

QUADERNO TECNICO

Gennaio 2011

Autore: Dott. Mauro Baldissin - Tecnico della Prevenzione



ATMOSFERE ESPLOSIVE

PANIFICAZIONE E PASTICCERIA
Nota Tecnica n. P1/2009 rev.1F

ASL di Milano

D.Lgs. 09.04.2008 n. 81, Titolo XI: Protezione da atmosfere esplosive

1. Premessa

Il Titolo XI del D.Lgs. 81/08 disciplina i provvedimenti che le aziende devono assumere per valutare e prevenire i rischi da atmosfere esplosive, ovvero miscele in aria di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie e/o polveri a condizioni atmosferiche.

L'obbligo di adottare misure per la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive, deriva dal recepimento della direttiva europea 1999/92/CE (D.Lgs 233/03) e vige dal 01.07.2003.

I datori di lavoro devono in particolare:

- individuare le sostanze che possono formare atmosfere esplosive e costituire quindi rischio di esplosione nella propria attività e, se esistenti,
- suddividere in "zone" le aree a rischio in base alla probabilità di presenza di atmosfera esplosiva;
- adottare misure di sicurezza tecniche ed organizzative specifiche;
- fissare misure e modalità di coordinamento delle imprese esterne;
- elaborare un *documento sulla protezione contro le esplosioni* (parte integrante del documento di valutazione dei rischi di cui all'articolo 17, comma 1, D.Lgs. 81/08).

Dal 01.07.2003 è in vigore anche la direttiva europea 94/9/CE (DPR 126/98) relativa alla costruzione, immissione sul mercato e messa in servizio di prodotti destinati a luoghi con atmosfera potenzialmente esplosiva. La certificazione e marcatura CE di tali prodotti ai sensi della nuova direttiva, comporta significative differenze rispetto alla legislazione previgente e si applica sia ai prodotti elettrici che non elettrici.

Come sopra accennato, tra le sostanze che in miscela con l'aria in determinate concentrazioni possono formare atmosfere esplosive, sono comprese le polveri combustibili. Queste sono presenti in gran parte delle attività produttive, come quella alimentare, chimica, metallurgica, della lavorazione del legno, della lavorazione della plastica, ecc.

Le polveri delle sostanze organiche naturali, quali la farina di grano e lo zucchero sono combustibili e possono dare luogo sia ad incendi che ad esplosioni.

Tutti noi utilizziamo questi prodotti nel vivere quotidiano ignorando, nella maggior parte dei casi, che possono essere pericolosi nella loro lavorazione, in particolare quando effettuata a livello industriale.

2. Finalità

Lo scopo di questo elaborato è quello di aiutare i datori di lavoro, in particolare di piccole imprese (non industriali), con attività di *panificazione-pasticceria* preesistenti al 01.07.2003 ad assolvere all'obbligo della valutazione dei rischi di esplosione.

Le attività iniziate successivamente al 01.07.2003 (data di entrata in vigore della direttiva europea 1999/92/CE), devono avere tenuto in considerazione gli obblighi di protezione da atmosfere esplosive sia nella scelta delle attrezzature (apparecchi, impianti) e dei luoghi di lavoro che nella organizzazione del lavoro e dovrebbero quindi presentare minori difficoltà nell'applicazione delle misure di sicurezza rispetto ad una attività preesistente.

Si ritiene tuttavia che il presente elaborato possa costituire un valido riferimento anche per le attività di *panificazione-pasticceria* nate successivamente al 01.07.2003.

L'analisi del rischio proposta è stata svolta con il metodo delle "Liste di Controllo" (Check List) che permetterà, nella generalità dei casi, di adottare misure adeguate contro le esplosioni e di creare un documento semplice sulla protezione contro le esplosioni.

Nonostante l'impegno non sempre è stato possibile evitare l'uso di termini tecnici, che potrebbero presentare delle difficoltà di comprensione.

È quindi auspicabile che la valutazione di idoneità e la corretta applicazione del presente elaborato al caso specifico, venga attuata dal datore di lavoro con l'aiuto di un soggetto competente nel campo della sicurezza sul lavoro.

Spetta in ogni caso al datore di lavoro apporre data e firma al documento una volta che questo è stato letto, compreso, applicato e completato.

Nell'ipotesi che siano presenti tutte le condizioni specificate nelle *Liste di Controllo* (risposta: Sì) e nelle schede riassuntive di *Stima e Valutazione del Rischio* (conferma della presenza delle misure di prevenzione con segno di spunta), nei limiti e condizioni indicate nel presente documento, si ritiene che il rischio di esplosione sia trascurabile.

In caso contrario, sarà necessario pianificare l'adozione delle misure tecniche e/o organizzative richieste. A tale scopo è stata predisposta apposita tabella.

È anche prevista una breve descrizione del luogo di lavoro, indicando ad esempio:

- ragione sociale,
- indirizzo,
- ubicazione (edificio isolato, attività svolta all'interno di un edificio adibito ad altre attività/residenziale),
- numero piani,
- numero locali e destinazione d'uso,

e dell'attività produttiva, indicando ad esempio:

- fasi del processo produttivo,
- ciclo di lavorazione,
- eventuali sistemi di ventilazione,
- principali attrezzature (apparecchi, impianti) utilizzate.

L'indicazione *dell'obiettivo, delle misure e delle modalità di attuazione del coordinamento con le imprese esterne* (rif. Art. 292, D.Lgs. 81/08), qualora nello stesso luogo di lavoro operino lavoratori di più imprese, ad esempio in occasione di lavori di manutenzione, è stata preventivamente predisposta per conto del datore di lavoro che ne dovrà attuare i contenuti adattandoli di volta in volta ai casi specifici.

I laboratori con utilizzo di impianti di stoccaggio, di trasporto pneumatico e di dosaggio delle farine e dello zucchero sono trattati dalla Nota Tecnica n. P2/2009.

5. Obiettivi, misure e modalità di attuazione del coordinamento con imprese esterne

In presenza di più imprese che operano contemporaneamente in uno stesso luogo di lavoro possono sorgere problemi di sicurezza dovuti alle “interazioni” tra il personale e le attività di tali imprese. In questi casi, per ridurre i rischi dovuti a tali interazioni, l’attività dell’azienda e quella delle imprese appaltatrici viene coordinata.

