





**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

## INDICE

<b>1</b>	<b>OGGETTO E SCOPO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
3.1	IL QUADRO NORMATIVO APPLICABILE .....	5
3.2	CONTENUTI E STRUTTURA DEL DOCUMENTO .....	5
<b>4</b>	<b>LO STABILIMENTO E L'ATTIVITA' PRODUTTIVA .....</b>	<b>6</b>
4.1	GENERALITÀ.....	6
4.2	IL SISTEMA GAS NATURALE.....	8
<b>5</b>	<b>IL METODO DI LAVORO .....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI POSSIBILI SCENARI INCIDENTALI E VALUTAZIONE DELLE RELATIVE CONSEGUENZE.....</b>	<b>13</b>
6.1	GENERALITÀ.....	13
6.2	RILASCIO DI METANO PER PERDITA SIGNIFICATIVA DA CONDOTTA, DA FLANGE, ROTTURA DI STACCHI .....	14
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>16</b>

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	2	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

## 1 OGGETTO E SCOPO

Il presente documento riepiloga i risultati dello studio condotto per l'individuazione dei danni conseguenti a rilascio significativo di gas metano in sala macchine della centrale Rosen di Rosignano Solvay (LI).

Con tale studio è stato recepito il suggerimento espresso dal Gruppo di Verifica Ispettiva di cui al Rapporto Conclusivo del dicembre 2002 in merito alla valutazione dei possibili danni derivanti da rilascio di metano ed eventuale conseguente esplosione parzialmente confinata.

Degli eventi incidentali considerati sono stati calcolati i possibili danni a prescindere dalle frequenze di accadimento degli eventi stessi.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	3	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### RAPPORTI TECNICI DI VALUTAZIONE

- [1] ICARO S.r.l., “ROSEN S.p.A. Stabilimento di Rosignano – Dichiarazione di non aggravio di rischio relativa alla installazione di stazione di riduzione e misura gas naturale per l'alimentazione a stazione turbogas - Relazione tecnica”, gennaio 1996
- [2] ICARO S.r.l., “Solvay S.A. Stabilimento di Rosignano – Dichiarazione di non aggravio di rischio relativa alla installazione di una centrale di cogenerazione turbogas a recupero termico”, febbraio 1997
- [3] P. Nider, “Rosen Rosignano Energia S.p.A. Italia Stabilimento di Rosignano – Sistema gasolio. Studio di rischio”, ottobre 2000
- [4] Rosen Rosignano Energia S.p.A., “Documento di Valutazione dei Rischi di Incidente Rilevante – (Ex D.Lgs. 334/99)”, Novembre 2002
- [5] Regione Toscana – Dipartimento Politiche Territoriali e Ambientali, “Rapporto conclusivo visite ispettive presso Rosen Rosignano Energia S.p.A.”, prot. N°104/5030/28.03 del 6/2/2003

### ALTRI DOCUMENTI

- [A] “P&Id Sistema Gasolio” disegno n°9501200P0228 fg1 di 1
- [B] “P&Id Fuel Oil System (code MBN)” disegno n°95012A2P0011 fg1 di 3
- [C] “P&Id Fuel Oil System (code MBN)” disegno n°95012A2P0011 fg2 di 3
- [D] “P&Id Fuel Oil System (code MBN)” disegno n°95012A2P0011 fg3 di 3
- [E] “P&Id Sistema Metano” disegno 9501200p0230 fg1 di 2
- [F] “P&Id Sistema Metano” disegno 9501200p0230 fg2 di 2
- [G] “P&Id Fuel Gas System” disegno 95012°2P0010 fg1 di 1
- [H] Disegno Tormene n°3716S001

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	4	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



### 3 PREMESSA

#### 3.1 Il quadro normativo applicabile

L'Azienda rientra nel campo di applicazione dell'art. 6 del D.Lgs 334/99 "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose" per la presenza di gasolio come combustibile di riserva in quantità superiore a quella indicata nella colonna 2 relativa alla parte 2 dell'Allegato I del decreto.

#### 3.2 Contenuti e struttura del documento

La Società Solvay S.p.A. ha compiuto negli anni 1996 e 1997 valutazioni di non aggravio del rischio di incidente rilevante in conseguenza rispettivamente alla installazione di una stazione di riduzione e misura del gas naturale di alimentazione della stazione turbogas e alla installazione di una centrale di cogenerazione turbogas a recupero termico; con la successiva cessione di detti impianti alla società ROSEN S.p.A. è stata trasmessa anche tutta la documentazione tecnica ad essi inerente, inclusi i suddetti rapporti di valutazione [1] [2].

Nel corso dell'anno 2000 la Società Rosen ha provveduto ad effettuare uno studio di rischio specifico per il sistema gasolio [3].

Nel 2002 la Società Rosen, riepilogando tutte le risultanze degli studi di rischio, ha anche stilato un documento relativo alla valutazione dei rischi di incidente rilevante [4].

Infine, a seguito dei suggerimenti espressi dal Gruppo di Verifica Ispettiva, di cui al Rapporto Conclusivo del dicembre 2002 ([5]), è stato sviluppato uno studio per l'individuazione dei danni conseguenti a rilascio significativo di gas metano, descritto nel presente documento.

Il presente documento è articolato in due parti: nella prima parte dello studio si ripete una sintetica descrizione del processo produttivo e degli impianti che concorrono a realizzarlo, quindi nella seconda parte si descrive l'evento considerato e le relative possibili conseguenze.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	5	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



## 4 LO STABILIMENTO E L'ATTIVITA' PRODUTTIVA

### 4.1 Generalità

La Società ROSEN ha installato e gestisce a Rosignano Solvay (LI), all'interno dello stabilimento SOLVAY, un impianto, presso il quale operano 30 persone con rapporto di lavoro di tipo subordinato, per la cogenerazione di vapore e di energia elettrica costituito dalle seguenti apparecchiature:

- due turbine a gas naturale, ciascuna di potenza nominale pari a 150 MW, che utilizzano come combustibile principale gas naturale e come combustibile di emergenza olio distillato (gasolio),
- due caldaie a recupero,
- una turbina a vapore, di potenza massima 82 MW,
- un condensatore,
- sistemi ausiliari.

L'impianto fornisce energia termica alle utenze dello stabilimento SOLVAY sotto forma sia di vapore a 14 bar e 270°C di temperatura, che di vapore a 40 bar e 420°C di temperatura, per una portata complessiva variabile fra 220 t/h e 465 t/h.

Le due caldaie a recupero, che utilizzano i gas combusti provenienti dalle due turbine a gas, sono di tipo orizzontale e producono vapore a tre livelli di pressione: 70 bar, 16 bar, 3 bar.

Il condensatore è raffreddato a ciclo chiuso con l'acqua proveniente dalle torri refrigeranti, che è reintegrata con acqua di mare (1600 m<sup>3</sup>/h) proveniente dalla rete di distribuzione dello stabilimento SOLVAY.

L'energia elettrica generata è resa disponibile alla rete nazionale GRTN alla tensione di 132 kV e 380 kV.

I seguenti fluidi ausiliari sono forniti direttamente dalle reti dello stabilimento SOLVAY:

- acqua di mare,
- acqua demineralizzata,
- acqua industriale,
- azoto,
- acqua antincendio.

L'attività ROSEN si esplica anche in altre zone esterne all'area della centrale di cogenerazione propriamente detta, e collegate a questa solamente attraverso l'impiantistica di servizio; tali aree esterne sono:

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	6	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

Sottostazione metano: è la zona in cui avviene la riduzione di pressione del gas naturale proveniente dal metanodotto SNAM; tramite una tubazione di circa 300 m la sottostazione alimenta le due turbine.

La sottostazione è costituita, nelle sue parti essenziali, da un giunto isolante monoblocco in ingresso, 2 filtri, un sistema di misura fiscale, una centrale termica (due caldaie da 1700 Mcal ed una caldaia da 170 Mcal/h alimentate a gas) per il preriscaldamento del metano, un sistema di riduzione basato su due linee distinte, un giunto isolante all'esterno della stazione di riduzione ed un giunto dielettrico prima che la linea sia interrata.

La tubazione per la distribuzione del gas è realizzata in acciaio al carbonio e transita interrata dalla cabina di riduzione fino in prossimità dell'edificio sala macchine, poi fuori terra fino alla zona della sala macchine turbogas passando sopra il tetto dell'edificio, quindi internamente all'edificio fino al fronte bruciatori delle turbine a gas; tutte le giunzioni della tubazione sono saldate.

Sottostazione gasolio: è l'area in cui avvengono tutte le operazioni inerenti lo stoccaggio del gasolio ed è costituita da un serbatoio predisposto attraverso un sistema di blocco per alto livello per la capacità massima di 1725 t e da una baia di scarico delle autocisterne, con serbatoio interrato di raccolta della capacità di circa 125 t.

Una stazione di pompaggio alimenta una tubazione della lunghezza di circa 1000 m in parte su pista ed in parte interrata che arriva nel serbatoio di accumulo situato in centrale.

Il quantitativo massimo di gasolio trattato è 1980 t.

Sottostazione elettrica: area da cui l'energia elettrica prodotta è consegnata alla rete di trasmissione nazionale GRTN ai livelli di tensione 380 kV e 132 kV.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	7	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



## 4.2 Il Sistema Gas Naturale

Il gas naturale necessario per la combustione è prelevato dalla rete SNAM, attualmente esercita ad una pressione di circa 41 bar. Le 2 turbine a gas richiedono il gas ad una pressione di 19 bar. È pertanto presente una stazione di riduzione, regolazione nonché misura fiscale del gas metano, di cui al paragrafo precedente, composta fondamentalmente da:

- Filtro a coalescenza
- Sistema di riscaldamento (per mantenere la temperatura del gas ad una temperatura non inferiore ai 5 C)
- Sistema di misura fiscale
- Valvole di riduzione
- Valvole di intercettazione automatiche
- Valvola per l'intercettazione manuale in emergenza
- Condotte

La tubazione del gas metano dopo la stazione di regolazione e misura procede interrata, salvo un breve tratto dove scavalca la strada interna di stabilimento, fino in prossimità dell'edificio sala macchine, dove ritorna fuori terra per salire, esternamente, sul tetto dell'edificio sala macchine; infine la tubazione, dal tetto entra nella sala macchine e dopo un primo tratto da 12'', ubicato nella parte alta dell'edificio, si divide e con due tratti da 6'' raggiunge le 2 turbogas.

La principale regolazione del sistema è data dal controllo della pressione in uscita dalla stazione di regolazione. Tale regolazione viene effettuata a valle della misura fiscale, in modo da poter essere modificata, anche durante l'esercizio, per ottimizzare l'efficienza dell'impianto. Il sistema di regolazione della pressione è basato su 2 linee in parallelo, ciascuna dimensionata per il 125% della portata; una linea è in servizio continuo mentre la seconda interviene automaticamente in caso di fallimento della prima. Ogni linea è costituita essenzialmente da una valvola "monitor" regolata in modo tale da non permettere una eccessiva sovrappressione a valle della regolazione dovuta a cattivo funzionamento del regolatore principale.

