

Allegato C.4.1-F
Analisi dei possibili casi di rilascio di
GNL a seguito di collisione di mezzi
navali con la FSRU

Doc. No. P0023964-1-H1 Rev.0 – Novembre 2021





SNAM Rete Gas S.p.A.

Terminale di Portovesme

**Allegato C.4.1-F al Rapporto Preliminare di Sicurezza –
Analisi dei possibili casi di rilascio di GNL a seguito di
collisione di mezzi navali con la FSRU**

Doc. No. P0023964-1-H1 Rev. 0 – Novembre 2021

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	F. Ovidi / M. Gattuso	M. Gattuso	G. Uguccioni	Novembre 2021

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	2
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	3
1 INTRODUZIONE	4
2 METODOLOGIA, CRITERI E ASSUNZIONI	5
2.1 GENERALITÀ	5
2.2 VALUTAZIONE DELL'ENERGIA DI IMPATTO CRITICA	5
3 ANALISI DELLA POSSIBILE COLLISIONE DI MEZZI NAVALI IN TRANSITO CONTRO LA FSRU	7
3.1 DIMENSIONI TIPICHE DELLE UNITÀ NAVALI NEL PORTO COMMERCIALE DI PORTOVESME	7
3.1.1 Unità navali in transito	7
3.1.2 Unità navali dedicate al Terminale	9
3.2 VALUTAZIONE DELLA CREDIBILITÀ DELL'EVENTO DI RILASCIO DI GNL DA SERBATOIO A SEGUITO DI COLLISIONE CON ALTRA NAVE	9
REFERENZE	11

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1: Energie di impatto in [MJ] in funzione del dislocamento [ton] e della velocità in nodi [kn] della nave impattante. Nelle celle grigie, in grassetto, le energie di impatto critiche.	5
Tabella 3.1: Limitazioni e obblighi per gli accosti di riferimento [5]	9
Tabella 3.2: Velocità di impatto critica in funzione	9

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

DWT	Dead Weight Tonnage
FSRU	Floating Storage Regasification Unit
GNL	Gas Naturale Liquefatto
GT	Gross Tonnage
LFT	Lunghezza Fuori Tutto
TSL	Tonnellaggio Stazza Lorda

1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce l'Allegato C.4.1-F al Rapporto Preliminare di Sicurezza del nuovo Terminale di Portovesme.

Scopo del presente documento è quello di presentare i risultati della valutazione che un mezzo navale in transito all'interno del porto commerciale di Portovesme possa urtare contro la FSRU ormeggiata presso la Nuova Banchina Commerciale, al fine di escludere la possibilità di rilascio di GNL dai serbatoi di stoccaggio della FSRU a seguito di collisione.

2 METODOLOGIA, CRITERI E ASSUNZIONI

2.1 GENERALITÀ

La valutazione è basata sull'analisi degli aspetti gestionali e geometrici del caso. In particolare, gli aspetti presi in considerazione sono i seguenti:

- ✓ dimensioni e velocità tipiche dei mezzi navali in transito nell'area portuale, al fine di valutare se l'energia d'impatto può essere sufficiente per causare una rottura dei serbatoi della FSRU. Per tale valutazione saranno analizzate le limitazioni all'ingresso alla zona portuale, con particolare riferimento alle taglie delle unità navali consentite, e le dimensioni e le velocità tipiche del traffico navale dell'area;
- ✓ ordinanze in vigore relativamente alle operazioni di ingresso al porto (come sistemi di pilotaggio, velocità, condizione meteomarine, etc.).

Si fa presente che una valutazione dettagliata della capacità dello scafo del Terminale di resistere a carichi di impatto credibili, mediante analisi della deformazione plastica, sarà condotta dal Fornitore della FSRU, come richiesto nella specifica funzionale del Terminale FSRU [6]. Obiettivo di tale analisi sarà quello di escludere la possibilità di perdite di contenimento a seguito di impatto.

