

I prodotti chimici presentano una grande varietà di comportamenti a contatto con il fuoco, gli incendi nei laboratori sono quindi molto più facili da prevenire che da spegnere.

La prevenzione incendi si deve effettuare sia in forma passiva, più che altro in sede progettuale o, al più tardi, organizzativa, che in forma attiva, anche durante l'attività di tutti i giorni.

La prevenzione passiva agisce sulle caratteristiche costruttive degli edifici ed in particolare sui materiali di costruzione, sui mezzi estinguenti, sul dimensionamento e la collocazione di scale, passaggi e altre vie di esodo.

Scopo della prevenzione attiva, invece, è eliminare o ridurre gli elementi o le situazioni che possono determinare l'incendio stesso.

La protezione dagli incendi consiste invece in quelle attrezzature e quelle misure organizzative che intervengono a limitare il danno a causa di un incendio già in atto quando, perciò, la prevenzione non è stata sufficiente.

LA PREVENZIONE PASSIVA

La struttura

In sede progettuale riveste particolare importanza la scelta dei materiali da impiegare in un laboratorio chimico. Nelle scale e negli ambienti con notevoli carichi di incendio si devono evitare le strutture metalliche, soprattutto se portanti, e privilegiare l'utilizzo del cemento armato che alle alte temperature mantiene tutte le proprietà.

La compartimentazione delle aree a rischio permette un'agevole evacuazione e, al tempo stesso, impedisce la propagazione immediata dell'incendio. In quest'ottica il laboratorio deve essere separato dall'edificio da muri, porte, soffitti e pavimenti REI 90-120, vale a dire in grado di impedire la propagazione dell'incendio per 90-120 minuti (R: resistenza al fuoco, E: tenuta al fumo, I: resistenza all'irraggiamento). Analogamente le pareti divisorie interne devono essere di classe 0 di reazione al fuoco (incombustibili).

Anche gli arredi, le cappe e tutti gli altri materiali dovrebbero essere in materiale incombustibile.

Se il laboratorio viene dotato di areazione meccanica le tubazioni dell'impianto di condizionamento devono essere in materiale incombustibile e resistente al fuoco; qualora attraversino le compartimentazioni necessiteranno di protezioni per bloccare le fiamme con valvole di tiraggio chiudibili automaticamente.

Il sistema antincendio

Deve essere previsto un sistema antincendio idrico adeguatamente dimensionato al carico di incendio da estinguere e all'area da proteggere, dotato di idranti a colonna all'esterno dell'area e cassette di tipo UNI nell'edificio contenenti manichetta e lancia. In determinati casi si potranno installare impianti fissi di spegnimento, del tipo "Sprinkler" o a biossido di carbonio, che potranno essere centralizzati e automatici solo quando nel laboratorio siano assolutamente impossibili incendi incompatibili con questi mezzi estinguenti. Prima di azionare questi dispositivi è necessario chiudere le porte e le finestre dell'ambiente, per quanto è possibile.

In un laboratorio chimico con utilizzo di rilevanti quantità di infiammabili è raccomandabile un impianto di rilevazione fumi con sensori idonei al tipo di incendio più probabile (in genere si tratta di semplici rilevatori di fumo che si basano sul principio della cellula fotoelettrica).

Passaggi e vie d'esodo

La larghezza libera di tutti i passaggi (porte, corridoi, varchi e scale) dell'edificio contenente laboratori chimici con rilevanti quantità di infiammabili deve essere di almeno 120 cm, se per il passaggio in questione devono scappare più di 100 persone si aggiungano 60 cm ogni 50 persone. Si tenga presente che la normativa richiede flussi inferiori per i piani più lontani dal terra.

I corridoi ciechi non possono eccedere i 15 m di lunghezza e, all'interno del laboratorio, si devono eliminare le zone a fondo di sacco e quindi, più in particolare, si devono prediligere i banconi di lavoro di tipo "a isola" o "a muro".

