

L'evoluzione della conoscenza sugli incendi al chiuso

La maggior parte di noi ha frequentato il corso di formazione base per vigili del fuoco ormai da diversi anni, per alcuni si parla di addirittura di decenni; da allora (parliamo degli anni '80) la società è andata incontro a diversi importanti cambiamenti. In quegli anni molti acquistava la loro prima automobile e se, prendendola come esempio, la volessimo confrontare con le odierne autovetture di ultima generazione, ci accorgeremmo di alcune importanti differenze. La stessa affermazione può valere anche per i materiali e le tecniche con cui oggi costruiamo case ed edifici; questi vengono costruiti installando doppi vetri ad alte prestazioni o addirittura con vetri tripli, hanno strati di isolamento termico più spessi, fino ad arrivare alla costruzione di abitazioni passive ermetiche. Alla luce di questi fattori, è ovvio che anche gli incendi a cui ci troviamo di fronte in questi edifici sono cambiati. Oggi capita spesso ai vigili del fuoco di confrontarsi con tipologie d'incendio che 40 anni fa nemmeno esistevano; fortunatamente, anche i nostri strumenti ed equipaggiamenti migliorano e si evolvono: la lancia di oggi ricorda a malapena la lancia normalizzata dei vecchi tempi. Inoltre si è evoluta la scienza che studia l'evoluzione dell'incendio: la sulla scienza che governa le sue fasi. Dando un'occhiata più da vicino, con questi articoli vogliamo comprendere dove siamo arrivati oggi, analizzando le conoscenze che sono ancora valide, così come i nuovi approcci alla lotta antincendio. In particolare, in questo primo articolo, iniziamo con due temi che sono sempre stati fondamentali: il triangolo del fuoco e il comportamento di un incendio regolato dalla ventilazione.

1 Il triangolo del fuoco

1.1 La fase iniziale di un incendio

Tutti conoscono il modello del triangolo del fuoco che viene utilizzato per spiegare il principio della combustione. I tre componenti del triangolo sono: combustibile, aria (ossigeno) ed energia (fonte d'innesco); in particolare la parola "energia" in questo contesto è spesso sostituita dalle parole temperatura o calore; affinché la combustione possa avere inizio e si possa sostenere questi tre componenti devono essere presenti in quantità sufficienti.

Il processo di combustione è nella realtà un'interazione chimica tra particelle di combustibile e ossigeno con conseguente produzione di calore (energia). Per avviare il processo di interazione ci deve essere una fonte di energia disponibile come ad esempio: la fiamma di una candela, un cavo elettrico in sovraccarico,...



figura 1 Il triangolo del fuoco (grafico: www.wikipedia.org)

Una volta che la combustione ha avuto inizio e riesce a mantenersi, il fuoco consuma ossigeno che, normalmente nell'aria è presente in una percentuale pari al 21%. In un incendio in ambiente chiuso il livello d'ossigeno cala e la sua percentuale nell'aria si riduce drasticamente. Tale processo culmina con l'arresto della combustione per l'avvenuta mancanza d'ossigeno. In generale, si può affermare che una combustione viene meno con livelli di ossigeno al di sotto del 15%-14%. Questo fenomeno è molto semplice da dimostrare accendendo una candela e ponendola sotto una campana di vetro, ricreando così un vero e proprio incendio in un ambiente chiuso; la fiamma della candela consumerà l'aria (l'ossigeno) presente nella campana di vetro fino a quando non si spegnerà autonomamente.

