

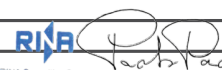
CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 1 di 25	Rev. 01

Rif.Saipem:022932T_001-T-R-0003-01

Terminale di PORTO TORRES

Studio di Manovrabilità e Navigabilità



					
01	Emissione Finale/ per Enti	Rina Consulting. SpA	F. Quondamatteo	N. D'incecco	13/10/2022
00	Emissione Finale/ per Enti	Rina Consulting. SpA	F. Quondamatteo	N. D'incecco	28/09/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 2 di 25	Rev. 01

INDICE

1	GENERALITÀ	4
	1.1 Inquadramento generale	4
	1.2 Scopo e contenuti del documento	5
	1.3 Informazioni in sospeso	5
	1.4 Acronimi e Abbreviazione	5
	1.5 Documentazione di Progetto	6
	1.6 Riferimenti Normativi	6
	1.7 Allegati	6
2	DEFINIZIONE	7
3	DATI METEOMARINI DELL'AREA PORTUALE DI PORTO TORRES	8
	3.1 LIVELLI DI MAREA	8
	3.2 REGIME DI VENTO	8
4	DATI NAVE	11
5	CONFIGURAZIONE DI ORMEGGIO PRELIMINARE DELLA FSRU E DELLA NAVE GASIERA	13
6	ZONE ANTISTANTI L'INGRESSO AL PORTO DI PORTO TORRES	14
	6.1 ZONE DI ANCORAGGIO IN RADA	14
	6.2 ZONA REGOLAMENTATA	14
	6.3 ZONE DI DIVIETO	15
7	COMPATIBILITÀ NAVE - BANCHINA	16
	7.1 METODOLOGIA	16
	7.2 DISTANZA FRA NAVE GASIERA E CARBONIERA ORMEGGIATA A BANCHINA	16
	7.3 DISTANZA FRA NAVE ORMEGGIATA E NAVE IN TRANSITO	17
	7.4 AMPIEZZA DEL CERCHIO DI EVOLUZIONE	18
	7.5 LARGHEZZA DEL CANALE DI ACCESSO	19
	7.6 PROFONDITÀ DEL FONDALE	20

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 3 di 25	Rev. 01

7.7	INDICAZIONI SUL NUMERO MINIMO DI RIMORCHIATORI PER LA MANOVRA DI ORMEGGIO	21
8	DESCRIZIONE DELLA MANOVRA	23
9	CONCLUSIONI	25

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 4 di 25	Rev. 01

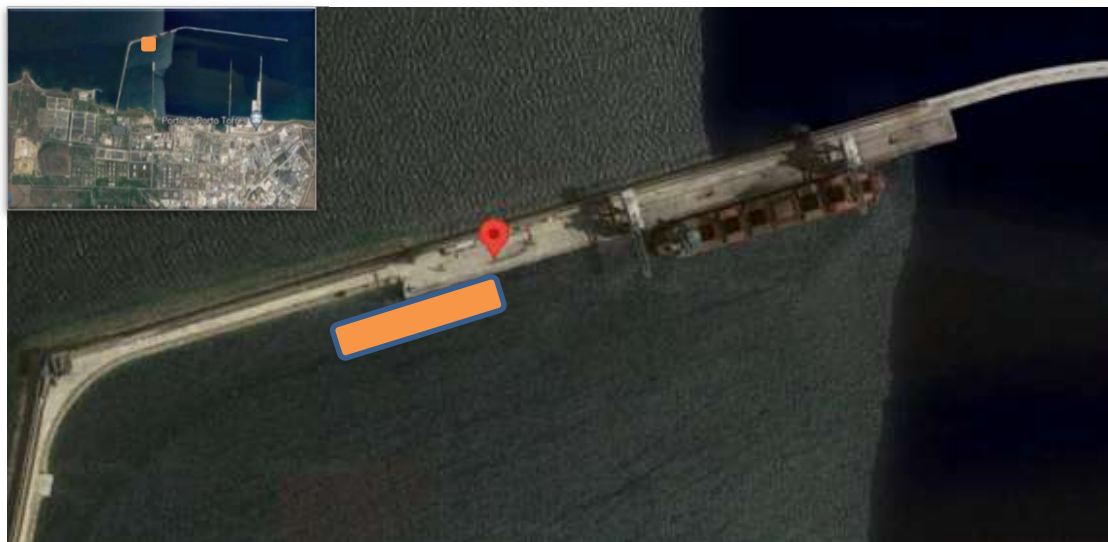
1 GENERALITÀ

1.1 Inquadramento generale

Snam Rete Gas sta sviluppando un progetto per l'approvvigionamento di gas naturale nel Nord della Regione Sardegna che prevede l'ormeggio a lungo termine (25 anni) di una unità di stoccaggio e rigassificazione (FSRU) di Gas Naturale Liquefatto (GNL) all'interno del porto industriale di Porto Torres nonché i lavori impiantistici, civili e marittimi di adeguamento della relativa banchina di ormeggio fino al limite di batteria con la condotta di distribuzione di gas naturale che porterà il gas alle utenze industriali e civili del nord Sardegna.

La condotta di collegamento con la Dorsale Sardegna Nord per il trasporto del gas naturale avrà un diametro DN 650 ed una pressione di progetto (DP) di 75 barg.

La posizione selezionata per l'ormeggio della FSRU è indicativamente rappresentata nella immagine sottostante e corrisponde all'attuale molo carbonifero (Diga foranea, Banchina E-ON) a cui attraccano le navi che approvvigionano la vicina centrale elettrica di Fiume Santo di proprietà di EPH.



Il porto industriale di Porto Torres è classificato in Categoria II e Classe I secondo la legge italiana n. 84 (del 28 gennaio 1994).

L'FSRU avrà una capacità di stoccaggio di circa 25.000 m³ ed una capacità di rigassificazione massima di LNG (send out) di 170.000 Sm³/h. Si prevede di utilizzare acqua di mare per il sistema di vaporizzazione.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 5 di 25	Rev. 01

1.2 Scopo e contenuti del documento

Il presente documento ha lo scopo di presentare i risultati circa lo sviluppo dello studio preliminare di manovrabilità e navigabilità della FSRU da 25.000 m³ e delle navi gasiere che si prevedono in arrivo al Terminale. Adottando un approccio conservativo, il presente documento riguarda le verifiche di manovra e navigabilità della nave gasiera più grande attesa al Terminale, ossia con capacità di stoccaggio pari a 75.000 m³.

In particolare, è stata verificata la presenza di condizioni adeguate allo svolgimento delle operazioni di arrivo, ormeggio, disormeggio, trasferimento del GNL e partenza delle navi gasiere dal Terminale e sono stati valutati:

- l'adeguatezza delle profondità dei fondali in corrispondenza dell'area identificata per l'ormeggio della FSRU e delle navi gasiere;
- la larghezza del canale di accesso;
- le possibili manovre di ingresso, accosto ed ormeggio delle navi in arrivo al Terminale verificando la conformità con le indicazioni contenute nelle principali ordinanze vigenti per il porto di Porto Torres;
- il numero minimo di rimorchiatori necessario per lo svolgimento delle manovre sulla base delle Ordinanze attualmente in vigore nell'area di interesse.