Qualora la linea principale vada in fail in chiusura, la seconda linea, il cui regolatore è tarato ad una pressione più bassa, interviene per mantenere una pressione sufficiente ad alimentare il turbogas. Queste valvole di regolazione sono del tipo autoregolante ed usano come fluido di controllo lo stesso metano.

Per poter assicurare una pressione di 17.5 barg in tutte le condizioni di carico del turbogas è necessario inserire una regolazione fine a monte della flangia di ingresso del turbogas stesso. Questa regolazione

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	8	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	Valutazione danni da rilascio significativo di gas metano: rilascio in sala macchine OGGETTO / SUBJECT	<b>Rosen S.p.A.</b> CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

(una per macchina) viene effettuata attraverso una valvola di regolazione controllata dalla pressione a valle della valvola stessa.

Tutta la tubazione presenta giunzioni effettuate con saldatura, limitando l'impiego di flange al minimo indispensabile. La protezione della zona interrata è essenzialmente affidata a scelte progettuali di protezione passiva (interramento, difesa dalla corrosione, difesa dalle sollecitazioni meccaniche) e prevenzione (distanza da altre potenziali zone di rischio). Anche nella zona fuori terra ci si è affidati a scelte progettuali di prevenzione (distanza di sicurezza da altre potenziali zone di rischio, transito sul tetto in cemento armato dell'edificio elettrico). La protezione attiva è affidata alla possibilità di intercettare manualmente, da posizione sicura, l'efflusso di gas che potrebbe scaturire da eventuali rotture.

Anche nella zona interna dell'edificio sala macchine turbogas fino al fronte bruciatori delle turbine a gas, per quanto attiene alla tubazione di alimentazione metano ci si è affidati a scelte progettuali di prevenzione (distanza da altre zone di rischio, con particolare riferimento a concentrazioni di materiali combustibili quali olii di lubrificazione, concentrazioni di cavi elettrici, quadri elettrici e impiego di flange limitate al minimo e solo nel tratto da 6'').

Per quanto attiene la protezione attiva, sono previsti dispositivi automatici (di tipo fail-safe) e manuali idonei ad intercettare la tubazione di adduzione del gas alle turbine ed a scaricare, sempre automaticamente, all'atmosfera il gas presente nelle tubazioni; lo scarico all'atmosfera avviene, comunque, al di sopra del tetto in una zona lontana da aperture e da rischi di innesco.

L'intercettazione automatica delle linee è generata a seguito di blocchi di impianto che determinano anche l'apertura automatica delle valvole di sfiato all'atmosfera, le quali a loro volta permettono la depressurizzazione del tratto di linea che dal tetto della sala macchine conduce sino alle due turbine a gas; in particolare, le valvole di blocco automatiche sono situate sulle linee di adduzione del gas al turbogas, sia sul tetto dell'edificio che prima dell'ingresso ai bruciatori.

Sulla tubazione principale del metano, prima che quest'ultima salga sul tetto dell'edificio sala macchine è sistemata, in posizione facilmente raggiungibile e segnalata, una valvola di intercettazione manuale del gas, da utilizzarsi in caso di emergenza.

Lo schema semplificato del piping del sistema metano è riportato in Figura 4.2-1.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	9	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

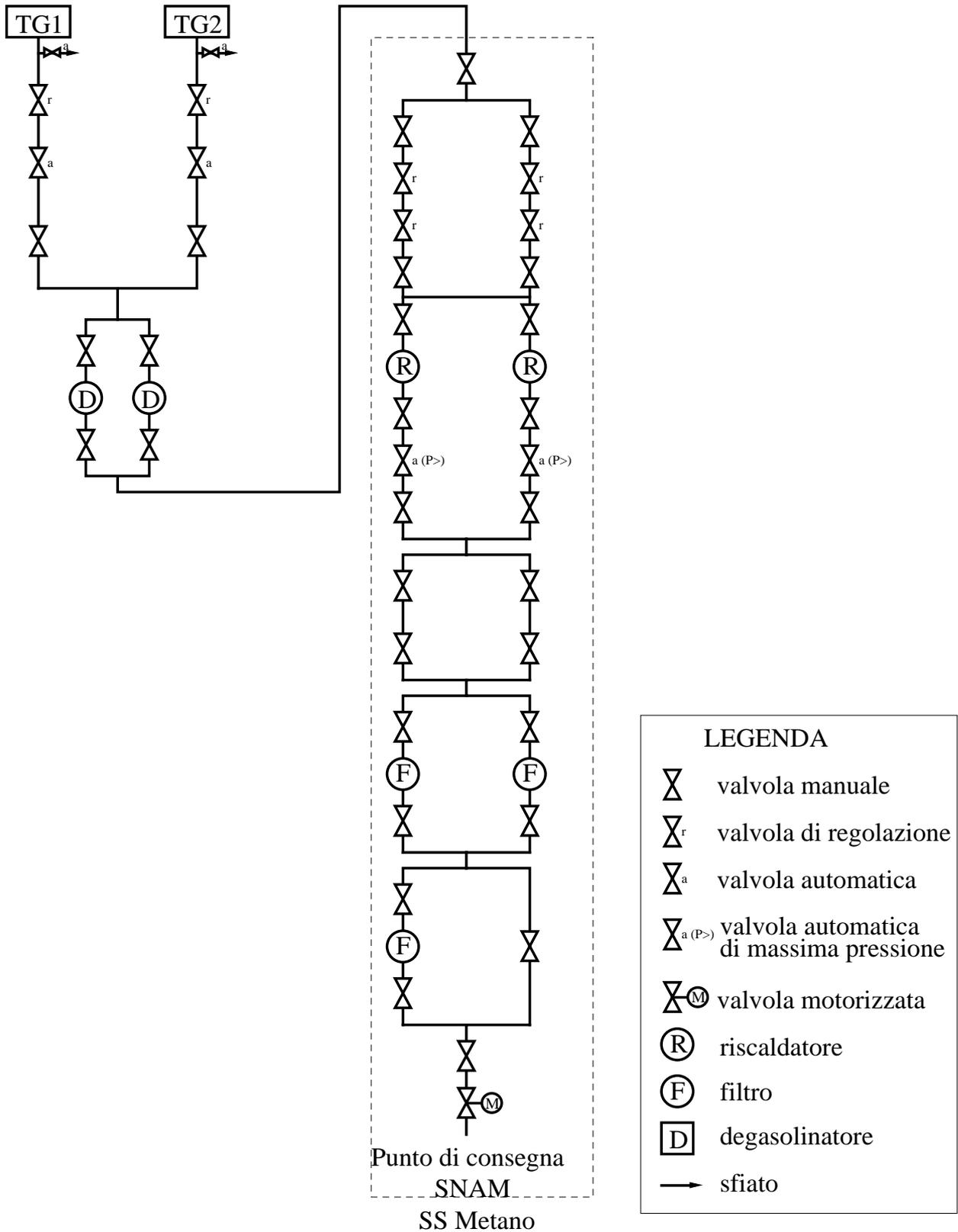


Figura 4.2-1

Ciascun gruppo turbogas è dotato di un sistema di protezioni automatiche e di allarme. Le azioni di protezione sono in particolare:

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	10	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

- Shut-down automatico
- Stacco della eccitazione
- Blocco valvola alimentazione olio combustibile
- Blocco valvola alimentazione gas combustibile
- Allarme

Nel locale turbogas è stato inoltre installato un sistema di ventilazione forzata realizzato mediante 6 torrini ubicati sul tetto, 2 dei quali vengono mantenuti sempre in funzione. La ventilazione forzata è realizzata in modo da generare un flusso di aria che entrando attraverso le aperture ubicate nella parte bassa delle pareti perimetrali e fluendo verso la sommità dell'edificio determina un lavaggio omogeneo dell'atmosfera confinata all'interno della sala macchine, evitando, in caso di perdite, la formazione di sacche di gas.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	11	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

## 5 IL METODO DI LAVORO

Come per gli studi precedenti, per la valutazione dei danni, in questo caso conseguenti esclusivamente il rilascio di metano, sono state utilizzate diverse tecniche concatenate opportunamente e tali da costituire un “metodo di lavoro”, composto dalle seguenti fasi:

- Identificazione delle modalità di rilascio di riferimento (modello sorgente)
- Identificazione degli scenari incidentali
- Valutazione delle conseguenze connesse ai diversi scenari

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	12	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



## 6 ANALISI DEI POSSIBILI SCENARI INCIDENTALI E VALUTAZIONE DELLE RELATIVE CONSEGUENZE

### 6.1 Generalità

Dallo studio già effettuato [1] risulta che il sistema dispone di protezioni tali da rendere praticamente irrilevante il rischio di rilascio di gas naturale per sovrappressione a causa di malfunzionamento dei sistemi di riduzione, per cui l'evento incidentale analizzato ai fini della valutazione del rischio di incidente rilevante (studio dei top events) è il seguente:

rilascio di metano per 15' (tempo ipotizzato che intercorre fra l'incidente e l'intercettazione completa del gas nella condotta) dalla linea che transita internamente alla sala macchine verso il fronte bruciatori delle turbine a gas, nel tratto in cui tale condotta ha un diametro di 6'', in conseguenza alla formazione di una fessura di dimensioni equivalenti al 20% del diametro della condotta stessa

Sono state poi valutate, per fissate condizioni di riferimento a prescindere dalla probabilità di accadimento dell'incidente, le conseguenze dell'evento incidentale ritenuto più significativo.

