

Azienda

**IMPRESUD SPA**

Ubicazione Azienda

COMUNE DI **ROMA**  
Provincia RM

Datore di Lavoro  
**ROSSI MARIO**

Resp. Servizio Prevenzione e Protezione  
**BERTERO SILVIA**



Tavola n°

Elaborato

Revisione n°

## **VALUTAZIONE DEI RISCHI DI ESPLOSIONE**

**PER LA PRESENZA DI POLVERI COMBUSTIBILI**

Data

10/09/2012

### **DOCUMENTO SULLA PROTEZIONE CONTRO LE ESPLOSIONI**

**Art. 294, D.Lgs. 9 aprile 2008 n° 81**  
*(Come modificato dal D.Lgs. 106/09)*



## DATI ANAGRAFICI AZIENDALI

Anagrafica	
Ragione Sociale	IMPRESUD SPA
Attività	COMMERCIO ALL'INGROSSO DI TECNOLOGIE AL SERVIZIO DEL CONFORT
Sede Legale	
Indirizzo	VIA CAVALLOTTO,10
Comune	ROMA
Provincia	RM
Telefono	
Fax	
E-Mail	
Sede Operativa	
Indirizzo	VIA CAVALLOTTO, 10
Comune	ROMA
Provincia	RM
Telefono	
Fax	
E-Mail	
Figure e Responsabili	
Rappresentante Legale	MASSIMO DOMANDA
Datore di Lavoro	ROSSI MARIO
RSPP	BERTERO SILVIA
Medico Competente	BARAVALLE ANTONIO
RLS	FULGIDO CLAUDIO

## INTRODUZIONE

Il presente documento di **Valutazione dei Rischi di Esplosione** è stato redatto conformemente a quanto previsto dal **Titolo XI** (Protezione da Atmosfere Esplosive) del **Decreto Legislativo 81/08**, che prescrive le misure per la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive.

### DEFINIZIONI RICORRENTI

Agli effetti dell'articolo 214 D.Lgs 81/08 e s.m.i, si definiscono:

**ATMOSFERA ESPLOSIVA** : 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 nell'insieme della miscela incombusta.

**CONDIZIONI ATMOSFERICHE** : si intendono condizioni nelle quali la concentrazione di ossigeno nell'atmosfera è approssimativamente del 21% e che includono variazioni di pressione e temperatura al di sopra e al di sotto dei livelli di riferimento, denominate condizioni atmosferiche normali (pressione pari a 101325 Pa, temperatura pari a 293 K), purché tali variazioni abbiano un effetto trascurabile sulle proprietà esplosive della sostanza infiammabile o combustibile.

**AREA ESPOSTA A RISCHIO ESPLOSIONE** : un'area in cui può formarsi un'atmosfera esplosiva in quantità tali da richiedere particolari provvedimenti di protezione per tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori interessati è considerata area esposta a rischio di esplosione ai sensi del presente titolo.

**AREA NON ESPOSTA A RISCHIO ESPLOSIONE** : un'area in cui non è da prevedere il formarsi di un'atmosfera esplosiva in quantità tali da richiedere particolari provvedimenti di protezione è da considerare area non esposta a rischio di esplosione ai sensi del presente titolo.

**SORGENTE DI EMISSIONE (SE)** : Un punto o luogo da cui può essere emessa polvere combustibile con modalità tale da originare un'atmosfera esplosiva. Esso può far parte del sistema di contenimento o di uno strato di polvere.

**AMBIENTE (CEI 31-56)**: Parte di un luogo nella quale esistono condizioni ambientali omogenee (es. ambiente aperto, ambiente chiuso). In uno stesso luogo possono esistere più ambienti quando nelle diverse sue parti esistono condizioni ambientali diverse (es. una fossa può essere un ambiente diverso dal volume libero del luogo dove l'aria di ventilazione può circolare liberamente o solo con qualche impedimento).

**COMBUSTIONE (CEI 31-56)**: Reazione esotermica di ossidazione di una sostanza con un comburente (detto anche ossidante e comunemente costituito dall'ossigeno dell'aria), generalmente accompagnata da sviluppo di fiamme e/o di incandescenze e/o di fumo.

**DEFLAGRAZIONE (UNI EN 1127-1)** : Esplosione che si propaga a velocità subsonica.

**DETONAZIONE (UNI EN 1127-1)**: Esplosione che si propaga a velocità supersonica e caratterizzata da un'onda d'urto

**ESPLOSIONE (UNI EN 1127-1)**: Brusca reazione di ossidazione o decomposizione che produce un aumento della pressione e/o della temperatura (onda di pressione e gradiente di temperatura).

**LUOGO PERICOLOSO (CEI 31-56)**: Spazio (tridimensionale) in cui è o può essere presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di polveri combustibili, in quantità tale da richiedere provvedimenti particolari per la realizzazione, l'installazione e l'impiego dei Prodotti e degli impianti. Il luogo pericoloso costituisce l'involuppo delle zone pericolose. I termini *luogo pericoloso* e *area pericolosa* sono considerati equivalenti, da preferirsi *luogo pericoloso*.

**ZONA PERICOLOSA (CEI 31-56)**: La zona pericolosa è lo spazio di estensione determinata, in un luogo pericoloso, entro il quale devono essere adottati provvedimenti particolari contro l'esplosione.

**POLVERE** (CEI EN 61241-10) : Piccole particelle solide, comprendenti, fibre e residui volatili di filatura nell'atmosfera, che si depositano a causa della loro massa, ma che possono rimanere sospese in aria per un certo tempo (comprende i termini inglesi di "polvere" e "graniglia" così come definiti nella ISO 4225: 1994). In generale si può dire di essere in presenza di polvere se le particelle hanno grandezza (dimensioni) fino a 1,0 mm.

**POLVERE COMBUSTIBILE** (CEI EN 50281-1-2): Polvere che può bruciare o divenire incandescente nell'aria e potrebbe dare origine a miscele esplosive con l'aria a pressione atmosferica e temperatura normale.

**SISTEMA O PROVVEDIMENTO DI BONIFICA** (CEI 31-56): Ogni sistema o provvedimento volto ad allontanare o inertizzare la polvere combustibile eventualmente presente nell'ambiente o impedirne l'ingresso, o inertizzare l'ambiente.

**SORGENTE DI ACCENSIONE** (CEI 31-56): Sorgente di energia sufficiente ad accendere un'atmosfera esplosiva.

**NUBE** (CEI 31-56): Dispersione in aria di polvere combustibile con grandezza delle particelle e concentrazione adatte a formare un'atmosfera esplosiva.

**STRATO DI POLVERE** (CEI 31-56): Ogni tipologia di deposito o accumulo (cumuli, mucchi) di polvere.

**CAMPO DI ESPLODIBILITÀ (LEL – UEL)** (CEI 31-56): Come per i gas, anche per le polveri esiste un campo di esplosibilità, compreso tra un limite inferiore (LEL) ed un limite superiore (UEL), al di fuori del quale non è possibile l'innesco dell'esplosione.

**PRODOTTO** (Guida alla Direttiva 94/9/CE, cap. 3)

Apparecchio, sistema di protezione, dispositivo, componente e relative combinazioni, come definiti nel DPR 126/98, art. 1.

## GRANDEZZE CARATTERISTICHE POLVERI COMBUSTIBILI

Le caratteristiche più significative delle polveri combustibili, utilizzate nel seguito, sono:

**Combustibilità** : L'attitudine di una polvere a bruciare in strato (combustibilità) viene verificata mediante esami a vista in laboratorio e, se la polvere non è combustibile lo strato di polvere non presenta pericoli d'incendio. Se tutte le polveri non sono combustibili il luogo non presenta pericoli d'incendio da strati di polvere.

**Esplosibilità** : La seconda proprietà da verificare per individuare una polvere combustibile, oltre la combustibilità in strato, è la sua esplosibilità in nube. L'esplosibilità è verificata mediante prove di laboratorio.

NOTA Di massima si possono considerare "trascurabili" le esplosioni che, alle prove di laboratorio, producono pressioni inferiori a 666 Pa (0,0066 bar - 5 mm Hg), in quanto, generalmente, si ritiene che pressioni di così piccola entità non producano danni alle persone ed eventualmente danni minimi agli animali ed alle cose.

Se la polvere non è esplosibile l'esplosione non può avvenire. Se tutte le polveri presenti non sono esplosibili il luogo non presenta pericoli d'esplosione da polveri.

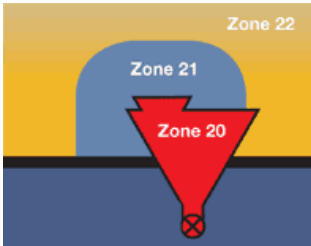
**Tabella GB.1-B (Guida CEI 31-56) – Classe di esplosione delle polveri**

Classe di esplosione della polvere in aria	$KSt$ $bar \cdot m \cdot s^{-1}$	Valutazione
<b>St 0</b>	0	Esplosione debole, senza percezione visiva della propagazione della fiamma (nota)
<b>St 1</b>	> 0 fino a 200	Esplosione moderata
<b>St 2</b>	> 200 fino a 300	Esplosione forte
<b>St 3</b>	> 300	Esplosione severa (grave)

**Grandezza media delle particelle di polvere e granulometria** : La *grandezza media delle particelle* è quella nominale che si assegna ad una polvere per una sua caratterizzazione, attraverso una prova specifica (es. utilizzando un setaccio con la dimensione delle maglie del setaccio attraverso cui si separa il 50% in massa del materiale vagliato, microscopia, sedimentazione in liquidi, ecc.).

La *granulometria* è la distribuzione percentuale statistica della grandezza delle particelle di una polvere data, detta anche *distribuzione granulometrica*. La granulometria può essere rappresentata fornendo le percentuali in massa di particelle di determinata grandezza o campi di grandezze, sotto forma tabellare o con un diagramma.

## RIPARTIZIONE DELLE AREE IN CUI POSSONO FORMARSI ATMOSFERE ESPLOSIVE



Come indicato nell' **Allegato XLIX (Atmosfere Esplosive - Ripartizione delle Aree in cui possono formarsi Atmosfere Esplosive)**, le aree a Rischio di Esplosione per la presenza di Polveri combustibili sono ripartite in zone in base alla frequenza e alla durata della presenza di atmosfere esplosive.

Esse risultano così classificate.

Zona	Descrizione
Zona 20	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria.
Zona 21	Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività.
Zona 22	Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile o, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata.

## GRADI DI EMISSIONE DELLE POLVERI

Le Sorgenti di Emissione delle Polveri (SE) sono classificate (*Guida CEI 31-52*) con i seguenti tre gradi fondamentali di emissione:

Emissione	Definizione
di grado <b>CONTINUO</b>	Luoghi nei quali una nube di <i>polvere può essere presente continuamente</i> o per lunghi periodi, oppure per brevi periodi ma ad intervalli frequenti.
di <b>PRIMO</b> grado	Sorgente di emissione che si prevede possa rilasciare <i>polveri combustibili solo occasionalmente</i> durante il funzionamento ordinario.
di <b>SECONDO</b> grado	Sorgente di emissione che si prevede <i>non possa rilasciare polveri combustibili durante il funzionamento ordinario</i> , ma, se ciò dovesse accadere, accadrebbe solo poco frequentemente e per brevi periodi.

## LIVELLI DI PULIZIA AMBIENTALI

Il grado di emissione (continuo, primo o secondo) di uno strato di polvere dipende dal livello di mantenimento della pulizia (buono, adeguato, scarso), dal disturbo dello strato (frequente o poco frequente) e dal grado di emissione della sorgente di emissione del sistema di contenimento, come causa primaria della formazione dello strato. I livelli di pulizia degli ambienti vengono classificati (*Guida CEI 31-56*) come indicato nella seguente tabella:

Livello di pulizia	Definizione
<b>BUONO</b>	Si ha un livello di pulizia dell'ambiente BUONO quando <i>gli strati di polvere sono mantenuti a spessori trascurabili</i> , oppure sono assenti, indipendentemente dal grado di emissione, oppure vengono rimossi rapidamente in caso si formino poco frequentemente, <i>potendosi escludere il pericolo che si formino nubi di polveri esplosive</i> degli strati ed il <i>pericolo d'incendio</i> dovuto agli strati stessi.
<b>ADEGUATO</b>	Si ha un livello di pulizia dell'ambiente BUONO quando <i>gli strati di polvere non sono trascurabili, ma sono di breve durata</i> , meno di un turno di lavoro (8 ore), e possono essere rimossi prima dell'avvio di qualunque incendio. <i>Non si può escludere il pericolo che si formino nubi di polveri esplosive</i> degli strati ed il <i>pericolo d'incendio</i> dovuto agli strati stessi.
<b>SCARSO</b>	Si ha un livello di pulizia dell'ambiente SCARSO quando <i>gli strati di polvere non sono trascurabili e perdurano per più di un turno di lavoro</i> . Il pericolo d'incendio può essere controllato selezionando opportunamente le apparecchiature in funzione dello spessore degli strati di polvere. <i>Non si può escludere il pericolo che si formino nubi di polveri esplosive</i> degli strati ed il <i>pericolo d'incendio</i> dovuto agli strati stessi.

