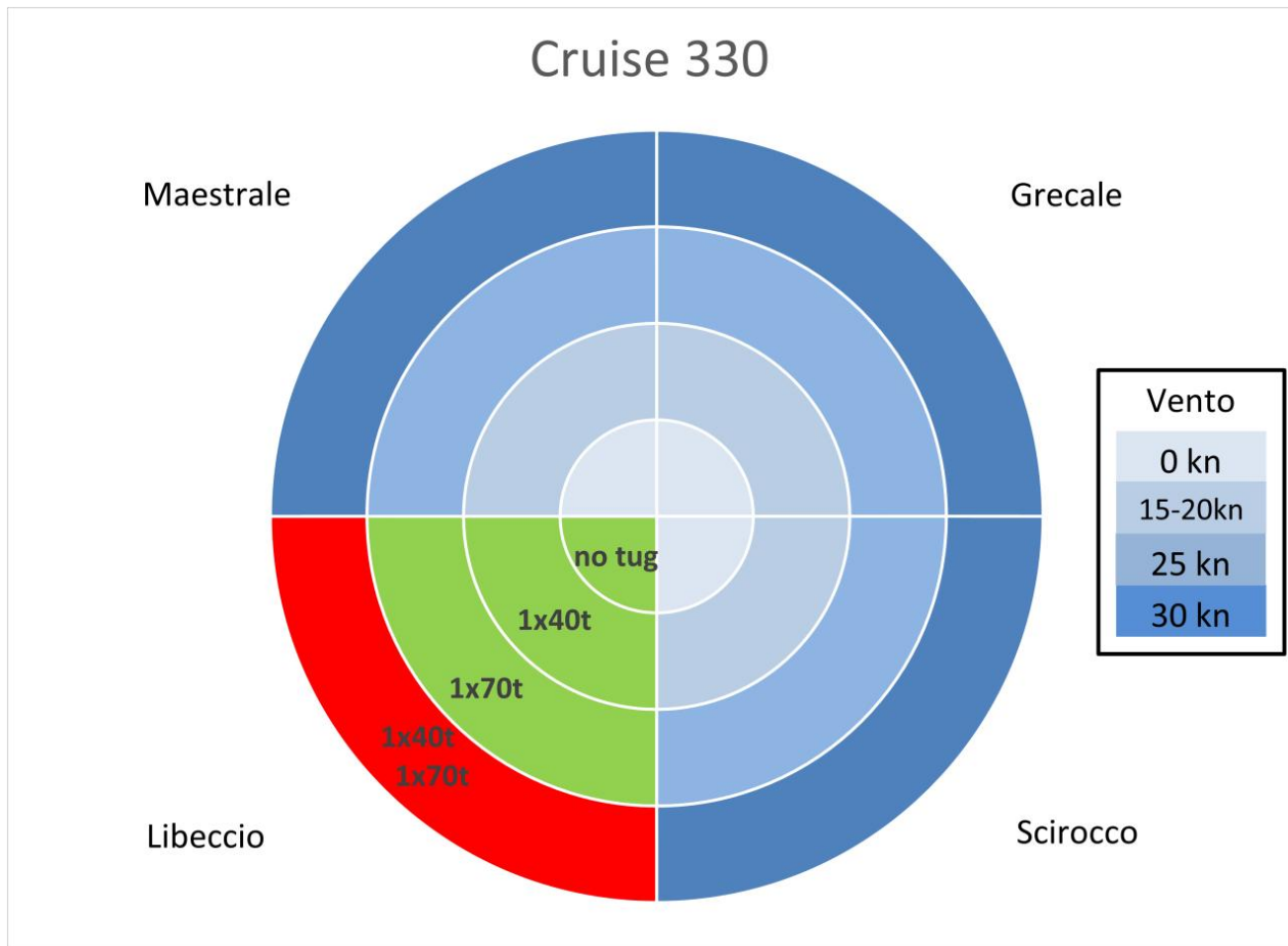


Fig. 32 - Meteo vs numero e taglia dei rimorchiatori impiegati – Cruise 330m.

Lo schema riportato in Fig. 32 è sintetizzato come segue:

In condizioni di calma la nave Cruise da 330m è in grado di accostare in banchina con i propri mezzi.

Con vento di Libeccio fino a 20kn è indispensabile 1 rimorchiatore da 40t di taglia pronto all'uso.

Con vento di Libeccio fino a 25kn è indispensabile 1 rimorchiatore da 70t di taglia sia per le manovre di arrivo che di partenza.

Con vento di Libeccio oltre i 25kn la manovra non è ritenuta fattibile nonostante l'impiego di due rimorchiatori (uno da 40t e uno da 70t).

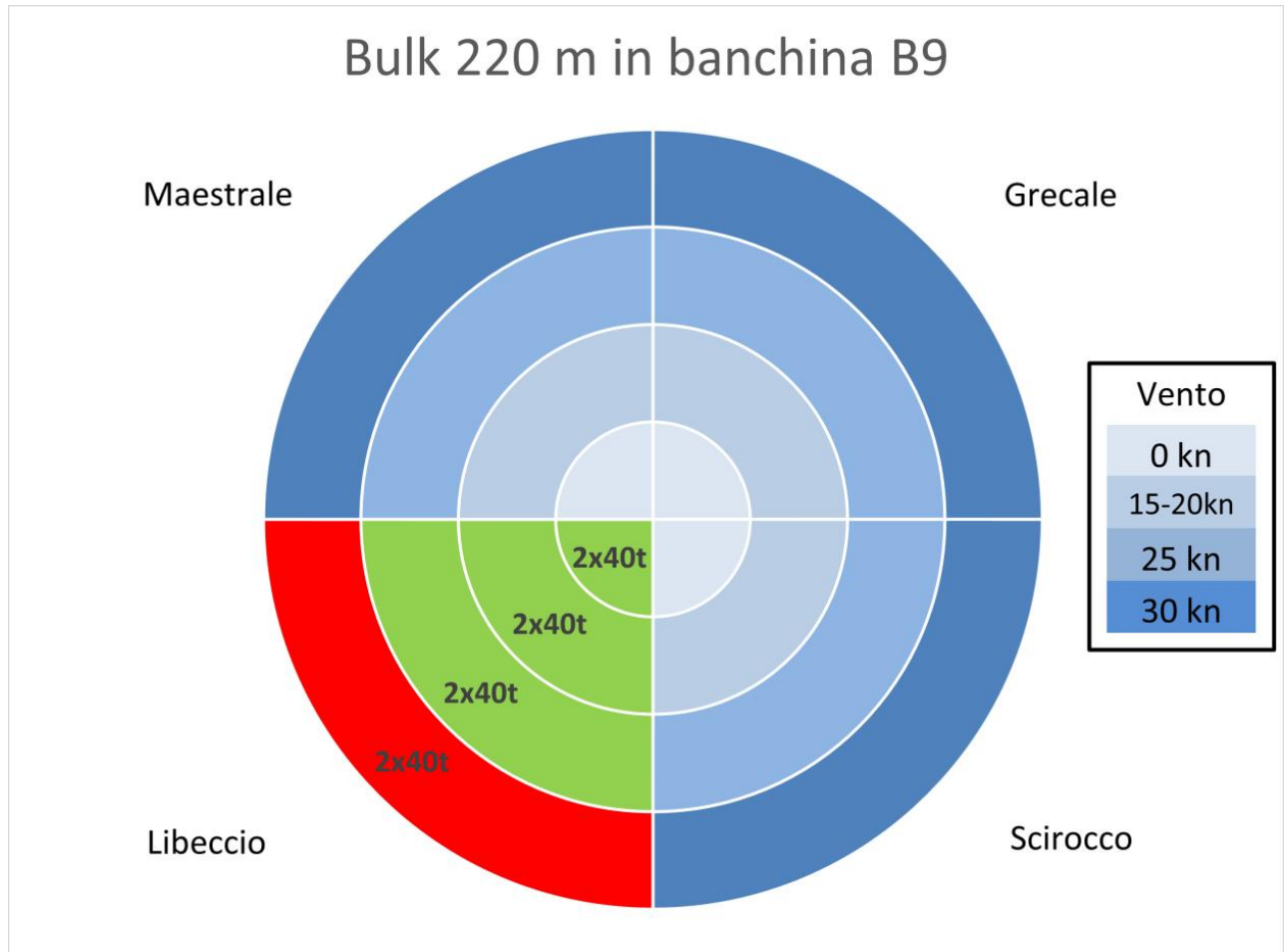


Fig. 33 - Meteo vs numero e taglia dei rimorchiatori impiegati – Bulk Carrier 220m – accosto in B9.

Lo schema riportato in Fig. 33 è sintetizzato come segue:

A partire dalla condizione di calma (compresa) e fino a 25kn di vento di Libeccio, la nave Bulk da 220m è in grado di accostare nella banchina B9 con due rimorchiatori da 40t ognuno.

Con vento di Libeccio oltre i 25kn la manovra non è ritenuta fattibile nonostante l'impiego di due rimorchiatori da 40t ognuno.

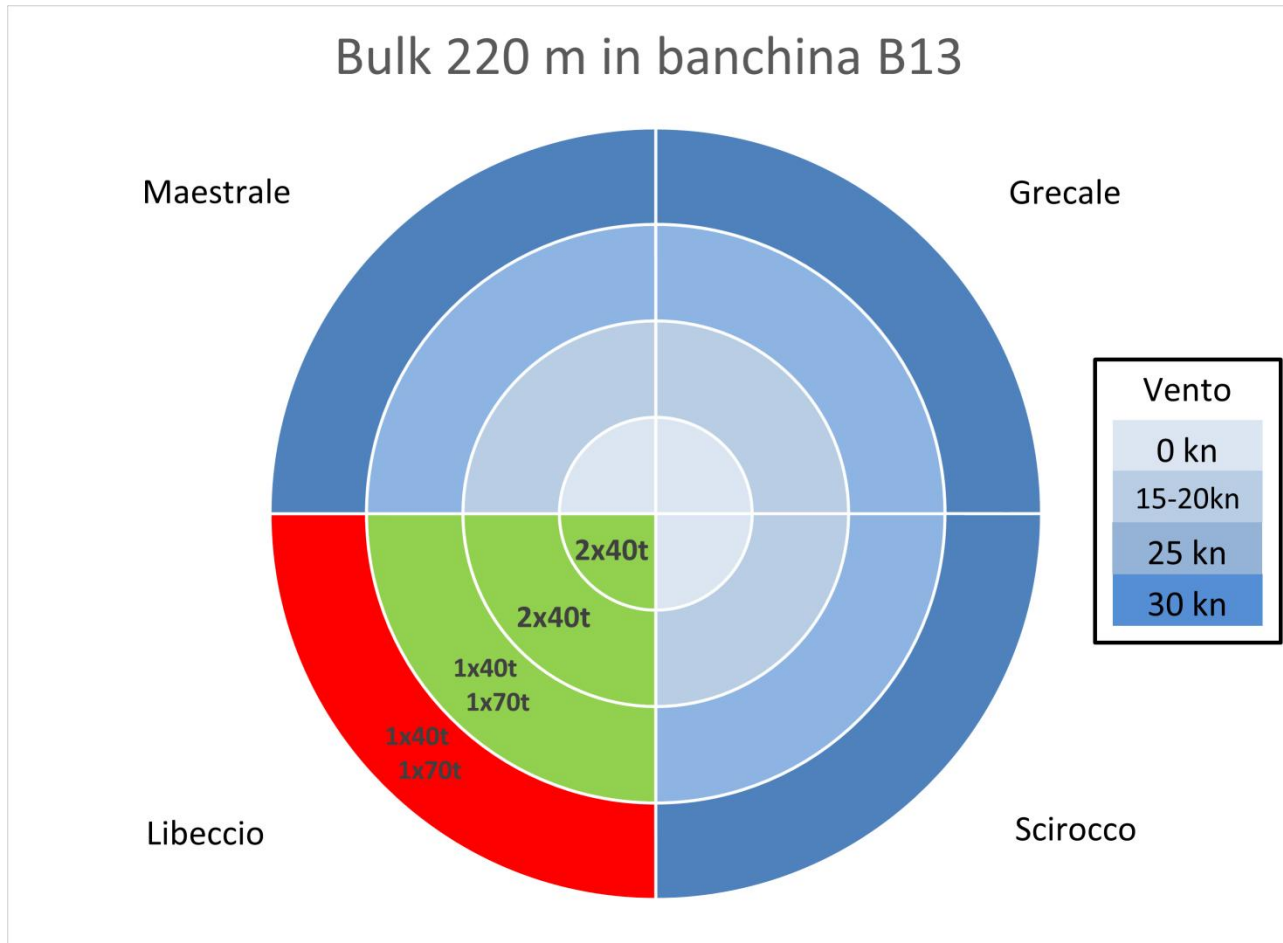


Fig. 34 - Meteo vs numero e taglia dei rimorchiatori impiegati – Bulk Carrier 220m – accosto in B13.

Lo schema riportato in Fig. 34 è sintetizzato come segue:

A partire dalla condizione di calma (compresa) e fino a 20kn di vento di Libeccio, la nave Bulk da 220m è in grado di accostare nella banchina B13 con due rimorchiatori da 40t ognuno.

Con vento di Libeccio fino a 25kn sono indispensabili due rimorchiatori in assistenza, uno da 40t ed uno da 70t.

Con vento di Libeccio oltre i 25kn la manovra non è ritenuta fattibile nonostante l'impiego di due rimorchiatori (uno da 40t e uno da 70t).

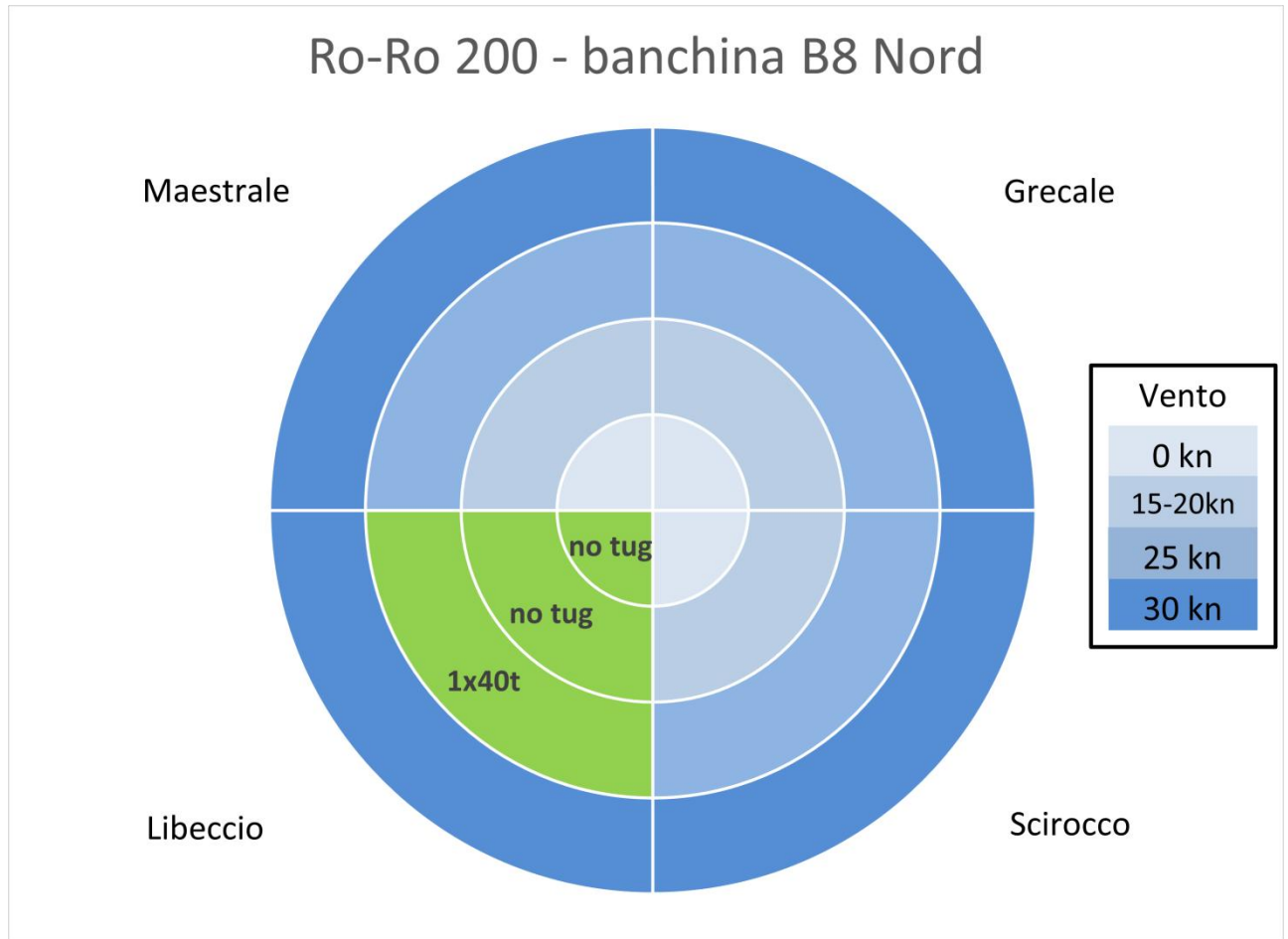


Fig. 35 - Meteo vs numero e taglia dei rimorchiatori impiegati – Ro-Ro 200m.

Lo schema riportato in Fig. 35 è sintetizzato come segue:

A partire dalla condizione di calma (compresa) e fino a 20kn di vento di Libeccio, la nave Ro-Ro da 200m è in grado di accostare nella banchina B8 Nord senza l'ausilio di rimorchiatori.

Con vento di Libeccio fino a 25kn è indispensabile 1 rimorchiatore da 40t

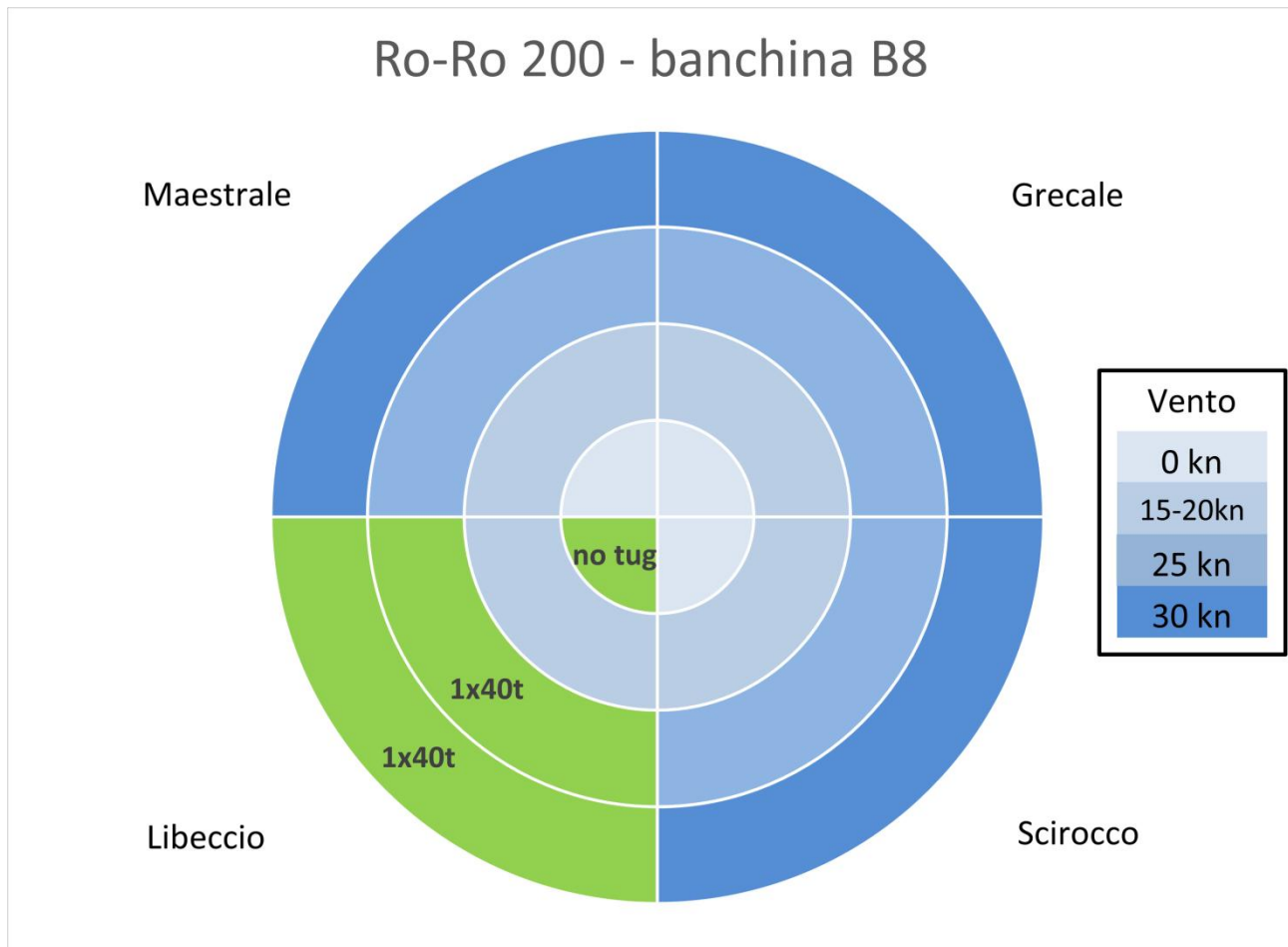


Fig. 36 - Meteo vs numero e taglia dei rimorchiatori impiegati – Ro-Ro 200m.