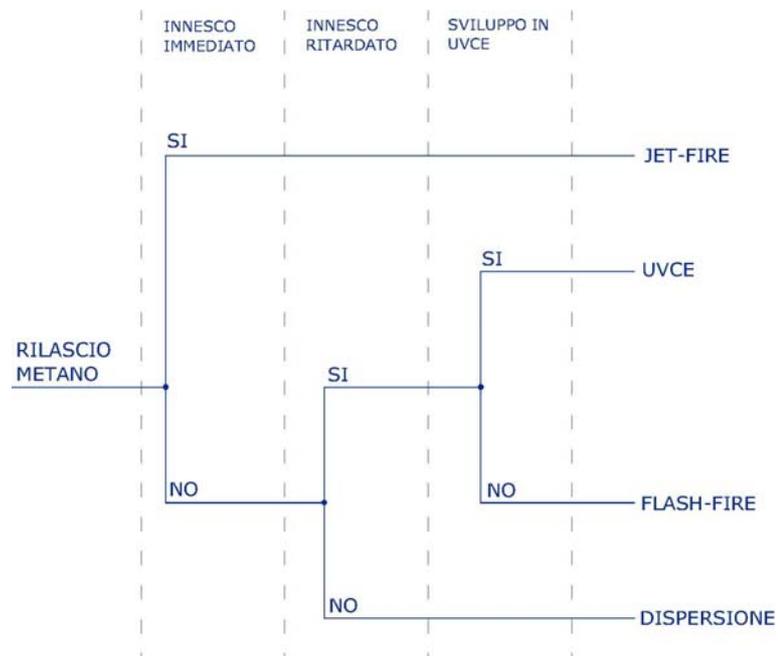
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	13	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



## 6.2 Rilascio di metano per perdita significativa da condotta, da flange, rottura di stacchi

Le perdite di contenimento possono essere originate da cause di tipo “random” (rottura o perdita significativa da tubazioni o serbatoi conseguenti ad usura, corrosione, tensioni anomale, difetti di montaggio, difetti del materiale, etc) e possono condurre, nel loro sviluppo, a diverse possibili conseguenze, quindi a diversi possibili scenari incidentali:

- JET FIRE: Incendio di un getto gassoso turbolento infiammabile, effluente da un componente impiantistico in pressione
- UVCE: Unconfined Vapour Cloud Explosion (Esplosione non confinata di una nube di vapori infiammabili)
- CVE: Confined Vapour Explosion (Esplosione confinata di una nube di vapori infiammabili)
- FLASH FIRE: Incendio in massa di una nuvola di vapore infiammabile con effetto non esplosivo
- DISPERSIONE (SENZA INNESCO): Rilascio nell’ambiente, non seguito da incendio, di sostanze infiammabili, per il quale sono valori caratteristici:
  - o LFL: limite inferiore di infiammabilità
  - o UFL: limite superiore di infiammabilità



**Figura 6.1: Albero degli eventi relativo al rilascio di metano**

Nella seguente Tabella I è riassunta la dinamica di accadimento dell’evento considerato e la valutazione delle relative conseguenze; i risultati numerici e i grafici derivanti dall’analisi sono riportati in allegato.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	14	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

Evento incidentale	Dinamica	Conseguenze valutate
<p>Rilascio di metano per 15<sup>(°)</sup> a causa di cricca o rottura nella condotta da 6'' in locale turbogas</p> <p>Pressione: 19 bar Diametro cricca: 30.5 mm Quota fessura 2 m</p> <p>Vent flow-rate: 58962 m<sup>3</sup>/h Equivalent Exhaust Diameter: 6.11 m</p>	<p>Formazione di jet fire in caso di innesco immediato o di una nube di vapori infiammabili</p>	<p><u>Dispersione Nube (al suolo)</u> Massima distanza nube a UFL : n.a Massima distanza nube a LFL : n.a Massima distanza nube a LFL/2:n.a</p> <p>n.a. <u>Jet Fire</u> Emissione fiamma: 64.10 kW/m<sup>2</sup> Lunghezza fiamma: 27.27 m Irraggiamento<sup>(b)</sup>: &gt; 37,5 kW/m<sup>2</sup>: n.r. &gt; 12,5 kW/m<sup>2</sup>: 5.56 m, 21 m<sup>2</sup> &gt; 4 kW/m<sup>2</sup>: 29.27 m, 1197 m<sup>2</sup></p>

**Tabella I: Conseguenze valutate per gli eventi incidentali di riferimento**

(°) tempo ipotizzato che intercorre fra l'incidente e la chiusura (manuale) delle valvole di intercettazione

(a) Condizioni ambientali ( Velocità del vento (m/s)/Categoria di stabilità )

(b) Effetti dell'irraggiamento (jet-fire);

- 37,5 kW/m<sup>2</sup> è la soglia di danneggiamento delle strutture per breve tempo di esposizione in assenza di raffreddamento
- 12,5 kW/m<sup>2</sup> è la soglia di letalità per persone prive di protezione, nonché di danneggiamento dei serbatoi per lunghe esposizioni senza raffreddamento
- 4 kW/m<sup>2</sup> è la soglia per le ustioni di primo grado su operatori non protetti per un tempo di esposizione di circa 13 s

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	15	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

## 7 CONCLUSIONI

Sono stati valutati i possibili danni derivanti da un significativo rilascio di gas metano in sala macchine. In particolare è stato studiato l'evento relativo ad una perdita dalla condotta a 19 bar da 6'' interna alla sala macchine, con conseguente rilascio di gas all'interno dell'edificio, con l'ipotesi che 2 torrini siano mantenuti costantemente in funzione (condizioni ambientali 2/F, considerate le più appropriate a rappresentare l'interno dell'edificio).

Sulla base delle ipotesi considerate, l'analisi ha evidenziato che il rilascio può evolvere esclusivamente in jet-fire con irraggiamento maggiore di  $12.5 \text{ kW/m}^2$  entro 6 m dal punto di emissione e lunghezza della fiamma di circa 28 m.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	16	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

**ALLEGATO****sala macchine****fessurazione 6 pollici****fessurazione 6 pollici****Base Case****Data**

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

**Material**

Material Identifier	METHANE
Type of Vessel	Pressurized Gas
Pressure Specification	Pressure specified
Discharge Pressure (gauge)	19 bar
Discharge Temperature	20 C
Inventory of material to discharge	1E8 kg

**Scenario**

Type of Event	Leak
Phase	Vapor
Hole Diameter	30.48 mm

**Vessel/Tank**

Building Wake Option	None
Averaging used for time varying	Overall Average

**Location**

Elevation	2 m
Northern location of dispersion source	0 m
Eastern location of dispersion source	0 m
Status of Dike	No dike present
ERPG selection	ERPG is not set
IDLH selection	IDLH is not set
STEL selection	STEL is not set
User Defined Averaging	No user defined averaging time supplied

**Indoor/Outdoor**

Building Height	12.38 m
Building Length	42.33 m
Building Width	42.33 m
Vent Flowrate	5.896E4 m3/hr
Type of Ventilation	Forced Ventilation
Droplet state	No droplets trapped
Building Exhaust Diameter	6.11 m
Vent Type	Roof Vent

**Flammable**

Method to use for explosions	TNT
Jet Fire Method	Shell

**Dispersion**

Ignition Location	No ignition location
Inventory of material to Disperse	1E8 kg

**Multi Energy Explosion**

Use Unconfined Volumes	No
Use Fractions	Yes

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	17	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

Use 1st Confined Source	Yes
Use 2nd Confined Source	No
Use 3rd Confined Source	No
Use 4th Confined Source	No
Use 5th Confined Source	No
Use 6th Confined Source	No
Use 7th Confined Source	No
Confined Strength 1	10

[ Note: Data in square brackets are defaulted values ]

### User-Defined Data

#### Material

Material Identifier	METHANE
Type of Vessel	Pressurized Gas
Pressure Specification	Pressure specified
Discharge Pressure (gauge)	19 bar
Discharge Temperature	20 C
Inventory of material to discharge	1E8 kg

#### Scenario

Type of Event	Leak
Phase	Vapor
Hole Diameter	30.48 mm

#### Vessel/Tank

Building Wake Option	None
Averaging used for time varying	Overall Average

#### Location

Elevation	2 m
Northern location of dispersion source	0 m
Eastern location of dispersion source	0 m
Status of Dike	No dike present
ERPG selection	ERPG is not set
IDLH selection	IDLH is not set
STEL selection	STEL is not set
User Defined Averaging	No user defined averaging time supplied

#### Indoor/Outdoor

Building Height	12.38 m
Building Length	42.33 m
Building Width	42.33 m
Vent Flowrate	5.896E4 m3/hr
Type of Ventilation	Forced Ventilation
Droplet state	No droplets trapped
Building Exhaust Diameter	6.11 m
Vent Type	Roof Vent

#### Flammable

Method to use for explosions	TNT
Jet Fire Method	Shell

#### Dispersion

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	18	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

Ignition Location	No ignition location
Inventory of material to Disperse	1E8 kg
<b>Multi Energy Explosion</b>	
Use Unconfined Volumes	No
Use Fractions	Yes
Use 1st Confined Source	Yes
Use 2nd Confined Source	No
Use 3rd Confined Source	No
Use 4th Confined Source	No
Use 5th Confined Source	No
Use 6th Confined Source	No
Use 7th Confined Source	No
Confined Strength 1	10

CASE Name: **Data**

### Discharge Data

#### User-Defined Quantities

Material	METHANE
Temperature	20.00 C
Pressure	20.01 bar
Inventory	100,000,000.00 kg
Scenario	Leak

#### Calculated Quantities

**Weather:** Global Weathers\Category 2/F

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a kg/s

**Average Values for Segment Number 1**

Liquid Fraction	0.00 fraction
FinalTemperature	-47.32 C
Final Velocity	500.00 m/s
Droplet Diameter	0.00 mm

#### Continuous Release Data:

Mass Flowrate	2.22261E+000 kg/s
Release Duration	900.00 s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a C
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

**Weather:** Global Weathers\Category 5/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a kg/s

**Average Values for Segment Number 1**

Liquid Fraction	0.00 fraction
FinalTemperature	-47.32 C
Final Velocity	500.00 m/s

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	19	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

Droplet Diameter	0.00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	2.22261E+000 kg/s
Release Duration	900.00 s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a C
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

### Consequence Results

#### Distance to Concentration Results

Concentration(ppm)			Averaging Time	Distance (m)
		Category 2/F	Category 5/D	
UFL (165000)	18.75	s	No Hazard	No Hazard
LFL (44000)	18.75	s	No Hazard	1.9601
LFL Frac (22000)	18.75	s	No Hazard	2.4131

### fessurazione 6 pollici

#### Base Case

#### Data

Weather: Global Weathers\Category 2/F



Speed: 2.00 m/s                      Stability: F

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

#### User-Defined Quantities

Material	METHANE
Temperature	20.00 C
Pressure	20.01 bar
Inventory	100,000,000.00 kg
Scenario	Leak

#### Calculated Quantities

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a kg/s
<b>Average Values for Segment Number</b>	<b>1</b>
Liquid Fraction	0.00 fraction
Final Temperature	-47.32 C
Final Velocity	500.00 m/s
Droplet Diameter	0.00000E+000 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	2.22261E+000 kg/s
Release Duration	900.00 s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a C

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	20	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

Discharge Coefficient

n/a

Expanded Radius

n/a m

**Weather: Global Weathers/Category 5/D**



**Speed: 5.00 m/s**

**Stability: D**

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

**User-Defined Quantities**

Material

METHANE

Temperature

20.00 C

Pressure

20.01 bar

Inventory

100,000,000.00 kg

Scenario

Leak

**Calculated Quantities**

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)

n/a kg/s

**Average Values for Segment Number**

**1**

Liquid Fraction

0.00 fraction

Final Temperature

-47.32 C

Final Velocity

500.00 m/s

Droplet Diameter

0.00000E+000 mm

Continuous Release Data:

Mass Flowrate

2.22261E+000 kg/s

Release Duration

900.00 s

Orifice Velocity

n/a m/s

Exit Pressure

n/a bar

Exit Temperature

n/a C

Discharge Coefficient

n/a

Expanded Radius

n/a m

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	21	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di gas metano: rilascio in sala macchine

OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

### fessurazione 6 pollici

Weather:



**Global Weathers/Category 2/F**

**Speed: 2.00**

**m/s**

**Stability:**

**F**

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

Mass Flow Rate kg/s	Liquid Fraction fraction	Temperature C	Final Velocity m/s	Droplet Diameter mm	Discharge Velocity m/s	Choke Pressure bar	Choke Temperature C	Discharge Coefficient	Time s	Mass Remaining kg
2.22	0.00	-47.32	500.000.00000E+000	408.88	10.83	-21.42	0.87	0.00100,000,000.		
2.17	0.00	-49.02	500.000.00000E+000	407.65	10.56	-22.97	0.87	838,670.5098,156,048.0		
2.13	0.00	-50.75	500.000.00000E+000	406.40	10.30	-24.56	0.871,701,256.2596,300,936.0			
2.08	0.00	-52.52	500.000.00000E+000	405.11	10.03	-26.17	0.872,589,081.5094,434,304.0			
2.03	0.00	-54.33	500.000.00000E+000	403.80	9.77	-27.82	0.873,503,564.0092,555,824.0			
1.98	0.00	-56.17	500.000.00000E+000	402.45	9.51	-29.51	0.874,446,285.0090,665,048.0			
1.93	0.00	-58.06	500.000.00000E+000	401.08	9.24	-31.23	0.875,418,937.5088,761,560.0			
1.88	0.00	-59.98	500.000.00000E+000	399.66	8.98	-32.98	0.876,423,372.0086,844,912.0			
1.83	0.00	-61.95	500.000.00000E+000	398.21	8.72	-34.78	0.877,461,621.0084,914,616.0			
1.79	0.00	-63.97	500.000.00000E+000	396.71	8.45	-36.62	0.878,535,908.0082,970,160.0			
1.74	0.00	-66.04	500.000.00000E+000	395.18	8.19	-38.51	0.869,648,687.0081,010,976.0			
1.69	0.00	-68.15	500.000.00000E+000	393.60	7.92	-40.44	0.8610,802,656.079,036,480.0			
1.64	0.00	-70.33	500.000.00000E+000	391.97	7.66	-42.42	0.8612,000,814.077,046,016.0			
1.59	0.00	-72.56	500.000.00000E+000	390.29	7.40	-44.46	0.8613,246,484.075,038,896.0			
1.54	0.00	-74.85	500.000.00000E+000	388.56	7.13	-46.55	0.8614,543,377.073,014,360.0			
1.49	0.00	-77.21	500.000.00000E+000	386.76	6.87	-48.70	0.8615,895,633.070,971,616.0			
1.43	0.00	-79.63	500.000.00000E+000	384.91	6.61	-50.91	0.8617,307,932.068,909,752.0			
1.38	0.00	-82.13	500.000.00000E+000	382.98	6.34	-53.19	0.8618,785,550.066,827,804.0			
1.33	0.00	-84.72	500.000.00000E+000	380.99	6.08	-55.54	0.8620,334,468.064,724,712.0			
1.28	0.00	-87.39	500.000.00000E+000	378.91	5.82	-57.98	0.8621,961,512.062,599,316.0			
1.23	0.00	-90.15	500.000.00000E+000	376.75	5.55	-60.49	0.8623,674,526.060,450,324.0			
1.18	0.00	-93.01	500.000.00000E+000	374.49	5.29	-63.10	0.8625,482,562.058,276,316.0			

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	22	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di gas metano: rilascio in sala macchine

OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

1.12	0.00	-95.98	500.000.00000E+000	372.12	5.03	-65.80	0.8627,396,174.056,075,688.0
1.07	0.00	-99.07	500.000.00000E+000	369.66	4.76	-68.62	0.8629,427,712.053,846,672.0
1.02	0.00	-102.30	500.000.00000E+000	367.08	4.50	-71.56	0.8631,591,798.051,587,256.0
0.96	0.00	-105.66	500.000.00000E+000	364.36	4.24	-74.63	0.8633,905,888.049,295,168.0
0.91	0.00	-109.19	500.000.00000E+000	361.48	3.97	-77.84	0.8536,391,056.046,967,816.0
0.85	0.00	-112.90	500.000.00000E+000	358.43	3.71	-81.22	0.8539,073,060.044,602,208.0
0.80	0.00	-116.81	500.000.00000E+000	355.16	3.45	-84.78	0.8541,984,092.042,194,648.0
0.74	0.00	-120.95	500.000.00000E+000	351.70	3.18	-88.55	0.8545,164,108.039,741,292.0
0.69	0.00	-125.36	500.000.00000E+000	347.97	2.92	-92.56	0.8548,664,712.037,237,300.0
0.63	0.00	-130.07	500.000.00000E+000	343.90	2.66	-96.84	0.8452,553,644.034,676,844.0
0.57	0.00	-132.08	486.920.00000E+000	339.51	2.39	-101.46	0.8456,922,276.032,052,768.0
0.51	0.00	-133.03	466.750.00000E+000	334.64	2.13	-106.48	0.8361,898,044.029,356,136.0
0.45	0.00	-133.86	442.530.00000E+000	329.23	1.87	-111.97	0.8267,666,512.026,575,472.0
0.39	0.00	-134.51	412.550.00000E+000	323.10	1.60	-118.08	0.8174,513,856.023,695,592.0
0.32	0.00	-134.93	373.870.00000E+000	316.01	1.34	-124.98	0.7982,919,552.020,695,542.0
0.25	0.00	-135.06	320.900.00000E+000	307.59	1.07	-132.98	0.7593,803,512.017,544,776.0
0.17	0.00	-135.06	240.660.00000E+000	240.66	1.01	-135.06	0.68109,489,872.14,195,049.0
0.00	0.00	-135.06	0.000.00000E+000	0.00	1.01	-135.06	0.00151,630,080.10,560,043.0

Weather:



Global Weathers\Category 5/D

Speed: 5.00

m/s

Stability: D

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

Mass Flow Rate	Liquid Fraction	Temperature	Final Velocity	Droplet Diameter	Discharge Velocity	Choke Pressure	Choke Temperature	Discharge Coefficient	Time	Mass Remaining
kg/s	fraction	C	m/s	mm	m/s	bar	C		s	kg
2.22	0.00	-47.32	500.000.00000E+000		408.88	10.83	-21.42	0.87	0.00100,000,000.	
2.17	0.00	-49.02	500.000.00000E+000		407.65	10.56	-22.97	0.87	838,670.5098,156,048.0	
2.13	0.00	-50.75	500.000.00000E+000		406.40	10.30	-24.56	0.871,701,256.2596,300,936.0		
2.08	0.00	-52.52	500.000.00000E+000		405.11	10.03	-26.17	0.872,589,081.5094,434,304.0		
2.03	0.00	-54.33	500.000.00000E+000		403.80	9.77	-27.82	0.873,503,564.0092,555,824.0		

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	23	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di gas metano: rilascio in sala macchine

OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

1.98	0.00	-56.17	500.000.00000E+000	402.45	9.51	-29.51	0.874,446,285.0090,665,048.0
1.93	0.00	-58.06	500.000.00000E+000	401.08	9.24	-31.23	0.875,418,937.5088,761,560.0
1.88	0.00	-59.98	500.000.00000E+000	399.66	8.98	-32.98	0.876,423,372.0086,844,912.0
1.83	0.00	-61.95	500.000.00000E+000	398.21	8.72	-34.78	0.877,461,621.0084,914,616.0
1.79	0.00	-63.97	500.000.00000E+000	396.71	8.45	-36.62	0.878,535,908.0082,970,160.0
1.74	0.00	-66.04	500.000.00000E+000	395.18	8.19	-38.51	0.869,648,687.0081,010,976.0
1.69	0.00	-68.15	500.000.00000E+000	393.60	7.92	-40.44	0.8610,802,656.079,036,480.0
1.64	0.00	-70.33	500.000.00000E+000	391.97	7.66	-42.42	0.8612,000,814.077,046,016.0
1.59	0.00	-72.56	500.000.00000E+000	390.29	7.40	-44.46	0.8613,246,484.075,038,896.0
1.54	0.00	-74.85	500.000.00000E+000	388.56	7.13	-46.55	0.8614,543,377.073,014,360.0
1.49	0.00	-77.21	500.000.00000E+000	386.76	6.87	-48.70	0.8615,895,633.070,971,616.0
1.43	0.00	-79.63	500.000.00000E+000	384.91	6.61	-50.91	0.8617,307,932.068,909,752.0
1.38	0.00	-82.13	500.000.00000E+000	382.98	6.34	-53.19	0.8618,785,550.066,827,804.0
1.33	0.00	-84.72	500.000.00000E+000	380.99	6.08	-55.54	0.8620,334,468.064,724,712.0
1.28	0.00	-87.39	500.000.00000E+000	378.91	5.82	-57.98	0.8621,961,512.062,599,316.0
1.23	0.00	-90.15	500.000.00000E+000	376.75	5.55	-60.49	0.8623,674,526.060,450,324.0
1.18	0.00	-93.01	500.000.00000E+000	374.49	5.29	-63.10	0.8625,482,562.058,276,316.0
1.12	0.00	-95.98	500.000.00000E+000	372.12	5.03	-65.80	0.8627,396,174.056,075,688.0
1.07	0.00	-99.07	500.000.00000E+000	369.66	4.76	-68.62	0.8629,427,712.053,846,672.0
1.02	0.00	-102.30	500.000.00000E+000	367.08	4.50	-71.56	0.8631,591,798.051,587,256.0
0.96	0.00	-105.66	500.000.00000E+000	364.36	4.24	-74.63	0.8633,905,888.049,295,168.0
0.91	0.00	-109.19	500.000.00000E+000	361.48	3.97	-77.84	0.8536,391,056.046,967,816.0
0.85	0.00	-112.90	500.000.00000E+000	358.43	3.71	-81.22	0.8539,073,060.044,602,208.0
0.80	0.00	-116.81	500.000.00000E+000	355.16	3.45	-84.78	0.8541,984,092.042,194,648.0
0.74	0.00	-120.95	500.000.00000E+000	351.70	3.18	-88.55	0.8545,164,108.039,741,292.0
0.69	0.00	-125.36	500.000.00000E+000	347.97	2.92	-92.56	0.8548,664,712.037,237,300.0
0.63	0.00	-130.07	500.000.00000E+000	343.90	2.66	-96.84	0.8452,553,644.034,676,844.0
0.57	0.00	-132.08	486.920.00000E+000	339.51	2.39	-101.46	0.8456,922,276.032,052,768.0
0.51	0.00	-133.03	466.750.00000E+000	334.64	2.13	-106.48	0.8361,898,044.029,356,136.0
0.45	0.00	-133.86	442.530.00000E+000	329.23	1.87	-111.97	0.8267,666,512.026,575,472.0

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	24	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	Valutazione danni da rilascio significativo di gas metano: rilascio in sala macchine OGGETTO / SUBJECT	<b>Rosen S.p.A.</b> CLIENTE / CUSTOMER
--	---	---

0.39	0.00	-134.51	412.550.00000E+000	323.10	1.60	-118.08	0.8174,513,856.023,695,592.0
0.32	0.00	-134.93	373.870.00000E+000	316.01	1.34	-124.98	0.7982,919,552.020,695,542.0
0.25	0.00	-135.06	320.900.00000E+000	307.59	1.07	-132.98	0.7593,803,512.017,544,776.0
0.17	0.00	-135.06	240.660.00000E+000	240.66	1.01	-135.06	0.68109,489,872.14,195,049.0
0.00	0.00	-135.06	0.000.00000E+000	0.00	1.01	-135.06	0.00151,630,080.10,560,043.0

 **sala macchine**

**fessurazione 6 pollici**

**Base Case**

**Data**

 **Weather:** Global Weathers\Category 2/F  
 **Speed:** 2.00 m/s      **Stability:** F

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

Material: METHANE

Note: C/Line Concentration is calculated at an averaging time of: 18.75 s  
Plume Width and Height are calculated at an averaging time of: 18.75 s  
and a Concentration of Interest of: 22,000.00 ppm  
Concentration at Height calculated at a Height of : 0.00 m  
For Instantaneous releases (and if present in this report) the Mass Flowrate is the Mass of Released Material in the cloud, and the C/Line Distance is the same as the Time.

