

Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Tirreno Centro Settentrionale



PORTI DI ROMA E DEL LAZIO - CIVITAVECCHIA - FIUMICINO - GAETA

# PORTO DI CIVITAVECCHIA

## ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE AL P.R.P. DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA APERTURA A SUD

Titolo elaborato

SIMULAZIONI DI MANOVRA

C3

Committente:

Autorità Portuale di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta

IL PRESIDENTE:

Dr. Pino Musolino

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Maurizio Marini

IL COORDINATORE GENERALE

Dott. Ing. Giuseppe Solinas

Progetto:

MODIMAR S.r.l.



MODIMAR S.r.l. Via Monte Zebio 40 - 00195 - ROME - ITALY www.modimar.it

Data	Rev.	DESCRIZIONE
04/07/2022	1	REVISIONE
13/06/2022	0	PRIMA EMISSIONE

**Report n. 14537**

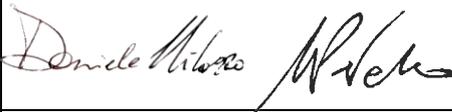
**Rev. 00**

## **Simulazioni di manovra per il Porto di Civitavecchia**

*Autori / Authors:* Daniele MILAZZO, Massimo PEVERERO

*Data emissione / Issue date:* 15/04/2022

Pagina intenzionalmente bianca / *This page intentionally left blank*

Report n. <b>14537</b>	Rev. <b>00</b>	Data emissione / Issue date <b>15/04/2022</b>
Titolo / Title <b>Simulazioni di manovra per il Porto di Civitavecchia</b>		
Autori / Authors <b>Daniele MILAZZO, Massimo PEVERERO</b>		
Sommario / Abstract <p>Il presente rapporto tecnico illustra i risultati delle simulazioni di manovra Real Time svolte da parte di CETENA S.p.A. per conto dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale (Cliente).          Le simulazioni hanno avuto lo scopo di indagare l'agibilità nautica di una nuova configurazione dell'infrastruttura portuale. La configurazione dell'area portuale utilizzata durante lo svolgimento delle simulazioni presenta, rispetto alla configurazione attuale, un prolungamento dell'antemurale relativo all'imboccatura nord, l'apertura di una nuova imboccatura nell'area sud del porto e il conseguente collegamento tra l'area a terra e l'antemurale, che separa il porto commerciale dal bacino storico.          Il presente studio è stato effettuato considerando sei diverse tipologie navali, le quali rappresentano le tipologie navali più affini alle navi di progetto per le due imboccature. In particolare, sono state considerate tre navi di tipologia cruise (rispettivamente di dimensioni 323 m x 41 m x 8.55 m, 272 m x 35.5 m x 8.2 m e 157 m x 21.4 m x 5.4 m), due navi di tipologia Ro-Pax (rispettivamente di dimensioni 254 m x 30.4 m x 7 m e 238 m x 34 m x 7 m) e un mega yacht (di dimensioni pari a 123 m x 23 m x 5.5 m)          Per quanto riguarda gli scenari meteo marini è stato fatto riferimento allo studio di agitazione ondosa eseguito da Modimar S.r.l., ovvero: vento proveniente dal II, III e IV quadrante (SE, SW, W, NE, N), di intensità variabile tra 15 e 30 kn; moto ondoso associato avente altezza d'onda significativa Hs variabile tra 1 m e 4 m e periodo di 9 s; corrente esterna al porto diretta verso 315°N avente velocità pari a 1 kn.</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  Autorità di Sistema Portuale Mar Tirreno centro settentrionale	
Pagine / Sheets 125	Commessa / Job 69160721221	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

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>14</b>
<b>1 SCOPO DEL LAVORO</b> .....	<b>15</b>
1.1 Definizione degli obiettivi .....	16
<b>2 DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA MANTA</b> .....	<b>18</b>
<b>3 Configurazione portuale e condizioni generali delle simulazioni di manovra</b> ....	<b>22</b>
3.1 Descrizione del layout portuale.....	22
3.2 Definizione dell'area schematizzata per le simulazioni di manovra.....	25
<b>4 DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI</b> .....	<b>26</b>
4.1 Caratteristiche principali della Nave Cruise 323 (LOA = 323 m).....	27
4.2 Caratteristiche principali della Nave Ro-Pax 238 (LOA = 238 m) .....	28
4.3 Caratteristiche principali della Nave Cruise 272 (LOA = 272 m).....	29
4.4 Caratteristiche principali della Nave Ro-Pax 254 (LOA = 254 m) .....	30
4.5 Caratteristiche principali della Nave Cruise 157 (LOA = 157 m).....	31
4.6 Caratteristiche principali del Mega Yacht 123 (LOA = 123 m) .....	32
4.7 Caratteristiche principali dei rimorchiatori.....	33
<b>5 CONDIZIONI METEOMARINE</b> .....	<b>34</b>
<b>6 CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE</b> .....	<b>36</b>
6.1 Manovre eseguite al simulatore .....	37
6.1.1 Cruise LOA da 323 m .....	38
6.1.2 Ro-Pax LOA da 238 m .....	39
6.1.3 Cruise LOA da 272 m .....	40
6.1.4 Ro-Pax LOA da 254 m .....	41
6.1.5 Cruise LOA da 157 m .....	42
6.1.6 Mega-Yacht LOA da 123 m .....	43
6.1.7 Elenco e risultati delle manovre eseguite al simulatore .....	44
6.1.8 Manovre relative al porto commerciale (imboccatura Nord) .....	44
6.1.9 Manovre relative al bacino storico (imboccatura Sud).....	51
6.2 Presentazione dei file dei risultati delle simulazioni .....	57
<b>7 CONCLUSIONI</b> .....	<b>58</b>
7.1 Riassunto delle manovre eseguite .....	61
7.2 Riassunto del lavoro – Rimorchiatori .....	66
7.3 In sintesi.....	70
<b>8 RIFERIMENTI</b> .....	<b>71</b>
<b>APPENDICI</b> .....	<b>72</b>
<b>APPENDICE A</b> .....	<b>73</b>
<b>APPENDICE B</b> .....	<b>121</b>

**FOTO DELLE SIMULAZIONI..... 121**

**ALLEGATI..... 124**

## Indice delle Tabelle

Tab. 4-1 Caratteristiche principali della nave Cruise 323. ....	27
Tab. 4-2 Caratteristiche principali della nave Ro-Pax 238. ....	28
Tab. 4-3 Caratteristiche principali della nave Cruise 272. ....	29
Tab. 4-4 Caratteristiche principali della nave Ro-Pax 254. ....	30
Tab. 4-5 Caratteristiche principali della nave Cruise 157. ....	31
Tab. 4-6 Caratteristiche principali del Mega-Yacht 123.....	32
Tab. 5-1 Condizioni meteomarine considerate per le simulazioni. ....	34
Tab. 6-1 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Cruise 323 – serie A. ....	46
Tab. 6-2 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Ro-Pax 238 – serie B.....	47
Tab. 6-3 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Cruise 272 – serie C. ....	50
Tab. 6-4 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Ro-Pax 254 – serie D.....	51
Tab. 6-5 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Cruise 157 – serie E. ....	54
Tab. 6-6 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Mega yacht 123 – serie G.....	56

## Indice delle Figure

Fig. 1-1 Direzione ed intensità dei venti considerati durante le manovre.....	17
Fig. 1-2 Numero di manovre eseguite al simulatore, associate alla direzione e intensità del vento .....	17
Fig. 2-1 Principali blocchi del modello matematico del simulatore.....	18
Fig. 2-2 Simulatore di manovra – Allestimento attuale del laboratorio di simulazione .....	19
Fig. 2-3 Simulatore di manovra – Postazione con visore HMD 3D dedicato alla visuale dalle alette .....	20
Fig. 2-4 Simulatore di manovra.....	21
Fig. 2-5 Simulatore di manovra – Scenario 3D del Porto di Civitavecchia .....	21
Fig. 3-1 Vista attuale del Porto di Civitavecchia. ....	22
Fig. 3-2 Layout di progetto del Porto di Civitavecchia – area Porto commerciale [Rif. 1].....	23
Fig. 3-3 Layout di progetto del Porto di Civitavecchia – area bacino storico [Rif. 1] .....	24
Fig. 3-4 Layout di progetto del Porto di Civitavecchia – imboccatura sud modificata [Rif. 2] .....	24
Fig. 3-5 Porto di Civitavecchia – Layout 2D di progetto rappresentato nel simulatore MANTA, con andamento dei fondali e ingombri presenti nell'area di manovra.....	25
Fig. 4-1 Simulatore MANTA – Visualizzazione real time dei rimorchiatori impiegati durante il test. .....	33
Fig. 5-1 – Valori di altezza d'onda relativa proveniente da 240°N. [Rif. 3] .....	35
Fig. 5-2 – Valori di altezza d'onda relativa proveniente da 220°N. [Rif. 4] .....	35
Fig. 6-1 Gruppo di lavoro al simulatore. ....	36
Fig. 6-2 Numero manovre eseguite.....	37
Fig. 6-3 Manovre effettuate con la Cruise 323. ....	38
Fig. 6-4 Esito delle manovre effettuate con la Cruise 323 suddivise tra ingressi e uscite. ....	38
Fig. 6-5 Manovre effettuate con la Ro-Pax 238.....	39
Fig. 6-6 Esito delle manovre effettuate con la Ro-Pax 238 suddivise tra ingressi e uscite. ....	39
Fig. 6-7 Manovre effettuate con la Cruise 272. ....	40
Fig. 6-8 Esito delle manovre effettuate con la Cruise 272 suddivise tra ingressi e uscite. ....	40
Fig. 6-9 Manovre effettuate con la Ro-Pax 254.....	41
Fig. 6-10 Esito delle manovre effettuate con la Ro-Pax 254 suddivise tra ingressi e uscite. ....	41
Fig. 6-11 Manovre effettuate con la Cruise 157. ....	42
Fig. 6-12 Esito delle manovre effettuate con la Cruise 157 suddivise tra ingressi e uscite. ....	42
Fig. 6-13 Manovre effettuate con la Mega yacht 123. ....	43
Fig. 6-14 Esito delle manovre effettuate con la Mega yacht 123 suddivise tra ingressi e uscite. ...	43
Fig. 7-1 – Riassunto delle manovre eseguite. ....	58
Fig. 7-2 - Venti ed intensità considerati durante le manovre .....	61
Fig. 7-3 - Numero di manovre associate a direzione e intensità di vento .....	62

Fig. 7-4 – Manovre Cruise 323 m .....	63
Fig. 7-5 – Manovre Ro-Pax 238 m.....	63
Fig. 7-6 – Manovre Cruise 272 m .....	64
Fig. 7-7 – Manovre Ro-Pax 254 m.....	64
Fig. 7-8 – Manovre Cruise 157 m .....	65
Fig. 7-9 – Manovre Mega yacht 123 m .....	65
Fig. 7-10 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Cruise 323 m.....	66
Fig. 7-11 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Ro-Pax 238 m.....	67
Fig. 7-12 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Cruise 272 m.....	67
Fig. 7-13 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Ro-Pax 254 m.....	68
Fig. 7-14 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Cruise 157 m.....	68
Fig. 7-15 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Mega yacht 123 m.....	69

## Indice delle Figure – Appendice A

Fig. A - 1 – Manovra A010 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi.....	74
Fig. A - 2 – Manovra A011 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi.....	74
Fig. A - 3 – Manovra A012 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi.....	75
Fig. A - 4 – Manovra A020 – Cruise 323 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi.....	75
Fig. A - 5 – Manovra A030 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. .	76
Fig. A - 6 – Manovra A040 – Cruise 323 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. ....	76
Fig. A - 7 – Manovra A050 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 25 nodi.....	77
Fig. A - 8 – Manovra A060 – Cruise 323 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 25 nodi. ....	77
Fig. A - 9 – Manovra A070 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	78
Fig. A - 10 – Manovra A071 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	78
Fig. A - 11 – Manovra A072 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	79
Fig. A - 12 – Manovra A073 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Tramontana 30 nodi. ....	79
Fig. A - 13 – Manovra A080 – Cruise 323 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi.	80
Fig. A - 14 – Manovra A081 – Cruise 323 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi.	80
Fig. A - 15 – Manovra A090 – Cruise 323 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Scirocco 30 nodi. .	81
Fig. A - 16 – Manovra B090 – Ro-Pax 238 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi. .	81
Fig. A - 17 – Manovra B100 – Ro-Pax 238 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi. ....	82
Fig. A - 18 – Manovra B110 – Ro-Pax 238 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. .....	82
Fig. A - 19 – Manovra B111 – Ro-Pax 238 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. .....	83
Fig. A - 20 – Manovra B120 – Ro-Pax 238 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. .	83
Fig. A - 21 – Manovra B130 – Ro-Pax 238 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 25 nodi. .	84
Fig. A - 22 – Manovra B140 – Ro-Pax 238 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 25 nodi.....	84
Fig. A - 23 – Manovra B150 – Ro-Pax 238 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	85
Fig. A - 24 – Manovra B151 – Ro-Pax 238 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	85
Fig. A - 25 – Manovra B160 – Ro-Pax 238 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. .....	86
Fig. A - 26 – Manovra C170 – Cruise 272 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi... .	86
Fig. A - 27 – Manovra C180 – Cruise 272 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi. ....	87

Fig. A - 28 – Manovra C190 – Cruise 272 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Scirocco 30 nodi. ....	87
Fig. A - 29 – Manovra C191 – Cruise 272 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Scirocco 30 nodi. ....	88
Fig. A - 30 – Manovra C200 – Cruise 272 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Scirocco 30 nodi.....	88
Fig. A - 31 – Manovra C210 – Cruise 272 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Tramontana 30 nodi. ....	89
Fig. A - 32 – Manovra C220 – Cruise 272 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Tramontana 30 nodi. ....	89
Fig. A - 33 – Manovra C221 – Cruise 272 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	90
Fig. A - 34 – Manovra C230 – Cruise 272 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Libeccio 30 nodi. ....	90
Fig. A - 35 – Manovra C231 – Cruise 272 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi. ....	91
Fig. A - 36 – Manovra C240 – Cruise 272 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi. ....	91
Fig. A - 37 – Manovra C250 – Cruise 272 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. ....	92
Fig. A - 38 – Manovra C260 – Cruise 272 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi....	92
Fig. A - 39 – Manovra C270 – Cruise 272 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 25 nodi. ....	93
Fig. A - 40 – Manovra C280 – Cruise 272 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 25 nodi. ....	93
Fig. A - 41 – Manovra C290 – Cruise 272 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	94
Fig. A - 42 – Manovra C300 – Cruise 272 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	94
Fig. A - 43 – Manovra D310 – Ro-Pax 254 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi. ....	95
Fig. A - 44 – Manovra D320 – Ro-Pax 254 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 30 nodi.....	95
Fig. A - 45 – Manovra D330 – Ro-Pax 254 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. ....	96
Fig. A - 46 – Manovra D340 – Ro-Pax 254 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. ....	96
Fig. A - 47 – Manovra D350 – Ro-Pax 254 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 25 nodi. ....	97
Fig. A - 48 – Manovra D360 – Ro-Pax 254 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 25 nodi. ....	97
Fig. A - 49 – Manovra D370 – Ro-Pax 254 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	98
Fig. A - 50 – Manovra D380 – Ro-Pax 254 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 30 nodi. ....	98
Fig. A - 51 – Manovra E390 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Calma. ....	99
Fig. A - 52 – Manovra E400 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Calma. ....	99

Fig. A - 53 – Manovra E430 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Scirocco 25 nodi. .....	100
Fig. A - 54 – Manovra E431 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Scirocco 25 nodi. .....	100
Fig. A - 55 – Manovra E432 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Scirocco 25 nodi. ....	101
Fig. A - 56 – Manovra E440 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Scirocco 25 nodi. ....	101
Fig. A - 57 – Manovra E441 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Scirocco 25 nodi. ...	102
Fig. A - 58 – Manovra E450 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 15 nodi.	102
Fig. A - 59 – Manovra E451 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 15 nodi.	103
Fig. A - 60 – Manovra E460 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 15 nodi.....	103
Fig. A - 61 – Manovra E461 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 15 nodi.....	104
Fig. A - 62 – Manovra E470 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 20 nodi.	104
Fig. A - 63 – Manovra E471 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 20 nodi.	105
Fig. A - 64 – Manovra E472 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 20 nodi.	105
Fig. A - 65 – Manovra E480 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 20 nodi.....	106
Fig. A - 66 – Manovra E481 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 20 nodi.....	106
Fig. A - 67 – Manovra E482 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 20 nodi.....	107
Fig. A - 68 – Manovra E490 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Libeccio 25 nodi. ....	107
Fig. A - 69 – Manovra E491 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Libeccio 25 nodi. ....	108
Fig. A - 70 – Manovra E492 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Libeccio 25 nodi. ....	108
Fig. A - 71 – Manovra E493 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Libeccio 25 nodi. ....	109
Fig. A - 72 – Manovra E500 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Libeccio 25 nodi. .....	109
Fig. A - 73 – Manovra E501 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 25 nodi.....	110
Fig. A - 74 – Manovra E530 – Cruise 157 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 20 nodi. .....	110
Fig. A - 75 – Manovra E540 – Cruise 157 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 20 nodi. .....	111
Fig. A - 76 – Manovra G730 – Mega Yacht 123 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 20 nodi. ....	111

Fig. A - 77 – Manovra G740 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 20 nodi. ....	112
Fig. A - 78 – Manovra G770 – Mega Yacht 123 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 15 nodi. ....	112
Fig. A - 79 – Manovra G771 – Mega Yacht 123 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 15 nodi. ....	113
Fig. A - 80 – Manovra G780 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Libeccio 15 nodi. ....	113
Fig. A - 81 – Manovra G781 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 15 nodi. ....	114
Fig. A - 82 – Manovra G782 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Libeccio 15 nodi. ....	114
Fig. A - 83 – Manovra G810 – Mega Yacht 123 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Libeccio 25 nodi. ....	115
Fig. A - 84 – Manovra G811 – Mega Yacht 123 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Libeccio 25 nodi. ....	115
Fig. A - 85 – Manovra G812 – Mega Yacht 123 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Libeccio 25 nodi. ....	116
Fig. A - 86 – Manovra G813 – Mega Yacht 123 - Ingresso - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Libeccio 25 nodi. ....	116
Fig. A - 87 – Manovra G820 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Libeccio 25 nodi. ....	117
Fig. A - 88 – Manovra G821 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Libeccio 25 nodi. ....	117
Fig. A - 89 – Manovra G850 – Mega Yacht 123 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 20 nodi. ....	118
Fig. A - 90 – Manovra G851 – Mega Yacht 123 - Ingresso - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 20 nodi. ....	118
Fig. A - 91 – Manovra G860 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Tramontana 20 nodi. ....	119
Fig. A - 92 – Manovra G861 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Tramontana 20 nodi. ....	119
Fig. A - 93 – Manovra G862 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 20 nodi. ....	120
Fig. A - 94 – Manovra G863 – Mega Yacht 123 - Uscita - <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Tramontana 20 nodi. ....	120

Model File

Report N. Rev.

Pagine

Sheets

Simulazioni di manovra per il Porto di  
Civitavecchia

14537

00

13 / 126





## Indice delle Figure – Appendice B

Fig. B - 1 – Sessione di simulazioni.....	122
Fig. B - 2 – Sessione di simulazioni.....	122
Fig. B - 3 – Sessione di simulazioni.....	123
Fig. B - 4 – Sessione di simulazioni.....	123

## INTRODUZIONE

Il presente rapporto è finalizzato alla presentazione dei risultati delle simulazioni di manovra Real Time svolte nel Porto di Civitavecchia, per conto dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale.

Le simulazioni hanno avuto lo scopo di indagare l'agibilità nautica di una nuova configurazione dell'infrastruttura portuale. In particolare, è stata verificata la fattibilità delle manovre di ingresso e uscita, al variare delle condizioni meteo marine tipiche del paraggio, da parte di diverse tipologie navali, le cui caratteristiche sono descritte nel corso di questo documento.

I test al simulatore di manovra Real Time sono stati svolti nel corso di quattro diverse sessioni di lavoro, per un totale di sei giornate di simulazione, avvalendosi del pilotaggio di Piloti professionisti. In particolare, le manovre sono state eseguite dall'ex-Capo dei Piloti del Porto di Genova (Com. G. Lettich), esperto esecutore messo a disposizione da CETENA, coadiuvato dai piloti del Porto di Civitavecchia e da personale CETENA.

Durante le giornate di lavoro al simulatore sono intervenuti gli operatori interessati allo svolgimento dello studio, appartenenti ai seguenti Enti: Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale, Capitaneria di Porto di Civitavecchia, Rimorchiatori Laziali e Modimar.

Si riporta qui di seguito la lista dei presenti:

Partecipanti	Ente / Società di appartenenza	Note
Com. G. <b>Lettich</b>	Ex Capo del Corpo Piloti di Genova	Esperto messo a disposizione da CETENA
Com. M. <b>Scotto Lavina</b>	Corpo Piloti Porti di Roma	Supervisione alle prove Esecuzione delle manovre al simulatore
Com. G. <b>Causa</b>		
Com. A.P. <b>Augelli</b>		
Com. M. <b>Di Bartolomeo</b>		
Com. C. <b>Baliva</b>		
Ing. S. <b>Lisi</b>	Autorità di Sistema Portuale Mar Tirreno centro settentrionale	Supervisione alle prove - Cliente
Ing. M. <b>Marini</b>		
Ing. L. <b>Matteuzzi</b>		
Com. P. <b>Oliva</b>	Capitaneria di Porto Civitavecchia	Supervisione alle prove
1° Lgt E. <b>Lisiola</b>		
Cap. M. <b>Ortolano</b>	Rimorchiatori Laziali S.p.A.	Supervisione alle prove Comando dei rimorchiatori

Ing. F. <b>Mondini</b>	Modimar S.r.l.	Supervisione alle prove
Ing. M. <b>Pevero</b>	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
Ing. D. <b>Milazzo</b>		Redazione del rapporto tecnico finale, supporto all'assistenza dei rimorchiatori, supporto alla gestione e coordinamento durante le giornate al simulatore.

## 1 SCOPO DEL LAVORO

Il presente rapporto tecnico illustra i risultati delle simulazioni di manovra Real Time svolte da parte di CETENA S.p.A. per conto dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale (Cliente).

Le simulazioni hanno avuto lo scopo di indagare l'agibilità nautica di una nuova configurazione dell'infrastruttura portuale. La configurazione dell'area portuale utilizzata durante lo svolgimento delle simulazioni presenta, rispetto alla configurazione attuale, un prolungamento dell'antemurale relativo all'imboccatura nord, l'apertura di una nuova imboccatura nell'area sud del porto e il conseguente collegamento tra l'area a terra e l'antemurale, che separa il porto commerciale dal bacino storico.

Il presente studio è stato effettuato considerando sei diverse tipologie navali, le quali rappresentano le tipologie navali più affini alle navi di progetto per le due imboccature. In particolare, sono state considerate tre navi di tipologia cruise (rispettivamente di dimensioni 323 m x 41 m x 8.55 m, 272 m x 35.5 m x 8.2 m e 157 m x 21.4 m x 5.4 m), due navi di tipologia Ro-Pax (rispettivamente di dimensioni 254 m x 30.4 m x 7 m e 238 m x 34 m x 7 m) e un mega yacht (di dimensioni pari a 123 m x 23 m x 5.5 m)

Per quanto riguarda gli scenari meteo marini è stato fatto riferimento allo studio di agitazione ondosa eseguito da Modimar S.r.l., ovvero: vento proveniente dal II, III e IV quadrante (SE, SW, W, NE, N), di intensità variabile tra 15 e 30 kn; moto ondoso associato avente altezza d'onda significativa  $H_s$  variabile tra 1 m e 4 m e periodo di 9 s; corrente esterna al porto diretta verso 315°N avente velocità pari a 1 kn.

Le caratteristiche di dettaglio del layout portuale, delle navi simulate e delle condizioni meteomarine utilizzate negli scenari del simulatore sono descritte nel seguito del presente documento.

## 1.1 Definizione degli obiettivi

Il principale obiettivo di questo studio al simulatore eseguito da CETENA per conto dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale è la valutazione della manovrabilità da parte delle unità navali previste in scalo presso il Porto di Civitavecchia in relazione alla nuova configurazione dell'area portuale. Le simulazioni sono state effettuate anche in presenza degli ingombri previsti nell'area di manovra e considerando venti severi per intensità e frequenza, relativamente al porto di Civitavecchia.

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

- la verifica dell'*adeguatezza dello specchio acqueo* a disposizione di diverse tipologie navali per poter compiere le manovre portuali di ormeggio e disormeggio, in funzione sia delle condizioni di vento, che degli ingombri presenti normalmente nell'area di manovra;
- la verifica del *numero e della taglia dei rimorchiatori* che si rendono necessari per eseguire la manovra in sicurezza da parte della nave;
- lo studio della *fattibilità dell'arrivo/partenza in condizioni meteomarine variabili*, particolarmente in relazione alla *geometria dello specchio acqueo* interessato dalla manovra portuale, e quindi alla effettiva *possibilità di operare con i rimorchiatori*;
- la *verifica delle condizioni di esercizio* (es. velocità massime nave) e lo *studio delle tecniche di manovra ottimali* per le unità in arrivo e partenza dall'accosto.

Di seguito sono stati riportati due 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. In Fig. 1-1 si possono osservare le condizioni meteo considerate durante le sessioni di simulazione, mentre in Fig. 1-2 sono state riportate le manovre eseguite per ogni condizione meteo considerata.

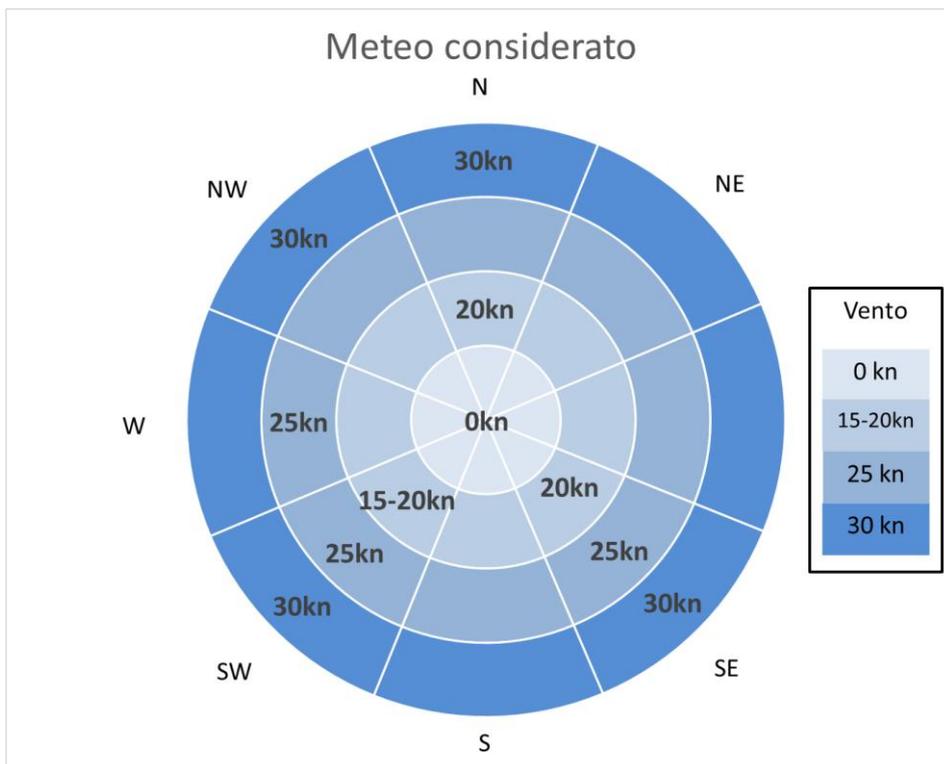


Fig. 1-1 Direzione ed intensità dei venti considerati durante le manovre.

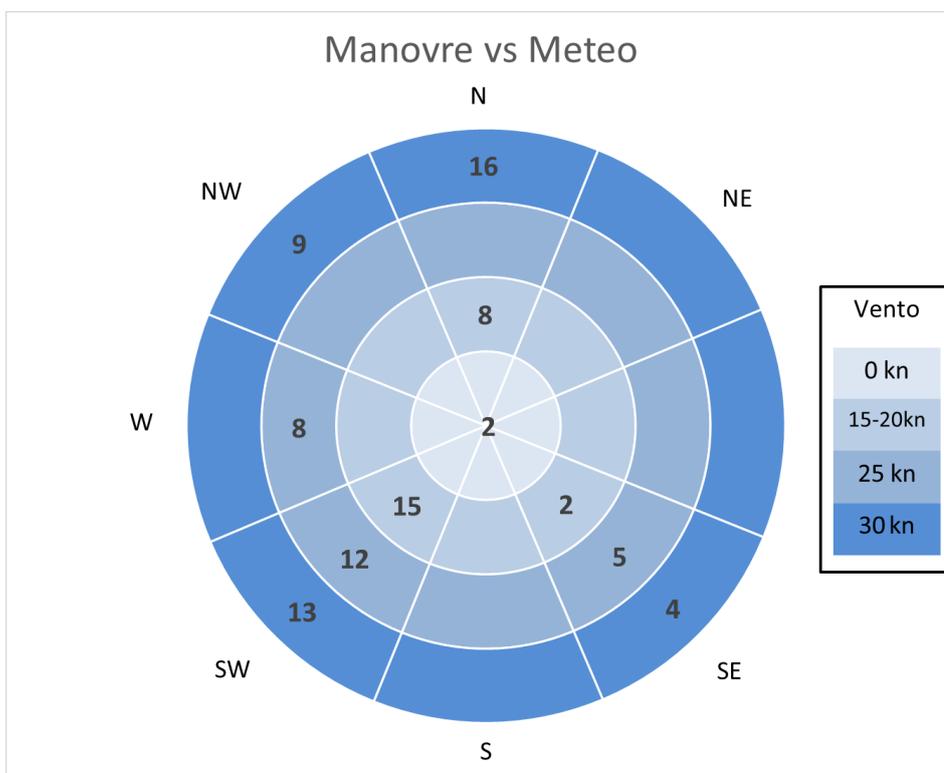


Fig. 1-2 Numero di manovre eseguite al simulatore, associate alla direzione e intensità del vento

## 2 DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA MANTA

Il simulatore di manovra real-time full mission MANTA (Multipurpose Advanced Naval Training Architecture) implementa un modello matematico della manovrabilità della nave, interamente sviluppato da CETENA S.p.A., di cui verranno qui di seguito richiamate le caratteristiche generali.

La nave in esame viene configurata in maniera dettagliata, inserendo nel sistema numerosi parametri, raggruppati secondo la struttura del modello stesso:

- ❖ Dati dello scafo
- ❖ Propulsione principale
- ❖ Apparato motore
- ❖ Appendici di carena
- ❖ Eliche di manovra
- ❖ Timone
- ❖ Aree esposte al vento

Nella Fig. 2-1 sottostante è rappresentato in maniera schematica l'insieme dei blocchi che costituiscono la struttura del modello CETENA.

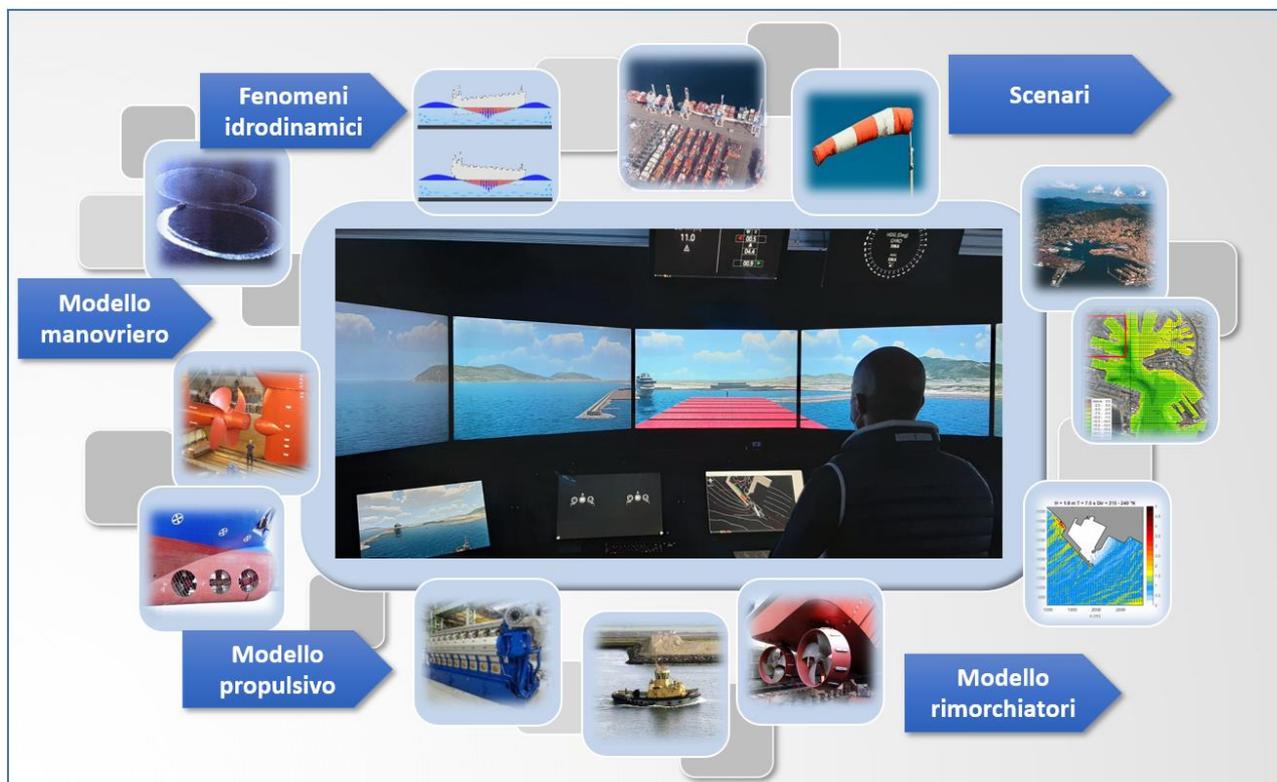


Fig. 2-1 Principali blocchi del modello matematico del simulatore

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

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*.

È 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. 2-2 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. 2-2).

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. 2-3.



*Fig. 2-3 Simulatore di manovra – Postazione con visore HMD 3D dedicato alla visuale dalle alette*

La Fig. 2-4 mostra una vista della sala di simulazione. In particolare, in Fig. 2-5, 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 Civitavecchia.



Fig. 2-4 Simulatore di manovra



Fig. 2-5 Simulatore di manovra – Scenario 3D del Porto di Civitavecchia

## 3 Configurazione portuale e condizioni generali delle simulazioni di manovra

### 3.1 Descrizione del layout portuale

Il porto di Civitavecchia è un grande porto commerciale multifunzionale, suddiviso in due macroaree economiche: un'area dedicata al turismo (traffico passeggeri e diportistica) e un'area dedicata ai traffici commerciali. Una vista attuale del Porto dall'alto è riportata in Fig. 3-1.

Nell'ambito del nuovo piano regolatore portuale, il porto è stato suddiviso in due aree completamente separate: l'area per i traffici commerciali a nord, potenziando l'infrastruttura portuale tramite il prolungamento dell'antemurale in corrispondenza dell'imboccatura, e l'area dedicata al turismo e diportismo a sud, ottenuta grazie all'apertura di una nuova imboccatura attraverso l'attuale diga foranea per permettere l'accesso alla nuova darsena.



Fig. 3-1 Vista attuale del Porto di Civitavecchia.

Il layout portuale di progetto preso in considerazione per le simulazioni è rappresentato in Fig. 3-2, Fig. 3-3 [Rif. 1] e Fig. 3-4 [Rif. 2].

Nell'area del porto commerciale sono presenti due diversi bacini di evoluzione, i cui rispettivi cerchi di evoluzione (tratteggiati in Fig. 3-2) presentano un diametro di circa 400 m e 450 m. La parte terminale dell'antemurale è stata prolungata di circa 400 m al fine di ridurre l'agitazione ondosa all'interno del porto, mentre il profilo di banchina nei pressi degli attuali accosti 20, 21 e 22, in corrispondenza del bacino interno, è stato modificato eliminando un molo e rettificando la banchina. Nell'area del bacino storico, il cerchio di evoluzione (tratteggiato in Fig. 3-3) presenta un diametro pari a circa 200 m. La nuova imboccatura a sud è stata oggetto di un'attenta analisi durante le simulazioni di manovra. In una prima fase, è stata considerata un'imboccatura di ampiezza inferiore (circa 77m), rappresentata in Fig. 3-3. Successivamente, a seguito dei risultati delle simulazioni svolte, è stata riscontrata la necessità di investigare una nuova configurazione dell'imboccatura, modificata grazie ai risultati e alle osservazioni raccolte nella prima fase di lavoro. In particolare, la nuova configurazione ha previsto un allargamento dell'imboccatura di circa 10 m per lato, portando la larghezza totale a circa 97m, e la modifica della parte terminale dell'antemurale (Fig. 3-4). Infine, sono state eseguite alcune prove considerando la presenza di due briccole, posizionate 35 m davanti alle banchine 27-28 e 29-30, in modo tale da verificare l'eventuale intralcio alla manovra conseguente al loro eventuale posizionamento.

La *batimetria* del Porto è stata importata utilizzando i dati forniti dal Cliente relativi al rilevamento disponibile al momento delle simulazioni e alle batimetrie di progetto delle aree soggette ad interventi di dragaggio.

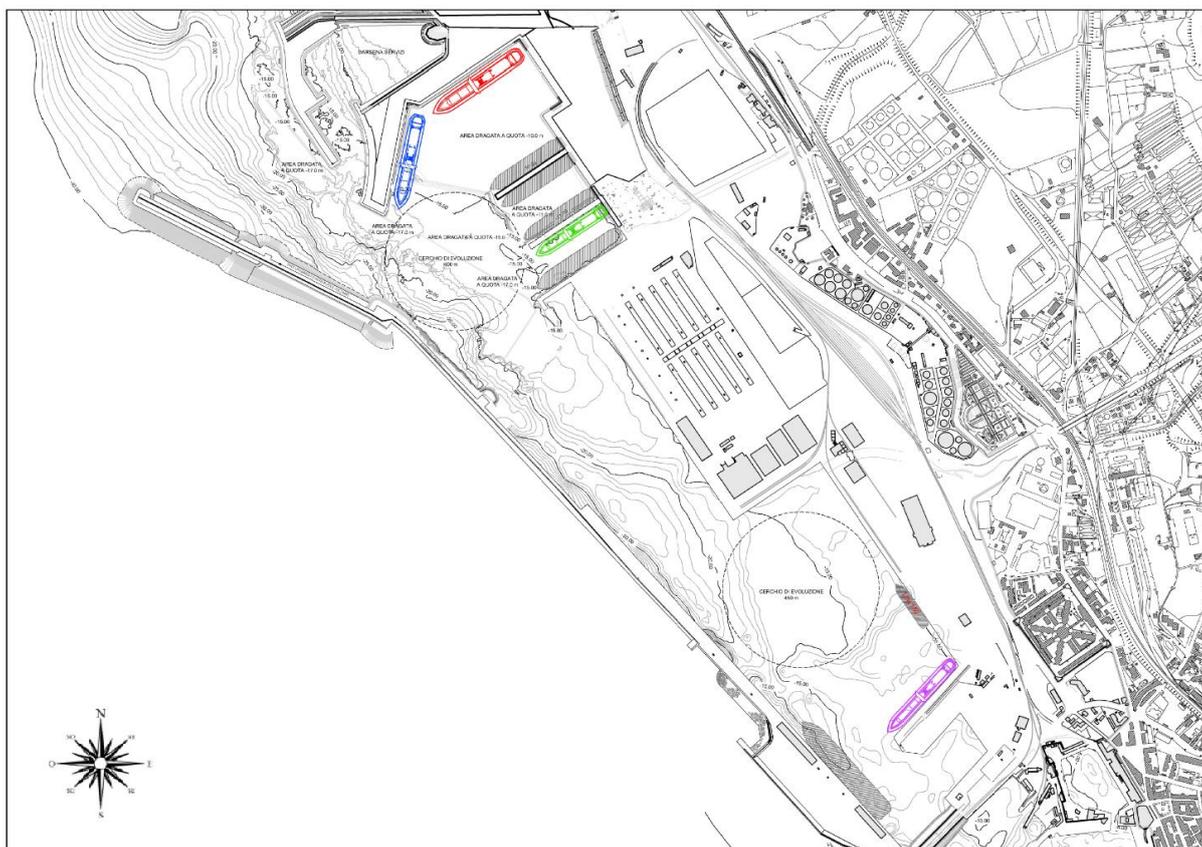


Fig. 3-2 Layout di progetto del Porto di Civitavecchia – area Porto commerciale [Rif. 1]



Fig. 3-3 Layout di progetto del Porto di Civitavecchia – area bacino storico [Rif. 1]

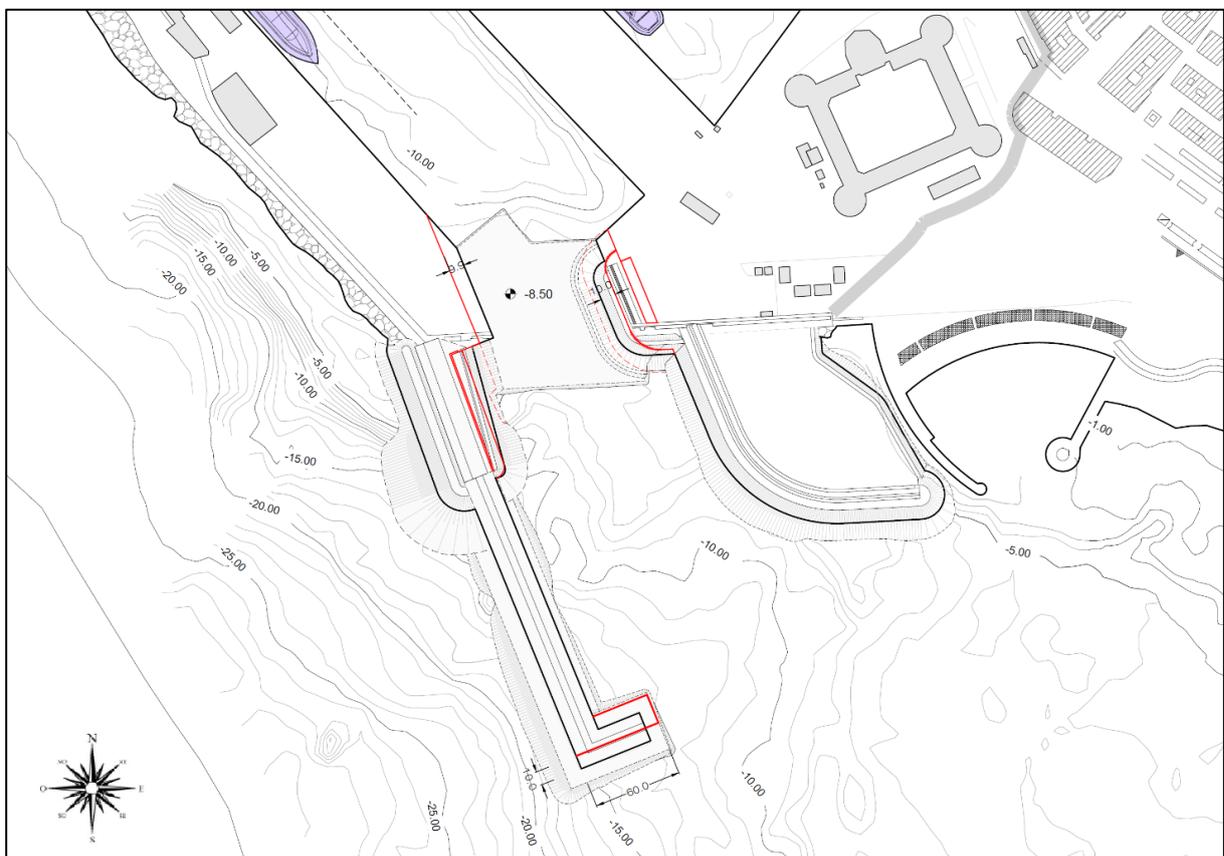


Fig. 3-4 Layout di progetto del Porto di Civitavecchia – imboccatura sud modificata [Rif. 2]

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

Il *layout portuale* riportato nel simulatore MANTA, e visualizzato nel display 2D della plancia, si presenta come nella Fig. 3-5.

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 Fig. 3-5 sono riportati inoltre il contorno dei cerchi di evoluzione e le navi in ingombro (silhouette in verde).

Come verrà illustrato più avanti nel corso di questo rapporto tecnico, per ogni configurazione meteo-marina sono state prese in considerazione le distribuzioni tipiche di vento, moto ondoso e corrente all'interno del paraggio in studio, impostando i relativi parametri numerici di cui tener conto di volta in volta nell'impostazione della tecnica di manovra al simulatore.

