



TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI PROGETTO AUTORIZZATIVO

TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI
PROGETTO AUTORIZZATIVO



Progettazione

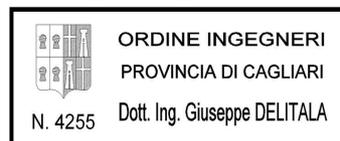
Società di ingegneria incaricata per la progettazione



COSIN S.r.l.
SOCIETÀ DI INGEGNERIA UNIPERSONALE
09134 CAGLIARI - VIA SAN TOMMASO D'AQUINO 18
Tel e fax +39 070 2346768
info@cosinsrl.it
P.IVA 03043130925

Progettista e responsabile per l'integrazione
fra le varie prestazioni specialistiche

Ing. Giuseppe Delitala



Gruppo di lavoro COSIN S.r.l.

Geologia e geotecnica

Geol. Alberto Gorini

Opere Civili

Ing. Nicola Marras

Studio di impatto ambientale

Ing. Emanuela Corona

Fotosimulazioni

Arch. Daniele Nurra

Archeologia

Archeol. Anna Luisa Sanna

Consulenze specialistiche:

Rapporto preliminare di sicurezza

Società ICARO S.r.l.

Opere antincendio

Ing. Fortunato Gangemi

Opere Marittime

Ing. Giovanni Spissu

Opere Strutturali

Ing. Francesco Fiori

Studio di impatto Acustico

Ing. Antonio Dedoni

MODULO 3 - ANALISI DEL RISCHIO 7 - RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA

NOME FILE

D_07_RI_29_ADR_R01

FORMATO

CODICE
ELAB.

D 0 7 R I 2 9 A D R R 0 1

REV. B

A4

B

EMISSIONE A SEGUITO RICHIESTA INTEGRAZIONI DEL COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL
FUOCO DI CAGLIARI PROT.: *dipvvf.COM-CA.REGISTRO UFFICIALE.U.0020503.13-11-2017*

Dicembre
2017

Cherici

Delitala

Delitala

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



Terminal GNL – Porto Canale di Cagliari (CA)

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

(ai sensi dell'Art. 16 del D.Lgs. 105/2015)

MODULO 3

Analisi di dettaglio degli eventi incidentali

Progetto n° 17129i



D_07_RI_29_ADR_R01 - Mod. 3 Analisi di Rischio	Dicembre 2017	Rev. 01	E. Casu, G.Giani, C.Balsano, M. Manneschi, A. Cherici	A. Cherici
17129I_Analisi di rischio_08.docx	Maggio 2017	Rev 00	E. Casu, G.Giani, C.Balsano, M. Manneschi, A. Cherici	A. Cherici
Nome file	Data	Revisione	Elaborato da	Controllato da

Il presente documento è composto da una Relazione Generale di n. **70** pagine e da n° **4** Allegati.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

INDICE del Contenuto

PREMESSA	4
1 analisi degli eventi incidentali	5
1.1 RIFERIMENTI TECNICI.....	5
1.2 STANDARD TECNICI.....	7
1.3 DEFINIZIONI	8
1.2 METODOLOGIA DI LAVORO	10
1.2.1 Individuazione degli eventi incidentali di riferimento.....	11
1.2.2 Stima della frequenza degli eventi incidentali credibili.....	12
1.2.3 Definizione dei termini sorgente	17
1.2.4 Identificazione e stima della frequenza degli scenari incidentali.....	17
1.2.5 Valutazione delle conseguenze degli scenari incidentali credibili.....	20
1.2.6 Criteri per la valutazione degli effetti domino.....	23
2 EVENTI IDENTIFICATI.....	26
3 ANALISI DEGLI EVENTI INCIDENTALI IDENTIFICATI	27
T01 - Rilascio di GNL per perdita dal braccio di carico durante lo scarico della nave metaniera o il carico della bettolina.....	27
T02 - Rilascio di GNL per perdita del braccio di carico durante il caricamento delle autocisterne	35
T03 – Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento da banchina a serbatoi (durante la fase di scarico della nave metaniera)	38
T04 - Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento (durante la fase di carico delle bettoline)	42
T05 - Rilascio di GNL per perdita da accoppiamento flangiato	46
T06 - Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai serbatoi alla pensiline di carico autocisterne (durante la fase di caricamento)	49
T07 - Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai serbatoi di stoccaggio ai vaporizzatori.....	50
T08 - Rilascio di GN da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai vaporizzatore alla rete.....	55
T09 - Rilascio di BOG da linea per perdita della tubazione di trasferimento	60
T10 - Rilascio di GNL da tubazione dei vaporizzatori.....	64
4 SINTESI DEGLI EVENTI INCIDENTALI.....	69

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

ELENCO ALLEGATI

- Allegato 3.1** Linea guida per l'esecuzione dell'analisi di rischio
- Allegato 3.2** Analisi HazOp
- Allegato 3.3** Pubblicazioni relative a frequenza rottura doppi tubi
- Allegato 3.4** Tabulati di calcolo delle conseguenze degli scenari incidentali
- Allegato 3.5** Mappe con la rappresentazione delle conseguenze degli scenari incidentali

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

PREMESSA

Il presente documento illustra l'analisi di dettaglio degli eventi incidentali rappresentativi del rischio associato al deposito.

Il documento, pertanto, fornisce in maniera dettagliata e puntuale le informazioni richieste dall'allegato C al D. Lgs 105/15.

L'analisi è corredata con una breve introduzione metodologica per facilitare la comprensione delle valutazioni effettuate.

Nella parte conclusiva del documento sono riportate le tabelle di sintesi dei principali risultati emersi dall'analisi.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

1 ANALISI DEGLI EVENTI INCIDENTALI

1.1 RIFERIMENTI TECNICI

n.	Titolo	Anno
1	Failure frequency guidance – DNV 2013	2013
2	Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments – HSE (28/06/2012)	2012
3	Handbook off reliability prediction procedure for mechanical equipment – Naval Surface Warfare Center	2011
4	International Association of Oil & Gas Producers, risk Assessment data Directory, Report No.434 and relevant associated documentation, March 2010	2010
5	Flemish Government – LNE Department, Environment, Nature and Energy Policy Unit, Safety Reporting Division: “Handbook of failure frequencies for drawing up a Safety Report – Technical report and Appendix, 5 maggio 2009.	2009
6	National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), References manual Bevi Risk Assessments, version 3.2, 01/07/2009.	2009
8	Oreda 2009: Offshore Reliability Data, 2009.	2009
9	Exida 2007: Safety Equipment Reliability Handbook.	2007
10	UK HSE, Clive Nussey – “Failure frequencies of high pressure storage vessel at COMAH sites. A comparison of data used by HSE and the Netherlands”, 2006	2006
11	H.I. Beerens, J.C. Post, P.A.M. Uijtde Haag – “The use of generic failure frequencies in QRA: the quality and use of failure frequencies and how to bring them up to date” – Journal of Hazardous Materials, 130 (2006), 265-270.	2006
12	TOTAL – “Guidelines for risk analysis”, doc HSE-SRD-004, 2006.	2006
13	Energy Institute, 2006, IP Research Report – Ignition Probability Review, Model Development and Look-up Correlations, London UK.	2006
14	Sintef 2006: PDS Data Handbook.	2006
15	HSE – Planning case and assessment guide (PCAG) – Failure rate and event data for use within risk assessment, 2004.	2004
16	UK HSE – Human vulnerability to thermal dose offshore – HSL/2004/04	2004
17	W.K. Muhlbauer, Pipeline Risk Management Manual, 3rd Ed., 2004, Elsevier.	2004
18	SINTEF – OREDA, Offshore Reliability Data, 2002.	2002
19	Dimitri B. Kececioglu, “Reliability & Life Testing Handbook, Vol.1”, 2002, DEStech Publications.	2002
20	Oreda 2002: Offshore Reliability Data, 2002.	2002
21	API STD 581 – “Risk based inspection – Base Resource Document”, 2000.	2000
22	DNV Technica, a cura di John Spuge – “A guide to quantitative risk assessment for offshore installations” – CMPT, 1999.	1999
23	HAZOP and multistage hazard study”, Institute of Chemical Engineers, 1999	1999

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

n.	Titolo	Anno
24	TNO – Committee for the Prevention of Disasters, CPR, "Guidelines for quantitative risk assessment – Purple Book", doc CPR 18 E, 1999.	1999
25	IChemE Loss Prevention Bulletin, Bulletin No. 138, "The LASTFIRE Project" December 1997.	1997
26	TNO – Committee for the Prevention of Disasters, CPR, "Methods for the calculation of the Physical Effects", CPR 14E – 3rd ed., 1997	1997
27	Lees – "Loss Prevention in the Process Industries", 2nd edition, 1996 – Butterworth – Heinemann.	1996
28	E&P Forum: Quantitative Risk Assessment Data Directory – Report No 11.8/250 1996.	1996
29	AICHE – Chemical Transportation Risk Analysis – CCPS.	1995
30	Center for Chemical Process Safety of the AIChE: "Evaluation of Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flashfires and BLEVEs" - 1994	1994
31	Flammable Gases and Liquids and their hazards – US EPA, 1994	1994
32	Hurstetal – "Failure rates and incident database for Major Hazards" – 7th International Symposium on Loss prevention and Safety Promotion in the Process Industry, Taormina (IT), 1992.	1992
33	E&P forum Report n° 11.4/180 - DNV Technica: "Hydrocarbon leak and ignition data base", 1992	1992
34	Center for Chemical Process Safety of the AIChE: "Guidelines for Hazard Evaluation Procedures" – 2nd ed., 1992	1992
35	Cox, Lees and Ang, 1991. Classification of Hazardous Locations, Rugby: Institution of Chemical Engineers, ISBN 0 85295 258 9	1991
36	Center for Chemical Process Safety of the AIChE: "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis" – 1989	1989
37	Center for Chemical Process Safety of the AIChE: "Guidelines for Process Equipment Reliability Data, with data tables" - 1989	1989
38	TNO – "Methods for the calculation of the possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials", CPR 16E – 1989	1989
39	Progetto ARIPAR, Analisi dei Rischi Industriali e Portuali dell'Area di Ravenna, 1987.	1987
40	World Bank – "Manual of Industrial Hazard Assessment Techniques", 1985.	1985
41	An Analysis of Vapour Cloud Explosions Based on Accidents – B.J. Wiekema 1984	1984
42	Thomas, HM – "Pipe and vessel failure probability" – Reliability Engineering, 1981; 2:83 - 124	1984
43	B.J.Wiekema – TNO – "An Analysis of Vapour Cloud Explosions Based on Accidents".	1983
44	Thomas, HM – "Pipe and vassel failure probability" – Reliability Engineering, 1981; 2:82-124.	1981
45	Cremer & Warner – App IX in COVO Commission – "Risk analysis of six potentially hazardous industrial objects in the Rijnmond Area, a pilot study – A report to the Rijnmond Public Authority", 1981.	1981
46	Banca Dati MARS (Major Accident Reporting System)	
47	Banca Dati CSB U.S. (Chemical Safety Board)	
48	Banca dati SOZOGAKU (Major Hazard Incident Data Service).	
49	Banca dati ARIA (Analisi, Ricerca e Informazione sugli Incidenti)	
50	HSDB (Hazardous Substances Data base)	
51	RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances)	
52	Assessment of the Dangerous Toxic Load (DTL) for Specified Level of Toxicity (SLOT) and Significant Likelihood of Death (SLOD) – riferimento: http://www.hse.gov.uk/hid/haztox.htm	

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

1.2 STANDARD TECNICI

I testi indicati in tabella sono riferiti all'ultima edizione disponibile.

n.	Titolo
1	Standard IEC 61508 "Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems"
2	Standard IEC 61511 "Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector"
3	Norma UNI EN ISO 9001 "Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti"
4	Norma UNI EN ISO 14001 "Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e guida per l'uso".
5	Norma OHSAS 18001 "Sistema di Gestione della Sicurezza e Salute nel lavoro"
6	General Guidance on Emergency Planning within the CIMAH regulation for chlorine installation CIA
7	API RP 521 – Pressure-relieving and Depressuring Systems
8	API RP 581 – "Risk based inspection – Downstream Document - Recommended Practice " September 2008
9	API RP 750 – Management of Process Hazards

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

1.3 DEFINIZIONI

n.	Titolo
HAZOP	Tecnica strutturata e sistematica di analisi delle possibili anomalie e relative misure di mitigazione, applicata a processi industriali
Rottura random	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.).
Rateo di guasto	Frequenza attesa di guasto di un componente di un sistema
Albero dei guasti	Tecnica analitica che consente di rappresentare in maniera sistematica le connessioni cause-conseguenze che possano portare ad un guasto del sistema
Albero degli eventi	Tecnica analitica che consente di rappresentare in maniera sistematica le possibili evoluzioni di un evento incidentale tra i vari scenari alternativi
Jet Fire	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.
Flash Fire	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.
Pool Fire	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.
UVCE	(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.
BLEVE	(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. Al cedimento del serbatoio si verifica una brusca espansione del fluido contenuto e la proiezione di frammenti di metallo a notevoli distanze. Lo scenario può determinare danni alle strutture e/o persone in relazione al livello di irraggiamento e alla proiezione di frammenti.
Fireball	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.
Dispersione	Rilascio di sostanze infiammabili, tossiche o pericolose per l'ambiente non seguito da incendio e successiva dispersione della nube in atmosfera.
LC50	(Lethal Concentration – 50%). Concentrazione di sostanza tossica, letale per inalazione nel 50% dei soggetti esposti per 30 minuti.
IDHL	(Immediately Dangerous to Life or Health) Concentrazione massima ammissibile per un'esposizione di 30 minuti senza che una persona sana subisca danni irreversibili). Definisce un'area di rispetto, all'interno della quale potrebbero sopravvenire danni alla salute delle persone a seguito dell'esposizione agli effetti di un prodotto tossico.
LFL	(Lower Flammability Limit) Limite inferiore di infiammabilità.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

n.	Titolo
UFL	(Upper Flammability Limit) Limite Superiore di Infiammabilità. La quantità di gas/vapori compressa tra ULF e LFL è in condizioni di infiammabilità, quindi in caso di presenza di una sorgente di innesco, partecipa alla combustione.
Linee di processo	Tubazioni di processo presenti all'interno degli impianti/unità (pipework) e nelle interconnessioni di Stabilimento (interconnecting), inclusive di valvole di intercettazione, flange e raccorderia varia (riduzioni, attacchi a T, ecc.).
Perdita di contenimento (o perdita)	Deterioramento/Lesione delle linee di processo che porta ad una apertura di dimensioni variabili con perdita del contenuto verso l'esterno.
Sezione di perdita	Superficie geometrica della apertura prodottasi nella linea.
Diametro equivalente (o D)	Diametro corrispondente alla sezione di perdita, considerata come di forma geometrica circolare, espresso in millimetri o pollici.
Diametro nominale (o DN)	Diametro nominale esterno della linea di processo origine della perdita, espresso in millimetri o pollici.
Forma della apertura (o forma del rilascio)	Categoria convenzionale che identifica la tipologia di apertura, in base al diametro equivalente della sezione di perdita, come cricca (dimensioni piccole), foro (dimensioni medie) e rottura piena (grandi dimensioni o sezione piena).
Foro	Perdita di contenimento definibile come importante o significativa, in base a criteri generali adottati nella letteratura specialistica, corrispondente ad un D variabile fra 15 e 50 mm, in funzione del DN della linea.
Cricca	Perdita di contenimento avente un diametro equivalente significativamente inferiore al foro, corrispondente ad un D variabile fra 5 e 15 mm in funzione del DN della linea.
Rottura totale (o rottura)	Perdita di contenimento il cui diametro equivalente corrisponde al 50% o superiore rispetto al DN della linea.
Frequenza base di accadimento (o frequenza)	Periodicità statistica stimata di accadimento di una perdita di contenimento, espressa in occasioni/anno, derivata da banche dati e fonti referenziate.
Probabilità	Numero variabile tra 0 ed 1, indicante la probabilità stimata che un evento possa realizzarsi.
Rateo di guasto	Nel caso di linee ed accessori, ove richiamato, è equivalente alla frequenza sopra definita.
Scenario incidentale	Sviluppo delle conseguenze della perdita di contenimento, in termini generali di rilascio tossico, incendio od esplosioni.
Effetto domino	Meccanismo che propaga uno scenario incidentale iniziale "primario" generando eventi e/o scenari "secondari" su altre apparecchiature con potenziale espansione delle zone di danno
Causa di processo	Deviazioni delle variabili operative, reazioni run-away, malfunzionamenti/ anomalie dei sistemi di controllo, errori operativi, ecc.
Cause random esterne	Urti dall'esterno, coinvolgimento in effetti domino, caduta di oggetti sulle linee, impatto con mezzi mobili, eventi naturali (quali sisma, maremoto, ecc.).
Causa random interna	Causa generica di perdita, non riconducibile a deviazioni di processo né a cause random esterne, ma principalmente dovuta a deterioramento progressivo delle linee (corrosione, erosione, usura, sollecitazioni cicliche ed altre simili) od a difetti di origine non preventivamente individuabili.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

1.2 METODOLOGIA DI LAVORO

L'analisi di dettaglio degli eventi incidentali è stata condotta con riferimento alla linea guida di riferimento "Guida tecnica per l'esecuzione dell'analisi di rischio al rapporto di sicurezza" Rev. Febbraio 2017, riportata in **Allegato 3.1**.

Il modello metodologico adottato nell'esecuzione dell'analisi degli eventi incidentali si è sviluppato in accordo alle seguenti fasi operative:

- individuazione degli eventi incidentali di riferimento.
- Stima della frequenza o probabilità di accadimento delle ipotesi od eventi incidentali individuati e determinazione degli eventi classificati come credibili.
- Definizione dei "termini sorgente" per il dimensionamento degli eventi incidentali classificati come credibili.
- Identificazione degli scenari incidentali conseguenti ad eventi incidentali credibili e stima della relativa frequenza di scenario.
- Valutazione delle conseguenze degli scenari incidentali credibili.
- Valutazione delle possibili interazioni con altre aree di impianto.

I risultati ottenuti con l'applicazione di tali tecniche sono stati verificati con tecnici di impianto, con lo scopo di evidenziare la loro rispondenza all'effettivo assetto degli impianti.

Gli esiti dell'applicazione dell'analisi preliminare delle unità critiche sono inseriti nel **Modulo 2 Metodo ad Indici**, inserito in Annesso alla Relazione Generale.

Gli esiti dell'applicazione dell'analisi storica sono inseriti nel **Modulo 1 di Analisi Storica**, inserito in Annesso alla Relazione Generale.

Di seguito sono descritti i metodi impiegati per lo svolgimento delle fasi sopra menzionate.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

1.2.1 Individuazione degli eventi incidentali di riferimento

L'identificazione degli eventi incidentali che meglio definiscono il quadro di rischio associato alle installazioni in esame è stata condotta mediante:

- analisi storica incidenti occorsi in installazioni analoghe a quelle in oggetto ;
- verifica dell'applicazione dell'analisi preliminare per individuare le aree critiche, mediante applicazione del Metodo ad Indici, in riferimento alla metodologia di cui al DPCM 31/03/89;
- Individuazione eventi "random" su base storico-statistica;
- Applicazione dell'analisi di Operabilità (HAZOP) al progetto.

La suddetta fase di individuazione ha permesso sia di definire sia le ipotesi di rilascio che le relative dinamiche di accadimento ovvero le sequenze di malfunzionamenti che determinano l'evento.

