

autostrade // per l'italia

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema

A7 – A10 – A12

PROGETTO DEFINITIVO

OPERA A MARE NEL CANALE DI CALMA

IDRAULICA

Relazione simulazioni di manovra nel
nuovo Canale di Calma del Porto di Genova

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA

Ing. Paolo De Paoli
Ord. Ingg. Pavia N. 1739

RESPONSABILE UFFICIO IDR

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

RESPONSABILE AREA DI PROGETTO GENOVA

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Maurizio Torresi
Ord. Ingg. Milano N. 16492

RESPONSABILE FUNZIONE STP

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO										DATA:		REVISIONE						
G16	DIRETTORIO					FILE					MAGGIO 2012	n.	data						
	codice commessa			N.Prog.	unita'	n. progressivo													
--	1	1	0	7	1	2	0	4	I	D	R	9	0	5	1	--	SCALA:		

 spea autostrade	Ingegneria europea	COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO Ing. Ilaria Lavander	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
			ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :		PRESTITEMA S.p.A.	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N. 1739

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI Ing. Alberto Selleri	VISTO DEL COMMITTENTE autostrade // per l'italia Ing. Giorgio Fabriani	VISTO DEL CONCEDENTE 
---	--	--

Report n. 11287

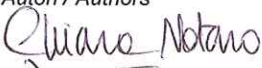
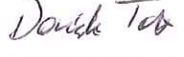
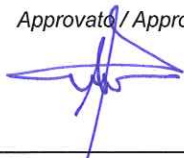
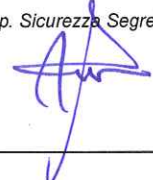
Rev. 00

Simulazioni di manovra nel nuovo Canale di Calma del Porto di Genova Multedo

Autori / Authors: C. Notaro, O. Bozzo (Corpo Piloti Genova), M.
Peverero, D. Tozzi

Data emissione / Issue date: 15/06/2012

Pagina intenzionalmente bianca / *This page is intentionally left blank*

Report n. 11287	Rev. 00	Data emissione / Issue date 15/06/2012		
Titolo / Title Simulazioni di manovra nel nuovo Canale di Calma del Porto di Genova Multedo				
Autori / Authors C. Notaro, O. Bozzo (Corpo Piloti Genova), M. Peverero, D. Tozzi				
Sommario / Abstract <i>Il presente rapporto illustra i risultati delle simulazioni di manovra condotte da Cetena S.p.A. mediante il proprio simulatore di manovra SAND per conto di SPEA Autostrade.</i> <i>Lo scopo dello studio riguarda la verifica del grado di sicurezza per le manovre di transito all'interno del nuovo Canale di Calma del Porto di Genova in zona Multedo, la cui larghezza verrà portata, a seguito del riempimento della piattaforma aeroportuale, dagli attuali 240 m ai 75 m di progetto. Le manovre sono state condotte sulle due tipiche unità navali che normalmente si servono del Canale di Calma per i propri spostamenti, ovvero navebus e rimorchiatore (di due dimensioni diverse), e sono state svolte in condizioni sia di calma assoluta sia in presenza di agenti meteomarinari (vento – mare – corrente) secondo i due scenari presi a riferimento, ovvero quello "ordinario" (periodo di ritorno dell'onda pari a 5 anni) e quello "gravoso" (periodo di ritorno dell'onda pari a 20 anni). La verifica dei margini di sicurezza a disposizione per il transito in contemporanea delle unità, oltre che sulla loro traiettoria, è stata effettuata anche in termini di velocità massime tenute durante ciascuna manovra.</i>				
Autori / Authors   		Verificato / Verified 	Approvato / Approved 	Resp. Sicurezza Segreto di Stato 
Circolazione / Circulation Interna / Internal Only Libera / Free ☒ Riservata Industriale / Commercial in confidence Classificata / Classified		Codici di distribuzione / Distribution codes SPEA Autostrade - Ingegneria Europea		
Pagine / Sheets 65	Commessa / Job 6916042084	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

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

Contenuto della revisione corrente / Current revision content

Prima emissione.

INDICE

1 - INTRODUZIONE	5
2 - SCOPO DEL LAVORO	6
2.1 - DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI	6
3 - DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA SAND	7
4 - CONFIGURAZIONE PORTUALE E CONDIZIONI GENERALI DELLE SIMULAZIONI DI MANOVRA.....	10
4.1 - BREVE DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO (OPERA A MARE NEL CANALE DI CALMA)	10
4.2 - DEFINIZIONE DELL'AREA SCHEMATIZZATA PER LE SIMULAZIONI DI MANOVRA	12
5 - DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI DI TRANSITO	13
5.1 - CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA NAVEBUS	13
5.2 - CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI RIMORCHIATORI	13
6 - CONDIZIONI METEOMARINE.....	15
6.1 - CARATTERISTICHE DEL VENTO	15
6.2 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSI	17
6.3 - CARATTERISTICHE DELLA CORRENTE.....	19
7 - CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE.....	20
7.1 - ELENCO E CARATTERISTICHE DELLE MANOVRE DA SIMULARE	20
7.2 - ESECUZIONE DELLE SIMULAZIONI	21
7.3 - SIMULAZIONI ESEGUITE E LORO ESITO – TABELLA RIASSUNTIVA	22
7.4 - PRESENTAZIONE DELLE SIMULAZIONI.....	24
7.4.1 - GRAFICI DELLE TRAIETTORIE DELLE SINGOLE MANOVRE	24
7.4.2 - SCHEDE DI COMMENTO ALLE SINGOLE MANOVRE	24
8 - CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	25
9 - RIFERIMENTI	27

10 - APPENDICE A.....	28
------------------------------	-----------

11 - APPENDICE B.....	38
------------------------------	-----------

1 - INTRODUZIONE

Il presente rapporto è finalizzato alla presentazione dei risultati delle simulazioni di manovra svolte per conto di SPEA Autostrade da parte di CETENA S.p.A.

Le simulazioni hanno avuto come ambito d'indagine il nuovo Canale di Calma del Porto di Genova in zona Multedo la cui larghezza verrà portata dagli attuali 240 m ai 75 m di progetto, a seguito della realizzazione di una cassa di colmata in continuità all'attuale piattaforma aeroportuale.

Le simulazioni sono state effettuate il **25 Maggio 2012**, in presenza dei seguenti partecipanti:

Partecipanti	Figura professionale / Società	Note
G. Aste	Pilota del Porto di Genova	Esecutore delle manovre di simulazione - Taratura finale dei modelli di unità navali in simulazione (navebus)
S. Bignone	Rimorchiatori Riuniti Porto Genova Srl	Esecutore delle manovre di simulazione – Taratura finale dei modelli di unità navali in simulazione (rimorchiatore)
D. Capurso	Capitaneria di Porto di Genova	Supervisione durante l'esecuzione delle manovre di simulazione
O. Mazza	SPEA Autostrade Spa	Cliente
A. Bado	SPEA Autostrade Spa	Cliente
G. Fabriani	Autostrade Spa	Supervisione (operatori invitati dal Cliente)
C. Vincenzi	Autorità Portuale di Genova	Supervisione (operatori invitati dal Cliente)
M. Sanguineri	Autorità Portuale di Genova	Supervisione (operatori invitati dal Cliente)
Com. O. Bozzo	Ex Capo del Corpo Piloti del Porto di Genova	Taratura iniziale dei modelli di unità navali in simulazione e degli scenari di transito
Ing. C. Notaro	CETENA S.p.A.	Preparazione dei modelli delle unità navali e configurazione degli scenari meteomarini
Ing. M. Peverero	CETENA S.p.A.	Preparazione dei modelli delle unità navali e setup del simulatore

Sono inoltre intervenuti per assistere alle manovre (operatori invitati dal Cliente): S. Frisiani (SPEA), A. Selleri (SPEA), I. Lavander (SPEA), P. Dadi (Autostrade Spa), G. Bragantini (Technital), A. Lizzardo (Technital), A. Figliomeni (Comune di Genova), F. Brichetto (Provincia di Genova).

2 - SCOPO DEL LAVORO

L'obiettivo del presente studio è quello di verificare il grado di sicurezza per le manovre di solo transito all'interno del nuovo Canale di Calma, portato da 240 m a 75 m di larghezza in relazione alla realizzazione dell'Opera a Mare prevista dal Progetto Definitivo della Gronda di Ponente (Nodo Stradale e Autostradale di Genova - Adeguamento del sistema A7-A10-A12). Inoltre, il presente studio ha lo scopo di fornire indicazioni sulle condizioni di esercizio delle navi in movimento, a seguito del restringimento del Canale.

Le simulazioni di manovra eseguite riguardano la navigazione contemporanea nel Canale da parte delle due tipologie di unità navali che anche oggi normalmente lo percorrono, ovvero una cosiddetta "navebus" di AMT SpA ed un rimorchiatore, del quale sono state considerate due diverse varianti dimensionali.

Le condizioni meteomarine considerate in navigazione, oltre alla calma assoluta presa a riferimento, sono state concordate con il Committente (che ha fornito lo studio meteomarinico per la determinazione dell'agitazione interna) secondo quelle di maggiore traversia, sia nei casi più ricorrenti rilevati nel paraggio di Multedo (scenario ordinario - tempo di ritorno 5 anni), sia in quelli meno frequenti (scenario gravoso - tempo di ritorno 20 anni).

2.1 - DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI

I principali obiettivi dello studio, così come sono stati definiti assieme al Committente, sono quelli di fornire indicazioni sullo svolgimento delle manovre di transito delle unità in simulazione, con particolare riferimento:

- alla sicurezza della navigazione nel Canale di Calma ristretto a 75 m, in presenza di condizioni meteomarine severe e gravose, considerando diverse combinazioni di unità in transito (2 navebus/2 rimorchiatori/1 navebus e 1 rimorchiatore/1 solo rimorchiatore);
- all'adeguatezza degli spazi di manovra a disposizione delle unità in navigazione nel suddetto canale nei vari scenari presi in considerazione;
- alla verifica delle condizioni di esercizio delle unità, durante la navigazione in ingresso/uscita dal Canale di Calma.

3 - DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA SAND

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

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

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

Nella successiva **Figura 1** è rappresentato in maniera schematica l'insieme dei blocchi che costituiscono la struttura del modello CETENA.



Figura 1 Principali blocchi del modello matematico del simulatore SAND

Come si può notare dalle immagini riportate, il simulatore integra dentro di sé, oltre agli aspetti propri della nave (geometria dello scafo, apparati di propulsione-generazione, appendici) anche il contesto in cui la simulazione ha luogo, costituito dallo stato di mare, dalla corrente, dal vento (condizioni meteomarine), dagli eventuali rimorchiatori utilizzati in manovra, dalla mappa del porto, dagli effetti specifici legati alla posizione della nave (banchina, profondità del fondale ecc).

Infatti, un ruolo fondamentale nell'esecuzione della simulazione è giocato dall'interazione fra la nave e l'ambiente esterno virtuale.

Esso è realizzato introducendo nel modello della nave i seguenti parametri, generati in tempo reale dal simulatore:

- ❖ parametri ambientali (vento, corrente, stato di mare);
- ❖ effetti specifici relativi al porto considerato;
- ❖ acque ristrette;
- ❖ shallow water;
- ❖ rimorchiatori.



Figura 2 Simulatore SAND – Schematizzazione dei rimorchiatori

In particolare, in questo studio di manovrabilità è stato possibile verificare il comportamento manovriero delle unità in simulazione con la contemporanea presenza di vento, di corrente ascendente o discendente, e di formazione ondosa associata all'interno del Canale. Nel modello matematico del simulatore sono stati implementati i seguenti parametri: introduzione dell'effetto dell'onda generata da ciascuna unità in movimento, modifica del campo d'onda formato al passaggio nel canale, effetto di interazione fra le unità navali nel momento del transito una accanto all'altra [2,3].

Le due unità navali in simulazione sono state manovrate in contemporanea attraverso due simulatori separati, ovverosia dalla plancia principale e dalla sua versione portatile, utilizzando le leve di comando ed il timone.

Si vedano a questo proposito **Figura 3** (plancia principale) e **Figura 4** (plancetta portatile) che riportano le fotografie dei simulatori utilizzati in questo studio.



Figura 3 Simulatore SAND – Plancia principale



Figura 4 Simulatore SAND – Plancia portatile

4 - CONFIGURAZIONE PORTUALE E CONDIZIONI GENERALI DELLE SIMULAZIONI DI MANOVRA

4.1 - BREVE DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO (OPERA A MARE NEL CANALE DI CALMA)

Il layout considerato per questo studio di manovrabilità è quello relativo allo stato di progetto per l'opera a mare prevista nel Canale di Calma del Porto di Genova in area Multedo, che separa la diga foranea dalle piste dell'Aeroporto Cristoforo Colombo.

In **Figura 5** è riportata una vista del Canale di Calma così come si presenta oggi.

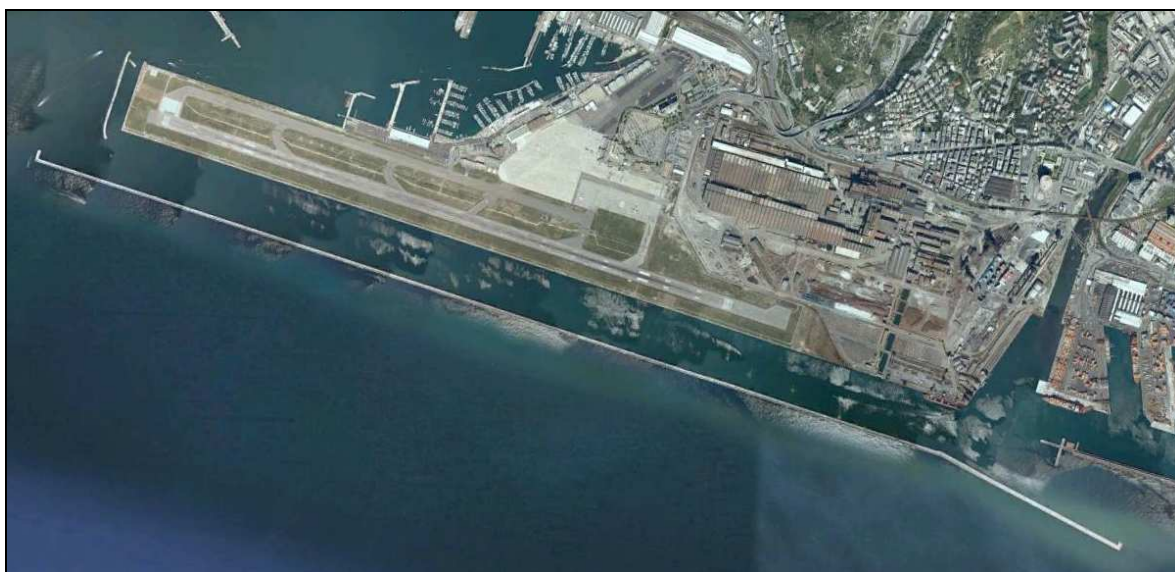


Figura 5 Canale di Calma di Genova Multedo - Stato di fatto (vista da satellite)

Come già accennato in precedenza, la larghezza del Canale verrà ristretta dagli attuali 240 m ai 75 m previsti a seguito del deposito a mare, in corrispondenza della piastra aeroportuale suddetta, dello smarino delle gallerie che verranno realizzate nell'ambito del progetto di potenziamento del nodo stradale e autostradale di Genova (Gronda di Ponente).

In **Figura 6** è riportata una vista in sezione del nuovo canale, tratta da [4].

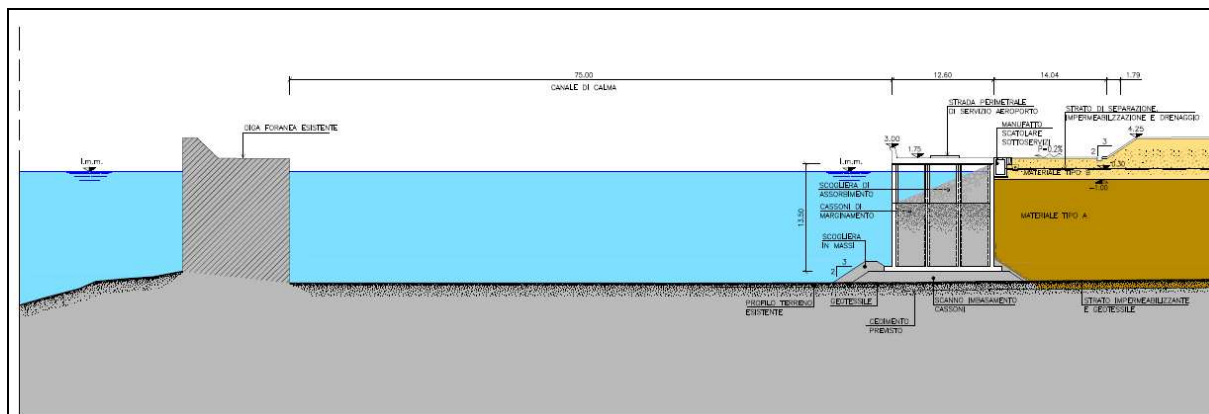


Figura 6 Vista in sezione del nuovo Canale di Calma portato a 75 m di larghezza [4]

Il layout finale adottato per le simulazioni è riportato in **Figura 7** [5]. L'area soggetta a riempimento è evidenziata in colore verde.

