


Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 1 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY




GAS PLUS STORAGE S.r.l

Impianto di stoccaggio gas di San Benedetto

IDENTIFICAZIONE ZONA ATEX


DOC N°:
101SBP-00-PSA-RE-02000

REV N°:
V00

Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 2 di 47 revision 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

INDEX

1. INTRODUZIONE	3
1.1 DIRETTIVE CEE E NORME EUROPEE	3
2. STATO DI FATTO	5
3. PROPRIETA' CHIMICO-FISICHE DI VAPORI E GAS	5
3.1 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI UTILIZZATI PER GAS E VAPORI (Pmax – Kg – LFL – UFL - MIE – LOC – velocità di propagazione della fiamma).....	6
4. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE IN ZONE CON PERICOLO DI ATMOSFERE ESPLOSIVE PER LA PRESENZA DI GAS – VAPORI – NEBBIE	7
5. APPARECCHIATURE ELETTRICHE.....	9
6. CALCOLI.....	13
7. ALLEGATI	46

 <p>Saluzzo (I)</p> <p>etea SICUREZZA</p>	<h2>AREA DI RISCHIO</h2>	number: VRE 330/09 page: 3 di 47 revision: 0
	<h3>Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano</h3>	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

1. INTRODUZIONE

Il nuovo approccio delle norme europee sulle atmosfere potenzialmente esplosive si basa essenzialmente sulle due Direttive Europee note come ATEX 95 e ATEX 137 (citate di seguito), che sono state adottate allo scopo di indurre produttori ed utilizzatori finali a fornire garanzie in ambito di sicurezza contro le esplosioni per cantieri, impianti, componenti e sistemi di sicurezza laddove sia possibile registrare la presenza di atmosfere potenzialmente esplosive a causa di polveri, liquidi o gas.

Questo nuovo approccio, che risale al 30 giugno 2003, implica una revisione completa dell'attuale situazione degli apparecchi di processo e dei cantieri al fine di definire le aree a rischio, valutare i rischi correlati limitandoli oppure eliminandoli, ogni qualvolta ciò sia possibile, adottando le misure tecniche ed organizzative più adeguate. Questo approccio dovrà essere adottato per tutti i progetti relativi a nuovi impianti in modo da selezionare la corretta categoria di apparecchiature, componenti e sistemi di sicurezza da montare.


Conformemente alla Direttiva CEE/CEE/CE 1999/92/CE, art. 8, si specifica che i presenti documenti dovranno essere revisionati ogni qualvolta l'impianto sarà modificato e/o oggetto di migliorie di carattere tecnico/organizzativo allo scopo di eliminare punti critici o ridurre i rischi.

1.1 DIRETTIVE CEE E NORME EUROPEE

L'elenco delle norme e degli standard tecnici principali utilizzati per la classificazione delle aree di rischio è riportato di seguito:


Normative

- Direttiva 1999/92/CE: Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 1999 relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (quindicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16(1) della direttiva 89/391/CEE).
- Direttiva 94/9/CE: Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 marzo 1994 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive (ATEX 95).

Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 4 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

Standards

- EN 60079-10: classificazione dei luoghi pericolosi (EN 60079-10).
- EN 60079-14: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).
- EN 60079-17 / CEI 31-34: verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas.
- EN 31-35 / CEI 31-35 V2: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas. Linee guida per l'applicazione della norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi pericolosi.
- CEI 31-35A: costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Linee guida per l'applicazione della norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi pericolosi, esempi di applicazione.
- EN 62305-1 Protezione contro i fulmini. Principi generali - Aprile 2006.
- EN 62305-2 Protezione contro i fulmini. Gestione del rischio - Aprile 2006.
- EN 62305-3 Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone - Aprile 2006.
- EN 50272-3 Requisiti di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni. Batterie per trazione.
- EN 62305-4 Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici – Aprile 2006.
- CENELEC CLC/TR 50404 “Guida e raccomandazioni per evitare i pericoli dovuti all'elettricità statica”.

 Saluzzo (I)	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 5 di 47 revision: 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

2. STATO DI FATTO

Il presente documento viene rilasciato per la Società GAS PLUS STORAGE S.r.l. allo scopo di rispondere ai requisiti della Direttiva 1999/92/CE sulla sicurezza contro le esplosioni per i cantieri, le apparecchiature e gli impianti della centrale di San Benedetto.

Informazioni disponibili:

- Layout preliminare delle apparecchiature
- Elenco delle sostanze liquide
- PFD preliminare


3. PROPRIETA' CHIMICO-FISICHE DI VAPORI E GAS

La seguente tabella mostra le proprietà chimico-fisiche di tutte le sostanze infiammabili.

Caratteristiche dei liquidi

Prodotto	Temperatura di infiammabilità °C	Densità relativa all'aria	Limiti di esplosione nell'aria		Proprietà volatile			Temperatura di accensione (°C)	Densità del liquido kg/m ³	Massa molare kg/kmol
			LEL % vol	UEL % vol.	Temperatura di ebollizione (°C)	Tensione del vapore a 20°C	Tensione del vapore a 40°C			
Metano	< 0	0,554	4,40	17,00	-161,4			537	415	16,04

Prodotto	Calore latente di vaporizzazione alla Tb (J/kg)	Calore specifico a temperatura ambiente J(kg K)	Rapporto tra calori specifici (γ)	Coefficiente di diffusione Cd m ² /h	Energia minima di accensione (mJ)	Kg (bar m/s)	P max (bar)	Velocità di propagazione della fiamma (cm/s)	Gruppo e classe di temperatura
Metano	5,10·10 ⁵	3454	1,31	0,074	0,21	55	7.1	40	IAT1

 Saluzzo (I) etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 6 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

3.1 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI UTILIZZATI PER GAS E VAPORI (Pmax – Kg – LFL – UFL - MIE – LOC – velocità di propagazione della fiamma)

Pmax significa la pressione massima sviluppata durante l'esplosione confinata di un gas alla concentrazione stechiometrica.

Kg o indice di esplosione indica il valore calcolato sulla base del gradiente massimo di pressione ottenuto dalla combustione del gas in un contenitore chiuso con volume V.

$$K_g = (dP/dt)_{\max} V^{1/3}$$

Il valore $(dP/dt)_{\max}$ rappresenta il gradiente massimo riferito alla concentrazione stechiometrica.