Vengono quindi identificate le ipotesi all'origine del rilascio di quantità significative di prodotto, tali da costituire rischio per persone o cose, ovvero quelle condizioni incidentali che comportano direttamente od indirettamente perdite più o meno prolungate o più o meno consistenti di idrocarburi.

Nei paragrafi che seguono sono riportati alcuni elementi emersi dalle analisi sviluppate.

Analisi storica

Anche sulla base dell'analisi storica degli eventi occorsi vengono sviluppati eventi incidentali che abbiano origine nelle unità nelle quali sono stati registrati tali eventi "storici".

Metodo ad Indici

La distribuzione degli indici di rischio compensati per le unità logiche dello stabilimento ha indicato che la maggioranza dei valori calcolati è compresa nelle unità a basso rischio, a testimonianza dell'elevato standard di misure di protezioni disponibili in stabilimento.

Si è pertanto proceduto all'ipotesi di perdita di contenimento di natura "random" che coinvolga sostanze pericolose nelle diverse unità dello stabilimento.

Analisi Hazop

Il progetto del terminal, seppure attualmente in una fase di fattibilità, è stato oggetto di analisi Hazop .

L'analisi ha dimostrato come le deviazioni dalle normali condizioni di processo operative NON conducono ad ipotesi di rischio immediate in relazione agli elevati standard tecnologici adottati ed ai sistemi di controllo, allarme, sicurezza previsti, L'analisi Hazop (Fogli di lavoro) è contenuta nell'Allegato 3.2.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

1.2.2 Stima della frequenza degli eventi incidentali credibili

Anomalie di processo

La stima della frequenza degli eventi incidentali è effettuata mediante la tecnica dell'albero dei guasti, rappresentazione grafica delle relazioni logiche tra queglii eventi che, verificandosi in modo concatenato, comportano il realizzarsi di un evento indesiderato (Top Event), del quale si vogliono determinare meccanismo e probabilità di accadimento.

La concatenazione degli eventi viene realizzata mediante operatori logici che combinano due o più eventi causa (iniziatori) con un evento conseguenza (finale).

Nella descrizione dell'evento sono riportate, in forma tabellare, le cause (guasti, cedimenti, errori umani) che possono portare allo sviluppo del Top Event, ciascuna corredata, con le misure di protezione disponibili (sistemi di allarme, blocchi di sicurezza).

Lo sviluppo analitico e numerico dell'albero può essere condotto con l'ausilio di appositi codici di calcolo riconosciuti a livello internazionale (FTA-PRO sviluppato da IHS).

I ratei di guasto associati agli "eventi primari" sono stati dedotti da fonti bibliografiche riconosciute a livello internazionale.

N.	Tipologia Componente	Rateo di Guasto (occasioni/ora)	Indisponibilità (-)	Riferimento
1	Allarme (DCS)	1,10E-06		Exida 2007
2	Controllore (DCS generico)	2,00E-06		Exida 2007
3	Manichetta flessibile	5,70E-07		CCPS - mean value
4	Motore elettrico AC (mancato avviamento)	9,00E-07		Exida 2007
5	PLC	5,00E-07		Exida (generic SIL 2)
6	Pompa antincendio elettrica – mancato avviamento	1,1E-05		Oreda 2009
7	Pompe centrifughe - arresto	9,00E-06		Oreda 2009
8	Pompe centrifughe – mancato avviamento	4,53E-06		Oreda 2009
9	Pompe alternative - arresto	5,73E-06		Oreda 2002
10	Pompe alternative- mancato avviamento	1,02E-06		Oreda 2002
11	Pompe centrifughe – tenuta singola	5,7E-08		HSE (diametro equivalente a foro)
12	Pompe centrifughe – tenuta doppia	5,7E-09		HSE (diametro equivalente a foro)
13	Relay di protezione	9,00E-07		Exida 2007
14	Switch di flusso	3,60E-06		Exida 2007
15	Switch di livello	2,25E-07		Exida 2007

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

N.	Tipologia Componente	Rateo di Guasto (occasioni/ora)	Indisponibilità (-)	Riferimento
16	Switch di posizione valvola	3,60E-06		Exida 2007
17	Switch di pressione	3,60E-06		Exida 2007
18	Switch di temperatura	3,60E-06		Exida 2007
19	Trasmittitore di flusso - delta P	1,50E-06		Sintef 2006
20	Trasmittitore di flusso – rotometro	9,00E-07		Exida 2007
21	Trasmittitore di flusso pneumatico	1,93E-06		CCPS - lower value
22	Trasmittitore di livello a galleggiante	1,25E-06		Exida 2007
23	Trasmittitore di livello - DeltaP	1,20E-06		Exida 2007 (Eng. Est.)
24	Trasmittitore di livello – galleggiante	3,25E-06		CCPS - lower value
25	Trasmittitore di livello - radar	1,20E-06		Exida 2007
26	Trasmittitore di livello elettronico - capacitivo	4,36E-07		CCPS - lower value
27	Trasmittitore di pressione	6,00E-07		Exida 2007
28	Trasmittitore di pressione differenziale	1,20E-06		Exida 2007 (Eng. Est.)
29	Trasmittitore di temperatura	7,00E-07		Exida 2007
30	Valvola autoregolatrice di pressione	2,11E-06		Oreda 2009
31	Valvola di blocco pneumatica - mancata azione	1,29E-06		Exida 2007 (inclusa solenoide)
32	Valvola di regolazione - bloccata aperta (FC) e viceversa	2,74E-07		CCPS - lower value
33	Valvola di regolazione - bloccata chiusa (FC) e viceversa	3,80E-06		Sintef 2006
34	Valvola di sicurezza (mancata apertura)	3,30E-07		Oreda 2002 (lower value)
35	Errore umano Operazione di messa in sicurezza da sala controllo gestita mediante apposita procedura di sicurezza.		1,00E-03	OGP
36	Errore umano Operazione in campo non routinaria anche se regolata da procedura.		1,00E-02	OGP

Legenda:

CCPS	Process Equipment reliability data base.
Exida 2007	Safety Equipment Reliability Handbook.
HSE	Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments (28/06/2012).
OGP	International Association of Oil & Gas producers
Sintef 2006	The Foundation for Scientific and Industrial Research.
CW	Cremer and Warner Report.
Oreda 2002/2009	Offshore Reliability Data.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Perdite di contenimento di natura random

Linee di trasferimento

Per la stima della frequenza di perdite di contenimento da linee di natura random (casuali) ovvero eventi non direttamente connessi ad anomalie di processo, si riassumono nella tabella seguente.

Frequenze di perdita per linee [occasioni/(anno-metro)]			
DN linea	Cricca	Foro	Rottura
< 1"	$8,7E-6 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = 2 mm	$2,8E-6 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = 5 mm	$8,7E-7 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = DN linea
1" – 3"	$8,7E-6 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = 5 mm	$2,8E-6 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = 15 mm	$8,7E-7 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = DN linea
3" – 6"	$5,2E-6 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = 5 mm	$1,7E-6 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = fino 25 mm	$2,6E-7 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = DN linea
6" – 14"	$2,6E-6 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = 10 mm	$8,3E-7 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = 25 mm	$8,7E-8 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = DN linea
> 14"	$2,6E-6 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = 15 mm	$8,3E-7 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = 25 mm	$8,7E-8 \times F_{SGS} \times F_{TEC}$ D = DN linea

Per quanto attiene alla forma rottura, una considerazione aggiuntiva sulla credibilità di questa modalità.

Nel presente studio, in relazione alle modalità di protezione previste per le linee e gli altri items con GNL quali ad esempio:

- Linee con doppio tubo,
- Linee GNL su Cunicoli beolati ispezionabili,
- Items protetti da barriere fisiche,

il caso di rottura totale di linee appare ragionevolmente NON ipotizzabile. Tale modalità di perdita è infatti correlata prevalentemente a:

- danneggiamento da effetto domino (dalle valutazioni problematica trascurabile);
- danneggiamento da eventi naturali (area con bassa sismicità);
- urto con mezzi mobili (vedere quanto specificato al capoverso precedente).

La prima eventualità è stata analizzata in maniera sistematica con lo studio dell'effetto domino sviluppato in ciascun Top Event e mediante verifica degli eventuali effetti originati da Scenari incidentali "esterni".

Il secondo caso è stato analizzato nell'apposito **Modulo Natech** annesso alla Relazione Generale.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Ai fini della definizione del quadro di rischio associato alle installazioni del terminal, nella tabella che segue sono riportate le dimensioni delle perdite di contenimento prese in considerazione.

DIAMETRI EQUIVALENTI DI RILASCIO			
DN linea	Cricca	Foro	Rottura
< 1"	D = 2 mm	D = <5 mm	D = DN linea
1" – 3"	D = 5 mm	D = 15 mm	D = DN linea
3" – 6"	D = 5 mm	D = 25 mm	D = DN linea
6" – 14"	D = 10 mm	D = 25 mm	D = DN linea
Maggiore di 14"	D = 15 mm (D = 25 mm	D = DN linea

Per quanto concerne le perdite da tubazioni GNL, occorre evidenziare come queste siano costituite da Doppio Tubo, con intercapedine sottovuoto. Entrambe i tubi sono realizzati con analoghe caratteristiche di robustezza e pertanto affinché si verifichi una perdita all'esterno è necessario che si danneggi il primo tubo interno, che non si rilevi l'anomalia ed infine che si danneggi il tubo esterno generando la perdita.

Per tale tipologie di linee è stato elaborato uno specifico "Albero di guasto" che ha consentito di definire, per perdite con modalità CRICCA e FORO, una probabilità molto molto bassa ovvero compresa fra E-10 ed E-13 eventi anno, ovvero nettamente inferiore alla soglia di credibilità.

Al fine di ottenere comunque risultati cautelativi e poter valutare scenari incidentali significativi correlati a perdite di GNL, è stata condotta una ricerca bibliografica su primarie fonti internazionali.

IN particolare è stata presa a riferimento la pubblicazione "REABILITY ESTIMATION FOR DOUBLE CONTAINMENT PIPING" (Idaho National Laboratory e ENEA) pubblicato dal Idaho National Laboratory per il Dipartimento Americano per l'Energia – Ufficio di FUSION Energy sciences.

Sulla base dello studio condotto è possibile attribuire, rispetto ad una linea singola, un fattore beta non inferiore a 0,01.

La pubblicazione citata è riportata per completezza di informazione in **Allegato 3.3**.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Classificazione delle frequenze e soglia di credibilità

Al fine di consentire una valutazione anche qualitativa dei risultati derivanti dal calcolo delle frequenze, si è fatto utilizzo di una classificazione della frequenza degli eventi, secondo standard riconosciuti a livello internazionale. Le classi applicabili sono riportate nella tabella che segue:

Classe dell'evento	frequenza (occ/anno)
PROBABLE (probabile)	$> 10^{-1}$
FAIRLY PROBABLE (abbastanza probabile)	$10^{-2} \div 10^{-1}$
SOMEWHAT UNLIKELY (abbastanza improbabile)	$10^{-3} \div 10^{-2}$
QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile)	$10^{-4} \div 10^{-3}$
UNLIKELY (improbabile)	$10^{-5} \div 10^{-4}$
VERY UNLIKELY (molto improbabile)	$10^{-6} \div 10^{-5}$
EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile)	$< 10^{-6}$

L'analisi e la rappresentazione degli eventi incidentali è stata effettuata applicando un criterio di credibilità dell'evento. Nel caso in cui, in funzione della frequenza di accadimento stimata, l'evento sia ritenuto credibile, si è proceduto alla successiva analisi degli scenari incidentali. Nel caso opposto, il rischio è stato ritenuto marginale e non si è proceduto ad approfondire ulteriormente i termini delle conseguenze.

Le indicazioni riportate in tabella, consentono di ritenere un evento come "non credibile" qualora la frequenza di accadimento ad esso associata è risultata inferiore ad $1,0 \times 10^{-6}$ eventi/anno.

Per tali eventi non saranno ulteriormente sviluppate le relative conseguenze.

Al fine di effettuare una panoramica esaustiva degli scenari incidentali, è stata posta una frequenza di soglia di credibilità pari a $1,0 \times 10^{-7}$ occasioni/anno. Al di sotto di questa soglia gli scenari incidentali non sono stati ulteriormente sviluppati.

Per gli scenari incidentali individuati si è proceduto alla valutazione della frequenza di accadimento di possibili effetti domino utilizzando la tecnica degli alberi degli eventi.

È stata fissata una frequenza di soglia per l'identificazione degli effetti domino credibili pari a $1,0 \times 10^{-7}$ occasioni/anno. Al di sotto di questa soglia gli scenari incidentali non sono stati ulteriormente sviluppati.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

1.2.3 Definizione dei termini sorgente

Prima di procedere all'applicazione dei modelli di simulazione, al fine di una corretta assegnazione dei numerosi parametri necessari per la simulazione mediante i codici di calcolo e per riprodurre il più realisticamente possibile l'evoluzione dell'incidente ipotizzato, è di primaria importanza definire, con la maggiore precisione possibile, i parametri che ne determinano la dinamica.

Le informazioni inserite nel quadro dei termini sorgente sono le seguenti:

- condizioni operative;
- tipologia di rilascio;
- dinamica incidentale (in relazione alla natura del fluido ed alla disponibilità di sistemi di contenimento / confinamento);
- tempi di intervento (in relazione ai mezzi ed alla organizzazione di emergenza dello stabilimento).

1.2.4 Identificazione e stima della frequenza degli scenari incidentali

Questa fase è stata sviluppata con l'ausilio della tecnica dell'Albero degli eventi. Questo strumento consente di identificare e quantificare le frequenze associate a ciascuno dei possibili scenari incidentali che possono svilupparsi a partire dal Top Event.

La caratterizzazione degli scenari incidentali plausibili per l'ipotesi incidentale di volta in volta esaminata viene effettuata valutando la presenza di vari fattori. Tali fattori sono riconducibili alla presenza o meno di innesco immediato o ritardato, all'azionamento di sistemi, preventivi e/o protettivi, tali da ridurre la frequenza di accadimento o il rilascio della sostanza pericolosa, all'azionamento di sistemi di raffreddamento, di confinamento, ecc.

L'assegnazione, sulla base di dati statistici o ingegneristici, di un valore probabilistico ai fattori citati rende possibile la quantificazione, in termini di frequenza, degli scenari incidentali.

La scelta delle probabilità dei diversi percorsi possibili, è stata approfondita e dettagliata con considerazioni in merito alla effettiva possibilità di innesco basate sulle dimensioni del rilascio e l'ubicazione delle fonti di innesco rispetto alla zona di rilascio.

A tale proposito, nel seguito sono riportate varie tabelle che mostrano rispettivamente come i valori della probabilità di innesco immediato, presi a riferimento nei vari scenari di incendio, dipendano dalla portata del rilascio, mentre i valori della probabilità di innesco ritardato dipendano dalla quantità totale rilasciata. I dati statistici sulle probabilità d'innesco riportati in Tabella sono elaborati a partire da letteratura specializzata [34][42]. Questi valori sono generalmente suggeriti nel caso in cui la sostanza infiammabile sia stabile in fase gassosa a condizioni ambiente.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Innesco Immediato di un getto di gas (Jet-fire)	
Portata di rilascio (kg/s)	Probabilità
< 1	0,01 (0,05)
1 ÷ 50	0,07 (0,3)
> 50	0,3 (0,5)
Innesco Ritardato di gas e vapori	
Quantità rilasciata (kg)	Probabilità
Q < 100	0,001
100 < Q < 1000	0,01
Q > 1000	0,1

Valori di probabilità di innesco immediato e ritardato.

I valori indicati tra parentesi nella tabella di cui sopra sono indicati in caso di rilascio di idrogeno.

In caso di innesco ritardato, il fenomeno risultante può essere una UVCE o un Flash Fire.

Nella valutazione della probabilità di scenario, è possibile fare riferimento ai criteri riportati nella normativa italiana ¹, la quale classifica come marginale il rischio di esplosione non confinata nel caso in cui la massa di vapori all'interno del campo di infiammabilità sia inferiore a 1.500 kg, in aree parzialmente confinate (riferimento per gli impianti di processo).

In alternativa ai valori di probabilità di innesco immediato e ritardato indicati in Tabella, si riportano ulteriori valori proposti, che possono essere impiegati nel caso in cui la sostanza infiammabile sia stabile in fase liquida a condizioni ambiente.

Innesco Immediato di una pozza di liquido (Pool-fire)		
Diametro pozza (m)	Probabilità	
	Flash Point < 21°C	21°C < F.P. < 55°C
< 10	0,01	0,001
10 ÷ 50	0,05	0,005
> 50	0,1	0,01
Innesco di una nube di gas infiammabile		
Massa infiammabile (kg)	Probabilità	
	UVCE	Flash Fire
< 100	n.a.	0,01
100 ÷ 500	n.a.	0,03
500 ÷ 1500	0,001	0,03
> 1500	0,03	0,1

¹ D.M. 15.05.96 relativo ai depositi di GPL.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Valori di probabilità di innesco immediato e ritardato.

In presenza di sostanze infiammabili più reattive ² (quali idrogeno, etilene, butadiene, ossido di etilene, etc.), in via cautelativa è preferibile ridurre il quantitativo di riferimento per rendere marginale il rischio di esplosione alla soglia di 500 kg.

La selezione del limite a 500 kg è in accordo alla pubblicazione [30], che classifica come soglia minima per l'esplosione non confinata di sostanze reattive, il quantitativo pari a 1.000 pounds e quindi approssimativamente pari a 500 kg.

Sviluppo dello scenario come jet fire (getto incendiato)

Nel caso di innesco immediato, lo scenario conseguente può essere ricondotto anche ad un Jet fire (getto infuocato in atmosfera) solo nell'eventualità che la frazione di vapore del rilascio (frazione di flash) sia rilevante.

Nello sviluppo degli scenari, è stata calcolata la frazione di flash che segue ciascun rilascio e che dipende sostanzialmente dal grado di surriscaldamento posseduto dal liquido all'interno della tubazione-apparecchiatura.

Di norma per iu liquidi infiammabili o gas quali butano-GPL in caso di rilascio che comportano frazioni di flash inferiori al 25% si può considerare come fenomeno di riferimento il Pool fire. Per rilasci con frazioni di flash superiori, lo scenario di riferimento è il Jet fire.

Nel caso in oggetto trattandosi di metano liquefatto ovvero un fluido criogenico mantenuto a bassissime temperature, il fenomeno dell'evaporazione e del flash adiabatico è tale per cui il Jet Fire viene considerato seppure la quota iniziale all'uscita è inferiore al 25%:

Parimenti il Pool Fire appare NON significativo in relazione alle ridotte durate che la pozza assume, soprattutto nel caso di perdite non catastrofiche.

Il fenomeno evaporativo è quindi molto rapido e fermato il rilascio massivo la pozza tende ad esaurirsi immediatamente o comunque entro tempi non significativi ai fini delle valutazioni su potenziali danneggiamenti da irraggiamento termico stazionario.

Lo scenario Pool FIRE è stato quindi ritenuto non significativo ai fini delle valutazioni in oggetto.

Infine da evidenziare che negli scenari analizzati i quantitativi di vapori infiammabili nel campo di infiammabilità risultano ridotti e pertanto lo sviluppo come UVCE è senza dubbio un rischio "marginale" ovvero non credibile-ipotizzabile. Nel caso di innesco ritardato, i vapori che si liberano per effetto evaporativo dalle pozze, possono pertanto dar luogo esclusivamente a Flash Fire.