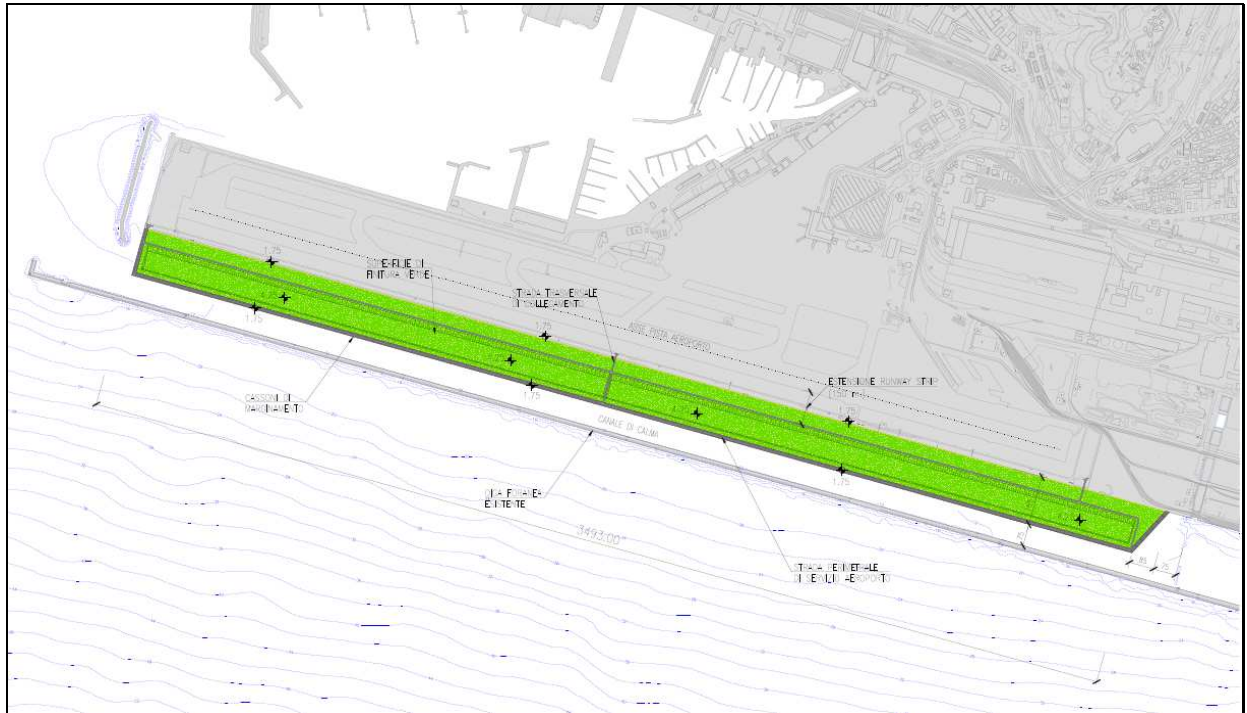


Figura 7 Opera a Mare nel Canale di Calma - Planimetria Generale degli interventi [5]

4.2 - DEFINIZIONE DELL'AREA SCHEMATIZZATA PER LE SIMULAZIONI DI MANOVRA

L'area di interesse per le simulazioni di manovra è stata definita tenendo conto degli scenari meteomarini di riferimento, ovvero considerando di volta in volta il punto di incontro delle unità navali in corrispondenza di una delle estremità del Canale di Calma, quale condizione peggiorativa rispetto all'incontro nella parte centrale, più riparata dalla propagazione del moto ondoso rispetto alle imboccature.

Nello specifico l'area di simulazione è stata definita schematizzando la geometria dell'intero Canale, orientato per 285°N, da una imboccatura all'altra. Si veda a questo proposito la **Figura 8**.

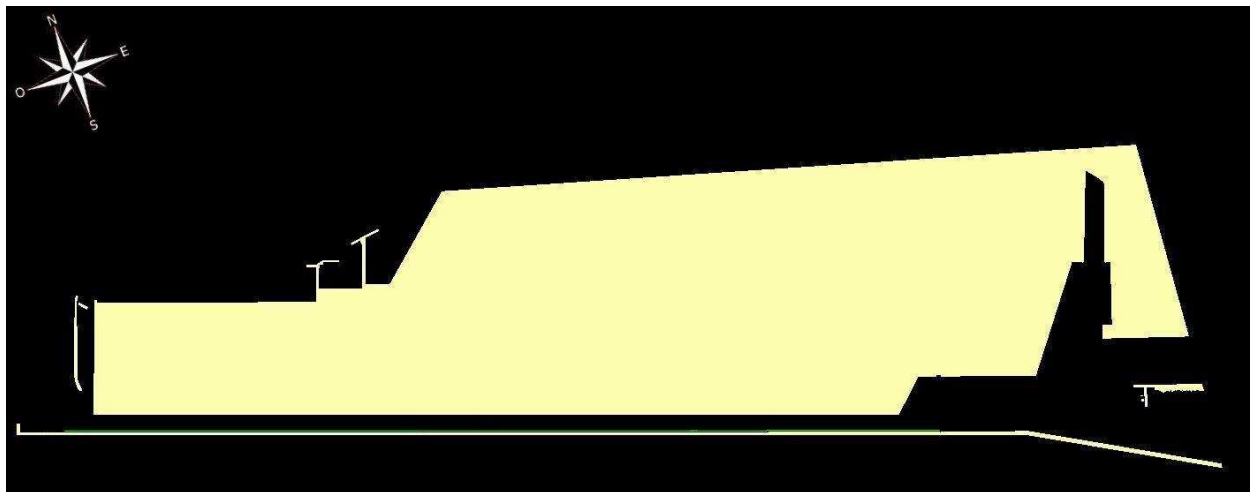


Figura 8 Layout portuale del Canale di Calma schematizzato per le simulazioni

Il *fondale* del Canale di Calma è stato schematizzato secondo le indicazioni dei dragaggi fornite dal Committente ed è stato considerato pari a 12 m.

Dal punto di vista delle *condizioni di agitazione ondosa*, si è fatto riferimento alle simulazioni di moto ondoso eseguite da Technital, consulente del Committente, che hanno fornito i valori di agitazione residua interna in corrispondenza degli scenari considerati (v. Relazione Meteomarina [6]). La scelta delle condizioni meteomarine (vento, mare e corrente) verrà illustrata più nel dettaglio nel **Capitolo 6** di questa relazione tecnica.

La larghezza a disposizione per le manovre di transito delle unità in simulazione è stata diminuita ulteriormente a 70 m, dei 75 m di progetto, per tenere conto dell'effetto di tracimazione dell'onda, legato a rigore al solo scenario "gravoso" (periodo di ritorno dell'onda uguale a 20 anni, v. [6]), ma considerato, in via più conservativa, per tutte le simulazioni.

5 - DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI DI TRANSITO

Nel seguito vengono illustrate le caratteristiche principali della "Navebus" e dei due rimorchiatori, così come sono stati schematizzati per le simulazioni di transito nel Canale di Calma.

La taratura del comportamento manovriero delle due tipologie di unità in simulazione è stata effettuata grazie a Piloti (Aste) e Rimorchiatori (Bignone), i quali si sono prestati a collaborare attivamente con CETENA nei giorni precedenti all'esecuzione delle prove ufficiali.

5.1 - CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA NAVEBUS

La prima tipologia di unità che attualmente effettua il transito nel Canale di Calma da Pegli al Porto Antico di Genova è la cosiddetta "navebus" di AMT SpA, riconducibile alla M/N Marexpress della Società Alimar, di cui è stata fornita la scheda tecnica, riportata in **Appendice A**.

Le caratteristiche principali della Navebus (L = lunghezza fuori tutto, B = larghezza massima, T = immersione e Vmax = velocità massima) sono state riassunte in **Tabella 1**.

Navebus di AMT spa	
	
Catamarano dislocante bielica a propulsione tradizionale	
L	26.70 m
B	9.0 m
T	1.70 m
V max	18 nodi

Tabella 1 – Caratteristiche principali della Navebus

5.2 - CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI RIMORCHIATORI

La seconda tipologia di unità che normalmente utilizza il Canale di Calma per i propri spostamenti è il rimorchiatore, per il quale sono state prese in considerazione due navi modello, lo Svezia e il Messico, diversi dal punto di vista delle dimensioni principali, ma non della propulsione, in entrambi casi realizzata attraverso apparati Voith-Schneider.

Anche in questo caso sono state fornite le schede tecniche oltre ad alcuni disegni e risultati di prove di manovrabilità eseguite su uno dei rimorchiatori in simulazione (v. **Appendice A**).

Le caratteristiche principali del rimorchiatore Svezia sono state riassunte in **Tabella 2**, quelle del Messico in **Tabella 3** (con lo stesso significato dei simboli usato in precedenza).

Rimorchiatore "Svezia"	
	
Tractor tug con 2 Voith Schneider	
L	27.5 m
B	11.5 m
T	6.00 m
V max	13.5 nodi

Tabella 2 – Caratteristiche principali dello Svezia

Rimorchiatore "Messico"	
	
Tractor tug con 2 Voith Schneider	
L	36.65 m
B	13.60 m
T	7.00 m
V max	14.2 nodi

Tabella 3 – Caratteristiche principali del Messico

Sul simulatore di manovra il funzionamento dei due Voith prodieri è stato riprodotto tramite le due manette di comando ed il timone, calibrando la potenza del motore in modo da far sviluppare all'unità in simulazione la velocità adeguata.

6 - CONDIZIONI METEOMARINE

Le condizioni meteomarine scelte per le simulazioni sono state valutate sulla base delle considerazioni contenute nelle relazioni fornite dal Committente [6, 7].

In particolare, sono stati individuati due scenari di riferimento in corrispondenza dei valori di altezza d'onda significativa per i tempi di ritorno di interesse per il progetto in studio, ovvero 5 anni per lo scenario *ordinario* e 20 anni per quello *gravoso*.

Le caratteristiche del vento, del moto ondoso e della corrente saranno descritte in maniera dettagliata nei paragrafi seguenti.

6.1 - CARATTERISTICHE DEL VENTO

Le *direzioni* del vento prevalenti, secondo la rosa dei venti per gli anni 2001-2007 riportata in **Figura 9** (tratta da [6], pag.32) possono essere identificate con N-NE e S-SE e, in generale, si può dire che le intensità più elevate sono associate statisticamente ai venti provenienti dal settore settentrionale, ai quali non corrisponde formazione ondosa.

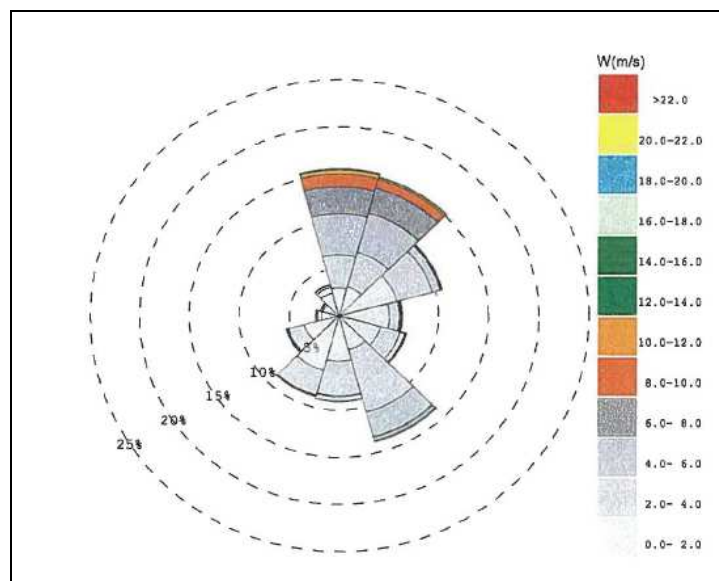


Figura 9 Rosa dei Venti – Stazione Rete Mareografica Nazionale (2001-2007) [6]

D'altra parte si ha che, come mostrano i risultati del modello di agitazione ondosa riportati in [6], i valori più elevati di onda nel Canale di Calma si hanno proprio per le direzioni di vento proveniente dai quadranti meridionali, tanto da Scirocco quanto da Libeccio.

Si vedano a tal proposito le **Tabelle 4 e 5**, che riportano i valori di altezza d'onda nel Canale simulati col modello Diffrac, rispettivamente per $Tr = 5$ anni e $Tr = 20$ anni.

Onda incidente			Onda nel canale
<i>Tr</i>	<i>dir</i>	<i>Hs</i>	<i>Hs</i>
<i>anni</i>	<i>°N</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
5	137	2.3	0.7
	158	3.2	0.8
	182	3.7	0.2
	204	5.1	1.0

 Tabella 4 Altezza d'onda nel Canale per $Tr = 5$ anni

Onda incidente			Onda nel canale
<i>Tr</i>	<i>dir</i>	<i>Hs</i>	<i>Hs</i>
<i>anni</i>	<i>°N</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
20	141	2.9	0.9
	160	3.8	1.0
	182	4.4	0.3
	203	5.7	1.3

 Tabella 5 Altezza d'onda nel Canale per $Tr = 20$ anni

Pertanto le direzioni di vento da considerare nei due scenari di riferimento sono le seguenti: N-NE, S-SE e S-SW.

Per quanto riguarda invece i valori della *velocità* del vento, essi possono essere dedotti dalla **Tabella 6** (tratta da [6], pag. 33) in funzione della direzione in ° N e del tempo di ritorno in anni:

DIR (°N)	PERIODO DI RITORNO (anni)					
	1	5	10	20	100	200
120	13.3	17.1	18.7	20.4	24.2	25.9
150	13.1	15.1	16.1	16.8	18.8	19.7
180	13.1	16.7	18.3	19.8	23.5	25.0
210	13.3	18.3	20.3	22.7	27.8	30.0
240	8.3	10.1	10.9	11.7	13.5	14.3
OMNI	19.7	22.6	23.9	25.1	28.1	29.3

 Tabella 6 Velocità del vento (m/s) in funzione di Tr (5 anni e 20 anni)

I valori di velocità per i venti da N-NE si possono derivare in corrispondenza dell'ultima riga riportata "per tutte le direzioni" (OMNI).

Dall'esame dei dati riportati in **Tabella 6**, si è deciso di associare, rispettivamente:

- ai venti da N-NE, una velocità pari a 22.6 m/s (circa 44 nodi) come velocità media per un periodo di ritorno di 5 anni; gli altri valori (es. 20 anni) sarebbero troppo elevati per effettuare realisticamente la navigazione nel canale
- ai venti da S-SE, una velocità pari a 15.1 m/s (circa 30 nodi) nello scenario "ordinario" con periodo di ritorno di 5 anni, e una velocità di 16.8 m/s (circa 33 nodi) nello scenario "gravoso" con periodo di 20 anni
- ai venti da S-SW, una velocità pari a 18.3 m/s (circa 35 nodi) nello scenario "ordinario" con periodo di ritorno di 5 anni, e una velocità di 22.7 m/s (circa 44 nodi) nello scenario "gravoso" con periodo di 20 anni.

6.2 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDO SO

Le analisi meteomarine presentate in [6] hanno evidenziato che la *riduzione della larghezza del Canale di Calma consente di limitare la penetrazione del moto ondoso in corrispondenza delle imboccature poste alle estremità della diga foranea*, e di ridurla rispetto allo stato di fatto, grazie alla parziale chiusura delle imboccature a seguito del riempimento e alla riduzione di riflessione d'onda indotta dall'adozione delle nuove celle antiriflettenti.

In particolare, ai venti provenienti da Nord (e quindi da terra) non è stata legata alcuna formazione ondosa sia all'interno che all'esterno dell'area portuale in esame: tale fatto è dovuto alla vicinanza della costa, che con tali venti non permette la generazione di onda.

Le analisi effettuate mostrano poi che *il moto ondoso che subisce la minore attenuazione all'interno del nuovo Canale si presenta in prossimità della diga foranea con direzioni pari a circa 160 °N e 205 °N*. La direzione di provenienza *maggiormente schermata* dalla diga è invece prossima a 180 °N.

La direzione 160°N, legata ai venti di Scirocco, rappresenta una delle direzioni più critiche dal punto di vista dell'agitazione ondosa all'interno del Canale di Calma nel layout di progetto. Il moto ondoso proveniente da direzioni prossime a 205 °N, che si può legare ai venti da Libeccio, si presenta invece con le maggiori altezze d'onda in corrispondenza della diga foranea, ma in ogni caso determina all'interno del Canale un'agitazione ondosa dell'ordine di quella proveniente da circa 160 °N.

Si vedano, a titolo di esempio, i valori di altezza d'onda significativa per il tempo di ritorno pari a 5 anni riportati in **Tabella 7** (tratta da [6], pag. 75), suddivisi in tre punti di riferimento rispetto all'orientamento del Canale¹.

Onda incidente				Onda all'opera		
Tr	dir	Tp	H_s	LATO OVEST	LATO SUD	LATO EST
$anni$	$^{\circ}N$	s	m	m	m	m
5	137	7.86	2.30	0.45	0.45	0.40
	158	8.31	3.20	1.80	0.55	0.40
	182	8.63	3.70	1.00	0.13	0.00
	204	10.09	5.10	1.75	0.65	0.00

Tabella 7 Valori di altezza d'onda significativa all'interno del Canale, per $Tr=5$ anni [6]

Per le considerazioni fin qui riportate si può allora identificare il set di direzioni di provenienza del moto ondoso da considerare per le simulazioni, rispettivamente per lo scenario *ordinario* (5 anni) e *gravoso* (20 anni).

Si vedano **Tabella 8** e **Tabella 9** per la caratterizzazione delle onde incidenti in termini di altezza significativa H_s (alla diga, fuori dal Canale di Calma), periodo e direzione.

