

<b>Contraente:</b> 	<b>Progetto:</b> TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO N° Contratto. : N° Commessa : Rev: 0	<b>Cliente</b> 
<b>N° Documento</b> 03255-E&E-R-0-100	<b>Foglio</b> 1 di 21 <b>Data</b> 10-01-2007	<b>N° Documento Cliente</b>

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (SIA)**

***INTEGRAZIONI***

Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

0	10-01-2007	EMESSO PER ISTRUTTORIA	GIUNTO SEVERINI	PASTORELLI	CICCARELLI
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**  
**Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33**

N° Documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio		Rev:						N° Documento Cliente.:
	2	di 21	0						

**INDICE**

1	PREMESSA.....	3
1.1	Criteri di valutazione .....	5
1.2	Definizioni.....	5
1.3	Soglie di danno.....	6
1.3.1	Effetti da energia termica .....	7
1.3.2	Effetti da sovrappressione.....	9
1.4	Considerazioni sulle attività industriali esterne all'impianto.....	12
1.5	Considerazioni sulle attività industriali relative all'impianto GNL.....	14
1.6	Conclusioni.....	19
	ELENCO ALLEGATI.....	20

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO									
Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33									
N° documento	Foglio			Rev:				N° documento Cliente.:	
03255-E&E-R-0-100	3	di	21	0					

## 1 PREMESSA

Il presente documento risponde alle richieste di integrazione di cui ai punti 6, 17, 22 e 33, nel seguito riportate, in merito alla sicurezza del Terminale GNL ed al relativo inserimento nel contesto territoriale in cui esso è ubicato.

6) *Stato di attuazione della pianificazione urbanistica e territoriale prevista dal D.M. 09.05.2001, nonché ai sensi del D.M. 16.05.2001; farà parte di questo punto di integrazione anche la sintesi del piano di sicurezza relativo all'intero ambito portuale mettendo in evidenza le compatibilità con l'intervento proposto e con il suo piano di sicurezza.*

17) *Approfondire i criteri di valutazione delle alternative progettuali per lo smaltimento dei vapori di boil-off (candela, torcia, candela intelligente) con particolare riguardo a: condizioni meteorologiche critiche per velocità e direzione di provenienza dei venti, stabilità atmosferica e relativa simulazione della dispersione delle relative emissioni in atmosfera (gas, prodotti della combustione, radiazioni termiche); distanze di sicurezza rispetto ad altre fonti di ignizione limitrofe l'impianto (es. torcia AGIP) e/o a recettori sensibili ed aree critiche rispetto alle radiazioni termiche. Con riferimento a questi ultimi aspetti, considerato che un eventuale rilascio di GNL, se non innescato, evaporerà in breve tempo e quindi, con il rimescolamento nell'aria si disperderà spinto dai venti nelle aree circostanti, il proponente dovrà simulare il trasporto e la dispersione della nube di vapori infiammabili, con valori della concentrazione al di sopra del LFL utilizzando modelli tridimensionali che tengano anche conto degli effetti sulla dispersione in atmosfera dovuti alla presenza, nell'intorno del punto di rilascio, di edifici e di altri manufatti caratterizzati da un ingombro significativo. Le simulazioni modellistiche, forniranno una stima della distanza massima alla quale la nube di vapore può essere innescata, in funzione delle diverse ipotesi di volumi rilasciati in corrispondenza dei punti di possibile evento incidentale individuati nel RdS, nelle diverse condizioni meteorologiche caratterizzate in termini di maggiore frequenza e di maggiore criticità in ragione delle eventuali conseguenze che si potrebbero determinare nelle aree a terra sottovento. Nella simulazione si dovrà tener conto delle potenziali sorgenti di innesco esistenti nell'area portuale.*

22) *Approfondimenti sull'analisi dei possibili effetti domino, facendo riferimento allo specifico contesto industriale ed infrastrutturale in cui è inserito l'impianto e, in particolare, alla presenza di altri stabilimenti a rischio di incidente rilevante e/o di elementi territoriali vulnerabili (es. viabilità) limitrofi al sito di progetto; in relazione a tale aspetto dovrà essere fornita una mappatura territoriale di dettaglio delle attività produttive, infrastrutture, servizi, aree residenziali nell'ambito portuale e nelle aree retrostanti il porto esistenti e/o previste nel Nuovo P.R.P. e le relative distanze di sicurezza assunte per scongiurare qualunque effetto domino generati sia dall'impianto verso l'esterno che da altri impianti limitrofi nei riguardi dell'impianto proposto; le valutazioni dovranno essere effettuate anche considerando eventi incidentali determinati da atti terroristici.*

33) *Uso del suolo – valutazione degli impatti collegati alla eventuale esigenza di stabilire vincoli specifici nell'ambito degli strumenti di pianificazione dell'uso del territorio circostante l'insediamento (limitazioni alla navigazione, alle destinazioni d'uso di aree limitrofe per motivi di sicurezza etc.)*

Nell'ambito della procedura di cui al D.Lgs. 334/99 (Nulla Osta di Fattibilità preliminare è stata già effettuata (cfr. **Allegato 1**) una mappatura degli elementi sensibili e delle infrastrutture nel territorio riportandone al contempo la relativa distanza dal sito di interesse.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO									
Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33									
N° documento	Foglio			Rev:				N° documento Cliente.:	
03255-E&E-R-0-100	4	di	21	0					

A questo proposito è bene sottolineare che l'impianto GNL di Taranto ha già effettuato tale istruttoria sul rischio degli impianti industriali, a fronte della quale le Autorità competenti hanno rilasciato il Nulla Osta di Fattibilità preliminare con prescrizioni (Maggio 2005) da attuare sulla base del progetto particolareggiato ovvero in sede di ingegneria esecutiva dell'opera.

L'istruttoria ha riguardato in particolare la sicurezza del Terminale GNL e gli effetti correlati ad eventi incidentali ad esso relativi, valutandone frequenza di accadimento, propagazione ed eventuale effetto sull'ambiente circostante.

Nell'ambito della procedura di VIA ai sensi della L.349/86 per il Terminale GNL di Taranto, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha richiesto, nell'ambito delle integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale e con specifico riferimento alla sicurezza della navigazione ha richiesto il parere della Capitaneria di Porto. La stessa Autorità Marittima adotterà, eventualmente, le opportune procedure di *security* atte a garantire la massima sicurezza dentro e fuori dall'ambito portuale, preservando il traffico e l'operatività dei mezzi navali e le relative attività.

Dal punto di vista "fenomenologico", ferma restando l'assenza di riferimenti qualitativi e quantitativi anche in termini statistici dovuta alla mancanza di un'esperienza storica, e la conseguente aleatorietà dei casi analizzati, negli studi sviluppati sul tema al livello internazionale il "caso-studio" dell'atto terroristico, ai fini dell'inquadramento e della individuazione delle condizioni al contorno, viene ricondotto ai "casi-studio" normalmente analizzati (ad es. rilascio di GNL) con la differenza di associare ad essi scenari di "elevata probabilità" e non una "frequenza di accadimento" ricavata da un'analisi probabilistica strutturata.

