

PROGETTO

# SVILUPPO PROGETTO TERMINALE GNL NEL PORTO DI MONFALCONE

UBICAZIONE

**MONFALCONE, ITALIA**

PROPONENTE

## SMART GAS S.p.A.

UNITA' FUNZIONALE

**DOCUMENTI PER AUTORIZZAZIONE**

TITOLO DOCUMENTO

Documento di Chiarimenti e Integrazioni  
Operazioni di Manovra e Ormeaggio delle Navi Gasiere

CONSULENZA



consulting, design, operation & maintenance engineering

Rev. 1 15/05/2015	Emissione per Approvazione	<i>Andrea Sola</i> Andrea Sola ALS  <i>Andrea Rossi</i> Andrea Rossi ANR	      Stefano Cappelozza SCZ	      Marco Bogliolo MBG
REVISIONE (DATA)	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

DATA	SCALA	CODIFICA INTERNA	DOC. N.				REV	FG
12/05/2015		15-475-H1	15	475	MNG	R	01	0
15/05/2015		15-475-H1	15	475	MNG	R	01	1

## INDICE

	<u>Pagina</u>
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>II</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>II</b>
<b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>	<b>III</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
1.1 PRESENTAZIONE DELL'INIZIATIVA	1
1.2 OPERE A MARE – ANALISI DEGLI INTERVENTI	2
1.3 STRUTTURA DEL DOCUMENTO	4
<b>2 ANALISI DELLE INTERFERENZE INDOTTE SUI TRAFFICI PORTUALI</b>	<b>5</b>
2.1 VICINANZA DELLA NAVE ORMEGGIATA DALLE ROTTE DI INGRESSO/USCITA	5
2.2 INTERFERENZE CON L'OPERATIVITÀ DEL PORTO DI MONFALCONE	7
2.2.1 Effetti connessi all'Utilizzo del Canale del Porto	7
2.2.2 Possibili Interferenze legate alle Operazioni di Discarica del GNL	8
<b>3 ESECUZIONE DELLE OPERAZIONI DI MANOVRA</b>	<b>10</b>
3.1 DISPONIBILITÀ DI SPAZI ADEGUATI	10
3.1.1 Canale di Accesso	10
3.1.2 Area di Evoluzione	12
3.2 EFFETTI DELL'ELICA SUL FONDALE	12
3.3 IMPIEGO DI RIMORCHIATORI	13
3.4 AREA DI ATTESA IN RADA	13
<b>4 STAZIONAMENTO DELLA NAVE PRESSO LA BANCHINA</b>	<b>16</b>
4.1 CARATTERISTICHE DELLE NAVI GASIERE	16
4.2 VERIFICA DELLE SOLLECITAZIONI ALL'ORMEGGIO	17
<b>5 CONCLUSIONI</b>	<b>21</b>
<b>RIFERIMENTI</b>	

## LISTA DELLE TABELLE

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 2.1: Numero di Arrivi/Mese presso il Porto di Monfalcone – Anno 2012	7
Tabella 2.2: Merci Movimentate presso il Porto di Monfalcone Anni 2012 – 2013 – 2014	7
Tabella 3.1: Aree di Ormeaggio nella Rada di Monfalcone (Ordinanza No. 76/2013)	14
Tabella 4.1: Caratteristiche Principali Navi Gasiere	16

## LISTA DELLE FIGURE

<b><u>Figura No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Figura 1.1: Opere a Mare – Inquadramento Interventi	3
Figura 2.1: Terminale GNL di Barcellona –Canale Interno di Accesso prospiciente l'Area di Ormeaggio di Navi Gasiere	6
Figura 3.1: Ubicazione delle Aree di Ancoraggio – Rada di Monfalcone	14
Figura 4.1: Coefficiente del Vento Longitudinale	18
Figura 4.2: Coefficiente del Vento Trasversale	19
Figura 4.3: Coefficiente del Vento di Imbardata	19

## **ABBREVIAZIONI E ACRONIMI**

ASPM	Azienda Speciale del Porto di Monfalcone
AU	Autorizzazione Unica
CCIIA	Consorzio Industriale di Monfalcone
CTR	Comitato Tecnico Regionale
FVG	Friuli Venezia Giulia
GNL	Gas Naturale Liquefatto
LNG	Liquified Natural Gas
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
MBL	Minimum Breaking Load
NOF	Nulla Osta di Fattibilità
OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
SIA	Studio di Impatto Ambientale
SRG	Snam Rete Gas
VIA	Valutazione di Impatto Ambientale

# RAPPORTO TERMINALE GNL NEL PORTO DI MONFALCONE DOCUMENTO DI CHIARIMENTI E INTEGRAZIONI OPERAZIONI DI MANOVRA E ORMEGGIO DELLE NAVI GASIERE

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PRESENTAZIONE DELL'INIZIATIVA

La società SMART GAS S.p.A. (società di scopo che raccoglie grandi consumatori regionali del Friuli Venezia Giulia) intende realizzare all'interno dell'area industriale del porto di Monfalcone un terminale ricezione, rigassificazione e distribuzione di Gas Naturale Liquefatto (GNL) di piccola taglia con lo scopo di aumentare la capacità di importazione del GNL in Italia, contribuendo alla diversificazione delle fonti energetiche e consentendo inoltre ai grandi consumatori regionali di stipulare contratti per la fornitura di gas a costi competitivi.

Tale progetto prevede l'implementazione di una filiera per il trasporto del GNL a mezzo di navi metaniere sino al terminale di ricezione per lo stoccaggio, la rigassificazione del prodotto e la successiva immissione nella rete di trasporto nazionale. Il progetto prevede inoltre la possibilità di distribuire direttamente il GNL mediante l'utilizzo di navi (LNG tankers), autobotti e ferrocisterne.

L'opera prevede quindi la realizzazione degli interventi infrastrutturali e impiantistici necessari a:

- consentire l'attracco delle navi metaniere e il trasferimento del prodotto liquido (GNL) dalle stesse ai serbatoi di stoccaggio attraverso tubazioni criogeniche;
- permettere la rigassificazione e la misura del GNL prima della sua immissione in rete;
- distribuire il GNL attraverso operazioni di bunkering su nave ("terminal to ship"), autobotti ("terminal to truck") e ferrocisterne ("terminal to rail").

Nel mese di Luglio 2014 SMART GAS S.p.A. ha provveduto all'avvio del procedimento di Autorizzazione Unica (AU) alla costruzione e all'esercizio dell'impianto, del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e della procedura per il rilascio del Nulla Osta di Fattibilità (NOF).

Successivamente all'avvio della procedura il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha formulato la richiesta di integrazioni prevista dalla procedura VIA. Tali richieste includono quelle espresse dalla Regione Friuli Venezia Giulia (FVG).

Al fine di fornire gli elementi richiesti dalle Amministrazioni SMART GAS S.p.A. ha quindi provveduto a ottimizzare il progetto consegnato a Luglio 2014 e ad aggiornare completamente la documentazione originariamente consegnata per l'avvio dell'iter autorizzativo.

Ferma restando la tipologia degli interventi originariamente previsti e di seguito elencati:

- esecuzione di dragaggi per l'approfondimento dei fondali;

- realizzazione di una cassa di colmata adeguatamente delimitata e protetta da una diga foranea, destinata alla ricezione dei sedimenti dragati;
- realizzazione di una nuova banchina dotata di strutture ed impianti per l'accosto, l'ormeggio e lo scarico delle navi metaniere da 125,000 m<sup>3</sup>;
- prolungamento dell'esistente diga di sottoflutto;
- posa delle condotte di processo (condotte criogeniche, linee per il vapore di ritorno e condotte per l'acqua antincendio) di collegamento tra la banchina e l'area del Terminale GNL;
- posa delle condotte di approvvigionamento e scarico dell'acqua da utilizzare per il processo di rigassificazione del GNL;
- realizzazione dell'impianto (stoccaggio, rigassificazione e distribuzione);
- posa del metanodotto di collegamento alla rete regionale di trasporto SRG,

le principali modifiche, rispetto alla documentazione originariamente predisposta, hanno riguardato:

- l'integrazione dei dragaggi (comprensivi della relativa gestione dei volumi di scavo) previsti dal presente progetto con quelli previsti dal progetto di dragaggio del canale di accesso e del bacino di evoluzione dalle attuali quote batimetriche a quota -12.5 m slm (proposto da CCIAA ed ASPM);
- il recepimento delle osservazioni formulate dal Comitato Tecnico Regionale (CTR) nell'ambito della procedura NOF, al fine di migliorare ulteriormente la sicurezza dell'impianto;
- una modifica al tracciato del metanodotto di collegamento al fine di eliminare completamente le interferenze con habitat di interesse naturalistico nell'attraversamento della palude di Sablici.