Tale coordinamento mette a conoscenza:

- le ditte esterne dei rischi specifici dell’ambiente di lavoro e degli effetti sulle attività che sono chiamate a svolgere;
- il personale dell’azienda della presenza di personale esterno e dei rischi che le attività svolte da tale personale comportano.

In particolare, il coordinamento finalizzato a ridurre il rischio di esplosione viene svolto adottando, sia durante la programmazione che durante l’esecuzione dei lavori, le misure tecniche ed organizzative necessarie per:

- prevenire la formazione di atmosfere esplosive;
- evitare la presenza e l’impiego di sorgenti di accensione nelle zone pericolose (es. operazioni di saldatura, taglio, molatura e troncatura);
- impedire che i lavori effettuati diano origine a disfunzioni con pericolo di esplosione di impianti e attrezzature contigui agli ambienti ove avvengono i lavori (es. dovute all’arresto dell’alimentazione, variazioni di pressione, disattivazione di sistemi di protezione, ecc.).

Sono indette riunioni di coordinamento finalizzate a:

- individuare i rischi di esplosione;
- concordare con le parti interessate le procedure operative e le necessarie misure di protezione;
- fornire adeguate istruzioni;
- pianificare i processi lavorativi.

Sono effettuate ispezioni del luogo di lavoro al fine di verificare:

- la corretta applicazione delle procedure concordate;
- l’adozione delle misure di protezione previste;
- il rispetto delle istruzioni fornite.

Il responsabile del coordinamento è scelto, anche all’esterno dell’azienda, in base:

- alle conoscenze specifiche nell’ambito della protezione contro le esplosioni;
- alla competenza in materia di legislazione relativa ai rischi di esplosione;
- alla conoscenza della struttura organizzativa dell’azienda;
- alle qualità manageriali per garantire l’esecuzione delle necessarie istruzioni.

Il responsabile del coordinamento acquisisce dalle imprese appaltatrici, in tempo utile, le seguenti informazioni:

- inizio previsto e termine presunto dei lavori;
- aree in cui sono effettuati i lavori;
- elenco del personale impiegato e metodo di lavoro previsto;
- piano operativo di sicurezza, piano di lavoro, ecc.;
- nome della persona o delle persone responsabili.

6. Sostanze che possono formare atmosfere esplosive

Le sostanze principali dalle quali discende il pericolo di esplosione nelle imprese trattate, sono costituite da:

- gas naturale (metano) per l'alimentazione di forni di cottura per prodotti alimentari;
- farina di grano;
- zucchero.

Le caratteristiche chimico-fisiche del gas infiammabile e delle polveri combustibili indicate nelle seguenti tabelle sono tratte da fonti bibliografiche e riferite alle condizioni atmosferiche. Per le polveri di farina di grano e di zucchero, la possibilità di formare atmosfere esplosive e la sensibilità a fonti di accensione è tanto maggiore quanto è minore la grandezza media delle particelle (granulometria).

Il presente documento è applicabile con polveri aventi granulometria non inferiore a quella indicata. Dovrà essere quindi verificata la congruenza dei dati riportati sulle schede di sicurezza dei prodotti effettivamente utilizzati, con quelli sotto indicati.

Pos.	Descrizione	Simbolo	Valori	Unità di misura
1	Nome o denominazione	-	Gas naturale	-
2	Temperatura d'infiammabilità	T_{inf}	< 0	°C
3	Densità relativa all'aria del gas	-	0,564	p.u.
4	Limite inferiore di esplosibilità in aria	LEL	4,43 0,0327	% vol. Kg/m ³
5	Sovrapressione massima di esplosione	P_{max}	7,1	bar
6	Indice di esplosione	k_G	55	bar·m/s
7	Temperatura di accensione	T_{acc}	482	°C
8	Energia minima di accensione	MIE	≤ 0,16	mJ
9	Gruppo delle costruzioni	-	IIA	-
10	Classe di temperatura delle costruzioni	-	T1	-

Pos.	Descrizione	Simbolo	Valori	Unità di misura
1	Nome o denominazione	-	Farina di grano	-
2	Grandezza media delle particelle	-	130	µm
3	Contenuto in massa di umidità nella polvere	-	13-14	%
4	Limite inferiore di esplosibilità in aria	LEL	60	g/m ³
5	Sovrapressione massima di esplosione	P_{max}	7,8	bar
6	Indice di esplosione	k_{st}	85	bar·m/s
7	Classe di esplosibilità	ST	1	-
8	Energia minima di accensione	MIE	100	mJ
9	Temperatura di accensione della nube	T_{cl}	430	°C
10	Temperatura di accensione dello strato di spessore 5 mm	T_{5mm}	450	°C
11	Massima temperatura delle attrezzature	T_{max}	286	°C
12	Conducibilità della polvere	-	NC	-

Pos.	Descrizione	Simbolo	Valori	Unità di misura
1	Nome o denominazione	-	Zucchero	-
2	Grandezza media delle particelle	-	22	µm
3	Limite inferiore di esplosibilità in aria	LEL	60	g/m ³
4	Sovrapressione massima di esplosione	P_{max}	8,3	bar
5	Indice di esplosione	k_{st}	109	bar·m/s
6	Classe di esplosibilità	St	1	-
7	Energia minima di accensione	MIE	10	mJ
8	Temperatura di accensione della nube	T_{cl}	380	°C
9	Temperatura di accensione dello strato di spessore 5 mm	T_{5mm}	-	°C
10	Massima temperatura delle attrezzature	T_{max}	253	°C
11	Conducibilità della polvere	-	NC	-

7. Liste di controllo

Gas, liquidi infiammabili e polveri combustibili: inventario

1. Esiste per ogni luogo un inventario delle sostanze che possono formare atmosfere esplosive, realizzato ad esempio come suggerito nella seguente tabella?

Luogo/Ambiente (U-D)	Sostanze che possono formare atmosfere esplosive	Quantità massima (kg - dm ³ - NA)	Sono presenti le schede di sicurezza e queste sono esaustive

Note:

- "In parte", può ad esempio significare che sono presenti le schede di sicurezza ma una o più non contengono tutte le informazioni necessarie.
- "Sostanze pericolose": sostanze che possono formare con l'aria atmosfere esplosive.
- "NA": non applicabile.
- "U-D": U se il luogo è di utilizzo; D se il luogo è di deposito.