1.2 Il quadrilatero del fuoco

Alcune volte viene menzionato il quadrilatero del fuoco e, in questo caso, viene preso in considerazione anche il rapporto tra l'aria e il combustibile. Per capire meglio questo aspetto prendiamo ad esempio alcuni trucioli di legno messi in una ciotola: questi saranno molto facili da incendiare, perché i trucioli hanno una grande superficie esposta all'aria e quindi un buon rapporto tra combustibile e aria. Invece, se cercassimo di incendiare una trave di legno con la stessa fonte di accensione utilizzata per i trucioli, questa non si incendierebbe, perché la superficie della trave di legno esposta all'aria, rispetto alla sua massa, è in realtà molto più piccola di quella dei trucioli. Possiamo quindi dire che la trave ha un brutto rapporto tra combustibile e aria.

1.3 Il ruolo del triangolo del fuoco in un incendio a propagazione rapida

In caso di una propagazione rapida di un incendio attraverso fenomeni come il Flashover, il Backdraft o il Fire Gas Ignition, il triangolo del fuoco gioca un ruolo fondamentale: infatti, ogni volta che si verifica uno di questi fenomeni può essere applicato il modello del triangolo del fuoco. Questo perché affinché si possano realizzare deve essere presente sempre una miscela di combustibile, ossigeno ed energia in determinate proporzioni. Un esempio abbastanza semplice di quello che abbiamo appena detto si riscontra nel Backdraft che, prima di verificarsi necessita della presenza di una miscela ricca di gas e fumi unita ad una mancanza di ossigeno: la temperatura nel vano assicura che due lati del triangolo del fuoco siano presenti, carburante ed energia; ma è solo quando aggiungiamo l'ossigeno, il terzo lato del triangolo, che il Backdraft può verificarsi. Questo dimostra che sono necessari tutti e tre i lati del triangolo del fuoco per ottenere un Backdraft e questa condizione vale anche per tutti gli altri fenomeni di propagazione rapida di un incendio.

2 Il fuoco ventilato

Il regime di combustione svolge un ruolo cruciale nello sviluppo dell'incendio. La quantità di aria disponibile determinerà il regime dell'incendio. Per questo motivo esistono due tipi d'incendio, di cui l'incendio ventilato è la tipologia storicamente più riscontrata. Tipicamente questo tipo d'incendio ha una ventilazione (aria fornita) sufficiente per poter progredire.

2.1 Accensione e prime fasi dell'incendio

Quando avviene un'accensione in una stanza dove normalmente è presente il 21% di ossigeno, l'incendio, nella sua fase iniziale, ha molto ossigeno a disposizione che gli permette di progredire. Con il passare del tempo, l'ossigeno viene sostituito dai fumi e dai gas prodotti dall'incendio stesso e quindi la percentuale di ossigeno nella stanza diminuisce. Possiamo affermare che, durante le sue prime fasi, un incendio è controllato dal combustibile disponibile e ciò determina la velocità di crescita dell'incendio.

Nella fase iniziale una fonte di energia (ad esempio una sigaretta) può interagire con una sostanza infiammabile e produce fumo; in altre parole, dopo l'accensione si ottiene un incendio senza fiamma (fumante). Con il passare del tempo, in generale, sempre più combustibile verrà coinvolto nell'incendio aumentandone l'estensione e la temperatura fino a quando non si innescheranno i fumi e i gas con la conseguente comparsa delle fiamme. Dal momento in cui le fiamme iniziano a propagarsi all'interno dei fumi il processo di combustione accelera e, grazie al calore radiante prodotto, intacca altri elementi combustibili innalzando temperatura. Al raggiungimento di una temperatura sufficientemente elevata, questi nuovi combustibili inizieranno a emettere prima vapore acqueo e poi i gas della pirólisi, entrambi di colore chiaro (dal bianco al grigio).

2.2 La fase di crescita

Non appena si presentano le fiamme all'interno dei fumi in aumento sopra il fuoco iniziale, l'incendio entra nella fase di crescita. Ora, all'interno del compartimento, è evidente che c'è un incendio in corso: si ha molto fumo visibile e la temperatura continua ovviamente ad aumentare. A questo punto, I fumi prodotti dalla combustione e dai gas della pirolisi provenienti dagli oggetti irraggiati dal calore nella camera, inizieranno a calare verso il basso.