TR 5 ANNI		
H_s alla diga [m]	Tp [s]	DIR [$^{\circ}$]
3.20	8.31	158
5.10	10.09	203

Tabella 8 Condizioni di moto ondoso per $Tr=5$ anni [6]

TR 20 ANNI		
H_s alla diga [m]	Tp [s]	DIR [$^{\circ}$]
3.77	9.02	160
5.66	10.71	204

Tabella 9 Condizioni di moto ondoso per $Tr=20$ anni [6]

Nel simulatore sono state di conseguenza implementate le mappe dei valori dell'attenuazione ondosa ottenuti in corrispondenza dei precedenti valori [6].

¹ Lato OVEST = Multedo; Lato EST = Voltri; Lato SUD = parte centrale del Canale.

6.3 - CARATTERISTICHE DELLA CORRENTE

Per quanto riguarda le correnti, dall'analisi riportata nella Relazione Idrodinamica e Dispersiva fornita dal Committente [7] si trova che è possibile considerare una corrente uniforme, con direzione diversa a seconda della forzante meteomarina esterna, e concorde alla direzione del vento.

Per le velocità della corrente si sono identificati, rispettivamente per le condizioni di vento da Libeccio e da Scirocco, i seguenti valori:

- Scirocco → correnti litoranee da est verso ovest di 25 cm/s pari a circa 0.5 kn
- Libeccio → correnti litoranee da ovest verso est di 10 cm/s pari a circa 0.2 kn

Questi valori sono da considerarsi come rappresentativi di un fenomeno variabile [7] che, sulla base dei dati disponibili, può essere compreso tra pochi centimetri al secondo fino a intensità massime che possono raggiungere, anche se sul breve periodo, parecchie decine di cm/s (60 cm/s, ovvero circa 1.2 kn).

7 - CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE

Definiti i singoli aspetti delle simulazioni (schematizzazione del layout portuale, fondale, unità navali, condizioni meteomarine) CETENA ha concordato con il Committente una tabella di manovre di transito da eseguire per la verifica di navigabilità nel Canale.

7.1 - ELENCO E CARATTERISTICHE DELLE MANOVRE DA SIMULARE

Con il Committente è stato concordato un set di 5 simulazioni di manovra, di cui 4 rappresentative dello scenario *ordinario*, compresa la calma assoluta, ed una dello scenario *gravoso*.

E' importante rilevare che, dall'esame dei risultati relativi all'agitazione ondosa in [6], data la configurazione planimetrica del Canale e la sua lunghezza (circa 2 miglia), i valori di altezza d'onda significativa da considerare per le verifiche di navigabilità cambiano a seconda del tratto di Canale in cui ci si trova (lato EST o OVEST). In particolare, per il tratto Est l'agitazione ondosa più gravosa è dovuta al mare proveniente dai settori 158/160 °N, mentre per il tratto Ovest è peggiorativa la condizione di mare avente direzione dai settori 203/204 °N.

Per questo motivo si è concordato col Committente di simulare il transito delle unità navali nel tratto di volta in volta peggiorativo dal punto di vista dell'agitazione ondosa interna, ovvero sul lato Ovest in caso di Libeccio e sul lato Est in caso di Scirocco.

Il programma di simulazioni proposto è riportato nella tabella seguente:

#	CONDIZIONI METEOMARINE	SCENARIO	UNITÀ NAVALI
1	Calma assoluta	ordinario	1 navebus, 1 rimorchiatore (Messico)
2	Vento da NNE a 44 kn	ordinario	2 navebus
3	Vento da SSE a 30 kn, mare associato Hs=3.20 m, Tp=8.31 s; corrente est- ovest di 25 cm/s	ordinario	2 rimorchiatori (Svezia)
4	Vento da SSW a 35 kn, mare associato Hs=5.10 m, Tp=10.09 s; corrente ovest-est di 10 cm/s	ordinario	1 navebus, 1 rimorchiatore (Svezia)
5	Vento da SSW a 44 kn, mare associato Hs=5.66 m, Tp=10.71 s; corrente ovest-est di 10 cm/s	gravoso	1 rimorchiatore (Messico)

Tabella 10 Simulazioni proposte

In **Figura 10** è riportata un'immagine schematica che riassume le configurazioni di transito in Canale da simulare.

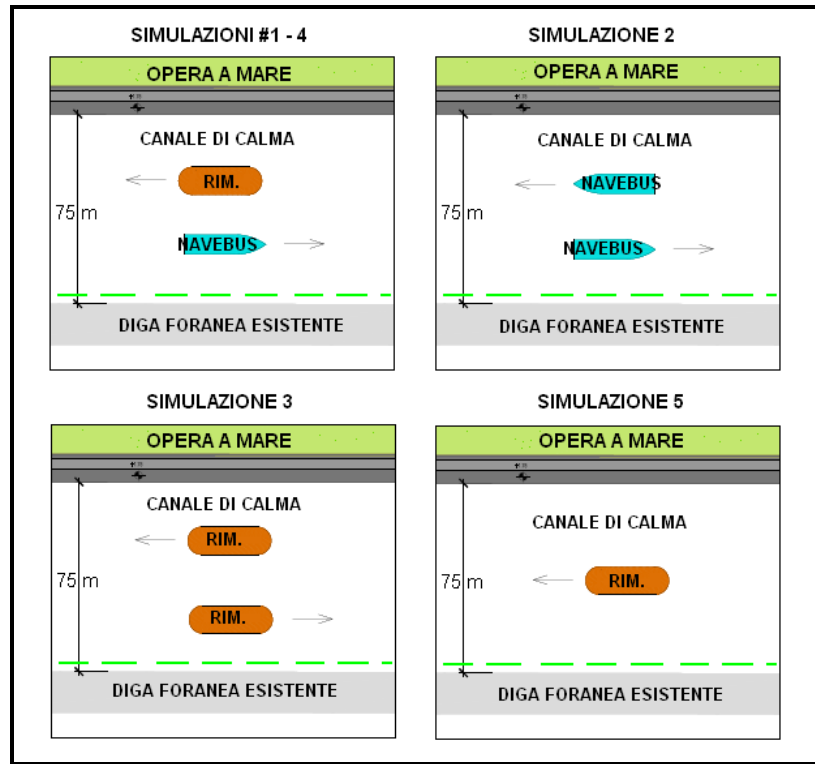


Figura 10 Configurazioni di transito da simulare nel Canale di Calma (Rielaborazione da [8])

7.2 - ESECUZIONE DELLE SIMULAZIONI

Le uniche variazioni che sono state effettuate rispetto al programma proposto in **Tabella 10** riguardano la ripetizione delle manovre 3 e 4 sia con il rimorchiatore Svezia che con il Messico.

In fase di preparazione del modello si è concordato col Com. Bozzo che la velocità d'avanzo di ciascuna unità navale all'inizio delle prove fosse uguale a 3.0 nodi, in modo da consentire poi a Piloti e Rimorchiatori di regolare la velocità dei propri mezzi nelle fasi immediatamente successive della simulazione. Inoltre, i punti di partenza delle unità in simulazione, posizionate a circa un miglio di distanza l'una dall'altra e rivolte in direzione opposta (cfr. **Figura 10**), sono stati scelti secondo le indicazioni del Com. Bozzo in posizione "sopravvento", seguendo cioè la tecnica di manovra preferibile anche nella realtà, date le intensità di vento prese in considerazione.

I venti del I e III quadrante (N-NE e S-SE) agiscono sulle unità in transito nel Canale praticamente al traverso, ragion per cui, durante le prove ufficiali, si è dovuto imporre l'effetto del vento gradatamente (0, 50%, 100%), per consentire ai Comandanti di avere modo di regolare la velocità nave durante la simulazione (ed evitare di scarrocciare immediatamente contro la diga o le nuove opere portuali).

Le simulazioni di manovra sono state considerate essersi concluse con esito positivo nel momento in cui il Com. Capurso, che ha supervisionato l'esecuzione delle manovre, ha ritenuto che la velocità e la reciproca posizione di ciascuna unità durante il transito nel Canale di Calma è in completa sicurezza e la sua dinamica è totalmente sotto controllo; la simulazione è stata poi interrotta quando ciascuna unità naviga nel Canale ormai sgombro, uscendo nei pressi di una delle imboccature, oppure proseguendo il transito al suo interno.

Tutte le manovre sono state eseguite tramite pilotaggio manuale dai Com. Aste e Bignone (cfr. **APPENDICE B**), ad eccezione della 4B eseguita dal Com. Capurso al posto di Aste.

7.3 - SIMULAZIONI ESEGUITE E LORO ESITO – TABELLA RIASSUNTIVA

Tutte le simulazioni di manovra eseguite il 25 Maggio 2012, comprensive del loro esito, sono riportate nella seguente tabella:

#	CONDIZIONI METEOMARINE	SCENARIO	UNITÀ NAVALI	VELOCITÀ DI TRANSITO [kn]	ESITO MANOVRA
1	Calma assoluta	ordinario	Navebus →	11.51	riuscita
			Messico ←	7.98	riuscita
2	Vento da NNE a 44 kn	ordinario	Navebus →	12.09	riuscita
			Navebus ←	12.02	riuscita
3A	Vento da SSE a 30 kn, mare associato Hs=3.20 m, Tp=8.31 s; corrente est-ovest di 25 cm/s	ordinario	Messico →	8.08	riuscita
Messico ←			8.31	riuscita	
3B		ordinario	Svezia →	8.00	riuscita
			Svezia ←	8.33	riuscita
4A	Vento da SSW a 35 kn, mare associato Hs=5.10 m, Tp=10.09 s; corrente ovest-est di 10 cm/s	ordinario	Navebus ←	12.09	riuscita
Svezia →			7.94	riuscita	
4B		ordinario	Navebus →	12.08	riuscita
			Messico ←	7.93	riuscita
5	Vento da SSW a 44 kn, mare associato Hs=5.66 m, Tp=10.71 s; corrente ovest-est di 10 cm/s	gravoso	Messico ←	7.97 (a metà percorso)	riuscita

Tabella 11 Simulazioni eseguite: esito manovre e velocità di transito delle unità nel Canale di Calma

Come si può notare dalla **Tabella 11**, non vi sono state manovre conclusesi con esito negativo.

In **Tabella 11**, oltre alle caratteristiche degli scenari simulati, sono riportate le velocità tenute da ciascuna unità in simulazione. Tali velocità possono fornire infatti una indicazione sulle effettive condizioni di esercizio dei mezzi navali nel nuovo Canale di Calma in progetto, che era uno degli obiettivi di questo studio di navigabilità.

A questo proposito è utile confrontare i valori stimati attraverso le linee guida PIANC in relazione al progetto del Canale, considerando una larghezza utile pari a 70 m dei 75 a disposizione, e in riferimento alle unità navali ed agli scenari che poi sono stati effettivamente simulati in tempo reale da CETENA.

Secondo le raccomandazioni contenute nel PIANC si trova che la larghezza utile del Canale uguale a 70 m permette il transito in sicurezza (tratto da [6], pag. 108), rispettivamente:

- a. nello scenario **ordinario** e a doppio senso di circolazione, del Navebus di progetto (Marexpress) fino ad una velocità di **12 nodi**, e quello del rimorchiatore di progetto (Svezia) fino ad una velocità di **8 nodi**.
- b. nello scenario **gravoso** e ad 1 solo senso di circolazione, del rimorchiatore di progetto (Messico) fino ad una velocità di **8 nodi**.

Dal confronto con la **Tabella 11** si trova che tali valori di velocità per entrambi i mezzi sono molto prossimi a quelli determinati in simulazione, con scostamenti del tutto contenuti, confermando così le valutazioni già ottenute tramite il PIANC.

7.4 - PRESENTAZIONE DELLE SIMULAZIONI

7.4.1 - GRAFICI DELLE TRAIETTORIE DELLE SINGOLE MANOVRE

Tutte le traiettorie delle manovre effettuate, nella stessa sequenza di simulazione illustrata nella tabella precedente, vengono presentate in APPENDICE B.

Su ogni figura viene rappresentata la curva della traiettoria (in arancione) seguita dal baricentro della nave durante la simulazione. Inoltre, sopra la curva della traiettoria, viene disegnata, ad intervalli di tempo regolari (10 s), la silhouette della nave consentendo così di ricavare immediate informazioni circa la rotta seguita dalla stessa.

In sintesi, su tali figure sono quindi indicati:

- il Nord geografico;
- il layout portuale considerato con la rappresentazione del Canale di Calma in stato di progetto;
- la direzione di provenienza e l'intensità del vento considerata (vettori blu);
- la silhouette del Navebus (es. in azzurro);
- la silhouette del rimorchiatore (es. in giallo);
- la traiettoria seguita dalla nave durante la manovra (in arancione);
- per la singola simulazione in tempo reale, la durata complessiva della stessa (in alto a sinistra sotto alla rosa dei venti).

7.4.2 - SCHEDE DI COMMENTO ALLE SINGOLE MANOVRE

A seguito dell'analisi condotta sui risultati delle prove, in APPENDICE B sono state riportate alcune osservazioni sull'esito e le caratteristiche delle manovre: per ogni singola simulazione viene riportata la scheda corrispondente alla singola unità navale in simulazione, seguita dal grafico della traiettoria completa e dall'immagine zoomata del punto di incrocio delle due unità nel Canale.

In ciascuna scheda sono illustrate le condizioni identificative della manovra in oggetto (e cioè il nome dell'esecutore della manovra, le caratteristiche dell'unità navale simulata, le condizioni di inizio prova e le condizioni meteomarine della manovra).

8 - CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Il presente studio di simulazioni è stato sviluppato nell'ambito del Progetto Definitivo dell'Opera a Mare nel Canale di Calma del Porto di Genova (area Multedo), che prevede la riduzione della larghezza del Canale dagli attuali 240 m a 75 m. Lo studio si è posto l'obiettivo di verificare la navigabilità e le condizioni d'esercizio nel Canale da parte delle due tipologie di unità navali ritenute più gravose tra quelle costituenti il naviglio che attualmente opera nel Canale. Nello specifico si tratta della "Navebus" di AMT SpA e di un Rimorchiatore (del quale sono state considerate due differenti classi).

Lo sviluppo dello studio di simulazione in tempo reale ha permesso di considerare, oltre alle proprietà tecnico-geometriche dei natanti (geometria dello scafo, apparati di propulsione-generazione, appendici) anche: le caratteristiche meteomarine del contesto in cui la simulazione ha luogo (stato di mare, corrente, vento), la morfologia dell'area portuale, gli effetti specifici legati alla posizione del natante (banchina, profondità del fondale), l'interazione tra i natanti stessi e quella tra natanti e l'ambiente portuale esterno.

Le condizioni meteomarine prese in esame sono relative: sia alla calma assoluta, sia ad eventi meteomarini caratterizzati da tempi di ritorno pari rispettivamente a 5 e 10 anni, contestualmente a venti provenienti dai quadranti prevalenti (fino a valori di 44 nodi, SSW) e correnti marine caratteristiche dell'area di studio con direzione est-ovest e ovest-est.

Tutte le simulazioni, concordate e sviluppate con la supervisione della Capitaneria di Porto di Genova, si sono svolte con esito positivo, sia per quanto riguarda la velocità di manovra, sia per quanto concerne gli aspetti legati alla sicurezza dei natanti, correlati alle distanze di transito dalle opere portuali e fra i mezzi stessi. Tuttavia, particolare attenzione nella fase di transito di entrambe le unità navali, dovrà essere messa in atto in navigazione con scarsa visibilità oppure di notte ed in presenza di un'agitazione ondosa associata ad eventi meteomarini gravosi con periodi di ritorno superiori o uguali ai 20 anni.

A margine delle considerazioni relative al presente studio, si osserva inoltre che al di fuori del Canale di Calma, nella zona antistante le due imboccature (Levante e Ponente), si verificano serie difficoltà di governo alle unità navali prese in esame, sebbene per un breve tratto di mare, in presenza di un'agitazione ondosa associata ad eventi meteomarini gravosi (caratterizzati da periodi di ritorno superiori o uguali ai 20 anni). In tali zone infatti l'agitazione ondosa risulta essere condizionata, oltre che dal moto ondoso incidente, anche dagli effetti di riflessione che questo subisce a causa delle opere portuali limitrofe esistenti, quali ad esempio la Diga di Voltri.

