

#### 4.4 *INCENDIO ED ESPLOSIONI*

L'incendio è una combustione che si sviluppa in modo incontrollato nel tempo e nello spazio. L'esplosione è una combustione a propagazione molto rapida con violenta liberazione di energia. Può avvenire solo in presenza di gas, vapori o polveri combustibili di alcune sostanze instabili e fortemente reattive o di materie esplosive. La liberazione violenta di energia (in un tempo dell'ordine del millesimo di secondo) provoca delle pressioni molto forti che hanno degli effetti distruttivi enormi: deflagrazione con una velocità inferiore a quella del suono, detonazione con una velocità superiore a quella del suono.

Tali rischi sono correlati a numerose attività di laboratorio. Ad esempio, molte sostanze (materie prime e solventi), possono emettere vapori che in miscela con l'aria possono incendiarsi o addirittura esplodere. Le informazioni specifiche sul comportamento delle sostanze sono riportate sulle loro schede di sicurezza. Si ribadisce l'importanza di conoscere perfettamente le informazioni contenute in esse prima di maneggiare qualunque reagente chimico.

##### 4.4.1 **Principi della combustione**

La combustione è una reazione chimica di ossidazione accompagnata da sviluppo di luce e calore, con o senza fiamma. Tali reazioni sono dette combustioni vive, mentre sono dette combustioni lente quelle che per la lentezza con cui si verificano non danno luogo ad emissione di luce e a fenomeni termici sensibili.

##### 4.4.1.1 *Elementi necessari per la combustione*

Per avere la combustione è necessaria la presenza di tre elementi che insieme costituiscono "il TRIANGOLO DELLA COMBUSTIONE":

- Un **COMBUSTIBILE**: è una sostanza capace di bruciare in presenza di comburente, fornendo energia termica. Il combustibile può essere solido, liquido o gassoso, naturale o artificiale;
- Il **COMBURENTE**: è la sostanza che aiuta a mantenere la combustione. In genere è l'ossigeno dell'aria, ma può essere costituito da altre sostanze es: nitriti, nitrati, cloro, perclorati, fluoro, ozono, permanganati, perossidi, ossidi (sostanze che hanno una quantità d'ossigeno sufficiente nella molecola);
- **L'INNESCO**: è l'energia iniziale che fa partire la combustione.

La mancanza di uno solo degli elementi impedisce che la combustione avvenga. In generale, le misure che vengono messe in atto per sopprimere una combustione agiscono in modo combinato sugli elementi del triangolo della combustione mediante:

- Esaurimento del combustibile (allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio d'incendio);
- Soffocamento della combustione (separazione del comburente dal combustibile o riduzione del comburente in aria);
- Raffreddamento (sottrazione di calore fino ad avere una temperatura inferiore a quella necessaria al mantenimento della combustione).



#### 4.4.1.2 I parametri fisici della combustione

I principali parametri fisici che caratterizzano la combustione sono:

- **la temperatura di accensione o di autoaccensione (°C):** è la minima temperatura alla quale la miscela combustibile-comburente inizia a bruciare spontaneamente in modo continuo senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno (es: alcool metilico 455°C);
- **la temperatura teorica di combustione (°C):** è il più elevato valore di temperatura che è possibile raggiungere nei prodotti della combustione di una sostanza (es: idrogeno 2205°C);
- **l'aria teorica di combustione (mc):** è la quantità di aria necessaria per raggiungere la combustione completa di tutti i materiali combustibili (es: alcool etilico 7.5 Nmc/Kg);
- **potere calorifico (Mj/Kg o Mj/mc):** è la quantità di calore prodotta dalla combustione completa dell'unità di massa o volume di una determinata sostanza combustibile (es: alcool etilico 25 Mj/Kg);
- **temperatura d'infiammabilità (°C):** è la temperatura minima alla quale i liquidi combustibili emettono vapori in quantità tali da incendiarsi in caso d'innescamento (es: acetone -18°C; alcool etilico 13°C; alcool metilico 11°C);
- **limiti di infiammabilità (% su volume):** tali limiti individuano il campo d'infiammabilità all'interno del quale si ha, in caso d'innescamento, l'accensione e la propagazione della fiamma nella miscela. Si distinguono in:
  - **limite inferiore di infiammabilità:** la più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha accensione in presenza d'innescamento, per carenza di combustibile (es: acetone 2.5%; ammoniacca 15%; metano 5%);
  - **limite superiore di infiammabilità:** la più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha accensione in presenza di innescamento per eccesso di combustibile (es: acetone 13%; ammoniacca 18%; metano 15%);
- **limiti di esplosibilità (% su volume):** tali limiti individuano il campo d'esplosibilità all'interno del quale si ha, in caso d'innescamento, un'esplosione. Si distinguono in:
  - **limite inferiore di esplosibilità:** è la più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha esplosione in presenza d'innescamento;
  - **limite superiore di esplosibilità:** è la più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha esplosione in presenza d'innescamento.

