

	PROGETTISTA  TECHNIP ENERGIES	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 1 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

TERMINALE DI PORTOVESME

Studio di Manovrabilità e Navigabilità



Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data
02	Emissione per Enti	L. SARTINI	G.SAGARIA	G. MONTI	15/11/21
01	Emissione per Approvazione	L. SARTINI	G.SAGARIA	G. MONTI	05/11/21
00	Emissione per Commenti	B.TRAVAGLIATI A.FUMELLI	L. SARTINI	G. MONTI	24/03/21

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 2 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

INDICE

	Pagina
1. INTRODUZIONE	5
2. SCOPO DEL DOCUMENTO	6
3. ACRONIMI	6
3.1. Simboli	7
4. RIFERIMENTI	7
4.1. Documenti di progetto	7
4.2. Normative	7
4.3. Altri riferimenti	7
5. UNITA' DI MISURA	8
6. DESCRIZIONE DELL'AREA PORTUALE DI PORTOVESME	9
7. CARATTERISTICHE CLIMATICHE DELL'AREA	10
7.1. Vento	10
7.2. Moto Ondoso	12
7.3. Regime delle correnti	13
7.4. Livello idrometrico	13
8. CARATTERISTICHE DELLA NAVE SHUTTLE CARRIER	14
9. SERVIZI TECNICO/NAUTICI DEL PORTO COMMERCIALE	15
9.1. Sistemi di traino/rimorchio	15
9.1.1. Generalità	15
9.1.2. Caratteristiche dei rimorchiatori	16
9.2. Servizi di pilotaggio	16
9.3. Servizio ormeggiatori	16
9.4. Aree di ancoraggio (rade)	17
10. LIMITI METEO MARINI ALLE OPERAZIONI	18
11. CALCOLO FORZA DI RIMORCHIO	20
11.1. Efficienza dei rimorchiatori	20
11.2. Carichi di rimorchio	21
11.2.1. Caso 1: massimo pescaggio	22
11.2.2. Caso 2: minimo pescaggio	23
11.2.3. Risultati	24
11.3. Carichi trasversali agenti sullo Shuttle Carrier	25
12. CONSIDERAZIONI GENERALI PER LA NAVIGABILITA'	28
12.1. Pescaggio e profondità minima	28
12.1.1. Caso 1: Shuttle Carrier a massimo pescaggio fuori dal porto	30
12.1.2. Caso 2: Shuttle Carrier a massimo pescaggio all'interno del porto	31
12.1.3. Risultati	32

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 3 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

12.2.	Larghezza del canale di accesso	33
13.	STUDIO DI MANOVRA	35
13.1.	Considerazioni generali	35
13.2.	Calcolo cerchio di evoluzione	35
13.3.	Fasi di manovra	37
13.3.1.	Entrata/uscita nel canale di accesso al porto	37
13.3.2.	Evoluzione e allineamento	39
13.3.3.	Ormeggio	41
13.3.4.	Disormeggio	44
14.	CONCLUSIONI	45

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1	– Schema distribuzione gas Portovesme	Error! Bookmark not defined.
Figura 6-1	– Inquadramento geografico dell' area di intervento	9
Figura 7-1	– Rosa dei venti, frequenze e intensità (m/s), sito di Carloforte.	10
Figura 8-1	– Schematizzazione dimensione SHUTTLE CARRIER	14
Figura 11-1	– Schema di rimorchio	21
Figura 11-2	– Grafico di rimorchio Hs=2 m, Vc=0.5 m/s, Vw=15 m/s – Pescaggio 8 m	22
Figura 11-3	– Grafico di rimorchio Hs=0.5 m, Vc=0.22 m/s, Vw=7.5 m/s – Pescaggio 8 m	23
Figura 11-4	– Grafico di rimorchio Hs=2 m, Vc=0.5 m/s, Vw=15 m/s – Pescaggio 6 m	23
Figura 11-5	– Grafico di rimorchio Hs=0.5 m, Vc=0.22 m/s, Vw=7.5 m/s – Pescaggio 6 m	24
Figura 11-6	– Carico trasversale da vento (pescaggio minimo)	26
Figura 11-7	– Carico trasversale da corrente (pescaggio massimo)	26
Figura 11-8	– Carico trasversale da onda (pescaggio massimo)	27
Figura 12-1	– Batimetria del fondale post-opera	28
Figura 12-2	– Fattori i profondità del canale in accordo alle PIANC	30
Figura 12-3	– Stima larghezza di accesso Metaniera	33
Figura 13-1	– Stima cerchio di evoluzione	36
Figura 13-2	–Rotta di avvicinamento al porto	37
Figura 13-3	– Ingresso in porto con rimorchiatori – Vista da poppa	38
Figura 13-4	– Ingresso in porto con rimorchiatori – Vista mascone	38
Figura 13-5	– Rotazione metaniera con assistenza dei rimorchiatori	39
Figura 13-6	– Allineamento della metaniera parallela alla zona con bassi fondali	40
Figura 13-7	– Allineamento della metaniera parallela alla zona con bassi fondali – Vista da poppa	41
Figura 13-8	– Allineamento della metaniera parallela alla FSRU – Vista al giardinetto	42
Figura 13-9	– Allineamento della metaniera parallela alla FSRU – Vista dall'alto	42
Figura 13-10	– Accosto finale	43

INDICE DELLE TABELLE

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 4 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Tabella 7-1 – Distribuzione percentuale frequenza ed intensità del vento, località Carloforte.	11
Tabella 7-2 – Stati di mare da Maestrale, altezza d'onda significativa media interna al porto.	12
Tabella 7-3 – Stati di mare da Ponente, altezza d'onda significativa media interna al porto.	12
Tabella 7-4 – Livelli caratteristici della marea astronomica per la stazione di Carloforte	13
Tabella 8-1 – Dimensioni SHUTTLE CARRIER	14
Tabella 9-1 – Caratteristiche dei rimorchiatori	16
Tabella 9-2 – Caratteristiche	18
Tabella 10-1 – Limiti operativi meteo-marini	19
Tabella 11-1 – Efficienza dei rimorchiatori nelle condizioni in Tabella 10-1	21
Tabella 12-1 – Profondità minima di pescaggio Shuttle Tanker – metodo 1	29
Tabella 12-2 – Calcolo della profondità minima all'esterno del porto	31
Tabella 12-3 – Calcolo della profondità minima all'interno del porto	32
Tabella 12-4 – Calcolo larghezza minima del canale di accesso	34
Tabella 13-1 – Dimensioni cerchio di evoluzione	35

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 5 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

1. INTRODUZIONE

La Società Snam Rete Gas ("SRG"), società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Snam S.p.A ("Snam"), una delle principali società di infrastrutture energetiche e principale TSO (Transport System Operator - gestore del sistema di trasporto gas) in ambito europeo, intende allestire nel porto di Portovesme un terminale di rigassificazione per consentire su un mezzo navale permanentemente ormeggiato:

- lo stoccaggio e la vaporizzazione di gas naturale liquefatto (GNL) per il suo trasferimento nella rete di trasporto di gas naturale a terra che sarà realizzata da Enura SpA, Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Snam.
- Servizi di Small Scale LNG attraverso:
 - La distribuzione di GNL tramite autocisterne (truck loading)
 - La distribuzione di GNL con apposite navi metaniere "bunkering vessels".

In particolare, il Terminale sarà costituito da una unità navale di stoccaggio e rigassificazione flottante (FSRU, Floating Storage Regasification Unit) con una capacità di stoccaggio di circa 130.000 m³ di GNL e una capacità di rigassificazione massima di circa 330.000 Sm³/h. La FSRU sarà permanentemente ormeggiata lungo la banchina Est del porto di Portovesme (SU).

Il progetto è parte integrante del più ampio progetto di "Collegamento Virtuale" (Virtual Pipeline) per l'approvvigionamento di gas naturale alla Sardegna, che Snam, in qualità di principale operatore di trasporto e dispacciamento di gas naturale sul territorio nazionale, intende realizzare, anche attraverso le sue controllate e partecipate come Snam Rete Gas ed Enura, in coerenza con la legge del 11 settembre 2020, n. 120 «Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitali» (c.d. Decreto Semplificazioni).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 6 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è studiare gli spazi di manovra per l'accesso nel porto commerciale di Portovesme e l'accosto delle navi metaniere impiegate per il carico di GNL del terminale FSRU.

Il presente studio fornisce indicazioni sulla fattibilità teorica della manovra nel rispetto delle indicazioni disponibili nelle normative e linee guida internazionali di settore e nella buona pratica ingegneristica; quanto riportato in questo documento dovrà essere confermato ed integrato dai soggetti preposti, Autorità Marittima e Corporazione piloti come regolato in [A7].

Lo studio di manovrabilità non è stato effettuato sulla FSRU dal momento che le richieste di progetto prevedono che questa unità non debba mai salpare dall'accosto. Si intende dunque che la manovra di questo mezzo avverrà solamente in fase di consegna al sito e durante la dismissione alla fine della vita utile di progetto; queste due fasi sono di norma programmabili in finestre meteo favorevoli, limitando il traffico del porto per una finestra ristretta e predisponendo un numero di mezzi di supporto "straordinario" ove necessario.

Il presente documento contiene:

- una descrizione generale, geografica e meteo-climatica dell'area oggetto di studio.
- le distanze e i pescaggi lungo la rotta di accesso all'area portuale e alla zona di ormeggio
- l'esistenza di servizi tecnico/nautici quali rimorchiatori, piloti, aree riservate all'accesso di navi necessari ad assicurare le operazioni in sicurezza.
- le manovre di ingresso ormeggio e uscita nell'area portuale, considerando eventuali precauzioni al fine di evitare rischi durante gli spostamenti.
- La stima delle condizioni ambientali massime in cui si prevede la manovra di ormeggio, il calcolo delle forze in gioco e la stima del numero e della potenza dei rimorchiatori necessari.

La verifica è stata condotta con riferimento alle indicazioni contenute all'interno delle Linee Guida SIGTTO e PIANC in materia di progettazione di porti destinati ad ospitare impianti o attività legate al GNL (Rif. [N1]). Tali Linee Guida forniscono indicazioni di massima in merito sia agli spazi necessari sia alle misure e modalità operative da adottare all'interno dei porti al fine di consentire lo svolgimento delle operazioni di accesso e manovra.

3. ACRONIMI

FSRU	Floating Storage Regasification Unit
GNL	Gas Naturale Liquido
GT	Gross Tonnage
HP	Horse Power
LAT	Lowest Astronomical Tide
LFT	Lunghezza Fuori Tutto
LNG	Liquefied Natural Gas
MSL	Mean Sea Level
MT	Metric Tonnage
MWS	Marine Warranty Surveyor
mn	miglia nautiche
IMO	International Maritime Organization
SBP	Static Bollard Pull
TPL	Tonnellaggio di Portata Lorda
TPR	Towline Pull Required

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 7 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

3.1. Simboli

H_s	Altezza d'onda significativa (m)
V_c	Velocità della corrente (m/s)
V_w	Velocità del vento (m/s)

4. RIFERIMENTI

4.1. Documenti di progetto

[A1]	100-ZA-E-08000	Basi di Progetto
[A2]	100-ZA-E-10001	Studio di ormeggio
[A3]	100-ZB-B-10003	Corografia della Zona e Carta Nautica
[A4]	100-ZA-E-10008	Studio Meteomarino
[A5]	100-ZA-E-10017	Studio dell'Agitazione Interna Portuale
[A6]	100-ZA-E-10021	Idrodinamica costiera e dell'area portuale

4.2. Normative

[N1]	SIGTTO Site selection and design for LNG Ports and Jetties
[N2]	PIANC report 121 -2014 - Harbour Approach Channels Design Guidelines
[N3]	BS 6349-1-1 - Part 1-1: General - Code of practice for planning and design for operations
[N4]	DNVGL-ST-N001 – New Marine Operations
[N5]	DNVGL-RP-N103 Modelling and analysis of marine operations
[N6]	OCIMF Mooring equipment guidelines 3 rd
[N7]	DNVGL-RP-C205 Environmental conditions and environmental loads
[N8]	DNVGL-OS-C301 Stability and watertight integrity

4.3. Altri riferimenti

[A7]	Regolamento del Porto Commerciale di Portovesme - Ufficio Circondariale Marittimo Portoscuso.
[A8]	Capitaneria Di Porto Di Cagliari - DECRETO N. 49127 del 12007
[A9]	Decreto n. 158 del 14.05.2018
[A10]	Regolamento locale per il servizio di pilotaggio nei porti di Sant'Antioco, Portovesme e Oristano entrato in vigore il 21/12/2005 con decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti della Direzione Marittima di Cagliari (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2005).
[A11]	Ordinanza n.04/08 in data 02 aprile 2008 di Circolare Portoscuso – Regolamento di Ormeggio
[A12]	Relazione di Calcolo - Banchina Lato Est Del Porto Industriale Di Portovesme Progetto Esecutivo 1° Lotto. Consorzio per il nucleo di industrializzazione del Sulcis Iglesiente
[A13]	Relazione Tecnica - Banchina Lato Est Del Porto Industriale Di Portovesme Progetto Esecutivo 1° Lotto. Consorzio per il nucleo di industrializzazione del Sulcis Iglesiente
[A14]	Fluid Dynamics Drag by S.F. HOERNER,1965
[A15]	Low-frequency second-order wave-drift forces and damping - AAD J. HERMANS
[A16]	Linee guida per la redazione dei Piani Regolatori di Sistema Portuale - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
[A17]	PCI002PD01D019343 Studio Meteomarino - Consorzio Industriale Provinciale Carbonia - Iglesias

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 8 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

5. UNITA' DI MISURA

Le unità e i simboli utilizzati per il progetto saranno conformi alle unità SI.
Tutte le coordinate UTM saranno espresse in metri con due (2) decimali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 9 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

6. DESCRIZIONE DELL'AREA PORTUALE DI PORTOVESME

L'area di interesse è collocata all'interno della zona portuale di Portovesme, nel versante Sud Occidentale della Sardegna. Il porto commerciale è ubicato all'interno del Canale di San Pietro, compreso tra l'Isola di San Pietro, l'Isola di Sant'Antioco e l'isola principale.



Figura 6-1 – Inquadramento geografico dell' area di intervento

Il porto commerciale di Portovesme è classificato di II categoria e III classe secondo Legge n. 84 del 28 Gennaio 1994 ed è regolato dall'Ordinanza riportata al rif. [A7].

La FSRU sarà installata all'interno del porto commerciale di Portovesme (39°11,5' Nord, 008° 23,3' Est) ed in particolare presso la Nuova Banchina Commerciale (39°11,536' Nord, 008° 23,933' Est), attualmente non operativa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 10 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

7. CARATTERISTICHE CLIMATICHE DELL'AREA

Le caratteristiche climatiche dell'area sono state estratte dallo studio meteomarinario [A4] e dallo studio di agitazione ondosa [A5].

7.1. Vento

Per gli scopi di questo studio si considerano i dati di vento misurati presso la stazione anemometrica di Carloforte (poiché tali dati derivano da registrazione diretta e non sono ricostruiti in rianalisi da modelli matematici). Di seguito si riporta la rosa direzionale degli eventi, dalla quale si evince che i venti a cui è associata una maggiore frequenza ed una maggiore intensità sono quelli provenienti dal IV quadrante, settore Nord-Ovest.

