

Rivelazioni incendio

*Franco Dischi**

Riassunto

L'articolo descrive il fenomeno della combustione e dei suoi prodotti dal punto di vista chimico e analizza le quattro fasi di sviluppo di un incendio.

Successivamente, sono proposte le classificazioni dei fuochi sulla base di due parametri di valutazione: il tipo di combustibile usato ed il tipo di fiamma sviluppata.

Résumé

L'article décrit le phénomène de combustion et de ses produits du point de vue chimique et il analyse les quatre phases de développement d'un incendie.

Enfin, l'article examine les catégories de feux en fonction de deux paramètres d'évaluation: le type de combustible impliqué et le type de flamme activé.

Abstract

The article describes the phenomenon of combustion and its products from a chemical point of view and it analyzes the four phases of fire development.

Moreover, the article examines fire classification on the basis of two evaluation parameters: the type of fuel and the type of flame.

Lo sviluppo tecnologico e l'aumento della concentrazione di beni materiali ed immateriali e con essa l'aumento dei rischi in termini di salute e di qualità della vita hanno fatto sì che nel nostro paese negli ultimi anni sia cresciuto l'interesse generale verso i sistemi di rivelazione incendio. Questo ha portato anche ad un incremento della sensibilizzazione dell'opinione pubblica e dei legislatori che sempre più si occupano della stesura di norme legate alla rivelazione ed alla prevenzione degli incendi.

1. Il fenomeno della combustione.

L'incendio è la manifestazione visibile di una reazione chimica, chiamata combustione, che avviene tra due sostanze diverse, il combustibile e

il comburente, con conseguente emissione di energia sensibile (calore e luce).

Il combustibile è la sostanza in grado di combinarsi con l'ossigeno, cioè di bruciare.

In condizioni ambientali normali esso può essere allo stato solido (carbone, legno, carta, ecc.), liquido (alcol, benzina, gasolio, ecc.) o gassoso (metano, idrogeno, propano, ecc.). Perché la reazione chimica avvenga, generalmente il combustibile deve trovarsi allo stato gassoso (fanno eccezione il carbonio, sotto forma di carbone, e pochi altri elementi metallici come il magnesio).

Il comburente è la sostanza che permette al combustibile di bruciare. Generalmente si tratta dell'ossigeno contenuto nell'aria allo stato di gas,

* Notifier Italia.

il quale non solo permette la combustione, ma ne regola anche la velocità. Infatti, come vedremo più avanti, un'elevata quantità di ossigeno può moltiplicare la velocità della combustione. Anche la mancanza può portare a situazioni pericolose, infatti nel caso di combustione incompleta (insufficienza di ossigeno) un improvviso apporto di ossigeno può provocare un'esplosione.

Ci sono, tuttavia, sostanze che, pur essendo ad una componente, sono in grado di bruciare senza apporto di ossigeno poiché contengono nella loro molecola una quantità sufficiente di comburente. Ne sono un esempio le sostanze esplosive, la celluloidi e, nel caso di sostanze gassose, i composti instabili.

La combustione, cioè la reazione chimica (ossidazione) tra combustibile e comburente, si scatena quando il combustibile si viene a trovare al di sopra di una determinata temperatura: la temperatura di accensione.

Il punto di accensione rappresenta la temperatura alla quale la sostanza (solida, liquida o gassosa) si infiamma al solo contatto con l'aria, anche senza alcuna sorgente di accensione esterna. E' opportuno, però, ricordare che ai fini pratici del

processo di combustione riveste notevole importanza il punto di infiammabilità: temperatura alla quale si ha sufficiente concentrazione di vapore combustibile per poter avere l'accensione.

Per poter meglio comprendere questo punto può essere utile analizzare la seguente tabella, nella quale é riportata la suddivisione in classi di pericolosità dei liquidi in funzione del loro punto di infiammabilità.

CLASSE 1 (acetone - benzina)	< 21° C
CLASSE 2 (essenza di trementina)	21° C - 55° C
CLASSE 3 (gasolio)	55° C - 100° C
CLASSE 4 (olio lubrificante - paraffina)	> 100° C

La combinazione di questi tre elementi: combustibile, comburente e temperatura producono la combustione. Il fenomeno della combustione viene generalmente rappresentato con l'immagine del triangolo del fuoco, un triangolo i cui lati sono rispettivamente il combustibile, il comburente e il calore.

In realtà sarebbe più opportuno parlare di tetraedro del fuoco, in quanto, oltre ai tre già noti (combustibile, comburente e calore) è necessario un quarto elemento perché si verifichi una combustione: l'autocatalisi, ovvero una reazione a catena provocata dalla formazione o liberazione di gruppi atomici chimicamente attivi, chiamati radicali.

