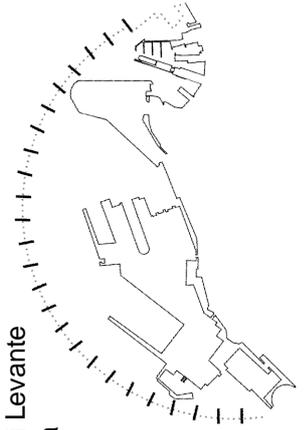


PROPOSTA DI RIQUALIFICAZIONE

Porto di Levante
Genova



Committenti:

ZENA CRUISE TERMINAL S.r.l.



Project manager:

Dott. Angiolino Barreca

Progetto e coordinamento tecnico:

SIBILLASSOCIATI_{srl}

Attività specialistiche:

**Studio Legale Carassale - Cocchi
e associati**

M&L | Molino&Longo
www.GENOVAPROGETTI.it

Andustria Ambiente s.r.l.

Oggetto del documento:

RAPPORTO TECNICO

**SIMULAZIONI DI
MANOVRA PORTUALE**

R|UP|03

Rev.	Data Revisione
A	12.11.2019

Report n. 13608

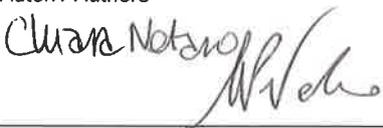
Rev. 00

Simulazioni di Manovra nel Porto di Genova Nuovo Terminal Costa Crociere - Sessione Interna

Autori / Authors: Chiara NOTARO, Massimo PEVERERO

Data emissione / Issue date: 19/11/2019

Pagina intenzionalmente bianca / *This page intentionally left blank*

Report n. 13608	Rev. 00	Data emissione / Issue date 14/11/2019
Titolo / Title Simulazioni di Manovra nel Porto di Genova Nuovo Terminal Costa Crociere - Sessione Interna		
Autori / Authors Chiara NOTARO, Massimo PEVERERO		
Sommario / Abstract <p>Le seguenti note sono finalizzate alla presentazione sintetica dei risultati delle simulazioni di manovra in tempo reale svolte da parte di CETENA S.p.A. per conto di Costa Crociere S.p.A. (Cliente) durante la sessione "interna" del 09 novembre 2019.</p> <p>I test al simulatore sono stati eseguiti allo scopo di valutare la fattibilità delle manovre, da parte di diverse tipologie di navi, nel layout attuale del Porto di Genova modificato per la presenza di un nuovo Terminal Crociere situato presso Calata Gadda. Le prove sono state eseguite utilizzando il layout di progetto del suddetto Terminal, modificato a seguito dei risultati dell'analisi critica condotta nello studio 2D tipo "table-top simulation", ovvero senza utilizzo del simulatore di manovra, precedentemente ordinato dal Cliente, e realizzato con il coinvolgimento dell'Autorità Marittima e dei Piloti del Porto di Genova (cfr. Rapporto Tecnico CETENA n°13468 del 04/07/2019).</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 Costa Crociere S.p.A.	
Pagine / Sheets 50	Commessa / Job 693000	Note / Notes Simulatore MANTA – Allegati elettronici inclusi nella fornitura

Questo Documento è di proprietà di CETENA S.p.A. Non può essere riprodotto, trasmesso con qualsiasi mezzo, inserito in altri documenti, svelato ad altri o comunque usato per qualsiasi scopo diverso da quello per il quale è stato prodotto, senza esplicita autorizzazione scritta di CETENA S.p.A. L'utente del documento ha l'onere di verificare di essere in possesso dell'edizione corrente.

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

Revisioni Precedenti / Previous Revisions

<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

Prima stesura/First release

INDICE

INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO	8
1 Configurazione portuale e condizioni generali delle simulazioni di manovra	10
1.1 Definizione dell'area schematizzata per le simulazioni di manovra.....	10
1.2 Rappresentazione dello scenario portuale nel simulatore	12
1.3 Utilizzo dei rimorchiatori.....	15
2 Caratteristiche principali delle navi considerate nello studio al simulatore di manovra	16
2.1 Nave da crociera (LOA=306 m x B=37 m)	16
2.2 Nave portacontainer (LOA=320 m x B=42 m)	17
2.3 Nave traghetto (LOA=260 m x B=32 m).....	18
3 Condizioni meteomarine	19
4 Presentazione dei risultati delle simulazioni.....	20
4.1 Descrizione sintetica delle simulazioni e immagini delle traiettorie.....	23
5 Conclusioni e Osservazioni.....	40
6 RIFERIMENTI.....	48
ALLEGATI.....	49

Indice delle Tabelle

Tabella 1 – Caratteristiche principali del generico rimorchiatore da 75 t	15
Tabella 2 – Caratteristiche principali della nave da crociera (LOA= 306 m)	16
Tabella 3 – Caratteristiche principali della nave portacontainer (LOA= 320 m)	17
Tabella 4 – Dimensioni principali della nave traghetto (LOA= 260 m)	18
Tabella 5 – Condizioni meteomarine considerate per lo studio al simulatore	19
Tabella 6 – Elenco e risultati dei test eseguiti al simulatore real time 3D (09/11/2019)	22
Tabella 7 – Distanze rilevate sulla costruzione riportata in Figura 13.....	45

Indice delle Figure

Figura 1 – Simulazioni di manovra real time 3D per il nuovo Terminal cruise nel Porto di Genova .	8
Figura 2 – Planimetria generale utilizzata per il layout portuale nello studio di manovrabilità al simulatore (Ipotesi D, cfr. sagoma tratteggiata in verde).....	10
Figura 3 – Ingrandimento della planimetria di progetto: Ipotesi C, Ipotesi CETENA e Ipotesi D....	11
Figura 4 – Simulatore SAND – Layout 2D del Porto di Genova utilizzato nelle simulazioni.....	12
Figura 5 – Tracciato di un test svolto con nave portacontainer in manovra e nave cruise in ingombro sul Terminal Cruise.....	13
Figura 6 – Rappresentazione rimorchiatori nello scenario 3D (nave portacontainer in manovra)..	15
Figura 7 – Test al simulatore di manovra real time 3D (09/11/2019).....	23
Figura 8 - M01 – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), in calma assoluta, cfg. di progetto	24
Figura 9 - M02 – Uscita nave da crociera (SN in banchina), in calma assoluta, cfg. di progetto ...	25
Figura 10 - M03 – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), NE 15 kn, cfg. di progetto	26
Figura 11 - M04 – Uscita nave da crociera (SN in banchina), NE 15 kn, cfg. di progetto	27
Figura 12 - M05 – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), NE 25 kn, cfg. di progetto	28
Figura 13 - M06 – Uscita nave da crociera (SN in banchina), NE 25 kn, cfg. di progetto	29
Figura 14 - M07 – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), SE 25 kn e 1.5 kn di corrente, cfg. di progetto	30
Figura 15 - M08 – Uscita nave da crociera (SN in banchina), SE 25 kn e 1.5 kn di corrente, cfg. di progetto.....	31
Figura 16 - M09 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), calma assoluta, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto	32
Figura 17 - M10 – Uscita nave portacontainer (monoelica), calma assoluta, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto	33
Figura 18 - M11 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto	35
Figura 19 - M12 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto	36

Figura 20 - M13 – Uscita nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto	37
Figura 21 - M14 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto, evoluzione in Avamporto	38
Figura 22 - M15 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), SE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto.....	39
Figura 23 – Planimetria generale utilizzata per lo studio di manovrabilità al simulatore (Ipotesi D e Ipotesi CETENA)	40
Figura 24 – Prove al simulatore di manovra real-time 3D del CETENA	41
Figura 25 – Posizione relativa della nave traghetto LOA X B = 260 X 32 m in Bacino 4	43
Figura 26 – Costruzione delle distanze nave es. in arrivo diretta al Porto storico, in relazione alla posizione del terminal (Ipotesi C e D)	45
Figura 27 – Analisi della cartografia e osservazioni sul layout di manovra	47

INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

Le seguenti note sono finalizzate alla presentazione sintetica dei risultati delle simulazioni di manovra in tempo reale svolte da parte di **CETENA S.p.A.** per conto di Costa Crociere S.p.A. (Cliente) durante la sessione "interna" del **09 novembre 2019**.

I test al **simulatore real time 3D** sono stati eseguiti allo scopo di valutare la fattibilità delle manovre, da parte di diverse tipologie di navi, nel layout attuale del Porto di Genova modificato per la presenza di un **nuovo Terminal Crociere situato presso Calata Gadda**. Le prove sono state eseguite utilizzando il layout di progetto del suddetto Terminal, modificato a seguito dei risultati dell'analisi critica condotta nello studio 2D tipo "table-top simulation", ovvero senza utilizzo del simulatore di manovra, precedentemente ordinato dal Cliente, e realizzato con il coinvolgimento dell'Autorità Marittima e dei Piloti del Porto di Genova (cfr. Rapporto Tecnico CETENA n°13468 del 04/07/2019).

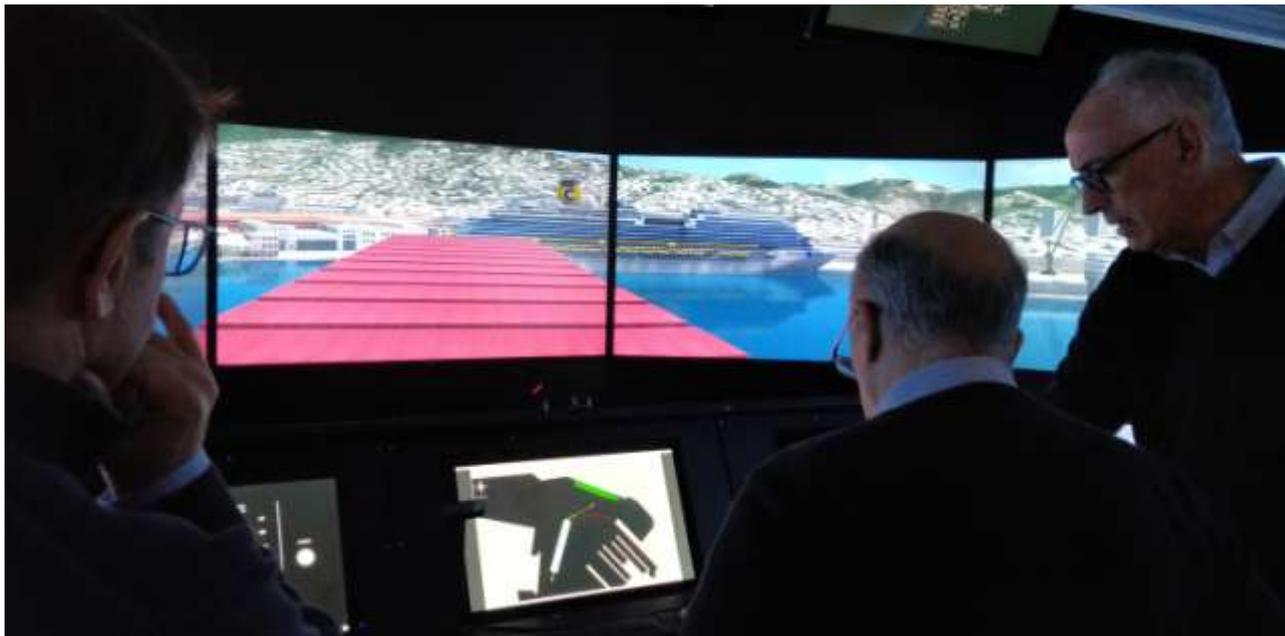


Figura 1 – Simulazioni di manovra real time 3D per il nuovo Terminal cruise nel Porto di Genova

Lo studio di simulazione qui descritto si è posto i seguenti obiettivi:

- la verifica della **fattibilità delle manovre di arrivo/partenza** (e dei relativi **tracciati** delle traiettorie) presso il nuovo Terminal Crociere, in diverse condizioni meteo, da parte di una **nave da crociera** avente dimensioni massime pari a **LOA = 306 m** e **B = 37 m**;
- lo studio della **fattibilità delle manovre di arrivo/partenza** (e dei relativi **tracciati** delle traiettorie) sulla banchina del Terminal SECH, in diverse condizioni meteo, da parte di una **grande nave portacontainer** avente dimensioni massime pari a **LOA = 320 m** e **B**

= **42 m**, in presenza della nave cruise all'ormeggio con fianco sinistro in banchina sul nuovo Terminal Crociere;

- l'analisi dell'**operatività (in ingresso ed uscita)** da parte delle navi dirette al bacino di riparazione n°4, considerando un ipotetico traghetto avente dimensioni massime pari a **LOA = 260 m e B = 32 m**;
- l'identificazione, attraverso e durante lo svolgimento del lavoro, di ulteriori **variazioni da apportare al layout del Terminal**, in modo da migliorare il progetto in studio.