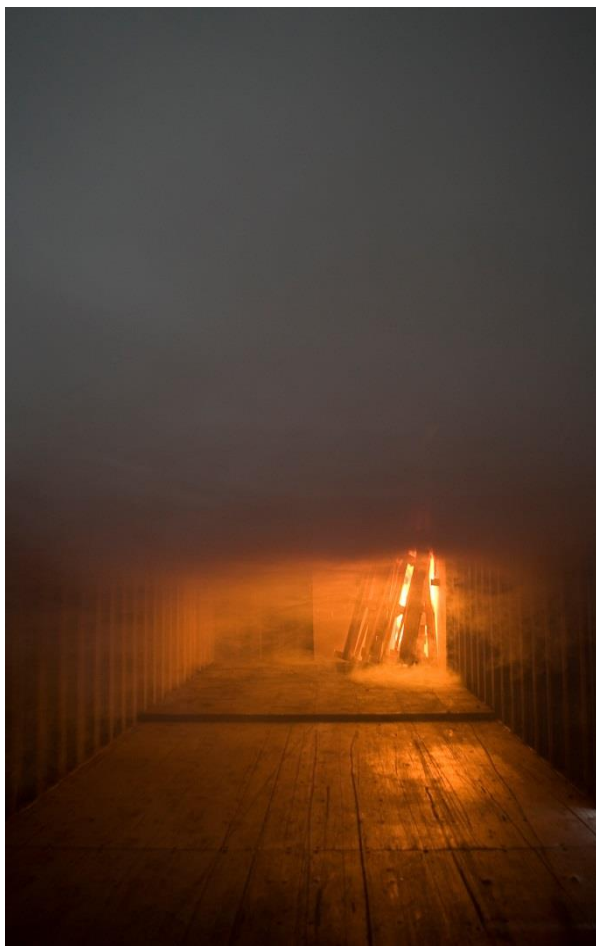


Figura 2 Delinearsi del piano neutro in un Attack-cell. Sopra troviamo il fumo grigio scuro, sotto c'è ancora una buona visibilità. (Foto: Stef Vandersmissen – Zaventem Fire department)

Durante la fase di crescita si delinea quello che viene definito un livello neutro o piano neutro (Vedere figuraFigura 2); ovvero figurativamente parlando, è possibile tracciare una linea immaginaria di separazione al limite inferiore dello strato di fumo. Tale linea divide la parte bassa del compartimento, dove rimane ancora una grande quantità di ossigeno e si riscontra una buona visibilità, e la parte alta, dove continuano ad aumentare i fumi e i gas rilasciati dalla combustione.

Con il fuoco nella sua fase di accrescimento lo strato di fumi e gas calerà verso il basso. La velocità con cui il piano neutro si abbassa è un indicatore di quanto velocemente il fuoco sta crescendo; un abbassamento rapido dello strato dei fumi indica un incendio che si sviluppa velocemente ed è molto pericoloso.

Col crescere dell'incendio, le fiamme che attraversano lo strato di fumi e gas colpiranno il soffitto propagandosi orizzontalmente, e creeranno un fronte fiamma all'interno dello strato dei fumi e dei gas. Tale fronte si allontanerà dalla sede iniziale dell'incendio attraverso il fumo, creando un fenomeno chiamato Roll-Over. La comparsa di un Roll-Over segna la fine della fase di crescita dell'incendio; da questo momento per via del calore radiante che proveniente dallo strato di fumi e gas, la temperatura dell'ambiente aumenterà molto velocemente fino al verificarsi di un Flashover.