#### 4.4.2 Le principali cause della combustione

Di seguito si riportano le cause d'incendio più frequenti sulla base delle rilevazioni statistiche.

##### 4.4.2.1 Cause di origine elettrica

Sono le più numerose (superiori al 30%) e sono dovute principalmente:

- a surriscaldamento dei cavi di alimentazione elettrica;
- a errato dimensionamento ovvero non corretto utilizzo di prese a spina;
- a corto circuiti;
- a scariche elettrostatiche;
- al carente stato di conservazione di cavi di alimentazione elettrica di apparecchi utilizzatori;
- apparecchiature (od impianti), tenute sotto tensione anche quando queste non sono in condizioni di essere utilizzate;
- a utilizzo di prolunghe per l'alimentazione di apparecchi elettrici portatili non idonee ovvero in scadenti condizioni di conservazione;
- a interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria non eseguiti in modo conforme alle norme, ovvero ai dettami di buona tecnica, ecc..

##### 4.4.2.2 Cause derivanti da negligenza dei lavoratori

- deposito o manipolazione non corretta di sostanze infiammabili o facilmente combustibili;
- inosservanza delle regole di prevenzione incendi, come il divieto di fumare, usare fiamme libere nelle aree in cui non è consentito;
- mancato utilizzo dei posacenere (nelle aree ove è consentito il fumo);
- utilizzo di apparecchi per il riscaldamento (stufette), in aree in cui non è consentito ovvero con carenze di manutenzione;
- utilizzo di bollitori, scaldavivande, fornelli elettrico a gas non autorizzati e/o in condizioni di conservazione non ottimali;
- uso di prolunghe per l'alimentazione di apparecchi elettrici, non idonee ovvero in condizioni non ottimali;
- deposito di materiali infiammabili in quantità difformi dal consentito;
- stoccaggio di prodotti infiammabili per la pulizia e l'igiene dei locali, non adeguatamente custoditi;
- utilizzo di prese volanti ovvero multi prese (ciabatte) non autorizzate e/o in condizioni di conservazione non ottimali;
- mancata rimozione di materiali combustibili obsoleti abbandonati nei luoghi di lavoro (come carta, cartone, materiali plastici, stracci, arredi lignei ecc.);
- manipolazione non consentita o non corretta di sostanze infiammabili ecc.

##### 4.4.2.3 Cause di origine termica dovute a macchine ed impianti

- surriscaldamento non previsto di componenti e/o "parti" di macchine ed impianti;
- anomalie dovute a carenze di manutenzione e/o lubrificazione;
- mancato funzionamento di termostati e/o di dispositivi di sicurezza ad essi collegati;
- ostruzione di aperture di ventilazione necessarie al raffreddamento di macchine ed impianti.

#### 4.4.2.4 Cause dovute ad anomalie di funzionamento di macchine ed impianti

- perdite di gas, liquidi o vapori infiammabili, dovute al cattivo funzionamento di componenti delle apparecchiature;
- inosservanza delle modalità d’utilizzo fornite dal fabbricante;
- abbandono, in prossimità di macchine e impianti, di materiali infiammabili o facilmente combustibili;
- carenze di manutenzione e/o lubrificazione ovvero da interventi di riparazione e/o sostituzione di pezzi, non conformi a quanto previsto dal fabbricante;
- mancato funzionamento dei dispositivi di sicurezza ed allarme ecc.

#### 4.4.2.5 Cause dovute ad azioni dolose

Le azioni dolose interessano principalmente le aree all’aperto, come quelle utilizzate per lo stoccaggio di materiali vari, di prodotti finiti ecc., che possono essere incendiati con relativa facilità ad opera di malintenzionati.

### 4.4.3 Classificazione degli incendi

Premesso che nella quasi totalità dei casi, il comburente è costituito dall’ossigeno presente nell’aria, le combustioni si distinguono per il combustibile e per la tipologia d’innesco.

#### 4.4.3.1 Classificazione degli incendi per tipologia di combustibile

Gli incendi vengono distinti in quattro classi secondo lo stato fisico del combustibile, con un’ulteriore categoria che tiene conto delle particolari caratteristiche degli incendi di natura elettrica e degli incendi di oli e grassi vegetali o animali.