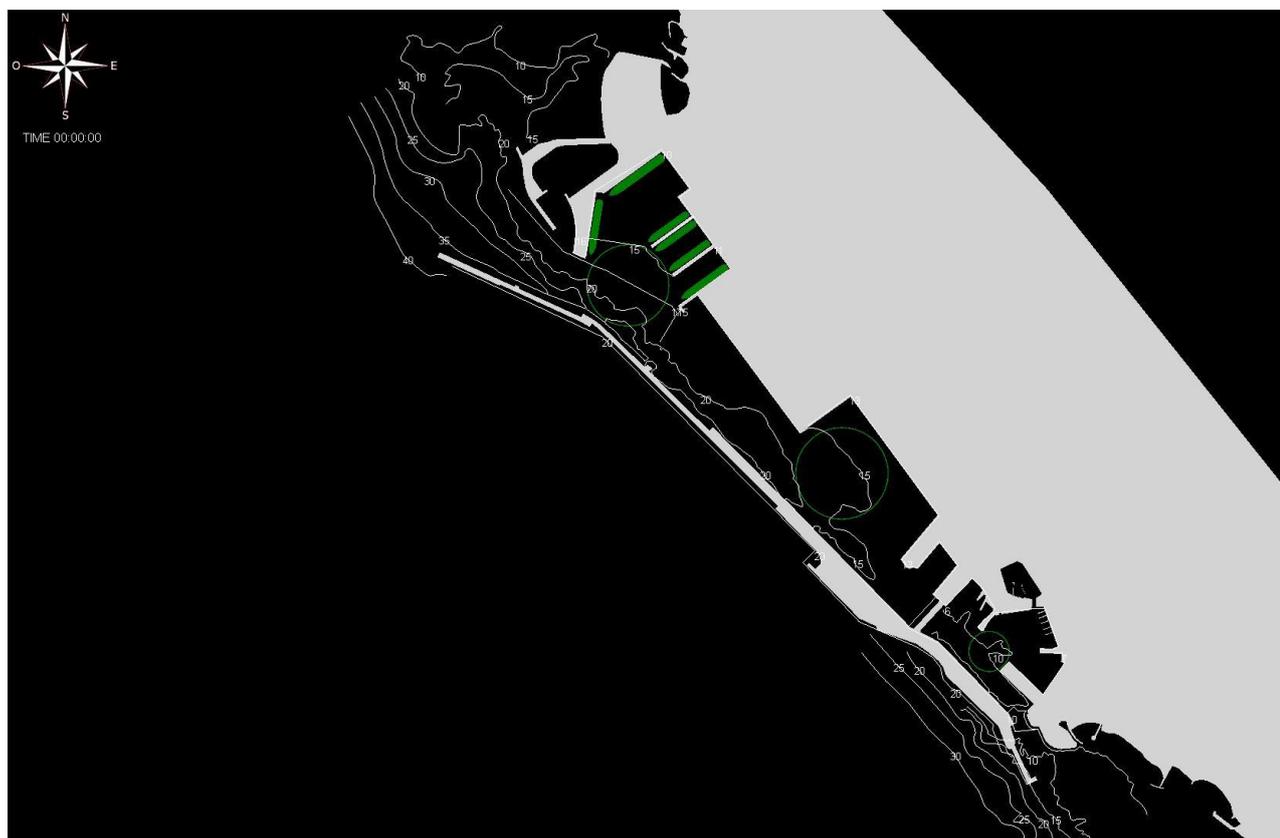


Fig. 3-5 Porto di Civitavecchia – Layout 2D di progetto rappresentato nel simulatore MANTA, con andamento dei fondali e ingombri presenti nell'area di manovra.

Per quanto riguarda *la posizione iniziale delle navi in ingresso al Porto* durante i test, essa è stata generalmente posta, in accordo con i piloti, nei pressi dell'imboccatura (Pilota già imbarcato), con velocità iniziale attorno ai 7-8 kn. La posizione iniziale della nave, per le simulazioni in *uscita* dal Porto, è parallela alla banchina di accosto.

## 4 DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI

Nel seguito vengono illustrate le caratteristiche principali delle unità navali prese in considerazione per questo studio di manovrabilità, nello specifico sono state considerate tre navi di tipologia cruise, due navi di tipologia Ro-Pax e un mega yacht.

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 dei Piloti.

Le *caratteristiche dei rimorchiatori*, ovvero la taglia e le tempistiche di intervento, sono state impostate facendo riferimento alle caratteristiche dei rimorchiatori attualmente in dotazione presso il Porto di Civitavecchia.

## 4.1 Caratteristiche principali della Nave Cruise 323 (LOA = 323 m)

Le caratteristiche principali della nave cruise sono state riassunte in Tab. 4-1.

La nave è una bielica a pale fisse, è propulsa da un apparato motore che sviluppa 40 MW complessivi ed ha una velocità massima di 23 nodi. È munita inoltre di 4 bow thruster da 3100 kW ciascuno e 3 stern thruster da 3100 kW ciascuno.



<b>Dati Principali</b>		
Lunghezza Fuori Tutto	323	m
Lunghezza fra le perpendicolari	296	m
Larghezza	41	m
Immersione	8.55	m
Dislocamento	77000	t
Potenza installata A.M.	2 x 20000	kW
Velocità massima	23	knots
Area laterale esposta	13818	m <sup>2</sup>
Area frontale esposta	2050	m <sup>2</sup>
<b>Dati Eliche di propulsione</b>		
Numero di Eliche	2	FPP
Numero Pale	6	
Diametro	6.1	m
Velocità di rotazione	127	RPM
<b>Dati eliche di manovra</b>		
Bow thrusters	4 x 3100	kW
Stern thrusters	3 x 3100	kW

Tab. 4-1 Caratteristiche principali della nave Cruise 323.

## 4.2 Caratteristiche principali della Nave Ro-Pax 238 (LOA = 238 m)

Le caratteristiche principali della nave Ro-Pax sono state riassunte in Tab. 4-2

La nave è una bielica a pale orientabili, è propulsa da un apparato motore che sviluppa circa 25 MW complessivi ed ha una velocità massima di 24 nodi. È munita inoltre di 2 bow thruster da 2000 kW ciascuno.



<b>Dati Principali</b>		
Lunghezza Fuori Tutto	238	m
Lunghezza fra le perpendicolari	-	m
Larghezza	34	m
Immersione	7.0	m
Dislocamento	35685	t
Potenza installata A.M.	2 x 12780	kW
Velocità massima	23	knots
Area laterale esposta	6813	m <sup>2</sup>
Area frontale esposta	918	m <sup>2</sup>
<b>Dati Eliche di propulsione</b>		
Numero di Eliche	2	CPP
Numero Pale		
Diametro	5.6	m
Velocità di rotazione	150	RPM
<b>Dati eliche di manovra</b>		
Bow thrusters	2 x 2000	kW

Tab. 4-2 Caratteristiche principali della nave Ro-Pax 238.

### 4.3 Caratteristiche principali della Nave Cruise 272 (LOA = 272 m)

Le caratteristiche principali della nave cruise sono state riassunte in Tab. 4-3.

La nave è una bielica a pale fisse, è propulsa da un apparato motore che sviluppa 40 MW complessivi ed ha una velocità massima di 23 nodi. È munita inoltre di 3 bow thruster da 1720 kW ciascuno e 3 stern thruster da 1720 kW ciascuno.



<b>Dati Principali</b>		
Lunghezza Fuori Tutto	272	m
Lunghezza fra le perpendicolari	230	m
Larghezza	35.5	m
Immersione	8.2	m
Dislocamento	50379	t
Potenza installata A.M.	2 x 20000	kW
Velocità massima	23	knots
Area laterale esposta	12548	m <sup>2</sup>
Area frontale esposta	1750	m <sup>2</sup>
<b>Dati Eliche di propulsione</b>		
Numero di Eliche	2	FPP
Numero Pale	5	
Diametro	5.7	m
Velocità di rotazione	143	RPM
<b>Dati eliche di manovra</b>		
Bow thrusters	3 x 1720	kW
Stern thrusters	3 x 1720	kW

Tab. 4-3 Caratteristiche principali della nave Cruise 272.

#### 4.4 Caratteristiche principali della Nave Ro-Pax 254 (LOA = 254 m)

Le caratteristiche principali della nave Ro-Pax sono state riassunte in Tab. 4-4.

La nave è una bielica a pale orientabili, è propulsa da un apparato motore che sviluppa circa 40 MW complessivi ed ha una velocità massima di 27.5 nodi. È munita inoltre di 2 bow thruster da 1850 kW ciascuno.



##### Dati Principali

Lunghezza Fuori Tutto	254	m
Lunghezza fra le perpendicolari	231.6	m
Larghezza	30.4	m
Immersione	7.0	m
Dislocamento	31242	t
Potenza installata A.M.	2 x 20000	kW
Velocità massima	27.5	knots
Area laterale esposta	7454	m <sup>2</sup>
Area frontale esposta	1003	m <sup>2</sup>

##### Dati Eliche di propulsione

Numero di Eliche	2	CPP
Numero Pale	4	
Diametro	5.6	m
Velocità di rotazione	140	RPM

##### Dati eliche di manovra

Bow thrusters	2 x 1850	kW
---------------	----------	----

Tab. 4-4 Caratteristiche principali della nave Ro-Pax 254.

## 4.5 Caratteristiche principali della Nave Cruise 157 (LOA = 157 m)

Le caratteristiche principali della nave cruise sono state riassunte in Tab. 4-5.

La nave è una bielica a pale orientabili, è propulsa da un apparato motore che sviluppa circa 12 MW complessivi ed ha una velocità massima di 19.5 nodi. È munita inoltre di 2 bow thruster da 480 kW ciascuno.



<b>Dati Principali</b>		
Lunghezza Fuori Tutto	155.8	m
Lunghezza fra le perpendicolari	134.8	m
Larghezza	21.4	m
Immersione	5.4	m
Dislocamento	9837	t
Potenza installata A.M.	11700	kW
Velocità massima	19.5	knots
Area laterale esposta	3061	m <sup>2</sup>
Area frontale esposta	471	m <sup>2</sup>
<b>Dati Eliche di propulsione</b>		
Numero di Eliche	2	CPP
Numero Pale	4	
Diametro	3.85	m
Velocità di rotazione	156	RPM
<b>Dati eliche di manovra</b>		
Bow thrusters	2 x 480	kW

Tab. 4-5 Caratteristiche principali della nave Cruise 157.

## 4.6 Caratteristiche principali del Mega Yacht 123 (LOA = 123 m)

Le caratteristiche principali del mega yacht sono state riassunte in Tab. 4-6.

Lo yacht è bielica a pale fisse, è propulso da un apparato motore che sviluppa circa 13 MW complessivi ed ha una velocità massima di 20 nodi. È munita inoltre di un bow thruster e uno stern thruster da 500 kW ciascuno.



<b>Dati Principali</b>		
Lunghezza Fuori Tutto	123	m
Lunghezza fra le perpendicolari	118	m
Larghezza	23.0	m
Immersione	5.5	m
Dislocamento	9225	t
Potenza installata A.M.	13000	kW
Velocità massima	20.0	knots
Area laterale esposta	1705	m <sup>2</sup>
Area frontale esposta	390	m <sup>2</sup>
<b>Dati Eliche di propulsione</b>		
Numero di Eliche	2	FPP
Numero Pale	4	
Diametro	3.0	m
Velocità di rotazione	160	RPM
<b>Dati eliche di manovra</b>		
Bow thrusters	500	kW
Stern thrusters	500	kW

Tab. 4-6 Caratteristiche principali del Mega-Yacht 123.

## 4.7 Caratteristiche principali dei rimorchiatori

In generale, per l'esecuzione dello studio, è stato scelto di adoperare il numero e la potenza dei rimorchiatori (e di conseguenza il loro posizionamento) che, a giudizio dei Piloti presenti alle prove, fosse di volta in volta necessario al fine di poter manovrare in sicurezza all'interno del Porto, nelle diverse condizioni meteomarine considerate (cfr. **Capitolo 5**).

Le caratteristiche principali dei rimorchiatori considerati nel modello di simulazione sono le stesse di quelli attualmente impiegati presso il Porto di Civitavecchia, dotati di Bollard Pull pari a 80t.

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

Un esempio della visualizzazione real time dei rimorchiatori impiegati durante il test al simulatore, all'interno dello scenario 3D, è riportato in Fig. 4-1.



Fig. 4-1 Simulatore MANTA – Visualizzazione real time dei rimorchiatori impiegati durante il test.

## 5 CONDIZIONI METEOMARINE

Le condizioni d'onda prese in considerazione si riferiscono allo studio prodotto da Modimar S.r.l. [Rif. 3, Rif. 4, Rif. 5], mentre per quanto riguarda l'intensità di vento e corrente, è stato fatto riferimento alle indicazioni ottenute dal Corpo Piloti di Civitavecchia.

Durante le sessioni di lavoro sono state individuate le condizioni di riferimento per la navigazione simulata, caratterizzandole tramite intensità e direzione di *vento*, *moto ondoso* e *corrente*.

Con riferimento agli obiettivi di questo studio di manovrabilità (cfr. Capitolo 1) per le simulazioni sono state scelte le condizioni meteomarine più severe per il paraggio di Civitavecchia, ovvero quelle di Tramontana (0°N), Maestrale (315°N), Ponente (270°N), Libeccio (225°N) e Scirocco (135°N).

In Fig. 5-1 e Fig. 5-2 sono riportati alcuni esempi relativi alle mappe di agitazione ondosa presenti nei documenti prodotti da Modimar S.r.l. [Rif. 3, Rif. 4, Rif. 5] e utilizzate al fine dello svolgimento delle simulazioni di manovra.

Le condizioni meteomarine adottate per lo studio sono sintetizzate nella seguente Tab. 5-1:

CONDIZIONI METEOMARINE					
Simulazioni di Manovrabilità – Porto di Civitavecchia					
DIR. / INTENSITA' VENTO	CARATTERISTICHE MARE ASSOCIATO			CARATTERISTICHE CORRENTE ASSOCIATA	
	Hs [m]	Tp [s]	Dir. [°N]	Int. [kn]	Dir. Verso [°N]
<b>Calma, 0 kn</b>	0	0	0	0	0
<b>N (0°N) – Tramontana, 20 kn</b>	0	0	0°	1	315°
<b>N (0°N) – Tramontana, 30 kn</b>	0	0	0°	1	315°
<b>NW (315°N) – Maestrale, 30 kn</b>	4.0	9.0	315°	1	315°
<b>W (270°N) – Ponente, 25 kn</b>	4.0	9.0	315°	1	315°
<b>SW (225°N) – Libeccio, 15 kn</b>	1.0	9.0	225°	1	315°
<b>SW (225°N) – Libeccio, 25 kn</b>	1.5	9.0	225°	1	315°
<b>SW (225°N) – Libeccio, 30 kn</b>	4.0	9.0	225°	1	315°
<b>SE (135°N) – Scirocco, 20 kn</b>	1.0	9.0	135°	1	315°
<b>SE (135°N) – Scirocco, 25 kn</b>	1.5	9.0	135°	1	315°
<b>SE (135°N) – Scirocco, 30 kn</b>	0	0	0°	1	315°

Tab. 5-1 Condizioni meteomarine considerate per le simulazioni.

Porto di Civitavecchia - Prolungamento Antemurale - Soluzione 400 m  
Modello matematico VEGA : agitazione ondosa interna

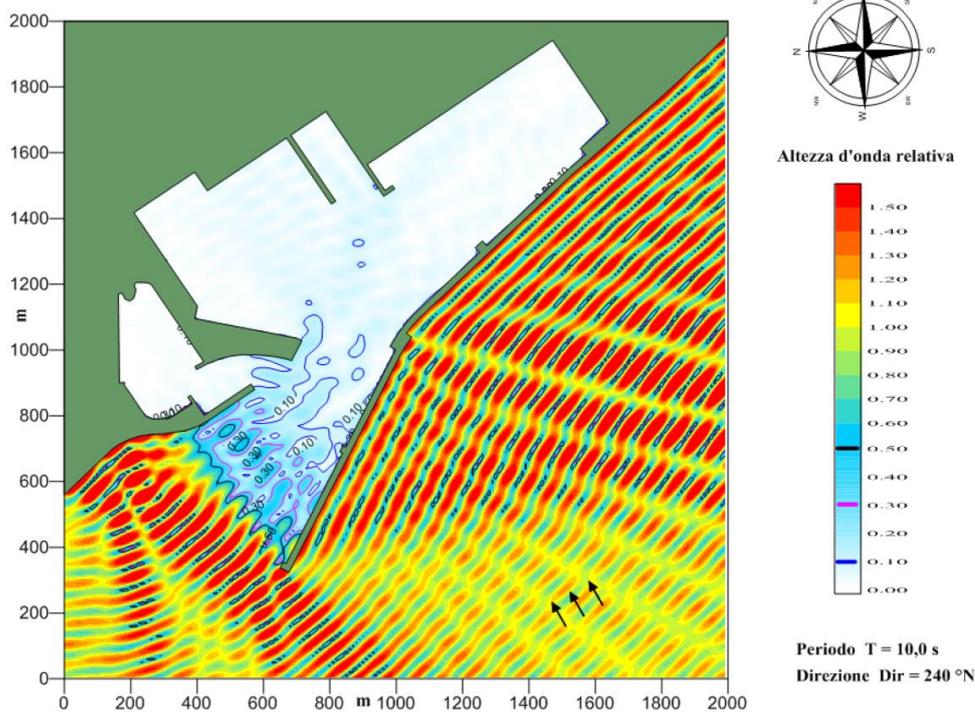


Fig. 5-1 – Valori di altezza d'onda relativa proveniente da  $240^\circ N$ . [Rif. 3]

Porto di Civitavecchia - Apertura a Sud - Soluzione 1  
Modello matematico VEGA : agitazione ondosa interna

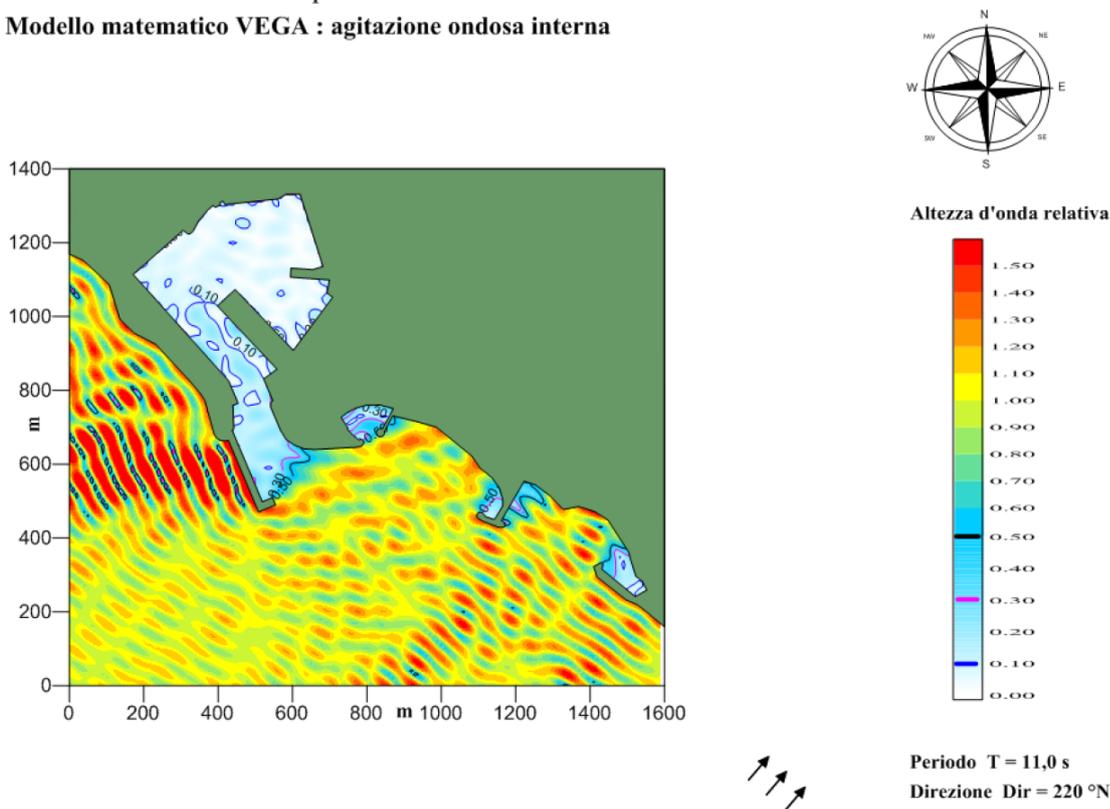


Fig. 5-2 – Valori di altezza d'onda relativa proveniente da  $220^\circ N$ . [Rif. 4]

## 6 CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE

Definiti i singoli aspetti delle simulazioni (schematizzazione dei layout portuali, fondale, caratteristiche principali delle unità navali, condizioni meteomarine), CETENA ha messo il simulatore a disposizione del Cliente e di tutti gli operatori invitati per lo svolgimento delle simulazioni di manovra, svoltesi durante le diverse sessioni di lavoro.



Fig. 6-1 Gruppo di lavoro al simulatore.

I principali aspetti e le criticità emerse durante le simulazioni eseguite, sono state discusse fra tutti i presenti in corso d'opera, e condivisi al termine delle giornate durante una riunione collegiale conclusiva, in cui è stato possibile raccogliere anche le osservazioni dei Piloti e della Capitaneria di Porto.

L'insieme di tutti i commenti e le osservazioni emerse dallo studio al simulatore è riportato nelle **Conclusioni** al termine di questo rapporto (v. Capitolo 7).

## 6.1 Manovre eseguite al simulatore

In totale sono state eseguite n. 94 manovre. In Fig. 6-2 è riportata una schematizzazione del numero di manovre eseguite al simulatore per ogni nave esaminata:

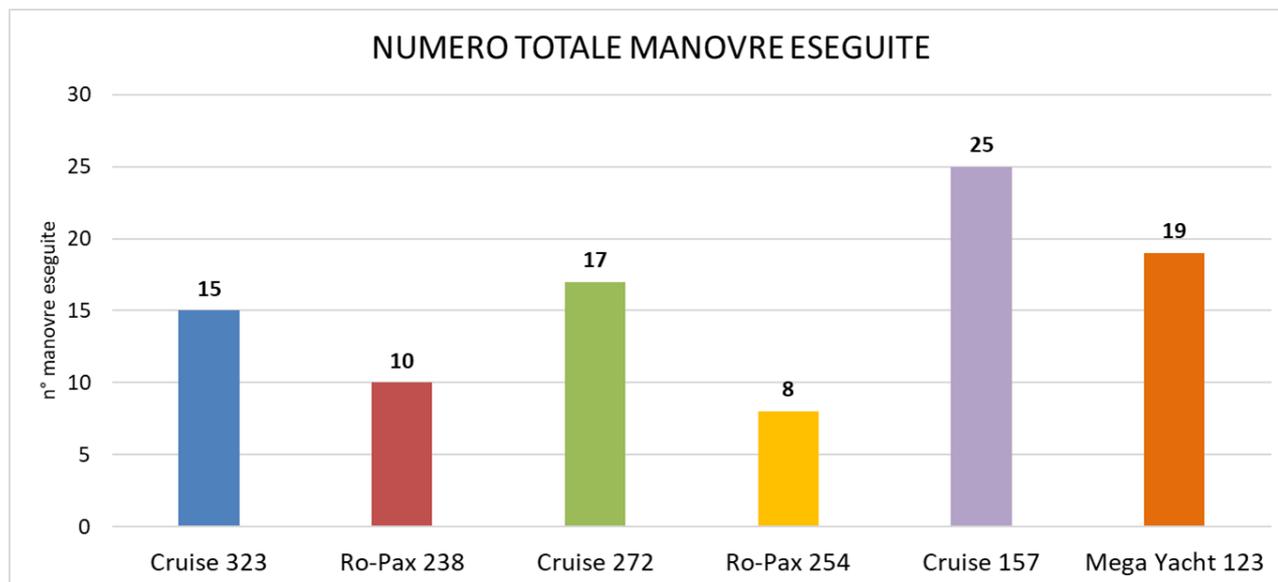


Fig. 6-2 Numero manovre eseguite.

Di seguito, per ogni nave considerata, 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 LOA da 323 m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la nave Cruise avente LOA da 323 m 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.

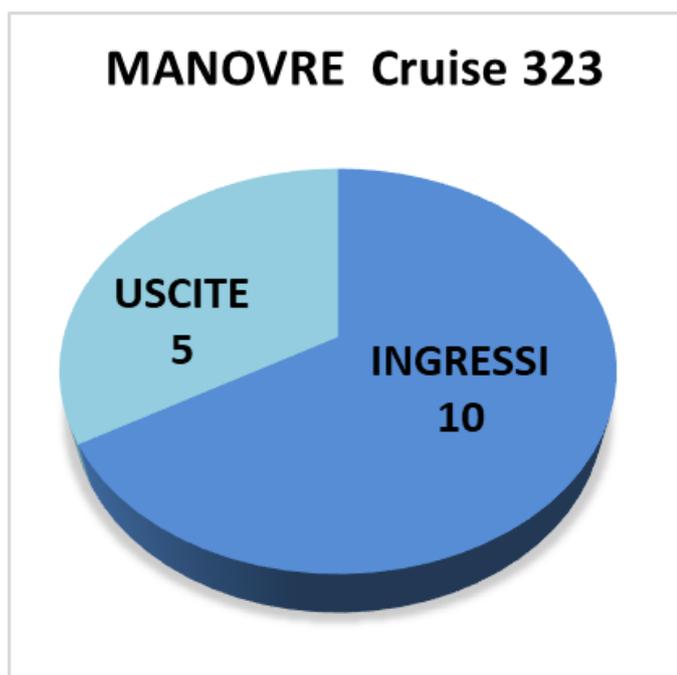


Fig. 6-3 Manovre effettuate con la Cruise 323.

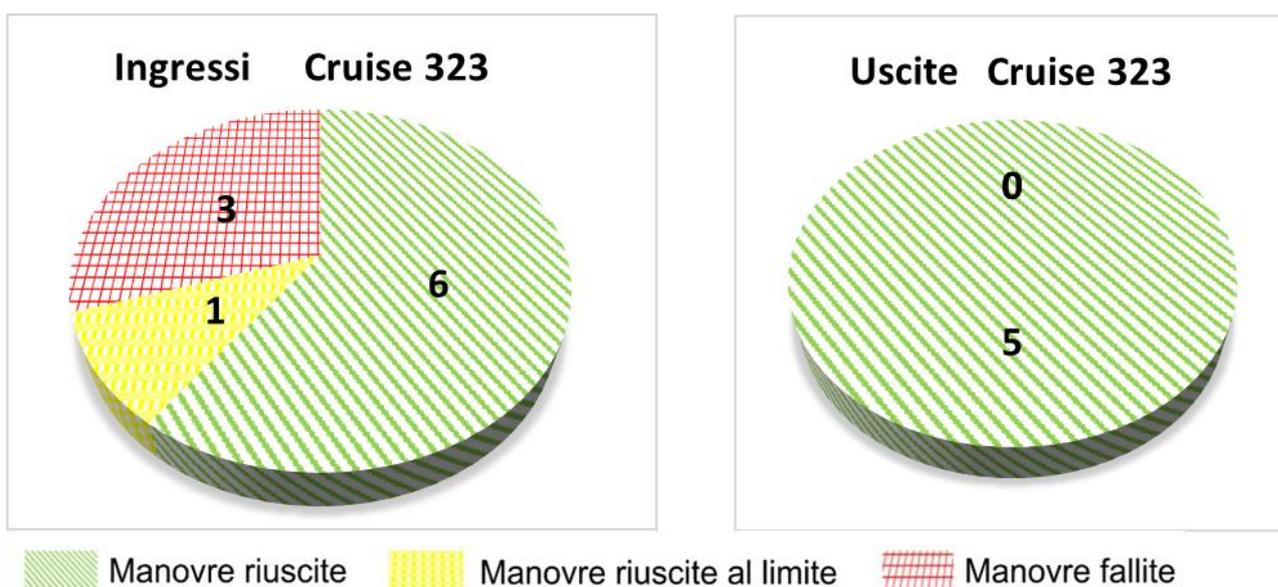


Fig. 6-4 Esito delle manovre effettuate con la Cruise 323 suddivise tra ingressi e uscite.

### 6.1.2 Ro-Pax LOA da 238 m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la nave Ro-Pax avente LOA da 238 m 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.

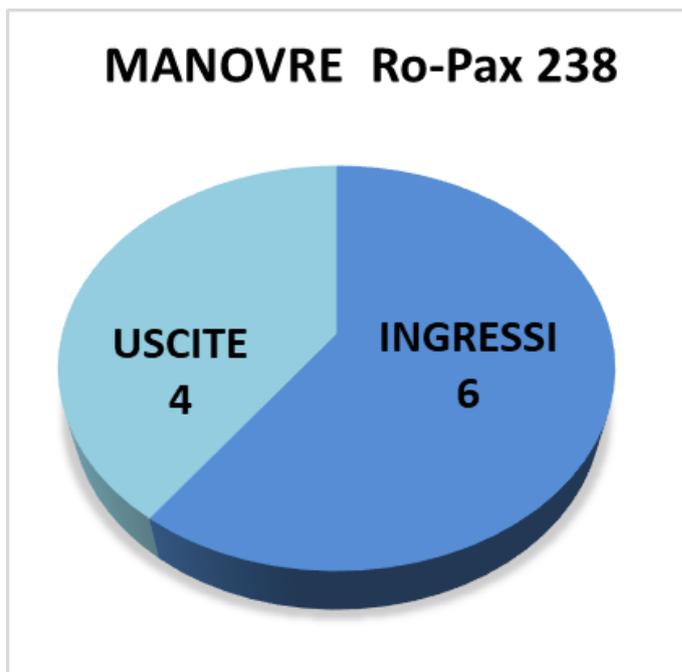


Fig. 6-5 Manovre effettuate con la Ro-Pax 238.

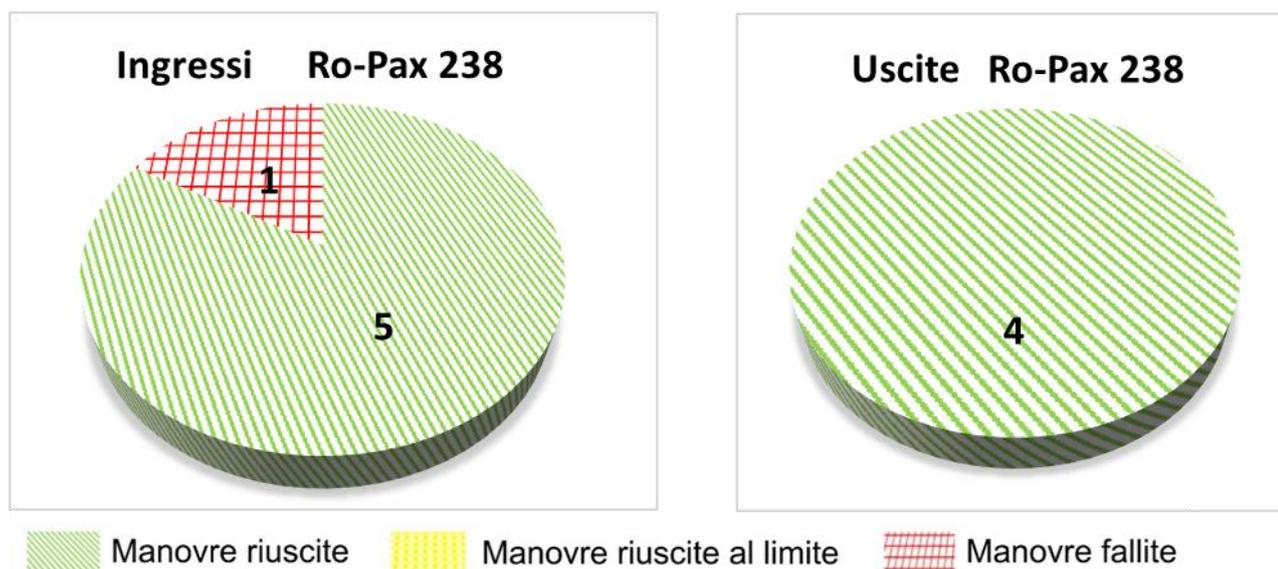


Fig. 6-6 Esito delle manovre effettuate con la Ro-Pax 238 suddivise tra ingressi e uscite.

### 6.1.3 Cruise LOA da 272 m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la nave Cruise avente LOA da 272 m 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.

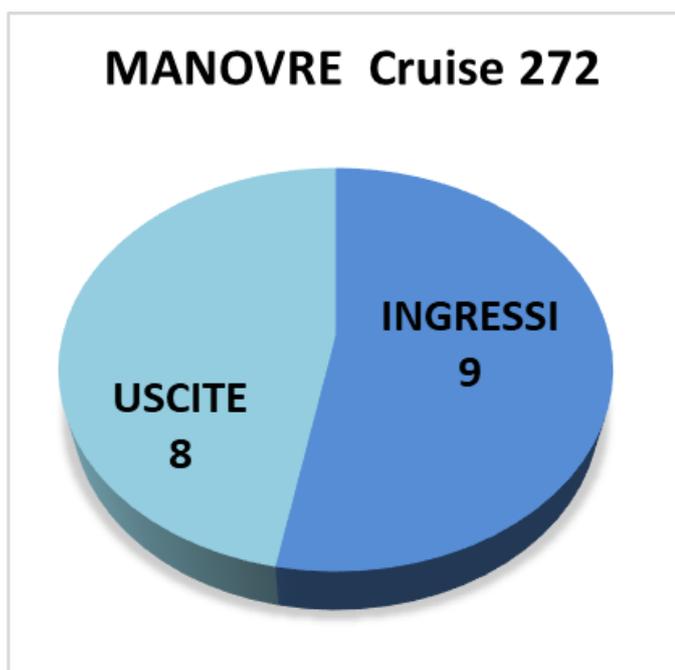


Fig. 6-7 Manovre effettuate con la Cruise 272.

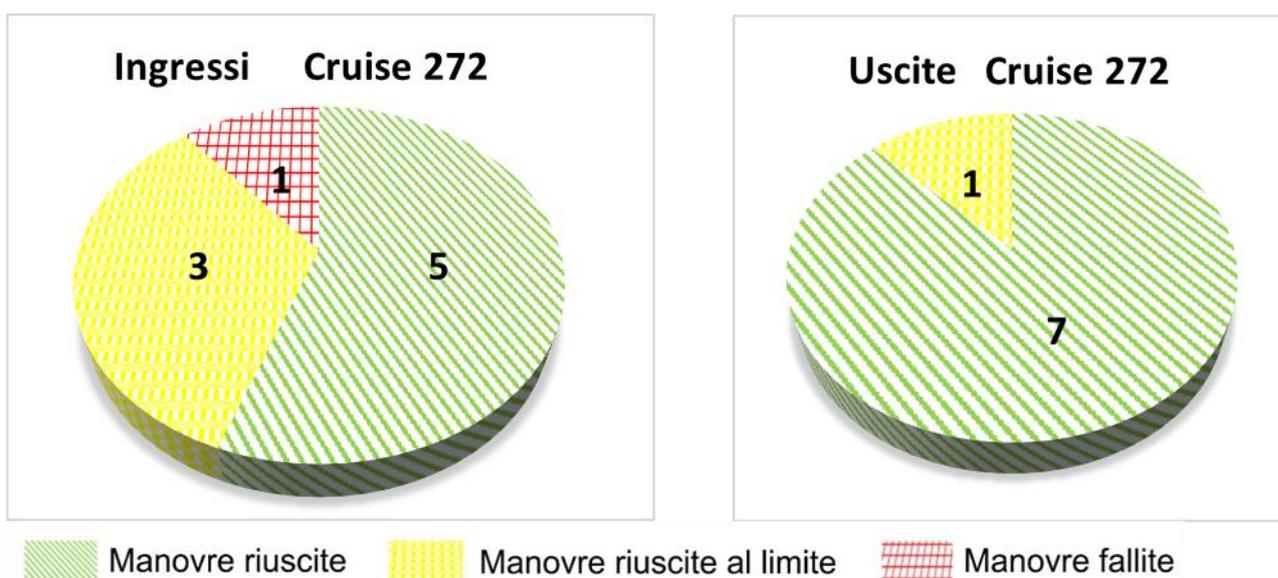


Fig. 6-8 Esito delle manovre effettuate con la Cruise 272 suddivise tra ingressi e uscite.

### 6.1.4 Ro-Pax LOA da 254 m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la nave Ro-Pax avente LOA da 254 m 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.

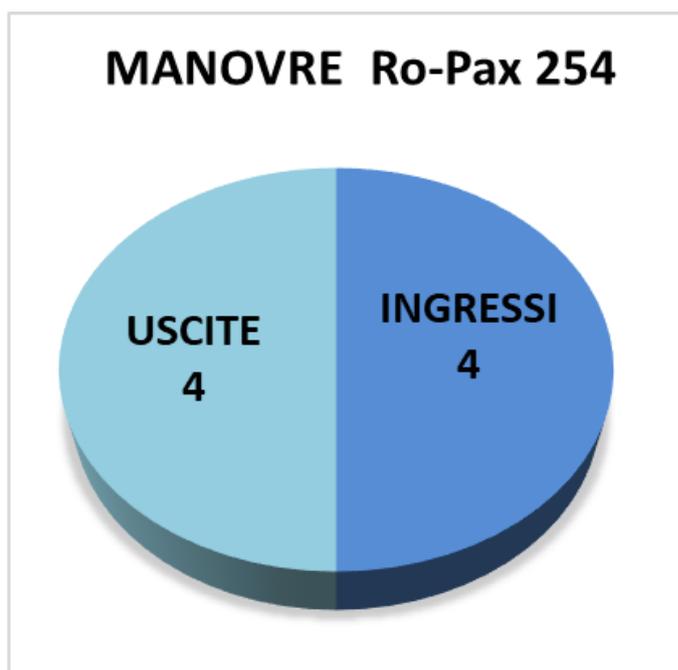


Fig. 6-9 Manovre effettuate con la Ro-Pax 254.

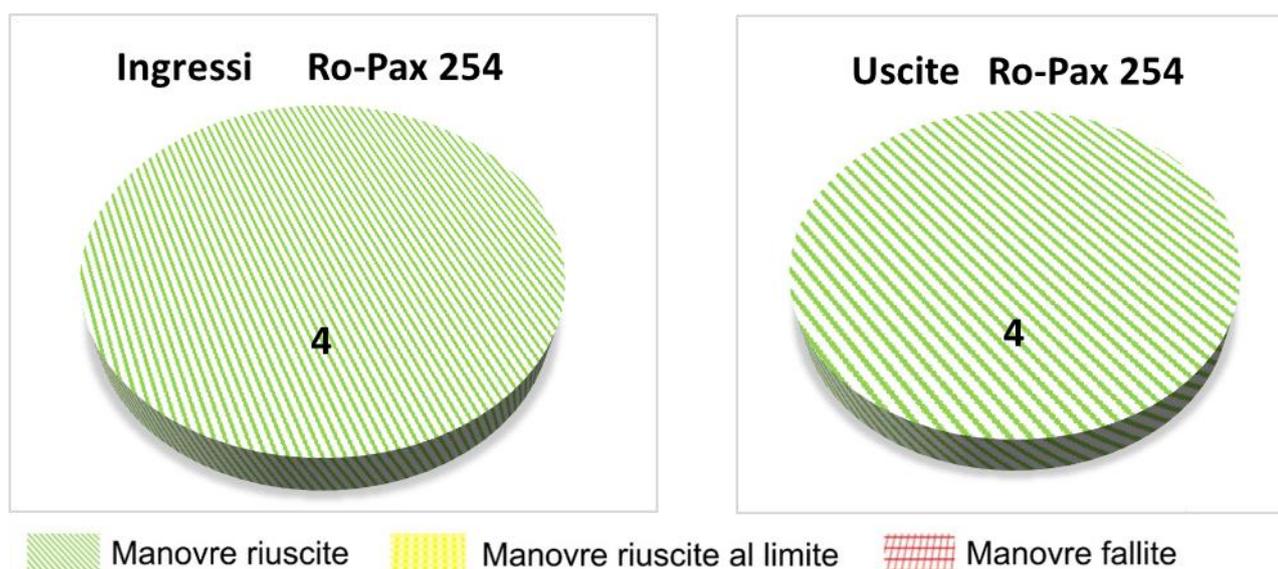


Fig. 6-10 Esito delle manovre effettuate con la Ro-Pax 254 suddivise tra ingressi e uscite.

### 6.1.5 Cruise LOA da 157 m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la nave Cruise avente LOA da 157 m 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.

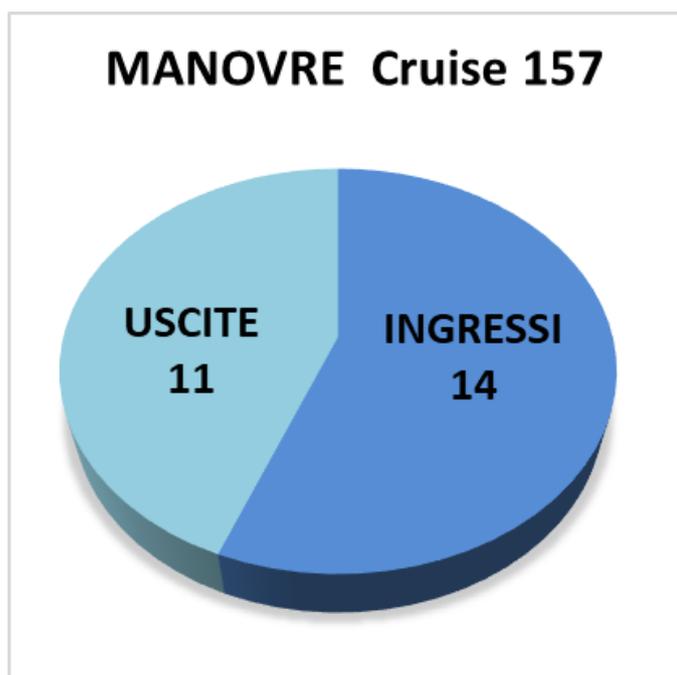


Fig. 6-11 Manovre effettuate con la Cruise 157.

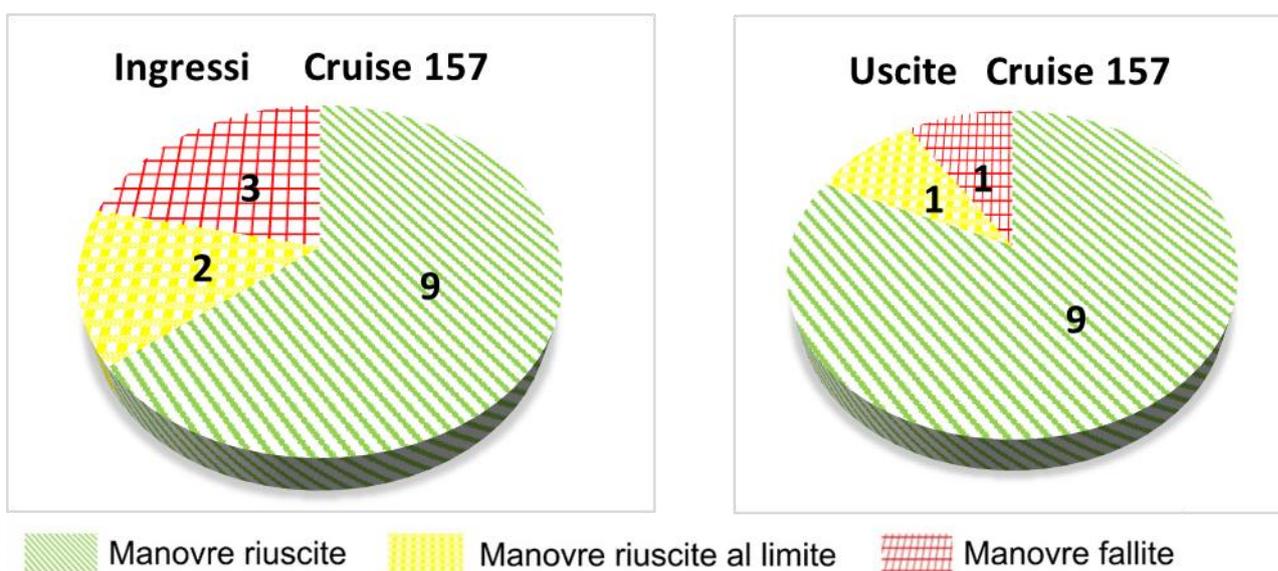


Fig. 6-12 Esito delle manovre effettuate con la Cruise 157 suddivise tra ingressi e uscite.

### 6.1.6 Mega-Yacht LOA da 123 m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la nave Mega-Yacht avente LOA da 123 m 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.

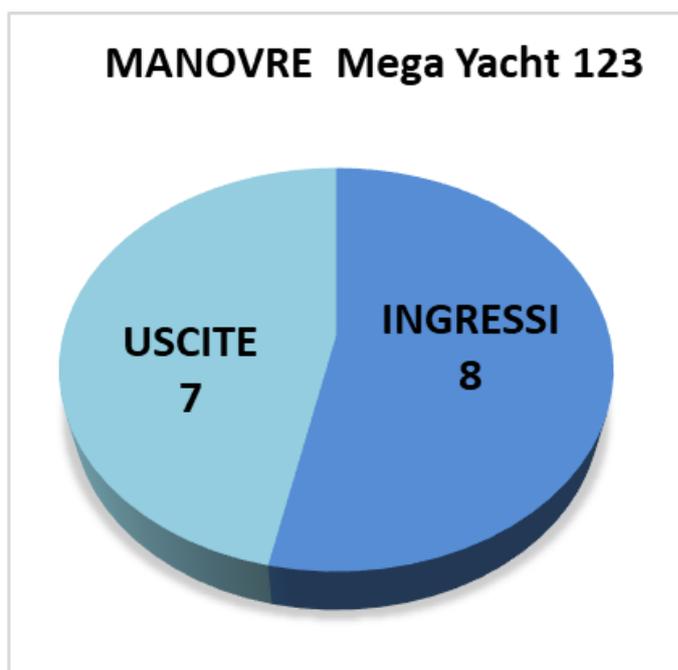


Fig. 6-13 Manovre effettuate con la Mega yacht 123.

