

 3E Ingegneria S.r.l. PISA	Analisi rischio incidente rilevante per rilascio significativo di gas metano OGGETTO / SUBJECT	Rosen S.p.A. CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

INDICE

1	OGGETTO E SCOPO	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3	PREMESSA	5
3.1	IL QUADRO NORMATIVO APPLICABILE	5
3.2	CONTENUTI E STRUTTURA DEL DOCUMENTO	5
4	LO STABILIMENTO E L'ATTIVITA' PRODUTTIVA	6
4.1	GENERALITÀ.....	6
4.2	IL SISTEMA GAS NATURALE	8
5	IL METODO DI LAVORO	12
6	SCENARI INCIDENTALI IPOTIZZATI E VALUTAZIONE DEL RISCHIO RELATIVO	14
6.1	RILASCIO DI METANO PER PERDITA SIGNIFICATIVA DA CONDOTTA, DA FLANGE, ROTTURA DI STACCHI	14
6.2	CALCOLO DEL RISCHIO	15
6.2.1	<i>Determinazione della frequenza di rilascio (f_r)</i>	<i>17</i>
6.2.2	<i>Determinazione della frequenza dell'evento (f_e) a seguito di rilascio</i>	<i>17</i>
6.2.3	<i>Determinazione della probabilità di danno fisico (P)</i>	<i>18</i>
6.2.4	<i>Determinazione del rischio locale (R_l).....</i>	<i>22</i>
6.3	VALUTAZIONE DELLE POSSIBILI INTERAZIONI CON L'IMPIANTO GASOLIO	25
7	CONFRONTO DEI RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO CON I LIMITI INDICATI DALLA VIGENTE NORMATIVA	26

ALLEGATO: Rappresentazione grafica delle aree di rischio

REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. – TOT.
		I	2	31
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	Analisi rischio incidente rilevante per rilascio significativo di gas metano OGGETTO / SUBJECT	Rosen S.p.A. CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

1 OGGETTO E SCOPO

Oggetto del lavoro è l'analisi del rischio di incidente rilevante per la centrale Rosen di Rosignano Solvay, in conseguenza a rilascio significativo di gas metano in corrispondenza della sala macchine e della stazione di decompressione del gas stesso.

Scopo del presente documento è di effettuare una valutazione del rischio in relazione agli scenari incidentali ipotizzati, descrivendo il metodo di lavoro adottato e le relative ipotesi.

Le conseguenze degli eventi incidentali considerati sono state valutate tenendo conto delle frequenze di accadimento degli eventi stessi.

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	3	31
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	Analisi rischio incidente rilevante per rilascio significativo di gas metano OGGETTO / SUBJECT	Rosen S.p.A. CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

RAPPORTI TECNICI, NORMATIVA E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [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)”, maggio 2003
- [5] 3E Ingegneria srl, doc N°0640206R02 e N°0640206R03, “Valutazione dei danni derivanti dal rilascio significativo di gas metano”, Aprile e Giugno 2003
- [6] ARPAT. “Piano di risanamento per le aree critiche a elevata concentrazione industriale di Livorno e Piombino – Analisi del rischio per l'area di Livorno e strategie di intervento”
- [7] Crowl, D.A. and Louvar J.F., 1990 “Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications”
- [8] Dipartimento della Protezione Civile, “Pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante”
- [9] Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 9 maggio 2001, “Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante”

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	31
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	Analisi rischio incidente rilevante per rilascio significativo di gas metano OGGETTO / SUBJECT	Rosen S.p.A. CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

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 centrale di cogenerazione turbogas a recupero termico e di una stazione di riduzione e misura del gas naturale di alimentazione della suddetta centrale; 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].

Infine, 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], del quale costituiscono parte integrante tutti gli studi sopra citati ([1], [2], [3]).

Il presente documento integra gli studi precedenti per ciò che concerne gli eventuali rischi legati al possibile rilascio di metano in corrispondenza della sottostazione metano e della sala macchine; in esso, dopo una breve descrizione del processo produttivo, sono recepiti i risultati di cui in [5] relativi al calcolo del danno conseguente agli eventi considerati e sono valutati gli effettivi rischi ad essi associati.

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	5	31
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		



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 circa 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 m³/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	31
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		



Stazione riduzione gas naturale: 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	31
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 la turbina a gas. Queste valvole di regolazione sono del tipo autoregolante ed usano come fluido di controllo lo stesso metano.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	8	31
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	Analisi rischio incidente rilevante per rilascio significativo di gas metano OGGETTO / SUBJECT	Rosen S.p.A. CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

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 (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.

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	9	31
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

Analisi rischio incidente rilevante per rilascio
significativo di gas metano
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

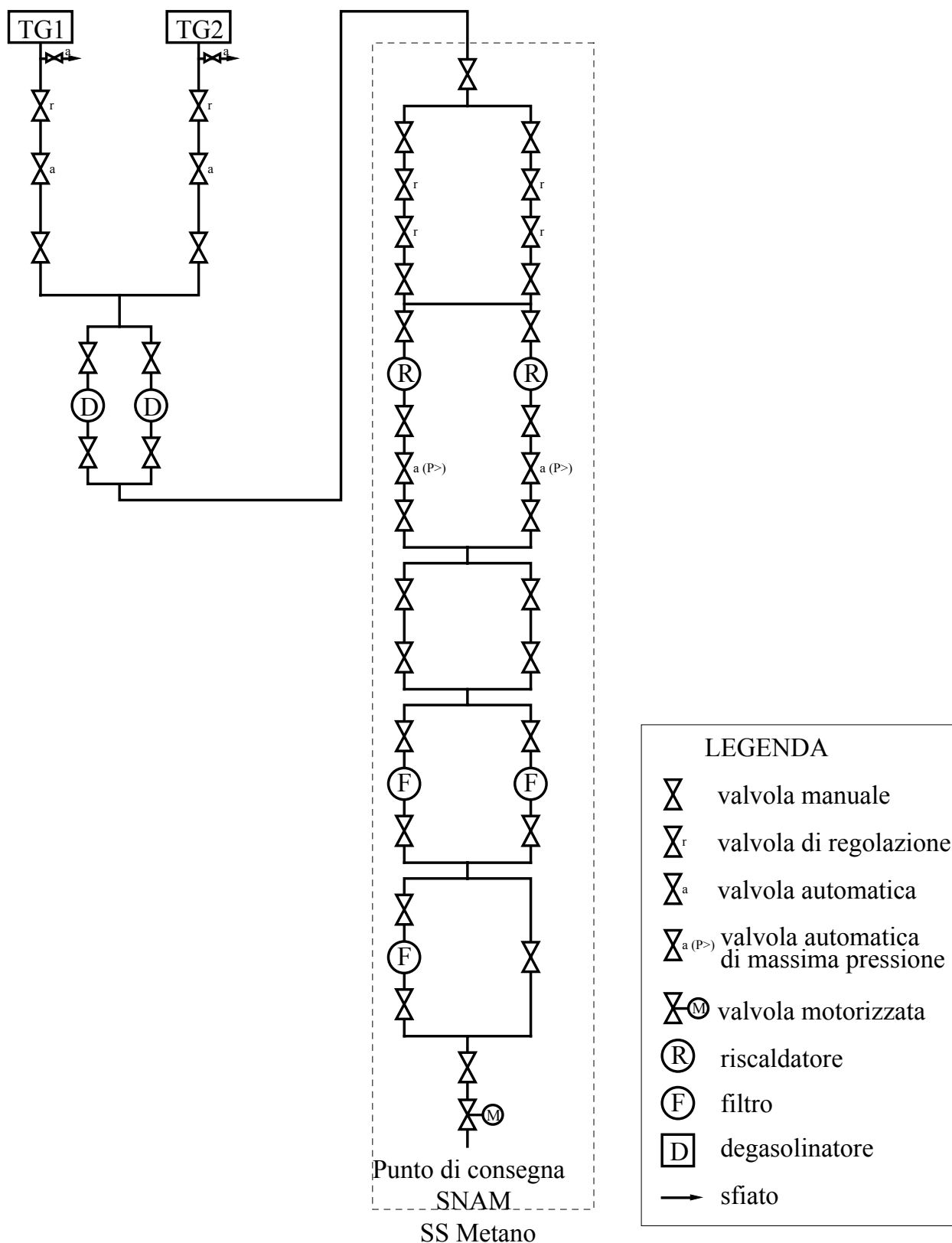


Figura 4.2-1

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	31
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	Analisi rischio incidente rilevante per rilascio significativo di gas metano 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.