Durante la fase di crescita sempre più combustibile viene coinvolto, con il conseguente aumento del fronte fiamma e del volume dell'incendio. Ora l'incendio, avrà bisogno di maggior apporto d'ossigeno per continuare a bruciare e ciò porterà alla riduzione della percentuale di ossigeno all'interno del vano, specialmente nella zona alta, dove l'aria è sempre più inquinata dai fumi e dai gas prodotti dall' incendio. In questa fase, il fuoco è ancora controllato dal combustibile, ma si sta evolvendo verso un fuoco controllato dalla ventilazione.

2.3 Flashover

Durante la fase di crescita, in cui tutti gli oggetti nel compartimento hanno iniziato a pirolizzare, il processo di combustione produce molti fumi; questi fumi contengono una certa quantità di gas infiammabili come il CO. Quindi possiamo dire che lo strato di fumi caldi è essenzialmente un serbatoio di combustibile gassoso caldo. Al verificarsi del Roll-over questo serbatoio si innesca e in pochi secondi la temperatura aumenta rapidamente e l'incendio, che prima era localizzato in un punto del compartimento, si sviluppa in un incendio che avvolge l'intero ambiente. Questo porta alla transizione da un incendio bidimensionale a un incendio tridimensionale.

Questo significa che possiamo definire un Flashover nel seguente modo:

il Flashover è una transizione improvvisa e continua da un incendio in via di sviluppo ad un incendio pienamente sviluppato.

Dopo il Flashover l'intero vano è completamente inghiottito dall'incendio e la quantità di combustibile che partecipa alla combustione aumenta drasticamente; pertanto, dopo il Flashover la combustione ha bisogno di molto più ossigeno. In questo momento l'incendio diventa controllato dalla ventilazione, perché in un compartimento chiuso un incendio completamente sviluppato ha bisogno di molto ossigeno, che gli può essere fornito solo attraverso la ventilazione.