1.3 Informazioni in sospeso

Tag	Sezione	Descrizione
-		

1.4 Acronimi e Abbreviazione

CLIENTE	SNAM SpA
FSRU	Floating Storage and Regasification Unit
GNL	Gas Naturale Liquefatto
LNG	Liquefied Natural Gas
PIANC	Permanent International Association of Navigation Congresses - Associazione mondiale per l'infrastruttura dei trasporti acquatici
PROGETTISTA	SAIPEM SpA
RINA	Rina Consulting SpA
SIGTTO	Society of International Gas Tanker e Terminal Operators – Associazione Internazionale degli Operatori di Navi Gasiere e Terminali
TSL	Tonnellate di Stazza Lorda

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 6 di 25	Rev. 01

1.5 Documentazione di Progetto

Per i documenti di Progetto si faccia riferimento alla lista Documenti sotto riportata:

1. 001-GB-B-61000_Planimetria Generale dell'impianto;

1.6 Riferimenti Normativi

Tutta la legislazione italiana applicabile, includendo:

1. Ordinanza n.61/08 del 22-10-2008 – Rimorchiatori;
2. Regolamento Sicurezza Porto di Porto Torres.

Linee guida e standard internazionali:

3. PIANC, 2001 - Harbour Approach Channels Design Guidelines, 2001;
4. PIANC, 2014 - Harbour Approach Channels Design Guidelines, Report No. 121-2014", 2014;
5. SIGTTO, 2007 - Site Selection and Design for LNG Ports and Jetties – SIGTTO Information Paper No. 14;
6. Port Designer's Handbook.
7. 30 Year Wave Hindcast using WAVEWATCH III with CFSR winds NOAA – Technical note – November 2013. NOAA
8. Gian Mario Beltrami; LIAM-DISAT, Università degli studi di L'Aquila - MAREA ASTRONOMICA E METEOROLOGICA IN ITALIA: Analisi propedeutiche ad applicazioni di ingegneria marittima e costiera e allo sfruttamento delle sue potenzialità energetiche

1.7 Allegati

In allegato al presente rapporto si faccia riferimento ai seguenti documenti:

9. P0032604-1-M1 - Allegato 1 "Layout Porto Torres – Manovra Nave Gasiera";
10. P0032604-1-M2 - Allegato 2 "Layout Porto Torres – Manovra FSRU".

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 7 di 25	Rev. 01

2 DEFINIZIONE

COMMITTENTE	Snam Rete Gas SpA
PROGETTO	Esecuzione delle attività di ingegneria relative alla progettazione del FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) di Porto Torres ed opere connesse
SITO	Porto Torres
IMPIANTO DI RICEZIONE	Impianto in Banchina
TERMINALE	La FSRU e l'impianto di ricezione
NAVE SPOLA	nave metaniera "shuttle carrier" necessaria a garantire la fornitura di gas naturale alla FSRU
BUNKERING VESSEL	Nave metaniera necessaria per la distribuzione del GNL stoccato nei serbatoi della FSRU
FSRU	Floating Storage Regasification Unit

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 8 di 25	Rev. 01

3 DATI METEOMARINI DELL'AREA PORTUALE DI PORTO TORRES

Per il presente studio sono stati presi a riferimento i dati meteo-marini relativi all'area di interesse all'interno del porto di Porto Torres, riportati qui di seguito. Questi dati sono relativi a:

- Livelli di marea;
- Regime di vento.

3.1 LIVELLI DI MAREA

Nella tabella sottostante sono riportati i livelli di marea registrati nella località di Porto Torres, estrapolati dai dati di Marea Astronomica e Meteorologica in Italia (Rif.8).

Livelli di Marea di Progetto	m sull'IGM	m sul l.m.m.	m I.G.M.		m L.M.M.	
HAT	+0.39	+0.25	+0.39 m I.G.M.	+0.25 m L.M.M.		
MHWS	+0.27	+0.13	+0.27 m I.G.M.	+0.13 m L.M.M.		
MHWN	+0.24	+0.10	+0.24 m I.G.M.	-0.10 m L.M.M.		
MSL	+0.14	±0.00	+0.14 m I.G.M.	+0.00 m L.M.M.		
MLWN	+0.06	-0.08	+0.06 m I.G.M.	-0.08 m L.M.M.		
MLWS	+0.02	-0.12	+0.02 m I.G.M.	-0.12 m L.M.M.		
IGM	±0.00	-0.14	+0.00 m I.G.M.	-0.14 m L.M.M.		
LAT	-0.20	-0.34	-0.20 m I.G.M.	-0.34 m L.M.M.		

Figura 1 Livelli di marea di progetto

3.2 REGIME DI VENTO

Una indicazione preliminare del regime ventoso (clima ed estremi) del sito Porto Torres deriva dall'analisi della serie temporale NOAA-CFSR (modello regionale

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 9 di 25	Rev. 01

Mediterraneo, Rif. NCEP - Climate Forecast System Reanalysis (CFSR), for 1979 to 2009. <https://data.nodc.noaa.gov/>, Rif.7) nel punto Long.=8.50E/Lat.=41.00N.

Tale punto si colloca a largo, ma può essere considerato rappresentativo dell'area di interesse. Un confronto è stato fatto con i dati della rete nazionale RMN (Ispra) misurati nel porto relativi al periodo 01/01/2012-03/06/2021 e l'accordo risulta essere buono. Nel dettaglio, per quanto riguarda le intensità, i dati NOAA sono leggermente conservativi rispetto ai dati RMN (Ispra), mentre per le direzioni, il dato NOAA sembra essere più affidabile in quanto il sito in cui è installata la stazione di misura Ispra sembra essere schermata dalle strutture portuali dai venti prevalenti nell'area provenienti da NNO-NO. Di seguito il clima, la rosa dei venti e i valori estremi.

Incoming Dir (°N)	Ws(m/s)/Dir(°N) - NOAA point (08.50E 041.00N) - Frequency of Occurrence (%)												Total
	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	20 - 22	22 - 24	
0 (345-15)	1.945	3.494	2.263	0.788	0.223	0.059	0.018	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	8.795
30 (15-45)	0.540	0.913	0.556	0.269	0.153	0.059	0.020	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	2.514
60 (45-75)	0.800	1.702	1.926	1.732	1.042	0.428	0.119	0.040	0.012	0.000	0.000	0.000	7.803
90 (75-105)	0.368	1.040	1.172	0.820	0.311	0.097	0.032	0.011	0.002	0.000	0.000	0.000	3.854
120 (105-135)	0.208	0.665	0.436	0.124	0.018	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.456
150 (135-165)	0.182	0.544	0.314	0.097	0.019	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	1.166
180 (165-195)	0.212	0.670	0.712	0.315	0.109	0.040	0.009	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	2.068
210 (195-225)	0.197	0.835	1.353	1.417	0.956	0.424	0.164	0.050	0.013	0.006	0.000	0.000	5.415
240 (225-255)	0.190	0.619	0.974	0.845	0.551	0.350	0.162	0.059	0.023	0.007	0.001	0.000	3.780
270 (255-285)	0.229	0.582	0.746	0.493	0.320	0.182	0.066	0.028	0.004	0.004	0.000	0.000	2.655
300 (285-315)	5.988	13.045	11.041	6.442	3.535	1.899	0.867	0.344	0.105	0.014	0.001	0.000	43.281
330 (315-345)	2.733	5.672	3.993	1.599	0.957	0.810	0.623	0.477	0.265	0.073	0.012	0.000	17.214
Omnidir	13.591	29.782	25.487	14.941	8.195	4.361	2.082	1.017	0.427	0.104	0.014	0.000	100.000

Figura 2 Scatter Diagram Ws (m/s) – Dir (°N)

PORTO TORRES - NOAA WWIII-Jan.1979-Dec.2009
Whole year - Ws(m/s) vs Dir(N) - NOAA - PORTO TORRES