Si
 No
 In parte

- 2.1 Le uniche sostanze che possono formare atmosfere esplosive presenti sono:

- gas naturale (metano) per l'alimentazione dei forni di cottura,
- farina di grano,
- zucchero semolato,
- alcool etilico o simili in piccoli contenitori (es. bottiglie)?

Si
 No
 In parte

- 2.2 Se No, i luoghi con pericolo di esplosione sono stati classificati e suddivisi in zone?

Nota:

- Se al punto 2.1 si risponde No, allegare al presente documento la classificazione delle zone e la descrizione delle misure di sicurezza tecniche ed organizzative adottate.
- Per "piccoli quantitativi" si intende fino a 50 litri.
- Per "piccola capacità" si intende 1 ÷ 2 litri.

Si
 No
 In parte

LISTE DI CONTROLLO

**Depositi di sostanze che possono formare atmosfere esplosive
e ambiente di lavoro**

3. I piccoli contenitori di alcool etilico o simili:
- hanno i coperchi sigillati o comunque chiusi in modo efficace?
 - sono depositati in appositi scaffali/armadi protetti?
 - sono movimentati con cautela dagli operatori che hanno ricevuto adeguate istruzioni?

Si **No** **In parte**

4. Nei locali di deposito:
- i sacchi di farina e di zucchero sono integri, chiusi e depositati e/o movimentati con modalità tali da considerare ragionevolmente non prevedibili cadute con fuoriuscita del prodotto contenuto?
 - è previsto che gli strati di polvere o liquidi infiammabili versati accidentalmente vengano rapidamente rimossi dagli operatori che hanno ricevuto adeguate istruzioni?

Nota:

- I sacchi di farina pesano generalmente 25 o 50 kg, sono realizzati in carta e provvisti di sistema di sfogo dell'aria per evitarne la rottura in caso di accatastamento.
- Lo zucchero è contenuto generalmente in sacchetti in carta da 1 kg.

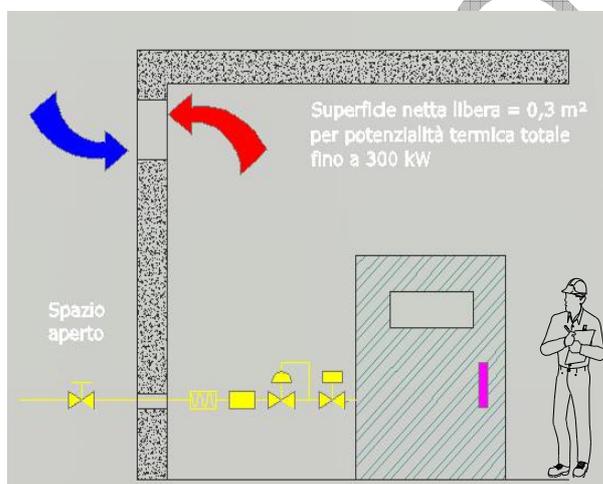
Si **No** **In parte**

5. Il locale di deposito delle sostanze che possono formare atmosfere esplosive è separato dal locale di lavorazione nel quale sono conservate solo le quantità necessarie per lo svolgimento regolare del lavoro?

Si **No** **In parte**

LISTE DI CONTROLLO

6. Forni di cottura: sono presenti le seguenti condizioni?
- il locale forni è ubicato fuori terra ed ha volume $\geq 50 \text{ m}^3$;
 - i forni sono alimentati a gas naturale (metano);
 - la portata termica totale è $\leq 300 \text{ kW}$;
 - l'alimentazione del gas avviene ad una pressione relativa $\leq 0,02 \text{ bar}$;
 - l'impianto del gas interno all'edificio è presente solo nel locale forni, in caso contrario negli altri locali le giunzioni dei tubi sono saldate e non sono presenti organi di manovra o misura;
 - sull'impianto del gas nel locale forni le giunzioni dei tubi sono filettate (non sono presenti flange);
 - dopo lo spegnimento dei forni viene chiusa la valvola generale esterna dell'impianto di alimentazione del gas;
 - è presente un'apertura di ventilazione con superficie libera netta di $0,3 \text{ m}^2$ posta sulla parte alta di una parete esterna in prossimità dell'impianto termico;
 - l'impianto termico è realizzato a regola d'arte ed è sottoposto alle manutenzioni e verifiche periodiche previste dal costruttore e dalle disposizioni normative e legislative.



Note:

- L'apertura di ventilazione è richiesta anche dalla Regola Tecnica di prevenzione incendi DM 12.4.96 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi", ed è necessaria sia per fornire l'aria per la combustione che per evitare concentrazioni pericolose di gas infiammabile in caso di emissioni a causa di guasti. Per potenze termiche superiori a 300 kW in locali fuori terra, locali seminterrati o interrati, possono essere richieste superfici di ventilazione maggiori di quella indicata.
- L'apertura di ventilazione sulla parete deve essere posta possibilmente a filo soffitto e comunque a distanza non superiore a $20 \div 30 \text{ cm}$ da quest'ultimo.
- Sull'apertura di ventilazione possono essere applicati grigliati, reti e/o alette anti-pioggia, purché sia mantenuta una superficie libera di almeno $0,3 \text{ m}^2$.
- Sull'impianto interno e sulle rampe del gas è stato assunto che in caso di guasto si formi un foro di emissione con area $0,25 \text{ mm}^2$.
- La velocità dell'aria nell'ambiente è considerata $\geq 0,05 \text{ m/s}$ (locali sufficientemente ampi ed areati).
- La chiusura della valvola generale esterna dell'impianto di alimentazione gas dopo lo spegnimento dei forni, è necessaria in quanto la ventilazione nell'ambiente è dovuta all'effetto camino determinato dalla differenza di temperatura tra ambiente interno con i forni in funzione e la temperatura dell'ambiente esterno.
- Impianto termico: complesso dell'impianto interno del gas, degli apparecchi e degli eventuali accessori, destinato alla produzione di calore.
- La realizzazione dell'impianto termico a regola d'arte può essere attestata da una dichiarazione di conformità dell'installatore termo-idraulico.

Si
 No
 In parte

Misure organizzative
(istruzioni operative, informazione, formazione, addestramento, manutenzione,
coordinamento delle imprese esterne)

7. Gli operatori seguono le istruzioni ricevute al fine di limitare la formazione di nubi di polvere durante la manipolazione della farina e dello zucchero?