Le vie e uscite di emergenza devono avere un'altezza minima di m 2.00 e devono sempre rimanere sgombre. Se un architrave o un gradino o altro ostacolo possono intralciare la fuga si consiglia di segnarli con le apposite bande gialle e nere. Tutte le porte, le scale e i corridoi devono essere segnalati con simboli di sicurezza visibili anche al buio. Qualsiasi posto di lavoro deve distare dal luogo sicuro non più di 30-40 m nel caso di lavorazioni ordinarie, per le lavorazioni pericolose di un tipico laboratorio chimico la distanza massima scende a 18 m e devono essere previste due vie d'esodo contrapposte.

Le porte dei laboratori con più di cinque persone che presentano rischio di esplosione e/o incendio devono essere larghe almeno m 1.20 e in numero non inferiore a una ogni 5 lavoratori. Le porte attraversate dalle vie di esodo devono aprirsi nel senso dell'uscita, a semplice spinta; per questo motivo, durante l'attività, non devono assolutamente essere chiuse a chiave o con chiavistelli, catene e lucchetti, anche se le chiavi fossero visibili e disponibili in cassetine sotto vetro. Al di fuori dell'orario di lavoro è consentita la chiusura. Le porte dovrebbero essere costruite in modo da non intercettare le vie di esodo (con rientranza del muro), evitando le porte scorrevoli, girevoli e a doppio battente. Inoltre è necessario che le porte tagliafuoco abbiano la posizione di riposo in chiusura.

Gli edifici contenenti laboratori di ricerca dovrebbero limitarsi al solo pianterreno, se non è possibile le lavorazioni più pericolose andranno confinate nelle parti più isolate dell'edificio, adeguatamente compartimentate e dotate di scale indipendenti, esterne e "a giorno".

Le rampe di scale devono essere almeno una ogni 400 m², e comunque almeno due, contrapposte, per ogni edificio.

Per quanto riguarda ascensori e montacarichi, è necessario che siano compartimentati come le scale e che non comunichino direttamente con ambienti contenenti infiammabili.

L'impianto per gas tecnici

Tutto l'impianto di erogazione del metano e degli altri gas compressi deve essere ispezionabile in ogni sua parte e quindi costituito interamente da tubazioni esterne del colore corrispondente al gas (giallo per il metano). Devono essere dello stesso colore anche le maniglie e devono essere affissi cartelli esplicativi delle colorazioni. È importante che immediatamente fuori dalla porta si trovino i rubinetti generali di ogni gas, anch'essi nella colorazione a norma, in modo che per interrompere l'erogazione in caso di emergenza non si sia costretti a rientrare nel laboratorio.

I depositi

Quando i quantitativi di sostanze infiammabili presenti nell'edificio lo richiedano, deve essere predisposto un deposito di sostanze infiammabili, alla cui compartimentazione si provvederà con pareti e porte tagliafuoco. I locali devono essere efficacemente ventilati, con immissione d'aria naturale o forzata dall'alto e bocchette aspiranti a filo del pavimento e non possono trovarsi assolutamente in sotterranei. Il deposito di sostanze infiammabili è sempre preferibilmente isolato (obbligatoriamente nel caso di perossidi organici, DPR 302, 19.03.1956).

Caratteristiche analoghe dovranno avere i depositi bombole esterni all'edificio, con coperture in materiale di facile rottura. È assolutamente vietato costituire depositi di gas combustibili nei luoghi sotterranei. Gas combustibili e comburenti dovrebbero essere separati con muri resistenti al fuoco. Anche le bombole vuote devono essere chiaramente separate da quelle piene. Tutte le bombole devono essere sempre staffate a muro e trasportate con carrelli appositi. L'impianto elettrico deve essere del tipo antideflagrante.

All'interno dei laboratori chimici, comunque, vi deve sempre essere il minor numero possibile di bombole in utilizzo e nessuna, mai, in stoccaggio. Devono essere saldamente ancorate al muro. Gascromatografi, spettrofotometri e altre apparecchiature che necessitano più bombole saranno servite da una centralina in un'area isolata, per esempio una rampa di scale esterna, con l'opportuno sistema di decompressione.