K_g è un valore variabile che dipende dal volume pertanto non è possibile considerarlo costante.

Il valore K_g considerato in questo caso è quello a cui ci si riferisce generalmente (Dr. W Bartknecht, Ciba Geigy Co, Basel).

I volumi dei contenitori analizzati (ciclone, torre di reazione, filtro) non sono sufficientemente grandi da modificare in modo significativo il valore K_g .

LFL e UFL sono definiti come i livelli di concentrazione gas massima e minima in grado di fare propagare la fiamma in presenza di una fonte di accensione, una miscela di gas infiammabili e un agente ossidante gassoso.

L'LFL è noto anche come limite inferiore di esplosività (LEL).

I valori si riferiscono a condizioni normali; un aumento nel valore della pressione comporta un incremento del valore UFL e una diminuzione del valore LOC; l'effetto sul valore LFL è molto limitato. Una diminuzione nel valore della temperatura ha un effetto simile a quello descritto sopra.


Gli effetti prodotti su un sistema da una variazione combinata di P e T devono essere determinati sperimentalmente.

La temperatura minima di accensione (MIE) indica il valore minimo di energia elettrica contenuta in un condensatore capace di accendere la miscela gassosa alla concentrazione stechiometrica in condizioni standard.

La temperatura ha un effetto significativo sul valore MIE.

La concentrazione minima di ossigeno (LOC) indica il valore minimo di concentrazione di ossigeno in condizioni normali, in presenza di azoto o anidride carbonica, al di sotto del quale non può verificarsi l'esplosione di una miscela gassosa in presenza di una fonte di accensione esterna.

La velocità di propagazione della fiamma indica la velocità laminare della fiamma in condizioni standard di composizione, temperatura e pressione della miscela di gas incombusti.

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 7 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY


4. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE IN ZONE CON PERICOLO DI ATMOSFERE ESPLOSIVE PER LA PRESENZA DI GAS – VAPORI – NEBBIE

Le linee guida CEI 31-35 forniscono i limiti della durata totale della presenza di atmosfere esplosive in relazione al tipo di zona in caso di rischio di esplosione dovuto a gas, vapori e nebbie in modo da avere un riferimento quantitativo per valutare le aree nel modo seguente:

<i>Classificazione delle zone</i>	<i>Probabilità della presenza di atmosfere esplosive in 365 giorni</i>	<i>Durata totale della presenza di atmosfere esplosive in 365 giorni</i>
Zona 0	$P > 10^{-1}$	<i>Maggiore di 1000 ore</i>
Zona 1	$10^{-1} \geq P > 10^{-3}$	<i>Maggiore di 10 e fino ad un massimo di 1000 ore</i>
Zona 2	$10^{-3} \geq P > 10^{-5}$	<i>Maggiore di 0,1 e fino ad un massimo di 10 ore</i>


Nella nuova norma CEI-31-30, le zone 0, 1, 2 sono definite nel modo seguente:

- **ZONA 0:** luogo in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.
- **ZONA 1:** luogo in cui è possibile, durante le normali attività, che si formi un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas.
- **ZONA 2:** luogo in cui non è possibile, durante le normali attività, che si formi un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas o, se ciò avvenisse, è possibile che si formi solo di rado e per breve periodo.

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 8 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

Influenza della ventilazione sui tipi di zone

Grado di emissioni	Grado di ventilazione						
	Alto			Medio			Basso
	Disponibilità di Ventilazione						
	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona Adeguate Scarsa
Continuo	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primo	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 or Zona 0
Secondo	Zona 2	Zona 2	Zona 2 + Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 e Zona 0

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 9 di 47 revision: 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

5. APPARECCHIATURE ELETTRICHE

SCELTA DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE IN BASE ALLA ZONA E ALLA TEMPERATURA DEL GAS E/O VAPORE

In base alla classificazione dell'area, è possibile selezionare il tipo corretto di apparecchiatura in caso di presenza di gas.

Per i luoghi in cui sono presenti gas infiammabili, la scelta delle apparecchiature elettriche è imposta dalla norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33), a seconda del tipo di zona classificata, come mostrato nella tabella seguente:

Tabella: Scelta della apparecchiature elettriche per i luoghi a rischio di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)

Zona	Tipo di costruzione elettrica										Selezionato dall' industria (2)
	Ex-d	Ex-ia	Ex-ib	Ex-p	Ex-q	Ex-o	Ex-e	Ex-m	Ex-n	Ex-s (1)	
Zona 0	X	•	X	X	X	X	X	X	X	•	X
Zona 1	•	◦	•	•	•	•	•	•	X	•	X
Zona 2	◦	◦	◦	◦	◦	◦	◦	◦	•	•	•


- adeguato: il tipo di apparecchiature elettriche indicato sulla testata della colonna è il minimo adeguato al caso
- in eccedenza: il tipo di apparecchiature elettriche indicato sulla testata della colonna è più che adeguato al caso
- X proibito: il tipo di apparecchiature elettriche indicato sulla testata della colonna non è ammesso per il caso

(1). Costruzioni elettriche non conformi alle norme IEC o CENELEC (ex. Ex-s).

(2). Costruzioni elettriche conformi alle disposizioni di una norma riconosciuta con caratteristiche precise al fine di evitare accensioni e selezionate da un esperto.

La tabella mostra che le apparecchiature elettriche da utilizzare in zona 2, oltre alle apparecchiature adatte per la zona 0 e la zona 1, sono le seguenti:

- Apparecchiature elettriche pensate specificatamente per la zona 2 (ad esempio con tipo di protezione "n" conformemente all'IEC 60079-15),).
- Apparecchiature elettriche conformi alle disposizioni di una norma riconosciuta relativa alle apparecchiature industriali (apparecchiature elettriche di un tipo industriale selezionato) che non hanno superfici calde durante le normali attività che potrebbero causare accensioni e:

 Saluzzo (I) etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 10 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

- Durante le normali attività non producono archi o scintille, oppure
- Durante le normali attività producono archi o scintille, ma i parametri elettrici (U, I, L e C) nel circuito (compresi i cavi) non superano quelli specificati. La valutazione deve essere effettuata conformemente alle indicazioni relative agli apparati e ai circuiti con le limitazioni di energia riportate nella norma EN IEC 60079-15.
- Queste apparecchiature elettriche devono:
 - essere contenute in casse con indice di protezione e resistenza meccanica adeguati agli ambienti non pericolosi con condizioni ambientali simili;
 - essere selezionate (valutate) da un “esperto” responsabile della selezione.