² Con riferimento alla normativa italiana, le sostanze reattive sono da selezionare in accordo alle indicazioni riportate nella tabella 5.1 all'allegato II del D.P.C.M. 31/03/1989.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

1.2.5 Valutazione delle conseguenze degli scenari incidentali credibili**Modelli di simulazione**

La valutazione delle conseguenze degli scenari incidentali credibili è stata condotta con l'ausilio di un package di modellazione matematica dei fenomeni denominato Phast 7.11 e 7.21 Professional prodotto dalla DNV Technica. Il modello consente di effettuare valutazioni molto dettagliate, che tengano conto anche della dinamica dello sviluppo del rilascio e di eventuali sistemi per l'intercettazione dell'efflusso. La valutazione è condotta in relazione alla determinazione di distanze o aree circostanti il punto origine del rilascio, all'interno delle quali sono attesi significativi effetti per le strutture, l'ambiente o le persone.

Gli effetti fisici di riferimento sono:

- irraggiamento come conseguenza di un incendio;
- sovrappressione come conseguenza di un'esplosione;
- profilo di concentrazione in caso di dispersione sostanza tossica o di sostanza infiammabile (Flash F.).

Per ciascuno di tali fenomeni si è proceduto alla applicazione di specifiche soglie alle quali corrisponde un determinato livello di danno. La valutazione delle conseguenze è stata pertanto basata sulla definizione della durata di ciascuno scenario in funzione del raggiungimento delle soglie di riferimento per determinati effetti. I dettagli sui criteri utilizzati sono riportati nei paragrafi che seguono.

Durata degli scenari

La quantificazione della durata del rilascio è stata effettuata sulla identificazione e successiva somma dei seguenti momenti:

- tempo di rilevazione
è valutato sulla base di quanto necessario ad individuare l'apparecchiatura o la sezione di impianto in emergenza; è stimato in relazione alla disponibilità di sistemi di rilevazione dell'anomalia (sensori di gas, allarmi per anomalie di processo).
- tempo di intervento vero e proprio
è valutato sulla base delle azioni necessarie ad interrompere in sicurezza l'efflusso di sostanza pericolosa e tiene conto dei sistemi di blocco automatico, degli azionamenti da postazione sicura e delle eventuali misure da effettuare in campo.

Nella indicazione dei tempi di intervento si è inoltre tenuto conto, ove ragionevolmente applicabile, delle indicazioni previste dalla normativa tecnica di riferimento applicabile con particolare riferimento al DM 20.10.98, che prevedono:

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

- 1-3 min. in presenza di sistema di rilevamento di fluidi pericolosi ovvero nel caso di operazioni presidiate in continuo, con allarme e pulsanti di emergenza per chiusura valvole installati in più punti del Deposito;
- 10-15 min. in presenza di sistemi di rilevamento di fluidi pericolosi con allarme, ovvero nel caso di operazioni presidiate in continuo, e in presenza di valvole manuali;
- 20-30 min. negli altri casi.

Soglie di danno

La rappresentazione delle conseguenze è stata condotta in accordo ai livelli di danno selezionati dalla normativa applicabile.

L'insieme completo dei valori di soglia applicati è riportato nella tabella seguente:

	VALORI DI SOGLIA IN FUNZIONE DEL LIVELLO DI DANNO				
	Elevata letalità 1	Inizio letalità 2	Lesioni irreversibili 3	Lesioni reversibili 4	Danni alle strutture 5
INCENDIO (RADIAZIONE TERMICA STAZ.)	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	12,5 kW/m ²
BLEVE/FIREBALL (RADIAZIONE TERMICA VAR.)	Raggio fireball	350 kJ/m ²	200 kJ/m ²	125 kJ/m ²	200-800 m (*)
FLASH-FIRE (RADIAZIONE TERMICA IST.)	LFL	1/2 LFL	-	-	-
UVCE (SOVRAPRESSIONE DI PICCO)	0,3 bar 0,6 bar (spazi aperti)	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
RILASCIO TOSSICO (DOSE ASSORBITA)	LC50 (30 min, hmn)	-	IDLH	-	-

Legenda:

(*) secondo la tipologia del serbatoio.

LFL: Limite Inferiore di Infiammabilità

LC50: concentrazione di sostanza tossica, letale per inalazione nel 50% dei soggetti umani esposti per 30 minuti;

IDLH: concentrazione di sostanza tossica fino alla quale l'individuo sano, in seguito ad esposizione di 30 minuti, non subisce per inalazione danni irreversibili alla salute e sintomi tali da impedire l'esecuzione delle appropriate azioni protettive

Dati meteorologici di riferimento

La valutazione delle dispersioni di gas/vapori pericolosi in atmosfera è stata condotta sulla base dei dati meteorologici di riferimento per la zona. In relazione alle informazioni disponibili, le condizioni meteorologiche di riferimento sono indicate nella tabella che segue:

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Classe di stabilità	Velocità del vento
D	5 m/s
F	2 m/s

Tali valori sono peraltro in linea con i riferimenti standard definiti dalla normativa tecnica applicabile (DM 09.05.2001).

Calcolo delle conseguenze

I tabulati di calcolo delle conseguenze associati a ciascuno degli scenari incidentali individuati sono riportati in **Allegato 3.4**.

Mappe delle conseguenze

Le mappe delle conseguenze, sviluppate sulla planimetria dell'impianto, con indicazione delle aree soggette ai diversi effetti associati a ciascuno degli scenari incidentali individuati sono riportati in **Allegato 3.5**.

Distanze di danno

Scenario	Distanza di danno riferita
Jet fire	Dal punto di rilascio lungo l'asse longitudinale del getto e/o ad altezza bersaglio uomo
Pool fire	Dal punto di rilascio (ovvero dal centro della pozza) e con effetti ad altezza bersaglio-uomo
Flash fire	Dal punto di rilascio lungo l'asse longitudinale della nube e ad altezza bersaglio-uomo
UVCE	Dal punto di rilascio

Le radiazioni termiche relative agli scenari incidentali di incendio istantaneo o stazionario sono state, se non diversamente indicato, riportate alla quota di 1,5 m (altezza uomo).

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

1.2.6 Criteri per la valutazione degli effetti domino

Lo studio delle possibili interazioni di uno scenario incidentale con altre unità dello stabilimento è stato condotto in accordo alle indicazioni fornite dalla normativa tecnica, con particolare riferimento all'Appendice A dell'Allegato E al D. Lgs 105/15. L'approccio metodologico prevede lo sviluppo consecutivo di alcune fasi applicative, di seguito riportate in sequenza:

1. Rappresentazione in mappa dell'impianto delle aree soggette ad un determinato livello di irraggiamento conseguente i vari scenari identificati;
2. Stima della durata dello scenario sulla base dei sistemi di protezione disponibili e della possibilità di intervento di intercettazione;
3. Identificazione e selezione degli scenari di incendio che possono essere in grado di comportare Effetti Domino (sulla base della frequenza iniziale di accadimento, dei livelli di irraggiamento che comportano e della durata complessiva del medesimo scenario); in linea di principio si prenderà come riferimento la soglia minima di irraggiamento pari a 12,5 - 37,5 kW/m²;
4. Censimento delle apparecchiature critiche potenzialmente esposte ad un determinato livello di irraggiamento.
5. Il concetto di apparecchiatura critica è stato introdotto al fine di identificare i casi che potenzialmente possono avere una significativa escalation dello scenario incidentale (ad esempio sviluppo di un BLEVE oppure di una UVCE da un iniziale incendio di limitate dimensioni). Pertanto è stata scelta un limite di capacità, per definire una apparecchiatura critica, pari a 5 tonnellate di liquido/gas facilmente infiammabile. Questo valore è in linea con le indicazioni della letteratura specializzata e con le linee guida della normativa (nell'Allegato I al DM 15.05.96 viene indicato come la soglia di 5 tonnellate è da considerarsi di riferimento per il GPL, per rendere significativa la probabilità di sviluppo dello scenario come UVCE).
6. Censimento dei sistemi di protezione attiva (idranti, monitori, sistemi a sprinklers, etc.) delle apparecchiature e delle strutture esposte all'irraggiamento e verifica della possibilità di un efficace azionamento degli stessi;
7. Censimento dei sistemi di protezione passiva delle apparecchiature e delle strutture esposte all'irraggiamento e verifica della resistenza temporale degli stessi in funzione della durata stimata dell'incendio;
8. Verifica delle eventuali ulteriori risorse, tecniche ed organizzative, disponibili per mitigare gli effetti dello scenario considerato sulle apparecchiature/strutture esposte.
9. Valutazione complessiva sulla criticità dello scenario ai fini della generazione di effetti domino.

La valutazione delle frequenze di accadimento dei possibili effetti domino è stimata secondo un criterio di valutazione della probabilità congiunta che a partire dallo scenario iniziale, si sviluppi la catena che porta fino allo scenario secondario, mediante la tecnica dell'albero degli eventi. All'interno dell'albero vengono valutati i seguenti fattori:

- Probabilità di effetto domino per esposizione a fiamma/irraggiamento in relazione ai tempi di esposizione ovvero alle durate di scenario;
- Probabilità di inefficiente protezione fornita dagli eventuali sistemi passivi ove disponibili;
- Probabilità di inefficiente protezione fornita dagli eventuali sistemi attivi disponibili.

Per quanto riguarda la selezione dei valori da attribuire alla probabilità di effetto domino nel caso di esposizione a fiamma / irraggiamento, si applicano le tabelle riportate nel sopra citato Allegato E al D. Lgs 105/15.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

A Irraggiamento

Effetto sorgente	Probabilità di effetto domino	Note
Interessamento da jet fire con durata inferiore a 5 min.	0	
Interessamento da jet fire con durata inferiore tra 5 e 10 min.	0,5	
Interessamento da jet fire con durata superiore a 10 min.	1	
Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m ² con durata inferiore a 10 min o interessamento da pool fire con durata inferiore a 10 minuti	0	1
Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m ² con durata superiore a 10 min o interessamento da pool fire con durata superiore a 10 min (per obiettivi tipo serbatoi e apparecchiature atmosferici)	1	2
Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m ² con durata superiore a 10 min o interessamento da pool fire con durata superiore a 10 min (per obiettivi tipo serbatoi e apparecchiature a pressione e tubazioni)	0,5	2
Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m ² con durata superiore a 20 min	1	2
Irraggiamento inferiore a 12,5 kW/m ²	0	1
Irraggiamento tra 12,5 kW/m ² e 37,5 kW/m ² con durata inferiore a 10 min	0	1
Irraggiamento tra 12,5 kW/m ² e 37,5 kW/m ² con durata superiore a 10 min.	Vedi nota	3
Irraggiamento tra 12,5 kW/m ² e 37,5 kW/m ² con durata superiore a 20 min.	Vedi nota	3

Nota 1: Salvo i casi in cui sia ipotizzabile una propagazione dell'incendio a causa di materiale strutturale o componentistico infiammabile (es. pannellature di materiale plastico, etc.) ovvero un danneggiamento di componenti particolarmente vulnerabili (es. recipienti o tubazioni in vetroresina, serbatoi o tubazioni con rivestimenti plastici, etc.) per i quali si assume una probabilità pari a 1.

Nota 2: Nel caso in cui siano presenti sistemi di protezione attivi (raffreddamento) automatici o manuali, aventi probabilità P di mancato intervento su domanda o di efficacia per tutta la durata dell'effetto sorgente, le probabilità di effetto domino vanno moltiplicate per P. Nel caso in cui siano presenti sistemi di protezione passiva (fireproofing, interrimento, barriere tagliafiamme), le probabilità di effetto domino sono trascurabili per durata dell'effetto fisico pari o inferiore a quello eventuale di resistenza del sistema. Per la distinzione tra apparecchiature atmosferiche e in pressione, si può fare riferimento alla pressione di progetto, che per apparecchiature in pressione deve essere superiore a 2 bar assoluti.

Nota 3: Probabilità interpolata linearmente rispetto alle probabilità corrispondenti ai due estremi del valore di irraggiamento.

B. Sovrapressione

Effetto sorgente	Probabilità di effetto domino	Note
Sovrapressione inferiore o uguale a 0,3 bar	0	
Sovrapressione superiore 0,6 bar (per obiettivo serbatoi atmosferici ed apparecchiature atmosferiche)	1	1
Sovrapressione superiore 1 bar (per obiettivo serbatoi ed apparecchiature in pressione e tubazioni)	1	1
Sovrapressione tra 0,3 e 0,6 bar (per obiettivo serbatoi ed apparecchiature atmosferiche)	Vedi nota	2
Sovrapressione tra 0,3 e 1 bar (per obiettivo serbatoi ed apparecchiature in pressione e tubazioni)	Vedi nota	2

Nota 1: Per la distinzione tra apparecchiature atmosferiche e in pressione, si può fare riferimento alla pressione di progetto, che per apparecchiature in pressione deve essere superiore a 2 bar assoluti.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Nota 2: Probabilità interpolata linearmente rispetto alle probabilità corrispondenti ai due estremi del valore di sovrappressione.

C. Proiezione di frammenti

Effetto sorgente	Probabilità di effetto domino	Note
Frammenti da componenti minori (tubazioni, bombole, ecc.)	1	1
Frammenti da collasso recipiente essenzialmente isometrico o equivalente (ad esempio sfere, serbatoi verticali)	1	1
Frammenti da collasso recipiente a sviluppo longitudinale o equivalente (ad esempio serbatoi orizzontali)	1	2

Nota 1: Probabilità pari a 1, dato l'impatto con l'obiettivo vulnerabile, fino a distanze dell'ordine di 200m.

Nota 2: Probabilità pari a 1, dato l'impatto con l'obiettivo vulnerabile, fino a distanze dell'ordine di 800m.

Sulla base dei valori di probabilità ottenuti applicando i valori riportati in tabella, si calcolano le frequenze di accadimento degli scenari di effetto domino. Nel caso in cui la frequenza dello scenario secondario dovesse risultare superiore al limite di soglia fissato in $1,0 \times 10^{-7}$ eventi/anno l'effetto domino è classificato come credibile ed è necessario procedere alla valutazione delle conseguenze; nel caso in cui tale frequenza risulti inferiore al valore suddetto, l'effetto domino è considerato ragionevolmente "NON Credibile" e conseguentemente non si procede al suo sviluppo ovvero alla valutazione degli effetti o conseguenze.

Gli eventuali scenari conseguenti alla propagazione degli effetti sono da valutare in relazione alla tipologia della apparecchiatura bersaglio:

1. Nel caso di recipienti contenenti gas liquefatto in pressione, lo scenario di riferimento è il cedimento catastrofico dell'apparecchiatura (BLEVE) e conseguente Fireball.
2. Nel caso di coinvolgimento di sistemi contenente gas, è ipotizzabile il cedimento strutturale dell'apparecchiatura con conseguente rilascio dell'intero contenuto di gas presente. La presenza della fiamma originale, determina l'accensione immediata del gas rilasciato con scenario di riferimento jet fire.
3. Nel caso di coinvolgimento di una apparecchiatura contenente liquido, si ipotizza lo sversamento dell'intero contenuto in fase liquida ed il concomitante innesco, che comporta come scenario di riferimento l'incendio di pozza (pool fire).

D Dispersioni tossiche

Con riferimento all'Allegato E di cui al D. Lgs 105/15, nello studio sull'effetto domino risulta necessario effettuare una valutazione connessa ai casi relativi alla dispersione tossica come danno incapacitante per lavoratori addetti al controllo dello stabilimento e/o alla gestione dell'emergenza.

Nel presente studio, pertanto, per ciascuna dispersione tossica è stato verificato l'eventuale impatto verso una sala controllo, ove sono presenti gli operatori addetti alla messa in sicurezza dell'impianto.

Nel caso in cui sia possibile un raggiungimento di tali centri operativi, si è proceduto a verificare le misure di protezione disponibili per gli operatori, finalizzate a garantire la loro capacità di gestire le fasi di emergenza.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

2 EVENTI IDENTIFICATI

L'applicazione delle analisi e valutazioni descritte ai precedenti paragrafi, basate sull'attuale assetto impiantistico ed organizzativo in progetto per il terminal, ha consentito di individuare il seguente quadro complessivo di eventi incidentali .

Top Event	Descrizione	Evento processo	Evento Random
T01	Rilascio di GNL per perdita dal braccio di carico durante lo scarico della nave metaniera o il carico della bettolina.		X
T02	Rilascio di GNL per perdita del braccio di carico durante il caricamento delle autocisterne.		X
T03	Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento da banchina a serbatoi (durante la fase di scarico della nave metaniera)		X
T04	Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento (durante la fase di carico delle bettoline)		X
T05	Rilascio di GNL per perdita dall'accoppiamento flangiato di un serbatoio		X
T06	Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai serbatoi alla pensiline di carico autocisterne (durante la fase di caricamento)		X
T07	Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai serbatoi di stoccaggio ai vaporizzatori		X
T08	Rilascio di GN da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai vaporizzatori alla rete		X
T09	Rilascio di BOG da linea per perdita della tubazione di trasferimento		X
T10	Rilascio di GNL per perdita da vaporizzatore.		X

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

3 ANALISI DEGLI EVENTI INCIDENTALI IDENTIFICATI**T01 - Rilascio di GNL per perdita dal braccio di carico durante lo scarico della nave metaniera o il carico della bettolina.**

L'evento in esame prende in considerazione il caso di rilascio di GNL per perdita dal braccio di carico durante le operazioni di scarico della Nave Metaniera o durante le operazioni di carico Bettolina.

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

La frequenza adottata per una perdita da braccio di carico è quella riportata nello standard NFPA 59A, "Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)".

In base allo standard citato la frequenza di rottura del braccio di carico/scarico: **3E-08 eventi/anno**, pertanto già al di sotto della soglia di credibilità, a maggior ragione se si considera l'utilizzo saltuario del braccio stesso.

Per definire la frequenza da attribuire ad una perdita significativa dal braccio di carico, in via cautelativa viene utilizzato un approccio ingegneristico mutuato dal Cramer and Warner (assunto per rotture e perdite da tubazioni) in riferimento alla rottura ed alla perdita da una linea.

La frequenza di perdita significativa (in esame) è assunta pari alla frequenza di **rottura** riportata in NFPA 59A, aumentata cautelativamente di due ordini di grandezza. Tale approccio risulta senza dubbio molto cautelativo in quanto la modalità di rottura e di perdita significativa sono correlate ad azioni anomale quali urti accidentali, strappi del braccio stesso, torsioni anomale, etc., più che a problematiche di difetti di materiale, errori di montaggio etc. Peraltro tali eventi anomali risultano intrinsecamente protetti da sistemi di sicurezza installazioni sul braccio (es blocchi di sicurezza, sistemi di sicurezza QDC PERC etc.).

Per cause quali difetti di materiale, difetti costruttivi etc. risulterebbero predominanti come potenziali cause in piccole perdite per fessurazione etc. In tale eventualità la perdita sarebbe molto piccola e dell'ordine di qualche mm max. Tali perdite sarebbero peraltro immediatamente individuate e pertanto difficilmente condurrebbero a perdite significative.

La frequenza attesa di perdita significativa dal braccio di carico/scarico: è assunta pari a **3E-06 eventi/anno**.

Essendo il braccio di carico-scarico utilizzato per un tempo limitato ad alcuni giorni all'anno, il suo fattore di utilizzo è stato valutato sulla base una previsione di piena funzionalità del terminale, come nel seguito illustrato:

Navi metaniere

- Previsione massima di n. 24 navi metaniere scaricate all'anno;
- 15 ore per ciascuno scarico di una nave da 15.000 mc (considerando la portata della pompa di trasferimento pari a 1000 mc/h),
- **totale utilizzo braccio pari a 360 ore totali di scarico;**

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Bettoline

- Previsione massima di 90.000 mc di GNL caricati su bettoline
- **360 ore di trasferimento**, considerando una portata di carico pari a 250 mc/h;

In base alle suddette stime (scenari di massimo utilizzo) è stato assunto un tempo complessivo di utilizzo del braccio di carico pari a 720 h/anno. La frequenza effettiva di perdita significativa dal Braccio di Carico risulta quindi pari a :

2,6E-07 occ./anno.

