

## CORSO OPERATORI SPECIALIZZATI NEL RISCHIO CHIMICO, BATTERIOLOGICO E NUCLEARE

**Titolo: sostanze estinguenti in relazione al tipo di incendio**

**Operatore: Paolo Marchesi**

**Data: 18.02.2003**

Il fuoco rappresenta una reazione chimica determinata dalla presenza contemporanea di tre elementi (*triangolo del fuoco*):

- comburente
- combustibile
- innesco.

Il **comburente** è la sostanza che permette al combustibile di bruciare; il comburente più noto è l'ossigeno.

Il **combustibile** è la sostanza in grado di bruciare; viene classificato come naturale o artificiale, ovvero, come solido (carbone, legno, carta, ...), liquido (alcol, benzina, gasolio, ...), gassoso (metano, idrogeno, propano, ...). Affinché avvenga la combustione è necessario che il combustibile si trovi alla giusta temperatura di infiammabilità (*temperatura minima alla quale un combustibile sviluppa vapori in quantità tali da formare con il comburente una miscela incendiabile*) ed alle giuste concentrazioni in rapporto al comburente. Vi sono alcuni combustibili (carbone, metalli) che reagiscono direttamente allo stato solido.

L'**innesco** è il dispositivo necessario a fornire sufficiente energia calorifica per iniziare la combustione. L'innesco deve avere adeguata quantità di calore e temperatura superiore alla temperatura di accensione del combustibile (*temperatura minima alla quale un combustibile, in miscela con l'aria, comincia a bruciare spontaneamente*).

A seconda della natura del combustibile, vengono definite diverse **classi di fuoco**:

**Classe A:** fuochi di materie solide, generalmente di natura organica, la cui combustione avviene normalmente con produzioni di braci che ardono allo stato solido (carta, legna, carbone, gomma, ...)

**Classe B:** fuochi di liquidi infiammabili (alcoli, benzine, lubrificanti, ...) o di solidi che si possono liquefare (cere, paraffina, ...)

**Classe C:** fuochi di gas infiammabili e gas liquefatti (idrogeno, metano, acetilene, G.P.L., ...)

**Classe D:** fuochi di metalli combustibili e metalli fusi (zinco, sodio, potassio, magnesio, litio)

**Classe E:** fuochi da apparecchiature elettriche (motori, trasformatori, apparecchi sotto tensione)

L'estinzione degli incendi avviene grazie al concorso di effetti chimici e fisici, variabili a seconda del tipo di sostanza estinguente utilizzata.

In linea generale l'estinzione può avvenire attraverso una delle seguenti modalità:

- soffocamento: consiste nell'eliminazione del contatto fra combustibile e comburente. Vengono utilizzate sostanze estinguenti quali ad esempio la coperta antifiama, la terra, la sabbia, la schiuma, l'acqua;
- diluizione: si tratta della riduzione della percentuale di comburente. Il grado di diluizione necessario per lo spegnimento varia da combustibile a combustibile;

- raffreddamento: è la riduzione della temperatura del combustibile sotto il punto di infiammabilità. Questa azione si ottiene perlopiù con l'acqua e l'anidride carbonica;
- disgregazione: consiste nell'azione meccanica di rottura dell'incendio al fine di rimuovere gli inneschi potenziali (reti taglia fiamma, distacco di parti combuste, ...);
- separazione: rimozione del combustibile non ancora interessato dalla combustione da quello già incendiato. La separazione si può ottenere con forti getti d'acqua, con sabbia, con la chiusura di saracinesche, con lo scarico di serbatoi;
- catalisi negativa: è il rallentamento del processo di combustione sino a completa estinzione (ignifugazione del legno o della moquettes);

Il fuoco di classe "A" viene rappresentato con la seguente simbologia riportata sugli estintori utilizzati per l'estinzione di fuochi di siffatta natura; la classe "A" si caratterizza per la reazione di un combustibile solido. La combustione si manifesta con la consunzione del combustibile in forma luminescente, con la produzione di brace e la bassa emissione di fiamma.