Lo schema riportato in Fig. 36 è sintetizzato come segue:

In condizione di calma, la nave Ro-Ro da 200m è in grado di accostare nella banchina B8 in andana senza l'ausilio di rimorchiatori.

Con vento di Libeccio da 25kn e fino a 30kn è indispensabile 1 rimorchiatore da 40t

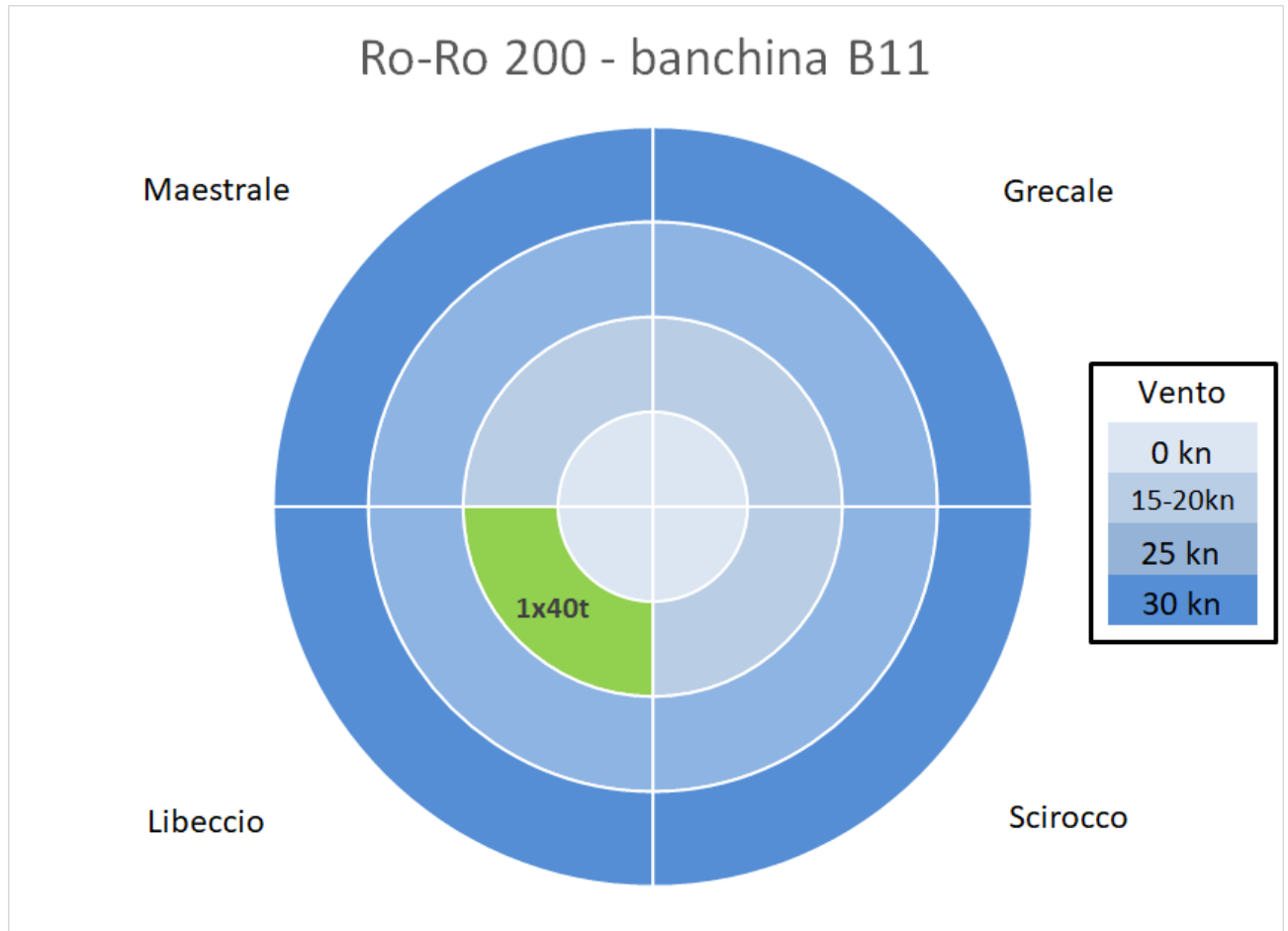


Fig. 37 - Meteo vs numero e taglia dei rimorchiatori impiegati – Ro-Ro 200m.

Sulla banchina B11 è stata eseguita una sola manovra di ingresso con vento di Libeccio di intensità 20kn. In tali condizioni, la nave Ro-Ro da 200m è in grado di accostare nella banchina B11 con un rimorchiatore da 40t.

Ro-Ro 200 - banchina B12

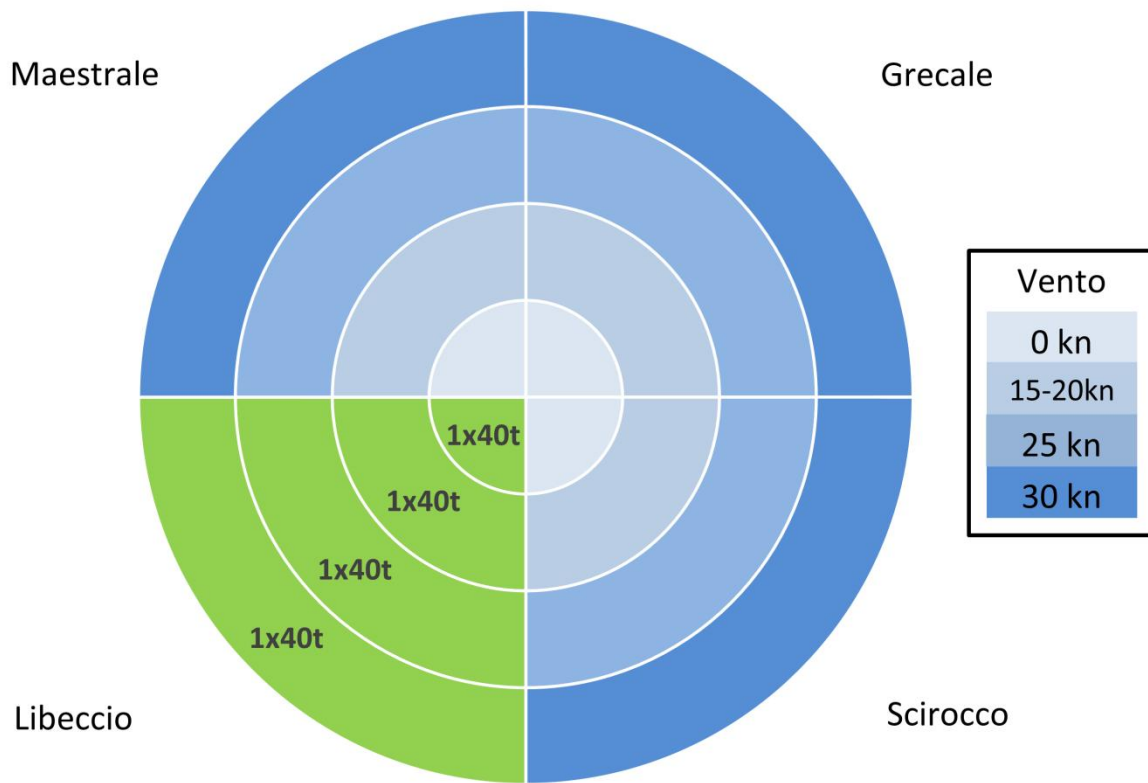


Fig. 38 - Meteo vs numero e taglia dei rimorchiatori impiegati – Ro-Ro 200m.

Lo schema riportato in Fig. 38 è sintetizzato come segue:

A partire dalla condizione di calma (compresa) e fino a 30kn di vento di Libeccio, la nave Ro-Ro da 200m è in grado di accostare nella banchina B12 mediante l'impiego di un rimorchiatore da 40t.

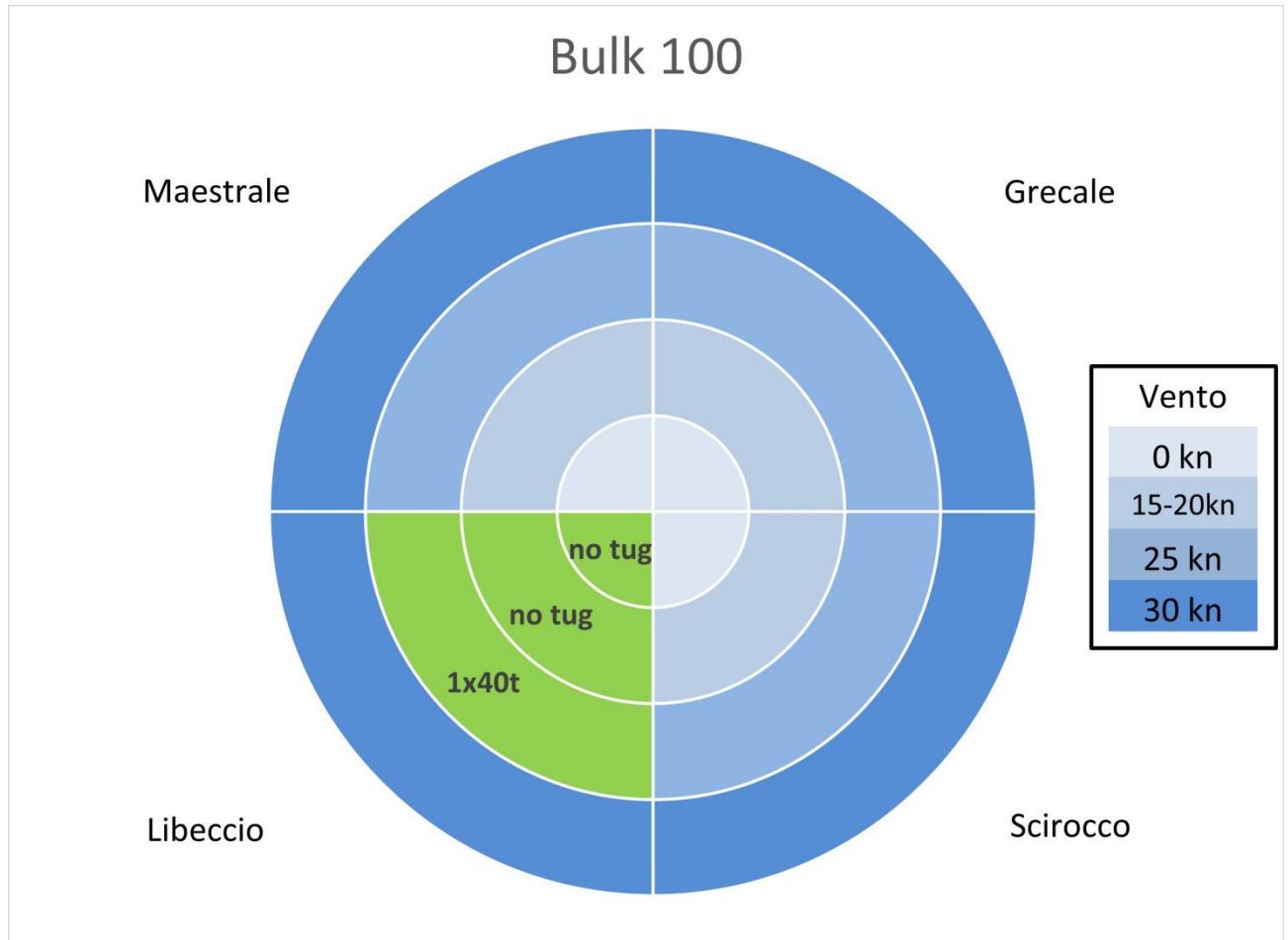


Fig. 39 - Meteo vs numero e taglia dei rimorchiatori impiegati – Bulk Carrier 100m.

Lo schema riportato in Fig. 39 è sintetizzato come segue:

A partire dalla condizione di calma (compresa) e fino a 20kn di vento di Libeccio, la nave Bulk da 100m è in grado di accostare nella banchina B12 senza l'ausilio di rimorchiatori.

Con vento di Libeccio fino a 25kn risulta indispensabile l'impiego di un rimorchiatore da 40t.

In considerazione che nessuna manovra è stata valutata con intensità di vento fino a 30kn di libeccio, rimane a Capitaneria di Porto e Corpo Piloti, l'indicazione di agire e comportarsi secondo la propria competenza ed esperienza.

7.3 In sintesi

I fondali di progetto sono a -12m per l'imboccatura e -11m nella zona più interna del porto.

In tale configurazione:

- la nave Cruise che immerge 8m, ha un UKC (Under Keel Clearance) di 3m per gli accosti B1 e B2;
- la nave Bulk da 220m che immerge 9.8m, ha un UKC di 1.2m per l'accosto in B9 e un UKC di 2.2m per l'accosto in B13;
- la nave Ro-Ro da 200m che immerge 7m, ha un UKC di 4m per gli accosti B8 Nord, B8 andana, e un UKC di 5m per gli accosti B11 e B12 andana;
- la nave Bulk da 100m che immerge 7m, ha un UKC di 5m per l'accosto in B10

Tali valori risultano compatibili per l'intero naviglio simulato.

In riferimento all'esito delle manovre si sottolinea che in questa configurazione, la zona interna di diga foranea di sopraflutto non dovrebbe essere destinata ad ormeggi stanziali, e si dovrebbe assicurare un fondale adeguato. Pertanto l'area dovrebbe rimanere libera in modo da ottenere gli spazi necessari per l'esecuzione in sicurezza delle manovre (vedi nave Bulk 220m in ormeggio B13). Inoltre, al fine di aumentare la sicurezza alla manovra, risulta molto positiva l'ipotesi di intervento sul fondale, lato terra, del canale di accesso (Fig. 40). Tale intervento aggiungerebbe spazio navigabile alle navi che durante l'ingresso, eseguono l'accostata a sinistra.

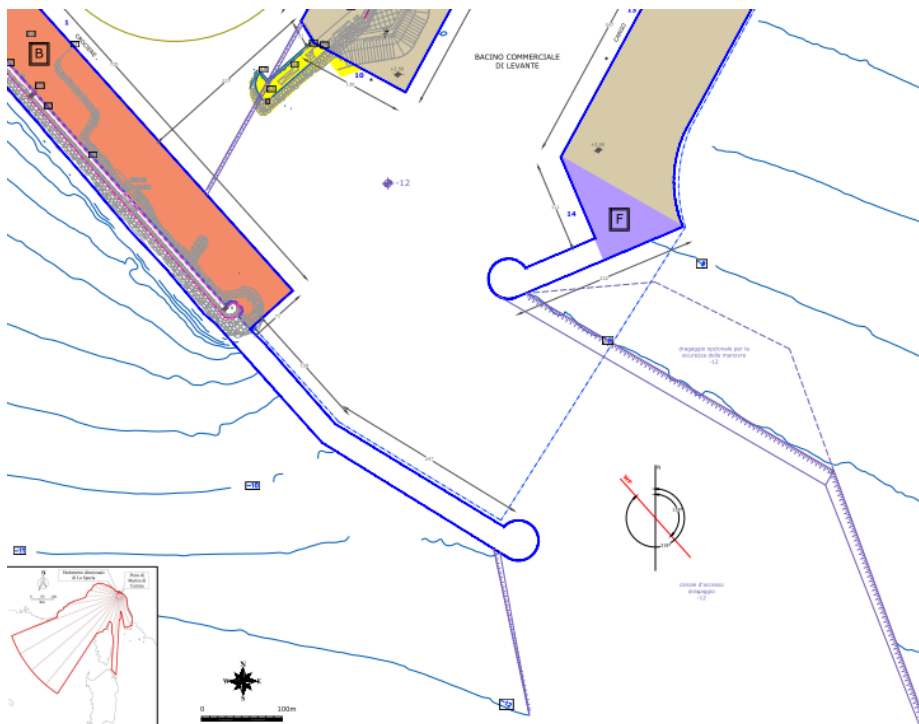


Fig. 40 – Particolare del canale di ingresso al porto

Attraverso lo studio delle manovre ed il contributo/esperienza messa in campo dal Corpo Piloti, si è riscontrato che, per alcune combinazioni di mare/vento rispetto all'allineamento della nave in ingresso al porto, si hanno condizioni di manovra che impongono un adeguato uso dei rimorchiatori.

A riguardo, le simulazioni di manovra hanno verificato che la configurazione di PRP consente comunque l'impiego dei rimorchiatori in prossimità della diga di sopraflutto dove risultano adeguatamente riparati dalle onde nel corso della manovra.

Accosti:

- Gli accosti in andana di B8 e B12, prevedono una manovra eseguita con ancore, nella quale il moto della nave è utile a filare le catene e disporle a "V" rispetto alla prora nave.
- Delle 9 posizioni di accosto previste, 6 risultano in asse col vento di Libeccio (aspetto estremamente positivo), mentre i restanti 3 accosti (B1, B2 e B10) si trovano al traverso del vento prevalente.
- Qualora vi fosse un ormeggio in B13, l'area di sinistra di ingresso al porto dovrebbe rimanere libera e con fondali adeguati, in quanto zona utile e necessaria alla manovra.

Rimorchiatori

Dall'esito delle simulazioni emerge che la flotta minima dei rimorchiatori, deve essere costituita da un rimorchiatore da 40t e un rimorchiatore da 70t, entrambi azimutali.

Qui di seguito il dettaglio della configurazione consigliata per ogni tipo di manovra:

Per la nave Cruise 330m in accosto su B1 e B2 è necessario:

- 1 rimorchiatore da 40t per intensità di vento fino a 20kn da SW
- 1 rimorchiatore da 70t per intensità di vento fino a 25kn da SW

Per la nave Bulk da 220m in accosto su banchina B9, sono necessari:

- 2 rimorchiatori da 40t per intensità di vento fino a 25kn da SW

Per la nave Bulk da 220m in accosto su banchina B13, sono necessari:

- 2 rimorchiatori da 40t per intensità di vento fino a 20kn da SW
- 2 rimorchiatori, uno da 40t ed uno da 70t, per venti fino a 25kn da SW

Per la nave Ro-Ro da 200m in accosto su banchina B8 nord, è necessario:

- 1 rimorchiatore da 40t per venti superiori ai 20kn e fino a 25kn da SW

Per la nave Ro-Ro da 200m in accosto su banchina B8, è necessario:

- 1 rimorchiatore da 40t per venti superiori ai 20kn e fino a 30kn da SW

Per la nave Ro-Ro da 200m in accosto su banchina B11 (una sola manovra eseguita), è necessario:

- 1 rimorchiatore da 40t per intensità di vento pari a 20kn da SW

Per la nave Ro-Ro da 200m in accosto su banchina B12 Andana, è necessario:

- 1 rimorchiatore da 40t a partire dallo stato di calma fino a venti di intensità pari a 30kn da SW

Per la nave Bulk da 100m in accosto su banchina B12, è necessario:

- 1 rimorchiatore da 40t in uscita per venti superiori a 20kn.

Obiettivi raggiunti:

Riprendendo gli obiettivi indicati nel Cap 1, si riassume qui in seguito i risultati raggiunti:

- Sono state valutate l' idoneità e l' adeguatezza della proposta di PRP del porto e del canale di accesso in termini di sicurezza della navigazione e di manovrabilità (v. Cap 7.3), ritenendo gli spazi pianificati, adeguati alle manovre eseguite.
- Sono state individuate le condizioni operative limite per lo svolgimento in sicurezza delle manovre di ingresso/uscita delle navi dal porto, anche con l'ausilio di rimorchiatori (vedere Capitoli 6 e 7).
- Sono state fornite indicazioni sullo svolgimento delle manovre di ingresso/uscita e accosto delle navi e sulle strategie di manovra, tenendo in considerazione sia la presenza di altre navi ormeggiate che le differenti condizioni meteo marine e di agitazione ondosa all' interno del porto (v. Cap 6).
- E' stata verificata l' adeguatezza dei rimorchiatori (per numero, tipologia e tiro massimo) eventualmente necessari per la manovra in sicurezza della nave (v. Cap 7.2).
- E' stato eseguito uno studio della manovra in condizioni di emergenza e la conseguente verifica di fattibilità delle manovre di ingresso nonché lo studio degli effetti sulla traiettoria simulata della nave con il solo utilizzo dei rimorchiatori in assistenza e delle ancore (v. Cap. 6).

