



Cliente:

MISTER PET

Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Data: 4.12.2021 Rev.0

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Valutazione del rischio di esplosioni ai sensi del Titolo XII artt.287÷296 D.Lgs 81/08

Redatto da: Ing.Luca Luppi



MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 1 di 25

Indice

0. PREMESSA	2
1. CARATTERISTICHE DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
3. DEFINIZIONI.....	3
4. METODO DI VALUTAZIONE	4
5. INNESCHI PRESENTI ALL'INTERNO DELLE ZONE CLASSIFICATE	5
5.1. FORMAZIONE DI CARICHE ELETTROSTATICHE	6
5.2. ATTRITI	10
5.2.1. <i>Scintille da impatto</i>	10
5.2.2. <i>Riscaldamenti per attrito</i>	10
5.3. PROPAGAZIONE DI INNESCHI EFFICACI, INCENDI O ESPLOSIONI CHE SI VERIFICANO IN ALTRE PARTI DELL'IMPIANTO.	10
6. CALCOLO DELLE PROBABILITÀ DI IGNIZIONE	11
6.1. PROBABILITÀ DI IGNIZIONE STRUTTURALE.....	11
6.2. COEFFICIENTE DI IGNIZIONE	14
6.3. VALUTAZIONE DELLE CONSEGUENZE.....	15
6.3.1. <i>Tramogge principale e secondaria, depolveratori a maniche tramoggia principale</i>	15
6.3.2. <i>Elevatori a tazze, pulitore, depolveratore</i>	16
6.3.3. SILOS.....	17
6.4. STIMA DELL'INDICE DI RISCHIO (ANTE INTERVENTO).....	18
7. INTERVENTI DI BONIFICA	19
7.1. STIMA DELL'INDICE DI RISCHIO (POST INTERVENTO)	24

ALLEGATI

MISTERPET _Classificazione Atex POLVERI 4-12-21 Rev.0

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 1 di 25

0. PREMESSA

Il presente documento, riporta i risultati dell'indagine finalizzata alla protezione dalle esplosioni legate alla formazione di nubi di polveri, nell'impianto di insilaggio progettato dalla società Cimbria srl di Imola, per conto della società MISTER PET spa, sita in Strada Pedemontana, 35, a Mamiano (PARMA).

L'indagine è stata volta dall'Ing. Luca Luppi, tecnico della società Incotrade srl di Piacenza.

1. CARATTERISTICHE DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI

Trattandosi di un impianto di miscelazione di mangimi per piccoli animali, saranno trattate essenzialmente:

- granaglie (frumento, mais, ecc.) o legumi (pisello, favino, ecc.);
- farine proteiche (carne, ecc).

Non essendo possibile stabilire con esattezza la tipologia dei materiali trattati, considereremo un prodotto rappresentativo (Farina di frumento, diametro medio 43 μ m), ragionando a favore di sicurezza, quindi scegliendo quello, tra i possibili che, a ns avviso, ha le caratteristiche più sfavorevoli.

Tab.1 Caratteristiche di esplosività delle polveri

	Farina di frumento (diametro medio 43 μ m)
Pressione di esplosività	8,4
velocità aumento pressione	
kst bar/m*sec	98
temperatura di autoaccensione in nube °C	430
temperatura autoaccensione in strato	450
LEL (lim inf infiammabilità) gr/m ³	30
energia minima accensione mJ	UR%>12, MIE =100 UR%=5, MIE =10
resistività di volume Ω /m ¹	$10^7 \div 10^9$

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

La valutazione dei rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive, è prescritta dal titolo XII artt.287÷296 del DLgs 81/08.

Il D.L.gs 09 aprile 2008, n. 81 prescrive infatti al Datore di Lavoro:

- di effettuare la valutazione dei rischi preliminarmente,
- di riesaminare le misure tecniche e organizzative di prevenzione e della protezione contro le esplosioni periodicamente e, in ogni caso, ogniqualvolta si verificano cambiamenti rilevanti.

¹ media secondo Guida CEI 50404:2003

- di prendere in base alle risultanze, tutte le misure di prevenzione e protezione, collettiva ed individuale, necessarie a ridurre al minimo il rischio.

Il D.Lgs. 81/08 si applica alle attività industriali in cui siano presenti sostanze in grado di formare un'atmosfera esplosiva, ossia una miscela con l'aria, a condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri in cui, dopo accensione, la combustione si propaga all'insieme della miscela incombusta².

