



**Mondial Costruzioni S.p.A.**  
Via Appia Antica - 00179 Roma (Roma)

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO ATMOSFERE ESPLOSIVE

**relazione sulla valutazione del rischio derivante dalla formazione  
di atmosfere esplosive**

(Art. 290 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. - D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

**DATA:** 08/11/2017

**REVISIONE:** R1

**MOTIVAZIONE:** PRIMA EMISSIONE

**IL DATORE DI LAVORO**

(Sig. Luca Geometrino)

*in collaborazione con*

**IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE**

(Sig. Antonio Preventino)

*per consultazione*

**IL RAPPRESENTANTE DEI LAVORATORI PER LA SICUREZZA**

(Sig. Pietro Sicurino)

# ANALISI E VALUTAZIONE

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa italiana vigente:

- **D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81**, "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

Testo coordinato con:

- **D.L. 3 giugno 2008, n. 97**, convertito con modificazioni dalla **L. 2 agosto 2008, n. 129**;
- **D.L. 25 giugno 2008, n. 112**, convertito con modificazioni dalla **L. 6 agosto 2008, n. 133**;
- **D.L. 30 dicembre 2008, n. 207**, convertito con modificazioni dalla **L. 27 febbraio 2009, n. 14**;
- **L. 18 giugno 2009, n. 69**;
- **L. 7 luglio 2009, n. 88**;
- **D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106**;
- **D.L. 30 dicembre 2009, n. 194**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2010, n. 25**;
- **D.L. 31 maggio 2010, n. 78**, convertito con modificazioni dalla **L. 30 luglio 2010, n. 122**;
- **L. 4 giugno 2010, n. 96**;
- **L. 13 agosto 2010, n. 136**;
- **Sentenza della Corte costituzionale 2 novembre 2010, n. 310**;
- **D.L. 29 dicembre 2010, n. 225**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2011, n. 10**;
- **D.L. 12 maggio 2012, n. 57**, convertito con modificazioni dalla **L. 12 luglio 2012, n. 101**;
- **L. 1 ottobre 2012, n. 177**;
- **L. 24 dicembre 2012, n. 228**;
- **D.Lgs. 13 marzo 2013, n. 32**;
- **D.P.R. 28 marzo 2013, n. 44**;
- **D.L. 21 giugno 2013, n. 69**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 98**;
- **D.L. 28 giugno 2013, n. 76**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 99**.

## Premessa

La valutazione del rischio derivante da atmosfere esplosive, riportata di seguito, è stata eseguita tenendo conto dei seguenti elementi:

- probabilità e durata della presenza di atmosfere esplosive;
- probabilità che le fonti di accensione, comprese le scariche elettrostatiche, siano presenti e divengono attive ed efficaci;
- caratteristiche dell'impianto, sostanze utilizzate, processi e loro possibili interazioni;
- entità degli effetti prevedibili.

In accordo con gli elementi su detti è possibile valutare il rischio ( $R_{AE}$ ) dovuto alla presenza di atmosfere esplosive mediante la relazione:

$$R_{AE} = f(F_{NS}, C) \quad (1)$$

dove:

- $F_{NS}$  è la frequenza dello scenario di esplosione;
- $C$  è l'entità degli effetti prevedibili (severità della conseguenza).

## Frequenza dello scenario di esplosione

La frequenza dello scenario di esplosione  $F_{NS}$  è espressa come:

$$F_{NS} = F_{ZONE} \times F_{EFF} \quad (2)$$

dove:

- $F_{ZONE}$  è la frequenza dell'atmosfera esplosiva;
- $F_{EFF}$  è la frequenza della sorgente di innesco.