L'inviluppo delle traiettorie delle 7 manovre eseguite è illustrato nella figura seguente:

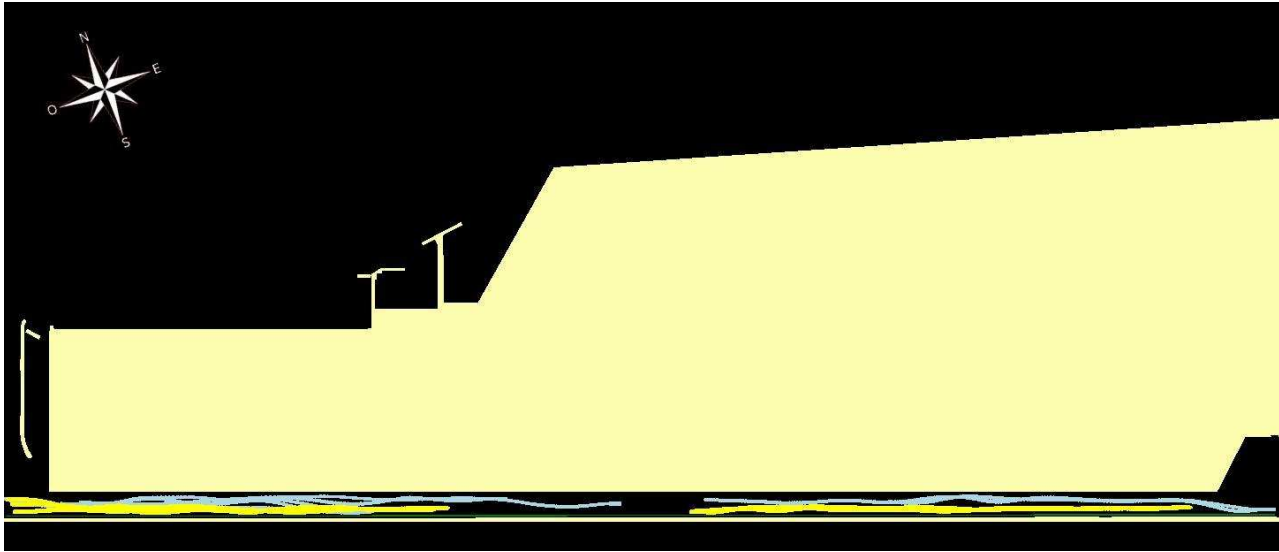


Figura 11 Inviluppo complessivo delle silhouette per tutte le manovre effettuate nel Canale di Calma

9 - RIFERIMENTI

- [1] C. Notaro, M. Peverero, D. Tozzi, A. Zini
‘Il modello matematico del simulatore SAND: esempio di configurazione di una nave militare’
Rapporto CETENA n° 10178, Genova, Settembre 2008
- [2] Flory, J.F.
The Effect of Passing Ships on Moored Ships
Prevention First 2002 Symposium
- [3] Vantorre, M. et al.
Model Test Based Formulations of Ship-Ship Interaction Forces
Ship Technology Research, Vol 49, 2002
- [4] SPEA Autostrade - Tavola APG9070 (formato .pdf) – Elaborati Generali: Sezioni trasversali 1-2
- [5] SPEA Autostrade - Tavola APG9060 (formato .dwg) – Planimetria Generale Degli Interventi
- [6] SPEA Autostrade – Elaborato IDR9020-1
“Nodo stradale e autostradale di Genova – Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12
Progetto Definitivo - Relazione meteomarina”
- [7] SPEA Autostrade – Elaborato IDR9030-1
“Nodo stradale e autostradale di Genova – Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12
Progetto Definitivo - Relazione idrodinamica e dispersiva”
- [8] SPEA Autostrade - Tavola APG9076 (formato .pdf) – Elaborati Generali: Studio di navigabilità – Raffronto condizioni di analisi

10 - APPENDICE A

02/03/2012 09:36 0102777489

SEGRE.PARTICOLARE ANNA

PAG 11/14

29. Feb 2012 9:02

ALLIMAR 010152956

Zr. 4721 P. 2

SCHEDA TECNICA M/N MAREXPRESS

Nome della nave	MAREXPRESS
Bandiera comunitaria	ITALIANA
Porto di registrazione e matricola	GENOVA 8803
Società Armatrice	ALIMAR S.r.l.
Tipo di nave	CATAMARANO
Numero Rina	70957
Numero IMO	8012140
Nominativo Internazionale	IUMV
Cantiere e Anno di costruzione	WESTAMARIN AIS ALIA 1981
Materiale di costruzione	ALLUMINIO
Stazza Lorda	220 GT
Stazza Netta	78 NT
Lunghezza F.T.	28.70 m
Larghezza F.T.	9 m
Altezza	3.42
Massimo pescaggio	1.70 m
Peso Nave Vuota	63.81 t
Spenti Navigazione	Portuale
Apparato motore	DEUTZ GUA16 M - 816 886CVX2
	Consumo 350 l/h
Elettrici	2
Sistema di aria condizionata	SI
Portata passeggeri	284 persone
Equipaggio	2 portuale, 4 in navigaz. costiera
Velocità	18 nodi
Capacità gasolio	6000 lt
Capacità acqua dolce	500 lt
Mezzi di Salvataggio	X*4 zatterini da 50 pax N° 33 cinture per adulti N° 33 cinture per bambini

Fig.A 1 Scheda Tecnica MAREXPRESS (Navebus)

Fig.A 2 Caratteristiche dei Rimorchiatori (Svezia # 100, Messico # 102)

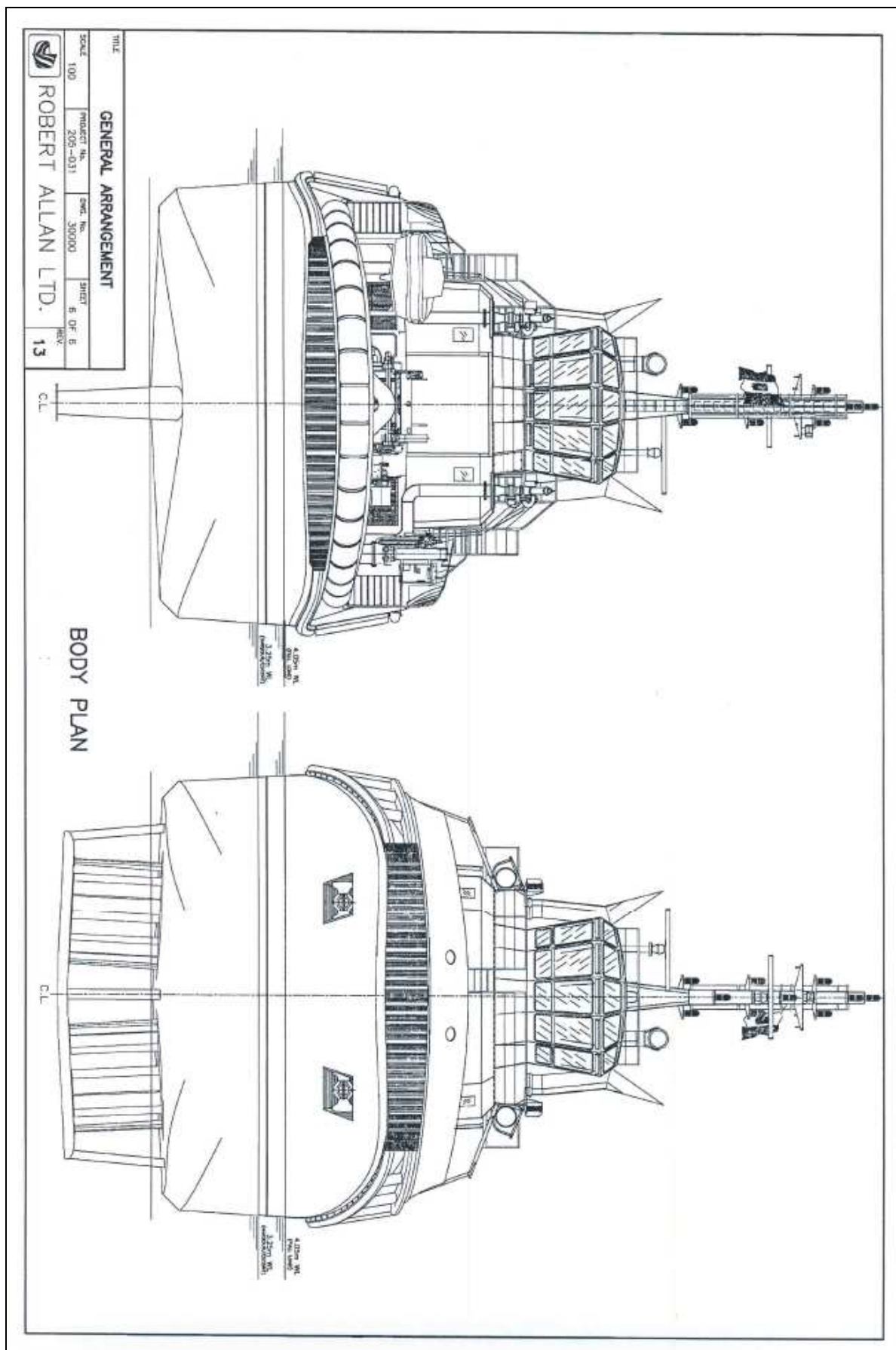


Fig.A 3 General Arrangement – sezione maestra fore/aft (Messico)

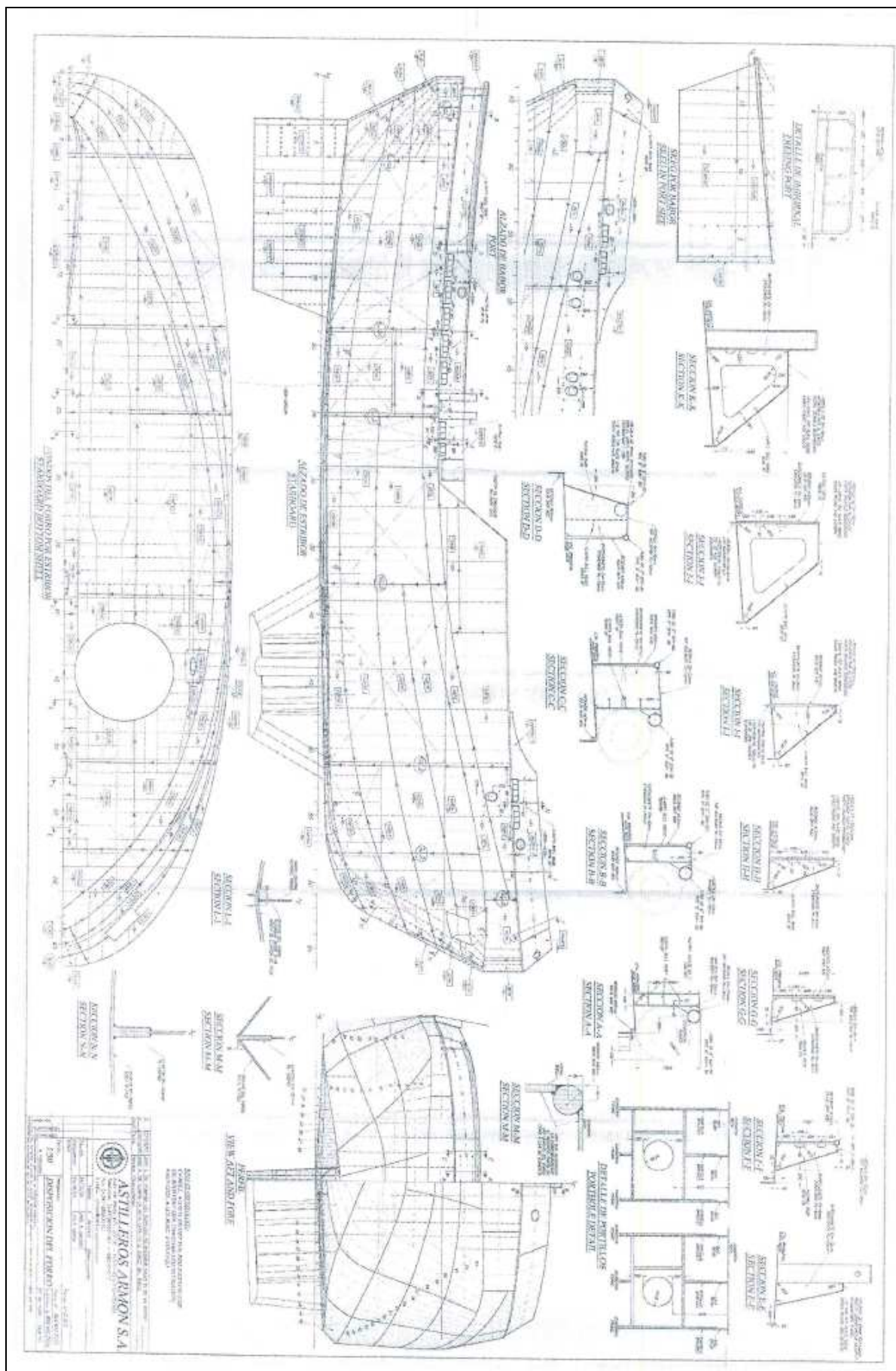


Fig.A 4 Schema Strutturale (Messico)

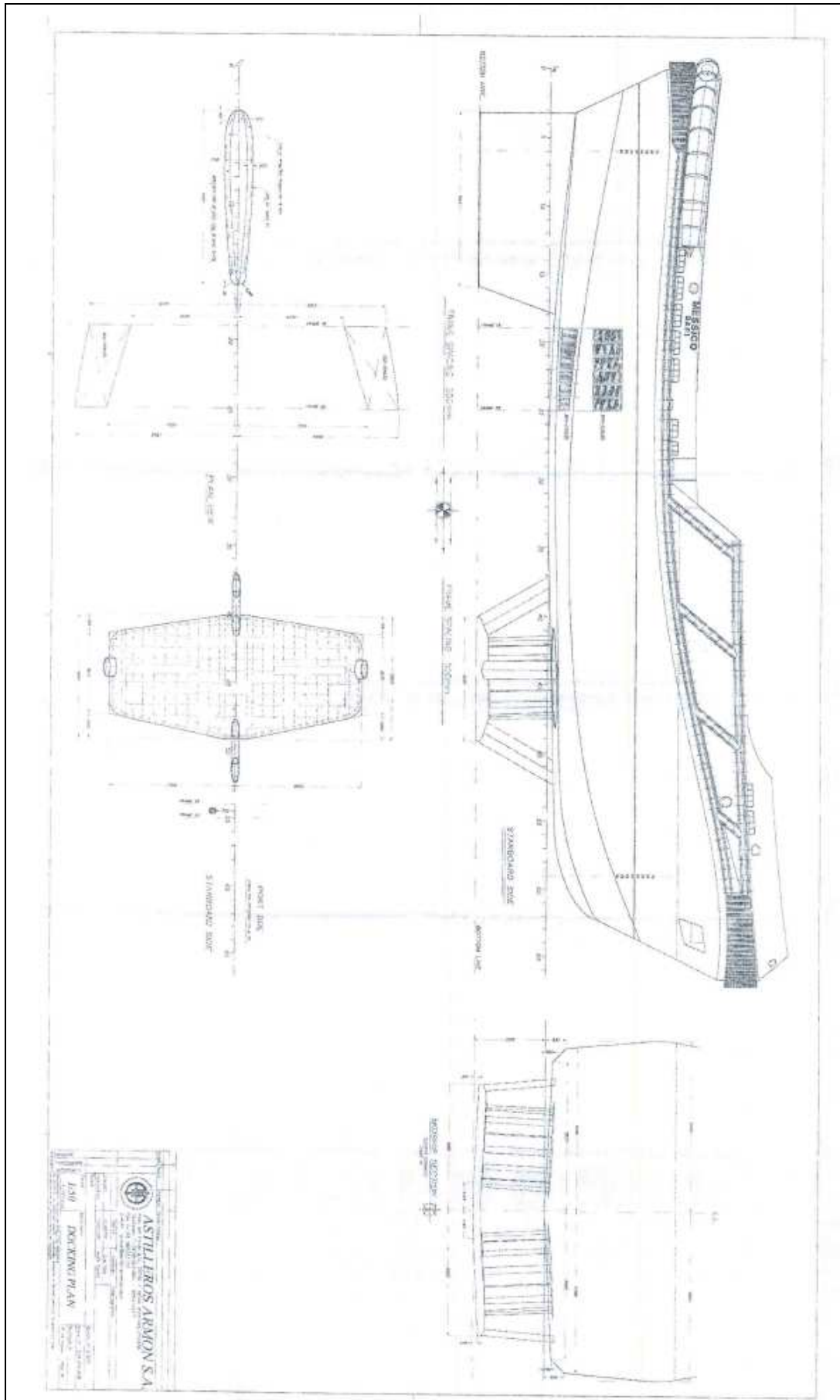


Fig.A 5 Docking Plan (Messico)