Nell'ambito dell'iter autorizzativo, sono stati inoltre richiesti alcuni chiarimenti in merito alla manovrabilità della nave gasiera durante la fase di avvicinamento al Porto e all'interno dell'area di evoluzione, nonché alle potenziali interferenze sui traffici del Porto di Monfalcone indotte dalla presenza delle gasiere, con particolare riferimento a:

- potenziali interferenze indotte dalla presenza della nave all'ormeggio sui traffici in ingresso/uscita dal Porto di Monfalcone;
- numero e potenza dei rimorchiatori che saranno impiegati per l'esecuzione delle manovre;
- disponibilità di un'area di attesa, all'interno del Golfo di Trieste, adeguata ad ospitare le navi gasiere;
- verifica di resistenza del sistema di ormeggio alle sollecitazioni indotte dal vento, in fase di stazionamento;
- analisi degli spazi disponibili per lo svolgimento delle manovre in ingresso e uscita dal Porto di Monfalcone.

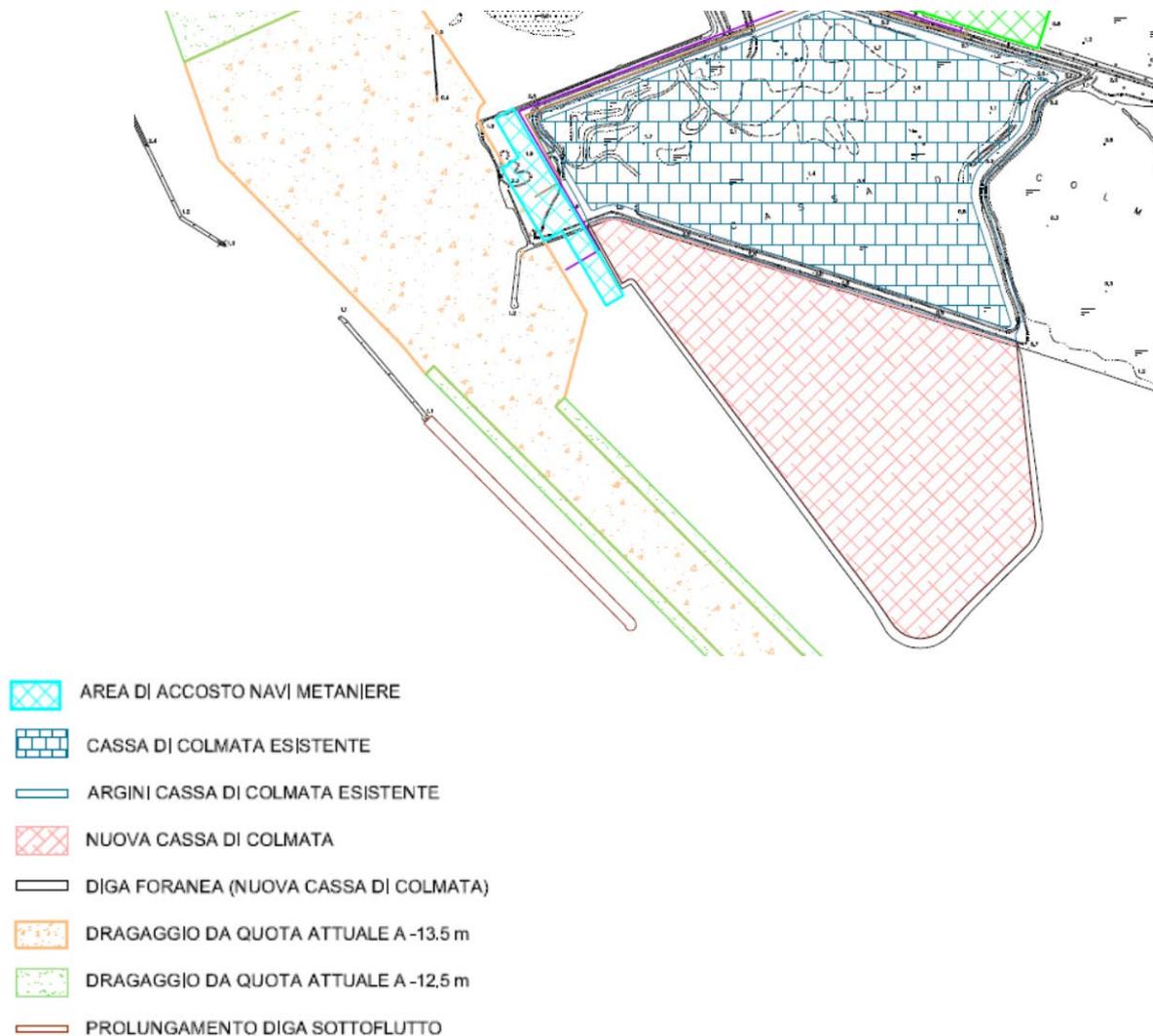
## 1.2 OPERE A MARE – ANALISI DEGLI INTERVENTI

Come precedentemente anticipato, in dettaglio gli interventi necessari a consentire l'arrivo, l'ormeggio, la scarica e la ripartenza delle metaniere includono:

- realizzazione di una banchina destinata all'ormeggio delle navi gasiere (in azzurro), che sarà ubicata in corrispondenza del lato Sud-Ovest della cassa di colmata esistente, per uno sviluppo complessivo di circa 430 m;
- approfondimento dei fondali lungo il canale di accesso al Porto e nell'area di evoluzione fino ad una profondità di rispettivamente -13.5 m s.l.m.m. (area in arancione) e -12.5 m s.l.m.m. (in verde);
- prolungamento del molo di sottoflutto (in viola).

I sedimenti dragati saranno confinati sia in una cassa di colmata esistente (in blu) sia in una di nuova realizzazione, che sarà realizzata a Sud di quella esistente (presentata in rosso).

Nella sottostante Figura 1.1 si riporta un inquadramento generale delle opere a mare nella configurazione di progetto.



**Figura 1.1: Opere a Mare – Inquadramento Interventi**

La banchina sarà ad una distanza di alcune centinaia di metri dal limite inferiore della nuova cassa di colmata e del prolungamento della diga di sottoflutto, in uno specchio acqueo relativamente protetto dalle condizioni meteo-marine insistenti sull'area.

La banchina sarà posizionata ad una distanza minima di circa 200 m dal canale di ingresso. Durante la fase di ormeggio e scarica, la nave gasiera risulterà pertanto ad una distanza di oltre 200 m dal centro del canale di ingresso, in un'area sufficientemente riparata dai traffici portuali.

### 1.3 STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Il presente documento riporta i risultati delle attività e degli approfondimenti condotti relativamente alla manovrabilità e allo stazionamento delle gasiere ed è così strutturato:

- al Capitolo 2 è presentata l'analisi delle potenziali interferenze indotte sull'operatività del Porto di Monfalcone dalla presenza della nave gasiera destinata all'approvvigionamento di GNL all'ormeggio, in particolare nell'ipotesi di esecuzione delle operazioni di scarica del GNL in periodo notturno;
- il Capitolo 3 contiene integrazioni e chiarimenti relativi alle operazioni di manovra;
- al Capitolo 4 si riportano, in dettaglio, ulteriori informazioni in merito allo stazionamento delle gasiere in banchina.

Con riferimento alle operazioni di manovra, si evidenzia inoltre che è attualmente in via di predisposizione uno studio di dettaglio, effettuato mediante simulatore dedicato, al fine di descrivere il comportamento delle gasiere in arrivo a Monfalcone lungo la rotta di avvicinamento al porto e nell'area di evoluzione, volto a confermare l'assenza di problematiche di rilievo durante lo svolgimento delle manovre.