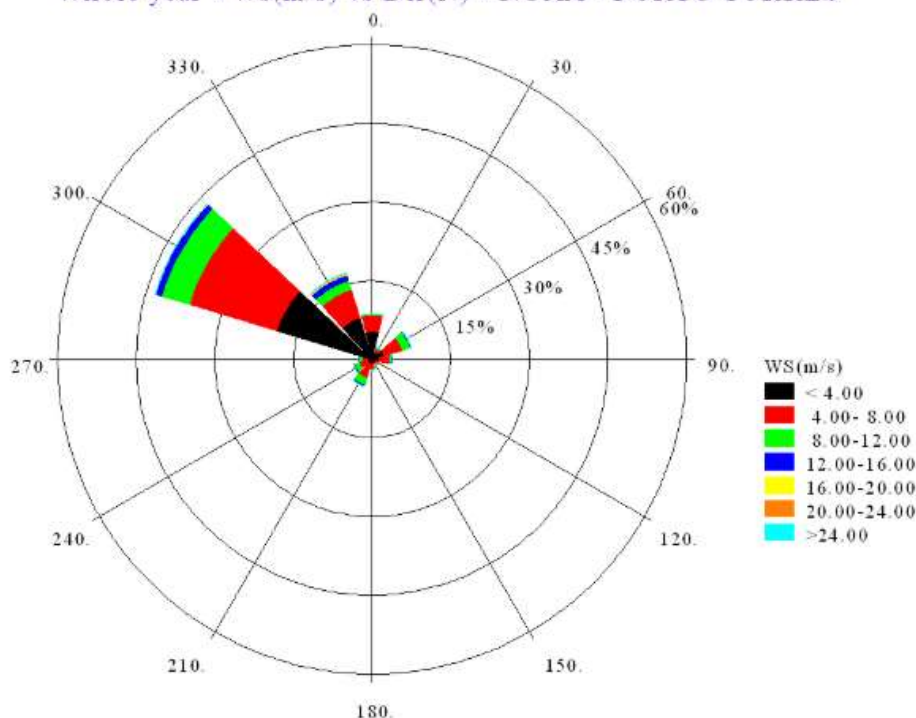


Figura 3 Rosa dei venti – Porto Torres

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 10 di 25	Rev. 01

Incoming Dir (°N)	Wind Speed Extremes (1 hour - 10m)				
	1 year	10 years	50 years	100 years	500 years
0	11.71	14.88	16.95	17.81	19.76
30	11.13	14.68	16.92	17.84	19.89
60	14.37	16.90	18.43	19.04	20.37
90	12.62	15.54	17.32	18.04	19.62
120	8.00	10.40	11.86	12.45	13.76
150	8.09	12.43	15.70	17.15	18.15
180	10.47	14.22	16.78	17.87	18.33
210	15.21	17.94	19.57	20.22	21.64
240	15.85	19.24	21.28	22.10	23.89
270	14.23	17.85	20.05	20.94	22.88
300	17.38	20.32	22.18	22.94	25.47
330	21.20	26.63	30.17	31.64	34.80
OMNI	21.20	26.63	30.17	31.64	34.80

Figura 4 Estremi di vento a 10m di altezza rispetto al livello del mare e mediato sull'ora

Incoming Dir (°N)	Wind Speed Extremes (10 min - 10m)				
	1 year	10 years	50 years	100 years	500 years
0	12.49	15.96	18.24	19.20	21.37
30	11.85	15.74	18.21	19.23	21.52
60	15.39	18.19	19.88	20.56	22.06
90	13.48	16.68	18.65	19.45	21.21
120	8.48	11.06	12.65	13.29	14.72
150	8.58	13.27	16.85	18.46	19.57
180	11.14	15.22	18.05	19.26	19.78
210	16.32	19.34	21.16	21.89	23.49
240	17.03	20.79	23.08	24.00	26.03
270	15.24	19.24	21.70	22.69	24.88
300	18.72	21.99	24.08	24.95	27.82
330	22.99	29.14	33.22	34.93	38.63
OMNI	22.99	29.14	33.22	34.93	38.63

Figura 5 Estremi di vento a 10m di altezza rispetto al livello del mare e mediato su 10 minuti

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 11 di 25	Rev. 01

4 DATI NAVE

Il progetto prevede che il presente studio di manovrabilità e navigabilità considera le operazioni di ormeggio della nave gasiera da 75.000 che per dimensioni e caratteristiche risulta la più ingombrante, e manovre di ormeggio della FSRU alla banchina avverranno una tantum solo prima dell'avvio delle operazioni. Il rifornimento della FSRU avverrà attraverso navi gasiere ormeggiate in configurazione "side-by-side" ad essa.

Adottando un approccio conservativo, tutte le analisi riguardo la manovrabilità e la navigabilità delle navi gasiere sono state fatte prendendo a riferimento la nave gasiera di taglia maggiore (capacità di stoccaggio pari a 75.000 m³). Infatti, visto il suo maggiore ingombro, qualora le verifiche riportate di seguito risultino soddisfatte per questa taglia di nave si può confermare il loro soddisfacimento anche per le navi di capacità inferiore.

I dati principali relativi alla FSRU e alle navi metaniere di capacità 7.500 m³, 30.000 m³ e 75.000 m³ sono riportate nelle tabelle sottostanti.

FSRU		
Capacità	m ³	25.000
L _{OA}	m	120,0
L _{BP}	m	120,0
B	m	33,0
D	m	22,5
T _{ZAVORRA}	m	7,9
T _{PIENO CARICO}	m	-
Dislocamento	t	-
A _L	m ²	2.788
A _T	m ²	927
MBL	t	-

Tabella 1 Dati principali FSRU da 25.000 m³ di capacità

NAVE GASIERA 75.000 m ³		
Capacità	m ³	75.000
L _{OA}	m	219,0
L _{BP}	m	205,0
B	m	35,0
D	m	23,0
T _{ZAVORRA}	m	8,0
T _{PIENO CARICO}	m	10,0

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 12 di 25	Rev. 01

NAVE GASIERA 75.000 m ³		
Dislocamento	t	60.000
A _L	m ²	3.800
A _T	m ²	1000
MBL	t	70

Tabella 2 Dati principali nave gasiera da 75.000 m³ di capacità

NAVE GASIERA 30.000 m ³		
Capacità	m ³	30.000
LOA	m	180,0
LBP	m	170,8
B	m	29,0
D	m	18,9
T _{ZAVORRA}	m	6,5
T _{PIENO CARICO}	m	8,0
Dislocamento	t	32.088
A _L	m ²	2.325
A _T	m ²	700
MBL	t	58,7

Tabella 3 Dati principali nave gasiera da 30.000 m³ di capacità

NAVE GASIERA 7.500 m ³		
Capacità	m ³	7.500
LOA	m	118,0
LBP	m	110,0
B	m	19,0
D	m	12,4
T _{ZAVORRA}	m	5,9
T _{PIENO CARICO}	m	7,1
Dislocamento	t	10.842
A _L	m ²	1.487
A _T	m ²	411
MBL	t	42

Tabella 4 Dati principali nave gasiera da 7.500 m³ di capacità

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 13 di 25	Rev. 01

5 CONFIGURAZIONE DI ORMEGGIO PRELIMINARE DELLA FSRU E DELLA NAVE GASIERA

Il porto di Porto Torres è diviso fra porto Civico e porto Industriale.

L'area di interesse per il progetto è selezionata per l'ormeggio della FSRU è rappresentata dall'attuale molo carbonifero (Banchina E-ON) a cui attraccano le navi che approvvigionano la vicina centrale elettrica di Fiume Santo di proprietà di EPH. L'area del molo dedicata all'ormeggio della FSRU e delle navi gasiere, si trova nella zona industriale del porto di Porto Torres ed è identificata nell'immagine sottostante con un rettangolo rosso. Le navi gasiere saranno ormeggiate in configurazione "side-by-side" con il fianco sinistro alla FSRU e avranno la prua orientata verso l'uscita dal Porto, come da buona pratica internazionale.