Altri riferimenti normativi

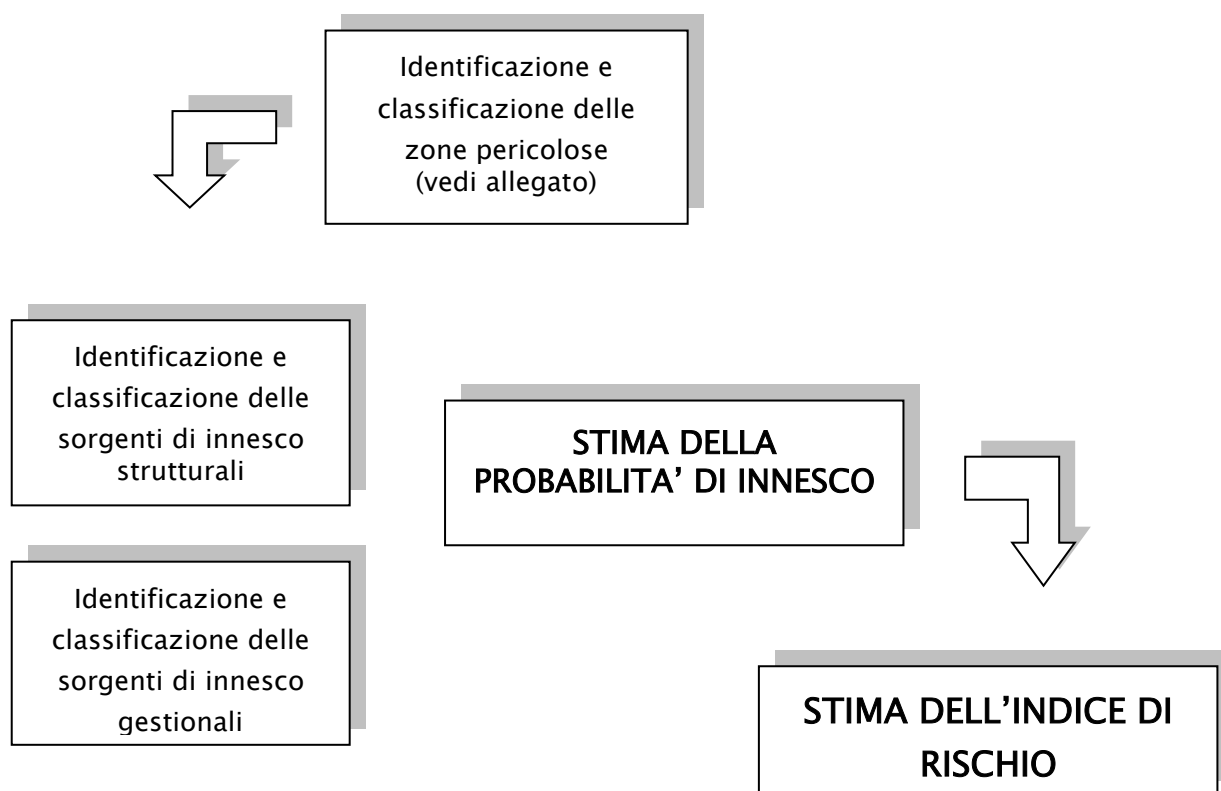
ID	Descrizione
UNI EN 1127-1	Atmosfere esplosive – prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione – concetti fondamentali e metodologia
CEI EN 60079-10-2:2016	Parte 10-2: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di polveri
CEI 31-35	Guida all'applicazione della norma CEI EN 60079-10
ISO 80079-36:2016	Atmosfere esplosive - Parte 36: Apparecchi non elettrici destinati alle atmosfere esplosive - Metodo e requisiti di base
CEI EN 50014	Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive, regole generali

3. DEFINIZIONI

ATMOSFERA ESPLOSIVA	Miscela con l'aria, a condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri in cui, dopo accensione, la combustione si propaga all'insieme della miscela incombusta.
LUOGO PERICOLOSO	Luogo in cui è o può essere presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, vapori, nebbie o polveri, in quantità tale da richiedere provvedimenti particolari per la realizzazione, l'installazione e l'impiego degli apparecchi elettrici.
ZONE	Parti del luogo pericoloso classificate in diversi livelli di pericolosità in relazione alla frequenza e alla permanenza di un'atmosfera esplosiva.
ZONA 0 (20)	Luogo dove è presente continuamente o per lunghi periodi un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas/vapori/nebbie (polveri)
ZONA 1 (21)	Luogo dove è possibile, occasionalmente, sia presente durante il funzionamento normale dell'impianto un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas/vapori/nebbie (polveri)
ZONA 2 (22)	Luogo dove non è probabile che sia presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas/vapori/nebbie (polveri) durante il funzionamento normale dell'impianto o, se ciò avviene, è possibile sia presente solo per brevi periodi.

² Devono essere presi in considerazione tutti i luoghi in cui possono formarsi atmosfere esplosive e quelli che sono o possono essere in collegamento con essi, tramite aperture.

4. METODO DI VALUTAZIONE



5. INNESCHI PRESENTI ALL'INTERNO DELLE ZONE CLASSIFICATE

E' allegata al presente documento, la relazione tecnica di classificazione redatta ai sensi della norma CEI-EN 60079-10-2:2016.

LEGENDA TABELLA VALUTAZIONE INNESCHI	
A	Alta
B	Media
C	bassa
/	Non presente tipologia di innesco

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 5 di 25

5.1. Formazione di cariche elettrostatiche

La possibilità di innesco legata alla formazione di cariche elettrostatiche riguarda tutti i sistemi di aspirazione, trasporto pneumatico, insilaggio, depolverazione.