## DISTURBO DELLO STRATO DI POLVERE

Per quanto riguarda il disturbo dello strato di polvere, è evidente che se esso viene disturbato di frequente, la polvere si solleva con frequenza maggiore e di conseguenza il grado di emissione risulta più elevato. Per la determinazione del grado di emissione di uno strato in funzione del disturbo dello stesso e del grado della sorgente di emissione del contenitore si può far riferimento alla seguente tabella.

	Grado della Sorgente di Emissione del contenitore	<i>CONTINUO O PRIMO</i>	<i>SECONDO</i>
Livello di pulizia	Disturbo strato	Grado di emissione dello strato	Grado di emissione dello strato
<i>ADEGUATO</i>	<i>Frequente</i>	PRIMO	SECONDO
	<i>Poco frequente</i>	SECONDO	—
<i>SCARSO</i>	<i>Frequente</i>	CONTINUO	PRIMO
	<i>Poco frequente</i>	PRIMO	SECONDO

## GRADO DI EFFICACIA E DISPONIBILITA' DEL SISTEMA DI ASPIRAZIONE

La valutazione delle condizioni di ventilazione nei luoghi con presenza di polveri combustibili rappresenta un passaggio fondamentale e la presenza di un impianto di aspirazione ben dimensionato in prossimità della sorgente di emissione determina, secondo la sua efficienza, una modifica più o meno preponderante della probabilità di formazione di zone pericolose e, quindi, una “declassificazione” delle stesse.

Un sistema di aspirazione, per essere efficiente, deve essere ben dimensionato e le bocche di aspirazione devono essere poste nelle immediate vicinanze delle sorgenti di emissione delle polveri. Infatti, un impianto di aspirazione che non venga posizionato in prossimità delle sorgenti di emissione non produce nessun effetto di bonifica, ma può addirittura portare ad un peggioramento delle condizioni ambientali provocando delle turbolenze che possono dar luogo, in presenza di strati, al cosiddetto effetto domino.

Per valutare l'effetto di un sistema di aspirazione, bisogna stabilire due parametri fondamentali:

- ❖ Il grado di efficacia
- ❖ La disponibilità del sistema di aspirazione.

Il *grado di efficacia* di un sistema di aspirazione viene valutato in uno dei tre modi illustrati nella seguente tabella, tratta dall'appendice GG (punto GC 3.2.2) della Guida CEI 31-56:

Grado di Efficacia	Definizione
ALTO (EH)	Si ha un grado di efficacia ALTO se il sistema di aspirazione è <b>in grado di ridurre la concentrazione di polvere nell'aria in modo praticamente istantaneo al di sotto del limite inferiore di esplosibilità (LEL)</b> nell'immediato intorno della SE e all'interno del sistema di aspirazione stesso. <i>Ne risulta una zona potenzialmente esplosiva di estensione trascurabile nell'intorno della SE, nessuna zona pericolosa all'interno del sistema di captazione e aspirazione e nessuna zona pericolosa nell'immediato intorno del punto di scarico del sistema.</i>
MEDIO (EM)	Si ha un grado di efficacia MEDIO se il sistema di aspirazione <b>non è in grado di ridurre la concentrazione di polvere nell'aria al di sotto del limite inferiore di esplosibilità (LEL)</b> nelle immediate vicinanze della SE e all'interno del sistema di aspirazione stesso, ma è in grado di catturare tutta la polvere emessa dalla SE.
BASSO (EL)	Si ha un grado di efficacia BASSO se il sistema di aspirazione <b>non è in grado di ridurre la concentrazione di polvere nell'aria al di sotto del limite inferiore di esplosibilità (LEL)</b> nelle immediate vicinanze della SE e all'interno del sistema di aspirazione stesso e non è in grado di catturare tutta la polvere emessa dalla SE. Tale grado di efficacia equivale all'assenza di un impianto di aspirazione.

La *disponibilità* di un sistema di aspirazione viene valutata in uno dei tre modi illustrati nella seguente tabella, tratta dall'appendice GG (punto GC 3.2.3) della Guida CEI 31-56:

Disponibilità	Definizione
BUONA	Si ha una disponibilità BUONA quando l'asportazione è presente in pratica con continuità.
ADEGUATA	Si ha una disponibilità ADEGUATA quando l'asportazione è presente durante il funzionamento normale. Sono ammesse delle interruzioni purché siano poco frequenti e per brevi periodi.
SCARSA	Si ha una disponibilità SCARSA quando l'asportazione non risponde ai requisiti di adeguata o buona, anche se non sono previste interruzioni per lunghi periodi.  <i>Nota : Un sistema artificiale di asportazione delle polveri che non risponde neanche ai requisiti previsti dalla scarsa disponibilità non deve essere considerato.</i>



## ZONE PERICOLOSE IN FUNZIONE DEL GRADO DI EMISSIONE E DEL SISTEMA DI ASPIRAZIONE

La probabilità di formazione di zone pericolose dipende dalle caratteristiche del sistema di aspirazione delle polveri e dal grado di emissione delle Sorgenti di Emissione SE; infatti, in assenza di un impianto di aspirazione ci sono forti probabilità di formazione di atmosfere esplosive.

Nella tabella seguente (Guida CEI 31-56, tabella GC. 3.2-A): è riportato un sistema di determinazione delle zone pericolose in funzione delle caratteristiche del sistema di aspirazione e del grado di emissione delle SE.

**Tabella GC.3.2-A – Influenza dei sistemi artificiali di asportazione delle polveri sui tipi di zone**

Grado della emissione	Grado della captazione e asportazione della polvere						
	ALTO			MEDIO			BASSO <sup>(2)</sup>
	Disponibilità della captazione e asportazione della polvere						
	Buona	Adeguata	Scarsa	Buona	Adeguata	Scarsa	Buona, Adeguata o Scarsa
<b>CONTINUO</b>	(Zona 20 NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona 20 NE) Zona 22 (1) (3)	(Zona 20 NE) Zona 21 (1) (4)	Zona 20	Zona 20 + Zona 22 (3)	Zona 20 + Zona 21 (4)	Non considerato (Zona 20)
<b>PRIMO</b>	(Zona 21 NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona 21 NE) Zona 22 (1) (3)	(Zona 21 NE) Zona 22 (1) (4)	Zona 21	Zona 21 + Zona 22 (3)	Zona 21 + Zona 22 (4)	Non considerato (Zona 21 + Zona 22)
<b>SECONDO</b>	(Zona 22 NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona 22 NE) Zona non pericolosa (1) (3)	Zona 22 (4)	Zona 22	Zona 22 (3)	Zona 22 (4)	Non considerato (Zona 22)
<i>(1) Zona 20 NE, 21 NE o 22 NE indicano una zona teorica dove, in condizioni normali, l'estensione è trascurabile.</i>							
<i>(2) Il Grado BASSO non è stato considerato in quanto, in queste condizioni, le zone pericolose devono essere definite considerando l'assenza del sistema di captazione e asportazione della polvere.</i>							
<i>(3) E' prevista la formazione di strati di polvere di spessore generalmente inferiore di 5 mm.</i>							
<i>(4) E' prevista la formazione di strati di polvere di spessore generalmente maggiore di 5 mm, da valutare caso per caso.</i>							
<i>NOTA - "+" significa "circondato da". Il secondo tipo di zona deve essere definito considerando la ventilazione residua, cioè considerando l'assenza del sistema di captazione e asportazione della polvere.</i>							

## INFLUENZA DEI SISTEMI DI CONTENIMENTO IN DEPRESSIONE DELLE POLVERI SUI TIPI DI ZONE

L'influenza dei sistemi di contenimento in depressione delle polveri combustibili sui tipi di zone all'interno dei sistemi di contenimento in depressione è attualmente in fase di studio.

L'influenza dei sistemi di contenimento in depressione delle polveri combustibili sui tipi di zone nell'ambiente circostante è riassunto nella seguente Tabella (Guida *CEI 31-56, tabella GC. 4.2-A*)

**Tabella GC.4.2-A – Influenza dei sistemi di contenimento in depressione delle polveri combustibili sui tipi di zone**

Grado della emissione (2)	Disponibilità del sistema di contenimento in depressione della polvere combustibile		
	Buona	Adeguate	Scarsa
<b>CONTINUO</b>	(Zona <b>20</b> NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona <b>20</b> NE) Zona <b>22</b> (1) (3)	(Zona <b>20</b> NE) Zona <b>21</b> (1) (4)
<b>PRIMO</b>	(Zona <b>21</b> NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona <b>21</b> NE) Zona <b>22</b> (1) (3)	(Zona <b>21</b> NE) Zona <b>22</b> (1) (4)
<b>SECONDO</b>	(Zona <b>22</b> NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona <b>22</b> NE) Zona non pericolosa (1) (3)	Zona <b>22</b> (4)

(1) Zona 20 NE, 21 NE o 22 NE indicano una zona teorica dove, in condizioni normali, l'estensione è trascurabile.  
(2) Il grado dell'emissione deve essere considerato come emissione dal sistema di contenimento in assenza della depressione.  
(3) E' prevista la formazione di strati di polvere di spessore generalmente inferiore di 5 mm.  
(4) E' prevista la formazione di strati di polvere di spessore generalmente maggiore di 5 mm, da valutare caso per caso.

## ESTENSIONE DELLE ZONE PERICOLOSE

La determinazione dell'estensione delle zone pericolose all'esterno dei sistemi di contenimento delle polveri combustibili dipende da coefficienti direttamente correlati alle caratteristiche della polvere combustibile in questione, dal sistema di contenimento e dall'ambiente.

Negli ambienti chiusi, solitamente, si hanno più tipi di zone pericolose nell'intorno della SE e in presenza di strati queste possono interessare tutto il volume dell'ambiente con zone 22.

Per la determinazione dell'estensione delle zone pericolose si è fatto riferimento all'appendice GD della guida CEI 31-56, che definisce:

$$dz = (d0 + dh) \cdot kd \cdot ku \cdot kta \cdot kw$$

con

$dz$  = distanza pericolosa dalla SE nella direzione di emissione e di più probabile dispersione della nube esplosiva [m];

$d0$  = distanza di riferimento [m];

$dh$  = distanza addizionale dipendente dall'altezza della SE [m];

$kd$  = coefficiente dipendente dal rapporto tra la portata di emissione  $Qd$  della SE e LEL;

$ku$  = coefficiente relativo al contenuto di umidità della polvere;

$kta$  = coefficiente relativo al tipo di ambiente;

$kw$  = coefficiente che dipende dalla velocità dell'aria di ventilazione  $w$  nell'intorno della SE e della velocità di sedimentazione della polvere  $ut$ ;

Nella stessa guida viene definita come **effettiva** estensione della zona pericolosa la cosiddetta "*quota a*" che è:

$$a = k \cdot dz$$

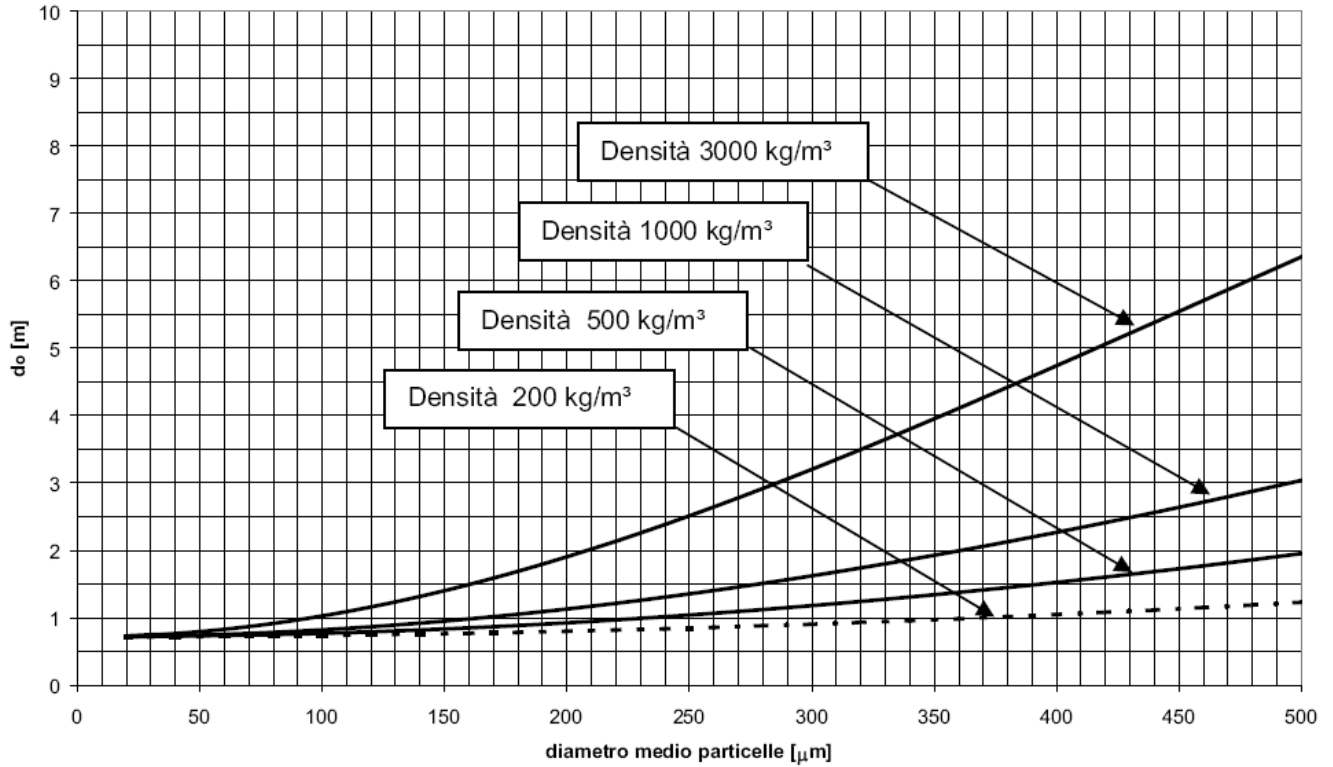
dove  $k$  è un coefficiente variabile di cui il progettista può tener conto sulla base dell'esperienza in seguito a studi sperimentali di settore relativi al caso in esame.

