

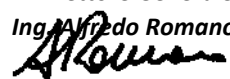
ANNESSO TECNICO 8.

Analisi Effetti domino

TRR S.r.l.

Il Direttore Generale

Ing. Alfredo Romano



Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)	Doc. N. APS	LEY-0000-001	
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2	Foglio 1 di 7	Rev. 00	
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				



Sede operativa di Crema (CR)

CAMPO STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE (RA)

ANALISI EFFETTI DOMINO

ANNESSO TECNICO 8

Emis.N.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	Luglio 2013	Prima emissione			Il Direttore Generale Ing. Alfredo Romano 
Commessa: 70977			File: 70977-Fase 2-Annesso Tecnico 8 Effetto Domino		

T R R S.r.l. – Tecnologia Ricerca Rischi – Via Saore, 25 – 24046 Osio Sotto (BG)

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)	Doc. N. APS	LEY-0000-001	
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2	Foglio 2 di 7	Rev. 00	
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

1. PREMESSA

Il presente documento è predisposto principalmente per razionalizzare i risultati ottenuti nelle analisi e per fornire approfondimenti di analisi relativamente alle esplosioni di nubi di gas e agli effetti domino.

2. SINTESI DEGLI SCENARI INCIDENTALI

2.1 Criteri adottati

E' stata redatta una sintesi degli scenari incidentali adottando i seguenti criteri:

- ipotesi rottura tubazioni: rottura franca (100% del diametro nominale) sino a DN pari a 8" (200 mm) e rottura parziale (20% del diametro nominale) per DN superiore a 8" (200 mm);
- per quanto riguarda i valori delle frequenze incidentali è noto che nelle *Linee guida per le attività a rischio di incidente rilevante del Ministero dell'Interno (Guida alla lettura, all'analisi e alla valutazione dei rapporti di sicurezza)* non sono riportati dati sulle frequenze di accadimento. Dopo un ulteriore approfondimento si conferma che il TNO Purple Book ed. 2005 sia il riferimento più idoneo per la trattazione in esame: vengono distinti infatti le due rotture ("full bore" e "leak", equivalenti alla rottura parziale e totale della "Linee Guida" sopra citate) e sono distinte 3 classi di diametro. Queste due caratteristiche non si trovano con facilità in altre banche dati (ad eccezione della linea guida API581, che tuttavia prevede una diversa metodologia di calcolo).

In relazione al punto ii) si specifica che il TNO Purple Book ed. 2005 assume come "leak" il valore corrispondente al 10% della classe di diametro nominale sino ad un massimo di 50 mm, in quanto la fonte originaria (Covo Study, 1981) assumeva quale rilascio parziale un foro compreso tra 5 mm e 15 mm (ossia il 10% del diametro nominale) delle 3 classi nominali della rottura totale (full bore):

- diametro ≤ 50 mm (di cui 5 mm è il 10%);
- $50 < \text{diametro} \leq 150$ mm (di cui 15 mm è il 10%);
- diametro > 150 mm (di cui 15 mm è il 10%);

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)	Doc. N. APS	LEY-0000-001	
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2	Foglio 3 di 7	Rev. 00	
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

La suddivisione sopra riportata è in linea con le Linee Guida sopra citate, che assumono la rottura parziale pari al 20% del diametro nominale (che si presume essere un coefficiente di sicurezza raddoppiato rispetto al criterio del Covo Study, precedente alla pubblicazione delle Linee Guida, che prevede un 10% del diametro nominale).

- iii. sviluppo di tutti gli scenari con frequenze di accadimento superiori a 10^{-8} occasioni/anno;
- iv. stima delle conseguenze: sono state calcolate con modello non neutrale, che considera la spinta del metano verso l'alto una volta terminata la fase turbolenta; i principali input relativi al modello sono:
 - lunghezza caratteristica pari a 400 il diametro nominale della tubazione (l'applicabilità del modello è almeno 300 volte il diametro nominale);
 - $P = 154$ bar (compressione) e 70 bar (trattamento);
 - portata di esercizio a monte della sorgente pari a 150 Kg/s (massima portata);
 - distanza tra sorgente di rilascio (foro del tubo) e sorgente a monte pari a 1 m.
- v. Nel calcolo della concentrazione al suolo il modello tiene conto sia della portata di esercizio del compressore a monte sia dell'hold-up rilasciato, valutato su una durata di rilascio pari a 5 minuti (300 s).