Possono svilupparsi:

- SCINTILLE. Si manifestano quando l'intensità del campo elettrico tra due conduttori (uno solo dei quali collegato a terra) supera la rigidità dielettrica dell'atmosfera.
- SCARICHE A CONO. Si verificano quando una grande quantità di polvere o materiale in forma di grani, non conduttivo, altamente elettrizzato, riempie silos o larghi contenitori.
- SCARICHE PROPAGANTESI A FIOCCO. E' il caso di uno strato "non conduttivo" avente rigidità dielettrica verso il supporto metallico, tale da sopportare una forte intensità di campo.
- EFFETTO CORONA. Quando un conduttore di forma appuntita, collegato a terra, viene spostato verso un oggetto non conduttivo caricato elettrostaticamente.

○ *Stima della capacità di una "scarica a cono" di innescare l'atmosfera esplosiva*

E' possibile stimare l'energia dissipata dalla **scarica a cono** considerando l'equazione³

$$W = 5,22 \times D^{3,36} \times d^{1,462}$$

W = energia della scarica in mJ

D = diametro del silo metallico in m

d = diametro medio della distribuzione di particelle in mm (dato di letteratura)

$$W = 5,22 \times 2,8^{3,36} \times 0,043^{1,462} = 1,7 \text{ mJ} < 10 \text{ mJ}$$

In letteratura la scarica a cono non raggiunge energie di innesco pari a 10 mJ.

○ *Stima della capacità di una scintilla di innescare l'atmosfera esplosiva*

Affinché si verifichi un effetto scintilla occorre che tra due conduttori vi sia:

- a) una differenza di potenziale, quindi che i conduttori non siano equipotenzializzati attraverso un comune circuito di terra;
- b) uno strato d'aria avente rigidità dielettrica inferiore all'intensità del campo elettrico che si forma tra i due conduttori, causa accumulo di carica sul conduttore non collegato a terra.

Le condizioni indicate hanno bassa probabilità di verificarsi:

1. nella fase di scarico nelle tramogge del materiale che si trova sul cassone dell'autocarro, in quanto, pur ammettendo che il cassone e la tramoggia non siano equipotenzializzati, gli stessi sono divisi da uno strato d'aria avente rigidità dielettrica superiore all'intensità del campo elettrico che potrebbe formarsi tra i due conduttori;
2. nelle tramogge a valle dei radler e dei silos e nei silos, sempre in considerazione della distanza tra esse e eventuali conduttori non equipotenzializzati.

Le condizioni indicate possono verificarsi con maggiore probabilità:

- negli elevatori a tazze;
- all'interno di un depolveratore a maniche;

nel caso venga meno l'equipotenzialità tra i diversi componenti.

³ Glor et Al. 1989. Si tratta di una formula empirica valida per particelle di dimensioni comprese tra 0,1 e 3 mm, e silos di diametri compresi tra 0,5 e 3 m.

Valutiamo la possibilità di formazione di scintille:

- a in un elevatore a tazze, tra il canale e la tazza non collegata a terra;
- b in un depolveratore, tra il fasciame e la gabbietta di una manica non collegata a terra.

E' possibile stimare l'energia dissipata dalla scintilla considerando la seguente equazione⁴

$$W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2$$

V = potenziale in Volt

Il potenziale è proporzionale alla corrente di carica I (generalmente bassa, un valore tipico è 10⁻⁶ A) e alla resistenza di dissipazione (alta essendo il conduttore elettricamente isolato) può essere stimato in:

- 10 KV per contenitori piccoli (esempio tratti di tubazione isolati);
- 30 KV per silos e involucri di grandi dimensioni.

Q = quantità di carica sul conduttore in Coulomb

C = capacità di accumulo della carica in Farad

Ai fini del calcolo ipotizziamo, utilizzando i valori tipici indicati dalla guida CEI 50404, tab.A.2, che la carica a disposizione del fenomeno, sia:

- nel caso venga meno la continuità di terra della gabbietta della manica o della tazza, pari a 20 pF;
- nel caso venga meno la continuità di terra del fasciame del filtro o del canale dell'elevatore, pari a 1000 pF.

Il valore della differenza di potenziale tra i due conduttori dipende:

- dalla corrente di carica;
- dalla resistenza verso terra del corpo che si sta caricando.

Se $R=\infty$, tale valore può raggiungere e superare la differenza di potenziale che provoca il cedimento del dielettrico (aria), che dipende da:

- rigidità dielettrica dell'aria, 3 MV/m;
- distanza tra i due conduttori.

Valutiamo l'energia rilasciata dalla scarica nell'ipotesi che, sia la distanza tra la tazza e il canale dell'elevatore, che la distanza tra la gabbietta della manica più vicina al fasciame e il fasciame (in caso di errori di montaggio o deformazioni) valgano circa 2 cm.