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	11	31
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		



5 IL METODO DI LAVORO

Il metodo di lavoro consiste nel valutare il rischio associato agli eventi descritti nei successivi paragrafi, le cui conseguenze in termini di danno, connesse ai diversi scenari, sono già state valutate in [5].

In particolare, il calcolo del rischio è stato valutato con la seguente formula:

$$R_l = f_r \cdot f_e \cdot P, \text{ dove:}$$

R_l è il cosiddetto *rischio locale* [morti/anno], ossia quello ottenuto considerando unitaria la probabilità di presenza di persone nell'area interessata dall'evento

f_r è la probabilità di rilascio del metano [N° di rotture/anno]

f_e è la probabilità che il rilascio di metano provochi l'evento considerato [N° di eventi/rottura]

P è la probabilità di danno a seguito della sollecitazione fisica subita [morti/evento]

I valori dei parametri f_r ed f_e sono stati ricavati dalla bibliografia disponibile in materia [6].

Per quanto riguarda la probabilità di danno il calcolo è stato eseguito attraverso la cosiddetta *probit analysis*.

Secondo tale metodo la probabilità di danno fisico associata alla sollecitazione subita può essere ricavata attraverso il seguente metodo: si calcola il valore di *probit* P_r , con la formula:

$$P_r = a + b \cdot \ln(V), \text{ dove:} \quad (1)$$

P_r è il valore di probit

a, b sono parametri che dipendono dall'evento, secondo la Tabella 1

V è la variabile fisica che rappresenta la sollecitazione subita (sovrapressione, irraggiamento,...)

Infine, dal valore di probit si ricava la probabilità espressa in percentuale secondo la trasformazione di Tabella 2.

REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. – TOT.
		I	12	31
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		



Tipo di danno	Variabile fisica V	Parametri di probit	
		a	b
Jet Fire: Morte per irraggiamento	$t I^{4/3}/10^4$	-14.9	2.56
Esplosione: morte per emorragia polmonare	p_0	-77.1	6.91
Danni alle strutture	Δp_0	-23.8	2.92

t = durata dell'esposizione all'incendio (s)

I = intensità dell'irraggiamento (W/m²)

p_0 = picco di pressione (N/m²)

Δp_0 = picco di sovrappressione (N/m²)

Tabella 1: Parametri per il calcolo del probit per diversi tipi di danno

Per quanto riguarda il calcolo della probabilità di morte in caso di Flash Fire, si assume:

- probabilità unitaria all'interno della nube caratterizzata da una concentrazione di metano che va da LFL/2 a LFL;
- probabilità nulla al di fuori di tale nube, in quanto gli effetti dell'irraggiamento da Flash Fire al di fuori dell'area della nube sono estremamente ridotti a causa del rapido dissolversi del fenomeno e del conseguente tempo di esposizione molto basso.

%	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Tabella 2: Correlazione tra probit (in nero) e percentuale (in blu)

E' stata inoltre valutata la possibilità di interazione significativa con l'impianto relativo al gasolio gestito da Rosen ("effetto domino").

I valori di rischio così ottenuti sono stati infine interpretati sulla base di criteri generalmente assunti in letteratura.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	13	31
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		



6 SCENARI INCIDENTALI IPOTIZZATI E VALUTAZIONE DEL RISCHIO RELATIVO

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

Il rilascio di metano può essere originato 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 può condurre a diverse possibili conseguenze, e 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

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 gli eventi incidentali analizzati fini della valutazione del rischio di incidente rilevante (studio dei *top events*) sono [5]:

- il rilascio di metano per 15’ dalla linea ad alta pressione (41 bar) della stazione di decompressione del gas metano in conseguenza alla formazione di una fessura di dimensioni equivalenti ad un foro avente un diametro pari al 20% del diametro della condotta, nelle condizioni ambientali di riferimento 2/F e 5/D;
- il rilascio di metano per 15’ 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.

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. – TOT.
REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	I	14	31
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		



In particolare, per le fissate condizioni di riferimento e a prescindere dalla probabilità di accadimento dell'incidente, è stata studiata la geometria del getto gassoso nonché le conseguenze del jet-fire, del flash-fire e gli effetti di una esplosione.

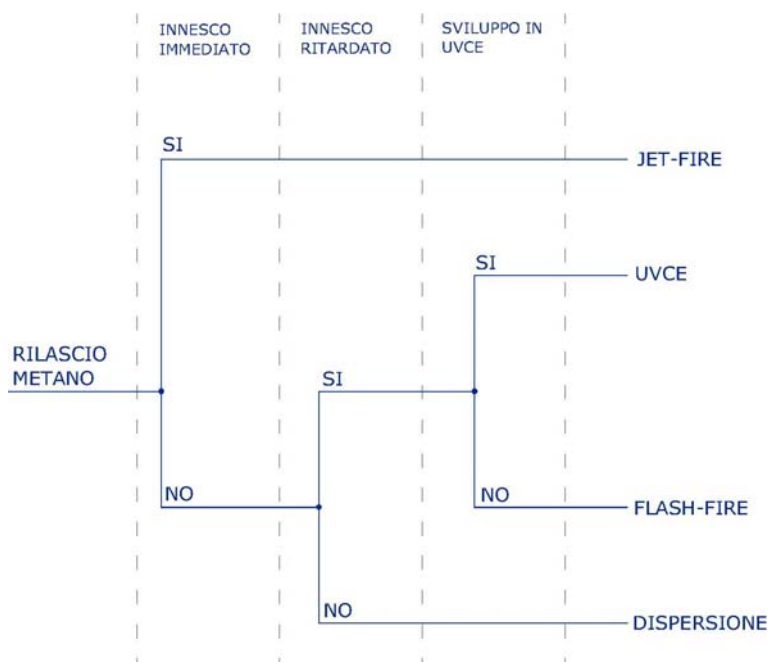


Figura 6.1-1: Albero degli eventi relativo al rilascio di metano

6.2 Calcolo del rischio

Ai fini della valutazione dei rischi sono stati presi in considerazione gli eventi riassunti nella seguente Tabella 3:

Causa	Evento	Tipo di rischio
Rilascio dalla linea alta pressione della staz.ne di decompressione metano	Flash Fire	Morte conseguente ad irraggiamento
	Jet Fire	Morte conseguente ad irraggiamento
	UVCE	Morte conseguente a sovrappressione Danni alle strutture conseguenti a sovrappressione
Rilascio dalla linea interna alla sala macchine	Jet Fire	Morte conseguente ad irraggiamento

Tabella 3

Gli effetti fisici dei suddetti eventi sono riassunti in Tabella IV.

REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. – TOT.
		I	15	31
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	Analisi rischio incidente rilevante per rilascio significativo di gas metano OGGETTO / SUBJECT	Rosen S.p.A. CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