Nella fattispecie della nave metaniera o di un serbatoio di stoccaggio, tale evidenza si concretizza nella individuazione, come massimo scenario credibile<sup>1</sup>, di un "incendio da pozza", cosiddetto *pool-fire*, in ragione del fatto che:

- le condizioni di trasporto ( $p \approx$  atmosferica) e la tipologia di materiale trasportato (liquido criogenico a  $-160^{\circ}\text{C}$ ) rendono fisicamente impossibile l'esplosione della nave (come pure di un serbatoio): il GNL è "innescabile" (ovvero può incendiarsi) solo dopo vaporizzazione e miscelamento con aria. Non è quindi possibile il rilascio istantaneo dell'energia associata ad un dato quantitativo di GNL trasportato o stoccato; essa si libererà in un arco temporale di diversi minuti e/o ore a mano a mano che il GNL viene rilasciato, vaporizza, si miscela con l'aria e subisce l'eventuale innesco (D'Appolonia);
- la tipologia di mezzi impiegati e le relative modalità realizzative di un atto terroristico, rendono altamente probabile, se non scontato, l'immediato innesco di un *pool-fire* (Det Norske Veritas) di dimensioni limitate e tali da presentare una distanza di rispetto<sup>2</sup> compatibile con il dimensionamento del canale di accesso ed il bacino di evoluzione relativi al terminale di Taranto

<sup>1</sup> Come già accennato la mancanza di una casistica storica e dei relativi valori probabilistici, rendono non praticabile il calcolo delle frequenze di accadimento da associare ai singoli eventi ipotizzati, a differenza di quanto accade nella normale analisi del funzionamento dell'impianto nel rapporto di sicurezza.

<sup>2</sup> Tale distanza, definita come "*fire hazard range*" è definita sulla base di un valore limite di irraggiamento pari a  $5 \text{ kW/m}^2$  ed un tempo di esposizione superiore ai 40 secondi in assenza di protezioni o riparo, in grado di causare serie ustioni sulla pelle.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO									
Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33									
N° documento	Foglio			Rev:				N° documento Cliente.:	
03255-E&E-R-0-100	5	di	21	0					

Attualmente il piano di sicurezza relativo all'intero ambito portuale è in fase di redazione, per cui non è possibile evidenziare in modo definitivo la compatibilità del piano di sicurezza dell'intervento con il piano di sicurezza portuale. Tuttavia è possibile sviluppare una serie di considerazioni certamente utili allo scopo di fornire gli elementi conoscitivi richiesti.

## 1.1 Criteri di valutazione

L'effetto domino viene specificatamente considerato dall'art.12 del D.Lgs. 334/99, nel quale però si prevede solo l'interscambio delle informazioni tra aziende coinsediate in un sito individuato dall'Autorità competente; per quanto riguarda, invece, le modalità di valutazione ed i criteri da adottare nell'analisi non sono ancora state emanate norme cogenti, per cui nelle valutazioni già effettuate vengono adottati indirizzi, anche diversi, mutuati da standards internazionali basati su ricerche e sperimentazioni.

In linea generale, comunque, per la valutazione delle eventuali interazioni dirette in caso di incidente, ovvero dell'effetto domino, si fa riferimento a parametri, definiti "soglie di danno", che rappresentano l'energia necessaria e richiesta per originare un danno alle strutture, impianti o persone.

Gli scenari incidentali che possono originare l'effetto domino sono in genere associati ai fenomeni di incendio o esplosione, nelle varie tipologie o forme che possono manifestarsi in funzione dell'evoluzione dei fenomeni.

Incidenti riferiti alla sola presenza di sostanze tossiche/pericolose non comportano interazioni dirette, in quanto:

- i tempi di coinvolgimento sono più lunghi (la dispersione della sostanza avviene pressoché alla velocità del vento, mentre in un'esplosione il fronte di sovrappressione si propaga alla velocità del suono);
- le strutture, gli apparecchi e le tubazioni non vengono danneggiati;
- il personale aziendale è in genere addestrato a situazioni di emergenza ed è dotato di idonei mezzi di protezione, tali da consentire l'attuazione delle manovre previste nei casi di emergenza per la messa in sicurezza degli impianti.

L'effetto domino è pertanto correlato ad eventi con rapida evoluzione e/o con possibili effetti diretti su strutture o componenti di impianto.

In proposito, può non essere superfluo riportare di seguito l'accezione dei termini usati tratti dalle definizioni dell'AICHe - American Institute of Chemical Engineers.

## 1.2 Definizioni

**ESPLOSIONE:** termine che descrive un fenomeno generico caratterizzato da rilascio quasi istantaneo di energia sotto forma di sovrappressione, o onda d'urto, che può avere anche effetti diversi in funzione della dinamica del fenomeno e che comprende sia la deflagrazione, che la detonazione.

**FIRE BALL:** (Palla di fuoco): combustione veloce di una massa di vapori infiammabili rilasciata istantaneamente, in genere connessa con un BLEVE, senza sviluppo di sovrappressione, ma con irraggiamento intenso e breve.

**FLASH FIRE:** combustione di una nube di vapori infiammabili in quantità limitata e non sufficiente a generare esplosione, in genere connessa con un innesco ritardato a seguito di un rilascio, con effetti limitati ad irraggiamento intenso e breve.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO									
Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33									
N° documento	Foglio			Rev:				N° documento Cliente.:	
03255-E&E-R-0-100	6	di	21	0					

**IMPINGMENT:** (flame impingement): situazione in cui la fiamma di un jet fire colpisce ortogonalmente un apparecchio o una struttura. È una delle situazioni in cui risulta più probabile il BLEVE.

**INCENDIO:** comprende tutti i fenomeni di combustione libera, quali il *flash fire*, il *jet fire* (dardo di fuoco generato dalla combustione di un getto di gas o flusso bifase ad alta velocità) il *pool fire* (incendio di una pozza di liquido) ed il *tank fire* (incendio di un serbatoio o recipiente che si verifica in genere dopo una rottura).

**RILASCIO:** fuoriuscita rilevante di sostanze pericolose.

**SCOPPIO/BLEVE:** vengono qui associati due fenomeni che, pur generando effetti simili, derivano da cause e sequenze completamente differenti; infatti, nella voce SCOPPIO si comprende l'esplosione interna ad un recipiente o tubazione determinata da innesco di miscela infiammabile o da reazione anomala o da sovrappressione statica, mentre il termine BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) considera specificatamente il collasso termico di un recipiente contenente un gas compresso e liquefatto a seguito di surriscaldamento dovuto a incendio. Questo fenomeno si verifica quando la sostanza contenuta si trova in condizioni di surriscaldamento ed è soggetta ad una rapida depressurizzazione che origina il flash di una frazione del liquido.

