



Deposito di stoccaggio e Terminale Off-Shore – Area industriale C.O.R.A.P., Crotone

## Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020

### Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II



19197I_Risposte a GdL-CTR 22-06-2020_rev01	Giugno 2020	002 del 22.06.20	A.C - G.G. – M.M.	A.C.
Nome file	Data	Revisione	Elaborato da	Controllato da
Il presente documento è composto da una Relazione di n. <b>37</b> pagine e da n. 2 Allegati alla Relazione stessa.				

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**
**Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

**Progetto n.** 19197II

**INDICE**

<b>Premessa .....</b>	<b>4</b>
<b>A APPROFONDIMENTI RICHIESTI IN RELAZIONE AI PUNTI 6, 7 ED 8 .....</b>	<b>5</b>
<b>1 ANALISI DELL'ESPERIENZA STORICA SU INSTALLAZIONI GNL .....</b>	<b>6</b>
1.1 Glossario .....	6
1.2 Problemi Noti di salute e sicurezza per la Tipologia di Installazione .....	7
1.3 Riferimenti sulle fonti-banche dati .....	8
1.4 Modalità di ricerca .....	9
1.5 Eventi individuati "storicamente" ed analogie con le installazioni in progetto .....	10
1.6 Considerazioni-elementi scaturiti .....	14
1.6.1 Conclusioni analisi storica installazioni a terra (on shore) .....	21
1.7 Analisi degli Incidenti sul Trasporto GNL Mediante Navi .....	22
1.7.1 Conclusioni analisi storica incidenti navi metaniere .....	24
<b>2 APPROFONDIMENTO SULLO SCENARIO BLEVE .....</b>	<b>25</b>
2.1 Valutazione probabilistica dello scenario BLEVE.....	29
<b>3 APPROFONDIMENTO SUL FENOMENO ROLLOVER COME CAUSA DI SCENARIO INCIDENTALE DI DANNEGGIAMENTO MECCANICO SERBATOIO PER SOVRAPPRESSIONE.....</b>	<b>31</b>
3.1 Considerazioni scaturite da analisi evento PANIGALLIA (1971) .....	31
3.2 Accorgimenti Tecnici Implementati .....	32
3.3 Valutazione probabilistica dello scenario di danneggiamento meccanico causato da rollover .....	33
<b>4 APPROFONDIMENTO SUL FENOMENO TRANSIZIONE RAPIDA DI FASE .....</b>	<b>35</b>

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

**ELENCO ALLEGATI****ANNESSE – Articoli tecnici di riferimento**

- *Articolo tecnico “DEPOSITI COSTIERI DI GNL DI LIMITATA CAPACITÀ: CONSIDERAZIONI IN RIFERIMENTO ALLE NORME DI BUONA TECNICA APPLICABILI “, scaturito anche in conseguenza dell’esperienza del progetto di Oristano ed elaborato dai tecnici dei Comandi VVF interessati Oristano e Cagliari, Direzione Generale VVF Sardegna ed Università di Cagliari, Capitaneria di Porto di Oristano e Provincia di Oristano.*
- *Articolo tecnico “ASPETTI DI SICUREZZA DEI TERMINALI DI RIGASSIFICAZIONE GNL” redatto a cura dei tecnici analisti di rischio a fronte dell’esperienza maturata nel settore GNL.*
- *ROLLOVER in LNG Storage Tank – Summary report by the PIIGNL Technical Study Group on the Behaviour of LNG in storage*
- *Safety History of International LNG Operation*
- *Norma UNI EN 1473\_2016*

**ALLEGATO 1 – METODOLOGIA ADOTTATA NELL’ANALISI DI RISCHIO (Ratei di guasto adottati nelle valutazioni probabilistiche etc.)****ALLEGATO 2A – ALBERO DI GUASTO SCENARIO BLEVE SERBATOIO****ALLEGATO 2B – ALBERO DI GUASTO SCENARIO BLEVE NAVE****ALLEGATO 3 – ALBERO DI GUASTO SCENARIO DANNEGGIAMENTO MECCANICO SERBATOIO DA ROLLOVER**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 191971I

## Premessa

Nel settembre 2019 la società IONIO FUEL s.r.l. ha presentato il Rapporto di Sicurezza per la fase di Nulla Osta di fattibilità, relativo al progetto di realizzazione di un deposito costiero di LNG (Liquid Natural Gas) nell'area industriale C.O.R.A.P, in località Crotone.

Il CTR Calabria ha conseguentemente iniziato l'esame del Rapporto di Sicurezza Preliminare (iter istruttorio), istituendo l'apposito gruppo di lavoro. Nell'ambito di tale istruttoria, nella comunicazione n° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, Direzione provinciale Crotone, i rappresentanti del gruppo di lavoro hanno richiesto alcuni chiarimenti in merito ad aspetti inerenti il Rapporto di Sicurezza Preliminare della nuova installazione.

Nel Febbraio 2020 Ionio Fuel ha presentato un documento di risposta alle richieste. A fronte della presentazione della documentazione integrativa, sono state richiesti ulteriori approfondimenti forniti el giugno 2020.

**La presente nota tecnica fornisce ulteriori approfondimenti di carattere volontario in relazione ai punti 6, 7 ed 8 della richiamata comunicazione CTR.**

Si evidenzia che per il progetto Ionio Fuel in oggetto:

- *le scelte progettuali con particolare riferimento ai materiali adottati, tipologia apparecchiature, strumentazione di controllo allarme e protezione, sistemi di contenimento, sistemi di protezione – isolamento termico, sistemi di protezione attiva e passiva, dimensionamento organi di protezione dalle sovrappressioni, sistema di convogliamento scarichi di emergenza, sistema torcia, etc,*
- *Gli approcci analitici e metodologici adottati nella predisposizione del Rapporto preliminare di Sicurezza e nella relativa valutazione degli eventi incidentali effettuata ,*

sono conformi pienamente alle indicazioni di standard (NFPA 59 A) e norme tecniche di riferimento (es. UNI-EN 1473) e recepiscono le tutte le ulteriori migliorie tecniche scaturite dall'esperienza maturata su analoghe installazioni (Progetto IsGas previsto nel Porto Canale di Cagliari e progetto EDISON previsto ad Oristano), a fronte di confronti e tavoli tecnici con i CTR che hanno esaminato tali progetti in fase di rilascio dei relativi Nulla Osta di Fattibilità.

I richiamati progetti, anche a seguito delle suddette fasi di esame, studio, valutazione e confronto sono stati oggetto di implementazioni di sicurezza e di soluzioni impiantistiche condivise che sono state successivamente inglobate nel progetto Ionio Fuel di Crotone. Tali implementazioni e soluzioni impiantistiche presenti nel progetto Ionio Fuel riguardano in particolare sistemi di sicurezza quali ad esempio la prevista protezione passiva ignifuga JEI 90 sulle superfici esterne dei serbatoi GNL, il posizionamento di accoppiamenti flangiati tale che un eventuale trafilamento abbia una direzionalità tale da non poter interessare i serbatoi stessi, il sistema torcia etc .

Si precisa infine come “ Guida Tecnica di prevenzione incendi per l'analisi di progetti di impianti di stoccaggio di GNL di capacità superiore a 50 tonnellate, emessa dal Corpo Nazionale VVF in data 12.9.2018, è stata redatta anche con il contributo di tecnici dell'Ispettorato Regionale e dei Comandi VVF della regione Sardegna che hanno istruito e rilasciato i Nulla Osta di Fattibilità sui progetti richiamati di Cagliari ed Oristano.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

**A APPROFONDIMENTI RICHIESTI IN RELAZIONE AI PUNTI 6, 7 ED 8**

La presente nota integrativa fornisce risposte, chiarimenti ed approfondimenti alle ulteriori richieste espresse dal Gruppo di Lavoro - CTR, per quanto di competenza degli estensori del Rapporto Preliminare di Sicurezza. In particolare la presente nota fornisce chiarimenti ed approfondimenti sui punti 6, 7 ed 8, ovvero sugli scenari-fenomeni di BLEVE, Rollover e RPT (transizione rapida di fase).

Le risposte e chiarimenti sono stati strutturati secondo la numerazione dei rilievi espressi, così come riportati nella nota n° 0000535.U del 23/01/2020.

In articolare i punto oggetto di approfondimento sono di seguito riportati:

**Punto 6 : Nell'analisi degli eventi incidentali non si è preso in considerazione l'evento BLEVE di un serbatoio del deposito e di una nave in fase di carico/scarico alla piattaforma.....**

**Punto 7 : Nell'analisi degli eventi incidentali non si è preso in considerazione l'evento ROLL-OVER nei serbatoi .....**

**Punt 8 : Nell'analisi degli eventi incidentali non si è preso in considerazione l'evento Transizione Rapida di Fase.....**

**Come previsto dall'Allegato C al D.Lgs 105/2015 in relazione alla fase di individuazione dei potenziali eventi incidentali di riferimento per l'installazione , ed in parti C.1 , nel seguito viene riportata una analisi degli eventi occorsi in installazioni analoghe a quelle in progetto.**

**Per gli eventi "storici" significavi individuati ed applicabili – ipotizzabili nelle installazioni in progetto si effettua una verifica delle precauzioni ovvero delle scelte impiantistiche adottate e tali da garantire che tali tipologie di eventi siano ragionevolmente remoti ovvero delle protezioni atte a mitigare i possibili effetti.**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**
**Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

**Progetto n.** 19197II

# 1 ANALISI DELL'ESPERIENZA STORICA SU INSTALLAZIONI GNL

## Il settore industriale del GNL presenta ottimi precedenti in tutto il mondo per quanto riguarda la sicurezza delle sue installazioni

Ciò è dimostrato dal fatto che, sin dai suoi inizi, risalenti a più di 40-50 anni fa, più di 50.000-60.000 trasporti di GNL sono stati portati a destinazione con successo senza il verificarsi di gravi incidenti che abbiano provocato lo sversamento del carico (CEE, 2012).

Inoltre, non si sono verificati incidenti che abbiano provocato il cedimento di un serbatoio di GNL costruito con materiali adeguati o che siano originati da cedimenti strutturali dei serbatoi.

Gli incidenti verificatisi storicamente sono stati analizzati allo scopo di trarne indicazioni e prendere provvedimenti mirati alla eliminazione delle cause o alla riduzione della probabilità di accadimento di eventi analoghi.

Si precisa che l'opera oggetto del presente Rapporto Preliminare di Sicurezza è un terminale off shore ed un Deposito di GNL, che prevede la rigassificazione, e la distribuzione alla rete locale, via mare, tramite bettoline, e via gomma, tramite autocisterne.

I dati storici esaminati e riportati si riferiscono anche a impianti che non si limitano alla movimentazione della sostanza ma prevedono (o prevedevano, nel caso siano stati dismessi) anche la liquefazione di gas naturale.

L'analisi rappresenta quindi una raccolta che **riguarda un insieme di casi più ampio**, rispetto a quello che si avrebbe limitando la ricerca ai soli depositi di GNL.