Secondo un approccio di tipo probabilistico la frequenza della presenza di atmosfera esplosiva è stabilita facendo riferimento alla seguente tabella:

Frequenza dell'atmosfera esplosiva		
Zona	Durata annua	$F_{ZONE}$ - frequenza in un anno
0 o 20	oltre 1000 h	1
1 o 21	oltre 10 h fino a 1000 h	$10^{-2}$
2 o 22	fino a 10 h	$10^{-3}$

Definita la categoria della sorgente di innesco, la sua frequenza annua è stabilita facendo riferimento alla seguente tabella:

<b>Frequenza della sorgente di innesco</b>		
Categoria	Descrizione	P <sub>EFF</sub> - frequenza in un anno
Pre 3	Permanente	1
Pre 2	Occasionale	10 <sup>-1</sup>
Pre 1	Rara	10 <sup>-3</sup>

### Conseguenze dell'esplosione

Le conseguenze sono valutate per ogni zona, questa fase consiste nel calcolo degli effetti dell'esplosione che significa quantificare l'entità della sovrappressione ad una data distanza, detta distanza di danno (D) dalla sorgente di rilascio.

Un'esplosione è uno sviluppo di energia in un tempo sufficientemente piccolo, a seguito del rilascio di energia, un'onda di pressione (perturbazione) inizierà a propagarsi nello spazio. Stimata la distanza di danno, si valuta la conseguenza attraverso la categorizzazione proposta nella seguente tabella:

Gruppo del gas	Classe della polvere K <sub>st</sub>	Severità della conseguenza C				
		Distanza di danno [m]				
		< 25	25 - 55	55 - 70	70 - 120	> 120
I/A	1	I - II	III	IV	V	V
I/B	2	II	III - IV	IV - V	V	V
I/C	3	III	IV	V	V	V

Nella tabella le categorie da I a V vanno ad indicare una severità della conseguenza sempre maggiore, intesa come, a parità di sostanza, un'estensione sempre più grande dell'area dove si ha, a seguito dell'esplosione, una sovrappressione maggiore o uguale alla soglia limite di 0,07 bar. Maggiore è la distanza di danno maggiore sarà la sovrappressione che può investire i lavoratori.

Per la stima della sovrappressione originata da un'esplosione il modello utilizzato è quello del TNT (trinitrotoluene) equivalente. Il modello TNT equivalente approssima gli effetti di una deflagrazione a quelli di una detonazione ideale. La base del modello risiede nella correlazione tra sovrappressione prodotta ed energia rilasciata che è quella usata per gli esplosivi solidi (quali il TNT). Dato l'elevato valore della densità di energia contenuto negli esplosivi solidi, vengono rilasciate notevoli quantità di energia in tempi estremamente brevi, questo fa sì che, quando il modello viene adattato, che la variazione di sovrappressione nel tempo necessita di opportune correzioni.

Il modello del TNT equivalente è stato sviluppato sulla linea delle leggi di scala. Attraverso questo modello i danni prodotti e, dunque, le zone di pianificazione vengono stimati attraverso le formule ricavate empiricamente per l'esplosione di cariche di tritolo. E' sufficiente stabilire una relazione tra l'esplosivo in esame e il tritolo, in termini di effetti prodotti, per determinare l'andamento delle sovrappressioni in funzione delle distanze. Un ruolo molto importante riveste in questa valutazione la morfologia del territorio circostante e la presenza di ostacoli naturali o artificiali.

Con tale criterio, quindi, si assume che una esplosione sia equivalente, dal punto di vista energetico, a quella di una carica di TNT. L'equivalenza viene stabilita confrontando l'energia di combustione per unità di massa del combustibile con quella del TNT e considerando, tramite l'introduzione di un coefficiente di efficienza dell'esplosione, che soltanto una frazione dell'energia disponibile nella nube contribuisca all'esplosione. L'energia calcolata permette di ricavare una massa equivalente di TNT. Quindi le conseguenze dell'esplosione di questa massa di TNT possono essere, successivamente, ricavate usando opportune correlazioni. Più in particolare, nota la massa di TNT equivalente, è possibile calcolare l'estensione, mediante una distanza di danno (D), di una zona dove a causa dell'esplosione si registrano sovrappressioni superiori o uguali a valori stabiliti (soglia di danno).

