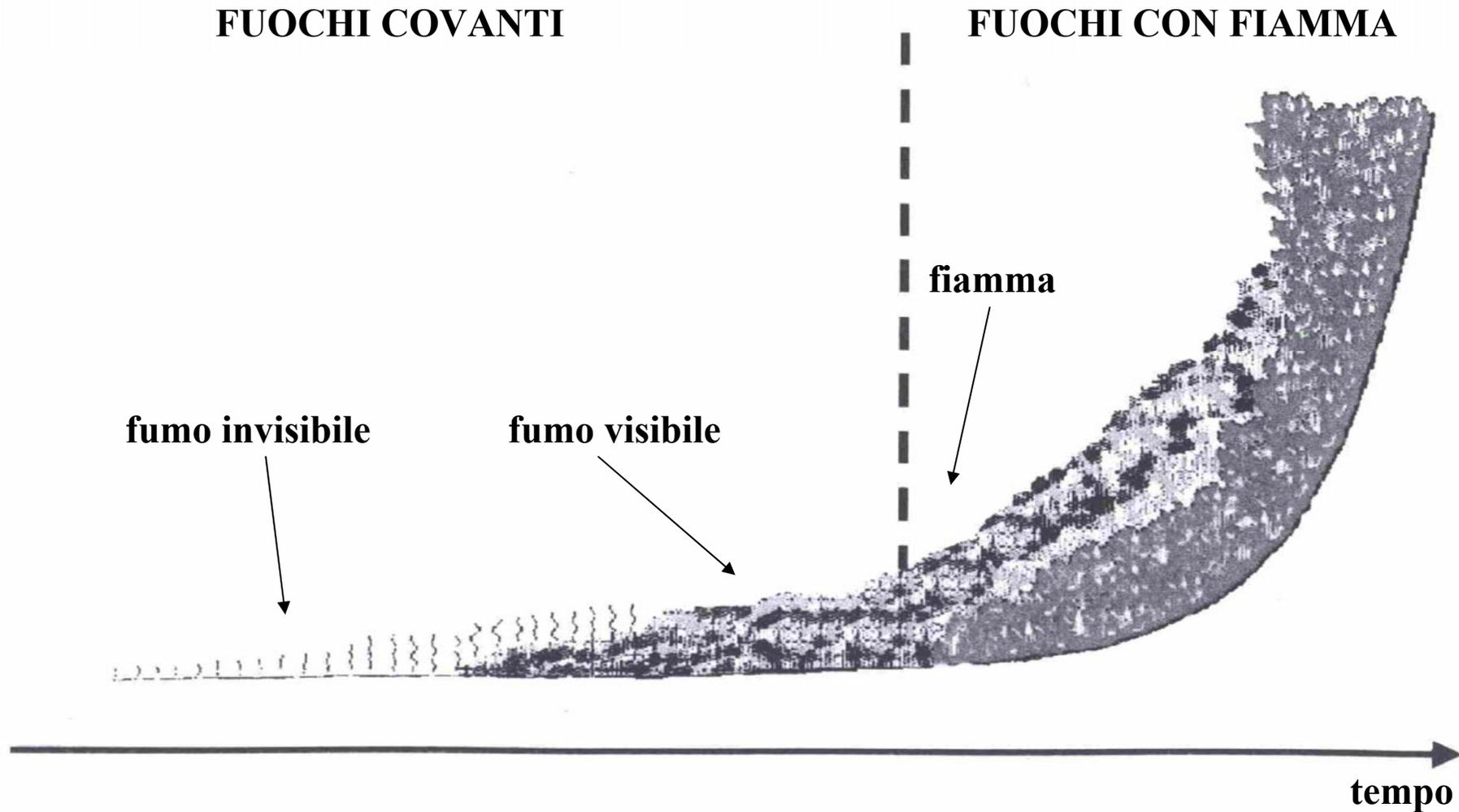


ANALISI DEL RISCHIO INCENDIO

- **Quali incendi possono svilupparsi nell'ambiente in relazione allo stato e tipologia di combustibile presente ed alle condizioni di ventilazione?**
- **Quale obiettivo deve essere raggiunto?**
 - **Salvaguardare l'incolumità delle persone?**
 - **Agevolare l'intervento dei soccorritori?**
 - **Proteggere anche i beni e le strutture?**
- **Quale fra i vari effetti prodotti da un incendio (calore, fumo, ecc.) deve essere considerato?**
- **In relazione agli specifici obiettivi che si intendono conseguire, quale fase dell'incendio deve essere oggetto di particolare esame?**

PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE CHE SI LIBERANO NELL'AMBIENTE CON IL PROGREDIRE DELL'INCENDIO



PROPRIETA' DEL FUMO

Il fumo è costituito da particelle solide e liquide sospese nell'aria (particolato), che si creano a seguito di una combustione. Le particelle solide sono costituite da catrami, particelle di carbonio ed altre sostanze incombuste che si formano maggiormente quando la combustione avviene in difetto di ossigeno; le particelle liquide sono prevalentemente generate dalla condensazione del vapore acqueo prodotto, sia per evaporazione dell'acqua contenuta sotto forma di umidità dai combustibili, sia per la combustione dell'idrogeno.

Il tipo di fumo prodotto in un incendio dipende da: tipo e stato di aggregazione del combustibile, tipo di innesco, modalità di combustione che si sviluppa in relazione alle condizioni di ventilazione del locale, ecc..

I fuochi covanti (si sviluppano in assenza di fiamma) danno origine a fumi di colore chiaro, mentre quelli accompagnati dalla presenza di fiamma hanno colore prevalentemente scuro.

PROPRIETA' DEL FUMO

Generalmente, le particelle che si liberano dal fumo generato da un fuoco covante hanno forma regolare e dimensioni prevalentemente comprese nell'intervallo fra 0,1 e 5 μm (ad esempio, le particelle che sono presenti nel fumo di una sigaretta hanno diametro compreso fra 0,1 e 0,5 μm); invece, il fumo prodotto nei fuochi accompagnati dalla produzione di fiamma è formato principalmente da particelle incombuste di forma irregolare che, in genere, hanno dimensioni maggiori di quelle prodotte in un fuoco covante.

Quando una persona respira in un ambiente invaso da fumo, le particelle nocive in esso contenute raggiungono in funzione della loro dimensione parti diverse dell'apparato respiratorio. Infatti, le particelle aventi diametro fino a 0,5 μm si depositano prevalentemente negli alveoli polmonari, quelle di diametro compreso fra 0,5 e 2 μm negli alveoli e nel tratto nasofaringeo, mentre per diametri compresi fra 2 e 10 μm il deposito avviene principalmente nel tratto nasofaringeo.

SOSTANZE GASSOSE PRESENTI NEI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

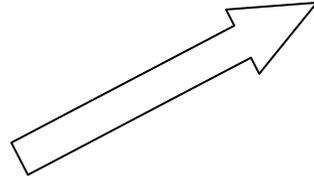
La composizione dei gas presenti nei prodotti della combustione (parte dei prodotti della combustione che restano allo stato gassoso anche quando si raffreddano fino alla temperatura ambiente) varia in relazione al tipo di combustibile coinvolto, alla temperatura raggiunta durante l'incendio ed alla concentrazione di ossigeno presente nell'ambiente; tali gas possono recare danni all'organismo umano perché sono in grado di produrre effetti asfissianti e/o irritanti.

I gas asfissianti con la loro presenza diminuiscono la concentrazione dell'ossigeno nell'aria respirata ed impediscono l'ossigenazione del sangue nei polmoni; essi esercitano la loro azione dannosa in modo sistematico provocando l'alterazione delle funzioni di un dato organo o sistema (sistema nervoso, circolatorio, respiratorio).

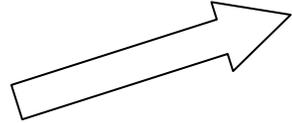
Le sostanze asfissianti (ossido di carbonio, acido cianidrico, ecc.) sono presenti nella fase vapore, mentre quelli irritanti (acetaldeide, stirolo, acido cloridrico, acido nitrico, anidride solforosa, ossidi di azoto, acroleina, ammoniaca, ecc.) possono essere presenti sia nella fase vapore che nel particolato.