## 1.1 GLOSSARIO

<b>Jet Fire</b>	Dardo di fuoco direzionale dovuto all'incendio di un getto gassoso turbolento che si libera da un componente impiantistico in pressione; può causare danni alle strutture e/o alle persone in relazione all'entità dell'irraggiamento generato.
<b>Flash Fire</b>	Rapida combustione di una nube di gas/vapori infiammabili, senza sviluppo di sovrappressioni. Tale fenomeno ha una durata molto limitata e comporta effetti letali soltanto per le persone che si venissero a trovare all'interno della nube. Non sono da attendersi danni per le strutture e per le persone che dovessero trovarsi all'interno delle strutture.
<b>Pool Fire</b>	Incendio di una pozza di liquido infiammabile al suolo; può causare danni alle strutture e/o alle persone in relazione all'entità dell'irraggiamento generato.
<b>UVCE</b>	(Unconfined Vapor Cloud Explosion) Esplosione non confinata di una nube di gas/vapori infiammabili; può causare danni alle strutture e/o alle persone in relazione all'entità delle onde di sovrappressione che si generano. L'effetto sulle persone all'interno di strutture è indotto dai danneggiamenti provocati sulle strutture stesse.
<b>Dispersione</b>	Diffusione di una sostanza pericolosa in atmosfera a seguito di una perdita di contenimento.
<b>LFL</b>	(Lower Flammability Limit) Limite inferiore di infiammabilità.
<b>UFL</b>	(Upper Flammability Limit) Limite Superiore di Infiammabilità. La quantità di gas/vapori compresa tra ULF e LFL è in condizioni di infiammabilità, quindi in caso di presenza di una sorgente di innesco, partecipa alla combustione.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**
**Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

**Progetto n.** 19197II

<b>BLEVE</b>	(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) Cedimento strutturale di una apparecchiatura (tipicamente i serbatoi di stoccaggio GPL) a seguito del repentino aumento della pressione dovuto ad evaporazione del liquido presente all'interno. Il fenomeno si determina nel caso in cui un serbatoio sia investito direttamente da una sorgente di fiamma (da pozza o da getto) che riscalda il mantello, attenuandone la resistenza meccanica, fino a determinarne il cedimento e la immediata vaporizzazione del liquido contenuto all'interno.
<b>Fireball</b>	Palla di fuoco, tipicamente conseguente un BLEVE; incendio in atmosfera di una elevata quantità di vapori rilasciata quasi istantaneamente. L'incendio assume la forma di una sfera di gas infuocato; può causare danni alle strutture e/o alle persone in relazione all'entità dell'irraggiamento generato.
<b>Perdita di contenimento (o perdita)</b>	Deterioramento/Lesione delle linee di processo che porta ad una apertura di dimensioni variabili con perdita del contenuto verso l'esterno.
<b>Perdita di natura random</b>	Perdita di contenimento da apparecchiatura / linea non specificamente riconducibili a cause di processo, ma connesse a cause più generali (corrosione, errata selezione materiali, errori operativi, ecc.).
<b>Albero dei guasti</b>	Tecnica analitica che consente di rappresentare in maniera sistematica le connessioni cause-conseguenze che possano portare ad un guasto del sistema

## 1.2 Problemi Noti di salute e sicurezza per la Tipologia di Installazione

L'impianto in esame non presenta particolarità per quanto riguarda aspetti inerenti la sanità; la sostanza trattata nell'impianto è gas naturale allo stato liquefatto, e quindi a bassa temperatura, ed allo stato gassoso a varie pressioni.

Per quanto riguarda la sicurezza, possibili problemi sono connessi ad eventuali rilasci da tubazioni o apparecchiature che possono comportare l'accadimento di diversi fenomeni, come di seguito descritti.

Nel caso di rilascio di gas naturale allo stato liquido ( $T = -160^{\circ}\text{C}$ ,  $P = P_{\text{atm}}$ ), potrebbero verificarsi le seguenti situazioni (P. Cleaver et al., 2006):

- **formazione di pozze e, a seguito di ignizione, conseguenti Pool Fire (solo per rilasci continui di grande entità ritenuti NON credibili nelle installazioni in oggetto);**
- **vaporizzazione del prodotto alla sezione di sbocco e conseguente formazione di Jet Fire in caso di ignizione;**
- **dispersione del gas evaporato con formazione di nube infiammabile (Flash Fire). Nel caso di rilasci di prodotto già in stato gassoso si potranno verificare:**
- **Jet Fire;**
- **dispersione del gas con formazione di nube infiammabile (Flash Fire).**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

### 1.3 Riferimenti sulle fonti-banche dati

La presente ricerca su incidenti storicamente occorsi sente documento è stato elaborato in conformità al punto C.1 “Analisi dell’esperienza storica incidentale” dell’Allegato C al D.Lgs. 105/2015.

#### Generalità sulle fonti

L’analisi storica su eventi incidentali registrati a livello nazionale, europeo e mondiale viene condotta utilizzando per le ricerche BANCHE DATI RICONOSCIUTE A LIVELLO NAZIONALE ED INTERNAZIONALE QUALI:

**1. Banca Dati MARS (Major Accident Reporting System) , <https://emars.jrc.ec.europa.eu/>**

La Banca Dati MARS (**Major Accident Reporting System**) è un sistema informativo creato dalla Commissione Europea e gestito dal JRC (Joint Research Center), con il duplice scopo di raccogliere i dati sugli incidenti “rilevanti” ai fini della Direttiva Seveso, forniti dagli Stati Membri dell’Unione Europea alla Commissione Europea, e di costituire un sistema di scambio informativo/formativo tra i Paesi membri in merito ai diversi aspetti connessi con l’esperienza effettiva su incidenti rilevanti maturata da ognuno. Attualmente il MARS contiene circa 800-900 incidenti (in parte near miss) a partire dal 1980. Le informazioni contenute nel data base sono accessibili integralmente alle pubbliche amministrazioni degli Stati membri e, solo in formato ridotto e parziale, agli enti privati. Per l’Italia il MARS è alimentato dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare sulla base delle informazioni raccolte da commissioni di tecnici che includono sempre esperti ISPRA/ARPA.

**2. CSB U.S. (Chemical Safety Board)**

Database gestito da un’agenzia federale indipendente incaricata di indagare gli incidenti chimici industriali con sede a Washington. Raccoglie eventi incidentali avvenuti all’interno degli USA. Sono presenti circa 70 incidenti a partire dal 1998.

**3. Banca dati SOZOGAKU (Major Hazard Incident Data Service)**

Database gestito da un’agenzia statale con incidenti industriali rilevanti, registrati a partire dal 1985, avvenuti in Giappone.

**4. Banca dati ARIA (Analisi, Ricerca e Informazione sugli Incidenti)**

Database gestito dal Ministero francese dell’Ecologia, dell’Energia e dello Sviluppo Sostenibile nel quale sono elencati gli eventi accidentali che hanno, o avrebbero potuto danneggiare la salute o la sicurezza pubblica, l’agricoltura, la natura o l’ambiente. Con tutte le attività nel loro insieme, il database comprende oltre 37.000 incidenti, di cui circa 30.000 in Francia.

**5. MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service fino al 2005)**

La Banca Dati MHIDAS (Major Hazards Incidents Data System) è gestita dalla Health and Safety Executive. Contiene report di incidenti industriali accaduti in 90 paesi, con particolare riferimento a USA, Canada, Italia, Regno Unito, Francia, India e Germania. Le informazioni riguardano l’origine, le cause generali, le cause specifiche, le date di accadimento, i danni, il tipo di incidente, la sostanza coinvolta e la disponibilità di riviste scientifiche.

**6. California energy commission, <http://www.energy.ca.gov>;**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

7. **Timor-Leste Institute for Development Monitoring and Analysis** <http://www.laohamutuk.org>;
8. **U.S. Chemical Safety Board**, <http://www.csb.gov>;
9. **Pipeline and Hazardous Material Safety Administration PHMSA**, <http://www.phmsa.dot.gov> ;
10. **Health and Safety Executive HSE**, <http://www.hse.gov.uk>.
11. **Banca Dati Incidenti ICARO** - La Banca Dati Incidenti è frutto di ricerche, effettuate dallo staff ICARO, su eventi incidentali avvenuti in vari settori di interesse, dall'industria alle infrastrutture e trasporti, tutti interessati dalle sostanze chimiche come fattore di rischio. I risultati di tali ricerche, sotto forma di rapporti o "report" aventi in format adeguato, vengono inseriti ed archiviati nella Banca Dati Incidenti, all'interno della quale sono archiviati oltre 3.000 eventi incidentali, catalogati a partire dal 1999.

## 1.4 Modalità di ricerca

La ricerca è stata effettuata per sostanze ed installazioni similari fino al 2019.

Si evidenzia che il D.Lgs 105 prevede un tempo di ricerca di almeno 10 anni proprio per garantire una certa coerenza fra le installazioni in termini di criteri progettuali, conoscenze tecniche, materiali etc.

Per ogni incidente nei report emersi dalla ricerca nelle banche dati sono selezionate sia le informazioni aventi carattere generale che dati di natura più specifica, OVE PRESENTI e DISPONIBILI, necessari a fornire indicazioni utili per la conduzione delle successive analisi di rischio:

### Informazioni a carattere generale

- Fonte
- Data
- Luogo
- Settore
- Scenario
- Sostanze
- Cause generali e specifiche.

### Dati/Informazioni specifiche

- Descrizione evento
- Forma (dimensioni) e durata del rilascio
- Quantità rilasciata
- Modalità e tempi di rilevamento
- Tipo di innesco (in caso di incendio/esplosione)
- Durata dello scenario
- Effetto domino.

I dati e le informazioni specifiche sono sottoposte ad una specifica valutazione al fine di ricavarne indicazioni utili per le analisi di rischio.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

**Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

**Progetto n.** 19197II

## 1.5 Eventi individuati “storicamente” ed analogie con le installazioni in progetto

Si riporta nel seguito l’analisi storica, tratta da banche dati internazionali, relativa agli incidenti/quasi incidenti avvenuti in impianti simili o che, trattando GNL, possono presentare problematiche analoghe.

ANNO	LOCALITÀ	TIPO DI INCIDENTE - Scenario	DESCRIZIONE
1944	Cleveland (USA)	Flash-fire Esplosione CONFINATA (VCE)	Cedimento serbatoio di stoccaggio GNL con rilascio di prodotto nelle strade e nelle fognature ovvero in rete fognaria interrata . Seguì un innesto della miscela aria-vapori GNL formatasi nella rete fognaria che provocò un esplosione (ESPLOSIONE IN AMBIENTE CONFINATO o Vapor Cloud Explosion-VCE). <b><u>L’incidente fu causato da una scelta non corretta del materiale utilizzato (acciaio 3.5% Ni) e dall’assenza di un secondo contenimento.</u></b> Un altro serbatoio sferico cedette dopo 20 minuti causa danneggiamento da esplosione (effetto domino) Oltre 100 morti ed oltre 200 feriti causò l’evento .  <b>L’EVENTO NON RISULTA IPOTIZZABILE NELLE INSTALLAZIONI. Materiali idonei per criogenici, doppio contenimento (FULL CONTAINMENT), assenza di Sistema fognario in cunicoli , assenza di ambienti confinati con presenza di GNL</b>
1965	Canvey Island (UK)	Incendio Terminale rigassificazione (Movimentazione prodotto)	Durante la manutenzione ad una valvola su una linea in uscita da un serbatoio si verificò una perdita di GNL. L’Incendio fu spento in 15 minuti. NESSUNA CONSEGUENZA SIGNIFICATIVA SU PERSONE E COSE Evento di semplice rilascio accidentale con innesco e formazione di un getto incendiato.  <b>RICONDUCEBILE AD EVENTI INCIDENTALI RANDOM INDIVIDUATI PER IL DEPOSITO – TERMINALE</b> <b>Riferimento analisi degli incidenti di cui all’annesso al Rds Preliminare</b>
1965		Rilascio in fase di Trasferimento prodotto da nave (Methane Princess)	Rilascio dal braccio di scarico GNL che era stato sconnesso prima del completo drenaggio del liquido. Si verificarono fessurazioni sul ponte della nave. NESSUNA CONSEGUENZA SIGNIFICATIVA SU PERSONE E COSE  <b>RICONDUCEBILE A EVENTI INCIDENTALI RANDOM INDIVIDUATI PER IL DEPOSITO - TERMINALE – Riferimento analisi degli incidenti di cui all’annesso al Rds Preliminare</b>
1968	UK	Piccolo rilascio criogenico	Nel tentativo di rimuovere un “vapour lock” su una tubazione di GNL, posta sopra un serbatoio da 12000 m <sup>3</sup> , una piccola quantità di prodotto finì sul tetto provocando una cricca. Non si verificò fuoriuscita all’esterno di GNL . NESSUNO SCENARIO DI RIFERIMENTO QUALI INCENDI O DISPERSIONI DI NUBE DI METANO NESSUNA CONSEGUENZA SIGNIFICATIVA SU PERSONE E COSE  <b>NON IPOTIZZABILE PER LE INSTALLAZIONI IN OGGETTO PER DOPPIO CONTENIMENTO</b>