Note:

- La spolveratura manuale su macchine per la formatura (stiramento, spezzatura, ...) non dovrebbe essere effettuata, in quanto tali macchine sono già dotate di una piccola vasca superiore che effettua la spolveratura in modo automatico durante il funzionamento.
- L'esposizione degli operatori alle farine e coadiuvanti per la panificazione, può causare malattie professionali.

Si **No** **In parte**

8. Gli operatori adottano i seguenti provvedimenti?

- attivare l'eventuale sistema di captazione (aspirazione) della polvere;
- maneggiare con cura i prodotti confezionati (sacchi) riducendo al minimo l'altezza al di sopra della base del contenitore in cui vengono versati;
- aprire con cura le confezioni nella base del contenitore (es. bacinella) e versarne il contenuto lentamente per contenere la dispersione di polvere all'interno della stessa;
- utilizzare dei coperchi sulle macchine, anche temporanei, per ridurre al minimo le aperture limitando fuoriuscite polvere;
- avviare le macchine (es. impastatrici e mescolatrici planetarie) alla loro velocità minima per un tempo adeguato (es. 120 s) prima che possa essere innescata una velocità superiore;
- effettuare operazioni di spolveratura manuale con cura per evitare la dispersione di polvere, utilizzando la farina in piccoli quantitativi.

Note:

- Si ipotizza che gli operatori con adeguata formazione e addestramento che lavorano secondo specifiche istruzioni operative, possano, per errore, formare durante la lavorazione atmosfere esplosive di durata inferiore a 0,1 ore/anno che si considerano trascurabili (es. 10 errori/anno dei quali ognuno comporta la presenza di una miscela polvere-aria della durata di circa 30 secondi).

Si **No** **In parte**

9. Sono evitati il più possibile depositi di polvere e la stessa durante le operazioni di pulizia è aspirata senza sollevarla in aria?

Note:

- Se si utilizzano aspiratori, questi non devono costituire sorgente di accensione dell'atmosfera esplosiva (gli aspiratori ordinari, anche se industriali, non sono adatti ad aspirare polveri combustibili in quanto possiedono potenziali sorgenti di accensione interne ed esterne).



Si **No** **In parte**

10. È attuato quanto di seguito indicato in merito al divieto di fumo nei locali di deposito e di lavorazione?

- il personale è informato;
- è stata affissa idonea cartellonistica;
- il divieto di fumo viene fatto rispettare.

Si **No** **In parte**

11. I lavoratori vengono formati e informati anche sui pericoli dovuti alle atmosfere esplosive al momento della loro assunzione (prima che inizino a lavorare), di un loro trasferimento o di una loro assegnazione da altra attività, dell'introduzione o del cambiamento di una attrezzatura di lavoro o dell'introduzione di una nuova tecnologia e ad intervalli regolari?

Si **No** **In parte**

12. Per evitare l'accumulo di carica elettrostatica, i lavoratori indossano

- abiti in cotone e
- calzature non elettricamente non isolanti?

Note:

- In generale, le calzature realizzate con materiali naturali come il legno o il cuoio sono idonee in quanto "non elettricamente isolanti", sempreché non siano apposte suole in materiale isolante, ad esempio in gomma o materiale plastico. Le calzature antinfortunistiche sono in genere idonee (dichiarate dal costruttore "dissipative" o "antistatiche") anche se le caratteristiche che evitano l'accumulo di carica elettrostatica possono non avere durata illimitata e dipendono dall'uso e dalla manutenzione (vedere istruzioni d'uso e manutenzione del costruttore delle calzature).

Si **No** **In parte**

13. La regolare verifica e manutenzione delle attrezzature (macchine, impianti) e dei luoghi di lavoro (es. pulizia) è registrata ed è effettuata secondo le:

- disposizioni di legge, le
- istruzioni dei costruttori e le
- indicazioni delle norme tecniche?

Si **No** **In parte**

14. Il personale appartenente ad imprese esterne è coordinato in maniera corretta anche riguardo ai rischi da atmosfere esplosive sul posto di lavoro, in modo da garantire la sicurezza di tutti i lavoratori coinvolti?

Si **No** **In parte**

15. I luoghi di deposito e gli ambienti di lavoro a rischio di esplosione sono idoneamente segnalati?

Si **No** **In parte**

Segnale di avvertenza per
indicare aree a rischio di
esplosione



16.1 È accertato che sui tavoli di spolveratura manuale non si formino nubi eccessive di polvere?

(Immagini tratte da: SUVA - CFSL6207i - 2008)

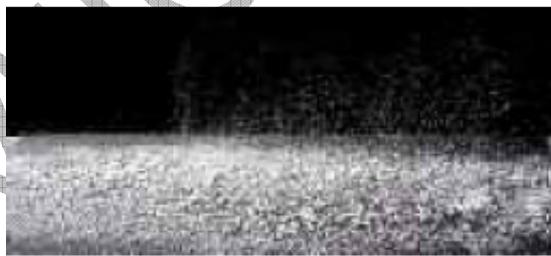
Formazione di nube eccessiva di polvere di farina



Formazione di nube normale di polvere di farina



Formazione di nube trascurabile di polvere con farina speciale

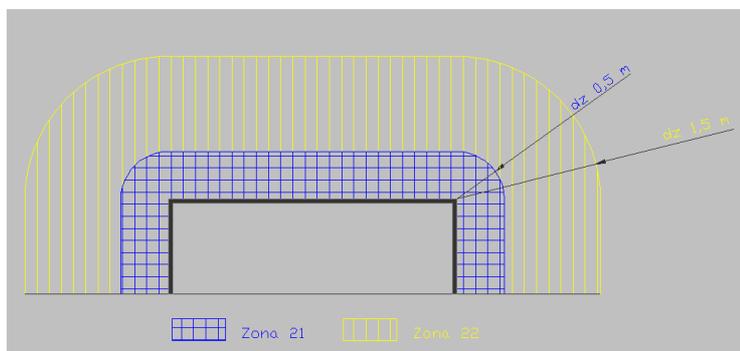


Si **No** **In parte**

LISTE DI CONTROLLO

ASL di Milano

- 16.2 Se No, è accertato che entro 1,5 m in tutte le direzioni e fino a terra dai tavoli di spolveratura manuale sui quali è inevitabile la formazione di nubi eccessive di polvere (conseguente possibilità di formare atmosfere esplosive) non sono presenti impianti elettrici, macchine o altre fonti potenziali di accensione?