➤ Apparecchiature elettriche non conformi alle norme IEC o CENELEC, ma conformi alle norme e normative (ad es. tipo di protezione “s”).

Inoltre, le apparecchiature dei tipi di protezione “e”, “m”, “o”, “p”, “q” devono appartenere al gruppo II. Le apparecchiature elettriche che appartengono ai tipi di protezione “d” e “i” devono rientrare nei sottogruppi IIA, IIB, IIC in base al tipo di prodotto pericoloso presente nell’area classificata.


Le apparecchiature appartenenti al tipo di protezione “n” generalmente devono rientrare nel gruppo II: devono rientrare nei sottogruppi IIA, IIB, IIC, a seconda del tipo di prodotto pericoloso presente nell’area classificata in caso contengano dispositivi di interruzione in cella chiusa, componenti non infiammabili, impianti o circuiti con limitazioni di energia.

Scelta in base alla temperatura di accensione del gas o vapore.

Le apparecchiature elettriche devono essere scelte in modo che la temperatura massima delle superfici non raggiunga la temperatura di accensione di un gas o vapore presente nel luogo di installazione. Per questo motivo, i simboli relativi alle classi di temperatura che possono essere indicate sulle apparecchiature elettriche hanno il seguente significato:


Tabella: rapporto tra classe di temperatura, temperatura superficiale e temperatura di accensione

Classe di temperatura delle apparecchiature elettriche	Temperatura superficiale massima delle apparecchiature	Temperatura di accensione del gas o vapore
T1	450°C	> 450°C
T2	300°C	> 300°C
T3	200°C	> 200°C
T4	135°C	> 135°C
T5	100°C	> 100°C

 Saluzzo (I) etea SICUREZZA	<h2>AREA DI RISCHIO</h2>	number: VRE 330/09 page: 11 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

T6	85°C	> 85°C
----	------	--------

Scelta degli impianti

MARCATURA DELLE APPARECCHIATURE 										
ZONA	CERTIFICAZIONE		GRUPPO	CATEGORIA	SOSTANZA	GRADO DI PROTEZIONE	TIPO DI COSTRUZIONE ELETTRICA	CLASSE DI TEMPERATURA	CLASSE DI TEMPERATURA CASSA	NOTA
0	CE	ATEX	II	1	G		Eex-ia	T1÷T6	IIAT1 (metano)	(*)
1	CE	ATEX	II	2	G		Eex-d	T1÷T6	IIAT1 (metano)	(*)
2	CE	ATEX	II	3	G		Eex-n	T1÷T6	IIAT1 (metano)	(*)


(*) Come già riportato, le apparecchiature appartenenti ai tipi di protezione “e”, “m”, “o”, “p”, “q” devono rientrare nel gruppo II. Le apparecchiature elettriche che appartengono ai tipi di protezione “d” e “i” devono rientrare nei sottogruppi IIA, IIB, IIC in base al tipo di prodotto pericoloso presente nell’area classificata.

Le apparecchiature appartenenti al tipo di protezione “n” generalmente devono rientrare nel gruppo II: devono rientrare nei sottogruppi IIA, IIB, IIC, a seconda del tipo di prodotto pericoloso presente nell’area classificata in caso contengano dispositivi di interruzione in cella chiusa, componenti non infiammabili, impianti o circuiti con limitazioni di energia.

(**) **N.B.:** E’ necessario ricordare che le indicazioni riportate sopra si basano sul tipo di prodotti attualmente utilizzati che ci avete comunicato.

In caso di utilizzo di prodotti diversi dovrà essere verificata l’adeguatezza.


I sensori destinati ad essere utilizzati all’interno di silos o filtri (ad es. i sensori di livello) dovranno avere un doppio ATEX (sia all’interno che all’esterno).

Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 12 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

SEGNALE DI AVVERTIMENTO CHE INDICA LUOGHI IN CUI POTREBBERO FORMARSI ATMOSFERE ESPLOSIVE



Area in cui potrebbero formarsi atmosfere esplosive.
Caratteristiche: triangolare: lettere nere su sfondo giallo con contorno nero (la parte gialla deve occupare almeno il 50% della superficie del cartello).

 <p>Saluzzo (I)</p>	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 14 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

6.1 - Emissione n.1 PERDITA FLANGIA PRESSIONE 80 BAR

L'emissione in questione è un'emissione di SECONDO grado, in quanto può emettere in occasione di guasti ragionevolmente prevedibili. Pertanto non può essere presente durante il funzionamento normale e può verificarsi solo poco frequentemente e per brevi periodi.

6.1.1 – Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

	<i>Denominazione sostanza:</i>	Metano
	<i>Gruppo e Classe di Temperatura:</i>	IIAT1
	<i>Chemical Abstract Service (CAS) Number:</i>	74-82-8
ρ_{Rgas}	<i>Densità relative all'aria del gas :</i>	0,554
ρ_{gas}	<i>Massa Volumica del gas a T_a e P_a [kg/m³]:</i>	0,621
γ	<i>Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):</i>	1,31
LEL_m	<i>Limite inferiore di esplosività (in massa) [kg/m³]:</i>	0,029
LEL_v	<i>Limite inferior di esplosività (in volume) [%]:</i>	4,4
T_b	<i>Temperatura di ebollizione [°C]:</i>	-161,4
P_v	<i>Pressione di Vapore a 40,0°C [Pa]:</i>	33046747
P_v	<i>Pressione di Vapore a 20,0°C [Pa]:</i>	26648594

6.1.2 – Portata di emissione


Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota, avente sezione:

A	<i>Sezione foro di emissione [mm²]:</i>	0,1
----------	--	-----

Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è turbolento o laminare, con la relazione f.GB.4.1-1:

$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

la relazione f.GB.4.1-1 è verificata e quindi il flusso è da considerare TURBOLENTO. La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-2:

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 15 di 47 revision: 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^\beta \right]^{0,5} \frac{P}{\left(\frac{R \cdot T}{M} \right)^{0,5}}$$

Nella quale il rapporto critico è determinato con la seguente relazione, valida per il flusso turbolento:

$$\varphi = 1$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	80,9802
P_a	Pressione atmosferica [Pa]:	100726
c	Coefficiente di efflusso:	0,8
T	Temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
R	Costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
γ	Rapporto tra i calori specifici (C _p /C _v):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g	Portata di emission del gas [kg/s]:	0,0011174
----------------------	-------------------------------------	-----------

6.1.3 – Grado della ventilazione


Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (V_{ex}) di dimensioni trascurabili.