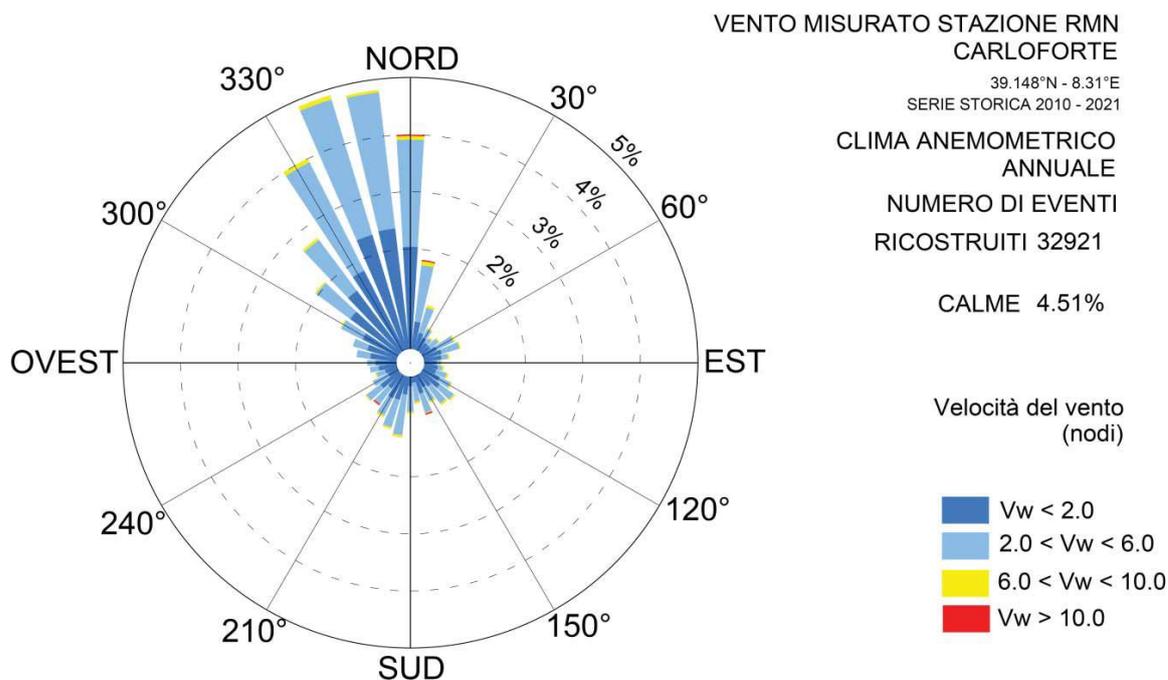


Figura 7-1 – Rosa dei venti, frequenze e intensità (m/s), sito di Carloforte.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 11 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Nella tabella sottostante viene riportata la distribuzione percentuale dei venti:

Direzione °N	Classi di velocità del vento (nodi)												Tot
	da 1 a 4	4 7	7 11	11 17	17 22	22 28	28 34	34 41	41 48	48 56	56 63	> 63	
10	0.583	0.847	1.400	0.553	0.100	0.036	0.003	0.003					3.527
20	0.459	0.626	0.765	0.134	0.043	0.006							2.032
30	0.504	0.474	0.273	0.049	0.006	0.003							1.309
40	0.465	0.395	0.152	0.046	0.003								1.060
50	0.465	0.383	0.237	0.112	0.009								1.206
60	0.529	0.495	0.447	0.182	0.018								1.671
70	0.571	0.556	0.489	0.137	0.003								1.756
80	0.604	0.471	0.182	0.046	0.009	0.003							1.315
90	0.577	0.331	0.097	0.039	0.009	0.003							1.057
100	0.583	0.371	0.103	0.052	0.009	0.009							1.127
110	0.510	0.416	0.258	0.115	0.024	0.003							1.327
120	0.598	0.532	0.286	0.131	0.015								1.561
130	0.668	0.586	0.377	0.207	0.027								1.865
140	0.589	0.431	0.398	0.331	0.027	0.003							1.780
150	0.562	0.392	0.322	0.207	0.027	0.006							1.516
160	0.389	0.735	0.453	0.234	0.024		0.003						1.838
170	0.358	0.346	0.450	0.210	0.018	0.009							1.391
180	0.483	0.340	0.574	0.301	0.024								1.722
190	0.553	0.559	0.914	0.495	0.027	0.006							2.555
200	0.775	0.565	0.683	0.307	0.012	0.009							2.351
210	0.765	0.614	0.437	0.210	0.033	0.003							2.063
220	0.653	0.453	0.480	0.188	0.006		0.003						1.783
230	0.680	0.601	0.468	0.128		0.003							1.880
240	0.462	0.401	0.431	0.115									1.409
250	0.477	0.443	0.255	0.052	0.003								1.230
260	0.644	0.462	0.200	0.067									1.373
270	0.787	0.422	0.225	0.021									1.455
280	0.875	0.519	0.365	0.064									1.823
290	0.875	0.671	0.395	0.082									2.023
300	1.018	0.814	0.693	0.112	0.003								2.640
310	1.297	1.258	1.097	0.343	0.015								4.010
320	1.628	1.458	1.540	0.629	0.043								5.298
330	1.804	1.741	2.381	1.771	0.103	0.003							7.804
340	1.984	2.603	2.916	1.929	0.112								9.544
350	1.625	3.022	3.296	1.403	0.043	0.003							9.392
360	1.862	2.126	2.549	1.127	0.109	0.018	0.006						7.797
% di eventi	28.262	27.460	26.588	12.126	0.908	0.128	0.012	0.006	0	0	0	0	95.49
Calme	4.51												

Tabella 7-1 – Distribuzione percentuale frequenza ed intensità del vento, località Carloforte.

Analizzando la frequenza di accadimento degli eventi è possibile osservare che:

- le frequenze di occorrenza più alte sono associate alle classi di intensità che vanno da 1 a 17 nodi (0,5 - 9 m/s). Tali intensità hanno frequenza predominante pari a circa il 95% (346 giorni/anno);
- le intensità maggiori associate a frequenze significative (> 0.1%) si aggirano tra i 22 e i 28 nodi (11 – 14 m/s).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 12 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

7.2. Moto Ondoso

Per quanto riguarda l'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale si fa riferimento ai risultati riportati nelle tabelle sottostanti (Tabella 7-2 e Tabella 7-3 rispettivamente per Maestrale e Ponente), contenuti all'interno dello "Studio dell'agitazione interna portuale" (rif.[A5]). Nell'ultima parte a destra di ciascuna tabella sono riportati i risultati ottenuti con il modello GEMMA espressi in termini di altezza d'onda significativa media $(H_s)_Q$ calcolata rispettivamente nelle aree di riferimento A, B e C dove è ormeggiata la FSRU. Prendendo in riferimento i valori di $(H_s)_Q$ associati ad un periodo di ritorno di 10 anni si nota come il limite operativo di 0,5 m riportato in Tabella 10-1 non venga superato in maniera significativa mediando i valori delle 3 aree.

STATI DI MARE DA MAESTRALE 300°N										
Tr (anni)	Condizioni Offshore			Condizioni Inshore				$(H_s)_Q$ (m)		
	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°N)	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°N)		Area A	Area B	Area C
2	7.97	11.84	300	5.0	11.0	320.0	min	0.6	0.4	0.4
							max	0.6	0.5	0.5
10	9.67	12.55	300	5.5	11.5	320.0	min	0.3	0.3	0.2
							max	0.4	0.4	0.4
25	10.64	12.91	300	5.8	12.0	320.0	min	0.7	0.4	0.7
							max	1.2	0.7	0.8
50	11.38	13.19	300	6.0	12.0	320.0	min	0.7	0.4	0.4
							max	1.2	0.7	0.8
100	12.12	13.43	300	7.0	12.5	320.0	min	0.4	0.5	0.2
							max	0.6	0.6	0.4

Tabella 7-2 – Stati di mare da Maestrale, altezza d'onda significativa media interna al porto.

STATI DI MARE DA PONENTE 270°N										
Tr (anni)	Condizioni Offshore			Condizioni Inshore				$(H_s)_Q$ (m)		
	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°N)	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°N)		Area A	Area B	Area C
2	5.84	10.24	270	2.5	9.2	280.0	min	0.2	0.2	0.4
							max	0.3	0.3	0.7
10	7.44	11.12	270	3.3	9.8	280.0	min	0.1	0.1	0.1
							max	0.4	0.5	0.6
25	8.34	11.56	270	3.5	10.5	280.0	min	0.1	0.2	0.1
							max	0.3	0.4	0.6
50	9.03	11.89	270	3.8	11.0	280.0	min	0.1	0.1	0.1
							max	0.4	0.4	0.6
100	9.71	12.18	270	4.0	11.0	280.0	min	0.1	0.1	0.1
							max	0.5	0.5	0.6

Tabella 7-3 – Stati di mare da Ponente, altezza d'onda significativa media interna al porto.

Relativamente ai valori di H_s presenti all'imboccatura del porto lo studio di agitazione ondosa non riporta riferimenti specifici.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 13 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

7.3. Regime delle correnti

Il regime delle correnti all'interno del porto, come riportato in [A6], può considerarsi di esigua entità, pertanto, ai fini del presente studio, si considerano i valori riportati in [N4] per servizi di rimorchio in acque protette.

7.4. Livello idrometrico

Le informazioni relative al livello idrometrico sono riportate all'interno di [A4]. Nella seguente tabella sono indicati i valori caratteristici della marea astronomica.

	Zero-Strumento (m)	L.M.M (m)
HAT	0.43	0.24
MHWS	0.31	0.13
MHWN	0.27	0.09
MSL	0.18	0.00
MLWN	0.11	-0.08
MLWS	0.06	-0.13
LAT	-0.04	-0.22

Tabella 7-4 – Livelli caratteristici della marea astronomica per la stazione di Carloforte

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 14 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

8. CARATTERISTICHE DELLA NAVE SHUTTLE CARRIER

Le caratteristiche della metaniera considerata nel presente studio sono riportate in Tabella 8-1 (rif. [A1]):

Descrizione	Valore
Capacità nominale	30,000 m ³
Lunghezza totale	180 m
Pescaggio massimo (carico)	8 m
Pescaggio minimo (zavorrato)	6 m
Larghezza	29 m

Tabella 8-1 – Dimensioni SHUTTLE CARRIER

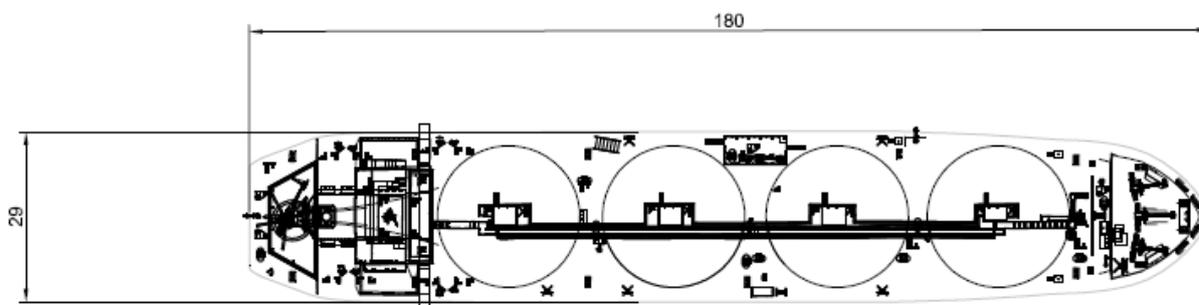


Figura 8-1 – Schematizzazione dimensione Shuttle Carrier

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 15 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

9. SERVIZI TECNICO/NAUTICI DEL PORTO COMMERCIALE

Il presente capitolo analizza, sulla base delle indicazioni contenute in [A7], l'attuale disponibilità di servizi presso il porto stesso con particolare riferimento a:

- sistemi di traino;
- servizi di pilotaggio;
- servizio ormeggiatori
- presenza di aree di ancoraggio (rade).

Per ciascun aspetto di cui sopra, nel capitolo sono inoltre fornite indicazioni su prassi e modalità operative da seguire al fine di consentire lo svolgimento delle future operazioni in condizioni di sicurezza.

9.1. Sistemi di traino/rimorchio

9.1.1. Generalità

Il rimorchio portuale è un servizio pubblico diretto a garantire la sicurezza della navigazione nelle acque portuali e lungo le coste. La prestazione di trazione od assistenza (es. pulling, pushing, scorta) è volta a cooperare, eseguendole ed agevolandole, alle manovre di accosto ed allontanamento dalla banchina delle navi in arrivo ed in partenza dai porti od altri luoghi di approdo. Il rimorchiatore, oltre che in condizioni meteomarine avverse, si rivela indispensabile, anche in condizioni normali, per consentire la manovra in sicurezza delle navi negli spazi ristretti, a contatto con infrastrutture portuali o con altre navi in transito o in sosta; il rimorchiatore è, in ogni caso, utile per garantire la cosiddetta "prontezza operativa" (la presenza in porto e disponibilità 24 ore al giorno), attuando un presidio fondamentale per la sicurezza dei trasporti marittimi. In definitiva, il servizio di rimorchio garantisce la funzionalità e la sicurezza dei traffici, il soccorso di chiunque si trovi in situazione di emergenza nei porti e nelle acque antistanti, con obbligo di relativa erogazione 24 ore su 24 per tutto l'arco dell'anno, rappresentando quindi un indispensabile punto di riferimento a disposizione dell'Autorità Marittima.

Il servizio di rimorchio rientra tra i servizi tecnico-nautici previsti e regolati dal codice della navigazione e dalla legge n. 84/1994, insieme con pilotaggio, ormeggio e battellaggio. In particolare, il rimorchio è disciplinato dagli artt. 101-107 codice della navigazione e dagli artt. 138 e 139 del reg.nav.mar., nonché dall'art. 14 della l. n. 84/1994, come modificata dalla l. n. 186/2000.

I rimorchiatori possono essere equipaggiati con dispositivi antincendio, ossia monitori in pressione capaci di gettare un flusso costante di acqua ad una distanza di sicurezza dalla zona di pericolo. Se richiesto, possono essere dotati di barriere galleggianti capaci di contenere e limitare la dispersioni di sostanze oleose eventualmente disperse da una unità navale in difficoltà.

Il servizio di rimorchio e traino è un servizio in concessione in accordo agli articoli 101 e 1173 del Codice della Navigazione. Allo stato attuale, nel porto di Portovesme il servizio risulta in concessione alla società Moby SpA [A9]. I costi del servizio sono riportati in [A8].

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 16 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

9.1.2. Caratteristiche dei rimorchiatori

Le caratteristiche dei rimorchiatori disponibili al sito è stata recuperata dalle informazioni pubbliche disponibili; attualmente la divisione rimorchio del Gruppo Moby, concessionaria del servizio, opera con una flotta di 16 mezzi nei porti di Cagliari, Sarroch, Oristano, Portovesme, Olbia, Arbatax e Porto Torres. Ai fini del presente studio si assumono disponibili al sito le seguenti unità:

Nome	LFT [m]	TPL [MT]	Pescaggio Max [m]	Larghezza [m]	SBP ⁽³⁾ [MT]
Achille Onorato	32.0	455	4.28	11.6	70
Carlotta Onorato	33.1	461	4.28	11.6	70
Andrea Onorato	31.8	496	3.85	11.6	60

Note:

- (1) Dalle informazioni disponibili, le due unità si trovano nel porto di SARROCH.
- (2) Lo studio rimane valido se i mezzi sono sostituiti da altri equivalenti
- (3) Il valore SBP dipende da molti fattori, tra i quali tipo di elica, tipo di carena, assetto e presenza di kort nozzle. In questo studio si è assunto un rapporto forza-potenza pari a 57.

Tabella 9-1 – Caratteristiche dei rimorchiatori

Se il numero o le caratteristiche dei rimorchiatori attualmente presenti al sito non saranno sufficienti per garantire il servizio richiesto dalla nuova installazione, si dovrà concertare con il concessionario una modifica alla flotta di mezzi messi a disposizione. Il servizio di rimorchio è in concessione esclusiva ([A7] Art.10 – Obblighi).

9.2. Servizi di pilotaggio

Il servizio di pilotaggio è disciplinato dal regolamento riportato in [A10] ed è eseguito dalla Corporazione dei Piloti del Porto di Sant'Antioco con circoscrizione estesa a Portovesme.

Il servizio di Pilotaggio è reso obbligatorio negli specchi acquei compresi nei seguenti limiti:

- (1) per le navi in entrata: ad una distanza non inferiore a mezzo miglio (0.5 mn) dalle boe foranee del canale di accesso al porto
- (2) per le navi in uscita: fino alle medesime boe foranee

Il pilota dovrà imbarcare/sbarcare sulla nave nelle zone sopra indicate e sarà sua responsabilità accertarsi che le condizioni del pescaggio delle navi richiedenti il servizio è adeguato alle condizioni del porto.

Il pilota dovrà collaborare con il terminale FSRU ed il comandante della nave nella valutazione delle condizioni meteo previste al fine di garantire una sufficiente finestra di condizioni meteorologiche idonee alle operazioni da effettuare al terminale.

9.3. Servizio ormeggiatori

Il servizio di ormeggio è un servizio tecnico-nautico complementare alla navigazione, come il pilotaggio e il rimorchio, che assicura il transito, la manovra e la sosta in porto in condizioni di sicurezza H24. L'ambito di azione degli ormeggiatori si estende anche nelle rade antistanti il porto. L'attività presso il porto di Portovesme è regolata da [A7][A11] ed è svolta dal gruppo denominato Gruppo Ormeggiatori Dei Porti Di Portovesme, Sant'Antioco, Calasetta E Della Rada Del Golfo Di Palmas.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 17 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Il servizio di ormeggio è obbligatorio per tutte le navi aventi stazza lorda pari o superiore a 400 (Quattrocento) GT e dunque tutte le volte che la metaniera dovrà approdare o lasciare il terminale, le operazioni dovranno essere svolte dal personale afferente al Gruppo Ormeggiatori.