Figura 6 Area del molo dedicata all'ormeggio della FSRU

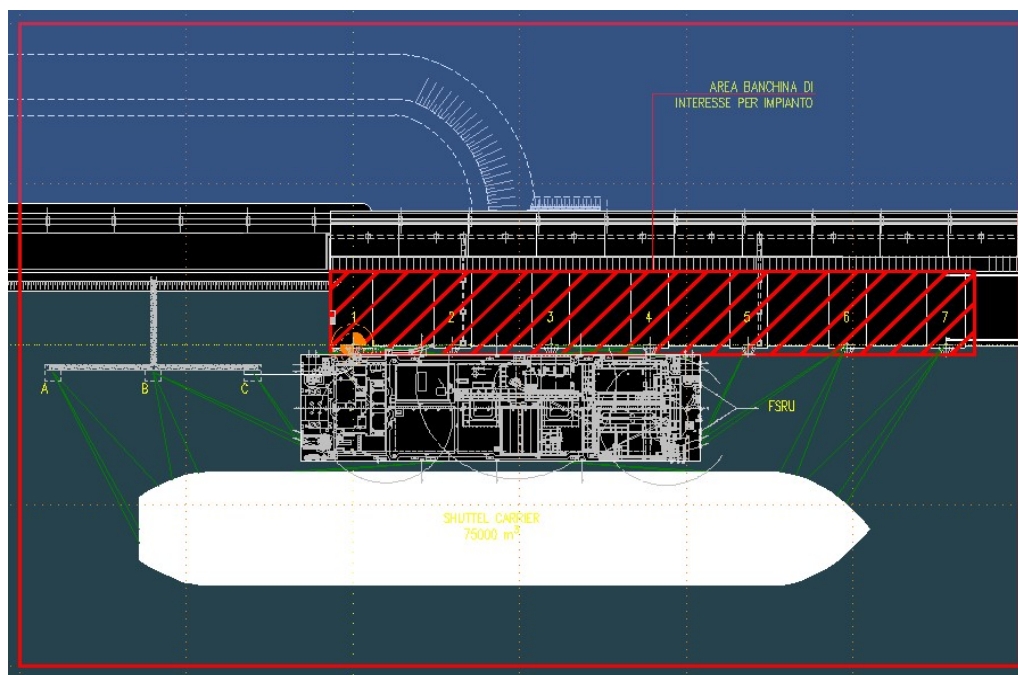


Figura 7 Ingrandimento dell'area di interesse dell'area dedicata all'ormeggio

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 14 di 25	Rev. 01

6 ZONE ANTISTANTI L'INGRESSO AL PORTO DI PORTO TORRES

Con riferimento al Regolamento di Sicurezza del porto di Porto Torres, vengono fornite delle zone di antistanti all'area portuale di Porto Torres, a cui porre attenzione durante la navigazione. per l'entrata in porto, qualora siano zone di interdizione al transito o ad eventuale ormeggio delle navi. In particolare, vengono definite:

- Zone di ancoraggio in rada;
- Zona regolamentata;
- Zone di divieto.

6.1 ZONE DI ANCORAGGIO IN RADA

Nella rada di Porto Torres sono individuate due zone di ancoraggio, indicate sulla carta nautica con il nome di BALAI 1 e BALAI 2.

- BALAI 1: area destinata alle navi in attesa dell'ingresso in porto per operazioni commerciali, compresa fra i seguenti punti:
(A) Lat. 40° 51',500 N - Long. 008° 25',000 E
(B) Lat. 40° 52',500 N - Long. 008° 25',000 E
(C) Lat. 40° 52',500 N - Long. 008° 27',000 E
(D) Lat. 40° 51',500 N - Long. 008° 27',000 E
- BALAI 2: area destinata a navi in attesa di essere sottoposte a visita preventiva, compresa fra i seguenti punti:
(B) Lat. 40° 52',500 N - Long. 008° 25',000 E
(C) Lat. 40° 52',500 N - Long. 008° 27',000 E
(F) Lat. 40° 53',000 N - Long. 008° 27',000 E
(E) Lat. 40° 53',000 N - Long. 008° 25',000 E

All'interno delle zone sopra riportate, sono vietati la navigazione e l'ormeggio di unità diverse da quelle sopra indicate, nonché la pesca, la balneazione e qualsiasi altra attività relativa al diporto nautico. Inoltre, la sosta in rada in tali zone è consentita solo su autorizzazione della Capitaneria di Porto.

6.2 ZONA REGOLAMENTATA

La zona regolamentata è l'area antistante l'imboccatura del porto e in essa sono vietati la navigazione, l'ancoraggio, la pesca e la balneazione. Dalle informazioni riportate sulla carta nautica la zona regolamentata si trova fra i seguenti punti:

- (I) Lat. 40° 50',650 N - Long. 008° 23',950 E (fanale rosso molo di levante E.F. 1456)
- (A) Lat. 40° 51',500 N - Long. 008° 25',000 E
- (E) Lat. 40° 53',000 N - Long. 008° 25',000 E
- (G) Lat. 40° 53',000 N - Long. 008° 23',100 E
- (H) Lat. 40° 51',000 N - Long. 008° 23',100 E (fanale verde diga foranea E.F. 1439)

Tale area è adibita al transito delle navi che devono entrare all'interno del porto di Porto Torres, per questo altre operazioni sono vietate.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 15 di 25	Rev. 01

6.3 ZONE DI DIVIETO

All'interno della rada di Porto Torres sono individuate zone di divieto, corrispondenti ai seguenti punti:

- ZONA DI DIVIETO A**
(H) Lat. 40° 5 1',000 N - Long. 008° 23 ', 100 E (fanale verde diga foranea E.F. 1439)
(O) Lat. 40° 51',100 N- Long. 008° 23',100 E
(N) Lat. 40° 51',250 N- Long. 008° 21',750 E
(M) Lat. 40° 51',100 N- Long. 008° 20',900 E
(L) Lat. 40° 50',400 N - Long. 008° 20',700 E (costa)
- ZONA DI DIVIETO B**
(P) Lat. 40° 51 ',200 N - Long. 008° 17',750 E (costa)
(Q) Lat. 40° 51',650 N- Long. 008° 18',300 E
(R) Lat. 40° 5 1',300 N - Long. 008° 19',000 E
(S) Lat. 40° 50',700 N - Long. 008° 18',700 E (costa)
- ZONA DI DIVIETO C**
(T) Lat. 40° 49',200 N - Long. 008° 27',300 E (costa)
(U) Lat. 40° 5 1',400 N - Long. 008° 27',300 E
(V) Lat. 40° 51',400 N - Long. 008° 28',900 E
(Z) Lat. 40° 49',100 N - Long. 008° 28',900 E (costa)

All'interno delle suddette aree, sono vietati transito, ancoraggio, pesca e balneazione.

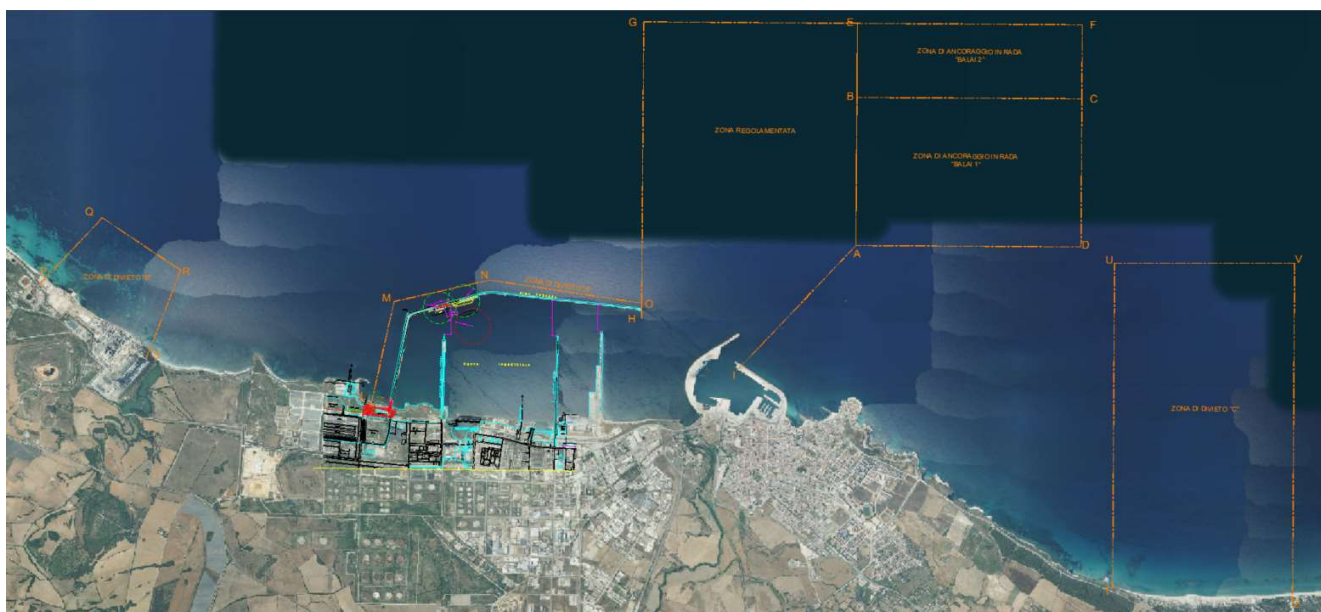


Figura 8 Zone di Ancoraggio, Zona Regolamentata e Zone di Divieto

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 16 di 25	Rev. 01

7 COMPATIBILITÀ NAVE - BANCHINA

7.1 METODOLOGIA

Al fine di validare l'adeguatezza delle condizioni di transito, di manovra e di ormeggio della nave gasiera nel porto di Porto Torres, sono state condotte analisi con riferimento a Linee Guida e manuali di ingegneria comunemente utilizzati nella progettazione di opere portuali (Rif. sezione 1.6):

- Linee Guida PIANC relative alla progettazione di canali di accesso ai porti;
- Port Designer's Handbook;
- Linee Guida SIGTTO in materia di progettazione di porti destinati ad ospitare impianti o attività legate al GNL.