Al fine di tener conto di eventuali ulteriori sviluppi, oggi non ipotizzabili, e con l'obiettivo di fornire comunque un quadro cautelativo di riferimento il numero di ore di utilizzo del braccio è stato ulteriormente incrementato di un 50% ovvero equivalente a complessive 1080 h/anno di utilizzo. Con tale assunzione, la frequenza di perdita significativa dal Braccio di Carico è:

3,7E-07 occ./anno.

Tale evento, presenta una frequenza al di sotto della soglia di E-06 eventi/anno, assunta a riferimento internazionalmente come limite di credibilità. Al di sotto di tale soglia l'evento non viene di norma valutato.

Tuttavia in relazione agli aspetti potenzialmente critici riguardanti l'area banchina e le aree limitrofe nel seguito l'evento in esame viene sviluppato per consentire di valutare tali potenziali interazioni (seppure NON CREDIBILI) .

!

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

B TERMINI SORGENTE DELL'EVENTO INCIDENTALE

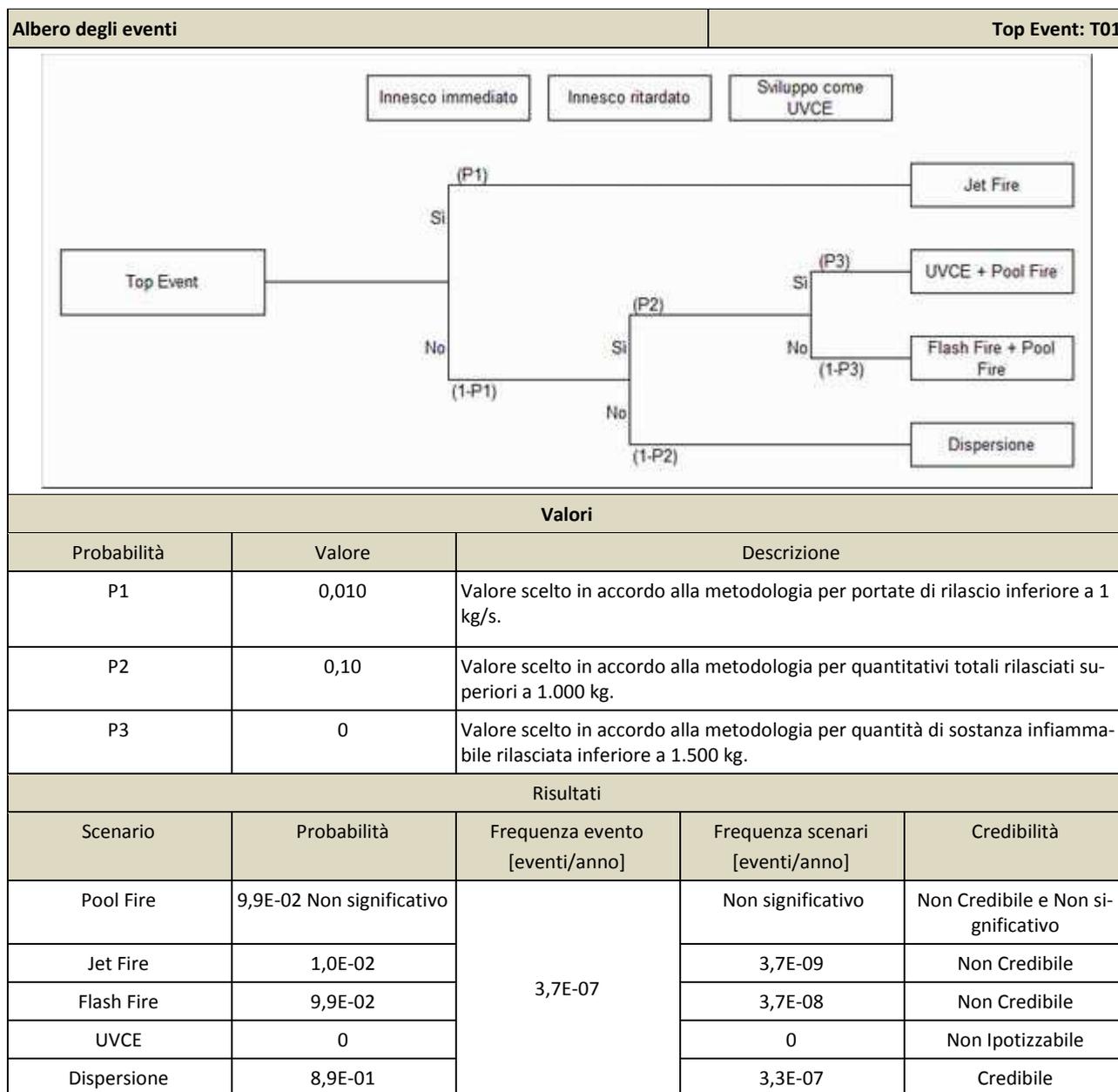
Top Event: T01	IDENTIFICAZIONE EVENTO INCIDENTALE
Unità coinvolta	Braccio di Carico in Area banchina
Sostanza	GNL
Pressione di rilascio	5 barg (Pressione operativa massima di trasferimento)
Temperatura di rilascio	-150 °C
Quota di rilascio	5 m
Diametro di efflusso	25 mm (Diametro equivalente del foro ovvero della perdita significativa)
Portata di efflusso	5,8 kg/s
Dinamica incidentale	<p>Il GNL è rilasciato in fase liquida e vaporizza pressochè istantaneamente per flash adiabatico all'uscita dal foro dando luogo ad una fase vapore (buona parte del quantitativo rilasciato vaporizza istantaneamente trascinando il restante come aereosol). Ciò in relazione alle caratteristiche chimico fisiche ed alle condizioni di rilascio.</p> <p>La frazione di liquido all'efflusso NON è in grado di generare la formazione di una significativa pozza di liquido, ovvero di una pozza in grado di perdurare per un tempo significativo (ciò in relazione alla rapidissima evaporazione ed al trascinamento che la frazione vaporizzata per flash ha sulla frazione liquida) .</p> <p>A seguito del rilascio si formerà quindi un getto ed una nube di metano in fase gas inizialmente molto fredda e quindi inizialmente più densa che tenderà a disperdersi nella direzione del vento riscaldandosi e diventando meno densa e quindi più leggera dell'aria circostante ed iniziando così a salire.</p> <p>In caso di innesco immediato si avrà sviluppo di un jet fire.</p> <p>In caso di innesco ritardato la nube formatasi genera un flash fire.</p> <p>Nel caso di mancato innesco si avrà la dispersione di vapori senza ulteriori effetti.</p> <p>In relazione alle caratteristiche chimico fisiche del gas e dai calcoli effettuati, le nubi formatesi in conseguenza al rilascio contengono limitate quantità di vapori nel campo compreso fra i limiti di infiammabilità (alcune decine di kg max) e pertanto non risulta ipotizzabile lo sviluppo di UVCE, per il quale sviluppo sono necessarie quantità superiori ai 1000 kg .</p>
Durata del rilascio	<p>La durata del rilascio, in relazione al presidio costante di operatori adeguatamente formati ed addestrati, sia sul lato banchina che sulla nave, ed ai dispositivi di sicurezza-blocco in dotazione, è estremamente ridotto</p> <p>Il tempo di individuazione della perdita è pressochè immediato così come immediato è l'intervento per l'interruzione del trasferimento e la messa in sicurezza del braccio.</p> <p>Tempo di individuazione: immediato ovvero inferiore ad 1 minuto. L'operazione di scarico – carico è costantemente presidiata sia lato banchina che lato nave. Il rilascio viene rilevato pressochè immediatamente (il GNL vaporizza generando una vera e propria nube biancastra di immediata individuazione).</p> <p>Tempo di intervento: immediato e ragionevolmente inferiore ad 1 minuto. L'operazione di scarico – carico è costantemente presidiata sia lato banchina che lato nave. Il trasferimento può essere interrotto con pulsanti di arresto-emergenza. Sono infatti previsti pulsanti di emergenza delle operazioni di trasferimento (chiusura valvole MOV radice braccio sia lato nave che lato banchina, fermata pompe etc.)</p> <p>Il rilascio avrà una durata ragionevolmente inferiore a 3 minuti.</p>

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

C IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI



Modalità di perdita ovvero direzionalità del rilascio

I potenziali effetti di una perdita di GNL in termini di distanze di danno, variano molto in relazione alla geometria della perdita – foro ovvero alla direzionalità del rilascio. E’ evidente che se il rilascio è verso l’alto si avranno degli effetti completamente differenti rispetto ad un rilascio di direzione orizzontale.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Al fine di semplificare e rendere l'approccio seguito cautelativo, sono considerate due principali direzioni di rilascio a cui fanno riferimento le simulazioni del rilascio e delle relative potenziali conseguenze:

1. **RILASCIO VERTICALE** che rappresenta tutte le eventuali direzioni di rilascio verso l'alto ovvero comprese tra la direzione orizzontale e quella verticale (rilascio verso l'alto);
2. **RILASCIO ORIZZONTALE** che rappresenta tutte le eventuali direzioni di rilascio tra la direzione orizzontale e quella verticale verso il basso.

Le probabilità di avere una modalità o l'altra modalità ha tenuto conto di un fattore moltiplicativo pari a 0,5 ovvero considerando che il 50% delle volte si potrà verificare un rilascio orizzontale ed il restante 50% delle volte potrà verificarsi un rilascio verticale verso l'alto. Nella tabella sono riepilogate le frequenze degli scenari incidentali per ciascuna modalità di perdita:

Scenario	Frequenza complessiva di scenario ovvero relativa a tutte le possibili direzioni [eventi/anno]	Frequenza di scenario per direzione verticale [eventi/anno]	Frequenza di scenario per direzione orizzontale [eventi/anno]	Credibilità
Pool Fire	Scenario NON SIGNIFICATIVO-AMMISSIBILE			Non Credibile
Jet Fire	3,7E-09	1,85E-09	1,85E-09	Non Credibile
Flash Fire	3,7E-08	1,85E-08	1,85E-08	Non Credibile
Dispersione	3,3E-07	1,65E-07	1,65E-07	Credibile

D VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI DANNO ASSOCIATE AGLI SCENARI INCIDENTALI

Caso : CONSEQUENZE DI UN RILASCIO DI DIREZIONE VERTICALE

Scenario	Jet Fire			
Lunghezza getto [m]	26,2			
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Meteo F2	-	23,8	31,7	43,3
Meteo D5	24,5	31,8	37	47,5
Note	I valori di radiazione riportati sono riferiti alla quota di 1,5 m.			
Scenario	Flash Fire			
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità			
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)		LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	6,7		21,7	
Meteo D5	6,6		15,1	
Note	Le distanze indicate sono riferite a quota "suolo"			

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Caso : CONSEGUENZE DI UN RILASCIO DI DIREZIONE ORIZZONTALE

Scenario	Jet Fire			
Lunghezza getto [m]	40,5			
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Meteo F2	54	59,7	63,7	70,9
Meteo D5	46,2	52,1	56,3	63,9
Note	I valori di radiazione riportati sono riferiti alla quota di 1,5 m.			
Scenario	Flash Fire			
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità			
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)		LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	47,8		109,9	
Meteo D5	23,2		39,6	
Note	Le distanze indicate sono riferite a quota "suolo"			

Nota : La frazione di liquido in conseguenza al rilascio NON è in grado di generare la formazione di una significativa pozza di liquido, ovvero di una pozza in grado di perdurare per un tempo significativo (ciò in relazione alla rapidissima evaporazione ed al trascinarsi che la frazione vaporizzata per flash ha sulla frazione liquida) .

E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DOMINO

In relazione alla tipologia degli scenari incidentali critici (Jet Fire), alla durata degli effetti degli stessi, alle probabilità di riferimento indicate al paragrafo 1.2.5, la propagazione degli effetti ad altre installazioni critiche ovvero l'effetto domino è da ritenersi non credibile ovvero ragionevolmente trascurabile. Peraltro nel raggio di azione del Jet Fire non sono presenti installazioni contenenti grandi quantità di gas o liquidi infiammabili.

F VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI SU ATTIVITÀ LIMITROFE A QUELLA OGGETTO DEL RILASCIO

Il presente approfondimento è stato condotto al fine di valutare il possibile coinvolgimento di attività di terzi limitrofe all'area banchina (bracci di carico-scarico GNL) a fronte dell'accadimento degli scenari incidentali in oggetto (perdita significativa dai bracci di carico durante il trasferimento di GNL). Tali attività presenti nei dintorni dell'area di banchina sono:

- Attività di scarico-carico container effettuate della società Grendi in posizione Nord, Nord-est;
- Attività di Corpi dello Stato (molo-banchina di ingresso/uscita per le imbarcazioni della Guardia di Finanza, carabinieri, VVF) in direzione sud-est;
- Passaggio di navi portacontainer lungo il tratto di canale adiacente alla nave metaniera in carico-scarico, ovvero compreso tra la direzione Sud e la direzione Ovest.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Tali attività potranno essere interessate dagli effetti di uno scenario incidentale “FLASH FIRE” solamente nel caso in cui la direzione del vento sia tale da spingere la nube in tale direzione. Nel caso dello scenario Jet Fire è invece necessaria la condizione per la quale la direzionalità del getto sia tale da dirigere lo stesso getto verso le attività limitrofe. In tale eventualità le uniche installazioni potenzialmente interessate (la lunghezza del jet-fire è al massimo 40 metri circa) sono quelle eventualmente presenti nelle immediate adiacenze dell’area dei Bracci di Carico stessi. Nessuna delle altre attività terze suindicate risultano comprese entro tale distanza.

Al fine di un coinvolgimento potenziale da una nube di gas metano conseguente al rilascio ed avente concentrazione pari a $\frac{1}{2}$ LFL (flash fire) è necessario che la direzione del vento la spinga la nube verso l’attività terza e che le condizioni meteo permettano lo sviluppo di una nube di adeguate dimensioni-lunghezza (solo condizione mete F/2).

Direzione del vento

Le direzioni del vento in grado di spingere la nube di metano verso le attività terze sono:

1. I venti provenienti dal **Quadrante Ovest-Nord** spingono la nube rilasciata verso le installazioni dei **Corpi dello Stato** (molo ingresso/uscita imbarcazioni);
2. I venti provenienti dal **Quadrante Ovest –Est**, spingono la nube rilasciata verso le installazioni della **società Grendi**;
3. I venti provenienti dal **Quadrante Nord – Est**, spingono la nube rilasciata verso il corridoio di passaggio delle **navi porta container**.

Probabilità di Direzione del vento

Cautelativamente si considerano 3 principali quadranti di provenienza del vento ai fini della possibilità di coinvolgimento delle altre attività; La probabilità di avere una certa direzione del vento è assunta sulla base dei dati meteorologici, riportati nel **Modulo 5 – Inquadramento Ambientale**:

1. Il quadrante di direzione **da Ovest a Nord** ha una frequenza pari a circa il 53% (0,53);
2. Il quadrante di direzione **da Ovest ad Est**, ha una frequenza pari a circa il 32% (0,32);
3. Il quadrante di direzione **da Nord ad Est**, ha una frequenza pari a circa il 14,5% (0,145).

Classe Meteo

Un altro fattore imprescindibile di cui tener conto è legato alle condizioni meteo al momento dell’ipotetico rilascio ed in particolare alla Classe di Stabilità atmosferica. La condizione meteo in grado di generare una nube di lunghezza critica è la classe di stabilità F (molto stabile) con bassa velocità del vento (2 m/s):

Scenario	Flash Fire	
	Classe Meteo F2	47,8
Classe Meteo D5	23,2	39,6

Facendo riferimento ai dati riportati nel Modulo 5 – Inquadramento Ambientale, si evince che alla classe meteo F/2 è attribuibile una frequenza annuale pari al 22,3% (0,22).

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Frequenze di potenziale coinvolgimento di attività terze limitrofe

In considerazione della concomitanza di fattori e della relativa probabilità, nella seguente tabella si riportano le “frequenze corrette” con cui lo scenario Flash Fire potrebbe interessare le attività terze limitrofe.

ATTIVITA' LIMITROFA	Frequenza Flash Fire	Probabilità Rilascio orizzontale	Probabilità Classe meteo F/2	Probabilità Direzioni vento critiche	Frequenza coinvolgimento (flash-fire)
Corpi dello stato (VVF, Guardia di Finanza etc)				0,531	2,19E-09 NON CREDFIBILE
Attività della Società Grendi	3,7 E-08	0,5	0,223	0,324	1,34E-09 NON CREDFIBILE
Area di transito navi Porta container				0,145	5,98E-10 NON CREDFIBILE

NOTA: sono state considerate le sole modalità di rilascio Orizzontale, in quanto unica condizioni affinché sia possibile il coinvolgimento di attività terze limitrofe al braccio di carico. In caso di rilascio verticale NON si hanno infatti effetti tali da interessare tali aree.

Dalla tabella si evince che le frequenze di uno scenario di FLASH FIRE in grado di interessare le attività terze adiacenti all'area di scarico-carico GNL, risultano MOLTO AL DI SOTTO DELLA CREDIBILITA' e quindi ragionevolmente NON IPOTIZZABILI.

E' opportuno evidenziare che lo scarico delle metaniere sarà effettuato possibilmente in orario notturno ovvero nei periodi di minore attività in ambito banchina-portuale.

Saranno definite modalità di interscambio e comunicazione con il personale delle attività delle aree limitrofe-adiacente all'area bracci di carico, con particolare riferimento alle attività svolte dalla società Grendi, aree adiacenti alla banchina interessate da Corpi dello Stato (es. Guardia di Finanza) etc. .

Saranno definite inoltre modalità univoche di comunicazione-allertamento immediato durante l'effettuazione di fasi quali lo scarico delle navi metaniere, in caso di eventuali ipotetici problematiche incidentali anche di minor entità che dovessero verificarsi durante le fasi di carico-scarico GNL.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

T02 - Rilascio di GNL per perdita del braccio di carico durante il caricamento delle autocisterne

L'evento in esame prende in considerazione il caso di rilascio di GNL per perdita dal braccio di carico durante le operazioni di trasferimento GNL dai serbatoi di stoccaggio del Deposito alle autocisterne.

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

La frequenza attribuibile ad una perdita da braccio di carico è stata selezionata in accordo a quanto indicato nel Cramer & Warner ed è pari a: 3E-08 eventi/ora. Il fattore di utilizzo è valutato in come segue:

- 30.000 mc di GNL caricati su ATC;
- Portata della pompa di carico 60 m³/h;
- tempo di utilizzo braccio di carico ATC pari a 500 h/anno.