In generale, la quota è *stata* assunta uguale a  $dz$ , solo nel caso in cui  $dz$  risulti minore di 1 m è stata assunto  $a = 1m$ .

Nel dettaglio, analizzando i vari parametri che compongono la  $dz$ :

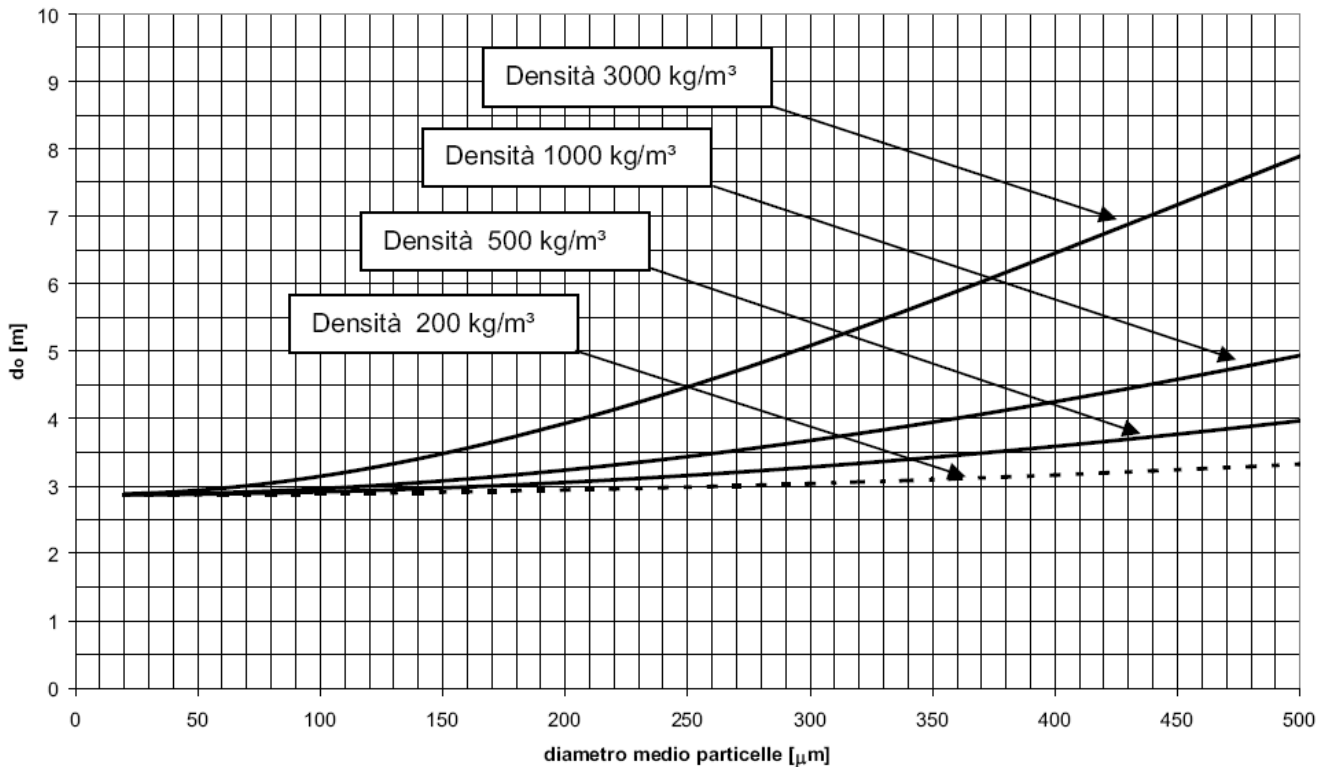
La distanza di riferimento  $d0$  [m] dipende dalla velocità dell'aria di ventilazione intorno alla SE  $w$  (m/s), dalla velocità con la quale la SE emette la polvere e dalle caratteristiche densità  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) e diametro medio delle particelle ( $\mu m$ ) della polvere stessa. Per i sistemi di contenimento che lavorano a pressione atmosferica, essendo la velocità di emissione bassa, si prende come valore di riferimento  $d0 = 1 m$ , mentre per i sistemi che lavorano in pressione, essendo la velocità di emissione non trascurabile, la  $d0$  è stata stata ricavata dal grafico di figura GD.3.1-1 (Guida CEI 31-56) o dal grafico di figura GD.3.1-2 a seconda della velocità dell'aria  $w$ .

**distanza  $d_0$  (emissione a alta velocità -  $w = 0,5$  m/s)**



**Fig. GD.3.1 - 1** Distanza di riferimento  $d_0$  per SE in prossimità del suolo da sistema in pressione (ad alta velocità) e velocità dell'aria  $w \leq 0,5$  m/s

**distanza  $d_0$  (emissione a alta velocità -  $w = 2$  m/s)**



**Fig. GD.3.1 - 2** Distanza di riferimento  $d_0$  per SE in prossimità del suolo da sistema in pressione (ad alta velocità) e velocità dell'aria  $w = 2,0$  m/s

La distanza addizionale  $dh$  [m] dipende dall'altezza della SE rispetto alla superficie di deposito della polvere ed è stata ricavata dalla tabella GD.3.2-A (Guida CEI 31-56), nella quale  $h$  rappresenta l'altezza [m] della SE dalla superficie di deposito (es. suolo, pavimento, o superficie che delimita inferiormente la caduta della polvere).

Pos.	Condizione	$d_h$ [m]
1	Se $h \geq 20$ m	1,0
2	Se $20 \text{ m} > h > 3$ m	0,5
3	Se $h \leq 3$ m	0

Tabella GD.3.2 - A - Distanza  $dh$

Il coefficiente  $kd$  dipende dal rapporto tra la portata di emissione  $Q_d$  della SE e il LEL, assumendo le caratteristiche riportate nella seguente tabella GD.3.3-A (Guida CEI 31-56)

Pos.	Condizione	$k_d$
1	Se $\frac{LEL \cdot 10^{-3} \cdot u_t \cdot d_0^2}{2 \cdot Q_d} > 10$	0,5
2	Se $\frac{LEL \cdot 10^{-3} \cdot u_t \cdot d_0^2}{2 \cdot Q_d} \leq 10$	1

Tabella GD.3.3 - A - Coefficiente  $kd$

Il coefficiente  $ku$  dipende dal contenuto di umidità della polvere e varia con le modalità riportate nella seguente tabella Tabella GD.3.3 - B (Guida CEI 31-56)

Pos.	Contenuto di umidità della polvere, valore %	Campo di variazione del Coefficiente	$k_u$
1	dal 40% al 50%	da 0,3 a 0,5	0,3
2	dal 12% al 40%	da 0,5 a 1,0	0,8
3	inferiore al 12%	da 1,0 a 1,2	1,0

Tabella GD.3.3 - B - Coefficiente  $ku$

Il coefficiente  $k_{ta}$  dipende dal tipo di ambiente nel quale viene a disperdersi la polvere, ed è stato ricavato dalla seguente tabella *Tabella GD.3.4 - A (Guida CEI 31-56)*

Pos.	Tipo di ambiente	Campo di variazione del Coefficiente	Coefficiente consigliato
1	Aperto	da 0,5 a 0,7	0,5
2	Aperto con ostacoli	da 0,7 a 1,0	0,8
3	Chiuso	da 1,0 a 1,2	1,0

*Tabella GD.3.4 - A - Coefficiente  $k_{ta}$*

Il coefficiente  $k_w$  dipende dalla velocità dell'aria di ventilazione  $w$  nell'intorno della SE e dalla velocità di sedimentazione  $u_t$ ; esso è stato ricavato in base alla seguente *Tabella GD.3.4 - B (Guida CEI 31-56)*

Pos.	Condizione	$k_w$
1	Se $\frac{w}{u_t} > 5$	3
2	Se $5 > \frac{w}{u_t} > 3$	2
3	Se $\frac{w}{u_t} \leq 3$	1

*Tabella GD.3.4 - B - Coefficiente  $k_w$*

dove:

$u_t$  velocità di sedimentazione [m/s]

$w$  velocità dell'aria di ventilazione nell'intorno della SE [m/s]

## PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE IN CASO DI INTERRUZIONE DEL SERVIZIO DI ASPORTAZIONE POLVERI

I provvedimenti da adottare nella messa in servizio e in caso di interruzione del servizio di asportazione delle polveri sono riportati nella Tabella GC.3.2-B, stabiliti considerando la diversa classificazione dei Prodotti secondo il DPR 126/98 (direttiva 94/9/CE).

Nella tabella seguente (Guida *CEI 31-56, tabella GC. 3.2-B*): sono riportati i provvedimenti da adottare in caso di interruzione del servizio di asportazione delle polveri.

**Tabella GC.3.2-B – Provvedimenti da adottare in caso di interruzione del servizio di asportazione delle polveri**

Tipo di Zona in assenza di captazione e asportazione polveri	Classificazione dei Prodotti secondo il DPR 126/98 (direttiva 94/9/CE)		
	Prodotti II 2D ( <i>adatti per Zona 21</i> )	Prodotti II 3D ( <i>adatti per Zona 22</i> )	Prodotti non adatti per Zone pericolose
<b>Zona 20</b>	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio programmata dei Prodotti (2)	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio programmata dei Prodotti il più presto possibile (3)	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio automatica dei Prodotti il più presto possibile (4)
<b>Zona 21</b>	Nessun provvedimento	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio programmata dei Prodotti (3)	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio automatica dei Prodotti il più presto possibile (4)
<b>Zona 22</b>	Nessun provvedimento	Nessun provvedimento	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio programmata dei Prodotti il più presto possibile (3)

(1) Allarme ottico e acustico, quest'ultimo tacitabile e non disinseribile.  
 (2) Il tempo deve essere stabilito considerando una fermata programmata e in sicurezza (generalmente non maggiore di 90 min); il tempo può anche essere prolungato purché si accerti l'assenza di atmosfera esplosiva pericolosa.  
 (3) Il tempo deve essere stabilito considerando una fermata programmata e in sicurezza (generalmente non maggiore di 30 min); il tempo può anche essere prolungato purché si accerti l'assenza di atmosfera esplosiva pericolosa.  
 (4) Il tempo deve essere generalmente non maggiore di 15 s); il tempo può anche essere prolungato purché si accerti l'assenza di atmosfera esplosiva pericolosa.

## CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI

La classificazione delle aree con pericolo di esplosione è stata effettuata tenendo conto sia del grado di emissione, sia della efficacia e della disponibilità del sistema di aspirazione, come previsto dalla Guida CEI 31-56.

### INDIVIDUAZIONE DEI TIPI DI PERICOLO

#### Pericoli d' ESPLOSIONE o di INCENDIO

Le polveri combustibili disperse nell'atmosfera di un ambiente possono creare pericolo di esplosione; le polveri combustibili depositate in strati, possono creare pericoli d'incendio.

Anche l'accensione di polveri in strato può degenerare in esplosione, qualora lo strato si disperda in nube.

In particolare, le polveri possono:

a) restare disperse nell'aria per un certo periodo di tempo e creare atmosfere esplosive pericolose (nubi), quindi depositarsi per effetto della propria massa formando strati;

oppure,

b) formare strati che, in presenza di turbolenze o azione meccanica, possono essere dispersi nell'aria creando atmosfere esplosive pericolose, fungendo così da sorgenti di emissione;

oppure,

c) formare strati di polvere che NON si prevede possano essere dispersi creando atmosfere esplosive pericolose e che presentano solo pericolo d'incendio dovuto a lenta combustione per ossidazione o per decomposizione della polvere sottoposta a surriscaldamento.

Per la classificazione dei luoghi è stata valutata sia la probabilità di formazione delle atmosfere esplosive pericolose, sia la probabilità di formazione di strati.

E' necessario limitare quanto più è possibile l'estensione degli strati di polvere in quanto è tipico il fenomeno di una prima piccola esplosione (detta primaria), determinata dall'accensione di polvere in strato che solleva, per azione dell'onda di pressione, una quantità molto maggiore di polvere con una seconda esplosione (esplosione secondaria) molto maggiore della prima (effetto domino).