9.4. Aree di ancoraggio (rade)

Al fine di ottimizzare il consumo di combustibile, tipicamente le navi metaniere regolano la velocità durante il viaggio per arrivare al porto di scarica e procedere direttamente per l'area di ormeggio; tuttavia, possono sussistere alcune condizioni per cui la nave non possa accedere direttamente all'ormeggio e sia dunque costretta ad attendere un certo lasso di tempo in prossimità del porto; in particolare le seguenti situazioni possono implicare l'attesa della METANIERA in rada:

- Meteo avverso. Le condizioni meteo sono ritenute dai Piloti non adatte per un ingresso in sicurezza nel porto
- Ore notturne. Il regolamento del porto [A7] prescrive che tutte le azioni inerenti le operazioni di ormeggio, disormeggio e manovra infraportuale, devono iniziare e/o terminare durante l'arco del giorno (definito in [A7]). A meno di un cambio di regolamento, ciò implica la necessità di programmare il viaggio in maniera da raggiungere il porto in tale fascia oraria o di attendere nei paraggi pertinenti.
- Traffico navale significativo.
- Indisponibilità ormeggiatori/piloti.
- Indisponibilità accosto al terminale FSRU

In tutti i casi listati sopra che di fatto impediscono la manovra di accesso, è importante che il sito disponga di un'area di ancoraggio adeguata allo stazionamento della metaniera.

Il porto commerciale di Portovesme dispone di sei (6) punti/zone di fonda:

Nome	Posizione	Dimensione	Note
PAPA 1	Lat. 39° 13'.8 N Long. 008° 19' E	R= 0.3 mn	-
PAPA 2	Lat. 39° 12'.9 N Long. 008° 18' E	R= 0.3 mn	-
PAPA 3	Lat. 39° 07'.5 N Long. 008° 21' E	R= 0.2 mn	Pescaggio all'arrivo non superiore a 5.2 m. Fonda interdetta a navi petroliere e chimichiere, salvo unita' chimichiere in zavorra;
PAPA 4	Lat. 39° 07'.8 N Long. 008° 22'.3 E	R= 0.2 mn	Pescaggio all'arrivo non superiore a 5.2 m. Fonda interdetta a navi petroliere e chimichiere, salvo unita' chimichiere in zavorra;
PAPA 5	Lat. 39° 04'.8 N Long. 008° 19'.2 E	R= 0.3 mn	-

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 18 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Nome	Posizione	Dimensione	Note
PAPA	1) Lat. 39° 11'.1 N Long. 008° 22'.4 E 2) Lat. 39° 11'.3 N Long. 008° 22'.2 E 3) Lat. 39° 11'.3 N Long. 008° 21'.6 E 4) Lat. 39° 10'.7 N Long. 008° 21'.2 E 5) Lat. 39° 10'.45 N Long. 008° 21'.5 E	Pentagonale	Pescaggio all'arrivo inferiore a 9 (nove) metri. Fonda interdetta a navi petroliere e chimichiere. Salvo unita' chimichiere in zavorra;

Tabella 9-2 – Caratteristiche

Da notare che la fonda di unità petroliere o chimichiere con carico nei punti PAPA 3 e 4 e nella zona PAPA, potrà eccezionalmente essere consentita solo per esigenze connesse con l'operatività portuale, comunque limitatamente alle ore diurne e condizioni meteomarine assicurate.

La metaniera potrà dunque attendere l'ingresso in porto nei punti di fonda PAPA 1, PAPA 2 e PAPA 5 e, laddove essa possa essere paragonata a una petroliera, anche nei punti PAPA 3 e PAPA 4 se con idoneo pescaggio.

10. LIMITI METEO MARINI ALLE OPERAZIONI

Tipicamente, la possibilità o meno di effettuare le operazioni da parte delle navi gasiere in corrispondenza dei Terminali GNL è subordinata alla disponibilità di condizioni meteo adeguate. In linea con le stesse condizioni meteorologiche che determinano i parametri di progettazione del terminale, i limiti operativi per l'approdo delle Metaniera sono definiti in termini di velocità del vento, deriva della corrente ed altezza d'onda.

Nella seguente Tabella 10-1 i limiti operativi massimi suggeriti per la manovra di approdo al terminale FSRU da parte della metaniera sono stati riportati. Le soglie finali saranno definite e verificate in accordo con le Autorità preposte, sulla base delle condizioni specifiche al sito e saranno incluse in un'Ordinanza dedicata da parte della Capitaneria di Porto di Portovesme.

Da notare che, mentre si può ritenere plausibile che all'interno del porto i valori di onda e corrente siano diversi dalle aree foranee, il valore del vento deve essere confermato. Nella tabella sotto, infatti, la soglia di vento è differente per la manovra in porto e per quella di avvicinamento.

Le stime di altezza d'onda disponibili ad oggi all'interno del porto sembrano molto conservative e meritano un'ulteriore approfondimento una volta disponibili informazioni di dettaglio sulla batimetria del fondale dragato. Ad ogni modo, laddove si dovesse riscontrare la possibilità di avere altezze d'onda superiori a quella definite in Tabella 10-1, magari associate ad eventi eccezionali, il ciclo di carico/scarico da Panigaglia dispone oggi di un allowance tale da accomodare stand-by meteo di alcune ore.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 19 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Attività	Vento V_w (m/s)	Corrente V_c (m/s)	Altezza onde (m)	Note
Transito nel canale di accesso	≤ 15	≤ 0.5	≤ 2	Soglie minime per rimorchiatori categoria R2 – Restricted in “Benign weather areas” ([N4]). Il terminale e il comandante della nave con l’assistenza del pilota decideranno, sulla base delle condizioni meteo esistenti e di quelle previste, se proseguire con le operazioni di entrata nel porto/canale e procedere o meno per l’ormeggio.
Ormeggio	≤ 7.5	≤ 0.225	≤ 0.5	In [N4] si lascia al MWS la definizione delle soglie limite.
Disormeggio	≤ 7.5	≤ 0.225	≤ 0.5	Le soglie meteo per il disormeggio dovranno essere definite anche in accordo con quelle limite per la sicurezza dell’ormeggio al terminale (Rif.[A2]). I valori finali saranno dunque il minimo fra i due set di soglie

Tabella 10-1 – Limiti operativi meteo-marini

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 20 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

11. CALCOLO FORZA DI RIMORCHIO

I parametri definiti nella sezione precedente vengono utilizzati per calcolare il numero e la potenza dei rimorchiatori necessari per le manovre di ormeggio (nell'ipotesi che i motori della nave non siano disponibili o che si effettui la manovra a motori spenti per minimizzare gli effetti di torbidità).

Questo metodo dà risultati diversi da un terminale all'altro; di conseguenza, la potenza minima del rimorchiatore non è un valore assoluto e dovrà quindi essere confermato dalle parti preposte.

La potenza del rimorchiatore, espressa in termini di tiro effettivo (MT/kN) o di cavalli vapore (HP), deve essere sufficiente a superare le forze agenti sia sulla nave trainata che sul rimorchiatore stesso.

Essendo la metaniera una nave cisterna con merci pericolose, i rimorchiatori svolgeranno servizio di scorta, sia in arrivo sia in partenza, dal punto di arrivo (corrispondente al punto d'imbarco del pilota) fino all'ormeggio e viceversa in partenza. Per quanto riguarda il numero minimo di rimorchiatori, il regolamento del porto non fornisce prescrizioni per quanto riguarda la Banchina Commerciale essendo essa al momento interdetta; tuttavia, si possono ipotizzare le stesse prescrizioni stabilite in rif. [A7] Art.11 per gli accosti denominato "Euroallumina", cioè l'utilizzo minimo di due rimorchiatori durante l'ormeggio.

Per ciò che riguarda la potenza minima, il regolamento prescrive almeno 1000 HP, al di sotto quindi di quelli considerati disponibili al sito (Tabella 9-1).

11.1. Efficienza dei rimorchiatori

La stima del numero dei rimorchiatori necessari alla manovra e le loro caratteristiche si effettua calcolando le forze che agiscono sullo scafo dell'unità rimorchiata a causa dell'effetto di vento, corrente, onde e resistenza idrodinamica all'avanzamento; tali forze devono essere minori o uguali alla forza sviluppata dal(i) rimorchiatore(i); come definito in rif. [N4] il tiro statico continuo effettivo (SBP) del rimorchiatore(i) proposto(i) deve essere maggiore o uguale al tiro necessario sulla linea di rimorchio (TPR) come mostrato nella seguente equazione:

$$\sum \frac{BP \times T_e}{100} \geq TPR$$

Con:

T_e Efficienza del rimorchiatore nelle condizioni considerate

$\frac{BP \times T_e}{100}$ Contributo al tiro di ogni rimorchiatore

Σ Sommatoria del contributo di ogni singolo rimorchiatore

L'efficienza può essere calcolata utilizzando la seguente formula:

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 21 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

$$T_e = 80 - (18 - 0.0417 \times LOA \times \sqrt{BP - 20}) \times (H_s - 1)\%$$

Con:

H_s Altezza d'onda significativa (m)

H_s	Efficienza (T_e)
2	71.73%
0.5	84.13%

Tabella 11-1 – Efficienza dei rimorchiatori nelle condizioni in Tabella 10-1

Essendo il rimorchiatore un'unità dislocante, la sua capacità trainante diminuirà inversamente con l'aumentare della velocità di rimorchio, all'aumentare cioè delle forze resistenti agenti sullo scafo.

L'efficienza teorica calcolata in Tabella 11-1 potrebbe essere ulteriormente limitata dall'operatore ad un valore minore; valori tipici accettabili nella pratica sono nell'intervallo 70%-85%.

11.2. Carichi di rimorchio

Per calcolare la forza minima che i rimorchiatori dovranno sviluppare nelle varie condizioni di lavoro, i parametri definiti nella Sezione 10 vengono applicati al sistema nave rimorchiatore con il seguente schema:

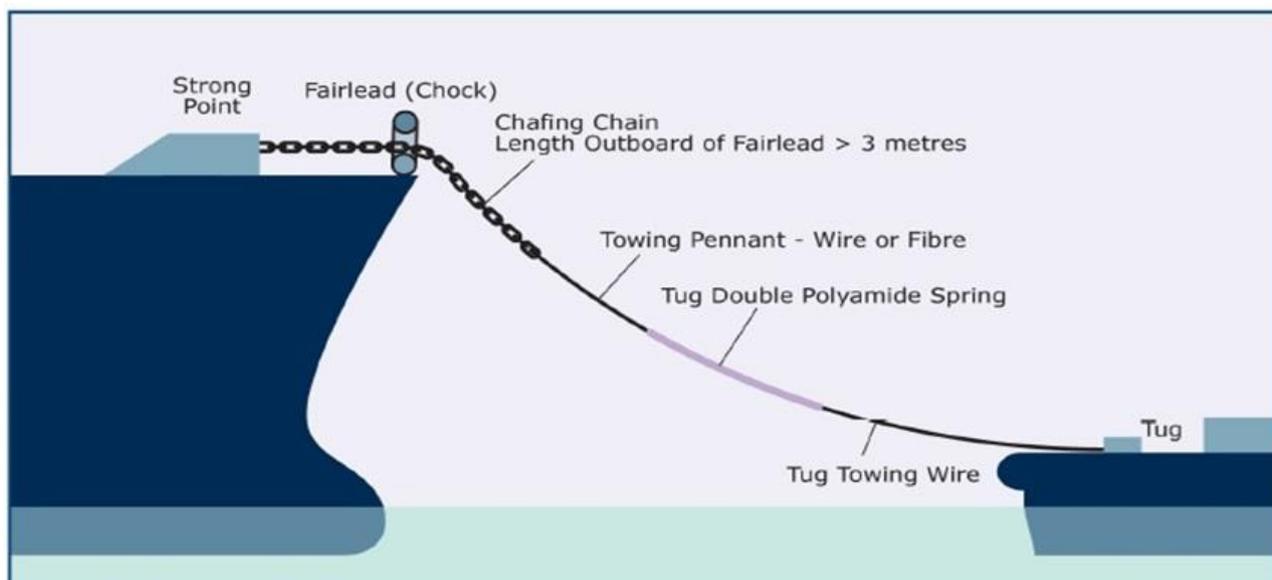


Figura 11-1 – Schema di rimorchio

Le dimensioni della metaniera considerate in questo studio sono quelle riportate in [A1]; una *sensitivity* considerando il pescaggio massimo ed il pescaggio minimo (in condizioni di zavorra) è stato considerato per simulare i carichi nelle condizioni di arrivo al terminale e nelle condizioni di partenza.

Le forze agenti sono state calcolate con la metodologia riportata in [N4][N5][N6] per diversi set di condizioni meteorologiche e pescaggio, considerando l'incremento di resistenza legato alla velocità di rimorchio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 22 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Il sistema di coordinate prevede la x nella direzione longitudinale allo scafo mentre la y nella direzione trasversale. Le direzioni riportate sono riferite alla poppa della nave e le forze sono in kN. I carichi ambientali sono considerati collineari.

Il calcolo è stato effettuato assumendo una metaniera con tanche a sfera (*Spherical IMO type B*) considerando quindi il carico da vento agente anche su di esse. Il momento torcente (imbardata) è stata trascurato in questa fase preliminare.

Il carico da vento è stato considerato in accordo a [N6] per l'aliquota agente sullo scafo mentre la forza agente sulle sfere e le sovrastrutture è stata calcolato in accordo a [N8]. Il carico da corrente è stato considerato in accordo a [N7]. Il carico di deriva dovuto all'effetto dell'onda a velocità di rimorchio nulla (*wave drift force at zero towing speed*), infine, è stato ottenuto tramite [N5] aumentato poi del contributo dinamico, proporzionalmente legato alla velocità di traino tramite il coefficiente di smorzamento di deriva calcolato con la metodologia riportata in [A15].

11.2.1. Caso 1: massimo pescaggio

Il pescaggio massimo è stato considerato pari a 8 m come specificato in [A1]:

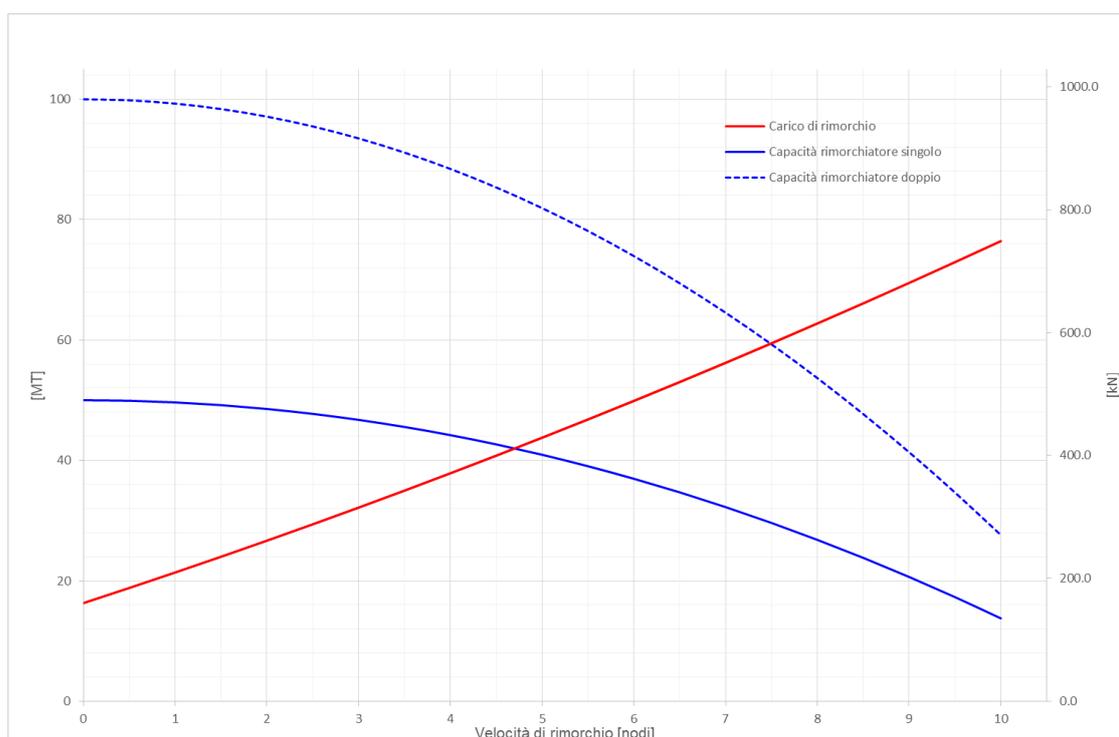


Figura 11-2 – Grafico di rimorchio Hs=2 m, Vc=0.5 m/s, Vw=15 m/s – Pescaggio 8 m

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 23 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