Lo scopo finale dello studio è la raccolta degli elementi necessari all'impostazione di altre simulazioni di manovra, da svolgersi in seguito traendo spunto da questa sessione preliminare interna e coinvolgendo nella prossima occasione anche tutti gli operatori interessati, ovvero: Autorità Marittima, Piloti e Autorità di Sistema Portuale.

Si riportano qui di seguito i nomi dei presenti alle simulazioni del 09/11/2019:

Partecipanti	Ente / Società di appartenenza	NOTE
Com.te G. LETTICH	Ex-Capo del Corpo Piloti del Porto di Genova	Esecuzione - Supervisione delle prove al simulatore di manovra real-time 3D
Com.te G. LONGO	Costa Crociere S.p.A.	Esecuzione - Supervisione delle prove al simulatore di manovra real-time 3D
Cap. Roberto FERRARINI		Supervisione alle prove al simulatore – Rappresentante per Costa Crociere
Ing. Franco PORCELLACCHIA	Carnival Corporation & PLC	Supervisione alle prove al simulatore – Rappresentante per Carnival Corp. (solo mattina)
Ing. Massimo PEVERERO	CETENA S.p.A.	Modellistica e post-processing dei test, assistenza agli operatori durante le prove
Ing. Chiara NOTARO		Preparazione e redazione note tecniche/report tecnico

1 Configurazione portuale e condizioni generali delle simulazioni di manovra

1.1 Definizione dell'area schematizzata per le simulazioni di manovra

Il layout portuale preso in considerazione per le simulazioni corrisponde alla **configurazione attuale del Porto di Genova modificato per la presenza di un nuovo Terminal Cruise** posizionato presso Calata Gadda.

- Le prove sono state eseguite utilizzando il **layout di progetto del suddetto Terminal**, secondo la configurazione migliorata a seguito dei risultati dell'analisi critica condotta nello studio 2D tipo "**table-top simulation**", ovvero senza utilizzo del simulatore di manovra, precedentemente ordinato dal Cliente, e realizzato con il coinvolgimento dell'Autorità Marittima e dei Piloti del Porto di Genova (cfr. Rapporto Tecnico CETENA n°13468 del 04/07/2019 - Rif. 1).

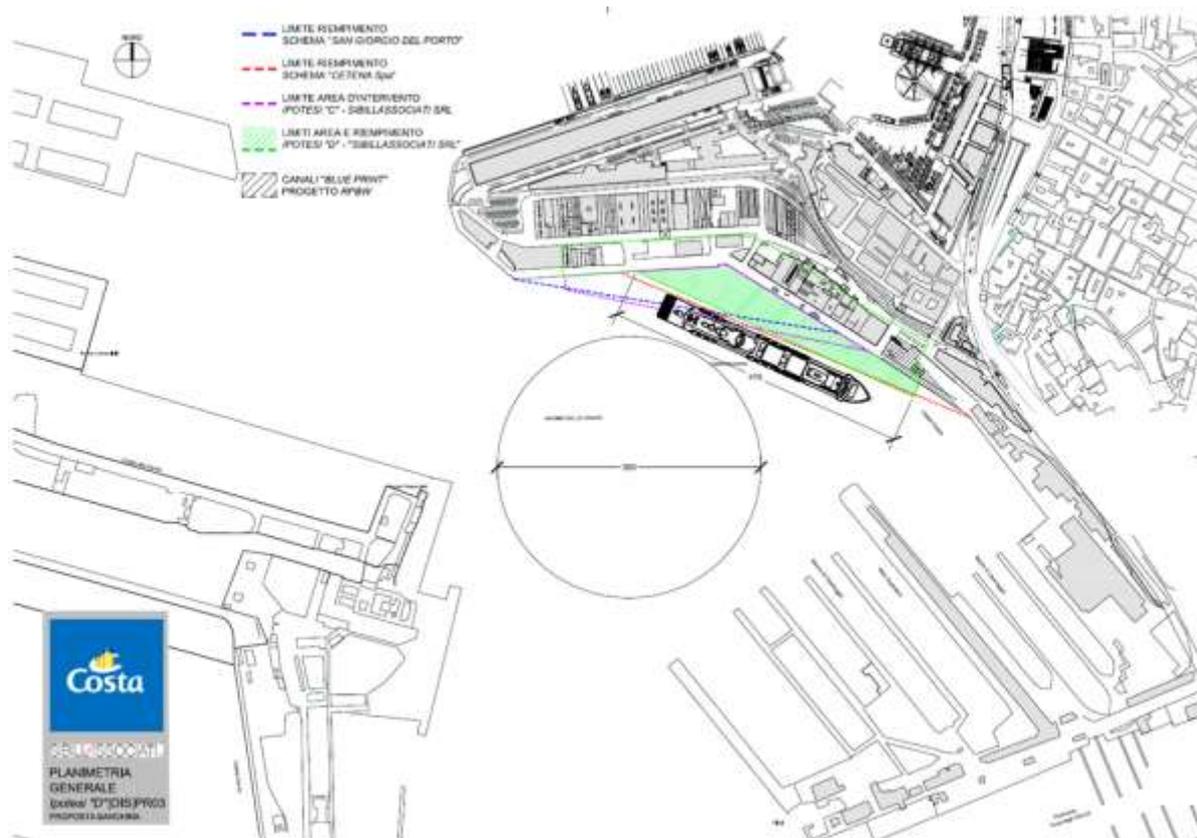


Figura 2 – Planimetria generale utilizzata per il layout portuale nello studio di manovrabilità al simulatore (Ipotesi D, cfr. sagoma tratteggiata in verde)

Come si può notare in Figura 2 (Rif. 2), rappresentativa della planimetria di progetto utilizzata per la definizione del layout di manovra al simulatore, la **lunghezza di banchina** ricavata per il nuovo Terminal (indicato dalla figura tratteggiata in colore verde, ipotesi "D"), è di circa **415 m**,

ipotizzando l'ormeggio della nave da crociera sul fianco SN (solo a titolo esemplificativo, in quanto la nave potrebbe ormeggiare anche sul fianco opposto).

La nave da crociera considerata nel disegno ha dimensioni LOA x B = 337 m x 42 m, pari a quelle di una nave della [classe Aida](#).

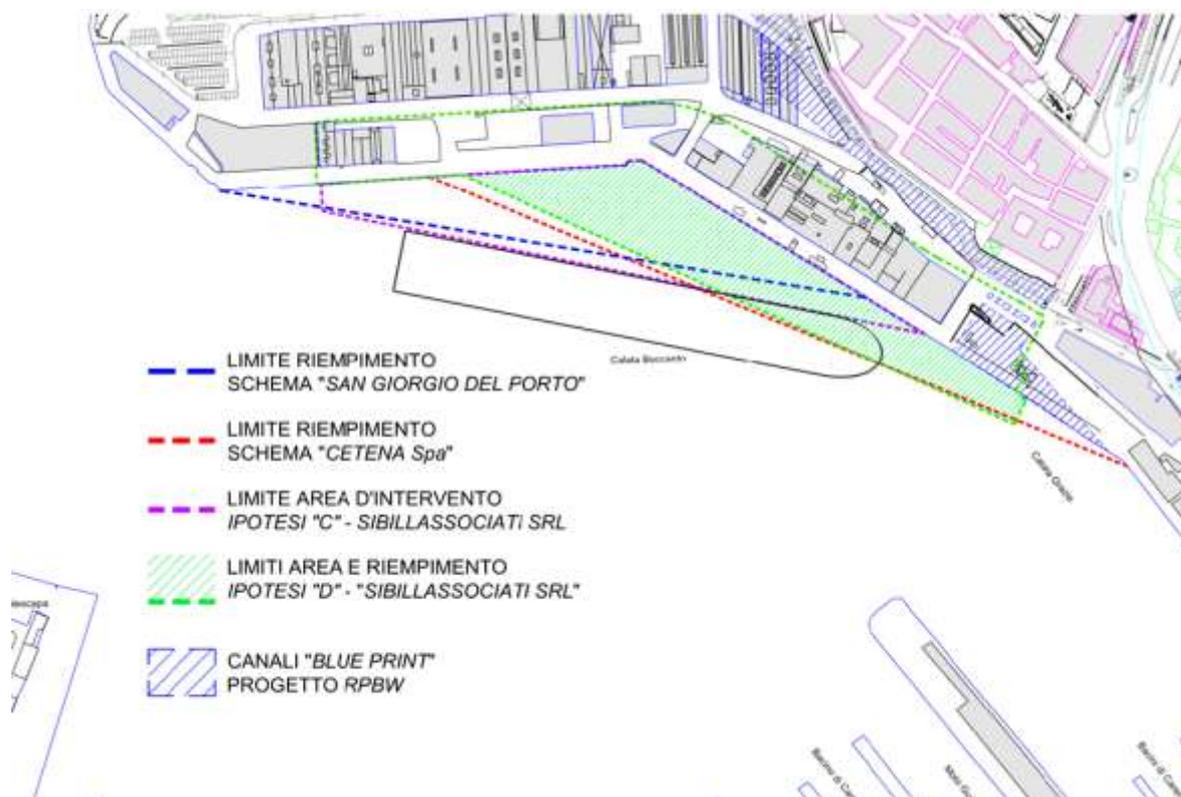


Figura 3 – Ingrandimento della planimetria di progetto: Ipotesi C, Ipotesi CETENA e Ipotesi D

- La planimetria riporta inoltre la **sagoma originariamente proposta per il Terminal in progetto**, indicata dalle linee tratteggiate in colore viola (**Ipotesi "C"**, cfr. Figura 3, ingrandimento della Figura 23, proposto per maggiore chiarezza, con sagoma della nave semplificata). Tale configurazione era stata analizzata nel corso del table-top simulation study svolto da CETENA SpA, prima citato, che aveva dato origine a raccomandazioni in merito allo spostamento e ri-orientamento del layout secondo la generica posizione indicata dalla linea tratteggiata di colore rosso (**"Limite riempimento schema CETENA SpA"**, cfr. Figura 3). Su questa nuova direttrice è stata quindi rielaborata la nuova ipotesi di progetto considerata nella sessione al simulatore di manovra qui descritta (**Ipotesi "D"**, cfr. ancora Figura 3).
- Nella **nuova ipotesi di progetto qui esaminata**, la banchina di accosto del Terminal è stata **spostata**, a seguito delle indicazioni scaturite dal primo studio, **di circa 96 m verso levante**, ed è stata riorientata da circa 102°N a 115°N, rispetto alla configurazione inizialmente ipotizzata.

1.2 Rappresentazione dello scenario portuale nel simulatore

Il *layout portuale* riportato nel simulatore SAND, e visualizzato nel display 2D della plancia, si presenta come in Figura 4.