La perturbazione dovuta ad un'esplosione primaria da uno strato (caso b), quando prevista, deve essere considerata compresa tra i disturbi che provocano la dispersione nell'aria creando atmosfere esplosive pericolose. Gli strati di polvere dovrebbero essere sempre limitati, sia come probabilità di presenza, sia come estensione, per evitare che un'esplosione primaria, anche di piccola entità, possa sollevarli e creare esplosioni secondarie di entità molto maggiori della prima (effetto domino).

Si deve considerare che emissioni diluite nel tempo o continue di polvere in piccole quantità, che non determinano zone pericolose nelle immediate vicinanze della sorgente di emissione (SE), ad esempio le emissioni strutturali possono, nel tempo, creare al suolo e sulle superfici piane o poco inclinate strati di polvere pericolosi.

#### Pericoli da NUBI DI POLVERE (esplosione)

Le polveri combustibili disperse nell'aria formano miscele (nubi) di combustibile (la polvere) e di comburente (l'ossigeno dell'aria), sicché, in presenza di una sorgente di accensione di sufficiente energia, sono in grado di ossidarsi rapidamente per sostenere la combustione, che procede così rapida da generare un'onda di pressione ed un fronte di fiamma con effetti esplosivi. La reattività di una polvere è tanto maggiore quanto



più piccole sono le particelle che la compongono, questo è dovuto alla maggiore superficie specifica esposta all'atmosfera; possono fare eccezione le polveri metalliche che si ossidano se esposte all'aria.

Perché la nube sia esplosiva occorre che la polvere sia combustibile e presente in concentrazione all'interno del campo di esplodibilità (g/m<sup>3</sup>), v. 5.5.5.

La polvere dispersa nell'aria ha un comportamento molto aleatorio, meno prevedibile di quello di un gas o un vapore per la complessità dei fenomeni fisici di dispersione; per questo motivo, risulta difficoltoso definire l'estensione delle zone con pericolo d'esplosione.

Per la incoerenza e la irregolarità delle particelle che costituiscono le polveri, queste vengono caratterizzate dalle seguenti grandezze fisiche:

densità (apparente) degli accumuli (quantità statistica di polvere per volume specifico, considerando gli interstizi tra le particelle);  
grandezza media delle particelle;  
concentrazione della dispersione (quantità di polvere dispersa per volume d'aria).

Delle grandezze fisiche elencate, la concentrazione della dispersione, che rappresenta un suo valore medio statistico, assume grande importanza; essa è soggetta a variazioni temporali e spaziali per diverse cause (disturbi, ostacoli, diversa velocità di caduta libera delle particelle) che alterano le caratteristiche esplosive della miscela stessa.

Un' esplosione di polvere può avvenire se sono soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

La polvere è combustibile.

La polvere è dispersa in aria con modalità tali da formare una nube nell'atmosfera ambiente (ad esempio sono presenti turbolenze atmosferiche).

La polvere ha una granulometria capace di propagare la fiamma.

La concentrazione della polvere nella nube è compresa nell'intervallo di esplodibilità (tra il limite inferiore di esplodibilità *LEL* e il limite superiore di esplodibilità *UEL*).

L'atmosfera in cui è dispersa la polvere contiene sufficiente aria (ossigeno) per sostenere la combustione (da considerare solo per atmosfere inertizzate).

E' presente una sorgente d'innescò di energia sufficiente per innescare la nube.

Se manca una sola delle condizioni da 1) a 5) nel luogo considerato non possono formarsi atmosfere esplosive pericolose, purché ovviamente il luogo stesso non sia interessato da atmosfere esplosive provenienti da altri luoghi circostanti.

Se manca una sola di queste condizioni da 1) a 6) l'esplosione non può avvenire. Tutte le misure di prevenzione si basano quindi sull'eliminazione di una o più di queste condizioni.

In generale, quando la concentrazione di polvere nell'aria non supera 10 g/m<sup>3</sup> si ha la ragionevole certezza di non raggiungere il *LEL*.

Negli ambienti di lavoro, anche per motivi di igiene ambientale, la concentrazione di polvere è generalmente di gran lunga inferiore.

#### Pericoli da STRATI DI POLVERE (esplosione, incendio)

Uno strato di polvere combustibile costituisce una causa di formazione di nube esplosiva se la polvere viene per qualche ragione dispersa nell'aria: ad esempio, può essere sollevata per l'azione del vento, il passaggio di un mezzo o a seguito di un'esplosione primaria che coinvolga altra polvere depositata nell'ambiente. In queste condizioni, lo strato è a tutti gli effetti una sorgente di emissione (SE).

La formazione di depositi di polvere in strati è favorita dalle superfici orizzontali o leggermente inclinate e dagli angoli.

Uno strato di polvere depositata sopra componenti che producono calore (es. componenti elettrici) peggiora il loro raffreddamento, con conseguente aumento della temperatura. Se la temperatura superficiale del componente dell'impianto supera la temperatura di accensione della polvere in strato, questa si innesca (lenta combustione per ossidazione o per decomposizione della polvere); dopo l'innesco, in funzione della sua granulometria sarà anche possibile sollevarne le frazioni più leggere formando un'atmosfera esplosiva.

Non è esclusa la possibilità di presenza di polveri in strato incapaci di sollevarsi e, quindi di formare nubi esplosive. In tale caso sussiste solo il pericolo d'incendio (lenta combustione).

Per i problemi legati al pericolo d'incendio e alle temperature massime superficiali dei Prodotti. Lo strato di polvere può essere evitato o mantenuto a spessori trascurabili mediante interventi di bonifica degli ambienti; l'ideale sarebbe pulire continuamente il luogo, in modo da evitare l'accumulo della polvere, ma questo non è sempre possibile.

## PROCEDIMENTO DI CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI PERICOLOSI

La classificazione dei luoghi è un metodo di analisi e di suddivisione convenzionale del luogo considerato in zone pericolose e zone non pericolose in relazione alla provenienza del pericolo d'esplosione e alla probabilità di presenza del pericolo.

Il procedimento di classificazione dei luoghi è il seguente.

Per il REPARTO considerato:

- ❖ sono stati raccolti i dati generali di progetto;
- ❖ è stata verificata l'applicabilità della Norma CEI EN 61241-10 (CEI 31-66);
- ❖ sono state individuate le sorgenti di emissione (SE), le polveri combustibili emesse, il grado o i gradi di emissione di ciascuna di esse, definiti considerando le probabilità e le modalità di emissione;
- ❖ è stata verificata l'eventuale presenza di sistemi di bonifica e la corrispondente tipologia;
- ❖ è stata analizzata, ove necessario, l'influenza della contemporaneità delle emissioni sulla classificazione dei luoghi;
- ❖ sono state individuate e catalogate le SE rappresentative di altre tra loro omogenee per caratteristiche costruttive e modalità di emissione, caratteristiche della polvere combustibile e condizioni ambientali.
- ❖ sono state individuate le caratteristiche di tutte le sostanze in qualunque stato fisico che, sotto forma di polvere combustibile possono formare con l'aria atmosfere esplosive e/o formare strati;
- ❖ sono state rilevate le condizioni ambientali.

Per ciascun grado di emissione delle singole Sorgenti di Emissione (SE):

- ❖ è stato definito il tipo o i tipi di zone pericolose;
- ❖ sono state determinate le estensioni delle singole zone pericolose;
- ❖ è stata stabilita se esiste la possibilità o meno di formazione di strati di polvere al di fuori dei sistemi di contenimento ed il loro spessore.

Dopo aver determinato i tipi e le estensioni di tutte le zone pericolose originate dalle singole emissioni:

- n) sono state individuate le aperture interessate da zone pericolose;
- o) è stata valutata la possibilità di eseguire interventi atti a rendere poco probabile la formazione di atmosfere esplosive e limitare in numero e in estensione le zone più pericolose (zone 20 e 21), quali ad esempio la limitazione in numero e in portata delle emissioni continue e di primo grado e la bonifica;
- p) è stato eseguito, ove necessario, l'inviluppo delle zone pericolose originate dalle singole sorgenti di emissione;
- q) sono stati stabiliti i dati per la definizione dei requisiti dei Prodotti;
- r) è stata preparata la documentazione tecnica di classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione, considerando il livello di progettazione in cui si opera.

## DATI CARATTERISTICI REPARTO CONSIDERATO

La classificazione e la valutazione del rischio di atmosfere esplosive oggetto del presente documento è relativa al seguente Reparto :

Tipo di ambiente : *CHIUSO*

### DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI

Sono stati rilevati i seguenti dati:

Superficie in pianta (mq)	30,00
Altezza media (m)	2,00
Volume calcolato (mc)	60,00

## ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sostanze presenti che producono polveri combustibili (e che possono quindi generare atmosfere esplosive) con le relative caratteristiche.

Sostanza	Indice Espl. Kst (bar m/s)	Classe Espl. St	Lim. Inf. Espl. LEL (g/mc)	Grandezza media particelle ( $\mu\text{m}$ )	Contenuto umidità (%)	Temp. accens. nube ( $^{\circ}\text{C}$ )	Temperatura accens. strato 5mm ( $^{\circ}\text{C}$ )	Densità assoluta (Kg/mc)	Concentrazione Limite Ossigeno LOC (%)	Conducibilità
Caffè	90	St 1	60	10	40	470	450	1	10	Non Conducibile

## ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle Sorgenti di Emissione SE con le relative caratteristiche.

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Polvere	Grado SE	Livello di Pulizia	Disturbo dello Strato	Provvedimento di Bonifica adottato	Disponibilità	Grado efficacia sistema aspirazione
SE01	Sorgente 01	Caffè	CONTINUO	ADEGUATO	Poco Frequente	Aspirazione e captazione	ADEGUATA	MEDIO

## CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Qui di seguito viene riportata la classificazione delle Sorgenti di Emissione SE e degli strati di polvere, effettuata conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-52 e con i criteri riportati nelle tabelle già illustrate.

SE	Zona Pericolosa Sistema di Emissione SE	Grado di Emissione dello STRATO	Zona Pericolosa STRATO
SE01	Zona 20 + Zona 22 (3)	SECONDO	Zona 22

*(1) Zona 20 NE, 21 NE o 22 NE indicano una zona teorica dove, in condizioni normali, l'estensione è trascurabile.*

*(2) Il grado dell'emissione deve essere considerato come emissione dal sistema di contenimento in assenza della depressione.*

*(3) E' prevista la formazione di strati di polvere di spessore generalmente inferiore di 5 mm.*

*(4) E' prevista la formazione di strati di polvere di spessore generalmente maggiore di 5 mm, da valutare caso per caso.*

## ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE

L'estensione di una zona pericolosa per la presenza di polveri combustibili nell'atmosfera, originate da emissioni dai sistemi di contenimento delle polveri combustibili, è definita come la distanza in tutte le direzioni dai bordi di una sorgente di emissione di polvere fino al punto dove il pericolo associato con questa zona è considerato trascurabile (la concentrazione scende al di sotto del LEL).

Il calcolo delle estensioni è stato eseguito conformemente a quanto previsto dalla Guida CEI 31-52 e con i criteri riportati nell'appendice GD della stessa Guida, che consentono il calcolo della distanza pericolosa  $d_z$  e della cosiddetta quota "a", come dettagliatamente descritto nel precedente capitolo specifico.

Nella seguente tabella vengono riportati i dati utilizzati per il calcolo delle estensioni delle zone pericolose.

DATI DI CALCOLO						
Sigla SE	Emissione	Densità apparente (Kg/mc)	Spessore max strato (mm)	Portata emissione polvere (Kg/s)	Altezza SE rispetto allo Strato (m)	Velocità aria (m/s)
SE01	A bassa velocità	2	0,5	1	2	≤ 0.5

Nella seguente tabella vengono riportati, per ogni Sorgente di Emissione SE, i parametri calcolati ed i valori della distanza  $d_z$  e della quota "a".

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE SE										
Sigla SE	Polvere	$d_0$	$dh$	$Kd$	$Ku$	$Kta$	$Kw$	$d_z$	quota a	
SE01	Caffè	1,00	0	1	0,8	0,5	3	1,20	1,44	

## ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DAGLI STRATI

Le polveri che fuoriescono dal sistema di contenimento, disperdendosi nell'aria tendono poi a sedimentarsi sulle superfici di deposito formando uno strato di polvere combustibile che diventa a sua volta una sorgente di emissione, per la quale vanno definite le estensioni e calcolati i valori di dz e della quota "a".

ESTENSIONI ZONE PERICOLOSE GENERATE DAGLI STRATI				
Sigla SE	Polvere	Concentrazione Nube (g/mc)	50% LEL (g/mc)	Estensione Zona Pericolosa
SE01	Caffè	0,50	30,00	Zona pericolosa solo intorno alla SE

## APERTURE INTERESSATE DA ZONE PERICOLOSE

Per quanto riguarda l'estensione delle zone pericolose a valle delle aperture presenti nell'ambiente oggetto della valutazione e per la individuazione delle tipologie di Zone, si è fatto riferimento alla tabella 5.11-A (*Guida CEI 31-56*) riportata qui di seguito.