$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v \text{ mix}}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume V_{ex} sono da considerare trascurabili allorchè sono soddisfatte le seguenti condizioni:

in ambienti aperti:

- Per la zona 0: V_{ex} < 1 dm³
- Per la zona 1: V_{ex} < 10 dm³
- Per la zona 2: V_{ex} < (100 * k) dm³, inoltre V_z < 100 dm³

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 16 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

in ambienti chiusi:

- Per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
 - Per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
 - Per la zona 2: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- } inoltre il volume $V_{ex} < 1/10 \text{ 000}$ del volume dell'ambiente V_a

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente relazione:

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot \ln\left(\frac{k \cdot LEL}{X_0}\right)$$

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5

Poichè si è in ambiente aperto, la concentrazione di sostanza pericolosa nell'atmosfera circostante la SE ($X_m\%$) è nulla per definizione.

Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (V_o) avente l'estensione consigliata dalla Norma EN 60079-10 per gli ambienti esterni ($L_o=15 \text{ m}$).

Pertanto risulta quanto segue:

L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	15,0
V_o	Volume da ventilare [m^3]:	3375,0
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [1/s]:	0,01333
t	Tempo di persistenza atmosfera esplosiva [s]:	469


In base a tali assunzioni si calcola:

V_z	Volume esplosivo ipotetico [m^3]:	12,1593
V_{ex}	Volume esplosivo effettivo [m^3]:	0,1787

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: MEDIO.

6.1.4 – Estensione zona pericolosa

Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_o > 10 \text{ m/s}$), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b.

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 17 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

$$d_z = \frac{1650}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot k_z (P \cdot 10^{-5})^{0,5} \cdot M^{-0,4} \cdot A^{0,5}$$

dove:

$$k_z = 0,9 \cdot e^{\frac{76 \cdot X_{m\%}}{M \cdot LEL_v}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:


P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	80,9802
A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	0,1
M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza dz:	0,5
X_{m%}	Concentrazione media ambientale [%]:	---
k_z	Coefficiente correttivo:	1,0

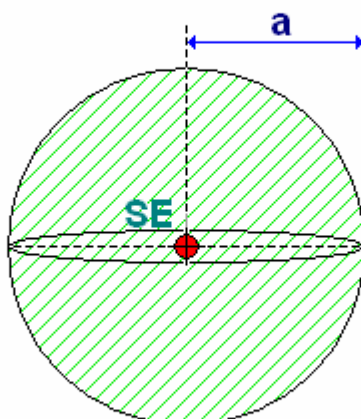
Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

d_z	Distanza pericolosa [m]:	0,7007
----------------------	--------------------------	--------

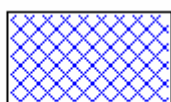
Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE.

La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente figura:

Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	<h2>AREA DI RISCHIO</h2>	number: VRE 330/09 page: 18 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY



Zona 0



Zona 1




Zona 2

Le dimensioni indicate in figura valgono rispettivamente:

a Estensione della zona pericolosa [m]: 0,8

La zona pericolosa (Zona 2), ordinariamente, interessa solamente l'intorno della sorgente di emissione (campo vicino) per una distanza $a=0,8$ m.

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 20 di 47 revision: 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

funzionamento normale e può verificarsi solo poco frequentemente e per brevi periodi.

6.1.1 – Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

	<i>Denominazione sostanza:</i>	Metano
	<i>Gruppo e Classe di temperatura:</i>	IIAT1
	<i>Chemical Abstract Service (CAS) Number:</i>	74-82-8
ρ_{Rgas}	<i>Densità relative all'aria del gas:</i>	0,554
ρ_{gas}	<i>Massa volumica del gas a T_a e P_a [kg/m^3]:</i>	0,621
γ	<i>Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):</i>	1,31
LEL_m	<i>Limite inferiore di esplosibilità (in massa) [kg/m^3]:</i>	0,029
LEL_v	<i>Limite inferior di esplosibilità (in volume) [%]:</i>	4,4
T_b	<i>Temperatura di ebollizione [$^{\circ}C$]:</i>	-161,4
P_v	<i>Pressione di vapore a 40,0$^{\circ}C$ [Pa]:</i>	33046747
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0$^{\circ}C$ [Pa]:</i>	26648594

6.1.2 – Portata di emissione

Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota, avente sezione:

A	<i>Sezione foro di emissione [mm^2]:</i>	0,1
----------	---	-----

Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è turbolento o laminare, con la relazione f.GB.4.1-1:la


$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

la relazione f.GB.4.1-1 è verificata e quindi il flusso è da considerare TURBOLENTO.

La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-2:

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\beta} \right]^{0,5} \frac{P}{\left(\frac{R \cdot T}{M} \right)^{0,5}}$$

Nella quale il rapporto critico è determinato con la seguente relazione, valida per il flusso turbolento:

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 21 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

$$\varphi = 1$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	260,9802
P_a	Pressione atmosferica [Pa]:	100726
c	Coefficiente di efflusso:	0,8
T	Temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
R	Costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
γ	Rapporto tra i calori specifici (C _p /C _v):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g	Portata di emissione del gas [kg/s]:	0,0036012
----------------------	--------------------------------------	-----------

6.1.3 – Grado della ventilazione

Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (V_{ex}) di dimensioni trascurabili.