Rappresenta la manifestazione tipica della combustione dei gas generati dalle emissioni di vapori prodotti per l'innalzamento della temperatura del solido in combustione.

L'azione estinguente avviene generalmente con sostanze che possono anche depositarsi sul combustibile, combustibile che risulta in grado di sostenere la sostanza estinguente senza inghiottirla e/o affondarla al suo interno.

L'azione di separazione dell'ossigeno dall'aria risulta relativamente semplice.

I fuochi di classe "B" vengono identificati con la seguente cartellonistica.



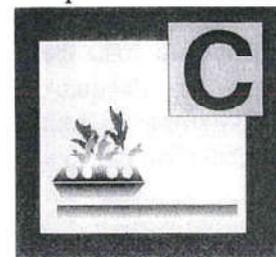
Caratteristica peculiare di tale tipo di combustibile è quella di possedere una forma propria, più che un volume proprio. E' questo il caso ad esempio della benzina, dove risulta fondamentale per il suo spegnimento l'azione contenitiva che deve svolgere la sostanza estinguente.

Un buon estinguente per questo tipo di fuoco, deve, oltre all'azione di raffreddamento, esercitare un'azione di soffocamento individuabile nella separazione tra combustibile e comburente.

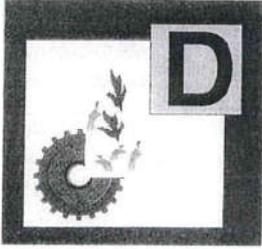
Nel caso dei combustibili liquidi, se vengono utilizzati estinguenti che possono essere inghiottiti dal pelo liquido, l'azione di questi ultimi risulta vana. E' questo ad esempio il caso dell'acqua sulla benzina.

I fuochi di classe "C" si caratterizzano per la peculiarità del combustibile di non possedere né forma né volume proprio. I gas combustibili risultano molto pericolosi se miscelati in aria, in quanto possono generare esplosioni.

L'azione estinguente si esercita mediante azione di raffreddamento, di separazione e di inertizzazione della miscela gas-aria. E' infatti provato che al di fuori di ben precise percentuali di miscelazione, il gas combustibile non brucia.



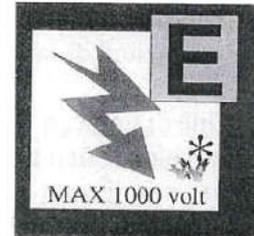
I fuochi di classe "D" identificano particolarissimi tipi di reazione di solidi, per lo più metalli, che hanno la caratteristica di interagire, anche violentemente, con i comuni mezzi di spegnimento, in particolare con l'acqua.



I più comuni elementi combustibili che danno luogo a questa categoria di combustione sono i metalli alcalini terrosi leggeri quali il magnesio, manganese e l'alluminio (se in polvere fine), i metalli alcalini quali il sodio, il potassio ed il litio; vengono classificati fuochi di categoria "D" anche le reazioni dei perossidi, dei clorati e dei perclorati.

I fuochi di natura elettrica sono rappresentati con il cartello riportato qui accanto, anche se è opportuno segnalare come la normativa Eurostandard EN2 non comprende tale simbologia.

A tale categoria di fuochi appartengono tutte le apparecchiature elettriche che, anche nel corso della combustione, potrebbero trovarsi sotto tensione.



L'estrema varietà di tipi di combustione che si possono verificare, porta come logica conseguenza ad avere una altrettanta varietà nelle sostanze che si possono utilizzare per estinguere la combustione stessa (**sostanze estinguenti**).

A seconda della tipologia di incendio e quindi dei materiali coinvolti nello stesso, può essere perciò necessario l'impiego di differenti sostanze estinguenti.

La scelta del tipo di estinguente, le modalità d'impiego e d'intervento devono essere commisurate ai tipi di prodotti combustibili coinvolti nell'incendio e alle dimensioni del focolaio stesso.