Downwind Distance	C/Line Height	C/Line Conc	Plume Half-width	Plume Total Depth	Vapor Temperature	Liquid Fraction	Time	Liquid Temperature	Centroid Velocity	Cloud Density
m	m	ppm	m	m	C	fraction	s	C	m/s	kg/m3
<b>Segment Number: 1</b>			<b>Start Time: 0.00 s</b>							
0.00	2.05	191,584.10	4.50	8.65	3.80	0.00	0.00		0.56	1.16
0.00	2.05	191,584.10	4.50	8.65	3.80	0.00	0.00		0.56	1.16
0.01	2.15	182,028.70	4.38	8.42	4.34	0.00	0.33		0.61	1.17

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	25	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di gas metano: rilascio in sala macchine

OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

0.04	2.35	165,426.50	4.22	8.14	5.11	0.00	0.64	0.69	1.17
0.19	2.72	139,447.30	4.09	7.93	6.29	0.00	1.17	0.80	1.18
0.39	3.07	119,985.90	4.01	7.81	7.15	0.00	1.65	0.89	1.19
0.91	3.68	92,911.04	4.00	7.85	8.38	0.00	2.49	1.00	1.20
1.52	4.19	75,619.22	3.90	7.72	9.62	0.00	3.25	1.11	1.20
2.86	5.07	54,643.14	3.76	7.56	11.14	0.00	4.62	1.22	1.21
4.29	5.79	42,530.70	3.44	7.02	12.03	0.00	5.86	1.37	1.21
7.26	6.98	28,971.86	2.59	5.48	13.03	0.00	8.10	1.48	1.21
13.40	8.78	17,071.07	0.00	0.00	13.91	0.00	12.18	1.65	1.21

**Weather:**

**Global Weathers/Category 5/D**



**Speed:**

**5.00 m/s**

**Stability:**

**D**

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

Material: METHANE

Note: C/Line Concentration is calculated at an averaging time of: 18.75 s  
 Plume Width and Height are calculated at an averaging time of: 18.75 s  
 and a Concentration of Interest of: 22,000.00 ppm  
 Concentration at Height calculated at a Height of : 0.00 m  
 For Instantaneous releases (and if present in this report) the Mass Flowrate is the Mass of Released Material in the cloud, and the C/Line Distance is the same as the Time.

Downwind Distance	C/Line Height	C/Line Conc	Plume Half-width	Plume Total Depth	Vapor Temperature	Liquid Fraction	Time	Liquid Temperature	Centroid Velocity	Cloud Density
m	m	ppm	m	m	C	fraction	s	C	m/s	kg/m3
<b>Segment Number: 1</b>			<b>Start Time: 0.00 s</b>							
0.00	2.05	191,584.10	4.50	9.00	3.80	0.00	0.00		0.56	1.16
0.00	2.05	191,584.10	4.50	9.00	3.80	0.00	0.00		0.56	1.16
0.05	2.14	163,135.60	4.11	6.98	5.10	0.00	0.25		0.80	1.17
0.13	2.19	148,736.10	3.56	6.03	5.75	0.00	0.36		1.12	1.18
0.23	2.23	137,797.10	3.32	5.72	6.24	0.00	0.44		1.33	1.18

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	26	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di gas metano: rilascio in sala macchine

OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

0.41	2.30	120,135.90	3.06	5.46	7.01	0.00	0.57	1.65	1.19
0.61	2.35	107,553.80	2.92	5.34	7.56	0.00	0.68	1.89	1.19
1.00	2.43	90,041.89	2.78	5.25	8.45	0.00	0.88	2.21	1.20
1.39	2.49	77,908.87	2.70	5.22	9.32	0.00	1.05	2.45	1.20
2.19	2.60	61,478.02	2.59	5.18	10.50	0.00	1.36	2.76	1.20
2.98	2.69	50,738.73	2.48	4.97	11.27	0.00	1.64	2.99	1.21
3.78	2.76	43,814.62	2.37	4.75	11.77	0.00	1.90	3.14	1.21
4.58	2.83	38,907.57	2.26	4.52	12.13	0.00	2.15	3.26	1.21
5.37	2.89	35,126.74	2.13	4.26	12.40	0.00	2.39	3.35	1.21
6.97	3.00	29,623.49	1.83	3.65	12.80	0.00	2.86	3.47	1.21
8.57	3.11	25,759.92	1.41	2.82	13.08	0.00	3.31	3.58	1.21
11.76	3.30	20,603.38	0.00	0.00	13.46	0.00	4.19	3.71	1.21

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	27	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER



sala macchine

### fessurazione 6 pollici

#### Base Case

#### Data

Weather: Global Weathers\Category 2/F



Speed: m/s m/s Stability: F

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

#### Calculated Quantities

Release Rate	2.22	kg/s
Liquid Fraction	0.00	fraction
Droplet Size	0.00000E+000	mm
Vent Rate	9,200.48	m3/hr
Release Duration	900.00	s
Exit Speed	0.56	m/s
Total Vent Rate	58,962.00	m3/hr
Mass Rate of Air Entrained	16.86	kg/s
Building Area	5,678.99	m2
Building Volume	Air Vent Rate	22,173.88
49,761.52	m3	m3/hr
Critical Vent Area	56.79	m2

#### Buildup and Decay in Building

Times	Mass	Concentration
s	kg	ppm
0.00	0.00	0.00
56.25	122.46	6,350.35
112.50	239.94	12,442.27
168.75	352.63	18,286.26
225.00	460.74	23,892.42
281.25	564.45	29,270.43
337.50	663.94	34,429.57
393.75	759.38	39,378.75
450.00	850.94	44,126.52
506.25	938.77	48,681.07
562.50	1,023.02	53,050.26
618.75	1,103.85	57,241.64
675.00	1,181.38	61,262.44
731.25	1,255.77	65,119.62
787.50	1,327.12	68,819.81
843.75	1,395.57	72,369.42
900.00	1,461.24	75,774.58
0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	28	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		





3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

227.16	4.00	0.16
283.95	5.00	0.10
340.74	6.00	0.07
397.53	7.00	0.05
454.32	8.00	0.04
511.11	9.00	0.03
567.90	10.00	0.02
624.69	11.00	0.02
681.48	12.00	0.02
738.27	13.00	0.01
795.06	14.00	0.01
851.85	15.00	0.01
908.64	16.00	0.01

Weather:

Global Weathers\Category 5/D



Speed:

m/s

m/s

Stability:

D

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

**Calculated Quantities**

Release Rate	2.22	kg/s
Liquid Fraction	0.00	fraction
Droplet Size	0.00000E+000	mm
Vent Rate	9,200.48	m3/hr
Release Duration	900.00	s
Exit Speed	0.56	m/s
Total Vent Rate	58,962.00	m3/hr
Mass Rate of Air Entrained	16.86	kg/s
Building Area	5,678.99	m2
Building Volume	Air Vent Rate	22,173.88
49,761.52	m3	m3/hr
Critical Vent Area	56.79	m2

**Buildup and Decay in Building**

Times	Mass	Concentration
s	kg	ppm
0.00	0.00	0.00
56.25	122.46	6,350.35
112.50	239.94	12,442.27
168.75	352.63	18,286.26
225.00	460.74	23,892.42
281.25	564.45	29,270.43
337.50	663.94	34,429.57
393.75	759.38	39,378.75
450.00	850.94	44,126.52
506.25	938.77	48,681.07
562.50	1,023.02	53,050.26

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	30	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		





3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

### Vented Explosion Pressure Rise

Vent Areas	Vent Fractions	Pressure Rises
m2	fraction	bar
56.79	1.00	2.48
113.58	2.00	0.62
170.37	3.00	0.28
227.16	4.00	0.16
283.95	5.00	0.10
340.74	6.00	0.07
397.53	7.00	0.05
454.32	8.00	0.04
511.11	9.00	0.03
567.90	10.00	0.02
624.69	11.00	0.02
681.48	12.00	0.02
738.27	13.00	0.01
795.06	14.00	0.01
851.85	15.00	0.01
908.64	16.00	0.01



sala macchine

### fessurazione 6 pollici

#### Base Case

#### Data

Weather:

Global Weathers\Category 2/F



Speed:

2.00 m/s

Stability:

F

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

#### Dispersion Commentary

----- Dispersion Results

Unified Dispersion Model in use.

Quasi-Instantaneous transitions enabled (duration adjustment not applied)

Start of new release segment

Expansion zone is 0.05421 m

Dispersion starts as momentum jet before touchdown

Release segment of duration 900 s

Cloud center has reached the UFL concentration 0.165 fraction at distance 0.04586 m and

time

0.6459 s

Cloud center has reached the LFL concentration 0.044 fraction at distance 4.112 m and

time

5.708 s

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	32	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



Cloud center has reached the LFL fractional concentration 0.022 fraction at distance 10.85 m and time 10.49 s

**Information**

----- Time Varying Category 2/F Results

Running model Time Varying ...

----- Dispersion Category 2/F Results

Dispersion will end at a concentration of 22000 ppm

Cloud calculations will use concentration 22000 ppm and Averaging Time 18.75 s (Flammable)

Dispersion results file read. 14 records, 1 segment headers, 12 dispersion results

Dispersion results post-processing completed OK

----- Jet Fire Category 2/F Results

JetFire preprocessor returned a mass rate of 2.22261 kg/s

SHELL JetFire calculation selected

----- Late Explosion Category 2/F Results

No late explosions are predicted

Weather:

Global Weathers\Category 5/D



Speed:

5.00 m/s

Stability:

D

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

**Dispersion Commentary**

----- Dispersion Results

Unified Dispersion Model in use.