$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v \text{ mix}}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume V_{ex} sono da considerare trascurabili allorchè sono soddisfatte le seguenti condizioni:

in ambienti aperti:

- Per la zona 0: V_{ex} < 1 dm³
- Per la zona 1: V_{ex} < 10 dm³
- Per la zona 2: V_{ex} < (100 * k) dm³, inoltre V_z < 100 dm³


in ambienti chiusi:

- Per la zona 0: V_{ex} < 1 dm³
- Per la zona 1: V_{ex} < 10 dm³
- Per la zona 2: V_{ex} < 10 dm³



inoltre il volume V_{ex} < 1/10 000 del volume dell'ambiente V_a

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente relazione:

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 22 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot \ln \left(\frac{k \cdot LEL}{X_0} \right)$$

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
LEL_v	Limite inferior di esplodibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5

Poichè si è in ambiente aperto, la concentrazione di sostanza pericolosa nell'atmosfera circostante la SE ($X_m\%$) è nulla per definizione.
Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (V_o) avente l'estensione consigliata dalla Norma EN 60079-10 per gli ambienti esterni ($L_o=15$ m). Pertanto risulta quanto segue:

L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	15,0
V_o	Volume da ventilare [m^3]:	3375,0
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [1/s]:	0,01333
t	Tempo di persistenza in atmosfera esplosiva [s]:	469

In base a tali assunzioni si calcola:

V_z	Volume esplosivo ipotetico [m^3]:	39,1867
V_{ex}	Volume esplosivo effettivo [m^3]:	1,1781

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: MEDIO.

6.1.4 – Estensione zona pericolosa

Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_o > 10$ m/s), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b


$$d_z = \frac{1650}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot k_z (P \cdot 10^{-5})^{0,5} \cdot M^{-0,4} \cdot A^{0,5}$$

dove:

$$k_z = 0,9 \cdot e^{\frac{76 \cdot X_m\%}{M \cdot LEL_v}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	260,9802
-----	---	----------

Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 23 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	0,1
M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza dz:	0,5
X_{m%}	Concentrazione media ambientale [%]:	---
k_z	Coefficiente correttivo:	1,0

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

d_z	Distanza pericolosa [m]:	1,258
----------------------	--------------------------	-------

Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE.

La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente

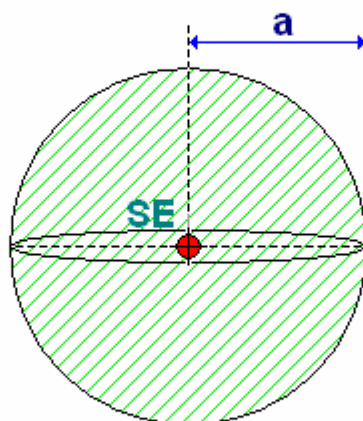
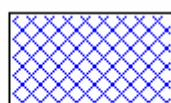


figura:



Zona 0




Zona 1



Zona 2

Le dimensioni indicate in figura valgono rispettivamente:

 Saluzzo (I)	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 25 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

dell'estensione delle zone pericolose nell'ambiente considerato.

6.1 - Emissione n.1 PERDITA VALVOLA 80 BAR – DN < 150mm

L'emissione in questione è un'emissione di SECONDO grado, in quanto può emettere in occasione di guasti ragionevolmente prevedibili. Pertanto non può essere presente durante il funzionamento normale e può verificarsi solo poco frequentemente e per brevi periodi.

6.1.1 – Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

	<i>Denominazione sostanza:</i>	Metano
	<i>Gruppo e classe di temperatura:</i>	IIAT1
	<i>Chemical Abstract Service (CAS) Number:</i>	74-82-8
ρ_{Rgas}	<i>Densità relativa all'aria del gas:</i>	0,554
ρ_{gas}	<i>Massa volumica del gas a T_a e P_a [kg/m^3]:</i>	0,621
γ	<i>Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):</i>	1,31
LEL_m	<i>Limite inferiore di esplosibilità (in massa) [kg/m^3]:</i>	0,029
LEL_v	<i>Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:</i>	4,4
T_b	<i>Temperatura di ebollizione [$^{\circ}C$]:</i>	-161,4
P_v	<i>Pressione di vapore a 40,0$^{\circ}C$ [Pa]:</i>	33046747
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0$^{\circ}C$ [Pa]:</i>	26648594


6.1.2 – Portata di emissione

Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota

A	<i>Sezione fore di emissione [mm^2]:</i>	0,1
----------	---	-----

Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è turbolento o laminare, con la relazione f.GB.4.1-1:

$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 26 di 47 revision: 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

La relazione f.GB.4.1-1 è verificata e quindi il flusso è da considerare TURBOLENTO.

La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-2:

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^\beta \right]^{0,5} \frac{P}{\left(\frac{R \cdot T}{M} \right)^{0,5}}$$

Nella quale il rapporto critico è determinato con la seguente relazione, valida per il flusso turbolento:

$$\varphi = 1$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	80,9802
P_a	Pressione atmosferica [Pa]:	100726
c	Coeficiente di efflusso:	0,8
T	Temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
R	Costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
γ	Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g	Portata di emissione del gas [kg/s]:	0,0011174
----------------------	--------------------------------------	-----------

6.1.3 – Grado della ventilazione


Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (V_{ex}) di dimensioni trascurabili.

$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v \text{ mix}}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume V_{ex} sono da considerare trascurabili allorchè sono soddisfatte le seguenti condizioni:

In ambient aperti:

- Per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 27 di 47 revision: 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

- Per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- Per la zona 2: $V_{ex} < (100 * k) \text{ dm}^3$, inoltre $V_z < 100 \text{ dm}^3$

In ambienti chiusi:

- Per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
 - Per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
 - Per la zona 2: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- } inoltre il volume $V_{ex} < 1/10\ 000$ del volume dell'ambiente V_a

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente relazione:

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot \ln\left(\frac{k \cdot LEL}{X_0}\right)$$

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5

Poichè si è in ambiente aperto, la concentrazione di sostanza pericolosa nell'atmosfera circostante la SE ($X_m\%$) è nulla per definizione.

Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (V_o) avente l'estensione consigliata dalla Norma EN 60079-10 per gli ambienti esterni ($L_o=15 \text{ m}$).