ANNO	LOCALITÀ	TIPO DI INCIDENTE - Scenario	DESCRIZIONE
------	----------	------------------------------	-------------

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

**Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

**Progetto n.** 19197II

1968	USA	Esplosione confinata Stoccaggio	L'incidente si verificò <b>prima che l'impianto fosse messo in esercizio</b> e coinvolse un serbatoio all'interno del quale stavano lavorando alcuni operai. Erano state lasciate aperte le valvole d'intercettazione delle tubazioni, il gas penetrò all'interno del serbatoio. Gli operai non si accorsero dell'ingresso del gas (non odorizzato). L'ignizione del gas (causato probabilmente dall'accensione di una sigaretta) provocò l'esplosione all'interno del serbatoio.  <b>EVENTO NON CORRELATO AL TIPO DI INSTALLAZIONE IN ESAME .</b>
1971	Panigaglia (SP) (Italia)	Rilascio gas da SOVRAPPRESSIONE generata <b>Roll-over</b> (SCARICO DA PSV)  Terminale Rigassificazione (dopo riempimento serbatoio)	18 ore dopo la scarica (da nave) di GNL in uno dei serbatoi di stoccaggio, si verificò un roll-over che causò un aumento di pressione fino a 1.42 volte la pressione di progetto del serbatoio . I vapori di GNL furono rilasciati in atm. per oltre 3 ore, attraverso la valvola di sicurezza ed il vent, senza subire alcun innesco. Il GNL scaricato era stato tenuto nella nave per circa 1 mese prima di essere trasferito nel serbatoio, la vaporizzazione che subì in questo periodo di sosta nella nave produsse una miscela più densa e calda rispetto a quella attesa. La sovrappressione interna al serbatoio fu contenuta e quindi non si ebbero danneggiamenti strutturali. Il BOG generato da Roll Over fu scaricato dalla valvola di sicurezza a protezione del serbatoio e dal vent . <b>NESSUNA CONSEGUENZA IN TERMINI DI FERITI O MORTI NE DANNEGGIAMENTI STRUTTURALI DEI SERBATOI</b>  <b>Nel caso del progetto in esame :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nessuna Nave Metaniera può mantenere GNL PER 1 MESE SENZA SCARICARE. Aspetti economici commerciali .</b></li> <li>• <b>I serbatoi hanno 2 PSV + 2 PSV opportunamente dimensionate (CIASCUNA) per scaricare la portata generata dal Rollover (ipotesi di dimensionamento delle PSV)</b></li> <li>• <b>Sistema di controllo automatico della pressione (PCV con scarico a BOG)</b></li> <li>• <b>Sistema di scarico delle sovrappressioni mediante depressurizzazione automatica attraverso PCV depressurizzatrice con scarico a rete torcia (analoga a PSV) ; Il sistema di depressurizzazione interviene prima dell'intervento delle PSV.</b></li> <li>• <b>Sistema di controllo ed allarme e blocco di temperature – densità</b></li> <li>• <b>Sistema di immissione-carico serbatoio sia nella parte alta che ella parte bassa per favorire la miscelazione istantanea del GNL in fase di carico.</b></li> <li>• <b>Certificati di analisi e caratteristiche del GNL prima dello scarico Nave.</b></li> <li>• <b>COOLING (raffreddamento) delle linee di trasferimento terminale-deposito prima di effettuare lo scarico della Nave Metaniera</b></li> </ul> <b>Sulla base delle caratteristiche e delle scelte progettuali il fenomeno NON SAREBBE IN GRADO DI GENERARE EFFETTI SIGNIFICATIVI IN TERMINI DI SOVRAPPRESSIONE GENERATA ALL'INTERNO DEI SERNSTOI.</b>

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**
**Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

**Progetto n.** 19197II

ANNO	LOCALITÀ	TIPO DI INCIDENTE - Scenario	DESCRIZIONE
1973	Staten Island New York (USA)	Incendio Peak shaving	Incendio provocato dalla accensione di sacche residue di GNL trattenute dal coibente (poliuretano) durante la riparazione del serbatoio cilindrico in cemento da 2200 m <sup>3</sup> . Queste sacche si innescarono e generarono una sovrappressione sufficiente del tetto che cadde all'interno del serbatoio. Alcune decine di morti. <b>Nessuna correlazione con le installazioni in progetto che prevedono doppio contenimento in acciaio, perlite con alto grado di vuoto nell'intercapedine, sistema di monitoraggio intercapedine</b>
1973	Canvey Island (UK)	Rilascio liquido (RPT)	La rottura di uno strumento di vetro provocò il rilascio di una piccola quantità di GNL. Il GNL si riversò in un canale di raccolta delle perdite pieno di acqua piovana subendo una rapidissima vaporizzazione (RPT) che provocò una serie di onde di pressione, avvertite dai residenti in zona. Nessuna conseguenza su cose o persone . <b>Nelle installazioni in esame NESSUNA possibilità di rilascio massivo in acqua . Nelle installazioni in esame NESSUNA possibilità di rilascio massivo in acqua . Nessuna componente in vetro che rappresenta una tecnologia ASSOLUTAMENTE non consentita in installazioni criogeniche ne in installazioni di deposito GPL. I Livelli in vetro NON sono più in uso neppure nei liquidi infiammabili.</b> <b>Evento-scenario NON Significativo.</b>
1974		Rilascio  Trasferimento su nave (Massachusetts)	La mancanza di energia elettrica e la chiusura automatica della valvola sulla linea liquida principale provocarono un colpo d'ariete seguito dalla perdita di GNL. Si verificarono fessurizzazioni sul ponte della nave. Nessuna conseguenza su persone . <b>Nelle installazioni in oggetto I tempi di chiusura delle valvole non consentono I colpi di ariete.</b> <b>Fornitura di energia elettrica sussidiaria, batterie UPS , limentazione da Nave autogenerate.</b>
1977	Arzew (Algeria)	Rilascio Riparazione serbatoio	Rottura, per bassa temperatura, <b>di una valvola in alluminio</b> durante la sua sostituzione; la causa probabile fu la scelta di una materiale (lega) non idoneo. Venne rilasciato GNL senza alcun innesco. La perdita umana è imputabile a congelamento. L'evento causò 1 morto. <b>Nelle installazioni in esame-progetto nessuna possibilità di danneggiamento essendo tutti i materiali acciaio criogenico assolutamente compatibili</b>
1978	USA	Esplosione  Terminale Phillips Petroleum	Esplosione ed incendio di GNL in sezione di impianto. Una perdita random da una line a singolo contenimento La linea che alimentava il rilascio venne intercettata con seguente estinzione dell'incendio. Nessuna conseguenza su persone . <b>Nelle installazioni line a doppio contenimento, valvole di intercettazione automatiche, Sistema di rilevamento fughe di gas.</b> <b>Nell'analisi degli eventi incidentali di cui all'annesso al Rapporto preliminare di Sicurezza sono stati ipotizzati rilasci random da line di trasferimento.</b>
1978	DAS Island (UAE)	Rilascio Serbatoio Stoccaggio	Una perdita di GNL dal fondo di un serbatoio causò il congelamento del terreno circostante. Il motivo è imputabile al fatto che il serbatoio non era stato progettato per temperature così basse. Nessuna conseguenza su cose o persone. <b>Nessuna possibilità di accadimento nelle installazioni in esame per scelta materiali</b>

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**
**Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

**Progetto n.** 19197II

ANNO	LOCALITÀ	TIPO DI INCIDENTE - Scenario	DESCRIZIONE
1979	Cove Point, Maryland	Esplosione  Terminale rigassificazione	A seguito della perdita da una pompa di GNL ad alta pressione da una guarnizione, il GNL vaporizzato penetrò – attraverso un condotto cavi sotterraneo – in una sottostazione elettrica priva di rilevatori di gas. L'azionamento dell'interruttore di arresto della pompa che perdeva, provocò una scintilla con conseguente innesco della miscela. Lo scenario causò un morto ed un ferito.  <b>Nelle installazioni in oggetto NESSUNA possibilità si verifiche un tale scenario. Pompe su barrell a doppio contenimento come serbatoi . Nessun cavedio sotto il livello del suolo od altri cunicoli di servizio.</b>
1979	Cove Point, Maryland (USA)	Rilascio Trasferimento prodotto da nave (Mostefa Ben Boulaid)	Una nave metaniera da 125.000 m <sup>3</sup> rilasciò GNL sul pontile durante lo scarico al terminale di Cove Point. Si verificarono fessurazioni nella parte superiore del serbatoi e sul ponte della nave. Nessuna conseguenza su cose o persone .  <b>Evento NON significativo ai fini delle valutazioni sul le installazioni in esame-oggetto.</b>
1989	Skikda (Algeria)	Rilascio  Trasferimento prodotto su nave da impianto di liquefazione (Tellier)	Una nave metaniera di capacità pari a 40000 m <sup>3</sup> , ruppe gli ormeggi a causa del maltempo. I bracci di carico non erano attrezzati con sistemi di shut-down e sgancio rapido e ciò causò la rottura dei bracci e delle tubazioni. La perdita di GNL coinvolse il ponte della nave procurando alcune fessurazioni, senza però intaccare i serbatoi. Nessuna conseguenza su cose o persone.  <b>I bracci di carico in progetto hanno tutti i sistemi di sicurezza atti a bloccare il trasferimento, sgangiare e prevenire qualsiasi rilascio massivo</b>
1993	Indonesia	Rilascio Impianto  GNL	Durante la realizzazione di modifiche ad un impianto fu rilasciato GNL da una linea, questo penetrò nella rete interrata e subì una rapida vaporizzazione che pressurizzò e danneggiò gravemente tutto il sistema. Nessuna conseguenza.  <b>Nell'analisi incidenti di cui al Rapporto di Sicurezza sono state ipotizzate perdite che tuttavia non determinano formazione di pozze di liquido . Nel deposito non sono previste reti interrate chiuse . Adozione di sistemi di rilevamento perdite e di sistemi di intercettazione delle linee in ingresso-uscita dai serbatoi</b>
2014	USA (Plymouth)	Rilascio GNL	Incidente verificatosi in una <b>sezione dell'impianto che trattava gas naturale in fase gassosa</b> . Il rilascio pare essere stato causato dalla esplosione con frammentazione di <b>un recipiente di processo</b> in una zona prossima ai serbatoi di stoccaggio, con proiezione di frammenti del recipiente che hanno danneggiato la parete esterna (in acciaio) di un serbatoio di stoccaggio GNL a <b>singolo contenimento</b> . A seguito di questo danneggiamento vi è stata una fuoriuscita di GNL che è rimasto contenuto nel bacino di raccolta dal quale si è disperso evaporando senza né incendiarsi né esplodere. Precauzionalmente, la fuoriuscita di GNL ha comunque consigliato la evacuazione di una zona attorno all'impianto. Nessuna conseguenza su persone.  <b>Le installazioni in oggetto prevedono FULL CONTAINMENT con doppie pareti sia serbatoi che pompe che linee trasferimento terminale serbatoi</b>

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

## 1.6 CONSIDERAZIONI-ELEMENTI SCATURITI

Dall'analisi degli eventi storici significativi di cui alle precedenti tabelle emerge che :

- 2 sono registrati come incidenti con rilasci di piccole quantità POCO SIGNIFICATIVI;
- 4 hanno dato origine, come conseguenza del rilascio di GNL, ad una esplosione esclusivamente in ambiente confinato (VCE);
- 4 sono dovuti a rilasci durante le operazioni di trasferimento GNL da/a nave attraccata alla banchina, che hanno provocato danni riparabili e nessun scenario di fuoco-incendio;
- 5 sono avvenuti in terminali di rigassificazione GNL con tecnologie antiche-obsolete, materiali non idonei etc. Tali eventi NON sono ipotizzabili in installazioni quali quella in esame-progetto;
- 2 sono avvenuti in impianti peak-shaving ovvero non ipotizzabili in deposito—terminale analogo a quello in progetto.

Come emerge dall'analisi storica ed in relazione agli scenari oggetto di approfondimento:

**SCENARIO BLEVE** - nessuno scenario di BLEVE si è mai verificato storicamente in installazioni di deposito gnl, neppure installazioni molto vecchie ed impiantisticamente obsolete, con contenimento singolo, materiale spesso non idoneo ai fluidi criogenici etc..

**Danni da fenomeno ROLLOVER** - *nessun danneggiamento meccanico da sovrappressione generata da ROLLOVER si è storicamente verificato in analoghe installazioni. L'evento di Panigallia (La Spezia) del 1971 ha comportato lo scarico da PSV e vent per 3 ore senza alcun danneggiamento seppure tali PSV NON erano dimensionate per tale fenomeno. Il GNL aveva sostato 1 mese nella nave, il serbatoio non aveva rilievi temperatura-densità, il serbatoio non aveva sistema di carico da Basso ed Alto ne sistema di ricircolo per garantire un costante rimescolamento.*

**Danneggiamento da TRANSIZIONE RAPIDA DI FASE** - *tale fenomeno non risulta ipotizzabile in area deposito (mancanza di rilasci massivi credibili essendo le rotture full bore di linea calcolate e valutate e sulla base delle relative frequenze di accadimento risultano non credibili). Nell'area deposito non sono inoltre presenti grandi masse di acqua (il sistema di drenaggio fa sì che anche in caso di precipitazioni atmosferiche eccezionali non vi sia possibilità di allagamento sottostante le aree di deposito). La casistica storica ha inoltre evidenziato, analogamente agli studi SPERIMENTALI condotti sul fenomeno, come lo stesso NON sia tale da produrre onde di sovrappressione in grado di determinare danneggiamenti di apparecchiature-strutture.*

**INOLTRE** : La maggior parte degli incidenti riscontrati sono avvenuti in impianti che, data la tecnologia dell'epoca, non disponevano dei sistemi di contenimento e delle misure di protezione adottate negli impianti moderni e che saranno presenti nell'impianto di Crotona che avrebbero evitato tali eventi (ad es. dispositivi di sgancio rapido dei bracci di scarico, sistemi di controllo del caricamento di GNL nel serbatoio, adozione di materiali adeguati al servizio criogenico, serbatoi a contenimento totale con doppia parete etc.).