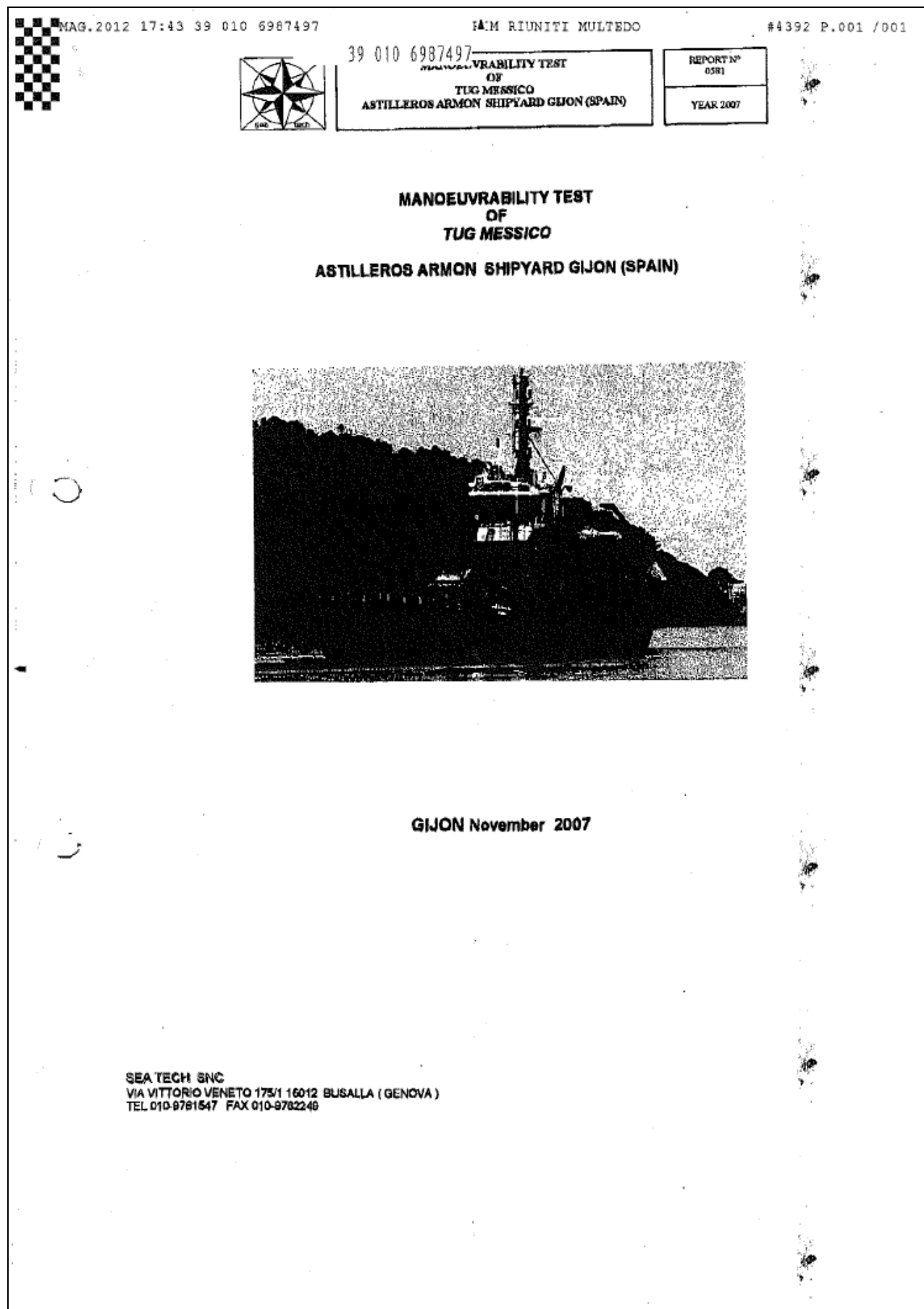


Fig.A 6 Prove di manovrabilità (Messico)

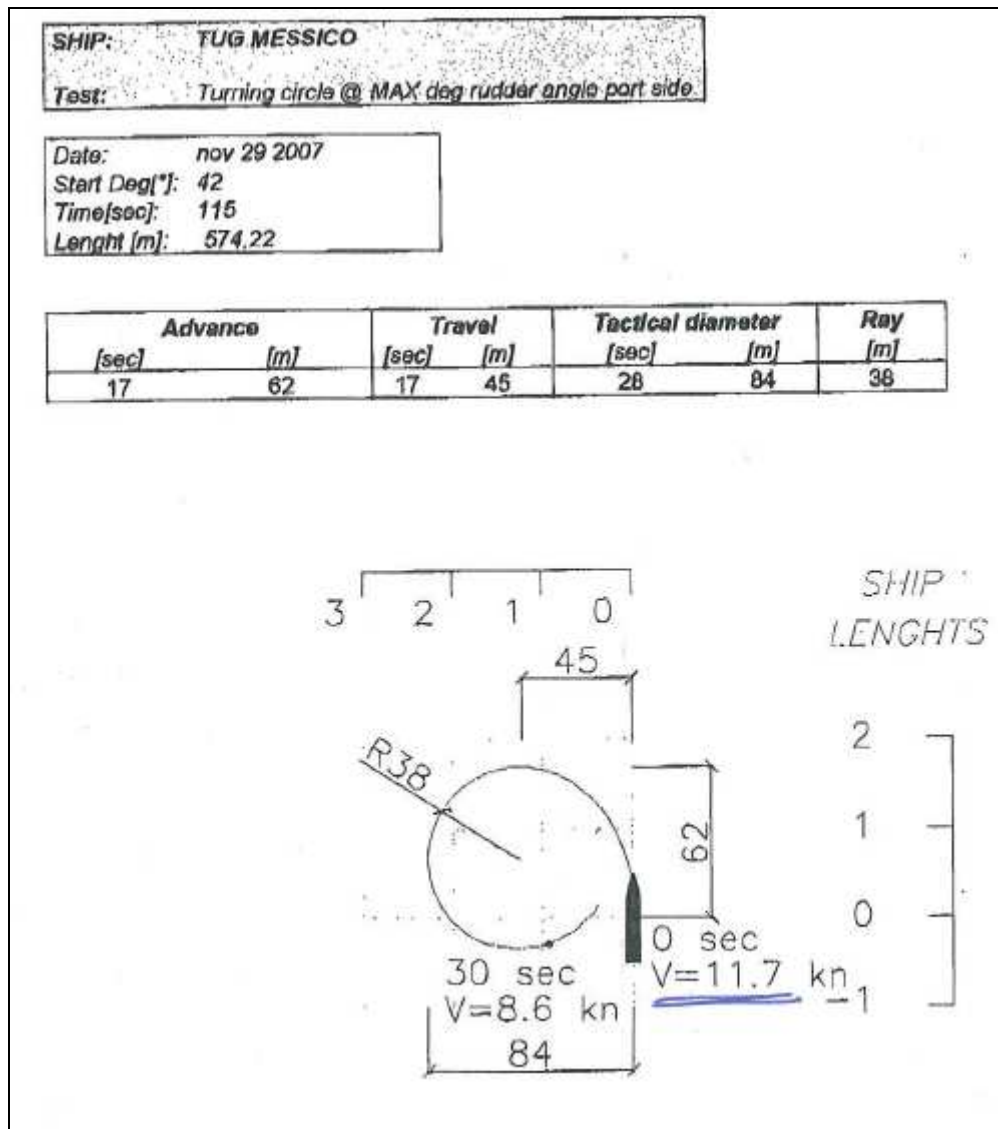


Fig.A 7 Prove di manovrabilità Messico (Turning Circle V= 11.7 kn)

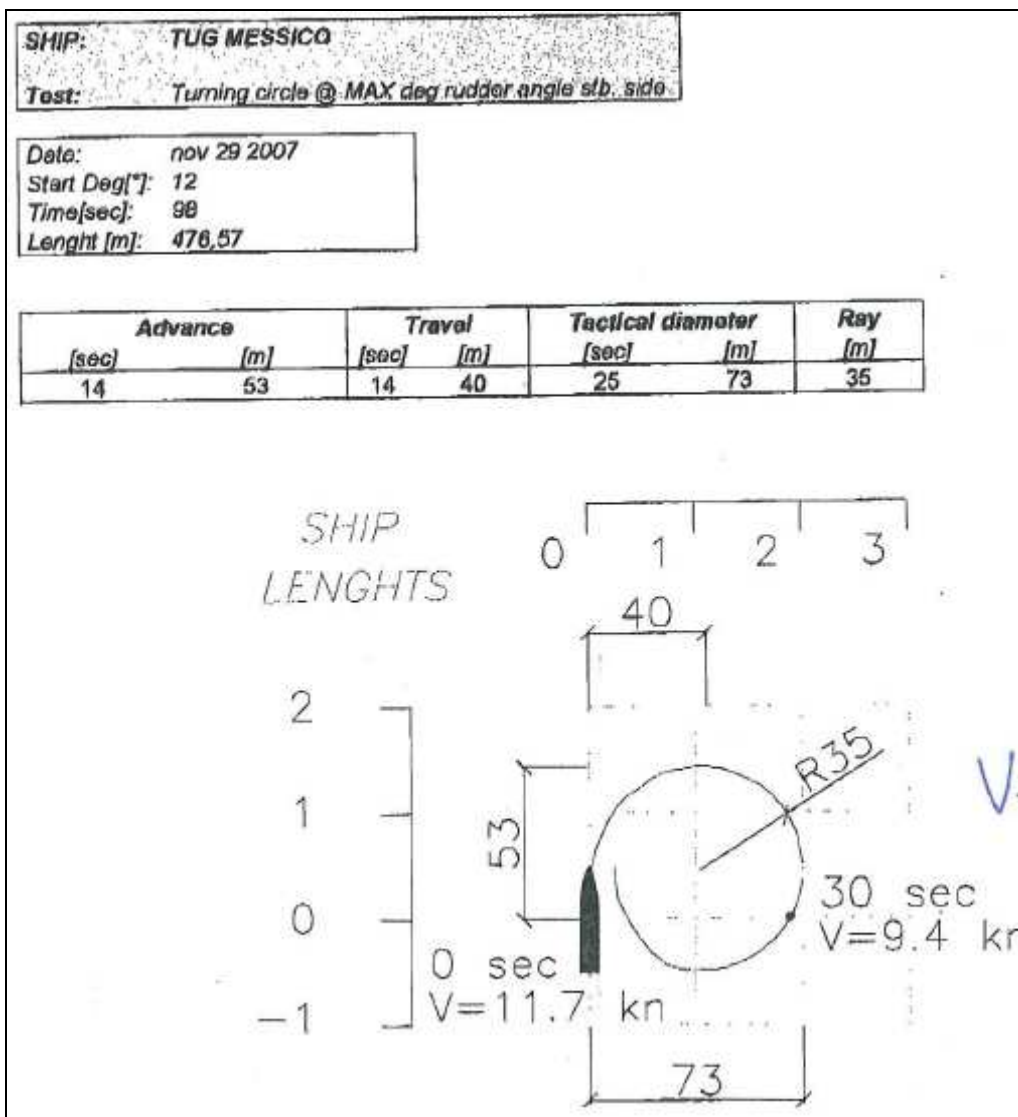


Fig.A 8 Prove di manovrabilità Messico (Turning Circle V= 9.4 kn)

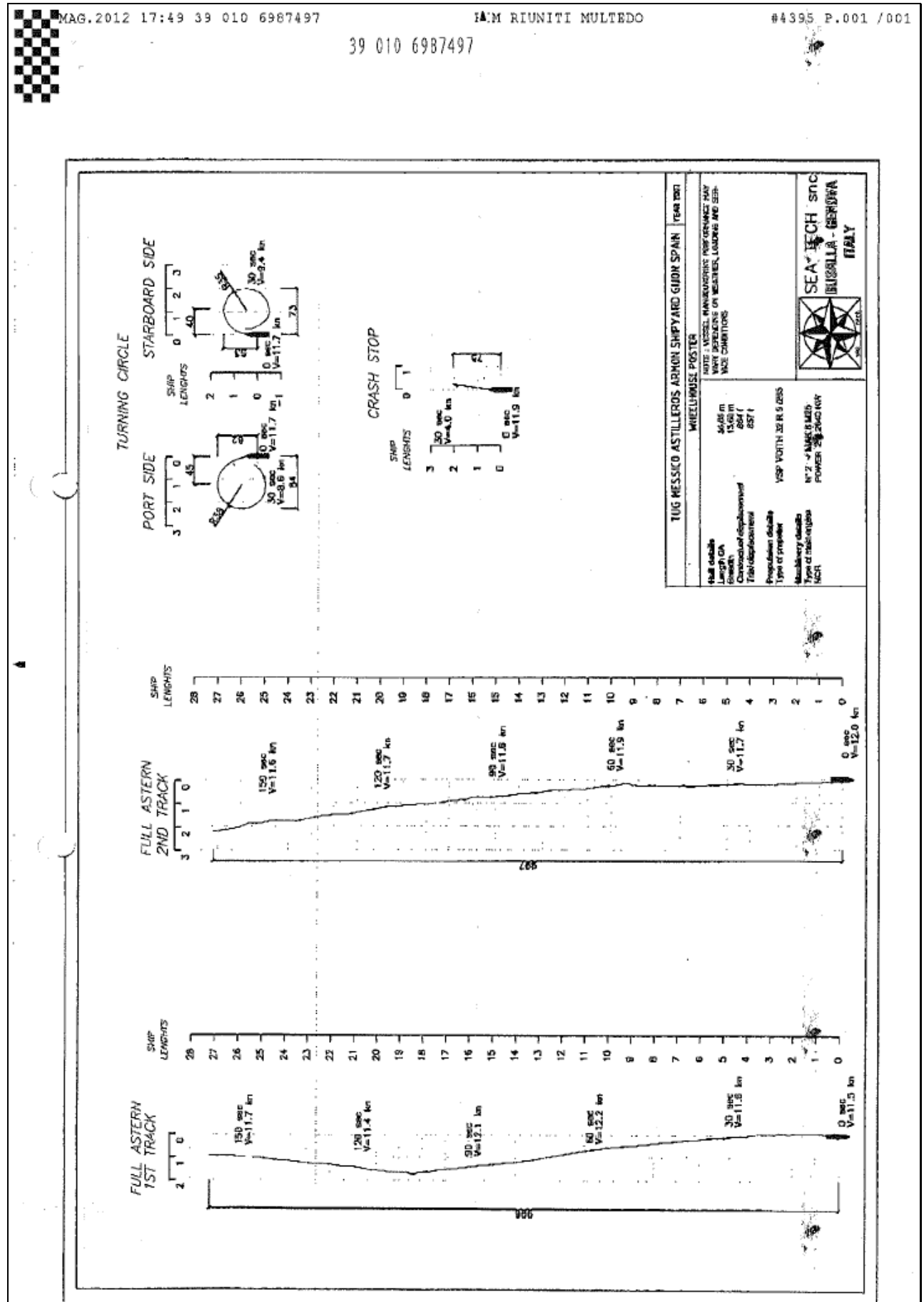


Fig.A 9 Prove di manovrabilità (Pilot Card Messico)

11 - APPENDICE B

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova – Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, NAVEBUS E RIMORCHIATORE MESSICO

Manovra N°: 01

Data: 25/05/2012

Nave: **Navebus** (Marexpress)

Tipo di nave (1 – PLANCIA): catamarano dislocante

Lft: 26.7 m, Bmax: 9.0 m, T: 1.70 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: // velocità VENTO: // nodi

CORRENTE (intensità/direzione): //

Direzione MARE: //

ALTEZZA d'onda: // PERIODO modale: //

Pilota: Com. te ASTE

Commenti:

Tipo di manovra: uscita canale (Lato Ponente)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 11.51 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 32 m ca (mezzeria)

Distanza dall'opera a mare: 10.5 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova – Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, NAVEBUS E RIMORCHIATORE MESSICO

Manovra N°: 01

Data: 25/05/2012

Nave: **Messico**

Tipo di nave (2 – PLANCIA PORTATILE): rimorchiatore

Lft: 36.65 m, Bmax: 13.6 m, T: 7.00 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: //

Velocità VENTO: // nodi

CORRENTE (intensità/direzione): //

Direzione MARE: //

ALTEZZA d'onda: //

PERIODO modale: //

Pilota: Com. te BIGNONE

Commenti:

Tipo di manovra: ingresso canale (Lato Ponente)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 8 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 32.7 m ca (mezzeria)

Distanza dalla diga foranea: 9.6 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

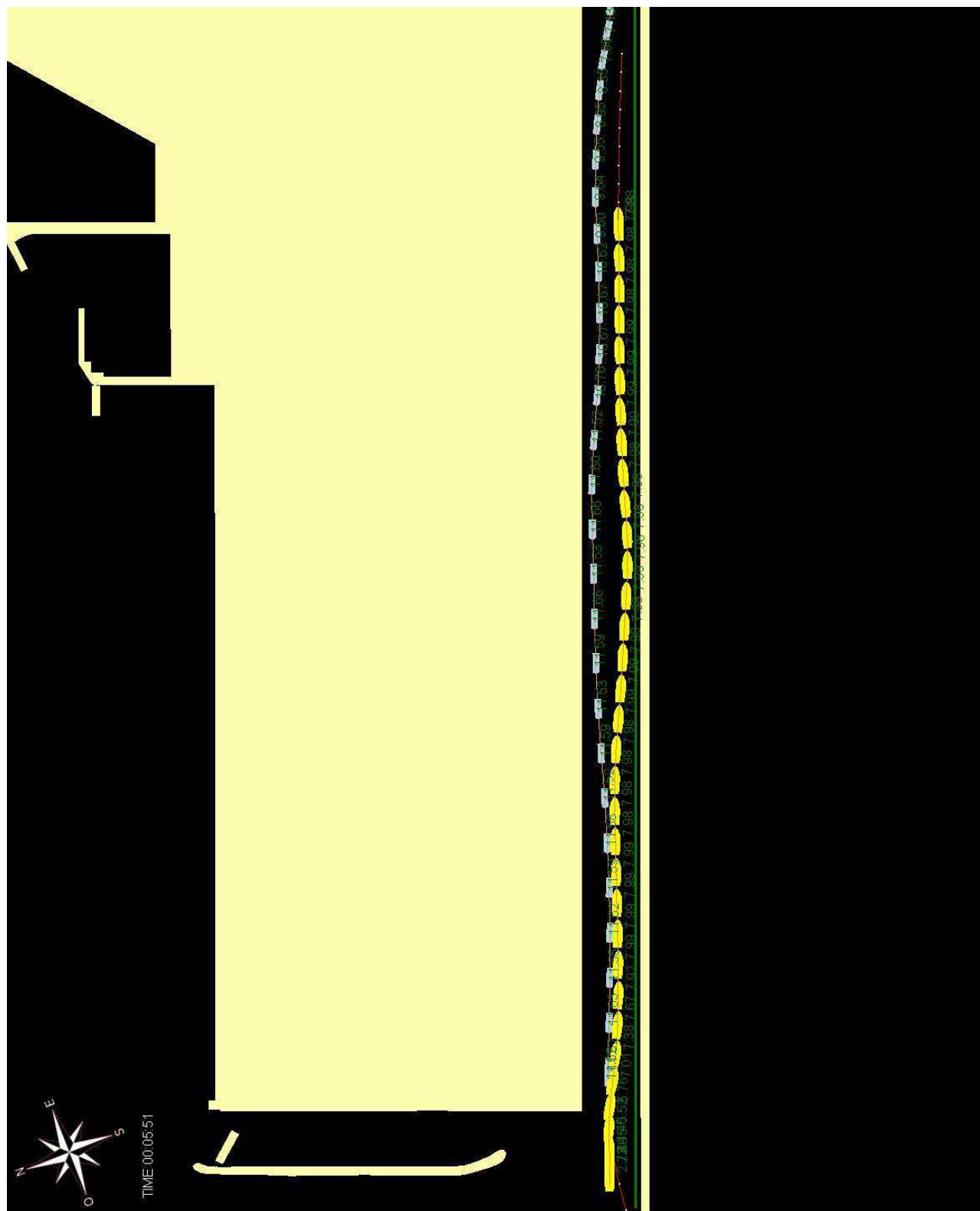


Fig.B 1 Manovra 01: calma assoluta, transito Navebus (azzurro) e rimorchiatore Messico (giallo) – dt=10 s