**UVCE:** (Unconfined Vapour Cloud Explosion) esplosione di una nube di vapori o gas infiammabili in luogo aperto o parzialmente confinato. Viene spesso definita anche VCE (Vapour Cloud Explosion) perché nei siti industriali non sono in genere presenti ambienti completamente liberi da ostacoli o da strutture che determinano accelerazioni locali della fiamma e maggiori sovrappressioni.

Infine si ritiene opportuno precisare che il termine "evento" viene usato per descrivere la prima manifestazione dell'incidente, ad esempio la rottura o l'esplosione generica, mentre il termine "scenario" viene usato per contraddistinguere il fenomeno che si manifesta, quale, ad esempio, il pool fire o la deflagrazione.

### 1.3 Soglie di danno

Nella legislazione italiana le soglie di danno per la valutazione delle conseguenze attese sono fornite principalmente da tre fonti:

- il D.M.LL.PP. del 9 maggio 2001 "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante",
- il D.M.A. 15/5/1996 "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto",
- il D.P.C.M. del 25 febbraio 2005 "Pianificazione dell'emergenza esterna degli stabilimenti industriali a rischio d'incidente rilevante".

Le indicazioni fornite da tali norme sono pressoché uguali e, per quanto riguarda gli scenari di incendio ed esplosione, i valori associati alle soglie vengono riportati nella Tabella 1, nella quale si riportano anche le indicazioni delle Linee Guida per la Pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante emanate dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri nel gennaio 1994.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**  
**Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33**

N° documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio		Rev:					N° documento Cliente.:
	7	di 21	0					

DPCM 25/02/2005 e D.M.LL.PP. 9/5/2001	elevata letalità	inizio	lesioni	lesioni	danni a
DMA 15/5/1996	effetti estesi di letalità	letalità	irreversibili	reversibili	strutture
Incendio stazionario (pool fire, jet fire, tank fire) kW/m <sup>2</sup>	12,5	7	5	3	12,5
Fire ball kJ/m <sup>2</sup>	raggio	350	200	125	100-600-800 <sup>3</sup>
Flash fire m	LFL	½ LFL	-		
Esplosioni bar	0,3 (0,6 spazi aperti)	0,14	0,07	0,03	0,3
LINEE GUIDA PCM 1994	Zona 1		Zona 2	Zona 3	

Tabella 1: Linee Guida per la Pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante

Le soglie relative all'effetto domino sono quelle esposte nella colonna denominata "danni a strutture".

Al riguardo, si ritiene opportuno anche esporre i valori e criteri proposti da fonti internazionali per la valutazione del danno, in particolare per l'effetto domino.

### 1.3.1 Effetti da energia termica

Per valutare gli effetti correlati all'esposizione di strutture, componenti o materiali in genere, si usa riferirsi all'unità di misura della potenza assorbita per unità di superficie esposta (kW/m<sup>2</sup>) e si considera la modalità di propagazione del calore per irraggiamento, in quanto si propaga anche per distanze non trascurabili, diversamente dalla conduzione e dalla convezione.

Per incendi stazionari (pool fire, jet fire, tank fire), cioè perduranti per almeno alcuni minuti, le soglie più comunemente indicate e le rispettive fonti sono:

- 37,5 kW/m<sup>2</sup> corrisponde alla soglia di danno per irraggiamento stazionario su apparecchiature di processo secondo la norma British Standard 5980 - 1990 e la API RP521,
- 25 kW/m<sup>2</sup> soglia per l'ignizione non pilotata (spontanea) del legno (BS5980),
- 20 kW/m<sup>2</sup> soglia per l'ignizione di carburante (N° 2 fuel oil) in 40 secondi
- 12,5 kW/m<sup>2</sup> soglia per l'ignizione pilotata del legno o per il danneggiamento (fusione o rammollimento) di materiali plastici (BS5980)
- 5 kW/m<sup>2</sup> (4,5 kW/m<sup>2</sup>) corrisponde alla soglia raccomandata per zone di impianto in funzione della presenza di operatori, quindi non comporta danno a strutture o apparecchi, ma viene indicato come limite cautelativo per il riscaldamento di strutture ove può essere presente o transitare personale d'impianto.

Il Battelle Institute (Frankfurt am Main – 1987) fornisce le seguenti indicazioni ed osservazioni sperimentali:

- temperatura massima per calcestruzzo non armato 575°C,

<sup>3</sup> 100 m da stoccaggio bombole, 600 m da serbatoi sferici, 800 m da serbatoi cilindrici

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**  
Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

N° documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio 8 di 21	Rev: 0	N° documento Cliente.:
-----------------------------------	-------------------	-----------	------------------------

- temperatura massima per calcestruzzo armato 900°C per 30-90 minuti in funzione dello spessore del copriferro,
- la muratura di mattoni pieni resiste per 4 ore a 1100°C, pur con danni superficiali sul lato esposto,
- strutture in acciaio resistono bene fino a temperature dell'ordine di 300°C,
- i vetri sopportano temperature fino a 1000°C.

Per quanto riguarda gli incendi non stazionari, quali il flash fire ed il fire ball, è noto che la brevità dell'emissione di calore non comporta effetti diretti, come d'altronde risulta anche dalle indicazioni deducibili dalla normativa. Tali soglie vanno infatti correlate ad un tempo di applicazione dell'energia, che può essere abbastanza variabile in funzione del grado di riempimento dell'apparecchio, delle caratteristiche del materiale, degli apprestamenti attuati per minimizzare gli effetti, quali possono essere gli impianti fissi di irrorazione e/o spegnimento.

Gli effetti di danno o cedimento di lamiere in acciaio sono correlati al tempo di esposizione al calore ed all'assetto del recipiente: per lamiere bagnate all'interno si avrà un effetto raffreddante dovuto allo scambio con il prodotto, mentre per la parte di mantello o per il tetto che sono a contatto con i vapori il riscaldamento sarà più veloce.

Va considerato, tuttavia, che il cedimento del mantello dipende anche dalla sollecitazione, quindi dal peso proprio e dalla pressione indotta dai vapori all'interno del recipiente. Per lamiere direttamente lambite dalla fiamma gli standard API indicano un tempo richiesto per avere danni gravi per lamiere in acciaio che è funzione dello spessore del materiale, come illustrato in Figura 1.