**Dall'analisi storica si evince quindi che gli incidenti verificatisi in stoccaggi GNL sono stati provocati da cause successivamente eliminate dalle migliorie introdotte nella progettazione dei sistemi.**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020****Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8**Progetto n.** 19197II

Nel seguito si analizzano alcuni degli scenari sopra riportati allo scopo di dare evidenza della definizione delle misure di miglioramento intraprese nel settore del GNL allo scopo di evitare eventi incidentali.

**Incidente di Cleveland 1944 Ohio USA**

Anno:	20 Ottobre 1944.
Tipo di incidente:	Fiammata.
Tipo di attività:	Cedimento di un serbatoio di stoccaggio GNL.
Impianti coinvolti:	Serbatoio di stoccaggio GNL.
Modalità operative:	Normale operatività.
Sostanza fuoriuscita:	GNL.
Conseguenze:	Oltre 100 vittime.

Il secondo impianto commerciale per il livellamento dei picchi di GNL a Cleveland, Ohio negli USA, iniziò ad operare nel 1941. Nel 1944 venne presa la decisione di aggiungere un nuovo serbatoio molto più grande. Il nuovo serbatoio venne realizzato in acciaio con basso contenuto di nichel (3.5%) e il serbatoio cedette poco tempo dopo essere entrato in servizio. Il serbatoio non era dotato di opere di contenimento e il suo contenuto si riversò su una vasta area. Il liquido fuoriuscito vaporizzò e si innescò, provocando la rottura di un altro serbatoio. Vi furono ingenti danni materiali e morirono 128 persone. Le indagini sull'incidente giunsero alla conclusione che il disastro era stato provocato dalla fragilità dell'acciaio con il 3.5% di nichel. Altri fattori che contribuirono alla gravità delle conseguenze furono le opere di contenimento inadeguate intorno ai serbatoi, la vicinanza dell'impianto a una zona residenziale e lo scarso isolamento del secondo serbatoio.

Le successive indagini sull'incidente stabilirono che il serbatoio era stato costruito con materiale inadeguato. Di conseguenza tutti i serbatoi successivi sono stati costruiti con materiali corretti, in particolare è stato dimostrato che l'acciaio con il 9% di nichel rappresenta un materiale sicuro per la costruzione di serbatoi per il GNL. Inoltre le attuali norme prevedono un doppio sistema di contenimento (o con serbatoi doppi o circondando i serbatoi con opere di contenimento adeguate). Nel Febbraio 1946 le indagini del Bureau of Mines conclusero che la liquefazione e lo stoccaggio del GNL potevano essere svolte in sicurezza a condizione che venissero prese precauzioni adeguate.

**Accorgimenti Tecnici Implementati al Fine di Scongiorare Incidenti del Tipo Sopra Riportato**

A seguito dell'incidente soprariportato è stato definito che i serbatoi di stoccaggio siano realizzati con materiale adeguato, in particolare l'acciaio al nickel che ha dimostrato di essere il materiale più sicuro in questo senso. Quindi si è definito negli attuali standard di progettazione che i serbatoi di stoccaggio GNL siano dotati di un doppio sistema di contenimento del GNL realizzato mediante l'installazione di serbatoi a doppia parete o mediante un bacino di contenimento esterno al serbatoio.

Occorre notare che successivamente all'incidente soprariportato non ci sono stati nel mondo eventi simili che abbiano interessato serbatoi di stoccaggio realizzati in acciaio al nickel. I serbatoi di stoccaggio del deposito di CROTONE saranno del tipo a doppio contenimento ed il serbatoio interno sarà realizzato con acciaio criogenico adeguato.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**
**Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

**Progetto n.** 19197II

**Incidente di Panigaglia, 1971, La Spezia, Italia**

Anno:	1971
Tipo di incidente:	Rilascio di vapore senza innesco
Tipo di attività:	“Rollover” in un serbatoio di stoccaggio di GNL
Impianti coinvolti:	Serbatoio di stoccaggio di GNL
Modalità operative:	Normale operatività
Sostanza fuoriuscita:	GNL
Conseguenze:	Nessuna

L'evento si è verificato nel 1971 in un serbatoio di stoccaggio GNL, installato in un impianto sito a La Spezia, in Italia. Il tipo di incidente è stato un rilascio di gas da organi di scarico sovrappressioni di cui non si è verificata l'ignizione, il serbatoio era in condizioni di normale funzionamento, l'evento non ha prodotto conseguenze.

In questo incidente dopo un'operazione di carico di un serbatoio di GNL era rimasto una zona di stratificazione, a diversa densità nel serbatoio. Successivamente lo strato inferiore si è riscaldato fino a raggiungere la densità dello strato superiore. I moti convettivi all'interno del serbatoio all'interno del serbatoio comportarono la rottura in breve tempo dello strato stratificato, con un rapido incremento dello sviluppo di vapori di gas all'interno del serbatoio. Questo tipo di incidente si chiama "rollover" o "basculamento". Quando si verificò l'incidente i motivi e le conseguenze di un evento di rollover erano poco note e conosciute. Nel caso in esame non ci fu un escalation dell'evento incidentale ed il serbatoio stesso non fu danneggiato dalla sovrappressione interna risultante. Ad ogni modo era noto che potenzialmente il rollover poteva provocare gravi incidenti. La progettazione della strumentazione dei serbatoi comprende ora anche controlli di temperatura e densità per garantire l'individuazione della formazione di stratificazioni, permettendo così l'effettuazione di una miscelatura controllata per evitare che la stratificazione possa raggiungere livelli pericolosi. I sistemi di carico garantiscono rimescolamento nel serbatoio così come il sistema di ricircolazione del serbatoio stesso. Non è attualmente ipotizzabile scarico di metaniera con GNL presente da oltre 1 mese.

**Accorgimenti Tecnici Implementati al Fine di Scongiurare Incidenti del Tipo Sopra Riportato**

In seguito all'incidente sopra descritto l'industria del GNL ha commissionato lavori di ricerca sul fenomeno del rollover ed ha pubblicato i risultati degli studi allo scopo di incrementare la conoscenza del fenomeno. Attualmente la strumentazione prevista per i serbatoi di stoccaggio GNL include anche controlli temperatura, densità allo scopo garantire la rilevazione della formazione di stratificazioni all'interno dei serbatoi, permettendo il controllo della miscelazione allo scopo di evitare che la stratificazione raggiunga dei livelli pericolosi.

**Indicazioni della NORMA UNI 1473**

In base alla norma UNI EN 1473 i serbatoi di stoccaggio GNL devono essere dotati dei seguenti dispositivi anti-rollover o anti-basculamento:

- dispositivi di riempimento del serbatoio adeguati che consentano di introdurre il GNL sul fondo o nella parte alta del serbatoio in funzione della densità del GNL inviato;
- sistema di ricircolazione;

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

- controllo del tasso di evaporazione;
- misurazione della temperatura e della densità del GNL su tutta l'altezza possibile del liquido.

In aggiunta agli accorgimenti tecnici ed operativi definiti allo scopo di evitare il fenomeno di roll-over il **sistema di scarico pressione dei serbatoi è dimensionato verificando fra i casi di riferimento anche il possibile caso di "roll-over" allo scopo di evitare che la struttura del serbatoio sia danneggiata nel caso in cui tale evento si verifichi**, malgrado le protezioni previste atte ad evitarlo.

Il dimensionamento del sistema vent dei serbatoi di stoccaggio GNL è effettuato in accordo alla UNI EN 1473.

**Incidente di Staten, 1973, USA**

Anno:	10 Febbraio 1973.
Tipo di incidente:	Innesco immediata di nube di vapore fuoriuscita con incendio di notevoli dimensioni.
Tipo di attività:	Riparazioni a un serbatoio di stoccaggio GNL.
Impianti coinvolti:	Serbatoio di stoccaggio GNL.
Modalità operative:	Manutenzione.
Sostanza fuoriuscita:	GNL.
Conseguenze:	40 vittime.

Un serbatoio di stoccaggio di GNL in calcestruzzo a forma di fusto da 227 m<sup>3</sup>, situato in un impianto per il livellamento dei picchi della TETCO a Staten Island, era rimasto in servizio per più di tre anni ed era in corso una fase di preparazione per l'esecuzione di riparazioni al suo interno. Il serbatoio era stato bonificato (riscaldato e ripulito da eventuali vapori di GNL) mediante azoto, poi vi era stata fatta circolare l'aria. I lavori iniziarono nell'Aprile 1972 e dieci mesi più tardi la schiuma isolante all'interno del serbatoio prese fuoco. Il rapido aumento della temperatura provocò un aumento di pressione e la copertura a cupola in calcestruzzo si sollevò e crollò all'interno del serbatoio. Ciò provocò il decesso dei 40 lavoratori edili presenti all'interno del serbatoio in quel momento. Gli insegnamenti tratti da questo incidente riguardano l'uso di materiali isolanti adeguati e i pericoli derivanti dal loro innesco o da eventuali vapori di GNL intrappolati all'interno. Le procedure di controllo e di gestione durante la dismissione o la riparazione di un serbatoio devono essere tali da prevenire il verificarsi di questo tipo di incidenti.

**Accorgimenti Tecnici Implementati al Fine di Scongurare Incidenti del Tipo Sopra Riportato**

L'incidente soprariportato ha insegnato che occorre adottare materiali isolanti adeguati e che occorre sempre considerare che vapori di GNL possono rimanere intrappolati all'interno dell'isolante stesso. Le procedure di controllo e manutenzione elaborate al fine di procedere ad operazioni di riparazioni e/o di dismissione dei serbatoi di stoccaggio GNL sono redatte allo scopo di prevenire questo tipo di incidente.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

**Incidente di Das Island, 1978, Emirati Arabi**

Anno:	Marzo 1978
Tipo di incidente:	Rilascio di vapore senza innesco
Tipo di attività:	Perdita da un serbatoio di stoccaggio di GNL
Impianti coinvolti:	Serbatoio di stoccaggio di GNL
Modalità operative:	Normale operatività
Sostanza fuoriuscita:	GNL
Conseguenze:	Nessuna

L'evento si è verificato nel 1978 a Das Island negli Emirati Arabi. Il tipo di incidente è stato un rilascio di gas di cui non si è verificata l'ignizione, il serbatoio era in condizioni di normale funzionamento, l'evento non ha prodotto conseguenze.

Il rilascio ha interessato le tubazioni di uscita dal fondo del serbatoio di stoccaggio. Purtroppo le informazioni su questo incidente sono limitate.

Gli insegnamenti tratti da questo evento riguardano la progettazione dell'isolamento dei serbatoi, e gli scarichi di fondo di analoghi serbatoio sono ora vietati dalle normative sia statunitensi che europee.

**Accorgimenti Tecnici Implementati al Fine di Scongiurare Incidenti del Tipo Sopra Riportato**

L'uso di bocchelli di uscita dal fondo dei serbatoi di stoccaggio GNL è ora vietato sia nelle norme standard degli Stati Uniti d'America, che in Europa. I serbatoi di stoccaggio GNL del Deposito non avranno bocchelli in uscita dal fondo del serbatoio, tutte le tubazioni sia GNL che di servizio avranno i bocchelli di accesso al serbatoio localizzati sul tetto.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

**Incidente di Cove Point, 1979, USA**

Anno:	6 Ottobre 1979
Tipo di incidente:	Formazione di vapore di GNL con innesco
Tipo di attività:	Perdita da una pompa per GNL
Impianti coinvolti:	Pompa per GNL
Modalità operative:	Guarnizione di tenuta di cavi elettrici della pompa per GNL non sufficientemente serrata
Sostanza fuoriuscita:	GNL
Conseguenze:	Una vittima ed un ferito

L'evento si è verificato nel 1979 a Cove Point in USA. Il tipo di incidente è stato un rilascio di GNL la vaporizzazione dello stesso e la successiva ignizione dei vapori. Causa dell'evento è stato un rilascio di GNL e il non adeguato serraggio di una guarnizione di tenuta dei cavi elettrici di una pompa GNL.