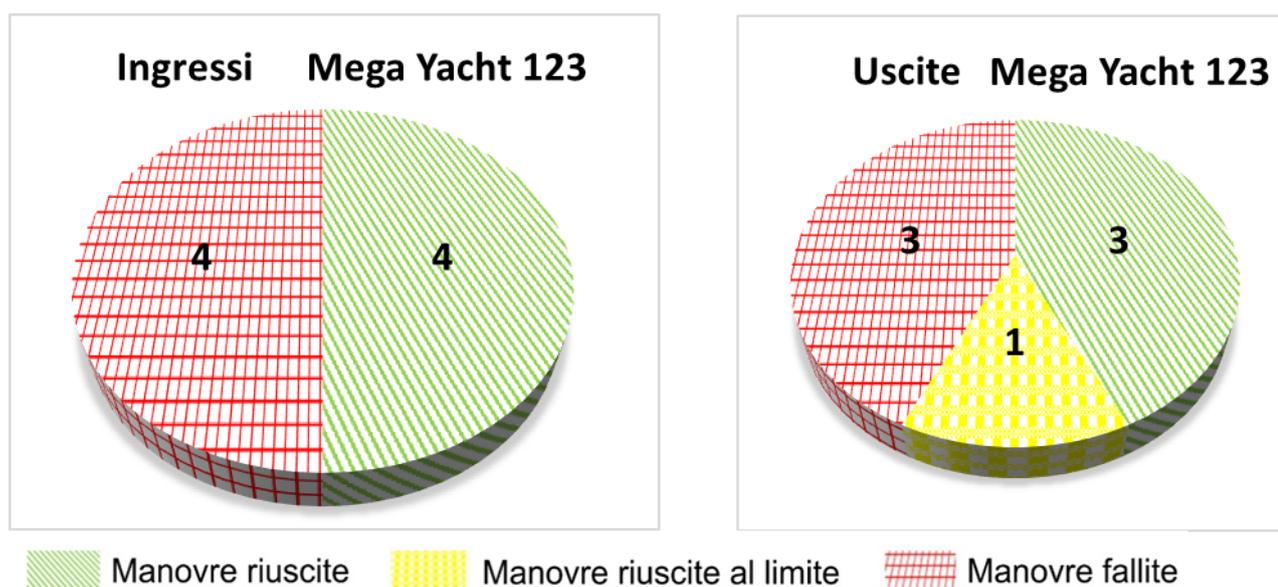


Fig. 6-14 Esito delle manovre effettuate con la Mega yacht 123 suddivise tra ingressi e uscite.

### 6.1.7 Elenco e risultati delle manovre eseguite al simulatore

Per quanto riguarda la tecnica delle manovre di *ingresso*, a partire dal punto iniziale di start delle simulazioni, l'esecutore della manovra regola l'andatura della nave in funzione della strategia impiegata. L'eventuale ausilio da parte di rimorchiatori è stato valutato di volta in volta dal Pilota esecutore delle manovre in funzione delle condizioni meteomarine.

Tutte le manovre di ingresso si sono concluse nei pressi 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 con la nave al di fuori dell'imboccatura.

Per quanto riguarda l'esito sulla fattibilità delle manovre eseguite al simulatore, le manovre di ingresso sono state ritenute positivamente concluse ("**manovra riuscita**") nel momento in cui, a giudizio del Pilota, la posizione della nave di fronte alla banchina, risulta in sicurezza e con dinamica sotto controllo. Allo stesso modo, per quanto riguarda le manovre di *uscita*, esse sono state ritenute concluse positivamente dal momento in cui la nave è libera di navigare fuori dal Porto.

Di seguito, nelle seguenti tabelle, vengono presentati: il codice identificazione di ciascuna manovra e la sua durata, l'unità nave impiegata, il layout portuale considerato (**A** = layout di progetto, **B** = layout di progetto considerando la presenza delle briccole, **C** = imboccatura sud modificata), il dettaglio delle condizioni meteomarine, il tipo di manovra (I = ingresso, U = uscita), il numero e le caratteristiche dei rimorchiatori eventualmente utilizzati, nonché l'esito commentato, in estrema sintesi, di queste prove. In verde sono evidenziate le "manovre riuscite", in giallo le "manovre riuscite al limite" e in rosso le "manovre non riuscite".

### 6.1.8 Manovre relative al porto commerciale (imboccatura Nord)

Di seguito, sono riportate le manovre relative alla Cruise 323 (LOA= 323m x B=41 m x T= 8.55 m).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI CIVITAVECCHIA – PORTO COMMERCIALE															
ID MANOVRA DURATA	NAVE	LAYOUT	CONDIZIONI METEOMARINE							TIPO MANOVRA	INGOM- BRO	BANCHINA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
			VENTO		MARE			CORRENTE					n°	Ta- glia	
			Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.	Dir. To	Vel.						
			[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]	[°N]	[kn]				[-]	[t]	
A010 [15 min]	Cruise 323	A	225	30	225	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Superato il tratto dell'imboccatura, percorso a circa 8kn (il passaggio avviene abbastanza vicino alla banchina 34), la nave viene arrestata, ruotata con la prora al vento e portata in banchina in sicurezza.
A011 [16 min]	Cruise 323	A	225	30	225	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Superato il tratto dell'imboccatura, percorso a circa 9kn, la nave è stata mantenuta sopravento, arrestata, ruotata con la prora al vento e portata in banchina

																			in sicurezza. La nave si mantiene a distanza di sicurezza da tutti gli ingombri.
A012 [13 min]	Cruise 323	B	225	30	225	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 239	33	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Manovra svolta per verificare l'ormeggio in presenza delle briccole. È stato considerato l'ausilio di un rimorchiatore a tirare a poppa.				
A020 [11 min]	Cruise 323	A	225	30	225	4	9	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina con l'ausilio dei thruster, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.				
A030 [19 min]	Cruise 323	A	315	30	225	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La rotazione è stata anticipata rispetto alla condizione di libeccio, la nave è stata arrestata, ruotata e portata in banchina in sicurezza.				
A040 [10 min]	Cruise 323	A	315	30	225	4	9	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina grazie all'azione del vento, sfruttando l'ausilio dei thruster per mantenere sotto controllo lo scarroccio, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.				
A050 [17 min]	Cruise 323	A	270	25	270	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Il transito all'imboccatura avviene a circa 7.5kn. La nave viene arrestata, ruotata e portata in banchina in sicurezza.				
A060 [8 min]	Cruise 323	A	270	25	270	4	9	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina con l'ausilio dei thruster, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.				
A070 [15 min]	Cruise 323	A	0	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Il transito all'imboccatura avviene a circa 9.5 kn. Quando la nave è stata rallentata, il vento l'ha fatta scarrocciare verso la diga foranea. Manovra da ripetere.				
A071 [9 min]	Cruise 323	A	0	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Ripetizione della A070. Il transito all'imboccatura è stato eseguito mantenendo una posizione più sopravventata. Nonostante la posizione più sopravventata, la nave scarroccia verso la diga foranea.				

ID	NAVE	LAYOUT	WIND DIR	WIND VEL	SEA DIR	SEA ALT	SEA PER	CURRENT DIR	CURRENT VEL	TYPE	INGOM-BRO	BANCHINA	TUGS n°	TUGS TAGLIA	ESITO
A072 [8 min]	Cruise 323	A	0	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Ripetizione delle manovre precedenti. Il transito all'imboccatura è stato eseguito mantenendo una posizione più sopravventata, cercando di eseguire l'arresto successivamente rispetto alla prova precedente. La prua passa a circa 50 m dalla diga.
A073 [17 min]	Cruise 323	A	0	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	1	80	<b>Manovra riuscita al limite</b> Ripetizione delle manovre precedenti, sfruttando l'ausilio di un rimorchiatore da 80t a poppa. Il rimorchiatore aiuta a frenare e a far ruotare la nave. La distanza minima prua-diga è circa 80m. Sia macchine che rimorchiatore lavorano al 100%.
A080 [9 min]	Cruise 323	A	0	30	0	0	0	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina grazie all'azione del vento, sfruttando l'ausilio dei thruster per mantenere sotto controllo lo scarroccio, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.
A081 [11 min]	Cruise 323	B	0	30	0	0	0	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 239	33	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Manovra svolta per verificare l'ormeggio in presenza delle briccole. È stato considerato l'ausilio di un rimorchiatore a tirare a prua.
A090 [16 min]	Cruise 323	B	135	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Manovra svolta per verificare l'ormeggio in presenza delle briccole. È stato considerato l'ausilio di un rimorchiatore a tirare a poppa.

Tab. 6-1 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Cruise 323 – serie A.

Di seguito, sono riportate le manovre relative alla Ro-Pax 238(LOA=238 m x B=34 m x T=7 m).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI CIVITAVECCHIA – PORTO COMMERCIALE															
ID MANOVRA DURATA	NAVE	LAYOUT	CONDIZIONI METEOMARINE							TIPO MANO- VRA	INGOM- BRO	BANCHINA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
			VENTO		MARE			CORRENTE					n°	Ta- glia	
			Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.	Dir. To	Vel.						
			[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]	[°N]	[kn]				[-]	[t]	
B090 [18 min]	Ro- Pax 238	B	225	30	225	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	1	80	<b>Manovra riuscita</b> La nave arriva all'interno del bacino di evoluzione, si posiziona con la prua al vento e arriva in banchina. Rimorchiatore in assistenza.
B100 [5 min]	Ro- Pax 238	B	225	30	225	4	9	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina con l'ausilio dei thruster, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.

B110 [18 min]	Ro-Pax 238	B	315	30	225	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore utilizzato a sinistra al centro a spingere e aiuta la nave a risalire il vento per raggiungere la banchina. Si consiglia l'uso di due rimorchiatori.
B111 [17 min]	Ro-Pax 238	B	315	30	225	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Ripetizione della manovra precedente utilizzato una diversa strategia. Rimorchiatore utilizzato a sinistra a poppa ad aiutare la rotazione e spingere la nave in banchina.
B120 [6 min]	Ro-Pax 238	B	315	30	225	4	9	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore posizionato prua a tirare. Il rimorchiatore aiuta la nave a ruotare. L'azione del vento rende complicata l'uscita.
B130 [18 min]	Ro-Pax 238	B	270	25	270	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore al centro a sinistra a spingere. L'evoluzione è stata anticipata rispetto ai casi precedenti. Si consiglia l'uso di due rimorchiatori.
B140 [6 min]	Ro-Pax 238	B	270	25	270	4	9	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore posizionato prua a tirare. Il rimorchiatore aiuta la nave a ruotare.
B150 [15 min]	Ro-Pax 238	A	0	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	1	80	<b>Manovra non riuscita</b> Il rimorchiatore è stato utilizzato inizialmente a spingere a dritta e in seguito spostato a sinistra. La nave transita a 20m circa dall'ingombro Cruise in banchina 26. Il rimorchiatore non ha lo spazio per operare in sicurezza.
B151 [13 min]	Ro-Pax 238	B	0	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Ripetizione della manovra precedente considerando la nuova configurazione. La manovra è stata svolta con l'ausilio di un rimorchiatore. Si consiglia l'uso di due rimorchiatori.
B160 [6 min]	Ro-Pax 238	B	0	30	0	0	0	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	27	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore posizionato prua a tirare. Il rimorchiatore aiuta la nave a ruotare.

Tab. 6-2 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Ro-Pax 238 – serie B.

Di seguito, sono riportate le manovre relative alla Cruise 272 (LOA=272 m x B=35.5 m x T=8.2 m).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI CIVITAVECCHIA – PORTO COMMERCIALE															
ID MANOVRA DURATA	NAVE	LAYOUT	CONDIZIONI METEOMARINE							TIPO MANOVRA	INGOMBRO	BANCHINA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
			VENTO		MARE			CORRENTE					n°	Taglia	
			Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.	Dir. To	Vel.						
			[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]	[°N]	[kn]				[-]	[t]	
C170 [18 min]	Cruise 272	A	225	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 380 Ro-Pax 157	18	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave percorre il canale a circa 7kn, esegue l'evoluzione orientando la prua nel vento e arriva in banchina sfruttando l'ausilio dei thruster.
C180 [13 min]	Cruise 272	A	225	30	0	0	0	315	1	U	Cruise 380 Ro-Pax 157	18	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina grazie all'ausilio dei thruster, percorre il canale a circa 11kn ed esce dal porto.
C190 [20 min]	Cruise 272	A	135	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 380 Ro-Pax 157	18	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> La prua della nave transita troppo vicino all'ingombro. Una volta che si è posizionata al traverso del vento, fa fatica ad allinearsi alla banchina e a risalire il vento.
C191 [13 min]	Cruise 272	A	135	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 380 Ro-Pax 158	18	1	80	<b>Manovra riuscita al limite</b> Ripetizione della manovra precedente considerando l'ausilio di un rimorchiatore, a spingere a poppa inizialmente per aiutare l'evoluzione, al centro successivamente per aiutare a risalire il vento. Con un solo rimorchiatore si riesce a completare la manovra ma con difficoltà.
C200 [10 min]	Cruise 272	A	135	30	0	0	0	315	1	U	Cruise 380 Ro-Pax 157	18	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.
C210 [18 min]	Cruise 272	A	0	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 380 Ro-Pax 157	18	0	0	<b>Manovra riuscita al limite</b> La manovra è riuscita senza rimorchiatore, ma risulta una manovra al limite con questa intensità di vento.
C220 [10 min]	Cruise 272	A	0	30	0	0	0	315	1	U	Cruise 380 Ro-Pax 157	18	0	0	<b>Manovra al limite</b> La nave si scosta da banchina con l'ausilio dei thruster, esegue l'evoluzione, accelera ed esce. Durante l'evoluzione la poppa



ID	NAVE	LAYOUT	Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.	Dir. To	Vel.	TIPO MANOVRA	INGOMBRO	BANCHINA	n°	Ta-glia	ESITO AL SIMULATORE	
ID MANOVRA DURATA	NAVE	LAYOUT	VENTO			MARE			CORRENTE		TIPO MANOVRA	INGOMBRO	BANCHINA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
			Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.	Dir. To	Vel.	n°				Ta-glia		
			[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]	[°N]	[kn]				[-]	[t]		
C280 [7 min]	Cruise 272	A	270	25	270	4	9	315	1	U	Cruise 323 Ro-Pax 238	34	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.	
C290 [14 min]	Cruise 272	A	0	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 323 Ro-Pax 238	34	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Il rimorchiatore è stato utilizzato a poppa a dritta a spingere, in modo tale da aiutare l'evoluzione e impedire alla nave di scarrocciare eccessivamente.	
C300 [7 min]	Cruise 272	A	0	30	0	0	0	315	1	U	Cruise 323 Ro-Pax 238	34	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.	

Tab. 6-3 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Cruise 272 – serie C.

Di seguito, sono riportate le manovre relative alla Ro-Pax 254(LOA=254 m x B=30.4 m x T=7 m).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI CIVITAVECCHIA – PORTO COMMERCIALE															
ID MANOVRA DURATA	NAVE	LAYOUT	CONDIZIONI METEOMARINE							TIPO MANOVRA	INGOMBRO	BANCHINA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
			VENTO		MARE			CORRENTE					n°	Ta-glia	
			Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.	Dir. To	Vel.						
			[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]	[°N]	[kn]				[-]	[t]	
D310 [15 min]	Ro-Pax 254	A	225	30	225	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore in assistenza a sinistra al centro a spingere. La nave arriva in banchina senza criticità.
D320 [7 min]	Ro-Pax 254	A	225	30	225	4	9	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.
D330 [23 min]	Ro-Pax 254	A	315	30	225	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore in assistenza a sinistra al centro a spingere. La nave fatica a risalire il vento al traverso con le sole dotazioni di bordo, il rimorchiatore interviene per aiutare a risalire il vento.
D340 [6 min]	Ro-Pax 254	A	315	30	225	4	9	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.

D350 [18 min]	Ro-Pax 254	A	270	25	270	4	9	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore in assistenza a sinistra al centro a spingere. La nave arriva in banchina senza l'ausilio del rimorchiatore con fatica, l'ausilio del rimorchiatore nella pratica è necessario.
D360 [7 min]	Ro-Pax 254	A	270	25	270	4	9	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.
D370 [23 min]	Ro-Pax 254	A	0	30	0	0	0	315	1	I	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore in assistenza a dritta al centro a spingere. La nave fatica ad arrivare in banchina senza rimorchiatore, viene spostato a sinistra al centro a spingere in assistenza.
D380 [7 min]	Ro-Pax 254	A	0	30	0	0	0	315	1	U	Cruise 272 Ro-Pax 238	33	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina, transita vicino all'ingombro della Cruise 272 in banchina 34, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.

Tab. 6-4 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Ro-Pax 254 – serie D.

### 6.1.9 Manovre relative al bacino storico (imboccatura Sud)

Di seguito, sono riportate le manovre relative alla Cruise 157 (LOA=157 m x B=21.4 m x T=5.4 m).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI CIVITAVECCHIA – BACINO STORICO															
ID MANOVRA DURATA	NAVE	LAYOUT	CONDIZIONI METEOMARINE								TIPO MANOVRA	BANCHINA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
			VENTO		MARE			CORRENTE		n°			Taglia		
			Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.	Dir. To	Vel.						
			[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]	[°N]	[kn]	[-]			[t]		
E390 [14 min]	Cruise 157	A	0	0	0	0	0	315	1	I	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave transita all'imboccatura a circa 6kn, evoluisce all'interno del cerchio di evoluzione e arriva in banchina senza criticità.	
E400 [7 min]	Cruise 157	A	0	0	0	0	0	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta da banchina, imposta macchine avanti ed esce dal porto.	

E430 [11 min]	Cruise 157	A	135	25	0	0	0	315	1	I	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Il vento risulta allineato in poppa durante il transito all'imboccatura, non generando criticità durante il transito nella zona ristretta. La nave evoluisce e arriva in banchina.
E431 [13 min]	Cruise 157	C	135	25	135	1.5	9	315	1	I	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Il vento risulta allineato in poppa durante il transito all'imboccatura, non generando criticità durante il transito nella zona ristretta. La nave evoluisce e arriva in banchina.
E432 [10 min]	Cruise 157	C	135	25	135	1.5	9	315	1	I	10	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Ripetizione della manovra precedente effettuando l'evoluzione a dritta anziché sinistra.
E440 [5 min]	Cruise 157	A	135	25	0	0	0	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita al limite</b> La nave si scosta da banchina, imposta macchine avanti ed esce dal porto. La velocità in uscita è elevata.
E441 [4 min]	Cruise 157	A	135	25	0	0	0	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta da banchina, imposta macchine avanti ed esce dal porto.
E450 [12 min]	Cruise 157	C	225	15	225	1	9	315	1	I	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave transita all'imboccatura a circa 5 kn, rallentando, esegue l'evoluzione a sinistra portando la prora nel vento e arriva in banchina. L'evoluzione avviene in ritardo, suggerendo una ripetizione della manovra.
E451 [13 min]	Cruise 157	C	225	15	225	1	9	315	1	I	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Ripetizione della manovra precedente. La nave transita all'imboccatura a circa 6 kn, rallentando, esegue l'evoluzione in anticipo rispetto al caso precedente e arriva in banchina.
E460 [4 min]	Cruise 157	C	225	15	225	1	9	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta da banchina grazie all'azione del vento, imposta marcia avanti ed esce dal porto. Il transito all'imboccatura avviene a circa 8 kn.
E461 [3 min]	Cruise 157	C	225	15	225	1	9	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Ripetizione della manovra precedente. La nave si scosta da banchina grazie all'azione del vento, imposta marcia avanti ed esce dal porto. Il transito all'imboccatura avviene a circa 8 kn.

E470 [20 min]	Cruise 157	A	225	20	225	1	9	315	1	I	10	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Il vento al traverso rende il transito all'imboccatura complicato, richiedendo una velocità elevata (7 kn), la nave fatica a risalire il vento al traverso con le dotazioni di bordo, viene utilizzato un rimorchiatore a sinistra al centro a spingere.
E471 [10 min]	Cruise 157	A	225	20	225	1	9	315	1	I	10	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Ripetizione della manovra precedente per rivedere le criticità della manovra. Il transito all'imboccatura avviene a velocità elevata (superiore a 8 kn) per contrastare lo scarroccio generato dall'azione del vento.
E472 [14 min]	Cruise 157	C	225	20	225	1	9	315	1	I	10	1	80	<b>Manovra riuscita</b> Viene utilizzato un rimorchiatore a sinistra al centro a spingere per aiutare la nave a risalire il vento e raggiungere la banchina.
E480 [4 min]	Cruise 157	A	225	20	225	1	9	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave transita a circa 12m dalla banchina alla velocità di 7 nodi. Il vento al traverso complica il transito all'imboccatura.
E481 [4 min]	Cruise 157	A	225	20	225	1	9	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Ripetizione della manovra precedente per rivedere le criticità della manovra. Il vento al traverso complica il transito all'imboccatura.
E482 [4 min]	Cruise 157	C	225	20	225	1	9	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta da banchina grazie all'azione del vento, imposta marcia avanti ed esce dal porto. Il transito all'imboccatura avviene a circa 8 kn.
E490 [7 min]	Cruise 157	A	225	25	225	1	9	315	1	I	10	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> La nave passa troppo vicina alle opere portuali a dritta.
E491 [15 min]	Cruise 157	A	225	25	225	1	9	315	1	I	10	1	80	<b>Manovra riuscita al limite</b> Ripetizione della manovra precedente cercando di mantenere una posizione sopravventata e la velocità inferiore. Viene utilizzato un rimorchiatore a sinistra al centro a spingere per raggiungere la banchina.
E492 [10 min]	Cruise 157	C	225	25	225	1.5	9	315	1	I	10	1	80	<b>Manovra non riuscita</b> La nave urta la banchina durante la fase di evoluzione

ID	MANOVRA	DURATA	NAVE	LAYOUT	VENTO	MARE	CORRENTE	TIPO MANOVRA	BANCHINA	TUGS e POTENZA	ESITO AL SIMULATORE					
ID	MANOVRA	DURATA	NAVE	LAYOUT	CONDIZIONI METEOMARINE					TIPO MANOVRA	BANCHINA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE		
					VENTO		MARE					CORRENTE			n°	Taglia
					Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.			Dir. To	Vel.			
[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]	[°N]	[kn]										
E493	[12 min]	Cruise 157	C	225	25	225	1.5	9	315	1	I	10	1	80	<b>Manovra riuscita al limite</b> Viene utilizzato un rimorchiatore a sinistra al centro a spingere per raggiungere la banchina.	
E500	[4 min]	Cruise 157	A	225	25	0	0	0	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> La nave si scosta dalla banchina grazie alla spinta del vento, ma la velocità ridotta in partenza impedisce di contrastare efficacemente la velocità di deriva elevata.	
E501	[3 min]	Cruise 157	C	225	25	0	0	0	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatore al centro a sinistra a spingere in assistenza. La nave si scosta da banchina grazie all'azione del vento, imposta macchine avanti, transita all'imboccatura a quasi 9kn ed esce dal porto.	
E530	[14 min]	Cruise 157	A	0	20	0	0	0	315	1	I	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave transita all'imboccatura a circa 6kn, evoluisce all'interno del cerchio di evoluzione e arriva in banchina senza criticità.	
E540	[5 min]	Cruise 157	A	0	20	0	0	0	315	1	U	10	0	0	<b>Manovra riuscita</b> La nave si scosta da banchina, imposta macchine avanti ed esce dal porto, transitando a circa 7.5 kn all'imboccatura.	

Tab. 6-5 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Cruise 157 – serie E.

Di seguito, sono riportate le manovre relative al Mega yacht 123 (LOA=123m x B=23m x T=5.5m).

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI CIVITAVECCHIA – BACINO STORICO															
ID MANOVRA	DURATA	NAVE	LAYOUT	CONDIZIONI METEOMARINE					TIPO MANOVRA	BANCHINA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE		
				VENTO		MARE					CORRENTE			n°	Taglia
				Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.			Dir. To	Vel.			
[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]	[°N]	[kn]									
G730	[13 min]	Mega Yacht 123	C	135	20	135	1	9	315	1	I	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht transita attraverso l'imboccatura, si arresta all'interno del bacino e arriva a banchina in marcia addietro con il vento in poppa.
G740	[9 min]	Mega Yacht 123	C	135	20	135	1	9	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht si scosta da banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.
G770	[14 min]	Mega Yacht 123	A	225	15	225	1	9	315	1	I	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht transita attraverso l'imboccatura, si arresta all'interno del bacino e arriva a banchina in marcia addietro.

G771 [15 min]	Mega Yacht 123	C	225	15	225	1	9	315	1	I	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht transita attraverso l'imboccatura, si arresta all'interno del bacino e arriva a banchina in marcia indietro.
G780 [7 min]	Mega Yacht 123	A	225	15	225	1	9	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Lo yacht si scosta da banchina, esegue l'evoluzione ma transita troppo vicino alla banchina. Manovra da ripetere.
G781 [8 min]	Mega Yacht 123	A	225	15	225	1	9	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht si scosta da banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.
G782 [8 min]	Mega Yacht 123	C	225	15	225	1	9	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht si scosta da banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.
G810 [8 min]	Mega Yacht 123	A	225	25	225	1	9	315	1	I	7	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Lo yacht transita all'imboccatura con un angolo di deriva elevato a circa 6 nodi. Bisogna mantenere elevata la velocità per tutto il transito in canale, rendendo difficoltoso l'arresto. Manovra da ripetere.
G811 [13 min]	Mega Yacht 123	A	225	25	225	1	9	315	1	I	7	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Il vento al traverso con intensità 25 nodi è di intensità superiore alle capacità delle dotazioni dello yacht
G812 [14 min]	Mega Yacht 123	C	225	25	225	1	9	315	1	I	7	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Il vento al traverso con intensità 25 nodi è di intensità superiore alle capacità delle dotazioni dello yacht
G813 [12 min]	Mega Yacht 123	C	225	25	225	1	9	315	1	I	7	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Il vento al traverso con intensità 25 nodi è di intensità superiore alle capacità delle dotazioni dello yacht
G820 [6 min]	Mega Yacht 123	A	225	25	225	1	9	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> Lo yacht si scosta da banchina, esegue l'evoluzione ma transita troppo vicino alla banchina. Manovra da ripetere.
G821 [6 min]	Mega Yacht 123	A	225	25	225	1	9	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra riuscita al limite</b> Lo yacht si scosta da banchina, esegue l'evoluzione ma transita all'imboccatura a circa 10 nodi.

G850 [13 min]	Mega Yacht 123	A	0	20	0	0	0	315	1	I	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht transita attraverso l'imboccatura, si arresta all'interno del bacino e arriva a banchina in marcia addietro.
G851 [13 min]	Mega Yacht 123	C	0	20	0	0	0	315	1	I	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht transita attraverso l'imboccatura, si arresta all'interno del bacino e arriva a banchina in marcia addietro.
G860 [8 min]	Mega Yacht 123	A	0	20	0	0	0	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> La nave urta contro la banchina dell'antemurale.
G861 [8 min]	Mega Yacht 123	A	0	20	0	0	0	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra non riuscita</b> La nave urta contro la banchina dell'antemurale.
G862 [12 min]	Mega Yacht 123	A	0	20	0	0	0	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht si scosta da banchina, esegue l'evoluzione a velocità ridotta ed esce dal porto.
G863 [11 min]	Mega Yacht 123	A	0	20	0	0	0	315	1	U	7	0	0	<b>Manovra riuscita</b> Lo yacht si scosta da banchina, esegue l'evoluzione ed esce dal porto.

Tab. 6-6 Sintesi delle manovre effettuate con la nave Mega yacht 123 – serie G.

## 6.2 Presentazione dei file dei risultati delle simulazioni

I risultati completi delle simulazioni eseguite sono stati resi disponibili al Cliente in formato elettronico (v. **ALLEGATI** per elenco completo). Essi sono stati elaborati in particolare sotto forma di: immagini delle traiettorie; video di ogni test così come visualizzato sulla plancia 2D del MANTA; storie temporali di tutte le grandezze registrate.

Tutte le traiettorie delle manovre eseguite al simulatore vengono presentate in **APPENDICE A**, nelle varie condizioni meteomarine considerate (cfr. *Tab. 5-1* e *Tab. 6-1*).

Su ogni immagine viene rappresentata la traiettoria seguita dalla nave durante la simulazione tramite la stampa ad intervalli di tempo regolari della silhouette della nave, consentendo così di ricavare immediate informazioni circa la rotta seguita dalla stessa.

Oltre alla traiettoria, su tali immagini sono indicati:

- il Nord geografico, con sotto l'indicazione relativa alla nave utilizzata per la simulazione;
- il layout portuale (in **grigio**);
- la silhouette degli ingombri eventualmente presenti nell'area di manovra (in **rosa**);
- l'indicazione della direzione di provenienza e intensità del vento (indicata in **blu**), del moto ondoso (indicata in **verde**) e della corrente (indicata in **rosso**);
- la silhouette della nave (in **nero**; eventualmente in **rosso** in caso di urto);
- l'icona “” rappresentativa dell'utilizzo dell'ancora;
- il codice identificativo della manovra, insieme all'indicazione dell'esito della manovra stessa in forma visiva e scritta.

Per l'analisi particolareggiata di ciascuna traiettoria e della tecnica di manovra adottata, si rimanda agli **ALLEGATI** forniti assieme al presente rapporto tecnico (post-processing avanzato dei risultati, dove in particolare sono stati inclusi *i filmati delle manovre e le storie temporali di tutte le grandezze registrate*, es. utilizzo delle macchine, utilizzo dei thrusters, forza esercitata dal vento, velocità della nave, ecc.). L'**APPENDICE B** contiene infine una serie di fotografie che documentano alcuni momenti dello svolgimento delle simulazioni.

## 7 CONCLUSIONI

Il presente studio di manovrabilità real-time in ambientazione 3D ha esaminato le manovre simulate all'interno del Porto di Civitavecchia per conto del Autorità di Sistema Portuale Mar Tirreno centro settentrionale.

Il presente studio di manovrabilità real-time in ambientazione 3D ha esaminato le manovre simulate all'interno di una nuova configurazione di layout portuale del Porto di Civitavecchia, per conto dell'Autorità di Sistema Portuale Mar Tirreno centro settentrionale.

I test al simulatore di manovra in Real Time sono stati svolti nel corso di quattro diverse sessioni di lavoro, per un totale di sei giornate di simulazione, avvalendosi del pilotaggio di Piloti professionisti.

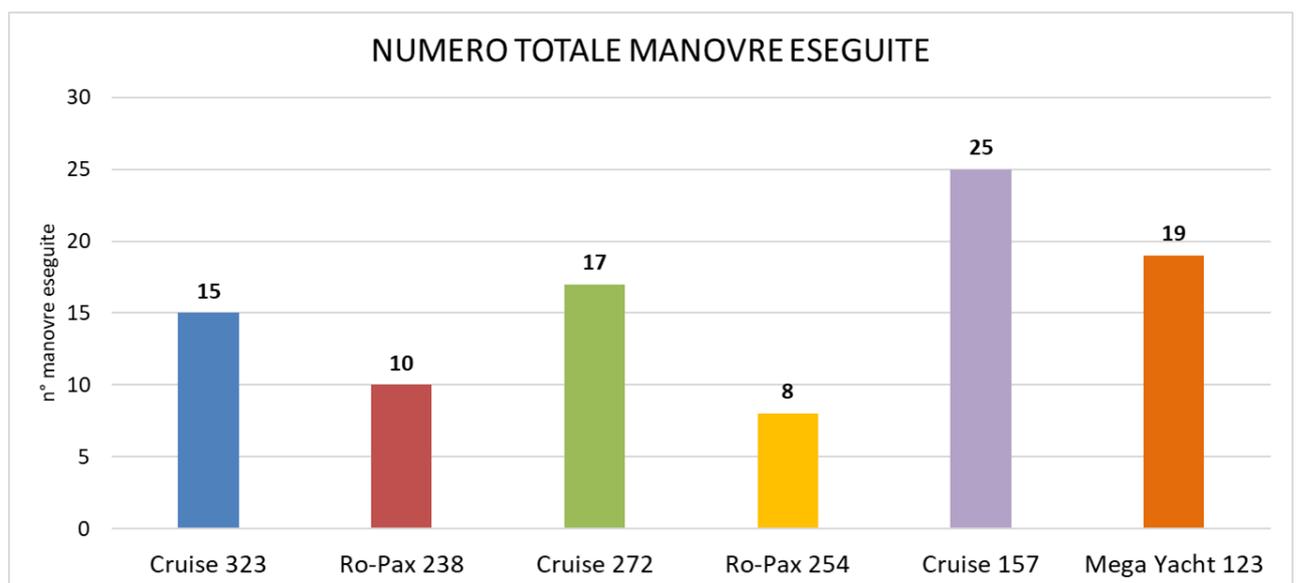


Fig. 7-1 – Riassunto delle manovre eseguite.

Le simulazioni hanno avuto lo scopo di indagare l'agibilità nautica di una nuova configurazione dell'infrastruttura portuale. La configurazione dell'area portuale utilizzata durante lo svolgimento delle simulazioni presenta, rispetto alla configurazione attuale, un prolungamento dell'antemurale relativo all'imboccatura nord, l'apertura di una nuova imboccatura nell'area sud del porto e il conseguente collegamento tra l'area a terra e l'antemurale, che separa il porto commerciale dal bacino storico.

Il presente studio è stato effettuato considerando sei diverse tipologie navali, le quali rappresentano le tipologie navali più affini alle navi di progetto delle due imboccature. In particolare, sono state considerate tre navi di tipologia cruise (rispettivamente di dimensioni 323 m x 41 m x 8.55 m,

272 m x 35.5 m x 8.2 m e 157 m x 21.4 m x 5.4 m), due navi di tipologia Ro-Pax (rispettivamente di dimensioni 254 m x 30.4 m x 7 m e 238 m x 34 m x 7 m) e un mega yacht (di dimensioni pari a 123 m x 23 m x 5.5 m)

Nel corso dello studio è stata valutata attentamente la fattibilità dell'ormeggio da parte dell'unità in manovra, talvolta assistita da rimorchiatori, al variare delle condizioni meteomarine e degli ingombri rappresentati da altre navi ormeggiate in porto. In accordo col Cliente, è stato fatto riferimento allo studio di agitazione ondosa eseguito da Modimar S.r.l., ovvero: vento proveniente dal II, III e IV quadrante (SE, SW, W, NE, N), di intensità variabile tra 15 e 30 kn; moto ondoso associato avente altezza d'onda significativa Hs variabile tra 1 m e 4 m e periodo di 9 s; corrente esterna al porto diretta verso 315°N avente velocità pari a 1 kn. Durante le manovre sono stati utilizzati i rimorchiatori attualmente operativi nel Porto di Civitavecchia, dotati di Bollard Pull pari a 80 t.

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti nel corso delle sessioni di lavoro.

### **Manovre relative al porto commerciale (imboccatura Nord)**

Durante le simulazioni di manovra svolte all'interno del porto commerciale, è stata investigata la compatibilità tra le opere portuali e quattro diverse unità, rappresentative delle tipologie navali più significative per il Porto di Civitavecchia. Le manovre sono state svolte considerando condizioni meteo severe, avvalendosi dell'ausilio dei rimorchiatori attualmente in dotazione presso il Porto di Civitavecchia, dotati di Bollard pull pari a 80t.

In particolare, si osserva che:

- *la manovra di ingresso* viene eseguita in sicurezza con intensità di vento fino a 30kn grazie all'ausilio di un rimorchiatore da 80t in assistenza;
- *la manovra di uscita* viene eseguita in sicurezza con intensità di vento fino a 30kn grazie all'ausilio di un rimorchiatore da 80t in assistenza;

Durante le simulazioni svolte con vento di intensità pari a 30kn, è stato sempre impiegato (attivamente o in assistenza pronto ad intervenire) un rimorchiatore da 80t di Bollard Pull. Sono stati riscontrati alcuni casi, rappresentati in Cap. 7.1 e 7.2, per i quali le manovre svolte con un solo rimorchiatore risultano effettuate al limite degli standard minimi di sicurezza (Cruise 323m: 0°N, Cruise 272m: 0°N e 135°N, intensità pari a 30kn). In tali condizioni, al fine di aumentare il margine di sicurezza, è opportuno considerare l'utilizzo di almeno un rimorchiatore aggiuntivo.

In aggiunta, è stato verificato l'intralcio alla manovra fornito dalla presenza di due briccole, posizionate 35 m davanti alle banchine 27-28 e 29-30. La presenza di tale ingombro non ha portato ad un impedimento significativo allo svolgimento delle manovre da parte delle unità considerate.

## **Manovre relative al bacino storico (imboccatura Sud)**

Il bacino storico ha previsto lo svolgimento delle manovre con unità di dimensioni inferiori rispetto al porto commerciale. Durante lo svolgimento delle simulazioni, è stato considerato l'ausilio del rimorchiatore esclusivamente per l'unità cruise, trascurandolo in presenza del mega yacht.

Conseguentemente ai risultati delle prime simulazioni svolte, le quali hanno evidenziato alcune criticità relative al layout dell'imboccatura, la planimetria di quest'ultima è stata modificata, allargandola di 20 m, al fine di agevolare il transito attraverso l'imboccatura stessa delle unità navali simulate. L'allargamento considerato ha portato ad un aumento del margine di sicurezza della manovra incrementando il limite operativo del bacino storico.

In particolare, si osserva che:

- *la manovra di ingresso* della nave cruise viene eseguita in sicurezza con intensità di vento fino a 25kn con l'ausilio di un rimorchiatore in assistenza, con particolare attenzione alla condizione di vento di Libeccio di intensità pari a 25 kn, identificata come condizione limite;
- *la manovra di uscita* della nave cruise viene eseguita in sicurezza con intensità di vento fino a 25kn senza l'ausilio di rimorchiatori in assistenza ma utilizzando esclusivamente le dotazioni della nave;
- *la manovra di ingresso* del mega yacht viene eseguita in sicurezza con intensità di vento fino a 20 kn senza l'ausilio di un rimorchiatore in assistenza;
- *la manovra di ingresso* del mega yacht non viene eseguita in sicurezza con intensità di vento superiore a 20 kn senza l'ausilio di un rimorchiatore in assistenza;
- *la manovra di uscita* del mega yacht viene eseguita in sicurezza con intensità di vento fino a 20kn senza l'ausilio di rimorchiatori in assistenza ma utilizzando esclusivamente le dotazioni della nave;

## 7.1 Riassunto delle manovre eseguite

Qui di seguito sono stati riportati i 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 osservare che, durante le sessioni di simulazione, è stato considerato il vento di:

- Tramontana per intensità di 20 kn e 30 kn;
- Maestrale per intensità pari a 30 kn;
- Ponente per intensità pari a 25 kn;
- Libeccio per intensità di 15 kn, 20 kn e 25 kn;
- Scirocco per intensità di 20 kn, 25 kn e 30 kn.

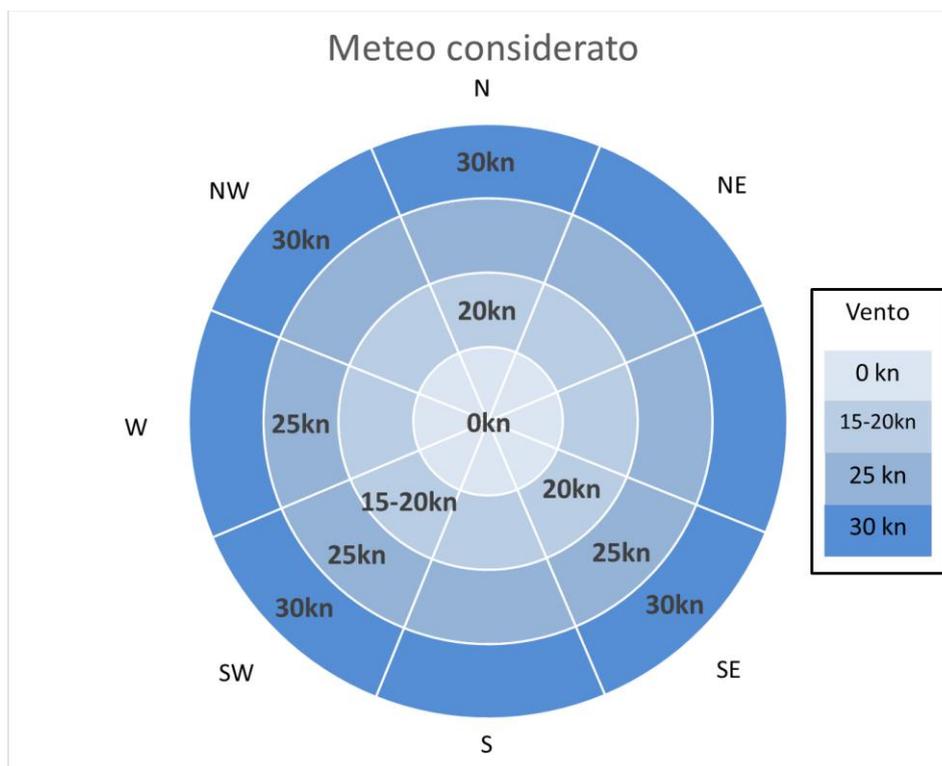


Fig. 7-2 - Venti ed intensità considerati durante le manovre

Raggruppando le manovre per caratteristiche del vento considerato nei test, si ottiene che sono state realizzate:

- N° 2 manovre con calma di vento;
- N° 8 manovre con vento di Tramontana da 20 kn;
- N° 16 manovre con vento di Tramontana da 30 kn;
- N° 9 manovre con vento di Maestrale da 30 kn;
- N° 8 manovre con vento di Ponente da 25 kn;
- N° 15 manovre con vento di Libeccio da 15 kn a 20 kn;

- N° 12 manovre con vento di Libeccio da 25 kn.
- N° 13 manovre con vento di Libeccio da 30 kn.
- N° 2 manovre con vento di Scirocco da 20 kn.
- N° 5 manovre con vento di Scirocco da 25 kn.
- N° 4 manovre con vento di Scirocco da 30 kn.

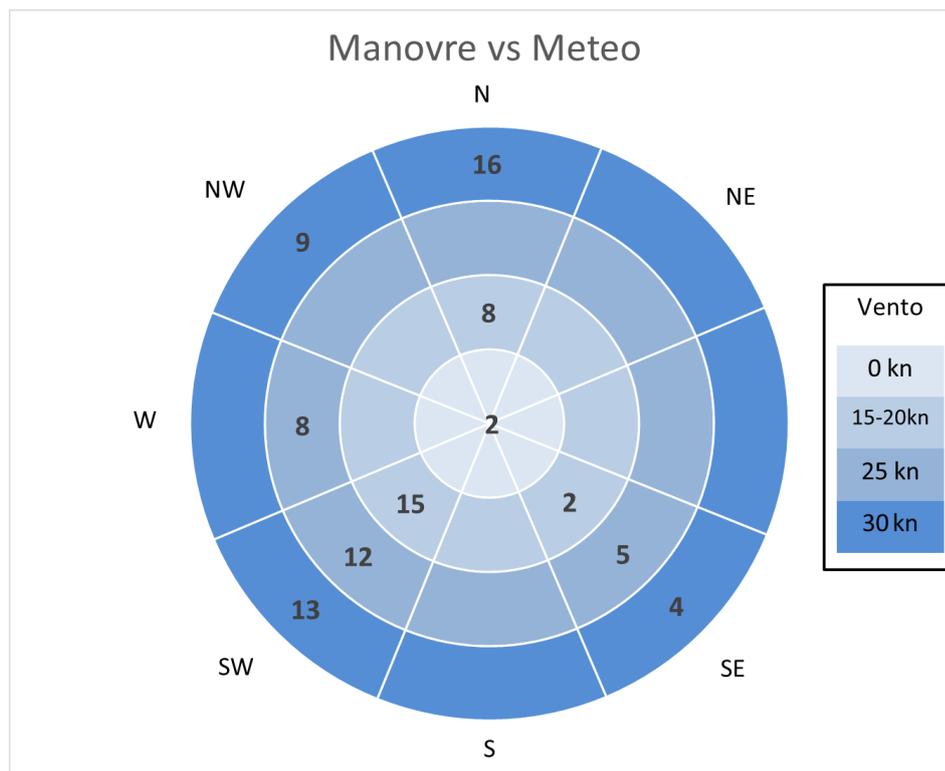


Fig. 7-3 - Numero di manovre associate a direzione e intensità di vento

Relativamente alle due navi utilizzate per lo svolgimento delle simulazioni di manovra, si propongono i seguenti grafici dove:

- i colori 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 **73-I** presente nel quadrante della Tramontana significa che la manovra di ingresso, avente numero 73 della serie, è stata eseguita con 30 kn di vento proveniente da N (Tramontana) ed è risultata *riuscita al limite degli standard di sicurezza*.

Analogamente, la manovra **30-I** è una manovra eseguita con 30 kn di Maestrale, si tratta di un ingresso ed è identificata come *riuscita*.