Pertanto risulta quanto segue:

L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	15,0
V_o	Volume da ventilare [m^3]:	3375,0
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [1/s]:	0,01333
t	Tempo di persistenza atmosfera esplosiva [s]:	469

In base a tali assunzioni si calcola:

V_z	Volume esplosivo ipotetico [m^3]:	12,1593
V_{ex}	Volume esplosivo effettivo [m^3]:	0,1787

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: MEDIO.

 etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 28 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

6.1.4 – Estensione zona pericolosa

Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_0 > 10 \text{ m/s}$), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b.

$$d_z = \frac{1650}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot k_z (P \cdot 10^{-5})^{0,5} \cdot M^{-0,4} \cdot A^{0,5}$$

dove:

$$k_z = 0,9 \cdot e^{\frac{76 \cdot X_{m\%}}{M \cdot LEL_v}}$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:


P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	80,9802
A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	0,1
M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza dz:	0,5
X_{m%}	Concentrazione media ambientale [%]:	---
k_z	Coefficiente correttivo:	1,0

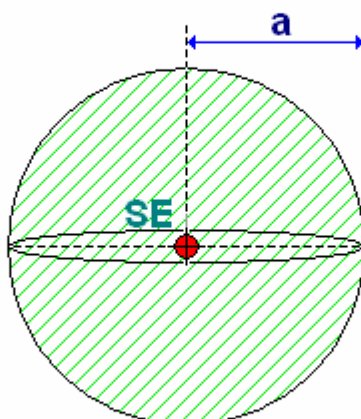
Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

d_z	Distanza pericolosa [m]:	0,7007
----------------------	--------------------------	--------

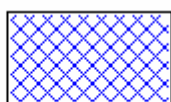
Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE.

La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente figura:

Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 29 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY



Zona 0



Zona 1




Zona 2

Le dimensioni indicate in figura valgono rispettivamente:

a Estensione della zona pericolosa [m]: 0,8

La zona pericolosa (Zona 2), ordinariamente, interessa solamente l'intorno della sorgente di emissione (campo vicino) per una distanza $a=0,8$ m.

 Saluzzo (I) etea SICUREZZA	<h2 style="margin: 0;">AREA DI RISCHIO</h2>	number: VRE 330/09 page: 31 di 47 revision: 0
	<h3 style="margin: 0;">Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano</h3>	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

6.1 - Emissione n.1 PERDITA VALVOLA 80 BAR. DIAMETRO TUBO >150mm

L'emissione in questione è un'emissione di SECONDO grado, in quanto può emettere in occasione di guasti ragionevolmente prevedibili. Pertanto non può essere presente durante il funzionamento normale e può verificarsi solo poco frequentemente e per brevi periodi.

6.1.1 – Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

	<i>Denominazione sostanza:</i>	Metano
	<i>Gruppo e Classe di temperatura:</i>	IIAT1
	<i>Chemical Abstract Service (CAS) Number:</i>	74-82-8
ρ_{Rgas}	<i>Densità relativa all'aria del gas:</i>	0,554
ρ_{gas}	<i>Massa volumica del gas a T_a e P_a [kg/m^3]:</i>	0,621
γ	<i>Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):</i>	1,31
LEL_m	<i>Limite inferiore di esplodibilità (in massa) [kg/m^3]:</i>	0,029
LEL_v	<i>Limite inferiore di esplodibilità (in volume) [%]:</i>	4,4
T_b	<i>Temperatura di ebollizione [°C]:</i>	-161,4
P_v	<i>Pressione di vapore a 40,0°C [Pa]:</i>	33046747
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0°C [Pa]:</i>	26648594

6.1.2 – Portata di emissione


Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota, avente sezione:

A	<i>Sezione foro di emissione [mm^2]:</i>	2,5
----------	---	-----

Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è turbolento o laminare, con la relazione f.GB.4.1-1:

$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

La relazione f.GB.4.1-1 è verificata e quindi il flusso è da considerare TURBOLENTO. La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-2:

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 32 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^\beta \right]^{0,5} \frac{P}{\left(\frac{R \cdot T}{M} \right)^{0,5}}$$

Nella quale il rapporto critico è determinato con la seguente relazione, valida per il flusso turbolento:

$$\varphi = 1$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	80,9802
P_a	Pressione atmosferica [Pa]:	100726
c	Coefficiente di efflusso:	0,8
T	Temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
R	Costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
γ	Rapporto tra i calori specifici (C _p /C _v):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g	Portata di emission del gas [kg/s]:	0,0279358
----------------------	-------------------------------------	-----------

6.1.3 – Grado della ventilazione


Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (V_{ex}) di dimensioni trascurabili.

$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v \text{ mix}}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume V_{ex} sono da considerare trascurabili allorchè sono soddisfatte le seguenti condizioni:

In ambienti aperti:

- Per la zona 0: V_{ex} < 1 dm³
- Per la zona 1: V_{ex} < 10 dm³
- Per la zona 2: V_{ex} < (100 * k) dm³, inoltre V_z < 100 dm³

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 33 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

In ambienti chiusi:

- Per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
 - Per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
 - Per la zona 2: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- } inoltre il volume $V_{ex} < 1/10\ 000$ del volume dell'ambiente V_a

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente relazione:

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot \ln\left(\frac{k \cdot LEL}{X_0}\right)$$

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5

Poichè si è in ambiente aperto, la concentrazione di sostanza pericolosa nell'atmosfera circostante la SE ($X_m\%$) è nulla per definizione.

Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (V_o) avente l'estensione consigliata dalla Norma EN 60079-10 per gli ambienti esterni ($L_o=15 \text{ m}$).

Pertanto risulta quanto segue


L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	15,0
V_o	Volume da ventilare [m^3]:	3375,0
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [1/s]:	0,01333
t	Tempo di persistenza atmosfera esplosiva [s]:	469

In base a tali assunzioni si calcola:

V_z	Volume esplosivo ipotetico [m^3]:	303,983
V_{ex}	Volume esplosivo effettivo [m^3]:	25,8616

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: MEDIO.

6.1.4 – Estensione zona pericolosa

Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 34 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_0 > 10 \text{ m/s}$), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b

$$d_z = \frac{1650}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot k_z (P \cdot 10^{-5})^{0,5} \cdot M^{-0,4} \cdot A^{0,5}$$

dove:

$$k_z = 0,9 \cdot e^{\frac{76 \cdot X_{m\%}}{M \cdot LEL_v}}$$


P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	80,9802
A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	2,5
M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
LEL_v	Limite inferior di esplodibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza dz:	0,5
X_{m%}	Concentrazione media ambientale [%]:	---
k_z	Coefficiente correttivo:	1,0

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

d_z	Distanza pericolosa [m]:	3,5037
----------------------	--------------------------	--------

Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE.