Quasi-Instantaneous transitions enabled (duration adjustment not applied)

Start of new release segment

Expansion zone is 0.05421 m

Dispersion starts as momentum jet before touchdown

Release segment of duration 900 s

Cloud edge has touched down at distance 0.04945 m and time 0.2514 s

Cloud center has reached the UFL concentration 0.165 fraction at distance 0.04621 m and time 0.2349 s

Cloud center has reached the LFL concentration 0.044 fraction at distance 3.758 m and time 1.891 s

Cloud center has reached the LFL fractional concentration 0.022 fraction at distance 10.9 m and time 3.952 s

**Information**

----- Time Varying Category 5/D Results

Running model Time Varying ...

----- Dispersion Category 5/D Results

Dispersion will end at a concentration of 22000 ppm

Cloud calculations will use concentration 22000 ppm and Averaging Time 18.75 s (Flammable)

Dispersion results file read. 19 records, 1 segment headers, 17 dispersion results

Dispersion results post-processing completed OK

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	33	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

----- Jet Fire Category 5/D Results

JetFire preprocessor returned a mass rate of 2.22261 kg/s

SHELL JetFire calculation selected

----- Late Explosion Category 5/D Results

No late explosions are predicted



**sala macchine**

### fessurazione 6 pollici

Base Case

Data

Weather: **Global Weathers\Category 2/F**



Speed: **2.00 m/s** Stability: **F**

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

Material: METHANE

#### Centerline Molar Concentrations for Multiple Averaging Times

ppm

Averaging time corrected concentrations

Note that this is the only report that reflects duration adjusted / corrected concentrations

Distance	Flammable	Toxic	ERPG	IDLH	STEL	User
Downwind	18.8					
m	s	s	s	s	s	s

Segment Number: **1**

0.00	191,584.10
0.00	191,584.10
0.01	182,028.70
0.04	165,426.50
0.19	139,447.30
0.39	119,985.90
0.91	92,911.04
1.52	75,619.22
2.86	54,643.14
4.29	42,530.70
7.26	28,971.86
13.40	17,071.07

Weather: **Global Weathers\Category 5/D**



Speed: **5.00 m/s** Stability: **D**

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

Material: METHANE

#### Centerline Molar Concentrations for Multiple Averaging Times

ppm

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	34	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

### Averaging time corrected concentrations

Note that this is the only report that reflects duration adjusted / corrected concentrations

Distance	Flammable	Toxic	ERPG	IDLH	STEL	User
Downwind	18.8					
m	s	s	s	s	s	s

#### Segment Number:

1

0.00	191,584.10
0.00	191,584.10
0.05	163,135.60
0.13	148,736.10
0.23	137,797.10
0.41	120,135.90
0.61	107,553.80
1.00	90,041.89
1.39	77,908.87
2.19	61,478.02
2.98	50,738.73
3.78	43,814.62
4.58	38,907.57
5.37	35,126.74
6.97	29,623.49
8.57	25,759.92
11.76	20,603.38



sala macchine

### fessurazione 6 pollici

#### Base Case

#### Data

Weather: Global Weathers/Category 2/F



Speed: 2.00

m/s

Stability: F

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

#### Flame Data

##### User-Defined Quantities

Model Correlation Type

Ambient Temperature

METHANE

Ambient Relative Humidity

Ambient Wind Speed

Maximum Exposure Duration

Elevation

#### Shell

Material 15.00

C

0.70 fraction

2.00 m/s

20.00 s

2.00 m

Liquid Fraction

fraction

Jet Angle from Horizontal

Expanded Temperature

90.00

-47.32

degrees

C

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	35	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

Release Rate

2.22 kg/s

**Input and/or Output Quantities**

Flame Emissive Power

**Input**

**Output**

64.10 kW/m<sup>2</sup>

Expanded Radius

1.21 m

Jet Velocity

0.56

m/s

Flame Length

27.27 m

Maximum Flame Radius

m

**Flame Co-ordinates**

**X**

**Z**

**R**

**Phi**

m

m

m

degrees

0.00

2.46

0.00

45.51

0.00

2.46

1.53

45.51

19.23

21.34

4.24

45.51

19.23

21.34

0.00

45.51

**Radiation Ellipse**

**User-Defined Quantities**

Observer Inclination

Variable degrees

Exposure Duration

20.00 s

**Calculated Quantities**

**Incident Radiation Level:**

**4.00** kW/m<sup>2</sup>

Lethality Level

n/a percent

View Factor

n/a

Total Radiation Received

80.00 kJ/m<sup>2</sup>

Downwind semi-axis (A)

19.40 m

Crosswind semi-axis (B)

19.65 m

Offset Ratio (D)

0.51

Effect Distance

29.27 m

Area

1,197.41 m<sup>2</sup>

**Incident Radiation Level:**

**12.50** kW/m<sup>2</sup>

Lethality Level

n/a percent

View Factor

n/a

Total Radiation Received

250.00 kJ/m<sup>2</sup>

Downwind semi-axis (A)

3.68 m

Crosswind semi-axis (B)

1.77 m

Offset Ratio (D)

0.51

Effect Distance

5.56 m

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	36	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

Area	20.44	m <sup>2</sup>
<b>Incident Radiation Level:</b>	<b>37.50</b>	<b>kW/m<sup>2</sup></b>
Lethality Level	n/a	percent
View Factor	n/a	
Total Radiation Received	750.00	kJ/m <sup>2</sup>
Downwind semi-axis (A)	Not Reached	m
Crosswind semi-axis (B)	Not Reached	m
Offset Ratio (D)	Not Reached	
Effect Distance	n/a	m
Area	n/a	m <sup>2</sup>

**Radiation Distance****User-Defined Quantities**

Maximum Distance	29.27	m
Angle from Wind Direction	0.00	degrees
Height above Origin	0.00	m
Observer Inclination	Variable	degrees
Observer Orientation	0.00	degrees

**Calculated Quantities**

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m <sup>2</sup>	Lethality Level percent	View Factor
0.00			17.38		
0.59			15.36		
1.17			13.55		
1.76			13.44		
2.34			13.32		
2.93			13.94		
3.51			13.90		
4.10			13.57		
4.68			13.16		
5.27			12.75		
5.85			12.31		
6.44			11.95		
7.02			11.60		
7.61			11.25		
8.20			10.96		
8.78			10.70		
9.37			10.44		
9.95			10.20		
10.54			9.93		

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	37	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

11.12	9.69
11.71	9.52
12.29	9.31
12.88	9.14
13.46	8.94
14.05	8.74
14.63	8.55
15.22	8.36
15.80	8.11
16.39	7.93
16.98	7.74
17.56	7.55
18.15	7.36
18.73	7.16
19.32	6.97
19.90	6.83
20.49	6.63
21.07	6.44
21.66	6.25
22.24	6.05
22.83	5.86
23.41	5.67
24.00	5.48
24.59	5.29
25.17	5.11
25.76	4.92
26.34	4.75
26.93	4.57
27.51	4.36
28.10	4.20
28.68	4.04

**Weather:** Global Weathers\Category 5/D



**Speed:** 5.00

**m/s**

**Stability:** D

rosen2\sala macchine\fessurazione 6 pollici

**Flame Data**

**User-Defined Quantities**

Model Correlation Type  
 Ambient Temperature  
**METHANE**  
 Ambient Relative Humidity  
 Ambient Wind Speed  
 Maximum Exposure Duration  
 Elevation

**Shell**

Material 15.00  
**C**  
 0.70 fraction  
 5.00 m/s  
 20.00 s  
 2.00 m

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	38	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

CLIENTE / CUSTOMER

Liquid Fraction			fraction	
Jet Angle from Horizontal degrees		Expanded Temperature C	90.00	-47.32

Release Rate		2.22	kg/s
--------------	--	------	------

**Input and/or Output Quantities**

	Input	Output
Flame Emissive Power		98.49 kW/m2
Expanded Radius		1.21 m
Jet Velocity	0.56	m/s
Flame Length		21.20 m
Maximum Flame Radius		m

**Flame Co-ordinates**

X	Z	R	Phi
m	m	m	degrees
0.00	2.42	0.00	71.07
0.00	2.42	1.53	71.07
19.92	9.25	3.29	71.07
19.92	9.25	0.00	71.07

**Radiation Ellipse**

**User-Defined Quantities**

Observer Inclination	Variable	degrees
Exposure Duration	20.00	s

**Calculated Quantities**

<b>Incident Radiation Level:</b>	<b>4.00</b>	kW/m2
Lethality Level	n/a	percent
View Factor	n/a	
Total Radiation Received	80.00	kJ/m2

Downwind semi-axis (A)	21.91	m
Crosswind semi-axis (B)	24.11	m
Offset Ratio (D)	0.44	
Effect Distance	31.56	m
Area	1,659.52	m2
<b>Incident Radiation Level:</b>	<b>12.50</b>	kW/m2
Lethality Level	n/a	percent
View Factor	n/a	
Total Radiation Received	250.00	kJ/m2

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	39	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



Downwind semi-axis (A)	13.02	m
Crosswind semi-axis (B)	10.44	m
Offset Ratio (D)	0.67	
Effect Distance	21.76	m
Area	427.12	m <sup>2</sup>
<b>Incident Radiation Level:</b>	<b>37.50</b>	<b>kW/m<sup>2</sup></b>
Lethality Level	n/a	percent
View Factor	n/a	
Total Radiation Received	750.00	kJ/m <sup>2</sup>
Downwind semi-axis (A)	Not Reached	m
Crosswind semi-axis (B)	Not Reached	m
Offset Ratio (D)	Not Reached	
Effect Distance	n/a	m
Area	n/a	m <sup>2</sup>

**Radiation Distance****User-Defined Quantities**

Maximum Distance	31.56	m
Angle from Wind Direction	0.00	degrees
Height above Origin	0.00	m
Observer Inclination	Variable	degrees
Observer Orientation	0.00	degrees

**Calculated Quantities**

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m <sup>2</sup>	Lethality Level percent	View Factor
0.00			23.81		
0.63			20.91		
1.26			27.07		
1.89			29.25		
2.52			28.74		
3.16			27.60		
3.79			26.47		
4.42			25.46		
5.05			24.62		
5.68			23.95		
6.31			23.43		
6.94			23.02		
7.57			22.69		
8.21			22.43		
8.84			22.23		

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	40	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