Prima di esaminare lo sviluppo di un incendio e i fenomeni che questi origina, è necessario premettere che nel processo di combustione rivestono particolare importanza altri fattori quali il potere calorifico delle sostanze interessate ed i limiti di accensione e di esplosione inferiori e superiori. Da quanto esaminato sul processo della combustione risulta evidente che è grazie ad alcuni parametri quali stato fisico, classe di pericolosità, potere calorifico, percentuale di ossigeno, ecc. che noi possiamo stabilire preventivamente la pericolosità di una sostanza/materiale, di un processo di produzione, di un fabbricato e così via.

Molto importante al fine di stabilire la pericolosità della combustione è il tipo di accensione che la genera. Questa può essere esterna o spontanea. La prima si ha per apporto di calore esterno ed è la più frequente, mentre la seconda avviene grazie all'ossidazione del combustibile che fornisce così l'energia di attivazione necessaria.

Casi tipici possono essere l'accensione spontanea degli stracci imbevuti d'olio o la combustione dei depositi di cereali causata da funghi o batteri.

2. I prodotti della combustione.

Come abbiamo visto il prodotto della combustione è il fuoco, il quale è costituito da materia ed energia. L'energia si manifesta sotto forma di calore, rumore e luce.

Le materie risultanti da un processo di combustione possono essere ceneri, liquidi prodotti da fusione, gas e fumi, generalmente sostanze altamente dannose per l'uomo.

Infatti, a differenza di quello che comunemente si pensa, molto raramente i decessi in un incendio sono dovuti al calore o alle ustioni dovute alle fiamme: la maggior parte dei decessi (più del 70%) è in realtà da imputare all'inalazione di gas che portano alla morte per intossicazione o per asfissia. Poiché i materiali combustibili contengono per la maggior parte carbonio, tra questi gas vale la pena ricordare l'ossido di carbonio (CO), quello più pericoloso, anche perché difficile da rilevare, essendo inodore, insapore e non irritante che si produce per effetto di combustione incompleta dovuta a carenza di ossigeno; l'anidride carbonica (CO₂), gas asfissiante che determina un'accelerazione del ritmo respiratorio aumentando così l'immissione nell'organismo di eventuali gas tossici presenti nell'atmosfera, si produce per effetto di combustione completa, in presenza, cioè, di abbondanza di ossigeno; altri gas (anidride solforosa, ammoniacca, acido cloridrico ecc.), a seconda del tipo di sostanze coinvolte che, uniti alla diminuzione di ossigeno dovuta alla

combustione, rendono difficile la sopravvivenza delle persone coinvolte nell'incendio.

Lo sviluppo del calore la causa principale della propagazione di un incendio.

L'elevata temperatura che si raggiunge ad incendio esteso determina effetti dannosi sulla persona, causando difficoltà di respirazione e scottature ai tessuti.

Fattore determinante è anche la percentuale di umidità nell'aria, la quale influenza il meccanismo di termoregolazione del corpo umano: un'elevata percentuale di umidità, purtroppo spesso presente in caso di incendio, riduce o addirittura impedisce il raffreddamento prodotto dall'evaporazione dell'umidità della pelle.

Le temperature che possono essere raggiunte nel corso di un incendio dipendono principalmente dalle caratteristiche dei materiali presenti e dal grado di ventilazione.

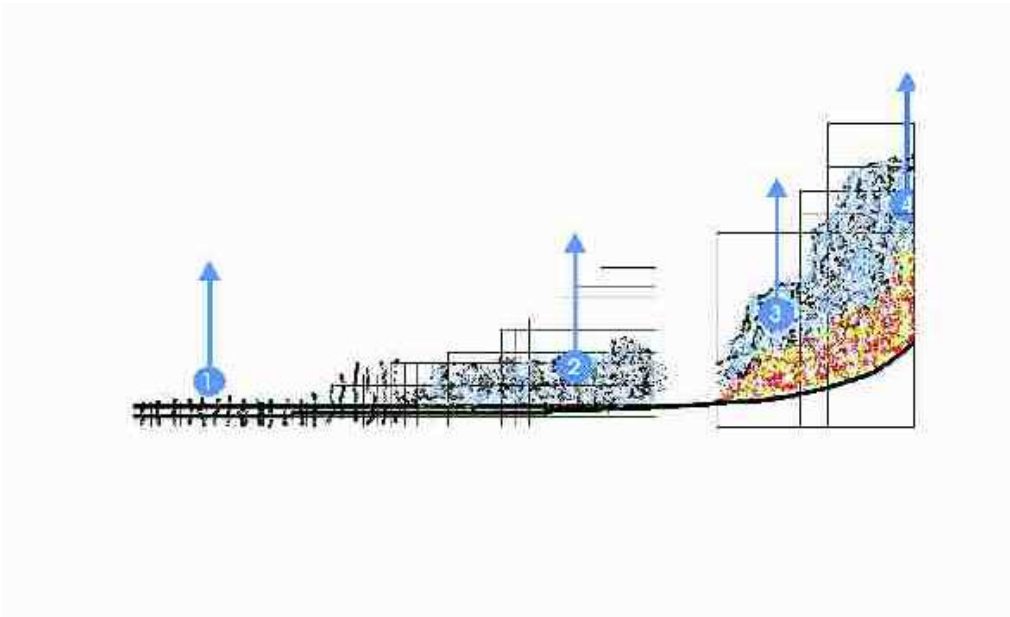
La temperatura delle fiamme può variare, a seconda dei casi, tra i 1700°C ed i 2500°C, mentre quella a soffitto, in un locale chiuso, si mantiene tra i 300°C ed i 400°C in una prima fase e poi raggiunge velocemente i 1000-1200°C.