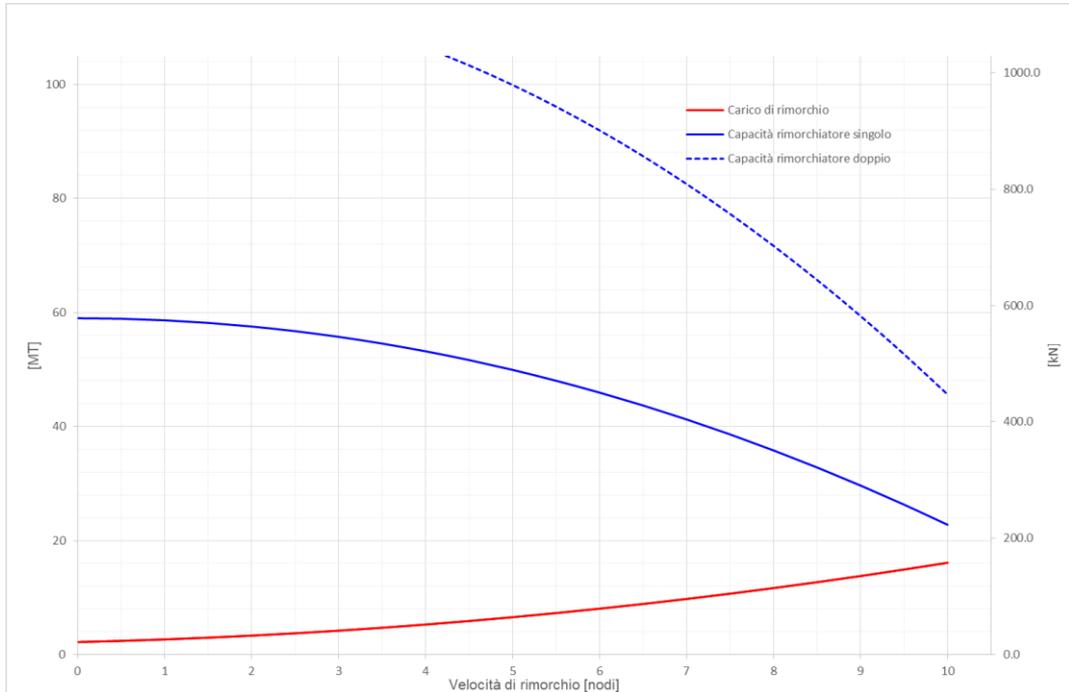


Figura 11-3 – Grafico di rimorchio Hs=0.5 m, Vc=0.22 m/s, Vw=7.5 m/s – Pescaggio 8 m

11.2.2. Caso 2: minimo pescaggio

Il pescaggio minimo è stato considerato pari a 6 m :

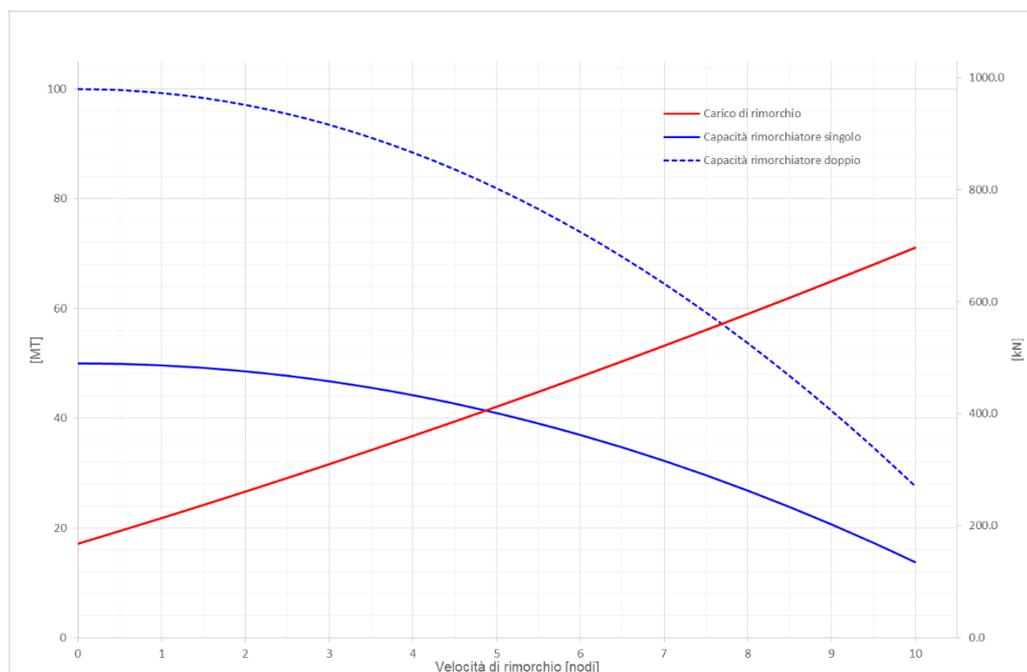


Figura 11-4 – Grafico di rimorchio Hs=2 m, Vc=0.5 m/s, Vw=15 m/s – Pescaggio 6 m

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 24 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

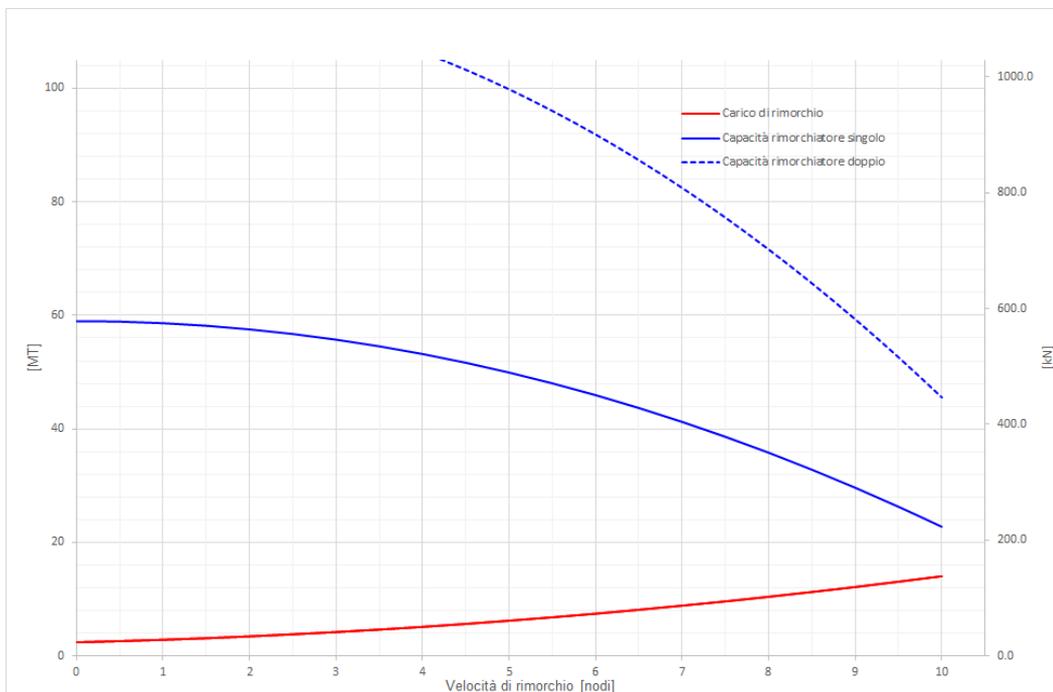


Figura 11-5 – Grafico di rimorchio $H_s=0.5$ m, $V_c=0.22$ m/s, $V_w=7.5$ m/s – Pescaggio 6 m

11.2.3. Risultati

Transito nel canale di accesso

In Figura 11-2 e Figura 11-3 sono mostrate le variazioni del carico atteso al cavo di rimorchio (linea rossa) con la variazione della velocità di rimorchio nei due differenti pescaggi applicando collinearmente in prora della metaniera i carichi definiti in Tabella 10-1 per il transito nel canale di accesso. Nello stesso grafico sono riportate le curve di rendimento dei rimorchiatori considerando la perdita di efficienza dovuta al monto ondoso ($H_s=2$ m) e alla velocità di rimorchio (linee blu continua per un rimorchiatore, tratteggiata per due rimorchiatori). Il punto di intersezione fra le curve indica la velocità limite per cui il rimorchio è possibile con il numero di rimorchiatori indicati dalla curva stessa.

Considerando una velocità di crociera limite di circa 5 nodi, la forza minima di rimorchio per far avanzare la nave è ottenibile con un unico rimorchiatore (in prua) dalle caratteristiche identificate alla sezione 9.1.2; con velocità fino a 8 nodi sono invece necessari due rimorchiatori (in prua). Tenendo conto la limitata distanza fra la posizione di inizio/fine rimorchio ed il porto, una velocità di circa 5 nodi sembra adatta a non impegnare troppo a lungo il canale di accesso (è vietato il transito contemporaneo di due unità) e si può pertanto considerare l'uso di un solo rimorchiatore. La differenza nel pescaggio non influisce significativamente su tale considerazione.

	PROGETTISTA  TECHNIP ENERGIES	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 25 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Transito e manovra all'interno del porto, ormeggio e disormeggio

In Figura 11-3 e Figura 11-5 sono mostrati gli stessi risultati discussi sopra validi però per le condizioni di manovra all'interno del porto, cioè con le soglie definite in Tabella 10-1 per l'ormeggio ed il disormeggio. In questo caso le curve di tiro e di performance dei rimorchiatori non si intersecano, a dimostrare che il carico atteso nelle condizioni limite è significativamente inferiore alla capacità del singolo rimorchiatore. Il transito all'interno del porto è atteso ad una velocità tra 1 e 3 nodi mentre la velocità di accosto si attesta ad un valore massimo intorno a 0.5 nodi o inferiore.

Si può dunque concludere che in caso di assenza di motori da parte della metaniera (condizione peggiore) la forza propulsiva necessaria al transito nel canale di accesso e all'evoluzione all'interno del porto possono essere teoricamente sostenuti da un solo rimorchiatore in tutte le condizioni limite definite alla sezione 10

11.3. Carichi trasversali agenti sullo Shuttle Carrier

Una volta definiti i carichi attesi durante il traino (longitudinali) nelle condizioni massime ammissibili come fatto nella sezione precedente, è necessario definire i carichi trasversali agenti sulla metaniera in condizioni *quasi-statiche*; questo calcolo è necessario per poter definire il numero di rimorchiatori necessari durante la manovra per limitare l'effetto di deriva laterale. I rimorchiatori, infatti, oltre che per fornire forza propulsiva sono utilizzati nelle fasi di manovra per agevolare l'evoluzione, tramite azioni di *push*, *pull* o *hold back* applicando la forza tramite il cavo di rimorchio o direttamente sullo scafo (se ammesso dal regolamento).

Per il vento si è considerato conservativamente la condizione ballast, che normalmente massimizza il bordo libero; per lo stesso motivo, i carichi da onda e corrente sono stati considerati in condizioni di pieno carico essendo massimizzata la superficie bagnata.

I valori riportati di seguito sono stati ottenuti con la stessa teorie referenziate nella sezione precedente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 26 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

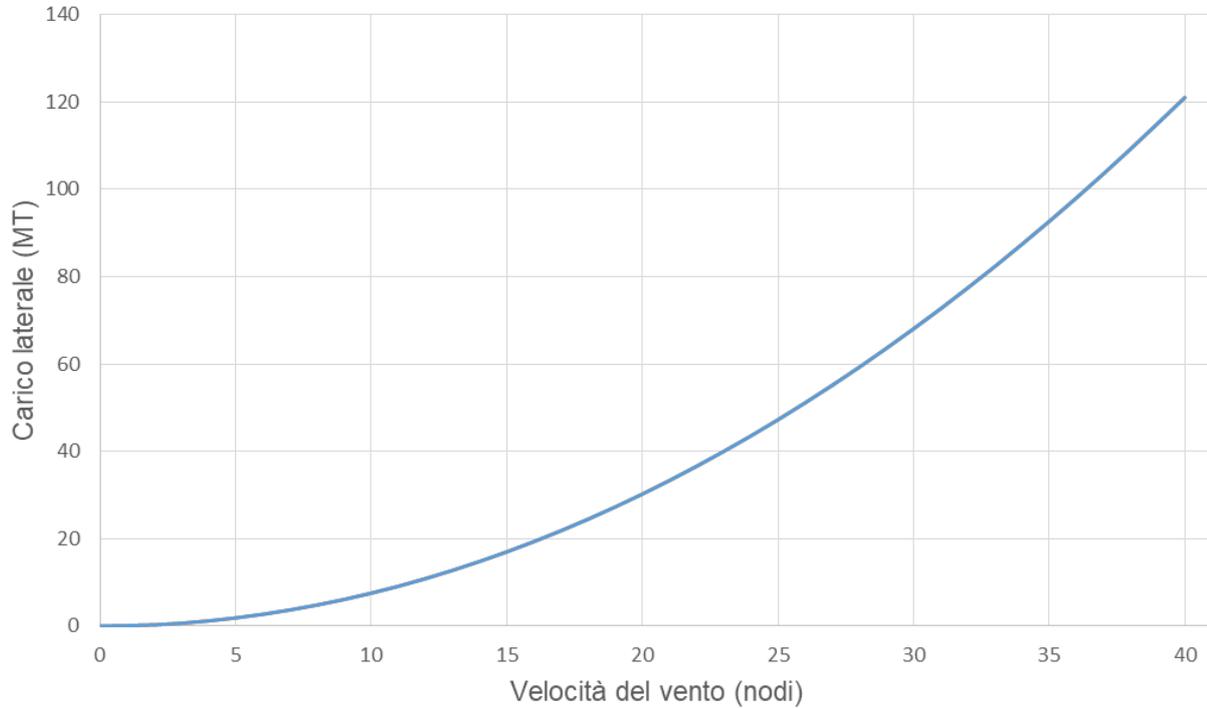


Figura 11-6 – Carico trasversale da vento (pescaggio minimo)

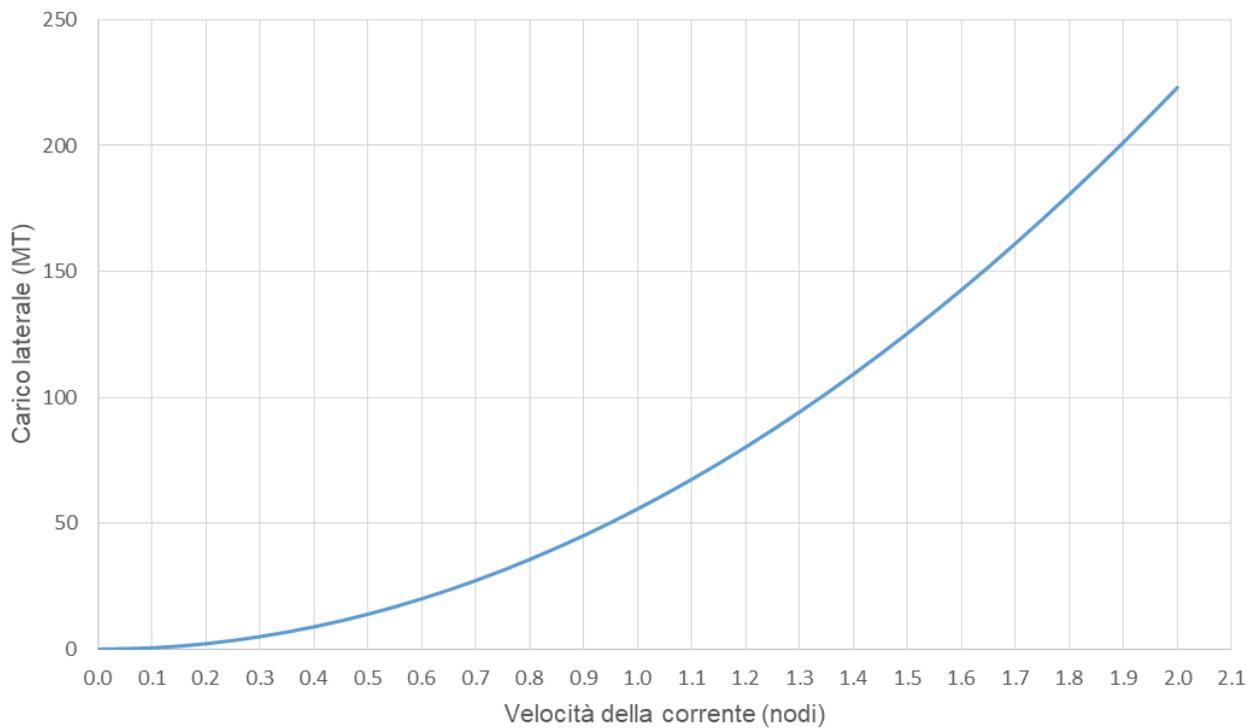


Figura 11-7 – Carico trasversale da corrente (pescaggio massimo)