La frequenza di accadimento è pari a:

1,5E-05 occ./anno

B TERMINI SORGENTE DELL'EVENTO INCIDENTALE

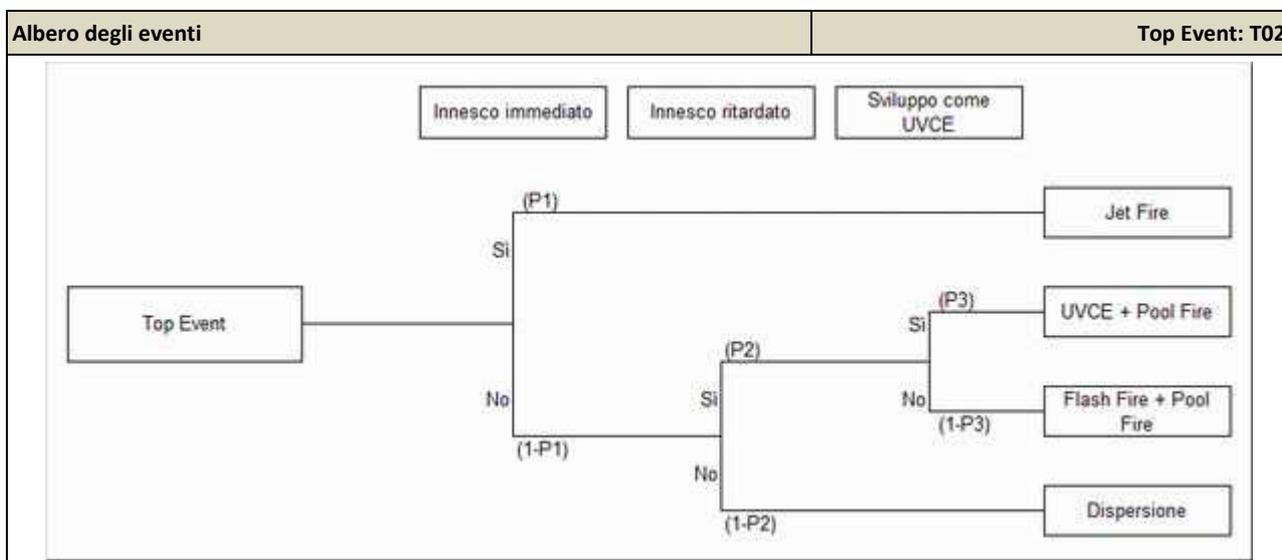
Top Event: T02	IDENTIFICAZIONE EVENTO INCIDENTALE
Unità coinvolta	Area pensiline di carico ATC
Sostanza	GNL
Pressione di rilascio	5 barg (Pressione operativa)
Temperatura di rilascio	-150 °C (Temperatura operativa GNL)
Quota di rilascio	1 m
Diametro di efflusso	25 mm (Diametro equivalente del foro)
Portata di efflusso	5,8 kg/s (Portata di rilascio)
Dinamica incidentale	<p>La sostanza è rilasciata in fase liquida, ed essendo un gas liquefatto in pressione tende ad espandere dando luogo ad una fase vapore. In caso di innesco immediato si può avere un jet fire.</p> <p>La fase liquida, anche se raggiunge il suolo, non consente la formazione di una pozza in grado di perdurare per un tempo significativo in relazione alla rapidissima evaporazione.</p> <p>A seguito del rilascio si svilupperà una nube di metano in fase gas inizialmente molto fredda e pesante che tenderà a disperdersi nella direzione del vento. In caso di innesco ritardato della nube si genera un flash fire.</p> <p>Nel caso di mancato innesco si determina la dispersione di vapori senza ulteriori effetti.</p> <p>In relazione alle caratteristiche chimico fisiche del gas le nubi formatesi non contengono elevate quantità di vapori nel campo di infiammabilità e pertanto non risulta ipotizzabile lo sviluppo come UVCE.</p>
Durata del rilascio	<p>La durata del rilascio è stato valutato in accordo a quanto indicato nel DM 15 maggio 1996 ed è stata assunta compresa fra 1 e 3 minuti.</p> <p>L'operazione di scarico – carico è presidiata sia lato banchina che lato nave e saranno presenti pulsanti di fermata di emergenza delle operazioni di trasferimento (chiusura MOV, fermata pompe nave etc.)</p> <p>Si assume che il rilascio abbia durata inferiore a 3 minuti.</p>

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

C IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI



Valori				
Probabilità	Valore	Descrizione		
P1	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio inferiore a 1 kg/s.		
P2	0,100	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati superiori a 1.000 kg.		
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Pool Fire	9,9E-02	1,5E-05	1,5E-06	Credibile
Jet Fire	1,0E-02		1,5E-07	Credibile
Flash Fire	9,9E-02		1,5E-06	Credibile
UVCE	n.a.		n.a.	Non credibile
Dispersione	8,9E-01		1,3E-05	Credibile

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

D VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI DANNO ASSOCIATE AGLI SCENARI INCIDENTALI

Distanze di danno		Top Event T02			
Caso perdita					
Scenario	Pool Fire				
Note	Lo scenario di Pool Fire risulta essere credibile ma, per quanto in precedenza descritto, la pozza non permane un tempo sufficiente da permettere un innesco.				
Scenario	Jet Fire				
Lunghezza getto [m]	40,5				
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	
Meteo F2	54,6	60,2	64,2	71,3	
Meteo D5	46,9	52,7	56,7	64,2	
Note	I valori di radiazione riportati sono riferiti alla quota di 1,5 m.				
Scenario	Flash Fire				
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità				
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)			LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	70,6			97,3	
Meteo D5	50			75,8	

E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DOMINO

In relazione a tale limitata durata del fenomeno, non è attesa la propagazione degli scenari per effetto domino.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

T03 – Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento da banchina a serbatoi (durante la fase di scarico della nave metaniera)

L'evento in esame prende in considerazione il caso di rilascio di GNL per perdita di natura "random" della linea di 12" durante le fasi di scarico di GNL dalla nave metaniera ai serbatoi di stoccaggio.

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

L'evento in esame prende in considerazione l'ipotesi di una perdita di natura "random" della linea di 12" durante le fasi di trasferimento di GNL da banchina a serbatoi di stoccaggio, di lunghezza complessiva non superiore a 1000 m.

Il rateo di danneggiamento perdita da tubazione è stato assunto in accordo a quanto indicato nel Cramer & Warner e dall'applicazione della distribuzione probabilistica riportata E&P Forum, pari a:

DN linea	Frequenze di perdita per linea [occ./anno*m]		
	Cricca	Foro	Rottura
>6"	2,60E-06	8,30E-07	8,70E-08

Le frequenze base sopra riportate sono relative a tubazioni standard.

Dall'articolo "Double Walled Piping Systems", riportato in **Allegato 4.3**, si ricava che la frequenza base di accadimento viene corretta tramite un fattore moltiplicativo pari a 0,01.

E' stato considerato l'utilizzo della tubazione durante la fase di scarica della nave metaniera:

- n. 24 navi metaniere all'anno;
- 15 ore: tempo necessario per lo scarico di 15.000 m3 di GNL da una nave metaniera (considerando la portata della pompa di trasferimento pari a 1000 m3/h).

Il tempo di utilizzo è pari a: 360 h/anno.

Il tempo di utilizzo considerato per il calcolo della frequenza di accadimento è pari a circa 540 h/anno (conservativamente è stato considerato il fattore di utilizzo incrementato di circa il 50% per tenere conto di eventuali fluttuazioni della richiesta di GNL).

La linea in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

Lunghezza: 1000 m

Diametro: 300 mm.

Frequenze di accadimento eventi random				Top Event T03		
Forma della perdita	Frequenza base [occ./anno/m]	Frequenza grezza [occ./anno]	Fattore eserc.	Frequenza finale [occ./anno]	Credibilità	Diametro efflusso
Cricca	2,6E-06	2,6E-05	0,06	1,6E-06	Credibile	10
Foro	8,3E-07	8,3E-06		5,1E-07	Non Credibile	-

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

B TERMINI SORGENTE DELL'EVENTO INCIDENTALE

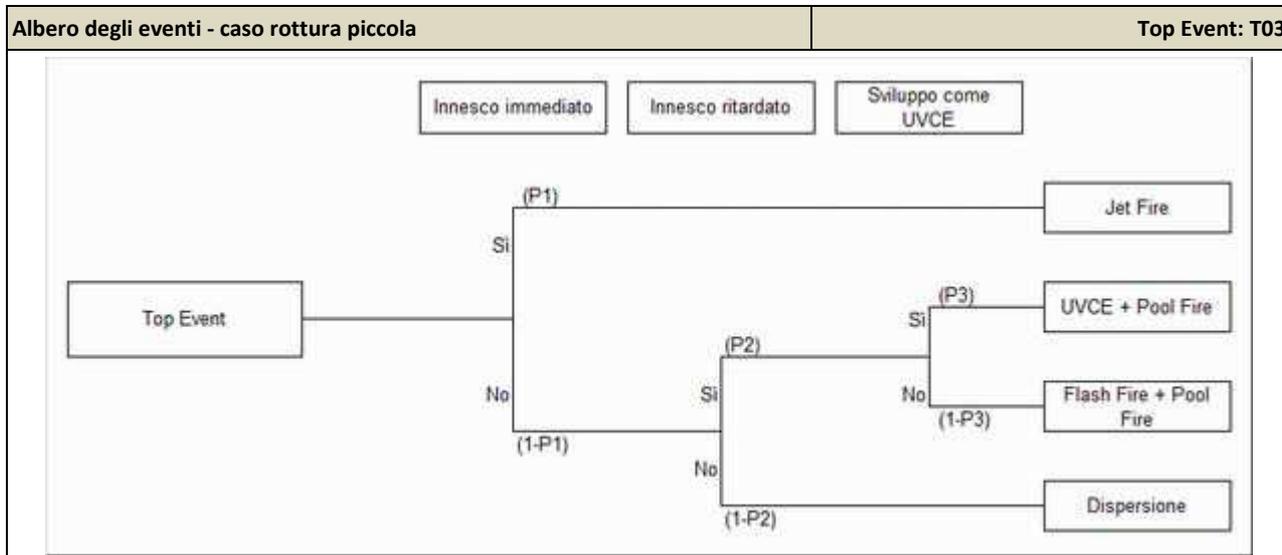
Top Event: T03	IDENTIFICAZIONE EVENTO INCIDENTALE
Unità coinvolta	Linea GNL 12" da banchina a serbatoi
Sostanza	GNL
Pressione di rilascio	5 barg (Pressione operativa)
Temperatura di rilascio	-150 °C (Temperatura operativa GNL)
Quota di rilascio	1 m
Diametro di efflusso	circa: 10 mm (Diametro equivalente)
Portata di efflusso	circa: 0,93 kg/s (Portata di rilascio)
Dinamica incidentale	<p>La sostanza è rilasciata in fase liquida, ed essendo in pressione tende ad espandere dando luogo ad una fase vapore.</p> <p>In caso di innesco immediato si può avere un jet fire.</p> <p>La fase liquida, anche se raggiunge il suolo, non consente la formazione di una pozza in grado di perdurare per un tempo significativo in relazione alla rapidissima evaporazione.</p> <p>A seguito del rilascio si svilupperà una nube di metano in fase gas inizialmente molto fredda e pesante che tenderà a disperdersi nella direzione del vento.</p> <p>In caso di innesco ritardato della nube si genera un flash fire.</p> <p>Nel caso di mancato innesco si determina la dispersione di vapori senza ulteriori effetti.</p> <p>In relazione alle caratteristiche chimico fisiche del gas le nubi formatesi non contengono elevate quantità di vapori nel campo di infiammabilità e pertanto non risulta ipotizzabile lo sviluppo come UVCE.</p>
Durata del rilascio	<p>La durata del rilascio è stato valutato in accordo a quanto indicato nel DM 15 maggio 1996 ed è stata assunta compresa fra 1 e 3 minuti, in considerazione del tempo necessario alla rilevazione del rilascio ed il tempo necessario per l'intercettazione dello stesso.</p> <p>All'interno del cunicolo sarà installato un sistema di rilevazione fughe.</p> <p>L'intercettazione del rilascio prevede di fermare il trasferimento da banchina e chiudere le MOV presenti sulla linea in area banchina ed area stoccaggio.</p> <p>Il suddetto DM stabilisce una durata compresa fra 1 e 3 minuti</p> <p>Durata del rilascio considerata: non superiore a 3 minuti.</p>

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

C IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI



Valori - caso cricca				
Probabilità	Valore	Descrizione		
P1	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio comprese tra 1 kg/s e 50 kg/s.		
P2	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati inferiori a 1.000 kg.		
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Pool Fire	9,9E-03	1,6E-06	1,6E-08	Non credibile
Jet Fire	1,0E-02		1,6E-08	Non credibile
Flash Fire	9,9E-03		1,6E-08	Non credibile
UVCE	n.a.		n.a.	Non credibile
Dispersione	9,8E-01		1,6E-06	Credibile

Gli scenari incidentali risultano essere non credibili, essendo la frequenza di accadimento al disotto della soglia di credibilità (1×10^{-6} eventi/anno); si procederà comunque alla valutazione delle conseguenze per gli scenari Jet Fire e Flash Fire. La durata del Pool fire risulterebbe infatti tale da rendere tale scenario non significativo ai fini delle valutazioni dell'effetto domino.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

D VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI DANNO ASSOCIATE AGLI SCENARI INCIDENTALI

Gli scenari incidentali risultano essere non credibili, essendo la frequenza di accadimento al disotto della soglia di credibilità; nonostante ciò si provvederà alla valutazione delle conseguenze che si possono sviluppare per gli scenari Jet Fire e Flash Fire.

Il rilascio simulato è stato ipotizzato verticale per tener conto che le linee sono installate in cunicolo ed è stato ipotizzato un rilascio libero ovvero non ostacolato dalla copertura del cunicolo, come se il getto di liquido uscisse dalla copertura o meglio dal tratto grigliato della copertura, senza incontrare ostacoli.

Distanze di danno		Top Event T03
Caso cricca		
Scenario	Jet Fire	
Lunghezza getto [m]	12	
Note	Il rilascio avviene all'interno del cunicolo in cemento armato nel quale sono posizionate le linee in oggetto. Non risulta quindi ragionevolmente ipotizzabile la formazione di un getto di GNL direttamente proiettato su esterno ma il getto tenderà a generare un Impingment nelle pareti o copertura del cunicolo, frammentandosi . Non risulta ragionevolmente ipotizzabile lo sviluppo di un Jet Fire all'esterno del cunicolo .	
Scenario	Flash Fire	
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità	
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)	LFL/2 (22000 ppm)
Meteo F2	2	5
Meteo D5	2,2	4,8

E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DOMINO

In considerazione della frequenza di accadimento degli scenari incidentali non è attesa la propagazione degli scenari per effetto domino.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

T04 - Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento (durante la fase di carico delle bettoline)

L'evento prende in esame un rilascio di GNL per perdita di natura "random" della linea di 8" durante le fasi di carico delle bettoline dai serbatoi di stoccaggio GNL.

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

L'evento in esame prende in considerazione l'ipotesi di una perdita di natura "random" della linea di 8" durante le fasi di trasferimento di GNL da serbatoi di stoccaggio a banchine, di lunghezza complessiva non superiore a 1000 m.

Il rateo di danneggiamento perdita da tubazione è stato assunto in accordo a quanto indicato nel Cramer & Warner e dall'applicazione della distribuzione probabilistica riportata E&P Forum, pari a:

DN linea	Frequenze di perdita per linea [occ./(anno*m)]		
	Cricca	Foro	Rottura
>6"	2,60E-06	8,30E-07	8,70E-08

Le frequenze base sopra riportate sono relative a tubazioni standard. Dall'articolo "Double Walled Piping Systems", riportato in **Allegato 4.5**, si ricava che la frequenza base di accadimento viene corretta tramite un fattore moltiplicativo pari a 0,01.

E' stato considerato l'utilizzo della tubazione durante la fase di carica della bettolina:

- 90.000 m3 di GNL trasferiti alle bettoline;
- la portata della pompa di trasferimento è pari a 250 m3/h;

Il tempo di utilizzo è pari a: 360 h/anno.

Il tempo di utilizzo considerato per il calcolo della frequenza di accadimento è pari a circa 540 h/anno (conservativamente è stato considerato il fattore di utilizzo incrementato di circa il 50% per tenere conto di eventuali fluttuazioni della richiesta di GNL).

La linea in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

Lunghezza: 1000 m - Diametro: 200 mm.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Frequenze di accadimento eventi random				Top Event T03		
Forma della perdita	Frequenza base [occ./anno/m]	Frequenza grezza [occ./anno]	Fattore eserc.	Frequenza finale [occ./anno]	Credibilità	Diametro efflusso
Cricca	2,6E-06	2,6E-05	0,06	1,6E-06	Credibile	10
Foro	8,3E-07	8,3E-06		5,1E-07	Non Credibile	-

Nota: Non viene considerata la modalità “rottura” in relazione alle modalità di posa in opera delle tubazioni GNL (tubazione in cunicolo ispezionabile).

B TERMINI SORGENTE DELL'EVENTO INCIDENTALE

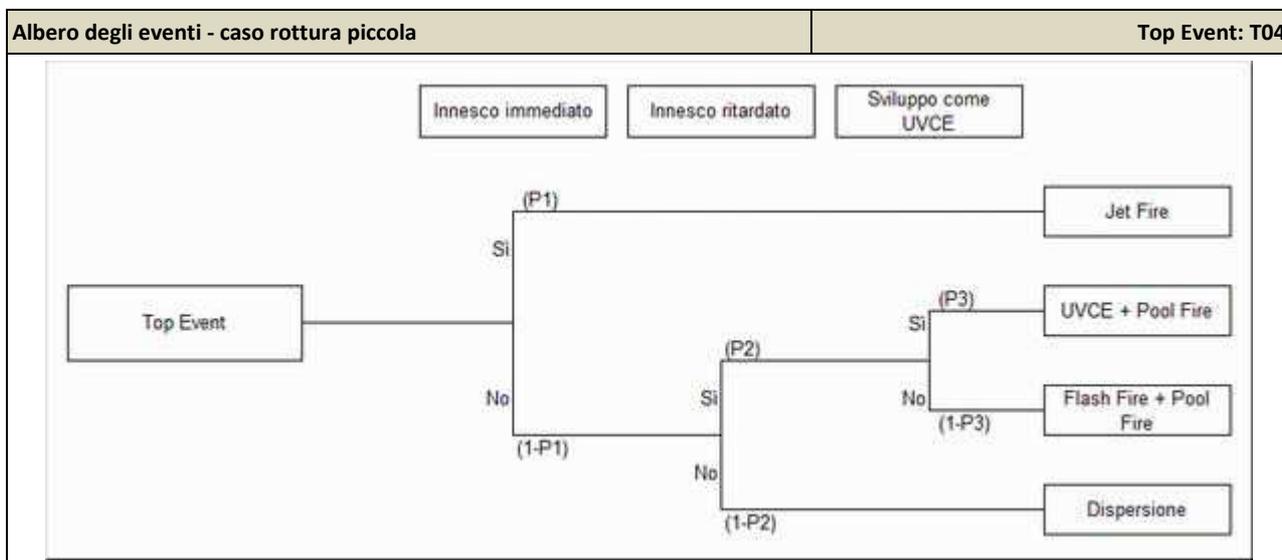
Top Event: T04	IDENTIFICAZIONE EVENTO INCIDENTALE
Unità coinvolta	Linea GNL 8” da serbatoi a banchina
Sostanza	GNL
Pressione di rilascio	5 barg (Pressione operativa)
Temperatura di rilascio	-150 °C (Temperatura operativa GNL)
Quota di rilascio	1 m
Diametro di efflusso	cricca: 10 mm (Diametro equivalente)
Portata di efflusso	cricca: 0,93 kg/s (Portata di rilascio)
Dinamica incidentale	<p>La sostanza è rilasciata in fase liquida, ed essendo in pressione tende ad espandere dando luogo ad una fase vapore.</p> <p>In caso di innesco immediato si può avere un jet fire.</p> <p>La fase liquida, anche se raggiunge il suolo, non consente la formazione di una pozza in grado di perdurare per un tempo significativo in relazione alla rapidissima evaporazione.</p> <p>A seguito del rilascio si svilupperà una nube di metano in fase gas inizialmente molto fredda e pesante che tenderà a disperdersi nella direzione del vento.</p> <p>In caso di innesco ritardato della nube si genera un flash fire.</p> <p>Nel caso di mancato innesco si determina la dispersione di vapori senza ulteriori effetti.</p> <p>In relazione alle caratteristiche chimico fisiche del gas le nubi formatesi non contengono elevate quantità di vapori nel campo di infiammabilità e pertanto non risulta ipotizzabile lo sviluppo come UVCE.</p>
Durata del rilascio	<p>La durata del rilascio è stato valutato in accordo a quanto indicato nel DM 15 maggio 1996 ed è stata assunta compresa fra 1 e 3 minuti, in considerazione del tempo necessario alla rilevazione del rilascio ed il tempo necessario per l'intercettazione dello stesso.</p> <p>All'interno del cunicolo sarà installato un sistema di rilevazione fughe.</p> <p>L'intercettazione del rilascio prevede di fermare il trasferimento da banchina e chiudere le MOV presenti sulla linea in area banchina ed area stoccaggio.</p> <p>Il suddetto DM stabilisce una durata compresa fra 1 e 3 minuti</p> <p>Durata del rilascio considerata: Non superiore a 3 minuti.</p>

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

C IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI



Valori - caso cricca				
Probabilità	Valore	Descrizione		
P1	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio inferiori a 1 kg/s.		
P2	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati inferiori a 1.000 kg.		
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Pool Fire	9,9E-03	1,6E-06	1,6E-08	Non credibile
Jet Fire	1,0E-02		1,6E-08	Non credibile
Flash Fire	9,9E-03		1,6E-08	Non credibile
UVCE	n.a.		n.a.	Non credibile
Dispersione	9,8E-01		1,6E-06	Credibile

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

D VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI DANNO ASSOCIATE AGLI SCENARI INCIDENTALI

Gli scenari incidentali risultano essere non credibili, essendo la frequenza di accadimento al disotto della soglia di credibilità; nonostante ciò si provvederà alla valutazione delle conseguenze che si possono sviluppare per gli scenari Jet Fire e Flash Fire.