In pratica le temperature medie raggiunte sono in genere inferiori per via delle aperture che, prodotte da rottura dei vetri e da crolli, permettono lo sfogo dei fumi e del calore e l'afflusso di aria fresca; normalmente non si superano i 700-800°C.

Il fumo, costituito da particelle solide, liquide e aerosoli, nebbie e vapori condensati, si sviluppa in notevole quantità negli incendi ed è, dopo la presenza dei gas tossici, l'elemento che più condiziona la sopravvivenza dell'uomo in un ambiente invaso dal fumo: provoca un effetto irritante sulle mucose degli occhi e delle vie respiratorie, inoltre riduce la visibilità e rende più difficoltosa l'evacuazione.

3. L'incendio.

Generalmente un incendio si sviluppa in 4 fasi tipiche:



Inizio (periodo di insorgenza), la cui durata è determinata da vari fattori quali:

- infiammabilità del combustibile;
- possibilità di propagazione della fiamma;
- velocità di decomposizione del combustibile coinvolto;
- geometria e volume degli ambienti;
- possibilità di dissipazione del calore nel combustibile;
- distribuzione del combustibile nell'ambiente, punti di contatto, altezza.

1) **Estensione (periodo di ignizione)**: durante il quale si verificano i seguenti fenomeni:

- riduzione di visibilità a causa dei prodotti di combustione;
- produzione di gas tossici e corrosivi;
- formazione e propagazione di sacche nelle quali si concentrano gas infiammabili che possono raggiungere i loro limiti di infiammabilità e di esplosione;
- aumento della velocità di combustione;
- aumento rapido delle temperature;
- aumento dell'energia di irraggiamento;

- effetti al contorno (sinergismo): i materiali vicini al focolaio di incendio, anche se non toccati dal fuoco, raggiungono il loro punto di accensione e contribuiscono a dare maggior corpo al fenomeno producendo gas infiammabili.

3) **Incendio generalizzato (flash over)** con le seguenti caratteristiche:

- brusco aumento della temperatura;
- aumento esponenziale della velocità di combustione;
- forte aumento dell'emissione dei gas, che si espandono sia in senso orizzontale sia, soprattutto, in senso ascensionale; si formano zone di turbolenza visibili;
- i combustibili vicini al focolaio si autoaccendono, quelli più lontani si riscaldano e raggiungono la loro temperatura di combustione con produzione di gas di pirolisi infiammabili;
- si formano onde di choc e lance di fuoco.

4) **Estinzione/raffreddamento**:

- raggiunta l'accensione completa dei materiali combustibili, il fenomeno incomincia a rallentare e, in assenza di apporti esterni, si avvia all'estinzione; la temperatura nell'ambiente incomincia a decrescere.

Gli incendi o, con terminologia ormai accettata, i fuochi possono essere classificati secondo due parametri di valutazione: uno stabilito in base al tipo di combustibile coinvolto (a) e l'altro in base al tipo di fiamma che si sviluppa (b).

a) Tenendo in considerazione il tipo di combustibile i fuochi vengono suddivisi in:

- Fuochi di classe A: Fuochi di materie solide, generalmente di natura organica (legno, gomma, tessuto, pelle, ecc.), la cui combustione avviene normalmente con produzione di braci che ardono allo stato solido.
- Fuochi di classe B: Fuochi di liquidi o di solidi che possono liquefarsi (cera, paraffina, alcoli, ecc.)
- Fuochi di classe C: Fuochi di gas, semplici o miscelati (idrogeno, metano, ecc.)
- Fuochi di classe D: Fuochi di metalli (magnesio, alluminio, ecc.)
- Fuochi di classe E: Fuochi di natura elettrica (trasformatori, alternatori, ecc.)