LA PREVENZIONE ATTIVA

E' costituita da tutti quei provvedimenti di carattere principalmente organizzativo intesi ad impedire che si verifichi contemporaneamente la presenza dei tre fattori che causano un incendio: combustibile, comburente e innesco.

Tali fattori corrispondono alle definizioni di riducente, ossidante ed energia di attivazione nella visione più strettamente chimica delle reazioni radicaliche a catena coinvolte nell'incendio.

Il combustibile

In un laboratorio chimico sono da considerarsi combustibili, oltre agli arredi in legno e il materiale cartaceo anche tutti i prodotti chimici classificati come esplosivi e come facilmente infiammabili, sulle cui etichette compaiono i relativi simboli di pericolo in arancione, le frasi di rischio e i consigli di prudenza e sulle cui schede di sicurezza al punto 5 sono descritte le misure antincendio consigliate.

Si ricorda che sono definiti prodotti esplosivi tutte le sostanze e i preparati che possono esplodere per effetto della fiamma, o che sono sensibili agli urti e agli attriti più del dinitrobenzene.

I composti facilmente infiammabili invece sono le sostanze e i preparati che a contatto con l'aria o l'acqua, a temperatura normale e senza un ulteriore apporto di energia, possono riscaldarsi e infiammarsi, vale a dire nella fattispecie:

- prodotti liquidi con punto di scintilla inferiore a 21°C,
- prodotti solidi che possono facilmente infiammarsi per la rapida azione di una sorgente di accensione,
- prodotti gassosi che si infiammano a contatto con l'aria a pressione ambiente,
- prodotti che, a contatto con l'acqua o l'aria umida, sprigionano una quantità pericolosa di gas facilmente infiammabili.

Per quanto riguarda le norme di carattere organizzativo, si avrà cura di ridurre al minimo indispensabile la quantità di materiale infiammabile in laboratorio (ci si limiterà all'impiego giornaliero e comunque a non più di 10 litri per locale. Tali materiali verranno conservati in appositi armadi o reagentari realizzati in materiale resistente al fuoco (oltre che alle caratteristiche delle sostanze stoccate); questi arredi saranno aerati e dotati di recipienti raccoglitori agli scaffali e al fondo. Gli eventuali impianti di aspirazione di questi armadi dovranno essere analoghi alle cappe (cioè con condotti indipendenti rettilinei fino al tetto e aspirazione in cima).

Ogni lavorazione con liquidi e gas infiammabili sarà sempre eseguita sotto cappa aspirante (per la quale deve essere garantita una velocità dell'aria non inferiore a 0.5 m/s nelle sezioni libere). Si presterà particolare attenzione affinché la si utilizzi sempre accesa, sgombra e a pannello di protezione abbassato.

Il comburente

La definizione di prodotto comburente è: le sostanze e i preparati che, a contatto con altre - specialmente se infiammabili - provocano una forte reazione esotermica. Anche questi prodotti sono facilmente riconoscibili dal relativo simbolo di pericolo sull'etichetta in arancione e anche per essi si possono acquisire preziose informazioni dalle frasi di rischio e i consigli di prudenza sulle etichette e dal punto 5 delle schede di sicurezza. Tuttavia l'aria contiene circa il 20% di ossigeno, ossidante per eccellenza, dei tre fattori quindi il comburente è ineliminabile a meno che non si lavori in atmosfera inerte.

Facendo riferimento agli ossidanti più comuni in laboratorio, si presterà sempre particolare attenzione allo stoccaggio e all'uso separato delle bombole di ossigeno, di tutti gli ossidanti inorganici ed organici (ad esempio il permanganato di potassio, l'acqua ossigenata, i perossidi) e di tutte le sostanze con bilancio di ossigeno nullo o negativo. Un ottimo esempio è il nitrato di ammonio che decompone ad azoto, acqua ed ossigeno:



In caso di incendio, non solo questa reazione libera una grande quantità di calore, ma l'ossigeno prodotto contribuisce alle reazioni a catena alimentando la combustione.