Nei paragrafi successivi si riportano i risultati delle verifiche effettuate relativamente a:

- Lunghezza della nave rispetto alla banchina;
- Distanza con la nave carboniera già ormeggiata a banchina;
- Ampiezza del cerchio di rivoluzione;
- Larghezza del canale di accesso;
- Profondità del fondale rispetto al pescaggio della nave;
- Indicazioni sul numero minimo di rimorchiatori per la manovra di ormeggio.

È opportuno notare come i requisiti sopra riportati non siano regolamenti internazionali bensì linee guida, utili a fornire un'indicazione generale sulle grandezze da rispettare. Tali linee guida possono, in linea di principio, essere superate da studi di manovra dedicati che permettano di rappresentare più verosimilmente le operazioni da eseguire, eliminando alcuni conservatismi tipici delle suddette Linee guida.

7.2 DISTANZA FRA NAVE GASIERA E CARBONIERA ORMEGGIATA A BANCHINA

Tale verifica è stata condotta facendo riferimento alle linee guida del PIANC, dove è possibile trovare il requisito in termini di distanza fra navi ormeggiate ad ormeggi adiacenti. Tale requisito è qui riportato:

- La distanza fra nave gasiera e nave carboniera presente all'ormeggio adiacente deve essere compresa fra 50 m e 150 m. Sulla base delle informazioni messe a disposizione dal PROGETTISTA, la distanza fra la poppa della carboniera e la prua della nave gasiera più grande è di circa 62 m. La distanza fra la FSRU e la carboniera è di 113 m circa. Pertanto, si può concludere che la distanza di sicurezza è rispettata in entrambi i casi.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 17 di 25	Rev. 01

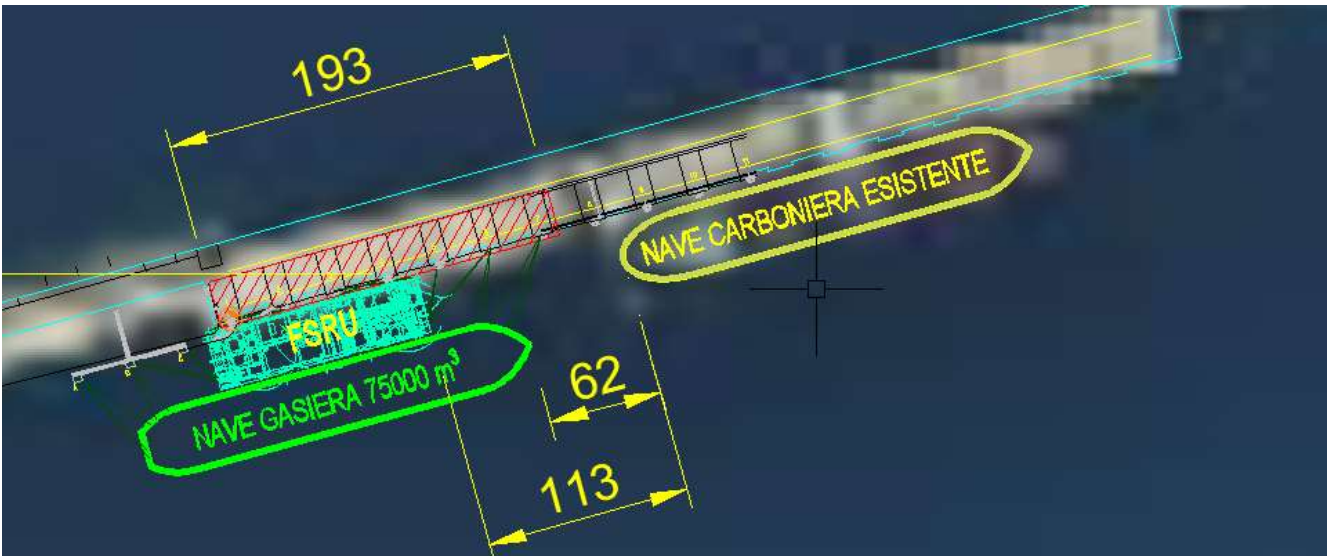


Figura 9 Distanza fra navi ormeggiate

7.3 DISTANZA FRA NAVE ORMEGGIATA E NAVE IN TRANSITO

Il PIANC dà raccomandazioni anche riguardo alla distanza di sicurezza da mantenere qualora una nave passi affianco ad un'altra già ormeggiata a banchina. In base alla velocità di approccio la distanza varia:

- Con una velocità di passaggio inferiore a 4 nodi, la distanza fra le 2 navi deve essere almeno 2 volte la larghezza nave (per essere conservativi si considera la nave più grande);

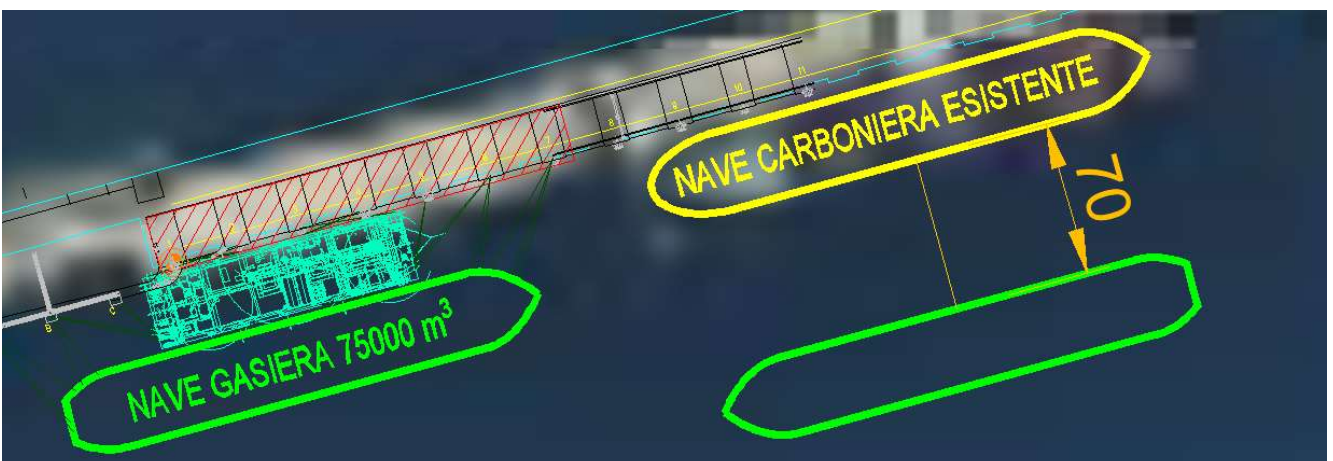


Figura 10 Distanza fra nave gasiera in transito con $V < 4$ nodi e nave carboniera ormeggiata

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 18 di 25	Rev. 01

- Con una velocità di passaggio superiore 4 nodi e minore di 6 nodi, la distanza da mantenere fra le 2 navi è di almeno 4 volte la larghezza nave (per essere conservativi si considera la nave più grande).