2.2 VALUTAZIONE DELL'ENERGIA DI IMPATTO CRITICA

Al fine di valutare l'energia di impatto critica, cioè tale da causare un rilascio dai serbatoi della FSRU, l'effetto di un'eventuale collisione di una nave con il Terminale è stato analizzato mediante simulazioni strutturali di impatti nelle condizioni più gravose, ovvero per impatti a 90°, nei quali cioè la nave impattante urta il fianco del Terminale FSRU perpendicolarmente. Una descrizione delle analisi svolte è riportata nella letteratura scientifica prodotta da Sandia et al. [3] e da Pitblado [2]. I risultati delle analisi mostrano che impatti anche con navi di grandi dimensioni con velocità inferiori a circa 6 nodi non causano danni ai serbatoi interni [3] e che impatti con un'altra nave gasiera a velocità di 6,6 nodi o con una petroliera di 300.000 DWT (Dead Weight Tonnage) a pieno carico a 1,7 nodi non causano danni al serbatoio interno [2]. Da tali dati risulta che la energia di impatto che può causare rilascio varia da circa 120 MJ a 440 MJ.

Si assume quindi che l'impatto possa causare rilascio per energie attorno ai 200 MJ.

Le energie di impatto in funzione del dislocamento della nave impattante, definito come massa totale dell'imbarcazione comprensiva di tutti i carichi presenti a bordo, e per diverse velocità di impatto, sono riassunte nella tabella seguente, dove le energie di impatto critiche, cioè in grado di causare rilascio per urto perpendicolare, sono indicate nelle celle grigie, in grassetto.

Tabella 2.1: Energie di impatto in [MJ] in funzione del dislocamento [ton] e della velocità in nodi [kn] della nave impattante. Nelle celle grigie, in grassetto, le energie di impatto critiche.

Dislocamento [ton]	Energia [MJ]						
	1.7 kn	2.9 kn	5 kn	6.5 kn	10 kn	15 kn	20 kn
1.000	0	1	3	5	13	30	53
3.000	1	3	10	16	40	89	159
14.500	6	16	49	79	192	432	768
60.000	22	66	195	330	780	1.760	3.120
80.000	31	89	270	436	1.057	2.384	4.235

Dall'esame dei dati riportati nella precedente tabella, si conclude che:

- ✓ Eventuali impatti con navi di massa totale fino a 3.000 tonnellate non sono in grado di causare il danneggiamento dei serbatoi della FSRU, indipendentemente dalla velocità di impatto;
- ✓ Eventuali impatti con navi di massa totale fino a 14.500 tonnellate possono causare il danneggiamento dei serbatoi della FSRU per velocità sopra i 10 nodi;
- ✓ Eventuali impatti con navi di massa di 60.000 tonnellate possono causare il danneggiamento dei serbatoi della FSRU per velocità sopra i 5 nodi;

- ✓ Eventuali impatti con navi di massa superiore a 60.000 tonnellate possono causare il danneggiamento dei serbatoi della FSRU per velocità sopra i 3 nodi.

3 ANALISI DELLA POSSIBILE COLLISIONE DI MEZZI NAVALI IN TRANSITO CONTRO LA FSRU

Nel presente capitolo viene investigata la possibilità che un mezzo navale in transito all'interno del porto commerciale di Portovesme possa urtare contro la FSRU ormeggiata presso la Nuova Banchina Commerciale, al fine di escludere la possibilità di rilascio di GNL dai serbatoi di stoccaggio della FSRU a seguito di collisione.

Le valutazioni sono basate sulla metodologia descritta nel precedente Capitolo 2.

3.1 DIMENSIONI TIPICHE DELLE UNITÀ NAVALI NEL PORTO COMMERCIALE DI PORTOVESME

Le unità navali in transito nel Porto Commerciale di Portovesme che potenzialmente possono impattare con il Terminale FSRU sono:

- ✓ Unità navali in transito, per attività non inerenti all'impianto FSRU;
- ✓ Unità navali dedicate, cioè a servizio delle attività del Terminale (Shuttle Carrier e Navi metaniere "bunkering vessel").

Nei seguenti paragrafi, l'evento di collisione verrà analizzato considerando gli aspetti geometrici e gestionali delle imbarcazioni sopra elencate.

3.1.1 Unità navali in transito

La caratterizzazione delle imbarcazioni presenti all'interno del Porto Commerciale di Portovesme è stata effettuata sulla base delle prescrizioni riportate nell'Ordinanza N° 27/08 "Regolamento del Porto Commerciale di Portovesme" emanata dall'Ufficio Circondariale Marittimo di Portoscuso [5] e del traffico tipico dell'area.

Le informazioni inerenti agli ormeggi sono riportate nel Capo I° all'Articolo 1, dove vengono individuati gli accosti presenti nel Porto. Gli accosti, così come identificati dall'Ordinanza, sono riportati nella seguente figura, dove viene indicato in rosso l'accosto dedicato al nuovo Terminale FSRU.