## 2 ANALISI DELLE INTERFERENZE INDOTTE SUI TRAFFICI PORTUALI

La realizzazione del progetto potrà comportare l'arrivo di No. 22 navi gasiere da 125,000 m<sup>3</sup> (nave di progetto) all'anno, destinate all'approvvigionamento di GNL. Il transito e la permanenza delle metaniere potrebbe determinare:

- interferenze lungo le rotte di traffico associate all'occupazione temporanea del canale di accesso e del bacino di evoluzione. A riguardo, si evidenzia che nell'ambito dello SIA è già stata condotta una valutazione degli impatti sui traffici riconducibili all'occupazione del canale di accesso al Porto da parte delle metaniere in arrivo/partenza, sulla base dei tempi. Come già indicato nello SIA, cui si rimanda per maggiori dettagli, i tempi complessivi per lo svolgimento delle operazioni, da parte di una nave gasiera da 125,000 m<sup>3</sup> di capacità, sono di circa 20-21 ore, così ripartiti:
  - 3 ore circa per le operazioni di manovra e di attracco,
  - 3 ore circa per la preparazione alla fase di scarica,
  - 11 ore circa per la scarica del GNL,
  - 2 ore circa per l'espletamento delle operazioni preliminari alla partenza (drenaggio e soffiatura dei bracci, scollegamento bracci, preparazione documenti, i tempi di drenaggio e soffiatura dipendono molto dall'impianto),
  - 2 ore per disormeggio e manovra di uscita.

Il transito di ciascuna gasiera comporterà l'occupazione del canale o dell'area di manovra per 5 ore (non consecutive); in considerazione del ridotto numero di metaniere in arrivo nel corso dell'anno, non si prevedono pertanto interferenze rilevanti con gli attuali traffici portuali;

- rischi connessi al potenziale impatto di navi in transito con la gasiera ormeggiata. A riguardo, si evidenzia che all'interno del Rapporto Preliminare di Sicurezza e della documentazione integrativa predisposta nell'ambito della procedura per l'ottenimento del NOF (cui si rimanda per maggiori dettagli e informazioni), non sono state evidenziate situazioni di rischio riconducibili a potenziali impatti tra navi in transito e gasiera all'ormeggio;
- potenziali limitazioni al transito indotte dalla vicinanza dell'opera a mare con le rotte di traffico;
- eventuali limitazioni all'operatività portuale connessi allo stazionamento della nave gasiera destinata all'approvvigionamento di GNL durante la fase di scarica.

Nel presente documento sono fornite informazioni e chiarimenti in merito alle potenziali limitazioni sulla operatività del Porto.

### 2.1 VICINANZA DELLA NAVE ORMEGGIATA DALLE ROTTE DI INGRESSO/USCITA

Per quanto riguarda potenziali limitazioni indotte dalla presenza fisica della banchina sulle rotte di ingresso/uscita del Porto, si evidenzia che all'ormeggio la nave gasiera risulta ubicata ad una distanza minima di circa 150 m dal canale di accesso.

A livello generale, si anticipa che, come indicato all'interno delle Linee Guida SIGTTO "Site Selection and Design for LNG Ports and Jetties", utilizzate per l'ubicazione e la

progettazione di Terminali GNL all'interno di aree portuali, la presenza di rotte di traffico nelle vicinanze delle aree destinate all'ormeggio e alla scarica di navi metaniere non rappresenta di per sé un fattore escludente al normale svolgimento dei traffici portuali (SIGTTO, 2004), come peraltro confermato dalla presenza di numerosi Terminali GNL ubicati all'interno di canali portuali/artificiali (Huelva, Barcellona, Rotterdam, etc.), essendo poi tipicamente valutata caso per caso l'eventuale presenza di criticità connesse.

Con riferimento al Porto di Monfalcone, si evidenzia peraltro che gli spazi disponibili nel Porto di Monfalcone, nella nuova configurazione di progetto, risultano analoghi (o superiori) a quelli tipici di altri Terminali GNL operanti in Europa.

In particolare, si riportano di seguito alcune considerazioni relative al Terminale GNL di Barcellona, ubicato all'interno dell'area portuale e caratterizzato da due distinti pontili di ormeggio per la scarica delle metaniere.

Uno dei due pontili (destinato a metaniere di capacità massima di 80,000 m<sup>3</sup>), in particolare, è ubicato lungo un canale interno del porto (si veda la figura sottostante) interessato dal transito di navi portacontainer di lunghezza di circa 200 m (ossia analoga o superiore a quella della quasi totalità di navi in arrivo attualmente al Porto di Monfalcone).

Come indicato in figura, la larghezza complessiva del canale in corrispondenza del pontile è di circa 240 m (anche in assenza di nave gasiera); gli spazi disponibili risultano pertanto sensibilmente inferiori a quelli del progetto in esame.



**Figura 2.1: Terminale GNL di Barcellona –Canale Interno di Accesso prospiciente l'Area di Ormeggio di Navi Gasiere**

Sulla base di quanto riportato, non sono pertanto evidenziabili interferenze dirette indotte dalla realizzazione del progetto e, in particolare, dalla permanenza delle navi gasiere presso l'area di ormeggio.

## 2.2 INTERFERENZE CON L'OPERATIVITÀ DEL PORTO DI MONFALCONE

### 2.2.1 Effetti connessi all'Utilizzo del Canale del Porto

Il Porto di Monfalcone è un porto canale; l'attuale regolamento del Porto (Ordinanza della Capitaneria No. 76/2013) prevede che il canale di accesso possa essere occupato solo da un nave per volta.

Conseguentemente, nonostante l'esercizio del Terminale di rigassificazione di GNL costituisca una attività portuale di grande rilevanza (come per il vicino terminale petrolifero di Trieste), si è voluto verificare l'eventualità di potenziali effetti negativi sugli attuali traffici portuali.

A tal fine, è stata condotta un'analisi di dettaglio dei traffici portuali, volta a valutare non solo gli attuali volumi di traffico (numero di navi) ma anche le modalità con cui i traffici sono attualmente gestiti (in particolare gli orari di ingresso e uscita dal porto), con l'obiettivo di individuare, ove possibile, finestre temporali adeguate in cui si abbia un numero contenuto di transiti.

Si ricorda che all'interno dello SIA era già stato presentato il numero di navi/mese in arrivo al Porto di Monfalcone e relativo all'anno 2012 (tabella seguente).

**Tabella 2.1: Numero di Arrivi/Mese presso il Porto di Monfalcone – Anno 2012**

	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
<b>Arrivi</b>	48	40	58	55	60	55	68	57	60	64	56	60

In considerazione dell'incremento, nel corso del triennio 2012-2014, dei volumi di traffico portuale (si veda la sottostante tabella, in cui sono riportati i quantitativi annui di merci movimentate), pari al 20% (sito web Azienda Speciale per il Porto di Monfalcone), ai fini del presente documento si è provveduto ad aggiornare le informazioni di cui sopra.

**Tabella 2.2: Merci Movimentate presso il Porto di Monfalcone  
Anni 2012 – 2013 – 2014**

Categoria	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014
Merci in colli (t)	2,676,443	2,916,919	3,419,148
Rinfuse Solide Varie (t)	1,040,310	1,053,723	867,234
Rinfuse Liquide (t)	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>3,716,753</b>	<b>3,970,642</b>	<b>4,286,382</b>
Containers (in TEU)	812	814	753

L'analisi dei dati relativi ai traffici in ingresso e uscita dal Porto di Monfalcone nei primi mesi del 2015 (periodo compreso tra il 17 Febbraio e l'8 Aprile 2015) ha evidenziato (Capitaneria di Porto di Monfalcone, 2015):

- un numero estremamente contenuto di imbarcazioni in ingresso/uscita (mediamente No. 4 transiti al giorno);
- concentrazione dei traffici prevalentemente durante i giorni feriali e in periodo diurno; la percentuale di traffici durante la notte e nei giorni festivi risulta quindi ulteriormente trascurabile.

Il canale del porto risulta quindi attualmente poco utilizzato.

Nello scenario di progetto l'occupazione del canale del porto da parte delle 22 navi gasiere destinate all'approvvigionamento di GNL corrisponderà a 132 ore annue (1.5% del totale annuo).

Peraltro, il progetto preveda l'approfondimento dei fondali sia lungo il canale di accesso e area di evoluzione (fino a -13.5 m s.l.m.m.), sia all'interno dell'area portuale (fino a -12.5 m s.l.m.m.), con conseguenti benefici allo sviluppo delle potenzialità portuali attuali e future.