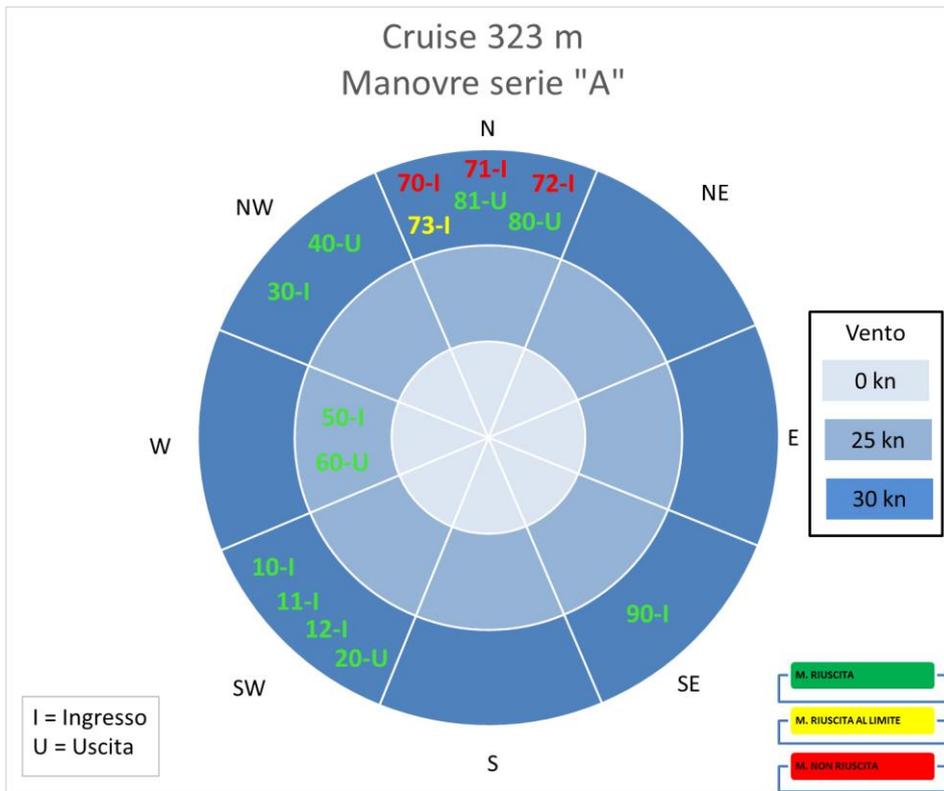


Fig. 7-4 – Manovre Cruise 323 m

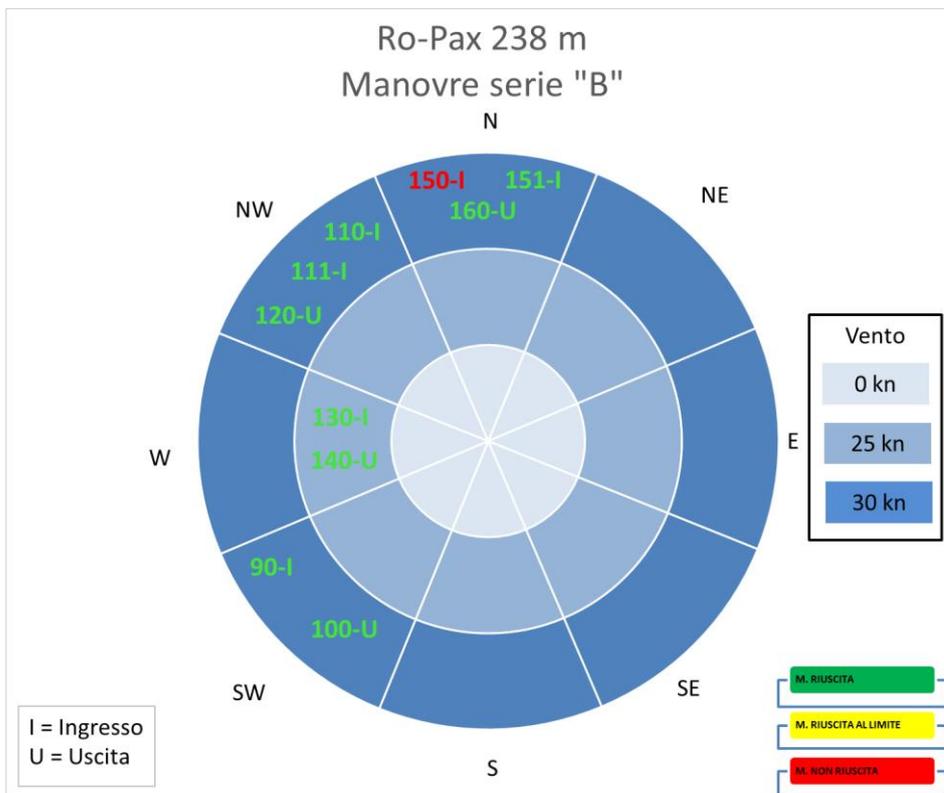


Fig. 7-5 – Manovre Ro-Pax 238 m

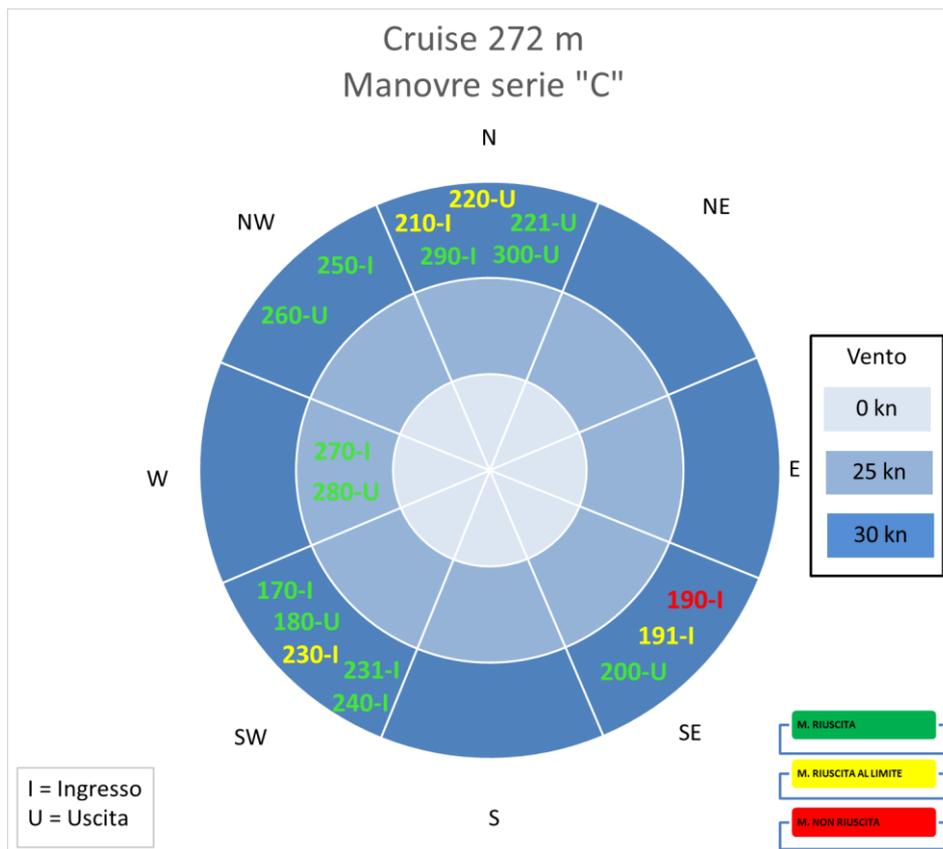


Fig. 7-6 – Manovre Cruise 272 m

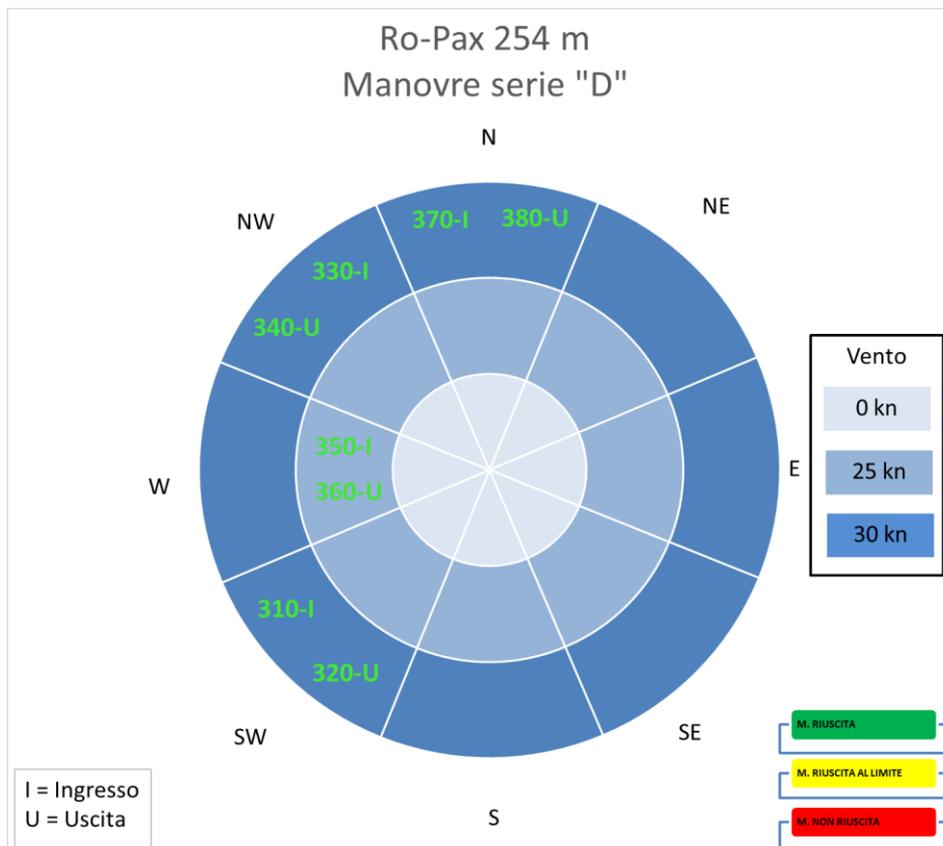


Fig. 7-7 – Manovre Ro-Pax 254 m

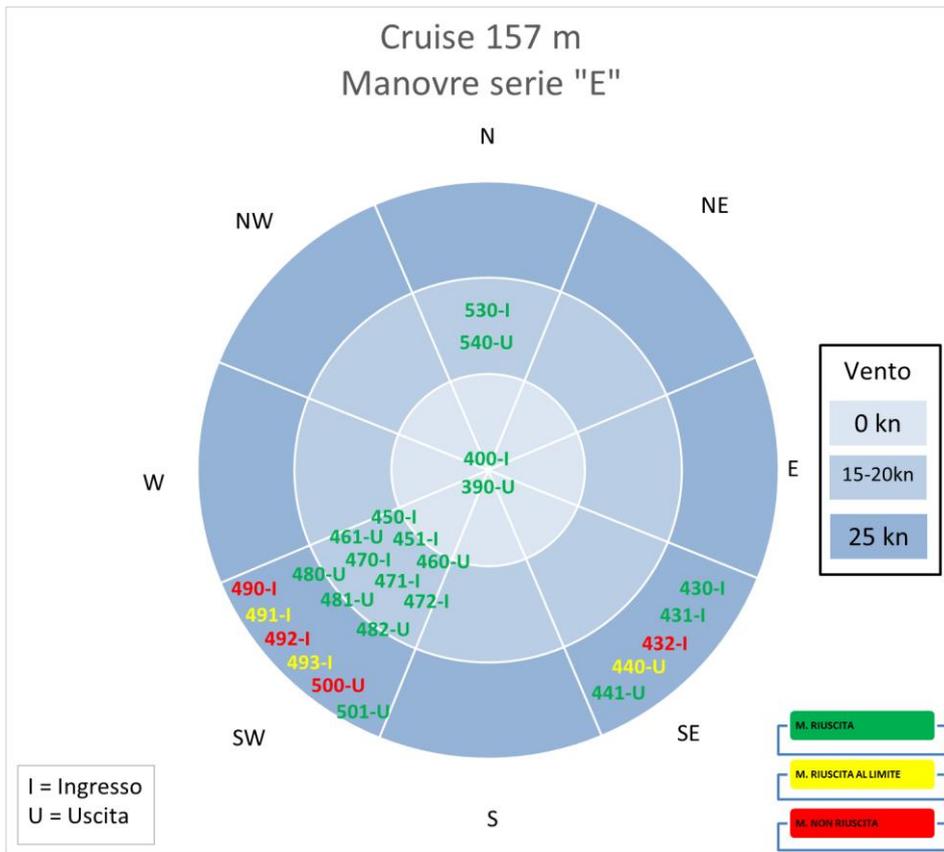


Fig. 7-8 – Manovre Cruise 157 m

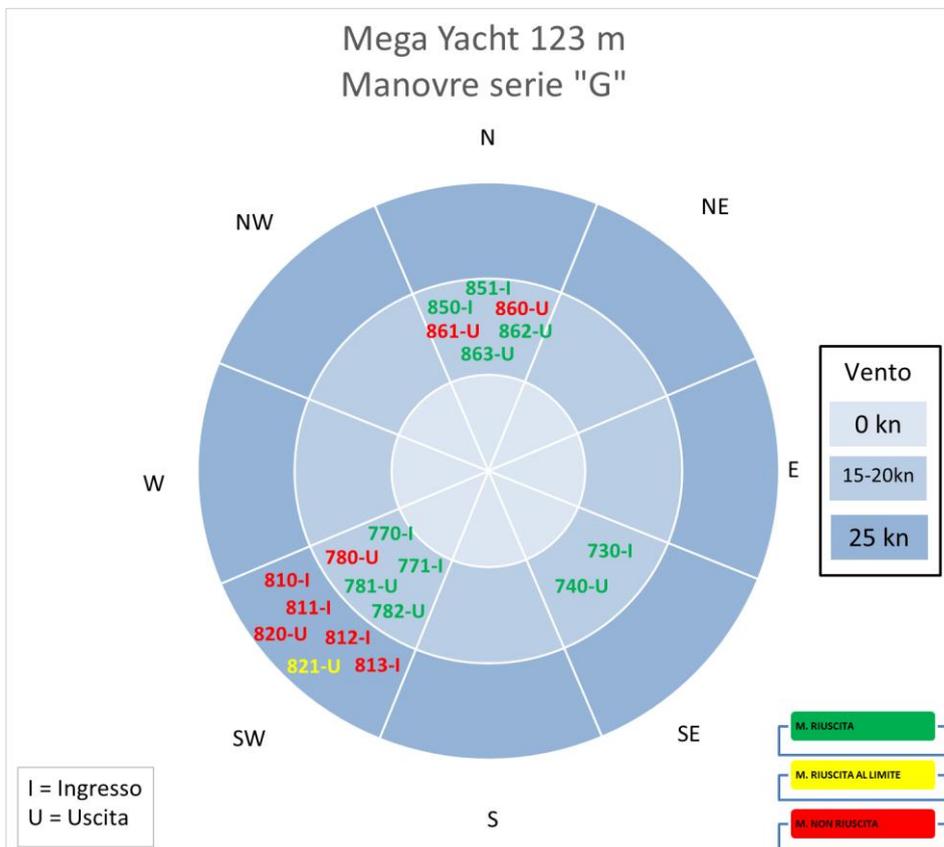


Fig. 7-9 – Manovre Mega yacht 123 m

## 7.2 Riassunto del lavoro – Rimorchiatori

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, dalla valutazione e dall'esperienza maturata nel corso dell'intero studio al simulatore.

In base all'esito delle simulazioni, sono qui di seguito riassunti il numero e la taglia dei rimorchiatori necessari all'esecuzione della manovra in sicurezza (in 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, quelle colorate in giallo indentificano le condizioni in cui la manovra viene svolta al limite degli standard minimi di sicurezza, mentre le condizioni colorate in rosso non sono state ritenute adatte allo svolgimento della manovra in sicurezza.

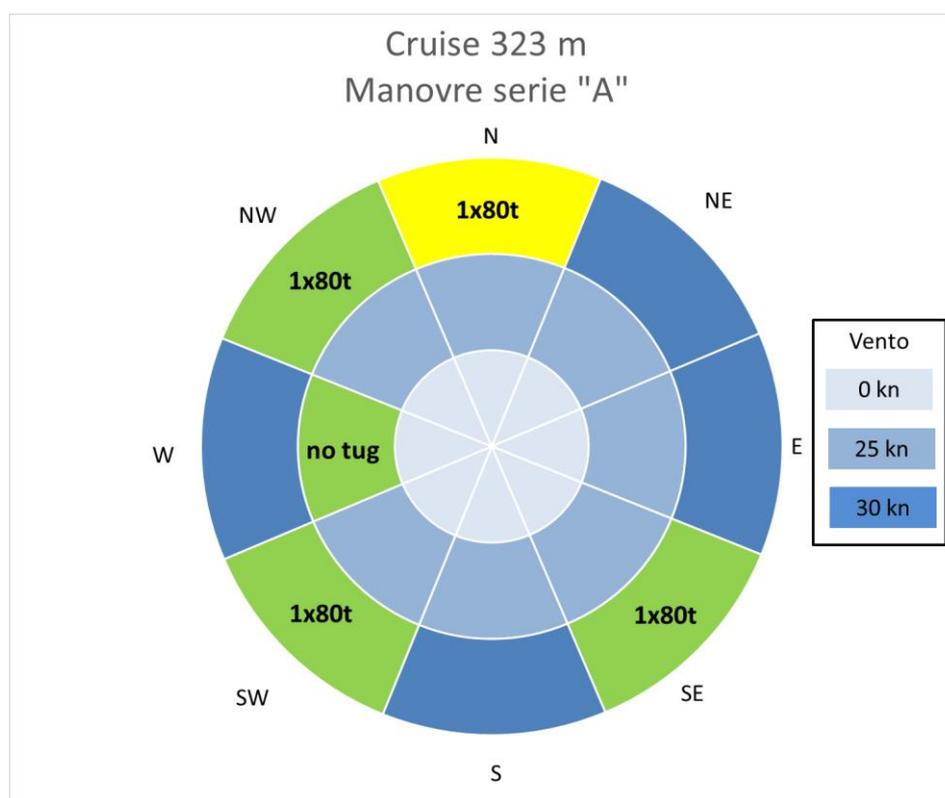


Fig. 7-10 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Cruise 323 m.

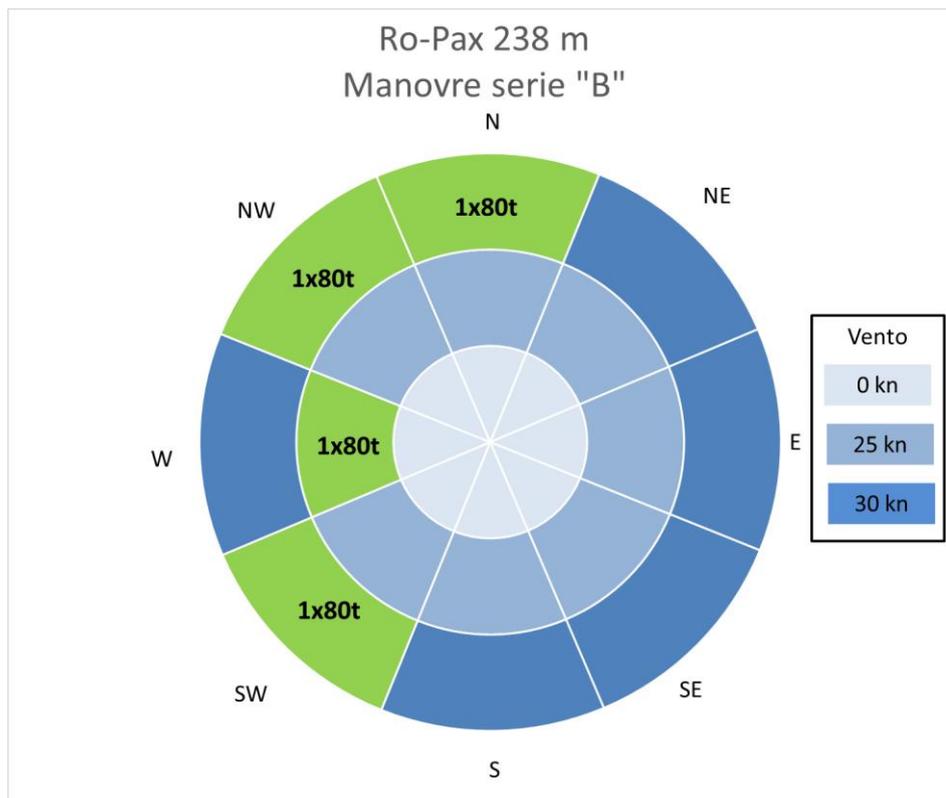


Fig. 7-11 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Ro-Pax 238 m

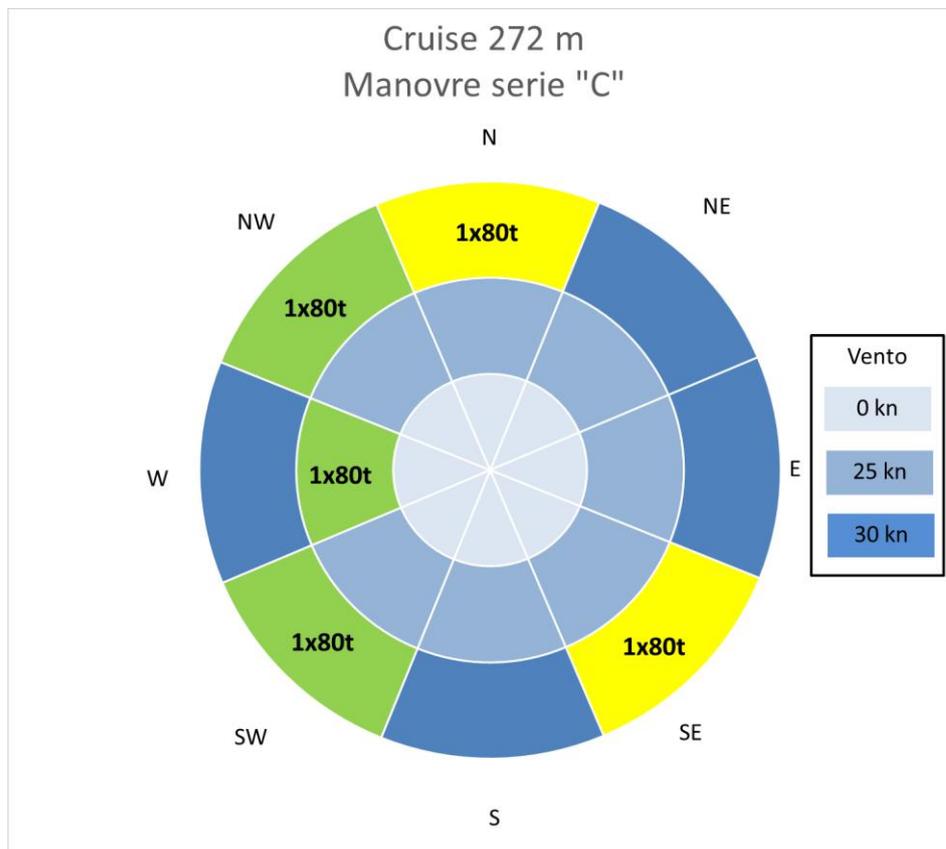


Fig. 7-12 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Cruise 272 m

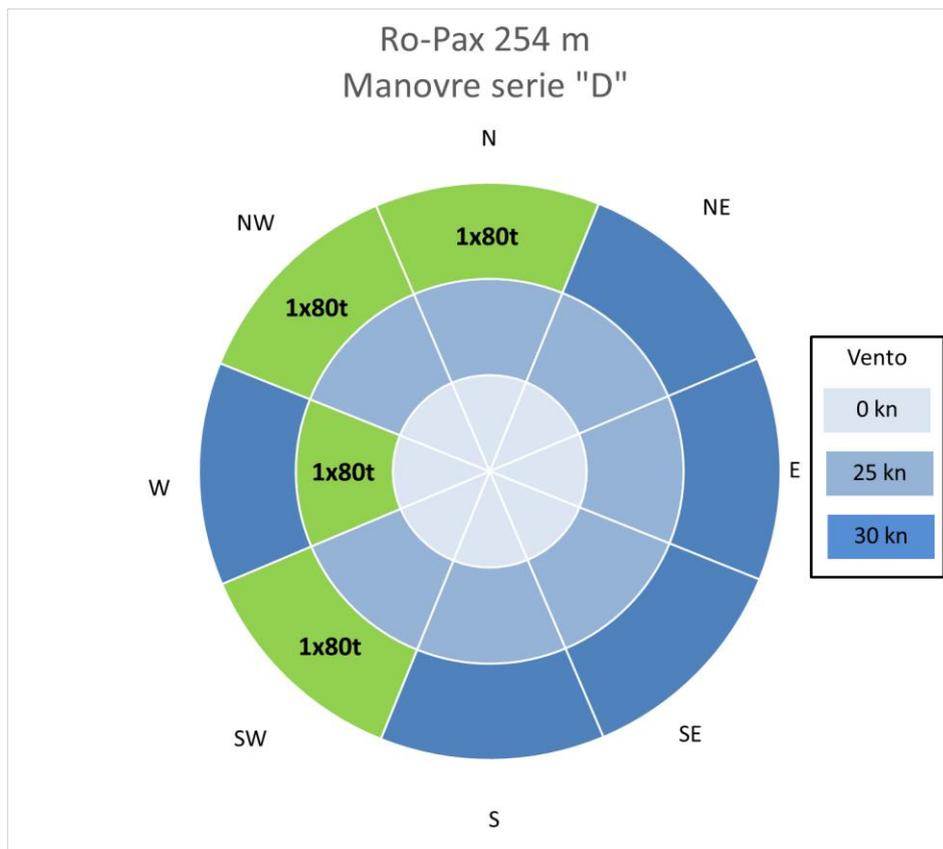


Fig. 7-13 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Ro-Pax 254 m

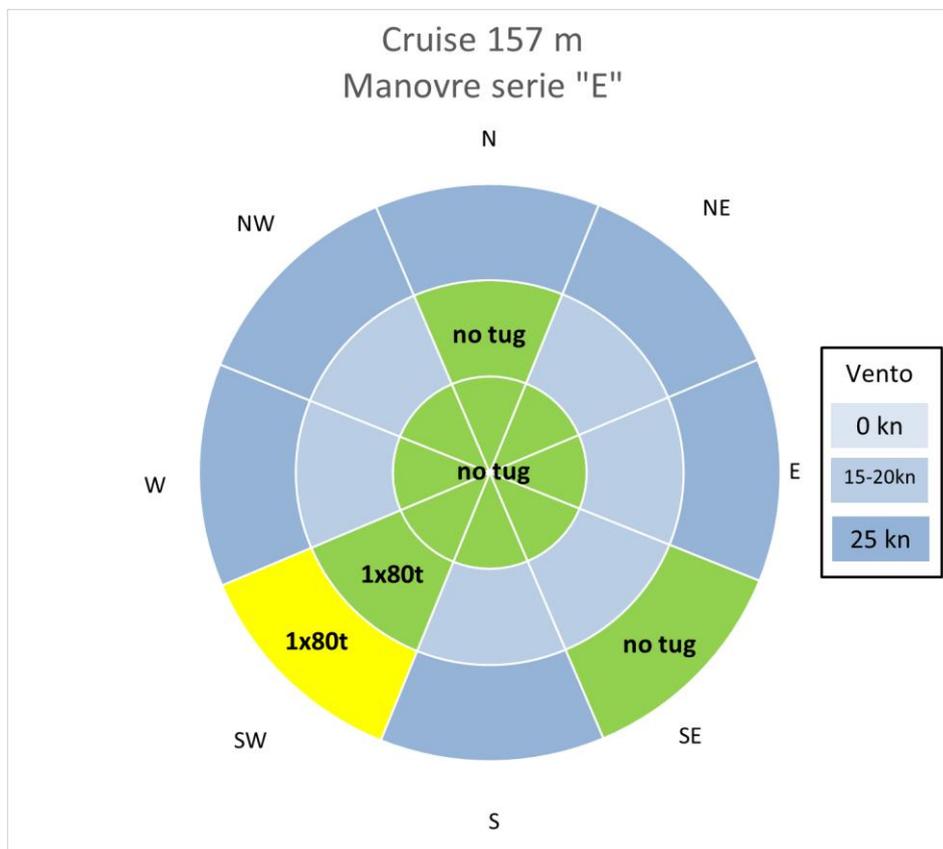


Fig. 7-14 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Cruise 157 m

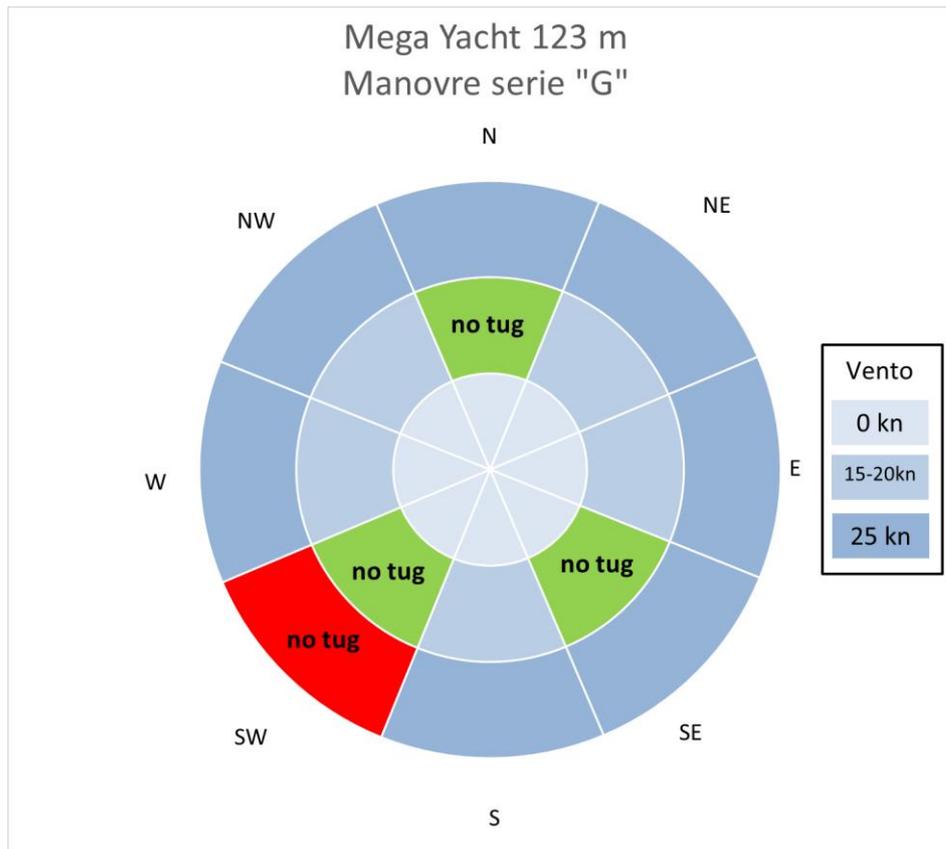


Fig. 7-15 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – Mega yacht 123 m

### 7.3 In sintesi

Lo studio di manovrabilità affrontato al simulatore ha preso in considerazione condizioni meteorologiche critiche per la fattibilità delle manovre nell'area del Porto di Civitavecchia. Le simulazioni svolte con le unità previste per il porto commerciale hanno tuttavia dimostrato la fattibilità delle manovre anche in caso di condizioni meteo severe, mentre è stato identificato un limite operativo inferiore relativamente al bacino storico.

#### Rimorchiatori

Dall'esito delle simulazioni emerge che i rimorchiatori attualmente in dotazione presso il Porto di Civitavecchia risultano adeguati alle dimensioni e tipologie navali previste in accosto. Qui di seguito il dettaglio della configurazione consigliata per ogni tipo di manovra.

Per il **porto commerciale** è necessario predisporre almeno un rimorchiatore (Bollard pull pari a 80t) per condizioni di vento fino a 30kn, considerando l'intervento di uno o più rimorchiatori aggiuntivi nelle condizioni identificate come al limite degli standard minimi di sicurezza (vento con direzione 0°N e 135°N, intensità pari a 30kn).

Per il **bacino storico** è necessario predisporre un rimorchiatore in ausilio alla nave cruise per condizioni di vento fino a 25kn, con particolare attenzione alla condizione di vento di Libeccio di intensità pari a 25 kn, identificata come condizione limite. Relativamente al mega yacht, le manovre di ingresso e uscita sono state effettuate in sicurezza con venti di intensità fino a 20kn, senza considerare l'ausilio di rimorchiatori.

#### Obiettivi raggiunti

Riprendendo gli obiettivi indicati nel Capitolo 1, si riassumono qui di seguito i risultati raggiunti:

- È stata valutata con esito positivo l'adeguatezza dello specchio acqueo a disposizione di diverse tipologie navali in termini di sicurezza della navigazione e di manovrabilità nelle condizioni meteorologiche considerate, al fine di compiere le manovre di arrivo e partenza presso le banchine del porto commerciale e del bacino storico (v. Cap. 7);
- Sono state individuate le condizioni operative limite per lo svolgimento in sicurezza delle manovre di ingresso e uscita, anche con l'ausilio di rimorchiatori (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 la presenza di altre navi ormeggiate e differenti condizioni meteo marine all'interno del porto (v. Cap. 6);
- È stata valutata con esito positivo l'adeguatezza dei rimorchiatori (per numero, tipologia e tiro massimo) necessari per la manovra in sicurezza della nave (v. Cap 7).

## 8 RIFERIMENTI

- Rif. 1. Disegno del layout portuale di progetto  
“banchina 18 Layout1.pdf”  
Fonte: Cliente
- Rif. 2. Planimetria aggiornata imboccatura sud  
“PLAN AGG.pdf”  
Fonte: Cliente
- Rif. 3. Relazione tecnica prolungamento antemurale  
“03\_PR1\_PR\_002\_00\_GEN\_Rel tecn antemurale\_estratto.pdf”  
Fonte: Cliente/Modimar
- Rif. 4. Relazione tecnica nuovo accesso al bacino storico  
“04\_PR2\_PR\_002\_00\_GEN\_Rel tecn nuovo accesso\_estratto.pdf”  
Fonte: Cliente/Modimar
- Rif. 5. Addendum studio della penetrazione del moto ondoso  
“05\_Addendum\_Penetrazione moto ondoso.pdf”  
Fonte: Cliente/Modimar

Simulazioni di manovra per il Porto di  
Civitavecchia

14537

00

73 / 126



## APPENDICI



## **APPENDICE A**

### **TRACCIATI DELLE MANOVRE**

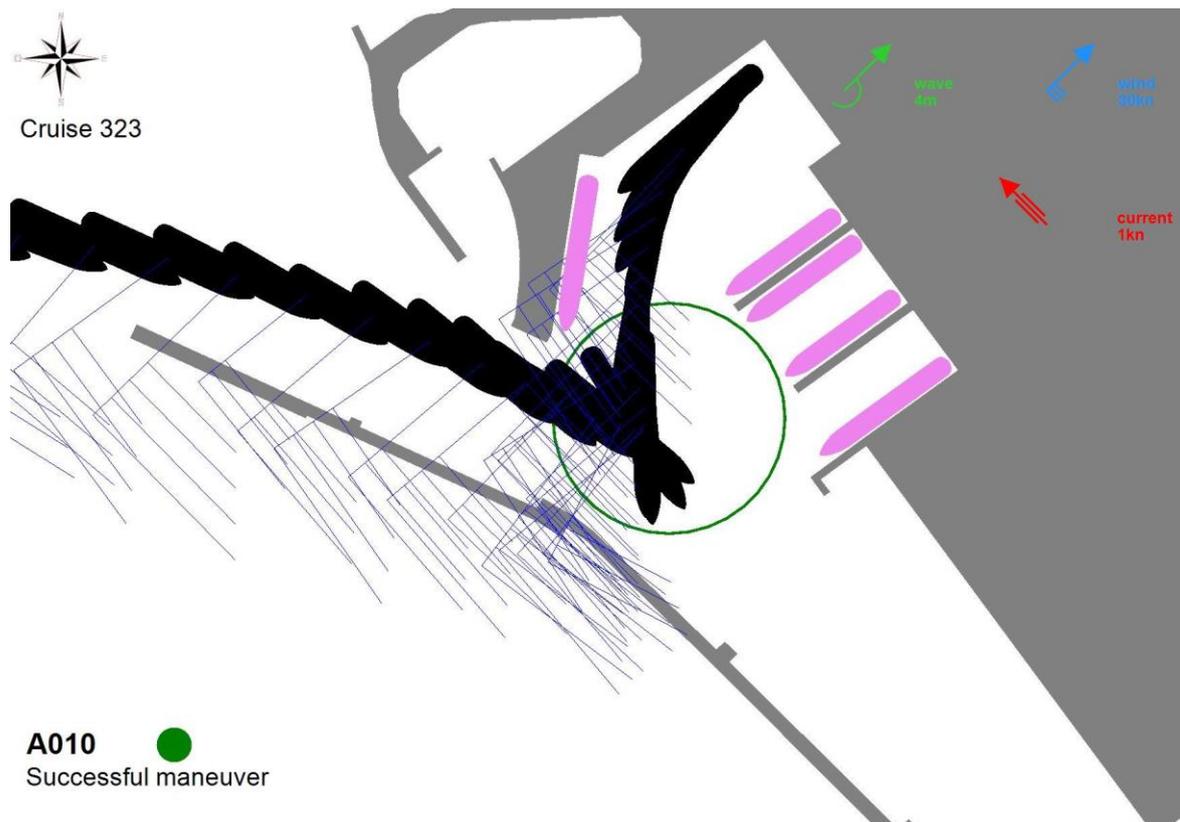


Fig. A - 1 – Manovra A010 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

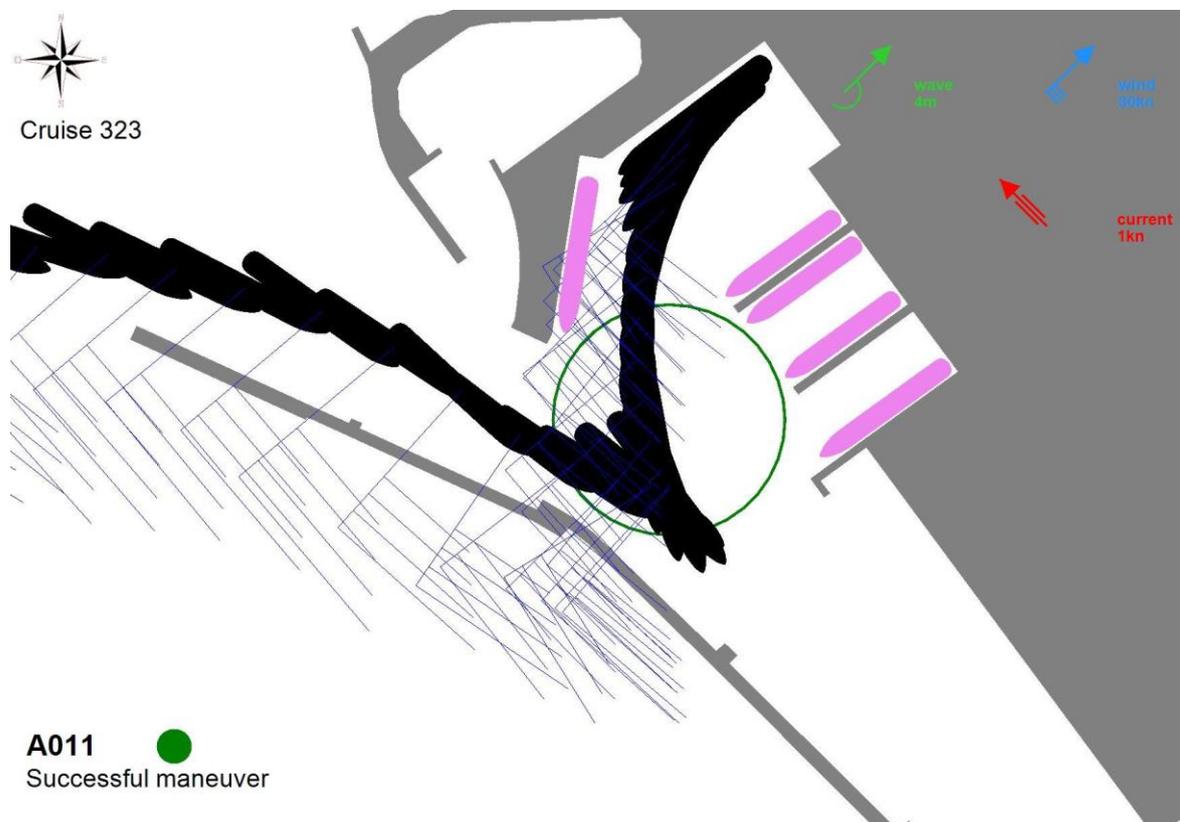


Fig. A - 2 – Manovra A011 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

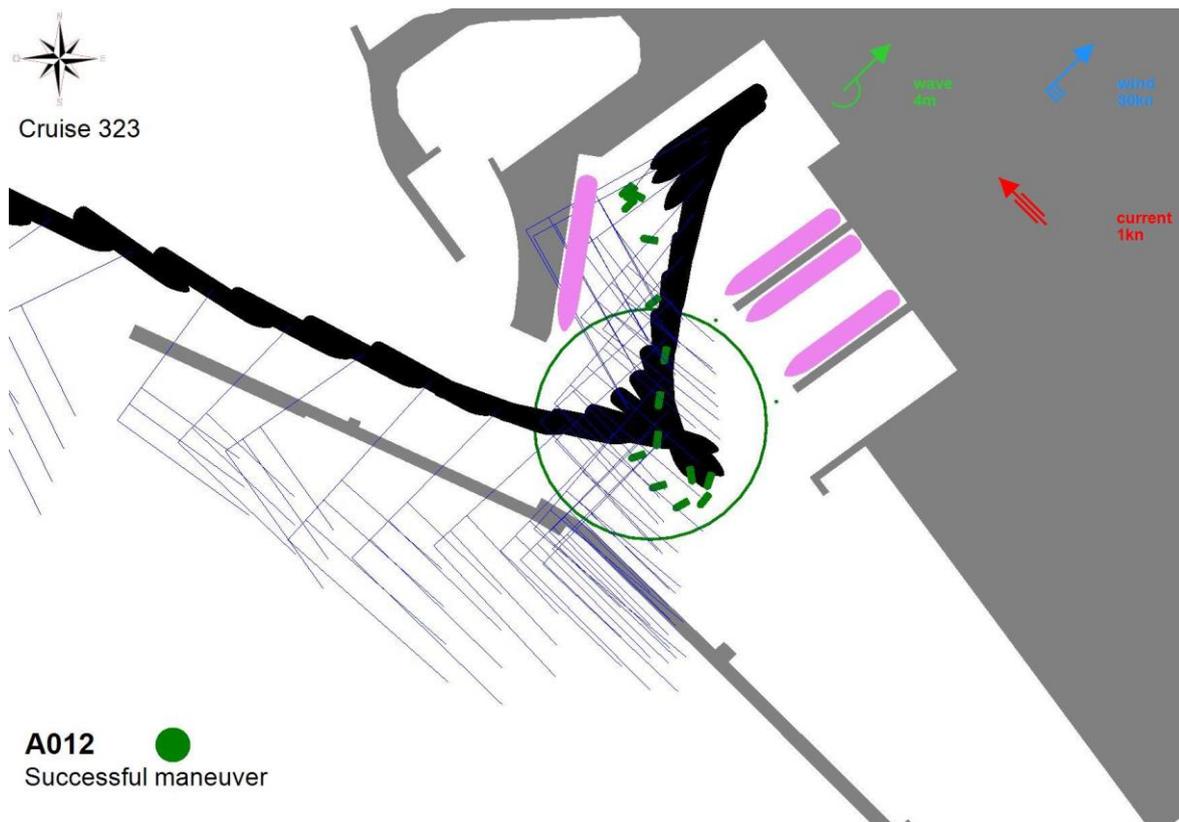


Fig. A - 3 – Manovra A012 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

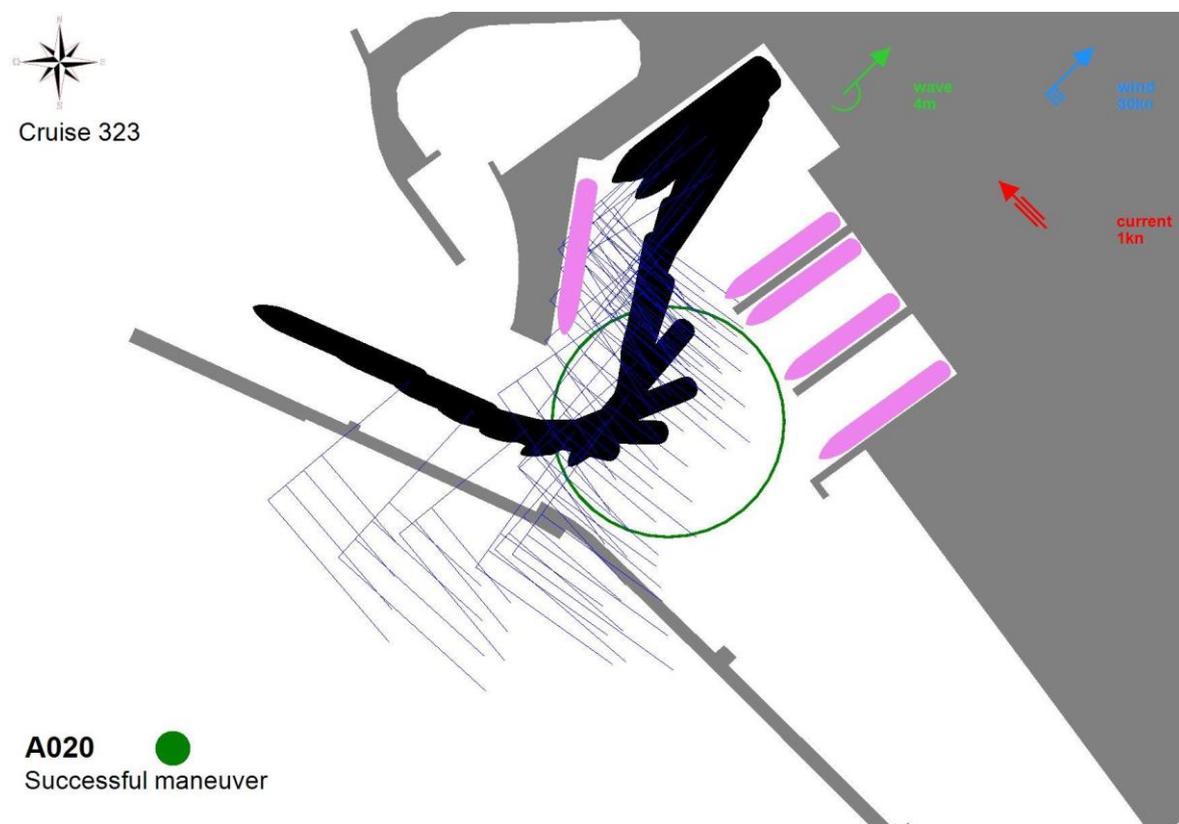


Fig. A - 4 – Manovra A020 – Cruise 323 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

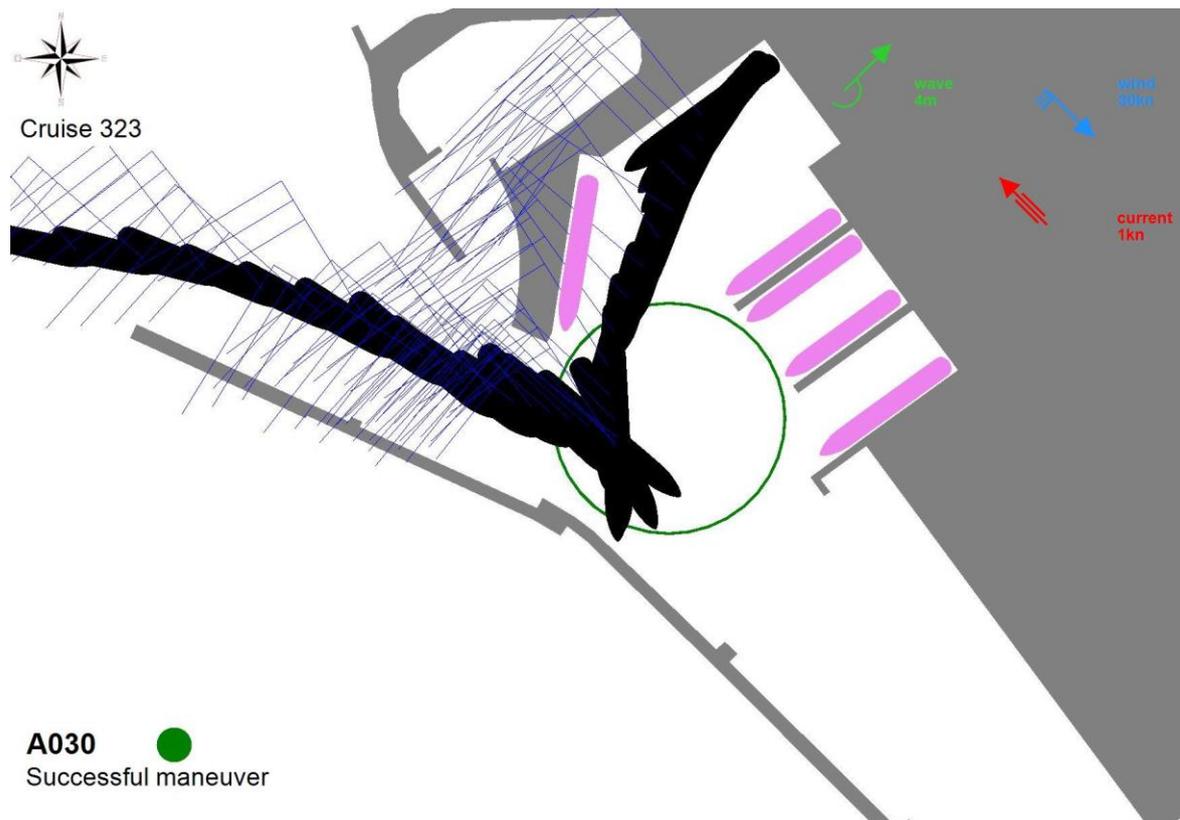


Fig. A - 5 – Manovra A030 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 30 nodi.