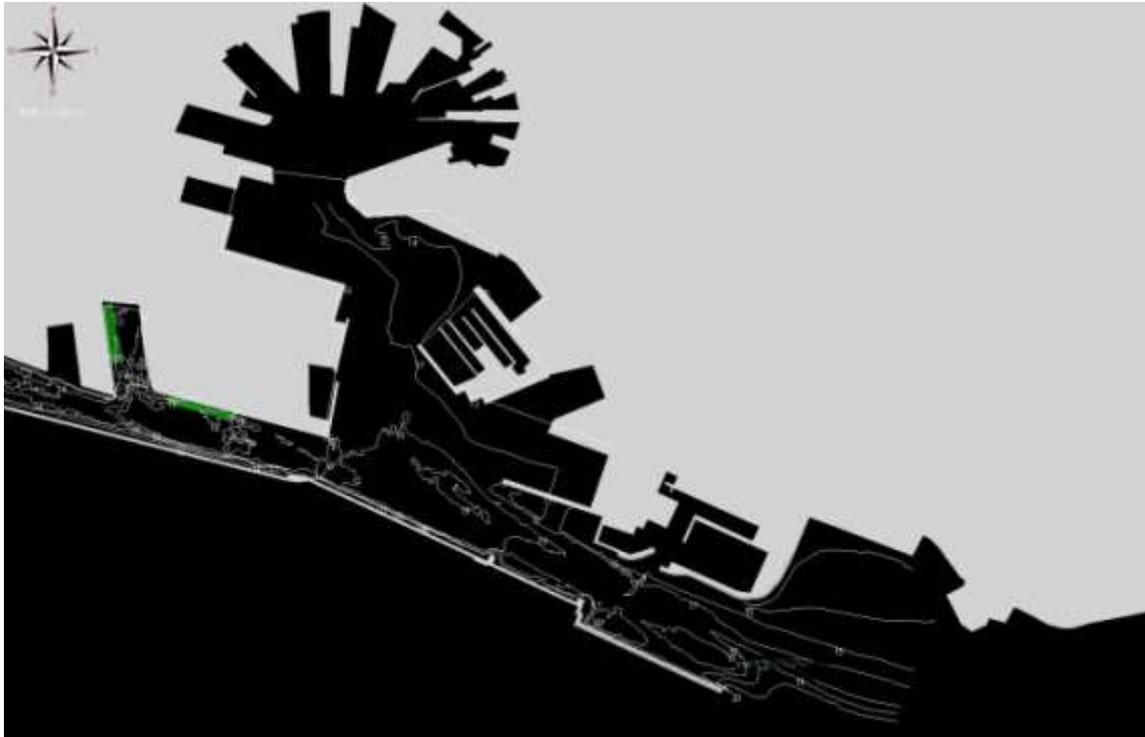


Figura 4 – Simulatore SAND – Layout 2D del Porto di Genova utilizzato nelle simulazioni

- La **mapa 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), aggiornato in tempo reale durante i test svolti al simulatore di manovra, è riportato subito sotto il simbolo della rosa dei venti.
- Per quanto riguarda la **posizione iniziale delle navi durante i test di arrivo**, essa è stata generalmente posta, in accordo ai Piloti, ipotizzando l'unità in navigazione in prossimità dell'imboccatura di Levante, già abbrivata in marcia avanti nel canale di ingresso al porto alla velocità di circa 5-6 kn (Pilota già imbarcato all'imboccatura del Porto), con prua orientata per circa 315°N.
- La **posizione iniziale delle unità simulata in uscita** dal Porto è la banchina di accosto considerata per le manovre di arrivo, ovvero rispettivamente: la nuova banchina relativa al Terminal Cruise in progetto, per quanto riguarda la nave da crociera, ormeggiata sul fianco sinistro, e la banchina del terminal SECH, per quanto riguarda la nave portacontainer, ormeggiata sul fianco dritto.

- Le manovre di arrivo della **nave portacontainer** sono state eseguite considerando già la squadra assegnata dei **2 rimorchiatori pronta in assistenza**, ovvero legati col cavo a prua e a poppa della nave. Analogamente si sono svolte le manovre di uscita, considerando, come nella realtà, i 2 rimorchiatori in ausilio, legati anche in questo caso col cavo a prua/poppa.

Come già accennato, nell'area di manovra della nave portacontainer è stata presa in considerazione l'unità da crociera in ingombro presso il Terminal Cruise in progetto, in modo da verificare le potenziali interferenze con la nave in manovra. Si veda a tal proposito la **Figura 5**.

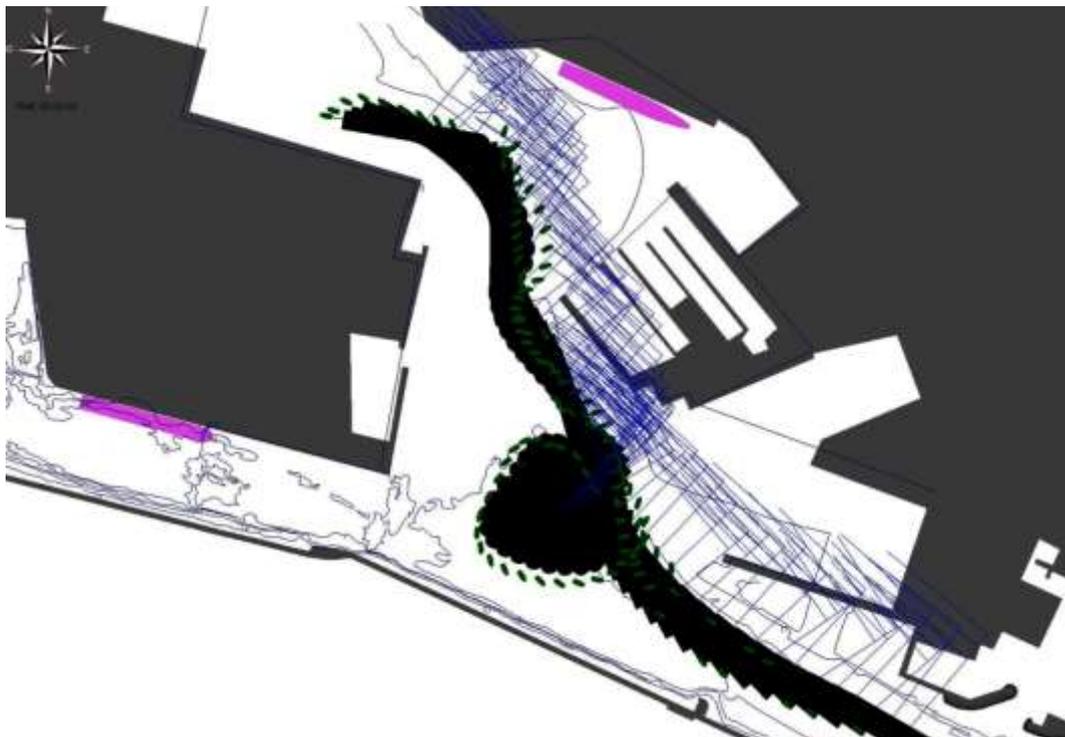


Figura 5 – Tracciato di un test svolto con nave portacontainer in manovra e nave cruise in ingombro sul Terminal Cruise

- La **batimetria portuale** è stata schematizzata secondo i dati attuali più aggiornati disponibili in CETENA, basati sulle rilevazioni già fornite da AdSP. La necessità di eventuali dragaggi, ad esempio in corrispondenza del nuovo Terminal, sarà oggetto di studi successivi, che esulano gli scopi del presente studio di manovrabilità.
- E' stato tenuto conto del fatto che, in presenza di venti da **Scirocco**, il canale in Avamporto è soggetto anche alla formazione di una **corrente** diretta per circa 300 °N, cioè in ingresso. Essa è stata schematizzata negli scenari del simulatore differenziandone l'intensità da 1.0 kn a 1.5 kn a seconda della velocità del vento rispettivamente di 15 kn o 25 kn.
- L'azione del **mare** (ovvero l'agitazione ondosa interna) è stata trascurata, in quanto non influisce sulla valutazione della manovrabilità relativamente al nuovo Terminal Cruise.

Come verrà illustrato più avanti nel corso di questo report, per ogni configurazione meteomarina scelta, sono state prese in considerazione, secondo indicazioni già recepite a seguito del primo studio 2D, l'intensità e la direzione di vento e corrente da usare come riferimento 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.

Il set finale delle *condizioni meteomarine* (direzioni ed intensità di vento e corrente) scelte per le simulazioni verrà illustrato più diffusamente nel **Capitolo 3** di questa relazione tecnica.

1.3 Utilizzo dei rimorchiatori

Per l'esecuzione delle manovre con la sola nave portacontainer, in accordo con i Piloti, sono stati presi in considerazione rimorchiatori di caratteristiche pari a quelle attualmente in dotazione nel Porto, considerando generalmente una squadra composta da **2 rimorchiatori da 75 t di tiro massimo**.



Figura 6 – Rappresentazione rimorchiatori nello scenario 3D (nave portacontainer in manovra)

Le caratteristiche principali dei **rimorchiatori azimutali** considerati nel modello in simulazione sono state riassunte in Tabella 1.

La lunghezza del cavo, che è fissa durante i test al simulatore, a differenza della realtà in cui può essere invece accorciata o allungata a seconda della necessità, è stata impostata a 30 m per entrambi i rimorchiatori. La potenza di tiro/spinta e la direzione sono impostate dall'operatore esperto, tramite touch-screen dedicato su uno degli schermi della plancia del simulatore, attuando nel modo opportuno l'azione di ausilio con l'obiettivo di riprodurre le **condizioni reali di esercizio**.

Rimorchiatori	
Lunghezza fuori tutta	24.40 m
Larghezza	11.25 m
Propulsione	azimutale
Tiro (Bollard Pull)	75 t

Tabella 1 – Caratteristiche principali del generico rimorchiatore da 75 t

2 Caratteristiche principali delle navi considerate nello studio al simulatore di manovra

Nei paragrafi seguenti sono state riportate le caratteristiche principali delle navi considerate nello studio al simulatore qui descritto.

2.1 Nave da crociera (LOA=306 m x B=37 m)

Le caratteristiche principali della **nave da crociera** di lunghezza fuori tutto uguale a **306 m** sono state riassunte in Tabella 2 [Rif. 3].

L'unità è una bielica (a passo fisso, eliche controrotanti) e a propulsione tradizionale, considerata all'immersione media di 8.2 m. La nave è dotata di **3 bow thruster** e **2 stern thruster** da **2200 kW** (3000 cv) **ciascuno**.



Ship main data		
Service speed	22	knots
Length between perpendiculars	269.0	m
Length over all	306.0	m
Beam	37.2	m
Draught	8.2	m
Displacement	64288	t
Frontal wind area	1260	m ²
Lateral wind area	8500	m ²
Propeller data		
Propeller number	2	FPP
Blades number	6	
Diameter	5.8	m
Propeller revolutions	140	RPM
Engine data		
Engine power	2x21000	kW
Transverse thrusters		
Bow thrusters	3x2200	kW
Stern thrusters	2x2200	kW

Tabella 2 – Caratteristiche principali della nave da crociera (LOA= 306 m)

2.2 Nave portacontainer (LOA=320 m x B=42 m)

I dati principali della **nave portacontainer** di lunghezza fuori tutto uguale a **320 m**, caratterizzata facendo riferimento alle unità che fanno normalmente scalo alla banchina del **Terminal SECH**, sono state riassunte in Tabella 3.

Per i test al simulatore è stata considerata la condizione di carico corrispondente all'immersione di 11.5 m (corrispondente a circa 84000 t di dislocamento). Questa nave, monoelica (destrorsa, a passo fisso) e a propulsione tradizionale, è dotata di un **unico bow thruster** da **2200 kW** (3000 cv).

		
Ship main data		
Service speed	24	knots
Length between perpendiculars	305	m
Length over all	320	m
Beam	42	m
Draught	11.5	m
Displacement	84000	t
Frontal wind area	1525	m ²
Lateral wind area	9900	m ²
Propeller data		
Propeller number	1	FPP
Blades number	6	
Diameter	-	m
Propeller revolutions	105	RPM
Engine data		
Engine power	54840	kW
Transverse thrusters		
Bow thrusters	1x2210	kW
Stern thrusters	-	kW

Tabella 3 – Caratteristiche principali della nave portacontainer (LOA= 320 m)

2.3 Nave traghetti (LOA=260 m x B=32 m)

I dati principali della nave traghetti di lunghezza fuori tutto uguale a 260 m sono stati riassunti in Tabella 4.

Su questa unità non sono state eseguite simulazioni, ma solo fatte considerazioni geometriche sul layout 2D del porto modificato per la presenza del Terminal Cruise in progetto, pertanto sono state utilizzate solo le dimensioni principali della nave, tralasciando il modello matematico di manovrabilità, per la costruzione della sagoma geometrica rappresentativa di una unità che, a velocità nulla, entra o esce, grazie all'ausilio di rimorchiatori, dal [bacino di carenaggio n°4](#).



Ship main data		
Service speed	24	knots
Length between perpendiculars	240.0	m
Length over all	260.0	m
Beam	32.0	m
Draught	8.2	m
Displacement	39975	t
Frontal wind area	1400	m ²
Lateral wind area	6500	m ²
Propeller data		
Propeller number	2	CPP
Blades number	4	
Diameter	5.8	m
Propeller revolutions	148	RPM
Engine data		
Engine power	2x21000	kW
Transverse thrusters		
Bow thrusters	2x1300	kW
Stern thrusters	-	kW

Tabella 4 – Dimensioni principali della nave traghetti (LOA= 260 m)

3 Condizioni meteomarine

Le condizioni meteomarine scelte per le simulazioni si sono basate sulle indicazioni degli esperti presenti alle simulazioni, secondo considerazioni già condivise con Piloti del Porto e Autorità Marittima nel corso dell'attività propedeutica svolta in precedenza [Rif. 1].