In considerazione di quanto sopra, la realizzazione del progetto non solo non limiterà i traffici portuali attuali, ma comporterà numerosi benefici all'attuale sviluppo portuale, per effetto sia del significativo incremento dei quantitativi di merce complessivamente movimentata, sia degli evidenti benefici economici che comporterà per l'intera economia regionale.

Nello specifico, l'arrivo al Terminale di No. 22 gasiere all'anno da 125,000 m<sup>3</sup>, determinerà un incremento del 30% circa rispetto ai volumi attuali (oltre 1,200,000 tonnellate di merci in più).

Tale incremento risulta ancora più rilevante se si tiene in considerazione che tutti i quantitativi saranno scaricati in corrispondenza di un'unica banchina, con un'efficienza pertanto molto elevata presso il singolo accosto.

Presso il terminale saranno inoltre occupati non meno di 30 addetti, senza includere il personale esterno addetto alle operazioni di manutenzione, servizio di ristoro, pulizia dell'area e security.

Il progetto Smartgas persegue inoltre l'obiettivo di ridurre il costo di approvvigionamento del gas metano delle principali industrie della Regione, gas metano i cui costi rappresentano uno degli elementi fondamentali di competitività di molte attività manifatturiere locali.

In sintesi, la realizzazione del progetto costituisce sicuramente un volano per lo sviluppo delle attività in ambito portuale e locale, con conseguenti benefici non solo sull'operatività e produttività complessiva del Porto, ma per l'intera economia della regione Friuli Venezia Giulia.

A tali benefici si accompagna un'interferenza trascurabile sui traffici portuali, in considerazione sia del ridotto incremento del numero di arrivi anno di gasiere sia dei volumi attuali di traffico (si veda quanto riportato al Paragrafo seguente).

### **2.2.2 Possibili Interferenze legate alle Operazioni di Discarica del GNL**

Come riportato al Paragrafo 2.1 nei porti europei dove sono presenti terminali GNL (Rotterdam, Huelva, Barcellona), non è prevista l'esclusione dei traffici marittimi durante le operazioni GNL.

Quanto sopra premesso, qualora a seguito di eventuali emissioni di Ordinanze dedicate volte a limitare/inibire il traffico navale durante le operazioni di scarico del GNL, è stata comunque condotta un'analisi di dettaglio volta a verificare eventuali limitazioni potenziali sui traffici in ingresso e uscita dal Porto riconducibili alle operazioni di scarico delle 22 navi gasiere previste.

Le attività di discarica del GNL dalle navi gasiere da 125,000 m<sup>3</sup> necessitano di circa 11 ore, conseguentemente il tempo annuo necessario per lo svolgimento di questa operazione è di 242 ore complessive, corrispondenti al 2.76% delle ore totali in un anno, percentuale

assolutamente contenuta se rapportata all'attuale livello di utilizzo del porto e del numero di transiti giornalieri.

Si evidenzia peraltro come i traffici durante il periodo notturno e festivo rappresentino una percentuale molto ridotta rispetto a quelli totali (già contenuti); qualora pertanto le attività di scarica venissero concentrate nella finestra notturna o festiva, tali interferenze risulterebbero ulteriormente trascurabili.

Preme sottolineare inoltre che nell'ambito della procedura autorizzativa non sono state evidenziate problematiche di sicurezza connesse alla permanenza delle gasiere all'ormeggio (rischio derivante da rilascio di GNL a seguito di eventuale impatto di navi in transito contro la gasiera all'ormeggio).

In conclusione, anche nell'ipotesi peggiore, le interferenze dell'impianto nei confronti delle attività portuali sono trascurabili, a fronte peraltro di evidenti benefici, sia sull'attività portuale sia sull'economia della Regione FVG.

### 3 ESECUZIONE DELLE OPERAZIONI DI MANOVRA

Nell'ambito della documentazione tecnica necessaria all'avvio dell'iter autorizzativo, è stato predisposto uno studio preliminare di manovra (D'Appolonia, 2014a), volto a fornire le principali informazioni in merito allo svolgimento delle operazioni di avvicinamento, evoluzione e accosto delle navi gasiere.

A seguito della richiesta di chiarimenti e integrazioni alla documentazione presentata, si riportano nel presente Capitolo ulteriori informazioni in merito, con particolare riferimento a:

- disponibilità di spazi adeguati lungo la rotta di accesso e nel bacino di evoluzione;
- numero di rimorchiatori impiegati per lo svolgimento delle operazioni;
- disponibilità di aree di attesa e ancoraggio, all'interno della Rada di Monfalcone, adeguate ad ospitare temporaneamente le gasiere in arrivo.

Si anticipa inoltre che è attualmente in fase di predisposizione uno studio di manovra di dettaglio che, attraverso un modello di simulazione di manovra non lineare a parametri concentrati, permetterà di determinare l'andamento temporale della traiettoria e della rotta della nave in risposta ai suoi organi di governo e di propulsione, considerando anche l'azione di disturbi esterni (onde, vento e corrente).

Il modello di simulazione terrà inoltre in considerazione l'azione dei rimorchiatori e, nel caso di manovra di ormeggio, di cavi, parabordi ed eventuali ancore.

Il modello matematico consentirà di rappresentare dal punto di vista idrodinamico gli effetti di particolari situazioni operative della nave in manovra, quali:

- acque ristrette (bank effect);
- bassi fondali (squat effect).

#### 3.1 DISPONIBILITÀ DI SPAZI ADEGUATI

Nel presente Paragrafo si riportano alcune informazioni di dettaglio in merito alle verifiche condotte, in fase di progettazione, al fine di garantire la disponibilità di spazi adeguati allo svolgimento delle operazioni di manovra:

- lungo il canale di accesso al Porto;
- nell'area di evoluzione,

in conformità a:

- riferimenti di buona pratica ingegneristica nell'ambito della progettazione portuale;
- principali norme in ambito navale.

##### 3.1.1 Canale di Accesso

Il dimensionamento della larghezza del canale di accesso è stato condotto sulla base delle indicazioni contenute all'interno delle norme per "Harbour Approach Channels Design Guidelines" emesse dal PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses) (PIANC, 2014).

Tali Linee Guida consentono di definire gli spazi minimi necessari a consentire il transito di navi di differente tipologia di carico sulla base di informazioni specifiche relative a:

- dimensioni del naviglio;
- tipologia di carico trasportato;
- caratteristiche meteomarine locali (vento, altezza d'onda, corrente);
- caratteristiche morfologiche del canale.

Le norme presentano i criteri per la definizione della larghezza di riferimento per canali di accesso ad aree portuali o per la navigazione all'interno dei porti stessi. In particolare, la larghezza di riferimento è legata ad una serie molteplice di parametri, quali:

- larghezza della nave di riferimento, assunta pari a 42 m;
- manovrabilità della nave: al fine di tenere in conto tale aspetto, le norme indicano che la larghezza della nave deve essere moltiplicata per un coefficiente compreso tra 1.3 e 1.8;
- velocità della nave (lenta, moderata o elevata);
- condizioni meteo (vento, correnti longitudinali e trasversali e altezza d'onda);
- disponibilità o meno di strumenti di supporto alla navigazione;
- caratteristiche del fondale. Tale parametro tiene in considerazione sia l'altezza del battente d'acqua lungo il canale sia il tipo di fondale (roccioso, sabbioso, etc.);
- profondità d'acqua lungo il canale (rapportata al pescaggio della nave);
- pericolosità del carico (bassa, media o alta). Le norme evidenziano, per le navi che trasportano GNL, un livello di pericolosità alto del carico.

Per ciascun parametro di cui sopra le norme indicano i contributi ulteriori (proporzionali alla larghezza della nave di riferimento) che devono essere eventualmente considerati, in funzione delle caratteristiche sito-specifiche (condizioni meteo, profondità dei fondali, etc.), della maggiore o minore facilità di manovra lungo il canale e della disponibilità di strumenti di supporto alla navigazione, al fine di definire la larghezza complessiva del canale.

