

*Analisi rischio ATEX all'interno
di un'industria farmaceutica*

La valutazione dei rischi per la presenza di atmosfere esplosive nell'industria chimico-farmaceutica

Nicholas Giralico¹

¹Tecnico della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro

mail: nicholasgiralico@libero.it

Riassunto

Introduzione: il tema delle atmosfere esplosive in un luogo di lavoro: un rischio fatale in molteplici occasioni ma troppo spesso trascurato; cerchiamo di capire meglio come individuarlo e tenerlo sotto controllo.

Obiettivi dello studio: evidenziare con lo studio di un'azienda chimico-farmaceutica l'importanza in termini economico-sociali di una strategia coerente con l'idea di prevenzione delle esplosioni.

Metodi: si è individuato ed applicato un metodo analitico di individuazione, analisi e monitoraggio del rischio validato a livello nazionale proposto dalle LINEE GUIDA INAIL 2013.

Risultati: L'applicazione puntuale dell'algoritmo di valutazione permette di classificare efficientemente le Zone oggetto di studio e di catalogarne alcune in situazioni border-line con l'inaccettabilità prevista dalla norma di riferimento.

Discussione: benché il metodo sia dettagliato ed efficiente, non prende in considerazione fattori percettivo-organizzativi rilevanti al fine della stima totale del rischio.

Abstract

INTRODUCTION: the theme of explosive atmospheres in a workplace: a fatal risk on many occasions, but too often overlooked. We are going to better understand how to identify it and keep it under control.

OBJECTIVE: highlight the importance in economic-social terms of a strategy consistent with the idea of explosion prevention, through a study in a chemical-pharmaceutical company.

METHODS: an analytical method has been individualized and applied in order to identify, analyze and monitor the risk, which has been validated at national level proposed by LINEE GUIDA INAIL 2013.

RESULTS: the accurate application of the evaluation algorithm allows to classify efficiently the identified areas and to catalog some of them in border line situations with the unacceptability required by the reference standard.

DISCUSSION: although the method is detailed and efficient, it does not consider considerable perceptive-organizational factors for the purpose of total risk estimation.

TAKE HOME MESSAGE

- La valutazione di possibili sorgenti di atmosfere esplosive è troppo spesso sottovalutata, le stime nazionali ci dicono di porre più attenzione a questo delicato e molto preoccupante tema.
- La corretta applicazione dell'algoritmo di valutazione atmosfere esplosive associata ad uno studio di tutti i parametri che possono influenzarne il risultato.
- Un importante limite del metodo di valutazione da tenere a mente ed ottimizzare per singola realtà produttiva.

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni la creazione di condizioni di lavoro sicure ed il continuo miglioramento di queste sono diventate prerogative essenziali in tutte le attività umane di qualunque Paese ad elevato sviluppo economico e tecnologico.

La sicurezza sul posto di lavoro è una delle più importanti conquiste dei lavoratori sin dal secondo dopoguerra: se da una parte è un diritto di chi lavora, dall'altra non va dimenticata la presa visione di un interesse per l'impresa, che in questo modo garantisce un ambiente sempre più confortevole e di conseguenza più produttivo. In ultima istanza, l'interesse per la società nel suo insieme, che sopporta meno costi sociali per infortuni e malattie professionali.

Da queste premesse, l'obiettivo della seguente tesi: evidenziare l'importanza, in termini economico-sociali, di una strategia coerente con l'idea di prevenzione delle esplosioni, di misure organizzative, di un'esauriente e puntuale valutazione del rischio ed idonee misure tecniche di prevenzione, prendendo in esame l'esempio concreto dello studio di un rischio importante quale la possibilità di creazione di atmosfere esplosive (ATEX) calato nella realtà di un'industria chimico-farmaceutica.