Per quanto riguarda l'azione del vento, sono state messe in evidenza *due diverse condizioni di riferimento* relativamente ai settori di maggiore traversia (45°N - Grecale, 135°N - Scirocco), caratterizzate da 2 range di velocità del vento, ovvero 15 kn e 25 kn, simulati con raffica (sia per il Grecale che per lo Scirocco).

L'*agitazione ondosa* è stata considerata trascurabile ai fini degli esiti delle manovre.

La *corrente*, riscontrabile in maniera sensibile in caso di vento da Scirocco, è stata stimata qualitativamente a giudizio dei Piloti in 1.0-1.5 kn di velocità, in entrata con direzione media parallela alla diga (300°N), e di conseguenza è stata implementata nei file di scenario del simulatore.

Le condizioni meteomarine adottate per lo studio sono state sintetizzate nella seguente Tabella 5:

SCENARIO	VENTO – Direzione [°N] e Intensità [kn]	CORRENTE – Direzione [°N] e Intensità [kn]
Calma assoluta	assente	assente
Scirocco- Severo (SE 15 kn)	135°N - 15 kn	284°N – 1.0 kn
Scirocco- Estremo (SE -25 kn)	135°N - 25 kn	284°N - 1.5 kn
Grecale- Severo (NE – 15 kn)	45°N - 15 kn	0 kn
Grecale- Estremo (NE – 25 kn)	45°N - 25 kn	0 kn

Tabella 5 – Condizioni meteomarine considerate per lo studio al simulatore

4 Presentazione dei risultati delle simulazioni

In Tabella 6 sono elencate le prove che sono state eseguite al simulatore in tempo reale con scenario in 3D (sempre diurno) sulla nave da crociera e sulla nave portacontainer, nelle varie condizioni meteomarine che si è deciso di testare.

Test n°	Nave simulata	Tipo manovra	Condimeeteo utilizzate , n° rimorchiatori, tiro	Osservazioni - Esito
M01	Nave da crociera 306 m x 37 m	I	Calma assoluta	<i>Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. Manovra RIUSCITA.</i>
M02	Nave da crociera 306 m x 37 m	U	Calma assoluta	<i>Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. Manovra RIUSCITA.</i>
M03	Nave da crociera 306 m x 37 m	I	NE 15 kn	<i>Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. Manovra RIUSCITA.</i>
M04	Nave da crociera 306 m x 37 m	U	NE 15 kn	<i>Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. Manovra RIUSCITA.</i>
M05	Nave da crociera 306 m x 37 m	I	NE 25 kn	<i>Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. Manovra RIUSCITA.</i>
M06	Nave da crociera 306 m x 37 m	U	NE 25 kn	<i>Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. Manovra RIUSCITA.</i>
M07	Nave da crociera 306 m x 37 m	I	SE 25 kn – 1.5 kn corrente in ingresso	<i>Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. Manovra RIUSCITA.</i>

Test n°	Nave simulata	Tipo manovra	Condimeteo utilizzate, n° rimorchiatori, tiro	Osservazioni - Esito
M08	Nave da crociera 306 m x 37 m	U	SE 25 kn – 1.5 kn corrente in ingresso	<i>Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. Manovra RIUSCITA.</i>
M09	Container 320 m x 42 m	I	Calma assoluta, 2 tug da 75 t	<i>Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal. Distanza minima rilevata rispetto a nuovo Terminal è 80 m. Manovra RIUSCITA.</i>
M10	Container 320 m x 42 m	U	Calma assoluta, 2 tug da 75 t	<i>Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal. Distanza minima rilevata rispetto a nuovo Terminal è 80 m. Manovra RIUSCITA.</i>
M11	Container 320 m x 42 m	I	NE 25 kn, 2 tug da 75 t	<i>Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal. La traiettoria della nave, nel tratto rettilineo precedente all'evoluzione alle Grazie, è risultata eccessivamente allargata verso Terminal SECH. Manovra RIUSCITA. (da ripetere)</i>
M12	Container 320 m x 42 m	I	NE 25 kn, 2 tug da 75 t	<i>Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal. Manovra RIUSCITA.</i>

Test n°	Nave simulata	Tipo manovra	Condimeo utilizzate , n° rimorchiatori, tiro	Osservazioni - Esito
M13	Container 320 m x 42 m	U	NE 25 kn, 2 tug da 75 t	<i>Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal. Manovra RIUSCITA.</i>
M14	Container 320 m x 42 m	I	NE 25 kn, 2 tug da 75 t	<i>Evoluzione in Avaporto. Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal. Manovra RIUSCITA.</i>
M15	Container 320 m x 42 m	I	SE 25 kn, 2 tug da 75 t	<i>Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal. Manovra RIUSCITA.</i>

Tabella 6 – Elenco e risultati dei test eseguiti al simulatore real time 3D (09/11/2019)

Come si può notare è stato eseguito un **totale di 15 test**, di cui:

- **4 manovre di "ingresso" e 4 manovre di "uscita"** con la **nave da crociera** da 306 m di lunghezza massima
- **5 manovre di "ingresso"** (delle quali una, la M11, è stata ripetuta a seguito di una svista nell'impostazione del comando imposto ad un rimorchiatore) con la nave portacontainer da **320 m** di lunghezza massima

In tutti i test con la nave portacontainer è stata considerata la presenza dell'ingombro ormeggiato con la sinistra in banchina sul Terminal Cruise in studio, avente dimensioni massime LOA x B = 306 m x 37 m, le stesse della nave da crociera in simulazione.

Per l'analisi particolareggiata di ciascuna traiettoria e della tecnica di manovra adottata, e per una maggiore comprensione del giudizio sull'esito delle singole manovre, si rimanda agli ALLEGATI forniti assieme al presente rapporto tecnico (postprocessing avanzato dei risultati, dove in particolare sono stati inclusi *i filmati delle manovre ed i file delle storie temporali di tutte le grandezze simulate*, es. uso dei rimorchiatori e thruster, forza esercitata dal vento, velocità della nave, ecc. ecc.).

4.1 Descrizione sintetica delle simulazioni e immagini delle traiettorie

Di seguito si riporta una descrizione sintetica dello svolgimento delle manovre al simulatore, corredata dalle immagini della traiettoria seguita dalla nave durante ciascuna simulazione. Le immagini sono ricavate tramite la stampa della silhouette della nave ad intervalli di tempo regolari ($t = 60$ s) sul layout portuale in 2D, in cui sono indicati inoltre:

- il Nord geografico
- il layout portuale (**grigio**) con la rappresentazione delle batimetriche;
- la silhouette della nave (in **nero**);
- l'indicazione della direzione di provenienza e intensità del vento (in **blu**)¹;
- la silhouette di ogni rimorchiatore presente (in **verde**) e l'indicazione del vettore della spinta o del tiro (**freccia verde**);
- la silhouette dell'ingombro presente nell'area di manovra (in **rosa**, la nave all'accosto presso il nuovo Terminal Cruise).



Figura 7 – Test al simulatore di manovra real time 3D (09/11/2019)

¹ Nelle sole manovre M03, M04, M05 e M06 non è stato possibile visualizzare l'indicazione del vento (NE)

- **M01 – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), in calma assoluta, cfg. di progetto**

La nave entra in porto a circa 6 kn di velocità, portati a 7-8 kn durante il transito in porto provenendo dall'imboccatura di Levante. La nave viene fatta accostare, tramite l'uso combinato di macchina e timone, alla banda sulla DR ovvero verso il bacino delle Grazie, prospiciente Calata Gadda (la velocità è di circa 6 kn, a diminuire).

Una volta raggiunto il centro del bacino, la nave viene fatta evolvere sulla DR, per poter accostare alla nuova banchina con la SN in banchina. Oltre a macchina e timoni, vengono utilizzati anche i thruster prima sulla DR e poi sulla SN (brevemente, utilizzando poca % di potenza), per direzionare lo spostamento della nave, durante l'evoluzione, nel punto più favorevole al successivo accosto.

Utilizzando bow e stern thrusters al 50% tutti sulla SN, la nave si porta in posizione parallela alla banchina, a velocità di circa 0.90 kn. La manovra viene interrotta, quando la nave si trova a circa 1 larghezza nave dall'accosto. Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti.

Manovra riuscita.



Figura 8 - **M01** – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), in calma assoluta, cfg. di progetto

- **M02 – Uscita nave da crociera (SN in banchina), in calma assoluta, cfg. di progetto**

La manovra viene ripresa dal punto di arrivo del test precedente (M01).

Utilizzando bow e stern thrusters al 50% tutti sulla DR, la nave si stacca partendo da ferma parallelamente dalla banchina. Subito dopo, vengono disaccoppiati i thruster, quelli di prua al 25% e quelli di poppa al 75%, e la nave inizia quindi a ruotare e arretrare contemporaneamente sulla DR (tacche -3 AD), a velocità che man mano aumenta (0.0, 0.3, 0.6, 1.0 kn AD).

La nave si porta al centro del bacino di evoluzione, e viene fatta ruotare sulla DR, tramite l'uso combinato di macchine, timoni e thruster.

Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. La manovra viene interrotta quando l'unità ha scapolato il molo O.A.R.N.

Manovra riuscita.



Figura 9 - **M02** – Uscita nave da crociera (SN in banchina), in calma assoluta, cfg. di progetto

- **M03 – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), NE 15 kn, cfg. di progetto**

Analogamente alla M01, il test viene fatto iniziare in un punto prossimo all'imboccatura di Levante, già dentro al Porto. La nave avanza a circa 6 kn di velocità, mantenendosi sopravventata rispetto al centro del canale di ingresso. Per il resto la manovra viene svolta in maniera del tutto analoga alla precedente, ovvero avanzando in accostata sulla DR verso il Bacino delle Grazie.

Sempre per tenere conto dell'effetto del vento, l'avvicinamento a banchina viene impostato avvicinandosi molto con la prua in perpendicolare alla banchina, per poi iniziare subito dopo l'evoluzione sulla DR, con l'ausilio dei bow thruster (timoni ormai ininfluenti), utilizzati in proporzione diversa tra prua e poppa, entrambi sulla SN.

La nave si avvicina di prua alla banchina di arrivo, con il fianco sinistro (stern thrusters prevalenti), per poi essere raddrizzata e portata parallela alla banchina, con entrambi i thruster pari al 50% sulla SN, fintantochè la nave è pressochè ferma e parallela, pronta per ricevere i cavi di ormeggio.

Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti.

Manovra riuscita.



Figura 10 - **M03** – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), NE 15 kn, cfg. di progetto

- **M04 – Uscita nave da crociera (SN in banchina), NE 15 kn, cfg. di progetto**

Manovra di uscita compiuta in modo analogo alla M02. Il vento, seppur di lieve entità, agisce al traverso di SN, agevolando lo scostamento iniziale della nave dalla banchina.

Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti. La manovra viene interrotta quando la nave ha scapolato il molo O.A.R.N. e sta avanzando verso il bacino di evoluzione dell'Avamposto.

Manovra riuscita.



Figura 11 - **M04** – Uscita nave da crociera (SN in banchina), NE 15 kn, cfg. di progetto

- **M05 – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), NE 25 kn, cfg. di progetto**

Anche questa manovra viene impostata tenendo conto dell'azione del vento, incrementato a 25 kn di intensità, per cui le accostate in avvicinamento al Bacino delle Grazie è impostato mantenendosi parecchio sopravvento, in prossimità prima del Molo ex-Superbacino e poi del molo ex-O.A.R.N.

Diversamente da quanto normalmente avviene nella realtà, non viene attenuata l'intensità del vento rispetto ai 25 kn impostati (a raffica), e siamo quindi in condizioni conservative.

Quando la nave è a meno di una larghezza nave dalla banchina, si osserva che con i thruster al 50% si riesce a mantenerla parallela e in avvicinamento all'accosto.

Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti.

Manovra riuscita.



Figura 12 - **M05** – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), NE 25 kn, cfg. di progetto

- **M06 – Uscita nave da crociera (SN in banchina), NE 25 kn, cfg. di progetto**

La manovra di partenza viene eseguita con l'ausilio dei bow thruster (25% SN) e degli stern (75% DR), ad agevolare il distacco della poppa da banchina.

Nel giro di 5 min circa la nave si porta al centro del Bacino delle Grazie, sempre con l'ausilio dei thruster di prua e poppa disaccoppiati, a creare un momento di rotazione sulla DR (AV, 50%DR e AD, 50%SN).