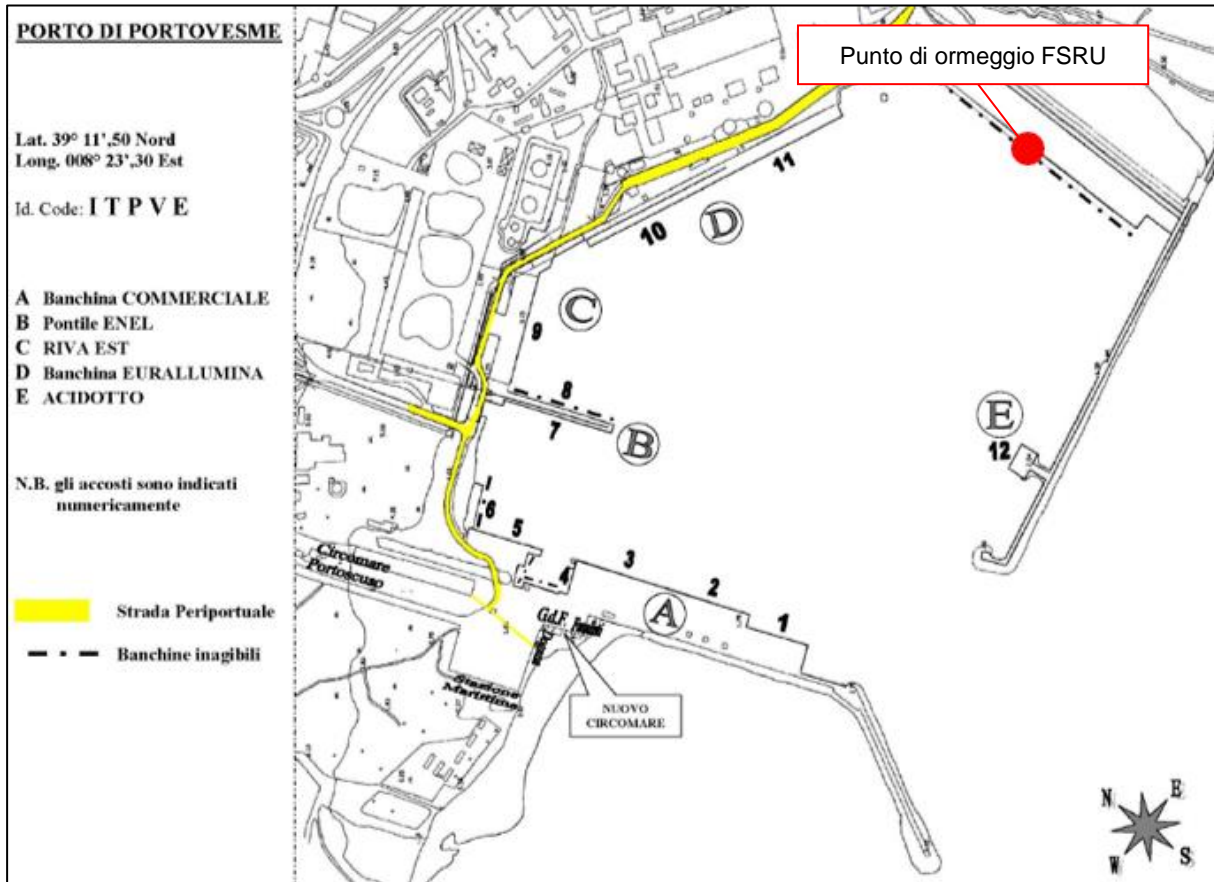


Figura 3.1: Accosti del Porto Commerciale di Portovesme [5]

Nell'Articolo 11 del Capo I° dell'Ordinanza vengono forniti le limitazioni e gli obblighi per l'ormeggio delle unità navali, in riferimento a due parametri caratteristici delle navi: la Lunghezza Fuori Tutto (LFT) ed il Tonnellaggio di Stazza Lorda (TSL, oppure GT – Gross Tonnage), definiti all'Articolo 2 dell'Ordinanza come segue:

- ✓ *LFT - Lunghezza fuori tutto: La lunghezza massima dell'unità, incluse le appendici dello scafo e del bulbo, senza riferimento ad un galleggiamento specifico;*
- ✓ *TSL - Tonnellaggio di Stazza Lorda (GT): La volumetria interna totale della nave, misurata in Tonnellate di Stazza, così come riportato nella Convenzione Internazionale "Tonnage 69" e riportata sul Certificato di Stazza Internazionale.*