Nel caso, infine, di reazioni condotte in atmosfera inerte, a maggior ragione si presterà attenzione al pericolo di introduzione di aria qualora si lavori con infiammabili o esplosivi.

L'innescò

Le possibilità di innescò di un incendio in un laboratorio chimico possono essere dovute all'impianto elettrico, alle fiamme libere o alle reazioni chimiche stesse inattese o sfuggite al controllo.

Per quanto riguarda l'impianto elettrico si tratta di impedire il fenomeno dell'arco elettrico in tutto l'ambiente e in particolare in prossimità delle lavorazioni pericolose e dello stoccaggio dei prodotti infiammabili o esplosivi. Quindi l'impianto elettrico di una cappa aspirante sotto la quale si utilizzino infiammabili deve essere interamente del tipo AD-PE, vale a dire protetto contro le esplosioni. Non sono esclusi i frigoriferi che, qualora ospitino infiammabili, non devono contenere alcuna parte in tensione (luce, termostato).

Nel resto del locale è necessario prestare particolare attenzione alla coerenza tra prese e spine; non sono ammesse: moltipliche, "ciabatte", spine non contrassegnate IMQ (o sigle europee equivalenti). Si ricorda che ogni strumento presente nel laboratorio non munito del simbolo di doppio isolamento (due quadrati concentrici) deve essere collegato a terra. Infine è consigliabile che tutte le alimentazioni superiori ai 1000W devono essere munite di interruttore onnipolare a monte della presa o, meglio, essere collegate direttamente alla rete.

I circuiti elettrici del laboratorio, comunque, devono essere alimentati da un quadro generale posto subito fuori dalla porta in modo che, in caso di emergenza, si possa interrompere la corrente senza tornare nel locale.

Se possibile le fiamme libere devono essere completamente eliminate; qualora la natura delle lavorazioni le richieda sarà necessario confinarle su banconi sgombri, mantenendo un'area di rispetto di raggio 150 cm priva di ogni infiammabile. Il metano sotto la cappa aspirante è sconsigliabile e comporta il divieto assoluto di utilizzarvi infiammabili. Si privilegeranno comunque i mantelli riscaldanti rispetto ai becchi Bunsen e il divieto di fumare sarà rigorosamente osservato. Infine tutti i forni, le stufe e le muffole devono essere considerati come fiamme libere.

Anche per quanto concerne il metano ed altri gas compressi (soprattutto se infiammabili, esplosivi o comburenti) deve essere possibile in ogni momento interrompere tutte le erogazioni del laboratorio da rubinetti generali posti immediatamente fuori dalla porta. E' buona norma comunque tenere questi rubinetti sempre chiusi e aprirli soltanto prima dell'uso (in caso di utilizzo sistematico si aprano all'inizio della giornata e non ci si dimentichi di chiuderli alla sera).

In linea di massima le reazioni chimiche che possono dare fiamme o esplosioni sono reazioni di ossidoriduzione esotermiche per le quali è sempre necessario uno scrupoloso controllo della temperatura (si rammenti che secondo l'equazione di Arrhenius la velocità di reazione aumenta esponenzialmente con l'incremento della temperatura). Si presterà quindi particolare attenzione all'efficienza dei sistemi di riflusso, delle camicie riscaldanti, degli agitatori e non si lavorerà mai con quantitativi superiori alla mole e con concentrazioni maggiori del 10%, neanche nelle "preparative".

I quantitativi e le concentrazioni dovranno essere molto inferiori nell'utilizzo di catalizzatori e nel caso delle reazioni "pilota" o esplorative, prima di queste ultime si consulteranno le schede di sicurezza per i reagenti in commercio e si stabiliranno le proprietà chimiche e fisiche per i reagenti preparati (punto di infiammabilità, temperatura di ignizione...), sostituendo se necessario le sostanze troppo pericolose.