La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente figura:

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 37 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

6.1.1 – Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

	<i>Denominazione sostanza:</i>	Metano
	<i>Gruppo e Classe di temperatura:</i>	IIAT1
	<i>Chemical Abstract Service (CAS) Number:</i>	74-82-8
ρ_{Rgas}	<i>Densità relativa all'aria del gas:</i>	0,554
ρ_{gas}	<i>Massa volumica del gas a T_a e P_a [kg/m^3]:</i>	0,621
γ	<i>Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):</i>	1,31
LEL_m	<i>Limite inferiore di esplosibilità (in massa) [kg/m^3]:</i>	0,029
LEL_v	<i>Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:</i>	4,4
T_b	<i>Temperatura di ebollizione [$^{\circ}C$]:</i>	-161,4
P_v	<i>Pressione di vapore a 40,0$^{\circ}C$ [Pa]:</i>	33046747
P_v	<i>Pressione di vapore a 20,0$^{\circ}C$ [Pa]:</i>	26648594

6.1.2 – Portata di emissione

Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota, avente sezione:

A	<i>Sezione foro di emissione [mm^2]:</i>	0,1
----------	---	-----


Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è turbolento o laminare, con la relazione f.GB.4.1-1:

$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

La relazione f.GB.4.1-1 è verificata e quindi il flusso è da considerare TURBOLENTO. La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-2:

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\beta} \right]^{0,5} \frac{P}{\left(\frac{R \cdot T}{M} \right)^{0,5}}$$

Nella quale il rapporto critico è determinato con la seguente relazione, valida per il flusso turbolento:

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 38 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

$$\varphi = 1$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	260,9802
P_a	Pressione atmosferica [Pa]:	100726
c	Coefficiente di efflusso:	0,8
T	Temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
R	Costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
γ	Rapporto tra i calori specifici (C _p /C _v):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g	Portata di emission del gas [kg/s]:	0,0036012
----------------------	-------------------------------------	-----------

6.1.3 – Grado della ventilazione

Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (V_{ex}) di dimensioni trascurabili.

$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v\ mix}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume V_{ex} sono da considerare trascurabili allorchè sono soddisfatte le seguenti condizioni:


In ambienti aperti:

- Per la zona 0: V_{ex} < 1 dm³
- Per la zona 1: V_{ex} < 10 dm³
- Per la zona 2: V_{ex} < (100 * k) dm³, inoltre V_z < 100 dm³

In ambienti chiusi:

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> · Per la zona 0: V_{ex} < 1 dm³ · Per la zona 1: V_{ex} < 10 dm³ · Per la zona 2: V_{ex} < 10 dm³ | } | inoltre il volume V _{ex} < 1/10 000 del volume dell'ambiente V _a |
|---|---|--|

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 39 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

relazione:

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot \ln\left(\frac{k \cdot LEL}{X_0}\right)$$

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5

Poichè si è in ambiente aperto, la concentrazione di sostanza pericolosa nell'atmosfera circostante la SE ($X_m\%$) è nulla per definizione.

Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (V_o) avente l'estensione consigliata dalla Norma EN 60079-10 per gli ambienti esterni ($L_o=15$ m).

Pertanto risulta quanto segue:

L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	15,0
V_o	Volume da ventilare [m ³]:	3375,0
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [1/s]:	0,01333
t	Tempo di persistenza atmosfera esplosiva [s]:	469

in base a tali assunzioni si calcola:

V_z	Volume esplosivo ipotetico [m ³]:	39,1867
V_{ex}	Volume esplosivo effettivo [m ³]:	1,1781

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: MEDIO.

6.1.4 – Estensione zona pericolosa


Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_o > 10$ m/s), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b.

$$d_z = \frac{1650}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot k_z (P \cdot 10^{-5})^{0,5} \cdot M^{-0,4} \cdot A^{0,5}$$

dove:

$$k_z = 0,9 \cdot e^{\frac{76 \cdot X_m\%}{M \cdot LEL_v}}$$

P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	260,9802
A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	0,1

Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 40 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

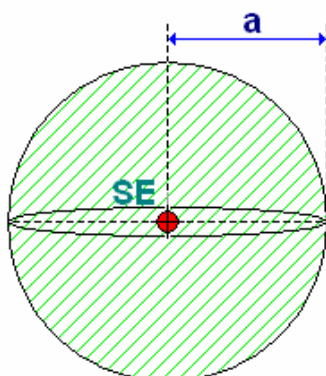
M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
LEL_v	Limite inferior di esplodibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza dz:	0,5
X_{m%}	Concentrazione media ambientale [%]:	---
k_z	Coefficiente correttivo:	1,0

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

d_z	Distanza pericolosa [m]:	1,258
----------------------	--------------------------	-------

Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE.

La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente figura:



Zona 0



Zona 1




Zona 2

Le dimensioni indicate in figura valgono rispettivamente:

a	Estensione della zona pericolosa [m]:	1,5
----------	---------------------------------------	-----

La zona pericolosa (Zona 2), ordinariamente, interessa solamente l'intorno della sorgente di emissione (campo vicino) per una distanza a=1,5 m.

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 42 di 47 revision 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

dell'estensione delle zone pericolose nell'ambiente considerato.

6.1 - Emissione n.1 PERDITA VALVOLA 260 BAR – DN > 150mm

L'emissione in questione è un'emissione di SECONDO grado, in quanto può emettere in occasione di guasti ragionevolmente prevedibili. Pertanto non può essere presente durante il funzionamento normale e può verificarsi solo poco frequentemente e per brevi periodi.