APPENDICI

APPENDICE A

TRACCIATI DELLE MANOVRE

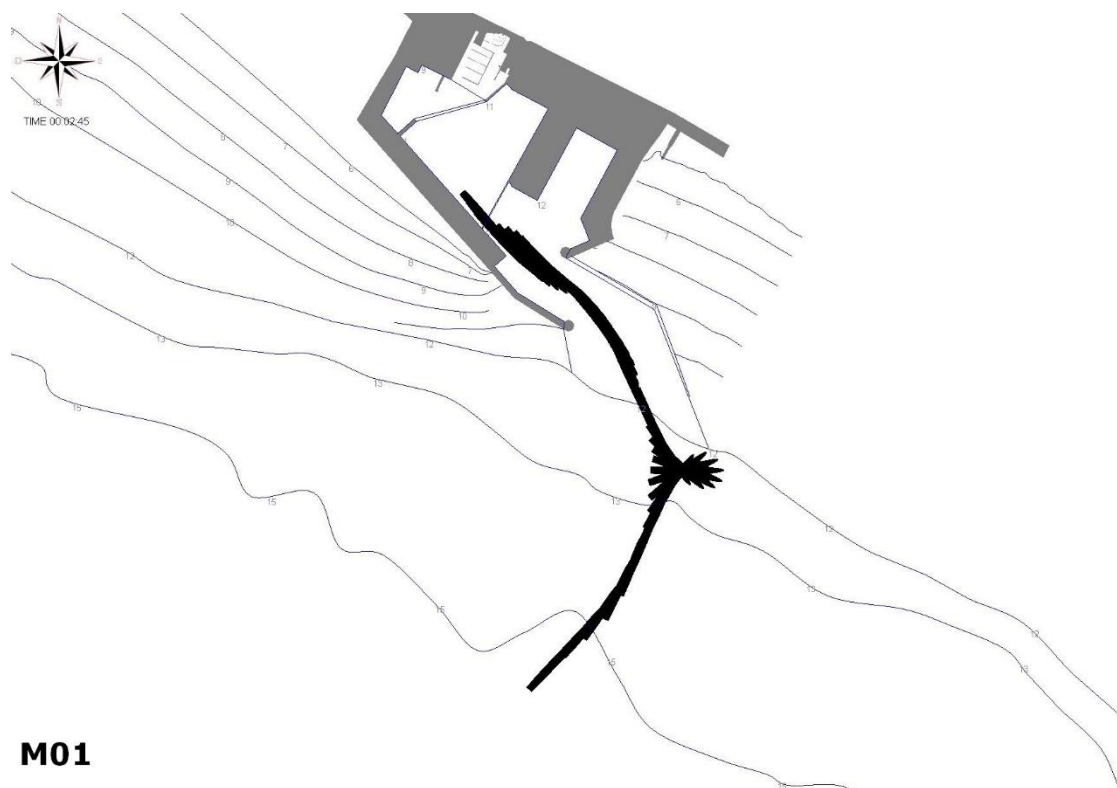
**M01**

Fig. A - 1 – Manovra M01– Cruise 330 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Condizioni di calma.

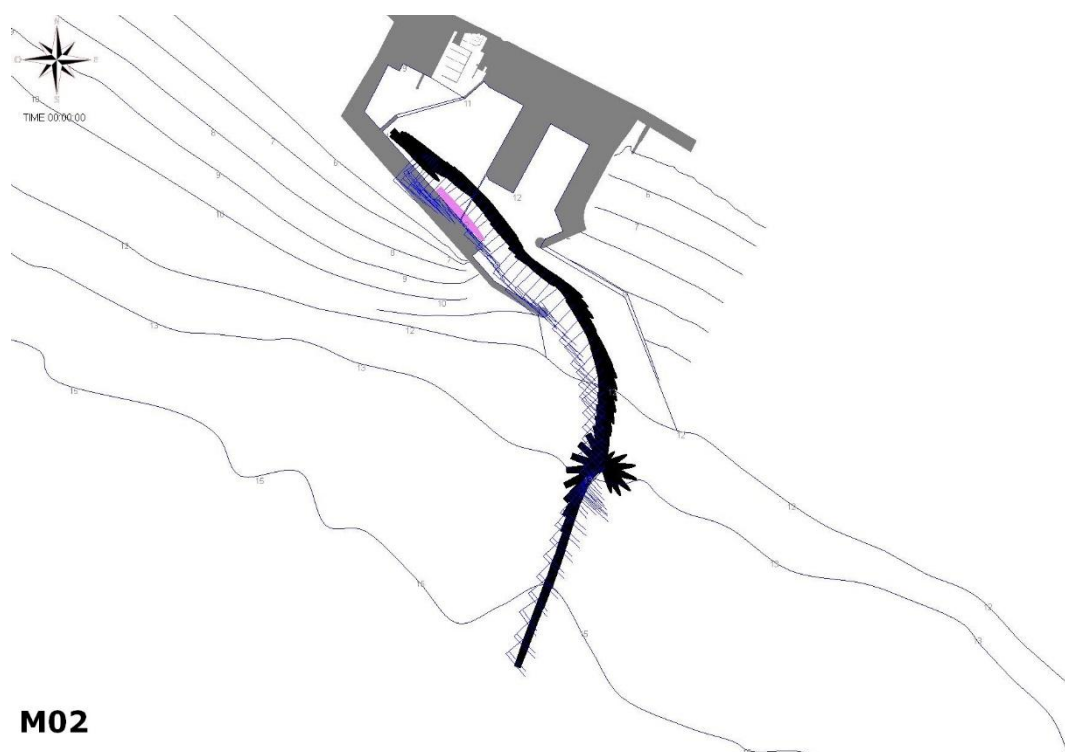
**M02**

Fig. A - 2 – Manovra M02– Cruise 330 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda - Intensità 15 nodi.

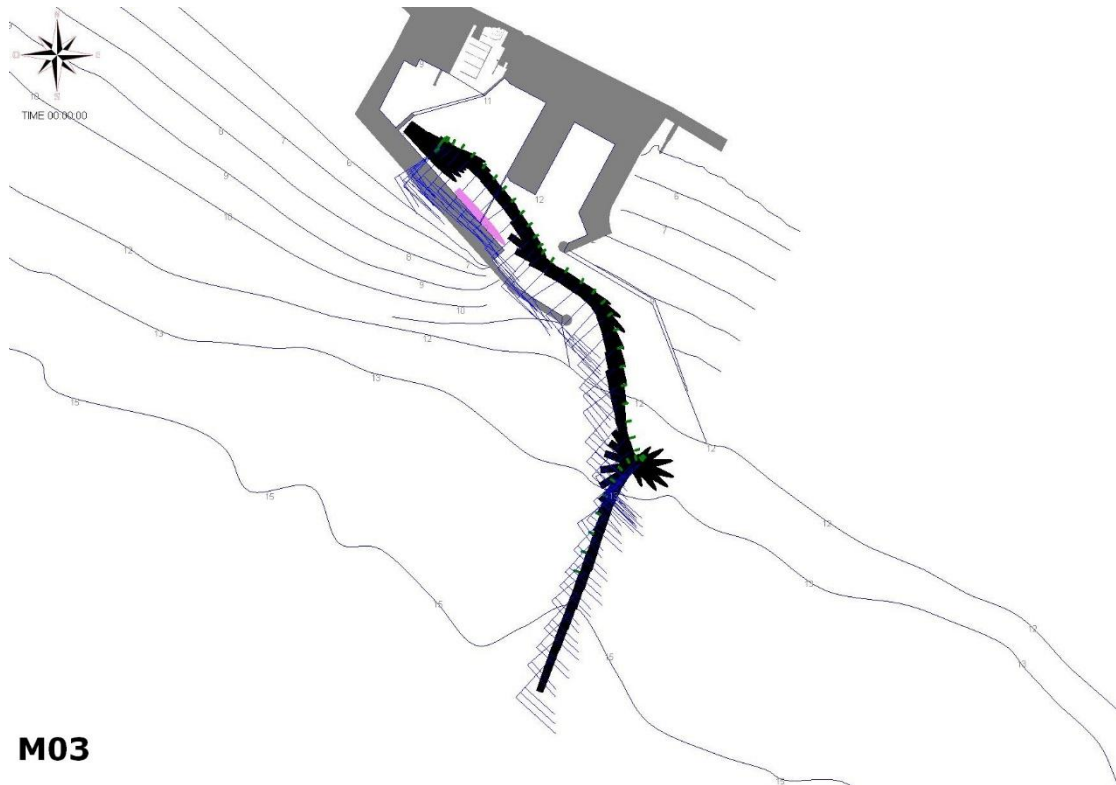


Fig. A - 3 – Manovra M03 – Cruise 330 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**
Vento di Libeccio e onda - Intensità 20 nodi.

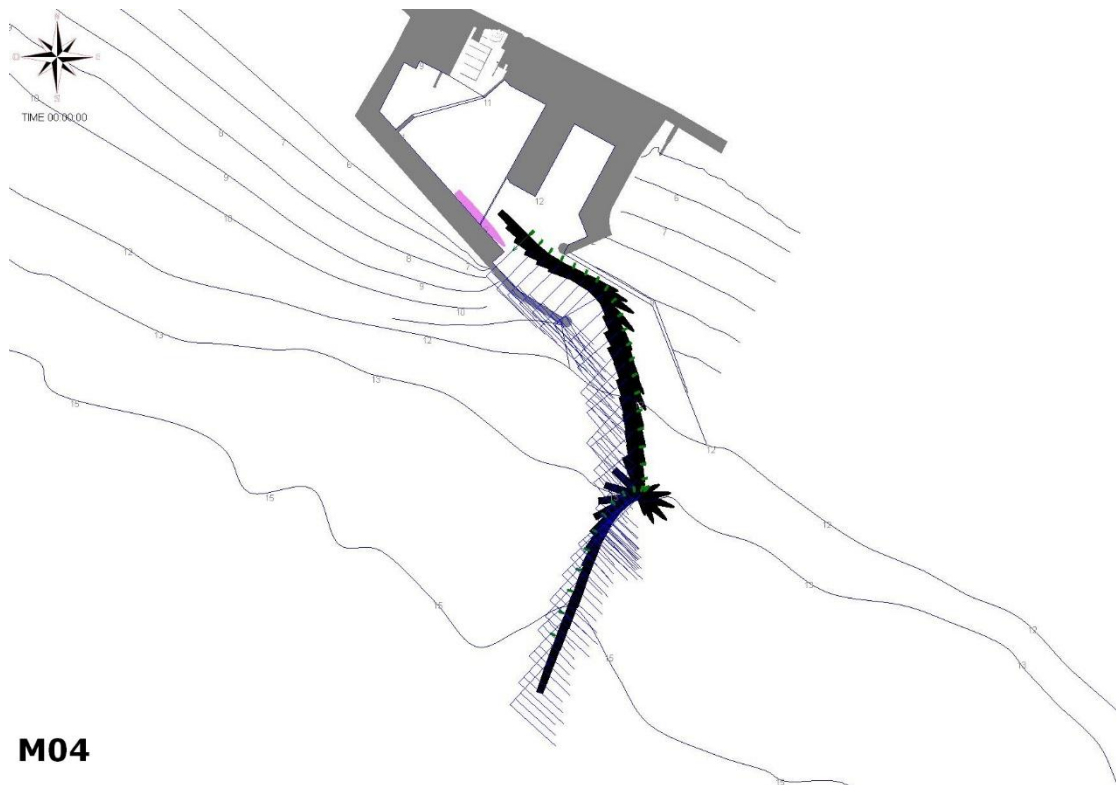


Fig. A - 4 – Manovra M04– Cruise 330 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda - Intensità 25 nodi.

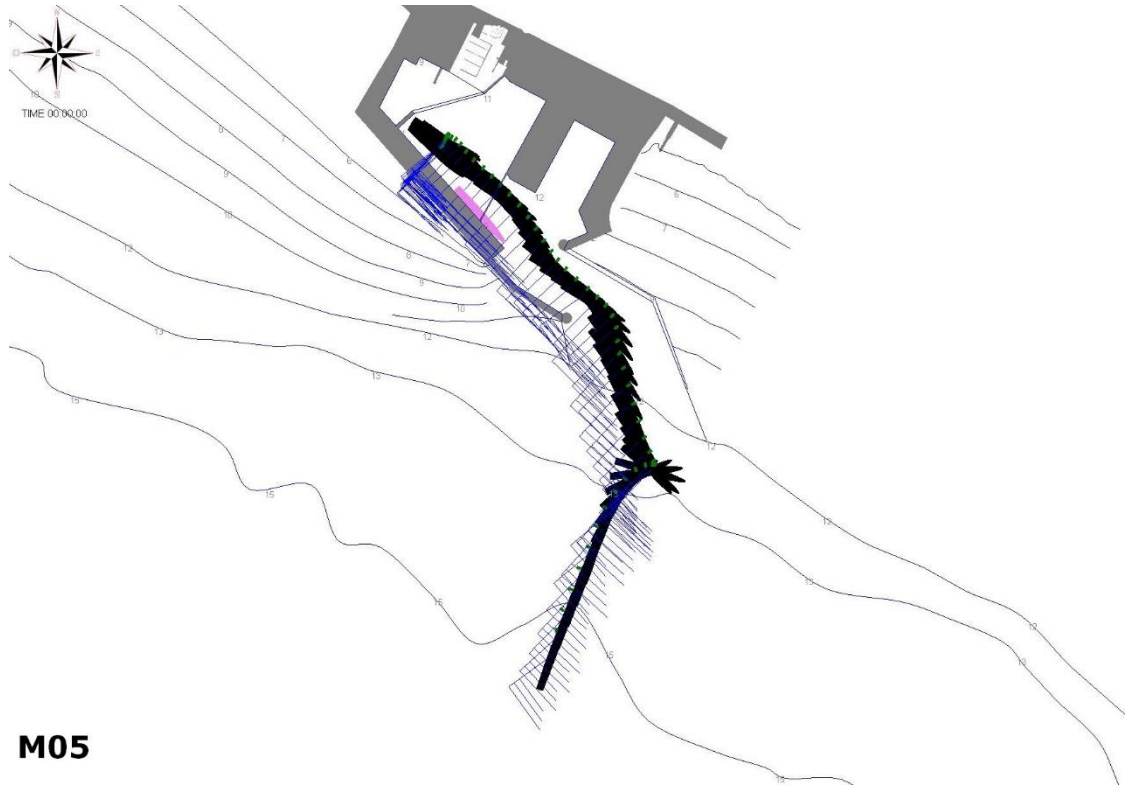
**M05**

Fig. A - 5 – Manovra M05 – Cruise 330 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**

Vento di Libeccio e onda - Intensità 25 nodi.

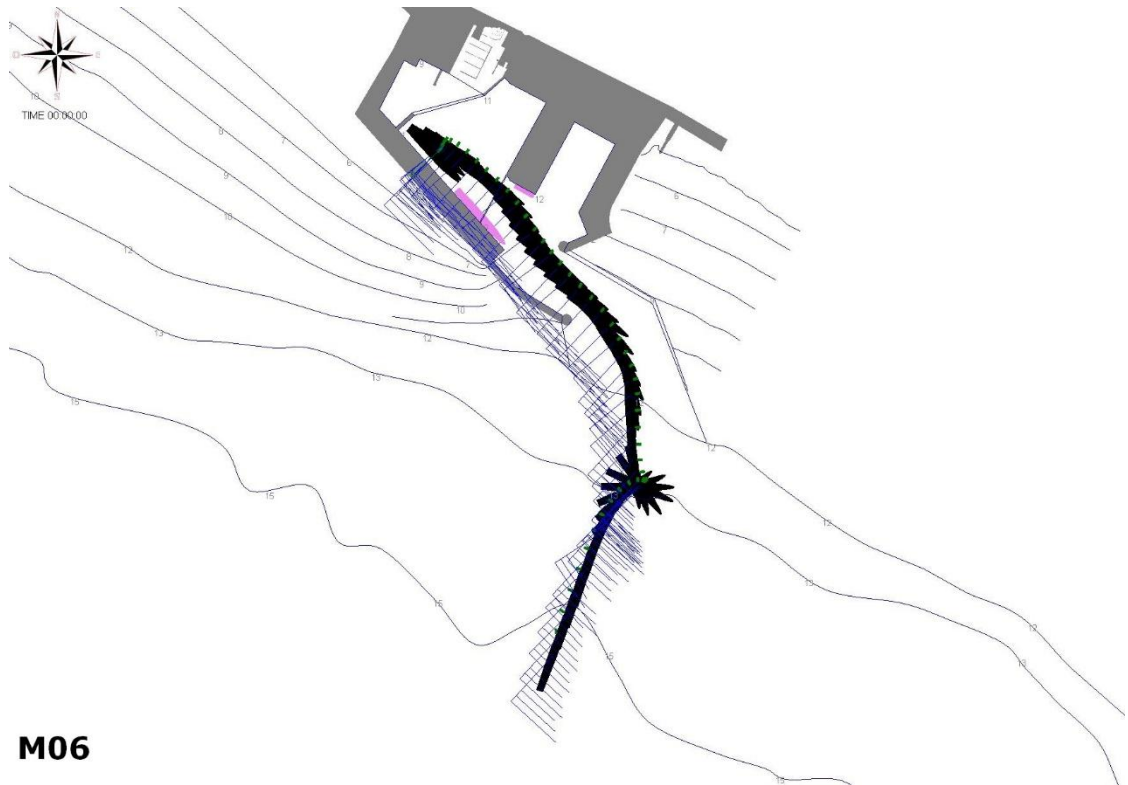
**M06**

Fig. A - 6 – Manovra M06– Cruise 330 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda - Intensità 25 nodi.

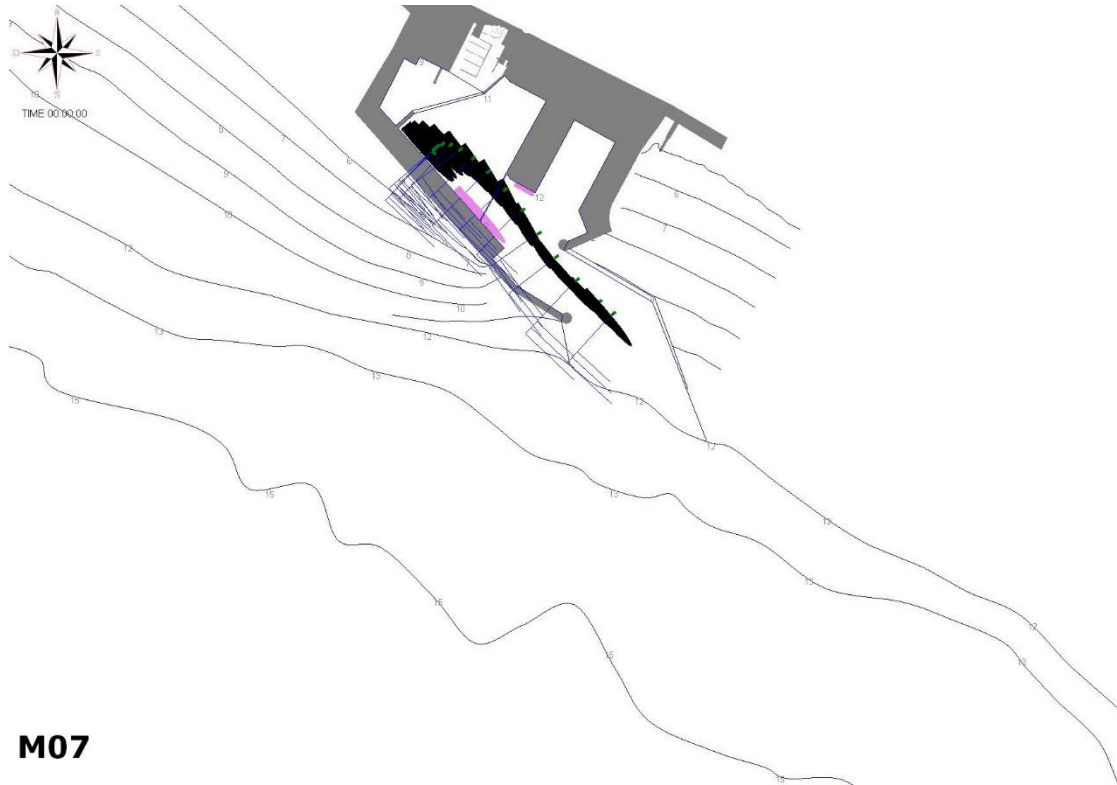


Fig. A - 7 – Manovra M07– Cruise 330 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda - Intensità 25 nodi.

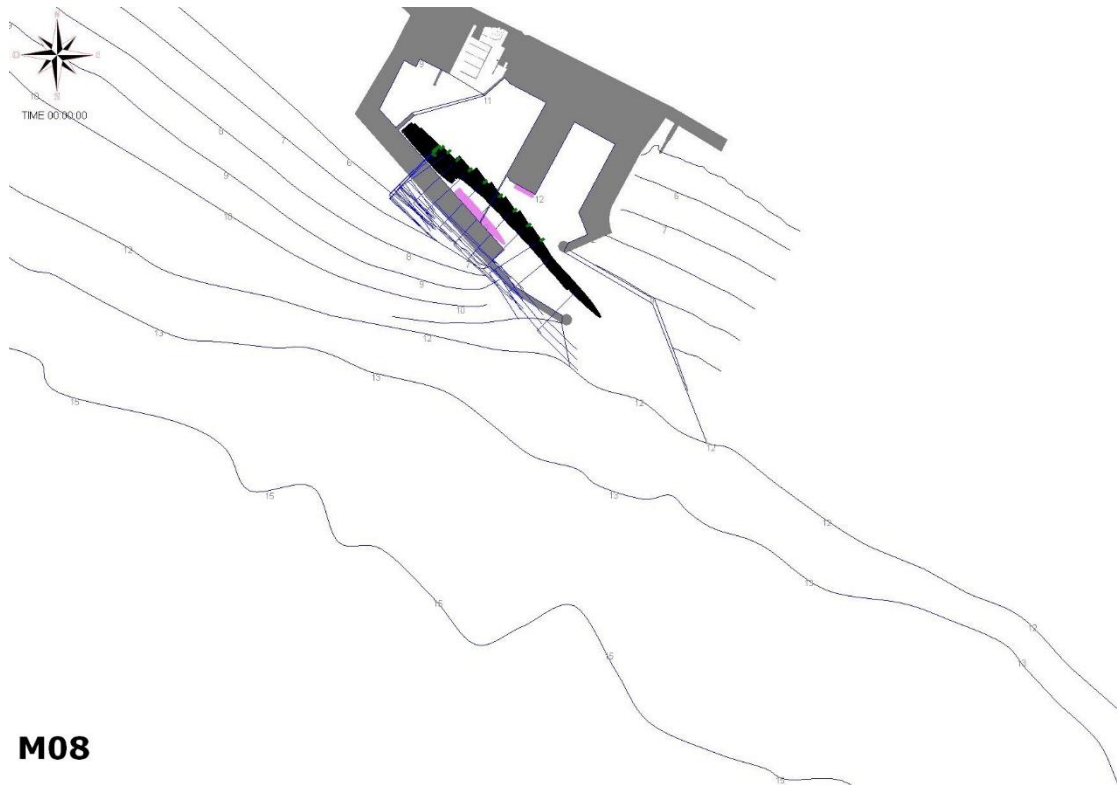


Fig. A - 8 – Manovra M08– Cruise 330 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda - Intensità 25 nodi.