La manovra prosegue come di consueto (cfr. uscite precedentemente svolte) e viene interrotta con nave oramai in posizione di acque libere, nei pressi del bacino evolutivo in Avamporto.

Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti.

Manovra riuscita.



Figura 13 - **M06** – Uscita nave da crociera (SN in banchina), NE 25 kn, cfg. di progetto

- **M07 – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), SE 25 kn e 1.5 kn di corrente, cfg. di progetto**

La manovra viene eseguita direttamente in condizione più gravosa, ipotizzando di poter trascurare la condizione di vento meno intenso (15 kn).

Tralasciando la descrizione della manovra di ingresso, che avviene in assoluta analogia alle manovre precedentemente descritte, si osserva che il vento agisce prevalentemente sulla poppa della nave, ruotando da SN a DR, man mano che la nave avanza dal canale di ingresso all'avamposto, compiendo un'accostata sulla DR.

La nave raggiunge il centro del bacino delle Grazie e ruota sulla DR evoluendo anche con l'ausilio dei thruster di poppa, azionati al 50% sulla SN, ai quali poi si aggiunge anche il 25% di quelli di prua, sempre sulla SN, per controbilanciare l'azione sulla poppa.

La manovra prosegue secondo le modalità consuete, senza evidenziare particolari problemi anche con questa entità di vento, che nella fase finale di accosto agisce al mascone di DR. La nave arriva in banchina e la manovra è interrotta.

Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti.

Manovra riuscita.

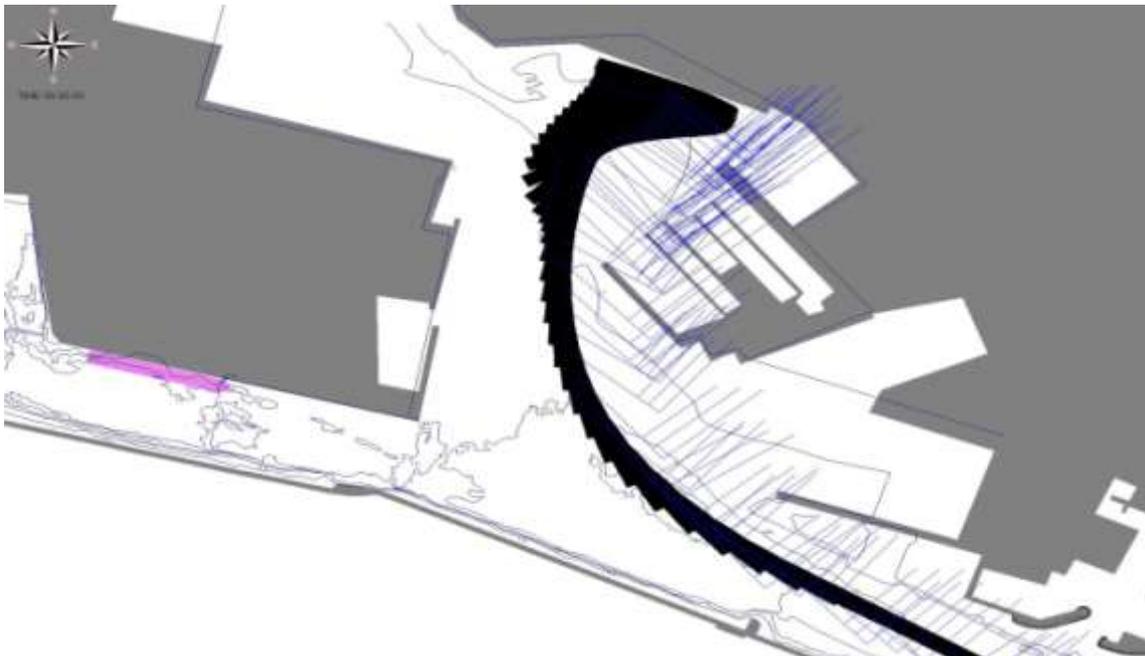


Figura 14 - M07 – Ingresso nave da crociera (SN in banchina), SE 25 kn e 1.5 kn di corrente, cfg. di progetto

- **M08 – Uscita nave da crociera (SN in banchina), SE 25 kn e 1.5 kn di corrente, cfg. di progetto**

La manovra di partenza viene eseguita utilizzando tutti i thruster di poppa e prua al 100%, azionati sulla DR. L'uscita da Calata Gadda avviene come di consueto evoluendo sulla DR e prosegue secondo la tecnica già descritta in precedenza.

Non si osservano interferenze con le opere portuali già esistenti.

Manovra riuscita.

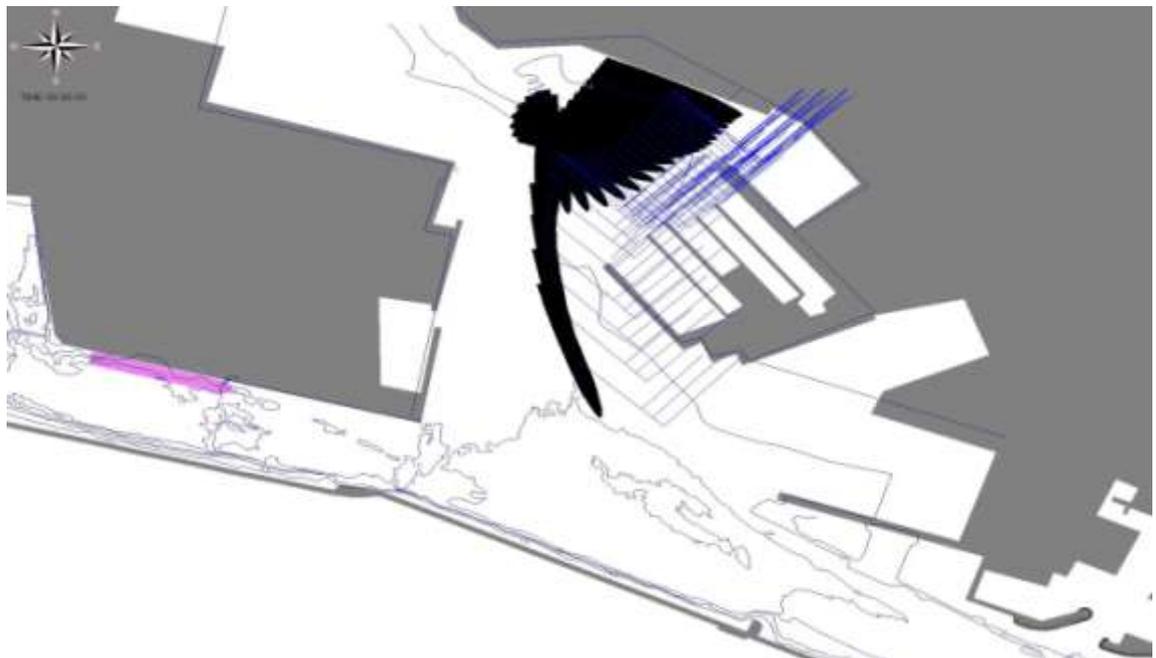


Figura 15 - **M08** – Uscita nave da crociera (SN in banchina), SE 25 kn e 1.5 kn di corrente, cfg. di progetto

- **M09 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), calma assoluta, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto**

La nave viene considerata in ingresso a 4 kn di velocità, con 2 rimorchiatori in assistenza (1 a prua, 1 a poppa). In questo test vogliamo valutare se ci sono i limiti di sicurezza per evolvere all'interno del bacino delle Grazie, per accostare in banchina al Terminal SECH.

Quando la prua della nave ha raggiunto l'estremità della banchina di arrivo, con nave orientata perpendicolarmente al nuovo Terminal, viene azionato il rimorchiatore di prua che tira prima al traverso di DR, e poi in AV. Quando la nave è leggermente abbrivata in AV con accostata sulla DR, favorita e mantenuta dall'azione di spinta esercitata dal thruster sulla DR, il rimorchiatore di poppa tira leggermente verso SN e viene data macchina AD per arrestare il moto AV. La distanza della prua della nave dalla cruise all'ormeggio è di circa 80 m, così come la distanza della poppa dalle opere portuali del SECH.

L'evoluzione della nave avviene grazie all'azione dei rimorchiatori posizionati a creare un momento sulla DR. Alla fine, quando la nave è ruotata di 90°, il rimorchiatore di poppa è orientato in tiro al traverso di DR, mentre quello di prua tira in filo (a diminuire). La nave viene guidata verso l'accosto a macchine ferme abbrivata in MAD, rimorchiata dal tug in filo di poppa. Manovra interrotta.

Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal.

Manovra riuscita.

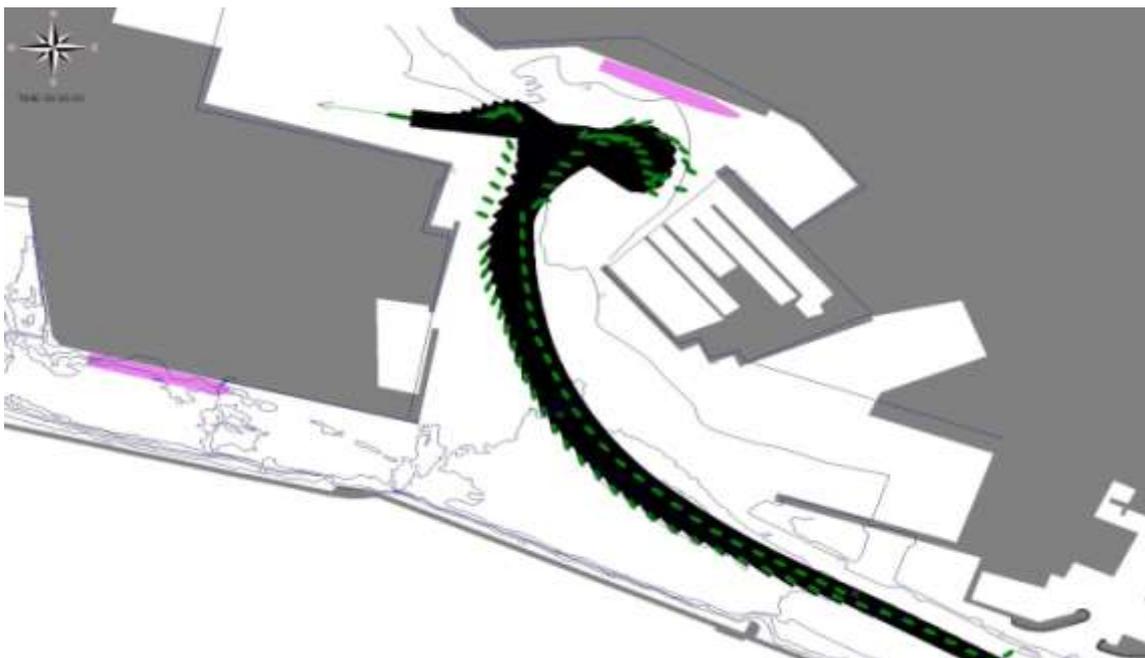


Figura 16 - **M09** – Ingresso nave portacontainer (monoelica), calma assoluta, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto

- **M10 – Uscita nave portacontainer (monoelica), calma assoluta, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto**

La nave parte dalla posizione di DR in banchina, utilizzando entrambi i rimorchiatori legati a prua e a poppa a spring/traverso, ad allargare verso SN. Non appena la nave è sufficientemente discosta, il rimorchiatore di prua passa prima dal centro e poi a DR, mentre quello di poppa resta legato ma senza agire in tiro o spinta.

Viene quindi dato il timone alla barra DR, la nave è quindi a quasi 2 larghezze nave di distanza dall'accosto e viene fatta ruotare verso fuori grazie ai rimorchiatori che la tirano a prua e poppa facendo coppia sulla DR. Subito dopo viene data macchina AV, ruotando attorno allo spigolo del Terminal senza evidenziare alcuna criticità rispetto alla nave in ingombro sul Terminal Cruise. La manovra viene interrotta con nave posizionata con la prua rivolta verso l'avamposto.

Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal.

Manovra riuscita.