Evento incidentale	Dinamica	Conseguenze valutate
Rilascio di metano per 15^(c) a causa di cricca o rottura nella condotta in sottostazione metano. Pressione: 41 bar Diametro cricca: 61 mm	Formazione di jet-fire in caso di innesco immediato o di una nube di vapori infiammabili in caso di innesco ritardato (che può evolvere sia in flash-fire che in esplosione non confinata con innesco ritardato)	<u>Dispersione Nube (al suolo)</u> Massima distanza nube a UFL :21.27 m Massima distanza nube a LFL :27.48 m Massima distanza nube a LFL/2:30.90 m <u>Flash Fire</u> Massima estensione a LFL : 27.48 m Massima estensione a LFL/2: 30.90 m <u>Jet Fire</u> Emissione fiamma: 90.48 kW/m² Lunghezza fiamma: 60.95 m Irraggiamento^(b): > 37,5 kW/m²: 27.77 m, 742 m² > 12,5 kW/m²: 33.67 m, 2780 m² > 4 kW/m²: 42.10 m, 6250 m² <u>Late Ignition Explosion:</u> Massa di gas : 32.24 kg Sovrapressione^(b): >0.3 bar 50.1 m >0.14 bar 64.1 m >0.07 bar 85.7 m <u>Dispersione Nube (al suolo)</u> Massima distanza nube a UFL :41.61 m Massima distanza nube a LFL :123.99 m Massima distanza nube a LFL/2:191.60 m <u>Flash Fire</u> Massima estensione a LFL : 123.99 m Massima estensione a LFL/2: 191.60 m <u>Jet Fire</u> Emissione fiamma: 130.34 kW/m² Lunghezza fiamma: 47.4 m Irraggiamento^(b): > 37,5 kW/m²: 24.10 m, 1014 m² > 12,5 kW/m²: 29.52 m, 2531 m² > 4 kW/m²: 38.37 m, 5596 m² <u>Late Ignition Explosion:</u> Massa di gas : 32.24 kg Sovrapressione^(c): >0.3 bar 223.68 m >0.14 bar 247.15 m >0.07 bar 283.34 m
Rilascio di metano per 15^(c) a causa di cricca o rottura nella condotta da 6'' in locale turbogas Pressione: 19 bar Diametro cricca: 30.5 mm Quota fessura 2 m Vent flow-rate: 58962 m³/h Equivalent Exhaust Diameter: 6.11 m	Formazione di jet fire in caso di innesco immediato o di una nube di vapori infiammabili	<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 <u>Jet Fire</u> Emissione fiamma: 64.10 kW/m² Lunghezza fiamma: 27.27 m Irraggiamento^(b): > 37,5 kW/m²: n.r. > 12,5 kW/m²: 5.56 m, 21 m² > 4 kW/m²: 29.27 m, 1197 m²

Tabella IV: Conseguenze valutate per gli eventi incidentali di riferimento

REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. – TOT.
		I	16	31
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		



(°) 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/m² è la soglia di danneggiamento delle strutture per breve tempo di esposizione in assenza di raffreddamento
- 12,5 kW/m² è la soglia di letalità per persone prive di protezione, nonché di danneggiamento dei serbatoi per lunghe esposizioni senza raffreddamento
- 4 kW/m² è la soglia per le ustioni di primo grado su operatori non protetti per un tempo di esposizione di circa 13 s

(c) Effetti delle sovra-pressioni (esplosione);

- 0.3 bar è la soglia di danneggiamento grave delle strutture e delle apparecchiature
- 0.14 bar è la soglia dei danni riparabili alle strutture ed alle apparecchiature
- 0.07 bar rottura vetri

6.2.1 Determinazione della frequenza di rilascio (f_r)

La frequenza di rilascio (rotture/anno) per metro di lunghezza della condotta, può essere valutata secondo la Tabella 5, tratta da [6]:

Diametro tubazione	Rottura grave / fessurazione	Rottura catastrofica
< 10"	$2 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-7}$
10"-20"	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{-8}$

Tabella 5: frequenza di rottura delle tubazioni, espressa in n° di rotture/anno per ogni metro di lunghezza della tubazione

6.2.1.1 Rilascio dalla linea ad alta pressione della stazione di decompressione metano

Nel caso in esame, la lunghezza del tratto di alta pressione è pari a circa 100m ed il diametro è di 12".

Si assume cautelativamente il valore di probabilità relativo a rottura grave, in quanto maggiore del valore relativo al caso di rottura catastrofica. Pertanto si ha:

$$f_r = 2,5 \cdot 10^{-7} \cdot 100 = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ rotture/anno}$$

6.2.1.2 Rilascio dalla linea che transita internamente alla sala macchine

In questo caso la lunghezza della condotta all'interno della sala macchine è di circa 30m, mentre il diametro è di 6". Pertanto si ha:

$$f_r = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 30 = 6 \cdot 10^{-5} \text{ rotture/anno}$$

6.2.2 Determinazione della frequenza dell'evento (f_e) a seguito di rilascio

La frequenza dell'evento può essere ricavata dalla Tabella 6 sotto riportata ([6], Tabella 7.3.1).

	Pool fire	UVCE	Flash fire
Benzina	0.05	0.00095	0.029
Greggio	0.005	0.001	0.03
GPL	-	0.03	-

Tabella 6: probabilità dei singoli scenari a seguito di un rilascio da condotta

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	17	31
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		



Poiché il caso del metano non è compreso nella suddetta tabella, si assume cautelativamente il massimo valore sopra riportato, corrispondente a:

$$f_e = 0.03 \text{ esplosioni/rilascio}$$

Si assume lo stesso valore anche per il caso di Flash Fire e Jet Fire.

6.2.3 Determinazione della probabilità di danno fisico (P)

Per la determinazione della probabilità associata al danno fisico (morte/evento) è stato fatto riferimento al metodo della cosiddetta *probit analysis* [7], già descritto al cap.5.

6.2.3.1 Rilascio dalla linea ad alta pressione della stazione di decompressione metano

I grafici di Figura 6.2-1 e Figura 6.2-2 mostrano, per il caso di rilascio in sottostazione metano:

- l'andamento del valore di irraggiamento al variare della distanza dal punto di rilascio in cui si verifica il Jet Fire (tratto da [5]);
- l'andamento della probabilità di morte per irraggiamento in caso di Jet Fire, ipotizzando un tempo di chiusura delle valvole di 15', in accordo alle assunzioni fatte per i calcoli di cui in [5]. Tale grafico è stato ricavato a partire dalla formula (1), utilizzando come variabile V l'espressione indicata in tabella 4.

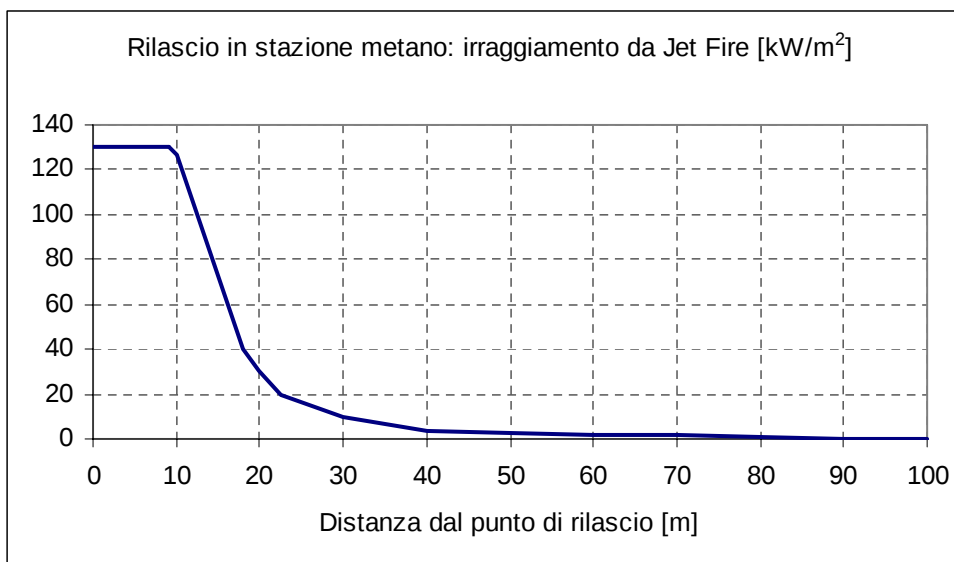


Figura 6.2-1

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	18	31
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		