La differenza di potenziale che provoca la scarica è stimabile, n in

$$3 \cdot 10^6 \text{ V/m} \cdot 0,02 \text{ m} = 60 \text{ KV}$$

L'energia rilasciata dalla scarica vale quindi :

- nel caso ad essere isolato sia il fasciame del filtro o il canale dell'elevatore,
 $W_{\text{fasciame/canale}} \approx \frac{1}{2} (1000 / 10^{12}) \text{ F} \cdot (60 \cdot 10^3)^2 \text{ V} = 1,8 \text{ J} = 1.800 \text{ mJ}$
- nel caso ad essere isolata sia la gabbietta della manica o la tazza

⁴ guida CEI 50404-2003 par.A.3.2.

$$W_{\text{manica/tazza}} \approx \frac{1}{2} (20 / 10^{12}) F * (60 * 10^3)^2 V = 0,04 J = 40 mJ$$

Una scintilla può essere innesco efficace sia per le atmosfere esplosive che si formano all'interno dei depolveratori, sia per quelle che si formano all'interno degli elevatori a tazze.

- **Stima della capacità di una scarica propagantesi a fiocco di innescare l'atmosfera esplosiva**

La guida CEI 50404-2003, par.7.2.5.3., prescrive:

dove potessero esistere dei processi di lavorazione che provochino il caricarsi elevato delle superfici, non si dovrebbero utilizzare materiali non conduttivi sotto forma di fogli, strati o rivestimenti, a meno che la tensione di scarica distruttiva attraverso il materiale non sia inferiore a 4 kV.

Nel caso in esame, trattandosi di involucri e apparecchi metallici, gli inneschi dovuti a scariche propagantesi a fiocco possono riguardare esclusivamente le maniche dei depolveratori.

- **Stima della capacità di una scarica per effetto corona di innescare l'atmosfera esplosiva**

"l'accensione di miscele infiammabili con MIE > 0,2 mJ per mezzo dell'effetto corona, non è da prendere in considerazione", Baldassarre-Silvestrini, 2006

La tabella che segue riepiloga i fenomeni di innesco efficace derivanti da cariche elettrostatiche.

Esamineremo i seguenti apparecchi/involucri:

- a Tramoggia principale, scarico farine/polveri alimentari “secche”
- b Tramoggia secondaria, scarico farine/polveri alimentari “umide”
- c Depolveratori a maniche
- d Tramogge elevatori a tazze
- e Elevatori a tazze
- f Pulitore
- g Radler e silos
- h Bilancia collocata alla base dei silos

Tipo di scarica da dissipare	Tramoggia principale, polveri “secche”	Tramoggia secondaria, polveri “umide”	Tramogge elevatori a tazze	Depolveratori	Elevatori a tazze	Pulitore	Radler e silos	Bilancia collocata alla base dei silos
Scariche a cono ⁵	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>
scariche a effetto corona ⁶	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>	<i>W</i> <i>insufficiente</i>
Scariche propagantesi a fiocco ⁷	<i>non applicabile</i>	<i>non applicabile</i>	<i>non applicabile</i>	W Sufficiente	<i>non applicabile</i>	<i>non applicabile</i>	<i>non applicabile</i>	<i>non applicabile</i>
Scintille ⁸	<i>Bassa probabilità</i>	<i>Bassa probabilità</i>	<i>Bassa probabilità</i>	W Sufficiente	W Sufficiente	<i>Bassa probabilità</i>	<i>Bassa probabilità</i>	<i>Bassa probabilità</i>

⁵ Si verificano quando una grande quantità di polvere o materiale in forma di grani, non conduttivo, altamente elettrizzato, riempie silos o larghi contenitori.

⁶ Elettrodo conduttivo e collegato a terra inserito in una zona di forte campo elettrico (esempio sonda inserita in un silos dove è presente la nube di polvere)

⁷ Parete di un contenitore non conduttivo.

⁸ Viene meno il collegamento al circuito equipotenziale di terra di uno dei componenti.

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri	
Data 4.12.2021	Pagina 9 di 25

5.2. Attriti

5.2.1. Scintille da impatto

La definizione delle dimensioni dell'oggetto che potrebbe causare un per impatto, verrà condotta considerando che le esperienze di Pedersen e Eckhoff hanno dimostrato che un impatto singolo di acciaio su acciaio, con velocità di 25 m/sec, non innesca una nube fino a valori dell'energia di impatto di 20 J. Nel calcolo, ipotizzando che il 30%⁹ dell'energia cinetica posseduta dall'oggetto che impatta sia ceduta e trasformata in energia termica al momento dell'impatto. Quindi se l'energia cinetica da impatto <20 J, nessun innesco.

$$30\% \cdot \frac{1}{2} M \cdot V^2 < 20 \text{ J}$$

Considerando che il silos è alto circa 20 m, un oggetto che cade per gravità con velocità iniziale nulla, raggiunge la base del silos e impatta alla velocità nell'ordine dei 35 m/sec.

$$30\% \cdot \frac{1}{2} M \cdot (35)^2 < 20 \text{ J}$$

$$\text{Da cui } M = 20 \cdot 2 / 35^2 / 0,3 \sim 109 \text{ gr}$$

Si tratta di un oggetto di una certa consistenza (es, cubo di ferro di 2,5 cm di lato), che potrebbe provenire dalle tramogge che ricevono il materiale, o essere dimenticato all'interno dell'impianto in seguito a un'attività di manutenzione.