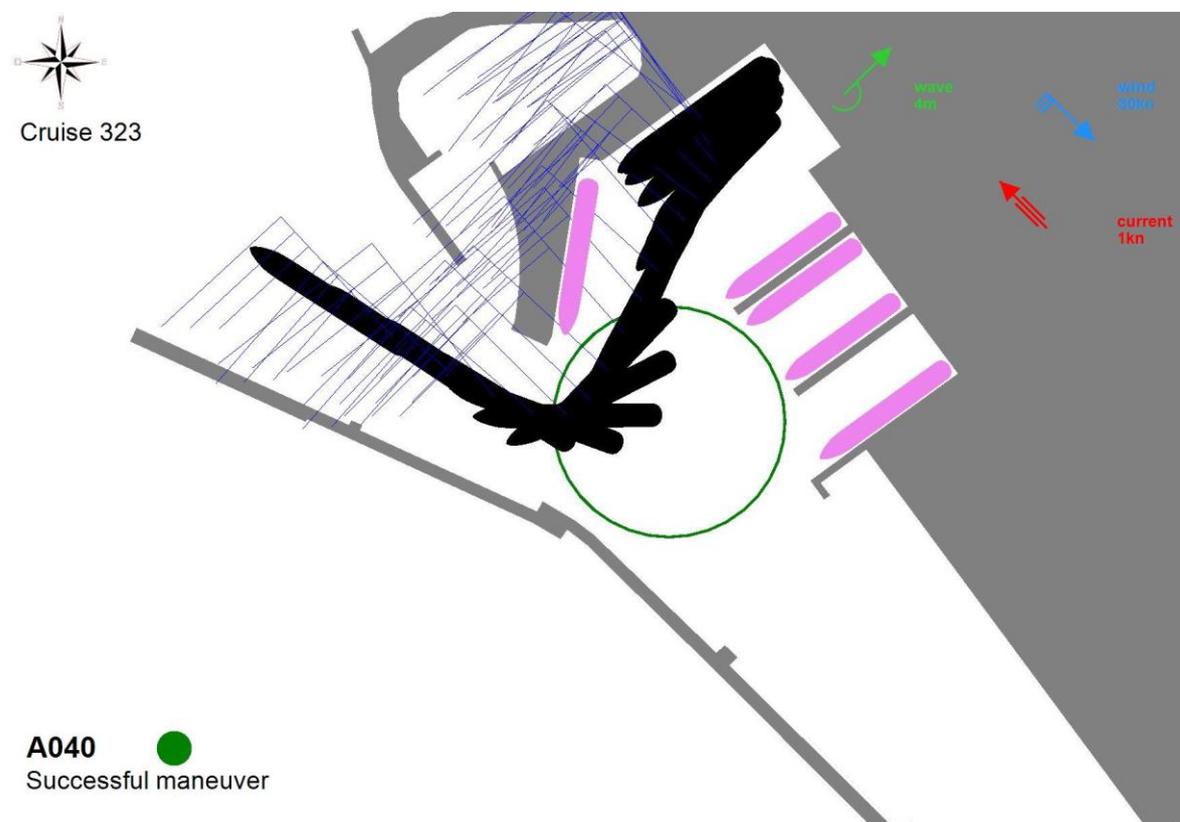


Fig. A - 6 – Manovra A040 – Cruise 323 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 30 nodi.

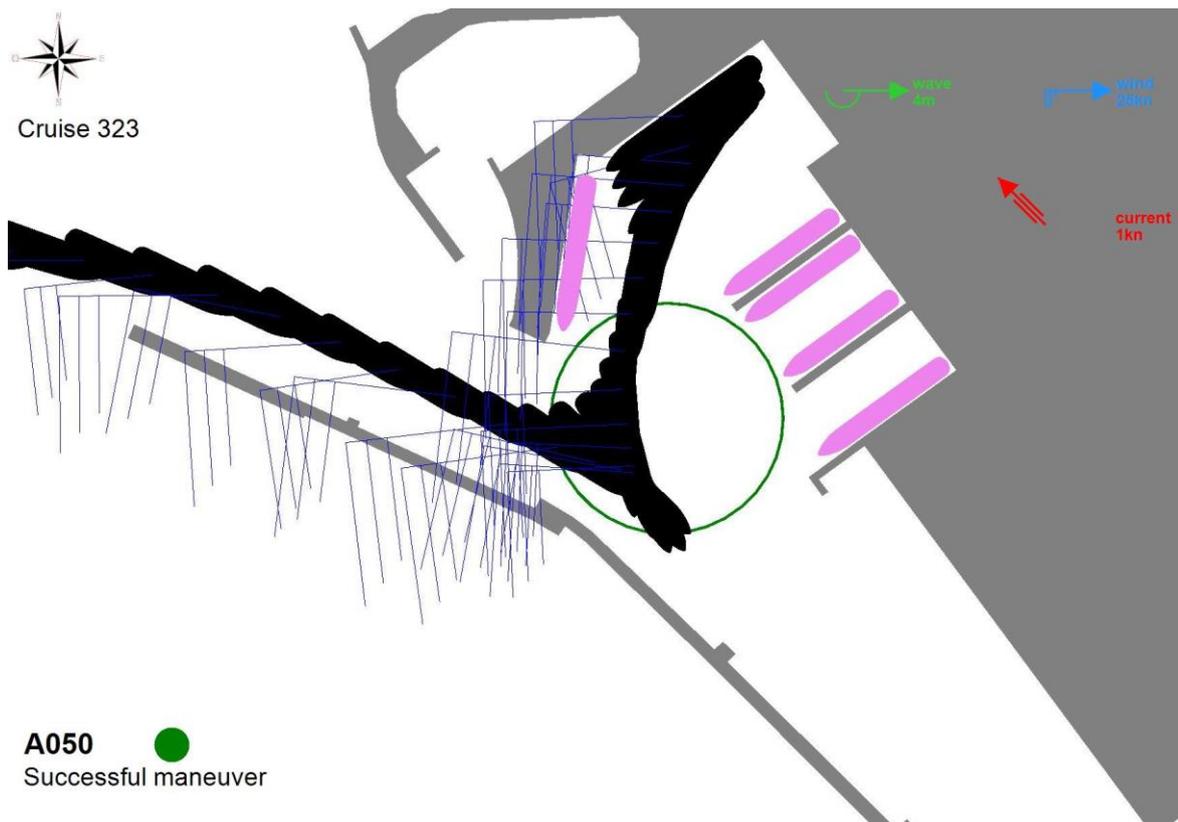


Fig. A - 7 – Manovra A050 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Ponente 25 nodi.

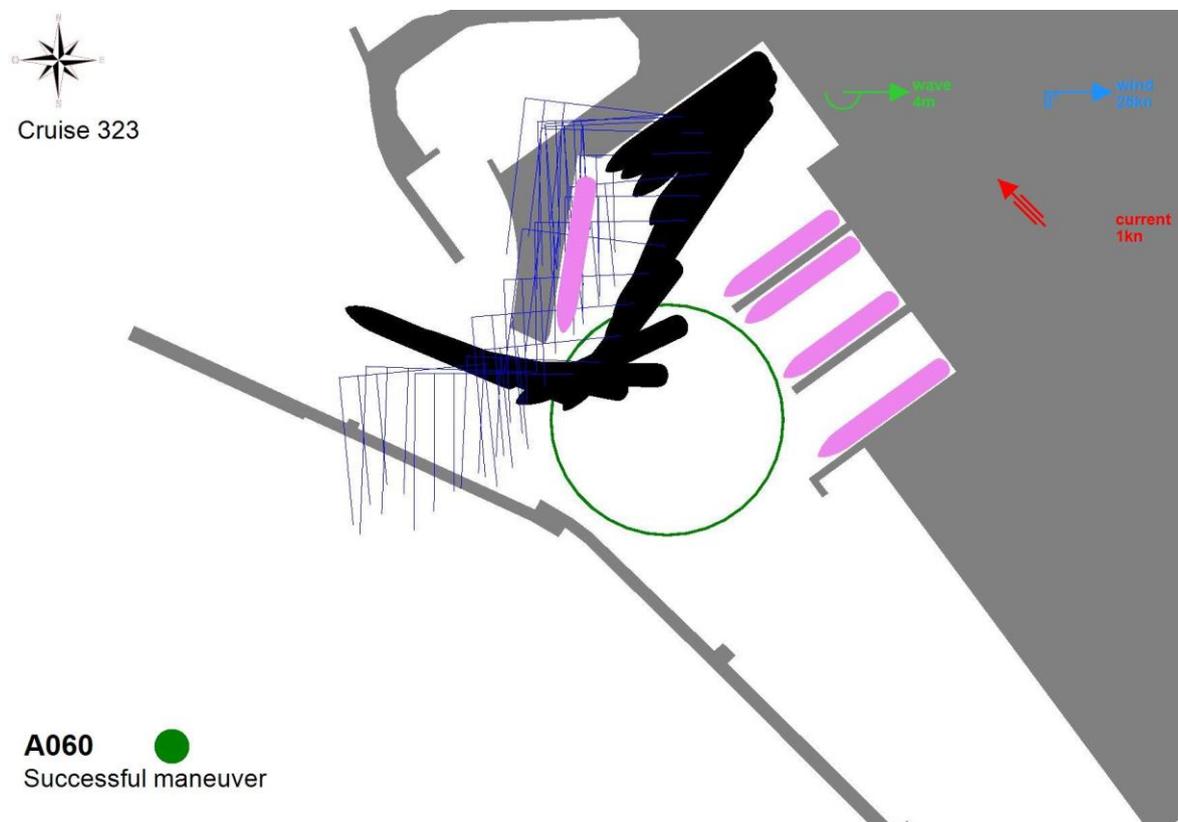


Fig. A - 8 – Manovra A060 – Cruise 323 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Ponente 25 nodi.

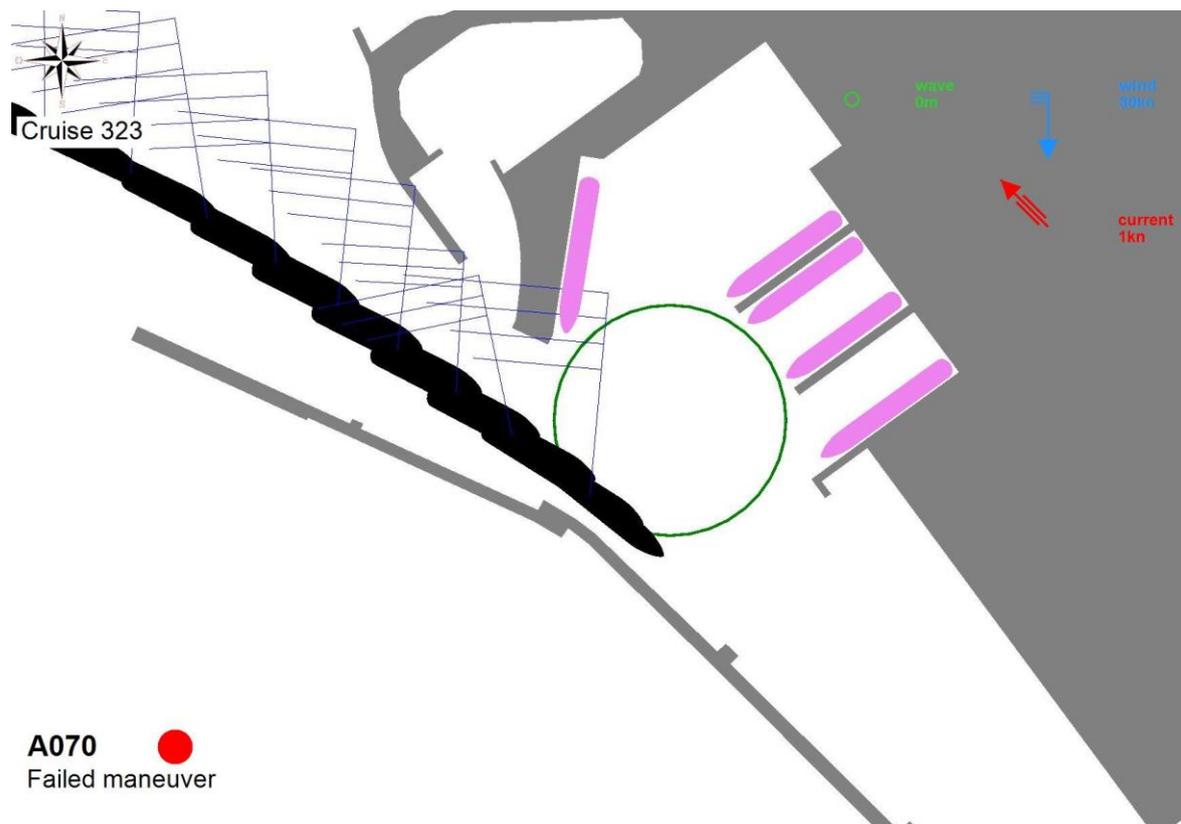


Fig. A - 9 – Manovra A070 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
 Tramontana 30 nodi.

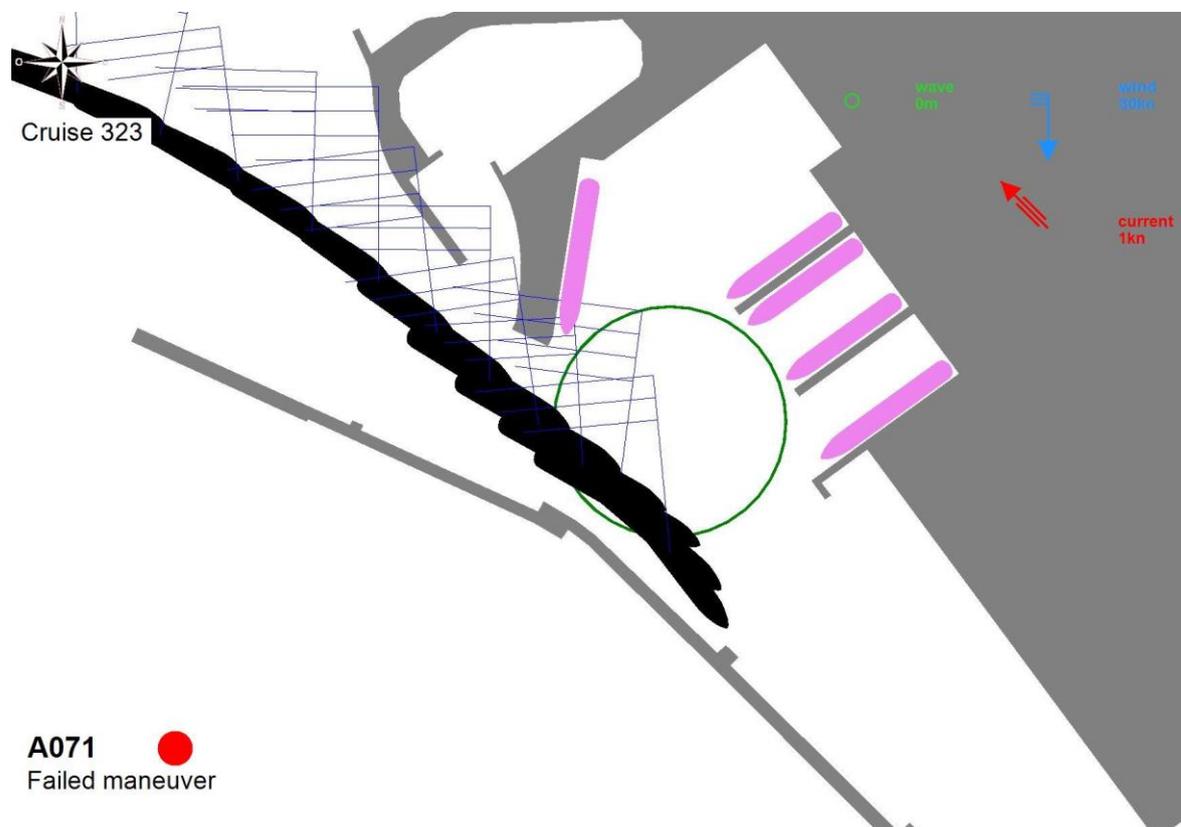


Fig. A - 10 – Manovra A071 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
 Tramontana 30 nodi.

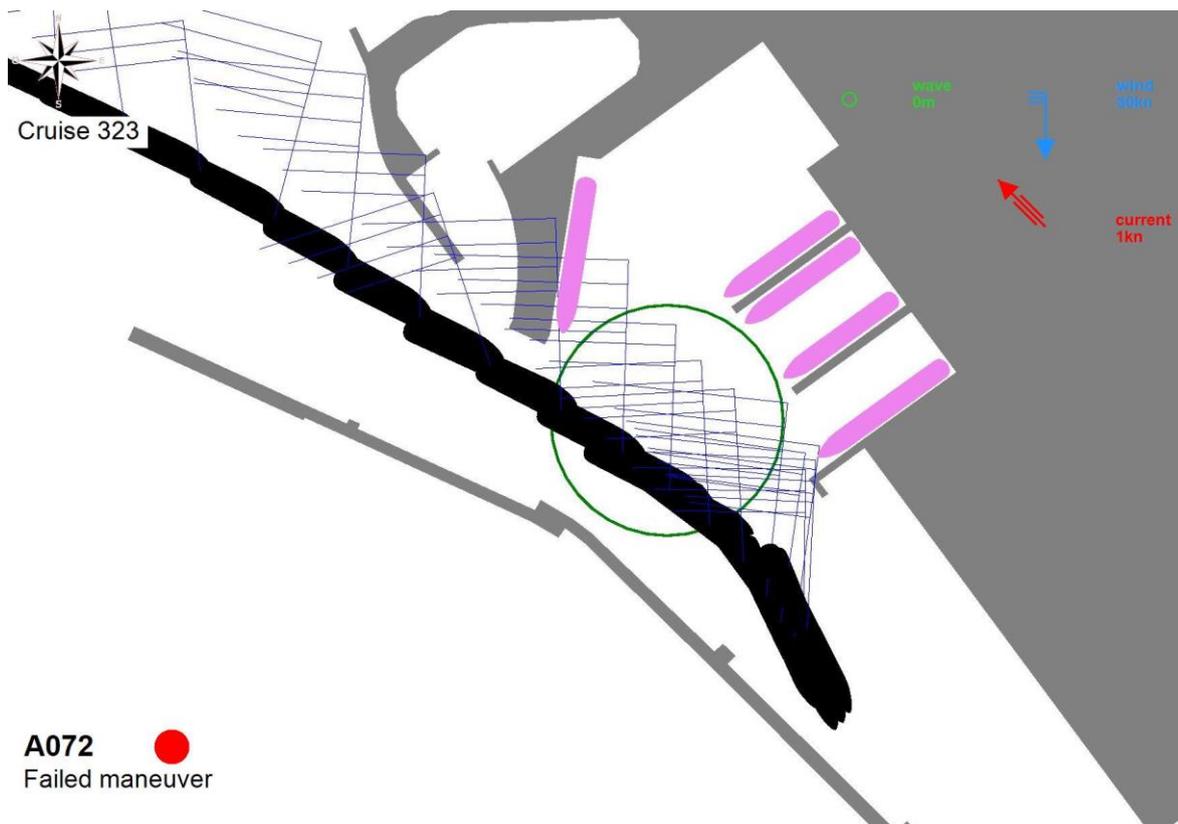


Fig. A - 11 – Manovra A072 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.

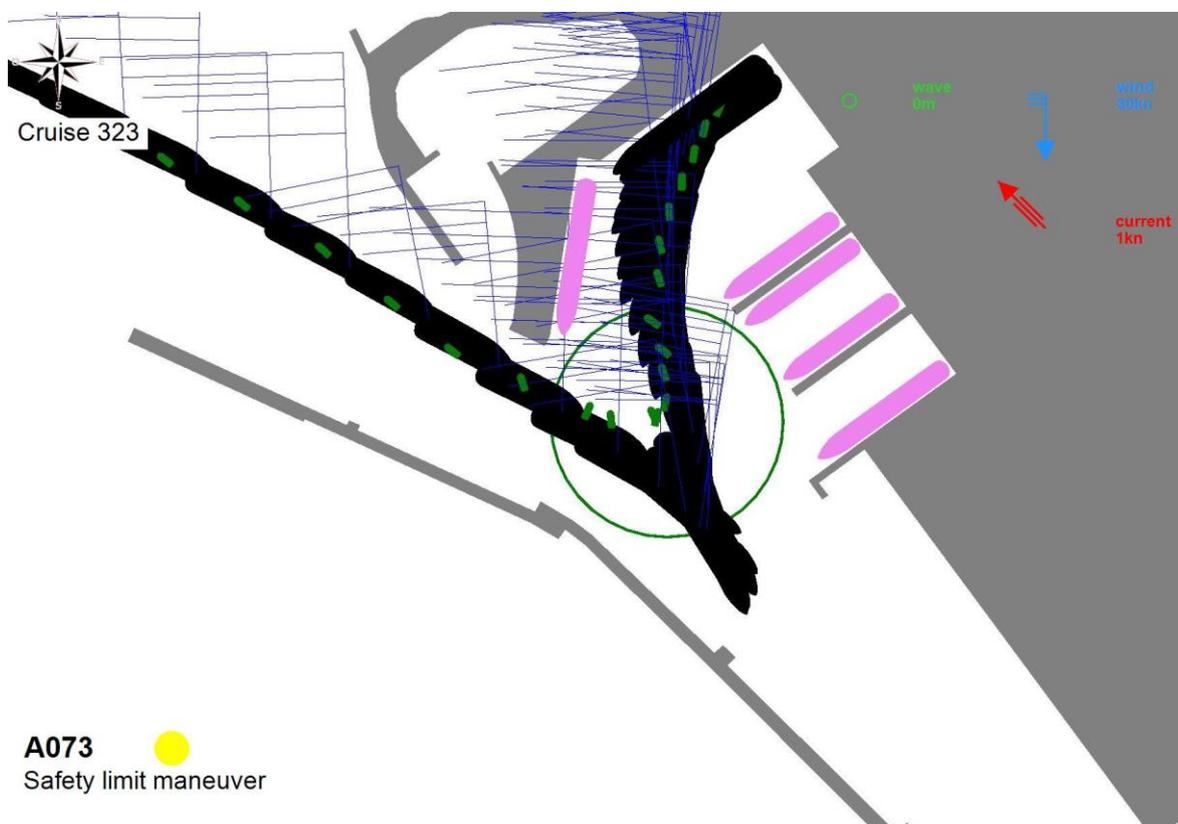


Fig. A - 12 – Manovra A073 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
Tramontana 30 nodi.

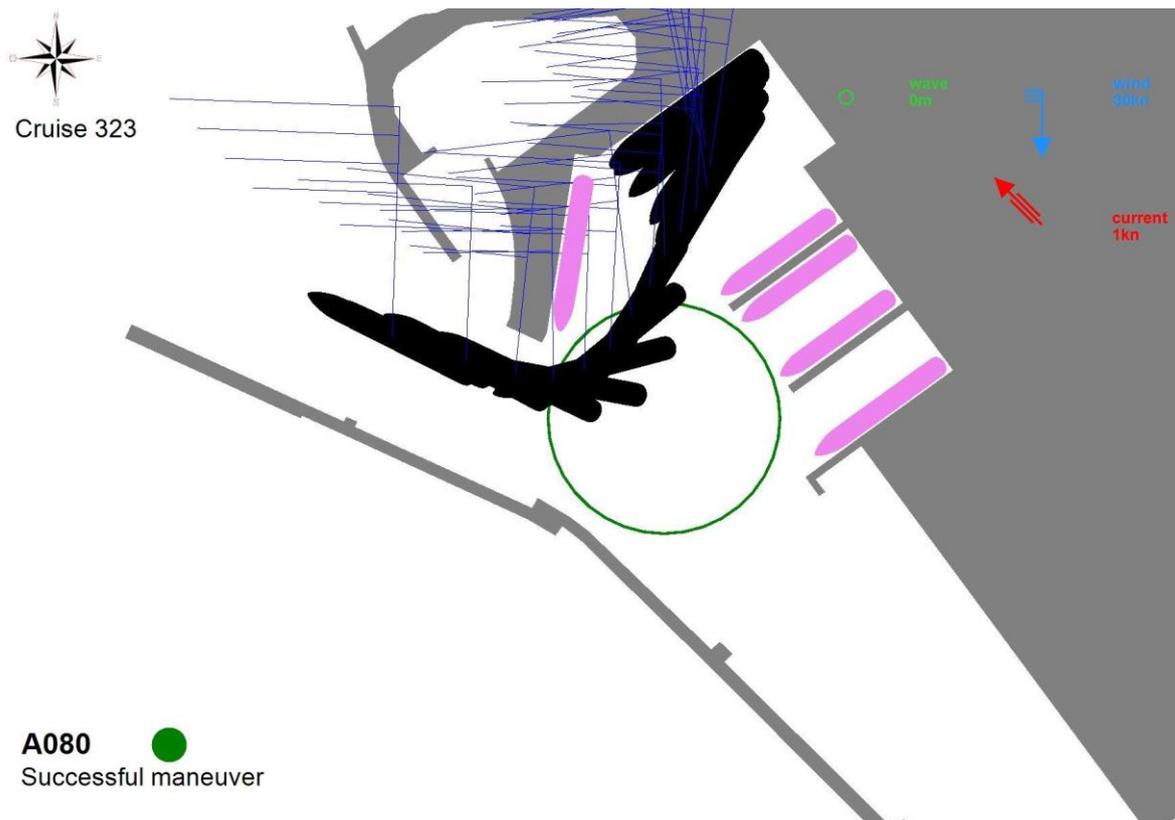


Fig. A - 13 – Manovra A080 – Cruise 323 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.

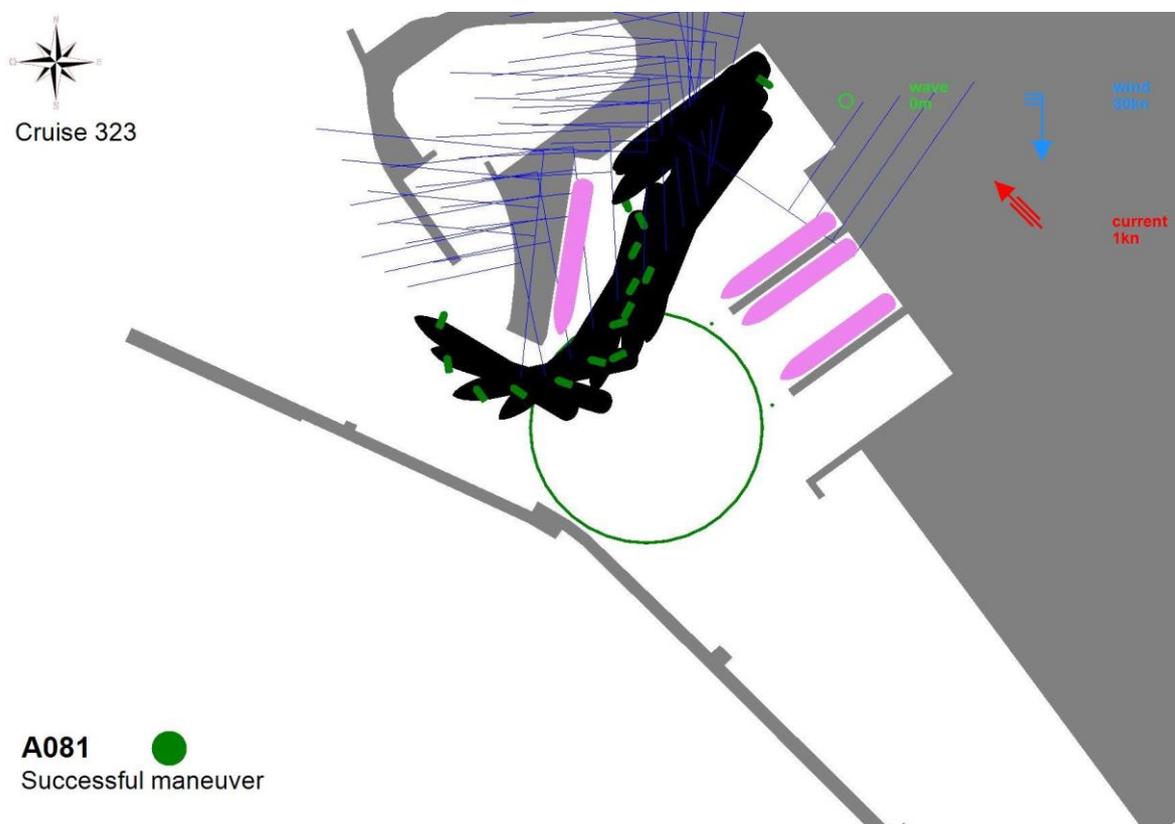


Fig. A - 14 – Manovra A081 – Cruise 323 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.

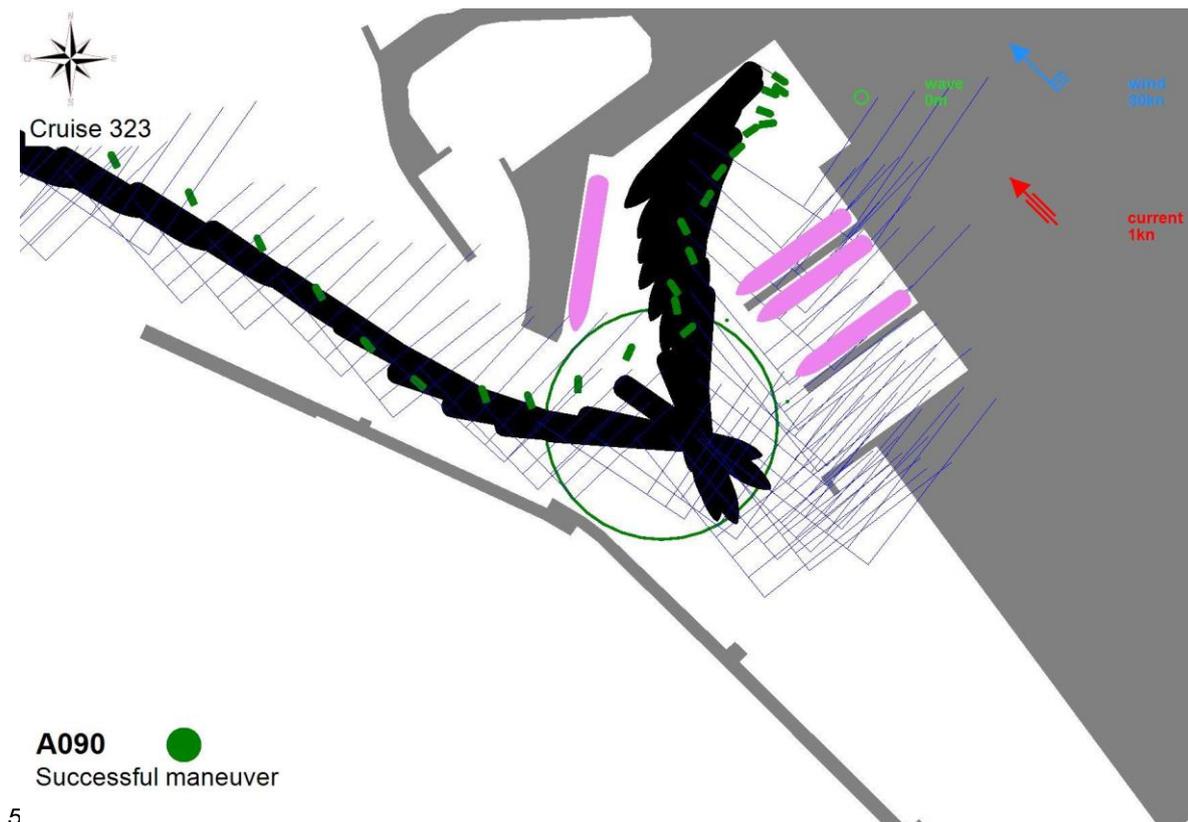


Fig. A - 15 – Manovra A090 – Cruise 323 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Scirocco 30 nodi.

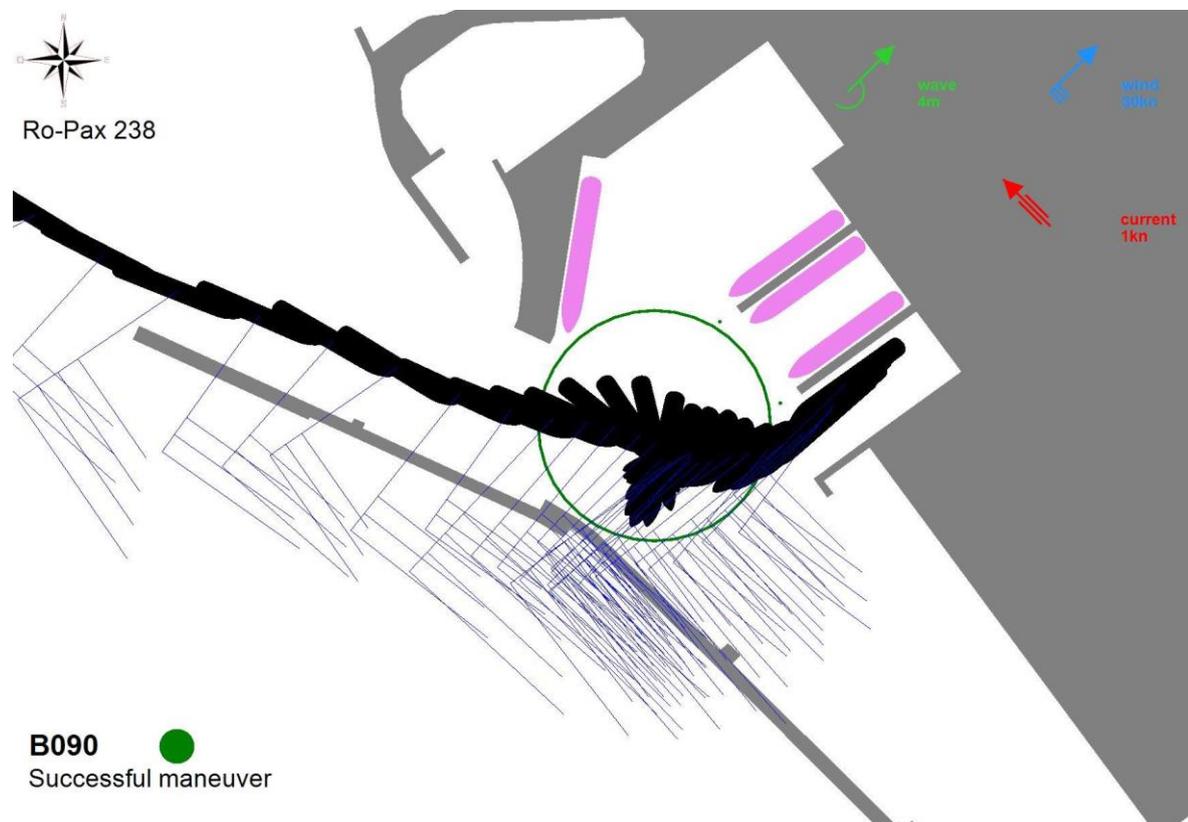


Fig. A - 16 – Manovra B090 – Ro-Pax 238 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

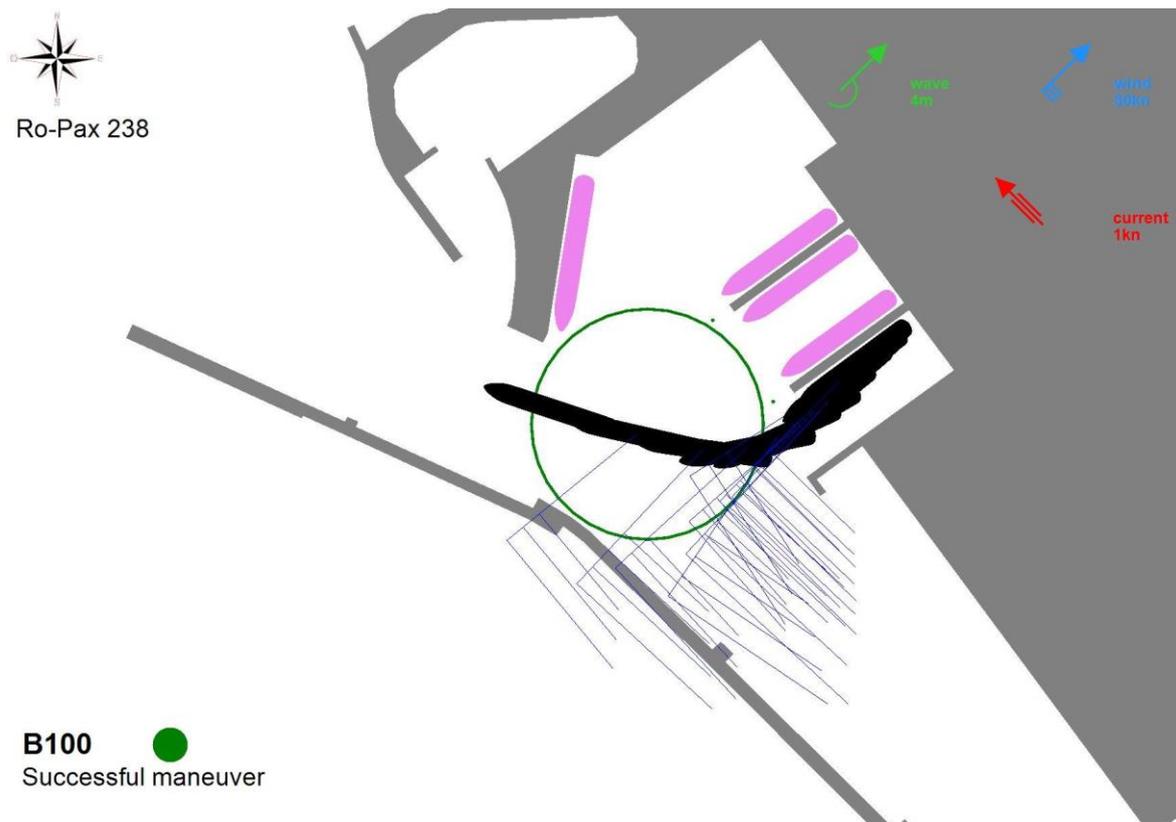


Fig. A - 17 – Manovra B100 – Ro-Pax 238 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Libeccio 30 nodi.

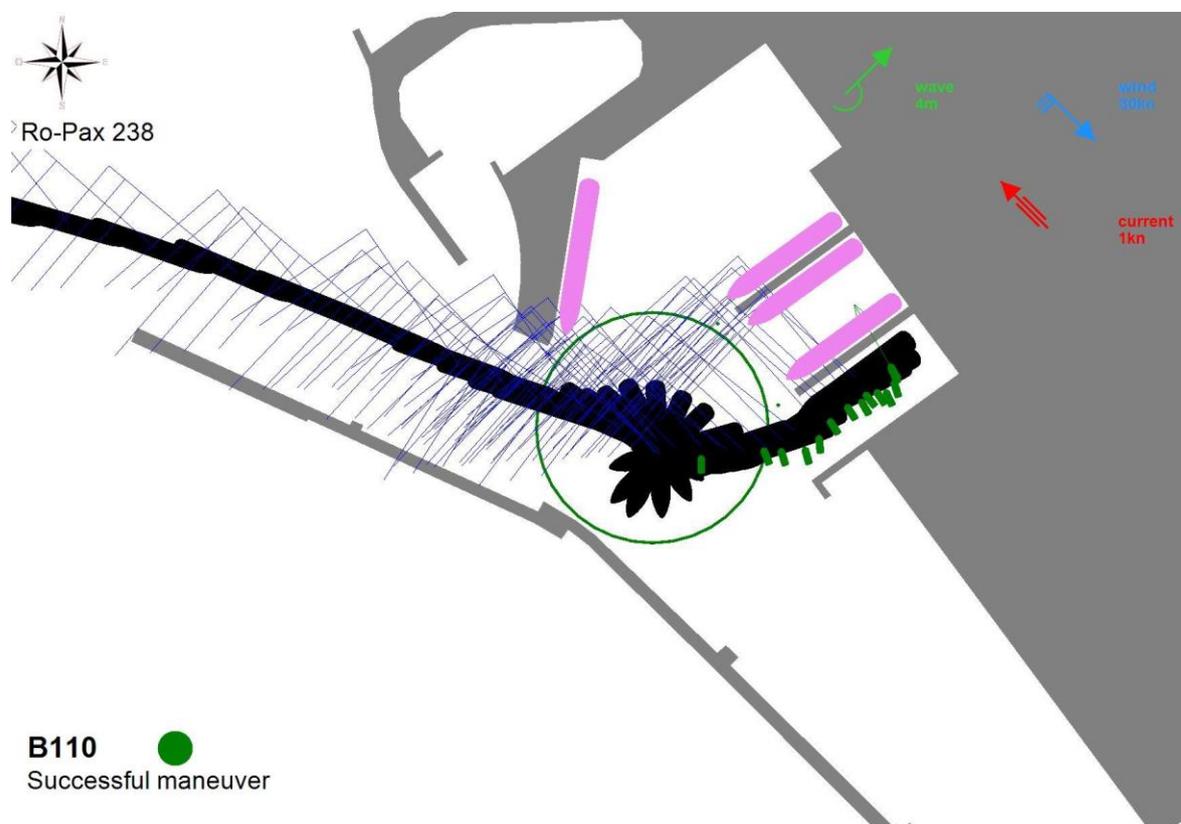


Fig. A - 18 – Manovra B110 – Ro-Pax 238 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Maestrale 30 nodi.