Zona nell'ambiente a monte	Tipo di apertura	Ambiente a valle					
		Chiuso			Aperto		
		Pressione ambiente uguale a quella a monte	Pressione ambiente minore di quella a monte	Pressione ambiente maggiore di quella a monte	Pressione ambiente uguale a quella a monte	Pressione ambiente minore di quella a monte	Pressione ambiente maggiore di quella a monte
<b>Zona 20</b>	<b>A</b>	Zona 20	Zona 20	Zona 21	Zona 20	Zona 20	Zona 21
	<b>B</b>	Zona 21	Zona 21	Zona 22	Zona 21	Zona 21	Zona 22
	<b>C</b>	Zona NP	Zona NP	Zona NP	Zona NP	Zona NP	Zona NP
<b>Zona 21</b>	<b>A</b>	Zona 21	Zona 21	Zona 22	Zona 21	Zona 21	Zona 22
	<b>B</b>	Zona 22	Zona 22	Zona NP	Zona 22	Zona 22	Zona NP
	<b>C</b>	Zona NP	Zona NP	Zona NP	Zona NP	Zona NP	Zona NP
<b>Zona 22</b>	<b>A</b>	Zona 22	Zona 22	Zona NP	Zona 22	Zona 22	Zona NP
	<b>B</b>	Zona NP	Zona NP	Zona NP	Zona NP	Zona NP	Zona NP

*Tabella 5.11 - A - Tipi di zone negli ambienti a valle delle aperture*

Le tipologie di aperture sono state classificate con le modalità previste dalla *Guida CEI 31-56*, che prevede che le aperture vengano classificate dei tipi A, B, C, in relazione alla frequenza e durata dei periodi di apertura e dall'efficacia delle tenute o delle battute dei serramenti, tenuto anche conto della differenza di pressione tra i luoghi interessati.

I tipi di aperture sono i seguenti (Appendice GE *Guida CEI 31-56*)

**Tipo A** - Aperture con caratteristiche che non rientrano tra quelle previste per le aperture dei tipi B, C.

*Esempi di aperture di tipo A*

- ❖ Passaggio aperto per persone, mezzi di trasporto e simili.
- ❖ Finestra o simili, priva di serramento.
- ❖ Porta per il passaggio di persone, mezzi di trasporto e simili, con serramento avente caratteristiche non conformi ai tipi di aperture B, C, D, oppure che viene aperta frequentemente o per lunghi periodi, oppure la cui apertura è lasciata alla decisione incondizionata del personale.
- ❖ Passaggio aperto di servizi (tubazioni, condotti, condutture, ecc.) attraverso una parete, un soffitto, un pavimento e simili
- ❖ Apertura fissa di ventilazione, provvista di griglia fissa di aerazione.

**Tipo B** - Aperture normalmente chiuse (es. con dispositivo di autochiusura), aperte poco frequentemente e che hanno un interstizio molto ridotto su tutto il perimetro (senza dispositivi di tenuta, es. una guarnizione).

*Esempi di aperture di tipo B*



- ❖ Porta per il passaggio di persone, mezzi di trasporto e simili, con serramento avente un efficiente dispositivo di autochiusura, una buona tenuta su tutto il perimetro e normalmente chiusa.
- ❖ Apertura di ventilazione autochiudente, normalmente chiusa e avente una buona tenuta su tutto il perimetro.
- ❖ Apertura di sfiato libero all'atmosfera di pozzetto di fogna di tipo invasato (sotto battente e/o con sifone di tenuta), dove vengono scaricate sostanze infiammabili (fogna oleosa o chimica).

**Tipo C** - Aperture normalmente chiuse o aperte poco frequentemente, conformi a quelle di tipo B, provviste inoltre di dispositivi di tenuta (es. una guarnizione) su tutto il perimetro; oppure, due aperture di tipo B in serie, dotate di dispositivi indipendenti di autochiusura.

*Esempi di aperture di tipo C*

- ❖ Porta per il passaggio di persone, mezzi di trasporto e simili, con serramento provvisto di un efficiente dispositivo di autochiusura, di dispositivo di tenuta (es. guarnizione) su tutto il perimetro, normalmente chiusa e aperta poco frequentemente.
- ❖ Apertura di ventilazione autochiudente, attraversata normalmente da aria pulita, avente una buona tenuta su tutto il perimetro e soggetta raramente a mancanza del flusso di aria.
- ❖ Combinazione di due porte in serie tra loro (di tipo B + B), per il passaggio di persone, mezzi di trasporto e simili, ciascuna con serramento avente un efficiente dispositivo di autochiusura, una buona tenuta su tutto il perimetro e normalmente chiusa.

Nella seguente tabella vengono riportate le classificazioni degli ambienti limitrofi al reparto oggetto della valutazione, calcolate con i criteri della tabella 5.11-A.

Ambiente limitrofo	n° aperture tipo A	n° aperture tipo B	n° aperture tipo C	Pressione Ambiente	Zona Classificazione Reparto	Zona Classificazione Ambiente Limitrofo
Magazzino	1			Pa = Pr	Zona 20	Zona 20

Nota

Pa = Pressione Ambiente limitrofo considerato  
 Pr = Pressione Reparto oggetto della valutazione

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE

Nell'assolvere gli obblighi stabiliti dall'articolo 17, comma 1, il datore di lavoro ha valutato i rischi specifici derivanti da atmosfere esplosive, tenendo conto dei seguenti elementi, come previsto dall'art. 290 del D.Lgs. 81/08:

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

I rischi di esplosione sono stati valutati complessivamente.

Nella valutazione dei rischi di esplosione sono stati presi in considerazione i luoghi che sono o possono essere in collegamento, tramite aperture, con quelli in cui possono formarsi atmosfere esplosive.

La classificazione delle zone, come evidenziato nel capitolo precedente, è stata effettuata tenendo conto sia del grado di emissione, sia della efficacia e della disponibilità del sistema di aspirazione, come previsto dalla Guida CEI 31-56.

Sulla base dei risultati dell'analisi di rischio e tenendo conto dei risultati delle verifiche di adeguatezza delle misure tecniche e organizzative per limitare la formazione e l'innesco delle miscele esplosive nell'ottica di attuare il principio di protezione integrata contro il rischio di esplosione, verrà predisposto un piano di miglioramento finalizzato a ridurre i rischi di esplosioni a livelli tollerabili

Per la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione da polveri combustibili si considerano i luoghi (aree) nei quali sia prevedibile la presenza di polveri combustibili come prodotti o sottoprodotti indesiderati, sia all'interno dei sistemi di contenimento, sia all'esterno di detti sistemi, dai quali potrebbero fuoriuscire, *sia durante il funzionamento normale dell'impianto, sia in caso di funzionamento anormale, sia in caso di manutenzione.*

### METODOLOGIA ADOTTATA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La valutazione del RISCHIO è stata condotta nel seguente modo.

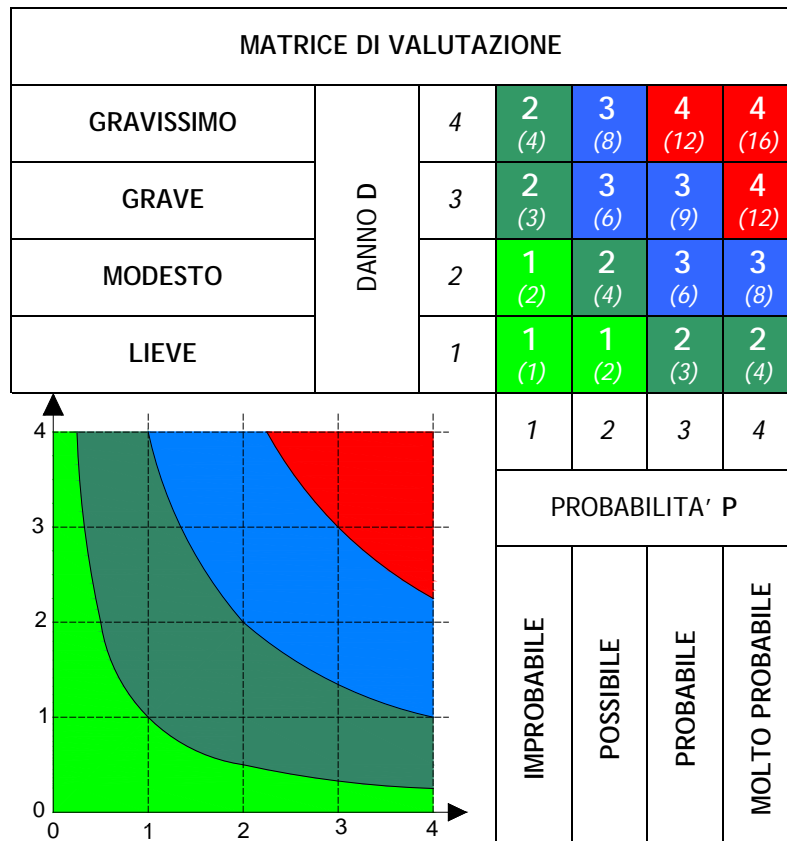
- 1) individuazione delle possibili conseguenze, considerando ciò che potrebbe ragionevolmente accadere, e scelta di quella più appropriata tra i quattro seguenti possibili **DANNI** e precisamente

DANNO	VALORE
LIEVE	1
MODESTO	2
GRAVE	3
GRAVISSIMO	4

- 2) valutazione della **PROBABILITA'** della conseguenza individuata nella precedente fase, scegliendo quella più attinente tra le seguenti quattro possibili:

PROBABILITA'	VALORE
IMPROBABILE	1
POSSIBILE	2
PROBABILE	3
MOLTO PROBABILE	4

3) valutazione finale dell' entità del **RISCHIO** in base alla combinazione dei due precedenti fattori e mediante l'utilizzo della seguente **MATRICE** di valutazione, ottenuta a partire dalle curve Iso-Rischio.



Dalla combinazione dei due fattori precedenti (PROBABILITA' e DANNO) viene ricavata, come indicato nella Matrice di valutazione sopra riportata, l' *Entità del RISCHIO* (nel seguito denominato semplicemente *RISCHIO*), con la seguente gradualità:



Il procedimento è stato effettuato per ogni Sorgente di Emissione SE e per ogni strato di polvere generato dalle stesse SE. Dal confronto dei risultati è stato desunto il valore finale del **RISCHIO** per l'ambiente considerato, assumendo il valore peggiore.

## DETERMINAZIONE DELLA PROBABILITA' P

La probabilità P è stata determinata mediante i seguenti due fattori :

- ❖ probabilità e durata della presenza di polveri esplosive (PPP)
- ❖ probabilità che le fonti di accensione siano presenti e divengano attive ed efficaci (PFA)

### PROBABILITA' FONTI DI ACCENSIONE (PFA)

Per determinare la probabilità relativa alle possibili fonti di accensione, è stata compilata una specifica checklist, al fine di individuare quali fonti siano presenti e con quale probabilità .

Sono state considerate le seguenti tipologie generali di innesco, come indicate nella norma **UNI EN 1127-1 / 2008**:

- ❖ Superfici calde
- ❖ Fiamme e gas caldi (compreso particelle calde)
- ❖ Scintille di origine meccanica
- ❖ Materiale elettrico
- ❖ Correnti elettriche vaganti, protezioni contro la corrosione catodica
- ❖ Elettricità statica
- ❖ Fulmini
- ❖ Onde elettromagnetiche a radiofrequenza (RF) da 104 Hz a 3\*10<sup>12</sup> Hz
- ❖ Onde elettromagnetiche da 3\*10<sup>11</sup>Hz a 3\*10<sup>15</sup>Hz
- ❖ Radiazioni ionizzanti
- ❖ Ultrasuoni
- ❖ Compressione adiabatica e onde d'urto
- ❖ Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri

La idoneità delle sorgenti di accensione è stata confrontata con le caratteristiche di accensione delle sostanze infiammabili, tenendo conto anche delle sorgenti che potrebbero manifestarsi a seguito di operazioni di manutenzione o pulizia.

Qualora non possa essere valutata la probabilità di esistenza di una determinata sorgente di accensione efficace, è stato supposto che la sorgente di accensione sia sempre presente.

Per ogni possibile fonte di accensione eventualmente presente è stata indicata la probabilità tra le seguenti quattro (ad ognuna delle quali è stato attribuito un punteggio da 1 a 4):

Fattore PFA	Definizione	Punti
<b>PFA4</b> (Molto Probabile)	Le sorgenti di accensione possono manifestarsi continuamente o frequentemente e possono manifestarsi durante il normale funzionamento delle apparecchiature, dei sistemi e componenti utilizzati	<b>4</b>
<b>PFA3</b> (Probabile)	Le sorgenti di accensione possono manifestarsi in circostanze rare e possono manifestarsi unicamente a seguito di disfunzioni delle apparecchiature, dei sistemi e componenti utilizzati	<b>3</b>
<b>PFA2</b> (Possibile)	Le sorgenti di accensione possono manifestarsi in circostanze molto rare e possono manifestarsi unicamente a seguito di rare disfunzioni delle apparecchiature, dei sistemi e componenti utilizzati	<b>2</b>
<b>PFA1</b> (Improbabile)	Sorgenti di accensione assenti o, se presenti, praticamente non efficaci	<b>1</b>

Nella seguente tabella vengono riportate le possibili sorgenti di accensione di esplosione (come definite dal DPR 126/98, Allegato II) e, per ognuna di esse, viene riportata l' eventuale presenza, la probabilità (come definita nella tabella precedente) ed il punteggio relativo.