6.1.1 – Caratteristiche della sostanza

Le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza pericolosa considerata sono riassunte nel seguito:

<i>Denominazione sostanza:</i>	Metano
<i>Gruppo e Classe di temperatura:</i>	IIAT1
<i>Chemical Abstract Service (CAS) Number:</i>	74-82-8
ρ_{Rgas} <i>Densità relativa all'aria del gas:</i>	0,554
ρ_{gas} <i>Massa volumica del gas a T_a e P_a [kg/m³]:</i>	0,621
γ <i>Rapporto tra i calori specifici (C_p/C_v):</i>	1,31
LEL_m <i>Limite inferior di esplodibilità (in massa) [kg/m³]:</i>	0,029
LEL_v <i>Limite inferior di esplodibilità (in volume) [%]:</i>	4,4
T_b <i>Temperatura di ebollizione [°C]:</i>	-161,4
P_v <i>Pressione di vapore a 40,0°C [Pa]:</i>	33046747
P_v <i>Pressione di vapore a 20,0°C [Pa]:</i>	26648594

6.1.2 – - Portata di emissione


Si tratta di un getto di gas emesso in atmosfera attraverso un foro di dimensione nota, avente sezione:

A <i>Sezione foro di emissione [mm²]:</i>	2,5
---	-----

Per la valutazione della portata di emissione, dapprima si verifica se il flusso è turbolento o laminare, con la relazione f.GB.4.1-1:

$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

La relazione f.GB.4.1-1 è verificata e quindi il flusso è da considerare TURBOLENTO. La portata di emissione Q_g si calcola con la relazione f.GB.4.1-2:

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 43 di 47 revision: 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^\beta \right]^{0,5} \frac{P}{\left(\frac{R \cdot T}{M} \right)^{0,5}}$$

Nella quale il rapporto critico è determinato con la seguente relazione, valida per il flusso turbolento:

$$\varphi = 1$$

sostituendo nelle relazioni i dati noti:

M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	260,0
P_a	Pressione atmosferica [Pa]:	100726
c	Coefficiente di efflusso:	0,8
T	Temperatura della sostanza pericolosa [°C]:	20
R	costante universale dei gas [J/kmol K]:	8314
γ	Rapporto tra i calori specifici (C _p /C _v):	1,31

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente emissione di gas:

Q_g	Portata di emission del gas [kg/s]:	0,0896923
----------------------	-------------------------------------	-----------

6.1.3 – Grado della ventilazione


Il grado della ventilazione è definito MEDIO quando è soddisfatta la seguente relazione (rel. f.5.10.3-16), in caso contrario il grado della ventilazione è BASSO. Inoltre, il grado della ventilazione è definito ALTO quando, oltre ad essere soddisfatta la condizione di cui sopra, la SE produce una miscela esplosiva (V_{ex}) di dimensioni trascurabili.

$$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{v \text{ mix}}}{f_a}$$

Le dimensioni del volume V_{ex} sono da considerare trascurabili allorchè sono soddisfatte le seguenti condizioni:

In ambienti aperti:

- Per la zona 0: V_{ex} < 1 dm³
- Per la zona 1: V_{ex} < 10 dm³
- Per la zona 2: V_{ex} < (100 * k) dm³, inoltre V_z < 100 dm³

	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	page: 44 di 47 revision: 0
		date: 26.07.2010 DO NOT COPY

In ambienti chiusi:

- Per la zona 0: $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
 - Per la zona 1: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
 - Per la zona 2: $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- } inoltre il volume $V_{ex} < 1/10\ 000$ del volume dell'ambiente V_a

Per le emissioni non di grado continuo, il tempo di persistenza (t) si calcola con la seguente relazione:

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot \ln \left(\frac{k \cdot LEL}{X_0} \right)$$

f_a	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
f_{SE}	Fattore di efficacia della ventilazione:	2,0
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k	Coefficiente di sicurezza:	0,5

Poichè si è in ambiente aperto, la concentrazione di sostanza pericolosa nell'atmosfera circostante la SE ($X_m\%$) è nulla per definizione. Per la valutazione del grado di ventilazione si è considerato un volume da ventilare (V_o) avente l'estensione consigliata dalla Norma EN 60079-10 per gli ambienti esterni ($L_o=15 \text{ m}$). Pertanto risulta quanto segue:

L_o	Lato del volume da ventilare [m]:	15,0
V_o	Volume da ventilare [m^3]:	3375,0
C	Numero di ricambi d'aria nel volume considerato [1/s]:	0,01333
t	Tempo di persistenza atmosfera esplosiva [s]:	469


In base a tali assunzioni

V_z	Volume esplosivo ipotetico [m^3]:	975,9868
V_{ex}	Volume esplosivo effettivo [m^3]:	147,2622

In definitiva, in considerazione dell'estensione del volume esplosivo e del tempo di persistenza, il grado di ventilazione può essere assunto: MEDIO.

6.1.4 – Estensione zona pericolosa

Poiché l'emissione del getto avviene ad alta velocità ($U_o > 10 \text{ m/s}$), la distanza d_z dalla SE alla quale la sostanza pericolosa può essere considerata diluita ad un livello non pericoloso è calcolata con la relazione f.GB.5.1-5b

 etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 45 di 47 revision: 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

$$d_z = \frac{1650}{k_{dz} \cdot LEL_v} \cdot k_z (P \cdot 10^{-5})^{0,5} \cdot M^{-0,4} \cdot A^{0,5}$$

dove:

$$k_z = 0,9 \cdot e^{\frac{76 \cdot X_{m\%}}{M \cdot LEL_v}}$$


P	Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento [bar]:	260,0
A	Sezione foro di emissione [mm ²]:	2,5
M	Massa molare [kg/mol]:	16,19
LEL_v	Limite inferiore di esplosibilità (in volume) [%]:	4,4
k_{dz}	Coefficiente di sicurezza per la distanza dz:	0,5
X_{m%}	Concentrazione media ambientale [%]:	---
k_z	Coefficiente correttivo:	1,0

Dalla relazione di cui sopra, si ottiene la seguente estensione della zona pericolosa:

d_z	Distanza pericolosa [m]:	6,278
----------------------	--------------------------	-------

Per quanto riguarda la forma della zona pericolosa, si è scelta una forma sferica al centro della quale è posta la SE.

La zona pericolosa nell'intorno della SE è schematicamente illustrata nella seguente figura:

Saluzzo (I)  etea SICUREZZA	AREA DI RISCHIO	number: VRE 330/09 page: 47 di 47 revision 0
	Documento sulla protezione dalle esplosioni di gas metano	date: 26.07.2010 DO NOT COPY

Aree pericolose_Unità 04	101SBP-00-PSA-RE-02000_V00_ATT 4
Aree pericolose_Unità 05	101SBP-00-PSA-RE-02000_V00_ATT 5
Aree pericolose_Unità 19	101SBP-00-PSA-RE-02000_V00_ATT 6
Planimetria Classificazione Aree	101SBP-00-PSA-RE-02000_V00_ATT 7