Note:

- Se la dispersione della polvere è limitata da un ostacolo (es. una parete, una struttura) questo può essere considerato generalmente come limite dell'estensione della zona pericolosa.
 - Zona 21: luogo in cui è probabile sia presente un'atmosfera esplosiva, sotto forma di nubi di polvere combustibile nell'aria, occasionalmente durante il funzionamento normale.
 - Zona 22: luogo in cui è improbabile sia presente un'atmosfera esplosiva, sotto forma di nubi di polvere combustibile nell'aria, durante il funzionamento normale o, se ciò avviene, è presente solo per un breve periodo.
 - L'estensione della Zona 21 è stata ridotta rispetto al valore normalmente utilizzato di 1 m, tenendo conto delle particolari modalità di "emissione" della polvere che avviene per spolveratura manuale, in un contesto non industriale: piccole quantità emesse, controllo da parte dell'operatore.
 - Sono considerati trascurabili gli spessori degli strati di polvere che si possono formare oltre la Zona 22 se viene effettuata la regolare pulizia come previsto.
 - Le potenziali sorgenti di accensione nelle Zone 21 e Zona 22 sono costituite da:
 - scariche elettrostatiche dovute al personale;
 - scariche elettrostatiche dovute alle attrezzature (tavoli di spolveratura che devono essere in metallo o altro materiale non elettricamente isolante).
- A prescindere dal tipo di zona, possono essere fatte le seguenti considerazioni:
- nei confronti delle *scariche elettrostatiche dovute al personale* devono essere adottate le misure di prevenzione già indicate. L'energia massima delle scariche elettrostatiche dovute alle persone è dell'ordine dei 15 ÷ 20 mJ mentre l'energia di accensione della farina di grano presa in considerazione è di 100 mJ; lo zucchero preso in considerazione, la cui energia di accensione è di 10 mJ, viene generalmente utilizzato in quantità trascurabili (una o due confezioni da 1 kg);
 - nei confronti delle *scariche elettrostatiche dovute alle attrezzature* è sufficiente garantirne l'appoggio al pavimento senza l'interposizione di elementi isolanti.

Si **No** **In parte**

Misure tecniche

17. I sistemi di "tenuta" (custodie, involucri, guarnizioni, ...) dei componenti elettrici delle macchine contro la penetrazione di solidi, polveri, vapori e acqua sono integri?

Note:

- In genere, per comandi, segnalazioni e quadri elettrici, il costruttore della macchina prevede un grado di protezione minimo IP54.
- Piccole quantità di polvere, nel tempo, possono accumularsi in quantità potenzialmente pericolose all'interno di involucri elettrici anche se non sono installati in atmosfera esplosiva, se tali involucri non hanno un grado di protezione idoneo all'ambiente di installazione.

Si **No** **In parte**

18. È accertato che i pavimenti nei locali di deposito e di lavorazione non sono rivestiti con materiali elettricamente isolanti?

Note:

- L'eliminazione delle cariche elettrostatiche dal personale dotato di idonee calzature avviene attraverso il pavimento se anche questo non è elettricamente isolante.

Si **No** **In parte**

19. È assicurato che sulle macchine impastatrici e simili i dispositivi di interblocco che ne impediscono l'avviamento con i ripari aperti, sono presenti ed efficaci (non è possibile l'avviamento delle macchine durante il carico dei prodotti)?

Note:

- È difficile evitare che una nube di polvere si formi all'interno delle bacinelle durante il loro riempimento con farina di grano e/o zucchero; una tecnica di riempimento conforme alle istruzioni operative già illustrate dovrebbe evitarne la fuoriuscita all'esterno. In funzione del numero di "riempimenti" effettuati durante l'anno, può essere generalmente definita una probabilità di presenza di atmosfera esplosiva corrispondente alla definizione di Zona 22 o di Zona 21; a tale definizione qualitativa si assume corrisponda, quantitativamente, una probabilità annua compresa tra 10^{-5} e 10^{-1} (0,1 ÷ 1000 ore/anno).
- Le potenziali sorgenti di accensione interne alle bacinelle poste nelle macchine sono costituite da:
 - scariche elettrostatiche dovute al personale;
 - scariche elettrostatiche dovute alle attrezzature (macchina, bacinella);
 - scintille o punti caldi di origine meccanica (es. braccia meccaniche delle impastatrici) sia durante il normale funzionamento che in occasione di guasti prevedibili.

A prescindere dal tipo di zona interna alla vasca, possono essere fatte le seguenti considerazioni:

- nei confronti delle *scariche elettrostatiche dovute al personale* ed alle *attrezzature* valgono le stesse considerazioni svolte nella pagina precedente;
- nei confronti delle *scintille o punti caldi di origine meccanica* il riempimento deve essere effettuato a macchina ferma e con velocità sufficientemente bassa da evitare formazione di nubi di polvere nella fase iniziale, in conformità alle istruzioni operative; inoltre le regolari verifiche e manutenzioni concorrono ad evitare guasti prevedibili che potrebbero costituire sorgente potenziale di accensione dell'atmosfera esplosiva;
- una volta azionata la macchina impastatrice, in breve tempo (qualche minuto), le polveri vengono amalgamate con gli ulteriori ingredienti (es. acqua, uova, ...) e trasformate in pasta.

Si **No** **In parte**

20. La cottura dei prodotti alimentari nei forni, sia elettrici che a gas, avviene nel rispetto delle istruzioni per la sicurezza contro il rischio di incendio e di esplosione fornite dai costruttori (temperature e tempi massimi)?

Note:

- Dalla Scienza Alimentare è noto che l'eccessivo riscaldamento delle proteine, a temperatura superiore a 200 °C, ne provoca la carbonizzazione con formazione di sostanze infiammabili (idrocarburi aromatici policiclici).

Si **No** **In parte**

21. Quando applicabile, per ognuno dei punti sopra elencati è stata raccolta e ordinata la documentazione che ne attesta l'assolvimento?

Note:

- Può essere utile identificare la documentazione raccolta con lo stesso numero del punto o dei punti della presente lista di controllo a cui si riferisce.