I gas compressi

Un'attenzione particolare deve essere riservata agli impianti ed alle bombole di gas compressi sia che siano combustibili o comburenti, e quindi in grado di partecipare attivamente alle combustioni, sia che non lo siano, in quanto il pericolo di scoppio connesso alle alte pressioni aumenta considerevolmente in caso di incendio.

Tutte le tubazioni, le maniglie e le ogive delle bombole devono riportare il loro colore distintivo, allo scopo di facilitare gli interventi in caso di emergenza.

I colori che contraddistinguono le miscele di due gas sono ottenuti colorando l'ogiva, la tubazione etc. a fasce alterne dei due colori componenti (es.: l'aria è a fasce bianche e nere).

Analogamente ai gas compressi, anche le tubazioni degli impianti dell'acqua, del condizionamento, del metano per uso civile ("gas di città") e così via hanno dei colori distintivi.

LA PROTEZIONE

Il D. Lgs.81/08 obbliga alla designazione di lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, tali lavoratori devono essere adeguatamente formati e informati così che possano intervenire prontamente in caso di emergenza.

I mezzi antincendio di pronto intervento sono in genere idranti ed estintori e devono essere controllati periodicamente (anche gli eventuali rilevatori di fumo) e sempre mantenuti in perfetta efficienza e facilmente accessibili. In queste condizioni, sebbene non esista una procedura universalmente accettata, per un incendio di modeste proporzioni in un laboratorio chimico si possono consigliare le seguenti misure:

- allontanare il personale (soprattutto gli studenti)
- interrompere la corrente elettrica e l'erogazione del metano (e di altri gas compressi, se presenti) agendo sui comandi generali del laboratorio
- allontanare le sostanze e le attrezzature pericolose
- intervenire con i mezzi antincendio
- avvertire il servizio antincendio e il servizio sanitario

Per un efficace intervento occorre attaccare il fuoco contemporaneamente da diversi punti e indirizzare il getto della sostanza estinguente direttamente alla base della fiamma (sede delle reazioni di combustione). Per quanto riguarda l'evacuazione del personale, deve comunque avvenire mediante le scale (mai con gli ascensori), ricordandosi assolutamente di chiudere le porte tagliafuoco dietro di sé.

Tutti i dispositivi antincendio devono essere sempre immediatamente reperibili, devono essere opportunamente segnalati e il loro accesso non deve essere ostacolato da materiali di deposito in nessun modo. Tutti coloro che lavorano nel laboratorio devono essere adeguatamente informati in merito alle loro caratteristiche e al loro funzionamento.

Mezzi antincendio

Impianti centralizzati: di norma vengono installati soltanto in presenza di lavorazioni pericolose molto particolari e ripetitive, saranno quindi estremamente rari nei laboratori chimici universitari, anche perché possono essere causa di un grave rischio di asfissia per il personale. Infatti, si tratta spesso di anidride carbonica automaticamente introdotta in tutto l'ambiente fino a saturarne l'atmosfera e a soffocare l'incendio. Si raggiunge la massima efficacia quando si riescono a chiudere tutte le porte e le finestre. Da ricordare che ai gas alogenati ("halon", ad esempio) si preferiscono di recente sistemi a miscela (come "Inergen": N₂, Ar, CO₂) dimensionati in modo da portare la concentrazione di ossigeno al 15%, sufficiente per la respirazione ma al tempo stesso adeguata a soffocare l'incendio.

Coperta antifiemme: in fibre di vetro, deve essere utilizzata per "soffocare" l'incendio, vale a dire impedire all'aria di raggiungere il combustibile. Particolarmente indicata quando gli abiti prendono fuoco o per piccoli incendi localizzati su banconi, lavelli... Purtroppo non abbassa la temperatura del combustibile e quindi c'è pericolo di reignizione. Infine non è possibile utilizzarla con sostanze a bilancio di ossigeno nullo o negativo, quali peracidi, nitrati (molecole contenenti atomi di ossigeno o altri elettronegativi).