Per ogni accosto sono forniti i valori limite di LFT e GT e gli eventuali obblighi sul numero di rimorchiatori per l'ormeggio delle navi in ingresso. Per l'analisi delle dimensioni tipiche dei mezzi navali in transito si è fatto pertanto riferimento alle prescrizioni presenti nell'Articolo 11 del Regolamento ed in accordo alle seguenti assunzioni:

- ✓ Non si considera possibile il transito in porto di navi con dimensioni (LFT o GT) maggiori rispetto ai valori limite forniti dall'Ordinanza;

Considerando la conformazione del porto e la distanza dei singoli accosti dall'ormeggio del Terminale (si veda Figura 3.1: Accosti del Porto Commerciale di Portovesme [5])

- ✓), le navi dirette verso gli accosti da 1 a 7 non sono considerate come potenziali navi impattanti, poiché le rotte delle imbarcazioni dirette a tali accosti, ragionevolmente, non possono interferire con il Terminale. Pertanto, si considerano nell'analisi solamente le navi dirette verso gli accosti n. 8, 9, 10, 11 e 12.

Sulla base delle ipotesi sopraelencate, si riportano nella seguente tabella le limitazioni e gli obblighi all'ormeggio delle navi per gli accosti di riferimento.

Tabella 3.1: Limitazioni e obblighi per gli accosti di riferimento [5]

Accosto n.	Limitazioni e Obblighi
Tutti	✓ Navi petroliere o chimichiere con GT maggiore di 3.000: obbligo rimorchiatore in ormeggio.
8	✓ Non operativo.
9	<ul style="list-style-type: none"> ✓ LFT massimo 135 m; ✓ LFT fino a 125 m & unità dotata sia di elichetta di manovra di prua che di elichetta di manovra di poppa: nessun obbligo di rimorchiatore; ✓ LFT fino a 125 m & unità dotata di sola elichetta di manovra di prua oppure di sola elichetta di manovra di poppa: obbligo di rimorchiatore in ormeggio oppure in disormeggio, in base alla tipologia dell'elica di propulsione; ✓ LFT maggiore di 125 m fino a 135 m: obbligo di rimorchiatore in ormeggio o in disormeggio, in base alla tipologia dell'elica di propulsione.
10 e 11	<ul style="list-style-type: none"> ✓ LFT maggiore di 200 m oppure GT maggiore di 25.000: obbligo secondo rimorchiatore in ormeggio; ✓ GT maggiore di 3.000: obbligo rimorchiatore in ormeggio.
12	<ul style="list-style-type: none"> ✓ LFT massimo 130 m; ✓ LFT maggiore di 120 m: obbligo elichetta di manovra di prua; ✓ GT maggiore di 3.000: obbligo rimorchiatore in ormeggio.

Sulla base delle limitazioni riportate nella precedente tabella e da un'analisi preliminare del traffico nel Porto Commerciale di Portovesme, le imbarcazioni in transito nell'area sono caratterizzate da dislocamento fino a 80.000 ton.

3.1.2 Unità navali dedicate al Terminale

In accorto con quanto riportato nelle basi di progetto [1], le imbarcazioni dedicate alle attività del Terminale saranno le seguenti:

- ✓ Navi metaniere (Shuttle Carrier) con capacità di 30.000 m³ e lunghezza totale 180 m, per lo scarico del gas liquefatto nei serbatoi del Terminale [1], [7]. Il dislocamento tipico di queste imbarcazioni è circa 30.000 ton;
- ✓ Navi metaniere "bunkering vessel" con capacità da 1.000 a 7.500 m³, per il servizio ship reloading [1]. Il dislocamento tipico di queste imbarcazioni, prendendo a riferimento quelle di taglia maggiore (7.500 m³) è circa 11.000 ton.

3.2 VALUTAZIONE DELLA CREDIBILITÀ DELL'EVENTO DI RILASCIO DI GNL DA SERBATOIO A SEGUITO DI COLLISIONE CON ALTRA NAVE

Interpolando i dati di energia di impatto critica in funzione della massa totale (dislocamento) delle imbarcazioni (si veda Tabella 2.1), si riportano nella seguente tabella i valori di velocità critica per le navi di riferimento identificate nei paragrafi precedenti.