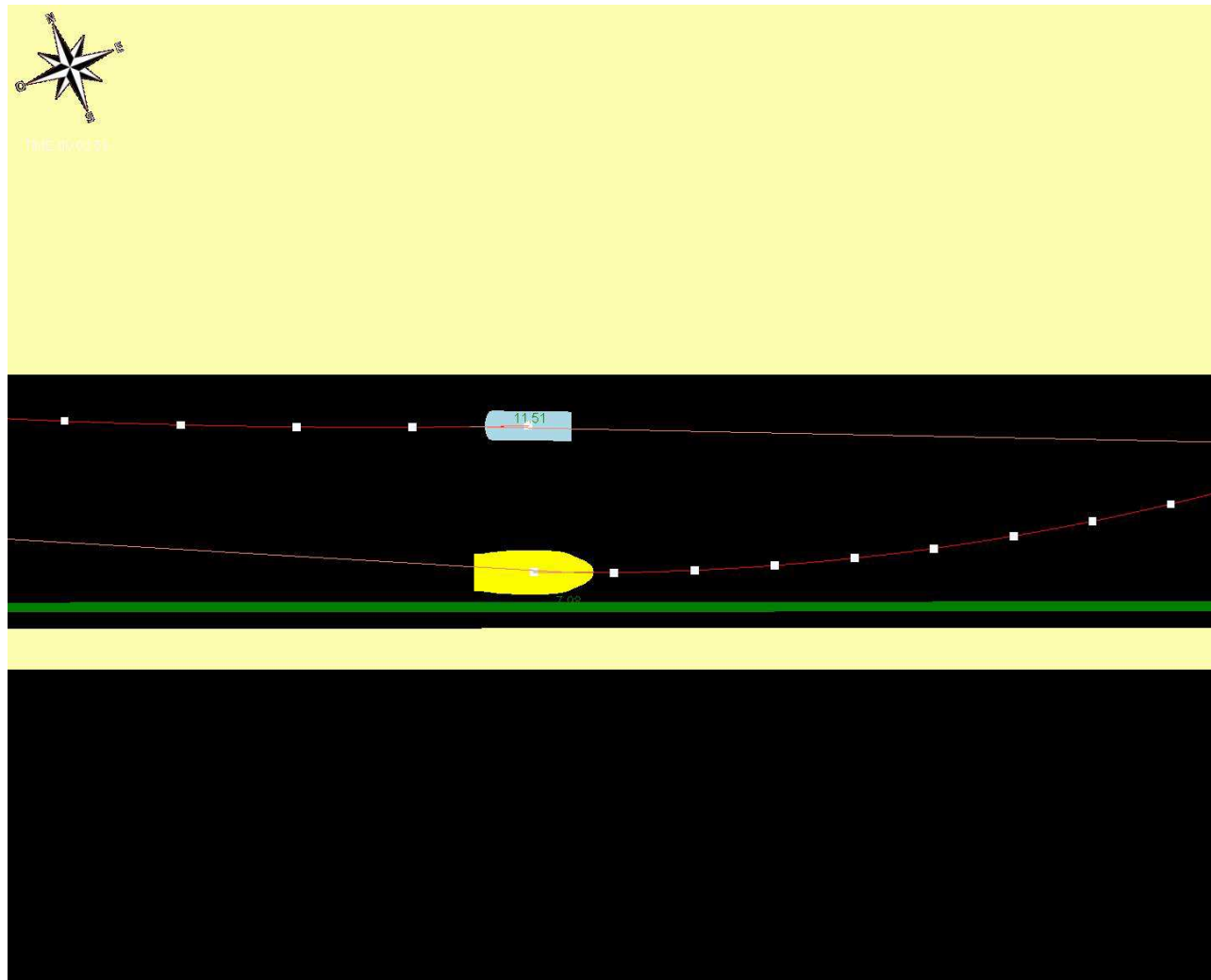


Fig.B 2 Manovra 01: calma assoluta, transito Navebus (azzurro) e rimorchiatore Messico (giallo) - ZOOM incrocio

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova - Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, 2 NAVEBUS

Manovra N°: 02

Data: 25/05/2012

Nave: **Navebus** (Marexpress)

Tipo di nave (1 - PLANCIA): catamarano dislocante

Lft: 26.7 m, Bmax: 9.0 m, T: 1.70 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: NNE Velocità VENTO: 44 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): //

Direzione MARE: //

ALTEZZA d'onda: // PERIODO modale: //

Pilota: Com. te ASTE

Commenti:

Tipo di manovra: uscita canale (Lato Ponente)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 12 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 30.6 m ca (mezzeria)

Distanza dall'opera a mare: 10.8 m ca (prora)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova - Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, 2 NAVEBUS

Manovra N°: 02

Data: 25/05/2012

Nave: **Navebus** (Marexpress)

Tipo di nave (2 - PLANCIA PORTATILE): catamarano dislocante

Lft: 26.7 m, Bmax: 9.0 m, T: 1.70 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: NNE Velocità VENTO: 44 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): //

Direzione MARE: //

ALTEZZA d'onda: // PERIODO modale: //

Pilota: Com. te BIGNONE

Commenti:

Tipo di manovra: ingresso canale (Lato Ponente)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 12 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 30.6 m ca (mezzeria)

Distanza dalla diga foranea: 13.3 m ca (poppa)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

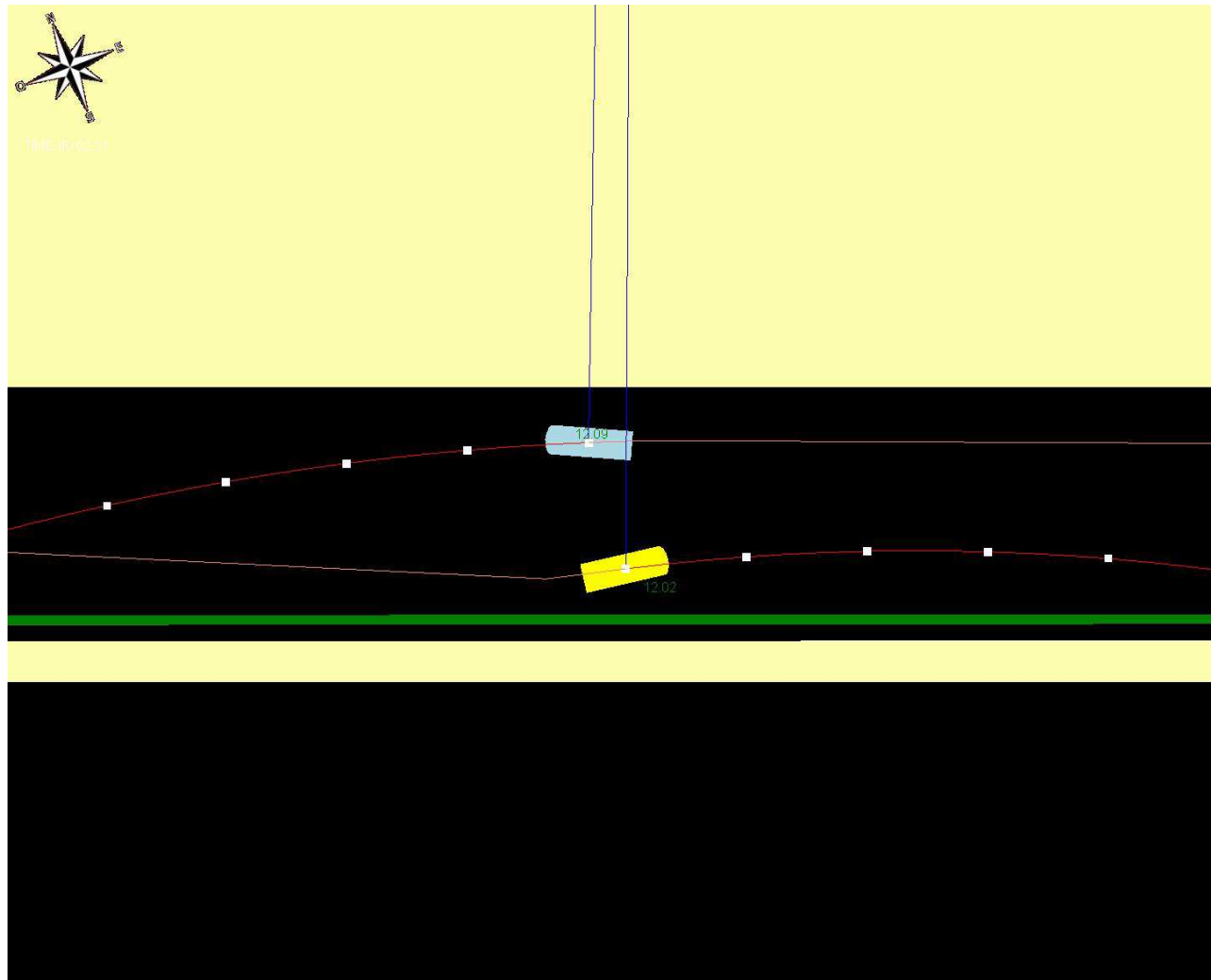


Fig.B 4 Manovra 02: vento NNE 44 kn, transito 2 Navebus - ZOOM incrocio

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova - Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, 2 RIMORCHIATORI SVEZIA

Manovra N°: 03A

Data: 25/05/2012

Nave: **Svezia**

Tipo di nave (1 - PLANCIA): rimorchiatore

Lft: 27.5 m, Bmax: 11.5 m, T: 6.00 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: SSE Velocità VENTO: 30 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): 0.5 kn, E-W

Direzione MARE: SSE

ALTEZZA d'onda: 3.2 m PERIODO modale: 8.31 s

Pilota: Com. te ASTE

Commenti:

Tipo di manovra: ingresso canale (Lato Levante)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 8.3 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 29.5 m ca (mezzeria)

Distanza dall'opera a mare: 8.9 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova – Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, 2 RIMORCHIATORI SVEZIA

Manovra N°: 03A

Data: 25/05/2012

Nave: **Svezia**

Tipo di nave (2 - PLANCIA PORTATILE): rimorchiatore

Lft: 27.5 m, Bmax: 11.5 m, T: 6.00 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: SSE Velocità VENTO: 30 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): 0.5 kn, E-W

Direzione MARE: SSE

ALTEZZA d'onda: 3.2 m PERIODO modale: 8.31 s

Pilota: Com. te BIGNONE

Commenti:

Tipo di manovra: uscita canale (Lato Levante)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 8.1 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 29.5 m ca (mezzeria)

Distanza dalla diga foranea: 13.5 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

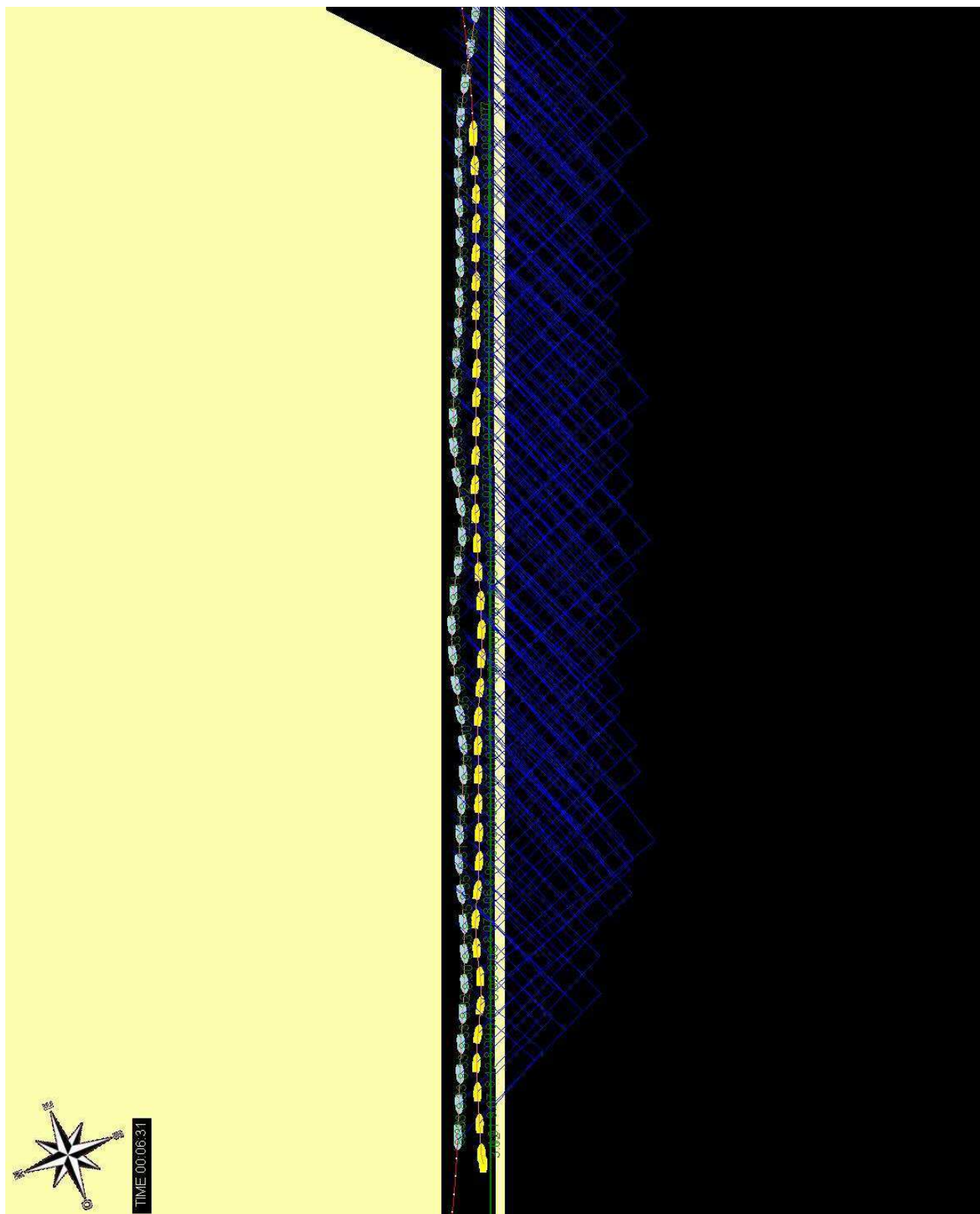


Fig.B 5 Manovra 03A: vento SSE 30 kn + mare +corrente E-W 0.5 kn, transito 2 rimorchiatori Svezia – dt=10 s

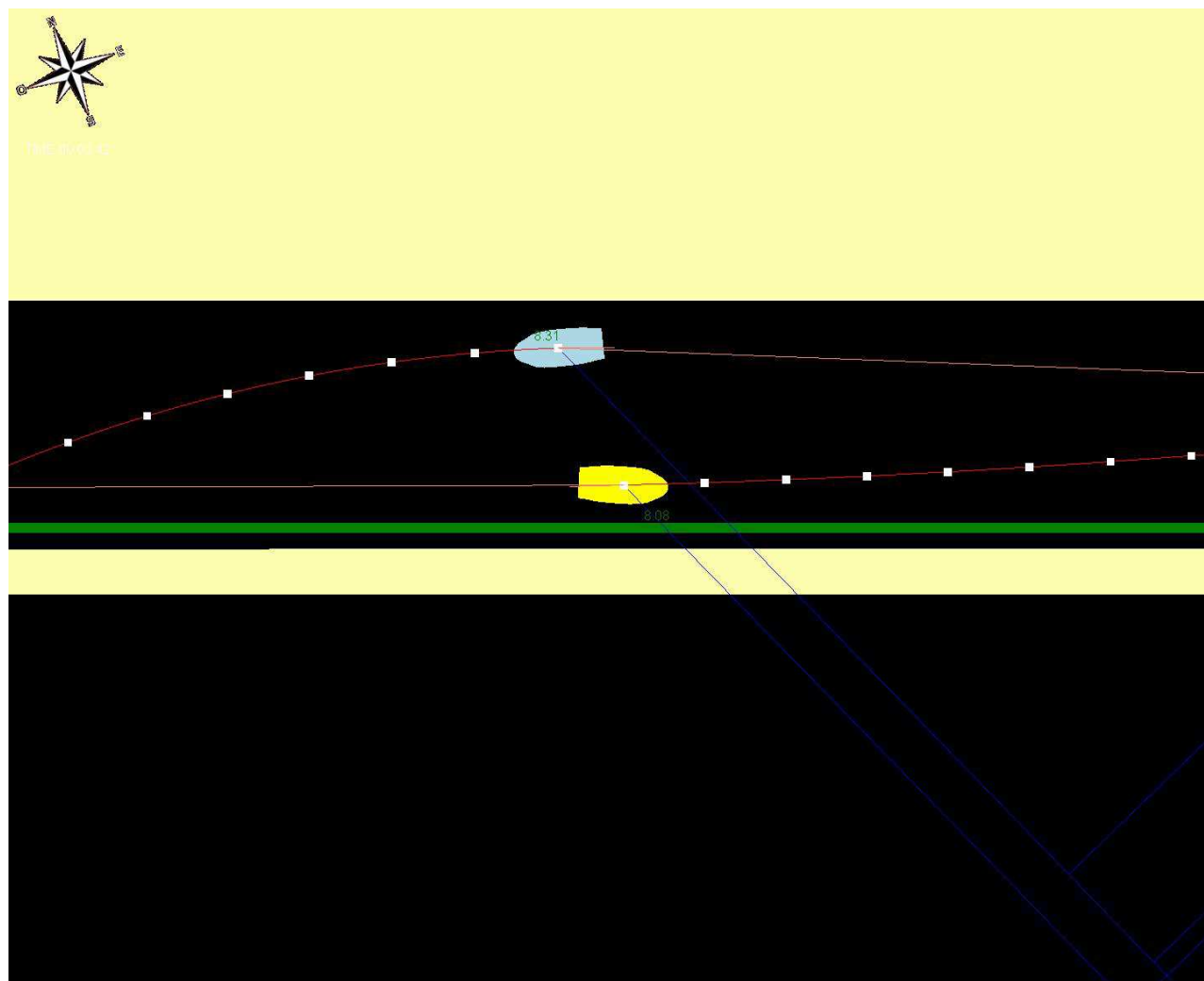


Fig.B 6 Manovra 03A: vento SSE 30 kn + mare +corrente E-W 0.5 kn, transito 2 rimorchiatori Svezia – ZOOM incrocio