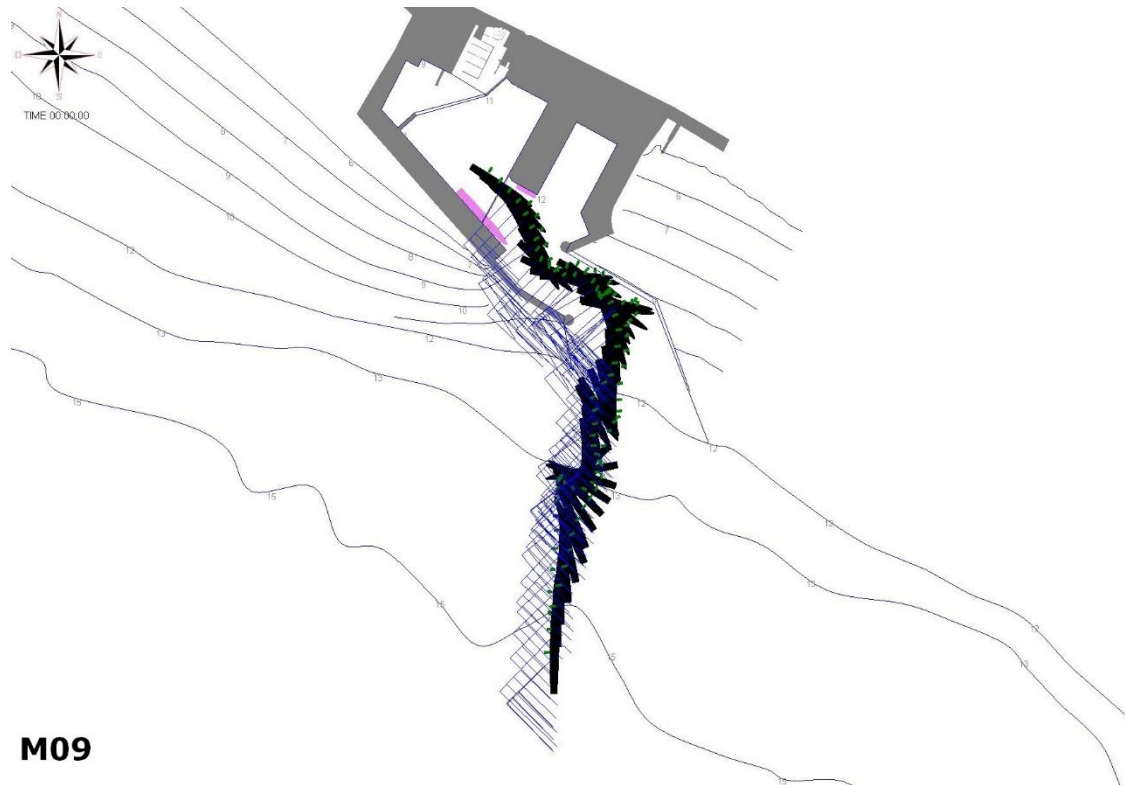
**M09**

Fig. A - 9 – Manovra M09– Cruise 330 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda - Intensità 30 nodi.

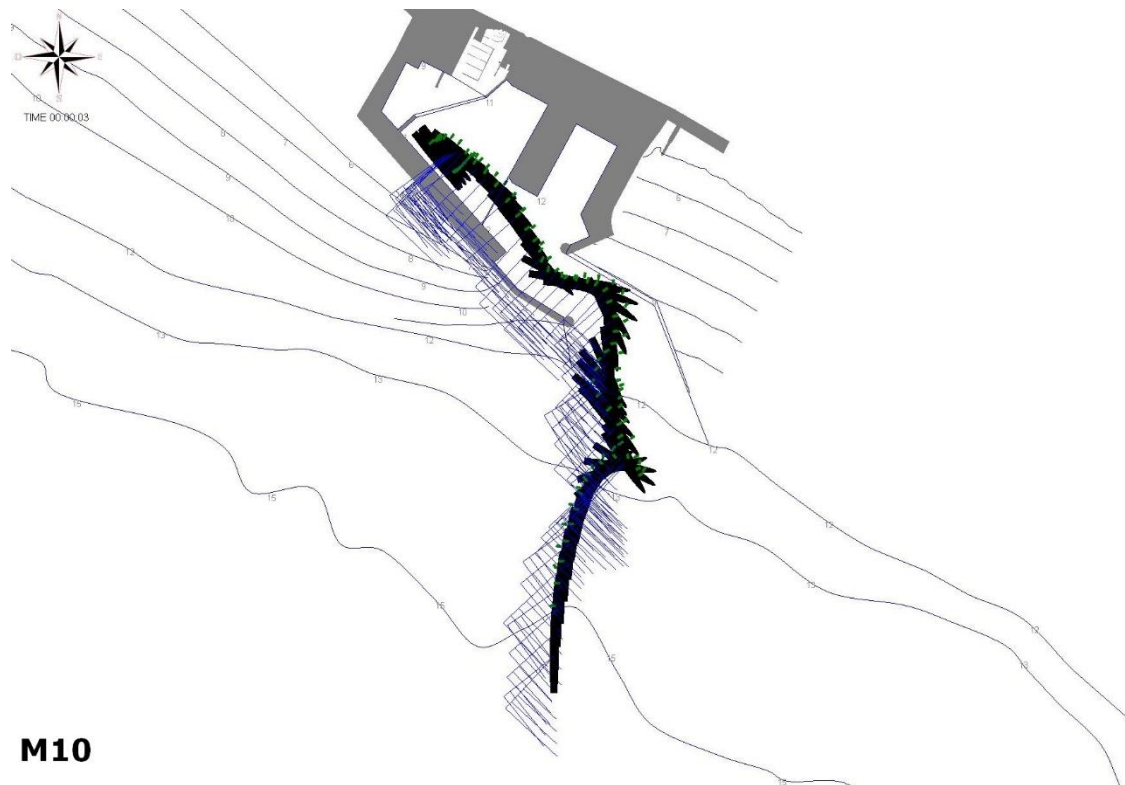
**M10**

Fig. A - 10 – Manovra M10– Cruise 330 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda - Intensità 30 nodi.

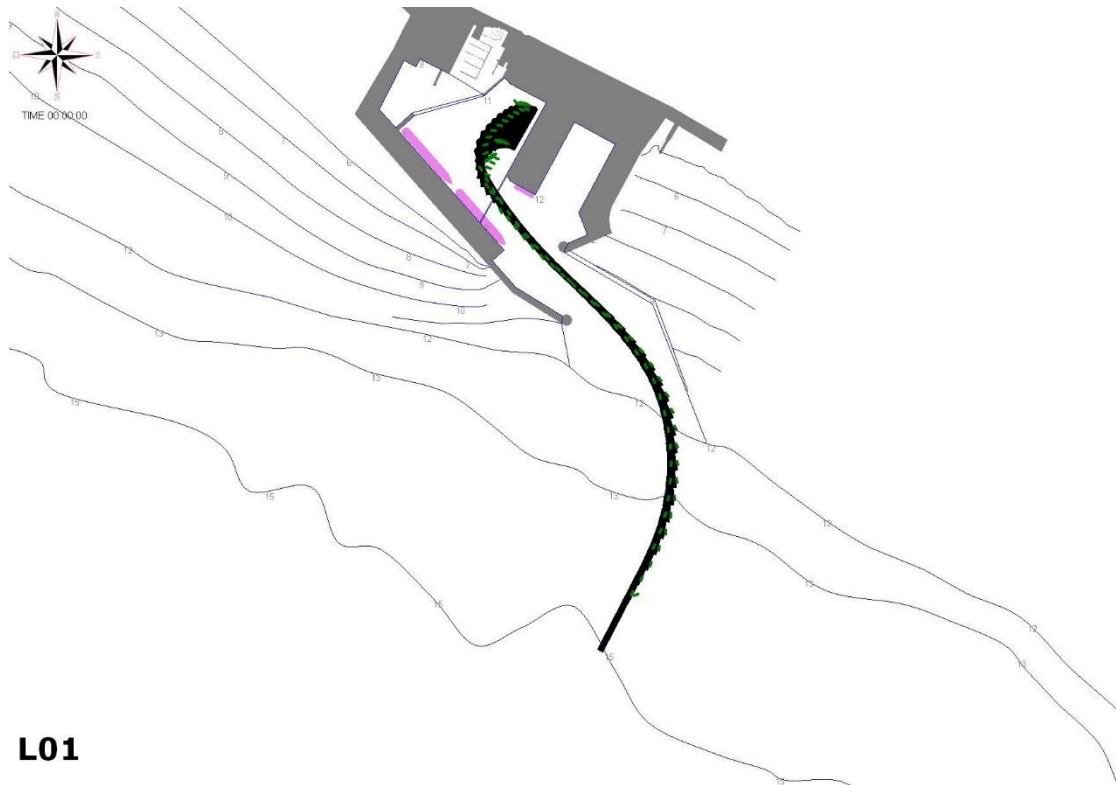
**L01**

Fig. A - 11 – Manovra L01 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Condizioni di calma.

**L02**

Fig. A - 12 – Manovra L02 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 15 nodi.

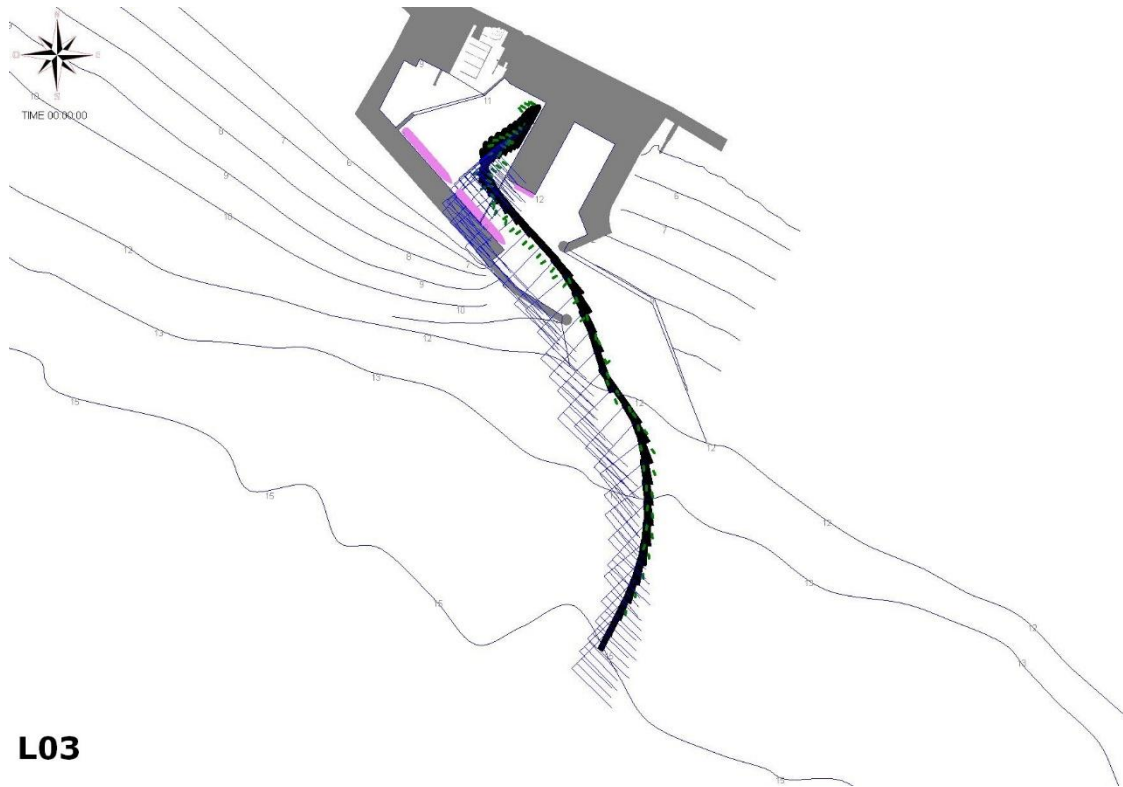
**L03**

Fig. A - 13 – Manovra L03 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

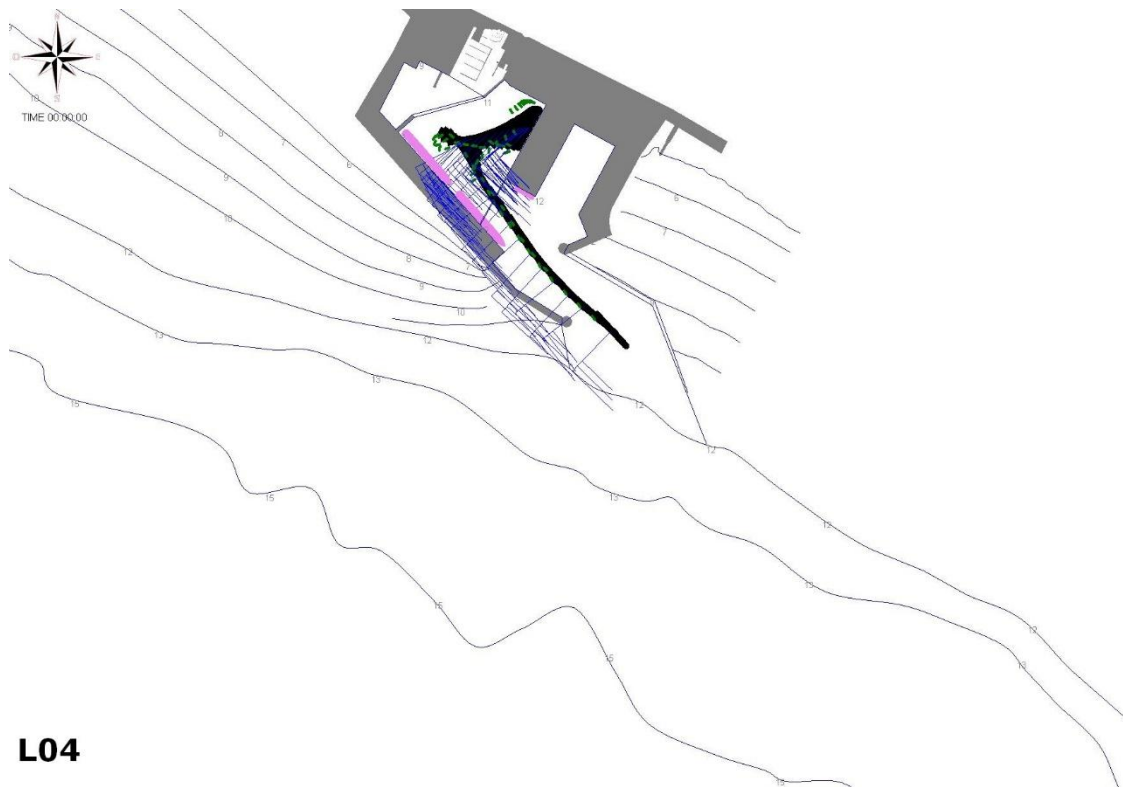
**L04**

Fig. A - 14 – Manovra L04 – Bulk Carrier 220 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

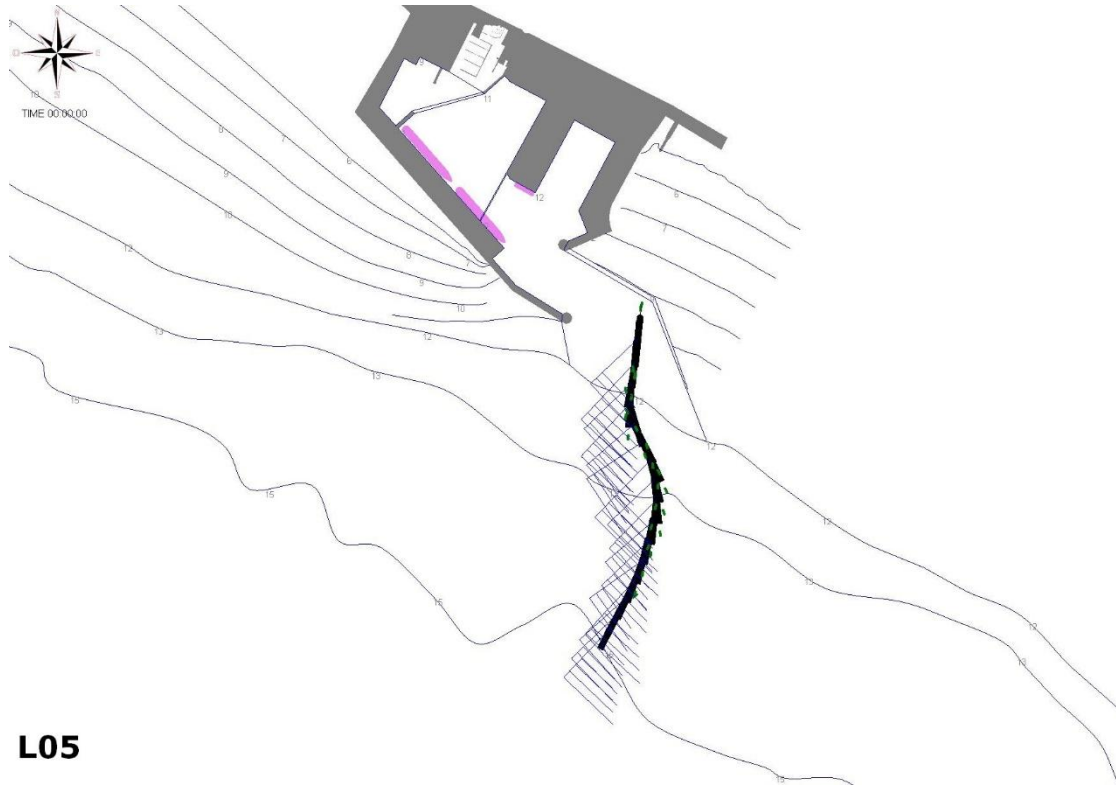
**L05**

Fig. A - 15 – Manovra L05 – Bulk Carrier 220 - Ingresso – **MANOVRA NON RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 30 nodi.

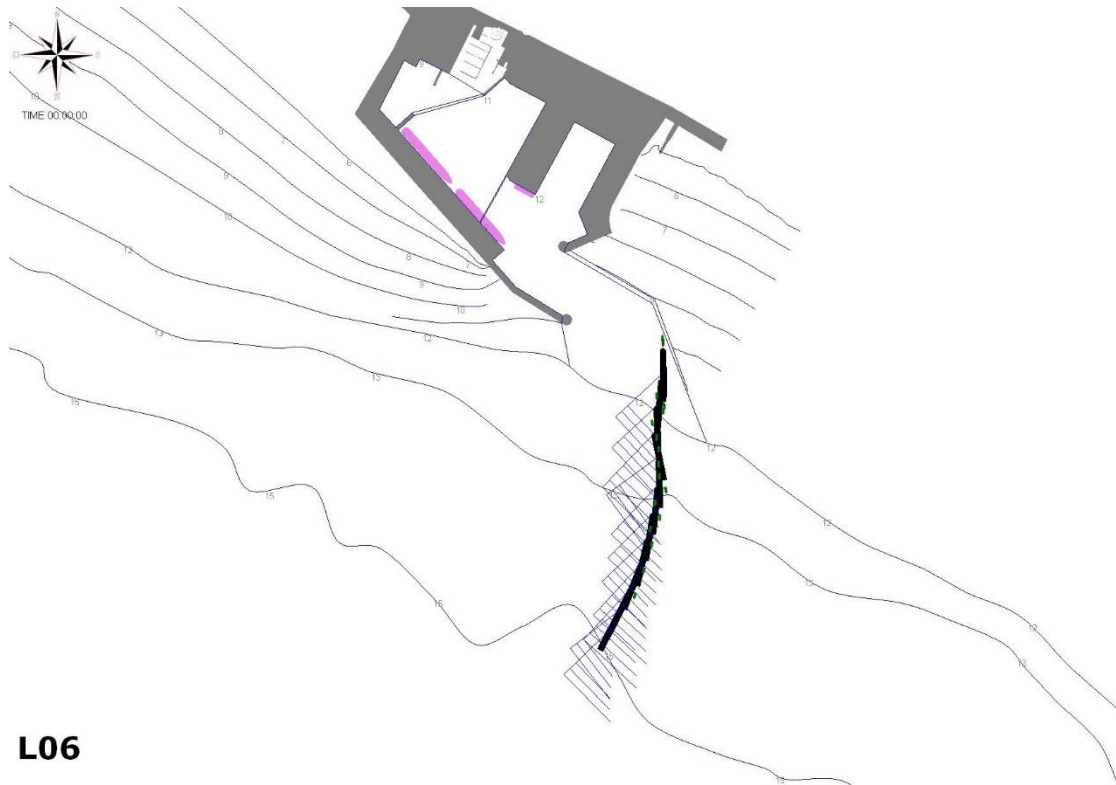
**L06**

Fig. A - 16 – Manovra L06 – Bulk Carrier 220 - Ingresso – **MANOVRA NON RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 30 nodi.