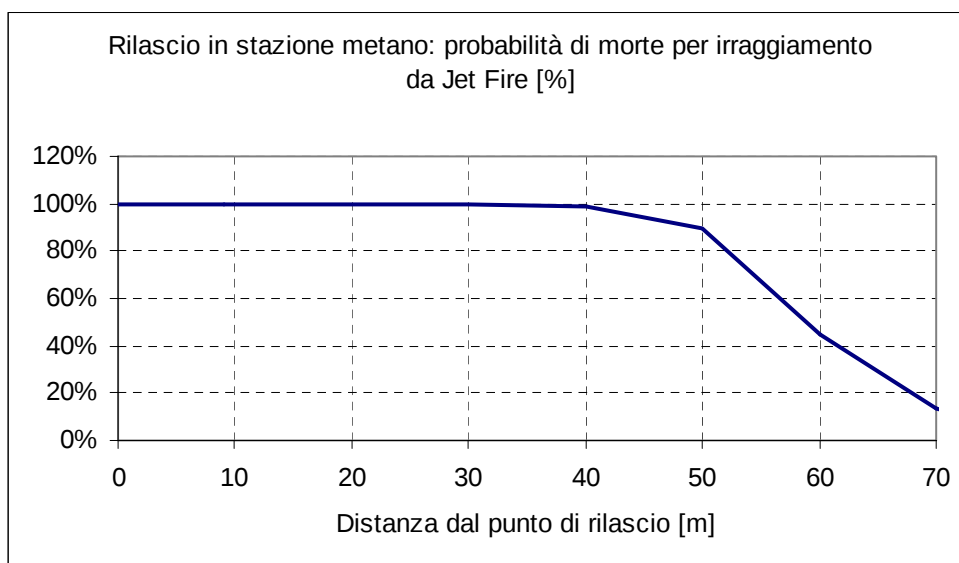


Figura 6.2-2

Nel caso del rischio associato all'esplosione (UVCE), il ragionamento può essere ripetuto in modo analogo, calcolando il valore di probit secondo la formula (1) e la Tabella 1; i grafici di Figura 6.2-3, Figura 6.2-4 e Figura 6.2-5 rappresentano, in caso di rilascio in sottostazione metano:

- l'andamento del valore di sovrappressione al variare della distanza dal punto di rilascio (tratto da [5]); il primo tratto di valore costante e pari a 1 bar indica che l'esplosione può avvenire in un qualsiasi punto fino a 200m di distanza dal punto in cui avviene il rilascio
- l'andamento della probabilità di morte per emorragia polmonare
- l'andamento della probabilità di danno alle strutture

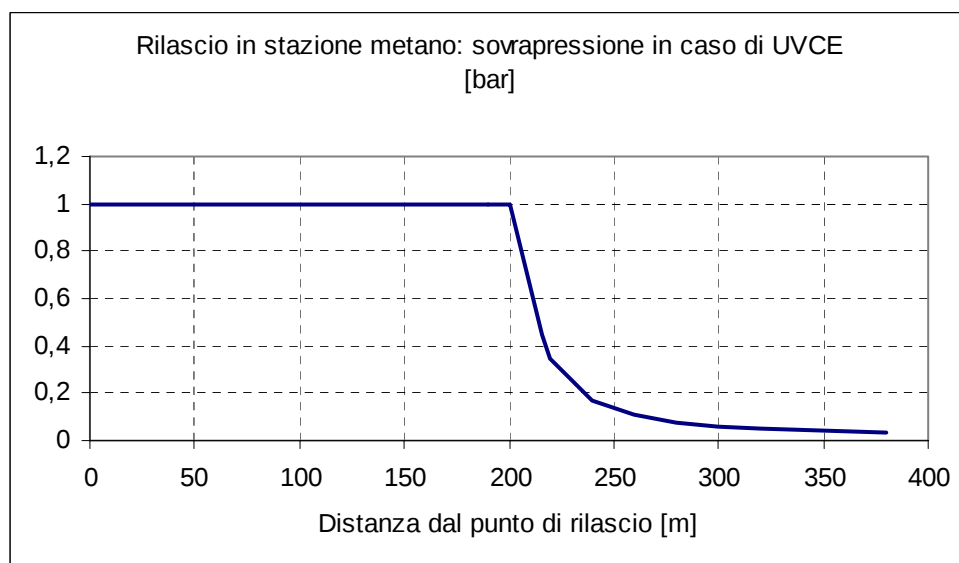




Figura 6.2-3

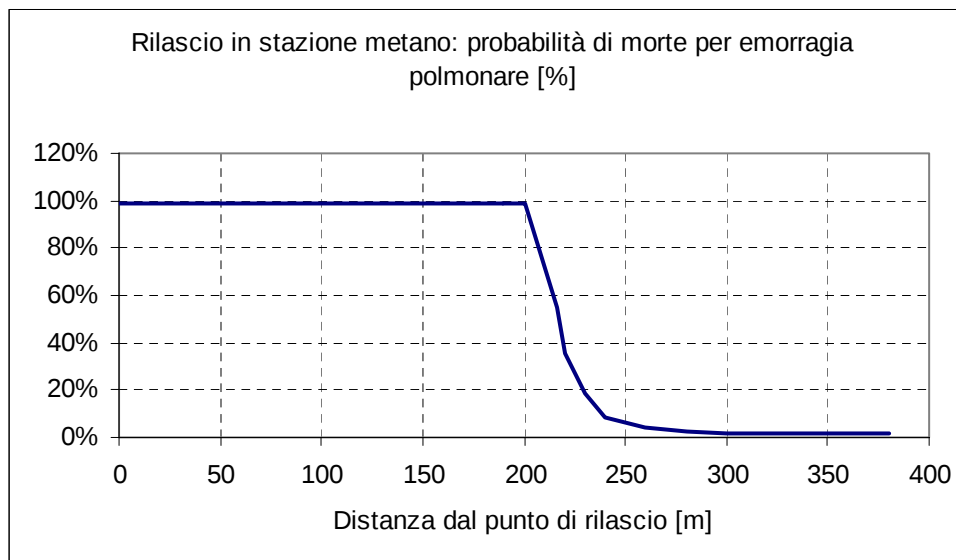


Figura 6.2-4

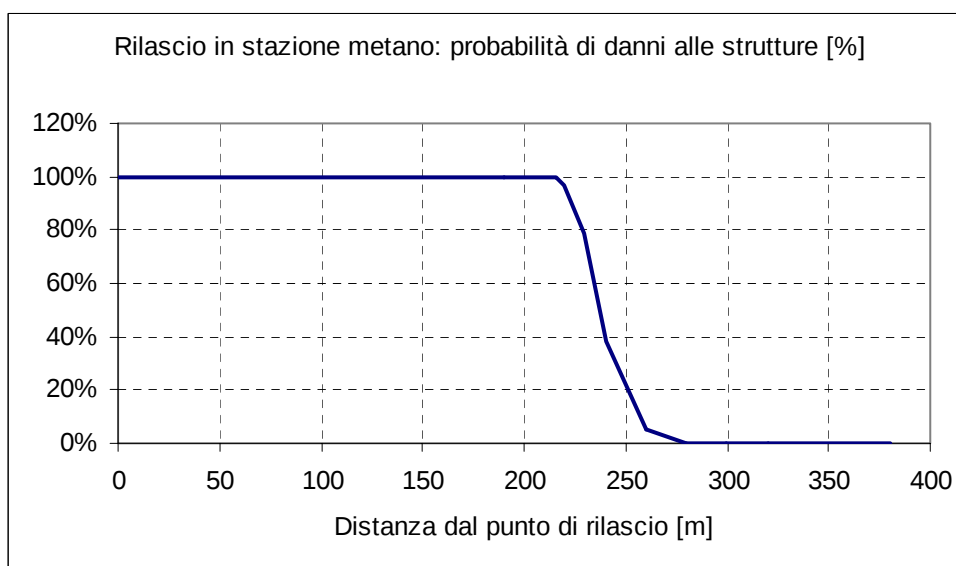


Figura 6.2-5

Nel caso di irraggiamento per Flash Fire secondo le considerazioni di cui sopra ed i risultati dello studio [5] la probabilità di morte è quella riportata in Figura 6.2-6.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	20	31
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		