Si riportano qui di seguito i più noti agenti estinguenti. Ad ognuno di questi si possono associare una o più azioni estinguenti come sopra visto:

- acqua
- polvere
- schiuma
- anidride carbonica ed altri gas inerti
- idrocarburi alogenati (Halons)
- altri agenti estinguenti

### *Acqua*

Rappresenta l'agente estinguente più diffuso e più noto, grazie alla sua ampia disponibilità.

### Caratteristiche

- è economica;
- non è tossica e non dà quasi mai luogo a prodotti tossici;
- ha elevata capacità di assorbimento del calore per le sue caratteristiche fisiche;
- è particolarmente utile per le sostanze infiammabili, ma anche per il raffreddamento.

### Azione estinguente

l'azione estinguente avviene nelle seguenti modalità:

- raffreddamento del combustibile per assorbimento di calore;
- soffocamento (sostituzione dell'ossigeno con il vapore acqueo);
- disgregazione;
- diluizione delle sostanze infiammabili solubili in acqua (1.700 volte il volume);
- azione meccanica di abbattimento della fiamma (se utilizzata a getto frazionabile).

#### Utilizzo

- su incendi di classe A;
- su liquidi e sostanze infiammabili miscelabili con la stessa;
- per operazioni di raffreddamento.

#### Modalità di impiego

- a getto pieno (fino a 15 bar);
- a getto nebulizzato o frazionato (15-40 bar);
- a getto atomizzato (oltre 40 bar).

#### Precauzioni

Non utilizzare su:

- conduttori di energia elettrica;
- liquidi non miscibili o più leggeri dell'acqua;
- gas liquefatti;
- magnesio, zinco, alluminio per sviluppo ossigeno;
- sodio e potassio che con acqua sviluppano idrogeno;
- carburo di calcio per sviluppo di acetilene;
- sostanze reattive quali acido solforico, cloro, fluoro;

Le tecniche di intervento con l'acqua non sono facili; occorre pertanto particolare attenzione.

#### *Polveri*

Sono ricavate da basi sintetiche o naturali. Si distinguono in:

- chimiche (fuochi di classe B – C): bicarbonato di sodio o di potassio, cloruro di sodio, solfato di potassio e d'ammonio
- chimiche polivalenti (fuochi di classe A – B – C): fosfato d'ammonio
- inerti (fuochi di classe D): polveri speciali

#### Caratteristiche

- scorrevolezza (fluidità);
- non è abrasiva;
- non genera gas nocivi;
- non è corrosiva;
- sviluppa CO<sub>2</sub> a 100 °C;
- granulometria;
- getto consistente ed efficace;
- persistenza nel tempo (non compattare).

#### Azione estinguente

- raffreddamento;
- diluizione (CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O);
- soffocamento;

- azione meccanica di abbattimento della fiamma.

#### Utilizzo

- utilizzata praticamente per tutte le classi A, B, C, D;

#### Precauzioni

Non utilizzare in presenza di:

- acidi
- cianuri che con CO<sub>2</sub> sviluppano acido cianidrico;
- apparecchiature delicate;
- apparecchiature elettriche di bassa tensione.

Le polveri possono essere miscelate a seconda del tipo di effetto estinguente. Si distinguono pertanto nelle seguenti tipologie:

- normale (a base di bicarbonato o cloruri di sodio o potassio).
- potenziata (a base di fosfati o solfati di ammonio o potassio).
- universale (a base di fosfati e solfati di ammonio e potassio).
- per metalli (a base di cloruri alcalini).

In genere le polveri sono considerate poco tossiche.

#### *Schiuma*

La schiuma rappresenta un agente estinguente ottenuto dalla miscelazione di aria, acqua e liquido schiumogeno. Per produrre 1 metro cubo di schiuma servono 900 dm<sup>3</sup> di aria, 97 dm<sup>3</sup> di acqua e 3 dm<sup>3</sup> di schiumogeno

L'erogazione avviene mediante lance, estintori, monitor, generatori, impianti fissi o mobili.