**L07**

Fig. A - 17 – Manovra L07 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 30 nodi.

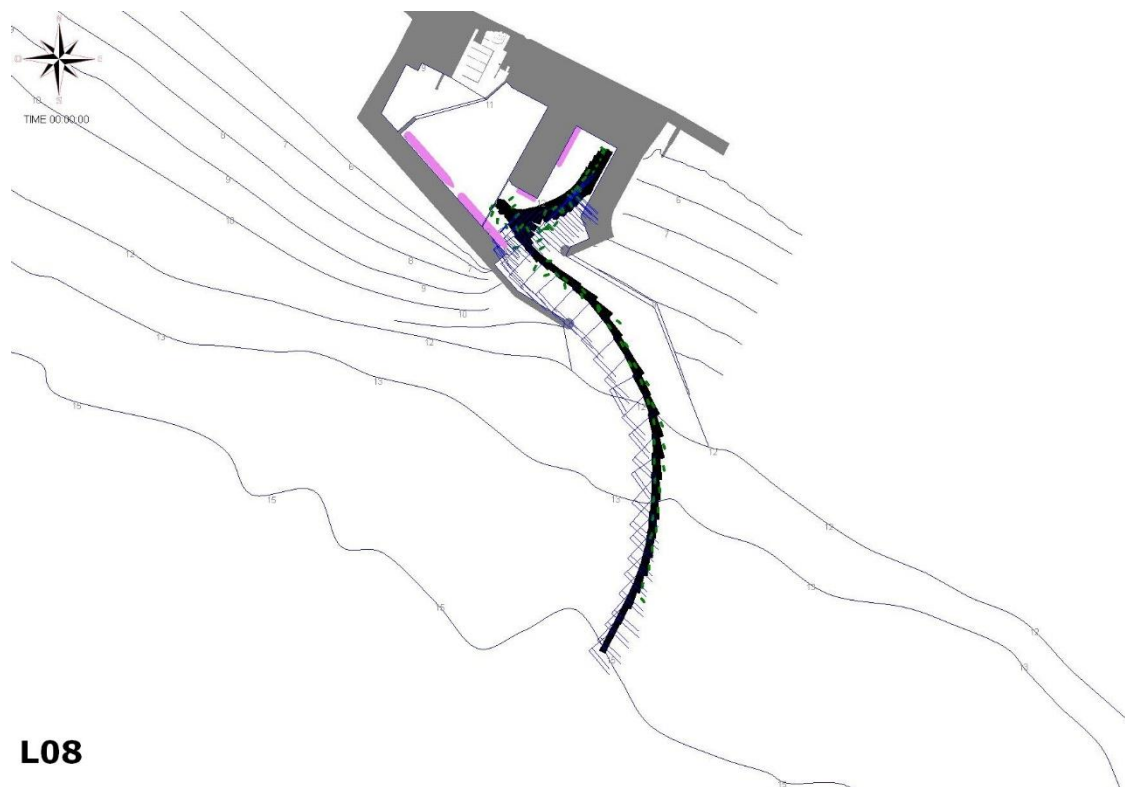
**L08**

Fig. A - 18 – Manovra L08 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 15 nodi.

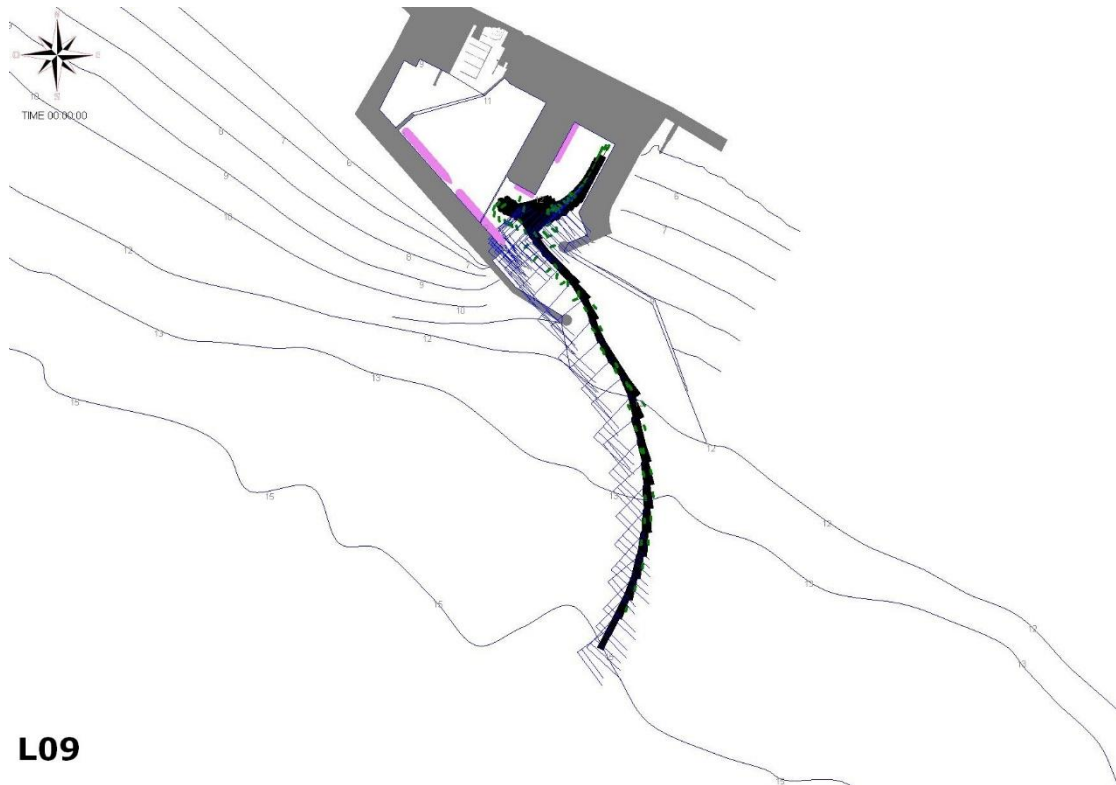
**L09**

Fig. A - 19 – Manovra L09 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 20 nodi.

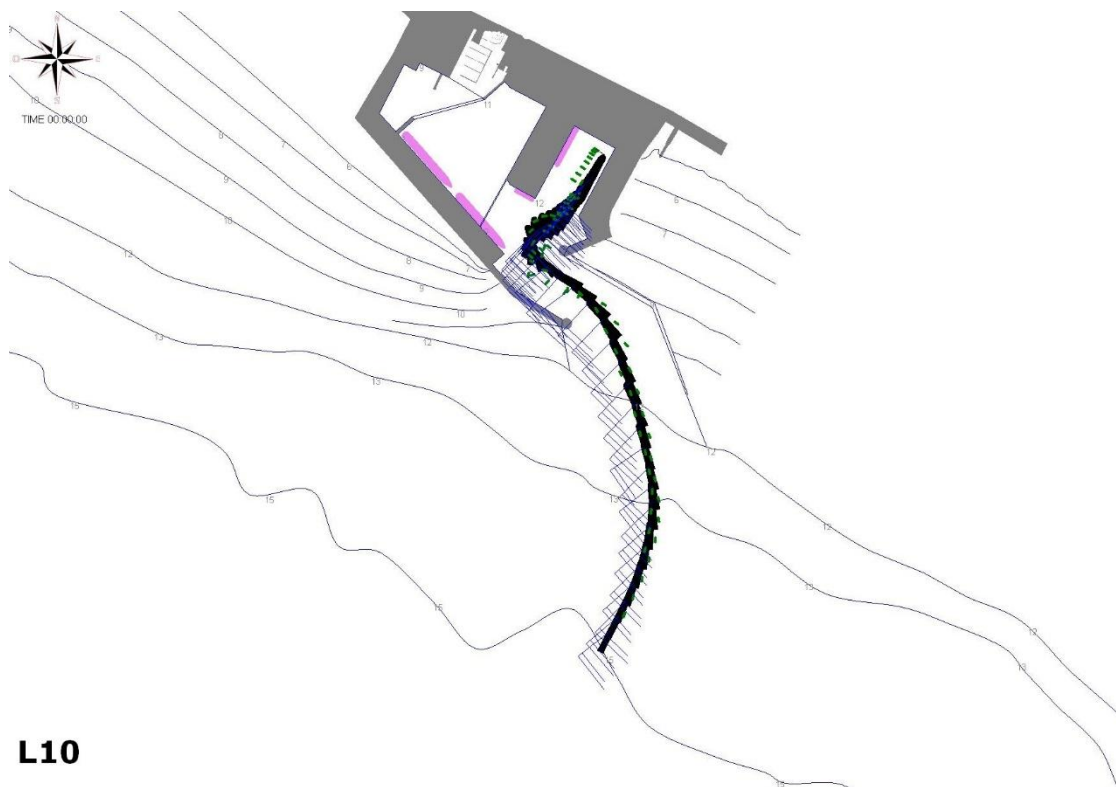
**L10**

Fig. A - 20 – Manovra L10 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 20 nodi.

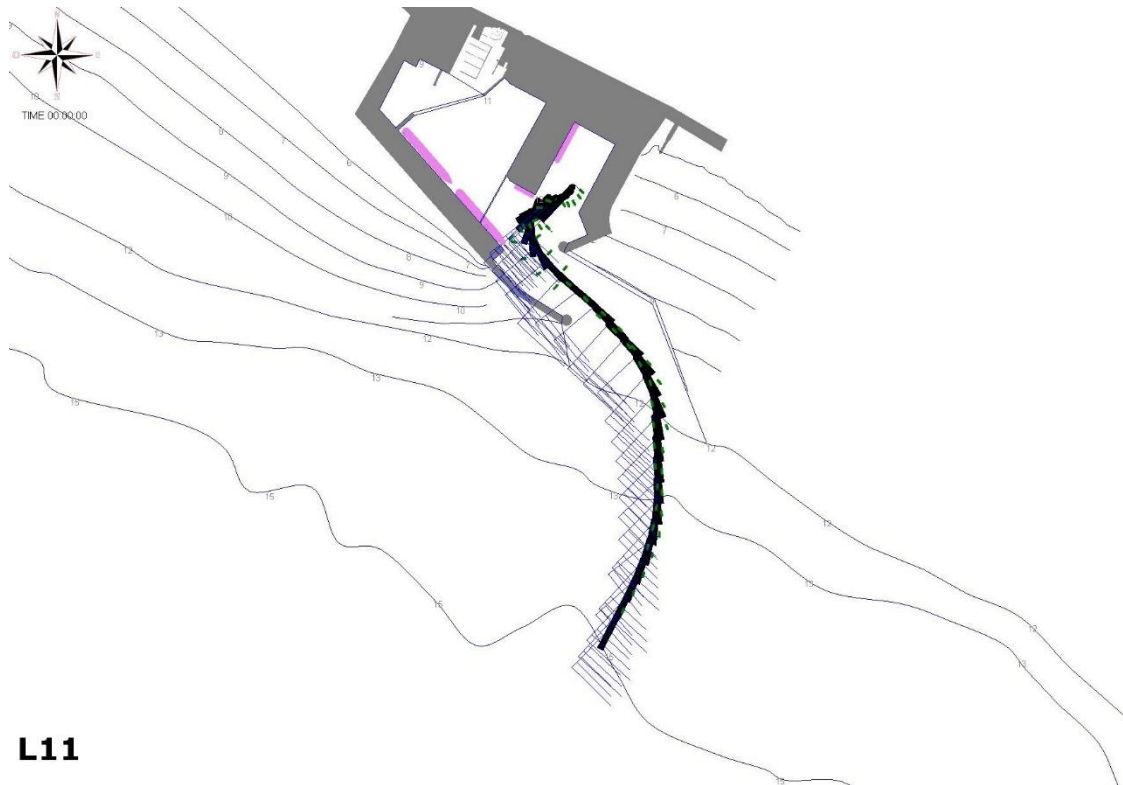


Fig. A - 21 – Manovra L11 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

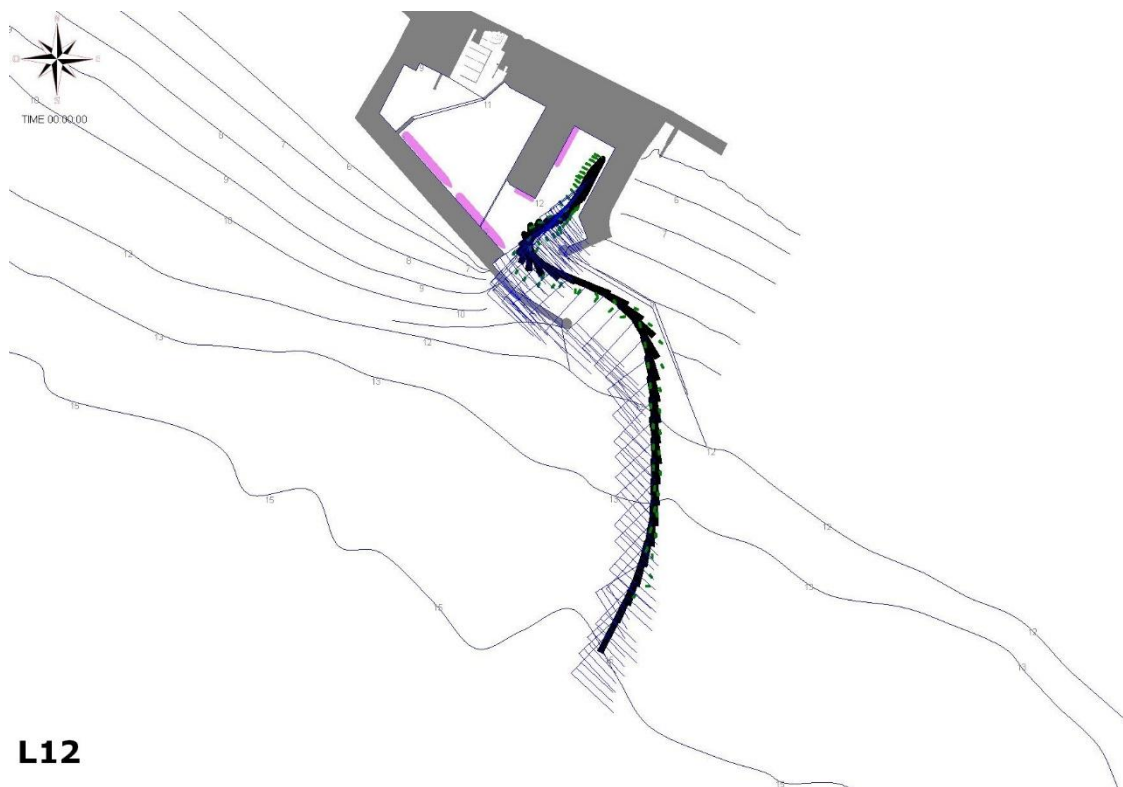


Fig. A - 22 – Manovra L12 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

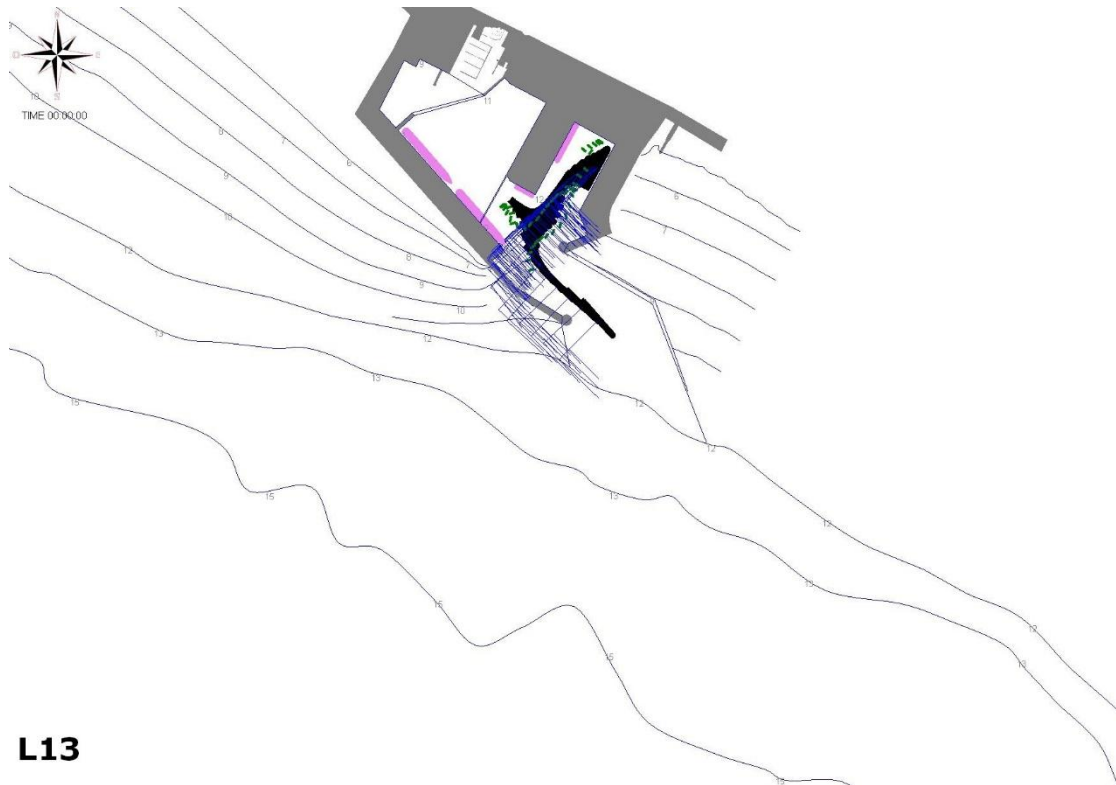
**L13**

Fig. A - 23 – Manovra L13 – Bulk Carrier 220 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

**L14**

Fig. A - 24 – Manovra Avaria L14 – Bulk Carrier 220 - Ingresso – **MANOVRA NON RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 15 nodi.



Fig. A - 25 – Manovra Avaria L15 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 15 nodi.



Fig. A - 26 – Manovra L16 – Bulk Carrier 220 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 15 nodi.

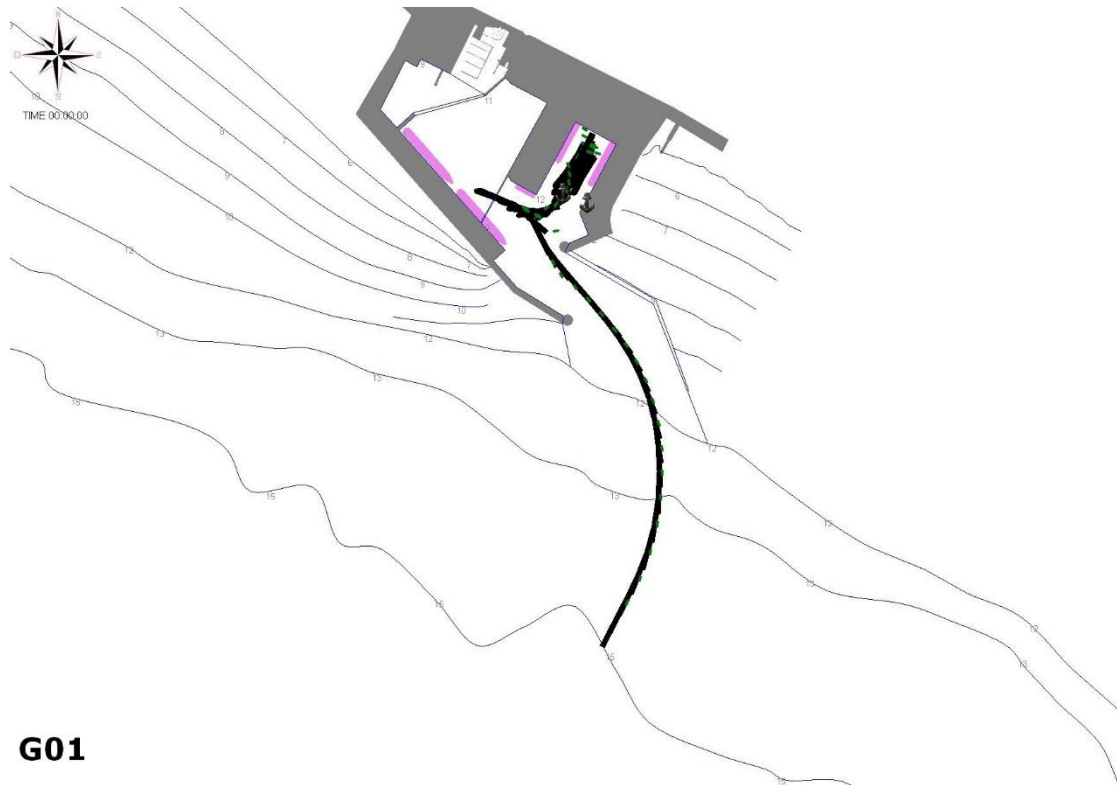


Fig. A - 27 – Manovra G01 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Condizioni di calma.