Il rilascio simulato è stato ipotizzato verticale per tener conto che le linee sono installate in cunicolo ed è stato ipotizzato un rilascio libero ovvero non ostacolato dalla copertura del cunicolo, come se il getto di liquido uscisse dalla copertura o meglio dal tratto grigliato della copertura, senza incontrare ostacoli.

Distanze di danno		Top Event T03
Caso cricca		
Scenario	Jet Fire	
Lunghezza getto [m]	12	
Note	<p>Il rilascio avviene all'interno del cunicolo in cemento armato nel quale sono posizionate le linee in oggetto. Non risulta quindi ragionevolmente ipotizzabile la formazione di un getto di GNL direttamente proiettato su esterno ma il getto tenderà a generare un Impingment nelle pareti o copertura del cunicolo, frammentandosi . Non risulta ragionevolmente ipotizzabile lo sviluppo di un Jet Fire all'esterno del cunicolo .</p>	
Scenario	Flash Fire	
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità	
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)	LFL/2 (22000 ppm)
Meteo F2	2	5
Meteo D5	2,2	4,8

E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DOMINO

In considerazione della frequenza di accadimento degli scenari incidentali non è attesa la propagazione degli scenari per effetto domino.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

T05 - Rilascio di GNL per perdita da accoppiamento flangiato

L'evento in esame prende in considerazione il caso di rilascio di GNL per perdita dall'accoppiamento flangiato in area serbatoi di stoccaggio del Deposito.

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

La frequenza attribuibile ad una perdita da un normale accoppiamento flangiato è, in accordo a quanto indicato nel Failure frequency guidance del DNV, pari a **5,5E-05 occ./anno**. Si precisa come tale assunzione risulti estremamente cautelativa trattandosi di installazioni criogeniche con “doppio tubo” che presentano accoppiamenti flangiati ad elevato standard tecnologico quindi con proporzionali caratteristiche di resistenza al trafilamento-perdita. Anche le guarnizioni installate saranno tipologicamente tali da limitare eventuale possibilità di trafilamento (spirometalliche, incapsulate od equivalenti).

B TERMINI SORGENTE DELL'EVENTO INCIDENTALE

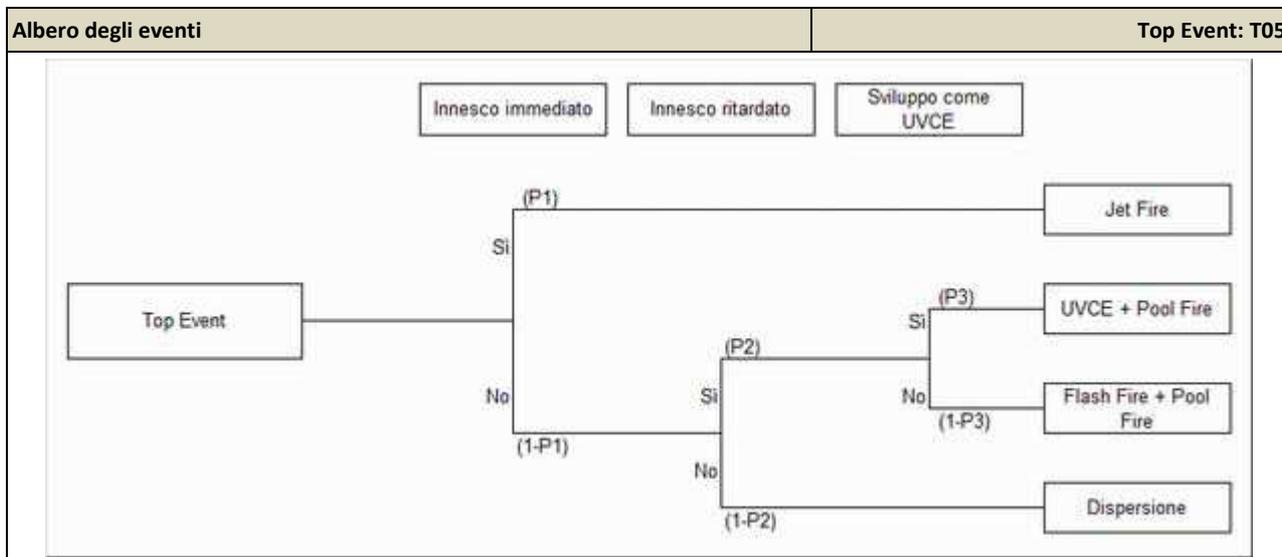
Top Event: T05	IDENTIFICAZIONE EVENTO INCIDENTALE
Unità coinvolta	Serbatoi deposito
Sostanza	GNL
Pressione di rilascio	5 barg (Pressione operativa)
Temperatura di rilascio	-150 °C (Temperatura operativa GNL)
Quota di rilascio	1 m
Diametro di efflusso	5 mm (Diametro equivalente considerato per la stima della possibile fessurazione.) Tale valore è stato assunto cautelativamente ed è riferito ad un normale accoppiamento flangiato con semplice guarnizione (non spirometalliche, incapsulate etc.), pertanto risulta molto superiore ai normali diametri equivalenti di efflusso che per tali tipologie di guarnizioni si attestano nell'ordine di 1 mm.
Portata di efflusso	0,23 kg/s (Portata di rilascio)
Dinamica incidentale	Il rilascio avviene in fase liquida che tende ad evaporare immediatamente all'efflusso per flash adiabatico. La restante frazione viene trascinata per aerosol. La fase liquida evapora pressoché istantaneamente e pertanto non consente la formazione di una pozza in grado di perdurare per un tempo significativo. In caso di innesco immediato si forma un jet fire. In caso di mancato innesco si svilupperà una nube di gas inizialmente molto fredda e pesante che tenderà a disperdersi sollevandosi dal suolo e disperdendosi nella direzione del vento. In caso di innesco ritardato della nube si genera un flash fire. Nel caso di mancato innesco si determina la dispersione di vapori senza ulteriori effetti. In relazione alle caratteristiche del gas, la nube formatasi non contiene elevate quantità di vapori nel campo di infiammabilità e pertanto NON risulta ipotizzabile lo sviluppo come UVCE.
Durata del rilascio	La durata del rilascio è stata valutata in accordo a quanto riportato nei paragrafi precedenti ed è stata assunta compresa fra 1 e 3 minuti. All'interno del Deposito è prevista l'installazione di un sistema di rilevazione gas e di pulsanti di segnalazione di emergenza. L'intercettazione del rilascio prevede la chiusura delle valvole di intercetto-blocco (MOV-SDV) sulle linee in uscita dai serbatoi di stoccaggio. Durata del rilascio considerata: <u>non superiore a 3 minuti</u>

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

C IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI



Valori				
Probabilità	Valore	Descrizione		
P1	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio inferiore a 1 kg.		
P2	0,001	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati inferiore a 100 kg.		
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Pool Fire	9,9E-04	5,5E-05	5,4E-08	Non credibile
Jet Fire	1,0E-02		5,5E-07	Credibile
Flash Fire	9,9E-04		5,4E-08	Non credibile
UVCE	n.a.		n.a.	Non credibile
Dispersione	9,9E-01		5,4E-05	Credibile

D VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI DANNO ASSOCIATE AGLI SCENARI INCIDENTALI

Lo scenario incidentali Flash Fire risulta essere non credibile, essendo la frequenza di accadimento al di sotto della soglia di credibilità.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Distanze di danno			Top Event T05	
Scenario	Jet Fire			
Lunghezza getto [m]	10,3			
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Meteo F2	13	14,3	15,1	16,7
Meteo D5	11	12,3	13,2	14,9
Note	I valori di radiazione riportati sono riferiti alla quota di 1,5 m.			
Scenario	Flash Fire			
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)		LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	7,1		18,8	
Meteo D5	4,9		7,1	

NOTA: Le valutazioni delle conseguenze sono state effettuate considerando un efflusso generato da un foro di diametro equivalente di 5 mm. In realtà trattandosi di accoppiamenti flangiati la perdita si manifesterebbe come una vera fessura lungo la circonferenza dell'accoppiamento e quindi generando una vera e propria "rosa o ventaglio" i cui effetti sarebbero molto limitati in termini di distanze di danno (almeno di 5 volte).

E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DOMINO

In relazione:

- alla tipologia e frequenza degli scenari incidentali critici (Jet Fire),
- alla durata degli effetti degli stessi,
- alle distanze effettive di impatto in relazione alle valutazioni cautelative condotte,
- alle probabilità di riferimento indicate al paragrafo 1.2.5, la propagazione degli effetti di scenario di incendio ad altre installazioni critiche del terminale (es. serbatoi di stoccaggio) ovvero l'effetto domino è da ritenersi non credibile ovvero ragionevolmente trascurabile.

Peraltro gli accoppiamenti flangiati saranno posizionati in modo tale che un eventuale rilascio accidentale da accoppiamento – guarnizione non possa avere la direzionalità tale da colpire i serbatoi di stoccaggio od il barrell delle pompe di trasferimento .

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

T06 - Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai serbatoi alla pensiline di carico autocisterne (durante la fase di caricamento)

L'evento prende in esame un rilascio di GNL per perdita di natura "random" della linea di 8" durante le fasi di caricamento delle autocisterne dai serbatoi di stoccaggio GNL (S-205/S-206).

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

L'evento in esame prende in considerazione l'ipotesi di una perdita di natura "random" della linea di 8" durante le fasi di trasferimento di GNL dai serbatoi di stoccaggio S-205/S-206 alle pensiline di carico ATC, di lunghezza complessiva non superiore a 130 m.

Il rateo di danneggiamento perdita da tubazione è stato assunto in accordo a quanto indicato nel Cramer & Warner e dall'applicazione della distribuzione probabilistica riportata E&P Forum, pari a:

DN linea	Frequenze di perdita per linea [occ./(anno*m)]		
	Cricca	Foro	Rottura
>6"	2,60E-06	8,30E-07	8,70E-08

Le frequenze base sopra riportate sono relative a tubazioni standard. Dall'articolo "Double Walled Piping Systems", riportato in **Allegato 3.3**, si ricava che la frequenza base di accadimento viene corretta tramite un fattore moltiplicativo pari a 0,01.

E' stato considerato l'utilizzo della tubazione durante la fase di carico delle autocisterne:

- 30.000 m3 di GNL trasferiti alle autocisterne;
- la portata della pompa di trasferimento è pari a 60 m3/h.

Il tempo di utilizzo è pari a: 500 h/anno. Il tempo di utilizzo considerato per il calcolo della frequenza di accadimento è pari a circa 750 h/anno (conservativamente è stato considerato il fattore di utilizzo incrementato di circa il 50% per tenere conto di eventuali fluttuazioni della richiesta di GNL).

La linea in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

Lunghezza: 130 m - Diametro: 200 mm.

Frequenze di accadimento eventi random				Top Event T06		
Forma della perdita	Frequenza base [occ./anno/m]	Frequenza grezza [occ./anno]	Fattore eserc.	Frequenza finale [occ./anno]	Credibilità	Diametro efflusso
Cricca	2,6E-06	3,4E-06	0,06	1,9E-07	Non Credibile	-
Foro	8,3E-07	1,1E-06		6,2E-08	Non Credibile	-

Nota: Non viene considerata la modalità "rottura" in relazione all'assenza di mezzi mobili.

La frequenza dell'evento è al di sotto della soglia di credibilità, pertanto non è stato ulteriormente sviluppato.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

T07 - Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai serbatoi di stoccaggio ai vaporizzatori

Rilascio di GNL per perdita di natura "random" della linea di 8" durante le fasi di trasferimento del GNL dai serbatoi di stoccaggio ai vaporizzatori, linea avente un diametro nominale pari a 8 pollici ovvero DN 200.

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

L'evento in esame prende in considerazione l'ipotesi di una perdita di natura "random" della linea di 8" durante le fasi di trasferimento di GNL dai serbatoi di stoccaggio ai vaporizzatori.

La linea in esame sarà posizionata all'interno di un cunicolo in cemento armato, grigliato nella parte superiore ed opportunamente ispezionabile e dotato di sistema di rilevamento fughe. Le linee sono comunque a doppi tubo analogamente a tutte le linee GNL in fase liquida del terminale. Il rateo di danneggiamento perdita da tubazione è stato assunto in accordo a quanto indicato nel Cramer & Warner e dall'applicazione della distribuzione probabilistica riportata E&P Forum, pari a:

DN linea	Frequenze di perdita per linea singolo tubo [occ./{(anno*m)}]		
	Cricca	Foro	Rottura
>6"	2,60E-06	8,30E-07	8,70E-08

Le frequenze base sopra riportate sono relative a tubazioni standard. Dall'articolo "Double Walled Piping Systems", riportato in **Allegato 3.3**, si ricava che la frequenza base di accadimento viene corretta tramite un fattore moltiplicativo pari a 0,01. Le frequenze attribuibili alla perdita dalla linea a doppio tubo risultano:

DN linea	Frequenze di perdita per linea doppio tubo [occ./{(anno*m)}]		
	Cricca	Foro	Rottura
>6"	2,60E-08	8,30E-09	8,70E-10

Inoltre:

- Il fattore di utilizzo è pari al 95% delle ore annue totali ovvero pari a 8322 h/anno.
- La lunghezza complessiva della linea è pari a 420 m , seppure la stessa può essere suddivisa in non meno di 3-4 tratti di lunghezza limitata.

La frequenza attribuibile ad una perdita risulta:

Forma-modalità della perdita	Frequenza base [occ./anno/m]	Lunghezza (m)	Fattore esercizio	Frequenza finale [occ./anno]	Credibilità	Diametro efflusso
Cricca	2,6E-08	420	0,95	1,0E-05	Credibile	10
Foro	8,3E-09			3,3E-06	Credibile	25

Nota: Non viene considerata la modalità "rottura" in relazione all'assenza di possibilità di urto con mezzi mobili. Tale modalità risulterebbe peraltro inferiore ai limiti di credibilità.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

B TERMINI SORGENTE DELL'EVENTO INCIDENTALE

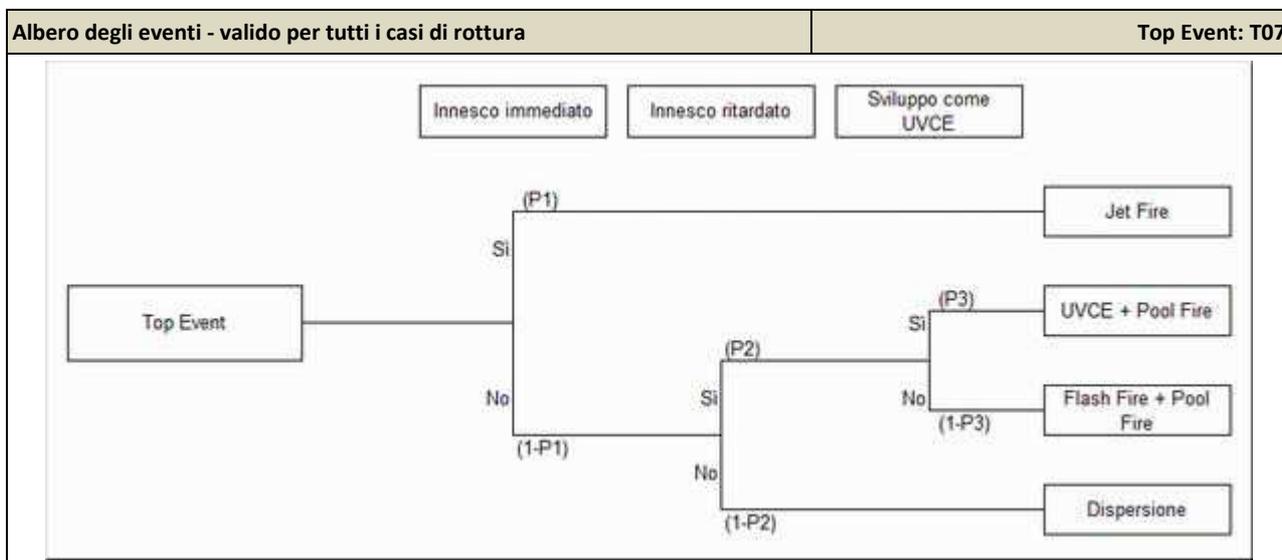
Top Event: T07	IDENTIFICAZIONE EVENTO INCIDENTALE
Unità coinvolta	Linea GNL 8" dai serbatoi ai vaporizzatori
Sostanza	GNL
Pressione di rilascio	70 barg (Pressione operativa)
Temperatura di rilascio	-150 °C (Temperatura operativa GNL)
Quota di rilascio	-0,5 m (su cunicolo)
Diametro di efflusso	cricca: 10 mm (Diametro equivalente della cricca) foro: 25 mm (Diametro equivalente del foro)
Portata di efflusso	cricca: 3,55 kg/s (Portata di rilascio) foro: 22 ,2 kg/s (Portata di rilascio)
Dinamica incidentale	<p>Il rilascio avviene all'interno del cunicolo nel quale sono posizionate le linee in oggetto. Non risulta quindi ragionevolmente ipotizzabile la formazione di un getto di GNL direttamente su esterno ma il getto tenderà a generare un Impingment nelle pareti o copertura del cunicolo.</p> <p>La sostanza è rilasciata in fase liquida, e tende a vaporizzare istantaneamente per la quasi totalità per flash adiabatico e per trascinalimento in forma di aereosol.</p> <p>In caso di innesco immediato del getto si formerà un jet fire interno al cunicolo</p> <p>In caso di innesco ritardato della nube si genera un flash fire che potrebbe essere esterno al cunicolo in quanto il gas si libera dalla copertura in parte grigliata (ipotesi cautelativa).</p> <p>Nel caso di mancato innesco si determina la dispersione di vapori senza ulteriori effetti.</p>
Durata del rilascio	<p>La durata del rilascio è stato valutato in accordo a quanto indicato nel DM 15 maggio 1996 ed è stata assunta compresa fra 1 e 3 minuti, in considerazione del tempo necessario alla rilevazione del rilascio ed il tempo necessario per l'intercettazione dello stesso.</p> <p>All'interno dell'intercapedine della tubazione è previsto un sistema di monitoraggio dell'integrità che segnala allarme e attiva il blocco del trasferimento. Internamente al è prevista l'installazione di un sistema di rilevazione gas . Inoltre in mandata pompe sono previsti misuratori di pressione e di portata in grado di generare segnalazione di allarme e di blocco (es. Bassissima portata).</p> <p>Analogamente l'intervento di rilevatori di perita nel cunicolo attiverà con opportune logiche, il blocco del trasferimento ovvero la fermata delle pompe .</p> <p>Saranno inoltre presenti pulsanti di emergenza.</p> <p>Tutte le azioni di blocco trasferimento comanderanno la chiusura delle valvole di intercetto sulla linea da serbatoio e la fermata delle pompe .</p> <p>Una volta intercettato il tratto di tubazione si svuoterà della quantità di sostanza in esso presente.</p> <p>Durata del rilascio: compresa fra 1 e 3 minuti.</p>