	PROGETTISTA  TECHNIP ENERGIES	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 27 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

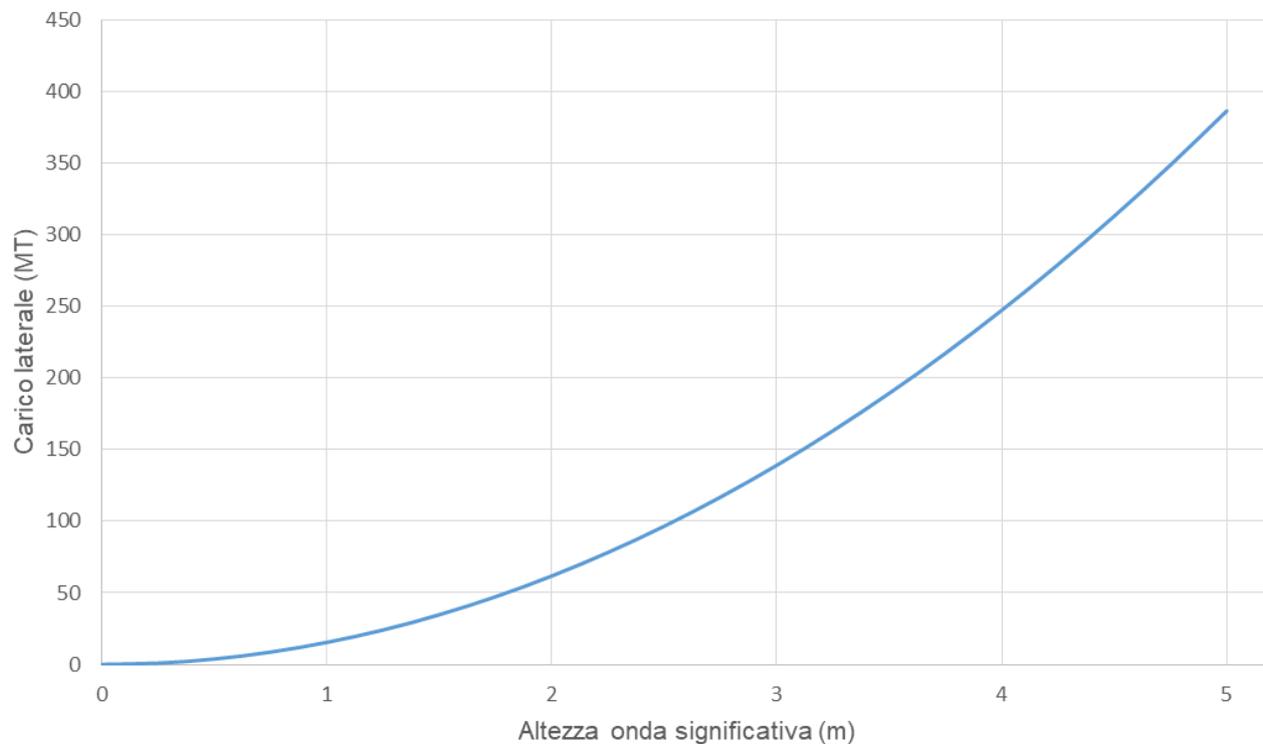


Figura 11-8 – Carico trasversale da onda (pescaggio massimo)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 28 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

12. CONSIDERAZIONI GENERALI PER LA NAVIGABILITA'

Al fine di garantire condizioni adeguate al transito e alla manovra delle metaniere all'interno del porto di Portovesme, è stata condotta una verifica degli spazi e delle profondità disponibili all'interno dell'area suddetta.

La verifica è stata effettuata con riferimento alle linee guida PIANC [N2] e al British Standard [N3]; la prima in particolare viene richiamata nelle linee guida del MIT ([A16]). Nei documenti referenziati vengono fornite informazioni generali sia inerenti alle aree necessarie, sia alle misure e modalità operative da adottare all'interno dei porti per lo svolgimento in sicurezza delle operazioni.

12.1. Pescaggio e profondità minima

La valutazione del pescaggio di una nave (definito come porzione sommersa dell'imbarcazione, che intercorre tra la linea di galleggiamento ed il punto inferiore della chiglia) è un requisito molto importante, perché da esso si può definire la minima profondità del fondale richiesta per la navigazione. Tale parametro può negare ad esempio la possibilità di entrare in un porto, oppure si devono rendere necessarie opere di dragaggio per acconsentire l'accessibilità ad aree che non rispettano tale requisito minimo.

Nel caso specifico del porto di Portovesme, la condizione minima perché possa accedere la LNGC è che si operi un dragaggio, al fine di avere una profondità adeguata essendo al momento la banchina non accessibile causa bassi fondali. Le informazioni disponibili riferiscono una profondità post-opera di 11.5 m (MSL). Alla verticale dell'accosto, per una distanza di qualche metro dalla banchina, il fondale ha una profondità di 14m (MSL)

La profondità del fondale all'interno del porto e la condizione batimetrica attesa dopo il dragaggio sono riportate di seguito (rif. [A1]):

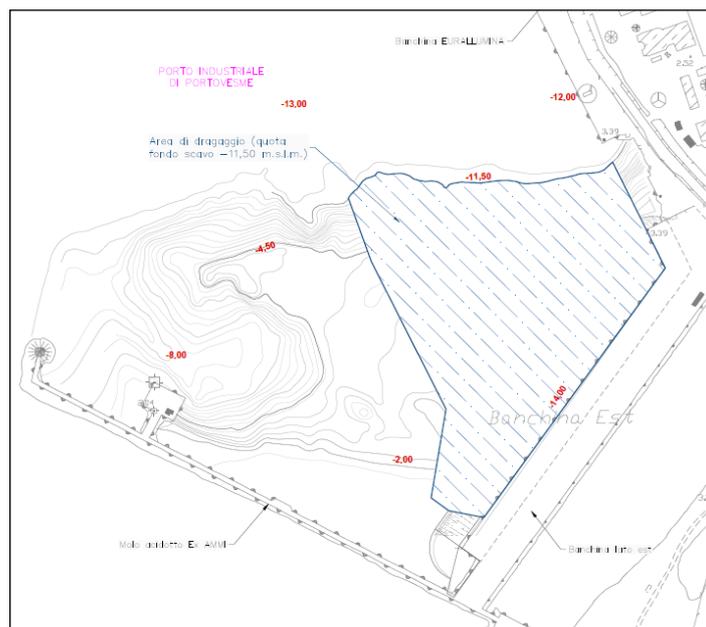


Figura 12-1 – Batimetria del fondale post-opera

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 29 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Per la definizione della profondità minima richiesta per la navigabilità di un'area, conservativamente si parte dal pescaggio statico a pieno carico, al quale, a seconda della normativa o raccomandazione utilizzata, possono essere aggiunti diversi parametri tra i quali:

- l'altezza di marea
- l'ampiezza dei movimenti della nave
- le irregolarità del fondo marino
- l'accuratezza della survey batimetrica

tutti atti ad aumentare il livello di accuratezza del calcolo e il margine di sicurezza.

Per quanto riguarda questo studio, sono state seguite due metodologie descritte nel PIANC (Permanent International Association of Navigation Congress):

Metodo 1

Nelle fasi di pianificazione e progettazione preliminare il PIANC (1980) considera sufficiente fare riferimento al franco lordo sottochiglia quantificandolo in funzione di una quota percentuale della massima immersione di progetto dell'imbarcazione D_{max} . Il "franco lordo sottochiglia" F_L (Gross Underkeel Clearance, vedi Figura 12-2) per definizione rappresenta il margine teorico tra il pescaggio massimo di progetto della nave e la quota nominale del fondale:

$$F_L = k \cdot D_{max}$$

In funzione delle condizioni di esposizione della nave ai fattori meteomarinari sono suggeriti i seguenti valori percentuali:

- in mare aperto dove l'imbarcazione è più esposta all'azione diretta del moto ondoso e del vento e presenta maggiori variazioni di assetto nelle manovre è suggerito $k = 20\%$;
- nel canale di accesso ed in aree di attesa comunque soggette ad onde di mare morto di caratteristiche cospicue e da possibili ampie manovre di arresto ed evoluzione dell'imbarcazione anche è bene considerare $k = 15\%$;
- nei canali e aree di manovra ed ormeggio dove le imbarcazioni risultano meno esposte all'azione del moto ondoso e sono contraddistinte da manovre più controllate si può considerare $k=10\%$.

Considerando una metaniera di dimensioni pari a quelle riportate in sezione 0 la profondità minima del fondale può essere quantificata come segue:

Unità	D_{max} (m)	k	F_L (m)
Canale di accesso	8.0	15%	1.2
All'interno del porto	8.0	10%	0.8

Tabella 12-1 – Profondità minima di pescaggio Shuttle Tanker – metodo 1

A questo valore si devono poi aggiungere gli effetti associati alla variabilità del livello idrometrico (*water level factors*) e all'incertezza sul prospetto batimetrico del fondale (*bottom related factors*).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 30 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Questi effetti sono calcolabili con la seconda metodologia che fornisce altresì una stima più accurata di F_L , pertanto sarà considerata per il calcolo della profondità minima necessaria alla navigabilità.

Metodo 2

Questo metodo definisce la profondità minima del fondale seguendo la metodologia proposta in [N3]. E' un calcolo specifico e richiede una accurata conoscenza delle caratteristiche della nave, del meteo e del fondale.

La Figura 12-2 mostra che la profondità di sicurezza richiesta per un canale o per un porto è determinata da fattori inerenti al livello dell'acqua, alla nave e a fattori del fondale.

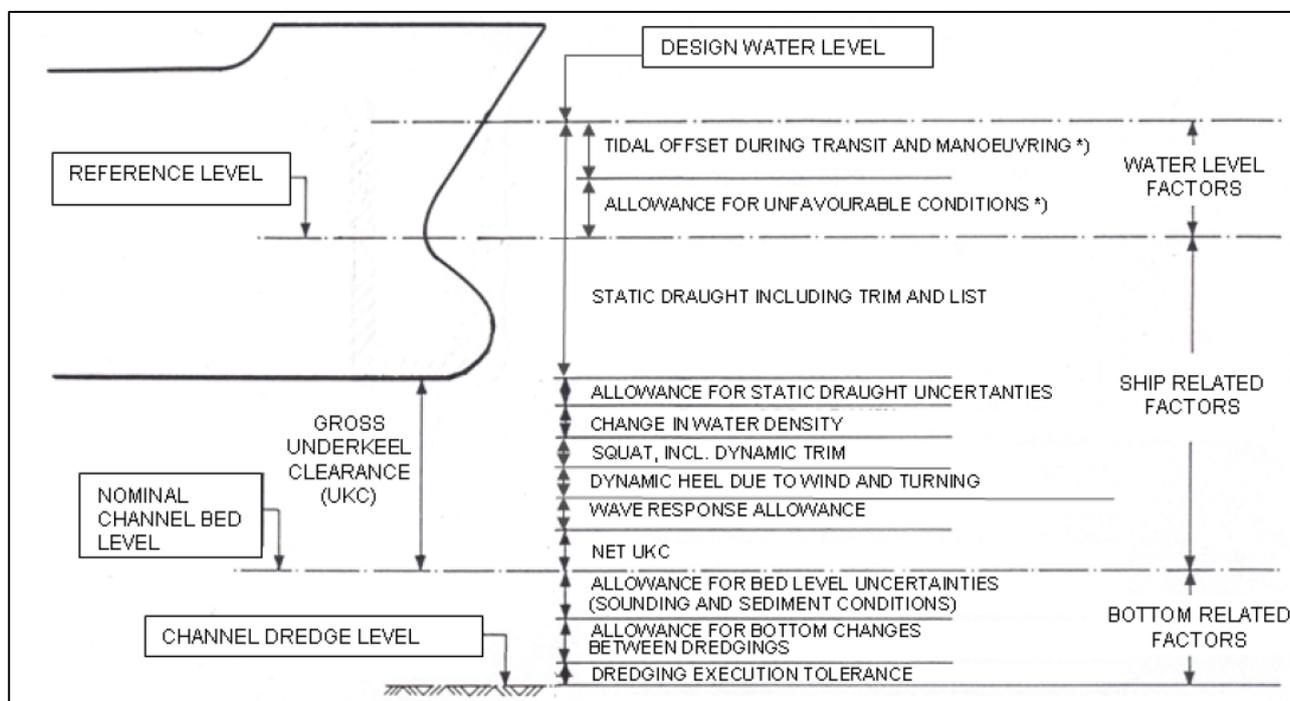


Figura 12-2 – Fattori i profondità del canale in accordo alle PIANC

12.1.1. Caso 1: Shuttle Carrier a massimo pescaggio fuori dal porto

I parametri ambientali utilizzati sono:

- $H_s = 2\text{m}$
- $V_w = 15\text{ m/s}$
- V_s (velocità di crociera della nave) = 5 nodi

I risultati del calcolo sono riportati nella tabella seguente

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 31 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Fattore	Valori (m)	Note	
Reference level	0.00	Mean sea level	
Tidal and meteorological effects	0.22	Ref. Tabella 7-4	Water level factors
Allowance for Static Draught Uncertainties	0.00	E' stato considerato un carico simmetrico	
Static draught	8.00		Ship related factors
change in water density	0.00	Non avendo canali o foci di fiume il fattore è 0.	
Ship squat	0.09	Calcolato secondo linee guida PIANC, appendice D e formula Eryuzlu2 (1994)	
Dynamic Heel	0.70	Calcolato secondo linee guida PIANC, appendice D	
Wave response allowance	1.53		
Net UKC	1.00	Considerato conservativamente valore massimo	bottom related factors
Allowance for bed level uncertainties	0.10	Valore raccomandato da linee guida PIANC	
Allowance for Bottom Changes between Dredging	0.12	1% della profondità del canale	
Dredging Execution Tolerance	0.20		
Profondità minima	11.96		

Tabella 12-2 – Calcolo della profondità minima all'esterno del porto

12.1.2. Caso 2: Shuttle Carrier a massimo pescaggio all'interno del porto

I parametri ambientali utilizzati sono:

- Hs = 0.5m
- Vw = 7.5 m/s
- Vs (velocità di crociera della nave) = 3 nodi

Fattore	Valori (m)	Note	
Reference level	0	Mean sea level (MSL)	
Tidal and meteorological effects	0.22	Ref. Tabella 7-4	Water level factors
Allowance for Static Draught Uncertainties	0	E' stato considerato un carico simmetrico	
Static draught	8		Ship related factors
change in water density	0	Non avendo canali o foci di fiume il fattore è 0.	

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 32 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

Fattore	Valori (m)	Note	
Ship squat	0.03	Calcolato secondo linee guida PIANC, appendice D e formula Eryuzlu2 (1994)	
Dynamic Heel	0.2	Calcolato secondo linee guida PIANC, appendice D	
Wave response allowance	1.53		
Net UKC	1	Considerato conservativamente valore massimo	
Allowance for bed level uncerainties	0.1	Valore raccomandato da linee guida PIANC	bottom related factors
Allowance for Bottom Changes between Dredging	0.12	1% della profondità del canale	
Dredging Execution Tolerance	0.2		
Profondità minima	11.41		

Tabella 12-3 – Calcolo della profondità minima all'interno del porto

12.1.3. Risultati

I valori ottenuti nelle sezioni precedenti sono rappresentativi di due fasi della manovra della metaniera:

- Fase di approccio al porto, con condizioni ambientali più gravose, ma con una profondità maggiore del canale di accesso.
- Fase di manovra e ormeggio all'interno del porto, con condizioni meteomarine più benigne, ma con una profondità minore del fondale.

I calcoli sono stati effettuati con due metodi per la definizione del *Gross Underkeel Clearance* F_L mentre i fattori legati al fondale e alla variazione del livello idrometrico sono stati calcolati solo con il secondo metodo 2, essendo il primo un approccio preliminare.