5.2.2. Riscaldamenti per attrito

La norma ISO 80079-36, esclude rischi di innesco causa attrito per organi meccanici che traslano o ruotano, con velocità < 1m/sec.

Nel caso in esame, gli unici organi in moto all'interno di una zona ove può formarsi un'atmosfera esplosiva, sono le rotocelle a valle dei silos.

In entrambe le tipologie di apparecchi tuttavia, la probabilità di un'esplosione è scarsa data la , limitata quantità d'aria disponibile causa la presenza delle farine in lavorazione.

5.3. Propagazione di inneschi efficaci, incendi o esplosioni che si verificano in altre parti dell'impianto.

La propagazione può avvenire su tutti i sistemi di trasporto.

⁹ Baldassarre-Silvestrini, 2006

6. CALCOLO DELLE PROBABILITÀ DI IGNIZIONE

6.1. Probabilità di ignizione strutturale

$\Sigma \leq 4$ BASSA
 $4 < \Sigma \leq 8$ MEDIA
 $\Sigma > 8$ ALTA

Tramoggia principale, scarico farine/polveri alimentari "secche"	Scariche a cono		$\Sigma = 2$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti	B	
	Urti		
	Apparecchi elettrici		
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	
Tramoggia secondaria, scarico farine/polveri alimentari "umide"	Scariche a cono		$\Sigma = 2$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti	B	
	Urti		
	Apparecchi elettrici		
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	
Depolveratori a maniche (tramoggia principale)	Scariche a cono		$\Sigma = 6$ - MEDIA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco	M ¹⁰	
	Scintille	M ¹¹	
	Attriti		
	Urti		
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	

¹⁰ Il rischio innesco da scariche propagantesi a fiocco, è legato all'accumulo di carica sulle maniche che equipaggiano il depolveratore.

¹¹ Il rischio di formazione di cariche elettrostatiche e conseguenti inneschi efficaci (SCINTILLE) è legato al mancato o difettoso collegamento a terra delle gabbiette delle maniche che equipaggiano il depolveratore.

Depolveratori a maniche (elevatori a tazze, radler, silos)	Scariche a cono		$\Sigma = 6$ - MEDIA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco	M ¹²	
	Scintille	M ¹³	
	Attriti		
	Urti		
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	
Tramogge elevatori a tazze	Scariche a cono		$\Sigma = 4$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti		
	Urti	B	
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	M	
Elevatori a tazze	Scariche a cono		$\Sigma = 9$ - ALTA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille	M	
	Attriti	A	
	Urti		
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	M	
Pulitore	Scariche a cono		$\Sigma = 4$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti	B	
	Urti		
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	M	
Radler e silos	Scariche a cono		$\Sigma = 7$ - MEDIA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti	M	
	Urti	M	
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	M	

¹² Il rischio innesco da scariche propagantesi a fiocco, è legato all'accumulo di carica sulle maniche che equipaggiano il depolveratore.

¹³ Il rischio di formazione di cariche elettrostatiche e conseguenti inneschi efficaci (SCINTILLE) è legato al mancato o difettoso collegamento a terra delle gabbiette delle maniche che equipaggiano il depolveratore.

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 12 di 25

Bilancia collocata alla base dei silos	Scariche a cono		$\Sigma = 3$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti		
	Urti	B	
	Apparecchi elettrici		
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	M	

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 13 di 25

6.2. Coefficiente di ignizione

STIMA DEL FATTORE DI RISCHIO		ZONA		
		22	21	20
IGNIZIONE STRUTTURALE	Massime	MEDIE	ALTE	MASSIME
	Alte	MEDIE	ALTE	MASSIME
	Medie	BASSE	MEDIE	ALTE
	Bassa	BASSE	BASSE	MEDIE

area	probabilità di ignizione	zona	COEFFICIENTE DI IGNIZIONE
Tramoggia principale, scarico farine/polveri alimentari "secche"	BASSA	20	MEDIO
Tramoggia secondaria, scarico farine/polveri alimentari "umide"	BASSA	22	BASSO
Depolveratori a maniche tramoggia principale	MEDIA	20	ALTO
Depolveratore a maniche (elevatori a tazze, radler, silos)	MEDIA	20	ALTO
Tramogge elevatori a tazze	BASSA	20	MEDIO
Elevatori a tazze	ALTA	22 ¹⁴	MEDIO
Pulitore	BASSA	22 ¹⁵	BASSO
Radler e silos	MEDIA	22 ¹⁶	BASSO
Bilancia collocata alla base dei silos	BASSA	20	MEDIO