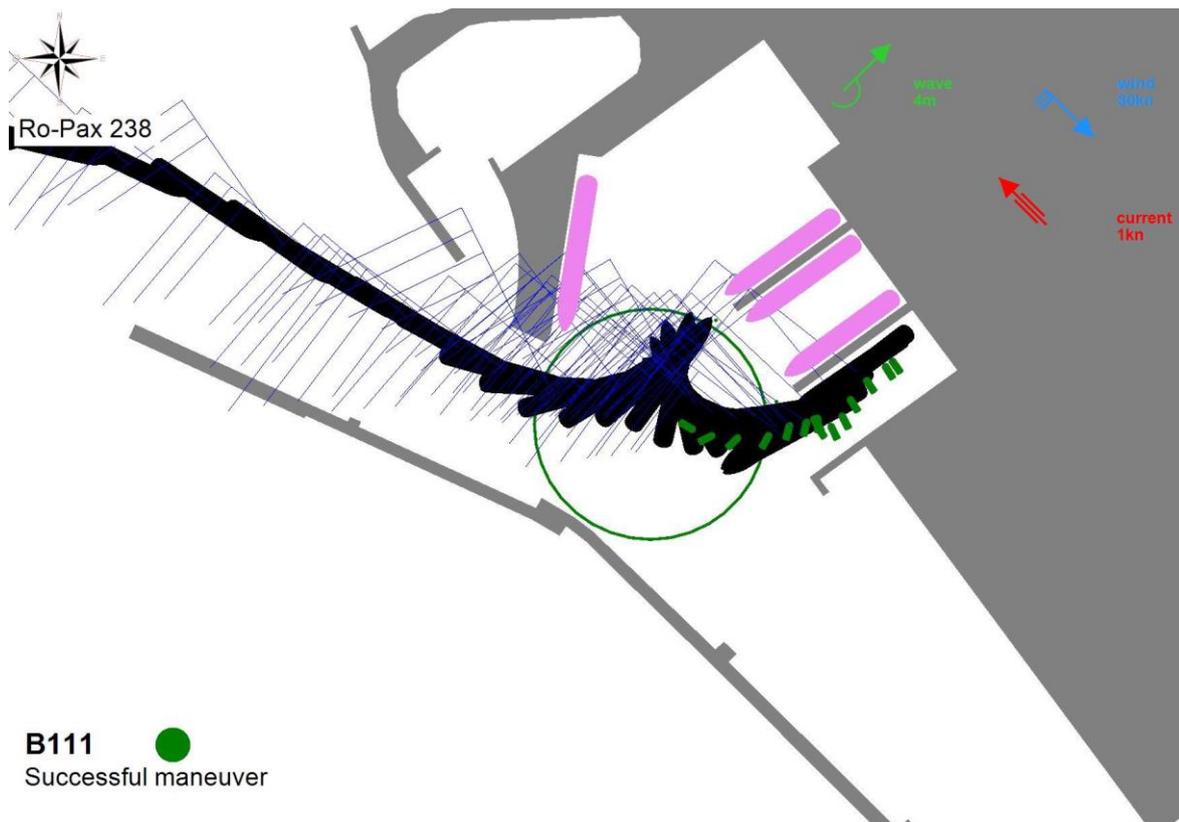


Fig. A - 19 – Manovra B111 – Ro-Pax 238 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 30 nodi.



Fig. A - 20 – Manovra B120 – Ro-Pax 238 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 30 nodi.

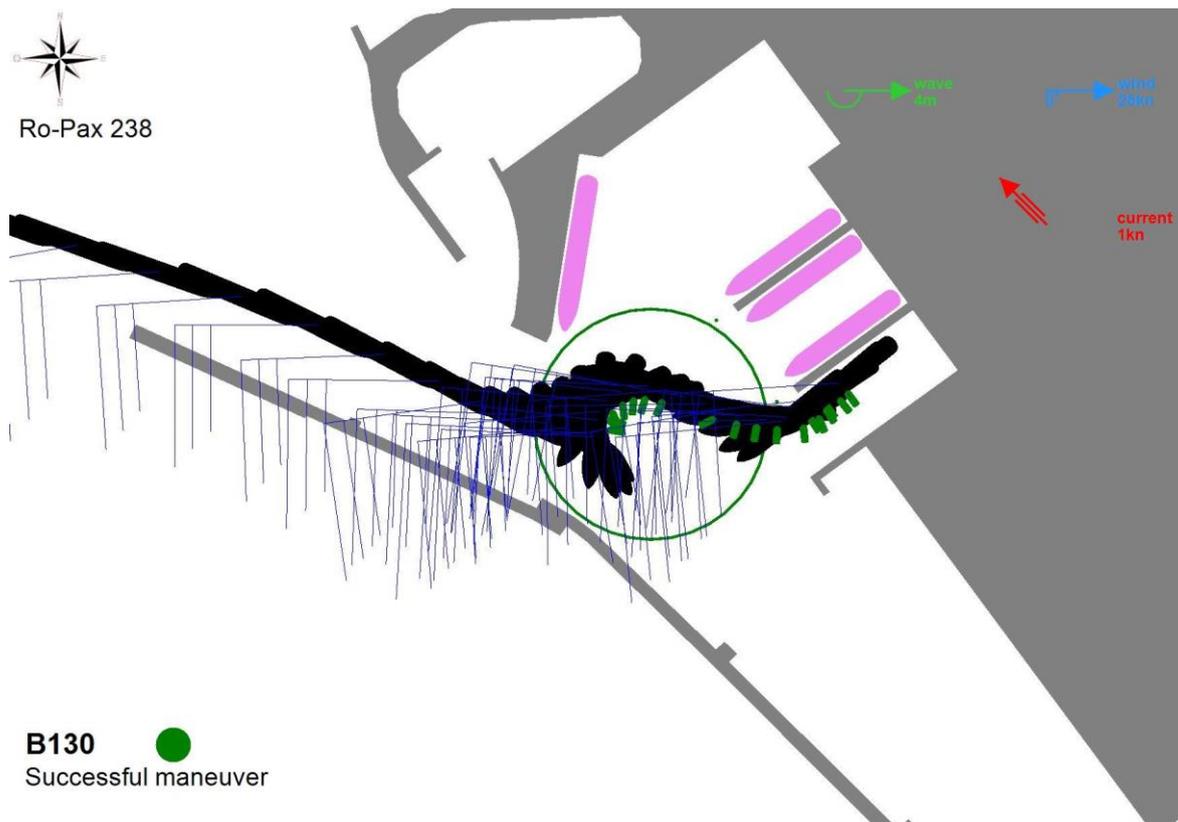


Fig. A - 21 – Manovra B130 – Ro-Pax 238 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Ponente 25 nodi.

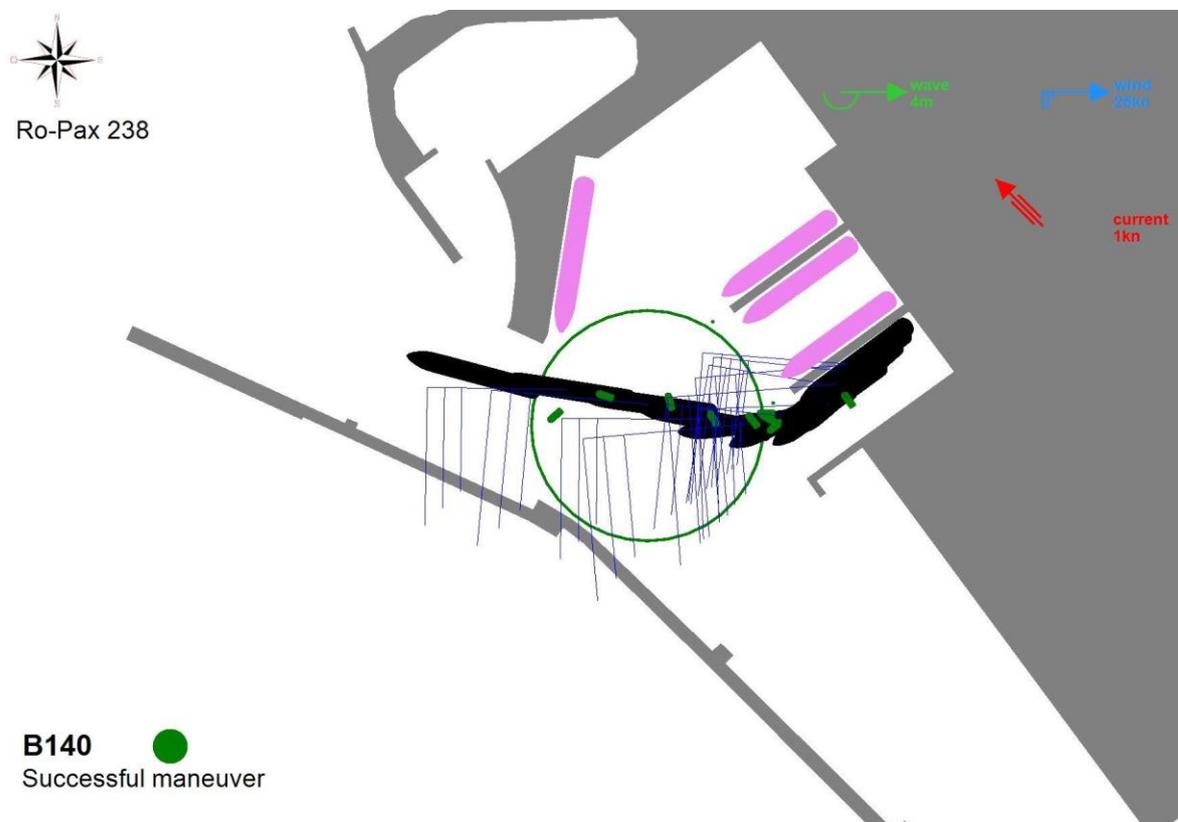


Fig. A - 22 – Manovra B140 – Ro-Pax 238 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Ponente 25 nodi.

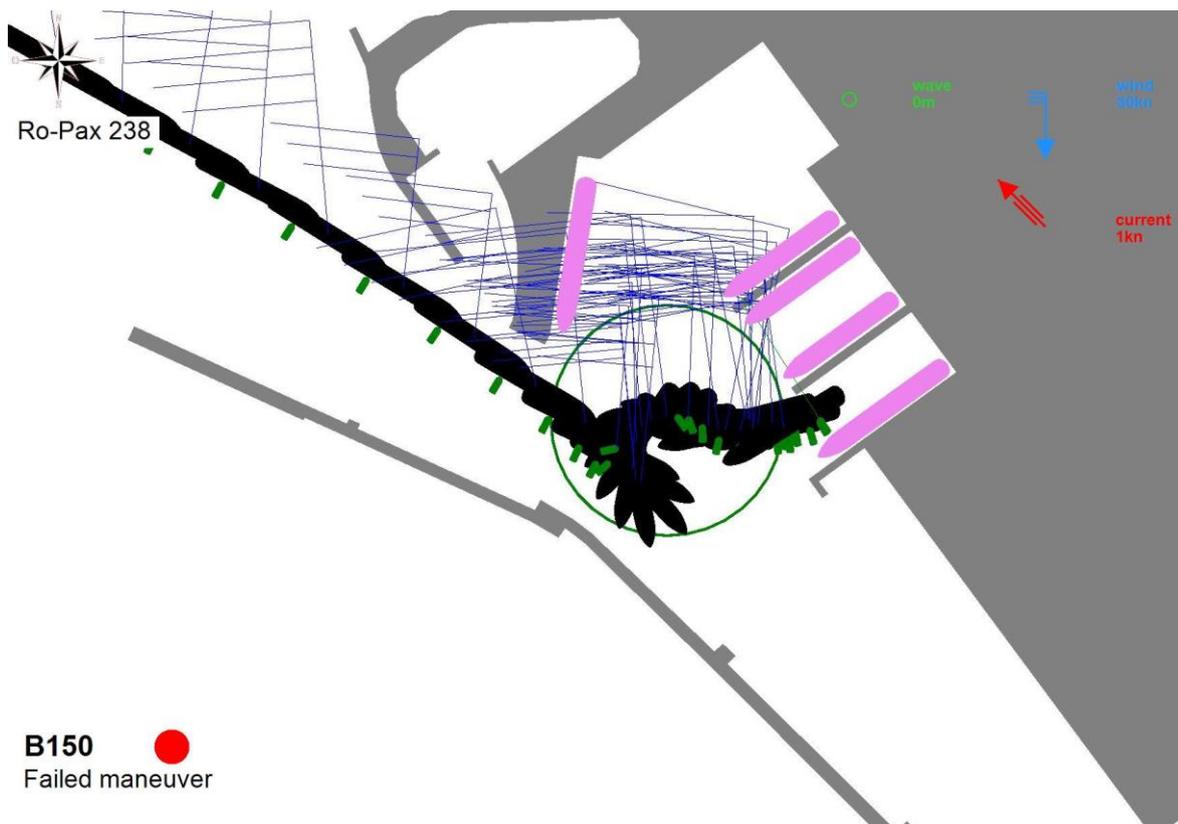


Fig. A - 23 – Manovra B150 – Ro-Pax 238 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.



Fig. A - 24 – Manovra B151 – Ro-Pax 238 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.

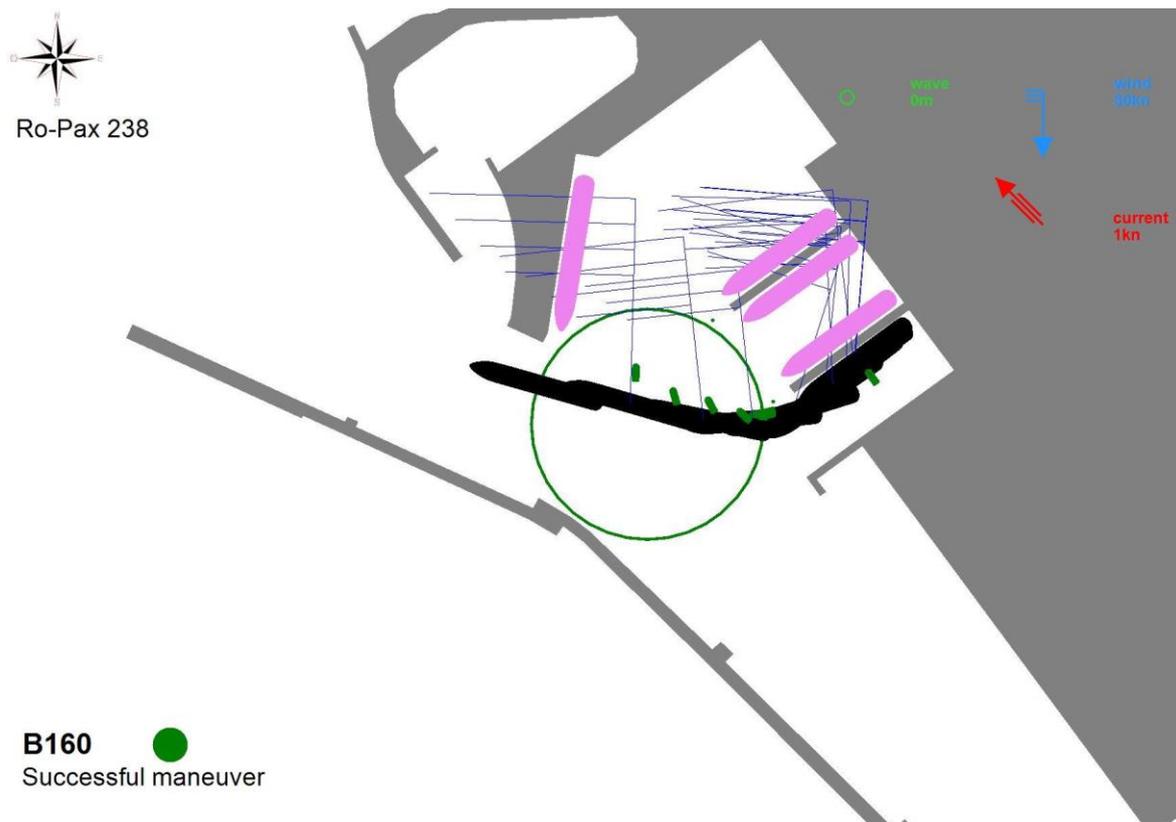


Fig. A - 25 – Manovra B160 – Ro-Pax 238 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Tramontana 30 nodi.

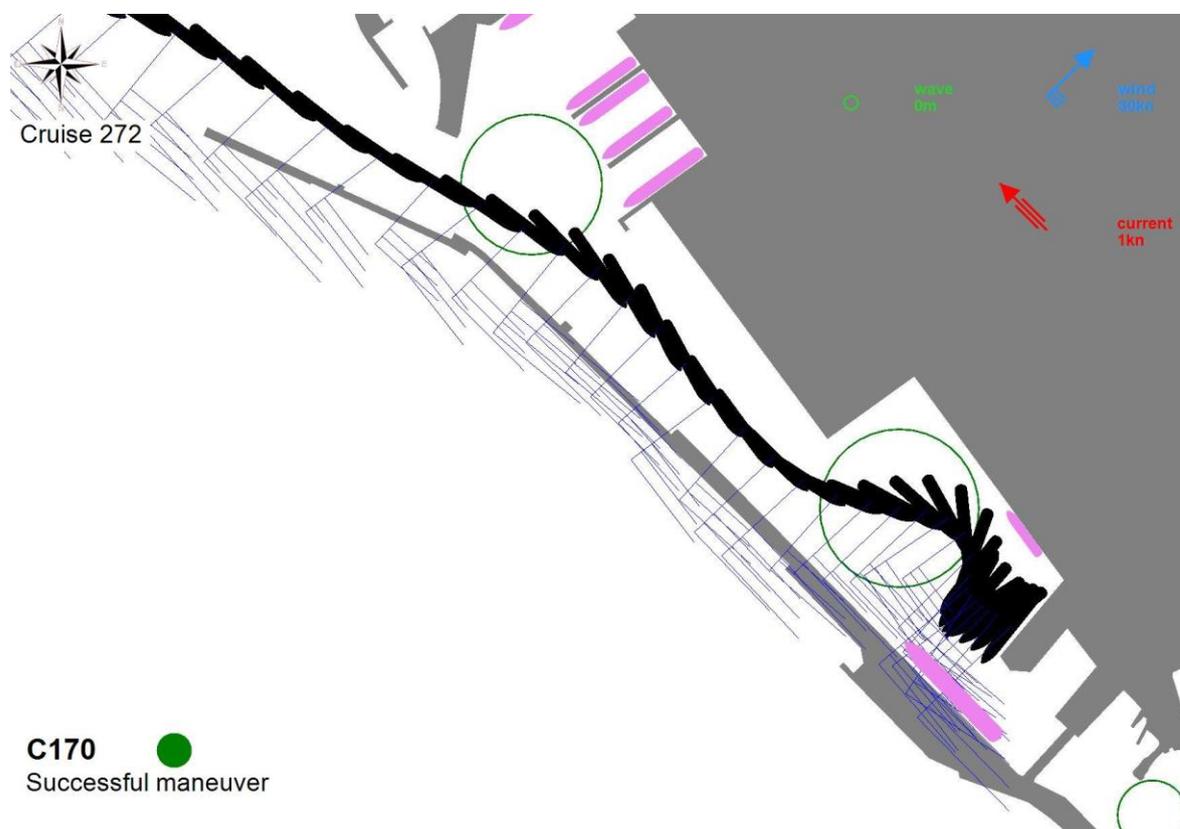


Fig. A - 26 – Manovra C170 – Cruise 272 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Libeccio 30 nodi.

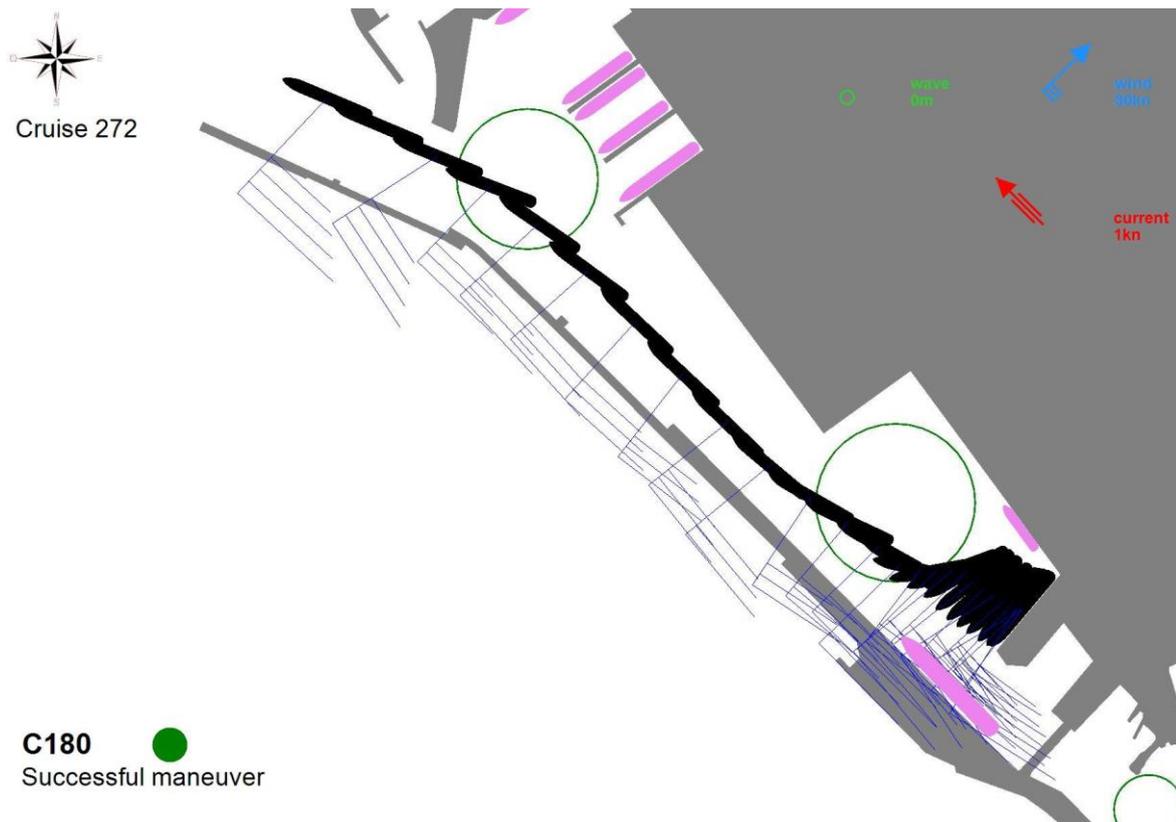


Fig. A - 27 – Manovra C180 – Cruise 272 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

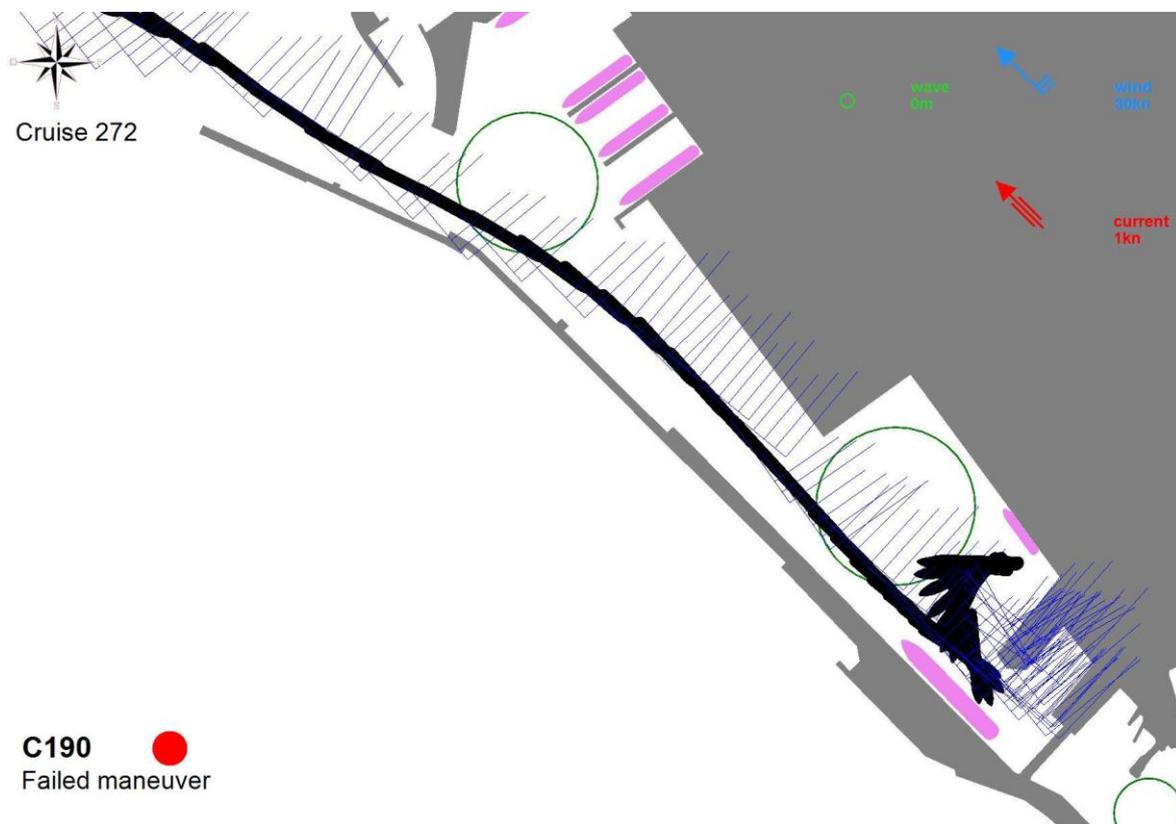


Fig. A - 28 – Manovra C190 – Cruise 272 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Scirocco 30 nodi.



Fig. A - 29 – Manovra C191 – Cruise 272 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
Scirocco 30 nodi.

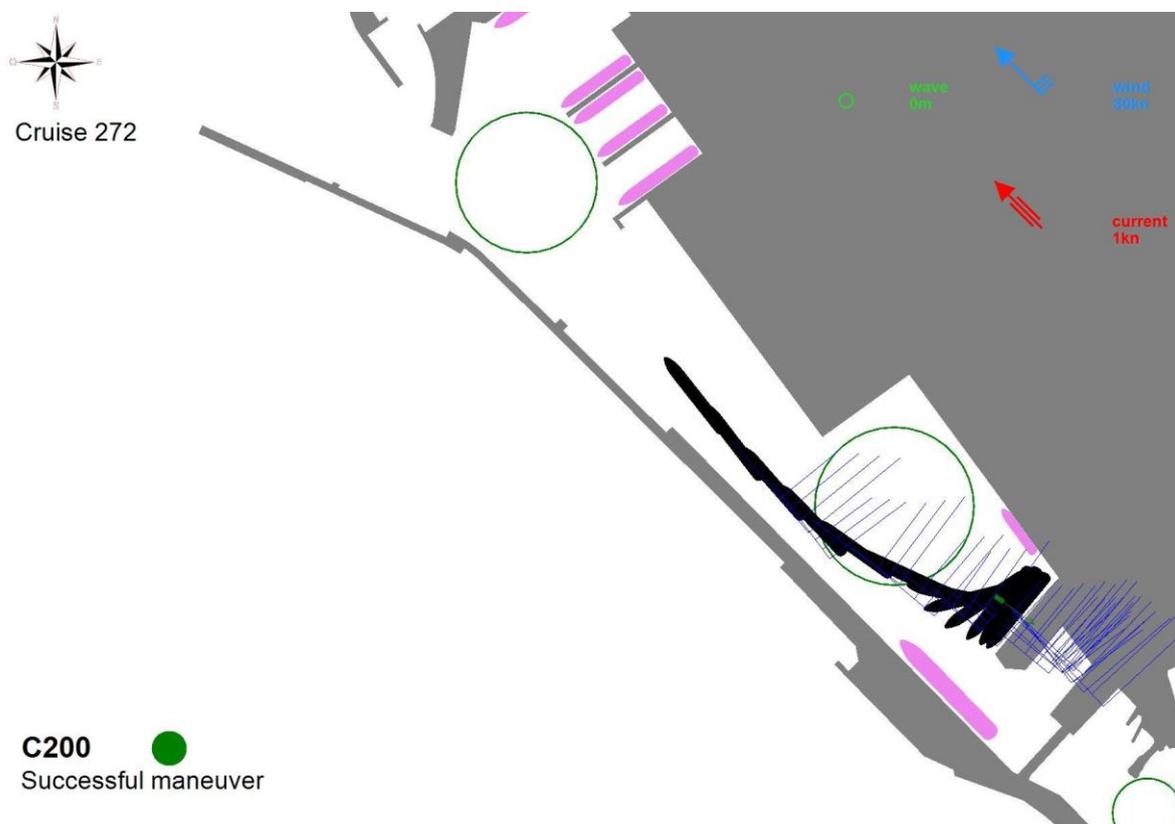


Fig. A - 30 – Manovra C200 – Cruise 272 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Scirocco 30 nodi.

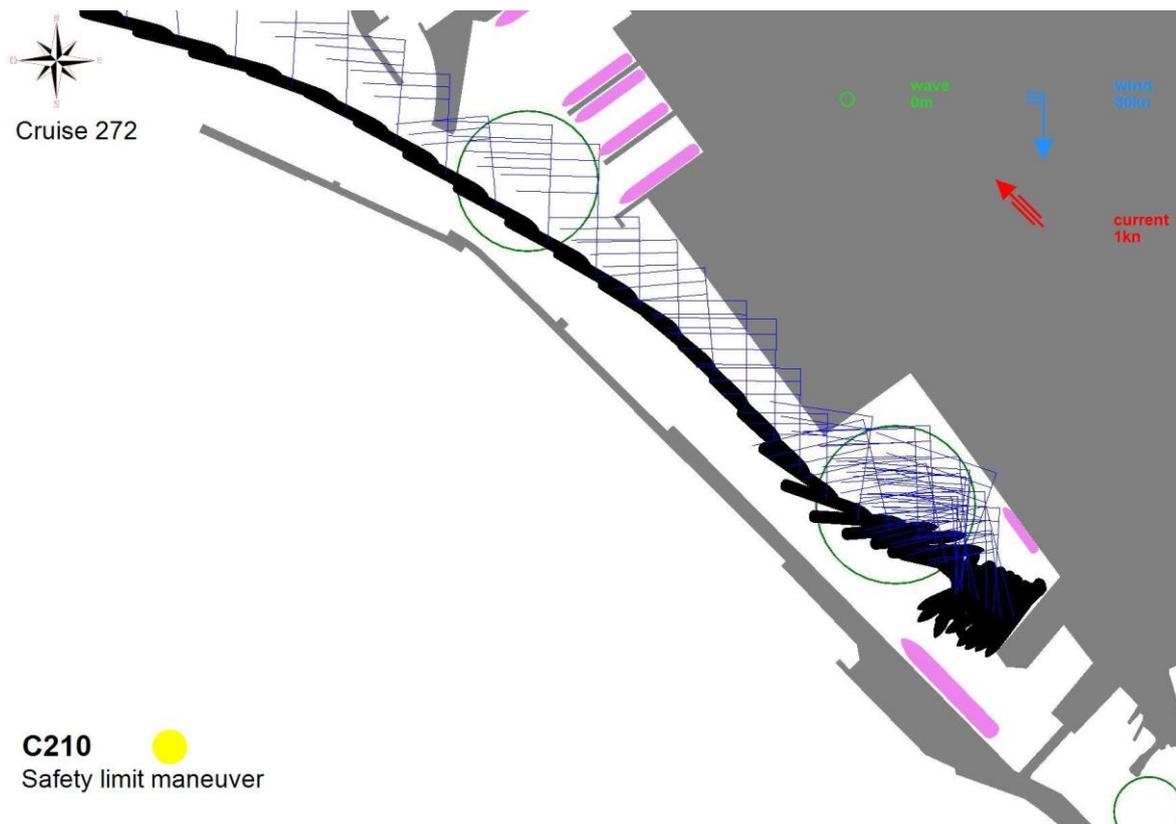


Fig. A - 31 – Manovra C210 – Cruise 272 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
 Tramontana 30 nodi.

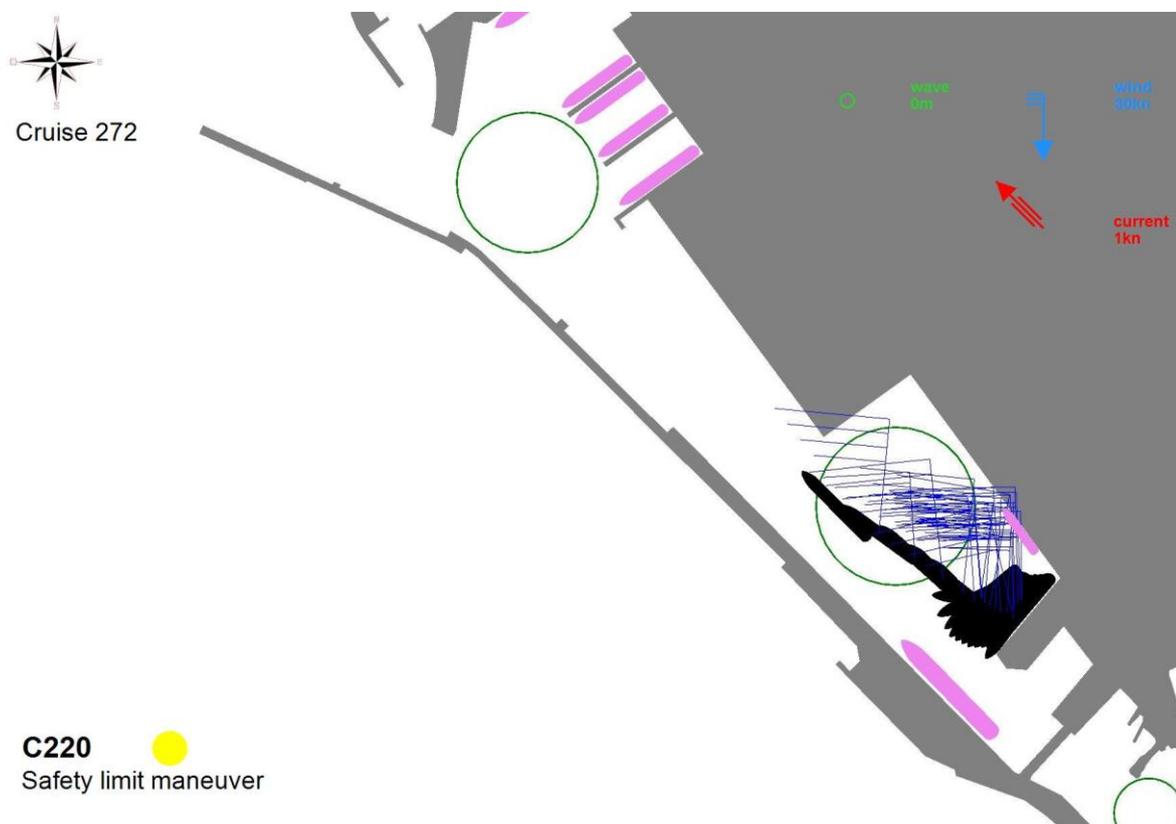


Fig. A - 32 – Manovra C220 – Cruise 272 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
 Tramontana 30 nodi.

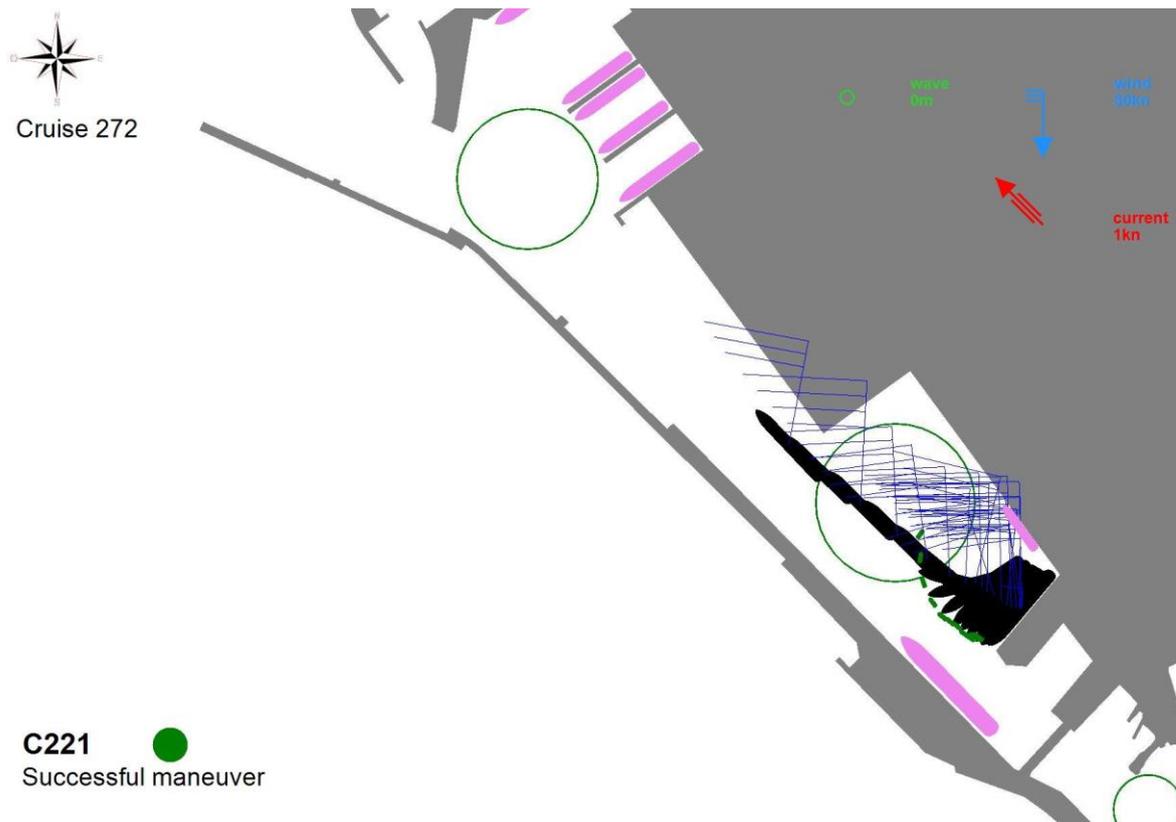


Fig. A - 33 – Manovra C221 – Cruise 272 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.

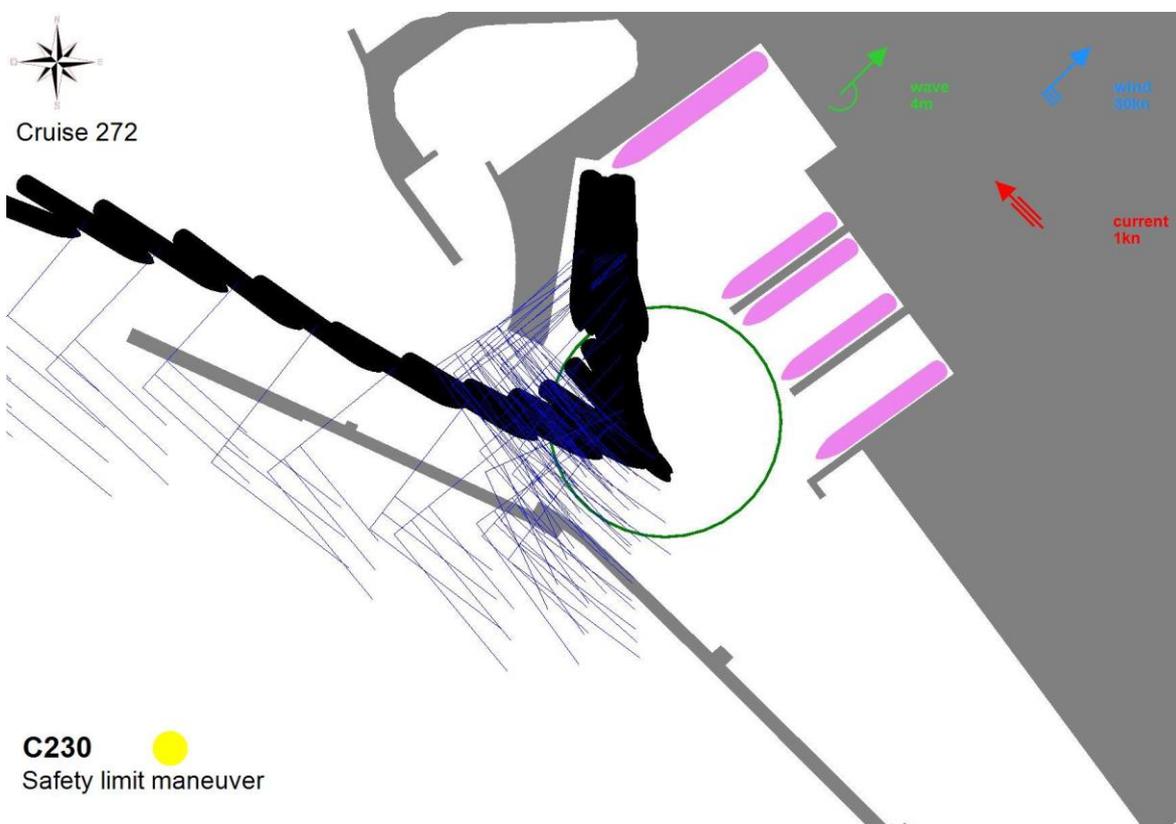


Fig. A - 34 – Manovra C230 – Cruise 272 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
Libeccio 30 nodi.

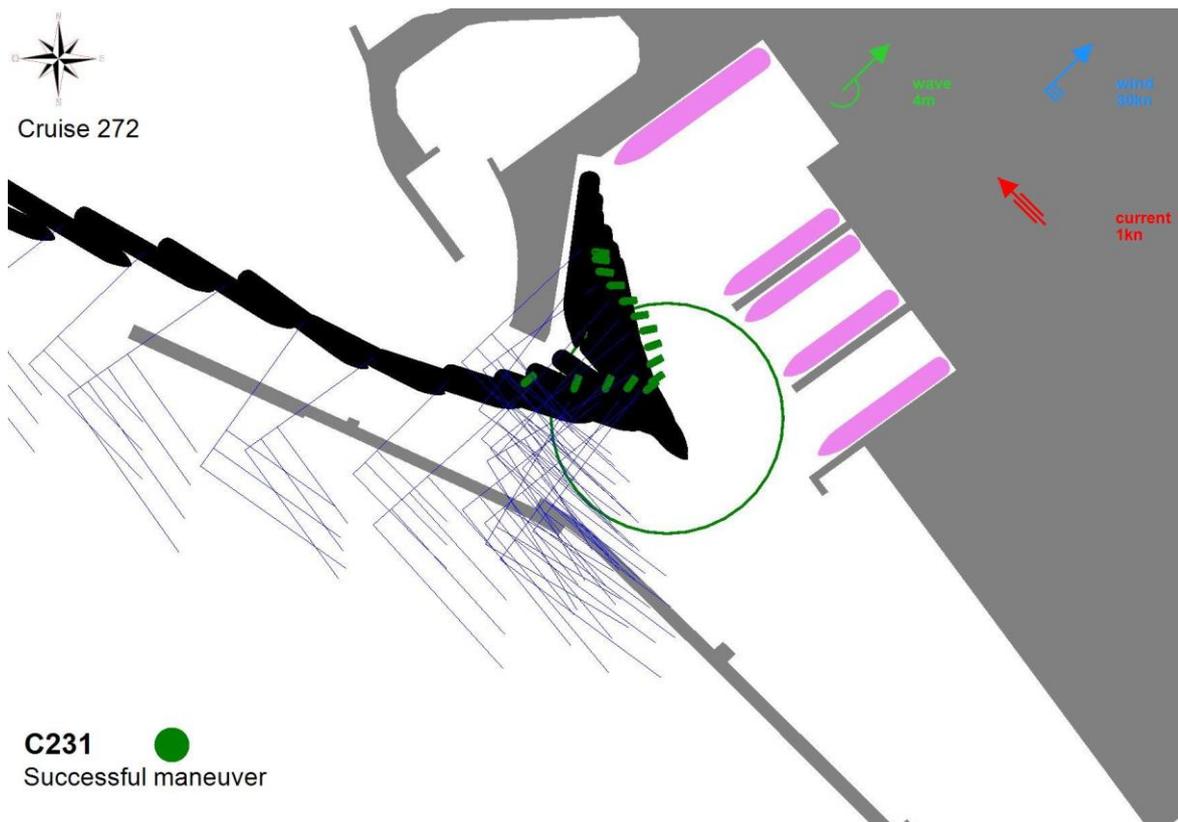


Fig. A - 35 – Manovra C231 – Cruise 272 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

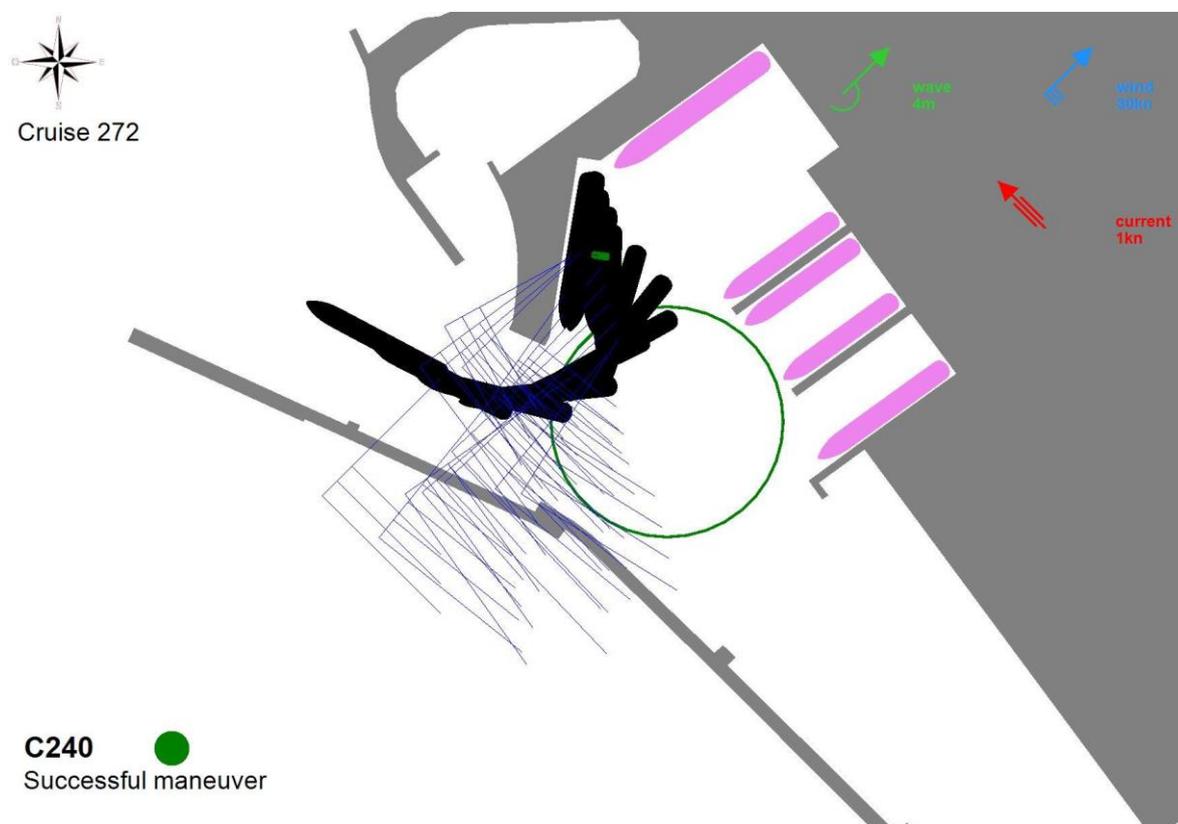


Fig. A - 36 – Manovra C240 – Cruise 272 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

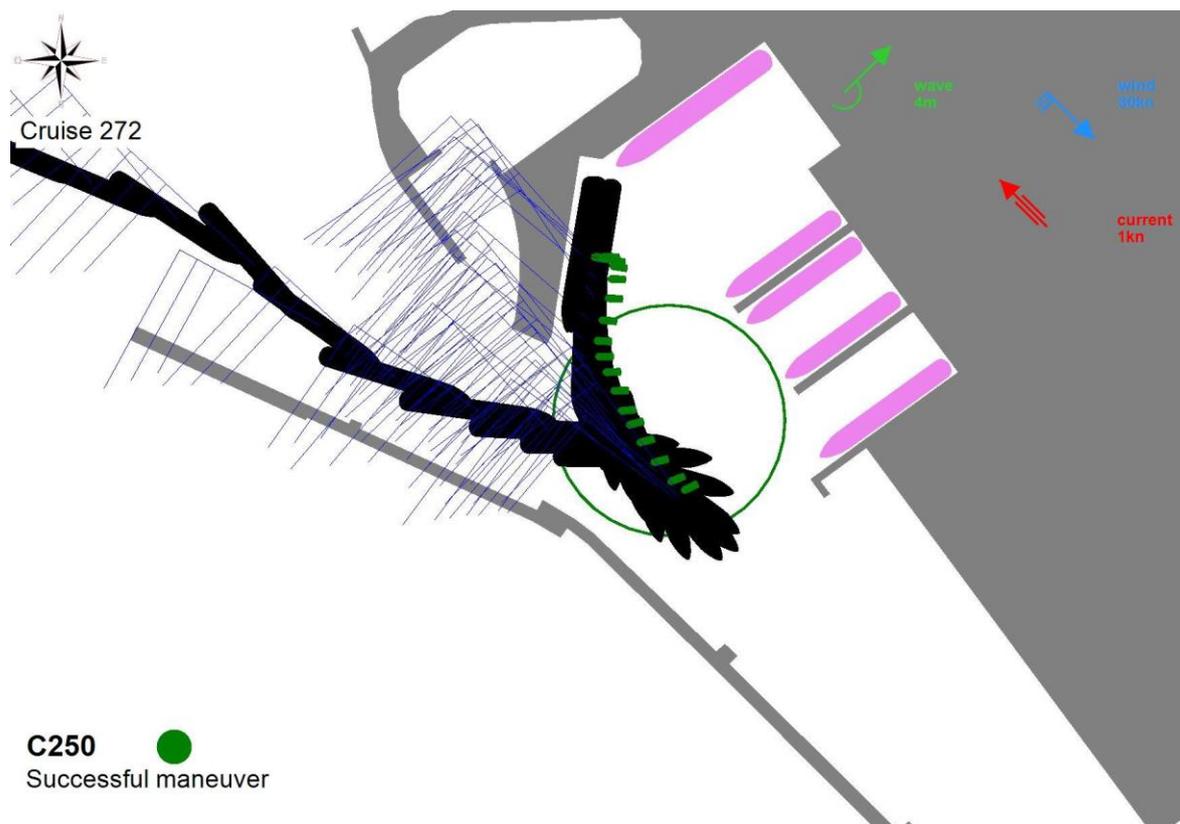


Fig. A - 37 – Manovra C250 – Cruise 272 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Maestrale 30 nodi.