Il GNL liquido rilasciato dalla pompa vaporizzò e passò attraverso un cavidotto elettrico sotterraneo entrando in una sottostazione elettrica. Due uomini stavano entrando nella sottostazione elettrica allo scopo di fermare le pompe. La miscela di gas si incendiò a seguito dei contatti elettrici di un interruttore, provocando un'esplosione confinata. Uno degli operatori morì ed il secondo rimase ferito gravemente.

**Accorgimenti Tecnici Implementati al Fine di Scongiurare Incidenti del Tipo Sopra Riportato**

Le indagini effettuate dopo l'incidente, hanno appurato che il terminale era stato progettato in accordo agli standard vigente all'epoca. Ciò ha comportato l'introduzione di cambiamenti nei tre maggiori standard di progetto e cambiamenti in relazione alle apparecchiature ed ai sistemi installati a valle delle tenute delle pompe.

Il Deposito di CROTONE è progettato secondo standard aggiornati e sarà dotato sia di impianti di rilevazione dei rilasci freddi che di impianti di rivelazione miscele infiammabili. Gli impianti elettrici saranno inoltre installati in accordo alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione ed incendio Non saranno previsti cavidotti od altre aree confinate-chiuse nelle quali si può insinuare significative quantità di GNL.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

**Incidente di Plymouth, 2014, USA**

Anno:	Marzo 2014.
Tipo di incidente:	Esplosione di un serbatoio di processo con danneggiamento serbatoio di stoccaggio GNL.
Tipo di attività:	Normale funzionamento di impianto.
Impianti coinvolti:	Serbatoio di processo e di stoccaggio GNL.
Modalità operative:	Rigassificazione.
Sostanza fuoriuscita:	GNL.
Conseguenze:	nessuna vittima o feriti.

Incidente verificatosi in una sezione di un impianto di rigassificazione GNL che trattava gas naturale in fase gassosa. Il rilascio pare essere stato causato dalla esplosione con frammentazione di un recipiente di processo in una zona prossima ai serbatoi di stoccaggio, con proiezione di frammenti del recipiente che hanno danneggiato la parete esterna (in acciaio) di un serbatoio di stoccaggio GNL. A seguito di questo danneggiamento vi è stata una fuoriuscita di GNL che è rimasto contenuto nel bacino di raccolta dal quale si è disperso evaporando senza né incendiarsi né esplodere. Precauzionalmente, la fuoriuscita di GNL ha comunque consigliato la evacuazione di una zona attorno all'impianto.

**Accorgimenti Tecnici Implementati al Fine di Scongurare Incidenti del Tipo Sopra Riportato**

L'incidente soprariportato ha riguardato un impianto realizzato nel 1975 di concezione obsoleta e superata. Nello specifico si evidenzia che nel progetto del Deposito di Crotone il serbatoio di stoccaggio GNL è realizzato a contenimento totale secondo la norma UNI EN 1473, a differenza del serbatoio a singolo contenimento con parete in acciaio dell'impianto di Plymouth. **I serbatoi a doppio contenimento totale come quello previsto dal progetto sono più resistenti ai carichi esterni quali impatti di proiettili, esplosioni esterne e carico termico da un eventuale incendio limitrofo grazie alla protezione data dalla parete esterna.**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

**1.6.1 Conclusioni analisi storica installazioni a terra (on shore)**

L'analisi storica su installazioni di GNL conferma come *NON risultano ipotizzabili nelle installazioni di stoccaggio – vaporizzazione – approvvigionamento via mare o terra, di GNL, quali quelle del progetto IONIO FUEL in oggetto, scenari di BLEVE . In particolare :*

- **scenari di BLEVE non si sono mai verificati storicamente nelle installazioni come quelle in progetto ed oggetto di verifica. L'analisi storica che NON RIPORTA tali tipologie di scenario, considera anche installazioni di oltre 70 anni fa;**
- **Nessuno scenario di danneggiamento per sovrappressione generata da fenomeno ROLLOVER risulta emergere dall'analisi storica su installazioni similari a quella in progetto;**
- **Nessun fenomeno di Transizione Rapida di fase ha prodotto storicamente danneggiamenti su installazioni quali quelle del progetto in oggetto.**
- **Gli scenari di esplosione confinata (VCE) si possono verificare solo in ambiente confinato NON presente nelle installazioni in oggetto. La nave metaniere non costituisce condizione di confinamento. Non sono previsti in area deposito cunicoli fognari chiusi, cavedi, locali-edifici od altri ambienti chiusi che possono essere interessati dalla presenza di significative quantità di gas naturale .**

Da precisare inoltre che alcuni incidenti occorsi nell'ambito dell'industria di GNL sono relativi ad impianti di liquefazione del gas naturale. Tali tipologie di installazione NON sono presenti nelle installazioni in progetto a CROTONE . Si evidenzia che gli impianti di liquefazione presentano infatti caratteristiche impiantistiche e di processo molto differenti e molto più complesse rispetto all'impianto oggetto del presente documento.

**in conclusione l'analisi storica così come le indicazioni desumibili dalla letteratura specializzata confermano le assunzioni ed i risultati dell'analisi degli eventi incidentali di cui al rapporto preliminare di sicurezza ionio fuel in merito agli scenari di BLEVE , danneggiamento meccanico per sovrappressione generata da ROLLOVER e danneggiamenti conseguenti a TRANSIZIONE RAPIDA DI FASE.**

Sulla base degli elementi risultanti, l'analisi di rischio di cui al Rapporto Preliminare di Sicurezza (riferimento ANNESSO 3 al Rapporto Preliminare di Sicurezza ) è stata coerentemente sviluppata considerando i seguenti punti:

- sono stati ipotizzati ed analizzati numerosi casi di perdita di contenimento per cause "random" per tenere conto di cedimenti meccanici, corrosioni ed altre variabili connesse alle apparecchiature ed alle linee non meglio quantificabili e qualificabili a priori;
- dato che l'analisi storica indica come non trascurabile la probabilità di innesco, seppure limitata ad alcuni casi, nella valutazione delle conseguenze è stata dedicata particolare cura nell'identificare i possibili sviluppi degli scenari incidentali ipotizzabili (jet fire e flash fire) al fine di stimare in termini di probabilità la credibilità dei diversi scenari conseguenti l'innesco.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

## 1.7 Analisi degli Incidenti sul Trasporto GNL Mediante Navi

Nella seguente tabella si riassumono incidenti avvenuti a navi metaniere.

Data	Tipo	Nome della Nave	Causa dell'incidente	Luogo	Danni	Rilascio
1965	Worms	Jules Verne	Sovrariempimento	Carico	Frattura serbatoio e ponte	Sì
1965	Conch	Methane Princess	Perdita da valvola	Carico	Frattura sul ponte	Sì
1971	Esso	Esso Brega	Sovrapressione	Scarico	Frattura serbatoio e ponte	Sì
1974	Nk	Massachusetts (barge)	Perdita da valvola	Carico	Frattura sul ponte	Sì
1974	Conch	Methane Progress	Contatto con il fondo	Porto	-	No
1977	TZ Mk. I	LNG Delta	Perdita da valvola	Mare aperto	-	Sì
1977	Moss	LNG Aquarius	Sovrariempimento	Carico	-	Sì
1979	Moss	Pollenger	Perdita da valvola	Scarico	Frattura serbatoio e ponte	Sì
1979	GTNO 85	El Paso Paul Keyser	Arenamento	Mare aperto	Danni allo scafo e ai serbatoi senza rilascio di GNL	No
1980	Moss	LNG Libra	Guasto meccanico	Mare aperto	Rottura albero	No
1980	Moss	LNG Taurus	Arenamento	Porto	Danno allo scafo	No
1985	TZ Mk. I	Gadinia	Guasto meccanico	Porto	-	No
1985	GTNO 82	Isabella	Rottura valvola	Scarico	Frattura sul ponte	Sì
1990	GTNO 85	Bachir Chihani	Fatica	Mare aperto	Frattura nella struttura	No
1996	GTNO 96	LNG Porto Venere	Disfunzione sistemi antincendio	Mare aperto	-	No
2002	Moss	Norman Lady	Collisione	Mare aperto	Danno lieve allo scafo	No
2003	Moss	Century	Guasto meccanico	Mare aperto	-	No
2003	Moss	Hoegh Galleon	Guasto meccanico	Mare aperto	-	No
2004	GTNO 88	Tenaga Lima	Danno in poppa	Mare aperto	Riparazioni	No
2004	TZ Mk. III	British Trader	Incendio elettrico	Mare aperto	Riparazioni	No
2005	Esso	Lieta	Guasto meccanico	Mare aperto	Riparazioni	No
2005	Moss	LNG Edo	Vibrazioni trasmissione	Mare aperto	Sostituzione	No
2006	GTNO 96	Catalunya Spirit	Danneggiamento dell'isolamento	Mare aperto	Riparazione significativa	No

Dati ricavati da letteratura tecnica.

La tabella precedente mostra che i rilasci occorsi sono stati di piccola entità e che, nella maggior parte dei casi, gli incidenti sono stati causati da perdite da valvole o tubazioni sulla nave. L'ultimo incidente con rilascio che risulti da banche dati utilizzate per questa tipologia di analisi è accaduto nel 1985.

**La tabella mostra che gli eventi più significativi sono legati a cause comuni alla navigazione marittima (arenamenti, collisioni). Le caratteristiche delle navi metaniere (in particolare la presenza di doppio scafo) ha fatto sì che questi incidenti non abbiano mai provocato fuoriuscite di prodotto.**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020****Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8**Progetto n.** 19197II

Nel seguito viene presentata una analisi di maggiore dettaglio degli incidenti più significativi accaduti nel trasporto via nave di GNL.

**Giugno 1979 – El Paso Paul Keyser**

Una metaniera con serbatoi a membrana da 125000 m<sup>3</sup>, con un carico di 100.000 m<sup>3</sup>, si è arenata a velocità elevata (15-16 nodi) sulla costa spagnola a Est di Gibilterra.

L'urto ha causato danni gravi, in particolare lo scafo esterno è stato piegato rientrando di alcuni metri per tutta la lunghezza della nave, il che ha provocato delle falle e l'affondamento della poppa. Nonostante la gravità dei danni, il secondo scafo e l'isolamento dei serbatoi hanno subito una deformazione ma non si sono fratturati, mantenendo la integrità del contenimento.

Cinque giorni dopo l'incidente, con alta marea, la nave è stata rimessa in galleggiamento svuotando la zavorra e immettendo aria in pressione nei serbatoi di zavorra ed è stata rimorchiata in un sito di ancoraggio, dove il carico è stato trasferito ad un'altra metaniera, dimostrando la validità e l'efficacia della procedura di svuotamento da nave a nave in condizioni di emergenza. La nave è stata quindi sottoposta a riparazioni temporanee a Lisbona ed infine ha navigato con i propri mezzi a Dunkerque per le riparazioni definitive.

**Ottobre 1980 – LNG Libra**

Durante un viaggio dall'Indonesia verso il Giappone la metaniera Libra con serbatoi a membrana da 125000 m<sup>3</sup> ha subito la rottura dell'albero di propulsione.

La nave è stata rimorchiata ed ancorata nel golfo di Davao (Filippine) dove il carico di GNL è stato trasferito ad un'altra metaniera con una operazione durata 32 ore. La nave è stata successivamente rimorchiata in porto per le riparazioni. Sebbene l'incidente non abbia danneggiato le strutture della nave, l'incidente è significativo per il pericolo rappresentato dalla deriva della metaniera senza propulsione che ha richiesto il trasferimento del carico il più rapidamente possibile. Anche in questo caso la procedura di trasferimento del carico in emergenza si è mostrata efficace.

**Dicembre 1980 – LNG Taurus**

La metaniera Taurus (metaniera con serbatoi Moss da 125000 m<sup>3</sup>) all'arrivo al porto di Tobata in Giappone ha incontrato mare molto agitato, subendo danni severi alla stiva ed un principio di ingresso d'acqua.