Si evidenzia che:

- le operazioni di accesso al porto e di manovra saranno effettuate mediante l'ausilio di rimorchiatori, nonché attraverso il supporto di un pilota esperto;
- la velocità di accesso al porto sarà sostanzialmente contenuta o moderata (inferiore a 5 nodi);
- l'accesso al porto sarà in caso regolamentato in funzione delle condizioni meteorologiche. Si evidenzia comunque che le condizioni tipiche nell'area esterna al porto indicano, come presentato all'interno dello studio meteo-marino (cui si rimanda per maggiori dettagli e informazioni) nel corso dell'anno:
  - venti non superiori a 6 m/s per oltre l'80% del tempo,
  - altezze d'onda inferiori a 1 m per oltre il 99% del tempo,
  - correnti marine (relative al regime di corrente lungo costa) inferiori a 10 cm/s per circa l'80% del tempo ad una profondità di 6 m e per circa il 75% a 10 m di profondità. Peraltro, nell'assetto di progetto, si evidenzia che il canale di accesso al bacino portuale risulterà protetto ai lati da opere di difesa che minimizzeranno gli effetti della corrente nel canale.

La presenza di condizioni meteo più gravose potrà in caso comportare limitazioni all'accesso all'area portuale (da concordarsi in fase di più avanzata progettazione);

- il porto di Monfalcone dispone di sistemi di segnalazione e supporto alla navigazione;
- i fondali lungo il canale sono rappresentati da peliti.

A partire dalle indicazioni contenute nelle norme PIANC, è stata assunta una larghezza complessiva del canale di circa 2.8 volte la larghezza della nave, pari a circa 115 m.

### 3.1.2 Area di Evoluzione

Il dimensionamento del bacino di evoluzione è stato condotto sulla base sia delle indicazioni contenute all'interno delle linee guida PIANC sopra menzionate, sia di quelle contenute all'interno del "Port Designer's Handbook", comunemente considerato un punto di riferimento per quanto riguarda la progettazione civile di opere marittime.

Tali linee guida permettono di considerare un diametro del cerchio di evoluzione inferiore alle 2 lunghezze nave in presenza delle seguenti condizioni:

- condizioni meteomarine favorevoli: come evidenziato nel precedente paragrafo, l'accesso al porto e le conseguenti manovre di evoluzione e accosto in banchina potranno essere regolamentate in funzione delle condizioni meteo marine, potendo così usufruire di finestre temporali in cui gli agenti meteo siano particolarmente favorevoli;
- assistenza dei rimorchiatori: l'assistenza dei rimorchiatori sarà prevista, oltre che per la fase di transito nel canale di accesso, anche per le fasi di evoluzione e di accosto in banchina;
- navi dotate di bow thruster: le navi gasiere sono tipicamente dotate di eliche di manovra e sono quindi caratterizzate da buone capacità manovriere.

Al verificarsi di queste 3 condizioni, il diametro minimo del cerchio di evoluzione può essere considerato pari a 1.5 volte la lunghezza della nave. In considerazione del fatto che la nave di riferimento ha lunghezza fuori tutto pari a 290 m, il diametro minimo risulterebbe pari a 435, inferiore al diametro del cerchio previsto per le manovre delle metaniere (480 m).

Inoltre, anche nel caso in cui le navi non fossero dotate di eliche di manovra, le citate Linee Guida consentirebbero comunque di considerare un diametro di 1.6 volte la lunghezza della nave: anche nell'eventualità che questa condizione si verifichi il diametro minimo richiesto (circa 465 m) è minore di quello disponibile nel Porto di Monfalcone.

## 3.2 EFFETTI DELL'ELICA SUL FONDALE

Come già indicato all'interno della documentazione progettuale presentata ai fini dell'avvio dell'iter autorizzativo, la realizzazione del progetto comporterà l'arrivo di navi gasiere aventi pescaggio massimo pari a 11.4 m (metaniere di capacità pari a 125,000 m<sup>3</sup>). I pescaggi disponibili a seguito dell'approfondimento dei fondali risulteranno pari a 13.5 s.l.m.m. e quindi adeguati a consentire il transito delle stesse.

L'usuale pratica di costruzione delle navi prevede che l'elica presenti dimensioni sempre inferiori a quelle della parte immersa della metaniera. In dettaglio pertanto:

- l'estremità delle pale non supera mai la quota inferiore del fasciame del fondo (chiglia) in modo che anche in caso di situazioni di emergenza (tipicamente incaglio), l'elica non rischi di subire danni;

- in caso di nave in minima immersione (condizione di zavorra) l'estremità delle pale non fuoriesca dal pelo libero dell'acqua, in modo tale da consentire anche in questa condizione un corretto rendimento dell'elica, garantendo adeguate performance di spinta e manovrabilità alla nave.

In considerazione delle limitate velocità con cui la nave gasiera accederà al Porto, non si segnalano evidenze in merito; l'azione dell'elica delle navi gasiere risulta infatti analoga a quella delle attuali navi in transito da/verso il Porto di Monfalcone.

### 3.3 IMPIEGO DI RIMORCHIATORI

Come già anticipato all'interno dello Studio Preliminare di Manovra, tutte le operazioni delle navi gasiere (accesso in porto, manovra di evoluzione, ormeggio, disormeggio e ripartenza) saranno effettuate mediante l'ausilio di rimorchiatori.

Nello specifico, in considerazione delle dimensioni e della stazza delle navi gasiere di progetto, di capacità di 125,000 m<sup>3</sup>, si prevede come minimo l'impiego di No. 2 rimorchiatori, più due ulteriori che potranno essere impiegati in funzione delle condizioni specifiche in cui saranno effettuate le manovre.

I rimorchiatori saranno collegati alla nave a prora e poppa; quello di poppa avrà la funzione di mantenere la poppa al centro del canale e rallentare il moto. Quello di prora invece avrà il compito di dirigere la nave correggendo eventuali effetti causati dal vento e dalla corrente.

In dettaglio si prevede l'impiego di almeno No. 2 rimorchiatori aventi un tiro di minimo 50 t ciascuno. I rimorchiatori saranno attivati su chiamata; già in fase di sviluppo del progetto è stata investigata la disponibilità, presso il Porto di Monfalcone e quello limitrofo di Trieste, di mezzi di adeguate potenze e prestazioni.

In particolare il Porto di Monfalcone dispone di (Ocean, 2015):

- No. 2 rimorchiatori stanziali presso il Porto, aventi un tiro massimo dei cavi pari rispettivamente a 42 e 27 tonnellate;
- No. 3 rimorchiatori ulteriori che potranno essere impiegati su chiamata e provenienti dai porti limitrofi.

Il limitrofo Porto di Trieste, inoltre, dispone di rimorchiatori aventi potenze adeguate e tiri dei cavi anche superiori a 100 tonnellate.

Il numero di rimorchiatori effettivamente necessario sarà comunque definito in dettaglio nell'ambito dello studio di manovra in via di predisposizione.