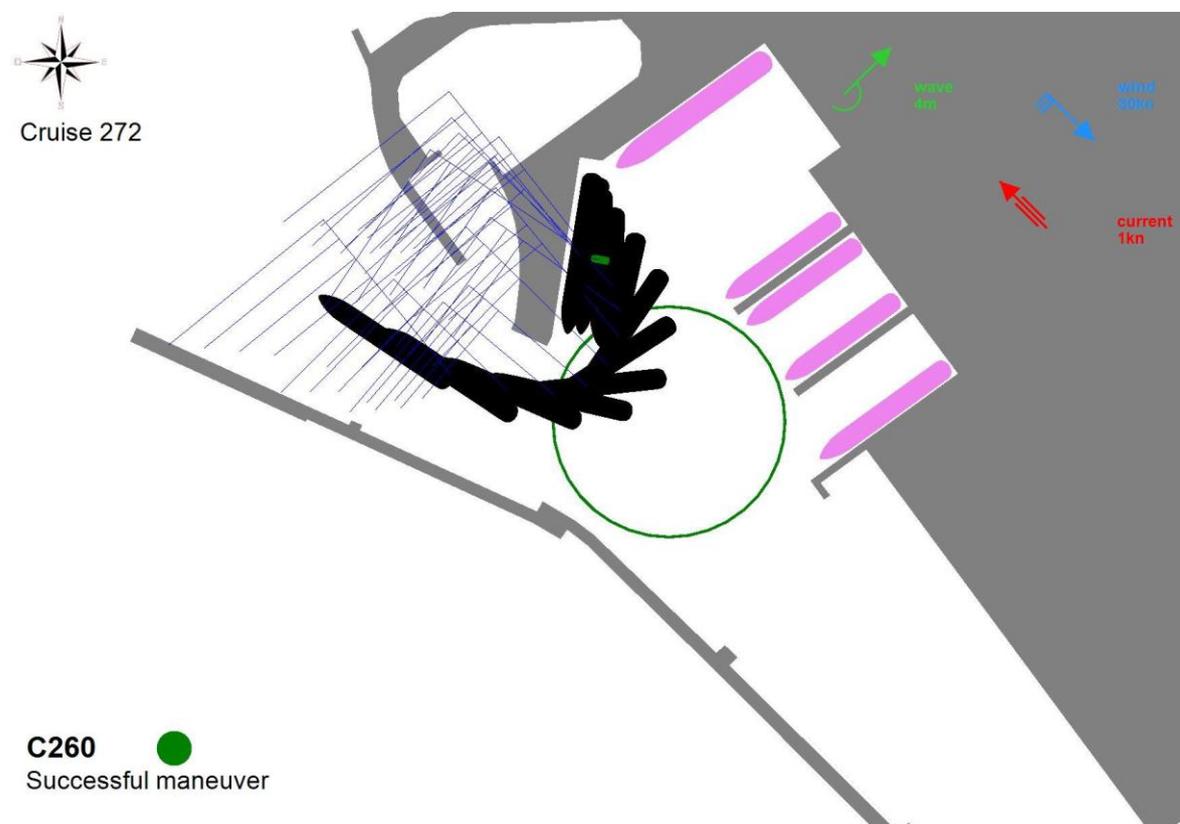


Fig. A - 38 – Manovra C260 – Cruise 272 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Maestrale 30 nodi.

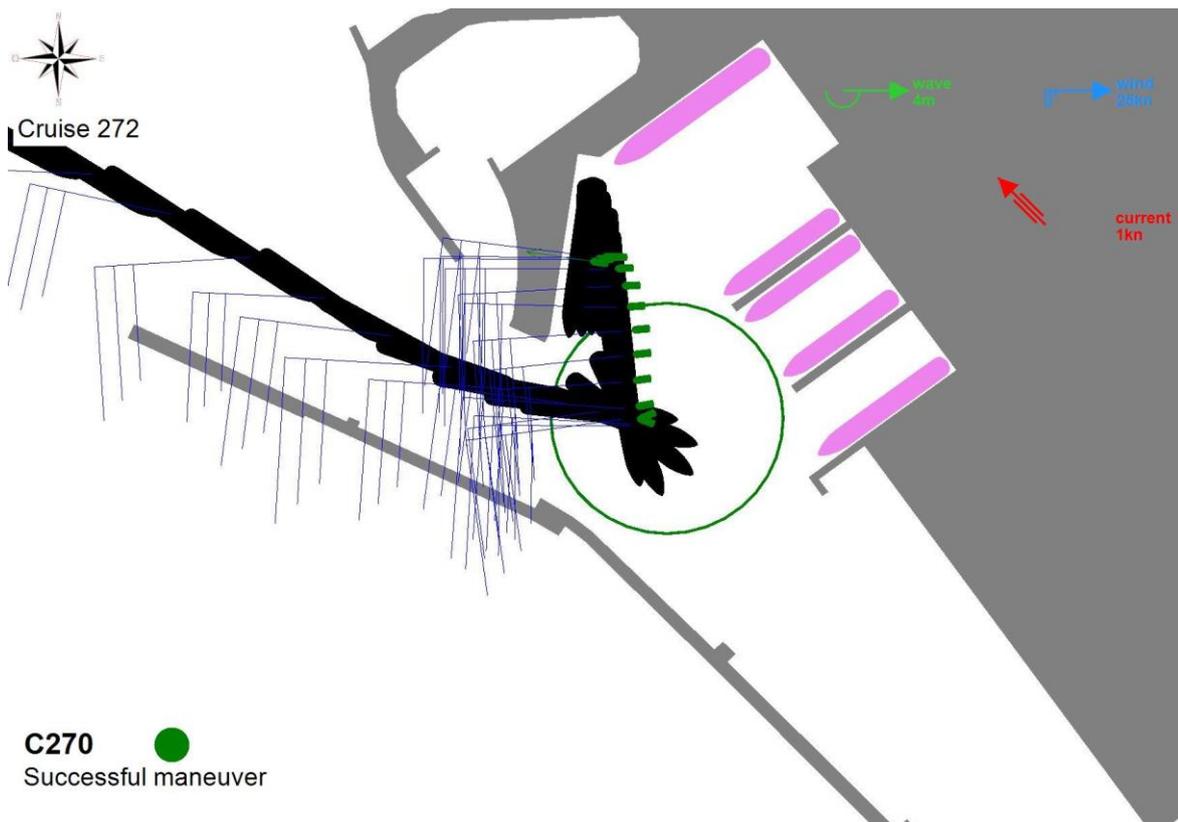


Fig. A - 39 – Manovra C270 – Cruise 272 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Ponente 25 nodi.



Fig. A - 40 – Manovra C280 – Cruise 272 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Ponente 25 nodi.

Simulazioni di manovra per il Porto di  
Civitavecchia

14537 00 95 / 126

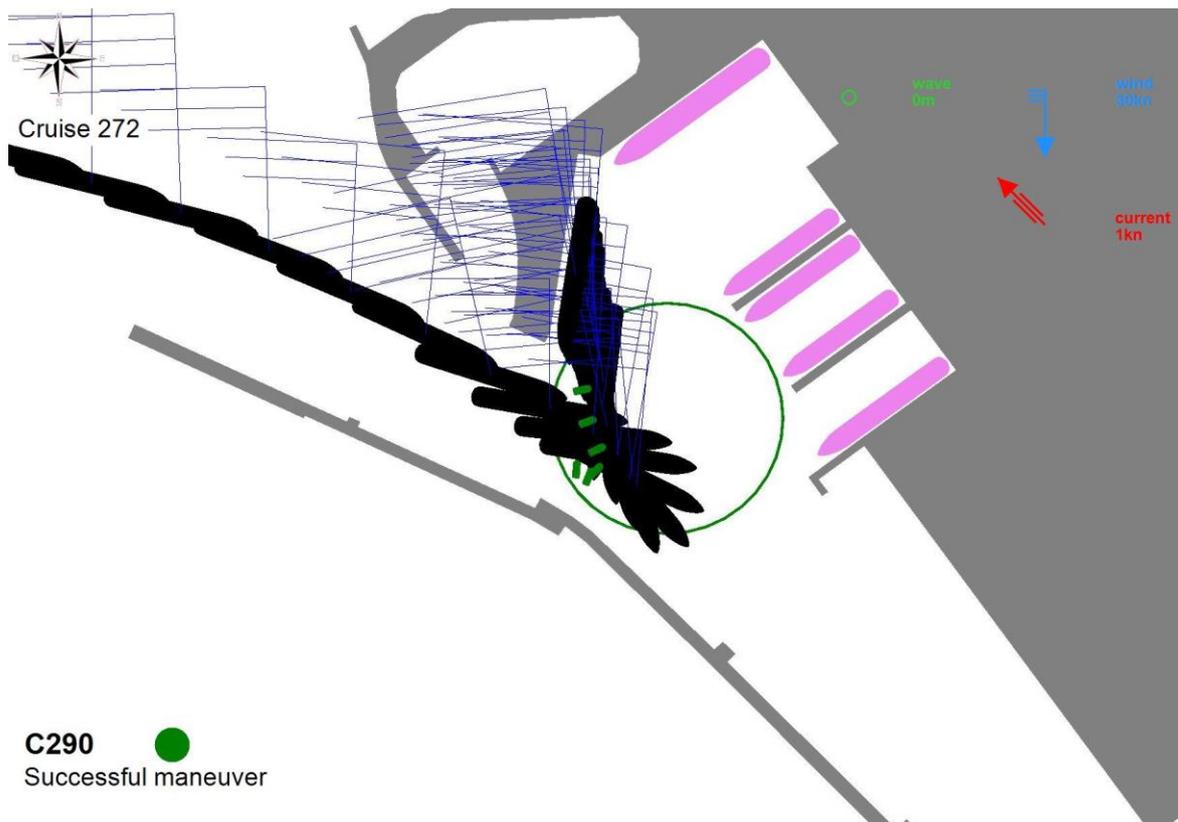


Fig. A - 41 – Manovra C290 – Cruise 272 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.

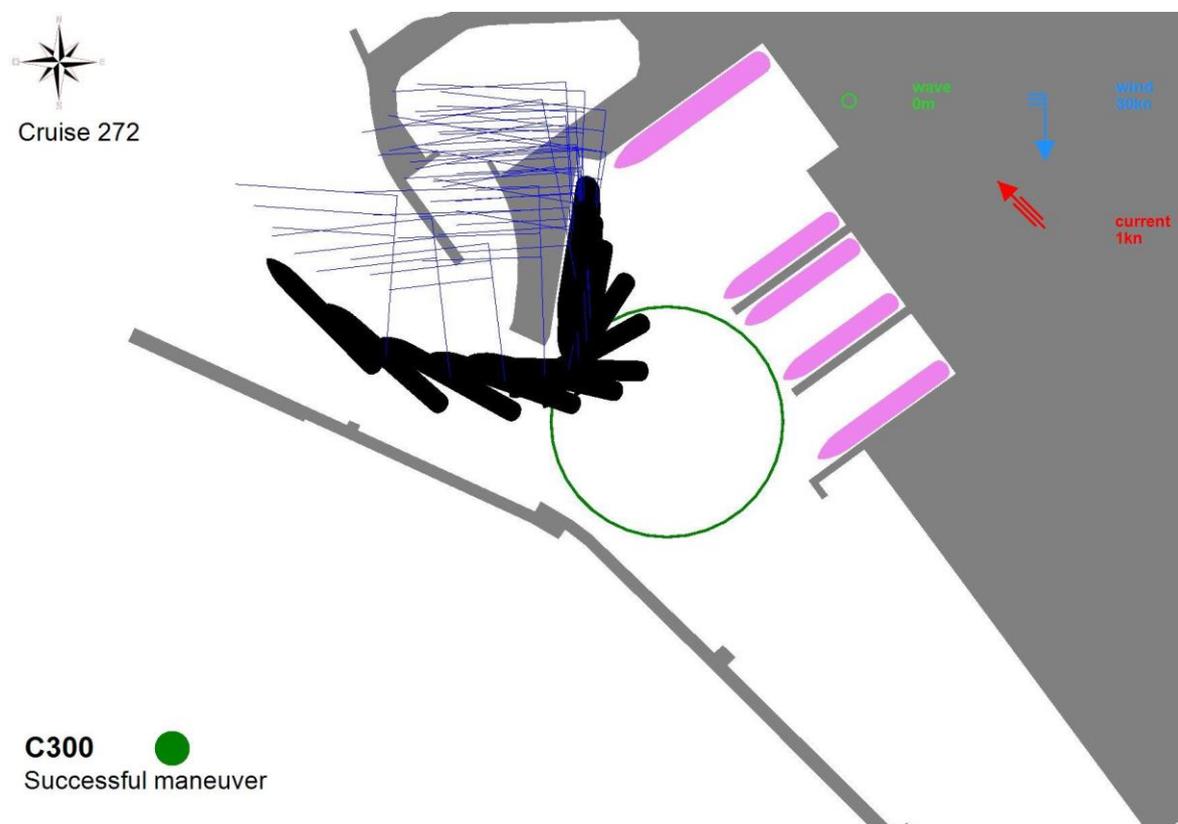


Fig. A - 42 – Manovra C300 – Cruise 272 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.

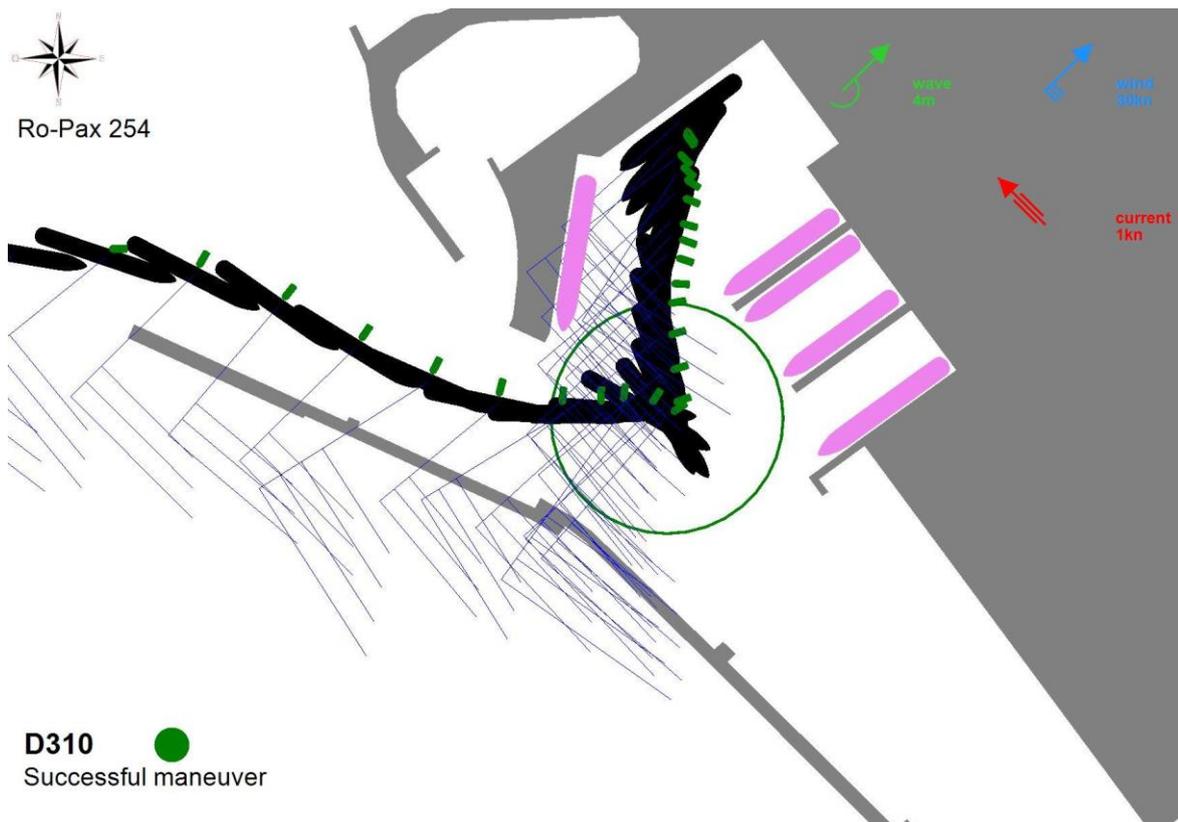


Fig. A - 43 – Manovra D310 – Ro-Pax 254 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

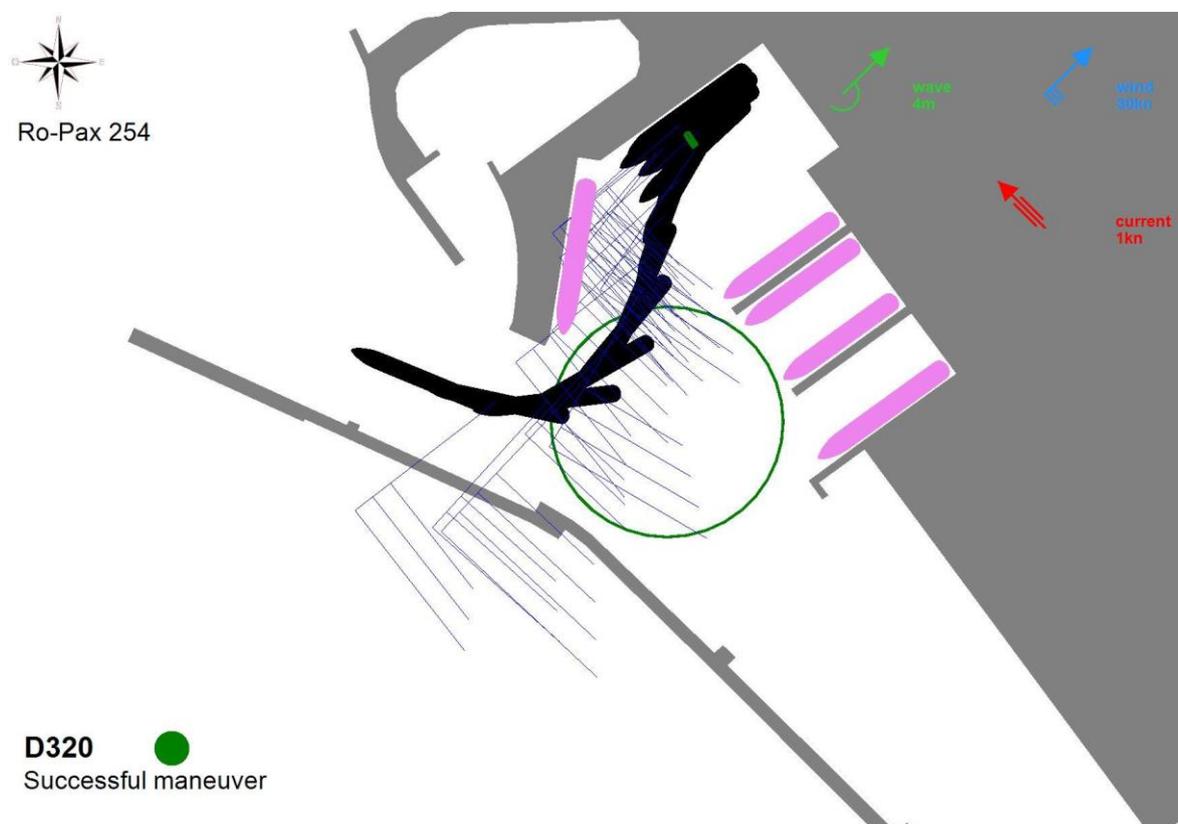


Fig. A - 44 – Manovra D320 – Ro-Pax 254 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 30 nodi.

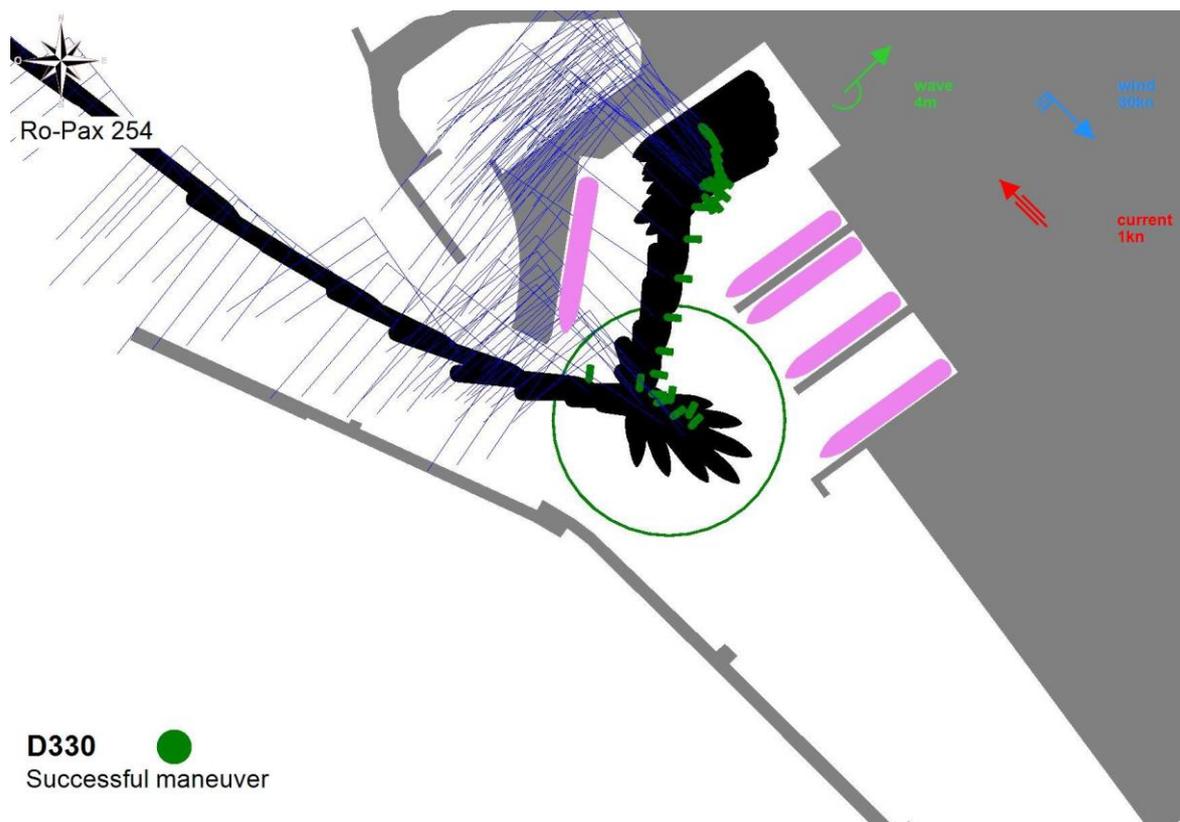


Fig. A - 45 – Manovra D330 – Ro-Pax 254 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 30 nodi.

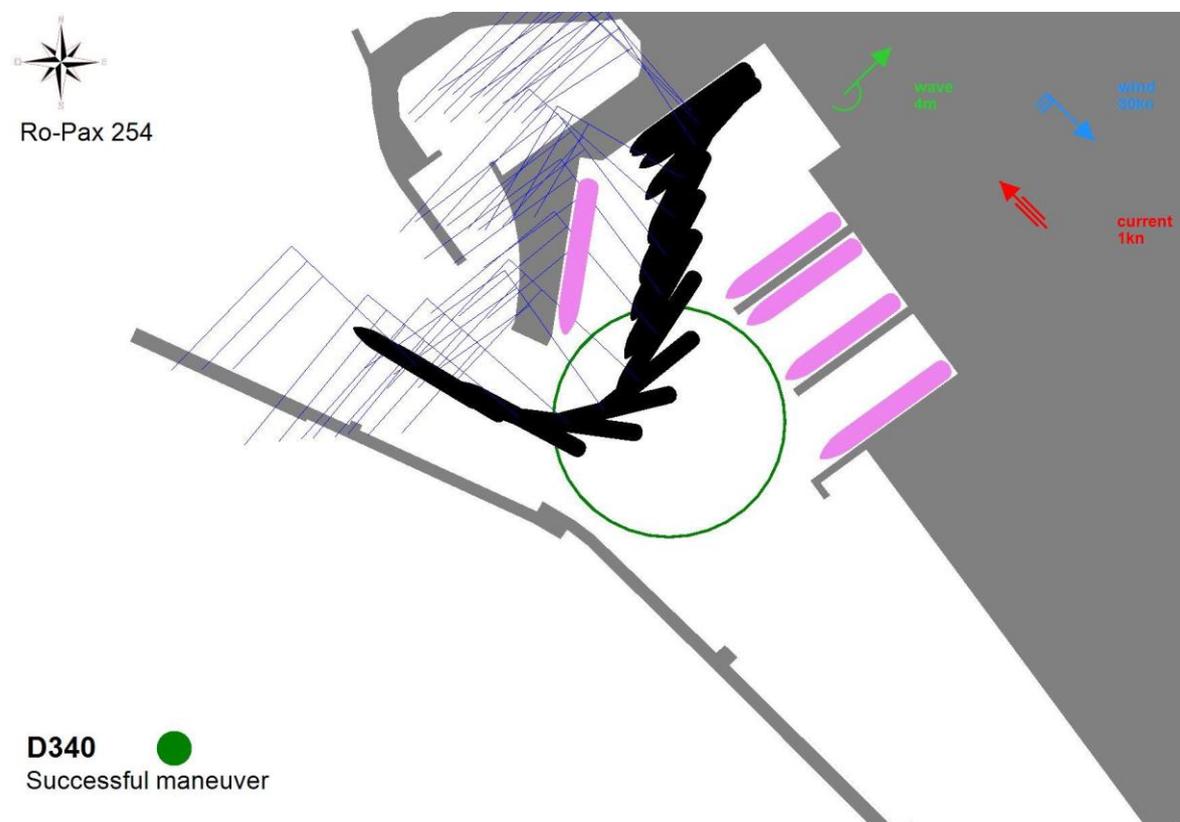


Fig. A - 46 – Manovra D340 – Ro-Pax 254 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 30 nodi.

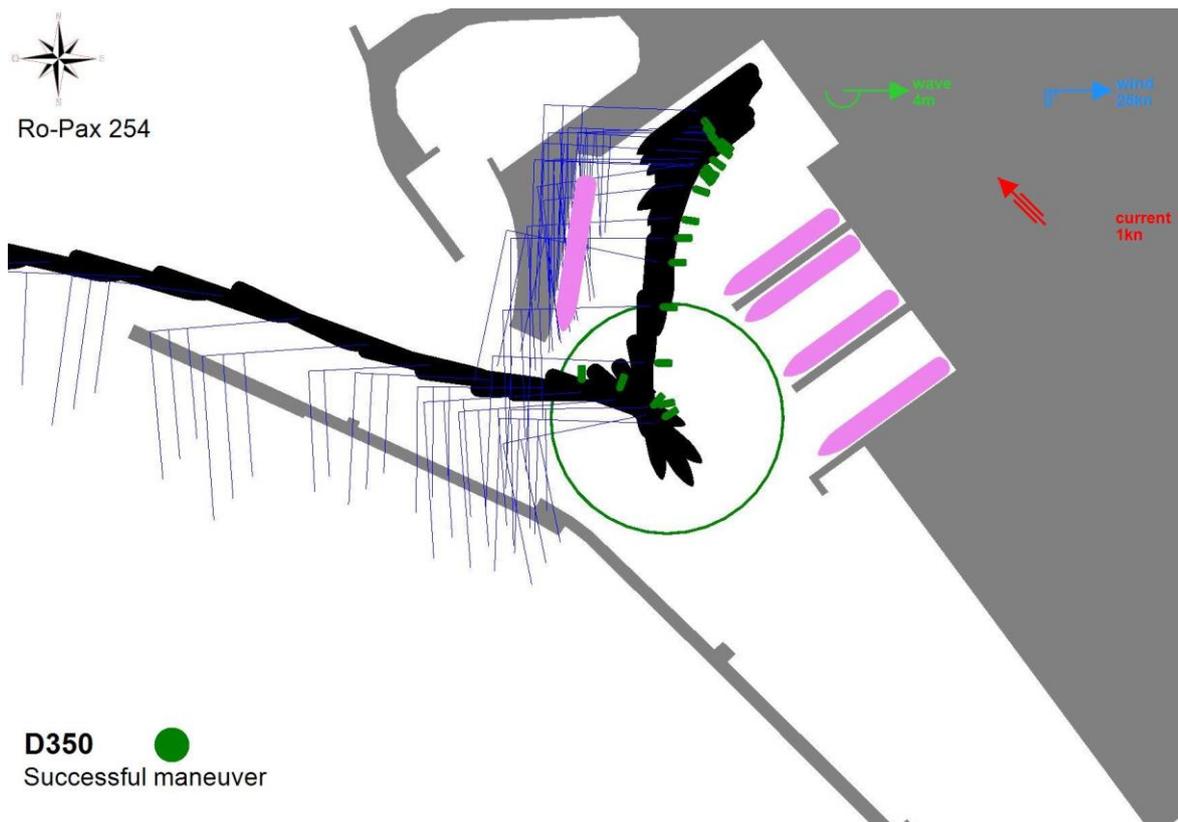


Fig. A - 47 – Manovra D350 – Ro-Pax 254 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Ponente 25 nodi.

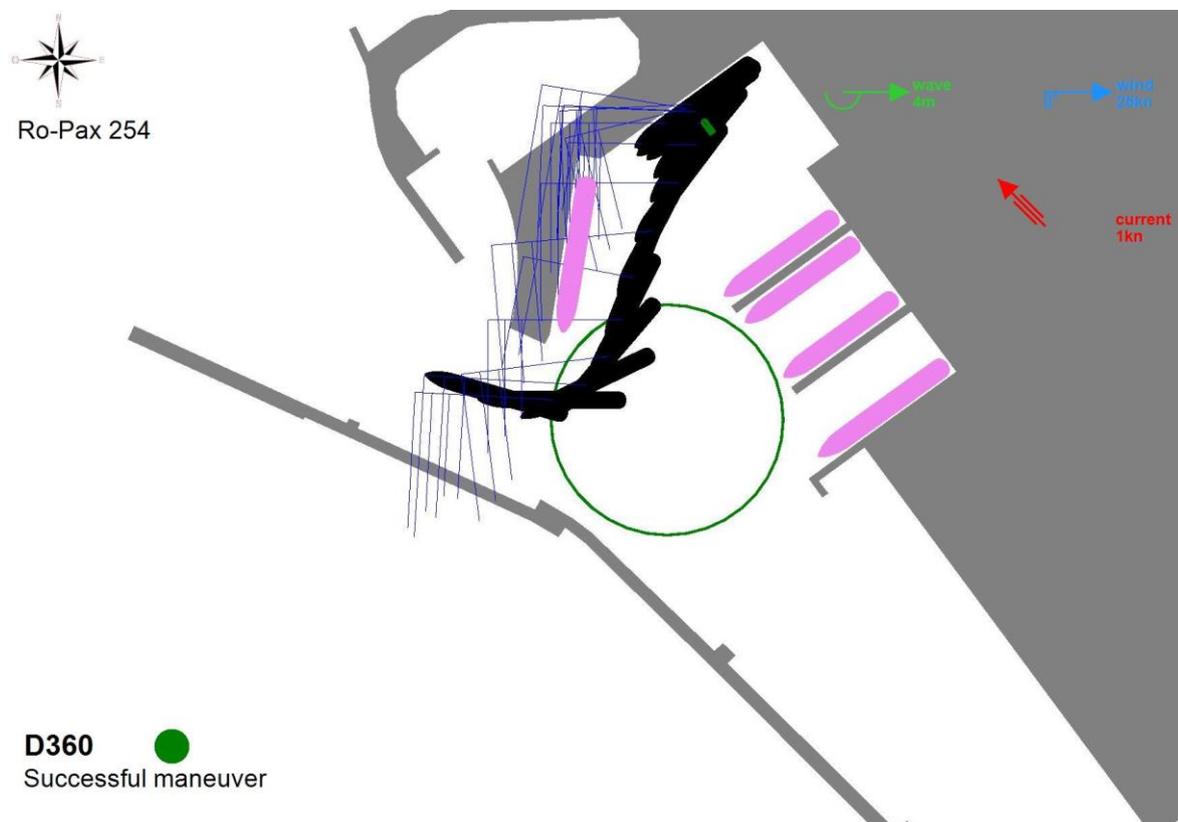


Fig. A - 48 – Manovra D360 – Ro-Pax 254 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Ponente 25 nodi.

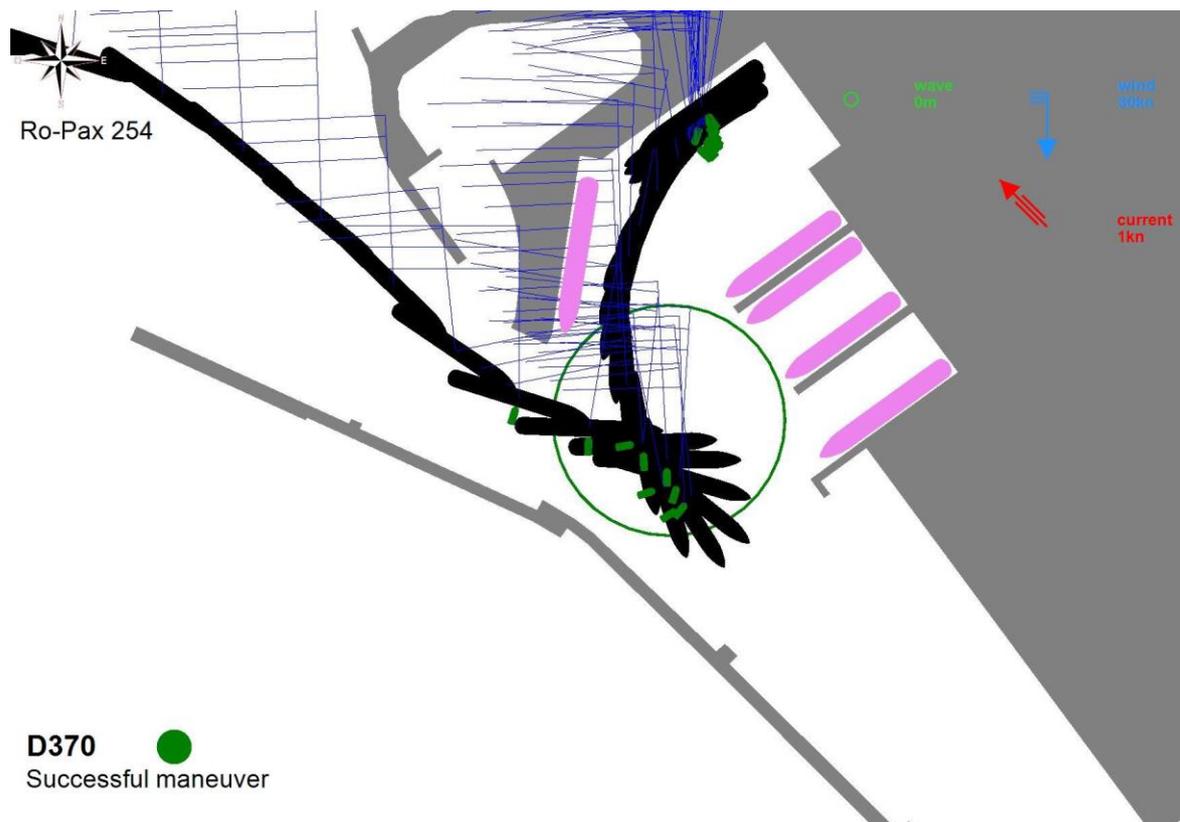


Fig. A - 49 – Manovra D370 – Ro-Pax 254 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.

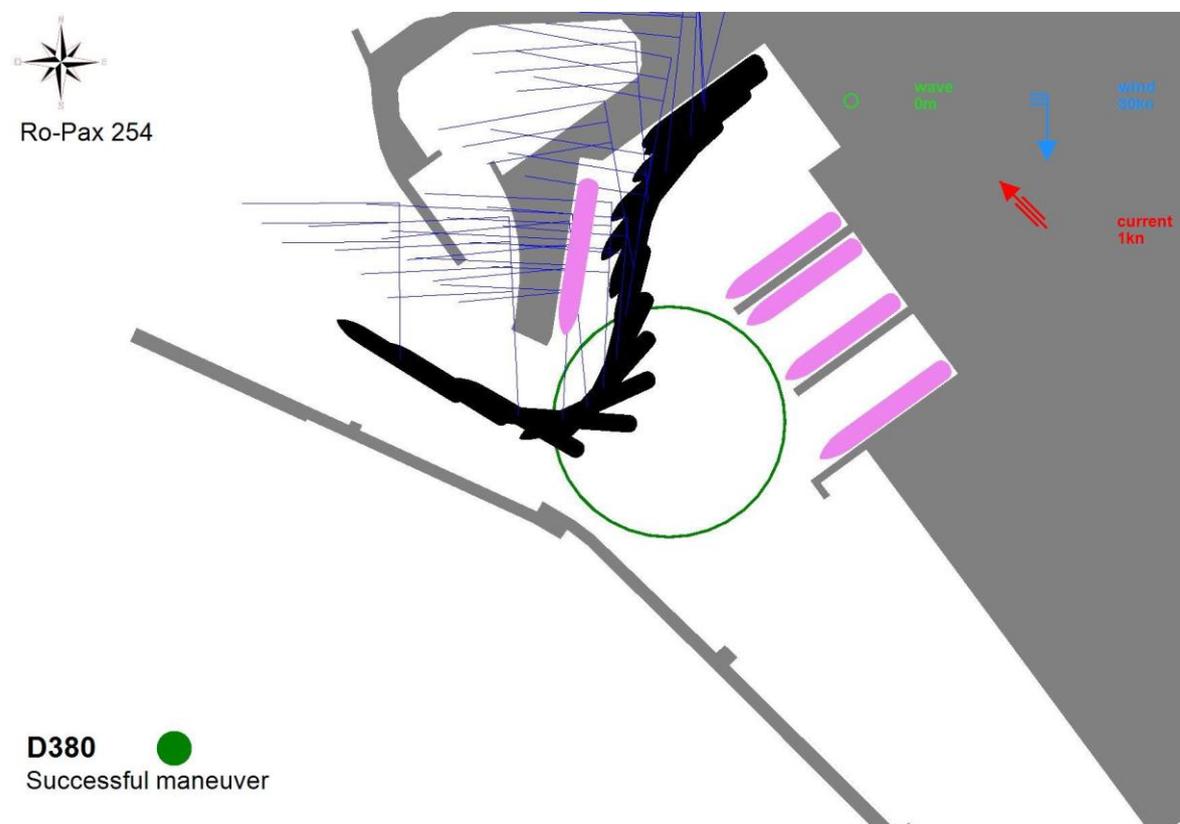


Fig. A - 50 – Manovra D380 – Ro-Pax 254 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 30 nodi.



Fig. A - 51 – Manovra E390 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Calma.

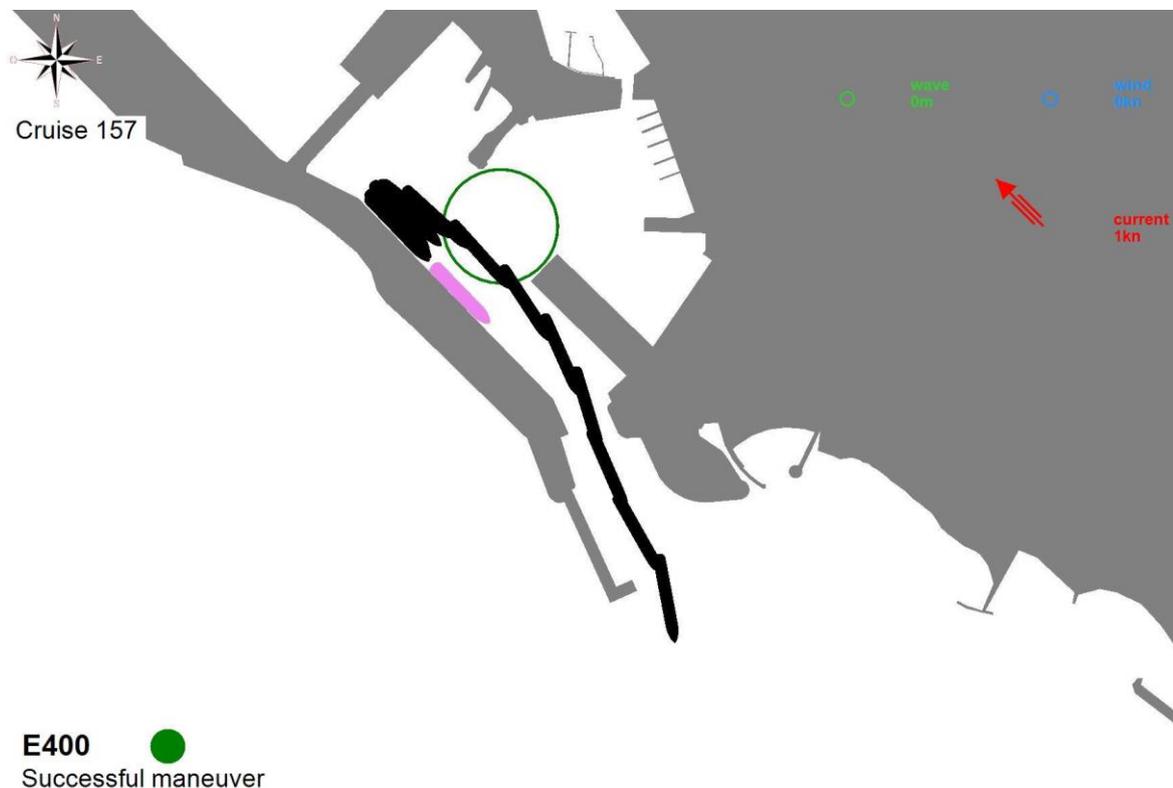


Fig. A - 52 – Manovra E400 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Calma.