Il fuoco di classe A ha origine da un combustibile solido ovvero dotato di forma e volume proprio. La combustione si manifesta con la consunzione del combustibile spesso luminescente come braci e con bassa emissione di fiamma.

Il fuoco di classe B ha origine da un combustibile liquido che possiede, cioè, un volume proprio, ma non una forma propria, il che richiede un

contenitore. E' un fuoco che si manifesta con emissione di fiamme.

Il fuoco di classe C ha origine da un combustibile gassoso che non possiede, quindi, né forma né volume proprio. I gas combustibili sono molto pericolosi se miscelati in aria per la possibilità di generare esplosioni. E' un fuoco che si manifesta con emissione di fiamme.

Il fuoco di classe D si riferisce a 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 combustioni sono i metalli alcalini terrosi leggeri quali il magnesio, il manganese e l'alluminio (quest'ultimo solo se in polvere fine), i metalli alcalini quali sodio, potassio e litio. Vengono inseriti in questa categoria anche le reazioni dei perossidi, dei clorati e dei perclorati.

Il fuoco di classe E riguarda tutte le apparecchiature elettriche sotto tensione.

b) Per quanto riguarda invece il tipo di fuoco si distinguono generalmente due categorie: gli incendi covanti e gli incendi aperti, all'interno dei quali si hanno ulteriori differenziazioni, come si può vedere nella tabella riportata di seguito.

Per incendio covante si intende un incendio caratterizzato dall'assenza di fiamma e dal fatto che, non essendo in grado di autoalimentarsi, richiede continuo apporto di energia (con eccezione degli incendi covanti incandescenti).

Per incendio aperto si intende un incendio che presenta fiamme e che dopo la sua accensione si autoalimenta.

TIPO DI INCENDIO / CARATTERISTICHE DELL'INCENDIO	INCENDI COVANTI		INCENDI APERTI		
	Pirolisi (carbonizzazione)	Incandescente	Solidi (con molta brace)	Liquidi (combustione con fiamme)	Sostanze gassose (combustione con fiamme)
Combustione	Non autoalimentata. Richiede continuo apporto di energia esterna	Si autoalimenta dopo l'accensione	Si autoalimenta dopo l'accensione	Si autoalimenta dopo l'accensione	Si autoalimenta dopo l'accensione
Tipi di fumo (Aerosol)	Fumo molto chiaro con contenuto per lo più visibile	Fumo molto chiaro con contenuto per lo più visibile	Fumo scuro con contenuto per lo più invisibile	Fumo scuro con contenuto per lo più invisibile	
Caratteristiche ottiche del fumo	Buona diffusione della luce	Buona diffusione della luce	Forte assorbimento della luce. Debole diffusione	Forte assorbimento della luce. Debole diffusione	
Radiazione IR	Bassa	Da bassa a moderata	Elevata	Elevata	Aumenta con molto C
Convezione	Bassa	Da bassa a moderata	Elevata	Elevata	Elevata
Gas della combustione	Molto CO poco CO2	Molto CO poco CO2	Da poco a molto CO, molto CO2	Poco CO molto CO2	Poco CO molto CO2

Lo studio del tipo d'incendio, aperto o covante, in funzione dei differenti materiali può rendere il fenomeno incendio "misurabile" e garantire così la scelta del rivelatore d'incendio idoneo al caso.

Le caratteristiche principali dei vari tipi di fuoco sono riassunte nella seguente tabella:

Fuoco Tipo TF	Tipo di fuoco	Caratteristiche				
		Emissione Calore	Correnti ascensionali	Emissione di fumo	Spettro d'aerosol	Parte visibile
TF1	Fuoco vivace di legno	Elevata	Elevate	Sì	Prevalentemente invisibile	Scura
TF2	Fuoco covante di legno	Trascurabile	Deboli	Sì	Prevalentemente invisibile	Chiara dispers. elevata
TF3	Fuoco covante di cotone	Trascurabile	Molto deboli	Sì	Prevalentemente invisibile	Chiara
TF4	Fuoco covante di materie plastiche (poliuretano)	Elevata	Elevata	Sì	Parzialmente invisibile	Molto scura
TF5	Fuoco di combustibile liquido (etano)	Elevata	Elevata	Sì	Prevalentemente invisibile	Molto scura
TF6	Fuoco di combustione liquido (alcol)	Elevata	Elevata	No		