¹⁴ Collegato a impianto di aspirazione

¹⁵ Collegato a impianto di aspirazione

¹⁶ Collegato a impianto di aspirazione

6.3. Valutazione delle conseguenze

6.3.1. Tramogge principale e secondaria, depolveratori a maniche tramoggia principale

<i>Q.tà di materiale coinvolto nell'esplosione e/o nell'incendio che si sviluppa successivamente</i>	<div>> 1 kg I = 1</div>	<div>>100 Kg I = 4</div>	<div>>10000 Kg I = 16</div>	
<i>L'esplosione avviene in un luogo confinato con possibile crollo delle strutture</i>	<div>S I = 4</div>	<div>N I = 0</div>		
<i>L'esplosione può innescare effetti a catena per la vicinanza di altre zone a rischio di esplosione</i>	<div>S I = 4</div>	<div>N I = 0</div>		
<i>L'esplosione può innescare effetti a catena per la vicinanza di altre zone a rischio di incendio</i>	<div>S I = 4</div>	<div>N I = 0</div>		
<i>L'esplosione può coinvolgere zone residenziali e/o strutture quali strade, ferrovie, ecc.</i>	<div>S I = 4</div>	<div>N I = 0</div>		
<i>ΣI</i>	<div>≤ 1</div>	<div>1 < x ≤ 8</div>	<div>8 < x < 20</div>	<div>x ≥ 20</div>
<i>Conseguenze dell'esplosione sull'attività e sulla zona</i>	<div>Bassa</div>	<div>Media</div>	<div>Alta</div>	<div>Massima</div>

Conseguenze dirette sulle persone		Presenza OCCASIONALE	Presenza PERIODICA	Presenza CONTINUA O FREQUENTE	
Situazioni peggiorative degli effetti dell'esplosione	L'esplosione avviene in un luogo confinato o in luogo non confinato, con possibile proiezione di frammenti	MEDIE	ALTE	MASSIME	
	L'esplosione avviene in un luogo confinato dotato di sistemi di protezione NON completamente efficaci	BASSE	MEDIE	ALTE	
	L'esplosione avviene in luogo non confinato, senza proiezione di frammenti o in luogo confinato dotato di sistemi di protezione ritenuti completamente efficaci	BASSE	BASSE	MEDIE	
Conseguenze dell'esplosione		Conseguenze dirette sulle persone			
		Bassa	Media	Alta	Massima
Conseguenze dell'esplosione sull'attività e sulla zona limitrofa	Massime	MEDIE	ALTE	MASSIME	MASSIME
	Alte	MEDIE	ALTE	MASSIME	MASSIME
	Medie	MEDIE	MEDIE	ALTE	ALTE
	Bassa	BASSE	MEDIE	MEDIE	MEDIE

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 15 di 25

6.3.2. Elevatori a tazze, pulitore, depolveratore

Q.tà di materiale coinvolto nell'esplosione e/o nell'incendio che si sviluppa successivamente	> 1 kg I = 1	>100 Kg I = 4	>10000 Kg I = 16
L'esplosione avviene in un luogo confinato con possibile crollo delle strutture	S I = 4	N I = 0	
L'esplosione può innescare effetti a catena per la vicinanza di altre zone a rischio di esplosione	S I = 4	N I = 0	
L'esplosione può innescare effetti a catena per la vicinanza di altre zone a rischio di incendio	S I = 4	N I = 0	
L'esplosione può coinvolgere zone residenziali e/o strutture quali strade, ferrovie, ecc.	S I = 4	N I = 0	
ΣI	≤ 1	1 < x ≤ 8	8 < x < 20
Conseguenze dell'esplosione sull'attività e sulla zona	Bassa	Media	Alta

Conseguenze dirette sulle persone		Presenza OCCASIONALE	Presenza PERIODICA	Presenza CONTINUA O FREQUENTE	
Situazioni peggiorative degli effetti dell'esplosione	L'esplosione avviene in un luogo confinato o in luogo non confinato, con possibile proiezione di frammenti	MEDIE	ALTE	MASSIME	
	L'esplosione avviene in un luogo confinato dotato di sistemi di protezione NON completamente efficaci	BASSE	MEDIE	ALTE	
	L'esplosione avviene in luogo non confinato, senza proiezione di frammenti o in luogo confinato dotato di sistemi di protezione ritenuti completamente efficaci	BASSE	BASSE	MEDIE	
Conseguenze dell'esplosione		Conseguenze dirette sulle persone			
		Bassa	Media	Alta	Massima
Conseguenze dell'esplosione sull'attività e sulla zona limitrofa	Massime	MEDIE	ALTE	MASSIME	MASSIME
	Alte	MEDIE	ALTE	MASSIME	MASSIME
	Medie	MEDIE	MEDIE	ALTE	ALTE
	Bassa	BASSE	MEDIE	MEDIE	MEDIE

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 16 di 25

6.3.3. Silos

Q.tà di materiale coinvolto nell'esplosione e/o nell'incendio che si sviluppa successivamente	> 1 kg I = 1	>100 Kg I = 4 ¹⁷	>10000 Kg I = 16
L'esplosione avviene in un luogo confinato con possibile crollo delle strutture	S I = 4	N I = 0	
L'esplosione può innescare effetti a catena per la vicinanza di altre zone a rischio di esplosione	S I = 4	N I = 0	
L'esplosione può innescare effetti a catena per la vicinanza di altre zone a rischio di incendio	S I = 4	N I = 0	
L'esplosione può coinvolgere zone residenziali e/o strutture quali strade, ferrovie, ecc.	S I = 4	N I = 0	
ΣI	≤ 1	1 < x ≤ 8	8 < x < 20
Conseguenze dell'esplosione sull'attività e sulla zona	Bassa	Media	Alta