- Classe A: incendi di materiali solidi (es: carta, legna, trucioli, stoffa, rifiuti, paglia, stracci unti, materie plastiche, tutto quanto forma brace);
- Classe B: incendi di liquidi infiammabili (es: benzina, alcool, olii minerali, vernici, petroli, alcoli);
- Classe C: incendi di gas infiammabili (es: metano, acetilene, propano, idrogeno, etilene);
- Classe D: incendi di metalli combustibili (es: magnesio, potassio, sodio);
- EX classe E: incendi dovuti ad impianti ed attrezzature elettriche sotto tensione (es: trasformatori, condensatori, motori, interruttori, quadri elettrici, apparecchiature alimentate elettricamente);
- Classe F: incendi dovuti ad apparecchi di cottura (es: cucine, stabilimenti alimentari, friggitorie).

Tale classificazione consente l’identificazione della classe di rischio d’incendio corrispondente ed il tipo di mezzi estinguenti da utilizzare. Di seguito una tabella di sintesi relativa ai diversi mezzi estinguenti che possono essere utilizzati contro le diverse classi d’incendio:

CLASSE	FUOCO	ESTINGUENTE
<b>CLASSE A</b>	Combustibili solidi organici che producono braci (legno, tessuto, carta, gomma e molte materie plastiche)	Acqua, schiuma e polveri chimiche
<b>CLASSE B</b>	Combustibili liquidi (oli combustibili, grassi, vernici, paraffina ecc.)	Schiuma, anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ) e polveri chimiche
<b>CLASSE C</b>	Combustibili gassosi (metano, GPL, propano, acetilene, ecc.)	Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ) polveri chimiche, sostituti degli idrocarburi

<b>Università Politecnica delle Marche</b> Dipartimento di Scienze della Vita e dell’Ambiente	<b>MANUALE DELLA SICUREZZA</b> a cura del Dott. L. Lambertucci RSPP-DISVA
--	--

		alogenati
<b>CLASSE D</b>	Metalli (Al, Mg, Na, Ca, K)	Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ) e polveri chimiche
<b>Ex CLASSE E</b> (Essere sotto tensione è solo una condizione e pertanto la Ex Classe E non è una classe di fuoco)	Apparecchiature elettriche in tensione che richiedono estinguenti dielettrici non conduttori	Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ), polveri chimiche, sostituti degli idrocarburi alogenati
<b>CLASSE F</b>	Mezzi di cottura (olio da cucina e grassi vegetali o animali) in apparecchi di cottura	Schiuma, PROKF

#### 4.4.3.2 Tipologia di sorgenti d’innescio

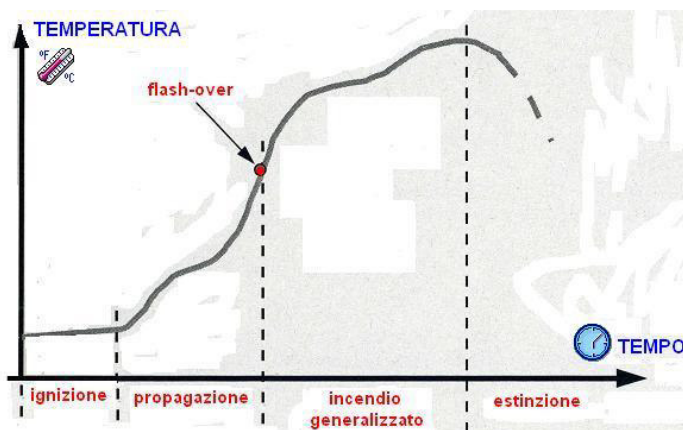
- accensione diretta: quando una fiamma, una scintilla o altro materiale incandescente entra in contatto con materiale combustibile in presenza di legno (es: operazioni di taglio e saldatura; fiammiferi e mozziconi di sigaretta; lampade e resistenze elettriche; scariche elettrostatiche ed elettriche; particelle incandescenti (brace) provenienti da un focolaio preesistente; fiamme libere come quelle dei bunsen);
- accensione indiretta: quando il calore d’innescio avviene nelle forme di convezione, conduzione e irraggiamento termico (es: correnti d’aria calda generate da incendio e diffuse attraverso i locali degli edifici; propagazione attraverso elementi metallici strutturali degli edifici; superfici e punti caldi come quelli delle piastre riscaldanti da laboratorio);
- attrito: quando il calore è prodotto dallo sfregamento di due materiali (es: malfunzionamento di parti metalliche rotanti quali cuscinetti, motori, urti; rottura violenta di materiali metallici);
- autocombustione o riscaldamento spontaneo: quando il calore necessario è prodotto dallo stesso combustibile come ad esempio lenti processi di ossidazione, reazioni chimiche, decomposizioni esotermiche in assenza d’aria, azione biologica (es: cumuli di carbone; stracci o segatura imbevuti d’olio di lino; polveri di ferro o nichel; fermentazione dei vegetali; innalzamento della temperatura dovuto alla compressione dei gas; reazioni chimiche).