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova - Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, 2 RIMORCHIATORI MESSICO

Manovra N°: 03B

Data: 25/05/2012

Nave: Messico

Tipo di nave (1 - PLANCIA): rimorchiatore

Lft: 36.65 m, **Bmax:** 13.6 m, **T:** 7.00 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: SSE **Velocità VENTO:** 30 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): 0.5 kn, E-W

Direzione MARE: SSE

ALTEZZA d'onda: 3.2 m **PERIODO modale:** 8.31 s

Pilota: Com. te ASTE

Commenti:

Tipo di manovra: ingresso canale (Lato Levante)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 8.3 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 25.5 m ca (mezzeria)

Distanza dall'opera a mare: 6.5 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova - Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, 2 RIMORCHIATORI MESSICO

Manovra N°: 03B

Data: 25/05/2012

Nave: **Messico**

Tipo di nave (2 - PLANCIA PORTATILE): rimorchiatore

Lft: 36.65 m, Bmax: 13.6 m, T: 7.00 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: SSE Velocità VENTO: 30 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): 0.5 kn, E-W

Direzione MARE: SSE

ALTEZZA d'onda: 3.2 m PERIODO modale: 8.31 s

Pilota: Com. te BIGNONE

Commenti:

Tipo di manovra: ingresso canale (Lato Levante)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 8 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 25.5 m ca (mezzeria)

Distanza dalla diga foranea: 15.7 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

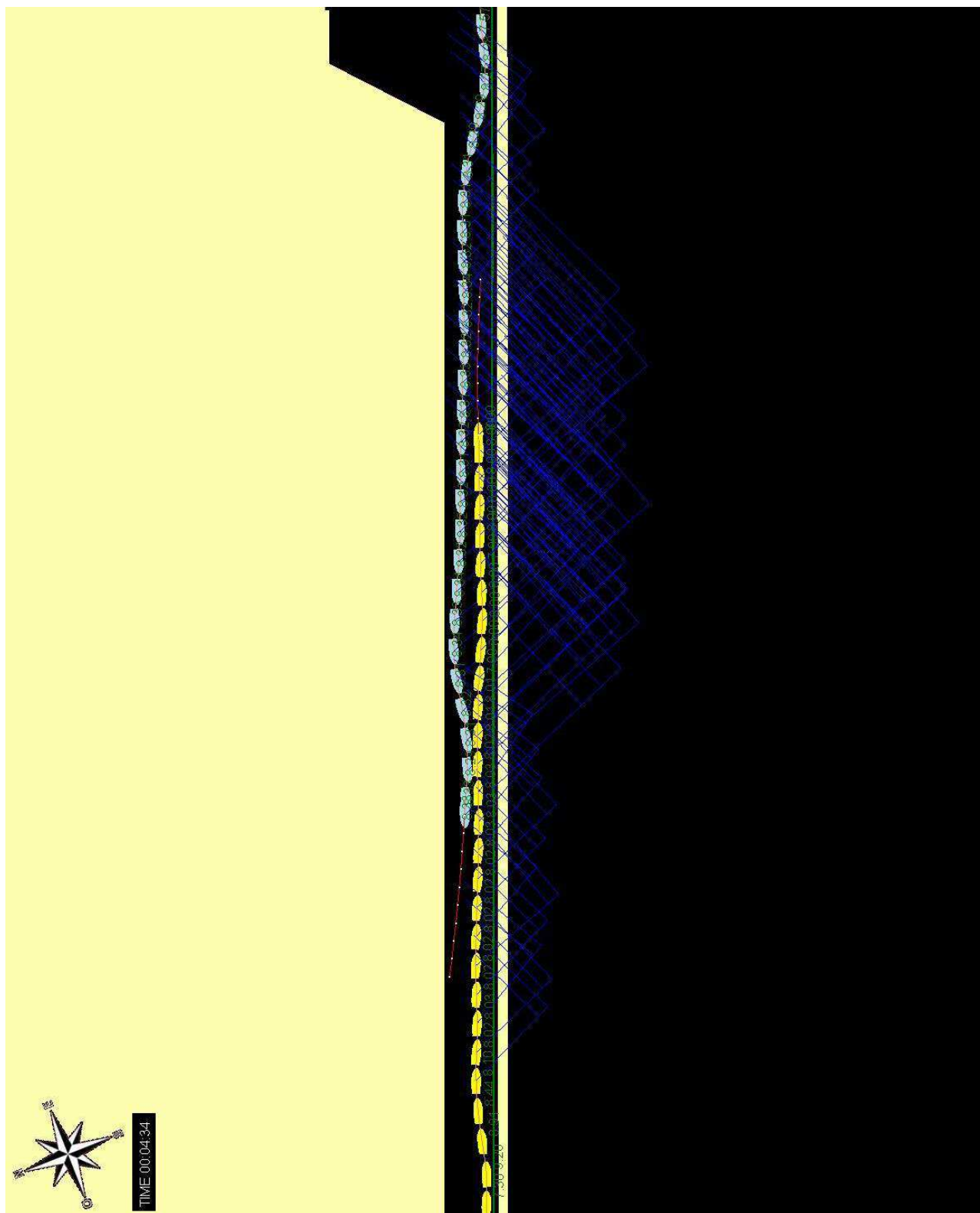


Fig.B 7 Manovra 03B: vento SSE 30 kn + mare + corrente E-W 0.5 kn, transito 2 rimorchiatori Messico – dt=10 s

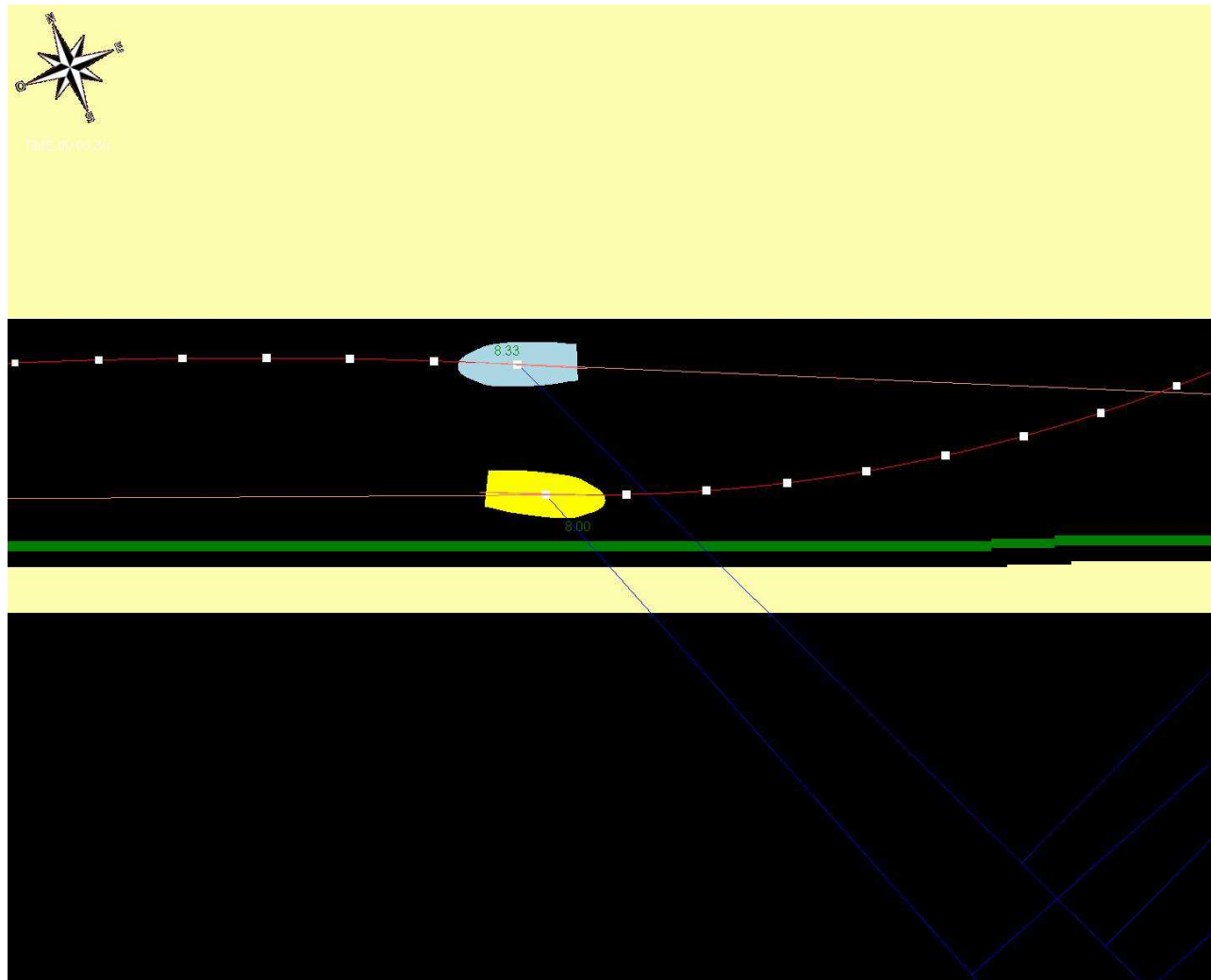


Fig.B 8 Manovra 03B: vento SSE 30 kn + mare + corrente E-W 0.5 kn, transito 2 rimorchiatori Messico – ZOOM incrocio

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova - Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, NAVEBUS E RIMORCHIATORE SVEZIA

Manovra N°: 04A

Data: 25/05/2012

Nave: **Navebus** (Marexpress)

Tipo di nave (1 - PLANCIA): catamarano dislocante

Lft: 26.7 m, Bmax: 9.0 m, T: 1.70 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: SSW Velocità VENTO: 35 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): 0.2 kn, W-E

Direzione MARE: SSW

ALTEZZA d'onda: 5.10 m PERIODO modale: 10.09 s

Pilota: Com. te ASTE

Commenti:

Tipo di manovra: uscita canale (Lato Ponente)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 12 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 30 m ca (mezzeria)

Distanza dall'opera a mare: 10.5 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova - Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, NAVEBUS E RIMORCHIATORE SVEZIA

Manovra N°: 04A

Data: 25/05/2012

Nave: **Svezia**

Tipo di nave (2 - PLANCIA PORTATILE): rimorchiatore

Lft: 27.5 m, Bmax: 11.5 m, T: 6.00 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: SSW Velocità VENTO: 35 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): 0.2 kn, W-E

Direzione MARE: SSW

ALTEZZA d'onda: 5.10 m PERIODO modale: 10.09 s

Pilota: Com. te BIGNONE

Commenti:

Tipo di manovra: ingresso canale (Lato Ponente)

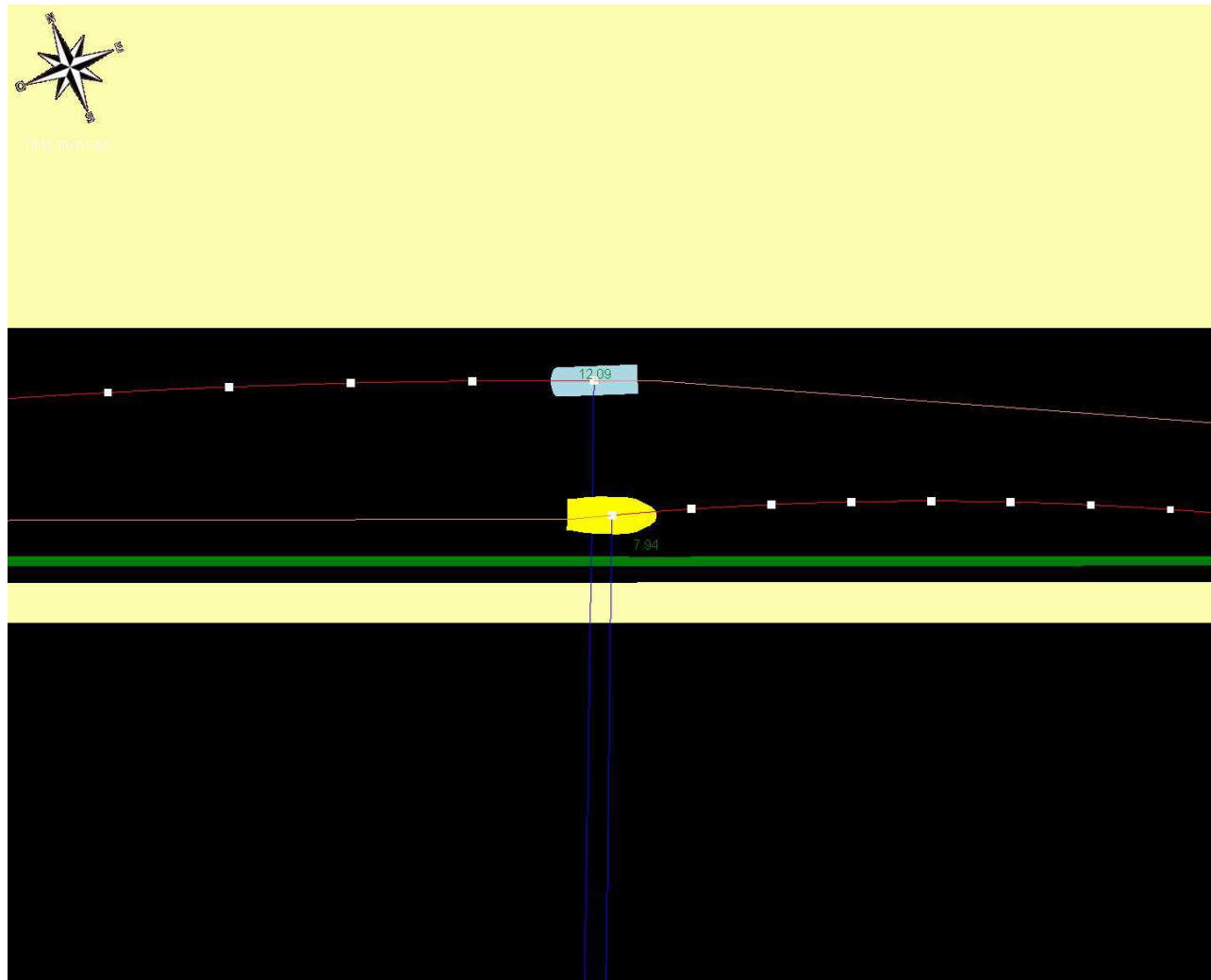
La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 8 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 30 m ca (mezzeria)

Distanza dalla diga foranea: 14 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro



**Fig.B 10 Manovra 04A: vento SSW 30 kn + mare + corrente W-E 0.2 kn, transito 1 Navebus (azzurro)
e 1 rimorchiatore Svezia (giallo)– ZOOM incrocio**

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova – Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, NAVEBUS E RIMORCHIATORE MESSICO

Manovra N°: 04B

Data: 25/05/2012

Nave: **Navebus** (Marexpress)

Tipo di nave (1 – PLANCIA): catamarano dislocante

Lft: 26.7 m, Bmax: 9.0 m, T: 1.70 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: SSW

Velocità VENTO: 35 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): 0.2 kn, W-E

Direzione MARE: SSW

ALTEZZA d'onda: 5.10 m

PERIODO modale: 10.09 s

Pilota: Com. te CAPURSO

Commenti:

Tipo di manovra: uscita canale (Lato Ponente)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 12 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 27 m ca (mezzeria)

Distanza dall'opera a mare: 16 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova - Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO ORDINARIO, NAVEBUS E RIMORCHIATORE MESSICO