Le atmosfere esplosive

Per Atmosfera Esplosiva (acronimo ATEX) in un dato luogo di lavoro s'intende un'area in cui è possibile che si crei una miscela con l'aria, a condizioni atmosferiche (pressione ordinaria compresa tra 0.8 bar e 1.1 bar e temperatura ordinaria compresa tra -20°C e +60°C), di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri in cui, dopo l'accensione, la combustione si propaga insieme alla miscela incombusta. In altre parole, si tratta della rapida combustione di una sostanza combustibile, che si trova in proporzioni ideali con il comburente (ossigeno dell'aria), sicché la velocità della combustione è elevata ed il fenomeno assume carattere esplosivo. Si genera, in tal modo, una violenta ossidazione, accompagnata da un repentino aumento di temperatura, di pressione o di entrambe le grandezze simultaneamente con conseguente rilascio irreversibile di energia sotto forma di onde di pressione che si propagano nello spazio circostante. Termodinamicamente parlando, si ha un'esplosione quando un sistema con elevata energia potenziale, opportunamente innescato, decresce rapidamente ed in maniera pressoché irreversibile verso un livello di energia potenziale più basso. Per innescare un'esplosione è perciò indispensabile che combustibile e comburente si trovino in proporzioni opportune, cioè entro i cosiddetti "limiti di esplodibilità".

Se, infatti, il combustibile è troppo povero o troppo eccessivo l'esplosione non avviene.

La percentuale di combustione minima e massima che, in determinate condizioni di prova, permette l'innescò dell'esplosione prende il nome rispettivamente di limite inferiore di esplodibilità (LEL: Lower Explosive Limit) e limite superiore di esplodibilità (UEL Upper Explosive Limit).



Figura 1.0 - Range di esplosione di una sostanza;

Per le sostanze allo stato liquido, dalle cui superfici possono liberarsi vapori, è importante considerare la temperatura d'infiammabilità o flash point: essa indica la temperatura più bassa alla quale, in condizioni specifiche di test, il liquido libera in aria una quantità di vapori in grado di formare una miscela infiammabile.

Il combustibile può trovarsi in molteplici stati d'aggregazione della materia, può essere costituito da gas, vapori, nebbie infiammabili o polveri combustibili. Infine è importante ricordare, per inquadrare completamente il fenomeno, che l'esplosione ha caratteri fisico-chimici analoghi alla propagazione di un incendio (triangolo della combustione), con l'unica netta differenza che si evidenzia nella velocità e distanza di propagazione dell'energia, che nel primo caso viene liberata in tempi e spazi molto limitati.

La presenza di Atmosfere Esplosive in un luogo di lavoro decresce con il verificarsi di alcuni fattori quali:

- assenza sul luogo di lavoro di sostanze infiammabili e/o polveri combustibili (con riferimento alla norma CEI 31-52)
- concentrazioni in aria delle sostanze che non rientrano nei limiti di esplosibilità
- polveri infiammabili presenti ma in quantità e/o granulometria non sufficiente da formare un'atmosfera esplosiva
- sostanze pericolose che sono confinate in un sistema di contenimento e non possono fuoriuscire, se non a seguito di un evento catastrofico.

In Italia esistono dei dati sulle cause d'incendio ed esplosione disponibili sul sito del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (Direzione Centrale per la prevenzione e sicurezza tecnica). Statisticamente il 16% del totale dei morti o infortunati negli ultimi anni è riconducibile a fenomeni esplosivi mentre il restante 84% ad incendi. Del 16% citato una buona parte degli incidenti avviene nelle abitazioni così come in attività commerciali, industrie, depositi, sanità e vari.

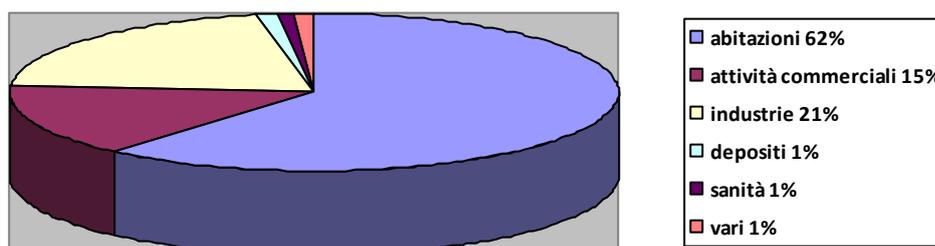


Grafico 1.0- Ripartizione annuale delle cause d'incendio

La classificazione delle zone ATEX per gas, vapori e nebbie

In base al titolo XI del D.Lgs.81/08 tutti i luoghi (in cui vi sia pericolo di esplosione), nuovi o esistenti, devono essere dotati della classificazione delle zone con pericolo di esplosione.

La normativa vigente, per il caso specifico della classificazione delle zone con presenza di gas/vapori/nebbie, è costituita dalla norma EN 60079-10 (CEI 31-30) e dalla relativa guida CEI 31-35.