#### 4.4.4 Dinamica dell’incendio

Nell’evoluzione di un incendio si possono individuare quattro fasi caratteristiche:

- Fase di ignizione, che dipende dai seguenti fattori
  - infiammabilità del combustibile;
  - possibilità di propagazione della fiamma;
  - grado di partecipazione al fuoco del combustibile;
  - geometria e volume degli ambienti;
  - possibilità di dissipazione del calore nel combustibile;
  - ventilazione dell’ambiente;
  - caratteristiche superficiali del combustibile.
- Fase di propagazione, caratterizzata da:
  - produzione di gas tossici e corrosivi;
  - riduzione della visibilità a causa dei fumi di combustione;
  - aumento della partecipazione alla combustione dei combustibili solidi e liquidi;

- aumento rapido delle temperature;
- aumento dell'energia di irraggiamento.
- Incendio generalizzato (flash over), caratterizzato da:
  - brusco incremento della temperatura;
  - crescita esponenziale della velocità di combustione;
  - forte aumento di emissioni di gas e di particelle incandescenti, che si espandono e vengono trasportate in senso orizzontale e soprattutto ascensionale. Si formano zone di turbolenze visibili;
  - i combustibili vicini al focolaio si autoaccendono, quelli più lontani si riscaldano e raggiungono la loro temperatura di combustione con produzione di gas infiammabili.
- Estinzione e raffreddamento:
  - quando l'incendio ha eliminato tutto il materiale combustibile le temperature cominciano a scendere per effetto del decremento dell'apporto termico residuo e della dissipazione di calore attraverso fumi e fenomeni di conduzione termica.



#### 4.4.5 Effetti dell'incendio sull'uomo e sui materiali dell'area interessata

Al verificarsi dell'incendio, la combustione genera vari prodotti estremamente pericolosi per l'uomo:

- fiamme;
- calore;
- fumi;
- gas tossici della combustione (ossido di carbonio, anidride carbonica, idrogeno solforato, anidride solforosa, ammoniacca, acido cianidrico, acido cloridrico, perossido d'azoto, aldeide acrilica, fosgene).

##### 4.4.5.1 I principali effetti sull'uomo

- l'anossia a causa della diminuzione dell'ossigeno nell'aria per la combustione e dell'azione di gas come l'ossido di carbonio e l'anidride carbonica;
- l'azione tossica dei gas prodotti nella combustione;
- la riduzione della visibilità a causa del fumo, che impedisce la fuga dall'area interessata dall'incendio;

- l'azione termica: le fiamme che causano ustioni; l'esposizione a calore elevato che causa un innalzamento della temperatura corporea a livelli insostenibili; la respirazione di aria caldissima che può determinare l'arresto respiratorio.

#### 4.4.5.2 *I principali effetti sui materiali*

- collasso delle strutture;
- l'esplosione che può avere luogo quando gas, vapori o polveri infiammabili, entro il loro campo d'infiammabilità, vengono innescati da una fonte avente sufficiente energia. In particolare, in un ambiente chiuso saturo di gas, vapori o polveri, l'aumento della temperatura dovuto al processo di combustione sviluppa un aumento di pressione che può arrivare fino ad otto volte la pressione iniziale;