La nave è stata posta di nuovo in galleggiamento dopo quattro giorni mediante pompaggio e pressurizzazione dei serbatoi di zavorra danneggiati. Malgrado l'impatto, il doppio scafo e i serbatoi GNL sono rimasti intatti. Dopo una verifica delle condizioni dello scafo la nave ha proseguito verso il Terminale dove ha scaricato il prodotto normalmente. I danni sono stati successivamente riparati nel porto di Nagasaki.

**2002 – Norman Lady**

La metaniera Norman Lady (metaniera con serbatoi Moss da 125000 m<sup>3</sup>) durante l'attraversamento dello Stretto di Gibilterra è entrata in collisione con il sottomarino USS Oklahoma City, che navigava a bassa profondità e bassa velocità. A seguito dell'urto lo scafo della metaniera ha subito danni lievi per un'estensione di circa 1,5 metri, senza alcun danno ai serbatoi e senza rilascio di prodotto.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

**1.7.1 Conclusioni analisi storica incidenti navi metaniere**

I dati storici più recenti riportati dalla letteratura tecnica internazionale, evidenziano che su più di 55.000 viaggi effettuati sino al 2004 da navi gasiere non si è verificato nessun incidente con rilascio di GNL dai serbatoi delle gasiere (Pitblado, 2004).

Quanto riportato nel documento sopra citato è supportato anche dal rapporto “LNG Safety and Security” pubblicato dal Center for Energy and Economics, (CEE, 2012) che riporta che al 2011 l’industria globale GNL comprendeva 25 impianti di liquefazione, 91 terminali di ricezione (o di rigassificazione) 360 navi che comportavano il trasporto di 220 milioni di tonnellate di GNL ogni anno. Il trasporto del GNL è stato sicuro per più di 40 anni durante i quali le navi gasiere hanno percorso più di 200 milioni di chilometri senza che ci fossero sostanziali incidenti in porto o in mare. Le navi di GNL transitano in aree ad elevato traffico, a titolo esemplificativo il rapporto evidenzia che nel 2000 una nave GNL entrava nella baia di Tokio ogni 20 ore, mentre nel porto di Boston entrava una nave di GNL ogni settimana.

**Tale rapporto è riportato per completezza in Annesso alla presente Nota .**

Quanto sopra deriva da precise motivazioni tecniche che fanno sì che anche in caso di collisione, urto o arenamento il rilascio di GNL dai serbatoi della nave gasiera sia estremamente improbabile.

Tutte le navi gasiere sono infatti realizzate in doppio scafo, con uno spazio tra il doppio scafo esterno e la parete del serbatoio che contiene il GNL variabile da 2 a 4 metri. L’effetto di un eventuale impatto di una nave gasiera è stato analizzato in campo internazionale mediante simulazioni strutturali di impatti nelle condizioni più gravose, ovvero per impatti a 90° nei quali cioè la nave impattante urta il fianco della gasiera perpendicolarmente. Un descrizione delle analisi svolte (riportata in Sandia, 2004; Pitblado, 2004) mostra che impatti anche con navi di grandi dimensioni con velocità inferiori a circa sei nodi non causano danni ai serbatoi interni (Sandia, 2004) e che impatti con altra nave gasiera a velocità di 6.6 nodi o con una petroliera da 300.000 DWT a pieno carico a 1,7 nodi non causano danni al serbatoio interno (Pitblado, 2004).

Impatti perpendicolari ad elevate velocità con navi di grandi dimensioni in ambito portuale sono evidentemente una occorrenza non credibile e ciò spiega perché non si registrano incidenti con rilasci da serbatoi di nave in terminali di rigassificazione.

**In conclusione l’analisi storica conferma quanto assunto alla base delle valutazioni dei rischi di incidente rilevante in merito agli scenari oggetto di approfondimento ovvero che non risultano ipotizzabili gli scenari esaminati : BLEVE , DANNEGGIAMENTO DA ROLLOVER, DANNEGGIAMENTO DA TRANSIZIONE RAPIDA DI FASE.**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

## 2 APPROFONDIMENTO SULLO SCENARIO BLEVE

Il BLEVE (esplosione per espansione di vapori di un liquido) si verifica quando un liquido presente in un recipiente chiuso ed in pressione a temperatura superiore a quella di ebollizione, subisce una rapidissima depressurizzazione per perdita di contenimento (**rottura recipiente**).

In seguito alla rottura del recipiente in pressione l'energia contenuta nel vapore viene immediatamente rilasciata provocando una esplosione fisica (onde di sovrappressione).

Si verifica inoltre il Flash pressochè istantaneo della frazione liquida presente che a sua può generare un fireball se si tratta di infiammabili ed in presenza di una fonte di innesco.

Storicamente il BLEVE si verifica quando il recipiente in pressione è avvolto dal fuoco ovvero interessato da incendio esterno come nel caso di un serbatoio avvolto dalle fiamme di un pool fire conseguente ad una perdita accidentale. Il metallo del serbatoio si riscalda e dopo un lasso di tempo necessario a portare il metallo alla temperatura di rammollimento (generalmente nella parte superiore del serbatoio dove all'interno c'è la fase gas-vapore ovvero sopra al "bagnoasciuga") il serbatoio cede generando il fenomeno in oggetto.

La rottura è dovuta in primis al riscaldamento del metallo ed al superamento delle temperature di progetto oltre che delle pressioni interne che comunque vengono scaricate dalla PSV opportunamente dimensionate per ipotesi "incendio esterno".

Se il recipiente-serbatoio è termicamente coibentato-isolato il fenomeno BLEVE è improbabile ovvero il fenomeno di riscaldamento del metallo richiederebbe dei tempi lunghissimi.

**Maggiore è il grado di isolamento termico, minore è la possibilità che si verifichi il fenomeno. Anche per tale motivazione tali scenari NON SI SONO MAI verificati nelle installazioni di deposito GNL. Come confermato dalla casistica storica relativa ad oltre 60 anni. Peraltro tali indicazioni sono confermate da quanto si evince dalla letteratura specializzata. La cause alla base di tali scenari NON sono presenti nelle installazioni in progetto.**

Affinchè si verifichi un BLEVE è quindi necessario che:

- Presenza di un incendio stazionario tale da coinvolgere il recipiente-serbatoio ovvero un incendio sottostante al serbatoio stesso,
- durata dell'incendio prolungata per un tempo congruo a generare il forte riscaldamento del mantello stesso fino al superamento delle temperature di progetto o meglio di rammollimento del metallo (alcune centinaia di gradi) ; nel caso del GPL sono necessarie ore mentre nel caso di serbatoi di GNL il fenomeno richiederebbe tempistiche lunghissime.
- Assenza di alcun intervento di raffreddamento del mantello del recipiente durante il periodo di esposizione-surriscaldamento .
- Assenza di qualsiasi altro intervento ad esempio per trasferire il contenuto verso altri serbatoi (come previsto peraltro nelle installazioni in progetto) .

Per tale motivo nei **depositi di GPL** la Regola tecnica di cui al DM 13 ottobre 1994 richiede, a titolo preventivo, che i serbatoi fuori terra:

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

- siano dotati di un sistema di drenaggio sulla pavimentazione sottostante la proiezione in pianta del serbatoio, in grado di allontanare-drenare gli eventuali sversamenti accidentali di liquido accidentalmente sversato, convogliandoli verso una vasca di raccolta fuori dal bacino del serbatoio stesso. In tal modo in caso di incendio questo si verificherà nella vasca di raccolta ad adeguata distanza dai serbatoi.
- siano isolati termicamente ovvero siano protetti mediante protezione ignifuga (REI) che garantisca idoneo isolamento termico mediante rivestimento ignifugo-protettivo che limita gli effetti termici sul serbatoio per un tempo congruo ,
- abbiano sistema di raffreddamento del mantello (con portate limitate ).

Da evidenziare come il GPL ha temperatura di ebollizione molto alta rispetto al GNL e conseguentemente in caso di sversamento accidentale di GPL si possono formare **significative pozze di liquido in grado di generare POOL FIRE** in caso di innesco.

Il GNL è fluido criogenico, viene stoccato a pressione pressochè atmosferica, a temperatura prossima ai -160°C ovvero alla temperatura di equilibrio-ebollizione.

Per tali caratteristiche chimico-fisiche, in caso di sversamento accidentale il GNL determina un flash adiabatico pressochè totale (considerando il Flash ed il trascinamento come aerosol) senza formare al suolo significative pozze di liquido in grado di generare i pool fire necessari al riscaldamento.

Tale aspetto è certamente avvalorato e confermato dalle simulazioni dei rilasci di GNL (riferimento Modulo analisi di rischio di cui al Rapporto di Sicurezza Preliminare) **NON SONO emersi scenari di pool fire dalle modellazioni condotte con il package PHAST 7.22 della DNV Technica Ltd.**

Inoltre:

- I serbatoi **hanno doppia parete “full containment”**,
- Il **grado di isolamento termico è elevatissimo** e tale da garantire che il GNL (stoccato a -160°C) non subisca significativi riscaldamenti così come il mantello interno del serbatoio stesso.
- **Non sono presenti significative fonti di incendio** quali liquidi infiammabili nell’area del deposito, in grado di generare significativi incendi stazionari di lunga durata ,
- Nell’area serbatoi del deposito GNL in oggetto è stato previsto, sulla stregua dei depositi di GPL, un **drenaggio superficiale attraverso canalette di raccolta con convogliamento in vasca di raccolta defilata** rispetto ai serbatoi stessi.
- I serbatoi sono stati progettati con idonei sistemi di scarico delle sovrappressioni (PSV) , dimensionati fra l’altro **considerando anche il fenomeno del ROLLOVER** oltre le classiche ipotesi quali ad esempio ERRORE DI MANOVRA od INCENDIO ESTERNO:
- I suddetti dispositivi di scarico **(PSV) sono peraltro RIDONDATI (2 + 2 )**.
- Il posizionamento degli accoppiamenti flangiati sarà effettuato in modo da prevenire che in caso di trafilamento da flangia si possa verificare un getto con direzionalità tale da interessare con impingment un serbatoio ,

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

- E' prevista la protezioni ignifuga in grado di resistere anche agli effetti di impingment da jet fire.
- E' stato previsto un **sistema di Depressurizzazione di emergenza** progettato per minimizzare le conseguenze di un evento di incendio o di una perdita di GNL da un serbatoio. Lo scopo è di garantire l'integrità del contenimento del serbatoio coinvolto in un evento quale incendio, oppure nel caso di una perdita, limitare la portata in uscita . Il sistema di depressurizzazione automatica previene peraltro anche lo scarico dalle PSV che sono settate a pressioni piu' alte per la protezione meccanica del recipiente;
- Nell'area del deposito non sono presenti liquidi infiammabili e combustibili in grado di generare incendi critici per lo scenario esaminato.

Inoltre sono previste:

**Svuotamento in emergenza di serbatoi**

Il relazione alle tempistiche dei fenomeni in esame, risulterebbe possibile effettuare lo svuotamento di un serbatoio eventualmente interessato da incendio o da perdita accidentale. Tutti gli altri serbatoi, non interessati dal evento critico, conterranno il liquido criogenico del serbatoio da svuotare.

Inoltre il GNL può essere prioritariamente immesso nelle tubazioni per il ricircolo e come ultima opzione può essere inviato in torcia sottoforma di BOG.

**Non è previsto lo svuotamento di serbatoi scaricando esclusivamente il bog in torcia , per il quale sarebbero necessari tempi lunghissimi e dell'ordine di giorni e giorni.**

**Tipologia serbatoi**

I serbatoi di stoccaggio GNL previsti sono del tipo "full continent" e cioè costituiti da un doppio serbatoio, il primo concentrico all'altro, entrambi realizzati in acciaio inox criogenico e idonei ad operare a temperature criogeniche. L'intercapedine conterrà perlite sottovuoto in modo da garantire isolamento termico efficace.

Nello specifico i serbatoi saranno realizzati da:

- Un primo serbatoio interno "inner tank" in acciaio criogenico secondo UNI EN 1473 e UNI EN 13458
- Un secondo serbatoio "outer tank" in acciaio criogenico secondo UNI EN 1473 e UNI EN 13458

I serbatoi saranno protetti in un tutte le condizioni di funzionamento: in caso di raggiungimento della pressione di progetto, l'integrità dei serbatoi sarà garantita dalle 4 valvole di sicurezza (PSV), il cui scarico è collettato verso il sistema di torcia opportunamente dimensionata per ricevere lo scarico contemporaneo da 2 serbatoi (IPOTESI CAUTELATIVA).