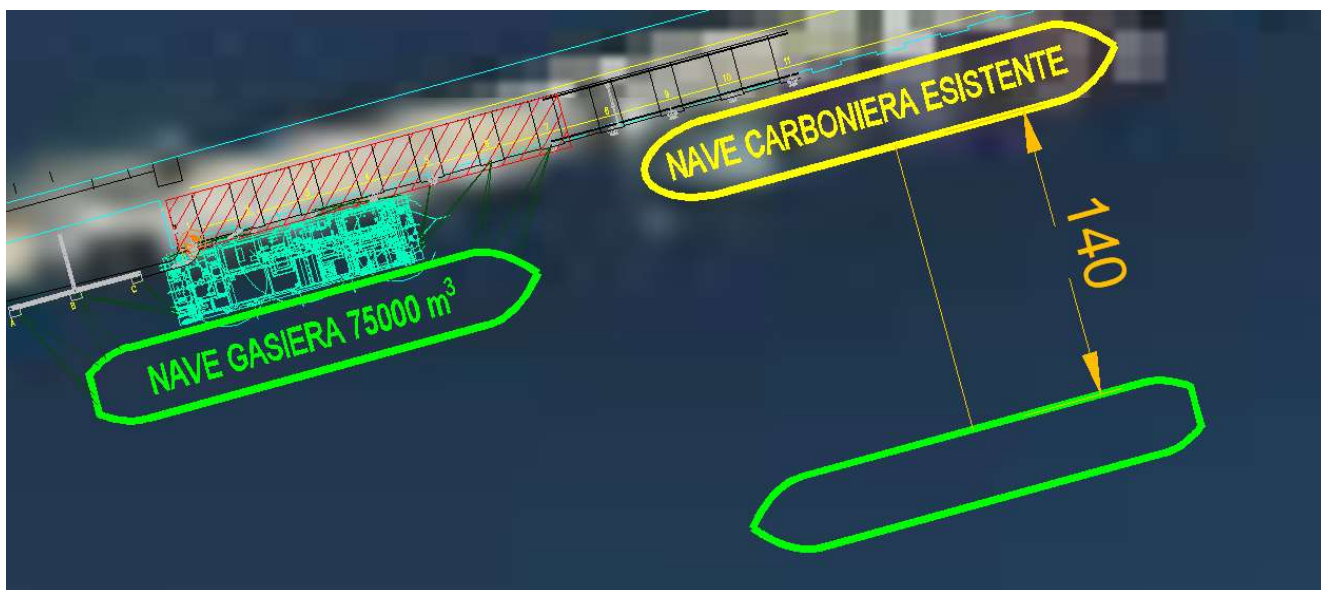


Figura 11 Distanza fra nave gasiera di passaggio con $4 < V < 6$ nodi e nave carboniera ormeggiata

La nave gasiera più grande ha una larghezza di 35 m. Questo comporta che, nel primo caso, bisogna mantenere una distanza di 70 m rispetto alla nave carboniera e nel secondo caso di 140 m.

Secondo l'Art. 17 del Regolamento di sicurezza del porto di Porto Torres, la velocità di navigazione in porto per operazioni di manovra non deve superare i 5 nodi. Inoltre, la distanza minima da mantenere rispetto a navi già ormeggiate è di 100 m. Date le caratteristiche del porto e della banchina di ormeggio selezionata, è possibile mantenere la distanza di 100 m richiesta.

7.4 AMPIEZZA DEL CERCHIO DI EVOLUZIONE

La verifica degli spazi necessari alla manovrabilità della nave gasiera all'interno del porto di Porto Torres è stata condotta seguendo le linee guida del PIANC.

Al loro interno le linee guida forniscono indicazioni sul diametro minimo necessario da mantenere per l'evoluzione delle navi in porti ristretti, o dove correnti e venti possono essere ricorrenti, pari a tre volte la lunghezza nave. Siccome le navi verranno assistite da rimorchiatori durante le manovre di ormeggio, il valore del diametro minimo può essere ridotto e si può considerare un valore pari a due volte la lunghezza nave.

Nel caso della nave gasiera più grande, come rappresentato in Figura 12, il diametro del cerchio di manovra equivale a 440 m, ossia due volte la lunghezza nave. Pertanto, in accordo alle linee guida, le aree di manovra disponibili in prossimità dell'accosto sono sufficienti per l'evoluzione della nave gasiera.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 19 di 25	Rev. 01

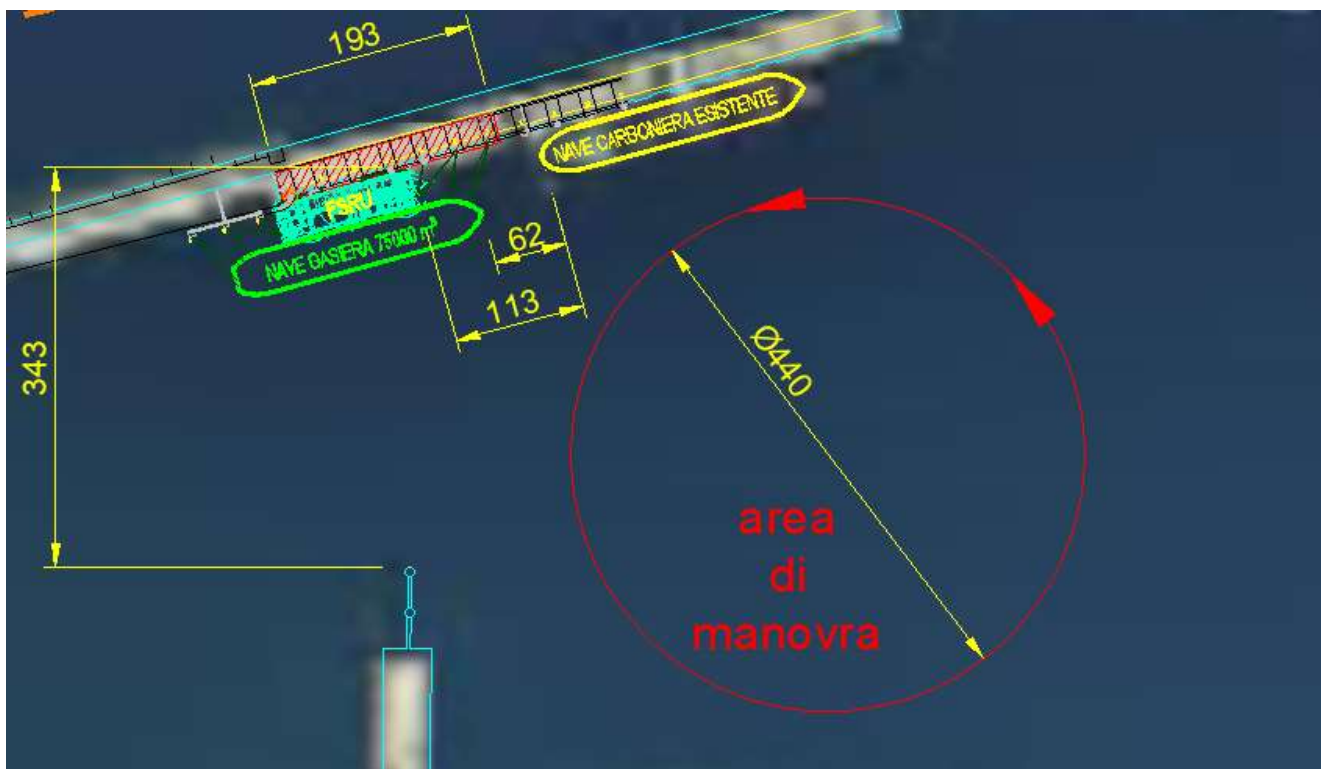


Figura 12 Diametro del cerchio di evoluzione della nave gasiera da 75.000 m³ di capacità

7.5 LARGHEZZA DEL CANALE DI ACCESSO

Per quanto concerne la larghezza minima necessaria al transito delle navi gasiere lungo il canale di accesso, le Linee Guida SIGTTO richiedono che questa sia almeno cinque (5) volte la larghezza della nave più grande in transito.