I risultati mostrano che il pescaggio minimo da garantire nel canale di accesso al porto per consentire il transito della metaniera è pari a 11.95 m mentre all'interno del porto, dove le condizioni ambientali e le velocità di manovra sono ridotte, il pescaggio minimo deve essere pari a 11.4 m. Tali valori sono al di sotto di quelli disponibili al sito, rispettivamente 13 m (medi) e 11.5 m, garantendo dunque una **fruibilità teorica del porto continuativa e non condizionata**.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 33 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

12.2. Larghezza del canale di accesso

Per quanto riguarda la larghezza minima necessaria al transito di navi gasiere lungo la rotta di avvicinamento ed ingresso al porto, le Linee Guida SIGTTO indicano una dimensione pari ad almeno 5 volte la larghezza massima della nave.

Nel caso della metaniera, essendo tale larghezza 29m, il canale deve essere largo almeno 145m con pescaggio utile. Valutando la larghezza in accordo alla Carta nautica (Rif.[A3]) risulta che il canale è largo circa 168 m, pertanto sufficientemente largo per consentire un transito regolare delle LNGC.

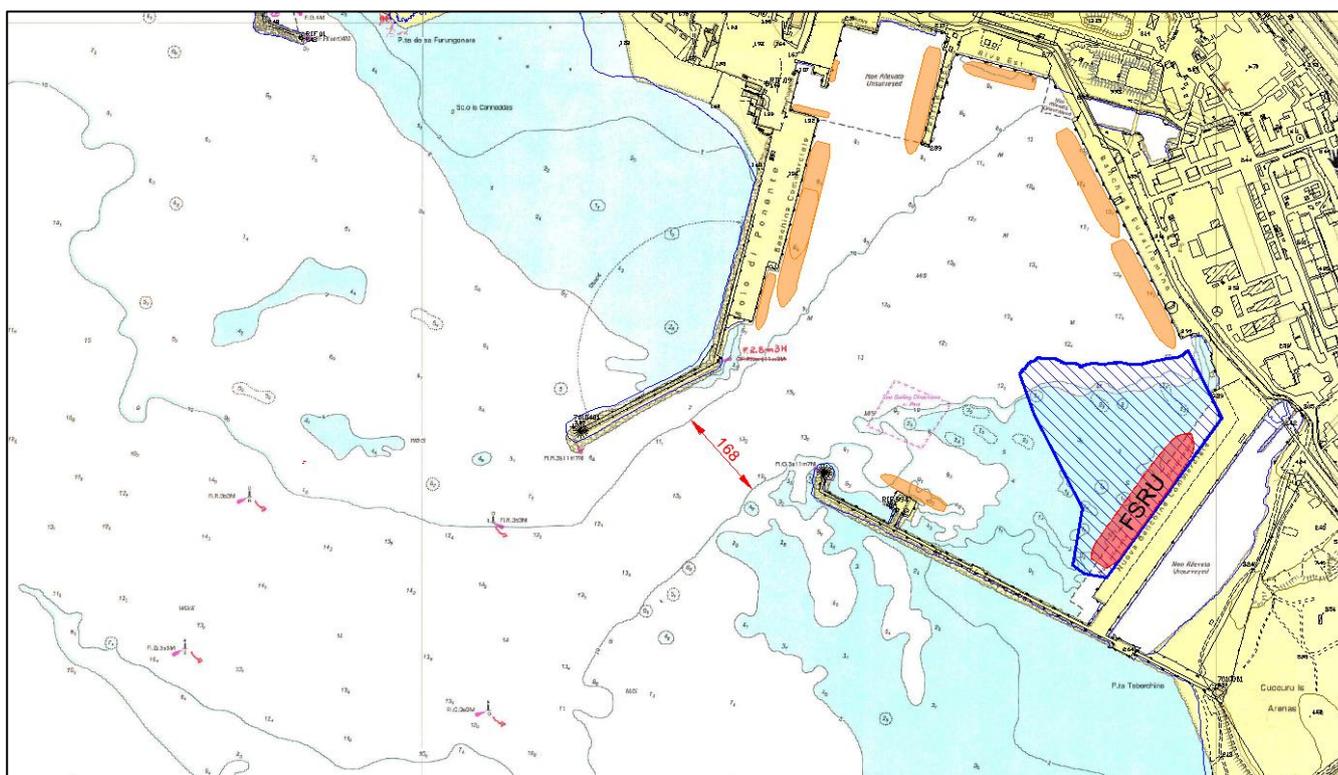


Figura 12-3 – Stima larghezza di accesso Metaniera

Tale analisi si può effettuare anche utilizzando le linee guida PIANC, che suggeriscono un calcolo più articolato che prende in considerazione numerosi fattori, ottenendo un risultato simile:

- larghezza della nave, deve essere moltiplicata per un coefficiente moltiplicativo pari a 1.5, legato alla maggiore o minore manovrabilità della stessa;
- pericolosità del carico: essendo il GNL un carico ad elevata pericolosità, non esistono fattori correlati alla larghezza del canale, tuttavia viene richiesto espressamente che venga ridotta la velocità e che il traffico navale sia unidirezionale. Va considerato inoltre che, all'interno del porto, la nave verrà mossa a motori spenti da diversi rimorchiatori, come indicato nelle sezioni successive. Cautelativamente si è comunque considerato un contributo ulteriore pari all'80% della larghezza della gasiera;
- condizioni meteo-marine (vento, altezza d'onda, correnti longitudinali e trasversali). Come evidenziato dallo studio meteo-marino, il Porto di Portovesme risulta caratterizzato da venti rilevanti cui corrisponde un incremento della larghezza minima pari a 1.1 volte quella della nave. Per quanto concerne i rimanenti parametri, in considerazione delle caratteristiche del Porto, che

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 34 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

risulta ben protetto e all'interno di un golfo naturale, non si rilevano contributi significativi. Sulla base dei parametri meteo-marini, è stato comunque assunto cautelativamente un contributo di 0.3 volte la larghezza della nave

- disponibilità di sistemi di supporto alla navigazione. Ai fini della presente analisi, cautelativamente, è stata considerata la disponibilità di sistemi di supporto alla navigazione di buon livello (cui corrisponde un contributo pari a 0.2 volte la larghezza della nave);
- la velocità di ingresso delle gasiere, essendo ridotta (inferiore ad 8 nodi), non rientra nel calcolo PIANC

Parametro	Valutazione	Valore rispetto la larghezza della nave (B)	Larghezza (m)
Larghezza Nave (con coefficiente di sicurezza)	Coeff. di sicurezza tipico di navi gasiere	1.5	43.5
Ulteriore coefficiente di sicurezza	Pari alla larghezza nave	1	29
Venti locali	Elevati	1.1	31.9
Correnti trasversali	Basse	0.3	8.7
Correnti longitudinali	Basse	0	0
Altezza d'onda	Minore di 1m (0.5m)	0	0
Sistemi di supporto alla navigazione	Buoni	0.2	5.8
Caratteristiche fondali	Fondali sabbiosi	0.1	2.9
Battente d'acqua	Battente < 1.15 volte il pescaggio	0.2	5.8
Pericolosità del carico	Elevato, considerato 80% larghezza nave	0.8	23.2
Velocità di ingresso nave	Bassa velocità	0	0
TOTALE			150.8

Tabella 12-4 – Calcolo larghezza minima del canale di accesso

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 35 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

13. STUDIO DI MANOVRA

13.1. Considerazioni generali

Le dimensioni del cerchio di rivoluzione sono funzione della manovrabilità e della lunghezza della nave di progetto. In questo studio, le ampiezze dell'area di evoluzione (*turning circle*) sono mutuato dallo standard specifico per terminali portuali GNL ([N1]). La manovra della metaniera può essere agevolata dalla presenza di eliche di prua che, fornendo una spinta laterale all'estremità, consente una rotazione idealmente attorno ad un punto fisso.

La lunghezza della cima di traino viene definita sulla base dell'esperienza del comandante del rimorchiatore in funzioni di alcuni fattori quali ad esempio la forza attesa di traino o la velocità. Tale lunghezza ha una elevata importanza sulla manovra (ad esempio, un cavo di traino molto lungo aumenta i tempi per invertire la direzione del tiro). In questo studio si ipotizza una lunghezza del cavo di traino di 80 m.

La manovra è stata studiata con il supporto del software ORCAFLEX®; quest'ultimo è uno strumento *general purpose* di simulazione per sistemi marini complessi capace di rappresentare il comportamento dinamico di un mezzo galleggiante e tutti i carichi agenti su di esso. Nelle fasi successive del progetto, quando saranno meglio definite le caratteristiche della metaniera, una simulazione *real time* della manovra condotta da comandate/pilota potrà essere effettuata.

13.2. Calcolo cerchio di evoluzione

La verifica degli spazi necessari a consentire la manovrabilità delle navi gasiere all'interno del Porto di Portovesme è stata condotta con riferimento a [N1], all'interno delle quali si riporta la necessità di un diametro minimo del cerchio di evoluzione pari a 2 volte la lunghezza della nave più grande.

Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Capacità (m ³)	Diametro Area di manovra (m)
180	29	30,000	360

Tabella 13-1 – Dimensioni cerchio di evoluzione

Se si prevede che i carichi indotti dalla corrente (e dal vento) nel momento della manovra possano avere effetti significativi sulla posizione, i diametri dovrebbero essere aumentati della deriva attesa al netto dell'azione dei rimorchiatori.

L'area disponibile per l'evoluzione, libera da ostacoli e con pescaggio adeguato è rappresentata in Figura 13-1.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 36 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

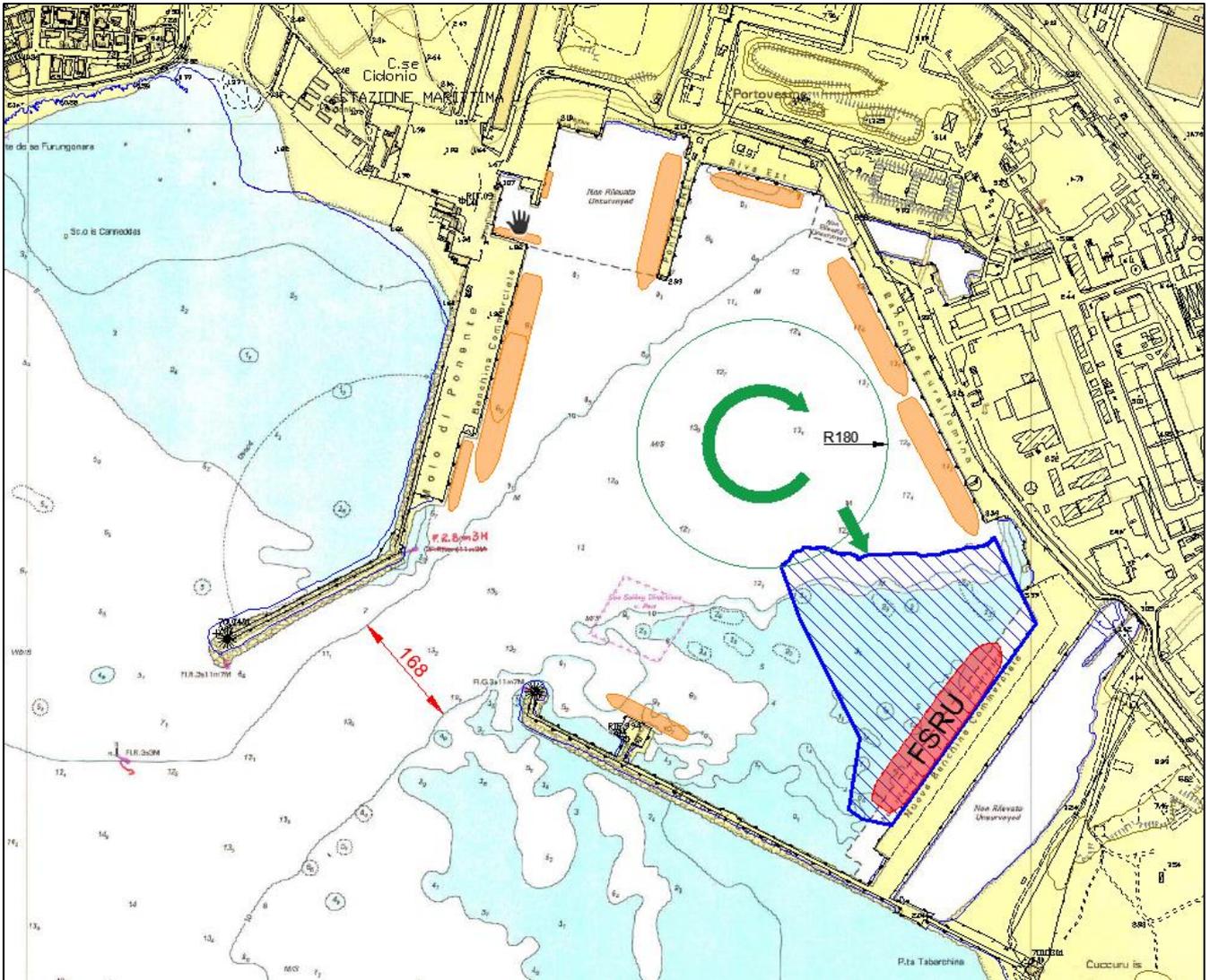


Figura 13-1 – Stima cerchio di evoluzione

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 37 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

13.3. Fasi di manovra

13.3.1. Entrata/uscita nel canale di accesso al porto

La metaniera arriverà dal terminale di Panigaglia passando a nord dell'Isola Piana ed a sud della Secca Grande, mantenendo l'isola di Carloforte a dritta; dopo aver segnalato l'arrivo all'Autorità Marittima, attenderà l'arrivo del pilota e del rimorchiatore a circa 0.5 miglia dalla boa foranea di accesso al canale del Porto di Portovesme, in fondali di 14 metri. L'uscita sarà speculare all'entrata.

In questa fase si prevede l'impiego dei seguenti rimorchiatori:

- un rimorchiatore per garantire la forza propulsiva essendo esso in grado di fornire la minima velocità di governo (5 nodi) in tutte le condizioni massime ipotizzate in Tabella 10-1; questo rimorchiatore avrà il compito di supportare la direzione della nave correggendo eventuali effetti causati dal vento e dalla corrente.
- un secondo rimorchiatore sarà collegato alla poppa della metaniera e avrà la funzione di mantenere quest'ultima al centro del canale e rallentare il moto (hold back).
- un terzo rimorchiatore sarà in assistenza.