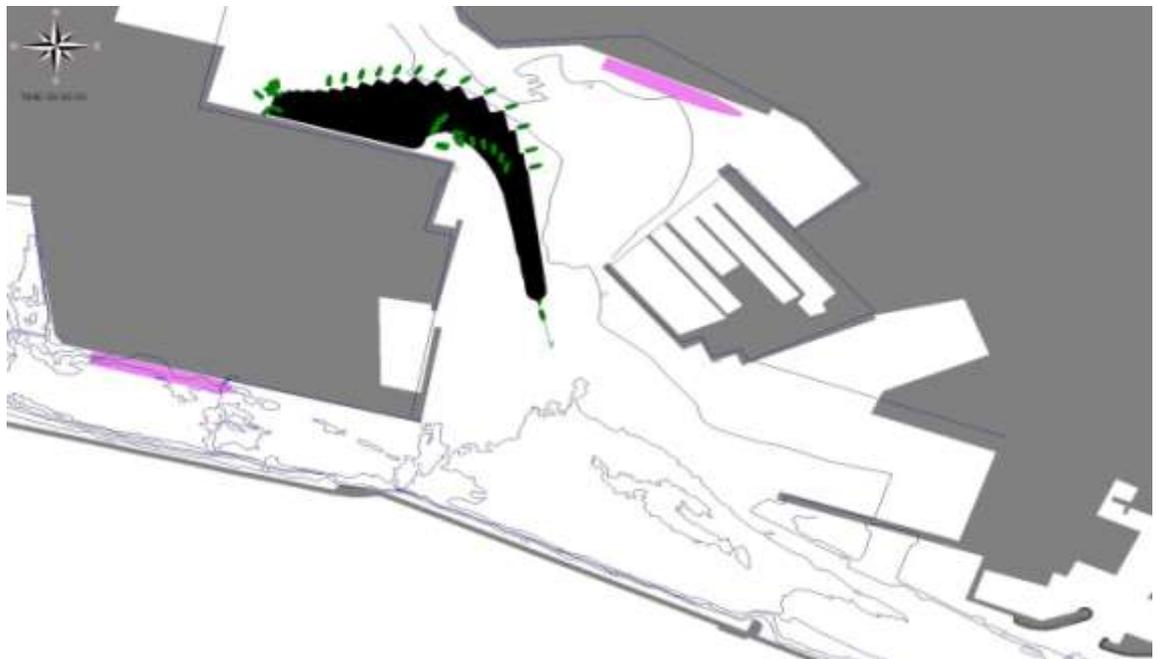


Figura 17 - **M10** – Uscita nave portacontainer (monoelica), calma assoluta, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto

- **M11 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto**

La manovra in ingresso al Porto è effettuata con la scorta dei 2 rimorchiatori legati a prua e poppa. Il vento agisce al traverso nave specialmente nella fase di approccio al bacino evolutivo in Avamporto. La rotazione della prua della nave sulla DR, ottenuta tramite la forza del timone messo alla banda, è influenzata anche dall'entità della parte immersa della nave (carena), corrispondente all'immersione considerata pari a 11.5 m.

L'unità allarga verso ponente, dal lato della calata Oli Minerali, vengono quindi impiegati i 2 rimorchiatori ad allargare sulla DR. Nella fase finale di arrivo al bacino delle Grazie l'evoluzione sulla DR avviene a seguito dell'azione dei rimorchiatori (prua in tiro verso DR, poppa in tiro verso SN).

La manovra viene interrotta quando la nave è ruotata di 90°, parallela e con la poppa rivolta verso la banchina di arrivo e a grande distanza dalla banchina in progetto, con il vento ruotato al traverso di SN della nave.

Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal.

Piloti vogliono ripetere la manovra per verificare la tecnica di manovra in arrivo alle Grazie, in quanto l'unità si è trovata leggermente in difficoltà nello specchio acqueo prospiciente i bacini, nel tratto rettilineo da effettuare prima dell'evoluzione alle Grazie. Ciò a seguito di un'errata impostazione dell'azione di ausilio da parte di uno dei rimorchiatori dovuta ad una svista durante l'esecuzione della manovra.

Manovra riuscita, da ripetere.

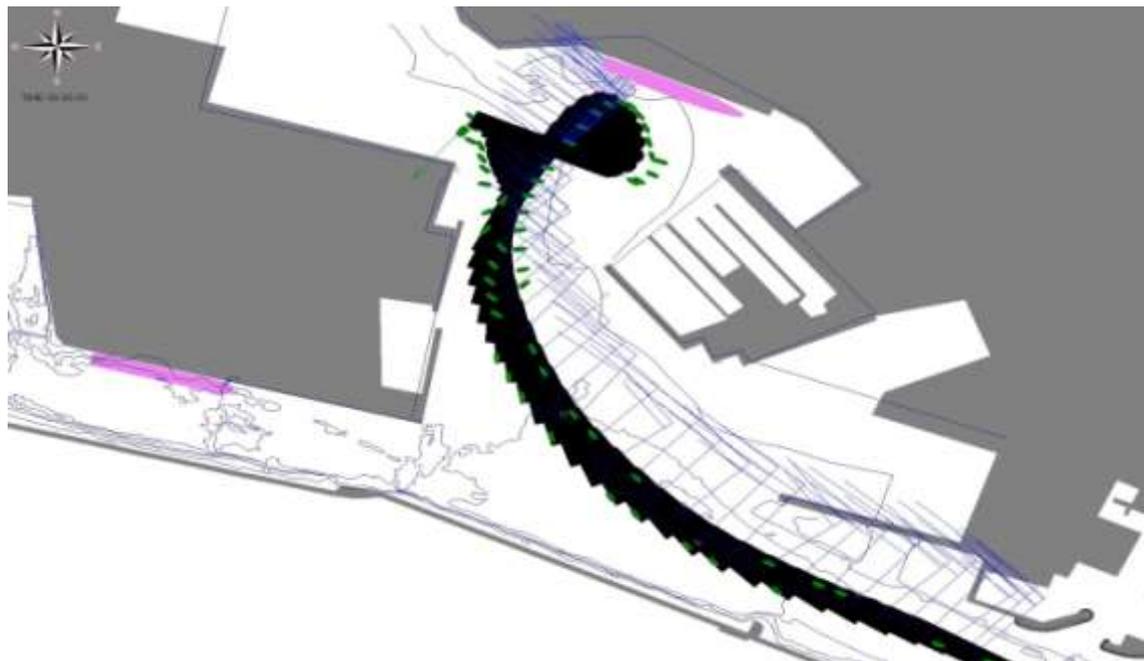


Figura 18 - **M11** – Ingresso nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto

- **M12 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto**

La manovra precedente viene ripetuta, per verificare come la nave reagisce, a seguito dell'accostata iniziale verso DR. In realtà, durante la fase in accostata dall'Avamporto, il rimorchiatore di poppa si è sganciato, e non ce ne siamo accorti.

In ingresso, nel tratto rettilineo compreso tra l'Avamporto e il Bacino delle Grazie.

In questo test la nave si mantiene bene al centro del tratto suddetto, senza avvicinarsi troppo verso il piazzale del Terminal SECH.

La manovra viene eseguita con tecnica analoga, avvalendosi dell'ausilio di entrambi i rimorchiatori e del bow thruster.

Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal.

Manovra riuscita.

OSSERVAZIONI:

La presenza della nave all'ormeggio sul nuovo Terminal non interferisce con l'ormeggio e disormeggio dal SECH, d'altro canto, nella realtà, costringerebbe le portacontainer in manovra ad anticipare i comandi per garantirsi il margine di sicurezza dovuto all'ingombro dato dal nuovo Terminal e dalla sua nave.

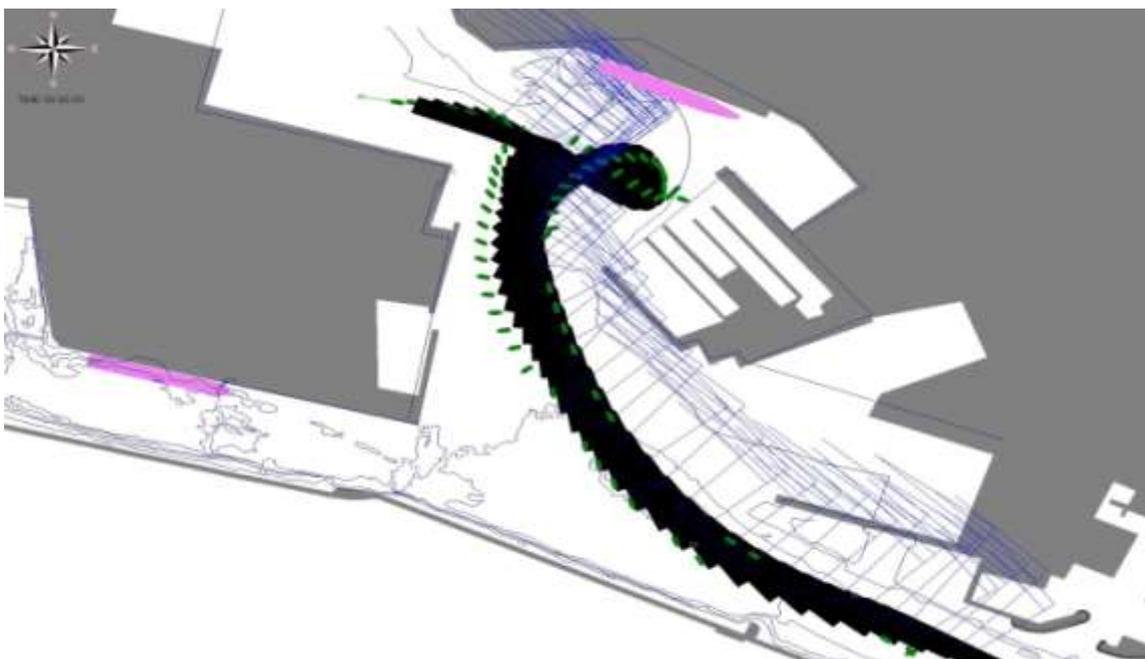


Figura 19 - **M12** – Ingresso nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto

- **M13 – Uscita nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto**

La manovra di partenza viene eseguita utilizzando i due rimorchiatori legati a prua e a poppa ad allargare la nave, mentre il vento da NE di forte intensità agisce al traverso di SN.

La tecnica di manovra adottata per l'esecuzione della manovra è la stessa dei test già descritti.

Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal.

Manovra riuscita.

OSSERVAZIONI:

E' lecito osservare che la partenza non cambia nulla rispetto alla situazione esistente.

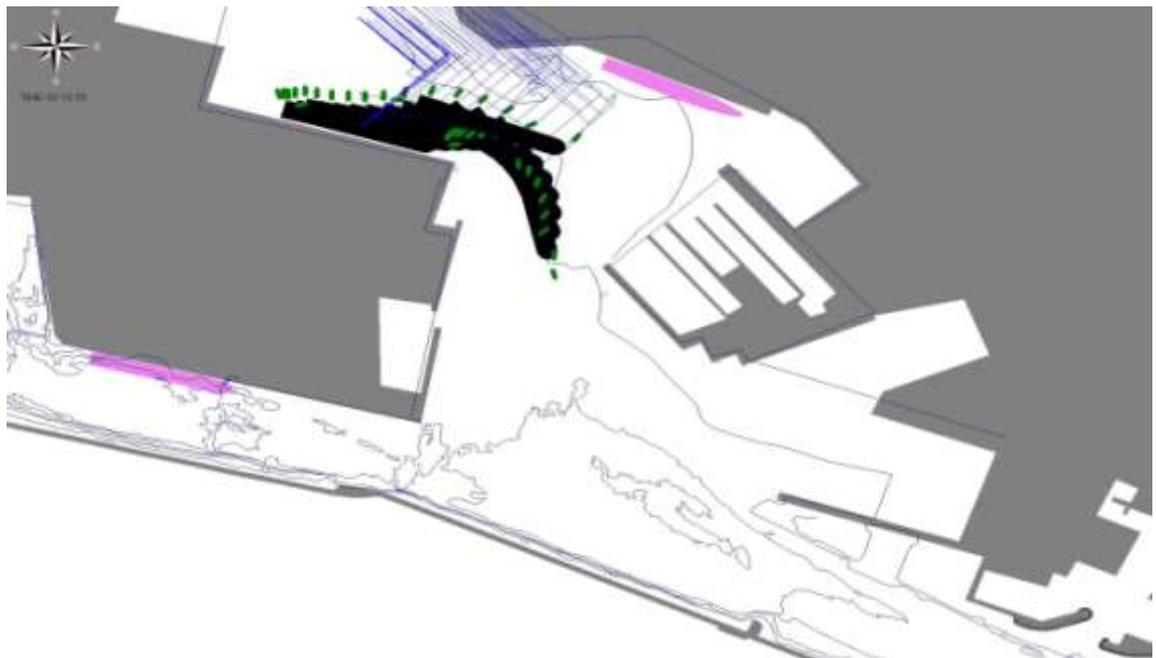


Figura 20 - **M13** – Uscita nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto

- **M14 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto, evoluzione in Avamposto**

Viene ripetuto questo test di ingresso, realizzando in questo caso l'evoluzione in Avamposto, eseguita sulla DR (dalla parte opposta al vento), al centro del bacino, con l'ausilio dei rimorchiatori legati a prua e poppa, in modo da creare una coppia evolutiva sulla SN (con il thruster).