Per i nuovi impianti la messa in atto di tale norma è relativamente semplice, mentre, per quanto riguarda gli impianti esistenti, già classificati in base alla vecchia norma CEI 64-2, la situazione è più complessa.

Il titolo XI sostiene che non occorre riclassificare il luogo, dal momento che le definizioni delle zone 0, 1, 2 del nuovo decreto sono analoghe a quelle della norma CEI 64-2, rispettivamente C1Z0, C1Z1, C1Z2.

Vanno però tenuti in considerazione alcuni fattori quali:

- il cambiamento nel tempo delle sorgenti di emissione e delle condizioni ambientali;
- il cambiamento delle sostanze utilizzate durante il processo lavorativo;
- l'estensione delle zone pericolose che secondo la norma CEI 31-30 sono spesso meno estese della precedente norma CEI 64-2;
- l'assenza delle cosiddette "zone di rispetto" presenti nella norma CEI 64-2 e che devono essere commutate in zona 2 ogni qual volta vi siano modifiche, trasformazioni o ampliamenti degli impianti (elettrici e non);

- Questa premessa per evidenziare il fatto che sia, tutto sommato, opportuno e conveniente “riclassificare” il luogo in base alla più recente norma CEI anche per una maggiore cautela sul piano giuridico.

Si può quindi affermare che ogni luogo con pericolo di esplosione mai classificato va classificato secondo la norma CEI 31-30, mentre per quelli già classificati è consigliabile la riclassificazione con tale norma per confermare, aggiornare o completare la precedente classificazione secondo la norma CEI 64-2.

La classificazione delle ATEX per polveri

La classificazione delle zone ATEX per presenza di polveri vede una distinzione in base a luoghi nuovi o preesistenti, con riferimento normativo alla norma EN 61241-10 (CEI 31-66).

I luoghi esistenti mai classificati vanno classificati come se fossero nuovi, mentre i luoghi esistenti già classificati secondo la vecchia norma CEI 64-2 vanno nuovamente riclassificati dal momento che il Titolo XI del D.lgs. 81/08 richiede la suddivisione in zone 20, 21, 22, mentre la vecchia norma distingueva soltanto le zone pericolose da quelle non pericolose.

Premesso ciò è importante sapere che il pericolo di esplosione per presenza di polveri è presente solo in determinate condizioni:

- Se si impiegano o si possono sviluppare polveri combustibili;
- Se le polveri combustibili possono essere emesse in aria tramite sorgenti di emissione (SE) con modalità tali da determinare un volume non trascurabile di atmosfera esplosiva, cioè un volume minore di 1dm³ in zona 20, di 10 dm³ in zona 21 e 100 dm³ in zona 22;

Il caso di studio in un'azienda chimico-farmaceutica.

L'azienda studiata produce principi attivi destinati all'industria farmaceutica, molte lavorazioni richiedono l'utilizzo presidiato e controllato di sostanze e preparati pericolosi. Lo stabilimento è ubicato nel comune di Patrica, in provincia di Frosinone.

Lo stesso si estende su una superficie di 100000 m², l'area coperta da edifici è di circa 20000 m² mentre la restante porzione è costituita da aree di stoccaggio e produzione scoperte, strade e piazzali.

L'insediamento produttivo è costituito da un insieme di fabbricati e di aree destinate a diverse attività.

Il lay-out del sito è realizzato in modo da semplificare il flusso del personale e dei materiali in entrata ed in uscita.

I magazzini delle materie prime sono fisicamente separate dai reparti di produzione e dal magazzino prodotti finiti.

I serbatoi di stoccaggio materie prime liquide sono collegati ai reparti di produzione tramite tubazioni, attraverso le quali sotto spinta di pompe dedicate i liquidi vengono trasferiti alle lavorazioni.

Vi sono servizi controllo di Qualità, Quality Assurance e funzione R&D che operano in un edificio separato dagli altri. I reparti di produzione sono separati fra e loro e distanti in modo da minimizzare eventuali effetti domino in caso di eventi accidentali gravi.

La produzione discontinua, a batch e con ciclo di lavoro 5 giorni su 7, su tre turni (per particolari esigenze di mercato, in alcuni periodi dell'anno alcune linee produttive lavorano 7 giorni su 7 sempre con turni avvicendati), viene effettuata in reattori di varia capacità, nei quali vengono condotte reazioni chimiche in fase liquida e/o eterofase e operazioni fisiche quali la distillazione, l'estrazione, la purificazione o la cristallizzazione.