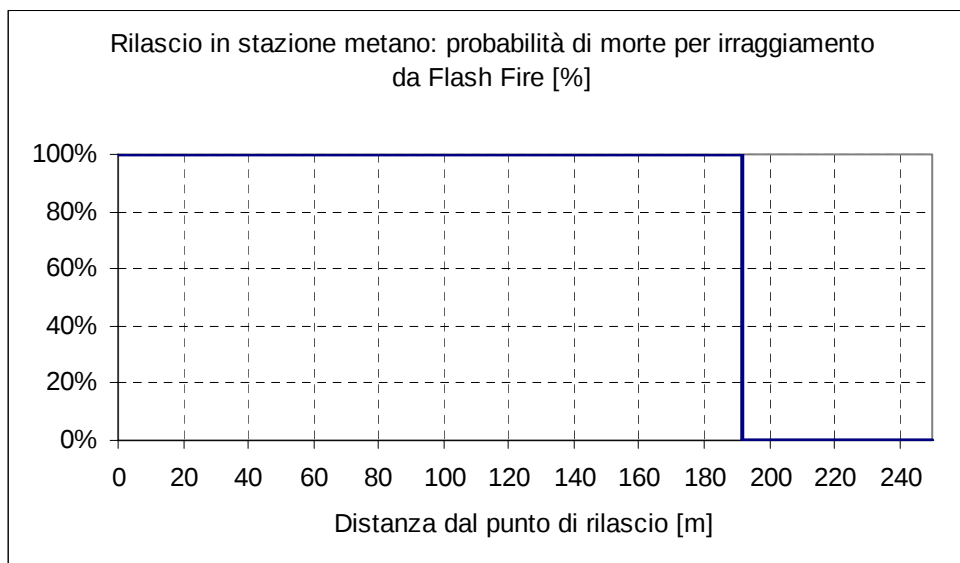


Figura 6.2-6

6.2.3.2 Rilascio dalla linea che transita internamente alla sala macchine

I grafici di Figura 6.2-7 e Figura 6.2-8 mostrano, per il caso di rilascio in sala macchine:

- l'andamento del valore di irraggiamento al variare della distanza dal punto di rilascio in cui si verifica il Jet Fire (tratto da [5]);
- l'andamento della probabilità di morte per irraggiamento in caso di Jet Fire, ipotizzando un tempo di chiusura delle valvole di 15', in accordo alle assunzioni fatte per i calcoli di cui in [5]. Tale grafico è stato ricavato a partire dalla formula (1), utilizzando come variabile V l'espressione indicata in Tabella 1.

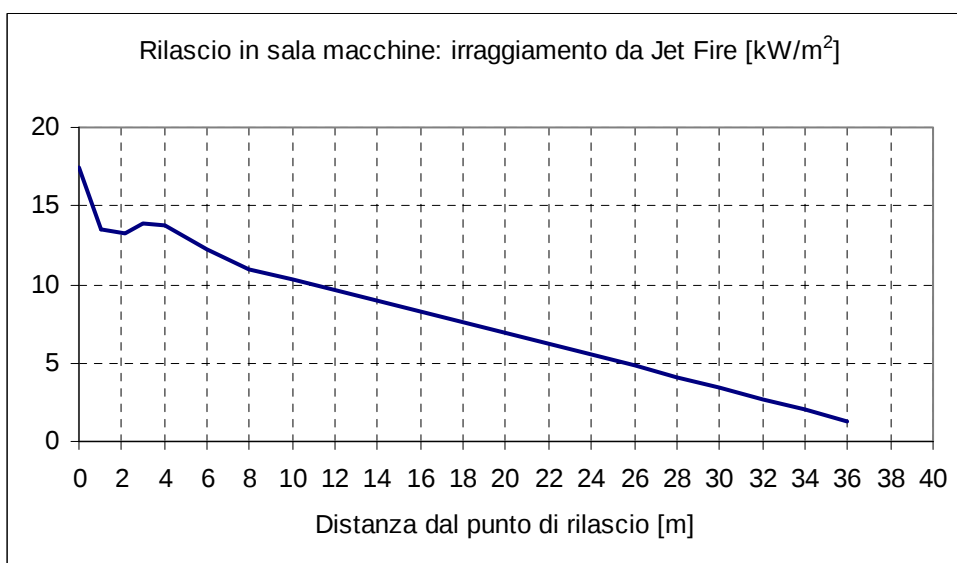


Figura 6.2-7

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	21	31
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		

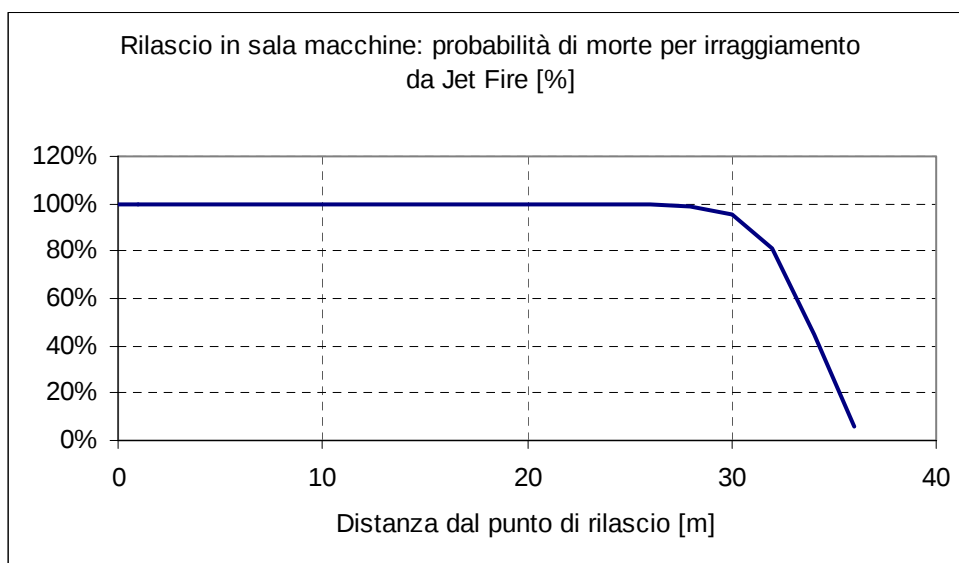


Figura 6.2-8

6.2.4 Determinazione del rischio locale (R_l)

Il rischio locale può essere calcolato con la formula già illustrata al cap.5:

$$R_l = f_r \cdot f_e \cdot P,$$

dove ciascuno dei tre termini della formula assume i valori calcolati nei precedenti paragrafi.

Per ciascuno dei cinque casi analizzati l'andamento del rischio al variare della distanza dal punto in cui si verifica l'evento è riportato nelle seguenti figure.

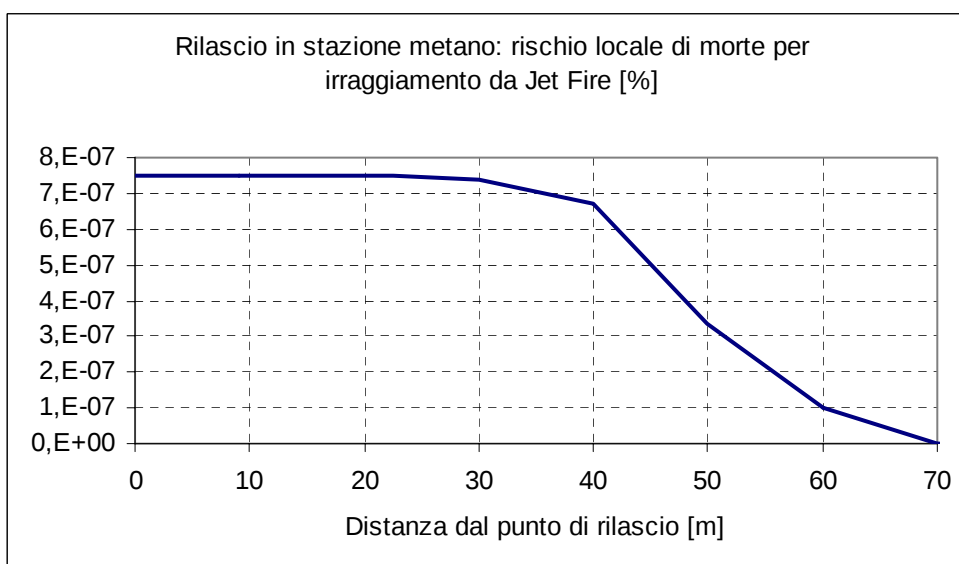


Figura 6.2-9

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	22	31
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		