#### 4.4.6 **I principi della prevenzione incendi**

- Misure di tipo tecnico
  - realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte;
  - messa a terra di impianti, strutture e masse metalliche, al fine di evitare la formazione di cariche elettrostatiche;
  - realizzazione di impianti di protezione contro le scariche atmosferiche a regola d'arte;
  - ventilazione degli ambienti in presenza di vapori, gas o polveri infiammabili;
  - adozione di dispositivi di sicurezza (sistemi di rilevazione incendi, sistemi per lo spegnimento automatico di incendi, ecc).
- Misure di tipo organizzativo-gestionale
  - rispetto dell'ordine e della pulizia;
  - controlli sulle misure di sicurezza;
  - predisposizione di un regolamento interno sulle misure di sicurezza da osservare;
  - informazione e formazione dei lavoratori;
  - apporre opportuna segnaletica antincendio negli ambienti di lavoro;
  - il quantitativo dei materiali infiammabili o facilmente combustibili deve essere limitato a quello strettamente necessario per la normale conduzione dell'attività e tenuto lontano dalle vie di esodo. I quantitativi in eccedenza devono essere depositati in appositi locali o aree destinate unicamente a tale scopo;
  - le sostanze infiammabili, quando possibile, devono essere sostituite con altre meno pericolose;
  - il deposito di materiali infiammabili deve essere realizzato in luogo isolato o in locale separato dal resto tramite strutture resistenti al fuoco e vani di comunicazione muniti di porte resistenti al fuoco;
  - i lavoratori che manipolano sostanze infiammabili o chimiche pericolose devono essere adeguatamente addestrati sulle misure di sicurezza da osservare. I lavoratori devono essere anche a conoscenza delle proprietà delle sostanze e delle circostanze che possono incrementare il rischio di incendio;
  - i materiali di pulizia, se combustibili, devono essere tenuti in appositi ripostigli o locali;
  - i generatori di calore devono essere utilizzati in conformità alle istruzioni dei costruttori. Speciali accorgimenti necessitano quando la fonte di calore è utilizzata per riscaldare sostanze infiammabili;

- i luoghi dove si effettuano lavori che possono sviluppare inneschi per incendi (es: scintille e fiamme libere) devono essere tenuti liberi da materiali combustibili ed è necessario tenere sotto controllo gli eventuali inneschi;
- i condotti di aspirazione di, forni, stufe o altre attrezzature ove si possono creare degli inneschi per incendi, devono essere tenuti puliti per evitare l'accumulo di grassi o polveri che si possono infiammare;
- i bruciatori delle apparecchiature e dei generatori di calore devono essere utilizzati e mantenuti in efficienza secondo le istruzioni del costruttore. Ove prevista, la valvola di intercettazione di emergenza del combustibile deve essere oggetto di manutenzione e controlli regolari;
- i lavoratori devono riservare istruzioni sul corretto uso delle attrezzature e degli impianti elettrici. Nel caso debba provvedersi ad una alimentazione provvisoria di una apparecchiatura elettrica, il cavo elettrico deve avere la lunghezza strettamente necessaria ed essere posizionato in modo da evitare possibili danneggiamenti;
- le riparazioni elettriche devono essere effettuate da personale competente e qualificato;
- i materiali facilmente combustibili ed infiammabili non devono essere ubicati in prossimità di apparecchi elettrici;
- deve essere rispettato il divieto di fumo in tutte le strutture;
- all'inizio della giornata lavorativa occorre assicurarsi che l'esodo delle persone dal luogo di lavoro sia garantito. Alla fine della giornata lavorativa deve essere effettuato un controllo per assicurarsi che le misure antincendio siano state poste in essere e che le attrezzature di lavoro, sostanze infiammabili e combustibili, siano messe al sicuro e che non sussistano condizioni per l'innescio di un incendio. Particolare attenzione deve essere prestata dove si effettuano lavori che comportano l'uso di calore e fiamme libere. Il luogo ove si effettuano tali lavori deve essere oggetto di preventivo sopralluogo per accertare che ogni materiale combustibile sia stato rimosso o protetto contro calore e scintille;
- le sostanze infiammabili devono essere depositate in luogo sicuro e ventilato. I locali ove tali sostanze vengono utilizzate devono essere ventilati e tenuti liberi da sorgenti di ignizione. Il fumo e l'uso di fiamme libere deve essere vietato quando si impiegano tali prodotti.
- le bombole di gas, quando non sono utilizzate, non devono essere depositate all'interno del luogo di lavoro;
- nei luoghi di lavoro dotati di impianti automatici di rivelazione incendi, occorre prendere idonee precauzioni per evitare falsi allarmi durante i lavori di manutenzione e ristrutturazione. Al termine dei lavori il sistema di rivelazione ed allarme deve essere provato. Particolari precauzioni vanno adottate nei lavori di manutenzione e risistemazione su impianti elettrici e di adduzione del gas combustibile;
- i rifiuti non devono essere depositati, neanche in via temporanea, lungo le vie di esodo (corridoi, scale, disimpegni) o dove possano entrare in contatto con sorgenti di ignizione;
- le aree del luogo di lavoro che normalmente non sono frequentate da personale (cantinati, locali deposito) ed ogni area dove un incendio potrebbe svilupparsi senza poter essere individuato appositamente, devono essere tenute libere da materiali combustibili non essenziali e devono essere adottate precauzioni per proteggere tali aree contro l'accesso di persone non autorizzate;
- i lavoratori addetti alla prevenzione incendi devono effettuare regolari controlli sui luoghi di lavoro finalizzati ad accertare l'efficienza delle misure di sicurezza antincendio. In proposito è opportuno predisporre idonee liste di controllo;