Reparti presenti nello stabilimento

- Reparti produzione (distinti in RS1, RS2, RS3);
- Reparto essiccamento e finitura;
- Magazzino materie prime;
- Magazzino prodotti finiti;
- Servizi tecnici ausiliari;
- Reparto ecologia;
- Laboratori ;
- Officina meccanica ed elettrica;
- Uffici amministrativi;

Ciclo lavorativo

La produzione di principi attivi utilizza principalmente reattori, che possono essere smaltati o in acciaio inox. Le sintesi e le operazioni unitarie effettuate richiedono differenti livelli termici ottenuti con diversi fluidi di servizio.

Nei reparti sintesi gli operatori non sono normalmente adibiti ad una postazione, per la tipologia stessa del lavoro si muovono nei vari piani soffermandosi a controllare il normale funzionamento degli impianti (reattori, filtri, centrifughe ecc.) ed i parametri di processo (temperatura, pressione, ph, stato delle inertizzazioni, ecc.).

Reparto oggetto di studio

Il reparto oggetto di studio è definito Reparto di Sintesi 1 (RS-1) e si compone, oltre al reparto stesso, dai serbatoi di transito del reparto, dal parco serbatoi di stoccaggio dei chemicals, dal serbatoio di blow-down e dal locale impianto GPC (Glicerofosfatidilcolina).

Da studio documentale ne deriva la seguente classificazione:

Reparto Sintesi RS-1	Pompe/Flange e valvole= ZONA1	Gruppo=IIA
Serbatoi di Transito RS-1	ZONA 2	IIA, T3
Parco serbatoi RS-1	ZONA 2	IIA, T3
Serbatoio di Blow-Down	ZONA 2	IIA, T3
Locale Impianto GPC	Intero Locale=ZONA 1 Area Esterna= ZONA 2	IIA, T3

Tabella 1.0 - Classificazione ZONE ATEX; classification of the ATEX AREAS

MATERIALI E METODIFasi di articolazione della valutazione

1. Analisi documentale: si analizzano i documenti presenti in azienda al fine di avere una corretta ed esaustiva classificazione delle aree in cui può generarsi un'atmosfera esplosiva e la natura della stessa;
2. Informazioni sostanze pericolose: si analizzano le schede dati sicurezza fornite dal produttore della sostanza o del composto per individuare caratteristiche fisico-chimiche importanti al fine della possibile generazione di atmosfere esplosive;
3. Verifica misure già esistenti: si studiano misure preventive e, se non sufficienti, protettive già applicate in azienda al fine di valutarne l'efficacia;
4. Applicazione del "principio della giustificazione" e conclusione del processo valutativo: se dall'analisi preliminare si può evidenziare un rischio residuo definibile come basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute il processo valutativo non necessita di approfondimenti;
5. Valutazione approfondita: se non è possibile applicare il principio della giustificazione è necessario procedere con l'implementazione della valutazione già avviata mediante l'uso di algoritmi validati o, se tecnicamente possibile, campionamenti ambientali/biologici;
6. Risultati valutazione e misure da applicare.

Nel caso oggetto di studio non è stato possibile applicare la giustificazione e pertanto si è proceduto con la valutazione approfondita del rischio, calcolata mediante la nota formula:

$$R = M \times f$$

M sta per MAGNITUDO (dimensione del danno) e f per frequenza (probabilità di accadimento dell'evento).

Stima della frequenza d'accadimento

La stima della frequenza di accadimento (variabile f dell'algoritmo valutativo) si basa sulla valutazione della probabilità che si verifichi un'esplosione e che coinvolga l'operatore attraverso la stima di:

- Probabilità che sia presente un'atmosfera esplosiva (Pae);
- Probabilità che siano presenti sorgenti di innesco attive (Pia);

- Probabilità che le sorgenti di innesco siano efficaci (Pie);

La stima del livello del rischio è il risultato di tali probabilità attraverso un sistema di matrici.

Probabilità che sia presente un'atmosfera esplosiva (Pae)

Per la stima della Pae si fa riferimento alla classificazione delle aree a rischio esplosione effettuata ai sensi del TITOLO XI del D.Lgs.81/08, in quanto tale classificazione si basa proprio sulla frequenza e sulla durata della presenza di atmosfere esplosive. In base alla già citata classificazione si attribuirà un valore PAE alto, numericamente quantificabile in 3, se presente una zona 0 o 20, medio, numericamente quantificabile in 2, se presente una zona 1 o 21 ed un valore pari ad 1, pertanto PAE bassa per zona 2 o 22.