Conseguenze dirette sulle persone		Presenza OCCASIONALE	Presenza PERIODICA	Presenza CONTINUA O FREQUENTE	
Situazioni peggiorative degli effetti dell'esplosione	L'esplosione avviene in un luogo confinato o in luogo non confinato, con possibile proiezione di frammenti	MEDIE	ALTE	MASSIME	
	L'esplosione avviene in un luogo confinato dotato di sistemi di protezione NON completamente efficaci	BASSE	MEDIE	ALTE	
	L'esplosione avviene in luogo non confinato, senza proiezione di frammenti o in luogo confinato dotato di sistemi di protezione ritenuti completamente efficaci	BASSE ¹⁸	BASSE	MEDIE	
Conseguenze dell'esplosione		Conseguenze dirette sulle persone			
		Bassa	Media	Alta	Massima
Conseguenze dell'esplosione sull'attività e sulla zona limitrofa	Massime	MEDIE	ALTE	MASSIME	MASSIME
	Alte	MEDIE	ALTE	MASSIME	MASSIME
	Medie	MEDIE	MEDIE	ALTE	ALTE
	Bassa	BASSE	MEDIE	MEDIE	MEDIE

¹⁷ L'esplosione viene immediatamente evacuata dai dischi di rottura. Brucia la nube e un piccolo strato sommitale

¹⁸ Il disco di rottura, rompendosi, emette la fiamma a quota elevata, lontano e in direzione opposta rispetto alle pareti dell'edificio.

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 17 di 25

6.4. Stima dell'indice di rischio (ante intervento)

STIMA DEL FATTORE DI RISCHIO		Probabilità di ignizione			
		Bassa	Media	Alta	Massima
Conseguenze dell'esplosione	Massime	MEDIE	ALTE	MASSIME	MASSIME
	Alte	MEDIE	ALTE	ALTE	MASSIME
	Medie	BASSE	MEDIE	ALTE	ALTE
	Bassa	BASSE	BASSE	MEDIE	MEDIE

ZONA	probabilità di ignizione	Conseguenze dell'esplosione	RISCHIO
Tramoggia principale, scarico farine/polveri alimentari "secche"	MEDIA	MEDIE	MEDIO
Tramoggia secondaria, scarico farine/polveri alimentari "umide"	BASSA		MEDIO
Depolveratori a maniche tramoggia principale	ALTA		ALTO
Depolveratore a maniche (elevatori a tazze, radler, silos)	ALTA	MEDIE	ALTO
Tramogge elevatori a tazze	MEDIA		MEDIO
Elevatori a tazze	MEDIA		MEDIO
Pulitore	BASSA		BASSO
Radler e silos	BASSA	ALTE	MEDIO
Bilancia collocata alla base dei silos	MEDIA	BASSE	BASSO

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 18 di 25

7. INTERVENTI DI BONIFICA

$\Sigma \leq 4$ BASSA B = 1, M = 2, A = 4
 $4 < \Sigma \leq 8$ MEDIA
 $\Sigma > 8$ ALTA

Tramoggia principale, scarico farine/polveri alimentari "secche"	Scariche a cono		$\Sigma = 2$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti	B ¹⁹	
	Urti		
	Apparecchi elettrici		
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	
Tramoggia secondaria, scarico arine/polveri alimentari "umide"	Scariche a cono		$\Sigma = 2$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti	B	
	Urti		
	Apparecchi elettrici		
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	

¹⁹ VERIFICA iniziale e periodica continuità di terra

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Depolveratori a maniche (tramoggia principale)	Scariche a cono		$\Sigma \leq 4$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco	B ²⁰	
	Scintille	B ²¹	
	Attriti		
	Urti		
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	
Depolveratori a maniche (elevatori a tazze, radler, silos) ²²	Scariche a cono		$\Sigma \leq 4$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco	B ²³	
	Scintille	B ²⁴	
	Attriti		
	Urti		
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	

²⁰ Il rischio innesco da scariche propagantesi a fiocco, è legato all'accumulo di carica sulle maniche che equipaggiano il depolveratore. Verrà procedurato l'obbligo di installare medie filtranti antistatiche e di collegare a terra la gabbietta che sostiene la singola manica

²¹ Il rischio di formazione di cariche elettrostatiche e conseguenti inneschi efficaci (SCINTILLE) è legato al mancato o difettoso collegamento a terra delle gabbiette delle maniche che equipaggiano il depolveratore. Verrà procedurato l'obbligo di installare medie filtranti antistatiche e di collegare a terra la gabbietta che sostiene la singola manica

²² Il depolveratore che presidia gli elevatori a tazze, il pulitore e il silos, deve essere dotato di: a) disco di scoppio flamless; b) valvola clapet per evitare che l'esplosione proceda a ritroso verso le utenze aspirate; c) rotocella compartimentante.