Adottando i criteri sopra esposti è stata predisposta una tabella di sintesi (riportata nel paragrafo **1.C.1.6.3** del Rapporto preliminare) contenente:

- le ipotesi incidentali e le relative frequenze di accadimento;
- gli scenari incidentali e le relative frequenze di accadimento;
- la stima delle conseguenze di tutti gli scenari incidentali.

2.2 Rappresentazione degli scenari incidentale sulle mappe

In **Annesso Tecnico 7** sono riportate le mappe delle conseguenze.

Al fine di razionalizzare il numero di planimetrie delle conseguenze si è adottato il seguente principio di massima:

- gli scenari incidentali con impatto all'esterno dello Stabilimento sono stati rappresentati sulle mappe di scala 1:5.000;
- gli scenari incidentali senza impatto all'esterno dello Stabilimento sono stati rappresentati su scala inferiore (1:500) al fine di apprezzare l'area di danno sul lay-out impiantistico.

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)	Doc. N. APS	LEY-0000-001	
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2	Foglio 4 di 7	Rev. 00	
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

3. VALUTAZIONI QUANTITATIVE SULLE ESPLOSIONI DI NUBI DI GAS DI TIPO CONFINATO E NON CONFINATO

3.1 Stima delle frequenze incidentali

Per quanto riguarda le esplosioni in campo aperto, nelle analisi si è fatto riferimento alle “Guidelines for quantitative risk assessment” (CPR18E, Par. 4.8 Effects of ignition of a vapor cloud).

3.2 Stima delle conseguenze

Come noto a livello nazionale esistono due riferimenti di legge (cfr. Tabella sottostante) all’interno dei quali viene fornito un criterio quantitativo per la valutazione dello scenario di esplosione di nubi confinate (VCE= Vapor Cloud Explosion) o non confinate (Unconfined Vapor Cloud Explosion).

Riferimento di legge	Quantitativo (Kg) all’interno del campo di esplosività per il quale va considerata l’esplosione	
	confinata	non confinata
D.M. 15.05.96 (Gpl)	> 1500 Kg	> 5000 Kg
D.M. 20.10.98 (prodotti infiammabili)	> 1500 Kg	> 5000 Kg

Tabella: Riferimenti di legge per la determinazione degli scenari VCE/UVCE

Facendo riferimento a quanto definito nell’Appendice III del D.M. 15.05.1996 la probabilità dell’innesco di una nube di vapori infiammabili dipende da due fattori:

- quantità di vapori nel campo di infiammabilità;
- tipologia di confinamento.

In particolare, nell’Appendice III del Decreto Ministeriale 15/05/1996 al paragrafo “Scenari incidentali e termini di sorgente” a riguardo degli UVCE viene espressamente riportato quanto segue:

“La probabilità che l’innesco di una nube di GPL determini un’esplosione di nube di tipo non confinato (UVCE) anziché un FLASH-FIRE, dipende essenzialmente dalla geometria del luogo ove la nube si estende e dalla massa nei limiti di infiammabilità”.

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)	Doc. N. APS	LEY-0000-001	
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2	Foglio 5 di 7	Rev. 00	
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

La probabilità dello scenario di esplosione non è trascurabile solo quando:

- il rilascio di gas/vapori è all'interno di uno spazio chiuso (VCE), e quindi confinato o anche semi-confinato (strutture impiantistiche caratterizzate da strutture portanti in cui le apparecchiature sono ricomprese in spazi limitati);
- quantità di gas/vapori entro i limiti di infiammabilità sia maggiore di 1,5 t, se in ambiente parzialmente confinato (es. in presenza di grossi edifici o apparecchiature industriali nello spazio di sviluppo della nube);
- quantità di vapore entro i limiti di infiammabilità sia maggiore di 5 t, se in ambiente non confinato (campo aperto).

Al di sotto dei limiti predetti, il contributo dell'esplosione di nube al rischio globale può essere ritenuto “*non rilevante ai fini della valutazione complessiva*”.

Sulla base dei criteri sopra esposti risultano verificate:

- la condizione a) per quanto riguarda il cabinato di compressione.

Per quanto riguarda le tubazioni e i vessel, seppure non siano “*in ambiente parzialmente confinato (in presenza di grossi edifici o apparecchiature industriali nello spazio di sviluppo della nube)*” in riferimento al Decreto sopra citato, è stata assunta come soglia di riferimento la quantità di 5 t per ambienti aperti, come limite per la valutazione del UVCE.

Dalle simulazioni effettuate (elaborate con il programma di calcolo PHAST 6.6 della Det Norske Veritas) risulta che in nessun caso la soglia di riferimento di 5 t viene mai raggiunta.