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

**Contenimento fuoriuscite GNL – Vasche di raccolta**

Il terminale è progettato per ridurre al minimo gli eventuali rilasci di GNL.

Sono previste infatti valvole SDV e HV a monte di ogni componente dell'impianto in cui circola il liquido criogenico.

Oltre ciò sono previsti nelle zone maggiormente a rischio quali zona serbatoi un apposito sistema di drenaggio convogliamento accumulo.

Per ogni coppia di serbatoi criogenici e per le relative pompe di rilancio che sono situate nel medesimo skid, è stata prevista con una cordatura in grado di convogliare il liquido criogenico verso la direzione prestabilita ovvero la direzione della vasca di raccolta dimensionata per raccogliere eventuali sversamenti, che comprendono anche fluidi utilizzati per l'antincendio.

Le vasche di accumulo saranno dotate di misuratore di livello e misuratore di temperatura. Questi ultimi sono necessari per ravvisare la sala controllo di un eventuale sversamento o perdita di GNL, per cui si interverrà con la chiusura delle valvola di uscite dal vasca di raccolta sia tramite PLC che con l'intervento dell'operatore avvisato da un segnale di allarme. Ciò al fine di evitare che il GNL vada in circolo nella rete delle acque provocando eccessivi fenomeni di vaporizzazione.

**SULLA BASE DELLE CONSIDERAZIONI SUDETTE IL FENOMENO BLEVE NON E' RAGIONEVOLMENTE IPOTIZZABILE NELLE INSTALLAZIONI IN OGGETTO.**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

## 2.1 Valutazione probabilistica dello scenario BLEVE

Affinchè si possa ipotizzare uno scenario di BLEVE è necessario si verifichino contemporaneamente:

- **presenza di incendio esterno di lunga durata – ad esempio** conseguente ad una massiccia e continuativa perdita di GNL tale da generare pozze incendiate (POOL FIRE) di lunga durata. Tale ipotesi non risulta ragionevolmente plausibile in relazione alle ipotesi incidentali CREDIBILI di riferimento individuate nel Rapporto Preliminare di Sicurezza (i rilasci credibili individuati non comportano formazione di pozze di liquido ); In base alle valutazioni di rischio condotte un rilascio di GNL a seguito di una perdita Random da linea con modalità “ROTTURA FULL BORE” non risulta Credibile. Scenari di incendio stazionario conseguenti alla modalità di perdita CRICCA risultano non significativi ai fini delle valutazioni in oggetto. Gli stessi scenari di incendio (jet fire) risultano caratterizzati da frequenza di accadimento dell’ordina di 10-08 eventi/anno ovvero al di sotto della Credibilità assunta (rif. Top Event 4).

La durata stimata di una perdita di GNL (rif. Top Event riportati in ANNESSO 3 a RdS NOF), in relazione ai sistemi di rilevazione perdite ed allertamento, sistemi di intercettazione automatica delle linee oggetto di perdita, fanno sì che la durata del rilascio sia stimabile in 1-3 minuti ovvero tempi infinitesimali rispetto a quelli richiesti per generare riscaldamenti dei serbatoi (ore/giorni).

Analogamente se si analizzano i rilasci da accoppiamento flangiato (Top Event 5), questi comportano scenari di incendio di getto (Jet Fire) caratterizzati da frequenza di 5,5-07 eventi/anno e presentano una durata stimabile inferiore a 3 minuti. Peraltro i vincoli di lay out minimizzano la possibilità che la direzionalità del getto possa interessare serbatoi. Gli accoppiamenti flangiati saranno infatti posizionati in modo che un trafileamento da accoppiamento flangiato abbia una direzione tale da non impattare direttamente sulla superficie dei serbatoi;

- **mancato drenaggio del liquido verso vasca di raccolta defilata** - seppure NON emerge la formazione di pozze di liquido GNL al suolo , a livello puramente teorico, eventuali liquidi a suolo verrebbero drenati e convogliati quindi allontanati dall’area dei serbatoi stessi verso vasca di raccolta esterna all’area di stoccaggio.
- **presenza di fonte di Innesco** con formazione di un incendio stazionario (es. pool fire) sottostante l’area del serbatoio (valgono le considerazioni di cui al primo punto in relazione agli eventi individuati nell’analisi di rischio di cui al Rapporto di Sicurezza Preliminare) ;
- **durata dell’incendio** tale per cui gli effetti termici stazionari siano in grado di causare il danneggiamento della protezione ignifuga (JEI 90), del mantello esterno del serbatoio e il surriscaldamento del primo mantello, ipotesi per le quali sarebbero necessari giorni.

Anche per tale punto, come emerge dalla disamina degli eventi di cui al Rapporto di Sicurezza Preliminare (vedi il primo punto precedente e l’annesso relativo), i sistemi di **rilevazione, intercettazione e contenimento** limitano la durata dei rilasci in area serbatoi

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

a tempi inferiori a 3 minuti ovvero trascurabili in relazione alla possibilità di generare effetti critici sulle installazioni bersaglio.

- **Mancato e prolungato intervento di raffreddamento da personale interno** (ore o giorni); Anche in tale caso seppure non ragionevolmente ipotizzabile, in caso sarebbe possibile effettuare un raffreddamento del mantello del serbatoio qualora interessato da teorici effetti termici significativi.
- **Mancata richiesta-intervento VVF Nazionali** per operazioni di raffreddamento: (valgono le considerazioni di cui sopra);
- **Mancato travaso-trasferimento del contenuto del serbatoio** (prolungato per ore ed ore); seppure non sussiste problematica di incendio tale da richiedere un trasferimento di emergenza, il progetto prevede la possibilità di effettuare il travaso del contenuto del serbatoio “critico” o perché fonte di perdita o perché bersaglio di uno scenario (ipotesi entrambe NON CREDIBILI);
- **Mancata depressurizzazione di emergenza** (oltre alla PSV ridondate ed in grado di scaricare ben oltre la portata generabile da un incendio esterno) è disponibile un sistema di depressurizzazione automatica in grado di garantire lo scarico del BOG che si genera da riscaldamento, ben prima dell’intervento delle PSV ridondate.

Come risulta dalla analisi delle suddette considerazioni la frequenza-probabilità di accadimento attesa di uno scenario di BLEVE è remota e certamente tale da rendere lo scenario NON CREDIBILE o meglio NON RAGIONEVOLMENTE IPOTIZZABILE.

La frequenza di accadimento, determinata attraverso **l’apposito Albero di Guasto (ALLEGATO 2a ed Allegato 2b)**, dello scenario BLEVE si attesta a valori inferiori a E-12 eventi / anno ovvero molto molto al di sotto del limite di credibilità assunto a livello nazionale ed internazionale anche in installazioni particolarmente critiche quali ad esempio centrali nucleari.

Le analoghe considerazioni sono valide se si considera l’area del terminale off shore dove appare assolutamente non ipotizzabile viste le condizioni di contorno.

Un incendio esterno tale da surriscaldare il GNL nelle tanche della nave metaniera appare uno scenario non ragionevolmente ipotizzabile.

Affinchè si verifichi un rilascio di GNL risulterebbe necessario un danneggiamento della stessa nave metaniera che come da paragrafo precedente su analisi storica eventi su Navigazione non risulta ragionevolmente ipotizzabile.

Si precisa infine che eventuali incidenti, anomalie, problematiche che possono accadere “a bordo nave” non risultano di competenza Ionio Fuel essendo i vettori navali NON configurabili come “Stabilimento”, “Impianto” o “deposito” ma sono entità che sono sottoposte e regolate da norme internazionali.

In tutti i casi in cui è previsto un attracco di una nave quale una gasiera, una petroliera, una metaniera etc. in caso di anomalia le procedure gestionali prevedono l’immediato distacco della nave stessa rispetto alle infrastrutture di attracco, ed un suo immediato allontanamento. Nel caso in oggetto essendo un terminale off-shore a circa 1,8-2 km dalla linea di costa la problematica appare meno rilevante.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

### **3 APPROFONDIMENTO SUL FENOMENO ROLLOVER COME CAUSA DI SCENARIO INCIDENTALE DI DANNEGGIAMENTO MECCANICO SERBATOIO PER SOVRAPPRESSIONE**

Il fenomeno del rollover si può verificare in un serbatoio di stoccaggio di GNL a causa di una mancata miscelazione di prodotto fresco con il prodotto già presente, a cui consegue la formazione di due stati a diversa densità – temperatura .

Tale stratificazione è causata dallo scambio di calore tra il serbatoio e l'ambiente esterno, può comportare un rimescolamento brusco delle due masse (roll over), con una rapida produzione di vapore e conseguente rapido aumento di pressione.

#### **3.1 Considerazioni scaturite da analisi evento PANIGALLIA (1971)**

Storicamente uno degli eventi di riferimento e "scuola" riconducibili al fenomeno di Roll Over è quello di Panigallia avvenuto nel 1971 a La Spezia .

Oltre 18 ore dopo la discarica della nave che approvvigionava GNL, in uno dei serbatoi di stoccaggio, si verificò un Roll-over che causò un aumento di pressione di circa 1.42 volte la pressione di progetto del serbatoio stesso (le apparecchiature a "pressione" ovvero PED vengono collaudate pressurizzando il recipiente fino 1,5-2 volte la pressione di progetto) . I vapori di GNL furono scaricati in atmosfera per oltre 3 ore, attraverso la valvola di sicurezza (PSV ) ed il vent, senza alcun innesco.

**Il GNL scaricato nel serbatoio era stato tenuto nella nave metaniera per circa 1 mese prima di essere trasferito nel serbatoio**, la vaporizzazione che subì in questo periodo produsse un GNL più denso e caldo rispetto a quello atteso.

**La sovrappressione interna al serbatoio fu contenuta e quindi non si ebbero danneggiamenti strutturali od altri danneggiamenti del serbatoio stesso.**

**L'evento NON causò conseguenze su cose o persone .**

In questo incidente dopo un'operazione di carico di un serbatoio di GNL era rimasta una zona di stratificazione, a diversa densità nel serbatoio. Successivamente lo strato inferiore si è riscaldato fino a raggiungere la densità dello strato superiore. I moti convettivi all'interno del serbatoio comportarono la rottura in breve tempo dello strato stratificato, con un rapido incremento dello sviluppo di vapori di gas all'interno del serbatoio Rapido sviluppo di BOG). Questo tipo di incidente è "rollover" o "basculamento".

Quando si verificò l'incidente i motivi e le conseguenze di un evento di rollover erano poco note e conosciute. **Nel caso in esame non ci fu un escalation dell'evento ed il serbatoio stesso non fu danneggiato dalla sovrappressione interna risultante.** Ad ogni modo era noto che potenzialmente il rollover poteva provocare gravi potenziali conseguenze.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

### 3.2 Accorgimenti Tecnici Implementati

In seguito al mancato incidente l'industria del GNL ha commissionato lavori di ricerca sul fenomeno del rollover ed ha pubblicato i risultati degli studi allo scopo di incrementare la conoscenza del fenomeno. Attualmente la strumentazione prevista per i serbatoi di stoccaggio GNL risulta avanzata e ridondata, include anche rilievo densità (nelle installazioni ove può ipotizzarsi il fenomeno) allo scopo garantire la rilevazione della formazione di stratificazioni all'interno dei serbatoi, permettendo il controllo della miscelazione .

In base alla norma UNI EN 1473 i serbatoi di stoccaggio GNL devono essere dotati dei seguenti dispositivi anti-rollover o anti-basculamento:

- **dispositivi di riempimento del serbatoio adeguati che consentano di introdurre il GNL sul fondo o nella parte alta del serbatoio in funzione della densità del GNL inviato; Questi sistemi di immissione GNL nel serbatoio garantiscono il rimescolamento della massa contenuta;**
- **sistema di ricircolazione in grado di garantire idonea miscelazione-rimescolamento;**
- **controllo del tasso di evaporazione (controllo BOG) attraverso sistemi automatici di controllo e regolazione pressione interna (pcv di regolazione del BOG);**
- **misurazione della temperatura-pressioni-livelli-densità del GNL del serbatoio ;**

In aggiunta agli accorgimenti tecnici ed operativi definiti allo scopo di evitare problematiche a fronte del fenomeno di roll-over il **sistema di scarico pressione dei serbatoi (PSV) è dimensionato considerando nelle portate dimensionanti anche quelle derivanti dal fenomeno "roll-over" allo scopo di evitare che la struttura del serbatoio sia danneggiata nel caso in cui tale evento si verifichi, malgrado le protezioni previste atte ad evitarlo.**

Il dimensionamento del sistema vent dei serbatoi di stoccaggio GNL è effettuato in accordo alla UNI EN 1473.