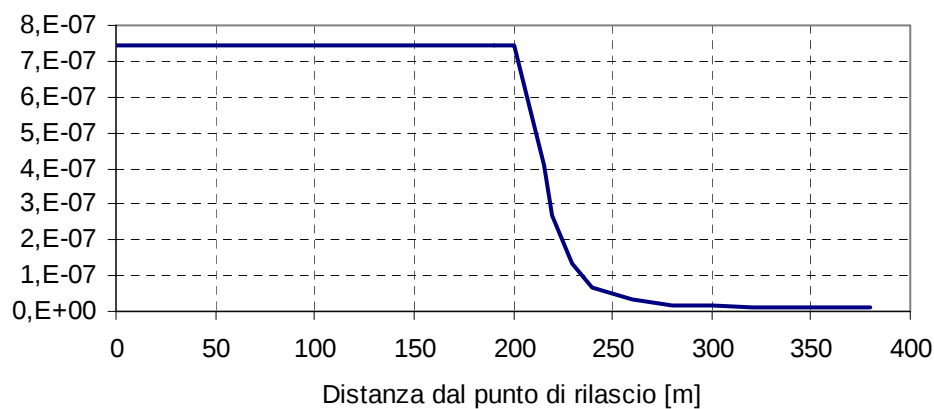
Rilascio in stazione metano: rischio locale di morte per emorragia
polmonare a seguito di UVCE [%]

Figura 6.2-10

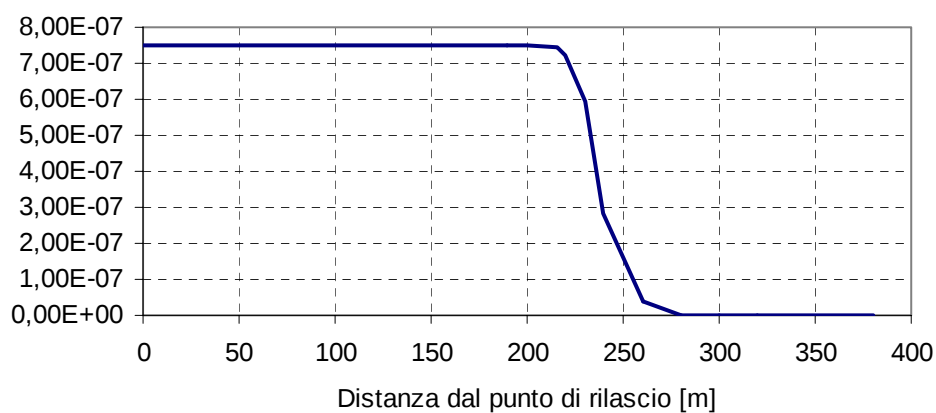
Rilascio in stazione metano: rischio locale di danni alle strutture
a seguito di UVCE [%]

Figura 6.2-11

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	23	31
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		

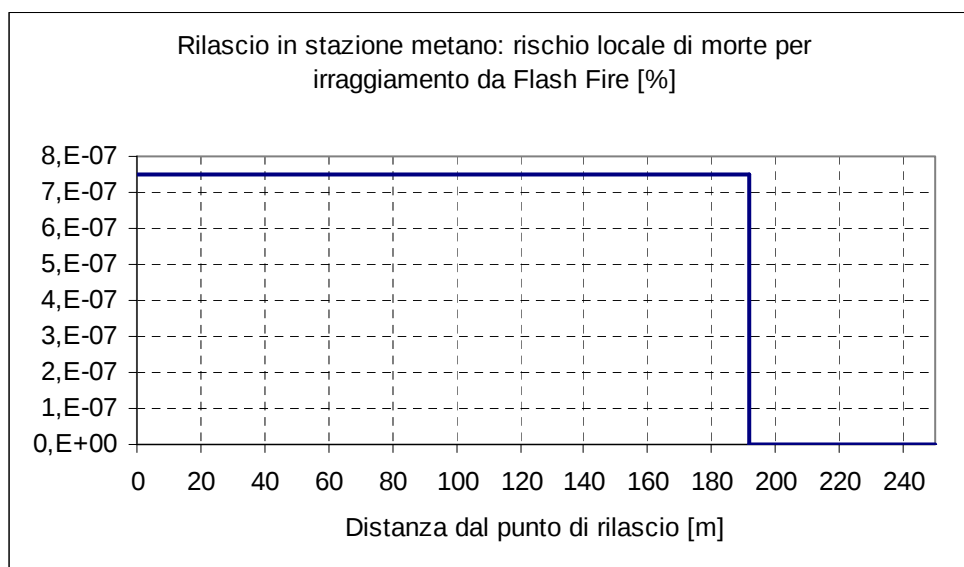


Figura 6.2-12

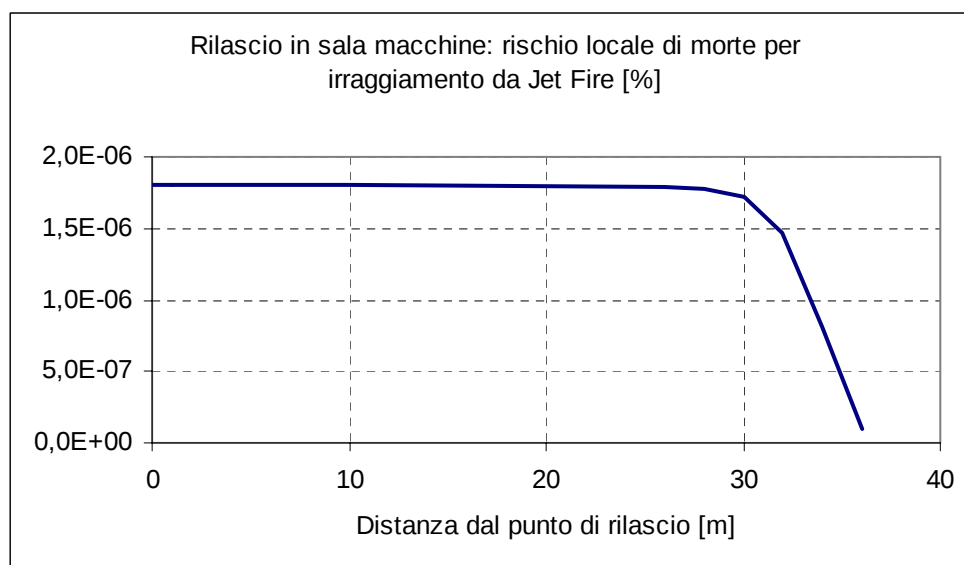


Figura 6.2-13

Le aree coinvolte nei diversi eventi considerati ed i rischi locali associati sono riportati in forma grafica nelle tavole allegate.

E' opportuno ricordare che tali aree di rischio sono strettamente legate alle ipotesi di seguito elencate:

- tempo intercorrente fra l'incidente e la chiusura totale delle valvole di intercettazione pari a 15'
- pressione del gas metano al punto di consegna SNAM pari a 41 bar

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	24	31
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

Analisi rischio incidente rilevante per rilascio
significativo di gas metano
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

6.3 VALUTAZIONE DELLE POSSIBILI INTERAZIONI CON L'IMPIANTO GASOLIO

Le possibili interazioni con il sistema gasolio possono essere individuate sulla base delle seguenti considerazioni.

In caso di UVCE la massima estensione della sovrappressione è riportata nella Fig. I dell'allegato.

Tale sovrappressione può interessare un tratto di tubazione gasolio non interrata, che può essere danneggiata. E' opportuno tuttavia segnalare che tale tratto di tubazione risulta parzialmente protetto dalla scarpata del fosso adiacente, che quindi potrebbe limitarne la sollecitazione meccanica ed i conseguenti danni.

In tal caso, la rottura della tubazione porterebbe allo sversamento di una quantità di gasolio dipendente dall'assetto dell'impianto (vedi [3]).

REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. – TOT.
		I	25	31
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

Analisi rischio incidente rilevante per rilascio
significativo di gas metano
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

7 CONFRONTO DEI RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO CON I LIMITI INDICATI DALLA VIGENTE NORMATIVA

L'analisi effettuata ha evidenziato che per gli scenari incidentali ipotizzati nel presente studio i valori del rischio locale di morte risultano al massimo dell'ordine di grandezza di 10^{-7} morti/anno per rilascio di metano nella stazione di decompressione e dell'ordine di grandezza di 10^{-6} morti/anno per rilascio di metano in sala macchine.

La normativa vigente in materia di pianificazione territoriale ammette la presenza di insediamenti di tipo residenziale nelle aree con rischio locale di morte inferiore a 10^{-6} morti/anno [9], mentre in letteratura sono ritenuti in genere improbabili gli eventi con valori di rischio dell'ordine di $10^{-7} \div 10^{-6}$ morti/anno [6] [8].

REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. – TOT.
		I	26	31
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

Analisi rischio incidente rilevante per rilascio
significativo di gas metano
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

ALLEGATO

Rappresentazione grafica delle aree di rischio

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	I	27	31
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

Analisi rischio incidente rilevante per rilascio
significativo di gas metano
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

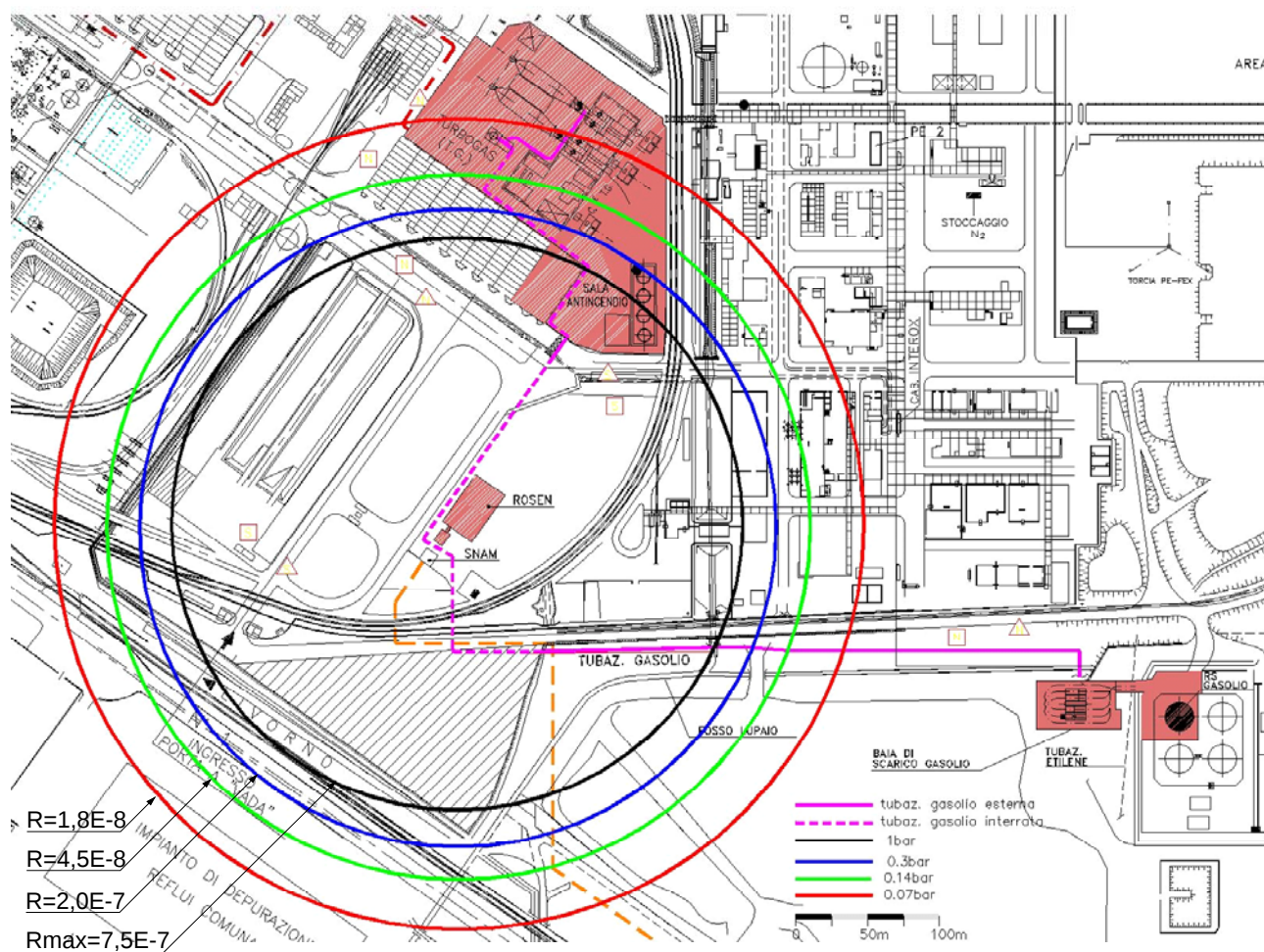


Fig. I: UVCE a seguito di rilascio in stazione metano: rischio locale di morte per emorragia polmonare

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	28	31
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

Analisi rischio incidente rilevante per rilascio
significativo di gas metano
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

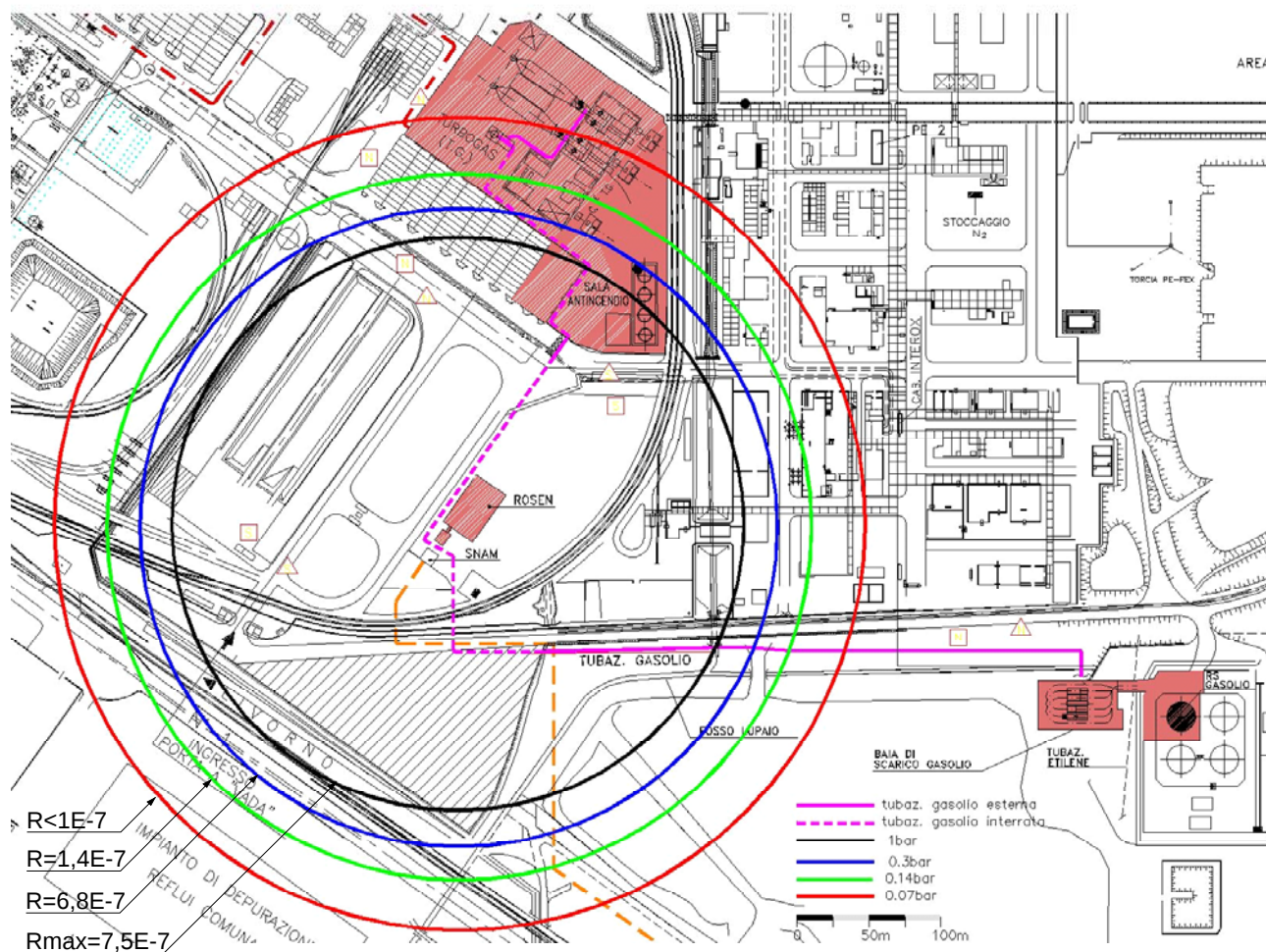


Fig. II: UVCE a seguito di rilascio in stazione metano: rischio di danno alle strutture