Si **No** **In parte**

8. Stima e valutazione del rischio

Di seguito vengono riportate le schede riassuntive "tipo" di Stima e Valutazione del Rischio relative ai due casi in cui possono essere presenti atmosfere esplosive, da completare a cura del datore di lavoro.

Impresa	Data
Luogo	Pagina
Area	Zona n.
Tabella riassuntiva: STIMA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO	Documento
	Revisione

Allegato al Documento sulla protezione contro le esplosioni D.Lgs 09.04.2008 n. 81

Attrezzatura/Impianto/Materiale: Mescolatrici e simili

Identificazione delle sorgenti potenziali di accensione

Rif.	Tipo	Possibile	Efficace ([] conferma con segno di spunta)	Rif. Scheda
1	Superfici calde	SI	NO [] sono adottate le misure organizzative e tecniche della lista di controllo	
2	Fiamme, particelle e gas caldi	NO		
3	Scintille di origine meccanica	SI	NO [] sono adottate le misure organizzative e tecniche della lista di controllo	
4	Apparecchi elettrici	SI	NO [] sono adottate le misure organizzative e tecniche della lista di controllo	
5	Correnti vaganti e di protezione catodica	NO		
6	Electricità statica:	SI		
	Scariche a corona	NO		
	Scariche a spazzola	SI	NO Energia < del MIE della polvere	
	Scariche a spazzola propagante	NO		
	Scariche a cono	NO		
	Scariche a scintilla	SI	NO [] sono adottate le misure organizzative e tecniche della lista di controllo	
7	Fulmini	SI	NO Non sono presenti zone 0/20	
8	Radio frequenze (RF) e onde elettromagnetiche da 10^4 a 3×10^{12} Hz	NO		
9	Onde elettromagnetiche da 3×10^{12} a 1×10^{15} Hz	NO		
10	Radiazioni ionizzanti	NO		
11	Ultrasuoni	NO		
12	Compressioni adiabatiche ed Onde d'urto	NO		
13	Reazioni esotermiche compresa l'autoignizione della polvere	NO		

Controllo dei processi NO

Sistemi di protezione NO

Zona 1/21 interna

P_{EX} 3 P_{SA} 1

P 1

Presenza di persone

C_{PE} / C_{EX} /

C /

Ambiente non confinato

Indice 0

D /

Ambiente confinato

Indice 0

$R = P \cdot C \cdot D$

1

Indice di esplosione gas

Indice 0

TRASCURABILE

Indice di esplosione polvere

Indice 0

STIMA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Impresa	Data
Luogo	Pagina
Area	Zona n.
Documento	
Tabella riassuntiva: STIMA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO	
Revisione	

Allegato al Documento sulla protezione contro le esplosioni D.Lgs 09.04.2008 n. 81

Attrezzatura/Impianto/Materiale:		Tavolo di spolveratura manuale		
Identificazione delle sorgenti potenziali di accensione				
Rif.	Tipo	Possibile	Efficace ([] conferma con segno di spunta)	Rif. Scheda
1	Superfici calde	SI	NO [] sono adottate le misure organizzative e tecniche della lista di controllo	
2	Fiamme, particelle e gas caldi	SI	NO [] sono adottate le misure organizzative e tecniche della lista di controllo	
3	Scintille di origine meccanica	SI	NO [] sono adottate le misure organizzative e tecniche della lista di controllo	
4	Apparecchi elettrici	SI	NO [] sono adottate le misure organizzative e tecniche della lista di controllo	
5	Correnti vaganti e di protezione catodica	NO		
6	Electricità statica:	SI		
	Scariche a corona	NO		
	Scariche a spazzola	SI	NO	Energia < del MIE della polvere
	Scariche a spazzola propagante	NO		
	Scariche a cono	NO		
	Scariche a scintilla	SI	NO [] sono adottate le misure organizzative e tecniche della lista di controllo	
7	Fulmini	SI	NO	Non sono presenti zone 0/20
8	Radio frequenze (RF) e onde elettromagnetiche da 10^4 a 3×10^{12} Hz	NO		
9	Onde elettromagnetiche da 3×10^{12} a 1×10^{15} Hz	NO		
10	Radiazioni ionizzanti	NO		
11	Ultrasuoni	NO		
12	Compressioni adiabatiche ed Onde d'urto	NO		
13	Reazioni esotermiche compresa l'autoignizione della polvere	NO		

Controllo dei processi	NO	Sistemi di protezione	NO				
Zona	1/21 esterna	P_{EX}	3	P_{SA}	1	P	1
Presenza di persone		C_{PE}	/	C_{EX}	/	C	/
Ambiente non confinato				Indice	0	D	/
Ambiente confinato				Indice	0	$R = P \cdot C \cdot D$	
Indice di esplosione gas				Indice	0	1	
Indice di esplosione polvere				Indice	0	TRASCURABILE	
Zona	2/22 esterna	P_{EX}	2	P_{SA}	1	P	1
Presenza di persone		C_{PE}	/	C_{EX}	/	C	/
Ambiente non confinato				Indice	0	D	/
Ambiente confinato				Indice	0	$R = P \cdot C \cdot D$	
Indice di esplosione gas				Indice	0	1	
Indice di esplosione polvere				Indice	0	TRASCURABILE	

9. Criterio di stima e valutazione del rischio

La valutazione del rischio di esplosione è stata svolta tenendo conto dei risultati della classificazione dei luoghi, delle potenziali sorgenti di accensione e del danno prevedibile. La tipologia del rischio trattato, per la difficoltà di reperire dati statistici, in particolare relativamente alla probabilità di presenza di sorgenti di accensione efficaci, richiede la stima del rischio con metodo qualitativo o semi-quantitativo.

Prendendo come riferimento sia lo standard Europeo n. SMT4-CT97-2169: RASE, *Methodology for the Risk Assessment of Unit Operations and Equipment for Use in Potentially Explosive Atmospheres* che la norma CEI-UNI 70029: 1998 *Strutture sotterranee e polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi. Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo. Criteri generali e di sicurezza*, è stato elaborato un criterio semi-quantitativo di stima e valutazione dei rischi.

Con il metodo semi-quantitativo di seguito presentato, gli elementi del rischio quali: la probabilità di accadimento, la frequenza di esposizione e le conseguenze, sono indicati con un valore numerico che esprime un concetto qualitativo.