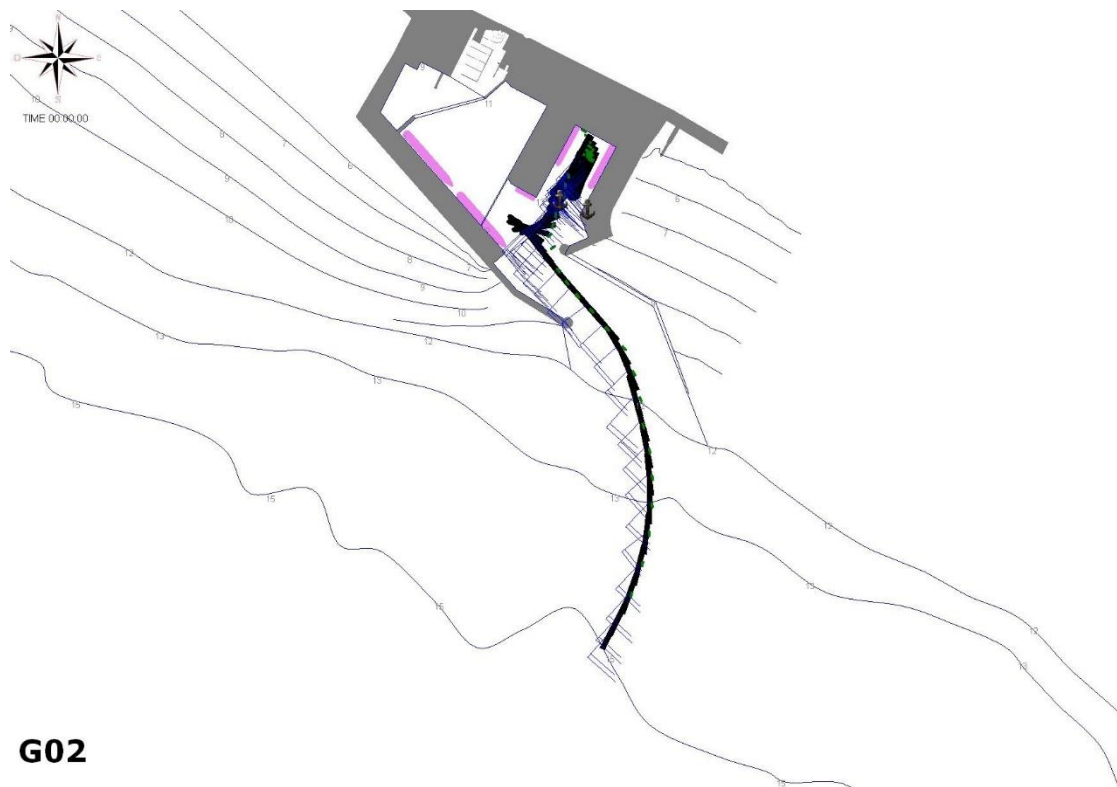


Fig. A - 28 – Manovra G02 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 15 nodi.

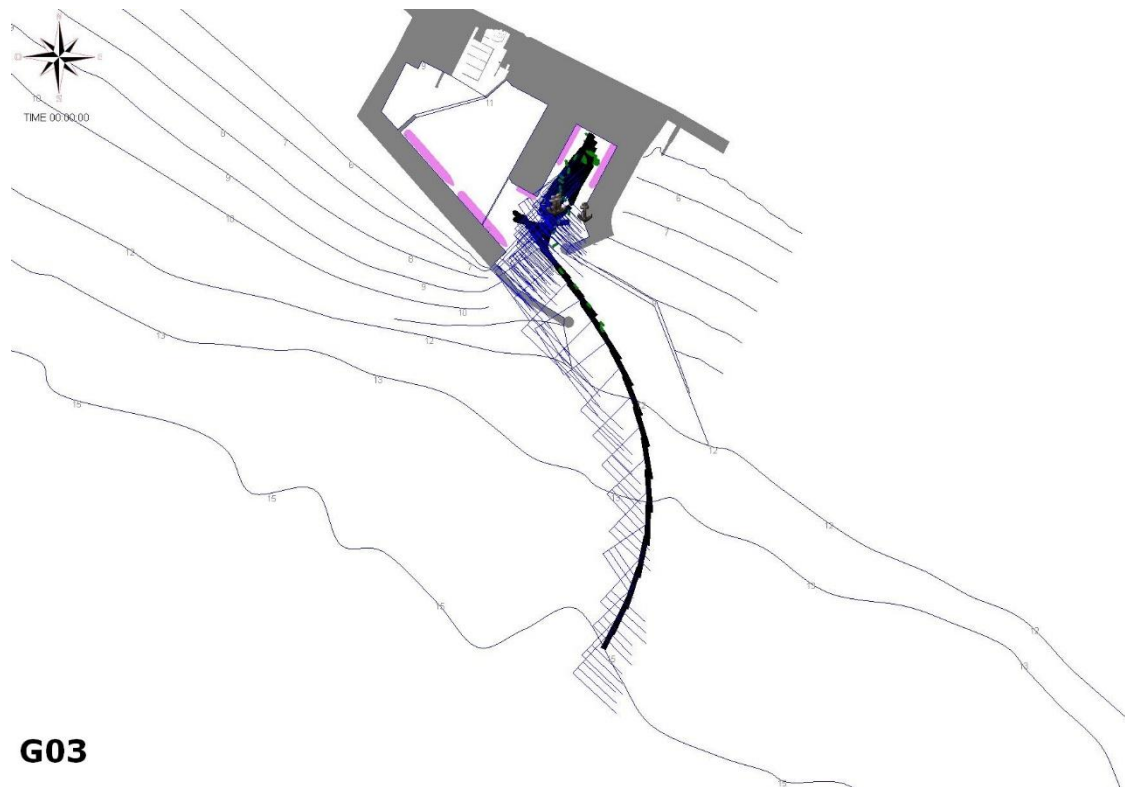


Fig. A - 29 – Manovra G03 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.



Fig. A - 30 – Manovra G04 – Ro-Ro 200 – Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

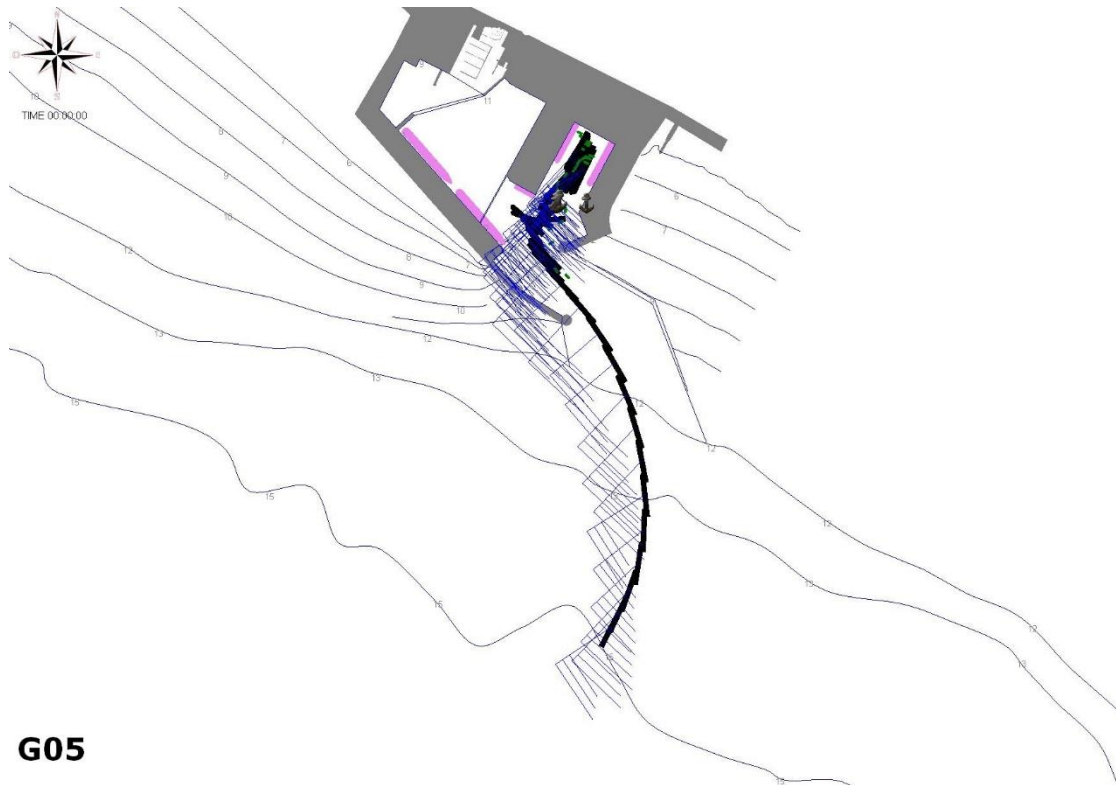
**G05**

Fig. A - 31– Manovra G05 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 30 nodi.

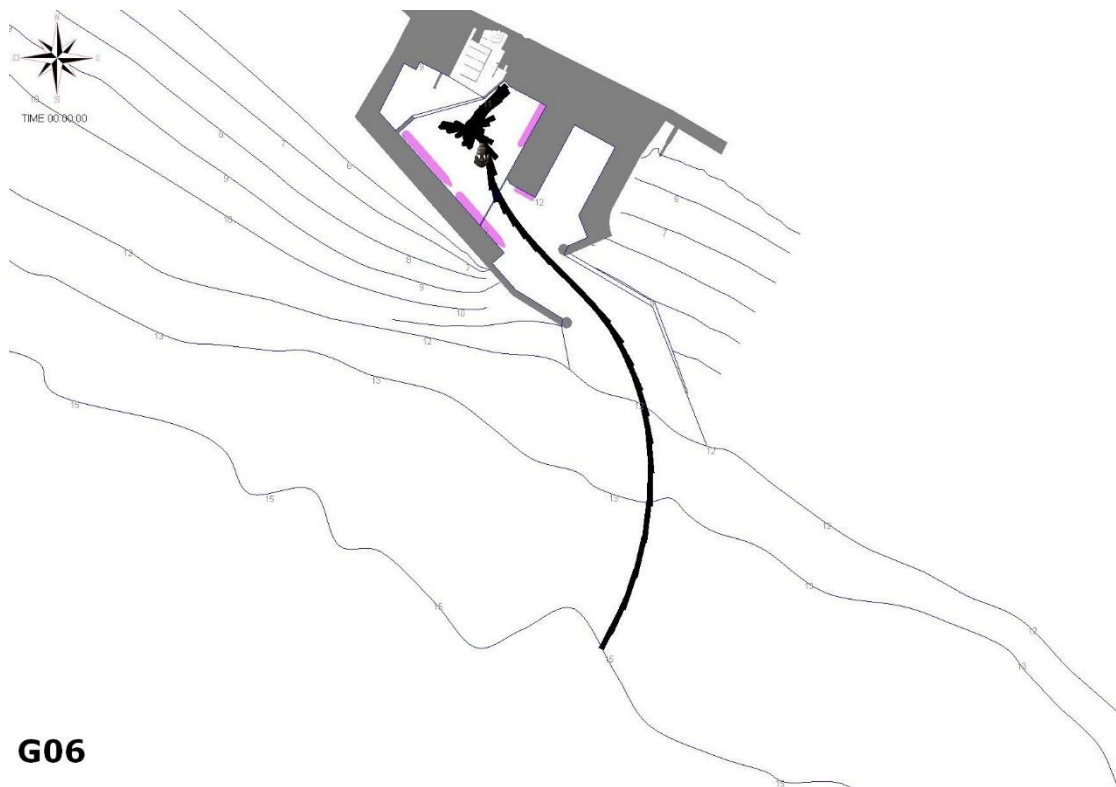
**G06**

Fig. A - 32 – Manovra G06 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Condizioni di calma.



Fig. A - 33 – Manovra G07 – Ro-Ro 200 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**
Condizioni di calma.



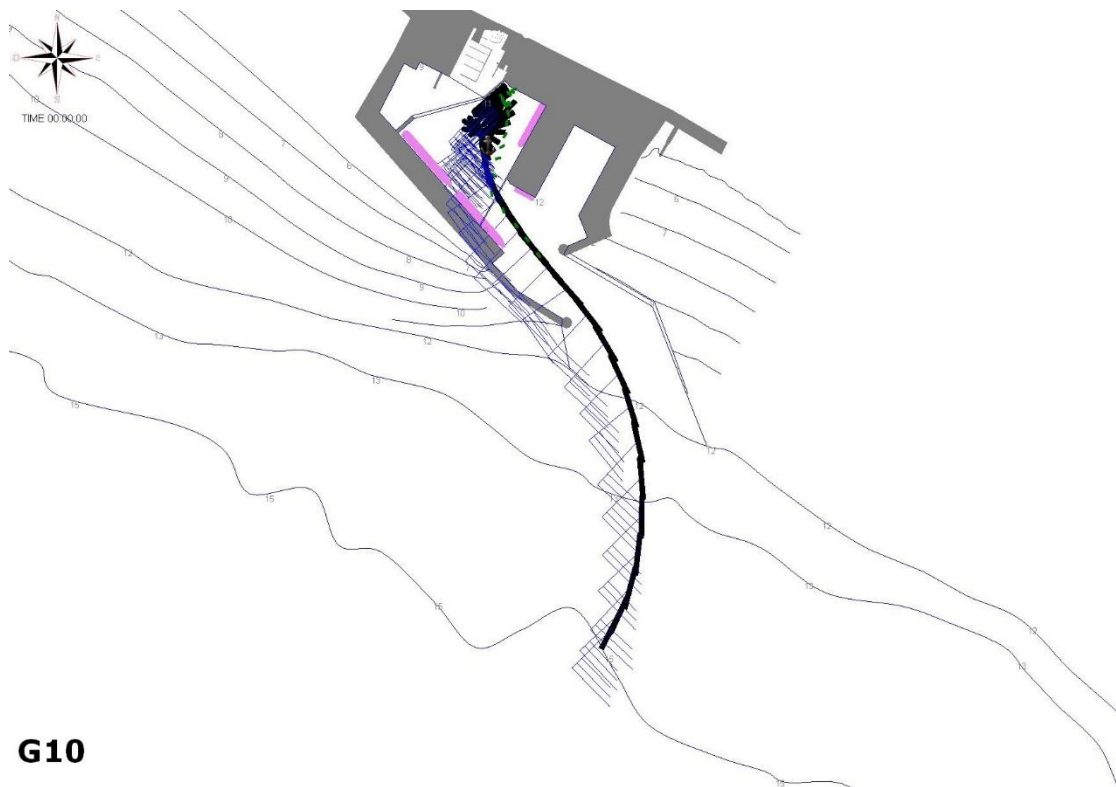
Fig. A - 34 – Manovra G08 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 15 nodi.



G09

Fig. A - 35 – Manovra G09 – Ro-Ro 200 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 15 nodi.



G10

Fig. A - 36 – Manovra G10 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

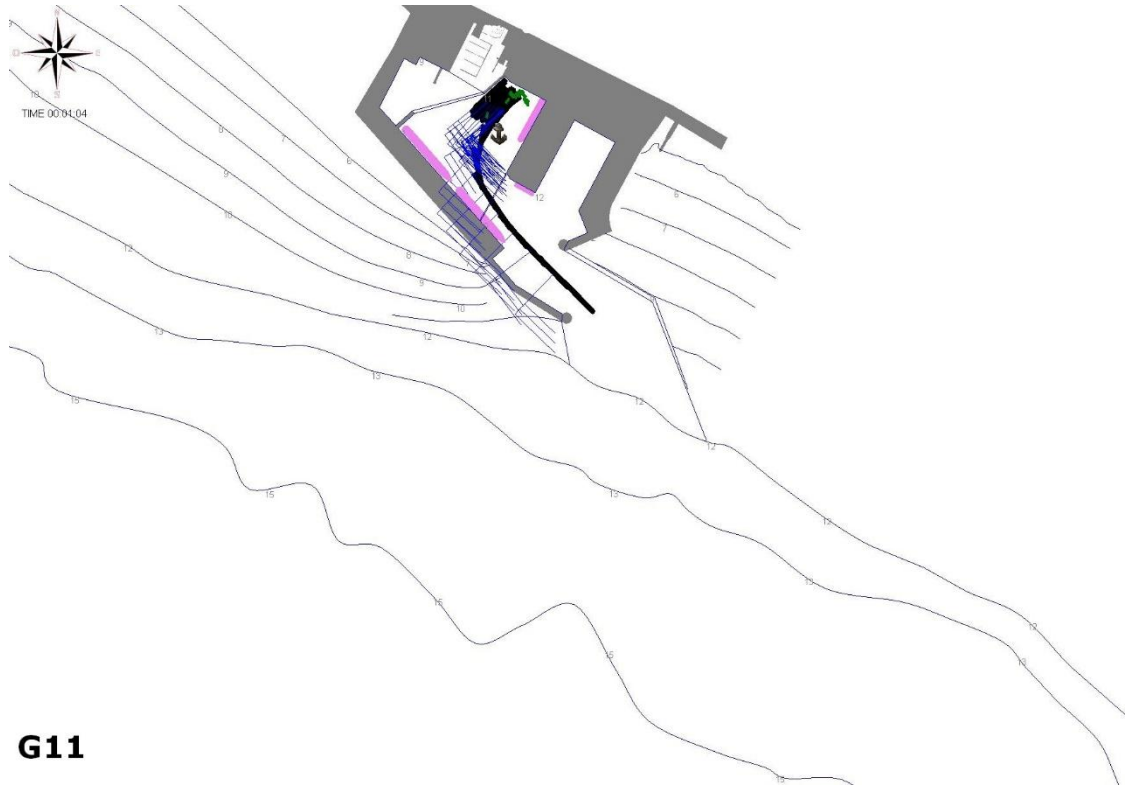


Fig. A - 37 – Manovra G11 – Ro-Ro 200 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

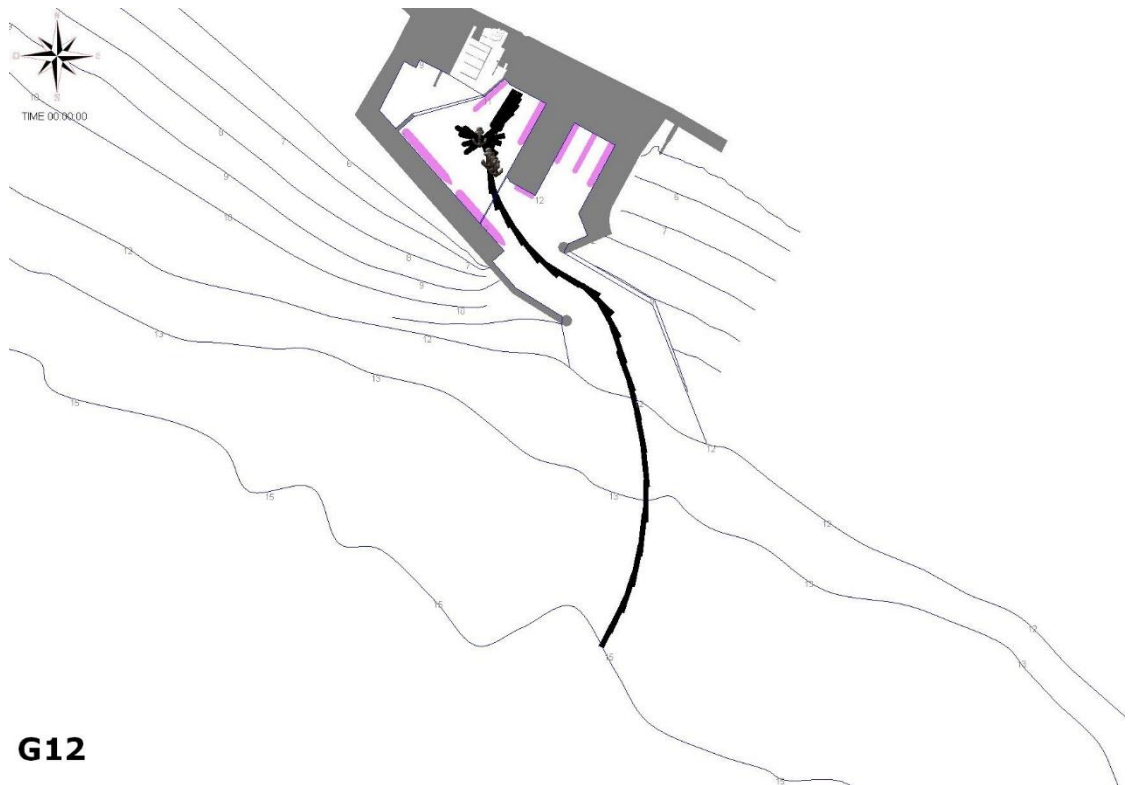


Fig. A - 38 – Manovra G12 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Condizioni di calma.



Fig. A - 39 – Manovra G13 – Ro-Ro 200 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**
Condizioni di calma.