Probabilità che siano presenti sorgenti di innesco attive (Pia)

La stima della probabilità che siano presenti sorgenti di innesco attive passa attraverso il censimento delle sorgenti stesse, la stima della loro presenza in termini temporali e l'elenco delle misure collettive applicate dall'azienda. Quindi per ciascuna potenziale sorgente di innesco individuata viene indicata la presenza in termini temporali (inferiore a 100 ore/anno, tra 100 e 1000, ≥ 1000 ore/anno) e se l'azienda ha attuato delle misure di mitigazione.

Le potenziali sorgenti di innesco nono quelle riportate nella norma CEI 1127-1 e sono:

- Superfici calde;
- Fiamme e gas liberi;
- Scintille di origine meccanica;
- Impianti elettrici;
- Correnti elettriche vaganti;
- Elettricità statica;
- Fulmini;
- Campi elettromagnetici;
- Radiazioni ionizzanti;
- Ultrasuoni;
- Compressioni adiabatiche;
- Onde d'urto;
- Reazioni chimiche;
- Ad ogni fonte viene assegnato un indice più o meno alto ponderato su della letteratura scientifica. Sono inoltre previste una o più compensazioni derivanti da misure attuate dall'azienda più o meno efficaci.

SORGENTE DI INNESCO (Norma EN 1127-1)	Applicazione (SI/NO)	Presenza (ore/anno)	Categoria (saltuario/frequente/continuo)	Indice parziale 1 (I.P. 1)	COMPENSAZIONI			Indice iniziale I.1.	Indice finale (I.P.1xI.P.2xI.1.)
					Descrizione	Applicazione (SI/NO)	Indice parziale 2 (I.P. 2)		
Impianti ed apparecchiature elettriche	SI		N.A.		Conformità all'ATEX	SI	5,0E-07	1,0E+08	5,0E+01
Superfici calde	SI	1000	Continuo	1	Controllo della T	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Fiamme e gas caldi	SI	1000	Continuo	1	Controllo fonte innesco	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Radio frequenze	SI	1000	Continuo	1	Controllo fonte innesco	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Ultrasuoni	SI	1000	Continuo	1	Controllo fonte innesco	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Radiazioni ionizzanti	SI	1000	Continuo	1	Controllo fonte innesco	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Correnti elettriche vaganti	SI		N.A.		Controllo fonte innesco	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Scintille di origine meccanica	SI	1000	Continuo	1	Controllo fonte innesco	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
					Rivelatori di scintilla	SI	5,0E-01	1,0E+07	2,50E+00
Attrezzature elettriche portatili	SI	1000	Continuo	1	Conformità all'ATEX	SI	5,0E-05	1,0E+06	5,0E+01
Reazioni chimiche	SI	1000	Continuo	1	Controllo fonte innesco	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Onde d'urto - compressioni adiabatiche	SI	1000	Continuo	1	Controllo fonte innesco	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Campi elettromagnetici	SI	1000	Continuo	1	Controllo fonte innesco	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Elettricità statica	SI	1000	Continuo	1	Messa a terra	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Cariche elettrostatiche indumenti operatore	SI	1000	Continuo	1	DPI dissipativi	SI	5,0E-06	1,0E+06	5,0E+00
Fulmini	SI		N.A.		Protezione contro scariche atmosferiche	SI	1,0E-08	1,0E+08	1,0E+00
Rivelatori di atmosfere esplosive	SI			0,1			TOTALE		

Figura 1.1- Indici di rischio;

Le compensazioni possono variare valore in base al limite temporale in cui sono applicate ponderandole sulla presenza del lavoratore in ore/anno. Vi è inoltre la possibilità di utilizzare una seconda compensazione derivante dalla presenza di rivelatori di atmosfere esplosive nella zona in esame. In sintesi, il valore totale Pia è dato dal prodotto degli indici finali delle singole fonti di innesco moltiplicato per il fattore di compensazione derivante dalla presenza di rivelatori di atmosfere esplosive. L'indice Pia può quindi assumere un valore numerico minimo di 1 sino ad un massimo di 5, corrispondente rispettivamente ad un giudizio di: probabilità basa, ridotta, media, alta e molto alta.