Al termine della rotazione di 90° la nave ha la poppa rivolta verso il Porto Storico, leggermente ruotata con la poppa più orientata verso il molo O.A.R.N. rispetto alla prua (345°N).

La nave avanza in moto AD a circa 2.5 kn. Quando la poppa raggiunge lo spigolo della banchina di arrivo, viene ordinata macchina AD, e i rimorchiatori si posizionano al traverso di DR prima e dritto di poppa poi, e al traverso di SN a prua.

L'unità ruota di poppa, in questo modo (grazie anche all'effetto del thruter azionato sulla SN), attorno allo spigolo della banchina di arrivo sul SECH.

Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal.

Manovra riuscita.

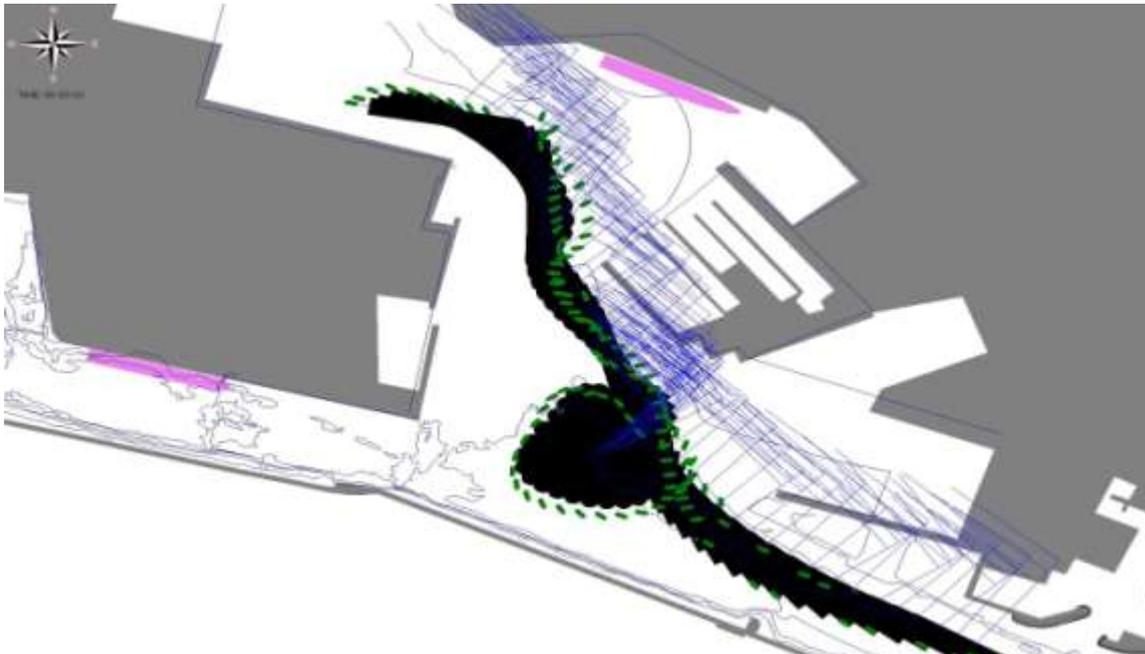


Figura 21 - **M14** – Ingresso nave portacontainer (monoelica), NE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto, evoluzione in Avamposto

- **M15 – Ingresso nave portacontainer (monoelica), SE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto**

La manovra viene eseguita con la tecnica consueta, portando la nave coi rimorchiatori in ausilio fino al bacino evolutivo della Gadda. La nave viene condotta bene al vento, e viene fatta ruotare sulla DR tramite la coppia evolutiva imposta dal tiro dei rimorchiatori (prua al traverso di DR, poppa al traverso di SN).

La manovra viene interrotta valutando la posizione della nave in manovra ormai libera da qualsiasi interferenza.

Non si osservano interferenze con la nave all'ormeggio presso nuovo Terminal.

Manovra riuscita.



Figura 22 - **M15** – Ingresso nave portacontainer (monoelica), SE 25 kn, 2 rimorchiatori da 75 t, con ingombro su Nuovo Terminal - cfg. di progetto

5 Conclusioni e Osservazioni

La sessione di simulazioni di manovra real-time in ambientazione 3D qui descritta, svoltasi il **09 novembre 2019**, ha avuto lo scopo di valutare la fattibilità delle manovre, da parte di diverse tipologie di navi, nel layout attuale del Porto di Genova modificato per la presenza di un **nuovo Terminal Crociere situato presso Calata Gadda**.

- Le prove sono state eseguite utilizzando il **layout di progetto del suddetto Terminal**, modificato a seguito dei risultati dell'analisi critica condotta nello studio 2D tipo "table-top simulation", ovvero senza utilizzo del simulatore di manovra, precedentemente ordinato dal Cliente, e realizzato con il coinvolgimento dell'Autorità Marittima e dei Piloti del Porto di Genova (cfr. Rapporto Tecnico CETENA n°13468 del 04/07/2019).

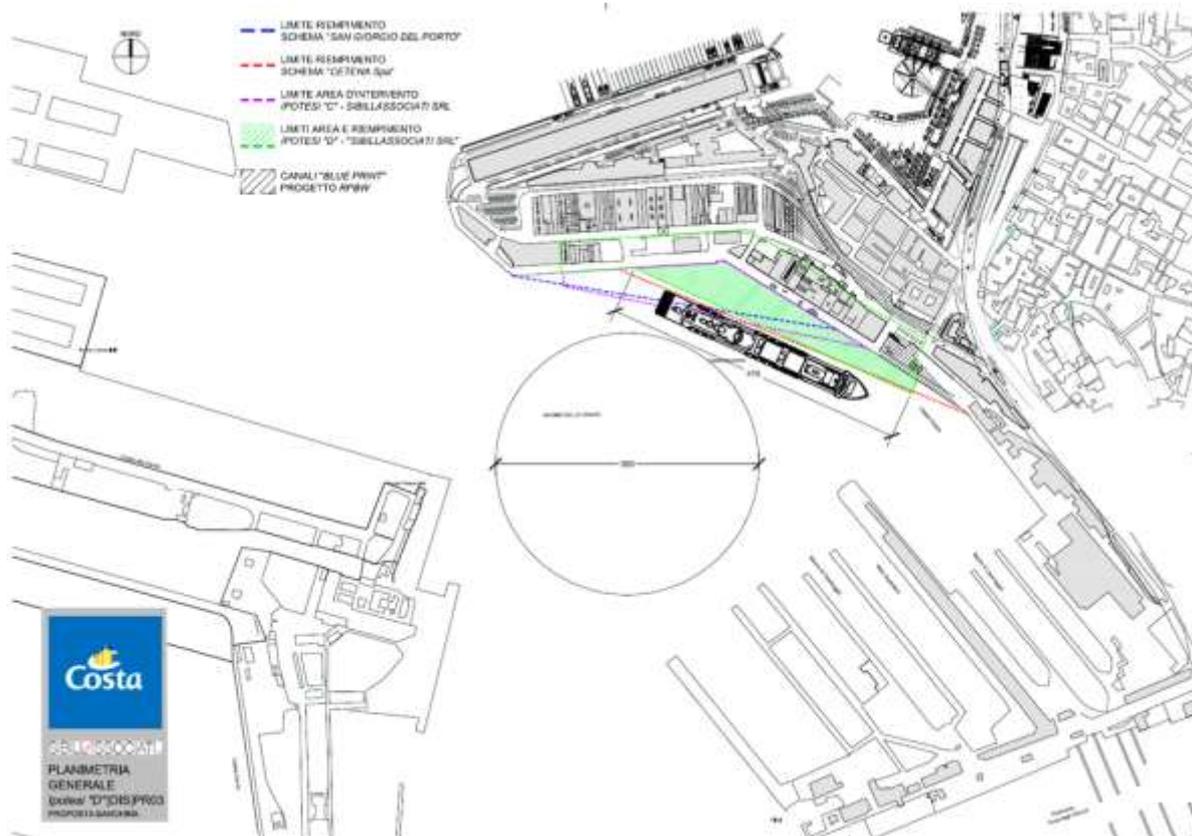


Figura 23 – Planimetria generale utilizzata per lo studio di manovrabilità al simulatore (Ipotesi D e Ipotesi CETENA)

Come si può notare in Figura 23, rappresentativa della planimetria di progetto utilizzata per la definizione del layout di manovra al simulatore, la **lunghezza di banchina** ricavata per il nuovo Terminal (indicato dalla figura tratteggiata in colore verde, ipotesi "D"), è di circa **415 m**, ipotizzando l'ormeggio della nave da crociera sul fianco SN (solo a titolo esemplificativo, in quanto la nave potrebbe ormeggiare anche sul fianco opposto).

- La planimetria riporta inoltre la **sagoma originariamente proposta per il Terminal in progetto**, indicata dalle linee tratteggiate in colore viola (**Ipotesi "C"**, cfr. Figura 23), che era stata analizzata nel corso del table-top simulation study svolto da CETENA SpA, prima citato. Tale studio aveva dato origine a raccomandazioni in merito allo spostamento e ri-orientamento del layout secondo la generica posizione indicata dalla linea tratteggiata di colore rosso ("**Limite riempimento schema CETENA SpA**", cfr. Figura 23), sul quale è stata quindi rielaborata la nuova ipotesi di progetto considerata nella sessione al simulatore di manovra (**Ipotesi "D"**, cfr. ancora Figura 23).
- Nella **nuova ipotesi di progetto**, a seguito del primo studio, la banchina di accosto del Terminal è stata **spostata di circa 96 m verso levante** (e riorientata da circa 102°N a 115°N) rispetto alla configurazione inizialmente ipotizzata.



Figura 24 – Prove al simulatore di manovra real-time 3D del CETENA

Le prove al simulatore si sono svolte tutte nelle acque portuali ed in presenza di agenti meteomarini, comprendenti l'azione da parte sia del **vento** che della **corrente** (solo nel tratto percorso nel canale di ingresso levante).

Tali agenti meteomarini sono stati caratterizzati nei file di scenario del simulatore secondo i valori tipici del paraggio in studio, ovvero, per quanto riguarda:

- il **vento**, sono stati schematizzati la **Tramontana** (0°N) e lo **Scirocco** (135°N) di 15 e 25 kn di intensità, simulati con raffica;

- la **corrente**, è stata considerata nel solo caso di vento di **Scirocco**, avente direzione media 284°N, cioè parallela alla diga, e di intensità variabile tra 1.0 kn e 1.5 kn.

Sono stati svolti un totale di **totale di 15 test**, di cui **9 manovre di "ingresso"** (4 manovre con la nave da crociera da 306 m di lunghezza e 5 con la nave portacontainer da 320 m), e **6 manovre di "uscita"** (4 manovre con la nave da crociera da 306 m di lunghezza e 2 con la nave portacontainer da 320 m).

Per l'esecuzione delle manovre con la nave portacontainer (monoelica) sono stati presi in considerazione rimorchiatori azimutali di caratteristiche pari a quelle oggi in dotazione nel Porto di Genova, considerando una squadra composta in tutto da 2 unità da 75 t di tiro massimo.

Lo studio al simulatore ha messo in evidenza gli aspetti di seguito sintetizzati.