Tabella 3.2: Velocità di impatto critica in funzione

Descrizione dell'unità navale di riferimento	Dislocamento tipico	Velocità critica
Navi metaniere "bunkering vessel" dedicate al Terminale	11.000 ton	12 nodi
Navi gasiere (Shuttle Carrier) dedicate al Terminale	30.000 ton	7 nodi
Navi in transito – taglia media (50.000 ton)	50.000 ton	5 nodi
Navi in transito – taglia massima (80.000 ton)	80.000 ton	3 nodi

Per la valutazione della credibilità dell'evento in esame, sulla base dei risultati riportati nella precedente tabella, si riportano di seguito le principali considerazioni:

1. La velocità critica individuata per le imbarcazioni è relativa a impatti perpendicolari. Anche in caso di perdita di controllo/deriva della nave, vista la conformazione del porto, non risulta credibile un eventuale impatto con il Terminale in direzione perpendicolare;
2. Le navi petroliere o chimichiere di grandi dimensioni hanno obbligo di almeno un rimorchiatore in ormeggio (si vedano limitazioni e obblighi in Tabella 3.1), questo implica in generale una minore probabilità di perdita di controllo/deriva della nave;
3. Considerato il restringimento della bocca di porto, delimitato dal molo di ponente e dal molo di levante, la configurazione del canale di ingresso non permette alle imbarcazioni di avvicinarsi al Terminale con velocità elevate. Anche in caso di perdita di controllo delle navi provenienti da mare aperto, quindi potenzialmente a velocità più elevata, in nessun caso le imbarcazioni potrebbero dirigersi verso la banchina del Terminale;

L'unica zona di possibile interferenza delle navi, sia in transito che dedicate, con la FSRU potrebbe essere il bacino di evoluzione. Tale area di manovra è posizionata circa al centro del porto, tra i punti B-C-D-E in Figura 3.1: Accosti del Porto Commerciale di Portovesme [5]

4. Tuttavia, durante l'evoluzione le navi hanno velocità pressoché nulla e, in accordo con il Regolamento del Porto (si veda Tabella 3.1), le imbarcazioni sono generalmente assistite da almeno un rimorchiatore. Pertanto, in questa fase la possibilità di perdita di controllo delle navi, in direzione del Terminale, alla velocità critica e perpendicolarmente ai serbatoi della FSRU, è ragionevolmente da escludere.

In aggiunta a quanto detto nei punti precedenti, le velocità tipiche dei mezzi navali all'interno dell'area portuale sono funzione della stazza, in base alle informazioni disponibili si può affermare quanto segue:

- ✓ Per navi con stazza superiore a 50.000 ton si può assumere 3 nodi circa come velocità massima all'interno del porto di Portovesme;
- ✓ Per navi di stazza inferiore a 50.000 ton si potrebbe arrivare anche a valori leggermente più alti ma, in ogni caso, sempre inferiori a 5 - 6 nodi.

In accordo con i dati sopra elencati, tutte le unità navali risultano compatibili con le velocità critiche (Tabella 3.2) e quindi, in caso di impatto, nessuna delle navi di riferimento è in grado di generare un'energia sufficiente al danneggiamento dei serbatoi del Terminale.

In conclusione, l'evento di collisione con un'altra nave (sia in transito che dedicata alle attività dell'impianto) alla velocità necessaria per causare un rilascio di GNL dai serbatoi della FSRU è ritenuto ragionevolmente non credibile.

REFERENZE

- [1] 100-ZA-E-08000_Basi di Progetto_Rev.00.
- [2] Pitblado, 2004, “Consequences of LNG Marine Incidents”, CCPS Conference, June 2004.
- [3] Sandia et al., 2004, “Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a large LNG Spill over Water”, Sandia National Laboratories Report SAND2004-6258, Dicembre 2004.
- [4] CPR 18E, “Guideline for quantitative risk assessment ‘Purple book’”, Dicembre 2005.
- [5] Ordinanza N° 27/08, 2008, “Regolamento del Porto Commerciale di Portovesme”, Ministero Infrastrutture e Trasporti, Compartimento Marittimo di Cagliari, Ufficio Circondariale Marittimo Portoscuso.
- [6] 201969C-100-JSD-0000-001-SPECIFICA FUNZIONALE FSRU_Rev 00.
- [7] 100-ZA-E-10004_Studio di manovrabilità e navigabilità_Rev.00.