I valori numerici vengono successivamente combinati in diversi modi ottenendo un valore pseudo-quantitativo di rischio che consente di valutarne l'entità ed in particolare, se necessario, di definire le priorità di intervento delle misure di prevenzione-protezione.

La stima del rischio avviene analizzando:

- la probabilità di esistenza del pericolo;
- la probabilità che il pericolo sia causa di danno per le persone;
- la gravità del danno.

I fattori sopra indicati sono legati tra loro dalla seguente relazione generale:

$$R = P \cdot C \cdot D \quad (1)$$

dove:

R è il Rischio;

P è il Fattore di Pericolo, rappresenta la probabilità di esplosione;

C è il Fattore di Contatto, rappresenta la probabilità che l'esplosione comporti un danno per le persone presenti sul luogo di lavoro nell'ipotesi che questo sia isolato; nel caso in cui l'esplosione possa interessare persone nell'ambiente esterno al luogo di lavoro, occorre considerare l'effetto dell'esplosione anche su tali persone;

D è il Fattore di Danno, rappresenta l'entità del danno prevedibile alle sole persone.

Ai fattori componenti l'equazione del rischio (1), sono stati aggiunti ulteriori elementi:

- P_{EX} : probabilità di presenza di atmosfera esplosiva;
- P_{SA} : probabilità di presenza di una sorgente di accensione;
- C_{PE} : probabilità di presenza di persone durante l'esplosione;
- C_{EX} : entità dell'esplosione.

Nel caso in cui la probabilità di esplosione risulti altamente improbabile (Fattore P pari a 1), la stima del rischio si interrompe e viene assunto un rischio trascurabile ($R \leq 4$).

Ad ogni fattore (P_{EX} , P_{SA} , P , C_{PE} , C_{EX} , C , D , R) è attribuito un *grado* al quale viene associata una *qualità*.

Grado del fattore P_{EX}^1	Definizione qualitativa
$P_{EX} 1$	$P_{EX} = 1$ Presenza di atmosfera esplosiva altamente improbabile (Zona classificata NE)
$P_{EX} 2$	$P_{EX} = 2$ Presenza di atmosfera esplosiva poco probabile (Zona classificata 2 o 22)
$P_{EX} 3$	$P_{EX} = 3$ Presenza di atmosfera esplosiva probabile (Zona classificata 1 o 21)
$P_{EX} 4$	$P_{EX} = 4$ Presenza di atmosfera esplosiva altamente probabile (Zona classificata 0 o 20)

Nota

- Il fattore P_{EX} coincide con la probabilità di presenza di atmosfera esplosiva determinata con la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione.

Grado del fattore P_{SA}	Definizione qualitativa
$P_{SA} 1$	$P_{SA} = 1$ Presenza di una sorgente di accensione altamente improbabile (es. SA ¹ con livello di protezione ² idoneo alla zona)
$P_{SA} 2$	$P_{SA} = 2$ Presenza di una sorgente di accensione poco probabile (es. SA con livello di protezione inferiore di un gradino rispetto alla zona; SA non escludibili in modo certo)
$P_{SA} 3$	$P_{SA} = 3$ Presenza di una sorgente di accensione probabile (es. SA alle quali non è stato assegnato un livello di protezione ma sicuramente non sono efficaci nel normale funzionamento; SA con livello di protezione inferiore di due gradini rispetto alla zona)
$P_{SA} 4$	$P_{SA} = 4$ Presenza di una sorgente di accensione altamente probabile (es. SA alle quali non è stato assegnato un livello di protezione e possono essere efficaci nel normale funzionamento)

Note

- SA: sorgente di accensione presente su attrezzature (apparecchiature, impianti), persone, luogo di lavoro.
- Per prodotti destinati all'uso in atmosfera esplosiva messi in commercio o in servizio dopo il 30.06.2003, la Categoria corrispondente ad un determinato livello di protezione (Molto alto, Alto, Normale) è assegnata dal costruttore ai sensi della direttiva 94/9/CE.

Grado del fattore P	Definizione qualitativa
P 1	P = 1 L'esplosione è altamente improbabile
P 2	P = 2 L'esplosione è poco probabile
P 3	P = 3 L'esplosione è probabile
P 4	P = 4 L'esplosione è altamente probabile

Matrice P

		P_{EX}			
		1	2	3	4
P_{SA}	1	P1	P1	P1	P1
	2	P1	P2	P2	P3
	3	P1	P2	P4	P4
	4	P1	P3	P4	P4

Grado del fattore C_{PE}	Definizione qualitativa
C_{PE1}	$C_{PE} = 1$ Presenza di persone nella zona di effetto dell'esplosione altamente improbabile (<i>zona non presidiata: es. tempo di presenza $t < 1\%$ delle ore lavorative totali</i>)
C_{PE2}	$C_{PE} = 2$ Presenza di persone nella zona di effetto dell'esplosione poco probabile (<i>zona normalmente non presidiata: es. tempo di presenza $1\% \geq t < 10\%$ delle ore lavorative totali</i>)
C_{PE3}	$C_{PE} = 3$ Presenza di persone nella zona di effetto dell'esplosione probabile (<i>zona normalmente presidiata: es. tempo di presenza $10\% \geq t < 50\%$ delle ore lavorative totali</i>)
C_{PE4}	$C_{PE} = 4$ Presenza di persone nella zona di effetto dell'esplosione altamente probabile (<i>luogo costantemente presidiato: es. tempo di presenza $t \geq 50\%$ delle ore lavorative totali</i>)