Probabilità che le sorgenti di innesco siano efficaci (Pie)

La valutazione della probabilità che le sorgenti di innesco siano efficaci avviene attraverso l'utilizzo della seguente matrice che combina l'energia d'innesco e la temperatura di autoaccensione delle sostanze coinvolte nella generazione dell'atmosfera esplosiva.

Matrici di stima del livello del rischio esplosione (MATRICE 1 e MATRICE 2)

Una volta stimate per ciascuna zona esplosiva le probabilità Pae, Pia, Pie si procede alla stima del livello di rischio esplosione per ciascun lavoratore, combinando le due seguenti matrici:

MATRICE 1 | Consente di stimare la probabilità che nella zona esplosiva siano presenti contemporaneamente l'atmosfera esplosiva (Pae) e fonti di innesco attive (Pia). Combinando PAE e PIA si può ottenere un indice di incidenza I che permette di valutare la matrice su 3 livelli crescenti di probabilità. Tale stima verrà successivamente utilizzata nel calcolo della MATRICE 2.

MATRICE 2 | Permette di stimare f, cioè la probabilità che nella zona esplosiva si verifichi un'esplosione, partendo dall'indice I ed intersecandolo al Pie in specifico grafico d'intersezione. Da ciò deriva uno dei valori di frequenza d'accadimento dell'evento, ovvero 1,2,4 oppure 8, frequenza rispettivamente estremamente improbabile, improbabile, poco probabile, probabile.

Stima della MAGNITUDO del danno

Al fine di completare l'algoritmo di valutazione, dopo aver individuato il valore di f, si ricerca il livello di magnitudo (M). Tale livello va ricercato su di una scala a 4 fasce, ad ognuna delle quali è associato un numero crescente con la gravità delle conseguenze. Applicando tale calcolo al reparto RS-1 si ottiene il seguente prospetto:

Locale	Presenza personale	Danno economico	Estensione esplosione	Zona rischio ATEX	MAGNITUDO
Reparto sintesi RS-1	continua	elevato	Area molto grande	Interna allo stabile, possibile reazione a catena	gravissima
Serb. di transito	sporadica	non trascurabile	limitata	Limitrofa altre zone	grave
Parco serb.	sporadica	non trascurabile	limitata	Limitrofa altre zone	grave
Serb.Blow-Down	sporadica	non trascurabile	limitata	Limitrofa altre zone	grave
Locale GPC	Non continuativa	rilevante	limitata	Limitrofa altre zone	grave

Tabella 1.1- Prospetto Reparto di Sintesi-1;

Calcolo dell'algoritmo finale del livello di rischio di esplosione

Con i valori di M ed f trovati si entra nella matrice finale e si ricava una stima conclusiva del rischio d'esplosione in ambiente lavorativo. In base al valore numerico ottenuto si avrà un'interpretazione del risultato come segue:

- 32-64: stima finale di rischio elevata ed estensione dell'area rilevante, il rischio può essere tenuto sotto controllo con misure tecniche e sistemi di gestione della sicurezza.
- 16-8: stima finale del rischio media ed estensione dell'area poco rilevante, il rischio può essere tenuto sotto controllo con misure preventive e protettive specifiche.
- 4: stima finale del rischio bassa ed estensione dell'area irrilevante, il rischio può essere tenuto sotto controllo senza particolari misure preventive e protettive specifiche.
- 2-1: stima finale del rischio minima ed estensione dell'area non apprezzabile, il rischio di esplosione è remoto.

RISULTATI

L'applicazione di tutto ciò che è stato appena descritto al caso di studio porta ai seguenti risultati:

Area	Sostanza Infiam.	Classificazione	Valutazione del Rischio			
			Frequenza	Magnitudo	Livello	Rischio di esplosione
Reparto sintesi RS-1	ACETONE, METANOLO, ISOPROPANOLO, NBU-TANOLO, SEC-BUTANOLO TOLUOLO, EPTANO, ETANOLO, ETILE ACETATO, TERTBUTILAMMINA.	Pompe/ Flange e Valvole ZONA 1	Estremamente improbabile F=1	Gravissima M=8	8	MEDIO
		Centrifughe ZONA 2				
		Altre aree ZONA 2				
Serbatoi di transito RS-1	ETANOLO, TERTBUTILAMMINA, SEC-BUTANOLO, POTASSIO METILATO IN METANOLO	ZONA 2	Estremamente improbabile F=1	Grave M=4	4	BASSO
Parco serbatoi RS-1	ACIDO FORMICO, METANOLO E ACQUE MADRI DI CENTRIFUG-AZIONE	ZONA 2	Estremamente improbabile F=1	Grave M=4	4	BASSO
Serbatoi di Blow-Down RS-1	POTENZIAL-MENTE TUTTI I SOLVENTI UTILIZZATI IN RS-1.	ZONA 2	Estremamente improbabile F=1	Grave M=4	4	BASSO
Locale impianto GPC	METANOLO, ACIDO ACETICO, POTASSIO METILATO AL 30% SOL. IN METANOLO	Intero Locale ZONA 1	Estremamente improbabile F=1	Grave M=4	4	BASSO
		Area Esterna ZONA 2				