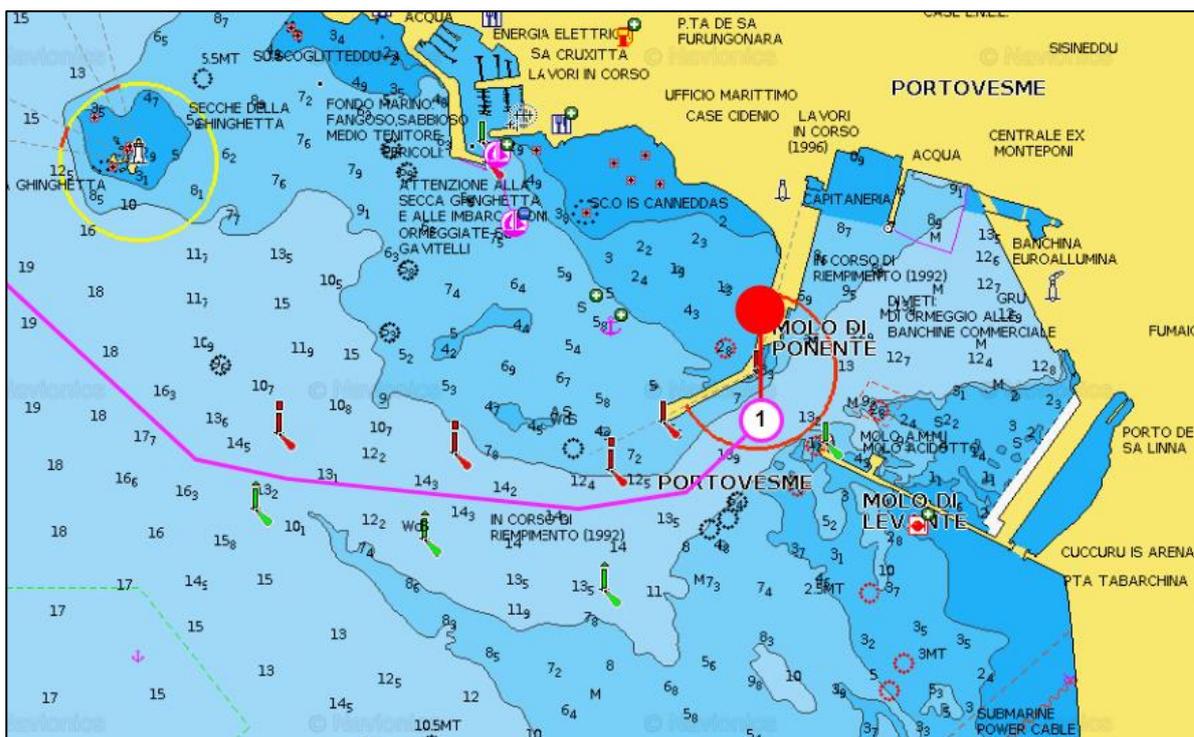


Figura Error! Use the Home tab to apply Titolo 1 to the text that you want to appear here.-2 –Rotta di avvicinamento al porto

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 38 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

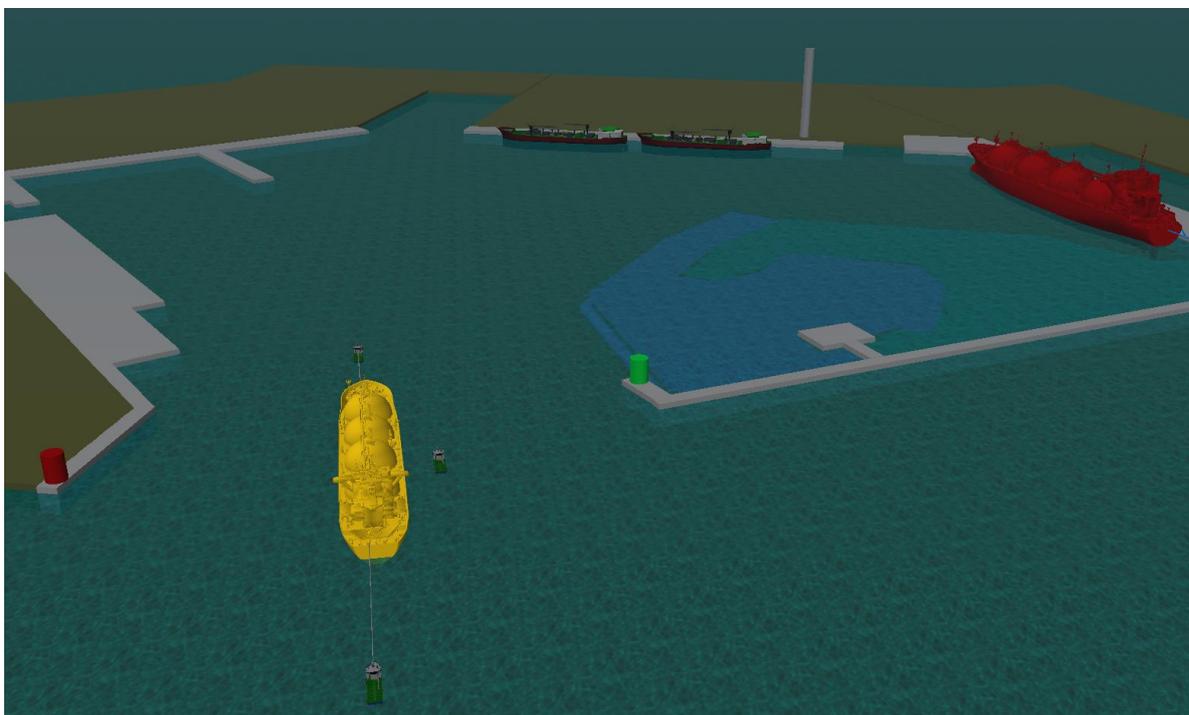


Figura 13-3 – Ingresso in porto con rimorchiatori – Vista da poppa
(La tipologia di navi metaniere rappresentate in figura è solo a scopo illustrativo)



Figura 13-4 – Ingresso in porto con rimorchiatori – Vista mascone
(La tipologia di navi metaniere rappresentate in figura è solo a scopo illustrativo)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 39 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

In queste condizioni il rimorchiatore in assistenza dovrà posizionarsi sottovento in maniera da contribuire a mantenere la nave in rotta, soprattutto quando la velocità di crociera inizia a ridursi avvicinandosi al limite della velocità di governo.

13.3.2. Evoluzione e allineamento

Appena superata l'imboccatura del porto, i rimorchiatori si dirigeranno al centro dell'area di evoluzione come definito in Figura 13-1; appena sopraggiunti all'interno e verificate le condizioni di sicurezza, il rimorchiatore di prua manovra dirigendosi verso la banchina commerciale mentre quello di poppa si dirige verso gli accosti 10 e 11 Euroallumina in maniera da allineare la poppa della metaniera al canale tra la banchina e la zona di bassi fondali. Il rimorchiatore in assistenza potrà aiutare la rotazione in caso di forte vento in collaborazione o in sostituzione delle eliche di prua della metaniera.

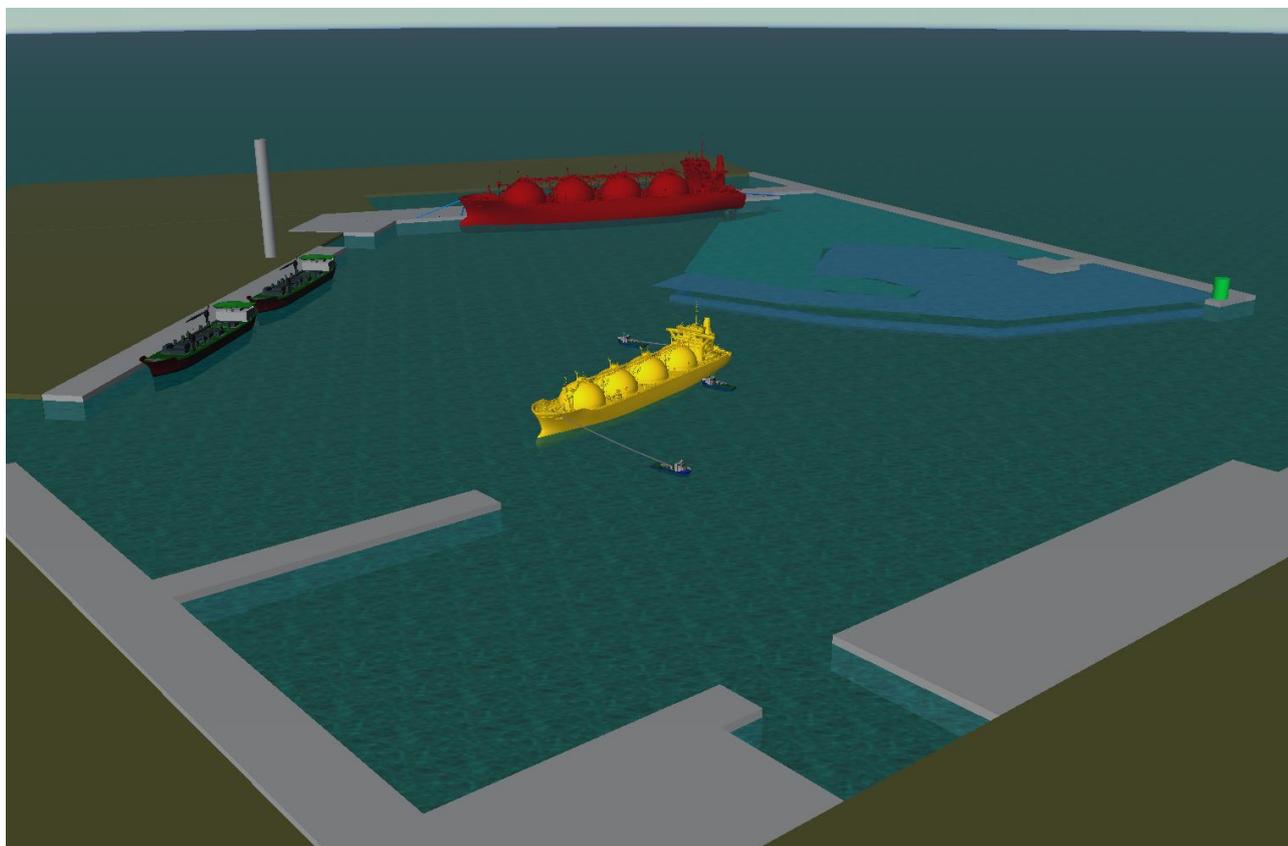


Figura 13-5 – Rotazione metaniera con assistenza dei rimorchiatori
(La tipologia di navi metaniere rappresentate in figura è solo a scopo illustrativo)

Le condizioni più sfavorevoli in questa fase della manovra sono con onda, vento e corrente al traverso in quanto l'azione combinata sposterà sottovento la nave spingendola verso la zona di bassi fondali o gli accosti occupati; i carichi ambientali potrebbero anche rendere più difficile la rotazione.

La situazione con vento dai settori orientali (E-SE) può considerarsi in questa fase abbinata ad una corrente collineare mentre può essere trascurato l'effetto dell'onda essendo il porto chiuso in quella direzione. Considerando tre rimorchiatori ed i carichi stimati in Figura 11-6 e Figura 11-7, la manovra risulta fattibile nei limiti definiti in Tabella 10-1. Ipotizzando gli ambientali provenienti dai quadranti nord

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 40 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

occidentali, si deve considerare in aggiunta la componente del moto ondoso; in questo caso si può stimare un carico massimo intorno a 50 MT, ancora al di sotto della capacità dei tre rimorchiatori.

Completata l'evoluzione e l'allineamento in direzione Ovest-Est la manovra prosegue tramite il traino del rimorchiatore di poppa mentre quello di prua assume la funzione di *hold back* per rallentare l'abbrivio e diventare nuovamente traino in caso di aborto della manovra.

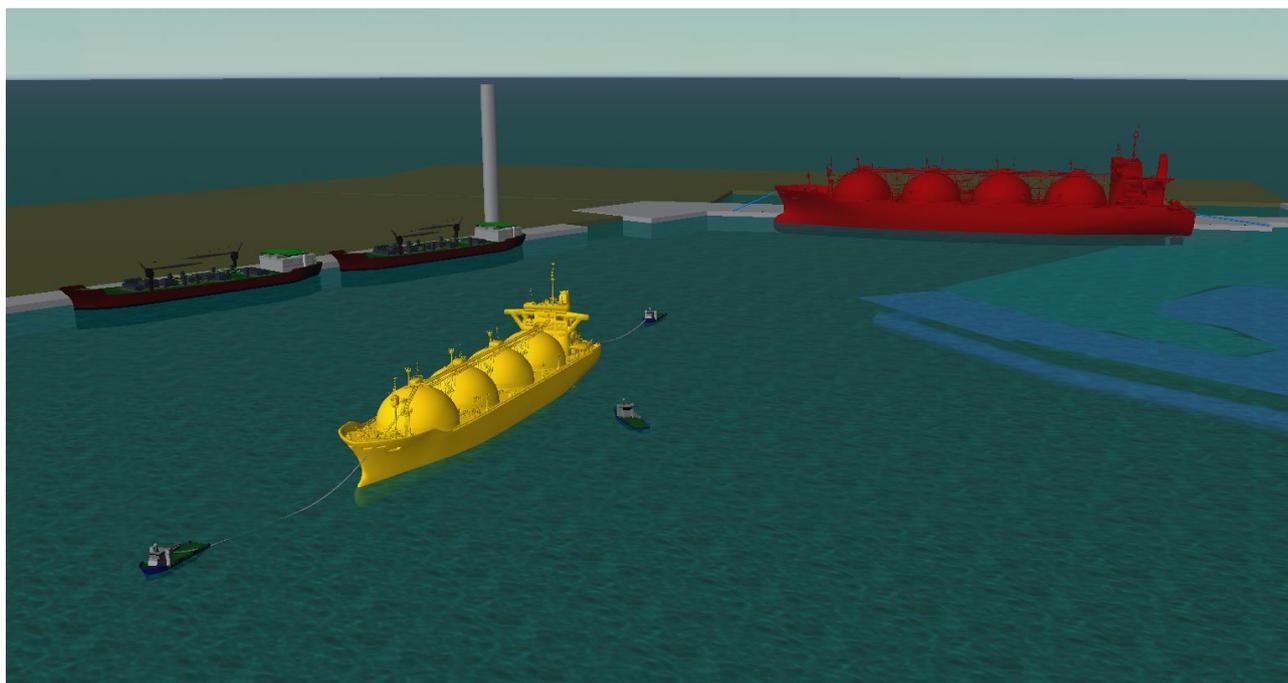


Figura 13-6 – Allineamento della metaniera parallela alla zona con bassi fondali
(La tipologia di navi metaniere rappresentate in figura è solo a scopo illustrativo)

Durante questa fase i rimorchiatori in assistenza si posizionerà nel lato sottovento per contrastare la deriva della metaniera verso la zona di bassi fondali con venti nord orientali o verso gli accosti Euroalumina con venti sud - occidentali. Anche in questo caso la capacità dei tre rimorchiatori è sufficiente a garantire la stabilità e la sicurezza della manovra.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 41 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

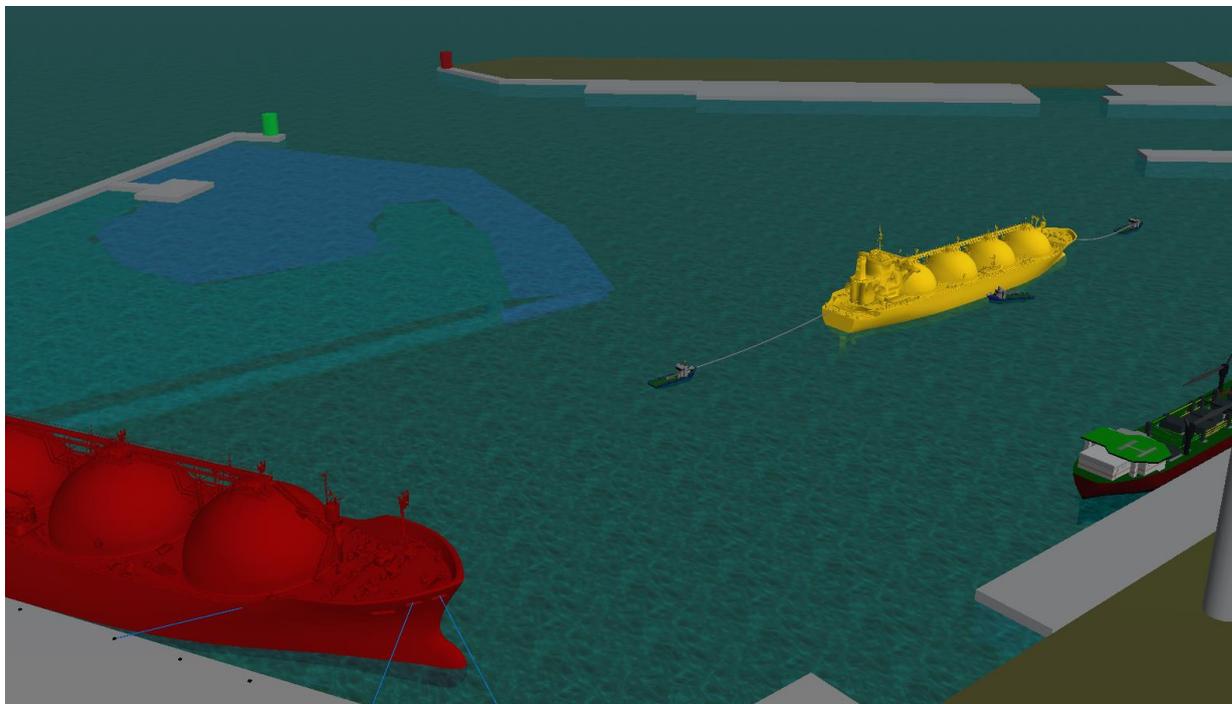


Figura 13-7 – Allineamento della metaniera parallela alla zona con bassi fondali – Vista da poppa
(La tipologia di navi metaniere rappresentate in figura è solo a scopo illustrativo)

13.3.3. Ormeggio

Questa parte della manovra inizia con il rimorchiatore di poppa che si dirige verso la poppa della FSRU ad una velocità di 3 nodi creando l'abbrivio sufficiente per consentire alla metaniera di proseguire fino alla posizione di ormeggio desiderata. Il rimorchiatore in assistenza si posiziona sottovento e manovra (in assistenza o sostituzione delle eliche di prua della metaniera) in maniera da agevolare la rotazione e l'allineamento della prua con direzione 55°. Il rimorchiatore di prua svolge ancora funzione di *hold back*.