CHECK-LIST POSSIBILI SORGENTI D'INNESCO			
SORGENTI DI INNESCO	Presenti	Probabilità	Punti
Superfici Calde	SI	Possibile	2
Fiamme e gas caldi (compreso particelle calde)	SI	Possibile	2
Scintille di origine meccanica	NO		
Materiale elettrico	SI	Improbabile	1
Correnti elettriche vaganti	NO		
Elettricità statica	NO		
Fulmini	NO		
Onde elettromagnetiche a radiofrequenza (RF) da $10^4$ Hz a $3 \times 10^{12}$ Hz	NO		
Onde elettromagnetiche da $3 \times 10^{11}$ Hz a $3 \times 10^{15}$ Hz	NO		
Radiazioni ionizzanti	NO		
Ultrasuoni	NO		
Compressione adiabatica e onde d'urto	NO		
Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri	NO		
<i>Punteggio Massimo</i>			<b>2</b>

### PROBABILITA' e durata della PRESENZA di POLVERI esplosive (PPP)

Per determinare la probabilità PPP sono state prese in considerazione le Zone di classificazione sia delle Sorgenti di Emissione PPP (SE), sia degli Strati di polvere PPP (STRATO).

I risultati vengono riportati nella seguente tabella :

Sigla SE	Zona Pericolosa SE	Zona pericolosa STRATO	PPP (SE)	PPP (STRATO)
SE01	Zona 20	Zona 22	4	2

### PROBABILITA' P

La probabilità P è stata ricavata dalla combinazione dei due valori (PFA e PPP) sempre separatamente per le sorgenti di emissione SE e per gli strati, come indicato nella seguente tabella:

Sigla SE	PPP (SE)	PPP (STRATO)	P (SE)	P (STRATO)
SE01	4	2	3	2

## DETERMINAZIONE DEL DANNO D

Il valore del Danno **D** viene determinato in funzione delle Zone di Classificazione già indicate nella tabella precedente, sommando al punteggio relativo alla zona stessa alcuni elementi o indici e raggugiando poi il valore ad un numero tra 1 e 4.

In particolare viene utilizzata la seguente formula:

$$D = \text{Valore Raggiugliato di } D' \quad (\text{con } D' = FD + IPL + IKST + ISS + ICN)$$

Essendo

**FD** il valore primario del fattore di danno, dipendente dalla zona di classificazione ed avente un valore da 1 a 4, come riportato nella seguente tabella:

Zona	FD
Zona 20	4
Zona 21	3
Zona 22	2
Zona NP (Non Pericolosa)	1

**IPL** un indice dipendente dalla presenza dei lavoratori nell'ambiente oggetto della valutazione ed avente un valore da 0 a 0,5, come riportato nella seguente tabella:

Presenza Lavoratori	IPL
Nulla	0
Saltuaria	0,25
Continua	0,50

Nel caso in esame, essendo la presenza dei lavoratori il valore di **IPL** risulta pari a .

**IKST** un indice dipendente dal valore dell'indice di esplosibilità della sostanza relativa alla SE ed avente anch'esso un valore da 0 a 0,5, come riportato nella seguente tabella:

Kst [bar m/s]	IKST
$\leq 200$	0
$200 < Kst \leq 300$	0,25
$> 300$	0,50

**ISS** un indice dipendente dallo spessore massimo dello strato di polvere ed assume anch'esso un valore da 0 a 0,5, come riportato nella seguente tabella:

Spessore Strato [mm]	ISS
$\leq 5$	0
$5 < Kst \leq 50$	0,25
$> 50$	0,50

ICN un indice dipendente dal tipo di confinamento della nube di polvere ed assume anch'esso un valore da 0 a 0,5, come riportato nella seguente tabella:

Tipo Confinamento Nube	ICN
Non confinata	0
Parzialmente confinata	0,25
Completamente confinata	0,50

I valori sono stati calcolati, come al solito, sia per le Sorgenti di Emissione SE, sia per gli Strati.

Nella tabella della pagina seguente vengono riportati i valori calcolati dei diversi indici ed i valori del Danno D per le Sorgenti di Emissione SE e per gli Strati.



Tabella Riepilogativa dei valori numerici del **Danno D** per le Sorgenti di Emissione (DSE) e per gli Strati (DSTRATO)

SE	FD SE	FD STRATO	Confinamento Nube	ICN	IkST	ISS	IPL	D' SE	D' STRATO	D SE	D STRATO
SE01	4	2	Parzialmente confinata	0,25	0	0	0,25	4,5	2,5	3	2

Tabella Riepilogativa del RISCHIO complessivo delle Sorgenti di Emissione

RIEPILOGO									
SE	Sorgente di Emissione SE				Strato				RISCHIO COMPLESSIVO
	DSE	PSE	RSE = DSE x PSE	R SE Ragg.	DSTRATO	PSTRATO	R STR. = DSTR. x PSTR.	R STR Ragg.	
SE01	3	3	9	3	2	2	4	2	MEDIO

RISCHIO COMPLESSIVO REPARTO

MEDIO
-------

## PRESCRIZIONI MINIME DA OSSERVARE PER LE AREE ESPOSTE A RISCHIO ESPLOSIONE

(art. 293, art. 294, comma 2 lettera d), art. 295, commi 1 e 2)

Le presenti prescrizioni verranno applicate:

- ❖ *alle aree classificate come pericolose* riportate nella precedente tabella, in tutti i casi in cui lo richiedano le caratteristiche dei luoghi di lavoro, dei posti di lavoro, delle attrezzature o delle sostanze impiegate ovvero i pericoli derivanti dalle attività correlate al rischio di atmosfere esplosive.
- ❖ *alle attrezzature poste in aree non esposte a rischio* di esplosione che sono però necessarie o contribuiscono al funzionamento delle attrezzature che si trovano nelle aree a rischio di esplosione

### PROVVEDIMENTI ORGANIZZATIVI

#### FORMAZIONE PROFESSIONALE DEI LAVORATORI

Il datore di lavoro provvede ad una sufficiente ed adeguata formazione in materia di protezione dalle esplosioni dei lavoratori impegnati nei luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive.

#### ISTRUZIONI SCRITTE ED AUTORIZZAZIONE AL LAVORO

Come stabilito dall'allegato documento sulla protezione contro le esplosioni

- ❖ *il lavoro nelle aree a rischio* verrà sempre effettuato secondo le *istruzioni scritte* impartite dal datore di lavoro
- ❖ è applicato un sistema di *autorizzazioni al lavoro* per le attività pericolose e per le attività che possono diventare pericolose quando interferiscono con altre operazioni di lavoro. Le autorizzazioni al lavoro verranno rilasciate prima dell'inizio dei lavori *dal datore di lavoro o da una persona abilitata a farlo*.

#### MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE ESPLOSIONI

Fughe e emissioni, intenzionali o no, di polveri combustibili che possano dar luogo a rischi di esplosioni sono opportunamente deviate o rimosse verso un luogo sicuro o comunque contenuti in modo sicuro, o resi adeguatamente sicuri con metodi appropriati.

Per la *prevenzione dei rischi di accensione*, conformemente all'articolo 289, si è tenuto conto anche delle *scariche elettrostatiche che provengono dai lavoratori o dall'ambiente di lavoro* che agiscono come elementi portatori di carica o generatori di carica. I lavoratori *sono dotati di adeguati indumenti di lavoro fabbricati con materiali che non producono scariche elettrostatiche* che possano causare l'accensione di atmosfere esplosive.

**Movimento (personale in piedi)** - L'operatore in movimento si carica facilmente semplicemente camminando, per effetto tribo-elettrico (contatto e separazione tra suola e pavimento)

**Movimento (personale seduto)** - I movimenti al banco di lavoro, sempre per il principio di caricamento tribo-elettrico, generano un costante accumulo di carica su operatori non connessi a terra attraverso bracciale.

**Indumenti** - Anche gli **indumenti personali** spesso accumulano una carica elettrostatica pericolosa, per contatto o sfregamento in quanto realizzati con materiali isolanti (stoffa - tipo colorante) ; in alcuni casi questa carica influenza il potenziale sul corpo umano.

Impianti, attrezzature, sistemi di protezione e tutti i loro dispositivi di collegamento sono posti in servizio soltanto se dal documento sulla protezione contro le esplosioni risulta che *possono essere utilizzati senza rischio in un'atmosfera esplosiva*. Ciò vale anche per attrezzature di lavoro e relativi dispositivi di collegamento che non sono apparecchi o sistemi di protezione ai sensi del decreto del Presidente della

Repubblica 23 marzo 1998, n. 126, qualora possano rappresentare un pericolo di accensione unicamente per il fatto di essere incorporati in un impianto. Vanno adottate le misure necessarie per evitare il rischio di confusione tra i dispositivi di collegamento.

Si devono prendere tutte le misure necessarie per **garantire che le attrezzature di lavoro** con i loro dispositivi di collegamento a disposizione dei lavoratori, **nonché la struttura del luogo di lavoro** siano state progettate, costruite, montate, installate, tenute in efficienza e utilizzate in modo tale da **ridurre al minimo i rischi di esplosione** e, se questa dovesse verificarsi, si possa **controllarne o ridurne al minimo la propagazione all'interno del luogo di lavoro e dell'attrezzatura**. Per detti luoghi di lavoro si adottano le misure necessarie per ridurre al minimo gli effetti sanitari di una esplosione sui lavoratori.

Se del caso, i lavoratori saranno avvertiti con dispositivi ottici e acustici e allontanati prima che le condizioni per un'esplosione siano raggiunte.

Sono stati forniti e vengono mantenuti in servizio sistemi di evacuazione per garantire che in caso di pericolo i lavoratori possano allontanarsi rapidamente e in modo sicuro dai luoghi pericolosi.

Anteriormente all'utilizzazione per la prima volta di luoghi di lavoro che comprendono aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, è stata verificata la sicurezza dell'intero impianto per quanto riguarda le esplosioni. Tutte le condizioni necessarie a garantire protezione contro le esplosioni sono mantenute. La verifica del mantenimento di dette condizioni è effettuata da persone che, per la loro esperienza e formazione professionale, sono competenti nel campo della protezione contro le esplosioni.

Qualora risulti necessario dalla valutazione del rischio:

deve essere possibile, quando una interruzione di energia elettrica può dar luogo a rischi supplementari, **assicurare la continuità del funzionamento in sicurezza degli apparecchi e dei sistemi di protezione**, indipendentemente dal resto dell'impianto in caso della predetta interruzione;

gli apparecchi e sistemi di protezione a funzionamento automatico che si discostano dalle condizioni di funzionamento previste devono poter essere disinseriti manualmente da personale competente, purché ciò non comprometta la sicurezza;

in caso di arresto di emergenza, l'energia accumulata deve essere dissipata nel modo più rapido e sicuro possibile o isolata in modo da non costituire più una fonte di pericolo.

Sotto il profilo della loro pericolosità intrinseca le polveri vengono classificate attraverso alcuni parametri che ne caratterizzano la criticità, fra cui, uno dei principali è rappresentato dalla massima velocità di aumento della pressione [bar/s] che dipende dal volume in considerazione.

Tale parametro permette di classificare le polveri in tre classi di esplosività (St = 1, 2, 3) in relazione al valore assunto del parametro KSt definito dalla seguente relazione:

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

#### **Influenza dell'umidità della polvere**

L'aumento dell'umidità riduce fortemente le caratteristiche esplosive per due motivi principali:

l'umidità può provocare un' agglomerazione delle particelle tra di loro, aumentandone il diametro e quindi riducendo drasticamente il rischio di esplosione (vedi paragrafo seguente);

l'evaporazione sottrae alla polvere una parte del calore sviluppato nella reazione.

Un altro parametro che risente dell'umidità è costituito dalla velocità massiva di esplosione. **L'aumento dell'umidità determina una sensibile diminuzione del parametro KSt** in quanto il gradiente temporale di pressione risente di una considerevole riduzione.

#### **Influenza della granulometria della polvere**

La distribuzione granulometrica di una polvere ha un effetto critico sulla violenza dell'esplosione in quanto interviene principalmente sulla velocità di crescita della pressione e, secondariamente, sulla pressione massima finale.

Inoltre, la diminuzione delle dimensioni delle particelle favorisce, sia la permanenza in forma aerodispersa, sia la propagazione della fiamma.

Infine, al diminuire delle dimensioni granulometriche diminuiscono l'energia minima di accensione ed il limite inferiore di esplosività.

Le conoscenze attuali indicano che non è possibile tracciare una linea netta di demarcazione tra le polveri esplosive e quelle non esplosive in relazione alla loro granulometria; tuttavia, si ritiene che quelle con diametro superiore a 500  $\mu\text{m}$  (420  $\mu\text{m}$  secondo le NFPA 651) presentino una tendenza all'esplosione molto bassa. Spesso tale valore viene assunto, come oltre il quale una polvere non può esplodere.

### **Influenza della temperatura**

L'elevata temperatura favorisce l'innesco termico della polvere e può esserne la causa diretta.