Tabella 1.2- risultati valutazione RS-1;

Sulla base della valutazione del rischio effettuata si procede infine alla programmazione delle misure da attuare per la riduzione o il mantenimento a livello del rischio calcolato.

Misure di prevenzione e protezione adottate

Applicate tutte le idonee misure tecniche di prevenzione (sostituzione di sostanze infiammabili con altre meno pericolose ma con equivalenti proprietà fisico- chimiche, inertizzazione, impianto di ventilazione, eliminazione delle sorgenti di emissione, concentrazione della sostanza al di fuori dei limiti di esplosibilità, temperatura delle sostanze al di sotto delle specifiche temperature di infiammabilità, idonea pulizia delle apparecchiature) e di protezione (contenitori delle sostanze resistenti all'esplosione, DPI e scarico dell'esplosione stessa tramite disco di rottura) si può ancora operare sul cosiddetto "fattore umano", introducendo diverse misure di carattere organizzativo quali: informazione, formazione, addestramento dei lavoratori, segnaletica di sicurezza, istruzioni e procedure da rispettare.

Per quanto concerne la segnaletica di sicurezza è importante che in prossimità di ogni zona pericolosa, sia affissa e sia composta da pittogrammi ed istruzioni in testo scritto, che avvertano l'operatore sui comportamenti da tenere in prossimità delle zone pericolose.

Oltre ai segnali il perimetro delle zone pericolose deve essere delimitato da una riga di colore giallo.

In corrispondenza delle zone con pericolo di esplosione deve inoltre essere esposto un cartello che ne segnali la presenza.

Il cartello segnalatore deve rispondere alla specifica dettagliata nella direttiva 99/92/CE - D.lgs. 81/01 (scritta nera su sfondo giallo).

L'informazione e la formazione del personale è garantita su come:

- Eseguire le varie fasi di lavorazione secondo quanto specificato nelle relative procedure;
- Utilizzare i dispositivi di protezione individuale indicati;
- Accedere alle zone pericolose indossando indumenti e calzature adatti al luogo;
- Utilizzare solamente attrezzi adatti all'utilizzo in zone con presenza di miscela esplosiva;
- Segnalare qualsiasi condizione anomala riscontrata in corrispondenza degli impianti, quali la rottura di un'apparecchiatura, una perdita di sostanza pericolosa, o l'intervento di un sistema di allarme;
- Divieto di fumare o usare fiamme libere in tutti i luoghi chiusi dove siano presenti zone classificate e ad una distanza di almeno 5 metri dalle zone classificate in luogo aperto;
- Divieto di introdurre nelle zone classificate oggetti o apparecchiature che non siano strettamente necessari al processo di lavorazione;

Vi sono poi ulteriori norme comportamentali da applicare esclusivamente durante le attività di manutenzione ordinaria e/o straordinaria quali:

- Esecuzione del lavoro dopo essersi accertati che nelle zone non vi siano sostanze pericolose o in condizioni tali da generare un'atmosfera esplosiva;
- Riattivazione delle misure di prevenzione contro le esplosioni prima della messa in funzione dell'impianto, al termine della manutenzione;
- Attivazione dei sistemi di ventilazione prima, durante e dopo la manutenzione;

DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

Il lavoro svolto nell'ambito del presente articolo, in merito alla valutazione del rischio d'esplosione dovuto alla presenza di gas, vapori o nebbie e/o polveri combustibili evidenzia, da una parte, l'importanza e l'utilità di un efficace percorso di individuazione delle sorgenti di rischio, studio, valutazione e conoscenza di esse, messa in atto di misure preventive e se non sufficienti protettive da attuare nel tempo mentre, d'altra parte, un importante limite presente nell'algoritmo di valutazione utilizzabile.