Fig. A - 40 – Manovra G14 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

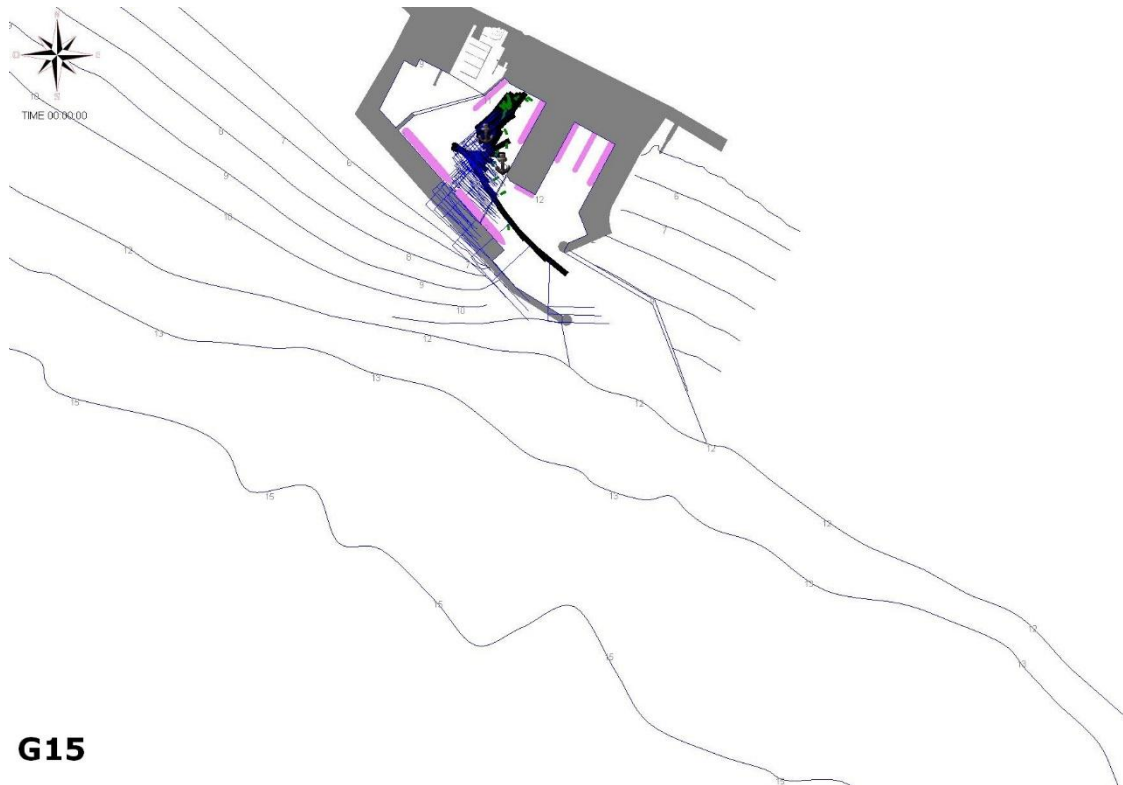


Fig. A - 41 – Manovra G15 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.



Fig. A - 42 – Manovra G16 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Vento di Libeccio e onda – Intensità 30 nodi.

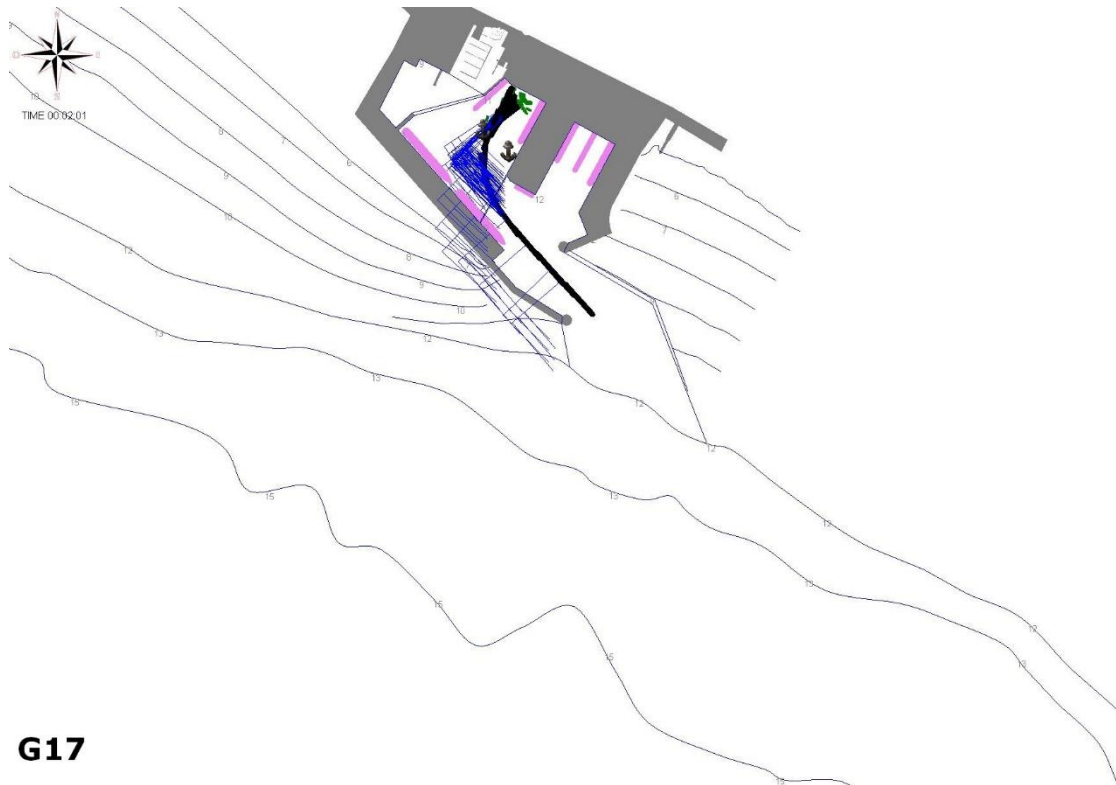
**G17**

Fig. A - 43 – Manovra G17 – Ro-Ro 200 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 30 nodi.

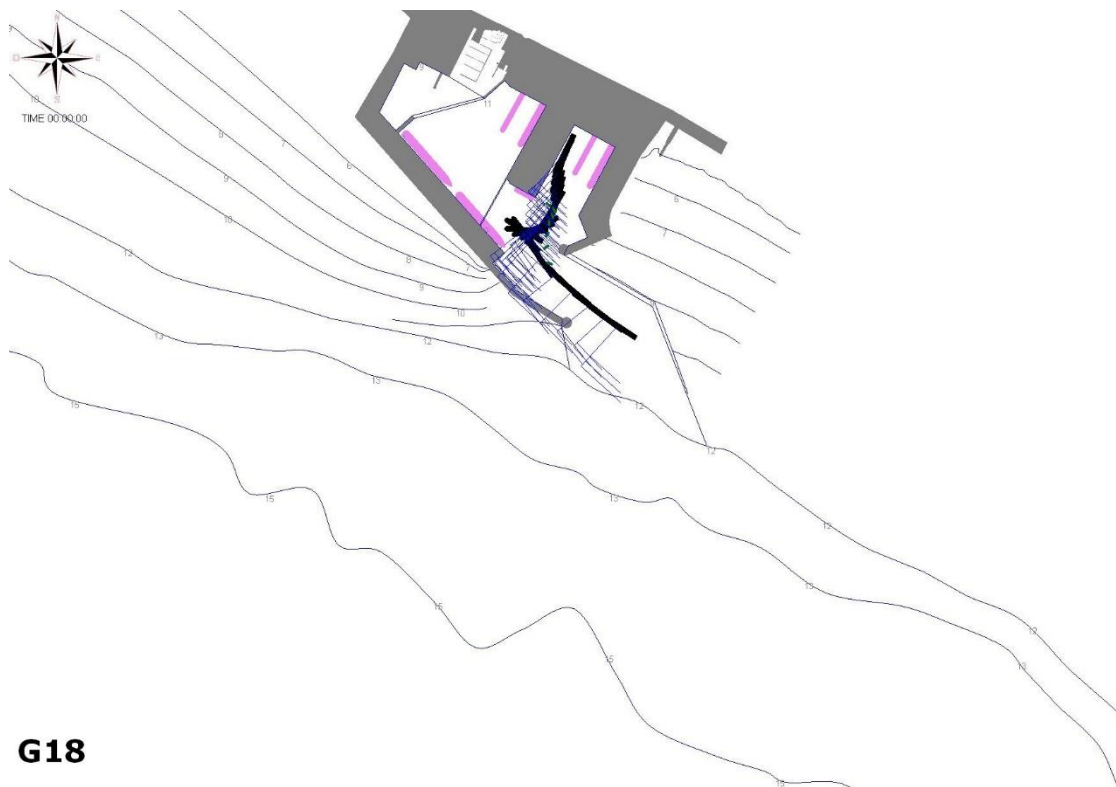
**G18**

Fig. A - 44 – Manovra Avaria G18 – Ro-Ro 200 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 20 nodi.

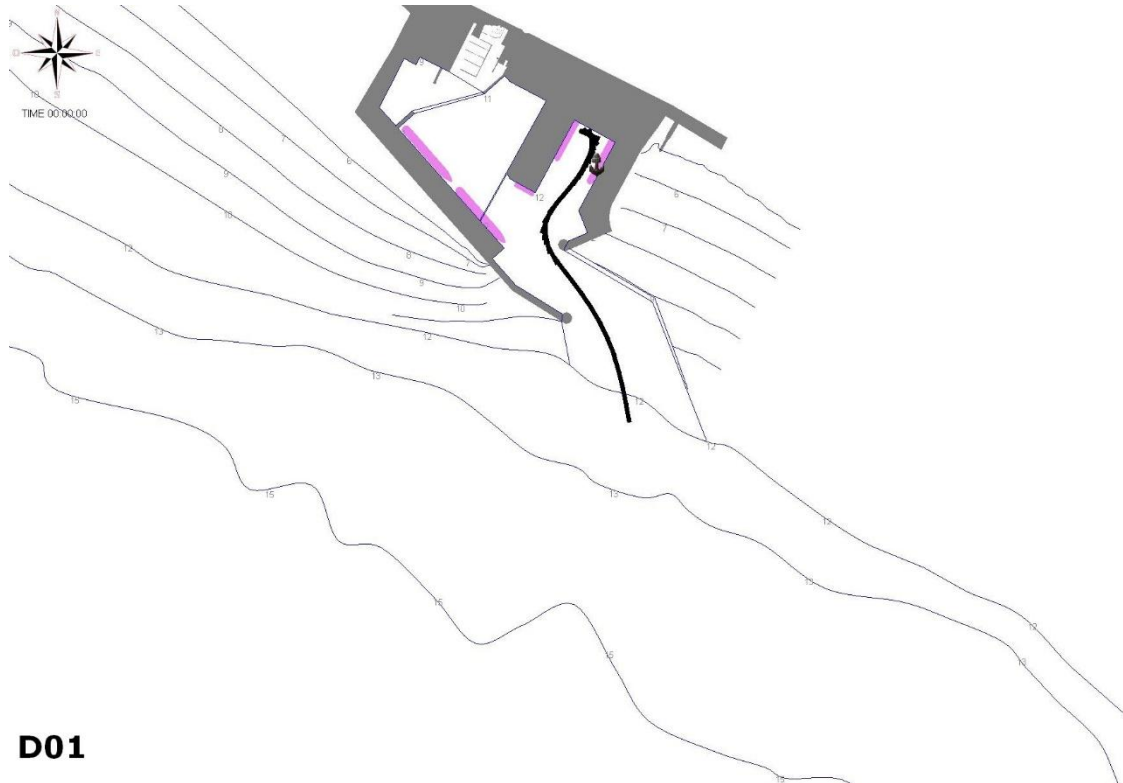
**D01**

Fig. A - 45 – Manovra D01 – Bulk Carrier 100 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**
Condizioni di calma.

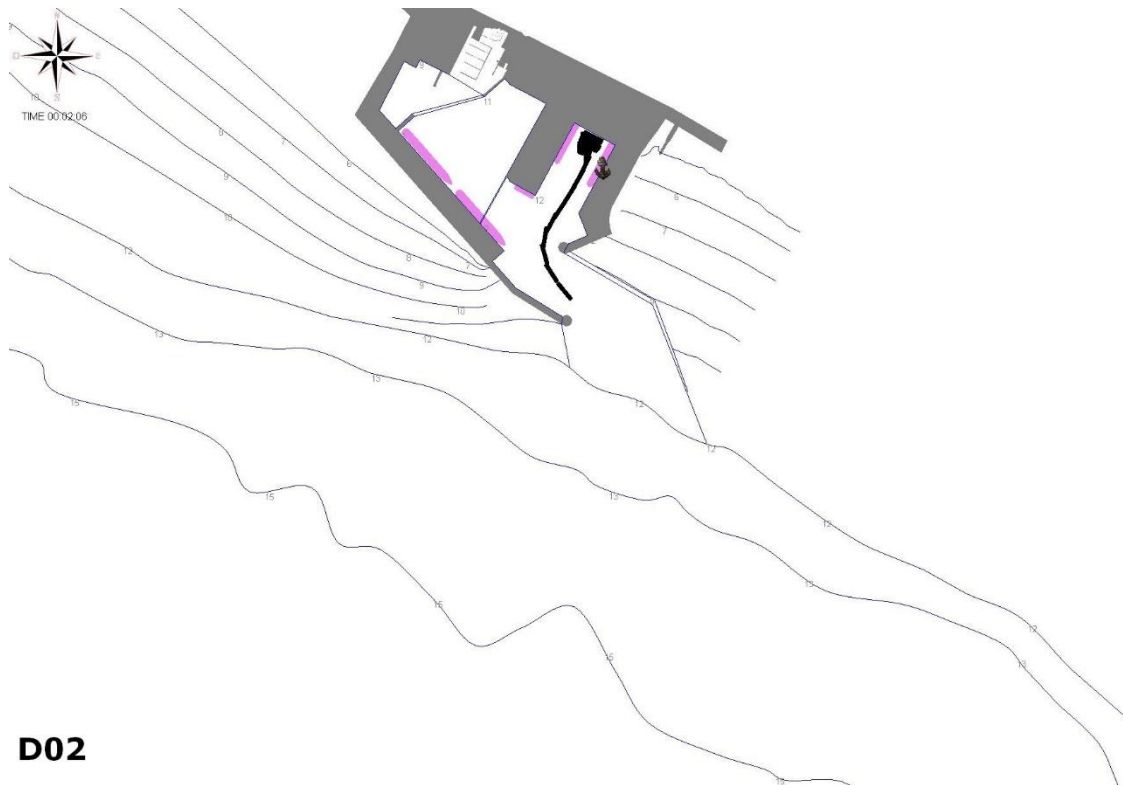
**D02**

Fig. A - 46 – Manovra D02 – Bulk Carrier 100 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**
Condizioni di calma.

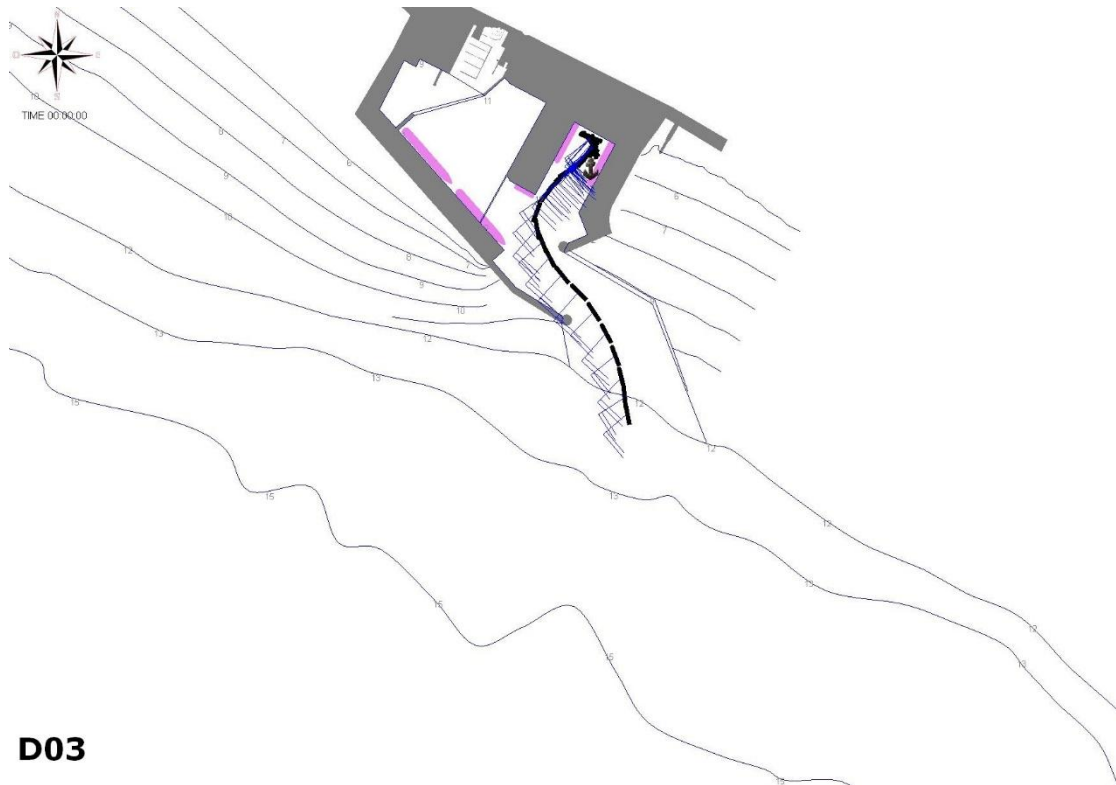
**D03**

Fig. A - 47 – Manovra D03 – Bulk Carrier 100 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 15 nodi.

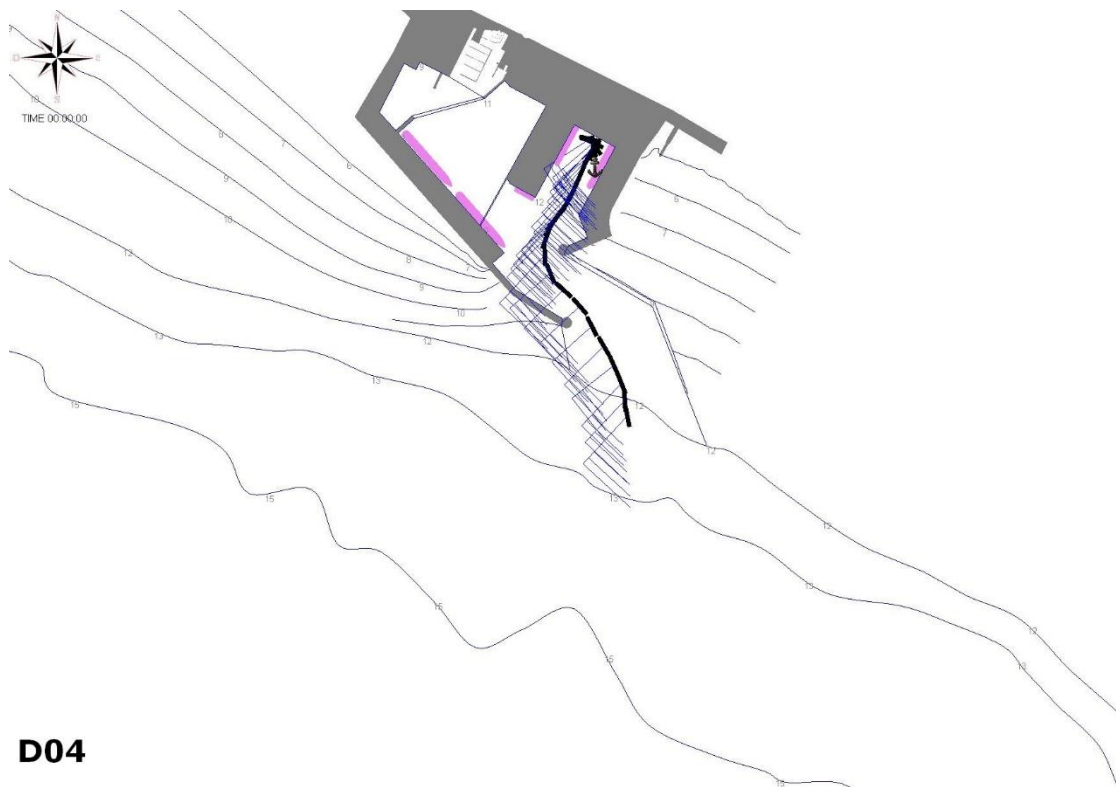
**D04**

Fig. A - 48 – Manovra D04 – Bulk Carrier 100 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

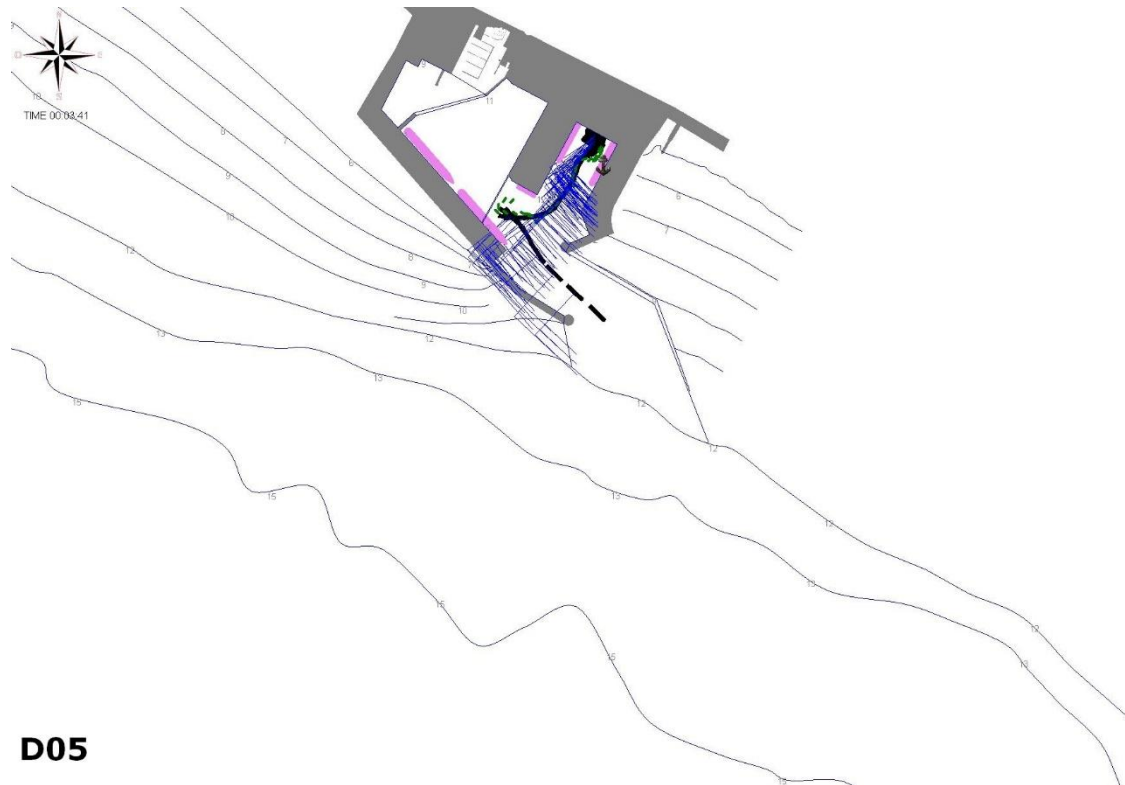
**D05**

Fig. A - 49 – Manovra D05 – Bulk Carrier 100 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**

Vento di Libeccio e onda – Intensità 25 nodi.