Manovra N°: 04B**Data: 25/05/2012****Nave: Messico****Tipo di nave (2 - PLANCIA PORTATILE): rimorchiatore****Lft: 36.65 m, Bmax: 13.6 m, T: 7.00 m****Velocità iniziale: 3 kn****Direzione VENTO: SSW Velocità VENTO: 35 nodi****CORRENTE (intensità/direzione): 0.2 kn, W-E****Direzione MARE: SSW****ALTEZZA d'onda: 5.10 m PERIODO modale: 10.09 s****Pilota: Com. te BIGNONE****Commenti:****Tipo di manovra: ingresso canale (Lato Ponente)**

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 8 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanza fra le unità navali: 27 m ca (mezzeria)**Distanza dalla diga foranea: 11.6 m ca (prora)****Manovra riuscita.****Compilatore: C. Notaro**

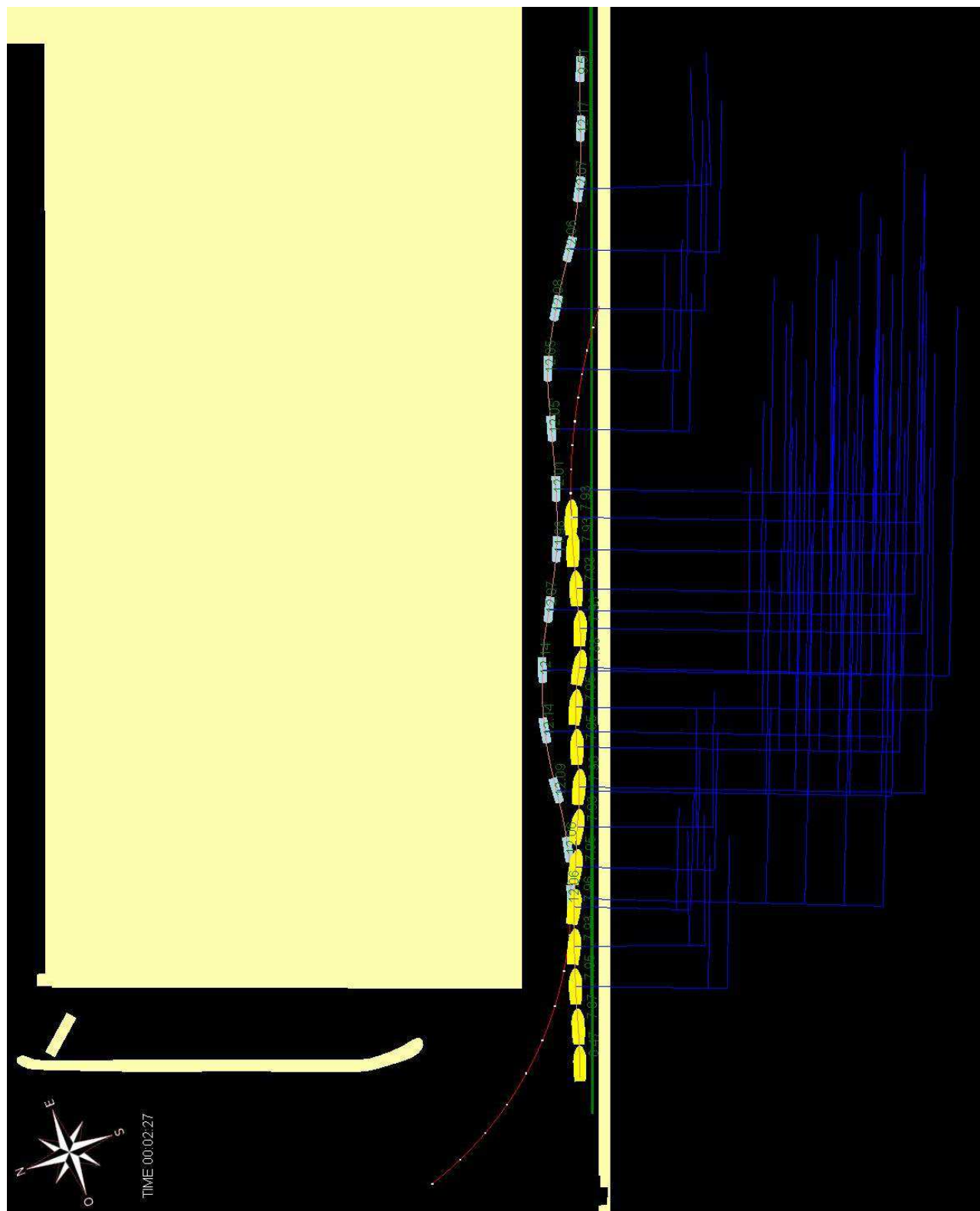
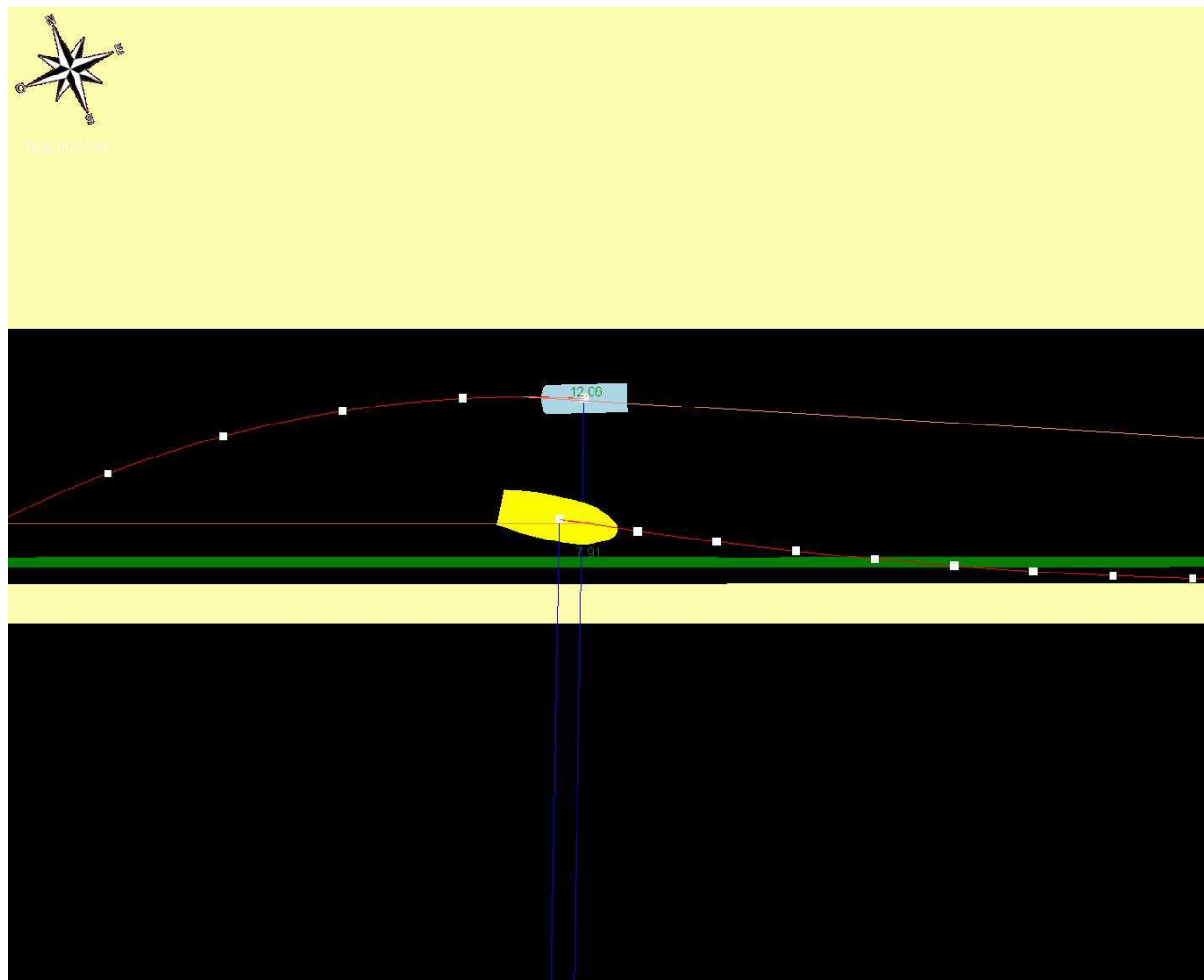


Fig.B 11 Manovra 04B: vento SSW 30 kn + mare + corrente W-E 0.2 kn, transito 1 Navebus (azzurro) e 1 rimorchiatore Messico (giallo)– dt=10 s



**Fig.B 12 Manovra 04B: vento SSW 30 kn + mare + corrente W-E 0.2 kn, transito 1 Navebus (azzurro)
e 1 rimorchiatore Messico (giallo)– ZOOM incrocio**

Osservazioni alle Manovre nel Canale di Calma di Genova - Multedo

SIMULAZIONE IN SCENARIO GRAVOSO (libeccio), RIMORCHIATORE MESSICO

Manovra N°: 05

Data: 25/05/2012

Nave: Messico

Tipo di nave (1 - PLANCIA): rimorchiatore

Lft: 36.65 m, **Bmax:** 13.6 m, **T:** 7.00 m

Velocità iniziale: 3 kn

Direzione VENTO: SSW

Velocità VENTO: 44 nodi

CORRENTE (intensità/direzione): 0.2 kn, W-E

Direzione MARE: SSW

ALTEZZA d'onda: 5.66 m

PERIODO modale: 10.71 s

Pilota: Com. te BIGNONE

Commenti:

Tipo di manovra: uscita canale (Lato Ponente)

La manovra viene effettuata con una velocità di transito, nel punto di incontro, di circa 8 nodi, passando ad una distanza soddisfacente sia fra le unità navali, sia dalle opere portuali.

Distanze rilevate a metà percorso:

- dall'opera a mare: 42 m ca (mezzeria)
- dalla linea di tracimazione: 14.3 m ca (mezzeria)

Manovra riuscita.

Compilatore: C. Notaro

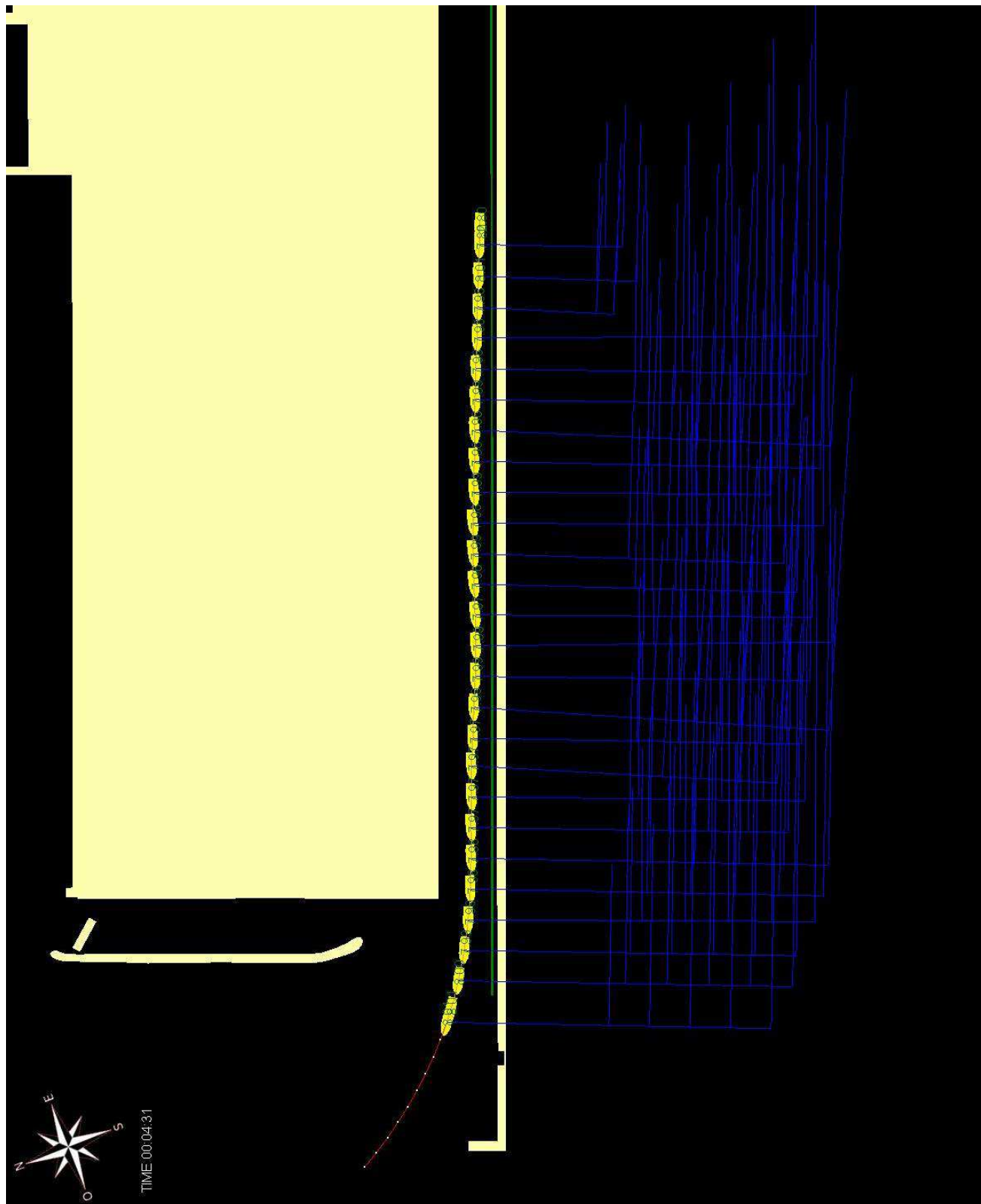
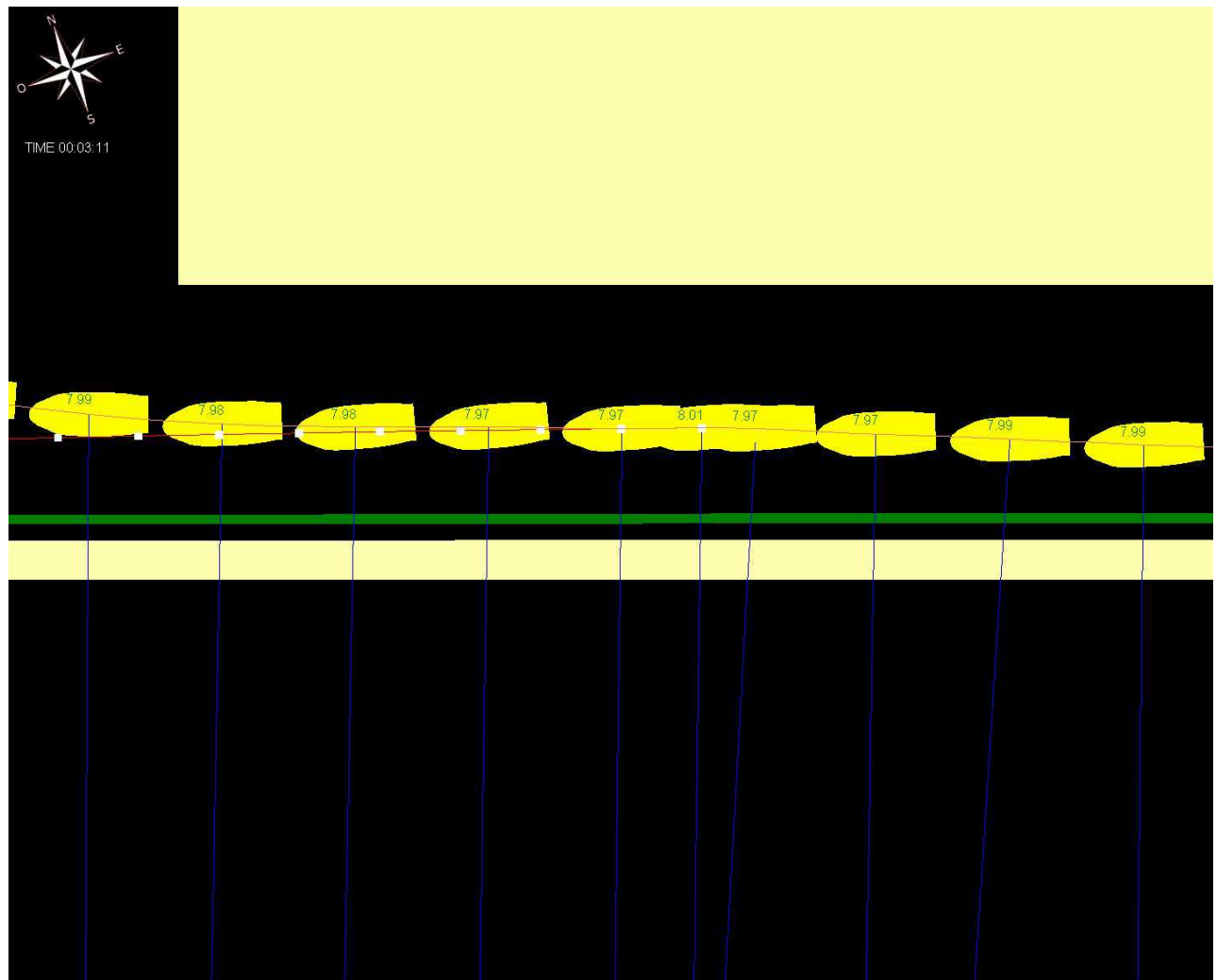


Fig.B 13 Manovra 05: vento SSW 44 kn + mare + corrente W-E 0.2 kn, transito 1 rimorchiatore Messico – dt=10 s



**Fig.B 14 Manovra 05: vento SSW 44 kn + mare + corrente W-E 0.2 kn, transito 1 rimorchiatore Messico – ZOOM
incrocio**