1. E' stata realizzata la verifica al simulatore della **fattibilità delle manovre di arrivo/partenza** (e dei relativi **tracciati** delle traiettorie) presso il nuovo Terminal Crociere, al variare delle condizioni meteomarine sopra menzionate, da parte di una **nave da crociera** avente dimensioni massime pari a **LOA = 306 m** e **B = 37 m**.
 - Questa nave è stata scelta ai fini dello svolgimento delle manovre al simulatore nel presente studio "preliminare". Essa non rappresenta la nave di taglia massima che potrà essere ospitata sulla banchina, avente dimensioni pari a LOA = 337 m e B = 42 m, ma poco cambia ai fini dello studio della manovrabilità in acque portuali. Si tratta, in generale, di unità dalle grandi capacità manovriere (date le dotazioni propulsive e le potenze di bow/stern thruster normalmente a disposizione), per cui **tutte le prove hanno dato, come ci si aspettava, esito positivo**.
 - In una seconda fase di studio ancora da realizzare, la **posizione della nave da crociera considerata in ingombro** (verificata dalle simulazioni che sono state svolte) dovrà essere confrontata **con le traiettorie del naviglio esistente** che oggi transita in ingresso/uscita nello specchio acqueo antistante il nuovo Terminal in progetto (Bacino delle Grazie).
2. E' stata altresì studiata al simulatore la **fattibilità delle manovre di arrivo/partenza** (e dei relativi **tracciati** delle traiettorie) sulla banchina del Terminal SECH, nelle diverse condizioni meteo sopra elencate, da parte di una **grande nave portacontainer** avente dimensioni massime pari a **LOA = 320 m** e **B = 42 m**, in presenza della nave cruise, avente dimensioni **LOA = 306 m** e **B = 37 m**, all'ormeggio sul nuovo Terminal Crociere.
 - I **test svolti, tutti con esito positivo**, hanno consentito di verificare l'**assenza di interferenze determinate dalla presenza della nave da crociera**

all'ormeggio sul nuovo Terminal Cruise in progetto, durante le usuali manovre **di arrivo/partenza dal Terminal SECH.**

- Si può affermare quindi che lo **spazio di manovra** della portacontainer **non è di fatto modificato nel nuovo layout portuale**, in quanto normalmente la tecnica di manovra in arrivo prevede che l'evoluzione sia eseguita ben più a Sud del nuovo Terminal Cruise, e del relativo ingombro.
 - Inoltre, in virtù dell'ingaggio con la nave da crociera all'ormeggio durante la manovra di arrivo a banchina, è bene evidenziare che, data la bassissima velocità, sono comunque **assicurati gli spazi di arresto**, considerando l'acqua a disposizione, l'utilizzo dei rimorchiatori e la disponibilità di altri ausilii quali ancore, ecc.
3. Per quanto riguarda l'analisi dell'**operatività (in ingresso ed uscita)** da parte delle navi dirette al bacino di riparazione n°4 (il più grande, avente dimensioni 267.0 m di lunghezza x 40.0 m di larghezza), è stato considerato un ipotetico traghetto avente dimensioni massime pari a **LOA = 260 m** e **B = 32 m**. Per la discussione di questo aspetto si è ritenuto di non dovere effettuare lo svolgimento di simulazioni ma sono solo state fatte considerazioni di tipo geometrico, presentate in Figura 25, dove il traghetto è stato considerato nella generica posizione in allineamento al bacino a 30 m di distanza dalla barcaporta.

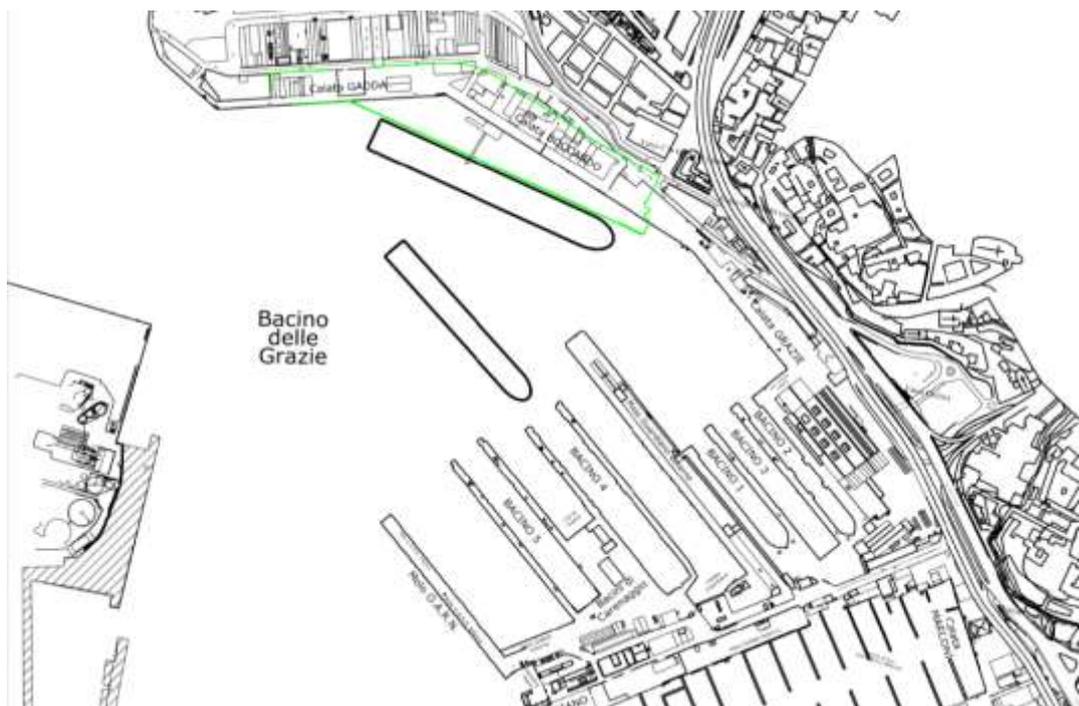


Figura 25 – Posizione relativa della nave traghetto LOA X B = 260 X 32 m in Bacino 4

Utilizzando la planimetria del porto considerata per le simulazioni e riportando la geometria del Terminal Cruise utilizzata al simulatore, con e senza nave all'ormeggio (considerando la cruise di taglia massima avente dimensioni LOA x B = 337 x 42 m), si possono facilmente rilevare le seguenti distanze:

- distanza minima del traghetto dalla murata della nave cruise all'ormeggio = 90 m
- distanza minima del traghetto dalla banchina, in assenza di ingombri = 150 m

4. Le prove svolte al simulatore hanno consentito la **validazione della geometria del layout del Terminal Cruise**, in quanto i test svolti sia sulla nave da crociera che sulla nave portacontainer hanno dimostrato il mantenimento dell'agibilità nautica dello specchio portuale in studio.

- In particolare, sono stati verificati positivamente i benefici apportati all'agibilità nautica dello specchio acqueo a seguito delle modifiche alla geometria del layout inizialmente proposto secondo le raccomandazioni di cui allo studio 2D precedente (cfr. Rapporto Tecnico CETENA n°13468 del 04/07/2019), realizzati tramite lo **spostamento di circa 96 m verso levante** e la **modifica dell'orientamento** da circa 102°N a 115°N.
- L'effetto positivo è stato dimostrato in particolare sulle manovre eseguite con la **nave portacontainer** destinata al Terminal SECH, in cui si sono rilevate **ampie distanze di sicurezza** dalla nave cruise considerata come ingombro in ormeggio.
- Per quanto riguarda invece le **potenziali interferenze col naviglio esistente**, ancora da verificare nel dettaglio tramite la sovrapposizione dei tracciati AIS delle unità con il layout di progetto (in presenza della nave cruise all'ormeggio), si possono comunque fare alcune considerazioni di tipo geometrico.
- Dal punto di vista geometrico, la rotta nave dei traghetti in transito nello specchio acqueo antistante il Terminal in progetto (Bacino delle Grazie/Calata Sanità), la più preoccupante per frequenza e velocità di manovra, non ingaggia in entrambi i casi la posizione della nave in ingombro.
- Se si prende in considerazione la rotta di una generica nave in ingresso diretta al porto storico, avente direzione 340°N, si può facilmente **verificare come le distanze di sicurezza dalla nave cruise considerata all'ormeggio siano aumentate** dalla configurazione originale o Ipotesi "C" a quella modificata o Ipotesi "D" (cfr. Figura 23, ottenuta considerando la cruise di taglia massima avente dimensioni LOA x B = 337 x 42 m).

- Inoltre, ancora facendo riferimento alla Figura 26, è evidente come l'**angolo di collisione** in caso di eventuale "**fuori rotta**" da parte di una nave in transito, al pari delle distanze, aumenti sensibilmente. Ad esempio, prendendo a riferimento il punto P1, l'angolo di "fuori rotta" passa da circa 20° a 30°, misurati sul modello CAD.
- Un'ulteriore considerazione che si può fare è che la posizione del Terminal così come è stata studiata al simulatore (Ipotesi "D") appare tale da garantire dall'interferenza in caso di avarie di manovre da parte di navi in transito. Si rilevano infatti **400 m** circa dalla murata della nave in manovra di ingresso o di uscita (distanza d2, cfr. Tabella 7).
- Infine, le considerazioni di tipo geometrico fatte per la nave traghetto in relazione al Bacino n°4, riportate al punto 3, hanno confermato la bontà dell'ipotesi progettuale testata al simulatore.

In conclusione, a seguito dei test svolti al simulatore in questa sessione interna, si può dire che:

- **per quanto riguarda le manovre da parte delle navi da crociera (Nuovo Terminal Cruise – Ipotesi "D", cfr. Figura 23):**

è stata verificata al simulatore la fattibilità delle manovre di accosto e disormeggio presso la banchina del nuovo Terminal Crociere in studio, ma restano ancora da confrontare le traiettorie del naviglio esistente in transito nel medesimo specchio acqueo ipotizzando la nave cruise in ingombro all'accosto;

- **per quanto riguarda le manovre da parte delle navi portacontainer (Terminal SECH):**

è stata verificata al simulatore la fattibilità delle manovre di accosto e disormeggio presso la banchina del Terminal SECH, che si sono svolte secondo le consuete modalità e in sicurezza, senza evidenziare alcuna interferenza a seguito della presenza della nave cruise in ingombro all'accosto sul Terminal Cruise in progetto, preservando gli spazi di arresto in caso di avarie;

- **per quanto riguarda le manovre da parte delle navi es. traghetto (Bacino n°4):**

considerando una nave di taglia massima diretta al bacino n°4, l'ipotesi progettuale consente l'agibilità nautica sia in presenza che in assenza della nave cruise di taglia massima in ingombro al Terminal Cruise in progetto;

- **per quanto riguarda la geometria del layout del Terminal Cruise qui considerata:**

sono stati verificati positivamente, sia dal punto di vista delle potenziali interferenze col naviglio esistente sia per la manovra della nave cruise, i benefici apportati all'agibilità nautica dello specchio acqueo a seguito delle modifiche alla geometria del layout

inizialmente proposto secondo le raccomandazioni di cui allo studio 2D precedente (cfr. Rapporto Tecnico CETENA n°13468 del 04/07/2019), realizzati tramite lo **spostamento di circa 96 m verso levante** e la **modifica dell'orientamento** da circa 102°N a 115°N.



Figura 27 – Analisi della cartografia e osservazioni sul layout di manovra

Si ritiene pertanto validata l'ipotesi di progetto "D", qui analizzata, in quanto sulla base dei riscontri dei test eseguiti al simulatore e delle considerazioni già fatte nello studio 2D, gli esecutori delle manovre hanno dato un giudizio positivo in relazione al nuovo Terminal Cruise.

Ulteriori prove al simulatore real time 3D verranno eseguite, per approfondimento e ulteriore verifica, in accordo e col coinvolgimento anche di Autorità Marittima e Autorità di Sistema Portuale, prendendo in considerazione anche eventuali casi di **avaria**.

6 RIFERIMENTI

- Rif. 1 "Study of the layout of the Port of Genoa related to the construction of a new Cruise Terminal", CETENA Technical Report n°13469 Rev.01, 2019/07/04
- Rif. 2 "Planimetria Generale Ipotesi "D" |DIS|PR03 PROPOSTA BANCHINA", SIBILLASSOCIATI, File CAD, 2019/10/10
- Rif. 3 "Manoeuvring booklet of C/v Costa Diadema", CETENA Technical Report n°13374, 2019/02/22

ALLEGATI

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



Una volta eseguito il login, si arriva alla pagina 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 **Pilot Card** delle unità simulate;
- le **tabelle** con la lista dei test eseguiti al simulatore;
- le **immagini** delle traiettorie involuppate con intervallo di stampa ogni 60 s per la singola manovra, come da Tabella 6 di questo documento
- i **filmati 2D** riproducibili in playback di tutti i test, così come visualizzati sulla plancia 2D del SAND;
- le **fotografie** scattate durante la giornata di lavoro;

e infine

- le storie temporali di tutte le **grandezze** simulate durante ciascun test.