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

C IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI



Valori - caso cricca				
Probabilità	Valore	Descrizione		
P1	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio inferiore a 1 kg/s.		
P2	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati inferiori a 1.000 kg.		
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Pool Fire	9,9E-03	1,0E-05	1,0E-07	Al limite Credibile
Jet Fire	1,0E-02		1,0E-07	Al limite Credibile
Flash Fire	9,9E-03		1,0E-07	Al limite Credibile
UVCE	n.a.		n.a.	na
Dispersione	9,8E-01		1,0E-05	Credibile

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Valori - caso foro				
Probabilità	Valore	Descrizione		
P1	0,070	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio comprese tra a 1 e 50 kg/s.		
P2	0,10	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati maggiori a 1.000 kg.		
P3	0	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di vapori infiammabili inferiori a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Pool Fire	9,3E-02	3,3E-06	3,1E-07	Credibile
Jet Fire	7,0E-02		2,3E-07	Credibile
Flash Fire	9,3E-02		3,1E-07	Credibile
UVCE	n.a.		n.a.	na
Dispersione	8,4E-01		2,8E-06	Credibile

D VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI DANNO ASSOCIATE AGLI SCENARI INCIDENTALI

PRECISAZIONE IN MERITO ALLA MODALITA' DI RILASCIO: Il rilascio avviene all'interno del cunicolo nel quale sono posizionate le linee in oggetto. Non risulta quindi ragionevolmente ipotizzabile la formazione di un getto di GNL direttamente su esterno ma il getto tenderà a generare un Impingment nelle pareti o copertura del cunicolo. Si ipotizza che la copertura consenta tuttavia la fuoriuscita di parte del getto liquido verticale orientato verso l'alto.

Distanze di danno		Top Event T07
Caso cricca		
Scenario	Jet Fire (nota)	
Lunghezza getto [m]	Sviluppo di un getto in cunicolo	
Note	Il rilascio avviene all'interno del cunicolo in cemento armato nel quale sono posizionate le linee in oggetto. Non risulta quindi ragionevolmente ipotizzabile la formazione di un getto di GNL direttamente proiettato su esterno ma il getto tenderà a generare un Impingment nelle pareti o copertura del cunicolo, frammentandosi. Non risulta ragionevolmente ipotizzabile lo sviluppo di un Jet Fire all'esterno del cunicolo.	
Scenario	Flash Fire	
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità	
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)	LFL/2 (22000 ppm)
Meteo F2	2,5	5,9
Meteo D5	2,5	6,1
Note	Si ipotizza che la copertura del cunicolo consenta la fuoriuscita di tutta la portata rilasciata verso l'alto (ipotesi cautelativa). I risultati sono riferiti alla quota suolo.	

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Distanze di danno		Top Event T07
Caso foro		
Scenario	Pool Fire	
Note	Le relative caratteristiche chimico-fisiche del GNL fanno sì che la fase liquida rilasciata non consente la formazione di una pozza in grado di perdurare per un tempo significativo in relazione alla rapidissima evaporazione. Lo scenario di Pool Fire, non risulta ragionevolmente significativo in relazione a tale aspetto.	
Scenario	Jet Fire	
Lunghezza getto [m]	Sviluppo di un getto in cunicolo	
Note	Il rilascio avviene all'interno del cunicolo in cemento armato nel quale sono posizionate le linee in oggetto. Non risulta quindi ragionevolmente ipotizzabile la formazione di un getto di GNL direttamente proiettato su esterno ma il getto tenderà a generare un Impingement nelle pareti o copertura del cunicolo, frammentandosi. Non risulta ragionevolmente ipotizzabile lo sviluppo di un Jet Fire all'esterno del cunicolo.	
Scenario	Flash Fire	
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità	
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)	LFL/2 (22000 ppm)
Meteo F2	7,5	18,9
Meteo D5	7,7	17,2
Note	Si ipotizza che la copertura del cunicolo consenta la fuoriuscita di tutta la portata rilasciata verso l'alto (ipotesi cautelativa). I risultati sono riferiti alla quota suolo.	

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

T08 - Rilascio di GN da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai vaporizzatore alla rete

L'evento prende in esame un rilascio di GN per perdita di natura "random" della linea di 16" durante le fasi di trasferimento del GN dai vaporizzatore alla rete

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

L'evento in esame prende in considerazione l'ipotesi di una perdita di natura "random" della linea di 16" durante le fasi di trasferimento del GN dai vaporizzatori alla rete, di lunghezza complessiva non superiore a 100 m.

Il rateo di danneggiamento perdita da tubazione è stato assunto in accordo a quanto indicato nel Cramer & Warner e dall'applicazione della distribuzione probabilistica riportata E&P Forum, pari a:

DN linea	Frequenze di perdita per linea [occ./anno*m]		
	Cricca	Foro	Rottura
>6"	2,60E-06	8,30E-07	8,70E-08

La valutazione del fattore di utilizzo è stato considerato pari al 95% delle ore annue totali (8322 h/anno).

La linea in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

Lunghezza: 100 m - Diametro: 400 mm.

Frequenze di accadimento eventi random					Top Event T08		
Forma della perdita	Frequenza base [occ./anno/m]	Frequenza grezza [occ./anno]	Frequenza compens. [occ./anno]	Fattore eserc.	Frequenza finale [occ./anno]	Credibilità	Diametro efflusso
Cricca	2,6E-06	2,6E-04	2,6E-04	0,95	2,5E-04	Credibile	15
Foro	8,3E-07	8,3E-05	8,3E-05		7,9E-05	Credibile	25

Nota: Non viene considerata la modalità "rottura" in relazione all'assenza di mezzi mobili.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

B TERMINI SORGENTE DELL'EVENTO INCIDENTALE

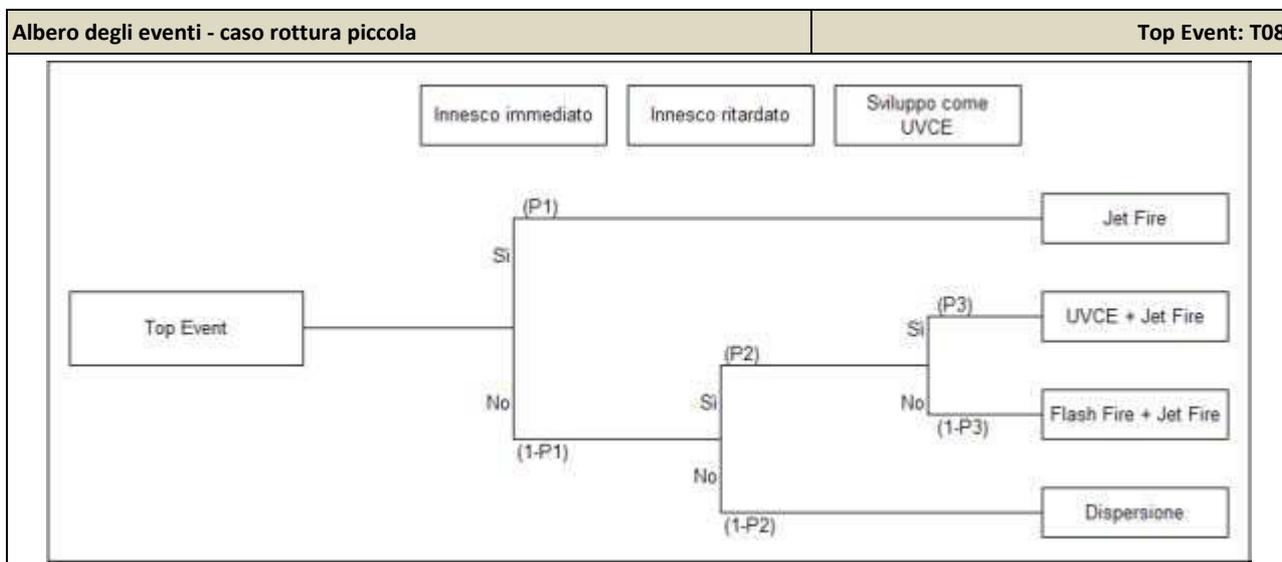
Top Event: T08	IDENTIFICAZIONE EVENTO INCIDENTALE
Unità coinvolta	Linea GN 16" dai vaporizzatori alla rete
Sostanza	GN
Pressione di rilascio	70 barg (Pressione operativa)
Temperatura di rilascio	0 °C (Temperatura operativa GN)
Quota di rilascio	1 m
Diametro di efflusso	cricca: 15 mm (Diametro equivalente della cricca) foro: 25 mm (Diametro equivalente del foro)
Portata di efflusso	cricca: 2,16 kg/s (Portata di rilascio) foro: 6 kg/s (Portata di rilascio)
Dinamica incidentale	<p>La sostanza è rilasciata in fase vapore ed essendo in pressione tende ad espandere.</p> <p>In caso di innesco immediato della fase gas si può avere un jet fire.</p> <p>In caso di innesco ritardato della fase vapore può generarsi un flash fire.</p> <p>Nel caso di mancato innesco si determina la dispersione di vapori senza ulteriori effetti.</p> <p>In relazione alle caratteristiche chimico fisiche del gas le nubi formatesi non contengono elevate quantità di vapori nel campo di infiammabilità e pertanto NON risulta ipotizzabile lo sviluppo come UVCE.</p>
Durata del rilascio	<p>La durata del rilascio è stato valutato in accordo a quanto indicato nel DM 15 maggio 1996 ed è stata assunta compresa fra 1 e 3 minuti, in considerazione del tempo necessario alla rilevazione del rilascio ed il tempo necessario per l'intercettazione dello stesso.</p> <p>All'interno del Deposito è prevista l'installazione di un sistema di rilevazione gas e di pulsanti di segnalazione di emergenza. L'intercettazione del rilascio prevede di isolare il tratto di tubazione mediante la chiusura delle MOV presenti sulla linea.</p> <p>Una volta intercettato il tratto di tubazione si svuoterà della quantità di sostanza in esso presente.</p> <p>Durata del rilascio considerata: non superiore a 3 minuti.</p>

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

C IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI



Valori - caso cricca				
Probabilità	Valore	Descrizione		
P1	0,070	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio comprese tra 1 kg/s a 50 kg/s.		
P2	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati inferiori a 1.000 kg.		
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Jet Fire	7,9E-02	2,5E-04	2,0E-05	Credibile
Flash Fire	9,3E-03		2,3E-06	Credibile
UVCE	n.a.		n.a.	Non credibile
Dispersione	9,2E-01		2,3E-04	Credibile

Valori - caso foro		
Probabilità	Valore	Descrizione
P1	0,070	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio comprese tra 1 kg/s a 50 kg/s.
P2	0,100	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati superiori a 1.000 kg.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Valori - caso foro				
Probabilità	Valore	Descrizione		
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
P1	0,070	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio comprese tra 1 kg/s a 50 kg/s.		
P2	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati inferiori a 1.000 kg.		
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [event/anno]	Frequenza scenari [event/anno]	Credibilità
Jet Fire	1,6E-01	7,9E-05	1,3E-05	Credibile
Flash Fire	9,3E-02		7,3E-06	Credibile
UVCE	n.a.		n.a.	Non credibile
Dispersione	8,4E-01		6,6E-05	Credibile

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

D VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI DANNO ASSOCIATE AGLI SCENARI INCIDENTALI

Distanze di danno				Top Event T08
Caso cricca				
Scenario	Jet Fire			
Lunghezza getto [m]	17,7			
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Meteo F2	20,8	22,8	24,2	26,8
Meteo D5	21,3	23	24,2	26,5
Note	I valori di radiazione riportati sono riferiti alla quota di 1,5 m.			
Scenario	Flash Fire			
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità			
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)		LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	12,3		33,4	
Meteo D5	10,0		26	
Caso foro				
Scenario	Jet Fire			
Lunghezza getto [m]	28			
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Meteo F2	34,4	38,5	41,3	46,4
Meteo D5	35,5	39	41,4	45,9
Note	I valori di radiazione riportati sono riferiti alla quota di 1,5 m.			
Scenario	Flash Fire			
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità			
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)		LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	25,4		73,7	
Meteo D5	21,4		65,9	

E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DOMINO

In relazione a tale limitata durata del fenomeno, non è attesa la propagazione degli scenari per effetto domino.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

T09 - Rilascio di BOG da linea per perdita della tubazione di trasferimento

La gestione del BOG coinvolge molteplici linee con ognuna un fattore specifico di utilizzo. Nello specifico le linee dedicate sono le seguenti:

- linea da 6" proveniente dalle banchine – 1000 m;
- linea da 6" proveniente dai serbatoi – 420 m;
- linea da 6" proveniente dalle banchine carico ATC – 150 m.

Conservativamente è stato preso in esame una perdita di natura "random" proveniente dalla linea di 6", e con il fattore di utilizzo maggiore.

La linea considerata è, pertanto, quella che collega i serbatoi alla zona di gestione del BOG.

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

L'evento in esame prende in considerazione l'ipotesi di una perdita di natura "random" della linea di 6" durante le fasi di trasferimento del BOG proveniente dai serbatoi, di lunghezza complessiva non superiore a 200 m.

Il rateo di danneggiamento perdita da tubazione è stato assunto in accordo a quanto indicato nel Cramer & Warner e dall'applicazione della distribuzione probabilistica riportata E&P Forum, pari a:

DN linea	Frequenze di perdita per linea [occ./(anno*m)]		
	Cricca	Foro	Rottura
3"-6"	5,20E-06	1,70E-06	2,60E-07

La valutazione del fattore di utilizzo è stato considerato pari al 95% delle ore annue totali (8322 h/anno).

La linea in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

Lunghezza: 420 m - Diametro: 150 mm.

Frequenze di accadimento eventi random				Top Event T09		
Forma della perdita	Frequenza base [occ./anno/m]	Frequenza grezza [occ./anno]	Fattore eserc.	Frequenza finale [occ./anno]	Credibilità	Diametro efflusso
Cricca	5,2E-06	2,2E-03	0,95	2,2E-03	Credibile	5
Foro	1,7E-06	7,1E-04		7,1E-04	Credibile	25

Nota: Non viene considerata la modalità "rottura" in relazione all'assenza di mezzi mobili.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

B TERMINI SORGENTE DELL'EVENTO INCIDENTALE

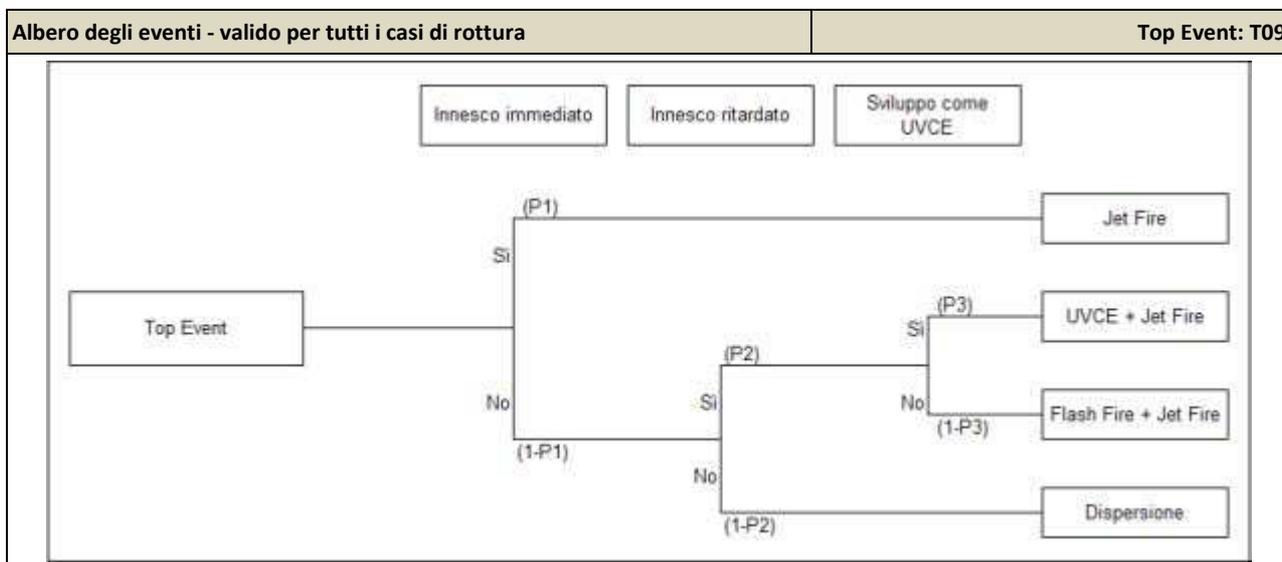
Top Event: T09	IDENTIFICAZIONE EVENTO INCIDENTALE
Unità coinvolta	Linea BOG 6"
Sostanza	BOG
Pressione di rilascio	5 barg (Pressione operativa)
Temperatura di rilascio	-130 °C (Temperatura BOG)
Quota di rilascio	3 m
Diametro di efflusso	cricca: 5 mm (Diametro equivalente della cricca) foro: 25 mm (Diametro equivalente del foro)
Portata di efflusso	cricca: 0,026 kg/s (Portata di rilascio) foro: 0,64 kg/s (Portata di rilascio)
Dinamica incidentale	<p>La sostanza è rilasciata in fase vapore ed essendo in pressione tende ad espandere.</p> <p>In caso di innesco immediato della fase gas si può avere un jet fire.</p> <p>In caso di innesco ritardato della fase vapore può generarsi un flash fire.</p> <p>Nel caso di mancato innesco si determina la dispersione di vapori senza ulteriori effetti.</p> <p>In relazione alle caratteristiche chimico fisiche del gas le nubi formatesi non contengono elevate quantità di vapori nel campo di infiammabilità e pertanto NON risulta ipotizzabile lo sviluppo come UVCE.</p>
Durata del rilascio	<p>La durata del rilascio è stato valutato in accordo a quanto indicato nel DM 15 maggio 1996 ed è stata assunta compresa fra 1 e 3 minuti, in considerazione del tempo necessario alla rilevazione del rilascio ed il tempo necessario per l'intercettazione dello stesso.</p> <p>All'interno del Deposito è prevista l'installazione di un sistema di rilevazione gas e di pulsanti di segnalazione di emergenza. L'intercettazione del rilascio prevede di isolare il tratto di tubazione mediante la chiusura delle MOV presenti sulla linea.</p> <p>Una volta intercettato il tratto di tubazione si svuoterà della quantità di sostanza in esso presente.</p> <p>Durata del rilascio considerata: non superiore a 3 minuti.</p>

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

C IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI



Valori - caso cricca				
Probabilità	Valore	Descrizione		
P1	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio inferiori a 1 kg/s.		
P2	0,001	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati inferiori a 100 kg.		
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Jet Fire	1,1E-02	2,1E-03	2,3E-05	Credibile
Flash Fire	9,9E-04		2,1E-06	Credibile
UVCE	n.a.		n.a.	Non credibile
Dispersione	9,9E-01		2,1E-03	Credibile

Valori - caso foro		
Probabilità	Valore	Descrizione
P1	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per portate di rilascio inferiori a 1 kg/s.
P2	0,010	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantitativi totali rilasciati inferiori a 1.000 kg.
P3	0,000	Valore scelto in accordo alla metodologia per quantità di sostanza infiammabile rilasciata inferiore a 1.500 kg.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Valori - caso foro				
Probabilità	Valore	Descrizione		
		bile rilasciata inferiore a 1.500 kg.		
Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Jet Fire	2,0E-02	6,8E-04	1,3E-05	Credibile
Flash Fire	9,9E-03		6,7E-06	Credibile
UVCE	n.a.		n.a.	Non credibile
Dispersione	9,8E-01		6,6E-04	Credibile

D VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI DANNO ASSOCIATE AGLI SCENARI INCIDENTALI

Distanze di danno				Top Event T09
Caso cricca				
Scenario	Jet Fire			
Lunghezza getto [m]	2,8			
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Meteo F2	Non raggiunto	Non raggiunto	2,7	3,7
Meteo D5	Non raggiunto	1,7	2,3	3,2
Scenario	Flash Fire			
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)		LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	1,5		2,8	
Meteo D5	1,4		2,5	
Caso foro				
Scenario	Jet Fire			
Lunghezza getto [m]	11,8			
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Meteo F2	14,8	16,3	17,3	19,2
Meteo D5	12,4	14	15	16,9
Scenario	Flash Fire			
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)		LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	7,2		13,7	
Meteo D5	3,4		10,3	

E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DOMINO

In relazione alla durata limitata del fenomeno, non è attesa la propagazione degli scenari per effetto domino.