Con ciò si riporta allo studio effettuato nel Reparto di sintesi RS-1 (Pompe e Flange, Centrifughe), nel quale, pur applicando tutte le misure tecnico-organizzative esistenti e, pertanto, entrambe le compensazioni possibili, il rischio ATEX rimane di valore "medio", se pur border-line con il valore "basso", ovvio obiettivo da raggiungere.

Tale risultato è certamente vincolato da fattori irriducibili, quali: la presenza continua di lavoratori, l'eventuale danno economico alto, l'estensione dell'area dell'ipotetica esplosione.

Pur implementando misure preventive per ognuno di questi fattori che danno un livello di magnitudo "gravissimo" l'algoritmo di valutazione reputa l'area a rischio.

Tale algoritmo non può, ovviamente, conoscere però fattori che necessariamente influenzano la reale valutazione del reparto.

In altre parole, la matrice matematica non potrà mai avere percezione, ad esempio, di "near miss" o della storia infortunistica dell'area, o ancora di passati accessi ispettivi ed eventuali prescrizioni, della reale informazione, formazione ed addestramento dei lavoratori e delle campagne atte a trasmettere al lavoratore precise norme comportamentali da tenere in un contesto di produzione.

Considerando l'assenza nel calcolo scientifico di tali fattori e conoscendo la storia aziendale recente, ed infine trovandosi comunque in situazione border-line, si conclude la tesi di laurea sottolineando la possibilità di avere un controllo globale del rischio esplosione nel reparto oggetto di studio equivalente a quella che il sistema di calcolo auspica nella situazione più favorevole, pertanto tendente al "rischio basso".

BIBLIOGRAFIA

1. EN 60079-10 (CEI 31-30) "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per presenza di gas - Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi".
2. GUIDA CEI 31-35 "Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas – Guida all'applicazione della norma EN60079 10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi".
3. GUIDA CEI 31-35/A "Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas – Guida all'applicazione della norma EN60079 10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi - Esempi di applicazione".
4. EN 50281-3 (CEI 31-52) "Costruzioni elettriche destinate all'uso in ambienti con presenza di polvere combustibile. - Parte 3: Classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili";
5. GUIDA CEI (CEI 31-56) Guida all'applicazione della norma EN 50281-3 (CEI 31-52);
6. CEI 64-2 "Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione - Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive" - cap. IV relativo ai luoghi di classe 0;
7. Direttiva 94/9/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 marzo 1994, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (OJ L21 26/01/2000).
8. Direttiva 1999/92/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 1999 relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (OJ L23 28/01/2000).
9. D.P.R. 23 marzo 1998, n. 126 G.U. n. 101 del 04/05/1998 - 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.

10. D.lgs. n. 81 del 09/04/2008 e s.m.i. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
11. Linee guida ATEX. Linee guida per l'applicazione della direttiva 94/9/CE del Consiglio del 23 marzo 1994, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva, settembre 2012 (pubblicate dalla Commissione Europea).
12. Guida di buona pratica non vincolante per l'implementazione della Direttiva 1999/92/CE, del gennaio 2003 (pubblicata dalla Commissione Europea, 2008)
13. Elettricità statica - Pericoli di innesco e misure di protezione - ISSA 1997.
14. Guida pratica per la preparazione di un documento per la protezione contro le esplosioni - ISSA 2006.
15. Il rischio di esplosione, misure di protezione ed implementazione delle Direttive ATEX 94/9/CE e 99/92/CE 76.
16. EU Project N° SMT4-CT97-2169: Methodology for the Risk Assessment of Unit Operations and Equipment for Use in Potentially Explosive Atmospheres.
17. M. Carescia: La nuova legislazione sui luoghi con pericolo di esplosione, Ed. TNE S.r.l.
18. COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE DEL 25.8.2003 COM (2003) 515, relativa alla Guida di buone prassi a carattere non vincolante per l'attuazione della direttiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive.
19. Articolo "Atmosfere esplosive"-Arturo Cavaliere-Ambiente e Sicurezza sul lavoro 9/2011.
20. Opuscolo "Esplosioni-Pericoli e misure di protezione"-SUVapro
21. Opuscolo "Protection mode-Explosion Resistant Design"-SuvEx
22. G. Petrozzi, M. Sordilli: "Atmosfere esplosive: quadro normativo e sintesi delle procedure operative" - Seminario Contarp 2005