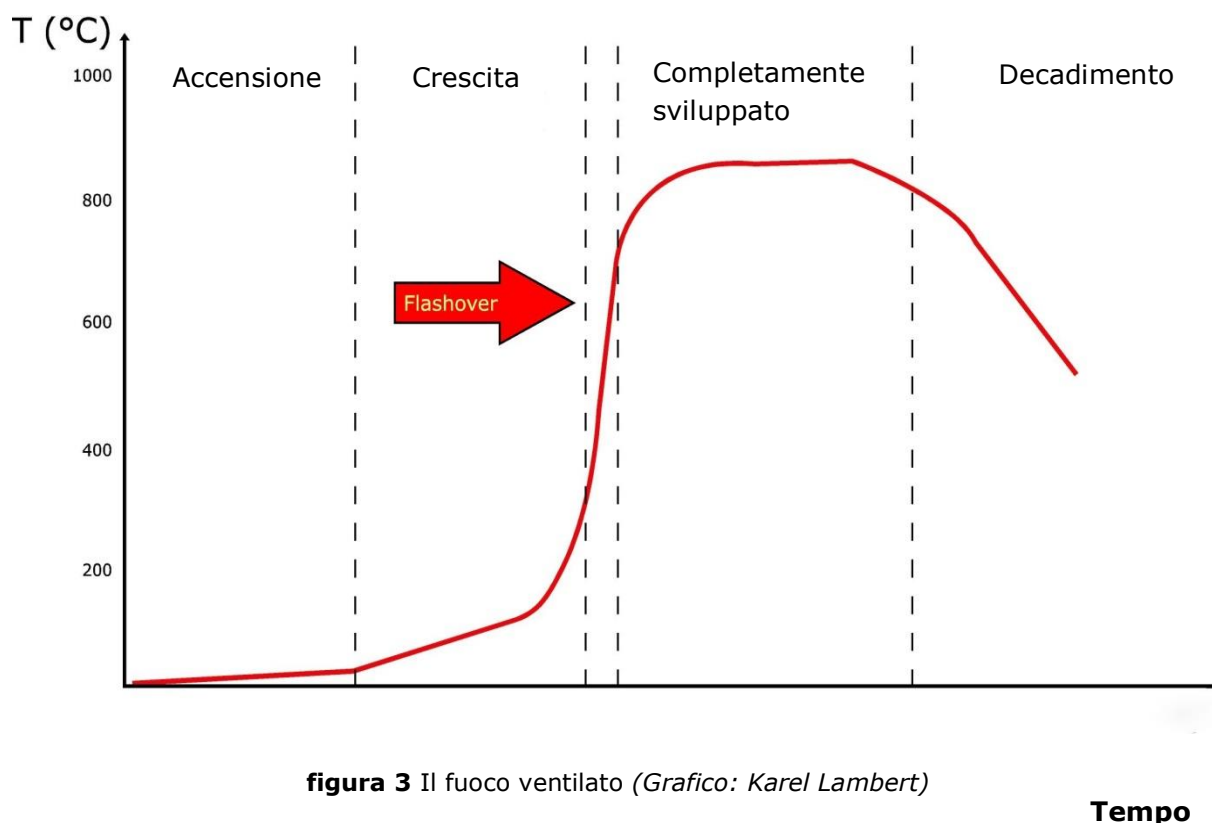


figura 3 Il fuoco ventilato (Grafico: Karel Lambert)

Tempo

2.4 L'incendio pienamente sviluppato

Dopo il Flashover, l'intero vano è avvolto dalle fiamme e qualsiasi cosa all'interno del compartimento è persa; solo la resistenza al fuoco degli elementi di costruzione che circondano l'incendio (pavimento, soffitto, pareti, ecc...) determinerà se l'incendio rimarrà contenuto nell'ambiente o si espanderà in altri compartimenti. Ad esempio se la porta di una stanza, adiacente a quella dell'incendio, dovesse essere stata lasciata aperta, anche in quella stanza il fuoco si evolverà rapidamente fino al Flashover; quindi è possibile che si abbia un incendio pienamente sviluppato (post-Flashover) in una stanza e un incendio in fase di sviluppo (pre-Flashover) nella stanza accanto. Lo scompartimento con l'incendio pienamente sviluppato ora è controllato dalla ventilazione e continuerà a bruciare fino a quando il combustibile non si esaurirà.

2.5 Decadimento del fuoco

Mentre l'incendio evolve, verrà consumato sempre più combustibile e alla fine della fase di combustione la sua intensità diminuirà; conseguentemente diminuirà anche la produzione di fumo, aumentando la quantità di aria in entrata. A questo punto, si riscontra un'inversione dell'andamento dell'incendio: la quantità di combustibile coinvolto si ridurrà, mentre aumenterà la quantità di ossigeno fino al momento in cui il regime dell'incendio tornerà a essere controllato dal combustibile e non più dalla ventilazione.

Durante il decadimento dell'incendio ci sono ancora oggetti che sono ancora abbastanza caldi e continueranno quindi a pirolizzare; l'intensità dell'incendio potrà anche essere molto minore, ma il continuo rilascio dei gas della pirolisi, che permangono nell'ambiente, sono un rischio per i vigili del fuoco.

3 Bibliografia

- [1] *Hartin Ed*, www.cfbt-us.com
- [2] *Mcdonough John*, *New South Wales Fire Brigade*, *personal communication*, 2009
- [3] *Raffel Shan*, www.cfbt-au.com, *personal communication*, 2009
- [4] *Grimwood Paul*, *Hartin Ed*, *Mcdonough John & Raffel Shan*, *3D Firefighting, Training, Techniques & Tactics*, 2005
- [5] *Grimwood Paul*, www.firetactics.com, *personal communication*, 2008
- [6] *Lambert Karel & Desmet Koen*, *Binnenbrandbestrijding*, *versie 2008 & versie 2009 (in Dutch or French)*
- [7] *Bengtsson Lars-Göran*, *Enclosure Fires*, 2001
- [8] *Gaviot-Blanc, Franc*, www.promesis.fr

Karel Lambert