L'obiettivo che si vuole perseguire è quello di conoscere la distanza a cui il picco di sovrappressione raggiunge il valore di 0,07 bar, tale valore è il limite di soglia a cui si hanno lesioni irreversibili alla persona sana. Il modello TNT (trinitrotoluene) equivalente prevede quindi la seguente procedura applicativa:

- si valuta la massa della sostanza esplosiva nella nube (concentrazione minore di LEL e dimensione della nube);
- si stima la massa di TNT equivalente mediante la formula:

$$W_{TNT} = \frac{W_S \times E_S}{4,25} \times k \quad (3)$$

dove:

W<sub>S</sub> è la massa della sostanza esplosiva nella nube [kg];

E<sub>S</sub> è l'energia sviluppata nella combustione completa in aria della quantità unitaria della sostanza (calore di combustione della sostanza) [MJ/kg];

k coefficiente che rappresenta l'efficienza dell'esplosione (assume generalmente valori compresi tra 0,02 e 0,2);

- si stima la distanza di danno (D), corrispondente a un valore di sovrappressione pari a 0,07 bar con la seguente formula:

$$D = 15 \times W_{TNT}^{0,333} \quad (4)$$

## Valutazione del rischio

L'incrocio dei livelli calcolati della frequenza dello scenario  $F_{NS}$  e il livello di conseguenza C permette di valutare il livello di rischio associato mediante la seguente tabella.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO		Severità della conseguenza C				
		I	II	III	IV	V
Frequenza dello scenario $F_{NS}$	fino a $10^{-1}$	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
	inferiore $10^{-1}$ e fino a $10^{-2}$	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	inferiore $10^{-2}$ e fino a $10^{-3}$	Basso	Medio	Medio	Medio	Alto
	inferiore $10^{-3}$ e fino a $10^{-4}$	Basso	Medio	Medio	Medio	Medio
	inferiore $10^{-4}$ e fino a $10^{-5}$	Basso	Basso	Medio	Medio	Medio
	inferiore $10^{-5}$	Basso	Basso	Basso	Medio	Medio

## ESITO DELLA VALUTAZIONE

Di seguito sono riportati i lavoratori impiegati in lavorazioni e attività comportanti esposizione ad atmosfera esplosiva. Per ogni mansione è indicata la fascia di appartenenza al rischio da atmosfera esplosiva.

**Tabella di correlazione Mansione - Esito della valutazione**

Mansione	Esito della valutazione
1) Tutte le mansioni del ciclo "Magazzino e officina"	Rischio da esposizione ad atmosfere esplosive BASSO.

## SCHEDE DI VALUTAZIONE

Le schede di rischio che seguono riportano l'esito della valutazione per ogni mansione

**Tabella di correlazione Mansione - Scheda di valutazione**

Mansione	Scheda di valutazione
Addetto alla fase "Manutenzione meccanica"	SCHEDA N.1
Addetto alla fase "Movimentazione meccanica dei materiali"	SCHEDA N.1
Addetto alla fase "Stoccaggio dei materiali"	SCHEDA N.1

### SCHEDA N.1

Tutte le mansioni del ciclo "Magazzino e officina"

Atmosfera esplosiva										
Zona	Categoria sorgente di innesco	Frequenza atmosfera esplosiva	Gruppo del gas o Classe della polvere	Distanza di danno [m]	Severità della conseguenza	Rischio	TNT equivalente			
							$E_S$ [MJ/Kg]	$W_S$ [kg]	k	$W_{TNT}$ [kg]
<b>1) Gas, vapori e nebbie: Sostanza Dispersa (Sorgente di innesco : Superfici calde)</b>										
0	Rara	1.0E-3	IIA	5.00	I	basso	-	-	-	-
<b>Fascia di appartenenza:</b> Rischio da esposizione ad atmosfere esplosive BASSO.										
<b>Mansioni:</b> Addetto alla fase "Manutenzione meccanica"; Addetto alla fase "Movimentazione meccanica dei materiali"; Addetto alla fase										

Atmosfera esplosiva										
Zona	Categoria sorgente di innesco	Frequenza atmosfera esplosiva	Gruppo del gas o Classe della polvere	Distanza di danno	Severità della conseguenza	Rischio	TNT equivalente			
							$E_s$	$W_s$	k	$W_{TNT}$
				[m]			[MJ/Kg]	[kg]		[kg]
"Stoccaggio dei materiali".										

Il presente documento è stato redatto conformemente all'art. 29 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n.81 e s.m.i..

Roma, 08/11/2017

Firma

---