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG. - SH.	TOT. - TOT.
		I	29	31
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		

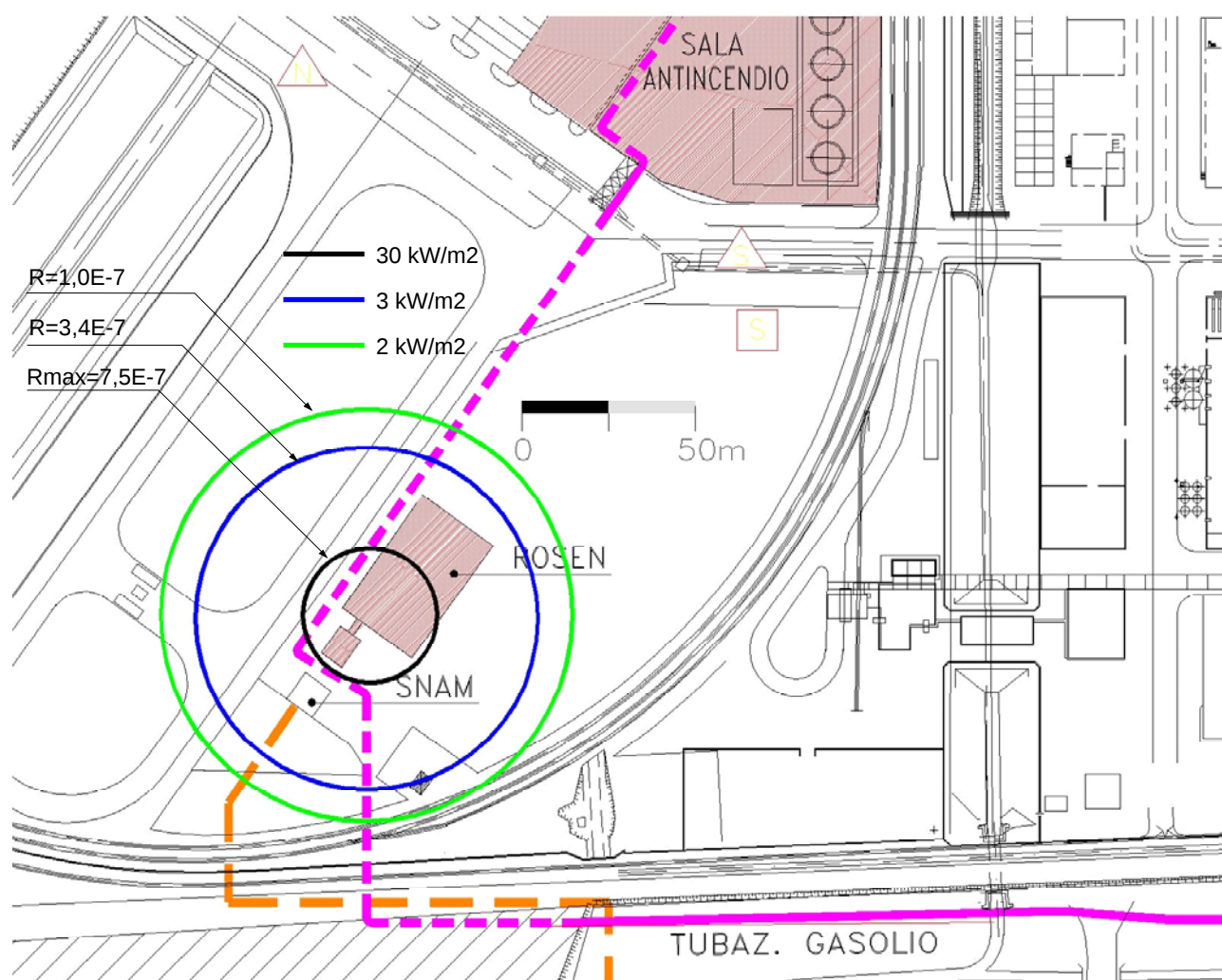


Fig. III: Jet Fire a seguito di rilascio in stazione metano: rischio locale di morte per irraggiamento

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	30	31
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

Analisi rischio incidente rilevante per rilascio
significativo di gas metano
OGGETTO / SUBJECT

Rosen S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

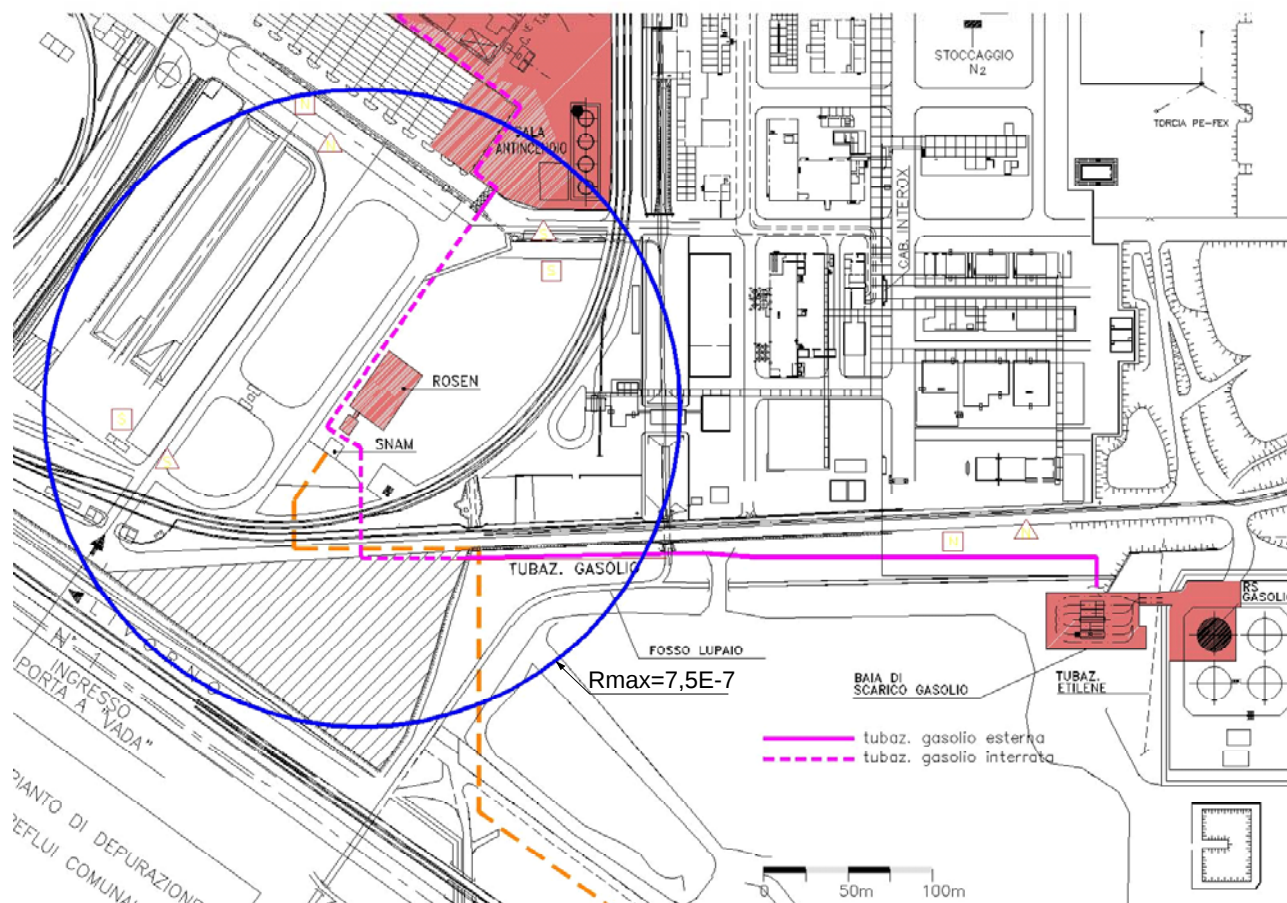


Fig. IV: rilascio in stazione metano: rischio di morte per irraggiamento da Flash Fire

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		I	31	31
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		