- specifici controlli vanno effettuati al termine dell'orario di lavoro affinché il luogo stesso sia lasciato in condizioni di sicurezza. In particolare: a) controllare che tutte le porte resistenti al fuoco siano chiuse, qualora ciò sia previsto; b) controllare che le apparecchiature elettriche, che non devono restare in servizio, siano messe fuori tensione; c) controllare che tutte le fiamme libere siano spente o lasciate in condizioni di sicurezza; d) controllare che tutti i rifiuti e gli scarti combustibili siano stati rimossi; e) controllare che tutti i materiali infiammabili siano stati depositati in luoghi sicuri;
- i lavoratori devono segnalare agli addetti alla prevenzione incendi ogni situazione di potenziale pericolo di cui vengano a conoscenza.

#### 4.4.7 I principi della prevenzione dalle esplosioni

Come precedentemente riportato, l'esplosione è una combustione a propagazione molto rapida con violenta liberazione di energia. Un'esplosione può avvenire alla presenza di:

- atmosfere esplosive: 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;
- sostanze esplosive: sostanze solide, liquide, pastose o gelatinose che, anche senza l'azione dell'ossigeno atmosferico possono provocare una reazione esotermica con rapida formazione di gas;

Ai sensi dell'ALL. XLIX del DLgs 81/08, ai fini della valutazione del rischio da atmosfere esplosive, si devono suddividere le diverse aree degli ambienti di lavoro in base al rischio di presenza di atmosfere esplosive. 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. La classificazione seguente (in applicazione agli artt. 258, 259, 262, 263 del DLgs 81/08) si basa sulla frequenza e durata della presenza di atmosfere esplosive in una determinata zona. Il livello dei provvedimenti da adottare in conformità dell' ALLEGATO L (DLgs 81/08), parte A, è determinato da tale classificazione:

- Zona 0: Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia;
- Zona 1: Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva, consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività;
- Zona 2: Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia o, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata;
- 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.

#### **4.4.7.1** *Obblighi generali secondo quanto riportato all'art. 291 del DLgs 81/08:*

Al fine di salvaguardare la sicurezza e la salute dei lavoratori, e secondo i principi fondamentali della valutazione dei rischi e quelli di cui all'articolo 289, il datore di lavoro prende i provvedimenti necessari affinché:

- dove possono svilupparsi atmosfere esplosive in quantità tale da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori o di altri, gli ambienti di lavoro siano strutturati in modo da permettere di svolgere il lavoro in condizioni di sicurezza;
- negli ambienti di lavoro in cui possono svilupparsi atmosfere esplosive in quantità tale da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori, sia garantito un adeguato controllo durante la presenza dei lavoratori, in funzione della valutazione del rischio, mediante l'utilizzo di mezzi tecnici adeguati.

#### **4.4.7.2** *Prescrizioni minime per il miglioramento della protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (ALL L DLgs 81/08):*

##### Osservazione preliminare

Le prescrizioni di cui al presente allegato si applicano:

- a) alle aree classificate come pericolose in conformità dell' ALLEGATO XLIX, 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;
- b) ad attrezzature in aree non esposte a rischio di esplosione che sono necessarie o contribuiscono al funzionamento delle attrezzature che si trovano nelle aree a rischio di esplosione.

##### 1. Provvedimenti organizzativi

###### 1.1. Formazione professionale dei lavoratori.

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

###### 1.2. Istruzioni scritte e autorizzazione al lavoro.

Ove stabilito dal documento sulla protezione contro le esplosioni:

- a) il lavoro nelle aree a rischio si effettua secondo le istruzioni scritte impartite dal datore di lavoro;
- b) 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 sono rilasciate prima dell'inizio dei lavori da una persona abilitata a farlo.

##### 2. Misure di protezione contro le esplosioni

2.1. Fughe e emissioni, intenzionali o no, di gas, vapori, nebbie o polveri combustibili che possano dar luogo a rischi di esplosioni sono opportunamente deviate o rimosse verso un luogo sicuro o, se ciò non è realizzabile, contenuti in modo sicuro, o resi adeguatamente sicuri con altri metodi appropriati.