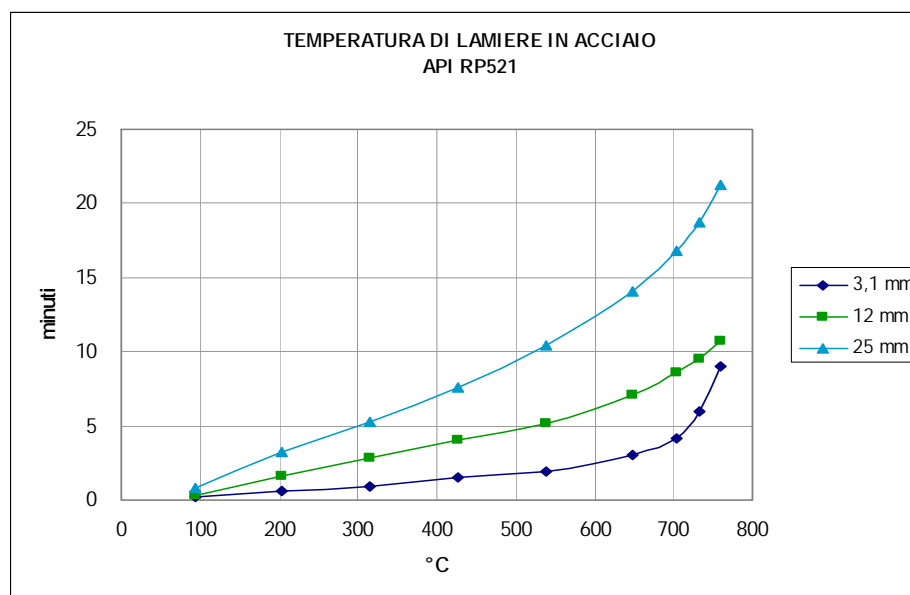


Figura 1: Standard API per lamiere in acciaio direttamente lambite



**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO****Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33**

N° documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio		Rev:						N° documento Cliente.:
	9	di 21	0						

Le soglie di riferimento per i danni derivanti dall'irraggiamento stazionario sono pertanto definite come riportato nella Tabella 2, considerando gli apparecchi e recipienti con un grado di riempimento medio ed una durata dell'esposizione dell'ordine di 5 minuti (assunto cautelativamente come tempo di messa a regime di impianti di raffreddamento).

Danno	kW/m <sup>2</sup>
Danni gravi a serbatoi, tubazioni ed apparecchi metallici	37,5
Danneggiamento strumentazione di processo, tenute e guarnizioni, canale in materiale plastico	12,5

Tabella 2: Danni derivanti dall'irraggiamento stazionario

Una prima considerazione può esser fatta a fronte del confronto tra soglie di danno e caratteristiche di resistenza dei serbatoi (cfr. nota integrativa n.18); si può notare come queste ultime siano spinte verso le più alte soglie di riferimento per la resistenza alla radiazione termica e come i tempi di azione dei sistemi di raffreddamento siano di 2 ordini di grandezza superiori a quelli di applicazione della stessa radiazione termica di danno. Ciò sebbene la distanza tra l'impianto e gli impianti industriali limitrofi potenzialmente pericolosi sia tale da garantire in modo evidente l'assenza di valori significativi di radiazione termica da eventi incidentali.

### 1.3.2 Effetti da sovrappressione

Le soglie di danno correlate a scenari di esplosione vengono comunemente rappresentate dalla sovrappressione di picco; vi sono numerose indicazioni di letteratura sulla correlazione sovrappressione-danno, riferite per lo più ad osservazioni empiriche, tra le quali si riportano nella Tabella 3 quelle tratte da "Loss Prevention in the Process Industries" – F.P. Lees - 1996<sup>4</sup>.

Danno	Sovrappressione (bar)
rottura vetri delle finestre (75-90 %)	0,03÷0,05
danni lievi o minori a muratura leggera, telai finestre, pannelli leggeri, strumentazione di processo	0,07
danni seri a strumentazione di processo, danni gravi a tetti di abitazioni civili, danni minori alla muratura	0,13
danneggiamento torri di raffreddamento, canale e condotte di ventilazione, cedimento tetti abitazioni, danni a muratura civile	0,14÷0,17
deformazione serbatoi atmosferici, tubazioni; rottura strumentazione di	0,20÷0,24

<sup>4</sup> Frank P. Lees, 1996.

*Loss Prevention in the Process Industries*, Butterworth-Heinemann Ltd;

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**  
 Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

N° documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio		Rev:				N° documento Cliente.:
	10	di 21	0				

processo, pannelli in calcestruzzo leggero; danni gravi ad edifici in muratura	
deformazione macchine, filtri, spostamento tubazioni dai supporti, rottura serbatoi atmosferici	0,25÷0,28
deformazione mantello di apparecchi di processo non a pressione (colonne di frazionamento, ecc.), deformazione muri in calcestruzzo (20 cm); distruzione muratura in laterizio	0,35÷0,38
valore di soglia per danni gravi ai timpani	0,40
deformazione serbatoi a pressione, spostamento da supporti di apparecchi leggeri	0,42÷0,45
rottura tubazioni, danni gravi ad apparecchi di processo e (rottura del mantello, ecc.), spostamento ferrocisterne	0,45÷0,49
danneggiamento serbatoi sferici a pressione; cedimento muratura in calcestruzzo non rinforzato	0,53÷0,56
Deformazione strutture portanti in acciaio; spostamento dai basamenti di apparecchi (pompe, scambiatori)	0,70

Tabella 3: Soglie di danno correlate ad esplosioni

Da queste raccolte di dati è possibile ricavare il tipo di danno atteso a fronte di un determinato picco di sovrappressione. Per particolari apparecchi, quali i serbatoi metallici, indicazioni più puntuali sono ricavabili dalla letteratura tecnica. Nella Figura 2 si riportano le relazioni tra sovrappressione incidente e gravità del danno per serbatoi metallici atmosferici a tetto galleggiante (TG) e cilindrici verticali a tetto fisso, e per serbatoi sferici.

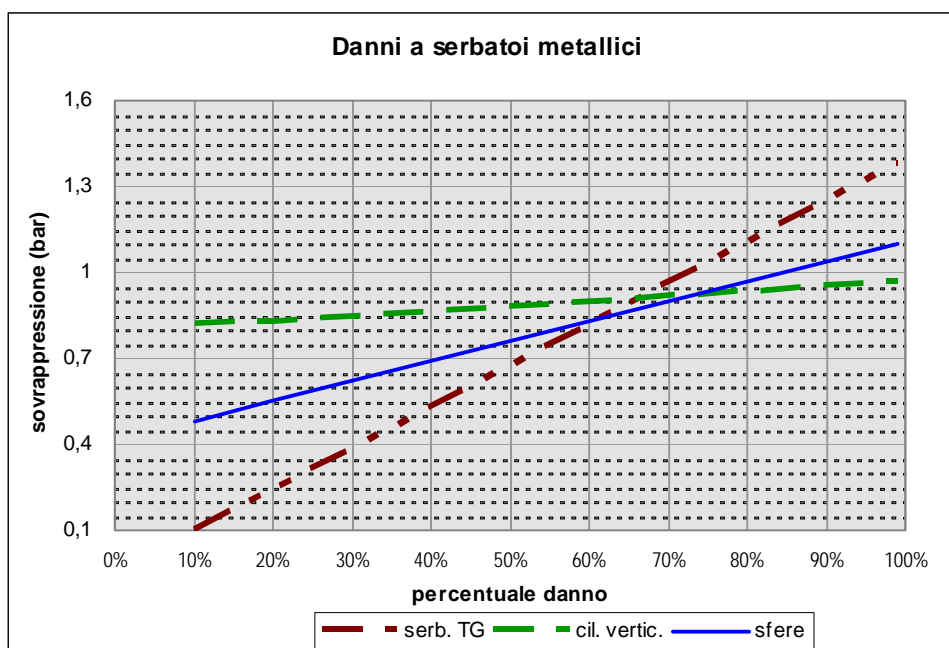


Figura 2: Relazione tra sovrappressione e gravità del danno

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**  
 Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

N° documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio 11 di 21		Rev:				N° documento Cliente.:
			0				

Va rilevato che tali relazioni sono riferite solo alla sovrappressione incidente, ma che nella valutazione puntuale del grado di danno atteso per apparecchi interessati da sovrappressione va considerato anche l'impulso, che dipende dal tempo di applicazione della sovrappressione. L'eventuale danneggiamento dipende inoltre da fattori quali la direzione con cui l'onda d'urto colpisce il bersaglio e dalla forma o geometria del bersaglio (ad esempio una trave in acciaio subirà danni diversi da una lamiera piana dello stesso materiale). Ciò riguarda anche gli edifici o costruzioni in genere, per i quali la valutazione puntuale del danno atteso richiede una serie di parametri che raramente vengono forniti in sede di analisi del rischio.

Nella Figura 3 viene riportato un diagramma per la stima di tali effetti su lamiere piane.

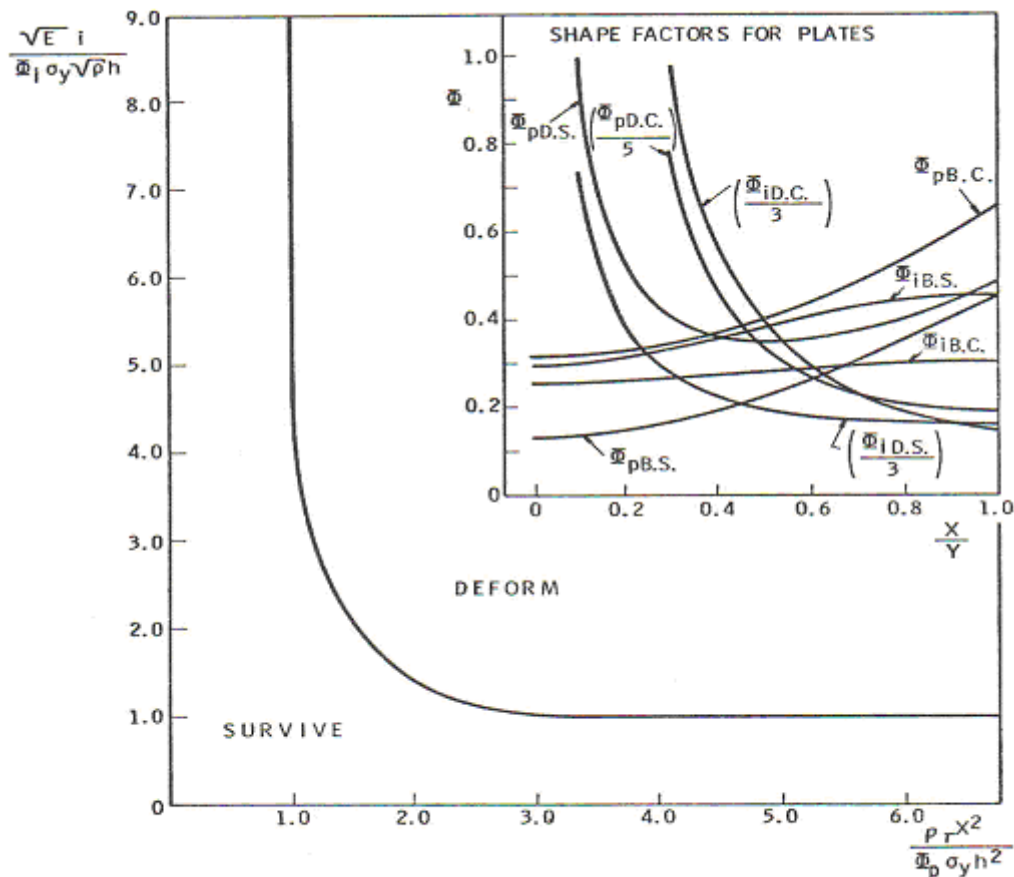


Figura 3: Diagramma per la stima del danneggiamento su lamiere piane

Nel caso di costruzioni di tipo civile, quali possono essere i fabbricati per uffici o i capannoni industriali, il tipo di danno può essere ricavato dall'applicazione della tecnica del probit, che viene rappresentata dalla relazione:

$$Y = a + b \cdot \ln(P) - P = \text{sovrappressione (Pascal)}$$

dove P = sovrappressione; a, b sono coefficienti stimati sulla base di osservazioni e sperimentazioni.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**  
Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

N° documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio 12 di 21	Rev:	N° documento Cliente.:
-----------------------------------	--------------------	------	------------------------

Da tale relazione sono ricavabili le indicazioni, riportate in Figura 4, riferite a costruzioni civili in muratura o calcestruzzo leggero (prefabbricati e similari):

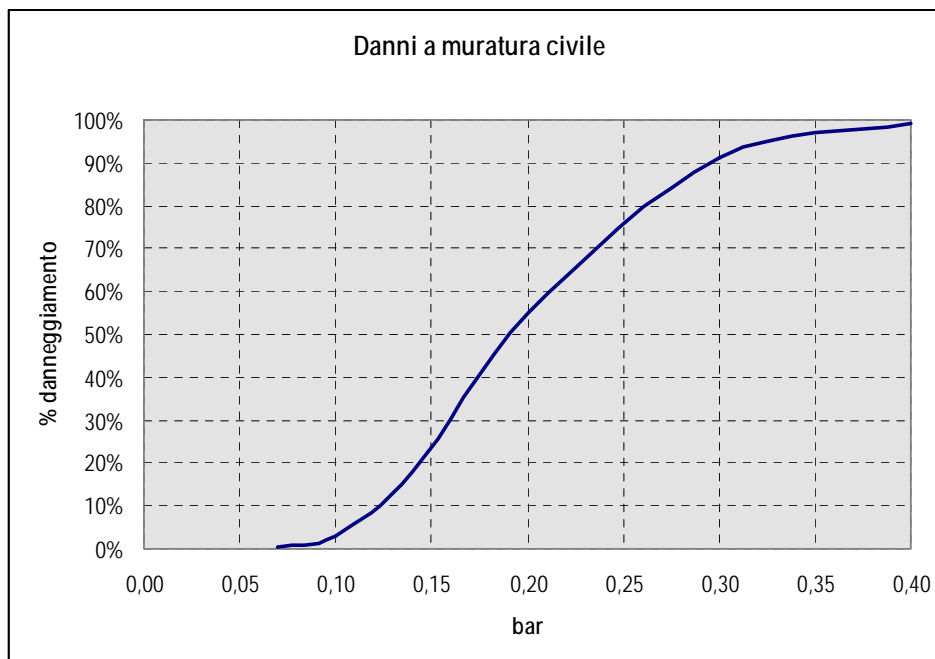


Figura 4: % di danneggiamento rispetto alla sovrappressione

Per quanto riguarda la rottura vetri si considera che questa tipologia di danno possa comportare effetti indiretti, cioè non direttamente correlabili ad effetti domino, ma che richiedano comunque interventi di emergenza per assicurare il presidio e la messa in sicurezza degli impianti. La soglia assunta per questo tipo di danno è quella prevista dalla normativa, cioè 0,03 bar.