APPENDICE B

INVILUPPI DEI TRACCIATI DELLE MANOVRE



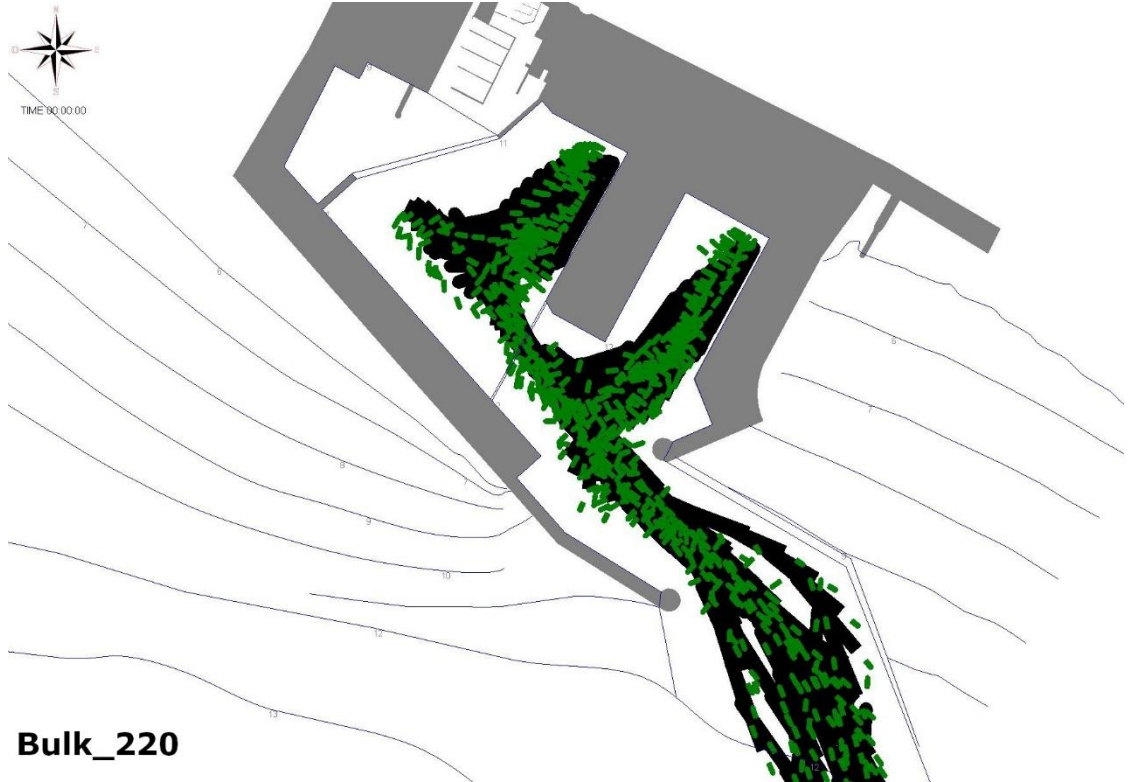
Inviluppi

Fig. B - 1 – Inviluppo delle manovre svolte.



Cruise_330

Fig. B - 2 – Inviluppo delle manovre svolte con la Cruise 330.



Bulk_220

Fig. B - 3 – Inviluppo delle manovre svolte con la Bulk Carrier 220.



RoRo_200

Fig. B - 4 – Inviluppo delle manovre svolte con la Ro-Ro 200.



Bulk_100

Fig. B - 5 – Inviluppo delle manovre svolte con la Bulk Carrier 100.

APPENDICE C

IMMAGINI 3D DEL LAYOUT PORTUALE



Fig. C - 1 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra.

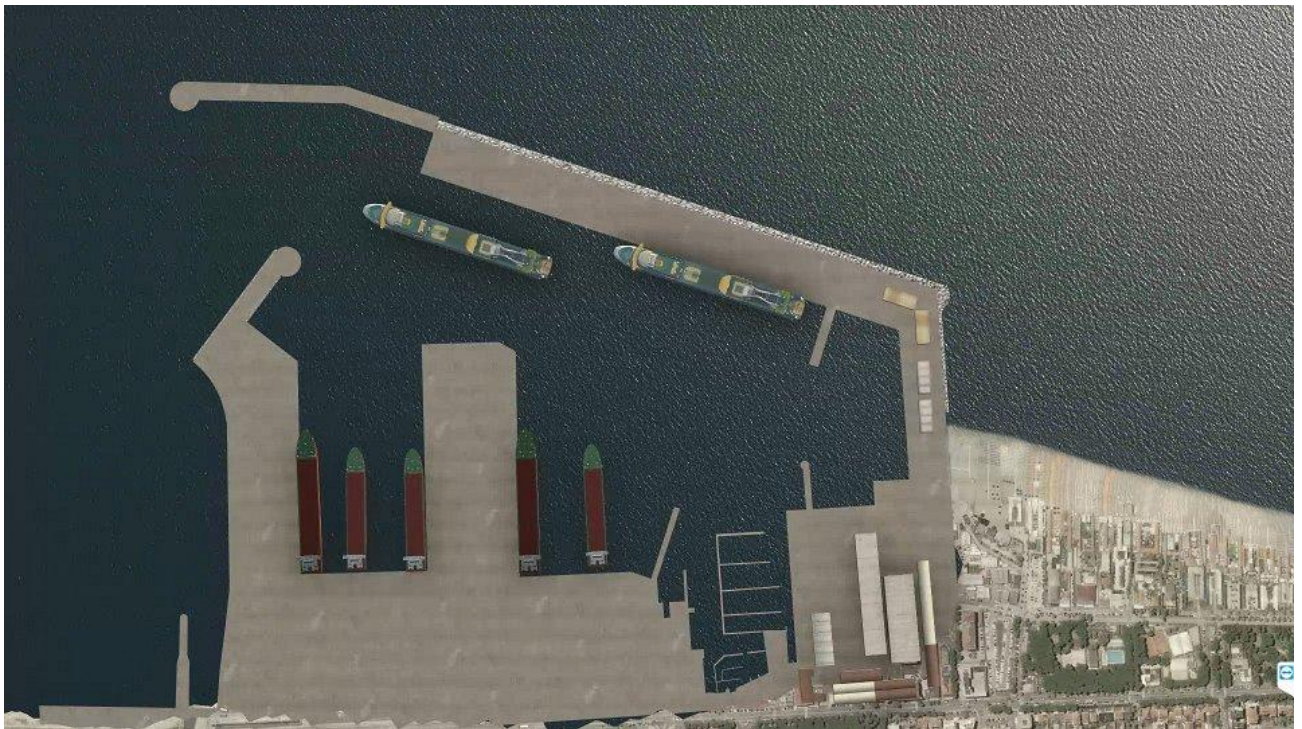


Fig. C - 2 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra.



Fig. C - 3 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra.

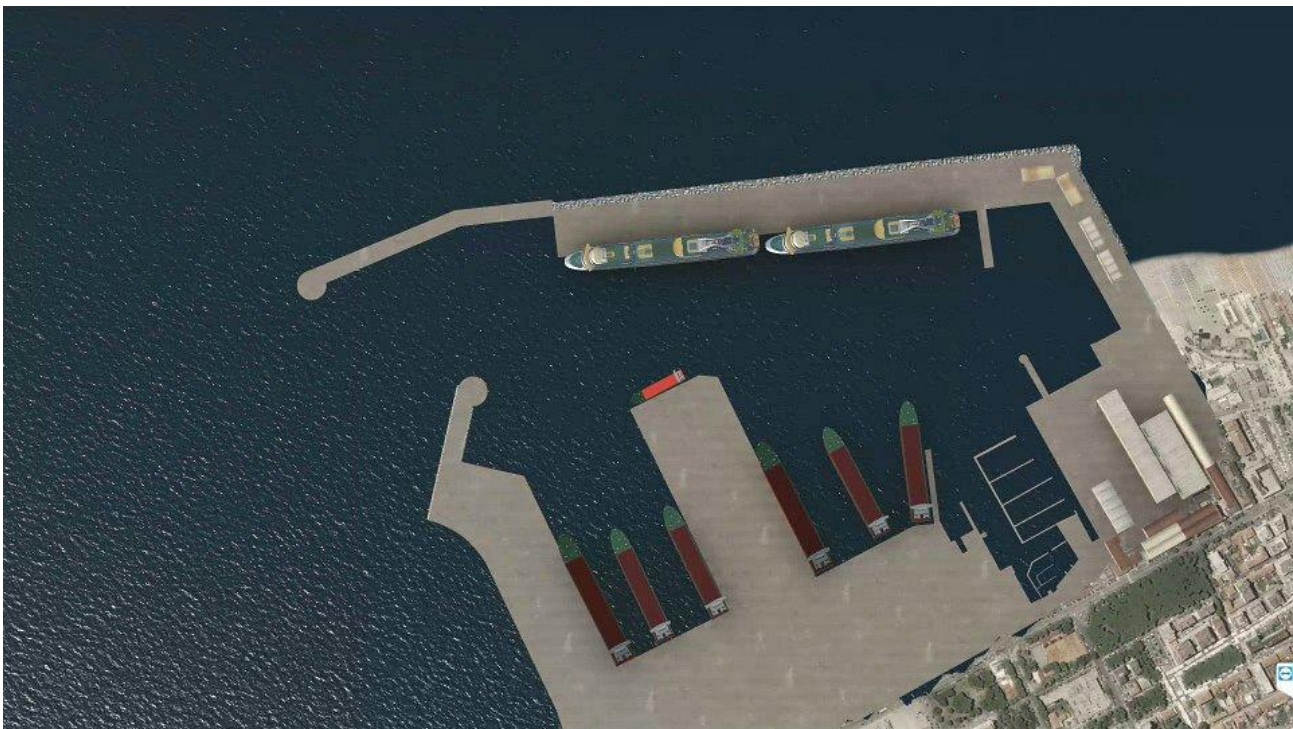


Fig. C - 4 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra.



Fig. C - 5 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra

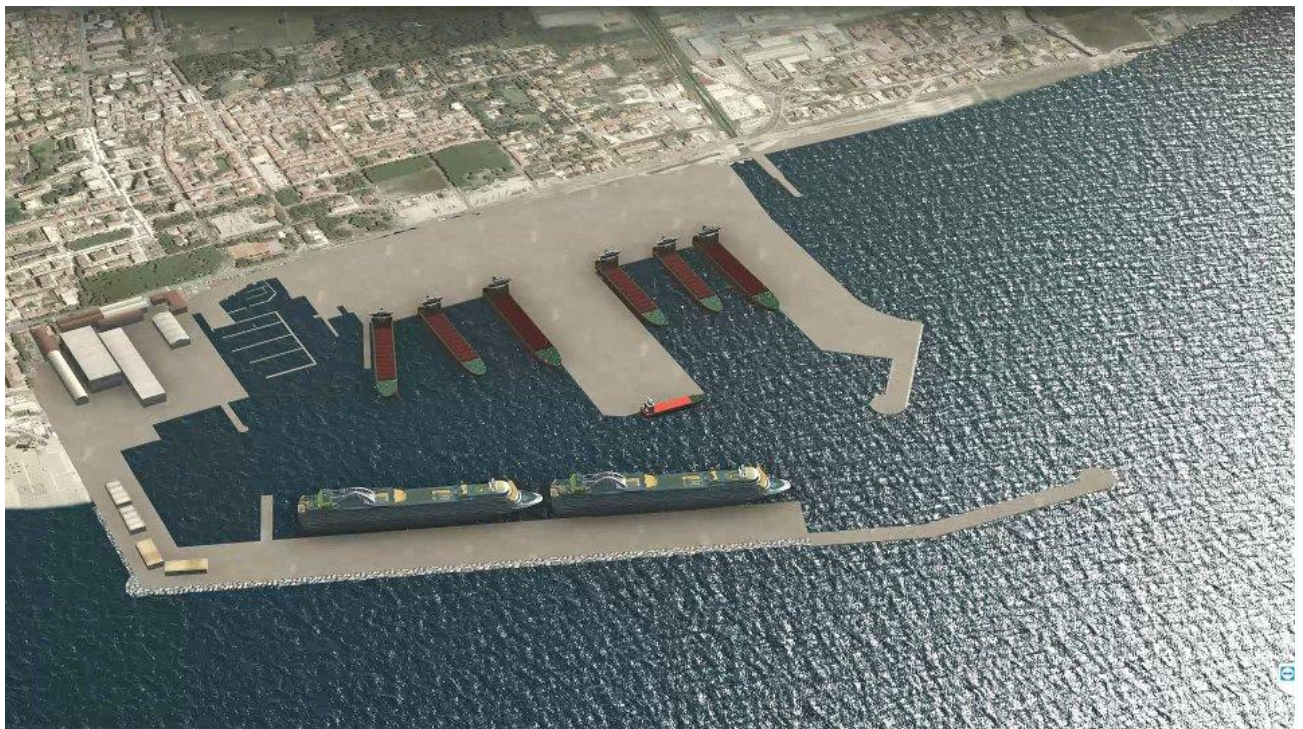


Fig. C - 6 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra



Fig. C - 7 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra



Fig. C - 8 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra

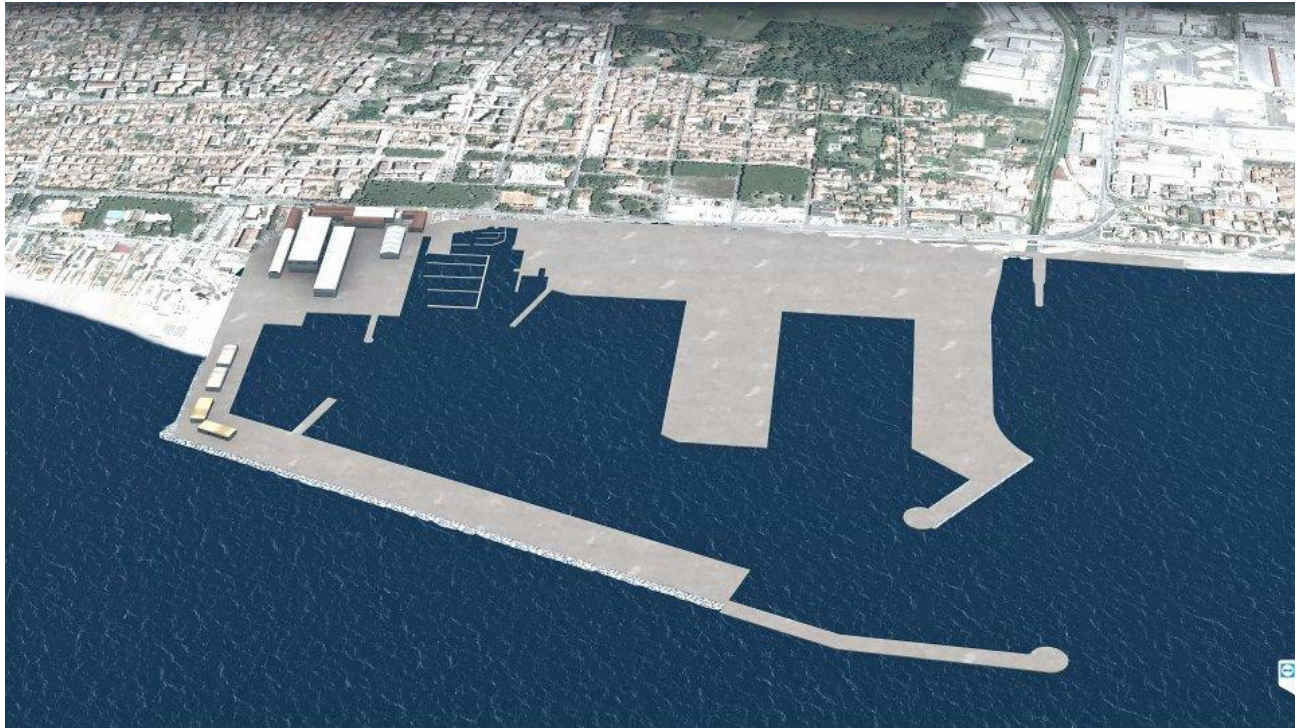


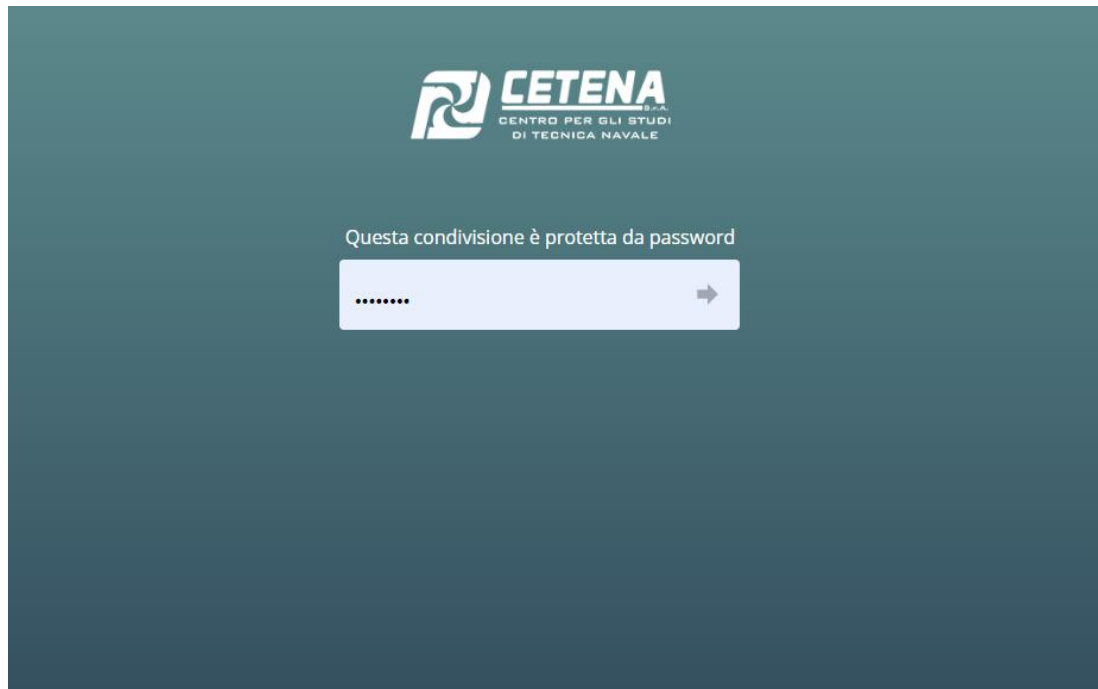
Fig. C - 9 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra



Fig. C - 10 – Vista 3D del layout di proposta di PRP utilizzato durante le simulazioni di manovra

ALLEGATI

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



Una volta eseguito il login, si arriva alla pagina sulla quale sono pubblicate le cartelle che raccolgono i file contenenti tutti i dati elaborati nel corso dello studio di manovrabilità.

In sintesi sono disponibili:

- le **caratteristiche** delle unità simulate;
- le **tabelle** con la lista delle simulazioni eseguite;
- le **immagini** delle traiettorie involuppate della singola manovra, suddivisi per data di svolgimento;
- i **filmati 2D** riproducibili in playback di tutte le simulazioni così come visualizzati sulla plancia 2D del SIMULATORE;
- le **fotografie** scattate durante le giornate di lavoro;
- le storie temporali di tutte le **grandezze** registrate durante ciascuna simulazione.