#### Caratteristiche

- insolubilità con altre sostanze;
- stabilità;
- omogeneità;
- adesione;
- scorrevolezza;
- non si decompone alle alte temperature;
- peso specifico inferiore al peso della sostanza su cui viene gettata.

#### Azione estinguente

- raffreddamento;
- soffocamento;
- diluizione;
- catalisi negativa.

#### Utilizzo

- liquidi infiammabili
- solventi polari;
- idrocarburi;
- combustibili appartenenti alle classi A e B.

#### Precauzioni

non utilizzare per l'estinzione di fuochi relativi a

- conduttori elettrici in tensione;
- magnesio, zinco, alluminio per sviluppo di ossigeno;
- sodio e potassio che con acqua sviluppano idrogeno;
- carburo di calcio per sviluppo acetilene.

Esistono in commercio diversi tipi di schiuma.

In base alla loro natura, si distinguono in:

- tipo chimico (CO<sub>2</sub> + schiumogeno)
- tipo fisico o meccanico (aria + schiumogeno)
- tipo filmante (schiumogeno + sostanze tensioattive)

In base alla rapporto tra il volume di schiuma prodotta e la soluzione di acqua e schiumogeno utilizzata per produrre tale schiuma, si distinguono in:

- bassa espansione da 5 a 20 volte
- media espansione da 20 a 200 volte
- alta espansione da 200 a 1000 volte

Le schiume a bassa e media espansione vengono utilizzate per interventi superficiali, mentre quelle ad alta espansione, per interventi di riempimento.

Il liquido schiumogeno è in genere un composto di 50-70% acqua, a base proteinica o sintetica, coadiuvante.

#### Classificazione schiumogeno

- proteinico;
- fluoroproteinico (base proteica addizionata con composti fluorurati; adatti alla formazione di schiume a bassa espansione; utilizzati per incendi di prodotti petroliferi);
- sintetico (formati da miscele di tensioattivi; utilizzati per produrre schiuma di lunga conservabilità nel tempo ed efficaci per il soffocamento di incendi su grandi superfici e volumi);
- sigillanti o filmanti [AFFF – aqueous film forming foam] (a base di composti fluorurati; formazione di schiuma a bassa e media espansione, con il vantaggio di scorrere più velocemente su un liquido in fiamme; rapida azione estinguente, con ridotto utilizzo di soluzione schiumogena per metro quadrato di sostanza incendiata);
- alcool foam (per alcoli) (base proteica additivata di metalli organici; produzione di schiume a bassa espansione; utilizzata per incendi di alcoli, esteri, chetoni, eteri, aldeidi, acidi, fenoli, ...);
- universali.

#### Caratteristiche generali dei liquidi schiumogeni

- miscelabili con qualsiasi tipo di acqua;
- gelano a temperatura non superiore a -15 °c;
- biodegradabili;
- non corrosivi;
- non tossici;
- resistenza al fuoco;
- garantire un buon spandimento;
- aderenza;
- elasticità;
- non aggressivi;
- impermeabilità;
- garantire una buona gittata;
- stabilità.

La schiuma viene prodotta con le seguenti apparecchiature:

- premescolatori;
- lance a bassa espansione;
- lance a media espansione;
- generatori ad alta espansione.

#### *Anidride carbonica ed altri gas inerti*

Oltre all'anidride carbonica, è classificato come gas inerte anche l'azoto, anche se utilizzato in maniera minore. I gas inerti hanno la caratteristica di ridurre la presenza nel combustibile (negli ambienti chiusi) fino ad impedirne la combustione. L'anidride carbonica è generalmente sotto pressione e pertanto immagazzinata allo stato liquido; l'azione estinguente non consiste solo nel soffocamento, ma anche nella riduzione della temperatura del combustibile (assorbimento della temperatura), per il passaggio dallo stato liquido a quello gassoso.