Nel caso del progetto IONIO FUEL oggetto della presente nota :

- serbatoi "full containment";
- livello di isolamento termico elevatissimo;
- serbatoi equipaggiati con un sistema che permette la corretta ed uniforme distribuzione del liquido in ingresso al serbatoio durante il suo riempimento (il sistema garantisce distribuzione sia dall'alto che dal basso e garantisce rimescolamento per evitare stratificazioni).
- serbatoi con sistema di ricircolazione che garantire costante miscelazione e rimescolamento;
- serbatoi previsti sistemi di controllo -indicazione per il monitoraggio in continuo dei livelli, dei profili di temperatura-densità-pressione-livello etc. lungo l'altezza del serbatoio.
- serbatoi cilindrici orizzontali e di capacità "medio-piccola" (il Roll Over è più probabile nei cilindrici verticali di grandi dimensioni) ;

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020****Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8**Progetto n.** 19197II

- le procedure operative prevedranno un rigoroso controllo delle condizioni di temperatura del GNL approvvigionato ovvero del GNL in arrivo con le navi metaniere.
- Si effettua il preventivo Pre-Raffreddamento (cooling) della linea di trasferimento dal terminale off shore prima degli scarichi.
- I dispositivi di scarico delle sovrappressioni (PSV) sono dimensionate con riferimento all'ipotesi in esame e conseguentemente garantiranno la scarico delle portate di vapori derivanti dal Boil OFF conseguente al Roll Over
- I dispositivi di scarico delle sovrappressioni (PSV) sono ridondati; ogni serbatoio ha previste 2 PSV + 2 PSV opportunamente dimensionate per le portate da Rollover ;
- idonei sistemi di controllo temperatura allarmati per alta e con azione di BLOCCO automatico in caso di altissima con intercettazione del trasferimento da terminale. Analoghe azioni saranno previste a fronte di variazioni di densità o stratificazioni.

**Sulla base di tali indicazioni il fenomeno di danneggiamento meccanico di un serbatoio per sovrappressione interna generata dal fenomeno Roll Over è senza dubbio NON RAGIONEVOLMENTE IPOTIZZABILE .**

### **3.3 Valutazione probabilistica dello scenario di danneggiamento meccanico causato da rollover**

Affinchè possa essere ipotizzato un danneggiamento meccanico per sovrappressione del serbatoio e conseguente rilascio massivo di GNL, sovrappressione generata dal fenomeno Roll Over, si devono verificare CONTEMPORANEAMENTE le seguenti anomalie-malfunzionamenti-guasti:

- Arrivo di Metaniera con prodotto fuori specifica in termini di densità-temperatura (probabilità assunta cautelativamente a 0,01 equivalente ad una nave ogni 100),
- Mancata verifica parametri GNL in arrivo con Nave (grave doppio errore operativo ciascuno di probabilità pari a 3 E-03) ,
- Malfunzionamento rilievo temperatura e densità (due rilievi indipendenti) (ciascun Trasmittitore di temperatura ha probabilità di failure di circa 7,7 E-07 ev/ora) ,
- Mancato intervento PSV 1 ( PSV ridondate) (rateo 3,3 E-07 ev/ora) ,
- Mancato intervento PSV 2 (PSV ridondate) (rateo 3,3 E-07 ev/ora),
- Malfunzionamento sistema carico alto basso (errore operativo volontario che intercetta valvola manuale piombata chiusa)
- Malfunzionamento sistema ricircolazione (errore operativo volontario che intercetta valvola manuale piombata chiusa)

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020****Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8**Progetto n.** 19197II

Si fa presente che le valvole manuali nei circuiti di carico e di ricircolazione serbatoio saranno piombate aperte. Con tale accorgimento l'ipotesi di una erronea chiusura da parte dell'operatore appare NON RAGIONEVOLE seppure cautelativamente viene attribuita una probabilità relativa ad un normale errore operativo.

Tali sistemi accorgimenti impiantistici sono previsti dalla stesse norme UNI di riferimento minimizzano "a prescindere dalle altre condizioni necessarie" ovvero escludono la possibilità di stratificazione.

La frequenza di accadimento di un danneggiamento meccanico del serbatoio per sovrappressione generata dal fenomeno RollOver, calcolata mediante apposito albero di guasto (ALLEGATO 3 ) che considera ed assume i ratei di guasto malfunzionamento sopra riportati risulta quindi contraddistinta da una probabilità di accadimento inferiore a E-12 eventi/anno ovvero molto al di sotto dei limiti di credibilità assunti come specificato nel caso precedente e pari, per gli scenari, a 10-07 ev/anno.

**L'evento di danneggiamento meccanico n conseguenza al fenomeno Rollover NON E' QUINDI CREDIBILE.**

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020**

Titolo: Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8

Progetto n. 19197II

## 4 APPROFONDIMENTO SUL FENOMENO TRANSIZIONE RAPIDA DI FASE

La transizione rapida di fase (nel seguito RPT) è un rapido cambiamento di fase di un liquido a vapore, e si manifesta generalmente quando due liquidi con temperature molto diverse tra loro vengono a contatto.

Da letteratura specializzata emerge come, per il Gnl, il fenomeno di transizione rapida di fase avviene per contatto di grandi quantità di GNL con acqua, nel caso specifico con il mare.

Il fenomeno dell'RPT è stato studiato ed analizzato mediante numerose campagne sperimentali.

Dalle prove sperimentali è emerso come il fenomeno non sia in grado di dare sovrappressioni significative se non nelle immediate vicinanze del punto di rilascio e non è stato ritenuto in grado di causare danneggiamenti strutturali delle installazioni interessate.

Il fenomeno RPT derivante dal contatto di GNL con acqua è un fenomeno che non presenta una casistica storica significativa anche perché è correlato a perdite di contenimento pressochè istantanee di grandi masse di GNL. Tale fenomeno è quindi ipotizzabile solo in conseguenza ad un evento di rilascio catastrofico-istantaneo.

Per quanto concerne le installazioni in esame due sono le aree con presenza di grande massa-quantità di GNL:

- Area Serbatoi di stoccaggio,
- Nave metaniera.

Grandi masse di acqua sono esclusivamente quelle a mare.

Nell'area dei serbatoi di stoccaggio il fenomeno RPT NON è ipotizzabile in quanto non vi è possibilità di contatto fra grandi quantità di GNL ed il mare ovvero grandi quantità di acqua. Il Mare è infatti molto distante, esiste un drenaggio, vasche di raccolta etc.

Inoltre un rilascio catastrofico istantaneo NON risulta inoltre ipotizzabile per la tipologia di serbatoi, come peraltro emerge da analisi degli eventi incidentali di cui al Rapporto di Sicurezza Preliminare.

Qualora si verificasse un cedimento catastrofico di un serbatoio sarebbero altre le problematiche e il fenomeno risulterebbe trascurabile in termini di rischio correlato al deposito stesso.

Per quanto concerne l'area della nave metaniera gli scenari RPT possono essere riconducibili, a grandi rilasci a mare di GNL dalla nave metaniera.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020****Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8**Progetto n.** 19197II

Dalle prove sperimentali condotte scaturisce che scenari di riferimento in grado di provocare una rapida transizione sono stati individuati quali [1]:

1. fuoriuscita di GNL sull'acqua dalle tanche della nave, fuoriuscita causata da una grande falla sopra la linea di galleggiamento;
2. fuoriuscita di GNL sull'acqua dalle tanche della nave, fuoriuscita causata da una grande falla sotto la linea di galleggiamento;
3. ingresso di acqua in una tanca della nave generata da grande falla al di sotto della linea di galleggiamento ma al di sopra del livello del liquido GNL nel serbatoio.

Sia prove pratiche in scala [1,2,3] che studi teorici [4] hanno confermato la credibilità di scenari di transizione rapida di fase ESCLUSIVAMENTE per rilasci molto massivi, che sono in grado di generare fenomeni di sovrappressione anche significativa, ma esclusivamente limitati alle immediate vicinanze del fenomeno studiato ovvero del punto di rilascio.

Tali scenari devono coinvolgere grandi masse di GNL riconducibili a rotture di tipo “catastrofico” .

Prove sperimentali in scala hanno dimostrato come non tutti i rilasci possono manifestare fenomeni di RPT. Fattori che incrementano la probabilità di transizione di fase sono connessi con la quantità rilasciata e la durata del rilascio stesso.

In ogni caso, tutti gli studi concludono e concordano come il potenziale di pericolo delle transizioni di fase rapide può essere grave, ma è fortemente localizzato nell'area di fuoriuscita e certamente è la fuoriuscita la principale problematica .

La transizione è un come vero e proprio EFFETTO DOMINO.

Tali considerazioni sono esattamente in accordo con quanto riportato nella “Guida Tecnica di prevenzione incendi per l'analisi di progetti di impianti di stoccaggio di GNL di capacità superiore a 50 tonnellate”[5]:

**...“anche se intensamente studiate nei laboratori, le transizioni rapide di fase (RPT) derivanti dal contatto di GNL con acqua sono state rare e con conseguenze limitate alla zona ove è avvenuto lo sversamento”.**

In relazione agli eventi ipotizzati nel Rapporto di Sicurezza preliminare, l'unico scenario CREDIBILE in grado di comportare un rilascio a mare di GNL è il Top event T01, “Rilascio di GNL per perdita dal braccio di carico durante lo scarico della nave metaniera o il carico della bettolina” .

L'evento ha una frequenza di accadimento pari a  $1,7E-05$  occ./anno e comporta una portata di efflusso di circa 5,8 kg/s.

Il rilascio ha una durata inferiore a 3 minuti.

Il rilascio comporta una portata di 5,8 kg/s, che non è certamente critica per lo sviluppo di un fenomeno di transizione tale da generare significative onde di sovrappressione.

**Comunicazione N° 0000535.U del 23/01/2020 del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e nota GdL-VVF del 08.06.2020 e nota GdL-CTR-VVF del 8.06.2020****Titolo:** Nota di integrazione-approfondimento volontaria per i punti 6,7 e 8**Progetto n.** 19197II

Inoltre le caratteristiche meccaniche delle navi metaniere sono tali per cui le sovrappressioni generate da un ipotetico RPT non sarebbero in grado di generare potenziali danneggiamenti .

Gli eventi credibili individuati nel Rapporto Preliminare di Sicurezza NON POSSONO quindi generare transizione rapida critiche per la stessa nave metaniere.

Per quanto concerne ad un ipotetico rilascio catastrofico sarebbe necessario un danneggiamento “catastrofico” della nave metaniera stessa .

Tale danneggiamento appare ragionevolmente non ipotizzabile in quanto non correlabile a nessuna delle attività connesse al progetto in esame, quali accosti a piattaforma, ormeggio e quant’altro.

Le navi metaniere rispondono a requisiti costruttivi e standards internazionali che prevedono un full containment con doppio scafo etc.

Da studi emerge come anche un ipotetico urto a 90° fra due metaniere a velocità fino a 7 – 8 nodi non comporterebbe il grave danneggiamento delle tanche.

Peraltro in relazione alle caratteristiche strutturali del terminale off shore non risulterebbe ipotizzabile un danneggiamento catastrofico della nave metaniera per urto accidentale con le strutture di attracco – ormeggio.

Sulla base di quanto esposto circa la NON CREDIBILITÀ di un rilascio massivo in grado di generare RPT e le conseguenze teoriche del fenomeno, il rischio connesso con fenomeni risulta TRASCURABILE .

Il terminale off shore è allocato peraltro ad oltre 1,8 km dalla costa e gli effetti di RPT valutati sperimentalmente sono comunque limitati alle aree del rilascio.

**Riferimenti bibliografici richiamati:**

- [1] Understand LNG Rapid Phase Transitions (RPT), Hydrocarbon Processing 85 (7) July 2006
- [2] A summary of some experimental data on LNG safety, Journal of Hazardous Materials 140 (2007) 429–438
- [3] Aspetti di sicurezza dei terminali di rigassificazione GNL, D’Appolonia SpA
- [4] CFD methodology for simulation of LNG spills and rapid phasetransition (RPT), Process Safety and Environmental Protection 120 (2018) 358–369
- [5] Guida Tecnica di prevenzione incendi per l’analisi di progetti di impianti di stoccaggio di GNL di capacità superiore a 50 tonnellate