**3E Ingegneria S.r.l.**

PISA

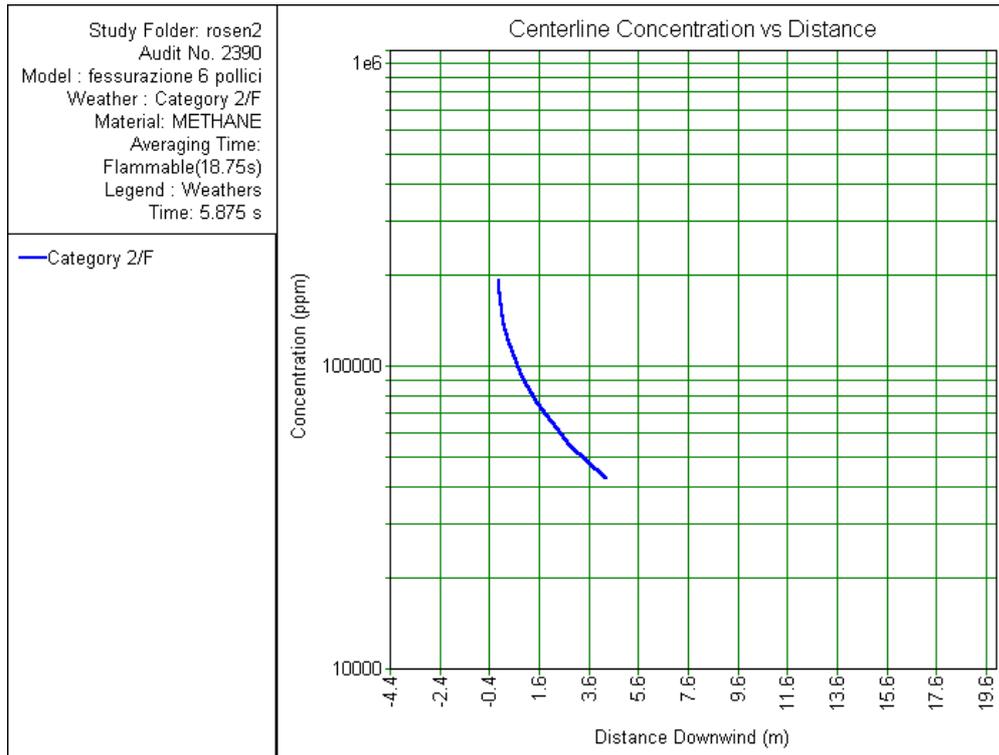
Valutazione danni da rilascio significativo di  
gas metano: rilascio in sala macchine  
OGGETTO / SUBJECT

**Rosen S.p.A.**

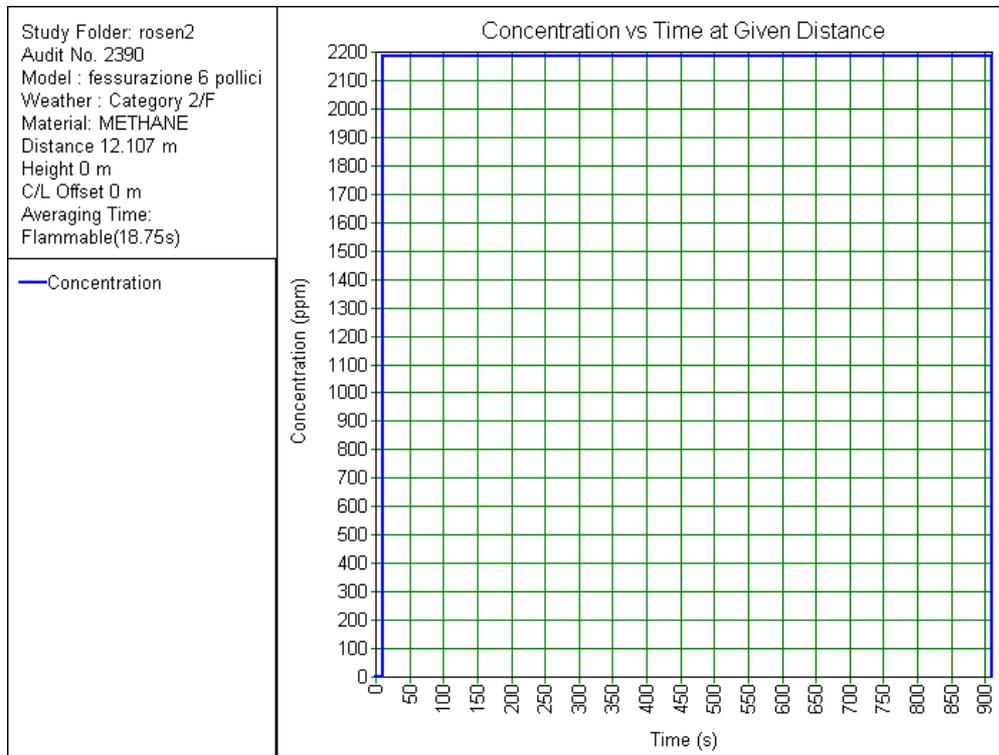
CLIENTE / CUSTOMER

9.47	22.08
10.10	21.98
10.73	21.90
11.36	21.85
11.99	21.80
12.62	21.73
13.26	21.64
13.89	21.54
14.52	21.38
15.15	21.16
15.78	20.83
16.41	20.41
17.04	19.85
17.67	19.16
18.30	18.33
18.94	17.32
19.57	16.17
20.20	14.90
20.83	13.56
21.46	12.20
22.09	10.87
22.72	9.70
23.35	9.05
23.99	8.45
24.62	7.87
25.25	7.33
25.88	6.83
26.51	6.35
27.14	5.92
27.77	5.51
28.40	5.14
29.04	4.81
29.67	4.50
30.30	4.22
30.93	3.96

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	41	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

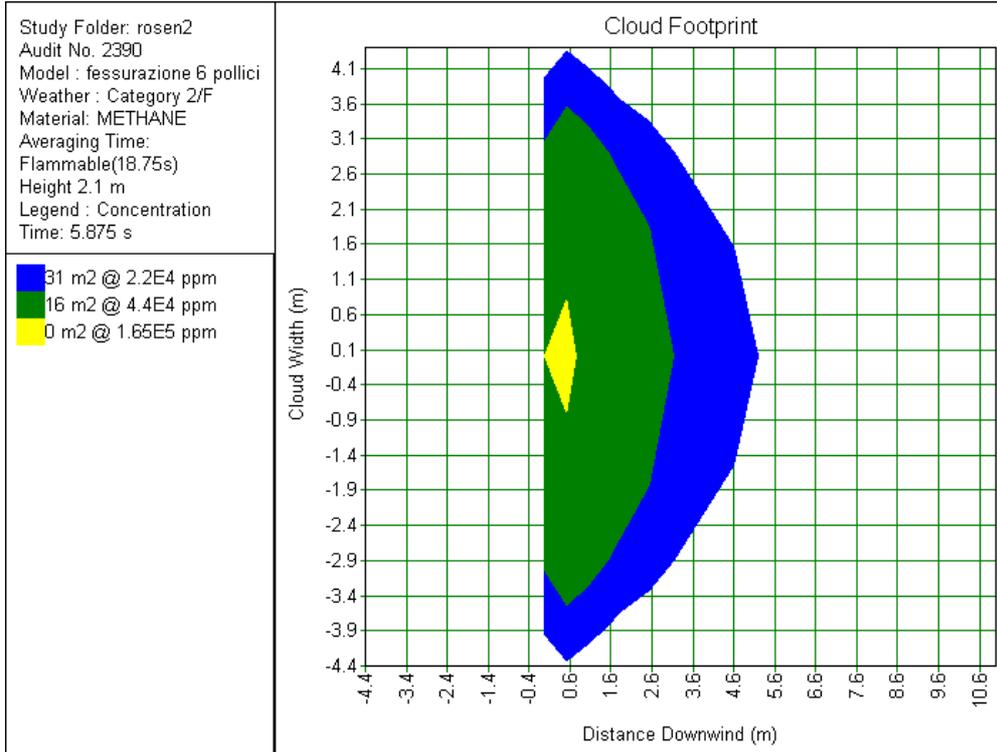


**C/L conc.**

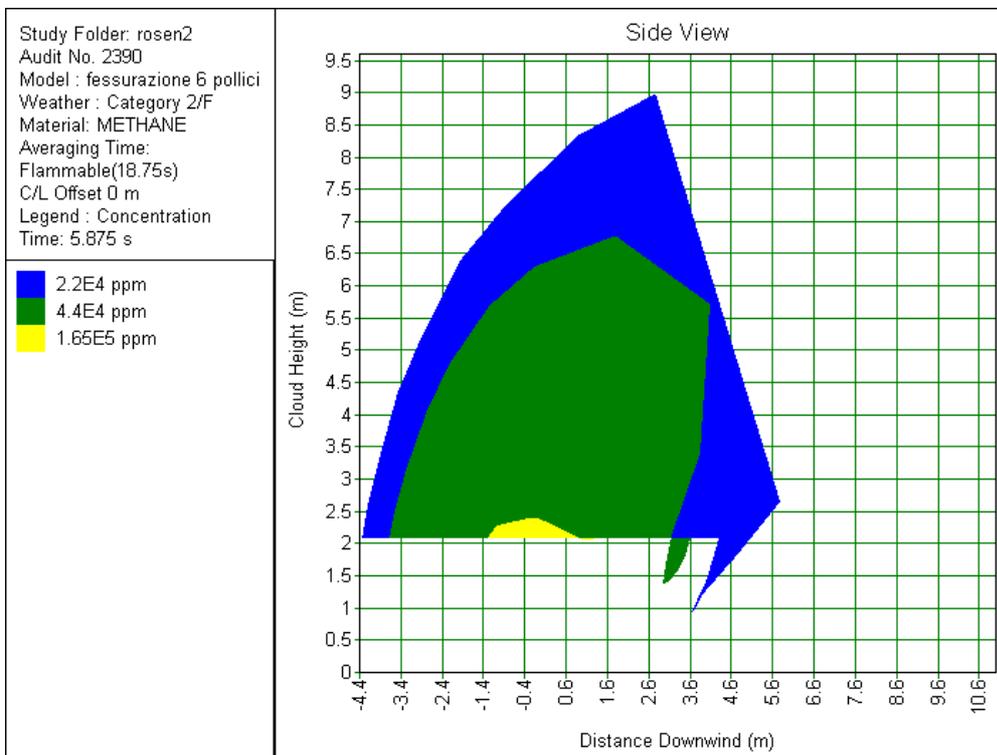


**Conc. Vs time**

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	42	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