### 3.4 AREA DI ATTESA IN RADA

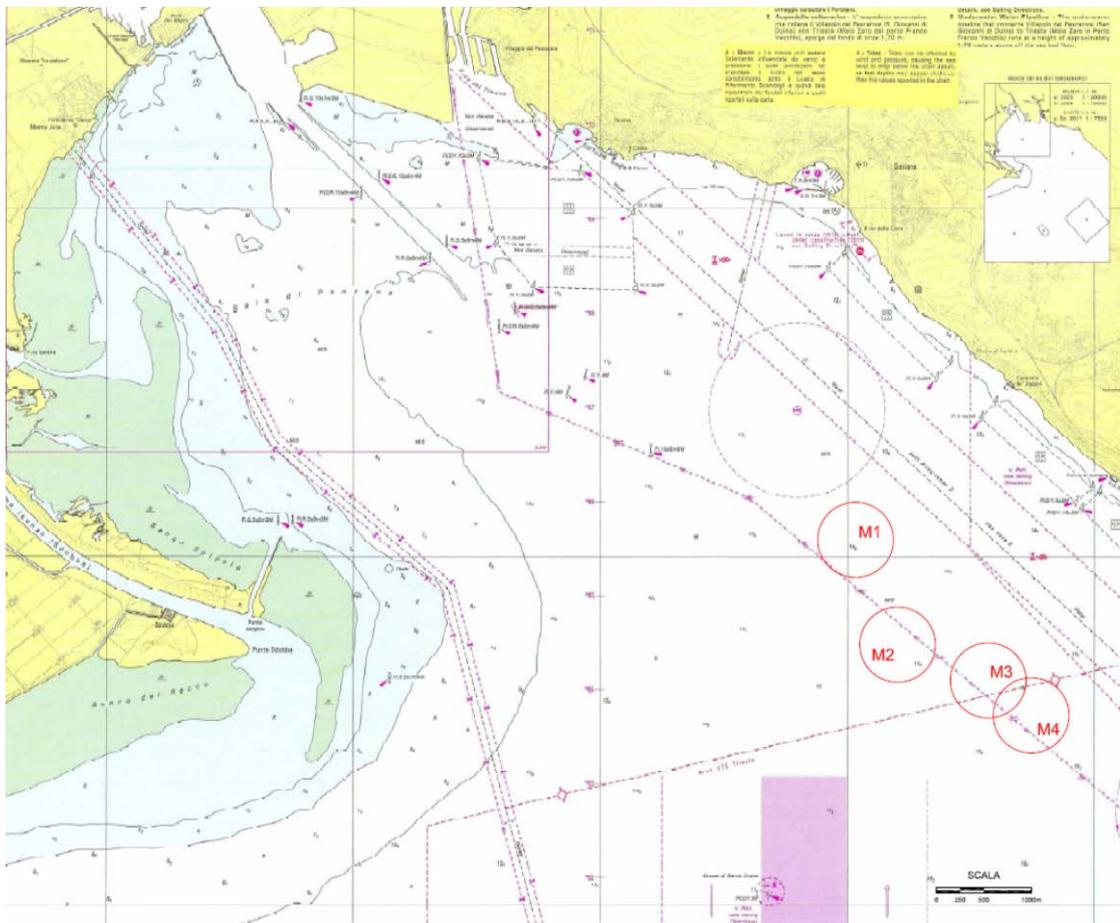
L'individuazione di aree idonee all'attesa (zone di ancoraggio) all'interno della Rada di Monfalcone è stata condotta a partire dalle indicazioni contenute all'interno delle Ordinanze vigenti per il Porto di Monfalcone.

Attualmente sono presenti No. 4 aree di ancoraggio nello specchio acqueo antistante il Porto di Monfalcone, posizionate a circa 1.5 miglia a Sud-Est rispetto alla boa foranea del Porto, come indicato all'interno dell'Ordinanza No. 76 del 26 Settembre 2013 (Capitaneria di Porto di Monfalcone, 2013).

L'ubicazione di tali aree è presentata nella figura sottostante, mentre in Figura 3.1 sono riportate le coordinate (espresse nel Sistema di Riferimento WGS84) del centro delle stesse. Ciascuna area di ancoraggio presenta un raggio pari a 0.25 miglia (400 m circa).

**Tabella 3.1: Aree di Ormeaggio nella Rada di Monfalcone (Ordinanza No. 76/2013)**

Area di Ancoraggio	Latitudine [N]	Longitudine [E]	Diametro [m]	Profondità Fondali [m]
M1	45° 44' 09.0"	13° 38' 06.0"	800	13.5
M2	45° 43' 49.0"	13° 38' 40.0"	800	15
M3	45° 43' 29.0"	13° 39' 13.0"	800	15
M4	45° 43' 08.4"	13° 39' 48.9"	800	15



**Figura 3.1: Ubicazione delle Aree di Ancoraggio – Rada di Monfalcone**

Per ciascuna area di cui sopra, è stato verificato che i pescaggi e gli spazi fossero sufficienti ad ospitare le navi gasiere (aventi lunghezza massima di 290 m). Si evidenzia a riguardo che:

- ciascuna area presenta un diametro di 800 m, ossia pari a quasi 3 volte la lunghezza della nave;
- le profondità minime in corrispondenza delle aree risultano sempre superiori a rispettivamente 13.5 m (Area M1) e 15 m (nelle altre 3 aree);
- le aree M1, M3 e M4 risultano ad una distanza minima di 1 km dalle principali direttrici di traffico verso il Porto di Monfalcone. L'area M2, invece, risulta posizionata a circa 400 m dalle rotte.

Sulla base di quanto sopra, si ritiene che le aree di ancoraggio attualmente presenti nella rada di Monfalcone siano adeguate anche a ricevere le navi gasiere. Le aree M1, M3 e M4 potrebbero comunque risultare preferibili in considerazione della maggiore distanza dalle rotte di ingresso al porto.

## 4 STAZIONAMENTO DELLA NAVE PRESSO LA BANCHINA

Come indicato al Capitolo 1, lo sviluppo del progetto comporterà, tra gli altri, la realizzazione di una nuova cassa di colmata (a Sud di quella esistente) e il prolungamento dell'attuale diga di sottoflutto.

In Figura 1.1 è presentata la futura configurazione dell'area di ingresso al Porto di Monfalcone; si evidenzia che la realizzazione degli interventi consentirà la protezione della banchina destinata all'ormeggio delle navi gasiere da moto ondoso e correnti presenti all'interno della Rada di Monfalcone.

In tale scenario, le sollecitazioni meteo-marine che tipicamente potranno influenzare il transito e la permanenza all'ormeggio delle gasiere saranno riconducibili all'azione del vento, e, più in dettaglio, dei venti che interesseranno trasversalmente le navi sia in fase di accesso al Porto e manovra, sia durante lo stazionamento in banchina.

Gli effetti indotti possono comportare:

- effetti sulla rotta che la nave deve seguire durante la manovra di ingresso in porto, evoluzione ed accosto. A riguardo, si evidenzia che è in fase di predisposizione uno studio di manovra di dettaglio, condotto mediante simulatore, che consentirà di valutare eventuali problematiche connesse, sia durante l'accesso al Porto sia in fase di evoluzione;
- movimenti eccessivi della nave all'ormeggio, nonché elevate sollecitazioni sul sistema di ormeggio previsto, in particolare in presenza di raffiche di vento; con riferimento a tale aspetto, nell'ambito della documentazione predisposta in fase di VIA, era già stata condotta una verifica preliminare del sistema di ormeggio, in conformità alle indicazioni contenute nelle Linee Guida OCIMF. Nel presente Capitolo sono state comunque condotte ulteriori verifiche.

I venti trasversali, agendo sulla superficie laterale della nave, determinano il massimo carico ambientale totale agente sulle navi ("effetto vela"), in particolare nella condizione di nave in "zavorra", in cui la stessa risulta maggiormente emersa, offrendo quindi una superficie maggiore su cui si sviluppa la forza dovuta all'azione del vento.

### 4.1 CARATTERISTICHE DELLE NAVI GASIERE

Le caratteristiche delle navi che sono state considerate all'interno del progetto sono riassunte nella seguente tabella:

**Tabella 4.1: Caratteristiche Principali Navi Gasiere**

Parametro	Simbolo	UdM	Gasiera Max		Gasiera Min	
			Ballast	Pieno Carico	Ballast	Pieno Carico
Capacità	\	m <sup>3</sup>	125,000		75,000	
Lunghezza fuori tutto	LOA	m	290		230	
Lunghezza tra perpendicolari	LBP	m	274		205	
Larghezza	B	m	42		34	
Altezza	D	m	26		21	

Parametro	Simbolo	UdM	Gasiera Max		Gasiera Min	
			Ballast	Pieno Carico	Ballast	Pieno Carico
Pescaggio	T	m	9.0	11.4	8.0	10.0
Area Laterale (sopra w-line)	$A_{WL}$	$m^2$	8,100	7,400	3,800	3,300
Area Frontale (sopra w-line)	$A_{WT}$	$m^2$	1,650	1,550	1,000	900

Il dimensionamento è stato ovviamente condotto con riferimento alla nave di progetto da 125,000 m<sup>3</sup>, in considerazione della maggiore superficie esposta e, quindi, dei carichi totali indotti sul sistema di ormeggio.

#### 4.2 VERIFICA DELLE SOLLECITAZIONI ALL'ORMEGGIO

All'interno dello studio preliminare di ormeggio predisposto da D'Appolonia era stata condotta la verifica del sistema di ormeggio della nave in banchina secondo i parametri riportati nelle linee guida OCIMF (D'Appolonia, 2014b). Tali Linee Guida indicano quale valore dimensionante per il sistema di ormeggio, in assenza di informazioni di maggior dettaglio, una velocità del vento pari a 60 nodi, a partire dalla quale, in funzione della superficie esposta al vento, si valuta la forza totale operante sulla gasiera.