Tra il filtro e la valvola clapet deve essere interposto un tratto rettilineo di almeno 3 m realizzato con tubo sp almeno 20/10, flangiato.

La posizione della valvola clapet e lo stato del disco di scoppio flameless devono essere rilevati.

²³ Il rischio innesco da scariche propagantesi a fiocco, è legato all'accumulo di carica sulle maniche che equipaggiano il depolveratore.

²⁴ Il rischio di formazione di cariche elettrostatiche e conseguenti inneschi efficaci (SCINTILLE) è legato al mancato o difettoso collegamento a terra delle gabbiette delle maniche che equipaggiano il depolveratore.

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri	
Data 4.12.2021	Pagina 20 di 25

Tramogge elevatori a tazze	Scariche a cono		$\Sigma = 4$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti		
	Urti	B ²⁵	
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	M	
Elevatori a tazze	Scariche a cono		$\Sigma = 3$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille	B ²⁶	
	Attriti	B ²⁷	
	Urti		
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	

²⁵ Sulla tramoggia di carico dell'elevatore a tazze è installato un magnete permanente in grado di intercettare e trattenere oggetti in ferro

²⁶ L'elevatore è dotato di tazze metalliche e di cinghia antistatica al fine di equipotenzializzare la parte in movimento e i canali.

²⁷ Il sistema di controllo verifica sia l'assorbimento del motore dell'elevatore che il numero di giri della puleggia trainata ed effettua un controllo incrociato per rilevare attriti per strisciamento o causati dalla rottura della catena. L'elevatore è dotato di sistema in grado di rilevare lo sbandamento della cinghia che supporta le tazze.

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri	
Data 4.12.2021	Pagina 21 di 25

Pulitore	Scariche a cono		$\Sigma = 4$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti	B	
	Urti		
	Apparecchi elettrici	B	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto		
Radler e silos ²⁸	Scariche a cono		$\Sigma = 4$ - BASSA
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti	B ²⁹	
	Urti	B ³⁰	
	Apparecchi elettrici	B ³¹	
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto		

²⁸ Al fine di garantire che il silos che viene caricato sia collegato all'impianto di aspirazione e depolverazione:
 la posizione di ognuna delle 31 valvole che collegano il singolo silos all'aspirazione deve essere rilevata;
 l'efficienza del sistema di aspirazione deve essere controllata, occorrono 5 sonde di pressione statica:

- una (PS1) monte/valle ventilatore;
- le altre (PS2,..., PS4) sulle tubazioni di aspirazione dai tre elevatori e dai silos.

²⁹ La velocità del radler è inferiore a 1 m/sec

³⁰ Sulla tramoggia di carico dei silos è installato un magnete permanente in grado di intercettare e trattenere oggetti in ferro

³¹ Gli apparecchi elettrici installati all'interno dei silos, essenzialmente controlli di livello, saranno marcati CE ai sensi della direttiva 2014/34/UE in gruppo II cat.1 classe di temperatura T3

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri	
Data 4.12.2021	Pagina 22 di 25

Bilancia collocata alla base dei silos	Scariche a cono		$\Sigma = 3 - \text{BASSA}$
	scariche a effetto corona		
	Scariche propagantesi a fiocco		
	Scintille		
	Attriti		
	Urti	B ³²	
	Apparecchi elettrici		
	Propagazione di inneschi da altre parti dell'impianto	B	

³² Sulla tramoggia di carico dei silos è installato un magnete permanente in grado di intercettare e trattenere oggetti in ferro

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri	
Data 4.12.2021	Pagina 23 di 25

7.1. Stima dell'indice di rischio (post intervento)

STIMA DEL FATTORE DI RISCHIO		Probabilità di ignizione			
		Bassa	Media	Alta	Massima
Conseguenze dell'esplosione	Massime	MEDIE	ALTE	MASSIME	MASSIME
	Alte	MEDIE	ALTE	ALTE	MASSIME
	Medie	BASSE	MEDIE	ALTE	ALTE
	Bassa	BASSE	BASSE	MEDIE	MEDIE

ZONA	probabilità di ignizione	Conseguenze dell'esplosione	RISCHIO
Tramoggia principale, scarico farine/polveri alimentari "secche"	BASSA	MEDIE	BASSO
Tramoggia secondaria, scarico farine/polveri alimentari "umide"			
Depolveratori a maniche tramoggia principale			
Depolveratore a maniche (elevatori a tazze, radler, silos)			
Tramogge elevatori a tazze			
Elevatori a tazze			
Pulitore			
Radler e silos		ALTE	MEDIO
Bilancia collocata alla base dei silos		BASSE	BASSO

FINE DOCUMENTO

MISTER PET spa Strada Pedemontana, 35 – Mamiano (PARMA) – ITALY

Documento di protezione dalle atmosfere esplosive legate alla formazione di nubi di polveri

Data 4.12.2021

Pagina 24 di 25