	PROGETTISTA  TECHNIP ENERGIES	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 42 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

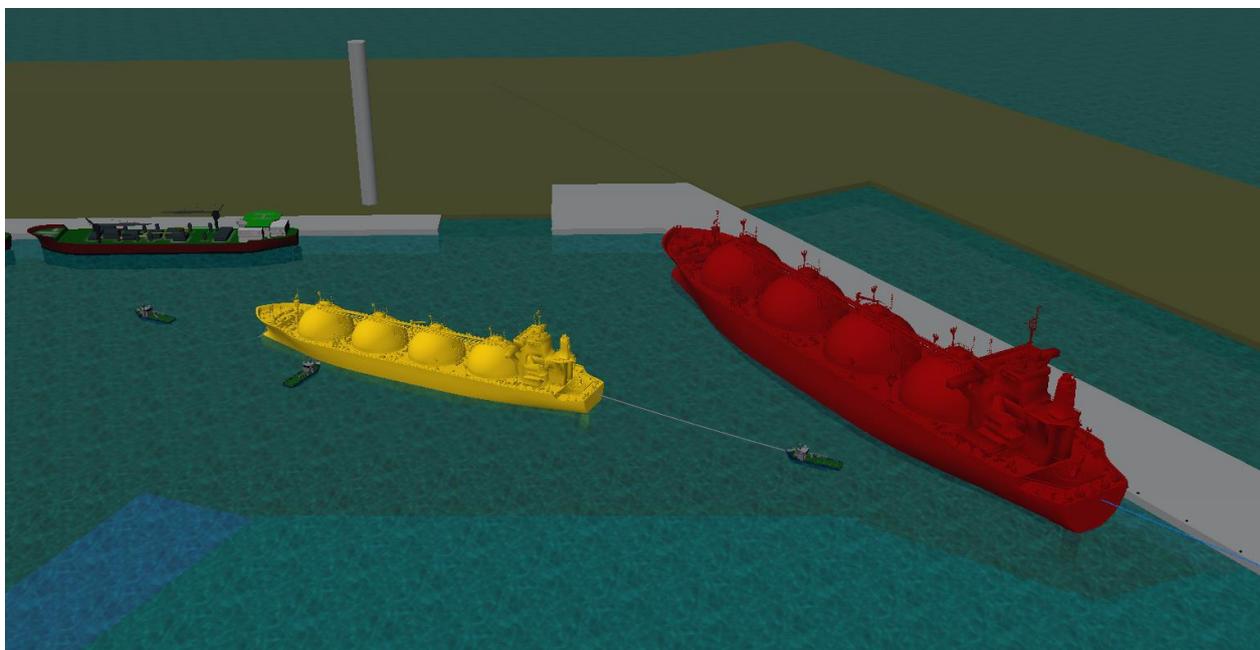


Figura 13-8 – Allineamento della metaniera parallela alla FSRU – Vista al giardinetto
(La tipologia di navi metaniere rappresentate in figura è solo a scopo illustrativo)

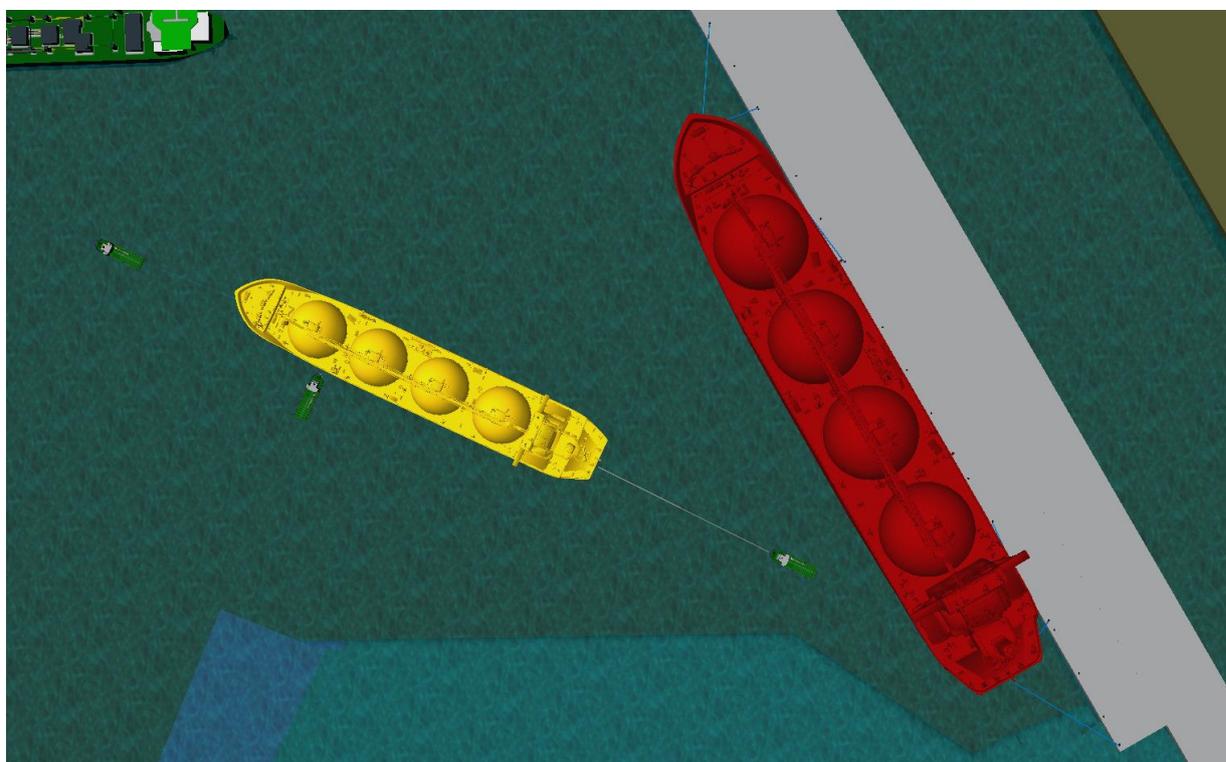


Figura 13-9 – Allineamento della metaniera parallela alla FSRU – Vista dall'alto
(La tipologia di navi metaniere rappresentate in figura è solo a scopo illustrativo)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 43 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

La fase finale della manovra è l'ormeggio vero e proprio. Prima di procedere con l'assicurare le cime di ormeggio side-to-side le due unità (metaniera ed FSRU) devono essere parallele ed allineate in modo da avere una buona sovrapposizione dei *parallel body*. Per ottenere questo risultato il rimorchiatore di poppa, continuerà il rimorchio fino a raggiungere in buona approssimazione l'allineamento dei *manifold* delle due unità manovrando in maniera da rimanere ad una distanza di sicurezza dalla poppa della metaniera e la zona di bassi fondali.

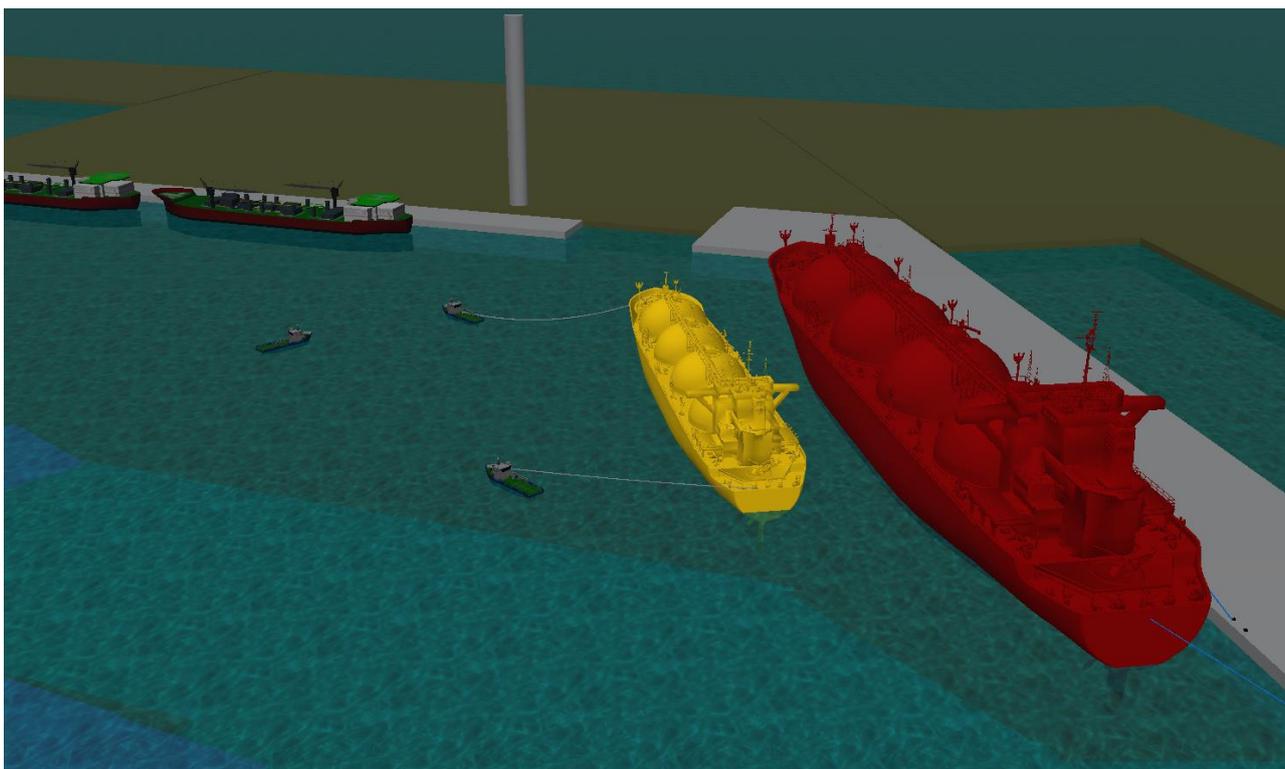


Figura 13-10 – Accosto finale

(La tipologia di navi metaniera rappresentate in figura è solo a scopo illustrativo)

Raggiunto l'allineamento ad una distanza laterale di sicurezza fra le due unità navali, il mezzo degli ormeggiatori entrerà in azione per agevolare il passaggio delle cime di ormeggio fra la FSRU e la metaniera. Le cime saranno passate agli ormeggiatori per quanto possibile nella seguente sequenza e una per volta:

- springs di prora e di poppa (con queste cime sarà confermata la posizione finale della nave rispetto il terminale);
- traversini di prora e di poppa;
- cavi alla lunga di prora e di poppa.

L'accosto finale avverrà tramite l'ausilio dei cabestani di bordo e dei due rimorchiatori di prua e poppa che avranno la funzione di:

- Rallentare l'accosto ad una velocità massima di 0.05 m/s con venti NO-O-SO (*hold back*)
- Alleggerire il carico dei cabestani (e degli ormeggi a terra) con venti NE-E-SE (*pushing*).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 44 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

I cavi di ormeggio potranno essere messi in tensione solamente quando gli ormeggiatori e il personale del terminale si saranno allontanati dagli organi meccanici coinvolti. La tensione da applicare ai cavi dovrà essere comunicata al comandante e dovrà essere uguale per tutti i cavi di ormeggio.

L'obiettivo finale è il seguente:

- allineamento delle flange delle traverse di carico della FSRU con il *manifold* della metaniera;
- carico equamente distribuito sui parabordi fra le due unità;
- *parallel body* con buona sovrapposizione.

13.3.4. Disormeggio

Il disormeggio sarà effettuato, per quanto possibile, mollando i cavi nella sequenza contraria con cui sono stati messi; gli spring saranno gli ultimi cavi ad essere mollati. Durante il disormeggio i rimorchiatori provvederanno a mantenere la posizione della nave spingendola contro i parabordi con una ragionevole forza in funzione delle condizioni meteo. Solamente quando l'ultimo cavo di ormeggio sarà a bordo i rimorchiatori inizieranno ad allontanare la nave dalla banchina, fino alla zona di scarico del pilota prima di mettere macchine avanti.

La procedura per il disormeggio sarà quindi speculare all'ormeggio; in questa fase si prevede lo stesso numero di rimorchiatori previsti per l'ormeggio; tale requisito potrà essere rilassato in accordo alle considerazioni dell'Autorità Marittima e della Corporazione dei Piloti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 45 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

14. CONCLUSIONI

Lo studio è stato condotto prendendo come riferimento una metaniera da 30.000 m³ rappresentativa della categorie di navi di progetto che potranno accedere al terminale.

Gli spazi previsti risultano essere idonei per lo svolgimento in sicurezza delle manovre di arrivo al terminale, ormeggio e partenza.

- All'interno del porto è stato infatti possibile identificare un'area adeguata per l'evoluzione della metaniera, definita in accordo a [N1] con diametro pari a 360 m, cioè 2 volte la lunghezza massima della nave di progetto. La manovra è stata studiata con il supporto del software ORCAFLEX®; quest'ultimo è uno strumento *general purpose* di simulazione per sistemi marini complessi capace di rappresentare il comportamento dinamico di un mezzo galleggiante e tutti i carichi agenti su di esso. Nelle fasi successive del progetto, quando saranno meglio definite le caratteristiche della metaniera, una simulazione *real time* della manovra condotta da comandate/pilota potrà essere effettuata.
- Per le manovre si suggerisce l'utilizzo di almeno 3 rimorchiatori di potenza pari a 4,000 HP (o superiore) collegati alla nave mediante un cavo di rimorchio di 80 metri di lunghezza (dato questo da verificare o confermare in una successiva fase di dettaglio, in accordo alle indicazioni del comandante del rimorchiatore).
- Il pescaggio minimo da garantire nel canale di accesso al porto per consentire il transito della metaniera è pari a 11.96 m mentre all'interno del porto, dove le condizioni ambientali e le velocità di manovra sono ridotte, il pescaggio minimo deve essere pari a 11.41 m. Tali valori sono al di sotto di quelli disponibili al sito, rispettivamente 13 m (medi) e 11.5 m, garantendo dunque una fruibilità teorica del porto continuativa e non condizionata.
- Le soglie massime operative suggerite in Tabella 10-1 garantiscono una buona operatività del terminale con un basso rischio di *down time*. In particolare, incrociando tali soglie con i dati riportati in
- Tabella 7-1, Tabella 7-2, Tabella 7-3 e gli studi meteomarini effettuati ([A4] [A5]) si può considerare quanto segue:
 - **Vento.** L'eccedenza della soglia di vento di 15 m/s è inferiore allo 0.01% medio annuo nel periodo di campionamento 2010-2021; ciò implica di fatto che tale soglia non è praticamente mai stata superata nel periodo di monitoraggio. Per la soglia limite di 7.5 m/s, valida per le manovre all'interno del porto, l'eccedenza è circa del 12% fornendo quindi una disponibilità teorica dell'88%, maggiore di quanto attualmente richiesto pari al 12,5% annuo (operazioni stimate una ogni 8 giorni). Tali considerazioni si basano sui dati registrati presso la stazione di Carloforte e risentono pertanto dell'orografia costiera del sito.
 - **Corrente.** Con riferimento al report [A6] la velocità massima omnidirezionale attesa all'interno del porto è 0.6 m/s, valore di poco superiore a quello stabilito come limite massimo per la manovra.
 - **Onda.** Le stime di altezza d'onda disponibili ad oggi all'interno del porto sono riportate all'interno di [A5]. Dallo studio citato si può dedurre che internamente al bacino portuale, anche per tempi di ritorno elevati, vi è una notevole attenuazione del moto ondoso misurato offshore e che lo stato di mare espresso in termini di altezza significativa media dell'onda

	PROGETTISTA  TECHNIP ENERGIES	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10004	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 46 di 46	Rev. 02

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-3306-001

(Hs)_Q, per Tr fino a 10 anni, non si scosta significativamente dai limiti previsti per l'accosto al terminale (ormeggio e disormeggio) riportati in Tabella 10-1. Per quanto riguarda l'imboccatura del porto non si dispone ad oggi di dati specifici relativi ad (Hs)_Q e l'utilizzo dei dati registrati offshore risulterebbe troppo conservativo ai fini del presente studio, pertanto in assenza di dati aggiuntivi non si possono fare valutazioni dettagliate. Ad ogni modo, laddove si dovesse riscontrare l'occorrenza di altezze d'onda superiori a quella definite in Tabella 10-1, ad esempio associate ad eventi eccezionali, il ciclo di carico/scarico da Panigaglia dispone oggi di un *allowance* tale da accomodare stand-by meteo di alcune ore.