### **Concentrazione della polvere**

Analogamente a quanto avviene per i gas infiammabili, anche le polveri sono dotate di limiti superiori e inferiori di infiammabilità. Come precedentemente introdotto, quando la concentrazione di polvere in aria ricade all'interno di tali limiti, sussiste il pericolo di esplosione. Il meccanismo che impedisce ad una miscela di polvere con concentrazioni inferiori al campo di infiammabilità, di incendiarsi, è dovuto alla distanza tra le particelle che ne evita la propagazione della combustione tra le particelle stesse. Per elevate concentrazioni, invece, le particelle sono così addossate le une alle altre da ostacolare la presenza di ossigeno nella necessaria quantità. Il valore del limite superiore è tuttavia di minore importanza, rispetto a quello del limite inferiore, in quanto risulta difficile poter essere certi che la concentrazione di polvere si mantenga interamente in tali concentrazioni, senza dare luogo a concentrazioni localizzate inferiori.

Ad esempio, la deposizione gravitazionale di polveri aerodisperse favorisce una condizione di sicurezza, in quanto tende a rompere l'equilibrio ottimale tra combustibile e comburente che si ha nelle dispersioni uniformi in aria.

Tuttavia, qualsiasi perturbazione esterna che ne determini un risollevarlo può ripristinare una condizione di pericolo.

In considerazione di ciò, sono stati determinati pochi valori del limite superiore per le polveri. I dati disponibili indicano in genere un valore molto elevato, compreso tra 2 e 6 kg/mc.

Per quanto riguarda la concentrazione di polveri critica ai fini dell'esplosione, le norme NFPA 651 raccomandano di mantenere una capacità di efflusso volumico d'aria nei condotti di aspirazione, in modo da mantenere il carico di polveri inferiore al 10% LEL. Tale situazione risulta, tuttavia, molto difficile da garantire in relazione al maggior valore della concentrazione della polvere nelle limitate linee di trasporto pneumatico.

### **Influenza del tipo di flusso nei condotti**

Le condizioni geometriche dei condotti di trasporto delle polveri sono tali da dover considerare dei moti prevalentemente turbolenti nei condotti. Le necessità impiantistiche e di "layout" richiedono spesso curve e derivazioni.

La caratteristica di turbolenza gioca un ruolo sfavorevole nei confronti della prevenzione dell'esplosione in quanto determina, per polveri non umidificate, un continuo processo di rimescolamento che non consente di poter escludere il passaggio o la permanenza della concentrazione nei limiti di infiammabilità. Anche a seguito di un processo locale di esplosione la turbolenza può giocare un ruolo favorevole in quanto facilita il contatto polvere-ossigeno e, "frantumando la fiamma", determina il coinvolgimento locale (anche simultaneo) di aree con il conseguente effetto di crescita della pressione.

## Energia di innesco

Affinché una miscela di polvere ed aria si accenda, supposto che essa si trovi all'interno dei limiti di infiammabilità, è necessario comunque un innesco. Le principali sorgenti di innesco vengono ricercate tra:

- ❖ Attrito e urto
- ❖ Elettricità statica
- ❖ Fenomeni di compressione adiabatica elevati e veloci
- ❖ Fiamme
- ❖ Materiali incandescenti
- ❖ Scintille di natura elettrica
- ❖ Superfici molto calde

Affinché la reazione possa svilupparsi e mantenersi, l'energia associata all'innesco deve avere un sufficiente valore che normalmente è molto superiore all'energia di innesco di miscele esplosive di gas e vapori.

L'innesco per alte temperature in genere avviene quando si verificano due condizioni in successione: innalzamento della temperatura del sistema generale e elevata energia nella zona che si trova entro i limiti di infiammabilità.

Tra le principali sorgenti di ignizione precedentemente citate, ve ne sono alcune il cui principio di formazione è maggiormente visibile (ad es.: fiamme, materiali incandescenti, saldatura e taglio); per esse l'attuazione di procedure di divieto e intervento degli operatori ne riduce il potenziale pericolo. Per le altre tipologie invece il principio di pericolosità può non essere allo stesso modo chiaro nel suo verificarsi, in particolare queste sono:

- elettricità statica;
- scintille, attrito e urto;
- superfici molto calde.

## Elettricità Statica

Dati statistici riferiti ad incidenti accaduti indicano che circa 1 esplosione su 10 è dovuta ad elettricità statica. Attraverso la scarica elettrostatica, l'energia potenziale elettrica si trasforma in energia termica. Qualora essa sia di sufficiente energia, si verifica un innesco. L'energia accumulata dalla particella dipende dalla superficie specifica. Essa, diminuendo al crescere della particella, indica che particelle più grossolane racchiudono potenzialmente meno carica di particelle fini. Quando le particelle di polvere elettricamente cariche sono sospese in correnti d'aria, ad esempio nel trasporto pneumatico, deve essere curata in particolare:

- la messa a terra di tutte le strutture metalliche (in particolare, tutte le linee di trasporto ed apparecchiature connesse);
- i collegamenti equipotenziali.

## Scintille, Attrito e Urto

Le scintille elettriche sono determinate da una dissipazione di corrente elettrica attraverso un materiale isolante (aria o dielettrico in genere).

Se tale fenomeno è caratterizzato anche dalla propagazione di materiale frammentato incandescente, l'elemento preponderante è caratterizzato dalla temperatura piuttosto che dalla corrente elettrica.

## Conseguenze dell'esplosione di polveri

Gli effetti di un'esplosione di polvere sono tanto maggiori, quanto risultano più elevati i seguenti parametri, che costituiscono delle caratteristiche delle polveri, ancorchè dipendenti da altri fattori:

- Entità della sovrappressione (valore assoluto in bar)  $P_{max}$
- Velocità con la quale essa si sviluppa:  $dP/dt$

Conseguentemente, ad un'esplosione caratterizzata dal fenomeno dell'onda d'urto, segue normalmente anche lo sviluppo di una fiamma (irraggiamento termico) che, in genere accompagna con differenze di velocità molto inferiori l'onda di pressione e che può determinare un incendio od un'esplosione successive indotta dal risolleamento delle polveri per effetto dello spostamento d'aria in altre aree non inizialmente interessate dalla esplosione. I valori associati alle esplosioni assumono, in relazione alle caratteristiche chimico/fisiche della polvere, valori con range molto ampio.

## CRITERI PER LA SCELTA DEGLI APPARECCHI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE

Come previsto dall'allegato L del D.Lgs. 81/08, punto B, in tutte le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive verranno impiegati apparecchi e sistemi di protezione conformi alle categorie di cui al decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126.

In particolare, in tali aree verranno impiegate le seguenti categorie di apparecchi:

- ❖ nella zona 20, apparecchi di categoria 1;
- ❖ nella zona 21, apparecchi di categoria 1 o di categoria 2;
- ❖ nella zona 22, apparecchi di categoria 1, 2 o 3.

Le costruzioni elettriche idonee per le zone pericolose per la presenza di polveri combustibili sono state scelte in base alle prescrizioni della norma CEI 31-33, che prevede che le costruzioni siano individuate dal suffisso Ex seguito da una lettera che individua le modalità di protezione.

Apparecchiature per installazioni in superficie - Gruppo II			
Zona	20	21	22
Natura atmosfera	D (Polvere)	D (Polvere)	D (Polvere)
Presenza atmosfera esplosiva	Permanente	Intermittente	Episodica
Categoria di apparecchiature che possono essere usate secondo la Direttiva 94/9/CE	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Tabella riepilogativa dei metodi di protezione				
Simbolo del modo di protezione	Zone			Definizione
	20	21	22	
"c"		●	●	<b>Protezione per la sicurezza nella costruzione secondo PrEN 13463-5</b> Questo standard stabilisce i requisiti di fabbricazione che sono stati identificati come sicuri, in modo da evitare qualsiasi fonte di incendio come frizioni o scintille. Si applica agli apparecchi che possono essere soggetti a frizioni e movimenti. (frizioni, freni, cuscinetti, molle, ecc.).
"d"		●	●	<b>Rivestimento antideflagrante</b> Le parti che potrebbero provocare l'accensione dell'atmosfera circostante sono racchiuse in una custodia resistente alla pressione sviluppata da un'esplosione interna di una miscela esplosiva. Tale custodia impedisce la propagazione di una combustione verso l'atmosfera circostante
"e"		●	●	<b>Sicurezza aumentata</b> Misure adottate per evitare, con un elevato coefficiente di sicurezza, che si verifichi la possibilità di temperature eccessive e la comparsa di archi o scintille all'interno e all'esterno delle apparecchiature elettriche che in funzionamento normale non comportano questo rischio.
"i"	"ia"	●	●	<b>Sicurezza intrinseca</b> Circuito nel quale, nelle condizioni di prova prescritte dalla normativa (funzionamento normale e in caso di guasto), non si verifica alcuna scintilla nè alcun effetto termico capace di provocare l'accensione di un'atmosfera esplosiva.
	"ib"	●	●	
"m"		●	●	<b>Incapsulamento</b> Modo di protezione nel quale le parti che potrebbero provocare l'accensione di un'atmosfera esplosiva a causa di scintille o surriscaldamento sono incapsulate in una resina, evitando che l'atmosfera pericolosa possa essere infiammata.
"n"			●	Modo di protezione applicato al materiale elettrico in modo che, in funzionamento normale e in certe condizioni anomale specificate nella presete norma, non possa provocare l'accensione dell'atmosfera pericolosa circostante. Le categorie di materiale sono 5: Nessuna produzione di scintille (nA), produzione di scintille (nC), custodie a respirazione limitata (nR), energia limitata (nL) e camere a sovrappressione interna semplificata (nP).
"o"		●	●	<b>Immersione</b> Apparecchiature elettriche immerse nell'olio.
"p"		●	●	<b>Pressurizzazione</b> Sovrapressione interna mantenuta, in relazione all'atmosfera, con un gas neutro di protezione.
"q"		●	●	Riempimento della custodia con un materiale polverulento.

Nel caso in esame, essendo il reparto in esame classificabile nel complesso come Zona 20, le apparecchiature elettriche saranno del tipo:

## II 1G Ex-ia

### TEMPERATURE SUPERFICIALI MASSIME DEI PRODOTTI

Per evitare inneschi pericolosi è necessario che:

La temperatura delle superfici su cui la polvere può depositarsi o che potrebbe venire a contatto con una nube di polvere venga mantenuta al di sotto dei limiti di temperatura accettabili.

Nell'ambiente esaminato sono presenti polveri con i seguenti valori minimi di temperatura di accensione delle nubi e degli strati (vedi tabella del capitolo "Elenco Sostanze Presenti") :

$$T_{Cl} = 470 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{5mm} = 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Al fine di evitare inneschi dovuti ad eccessive temperature superficiali, la temperatura massima superficiale  $T_{max}$  dei Prodotti deve essere:

$$T_{max \text{ prodotti, nube}} \leq 2/3 T_{Cl}$$

Ne deriva:

$$T_{max \text{ prodotti, nube}} \leq 313 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

La temperatura superficiale massima ammessa dei Prodotti deve essere, inoltre, uguale o inferiore alla temperatura minima di accensione relativa ad uno spessore 5 mm dello strato di polvere interessato  $T_{5mm}$ , ridotto di 75 K:

$$T_{max \text{ prodotti, strato}} \leq T_{5mm} - 75 \text{ K}$$

Ne deriva:

$$T_{max \text{ prodotti, strato}} \leq 375 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

In definitiva, la temperatura massima superficiale dei prodotti non dovrà superare il valore minimo tra  $T_{max \text{ prodotti, nube}}$  e  $T_{max \text{ prodotti, strato}}$  :

$$T_{max \text{ prodotti}} \leq 313 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



## PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE IN CASO DI INTERRUZIONE DEL SERVIZIO DI ASPORTAZIONE POLVERI

I provvedimenti da adottare nella messa in servizio e in caso di interruzione del servizio di asportazione delle polveri sono riportati nella Tabella GC.3.2-B, stabiliti considerando la diversa classificazione dei Prodotti secondo il DPR 126/98 (direttiva 94/9/CE).

Nella tabella seguente (Guida *CEI 31-56, tabella GC. 3.2-B*): sono riportati i provvedimenti da adottare in caso di interruzione del servizio di asportazione delle polveri.