#### 1.4 Considerazioni sulle attività industriali esterne all'impianto

Facendo riferimento a quanto riportato nel documento RISP (Rapporto Integrato di Sicurezza Portuale) le attività oggetto di analisi in termini di sicurezza sono quelle relative all'impianto ENI ed alla T.C.T. distanti dal sito di interesse circa 800 m e 2.000 m rispettivamente.

Sulla base di specifiche simulazioni di eventi incidentali correlati alle sostanze pericolose trattate si possono ricavare indicazioni utili alla stima di eventuali scenari incidentali.

Nel caso specifico della movimentazione di greggio ad esempio, la perdita da tubazioni di trasporto e/o da apparati di processo può provocare una fuoriuscita di materiale infiammabile i cui scenari sono di seguito riassunti a titolo di esempio.

Le variabili di calcolo e la portata di efflusso ottenuta sono riportate nella Tabella 4.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**

Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

N° documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio		Rev:						N° documento Cliente.:
	13	di 21	0						

Grandezza	Q.tà	UM
Diametro tubazione	1000	mm
Diametro foro	100	mm
pressione tubazione	10,5	bar-g
portata tubazione	2350	kg/s
Temperatura ambiente	293	K
Temperatura prodotto	293	K
Portata di efflusso	179,4	kg/s
Pozza	4000	m <sup>2</sup>
Lunghezza pozza	100	m
Larghezza pozza	40	m

Tabella 4: Variabili di calcolo e portata di efflusso

Considerando la conformazione del suolo si è supposta la formazione di una pozza allungata delle dimensioni pure riportate in Tabella 4.

La simulazione dell'irraggiamento stazionario in caso di incendio comporta le distanze di danno riportate in Tabella 5.

Soglia	Zona	Distanza	UM
12,5 kW/m <sup>2</sup>	1	44	m
7 kW/m <sup>2</sup>		73	m
5 kW/m <sup>2</sup>	2	92	m
3 kW/m <sup>2</sup>		125	m
35 kW/m <sup>2</sup>		m.p.	m

Tabella 5: Distanze di danno

La formazione di una nube infiammabile è legata alla frazione di leggeri presenti nel prodotto. Il rateo di evaporazione da pozza adoperato (con pozze di 100 o 400 m<sup>2</sup> e quindi sovrastimato rispetto pozze di dimensioni maggiori) è pari a 0,018 kg/(m<sup>2</sup>·s).

Applicando tale rateo alla pozza sopra ipotizzata si ottiene una portata evaporante pari a circa 72 kg/s, che rappresenta più di 1/3 della portata ipotizzata di rilascio (circa 180 kg/s). La stima è pertanto molto prudentiale se applicata ad una emissione stazionaria. Utilizzando un programma di calcolo che impiega un modello di dispersione gravitazionale per le prime fasi e poi un modello di tipo gaussiano (Hegadas, inserito nel pacchetto STAR di ARTES S.r.l.) si ottengono le risultanze riportate in Tabella 6.

Soglia	Zona	Distanza	UM
LEL	1	50	m
½ LEL	2	130	m
Massa in campo di infiammabilità		5841	kg

Tabella 6: Distanze di danno

La possibile esplosione non confinata comporta gli effetti riportati in Tabella 7:

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO										
Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33										
N° documento	Foglio			Rev:						N° documento Cliente.:
03255-E&E-R-0-100	14	di	21	0						

Soglia	Zona	Distanza	UM
0,3 bar	1	30	m
0,14 bar		60	m
0,07 bar	2	120	m
0,03 bar	3	275	m

Tabella 7: Distanze di danno

Da tutto quanto sopra appare evidente quanto già affermato circa la significatività della distanza intercorrente tra il sito di ubicazione dell'impianto GNL proposto e gli altri impianti esistenti.

## 1.5 Considerazioni sulle attività industriali relative all'impianto GNL

Relativamente all'impianto GNL è bene premettere che il normale esercizio del sistema di emergenza (torcia) impedisce, nel caso di anomalia di funzionamento dell'impianto, la migrazione nelle zone limitrofe di "nubi" infiammabili per cui la dispersione in atmosfera dei gas incombusti dalla candela è un evento incidentale che può verificarsi solo in caso di guasto del sistema di emergenza. In merito ai criteri di scelta di tale sistema e la descrizione dello stesso si rimanda alla specifica nota integrativa (cfr. richiesta di integrazione n.25).

Si noti che in questa sede, ai fini dei calcoli relativi a fenomeni derivanti da irraggiamento dal terminale del sistema di blowdown, si conferma che la scelta progettuale non va a modificare quanto in dettaglio riportato nel rapporto di sicurezza. Infatti, indipendentemente dalla tipologia di sistema blow down, i calcoli di radiazione termica sono stati effettuati, per l'accadimento di innesco (accidentale o da scelta progettuale) nelle condizioni di massima portata di gas dalla torcia AP".

Partendo da questo presupposto, sono state effettuate delle simulazioni, riportate successivamente, applicabili ad ognuna delle soluzioni proposte, così come richiesto:

- Rilascio portata massima in classe di stabilità atmosferica F1
- Radiazione termica a seguito di innesco nelle condizioni di massima portata

Sulla base della portata definitiva di blow-down pari a 68.000 Smc/h, nelle simulazioni successive è stata considerata una portata massima di rilascio pari a 13,22 kg/s.

Le simulazioni modellistiche sono state effettuate nelle condizioni meteorologiche di maggiore criticità in ragione delle eventuali conseguenze che si potrebbero determinare a causa di un evento incidentale.

Di seguito si riportano in estrema sintesi i principali risultati ottenuti.