Nel presente documento è stata condotta una verifica di dettaglio a partire dai dati meteo marini considerati ai fini della progettazione e contenuti all'interno dello studio meteo marino preliminare predisposto da D'Appolonia (D'Appolonia, 2014c). Nella Tabella 5.6 di cui al sopraccitato studio meteo sono riportati i valori di velocità del vento, suddivisi sia per settori di provenienza sia per periodo di ritorno.

Ai fini della presente verifica, considerando che le attività di scarica di GNL sono tipicamente svolte su un periodo temporale di circa 11-12 ore (ossia piuttosto breve), il periodo di ritorno più opportuno da considerare risulta essere quello di un anno, rappresentante delle così dette "condizioni operative".

Nello specifico ai fini della verifica del sistema di ormeggio si è fatto riferimento allo scenario ritenuto più gravoso, ossia con:

- vento trasversale (proveniente da Nord-Est);
- valore del vento: massimo annuo della media sul minuto (raffica da 1');
- nave gasiera da 125,000 m<sup>3</sup> in condizione di zavorra (massima superficie esposta).

La velocità di riferimento considerata nel presente studio è quindi di 34 m/s, corrispondente a circa 67 nodi, valore superiore ai 60 nodi di cui alle Linee Guida OCIMF.

I valori del vento sono stati quindi corretti mediante opportuni coefficienti proposti nelle Linee Guida OCIMF per navi gasiere al fine di tenere conto della direzione di provenienza dello stesso sulla nave (si veda quanto riportato nelle figure sottostanti).

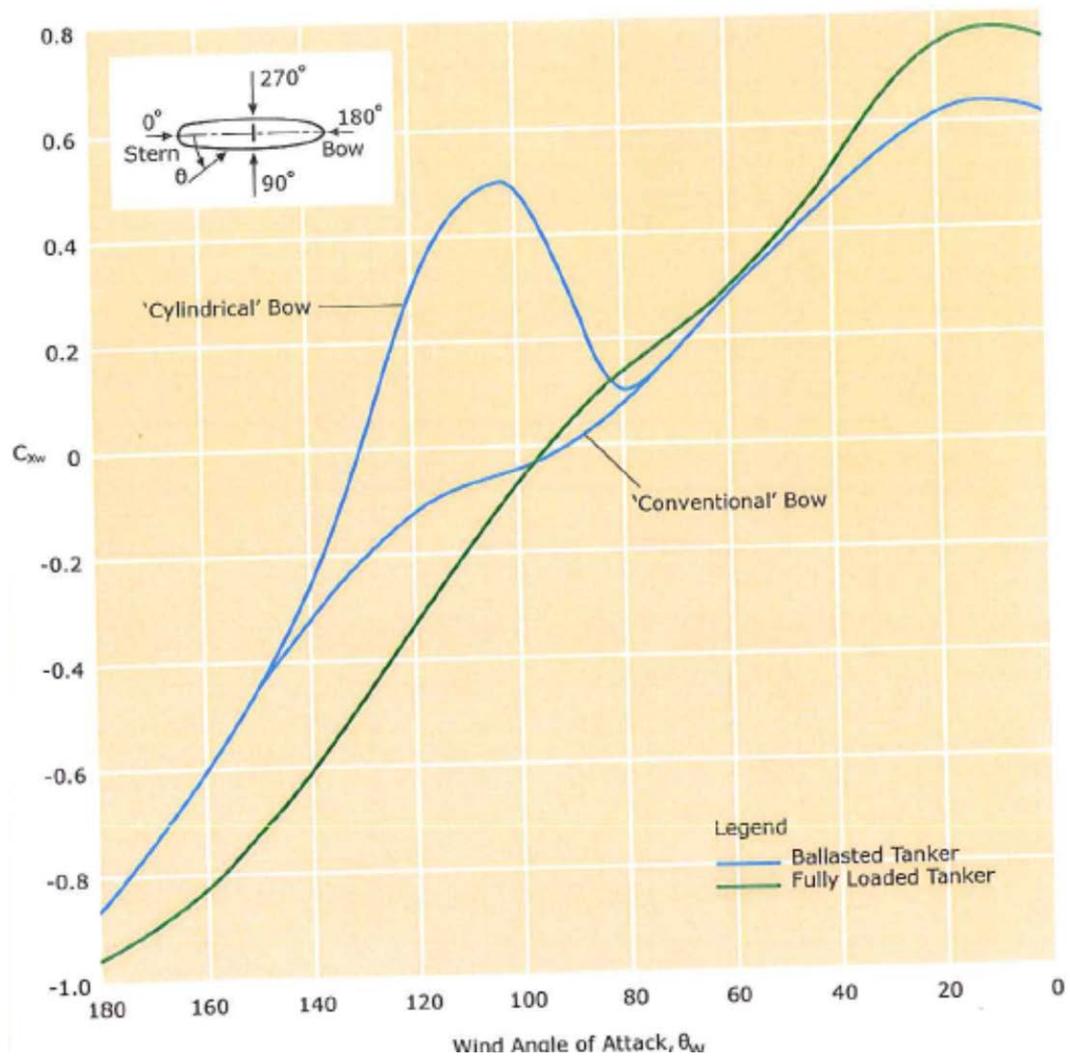
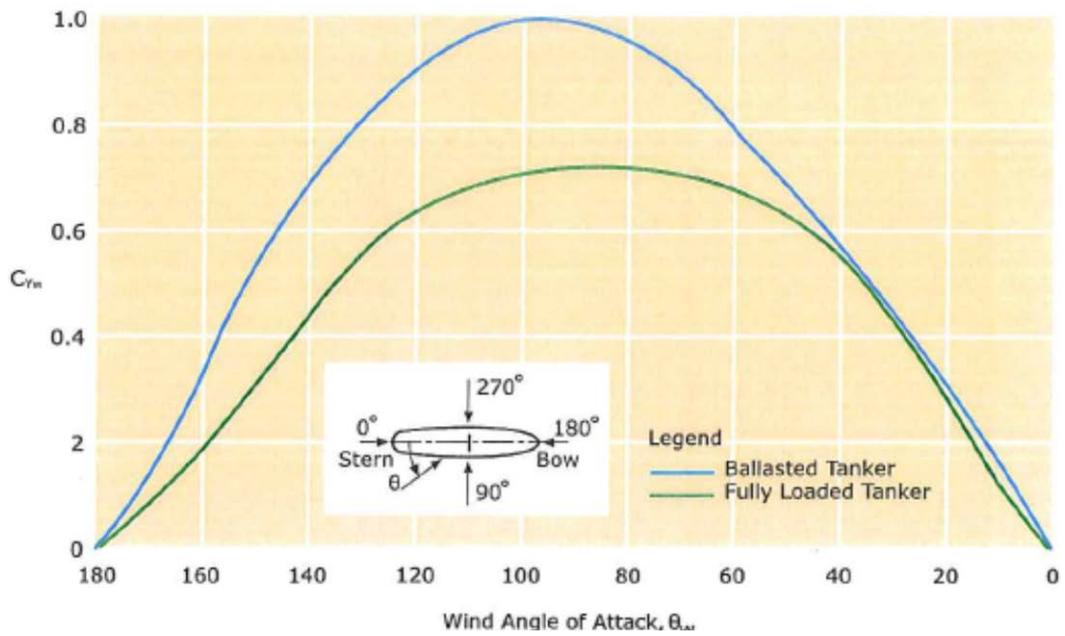
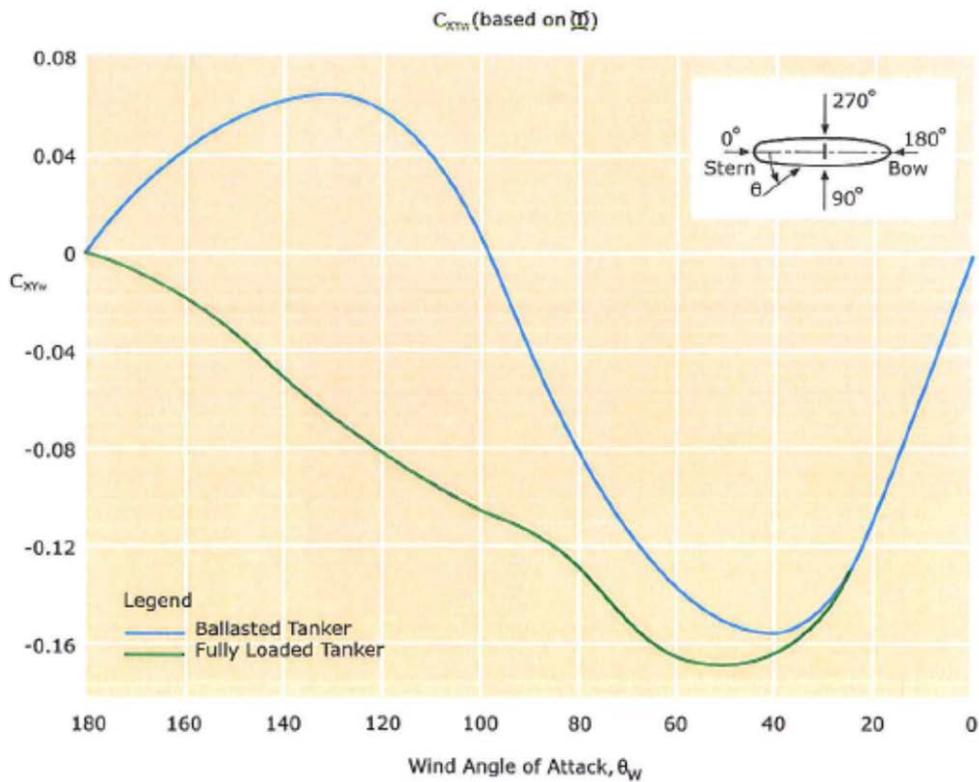