**Tabella GC.3.2-B – Provvedimenti da adottare in caso di interruzione del servizio di asportazione delle polveri**

Tipo di Zona in assenza di captazione e asportazione polveri	Classificazione dei Prodotti secondo il DPR 126/98 (direttiva 94/9/CE)		
	Prodotti II 2D ( <i>adatti per Zona 21</i> )	Prodotti II 3D ( <i>adatti per Zona 22</i> )	Prodotti non adatti per Zone pericolose
<b>Zona 20</b>	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio programmata dei Prodotti (2)	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio programmata dei Prodotti il più presto possibile (3)	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio automatica dei Prodotti il più presto possibile (4)
<b>Zona 21</b>	Nessun provvedimento	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio programmata dei Prodotti (3)	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio automatica dei Prodotti il più presto possibile (4)
<b>Zona 22</b>	Nessun provvedimento	Nessun provvedimento	Allarme (1), più Azione immediata per ripristinare la captazione ed asportazione, più Messa fuori servizio programmata dei Prodotti il più presto possibile (3)
<p>(1) Allarme ottico e acustico, quest'ultimo tacitabile e non disinseribile.            (2) Il tempo deve essere stabilito considerando una fermata programmata e in sicurezza (generalmente non maggiore di 90 min); il tempo può anche essere prolungato purché si accerti l'assenza di atmosfera esplosiva pericolosa.            (3) Il tempo deve essere stabilito considerando una fermata programmata e in sicurezza (generalmente non maggiore di 30 min); il tempo può anche essere prolungato purché si accerti l'assenza di atmosfera esplosiva pericolosa.            (4) Il tempo deve essere generalmente non maggiore di 15 s); il tempo può anche essere prolungato purché si accerti l'assenza di atmosfera esplosiva pericolosa.</p>			

## MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Oltre alle misure minime di prevenzione e protezione già elencate nello specifico capitolo, considerato che il Rischio complessivo risulta **MEDIO**, vengono adottate le seguenti ulteriori misure:

- ❖ Viene garantita la continuità del funzionamento degli apparecchi e dei sistemi di prevenzione e protezione
- ❖ Si effettua il controllo costante delle possibili fonti di accensione
- ❖ Si effettua il controllo costante dell'efficienza del sistema di controllo della pressione e della portata d'aria
- ❖ Si mantiene costantemente un adeguato livello di pulizia
- ❖

## PIANO DI MANTENIMENTO DELLA PULIZIA DEGLI AMBIENTI

Nel piano di mantenimento della pulizia degli ambienti sono stati indicati gli ambienti dove potrebbero essere presenti o formarsi strati di polvere tali da originare pericoli di incendio o esplosione e quelli dove non è previsto possano essere presenti o formarsi strati di polvere tali da originare pericoli di incendio o esplosione.

Il piano è stato definito considerando il livello di efficacia dei provvedimenti di pulizia che si vuole raggiungere per le diverse sorgenti di emissione SE, come risultante dalle caratteristiche delle Sorgenti di Emissione già classificate e qui di seguito riportate:

Sigla SE	Descrizione SE	Nome Polvere	Grado SE	Livello di Pulizia
SE01	Sorgente 01	Caffè	CONTINUO	ADEGUATO

Il piano ha tenuto conto che la stratificazione della polvere sulle apparecchiature e sulle superfici in genere dei diversi ambienti può avvenire con velocità e frequenze diverse per cui le modalità di pulizia e le periodicità previste potranno essere diverse.

Le modalità di pulizia, i mezzi, le attrezzature, le sostanze utilizzate, sono stati stabiliti considerando la necessità di non provocare danni a persone o cose, la pericolosità e le specificità dei singoli ambienti, la sicurezza del personale incaricato, le dimensioni degli ambienti, particolarmente in altezza, la presenza di macchine con organi in movimento, di apparecchi e/o componenti che richiedono un'attenzione particolare nella pulizia, di superfici calde, di sostanze o preparati esposti all'atmosfera e all'azione delle sostanze utilizzate per la pulizia, ecc.

Il piano di mantenimento della pulizia degli ambienti prevede la pulizia periodica e interventi di emergenza per asportare, il più presto possibile, depositi di polvere dovuti a guasti o rotture (es. danneggiamenti o fessure nei recipienti, dispersioni, ecc.)

La periodicità della pulizia dei diversi ambienti è stata determinata in modo da assicurare il livello di mantenimento della pulizia stabilito (vedi tabella precedente) secondo la definizione riportata nella *Guida CEI 31-56, punto GC.5.2*, indipendentemente dalla velocità e dalla frequenza di stratificazione delle polveri stesse.

Reparto	Zona	Frequenza	Periodo	Operazioni	Mezzi e/o attrezzi utilizzati	Sostanze utilizzate	Personale incaricato	Livello di mantenimento della pulizia



## SEGNALETICA DI SICUREZZA

Ai sensi dell'art. 293, comma 3, del D. Lgs.81/08 e del suo Allegato LI, in tutte le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive verrà installato il segnale indicato nella seguente figura 1.



Fig. 1 Segnaletica indicante il pericolo di esplosione.

In prossimità delle bocche di aspirazione verrà posta una segnalazione con l'indicazione seguente o un'altra equivalente:

**ATTENZIONE – SISTEMA DI ASPORTAZIONE POLVERI COMBUSTIBILI:  
*NON FERMARE O RIMUOVERE***

Tutte le uscite di eventuali locali o edifici pressurizzato devono essere segnalate all'esterno con l'indicazione seguente o un'altra equivalente:

**ATTENZIONE - LOCALE PRESSURIZZATO:  
*CHIUDERE LA PORTA***

All'interno del locale, si deve apporre l'indicazione della "Sovrapressione minima richiesta, o portata dell'aria di protezione".

Un avviso deve essere installato in prossimità dell'interruttore del ventilatore di pressurizzazione e dell'interruttore generale del locale, con la dicitura seguente o equivalente:

*"Attenzione: far funzionare il ventilatore di pressurizzazione per "t" minuti prima di mettere in servizio i Prodotti non rispondenti al DPR 126/98 (direttiva 94/9/CE) ed i relativi sistemi e prima, per essere sicuri che l'atmosfera nel locale non sia pericolosa".*

*Nota: "t" è il tempo necessario per effettuare l'asportazione di eventuale polvere presente nell'atmosfera del locale o edificio (lavaggio), considerando la portata minima di pressurizzazione.*

Tutti gli ambienti inertizzati devono essere segnalati con l'indicazione seguente o un'altra equivalente:

**ATTENZIONE – CONTENITORE (o locale) PROTETTO CON INERTIZZAZIONE**

## DOCUMENTO SULLA PROTEZIONE CONTRO LE ESPLOSIONI

Il Presente documento sulla Protezione contro le esplosioni è stato redatto conformemente a quanto prescritto dall'art. 294 del D.Lgs. 81/08 ed è parte integrante del documento di valutazione dei rischi.

### DICHIARAZIONI

Il sottoscritto ROSSI MARIO, Datore di Lavoro dell'Azienda IMPRESUD SPA

#### D I C H I A R A

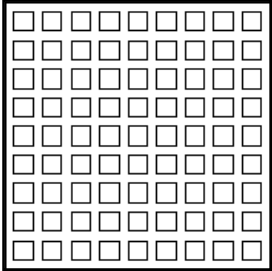
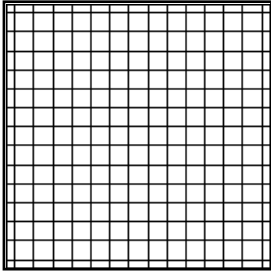
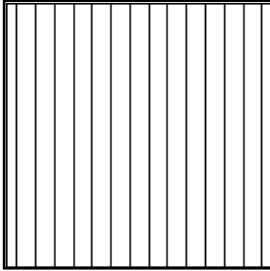
- che i rischi di esplosione sono stati individuati e valutati;
- che saranno prese misure adeguate per raggiungere gli obiettivi del titolo XI del D.Lgs. 81/08;
- che le aree del Reparto sono state classificate nelle zone di cui all' *ALLEGATO XLIX* ed in particolare all'intero Reparto è stata attribuita nel complesso la "Zona 20";
- che per tali luoghi si applicano le prescrizioni minime di cui all' *ALLEGATO L*;
- che il lavoro nelle aree a rischio verrà effettuato secondo le istruzioni scritte impartite dal sottoscritto datore di lavoro;
- che viene applicato un sistema di autorizzazioni al lavoro per le attività pericolose e per le attività che possono diventare pericolose quando interferiscono con altre operazioni di lavoro.;
- che i luoghi e le attrezzature di lavoro, compresi i dispositivi di allarme, sono concepiti, impiegati e mantenuti in efficienza tenendo nel debito conto la sicurezza;
- che, ai sensi del titolo III, sono stati adottati gli accorgimenti per l'impiego sicuro di attrezzature di lavoro.
- che impianti, attrezzature, sistemi di protezione e tutti i dispositivi di collegamento possono essere utilizzati senza rischio in una atmosfera esplosiva;
- che in tutte le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive vengono impiegati apparecchi e sistemi di protezione conformi alle categorie di cui al decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126. In particolare, in tali aree sono impiegate le seguenti categorie di apparecchi:
  - nelle zone 20 apparecchi di categoria 1;
  - nelle zone 21 apparecchi di categoria 1 o di categoria 2;
  - nelle zona 22 apparecchi di categoria 1, 2 o 3.

Il presente documento è parte integrante del documento di valutazione dei rischi di cui all'art. 17, comma 1, del D.Lgs. 81 e sarà riveduto qualora i luoghi di lavoro, le attrezzature o l'organizzazione del lavoro abbiano subito modifiche, ampliamenti o trasformazioni rilevanti.

## ALLEGATI

Formano parte integrante del presente documento i seguenti Allegati:

- ❖ Planimetria dei luoghi di lavoro con identificazione delle aree a rischio di esplosione con la indicazione delle Sorgenti di Emissione SE e le corrispondenti classificazioni. La simbologia utilizzata per le diverse zone è quella indicata nella seguente tabella.

Zona 20	Zona 21	Zona 22
		

## CONCLUSIONI

Il presente documento di valutazione dei rischi è stato redatto ai sensi dell' art. 17 e 28 del D.Lgs. 81/08, tenendo conto di quanto previsto dall'art. 290 dello stesso D.Lgs. 81/08.

Il documento è soggetto ad aggiornamento periodico ove si verificassero significativi mutamenti che potrebbero averlo reso superato.

La valutazione dei rischi è stata effettuata dal Datore di Lavoro con la collaborazione del Medico Competente, per quanto di sua competenza, del Servizio di Prevenzione e Protezione ed il coinvolgimento preventivo del Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza.

Figure	Nominativo	Firma
Datore di Lavoro	ROSSI MARIO	
Medico Competente	BARAVALLE ANTONIO	
Rappr. dei Lav. per la Sicurezza	FULGIDO CLAUDIO	
Responsabile Servizio Prev. Protezione	BERTERO SILVIA	

ROMA, 10/09/2012

<b>SOMMARIO DEGLI ARGOMENTI</b>	
<b>DATI ANAGRAFICI AZIENDALI</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>2</b>
DEFINIZIONI RICORRENTI .....	2
GRANDEZZE CARATTERISTICHE POLVERI COMBUSTIBILI .....	3
RIPARTIZIONE DELLE AREE IN CUI POSSONO FORMARSI ATMOSFERE ESPLOSIVE .....	4
GRADI DI EMISSIONE DELLE POLVERI .....	5
LIVELLI DI PULIZIA AMBIENTALI .....	5
DISTURBO DELLO STRATO DI POLVERE .....	6
GRADO DI EFFICACIA E DISPONIBILITA' DEL SISTEMA DI ASPIRAZIONE .....	7
ZONE PERICOLOSE IN FUNZIONE DEL GRADO DI EMISSIONE E DEL SISTEMA DI ASPIRAZIONE .....	8
INFLUENZA DEI SISTEMI DI CONTENIMENTO IN DEPRESSIONE DELLE POLVERI SUI TIPI DI ZONE .....	9
ESTENSIONE DELLE ZONE PERICOLOSE .....	10
PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE IN CASO DI INTERRUZIONE DEL SERVIZIO DI ASPORTAZIONE POLVERI .....	14
<b>CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI</b> .....	<b>15</b>
INDIVIDUAZIONE DEI TIPI DI PERICOLO .....	15
PROCEDIMENTO DI CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI PERICOLOSI .....	17
DATI CARATTERISTICI REPARTO CONSIDERATO .....	18
<i>DATI GEOMETRICI ed AMBIENTALI</i> .....	18
ELENCO DELLE SOSTANZE PRESENTI .....	19
ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE SE .....	19
CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE .....	20
ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE .....	21
ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DAGLI STRATI .....	22
APERTURE INTERESSATE DA ZONE PERICOLOSE .....	23
<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE</b> .....	<b>25</b>
METODOLOGIA ADOTTATA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO .....	25
<i>DETERMINAZIONE DELLA PROBABILITA' P</i> .....	27
<i>DETERMINAZIONE DEL DANNO D</i> .....	30
PRESCRIZIONI MINIME DA OSSERVARE PER LE AREE ESPOSTE A RISCHIO ESPLOSIONE .....	33
<i>PROVVEDIMENTI ORGANIZZATIVI</i> .....	33
<i>MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE ESPLOSIONI</i> .....	33
CRITERI PER LA SCELTA DEGLI APPARECCHI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE .....	38
TEMPERATURE SUPERFICIALI MASSIME DEI PRODOTTI .....	39
PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE IN CASO DI INTERRUZIONE DEL SERVIZIO DI ASPORTAZIONE POLVERI .....	40
MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE .....	41
PIANO DI MANTENIMENTO DELLA PULIZIA DEGLI AMBIENTI .....	41
SEGNALETICA DI SICUREZZA .....	43
<b>DOCUMENTO SULLA PROTEZIONE CONTRO LE ESPLOSIONI</b> .....	<b>44</b>
DICHIARAZIONI .....	44
ALLEGATI .....	45
CONCLUSIONI .....	46