Alternativamente, nelle Linee Guida emesse dal PIANC (PIANC, 2014), la larghezza minima all'ingresso del canale portuale necessaria a consentire il transito in condizioni di sicurezza deve essere almeno una lunghezza nave.

Dall'analisi della documentazione disponibile, la larghezza minima del canale è di circa 317 m, rilevata in corrispondenza dell'imboccatura del porto, per la presenza di un ulteriore pontile. Considerando larghezza e lunghezza della nave gasiera da 75.000 m³ pari rispettivamente a 35 m e 219 m, si evidenzia come entrambe le verifiche siano ampiamente soddisfatte.

Alla luce di quanto detto sopra, non si segnalano fattori di rischio al passaggio della nave in oggetto e delle navi gasiere di taglia inferiore all'interno dell'area portuale di Porto Torres.

	Richiesto	Attuale
Linee Guida SIGTTO	175 m	317 m

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 20 di 25	Rev. 01

	Richiesto	Attuale
Linee Guida PIANC	219 m	317 m

Tabella 5 Larghezza minima del canale di ingresso al Porto

7.6 PROFONDITÀ DEL FONDALE

Riguardo la profondità minima del fondale del canale di accesso, sia nell'area di evoluzione sia presso l'ormeggio, è stata condotta una verifica in accordo con le linee guida presentate nel PIANC, 2014.

Tale linea guida fornisce i valori dei fattori moltiplicativi da applicare al pescaggio massimo della nave (immersione a pieno carico pari a 10 m) per individuare la profondità minima del fondale che deve essere garantita per poter effettuare le operazioni di accesso, ormeggio e disormeggio in condizioni di sicurezza. Di seguito è riportata la tabella usata per la determinazione della profondità minima con il metodo semplificato del PIANC:

Description	Vessel Speed	Wave Conditions	Channel Bottom	Inner Channel	Outer Channel
<i>Ship Related Factors F_s</i>					
Depth h	≤ 10 kts	None		1.10 T	
	10 - 15 kts			1.12 T	
	> 15 kts			1.15 T	
	All	Low swell ($H_s < 1$ m)			1.15 T to 1.2 T
		Moderate swell (1 m $< H_s < 2$ m)			1.2 T to 1.3 T
		Heavy swell ($H_s > 2$ m)			1.3 T to 1.4 T
	<i>Add for Channel Bottom Type</i>				
All	All	Mud	None	None	
		Sand/clay	0.4 m	0.5 m	
		Rock/coral	0.6 m	1.0 m	
<i>Air Draught Clearance (ADC)</i>					
ADC	All	All		0.05 H_{st}	0.05 H_{st} + 0.4 T
Notes: 1. For Ship Related Factors: Assumes $T > 10$ m. If $T < 10$ m, use value for $T = 10$ m 2. Swell means waves with peak periods T_p greater than 10 s 3. For Outer Channel swell values, use lower value for smaller swell wave periods and higher value for larger swell periods 4. Value of significant wave height H_s is dependent on required operation, design ship type, level of accessibility, wave period and relative wave direction 5. H_{st} is the distance from the sea surface to the top of the ship 6. Seawater density assumed for T . Additional adjustments required if fresh water.					

Figura 13 Coefficienti per la determinazione della profondità minima del fondale

Si evidenzia che le verifiche sono state fatte per la nave di taglia massima che si prevede arriverà al Terminale:

- Nave gasiera da 75.000 m³ a pieno carico con immersione pari a 10 m.

I coefficienti moltiplicativi per la verifica del battente idrostatico minimo sono applicati riferendosi alle caratteristiche specifiche del sito e della nave stessa e tengono conto dei seguenti parametri:

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 21 di 25	Rev. 01

- Velocità della nave: si considera inferiore a 10 nodi (deve essere inferiore a 5 nodi come da Regolamento di Sicurezza) per cui il relativo coefficiente moltiplicativo è nullo;
- Onde: in considerazione delle caratteristiche del Porto, che risulta protetto, il fattore moltiplicativo è stato considerato pari a 1.2;
- Caratteristiche del fondale: considerando un fondale di tipo fangoso, il fattore correttivo è nullo;
- Angolo di rollio: considerando un angolo di rollio non superiore a 2 gradi, il fattore correttivo risulta pari a 0.55.

La minima profondità del fondale per il Canale di Accesso richiesta dal PIANC si ottiene dunque, per singola nave, sommando i contributi:

$$H_{cd} = F_s + B_s + S_k$$

Dove:

- H_{cd} = "Concept design height";
- F_s = "Ship factor", assunto per la nave pari a 1.2T, per cui uguale a 12 m;
- B_s = "Bottom related factor", assunto nullo in quanto in presenza di fondale fangoso;
- S_k = "Dynamic Heel factor", uguale a 0.55 m assumendo un angolo di rollio non superiore a 2°.

Dati i coefficienti sopra citati, è stata determinata la profondità del fondale minima richiesta per effettuare le operazioni descritte sopra in sicurezza. Tale valore corrisponde a 12.55 m.

Considerando i dati batimetrici nella zona di interesse all'interno dell'area portuale di Porto Torres, la profondità in ingresso, transito e ormeggio della nave gasiera risulta sempre maggiore rispetto al valore minimo calcolato di 12.55 m. Ciò garantisce che la verifica proposta in questo paragrafo sia soddisfatta.

7.7 INDICAZIONI SUL NUMERO MINIMO DI RIMORCHIATORI PER LA MANOVRA DI ORMEGGIO

L'Ordinanza no. 61/08 del 22 Ottobre 2008 emessa dalla Capitaneria di Porto di Porto Torres, fornisce le indicazioni da dover seguire relativamente al servizio di rimorchio. In particolare, questa impone che tutte le navi che entrano all'interno dell'area portuale di Porto Torres, trasportando prodotti petroliferi, chimici, combustibili o merci infiammabili e pericolose, ai sensi della norma vigente, hanno l'obbligo di avvalersi del servizio di rimorchio.

Il numero di rimorchiatori necessari in fase di ormeggio e disormeggio viene fornito in funzione delle tonnellate di stazza lorda della nave ed è riportato nella tabella di seguito.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 22 di 25	Rev. 01

Tonnellate di Stazza Lorda	Numero di Rimorchiatori (Fase di ormeggio)	Numero di Rimorchiatori (Fase di disormeggio)
Da 0 a 1.999	0	0
Da 2.000 a 5.000	1	1
Da 5.001 a 20.000	2	1
Da 20.001 a 60.000	3	2
Oltre 60.000	4	3

Tabella 6 Numero di Rimorchiatori minimo secondo l'Ordinanza no. 61/08 dell'Ottobre 2008

Considerando le dimensioni delle tre taglie di navi gasiere che si prevedono ormeggiare in configurazione "side by side" alla FSRU, è stato stimato il numero minimo di rimorchiatori richiesto per le operazioni di ormeggio e disormeggio di ognuna di esse.

Non conoscendo la stazza lorda delle tre (3) taglie di navi, sono state fatte delle assunzioni sulla base delle informazioni disponibili su banche dati internazionali relativamente a navi simili.

Nave Gasiera	Tonnellate di Stazza Lorda Previste	Numero di rimorchiatori in fase di ormeggio	Numero di rimorchiatori in fase di disormeggio
Nave Gasiera 75.000 m ³	52.000 – 54.000 TSL	3	2
Nave Gasiera 30.000 m ³	25.000 – 27.000 TSL	3	2
Nave Gasiera 7.500 m ³	6.200 – 6.400 TSL	2	1

Tabella 7 Indicazioni sul numero di rimorchiatori per le navi gasiere in oggetto

Le prescrizioni sopra citate si riferiscono ad un numero minimo di rimorchiatori da impiegare in condizioni meteomarine favorevoli e senza ulteriori impedimenti. Qualora, durante la manovra, la situazione dovesse richiedere l'impiego di ulteriori rimorchiatori per garantire la sicurezza e il corretto svolgimento delle operazioni, il Comandante della nave e il Pilota possono avvalersi di tale ausilio giustificandone la necessità.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 23 di 25	Rev. 01

8 DESCRIZIONE DELLA MANOVRA

Nell'Allegato 1 "Layout Porto Torres – Manovra Nave Gasiera" (doc. no. P0032604-1-M1), vengono rappresentate schematicamente le possibili rotte della nave gasiera da 75.000 m³ per l'entrata nel porto industriale di Porto Torres. Tali rotte tengono conto delle zone di ancoraggio, divieto e regolamentate appena fuori l'ingresso del porto.