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)	Doc. N. APS	LEY-0000-001	
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2	Foglio 6 di 7	Rev. 00	
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

4. VALUTAZIONI QUANTITATIVE SUGLI EFFETTI DOMINO

Di seguito sono descritti i criteri adottati per la valutazione di eventuali effetti domino conseguenti ai getti incendiati (jet fire), che per la loro caratteristica (direzionalità e fiamma diretta) risultano essere critici per quanto riguarda il potenziale coinvolgimento di apparecchiature limitrofe.

4.1 Selezione delle aree critiche per l'effetto domino

In base ai seguenti di seguito esposti l'area delle colonne di disidratazione è stata identificata quale critica per lo sviluppo di getti direzionati in grado di determinare effetti domino:

- prevalenza di tubazione metano fuori terra;
- prevalenza tubazioni metano diametro nominale superiore a 6";
- vicinanza apparecchiature con superficie laterale significativa (colonne, scambiatori, etc) e senza protezioni di tipo fisico (pannellature, ecc).

4.2 Selezione dello scenario incidentale con effetto domino

Lo scenario primario ipotizzato è il n. 14A (cfr **Annesso Tecnico 5**), ossia un getto incendiato originato dalla perdita pari al 20% del diametro nominale della collettore di uscita delle colonne di disidratazione da 28" f.t.

Si ipotizza il getto incendiato sia indirizzato verso una delle tre colonne di disidratazione con formazione di un effetto domino, consistente nella sovrappressione gassosa della colonna disidratazione, e conseguente rilascio da tenute/accoppiamenti flangiati della colonna e conseguente formazione di getto incendiato).

Lo scenario è elencato come "11 domino"

La pressione di rilascio ipotizzabile è la pressione di scatto delle PSV (Centrale Trattamento) pari a 100 barg. L'effetto domino è pertanto la formazione di un getto incendiato, originato da un rilascio in pressione (100 barg) da una tenuta e/o accoppiamento flangiato di una colonna di disidratazione.

In considerazione della tipologia di effetto (getto incendiato) e delle pressioni ipotizzate si ritiene ragionevole individuare il getto incendiato quale possibile effetto secondario, escludendo il flash fire o altre tipologie di scenari incidentali.

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)	Doc. N. APS	LEY-0000-001	
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2	Foglio 7 di 7	Rev. 00	
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

4.3 Stima delle frequenze incidentali

La frequenza dello scenario effetto domino è stata stimata attraverso la seguente correlazione adimensionale:

$$F_{\text{effetto domino}} = F_{\text{scenario primario}} * FC_{\text{geometrico}} * FC_{\text{protezioni}} \quad (\text{occ/anno})$$

dove

$F_{\text{scenario primario}}$ = frequenza incidentale dello scenario primario (occ/anno) (cfr **Annexo Tecnico 4**).

$FC_{\text{geometrico}}$ = fattore correttivo per tener conto della direzionalità del getto incendiato, assunto pari al rapporto tra 1 (m²) e la superficie laterale (S_L) dell'apparecchiatura investita (m²).

$FC_{\text{protezioni}}$ = fattore correttivo relativo al fallimento delle protezioni, ricavato a partire dall'albero di guasto dell'evento generato, ossia la sovrappressione gassosa che genera il getto incendiato) (-).

Nessuna correzione è introdotta sull'innesco immediato secondario.

Parametro		Valore	U.M.
$F_{\text{scenario primario}}$	Frequenza scenario primario (n. 14A)	$4,1 \cdot 10^{-6}$	occasioni/anno
S_L	Superficie laterale esposta	31	m ²
$FC_{\text{geometrico}}$	Fattore correttivo direzionalità jet fire	0,032	-
$FC_{\text{protezioni}}$	Fattore correttivo fallimento protezioni	$6,9 \cdot 10^{-3}$	-
$F_{\text{effetto domino}}$	Frequenza scenario secondario (n. 11 Domino)	$9,1 \cdot 10^{-10}$	occasioni/anno

Tabella: Dati relativi al calcolo della frequenza dell'effetto domino n.11

4.4 Stima delle conseguenze dell'effetto domino

Dall'analisi condotta emerge che lo scenario secondario (n. 11 domino) non risulta credibile (frequenza di accadimento inferiore a 10^{-8} occasioni/anno).

E' importante sottolineare inoltre che in maniera conservativa nella valutazione non è stato considerato l'effetto di protezioni attive in grado di limitare la quantità di gas (esempio: intercettazione a mezzo valvole o depressurizzazione da ESD); l'effetto di tali sistemi è rilevante per quel che concerne la durata dei rilasci e quindi la persistenza del getto incendiato sull'apparecchiatura coinvolta.