2.2. Qualora l'atmosfera esplosiva contenga più tipi di gas, vapori, nebbie o polveri infiammabili o combustibili, le misure di protezione devono essere programmate per il massimo pericolo possibile.

2.3. Per la prevenzione dei rischi di accensione, conformemente all'articolo 289, si tiene 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.

- 2.4. 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.
- 2.5. 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 ridurre 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.
- 2.6. Se del caso, i lavoratori sono avvertiti con dispositivi ottici e acustici e allontanati prima che le condizioni per un'esplosione siano raggiunte.
- 2.7. Ove stabilito dal documento sulla protezione contro le esplosioni, sono forniti e 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.
- 2.8. Anteriormente all'utilizzazione per la prima volta di luoghi di lavoro che comprendono aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, è 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.
- 2.9. Qualora risulti necessario dalla valutazione del rischio:
  - a) 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;
  - b) gli apparecchi e sistemi di protezione a funzionamento automatico che si discostano dalle condizioni di funzionamento previste devono poter essere disinseriti manualmente, purché ciò non comprometta la sicurezza. Questo tipo di interventi deve essere eseguito solo da personale competente;
  - c) 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.
- 2.10. Nel caso di impiego di esplosivi è consentito, nella zona 0 o zona 20 solo l'uso di esplosivi di sicurezza antigrisutosi, dichiarati tali dal fabbricante e classificati nell'elenco di cui agli articoli 42 e 43 del decreto del Presidente della Repubblica 20 marzo 1956, n. 320. L'accensione delle mine deve essere fatta elettricamente dall'esterno. Tutto il personale deve essere fatto uscire dal sotterraneo durante la fase di accensione delle mine.
- 2.11. Qualora venga rilevata in qualsiasi luogo sotterraneo una concentrazione di gas infiammabile o esplosivo superiore all'1 per cento in volume rispetto all'aria, con tendenza all'aumento, e non sia possibile, mediante la ventilazione o con altri mezzi idonei, evitare l'aumento della percentuale dei gas oltre il limite sopraindicato, tutto

il personale deve essere fatto sollecitamente uscire dal sotterraneo. Analogo provvedimento deve essere adottato in caso di irruzione massiva di gas.

2.12. Qualora non sia possibile assicurare le condizioni di sicurezza previste dal punto precedente possono essere eseguiti in sotterraneo solo i lavori strettamente necessari per bonificare l'ambiente dal gas e quelli indispensabili e indifferibili per ripristinare la stabilità delle armature degli scavi. Detti lavori devono essere affidati a personale esperto numericamente limitato, provvisto dei necessari mezzi di protezione, comprendenti in ogni caso l'autoprotettore, i quali non devono essere prelevati dalla dotazione prevista dall'articolo 101 del decreto del Presidente della Repubblica n. 320 del 1956 per le squadre di salvataggio.

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

Qualora il documento sulla protezione contro le esplosioni basato sulla valutazione del rischio non preveda altrimenti, in tutte le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive sono 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, purché adatti, a seconda dei casi, a gas, vapori o nebbie e/o polveri:

- nella zona 0 o nella zona 20, apparecchi di categoria 1;
- nella zona 1 o nella zona 21, apparecchi di categoria 1 o di categoria 2;
- nella zona 2 o nella zona 22, apparecchi di categoria 1, 2 o 3.

#### 4.4.7.3 *Elementi di buona prassi di laboratorio contro il rischio di incendio ed esplosioni*

- L'utilizzo di sostanze infiammabili, potenzialmente esplosive o comunque violentemente reattive va sempre segnalato con appositi cartelli.
- Non tutte le miscele tra vapori di sostanze infiammabili ed aria sono pericolose, lo sono soltanto quelle in cui la miscela rientra in determinati rapporti vapori/aria, che definiscono un campo denominato appunto campo di infiammabilità (o di esplosività) fuori del quale l'incendio (o la deflagrazione) non si verifica. È quindi buona norma che chi utilizza delle sostanze infiammabili o combustibili, operi in condizione di ventilazione forzata (sotto cappa) in modo che la concentrazione dei vapori in miscela con l'aria rimanga sempre sotto il limite inferiore di infiammabilità (riportato sulla scheda di sicurezza). Evitare inoltre l'impiego di fiamme libere o qualsiasi forma di innesco dovuta ad apparecchiature elettriche.
- Nei laboratori di sintesi chimica, in presenza di sostanze infiammabili oppure di nuove reazioni non conosciute, si dovrà eliminare il potenziale pericolo di infiammabilità (o di esplosività) dovuto alla potenziale presenza di sostanze combustibili, infiammabili, facilmente infiammabili e altamente infiammabili, aria o altri comburenti gassosi (es: ossigeno o protossido d'azoto in bombole) o solidi/liquidi (permanganati, perclorati, nitrati, perossidi, acido nitrico o perclorico), di un potenziale innesco (scintille, cariche elettrostatiche, corpi incandescenti ecc.). Per eliminare questo pericolo le reazioni vanno condotte stabilizzando con gas inerti i recipienti di reazione (normalmente viene flussato azoto o argon).
- Oltre alle sostanze combustibili sopraccitate va posta particolare attenzione nella manipolazione di sostanze comburenti, che di per se non sono né combustibili né infiammabili ma che per la loro natura chimica possono, in determinate condizioni, fornire ossigeno e quindi favorire la combustione di altre sostanze.