Le 2 rotte possibili sono brevemente descritte di seguito.

- Opzione 1: la nave gasiera approccerà il porto e stazionerà nella zona di ancoraggio denominata BALAI 1. Una volta ottenuto il benestare della Capitaneria di Porto, la nave proseguirà verso l'imboccatura del porto cercando di navigare sempre il più possibile centralmente lungo il canale del porto in direzione della banchina. Avvicinandosi alla banchina d'ormeggio, manterrà la distanza di sicurezza passando a fianco della nave carboniera già attraccata e svolgerà la sua manovra di evoluzione, con l'ausilio di rimorchiatori, per poi ormeggiarsi in configurazione "side-by-side" con il fianco sinistro alla FSRU. La nave gasiera verrà ormeggiata con prua verso l'uscita dal porto, come da buona pratica.
- Opzione 2: alternativamente la nave gasiera potrà trovarsi all'interno della zona regolamentata e si avvierà successivamente verso l'ingresso al porto. Anche in questo caso, come sopra, si raccomanda di navigare mantenendo una posizione il più centrale possibile rispetto alla diga foranea e agli ulteriori pontili nel porto industriale. La procedura di manovra per attraccarsi in configurazione side-by-side alla FSRU è analoga all'Opzione 1.

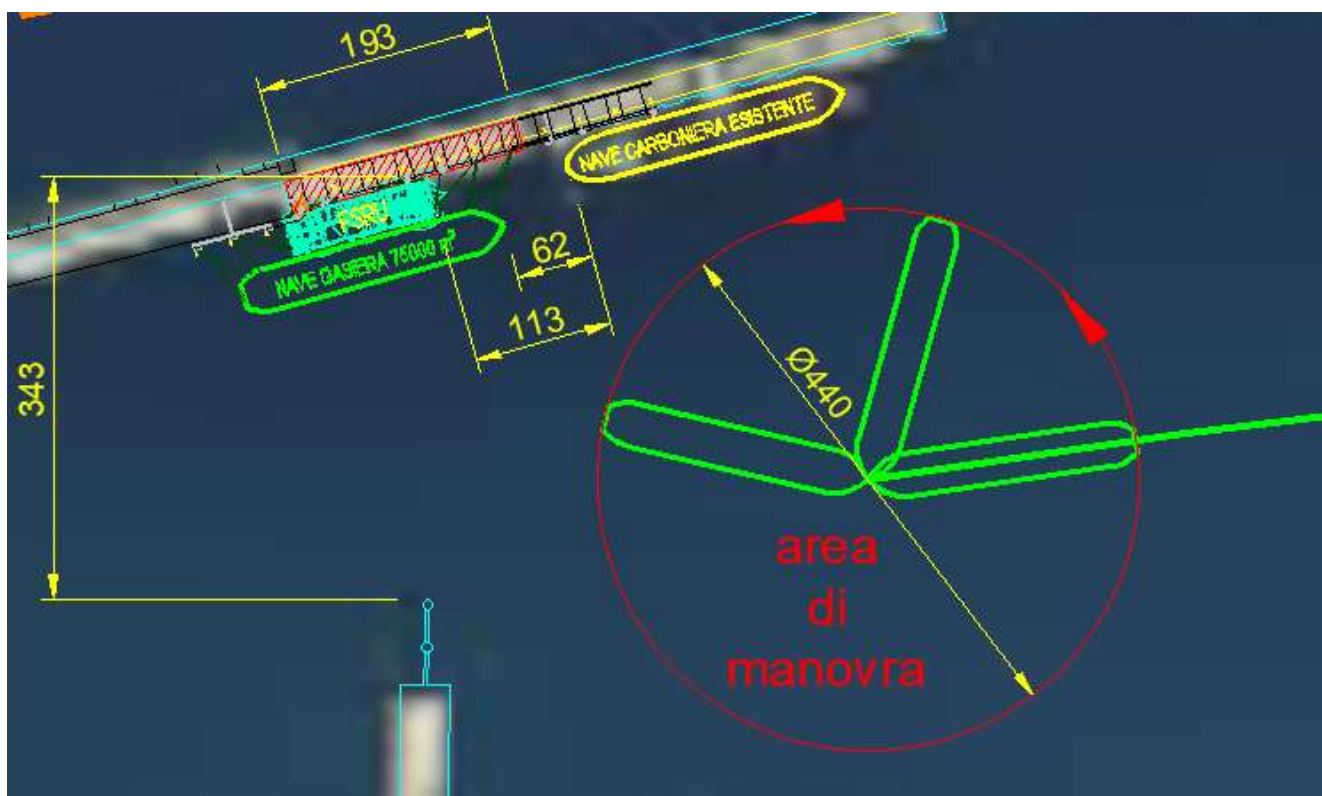


Figura 14 Area di Manovra in porto

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 24 di 25	Rev. 01

Per quanto concerne invece la rotta e l'area di manovra per la FSRU in porto, si faccia riferimento all'Allegato 2 "Layout Porto Torres – Manovra FSRU" (doc. no. P0032604-1-M2).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-15003	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 25 di 25	Rev. 01

9 CONCLUSIONI

Il presente studio è stato condotto prendendo come riferimento la nave gasiera di taglia massima, avente una capacità di stoccaggio di 75.000 m³, che si prevede approcherà il Terminale dell'area portuale industriale di Porto Torres e si ormeggerà in configurazione "side-by-side" con la FSRU di 25.000 m³ di capacità.

La banchina scelta all'interno dell'area portuale di Porto Torres per l'ormeggio della FSRU e delle navi gasiere corrisponde all'attuale molo carbonifero (Banchina E-ON).

La posizione geografica della banchina risulta favorevole dal punto di vista meteomarinico essendo in un'area protetta all'interno della Diga Foranea.

Le distanze fra la FSRU e la nave carboniera ormeggiata, fra la nave gasiera in transito e la nave carboniera ormeggiata e tra quest'ultima e la metaniera in transito rispettano i requisiti delle linee guida del PIANC ed il Regolamento di Sicurezza del Porto, dove applicabile.

Le dimensioni in termini di larghezza e profondità delle aree portuali di transito risultano idonee per lo svolgimento in sicurezza delle manovre di arrivo al Terminale, ormeggio, disormeggio e partenza.

L'area del cerchio di evoluzione per la gasiera da 75.000 m³, rispetta quanto suggerito dal PIANC, ovvero un diametro pari a 2 volte la lunghezza nave. Nelle vicinanze della banchina vi è spazio sufficiente a garantire la manovra in sicurezza, la quale sarà svolta unitamente alla presenza di rimorchiatori in assistenza alla nave nella sua evoluzione all'interno del bacino.

Data la presenza di una nave carboniera all'ormeggio adiacente la nave gasiera, si raccomanda di verificare la possibilità di contemporaneità fra le operazioni dei 2 Terminali.

Il numero minimo di rimorchiatori per garantire sicure manovre di ormeggio e disormeggio per le 3 taglie di navi gasiere viene fornito dall'Ordinanza no. 61/08 del 22 ottobre 2008 emessa della Capitaneria di Porto di Porto Torres.

Pertanto, viste le verifiche preliminari contenute nel presente rapporto, non si sono riscontrate criticità inerenti all'arrivo, ormeggio, disormeggio e partenza della FSRU e delle navi gasiere al Terminale del porto di Porto Torres.

Si evidenzia inoltre che le valutazioni qui condotte sono da intendersi come preliminari e potranno essere oggetto di successive integrazioni (in accordo con le Autorità), al fine di definire le modalità operative con cui eseguire le manovre in condizioni idonee di sicurezza anche in caso di situazioni di emergenza a seguito di imprevisto peggioramento delle condizioni meteomarine o di altri eventi non prevedibili.