Doccia di emergenza: deve essere dotata di maniglione triangolare rigido e collocata in posizione bene in vista e immediatamente raggiungibile dalle postazioni di lavoro più pericolose; si deve prevedere un pozzetto per lo scolo dell'acqua evitando di bagnare prodotti chimici fortemente riducenti e parti in tensione dell'impianto elettrico. Nello spazio sottostante la doccia non si possono stoccare materiali di nessun tipo, neanche provvisoriamente, e la maniglia di sezionamento a monte deve rimanere sempre aperta.

Idranti: l'acqua deve essere utilizzata con molta attenzione in un laboratorio chimico, solo su piccoli incidenti che coinvolgano esclusivamente carta, legno, plastica, tessuti ed altri materiali che danno origine a braci. Anche in questi casi si utilizzerà preferenzialmente un estintore (anidride carbonica, polvere, sabbia) qualora l'incendio si sviluppi in prossimità dell'impianto elettrico, di solventi organici o di qualsiasi forte riducente.

Sabbia (in secchi): se mantenuta anidra e pulita, la sabbia è un economico ed efficiente mezzo antincendio per tutti i tipi di combustibile presenti in un laboratorio chimico perché impedisce il contatto tra combustibile e comburente, sia questo aria o altro. E' quindi particolarmente indicata per soffocare sul nascere incendi coinvolgenti solventi organici, metalli alcalini o alcalino terrosi ed altri forti riducenti.

Estintori: tutti gli estintori devono essere facilmente accessibili e adeguatamente segnalati, il cartello deve essere posto sopra l'estintore e, lungo i corridoi, in posizione preferibilmente "a bandiera". Per nessun motivo si devono accumulare materiali nei pressi dell'estintore, nemmeno provvisoriamente. Ogni estintore deve essere ispezionato ogni sei mesi oppure rimosso.

I tipi di estintore

Gli estintori più comuni contengono gli estinguenti di seguito descritti.

Polveri: si tratta di sali anidri in granuli finissimi, spesso cloruro di sodio o bicarbonato di sodio, che non conducono e non reagiscono con nessuna sostanza. Il bicarbonato di sodio, inoltre, abbassa notevolmente la temperatura grazie alla reazione, fortemente endotermica. Sono estremamente efficaci ma, purtroppo, lasciano ogni attrezzatura elettronica completamente fuori uso ed irrecuperabile.

Anidride carbonica: sono comuni nei laboratori perché possono essere utilizzati su ogni tipo di piccolo incendio (a parte metalli fortemente riducenti e cianuri alcalini per il possibile sviluppo rispettivamente di monossido di carbonio e di acido cianidrico). Se invece l'incendio è anche soltanto di medie proporzioni, questi estintori presentano alcune limitazioni: si esauriscono molto in fretta (per quanto riguarda quelli portatili; quelli carrellati invece sono molto pesanti e scomodi), in ambienti angusti e poco aerati possono dare asfissia (è sufficiente che la concentrazione di anidride carbonica nell'aria superi il 22%), non raffreddano molto le superfici e quindi rimane il pericolo di reignizione.

Schiume a base acquosa: purtroppo hanno le stesse controindicazioni degli idranti, infatti queste schiume conducono la corrente elettrica e possono reagire con molte sostanze.

Composti alogenati: gli estintori ad HALON vengono progressivamente eliminati perché buona parte di essi liberano radicali cloro in grado di danneggiare lo strato di ozono. Tuttavia è necessario notare che i gas halon sono contrassegnati da un numero in cui la prima cifra rappresenta il numero di atomi di carbonio, la seconda il fluoro, la terza il cloro, la quarta il bromo, la quinta lo iodio, quindi un halon la cui terza cifra sia 0 non può danneggiare l'ozono in nessuna maniera. Un esempio è il fluobrene (dibromotetrafluoroetano, halon 2402). L'azione antincendio di questi agenti estinguenti si esplica a livello chimico nella cattura dei radicali liberi, intermedi delle reazioni a catena di combustione.