Figura 4.1: Coefficiente del Vento Longitudinale



**Figura 4.2: Coefficiente del Vento Trasversale**



**Figura 4.3: Coefficiente del Vento di Imbardata**

Anche nelle nuove condizioni considerate, il sistema risulta verificato; in particolare i cavi maggiormente sollecitati risultano avere un valore di tensione pari al 43% del MBL della linea, al di sotto del valore ammissibile che in questo caso, secondo le linee guida OCIMF, risulta essere il 55% del MBL di ciascun cavo.

Non si evidenziano pertanto problematiche indotte dal vento durante lo stazionamento in banchina.

## 5 CONCLUSIONI

Nell'ambito della procedura autorizzativa per la realizzazione di un Terminale di stoccaggio e rigassificazione di GNL da realizzarsi nel Porto di Monfalcone, sono state formulate alcune richieste di chiarimento in merito a:

- interferenze e/o limitazioni indotte sui traffici portuali ad opera della discarica della nave;
- svolgimento delle operazioni di manovra;
- stazionamento della nave gasiera.

Si anticipa che, all'interno della documentazione trasmessa per l'avvio dell'iter autorizzativo, è emersa:

- l'assenza di rischi di potenziali rilasci indotti da impatti tra navi in transito e la nave gasiera ormeggiata (si veda quanto riportato all'interno del Rapporto di Sicurezza per il NOF);
- un'incidenza assolutamente trascurabile sui traffici portuali per effetto del transito delle gasiere nel canale di accesso e nell'area di evoluzione (1.3% annuo in totale), anche in considerazione degli attuali volumi di navi in ingresso/uscita dal Porto (mediamente No. 4 transiti/giorno nel corso dei primi mesi del 2015).

Come riportato all'interno del presente studio, si evidenzia inoltre che:

- per quanto concerne potenziali interferenze/limitazioni indotte ai traffici portuali:
  - la presenza della nave metaniera in fase di scarico del GNL all'ormeggio non comporta necessariamente l'interdizione dei traffici di altre navi in ingresso/uscita dal Porto,
  - l'area di ormeggio risulta ubicata a più di 200 m dal canale di accesso al porto, non determinando pertanto alcuna interferenza diretta sulle rotte di ingresso,
  - attualmente i traffici portuali a Monfalcone risultano limitati (No. 4 transiti/giorno in media) e prevalentemente concentrati in periodo diurno e nei giorni feriali,
  - nell'ipotesi di effettuare le operazioni di trasferimento del GNL in periodo notturno e/o nei giorni festivi, eventuali limitazioni al transito di altre navi nel canale di accesso e nell'area di evoluzione risulterebbero assolutamente trascurabili,
  - per contro, la realizzazione dell'intervento consentirebbe un significativo incremento sia dei volumi di merci movimentate (+30% circa) sia dei livelli occupazionali, con evidenti effetti positivi sull'occupazione e sulla necessità di servizi di supporto,
  - inoltre l'approfondimento dei fondali lungo il canale di accesso e all'interno delle rotte portuali consentirà l'arrivo di navi di maggiore taglia, con conseguenti benefici ai traffici attuali e futuri del porto;
- le operazioni di ingresso in Porto, manovra, ormeggio e disormeggio saranno condotte mediante l'ausilio di rimorchiatori in numero e capacità di tiro adeguati alla tipologia di nave in ingresso (gasiera da 125,000 m<sup>3</sup>, aventi una lunghezza massima di 290 m), che saranno impiegati su chiamata (dal Porto di Trieste e/o da quello di Monfalcone);

- qualora sia necessario per le gasiere un periodo di attesa nella rada di Monfalcone prima di poter accedere al Porto (per condizioni meteo particolarmente sfavorevoli, problematiche operative, etc.), si evidenzia che le aree di ancoraggio già presenti definite dalla Capitaneria di Porto (da M1 a M4, come riportate nell'Ordinanza No. 76 del 2013) presentano dimensioni e profondità dei fondali adeguati allo stazionamento. Peraltro, tutte le aree sono ubicate a una distanza minima di alcune centinaia di metri dalle rotte principali di traffico;
- il sistema di ormeggio risulta adeguato a sopportare i carichi indotti dalle raffiche di vento massime annue che si possono registrare su un minuto di tempo, garantendo pertanto condizioni di moti nave trascurabili all'ormeggio ed elevata funzionalità del sistema.

Si segnala infine che è in fase di predisposizione uno studio di manovra di dettaglio che, attraverso l'impiego di simulatore dedicato, investigherà il comportamento delle metaniere durante l'accesso al Porto e nell'area di evoluzione, valutando nello specifico se l'insieme delle condizioni meteo e delle caratteristiche del canale possano influenzare

ANR/ALS/SCZ/MBG:sls

## RIFERIMENTI

Capitaneria di Porto di Monfalcone, 2013, Ordinanza No. 76 del 26 Settembre 2013.

Capitaneria di Porto di Monfalcone, 2015, “Situazione delle Navi nel Porto di Monfalcone”, comunicazione via e-mail da Smart Gas a D’Appolonia, 22 Aprile 2015.

D’Appolonia, 2014a, Studio di Manovrabilità, Doc. No. 14-007-H7, Rev. 1, Giugno 2014.

D’Appolonia, 2014b, Studio di Ormeaggio, Doc. No. 14-007-H9, Rev. 1, Giugno 2014.

D’Appolonia, 2014c, Studio Meteo-Marino Preliminare, Doc. No. 14-007-H4, Rev. 1, Giugno 2014.

D’Appolonia, 2015a, Studio di Impatto Ambientale, Doc. No. 14-007-H12, Rev. 1, Marzo 2015.

D’Appolonia, 2015b, Nulla Osta di fattibilità NOF, Doc. No. 14-007-H8, Rev. 1, Febbraio 2015.

D’Appolonia, 2015c, Relazione Tecnica Integrativa al NOF, Doc. No. 14-007-H36, Rev. 0, Aprile 2015.

Ocean, 2015, conference call in data 5 Maggio 2015, oggetto: “Disponibilità di Rimorchiatori nel Porto di Monfalcone – Numero di Mezzi a Disposizione e relativo Tiro”, Maggio 2015.

PIANC, 2014, “Harbour Approach Channels Design Guidelines”, Report No. 121-2014.

Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO), 2004, “Site Selection and Design for LNG Ports and Jetties”, June 2004.

Siti web:

Sito web Azienda Speciale per il Porto di Monfalcone, dati di traffico nel Porto di Monfalcone, anni 2012, 2013 e 2014, da sito web: <http://www.porto.monfalcone.gorizia.it/traffico.htm>.