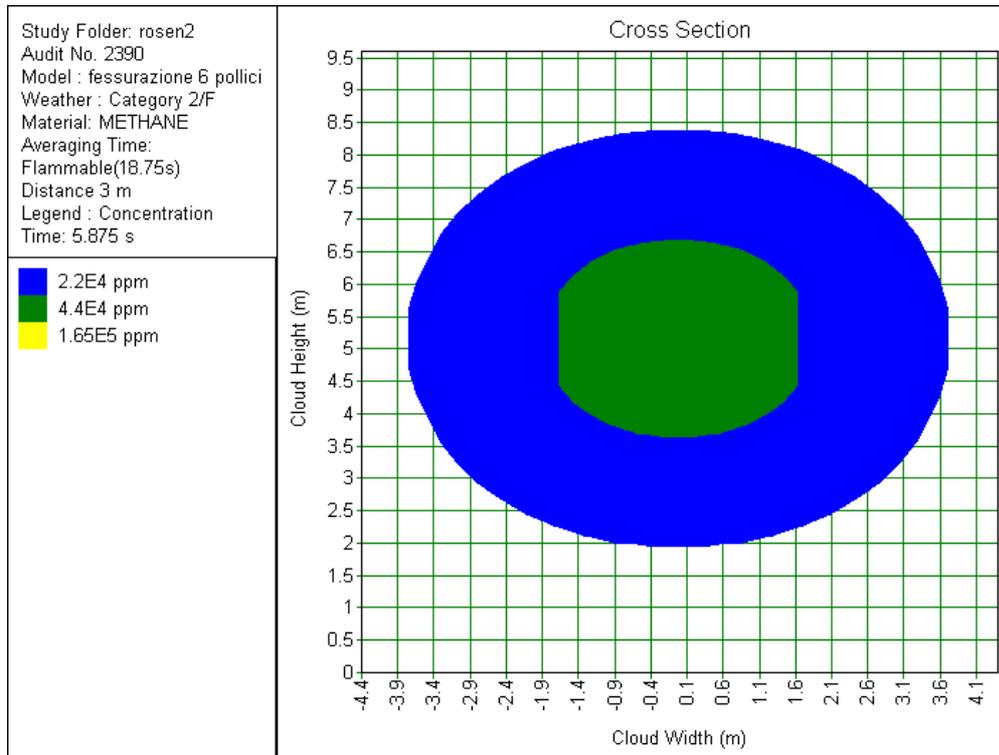


**Cloud Footprint**

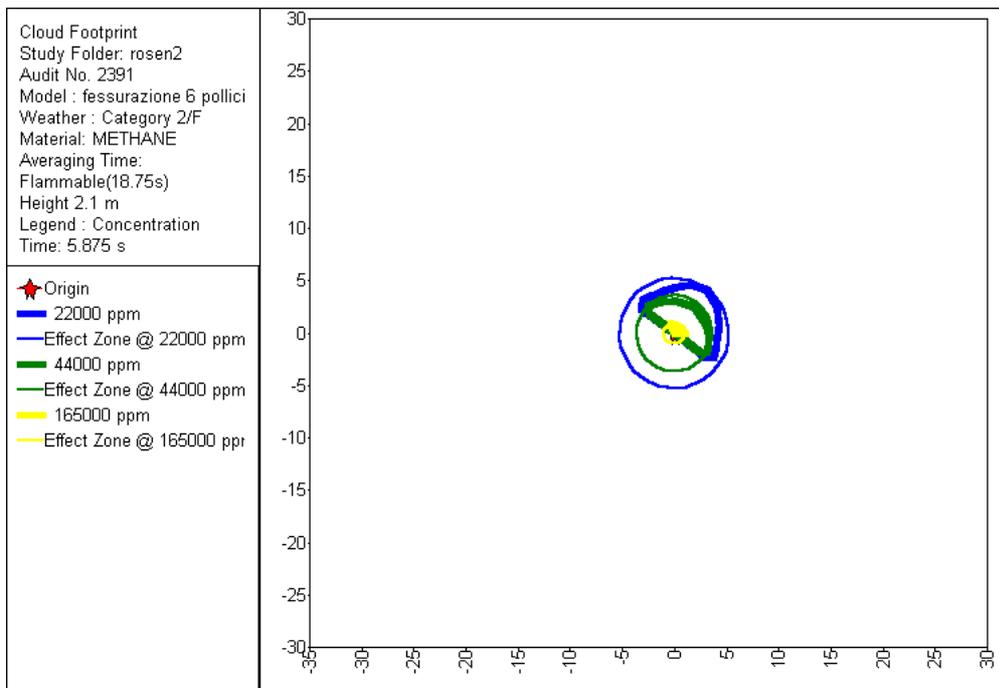


**Sideview**

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	43	46
<p>Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.          This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.</p>		<p>SOSTITUISCE IL - REPLACES          SOSTITUITO DA - REPLACED BY</p>		

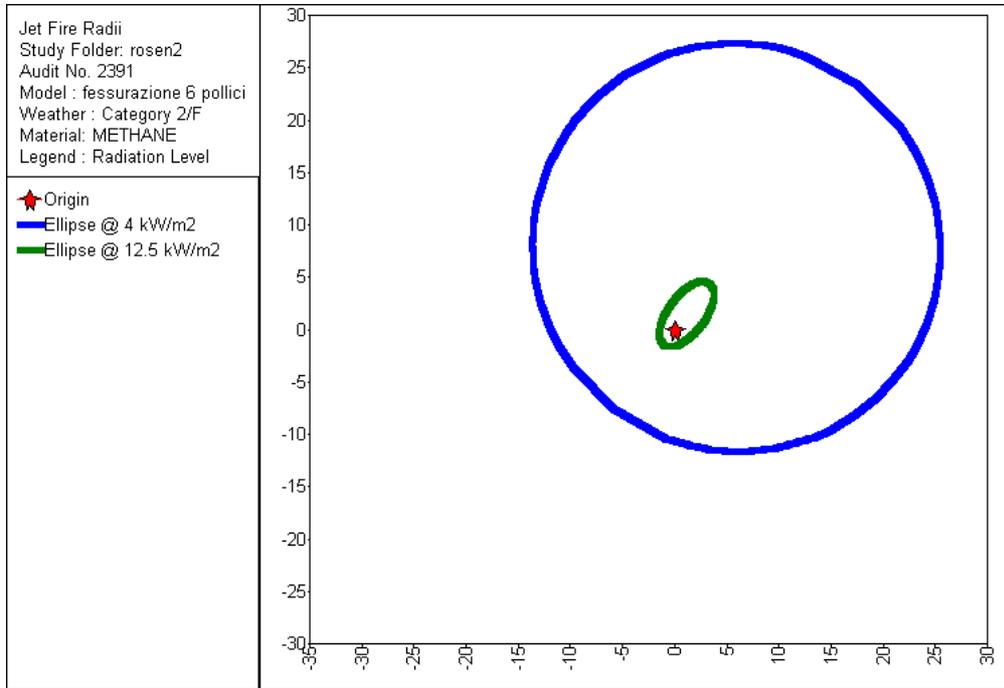


**Cross Section**

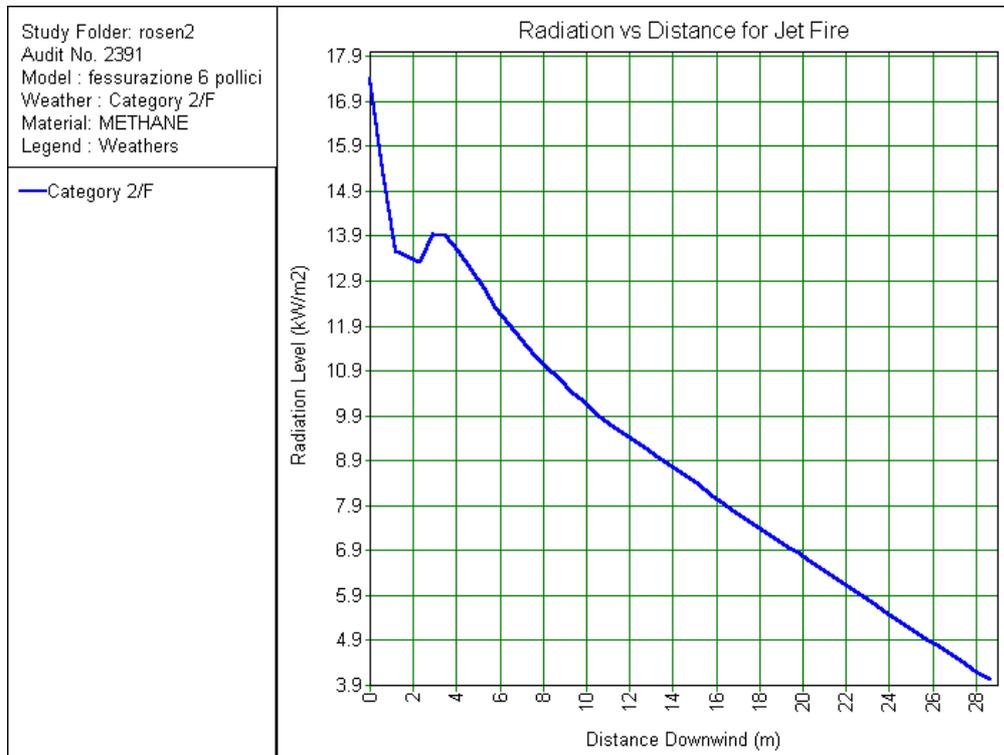


**Cloud Footprint**

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	44	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

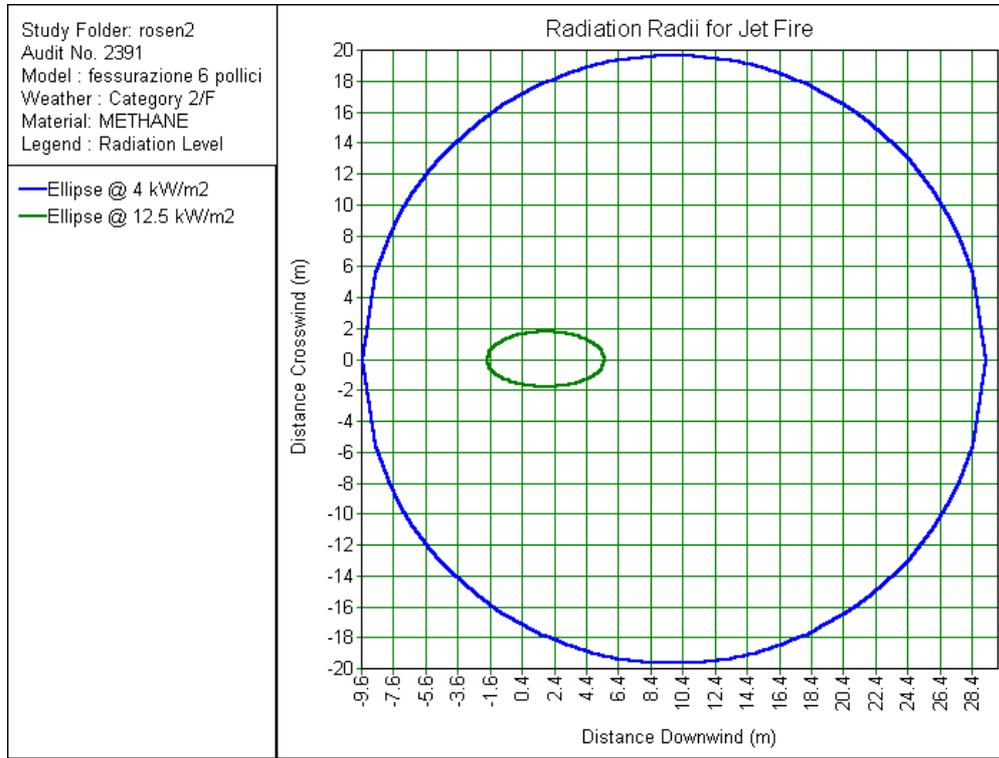


Jet Fire Radii



Jet Fire

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	45	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



### Jet Fire Radii

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	46	46
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		