Grado del fattore C_{EX}		Definizione qualitativa			
$C_{EX} 1$		$C_{EX} = 1$ Entità dell'esplosione trascurabile (<i>Somma degli Indici 2</i>)			
$C_{EX} 2$		$C_{EX} = 2$ Entità dell'esplosione bassa (<i>Somma degli Indici 3 ÷ 4</i>)			
$C_{EX} 3$		$C_{EX} = 3$ Entità dell'esplosione media (<i>Somma degli Indici 5 ÷ 6</i>)			
$C_{EX} 4$		$C_{EX} = 4$ Entità dell'esplosione alta (<i>Somma degli Indici > 6</i>)			
Elementi che formano il fattore C_{EX}		INDICI			
		1	2	3	4
Volume V_{EX} di atmosfera esplosiva in ambiente V_A Non Confinato (m^3)	Zona 0/20	$V_{EX} < 0,001$	$0,001 \leq V_{EX} < 0,01$	$0,01 \leq V_{EX} < 0,1$	$V_{EX} \geq 0,1$
	Zona 1/21	$V_{EX} < 0,01$	$0,01 \leq V_{EX} < 0,1$	$0,1 \leq V_{EX} < 1$	$V_{EX} \geq 1$
	Zona 2/22	$V_{EX} < 0,1$	$0,1 \leq V_{EX} < 1$	$1 \leq V_{EX} < 10$	$V_{EX} \geq 10$
Volume V_{EX} di atmosfera esplosiva in ambiente V_A Confinato (m^3)	Zona 0/20	$V_{EX} < 0,001$	$1000 \leq V_A/V_{EX} < 10000$	$100 \leq V_A/V_{EX} < 1000$	$V_A/V_{EX} < 100$
	Zona 1/21	$V_{EX} < 0,01$			
	Zona 2/22	$V_{EX} < 0,1$			
		e inoltre per tutte le zone $V_A/V_{EX} > 10000$			
Indice di esplosione per gas (bar·m/s)		$k_G = 0$	$k_G \leq 500$	$500 < k_G \leq 1000$	$k_G > 1000$
Indice di esplosione per polveri (bar·m/s)		$k_{st} = 0$	$k_{st} \leq 200$	$200 < k_{st} \leq 300$	$k_{st} > 300$

Grado del fattore C	Definizione qualitativa
C 1	C = 1 Danni alle persone sono altamente improbabili
C 2	C = 2 Danni alle persone sono poco probabili
C 3	C = 3 Danni alle persone sono probabili
C 4	C = 4 Danni alle persone sono altamente probabili

Matrice C

		C_{PE}			
		1	2	3	4
C_{EX}	1	C1	C1	C1	C1
	2	C1	C2	C2	C3
	3	C1	C2	C4	C4
	4	C1	C3	C4	C4

Grado del fattore D	Definizione qualitativa
D1	D = 1 L'entità del danno è trascurabile
D2	D = 2 L'entità del danno è lieve (es. prognosi < 3 gg.)
D3	D = 3 L'entità del danno è grave (es. prognosi > 40 gg.)
D4	D = 4 L'entità del danno è gravissima (es. danni gravi permanenti o morte)

Nota
Il fattore D è assunto sempre uguale a 4.

La combinazione del grado dei fattori come sopra definiti fornisce un valore di rischio.

Matrice R

		C				
		1	2	3	4	
P	1	Stima interrotta (P=1)				4
	2	8	16	24	32	4
	3	12	24	36	48	4
	4	16	32	48	64	4
						D

Dalla valutazione del rischio può derivare la necessità di adottare soluzioni correttive, più o meno urgenti, secondo lo schema sotto riportato.

RISCHIO	DESCRIZIONE
$R \leq 4$	RISCHIO TRASCURABILE <i>Mantenere le condizioni di sicurezza</i>
$5 < R \leq 8$	RISCHIO BASSO-ACCETTABILE <i>Programmare interventi migliorativi a medio-lungo termine</i>
$9 < R \leq 16$	RISCHIO MEDIO <i>Programmare interventi a breve termine</i>
$R > 16$	RISCHIO ALTO <i>Eseguire interventi immediati</i>

11. Bibliografia

1. H. Beck, N. Lienke, C. Mohlman, *BIA Report combustion and explosion characteristics of dust*, edizione 13/97, Germania, HVGB, 1997.
2. Perry-Green, *Perry's chemical engineers' handbook*, settima edizione, Mc Graw Hill, 1998.
3. Coord. R. L. Rogers, *The rase project - explosive atmosphere: risk assessment of unit operations and equipment (EU project n. SMT4-CT97-2169)*, prima edizione, Germania, Commissione Europea, 2000.
4. P. Cardillo, *Guida allo studio e alla valutazione delle esplosioni di polveri*, prima edizione, San Donato Milanese, SC Sviluppo Chimica, 2002.
5. Rolf K. Eckhoff, *Dust explosion in the process industries*, terza edizione, Norvegia, Gulf Professional Publishing, 2003
6. Martin Hattwig, Henrikus Steen, *Handbook of explosion prevention an protection*, prima edizione, Wiley-VCH, 2003.
7. M. Marigo, *La deflagrazione delle polveri e le direttive ATEX*, prima edizione, EPC Libri, 2004.
8. B. Genova, M. Silvestrini, *Dinamica delle reazioni esplosive*, prima edizione, Dario Flaccovio Editore, 2005.
9. Cavaliere, P. Scardamaglia, *Guida all'applicazione delle direttive ATEX*, prima edizione, EPC Libri, 2005.
10. F. Cerruti, *Manuale per la valutazione dei rischi di esplosione nell'industria molitoria*, prima edizione, Saluzzo, Avenue media, 2005.
11. TuttoNormel, *La nuova legislazione sui luoghi con pericolo di esplosione*, seconda edizione, Torino, TNE, 2006.
12. B. Genova, M. Silvestrini, *Direttive ATEX – prevenzione e protezione dai rischi di esplosione delle polveri*, prima edizione, Dario Flaccovio Editore, 2006.
13. Lunn G., *Frictional ignition of powders: a review*, Health and Safety Laboratory.
14. DIRETTIVA 94/9/CEE contenente disposizioni in materia *Apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva*.
15. G. Demontis, L. Cadoni, V. Granata, F. Sassu, S. Savarese, *L'autocombustione negli stoccaggi di cereali*, 2008.
16. D.P.R. 23 marzo 1998 n. 126, *Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva*.
17. DIRETTIVA 1999/92/CE relativa alle *Prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive*.
18. D.Lgs. 12 giugno 2003 n. 233, *Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive*.
19. D.Lgs. 09.04.2008 n. 81, *Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro*.
20. CEI-UNI 70029: 1998 *Strutture sotterranee e polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi. Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo. Criteri generali e di sicurezza*.
21. EN 13237:2006 *Atmosfere potenzialmente esplosive - Termini e definizioni per apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive*.
22. EN 1127:2008 *Atmosfere esplosive - Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione - Parte 1: Concetti fondamentali e metodologia*.
23. CEI EN della Serie 60079 e della Serie 61241.
24. UNI EN della Serie 13463.