Fig. A - 53 – Manovra E430 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Scirocco 25 nodi.

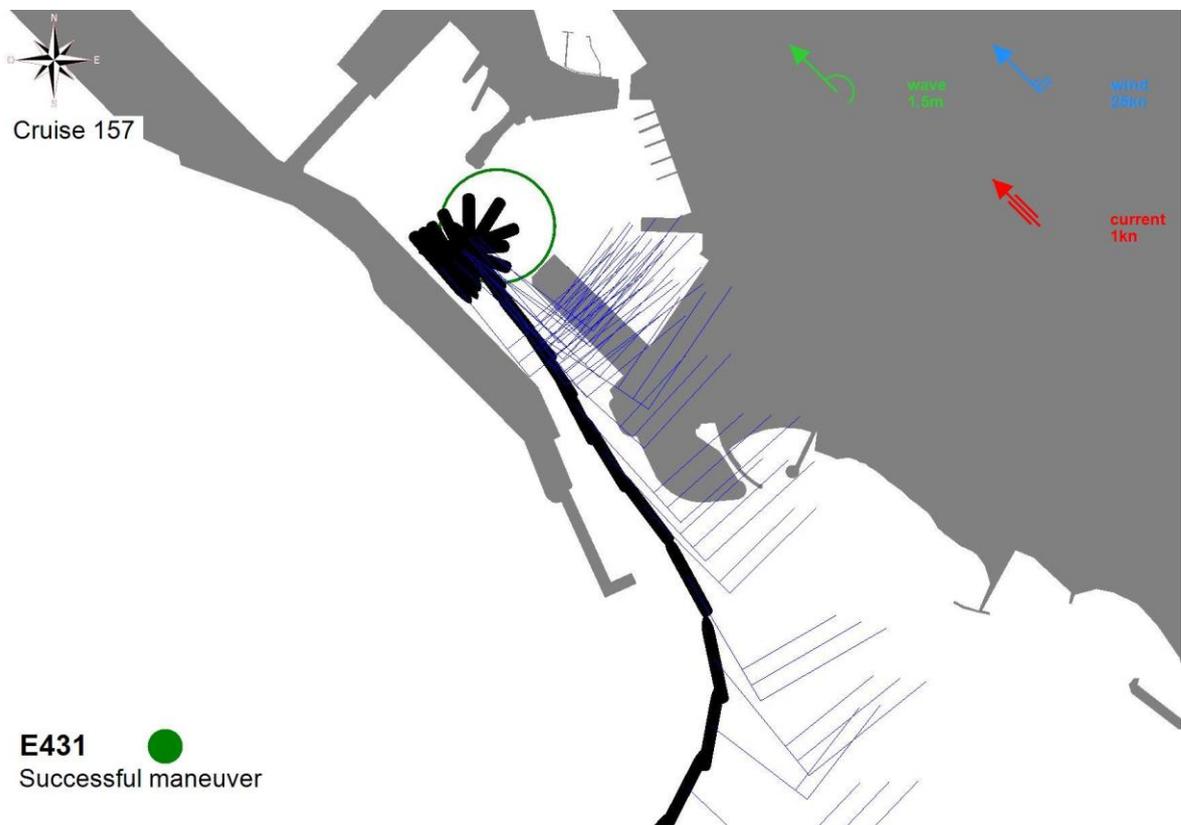


Fig. A - 54 – Manovra E431 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
 Scirocco 25 nodi.



Fig. A - 55 – Manovra E432 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Scirocco 25 nodi.



Fig. A - 56 – Manovra E440 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
Scirocco 25 nodi.



**E441** ●  
Successful maneuver

Fig. A - 57 – Manovra E441 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Scirocco 25 nodi.



**E450** ●  
Successful maneuver

Fig. A - 58 – Manovra E450 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 15 nodi.



Fig. A - 59 – Manovra E451 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 15 nodi.



Fig. A - 60 – Manovra E460 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 15 nodi.



**E461** ●  
Successful maneuver

Fig. A - 61 – Manovra E461 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 15 nodi.



**E470** ●  
Successful maneuver

Fig. A - 62 – Manovra E470 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 20 nodi.



Fig. A - 63 – Manovra E471 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 20 nodi.



Fig. A - 64 – Manovra E472 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 20 nodi.



Fig. A - 65 – Manovra E480 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 20 nodi.



Fig. A - 66 – Manovra E481 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 20 nodi.

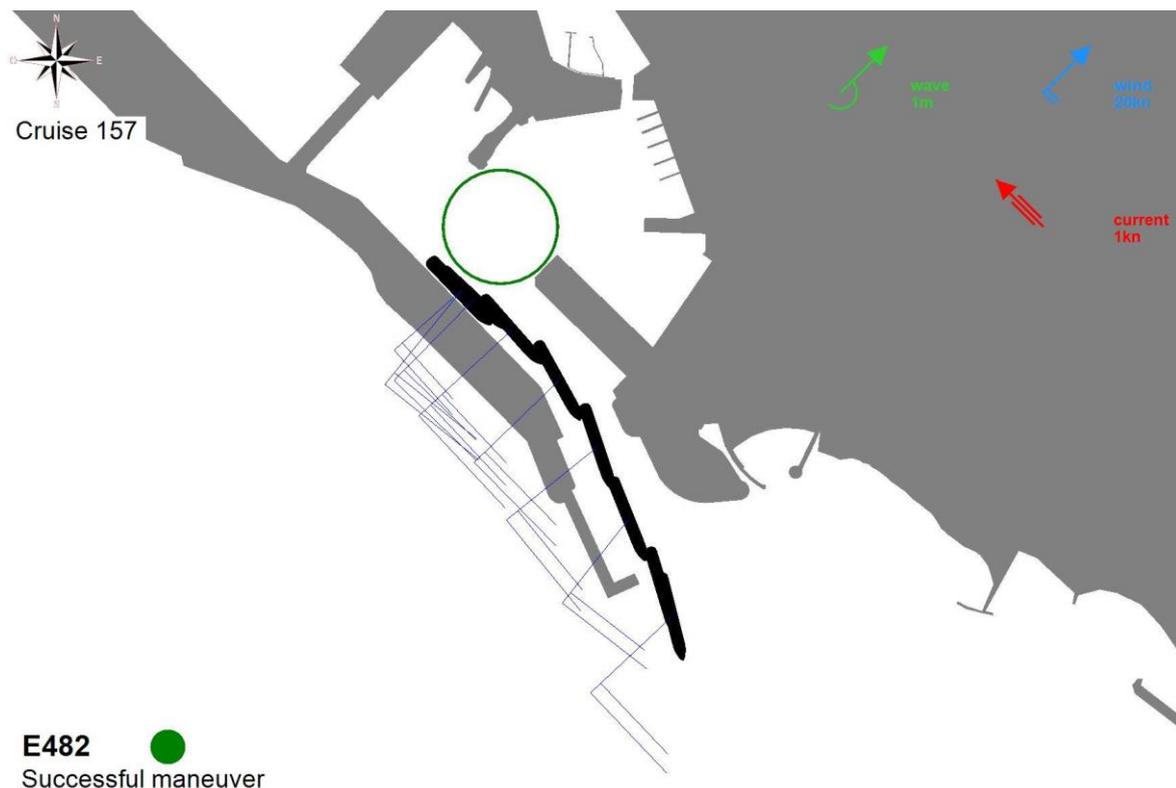


Fig. A - 67 – Manovra E482 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 20 nodi.



Fig. A - 68 – Manovra E490 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Libeccio 25 nodi.



Fig. A - 69 – Manovra E491 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
Libeccio 25 nodi.



Fig. A - 70 – Manovra E492 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Libeccio 25 nodi.

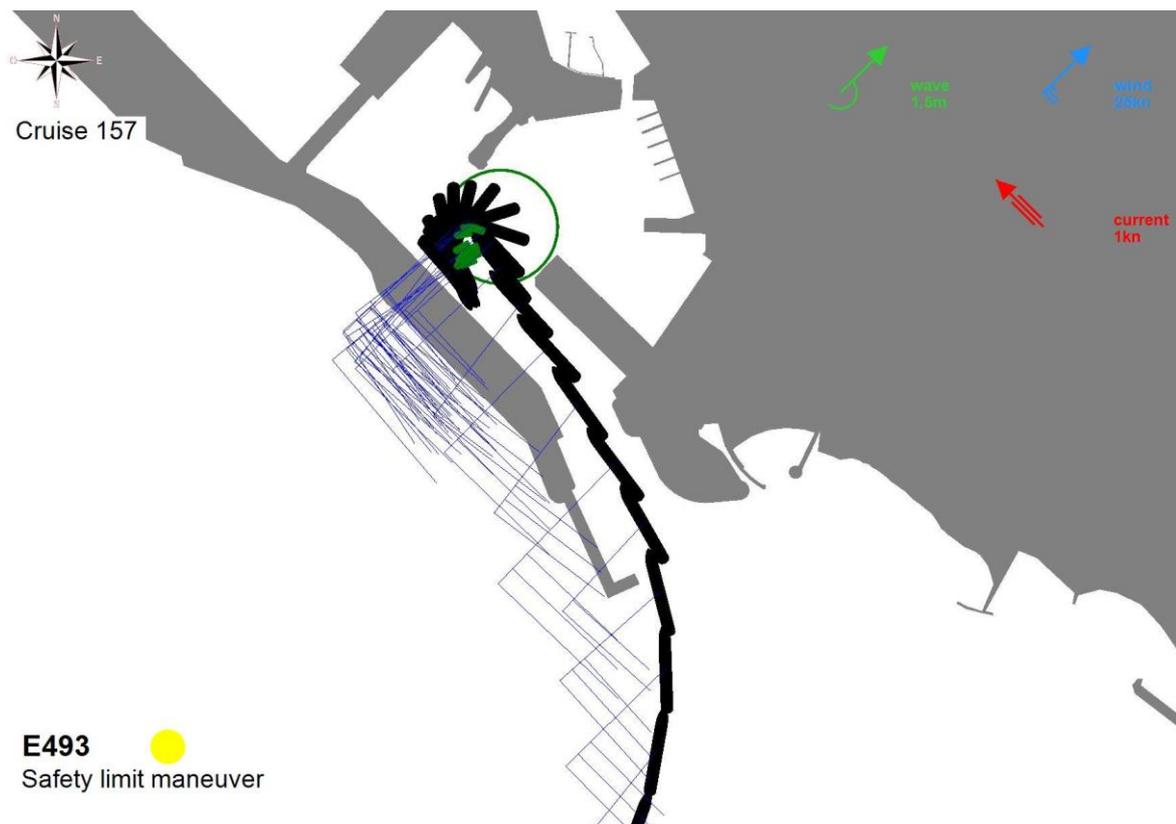


Fig. A - 71 – Manovra E493 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
Libeccio 25 nodi.



Fig. A - 72 – Manovra E500 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Libeccio 25 nodi.



Fig. A - 73 – Manovra E501 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 25 nodi.

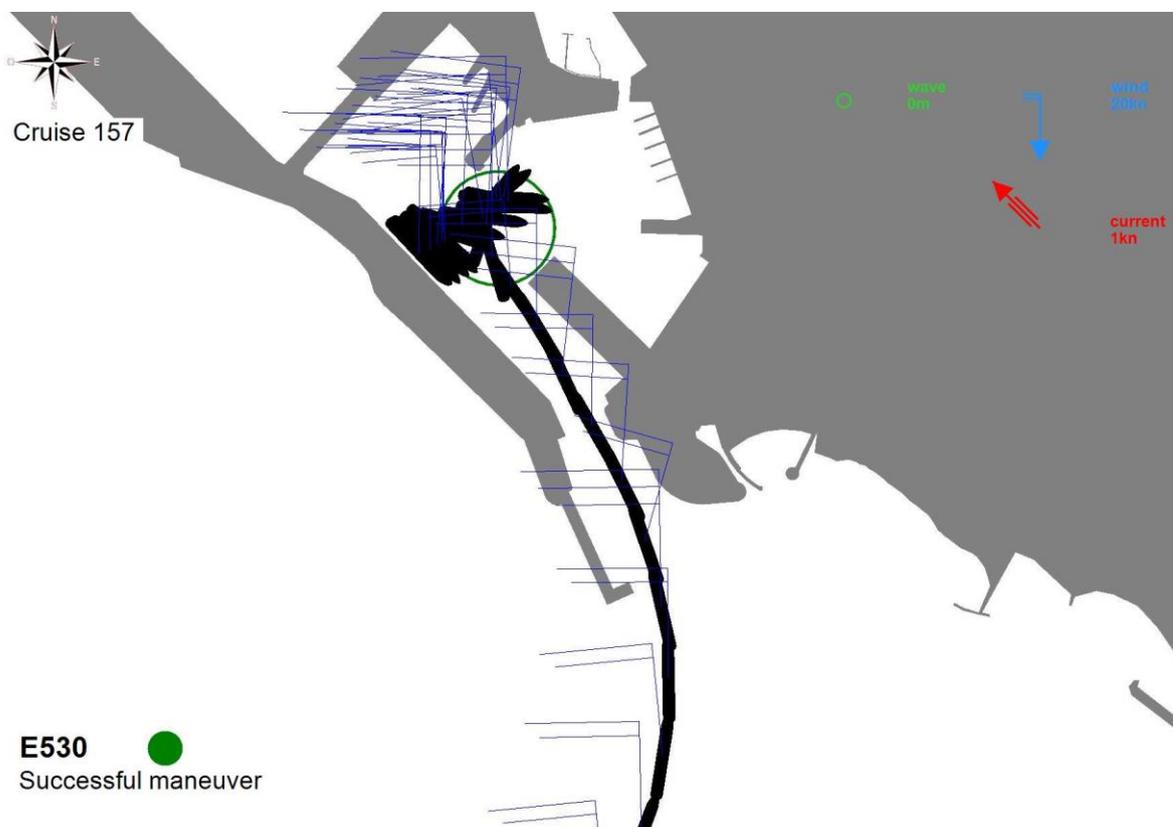


Fig. A - 74 – Manovra E530 – Cruise 157 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 20 nodi.



Fig. A - 75 – Manovra E540 – Cruise 157 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 20 nodi.



Fig. A - 76 – Manovra G730 – Mega Yacht 123 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 20 nodi.



Fig. A - 77 – Manovra G740 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 20 nodi.



Fig. A - 78 – Manovra G770 – Mega Yacht 123 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 15 nodi.



Fig. A - 79 – Manovra G771 – Mega Yacht 123 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 15 nodi.



Fig. A - 80 – Manovra G780 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Libeccio 15 nodi.



Fig. A - 81 – Manovra G781 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 15 nodi.



Fig. A - 82 – Manovra G782 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Libeccio 15 nodi.

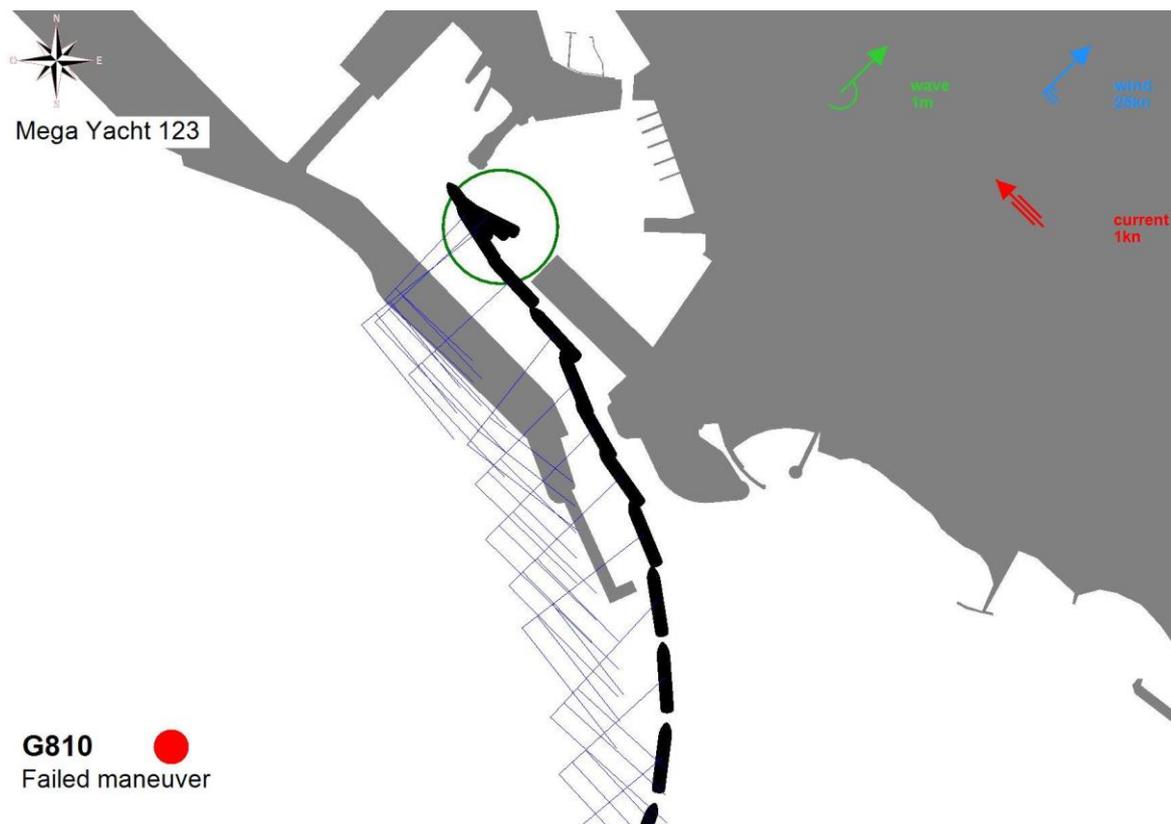


Fig. A - 83 – Manovra G810 – Mega Yacht 123 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Libeccio 25 nodi.



Fig. A - 84 – Manovra G811 – Mega Yacht 123 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Libeccio 25 nodi.

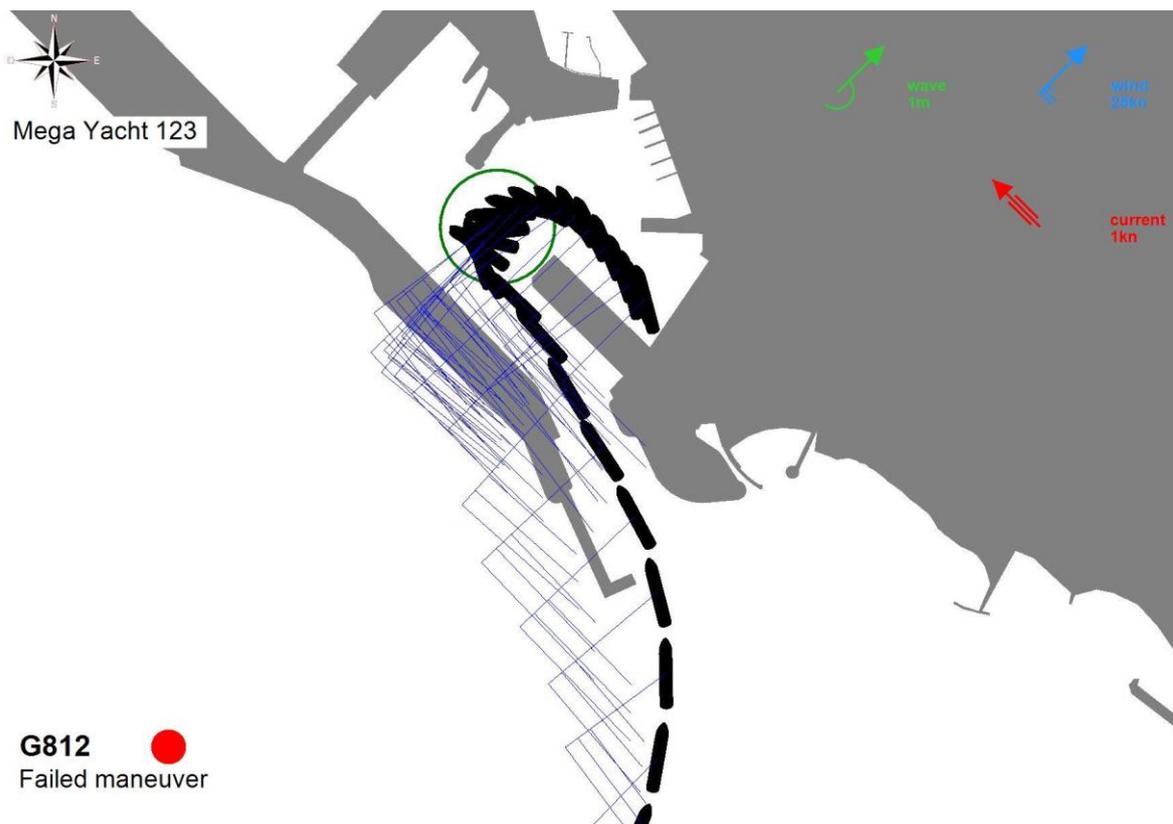


Fig. A - 85 – Manovra G812 – Mega Yacht 123 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
 Libeccio 25 nodi.



Fig. A - 86 – Manovra G813 – Mega Yacht 123 - Ingresso - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
 Libeccio 25 nodi.

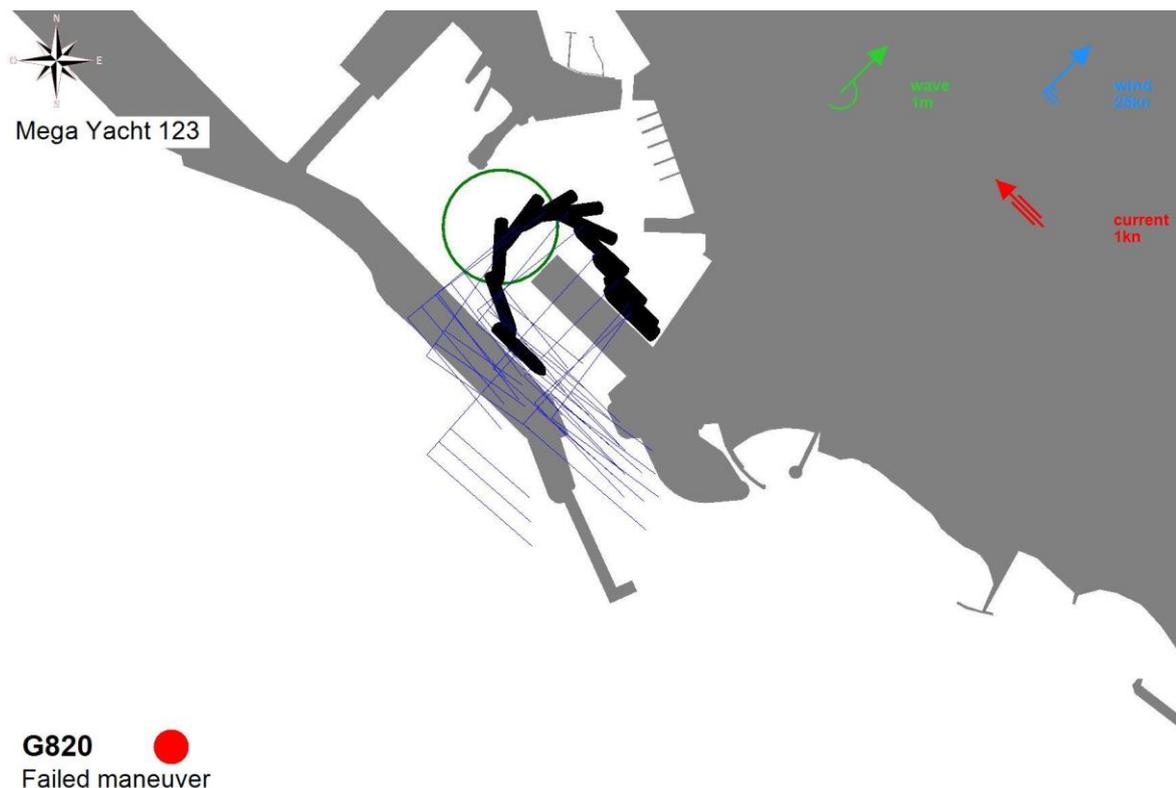


Fig. A - 87 – Manovra G820 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Libeccio 25 nodi.



Fig. A - 88 – Manovra G821 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
Libeccio 25 nodi.

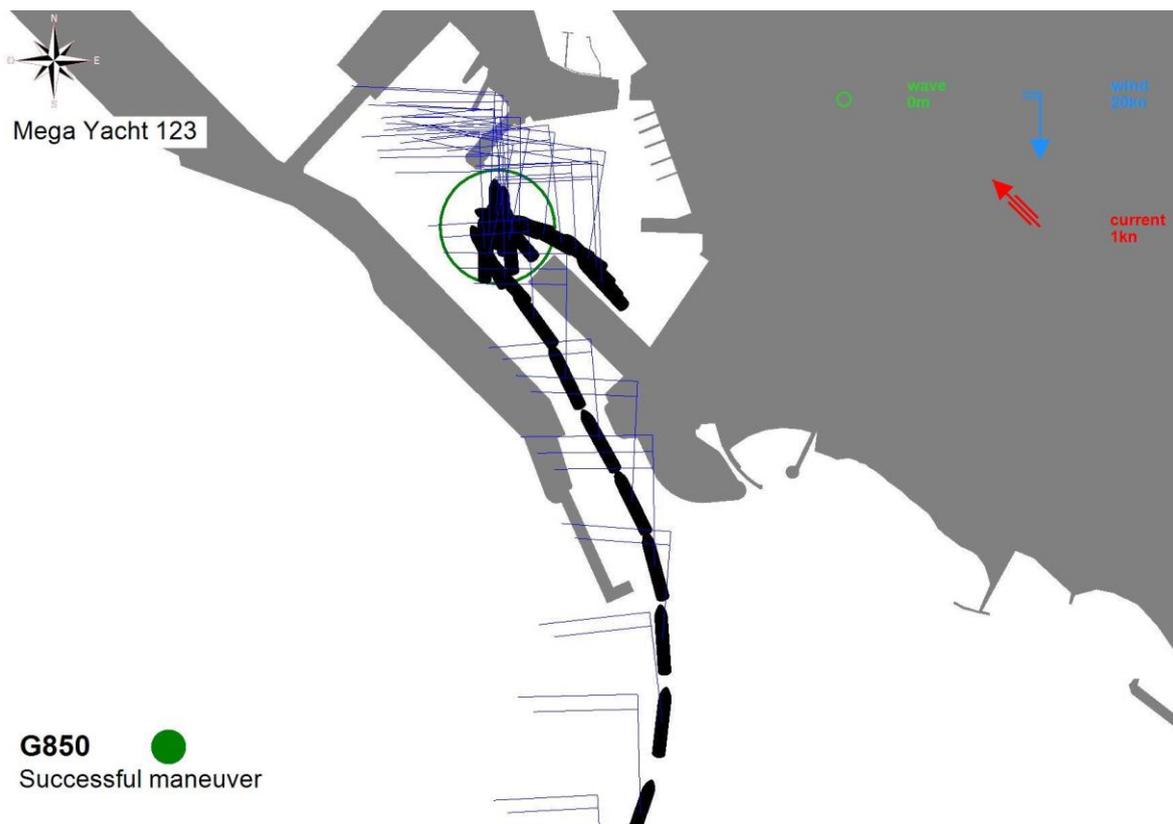


Fig. A - 89 – Manovra G850 – Mega Yacht 123 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 20 nodi.

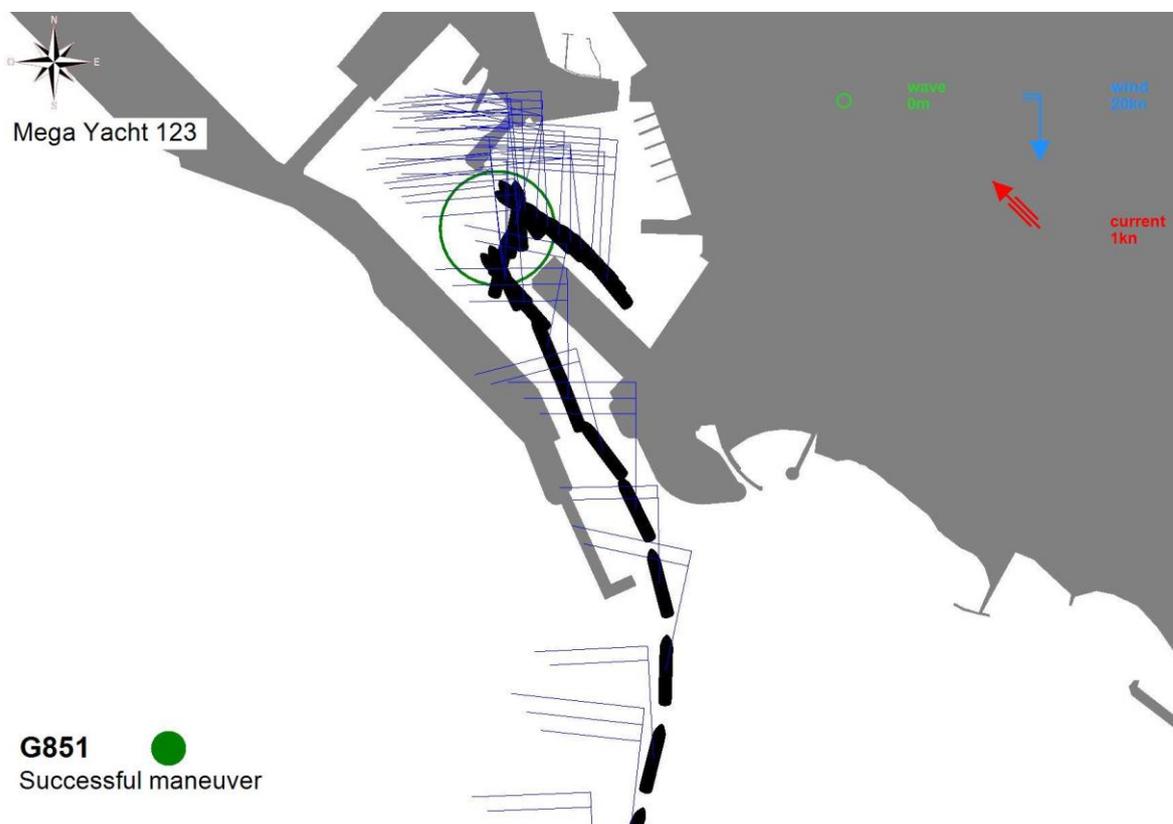


Fig. A - 90 – Manovra G851 – Mega Yacht 123 - Ingresso - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 20 nodi.

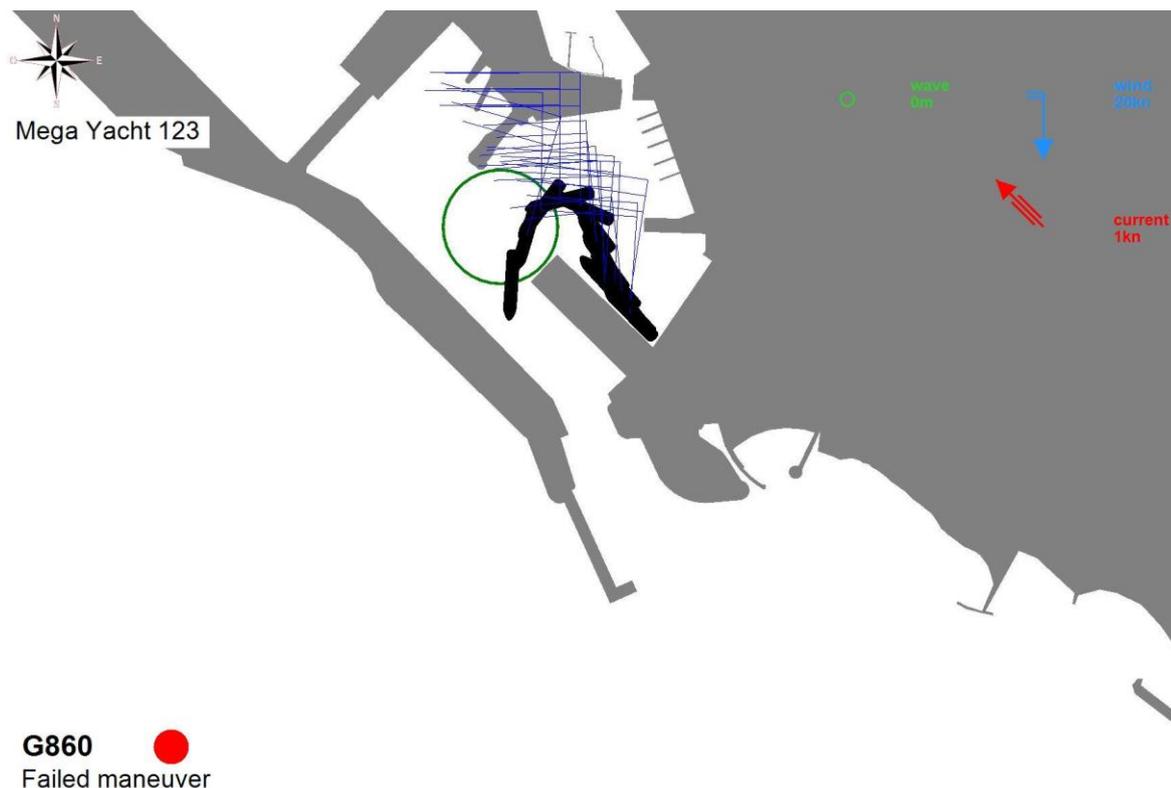


Fig. A - 91 – Manovra G860 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Tramontana 20 nodi.

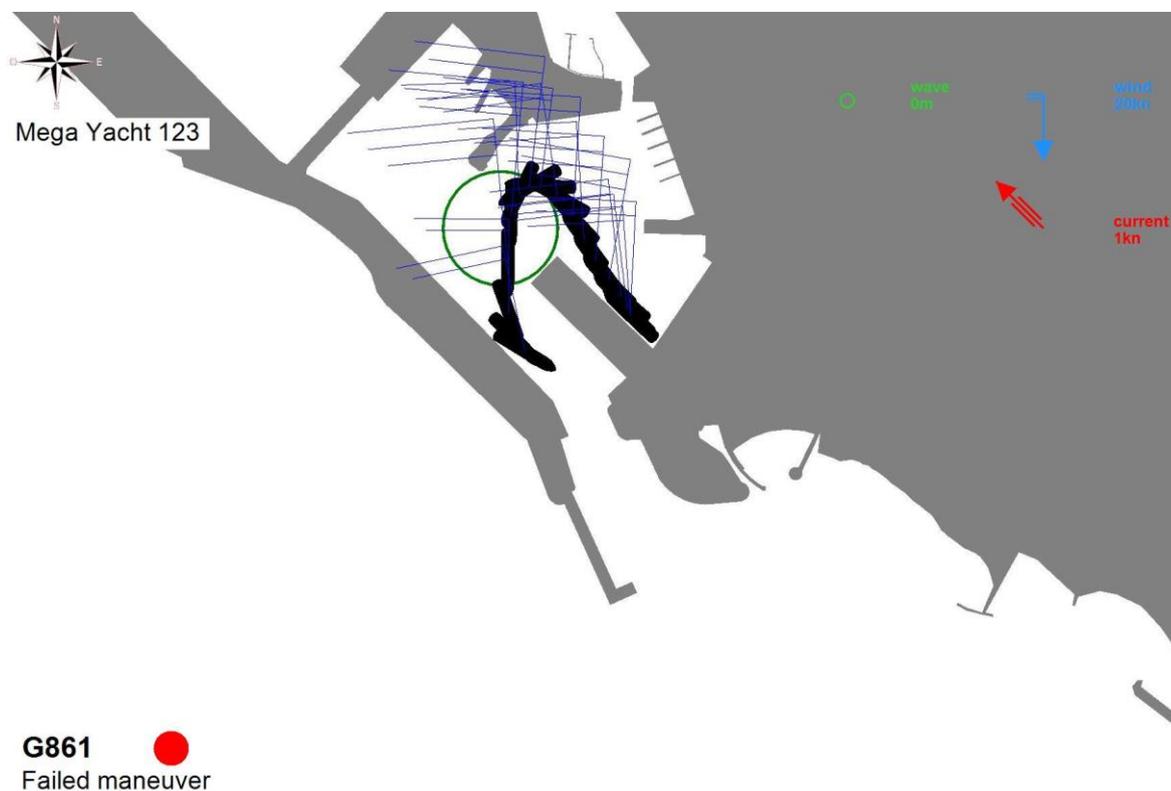


Fig. A - 92 – Manovra G861 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Tramontana 20 nodi.

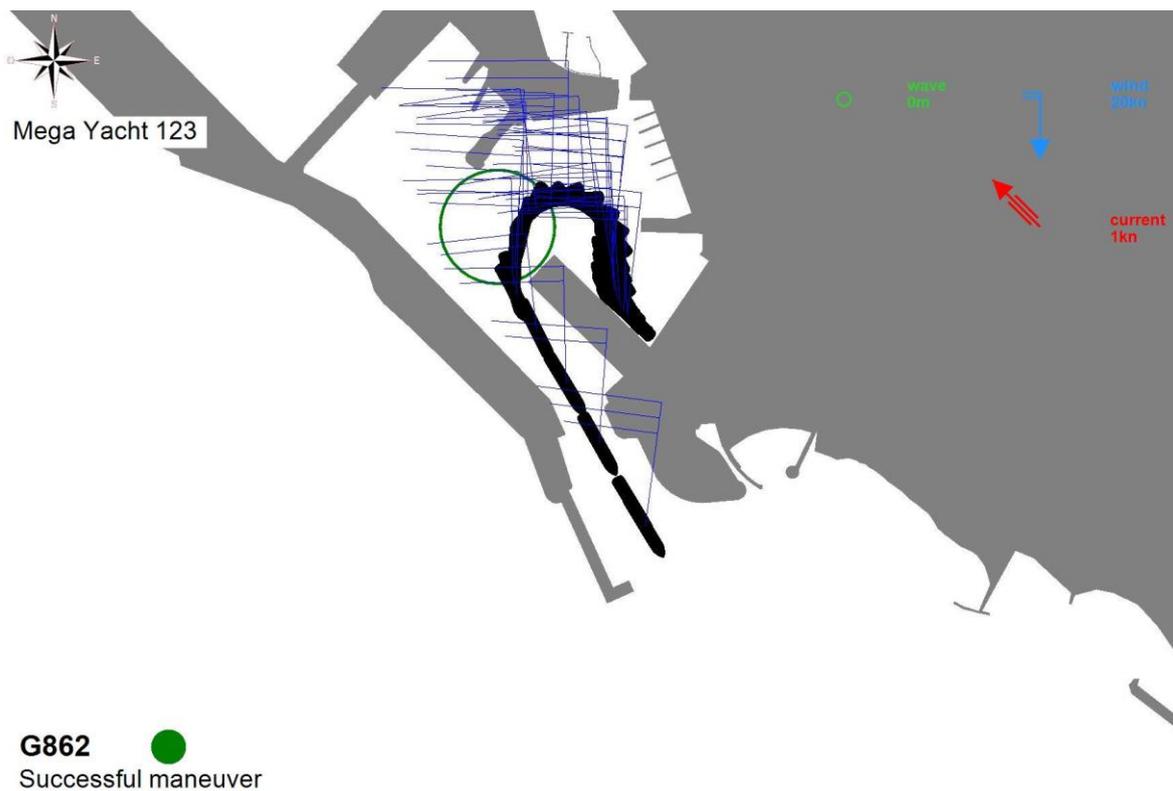


Fig. A - 93 – Manovra G862 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 20 nodi.

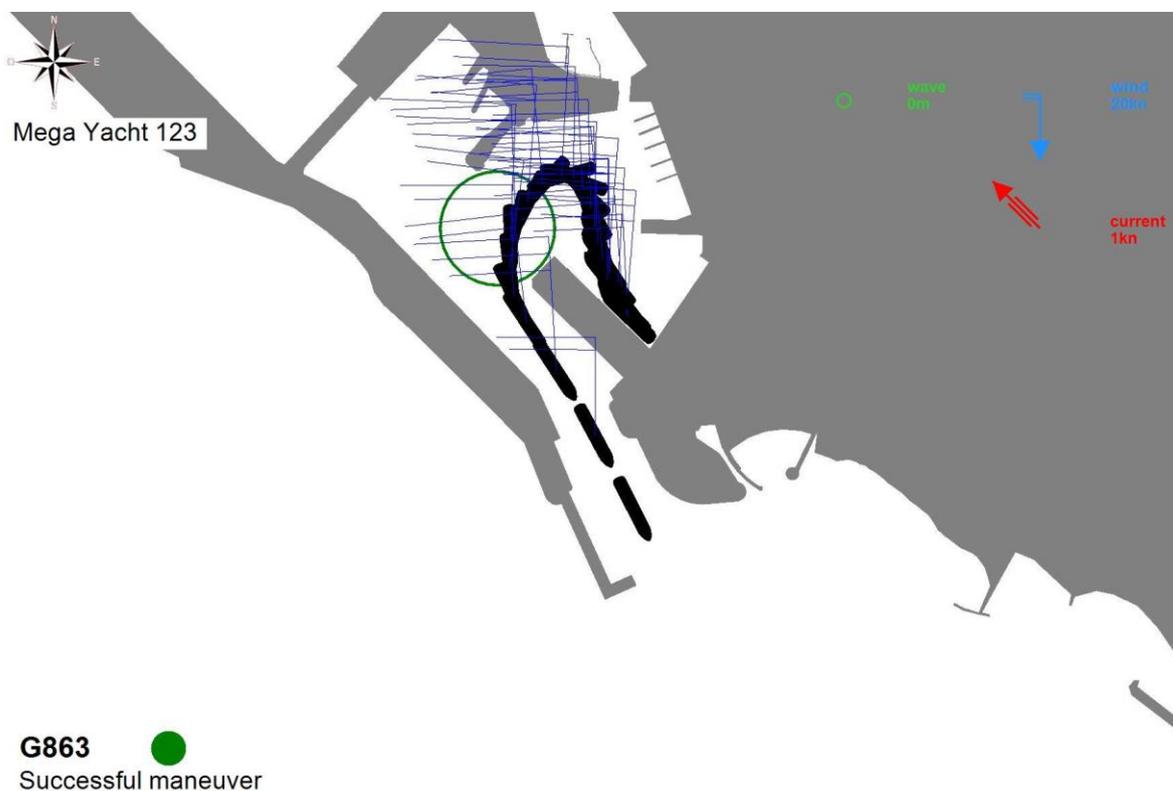


Fig. A - 94 – Manovra G863 – Mega Yacht 123 - Uscita - **MANOVRA RIUSCITA**  
Tramontana 20 nodi.

## **APPENDICE B**

### **FOTO DELLE SIMULAZIONI**



*Fig. B - 1 – Sessione di simulazioni.*



*Fig. B - 2 – Sessione di simulazioni.*



*Fig. B - 3 – Sessione di simulazioni.*



*Fig. B - 4 – Sessione di simulazioni.*

Simulazioni di manovra per il Porto di  
Civitavecchia

14537

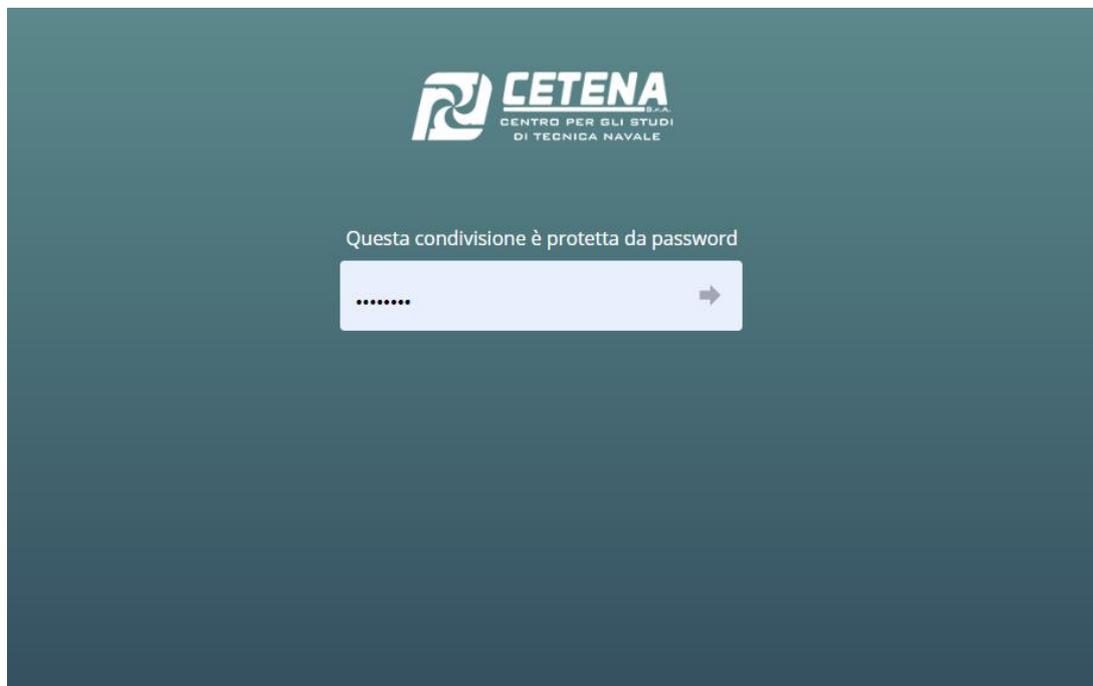
00

125 / 126



## 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.