- Un ulteriore rischio di incendio può derivare da una cattiva manutenzione di apparecchiature e circuiti elettrici. La manutenzione deve essere effettuata nel rispetto delle norme vigenti e delle indicazioni del costruttore, da personale abilitato.
- Nel caso si utilizzino sostanze altamente infiammabili e potenzialmente esplosive è opportuno tenere nei laboratori quantità minime di queste sostanze e comunque toglierle dai banconi di lavoro appena possibile. Tali sostanze vanno conservate in appositi armadi di sicurezza.
- Non usare fiamme libere nelle vicinanze di sostanze infiammabili o esplosive.
- Non usare spruzzette di plastica per liquidi infiammabili.
- L'uso di eteri e sostanze volatili va effettuato sempre sotto cappa e va segnalato con appositi cartelli.
- Gli eteri a contatto con l'aria formano perossidi. Prima di effettuare una distillazione o una evaporazione l'etere va saggiato per la presenza di perossidi e se presenti, vanno eliminati. La condensazione anomala di vapori altamente infiammabili come quelli dell'etere può produrre un'atmosfera esplosiva. Una eventuale distillazione di questa sostanza va effettuata in cappe aspiranti adatte e di buona efficienza.

#### 4.4.8 Misure di lotta antincendio e gestione delle emergenze adottate dall'Università Politecnica delle Marche

In base all'allegato IX del DM 10/3/98, l'Università Politecnica delle Marche è classificata globalmente come attività a rischio incendio elevato (scuole di ogni ordine e grado con oltre 1000 persone presenti). Di seguito si riportano le principali misure adottate nell'Ateneo:

- Misure di tipo tecnico
  - gli edifici sono dotati di impianti di rilevazione e segnalazione incendi. Gli impianti sono predisposti per trasmettere esternamente l'emergenza tramite combinatori telefonici collegati alla vigilanza ed al Global Service;
  - nelle strutture sono installate manichette, estintori a polvere e CO<sub>2</sub>, attacchi VVF;
  - ove previsto, nei laboratori didattici e di ricerca sono presenti sensori di rilevazione di gas metano;
  - all'interno degli edifici sono presenti e segnalate le vie di fuga e le uscite d'emergenza;
  - nei locali, lungo le vie di fuga ed in corrispondenza delle uscite d'emergenza sono installate luci d'emergenza;
  - l'Ateneo, tramite gli uffici tecnici, garantisce sullo stato in sicurezza di edifici ed impianti con le relative verifiche di controllo da parte degli enti preposti e la sicurezza contro l'incendio con il rilascio dei necessari Certificati di Prevenzione Incendi da parte dei VVF;
- Misure di tipo organizzativo-gestionale
  - è vigente il divieto di fumo in tutte le strutture;
  - all'interno degli edifici sono affisse: la cartellonistica antincendio indicante i presidi antincendio (estintori, manichette, pulsanti d'emergenza, attacchi VVF, ecc), le vie di esodo e le uscite d'emergenza; le planimetrie per l'emergenza; cartelli informativi riportanti le procedure da adottare ed i numeri di telefono necessari in caso d'emergenza;
  - sono state istituite squadre d'emergenza per plesso d'edifici (Ingegneria, Scienze, Agraria, Medicina, Economia, Amministrazione centrale, Azienda agraria) i cui membri sono formati contro il rischio d'incendio elevato e per il primo soccorso. Tali squadre sono incaricate della sorveglianza antincendio e sono deputate

alla gestione delle emergenze ed all'evacuazione degli edifici nei propri plessi. La gestione delle squadre antincendio è affidata agli uffici competenti dell'Ateneo;

- la Ripartizione Sicurezza ed Ambienti di Lavoro redige i piani d'emergenza vigenti nei diversi plessi dell'Ateneo;