### Rilascio portata massima in classe di stabilità atmosferica F1

I dati di input della modellazione di rilascio con vento pari a 1 m/s e classe di stabilità F sono:

Altezza di rilascio= 50 m

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**

Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

N° documento	Foglio	Rev:	N° documento Cliente.:
03255-E&E-R-0-100	15 di 21	0	

Portata di GNL in fase gassosa = 13,22 kg/s

Temperatura ambiente = 15 ° C

Ø candela= 0,51 m

Classe di stabilità di Pasquill: F

Velocità del vento a 10 m di altezza: 1 m/s

Asperità del terreno: terreno abitato (area industriale con ostacoli che non sono troppo alti)

Tempo medio di valutazione: 600 sec

**RISULTATI:**

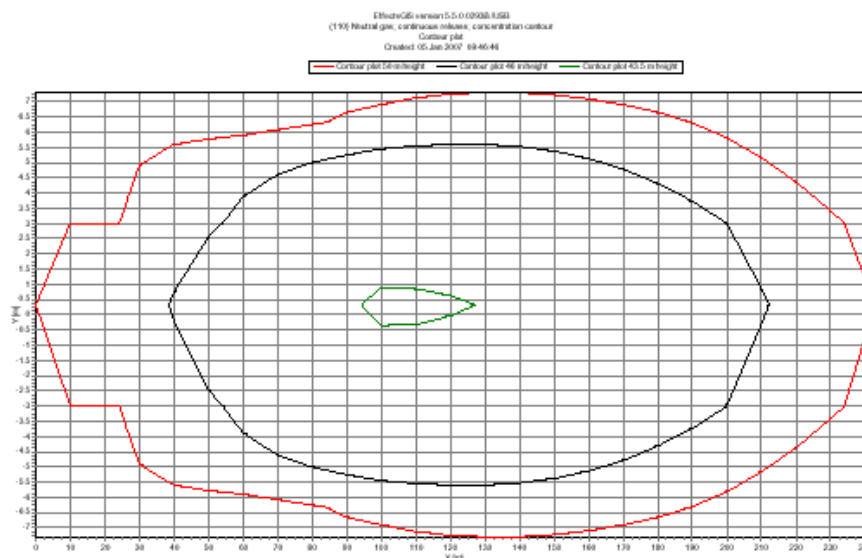
•Massima distanza dalla sorgente al LEL: 243 m

•Massima larghezza della nube al LEL: 1m

•Massima distanza a ½ LEL: 386 m

•Massima larghezza della nube a ½ LEL: 22 m

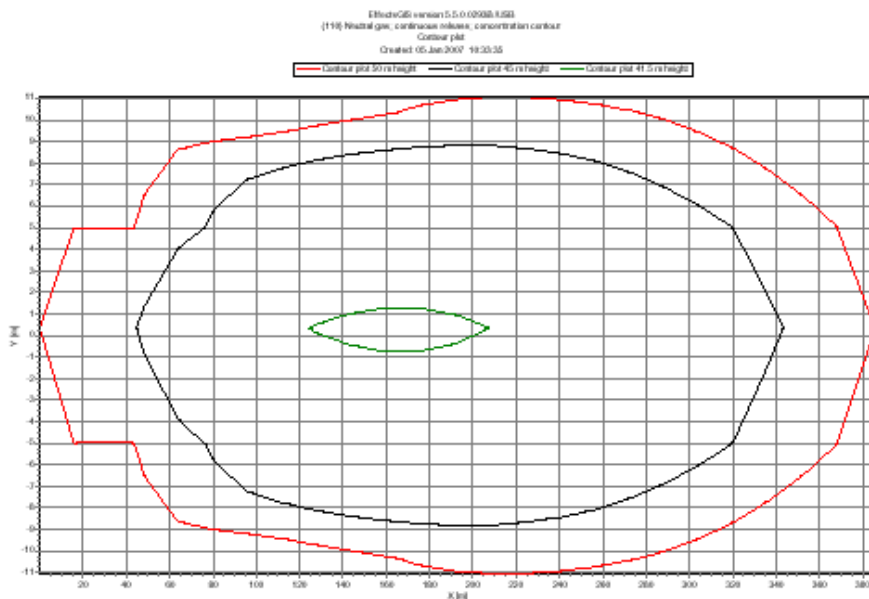
Qui di seguito sono riportati i grafici, al LEL e ad ½ LEL con il contorno della nube.



*Dispersione in atmosfera e limiti di infiammabilità LEL dei vapori di GNL (vento 1 m/s) a diverse altezze. In ascissa è indicata l'ascissa sottovento (m), in ordinata l'ascissa in direzione perpendicolare al vento (m).*

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**  
Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

N° documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio 16 di 21	Rev: 0	N° documento Cliente.:
-----------------------------------	--------------------	-----------	------------------------



*Dispersione in atmosfera e limiti di infiammabilità  $\frac{1}{2}$  LEL dei vapori di GNL (vento 1 m/s) a diverse altezze. In ascissa è indicata l'ascissa sottovento (m), in ordinata l'ascissa in direzione perpendicolare al vento (m).*

Al fine di evidenziare in modo esplicito l'area di interferenza conseguente ad un eventuale dispersione in atmosfera del rilascio da candela sono stati riportati i risultati delle simulazioni su foto satellitare con i limiti di infiammabilità LEL e  $\frac{1}{2}$  LEL dei vapori di GNL. Poiché le simulazioni sono state effettuate con una particolare direzione del vento (Ovest) per renderle indipendenti da questo parametro è stato disegnato un cerchio che delimita la massima distanza raggiungibile dai vapori di GNL dalla sorgente al LEL e  $\frac{1}{2}$  LEL. Dal modello si può vedere che a seguito di rilascio di gas naturale dalla sommità della candela, in nessuna condizione, possono manifestarsi al suolo concentrazioni superiori al limite di infiammabilità o a  $\frac{1}{2}$  LEL. La simulazione della dispersione in atmosfera delle emissioni di gas naturale ha evidenziato, inoltre, l'assenza di interferenza con l'unico recettore sensibile posto nella zona limitrofa (torcia Agip) poiché le distanze di sicurezza relative sono sempre rispettate.



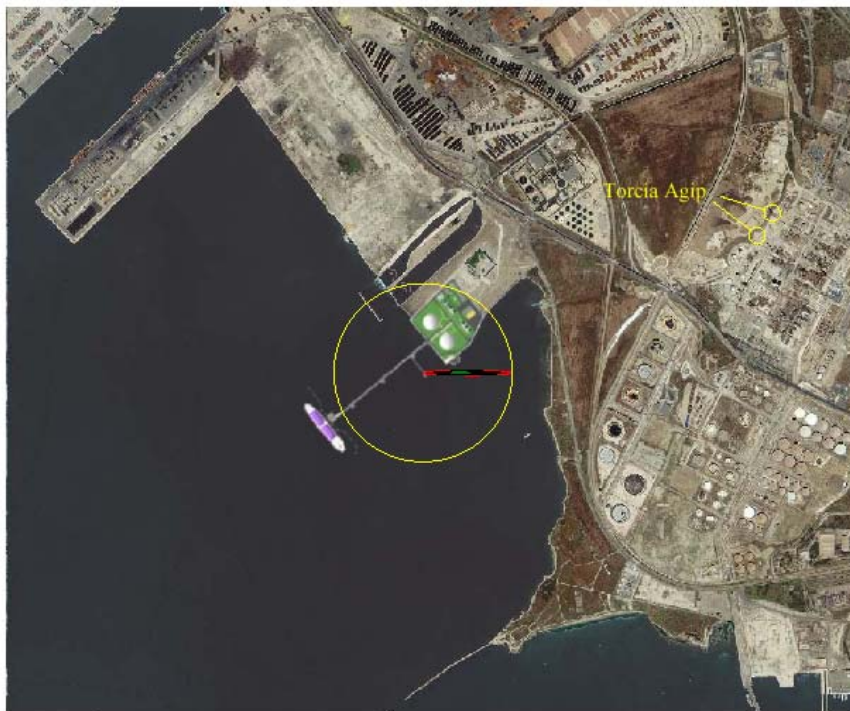
# TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO

Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

N° documento	Foglio	Rev:	N° documento Cliente.:
03255-E&E-R-0-100	17 di 21	0	



Dispersione in atmosfera e limiti di infiammabilità LEL dei vapori di GNL



Dispersione in atmosfera e limiti di infiammabilità  $\frac{1}{2}$  LEL dei vapori di GNL

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**

Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

N° documento 03255-E&E-R-0-100	Foglio 18 di 21		Rev:				N° documento Cliente.:
			0				

**Radiazione termica a seguito di innesco in condizioni di massima portata**

Per determinare i valori di radiazione termica al suolo derivanti dal funzionamento in condizioni accidentali della candela sono stati assunti i seguenti dati di input nel modello di Chamberlain.

Diametro delle tubazioni = 20" = 0,51 m

Sezione di efflusso = 0,20 m<sup>2</sup>

Altezza della candela = 50 m

Portata di gas = 13.22 kg/s

Velocità del vento = 1 m/s (valore cautelativo poiché enfatizza l'inclinazione della fiamma)

Temperatura ambiente = 17°C

Umidità = 70%

Temperatura del gas = -150°C

**RISULTATI:**

Lunghezza del cono = 51,42 m

Diametro base = 3,2 m

Diametro culmine = 12,26 m

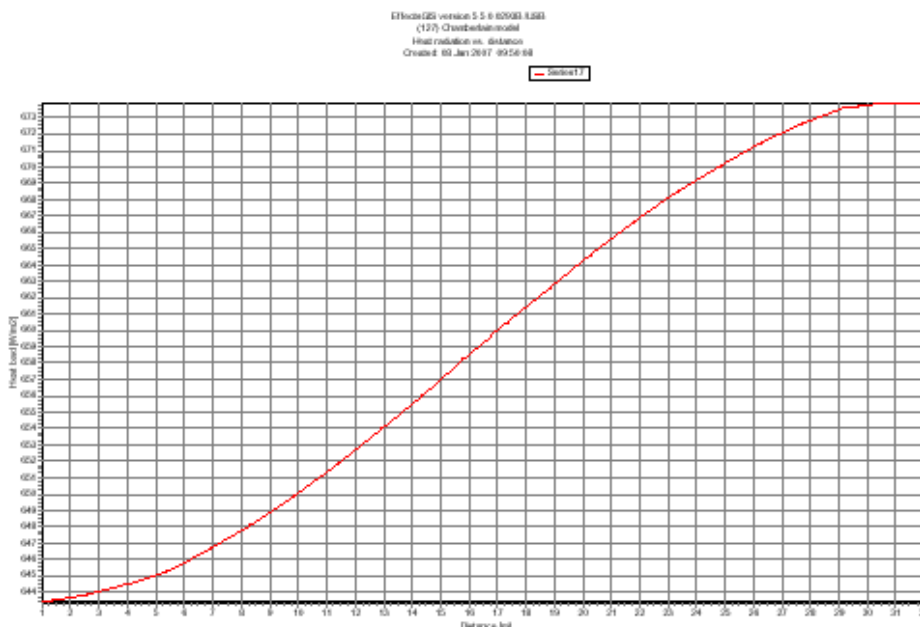
Distacco fiamma = 8,26 m

Potere emissivo = 92,37 kW/m<sup>2</sup>

Inclinazione fiamma dalla verticale = 8,57°

Frazione irradiate = 0,24

Nei grafici seguenti sono riportati la radiazione termica in funzione della distanza della torcia in caso di innesco dei vapori di GNL: la massima distanza di propagazione si limita all'area dello specchio acqueo a ridosso dell'impianto.



Radiazione termica vs. distanza a seguito di innesco accidentale della candela nelle condizioni di massima portata

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO									
Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33									
N° documento	Foglio			Rev:					N° documento Cliente.:
03255-E&E-R-0-100	19	di	21	0					

## 1.6 Conclusioni

Sulla base delle considerazioni sopra esposte e delle evidenze, in parte disponibili dalla documentazione relativa al Rapporto di Sicurezza preliminare ed in parte frutto di specifiche elaborazioni, dimostrano in prima istanza come l'impianto GNL proposto da gasNatural a Taranto sia compatibile con il contesto territoriale (industriale e infrastrutturale) esistente e come l'ubicazione di tale centro produttivo non ostacoli né lo sviluppo di attività future né tantomeno il normale esercizio delle attività attuali.

L'assenza di un definitivo inquadramento degli strumenti di piano previsti non permette la semplice e formale verifica di tale "compatibilità", ma l'esame dei dati relativi ai casi studio analizzati nel quadro dell'assetto territoriale di interesse appare confermare pienamente tale giudizio di compatibilità dell'intervento in oggetto.

Le caratteristiche costruttive delle singole parti dell'impianto, con particolare riferimento ai serbatoi criogenici, e le notevoli distanze intercorrenti tra il sito di ubicazione e i siti industriali (o comunque produttivi) esistenti, garantiscono l'assenza di interazioni tra le diverse attività, anche in caso di anomalie di funzionamento, sia dall'esterno verso l'impianto che dall'impianto verso l'esterno, non ravvisando la possibilità che si verifichi un effetto "a catena" (effetto domino).

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**

Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

<b>N° documento</b> 03255-E&E-R-0-100	<b>Foglio</b> 20 di 21	<b>Rev:</b> 0							<b>N° documento Cliente.:</b>
--	---------------------------	------------------	--	--	--	--	--	--	-------------------------------

**ELENCO ALLEGATI****ALLEGATO 1**

Elaborato grafico 03255-SAF-D-0-001(Corografia ed infrastrutture esistenti – scala 1:10.000)

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO**

Richieste d'integrazione n. 6, 17, 22 e 33

<b>N° documento</b> 03255-E&E-R-0-100	<b>Foglio</b> 21 di 21	<b>Rev:</b> 0	<b>N° documento Cliente.:</b>
--	---------------------------	------------------	-------------------------------

**ALLEGATO 1**

Elaborato grafico 03255-SAF-D-0-001  
(Corografia ed infrastrutture esistenti - scala 1:10.000)