#### Caratteristiche

- non è tossica;
- non è corrosiva;
- non lascia residui;
- non danneggia;
- ha elevato calore di vaporizzazione;
- ha elevate proprietà dielettriche.

Si utilizza su incendi di classe: A-B-C

L'azione estinguente avviene per raffreddamento e diluizione.

#### Precauzioni

non utilizzare su:

- cianuri, perché sviluppa acido cianidrico;
- fuochi di metalli quali sodio, potassio, magnesio, titanio, alluminio perché sviluppa ossido di carbonio con esplosione;
- metalli fusi (idruri metallici);
- macchine calde ed apparecchiature sensibili alle brusche variazioni di temperatura.

E' utilizzata sia come ricarica di estintori, sia in impianti fissi per la protezione di locali e volumi chiusi.

Non esporsi per più di 15 minuti alla concentrazione del 16% in aria perché letale.

#### *Idrocarburi alogenati (Halons)*

Gli Halons sono derivati da idrocarburi saturi, in genere della serie del metano, in cui gli atomi di idrogeno sono stati in parte sostituiti con atomi di alogeno (fluoro, cloro, iodio).

Attualmente sono gli estinguenti più sicuri ed efficaci.

Possono essere liquidi o gassosi, poco solubili in acqua.

Vengono spesso usati nel campo chimico, petrolchimico, elettronico e per la protezione di uffici ed archivi.

Negli ambienti chiusi basta una concentrazione in aria dal 6 all'8% per estinguere qualsiasi combustione.

#### Caratteristiche

- stabili fino temperature di 400-500 °C, oltre si decompongono con formazione di sostanze tossiche;
- inerti nei confronti dei materiali su cui vengono applicati;
- non provocano shock termico;
- non sono corrosivi;
- non lasciano residui;
- hanno proprietà anticatalitiche;
- hanno elevato potere dielettrico.

#### Utilizzo

Vengono utilizzati nei fuochi di classe A, B e C, mentre non sono adatti su fuochi di classe D.

#### Azione estinguente

- catalisi negativa (blocco reazione a catena).

#### Precauzioni

non utilizzare su:

- Prodotti chimici che sviluppano ossigeno come nitrato di cellulosa;
- Metalli reattivi quali sodio, potassio, magnesio, titanio ecc. .

Per alcuni tipi di Halons esiste un elevato rischio di tossicità (oltre ad effetti negativi per l'Ambiente andando ad intaccare la fascia stratosferica di ozono); si riporta un breve elenco di questi ultimi:

NAF P IV  
NAF S 111  
ARGONFIRE  
FM 200  
SACLON  
INERGEN

Gli Halons estinguono gli incendi reagendo con i prodotti generati dalla combustione (responsabili della propagazione della fiamma) interrompendo la catena della reazione di combustione.

#### *Altri agenti estinguenti*

Tra i più utilizzati si ricordano:

- Bombe pirofughe contenenti liquido estinguente che agisce come ossidante più potente dell'ossigeno dell'aria;
- Sabbia;
- Vapore acqueo;
- Azoto.

Si riportano di seguito, in maniera sintetica, i principali mezzi antincendio utilizzati nella pratica:

Mezzi Idrici:

- Pompe Idranti(sotto o sopra suolo)
- Tubi(prementi o aspiranti)
- Lance (a getto fisso o variabile)
- Estintori

Mezzi a schiuma:

- Lance ad alta pressione;
- Schiumogeno;
- Estintore;
- Premescolatore:
- Dosatori automatici;
- Lance a bassa-media;
- Lance con premescolatore.

Mezzi a polvere:

- Estintori

Mezzi a gas:

- Estintori

Mezzi speciali:

- Estintori per idrocarburi alogenati;
- Bombe pirofughe;
- Ignifuganti;
- Sabbia.