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

T10 - Rilascio di GNL da tubazione dei vaporizzatori

Si considera un rilascio di GNL per una perdita di natura "random" di una tubazione dei vaporizzatori.

A STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO

I vaporizzatori sono sistemi per lo scambio termico costituiti da una serie di piccoli tubi da ¾ di pollice. Ogni vaporizzatore è costituito da 110 tubi di lunghezza pari a circa 11 m per uno sviluppo totale di circa 1250 m.

Ciascun tubo sarà completamente saldato e radiografato al 100 % oltre che collaudato a pressioni molto superiori a quelle massime operative. Trattandosi di tubazioni criogeniche protette dagli urti con mezzi mobili nel seguito non sarà presa in considerazione la modalità perdita significativa. Peraltro le caratteristiche costruttive e di resistenza meccanica rendono improbabile anche una perdita rilevante, che si svilupperebbe a seguito di una piccola perdita NON rilevata (ipotesi non plausibile). Di seguito si fa riferimento ai ratei di guasto relativi a normali tubazioni pertanto la frequenza calcolata è senza dubbio cautelativa.

DN linea	Frequenze di perdita per linea [occ./anno*m]	
	Cricca	Foro
< 1"	8,7E-06 (diametro eq. 2 mm)	2,80E-06 (diametro eq. 5 mm)

La valutazione del fattore di utilizzo è stato considerato pari al 95% delle ore annue totali (8322 h/anno).

La tubazione considerata (sviluppo di tutti i tubi di un vaporizzatore) ha **Lunghezza di circa 1250 m.**

Frequenze di accadimento eventi random				Top Event T10		
Forma della perdita	Frequenza base [occ./anno/m]	Frequenza grezza [occ./anno]	Fattore eserc.	Frequenza finale [occ./anno]	Credibilità	Diametro efflusso
Cricca	8,7E-06	1,1E-02	0,95	1,0E-02	Credibile	2
Foro	2,8E-06	3,5 E-03		3,3E-03	Credibile	5

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

B TERMINI SORGENTE DELL'EVENTO INCIDENTALE

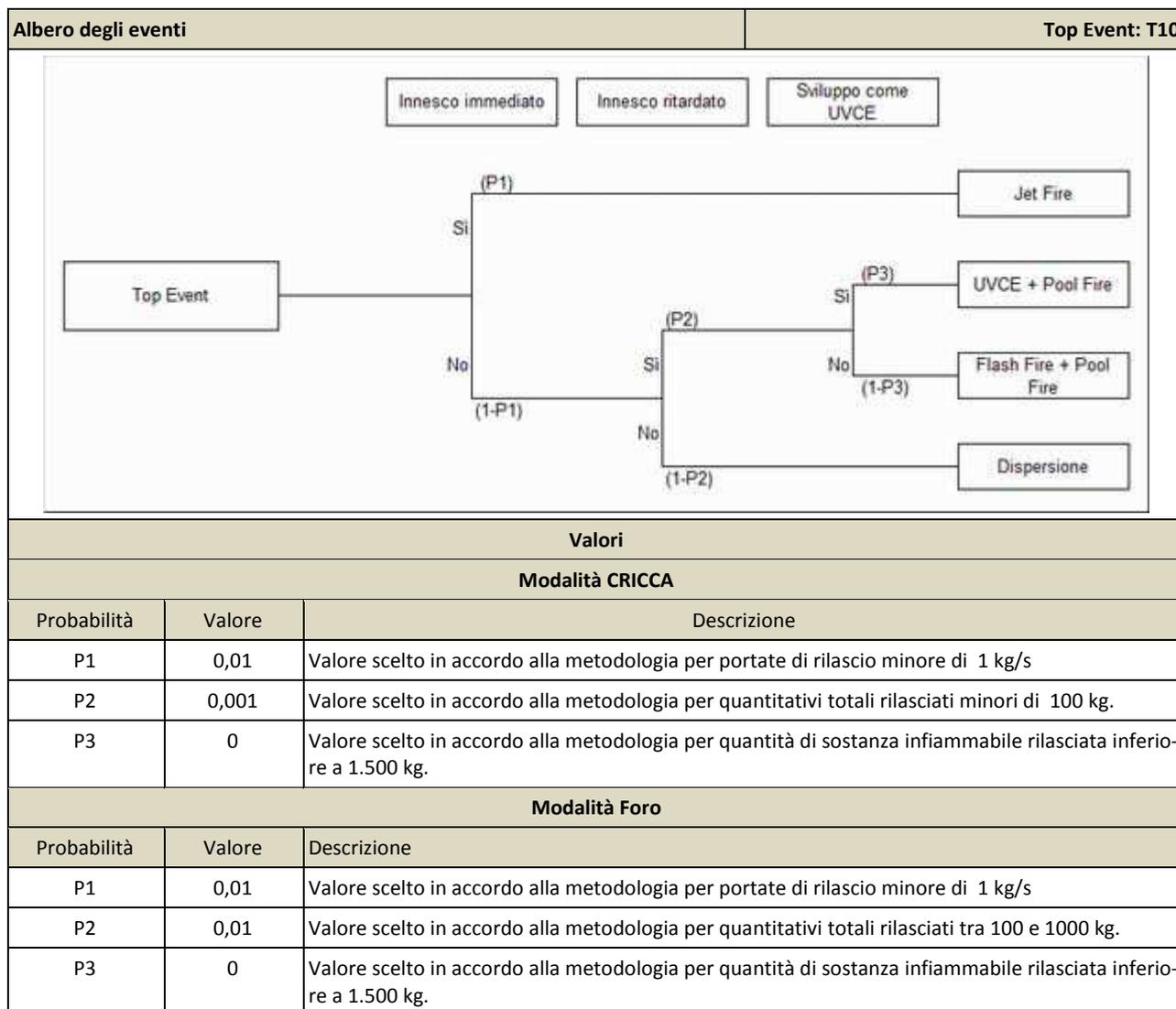
Top Event: T10	IDENTIFICAZIONE EVENTO INCIDENTALE
Unità coinvolta	Vaporizzatore criogenico
Sostanza	GNL
Pressione di rilascio	70 barg (Pressione operativa)
Temperatura di rilascio	-150 °C (Temperatura operativa GNL)
Quota di rilascio	Fra 1 ed 11 m
Diametro di efflusso	2 mm (Diametro equivalente di cricca) 5 mm (Diametro equivalente del foro ovvero di una perdita significativa)
Portata di efflusso	0,142 kg/s 0,889 kg/s
Dinamica incidentale	<p>Il GNL è rilasciato in fase liquida e vaporizza pressochè istantaneamente per flash adiabatico all'uscita dal foro dando luogo ad una fase vapore (buona parte del quantitativo rilasciato vaporizza istantaneamente trascinando il restante come aerosol). Ciò in relazione alle caratteristiche chimico fisiche ed alle condizioni di rilascio.</p> <p>La frazione di liquido all'efflusso NON è in grado di generare la formazione di una significativa pozza di liquido, ovvero di una pozza in grado di perdurare per un tempo significativo (ciò in relazione alla rapidissima evaporazione ed al trascinamento che la frazione vaporizzata per flash ha sulla frazione liquida) .</p> <p>A seguito del rilascio si formerà quindi un getto ed una nube di metano in fase gas inizialmente molto fredda e quindi inizialmente più densa che tenderà a disperdersi nella direzione del vento riscaldandosi e diventando meno densa e quindi più leggera dell'aria circostante ed iniziando così a salire. In caso di innesco immediato si avrà sviluppo di un jet fire.</p> <p>In caso di innesco ritardato la nube formatasi genera un flash fire.</p> <p>Nel caso di mancato innesco si avrà la dispersione di vapori senza ulteriori effetti.</p> <p>In relazione alle caratteristiche chimico fisiche del gas e dai calcoli effettuati, le nubi formatesi in conseguenza al rilascio contengono limitate quantità di vapori nel campo compreso fra i limiti di infiammabilità (alcune decine di kg max) e pertanto non risulta ipotizzabile lo sviluppo di UVCE.</p>
Durata del rilascio	<p>La durata del rilascio è stato valutato in accordo a quanto indicato nel DM 15 maggio 1996 ed è stata assunta compresa fra 1 e 3 minuti, in considerazione del tempo necessario alla rilevazione del rilascio ed il tempo necessario per l'intercettazione dello stesso.</p> <p>La rilevazione risulta pressochè immediata in quanto è prevista l'installazione di un sistema di rilevazione fughe-gas. Sono stati inoltre previsti pulsanti di emergenza .</p> <p>L'intercettazione del rilascio prevede di isolare il tratto di tubazione mediante la chiusura delle MOV.</p> <p>Durata totale del rilascio considerata 3 minuti.</p>

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

C IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI



CASO CRICCA

Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Pool Fire	9,9E-04	1,0E-02	1,0E-05	Credibile
Jet Fire	1,0E-02		1,0E-04	Credibile
Flash Fire	9,9E-04		1,0E-05	Credibile
UVCE	n.a.		n.a.	na
Dispersione	9,9E-01		1,1E-02	Credibile

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

CASO FORO

Risultati				
Scenario	Probabilità	Frequenza evento [eventi/anno]	Frequenza scenari [eventi/anno]	Credibilità
Pool Fire	9,9E-03	3,3E-03	3,3E-05	Credibile
Jet Fire	1,0E-02		3,3E-05	Credibile
Flash Fire	9,9E-03		3,3E-05	Credibile
UVCE	n.a.		n.a.	na
Dispersione	9,8E-01		3,2E-03	Credibile

D VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI DANNO ASSOCIATE AGLI SCENARI INCIDENTALI

Caso CRICCA

Distanze di danno			Top Event T10	
Scenario	Pool Fire			
Note	Le caratteristiche chimico-fisiche del GNL fanno sì che la fase liquida rilasciata non consente la formazione di una pozza in grado di perdurare per un tempo significativo in relazione alla rapidissima evaporazione al momento del rilascio. Lo scenario di Pool Fire, non risulta ragionevolmente significativo in relazione a tale aspetto.			
Scenario	Jet Fire			
Lunghezza getto [m]	7,2			
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Meteo F2	8,2	10	10,5	11,5
Meteo D5	8	8,5	9,1	10,2
Note	I valori di radiazione riportati sono riferiti ad una quota analoga a quella del rilascio (rilascio cautelativamente studiato come ORIZZONTALE)			
Scenario	Flash Fire			
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità			
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)		LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	5		8	
Meteo D5	4		6	

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Caso foro

Distanze di danno			Top Event T10	
Scenario	Pool Fire			
Note	Si veda nota precedente su CRICCA			
Scenario	Jet Fire			
Lunghezza getto [m]	15,7			
Distanze da origine [m]	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Meteo F2	18	23	24	27
Meteo D5	18	20	21	24
Note	I valori di radiazione riportati sono riferiti ad una quota analoga a quella del rilascio (rilascio cautelativamente studiato come ORIZZONTALE)			
Scenario	Flash Fire			
Campo di infiammabilità	Quantità massima rilasciata nel campo di infiammabilità			
Distanze da origine [m]	LFL (44000 ppm)		LFL/2 (22000 ppm)	
Meteo F2	13		36	
Meteo D5	10		23	

E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI DOMINO

In relazione alla limitata durata del fenomeno, non è attesa la propagazione degli scenari per effetto domino (probabilità di effetto domino pari a 0) .

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

4 SINTESI DEGLI EVENTI INCIDENTALI

Top Event	Frequenza	Scenario	Frequenza	Distanze per effetti-conseguenze [metri]						
				Lungh. getto	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Meteo	
T01 - Rilascio di GNL per perdita dal braccio di carico durante lo scarico della nave metaniera o il carico della bettoniera.	3,7E-07 NON CREDIBILE	Pool Fire	Scenario non significativo							
		Jet Fire	3,7E-09 Non Credibile	40,5	54 46,2	59,7 52,1	63,7 56,3	70,9 63,9	F2 D5	
		Flash Fire	3,7E-08 Non Credibile		47,8 23,2	109,9 39,6			F2 D5	
		UVCE	Scenario non ipotizzabile							
T02 - Rilascio di GNL per perdita del braccio di carico durante il caricamento delle autocisterne	1,5E-05	Pool Fire	Scenario non significativo							
		Jet Fire	1,5E-07	40,5	54,6 46,9	60,2 52,7	64,2 56,7	71,3 64,2	F2 D5	
		Flash Fire	1,5E-06		70,6 50	97,3 75,8			F2 D5	
		UVCE	Scenario non ipotizzabile							
T03 - Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento da banchina a serbatoi (durante la fase di scarico della nave metaniera)	Cr	1,6E-06	Pool Fire	Scenario non significativo						
			Jet Fire	1,6E-08 Non Credibile	Il rilascio avviene all'interno del cunicolo					
	Fo	5,1E-07	Flash Fire	1,6E-08 Non Credibile		2 2,2	5 4,8			F2 D5
			UVCE	Scenario non ipotizzabile						
T04 - Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento (durante la fase di carico delle bettoniere)	Cr	1,6E-06	Pool Fire	Scenario non significativo						
			Jet Fire	1,6E-08 Non Credibile	Il rilascio avviene all'interno del cunicolo					
	Fo	5,1E-07	Flash Fire	1,6E-08 Non Credibile		2 2,2	5 4,8			F2 D5
			UVCE	Scenario non ipotizzabile						
T05 - Rilascio di GNL per perdita dall'accoppiamento flangiato	5,5E-05	Pool Fire	Scenario non significativo							
		Jet Fire	5,5 E-07	10,3	13 11	14,3 12,3	15,1 13,2	16,7 14,9	F2 D5	
		Flash Fire	5,4 E-08 Non Credibile		7,1 4,9	18,8 7,1			F2 D5	
		UVCE	Scenario non ipotizzabile							
T06 - Rilascio di GNL da linea di trasferimento dai serbatoi alla pensiline di carico autocisterne	Cr	1,9E-07	Evento non credibile							
	Fo	6,2E-08	Evento non credibile							
T07 - Rilascio di GNL da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai serbatoi di stoccaggio ai vaporizzatori	Cr	1,0E-05	Pool Fire	Scenario non significativo						
			Jet Fire	1,0E -07	Il rilascio avviene all'interno del cunicolo					
			Flash Fire	1,0E -07		2,5 2,5	5,9 5,9			F2

Rapporto di Sicurezza Preliminare 2017

Titolo: MODULO 3 – Analisi di dettagli degli eventi incidentali

Progetto n. 17129i

Top Event	Frequenza	Scenario	Frequenza	Distanze per effetti-conseguenze [metri]						
				Lungh. getto	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Meteo	
	Fo	3,3 E-06			2,5	6,1			D5	
			UVCE	Scenario non significativo						
			Pool Fire	Scenario non ipotizzabile						
			Jet Fire	2,3E -07	Il rilascio avviene all'interno del cunicolo					
			Flash Fire	3,1E -07		7,5	18,9			F2 D5
		UVCE	Scenario non ipotizzabile							
T08 - Rilascio di GN da linea per perdita della tubazione di trasferimento dai vaporizzatori alla rete	Cr	2,5E-04	Jet Fire	2,0E-05	17,7	20,8 21,3	22,8 23	24,2 24,2	26,8 26,5	D5
			Flash Fire	2,3E-06		12,3 10,0	33,4 26			F2 D5
			UVCE	Scenario non ipotizzabile						
	Fo	7,9E-05	Jet Fire	1,3E-05	28	34,4 35,5	38,5 39	41,3 41,4	46,4 45,9	F2 D5
			Flash Fire	7,3E-06		25,4 21,4	73,7 65,9			F2 D5
			UVCE	Scenario non ipotizzabile						
T09 - Rilascio di BOG da linea per perdita della tubazione di trasferimento	Cr	9,9E-04	Jet Fire	1,1E-05	2,8	n.r. n.r.	n.r. 1,7	2,7 2,3	3,7 3,2	F2 D5
			Flash Fire	9,8E-07		1,5 1,4	2,8 2,5			F2 D5
			UVCE	Scenario non ipotizzabile						
	Fo	3,2E-04	Jet Fire	6,4E-06	11,8	14,8 12,4	16,3 14	17,3 15	19,2 16,9	F2 D5
			Flash Fire	3,2E-06		7,2 3,4	13,7 10,3			F2 D5
			UVCE	Scenario non ipotizzabile						
T10 - Rilascio di GNL per rottura di una tubazione dell'evaporizzatore.	Cr	1E-02	Jet Fire	1,1E-05	7,2	8,2 8	10 8,5	10,5 9,1	11,5 10,2	F2 D5
			Flash Fire	9,8E-07		5 4	8 6			F2 D5
			UVCE	Scenario non ipotizzabile						
	Fo	3,3E-03	Jet Fire	3,3E-05	15,7	18 18	23 20	24 21	27 24	F2 D5
			Flash Fire	3,3E-05		13 10	36 23			F2 D5
			UVCE	Scenario non ipotizzabile						