Come ordine di grandezza, è opportuno sapere che esperimenti nei quali dei roditori sono stati esposti a generici prodotti della combustione hanno evidenziato che una esposizione di 300 mg/l di aria per minuto produce la morte del 50% degli animali (LC₅₀).

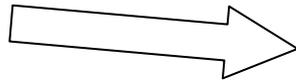
FUMO



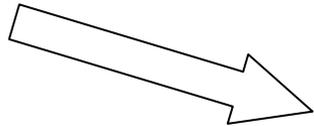
SI LIBERA IMMEDIATAMENTE DURANTE UN INCENDIO ED INVADE IN BREVE TEMPO I LOCALI



RIDUCE LA VISIBILITA' E PROVOCA IRRITAZIONE AGLI OCCHI ED ALLE VIE RESPIRATORIE



RALLENTA LA VELOCITA' DI ESODO



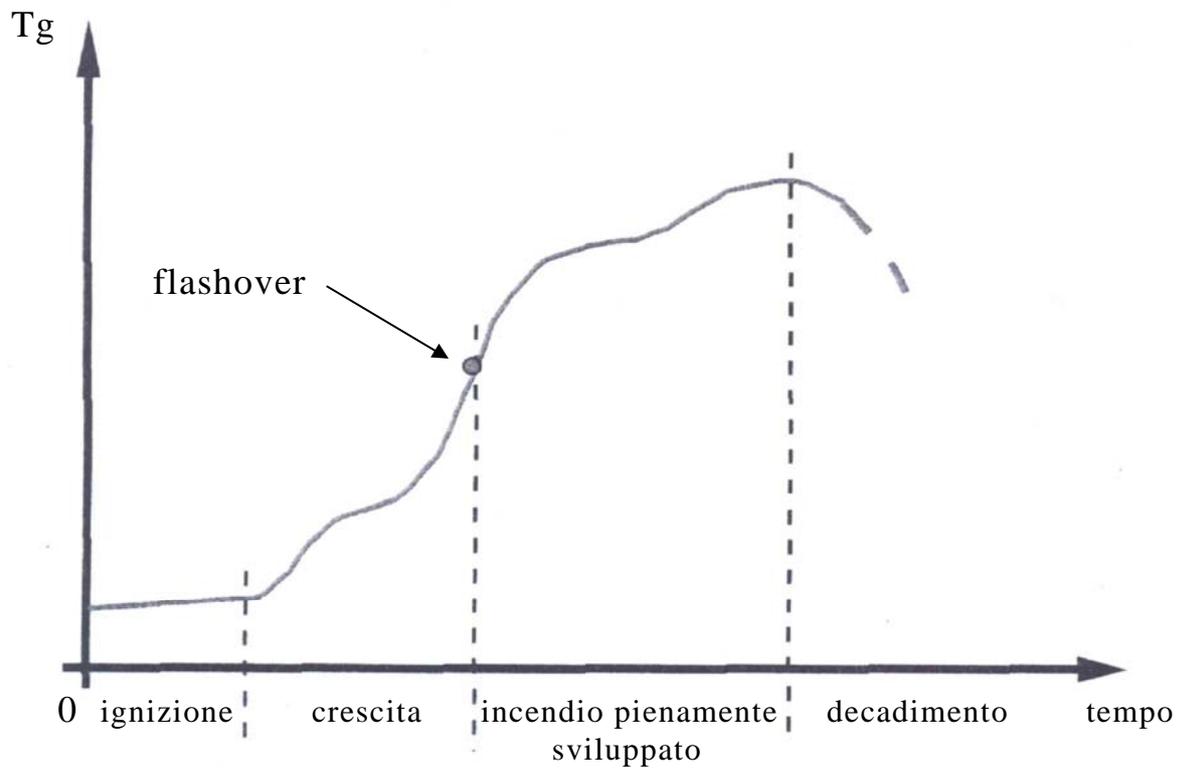
PROVOCA DISORIENTAMENTO ED INCAPACITA' DI AGIRE. È IL PRINCIPALE RESPONSABILE DEI DECESSI DELLE PERSONE IN CASO D'INCENDIO

**PERTANTO, IN PRESENZA D'INCENDIO
OCCORRE ABBANDONARE I LOCALI NEL PIU'
BREVE TEMPO POSSIBILE**

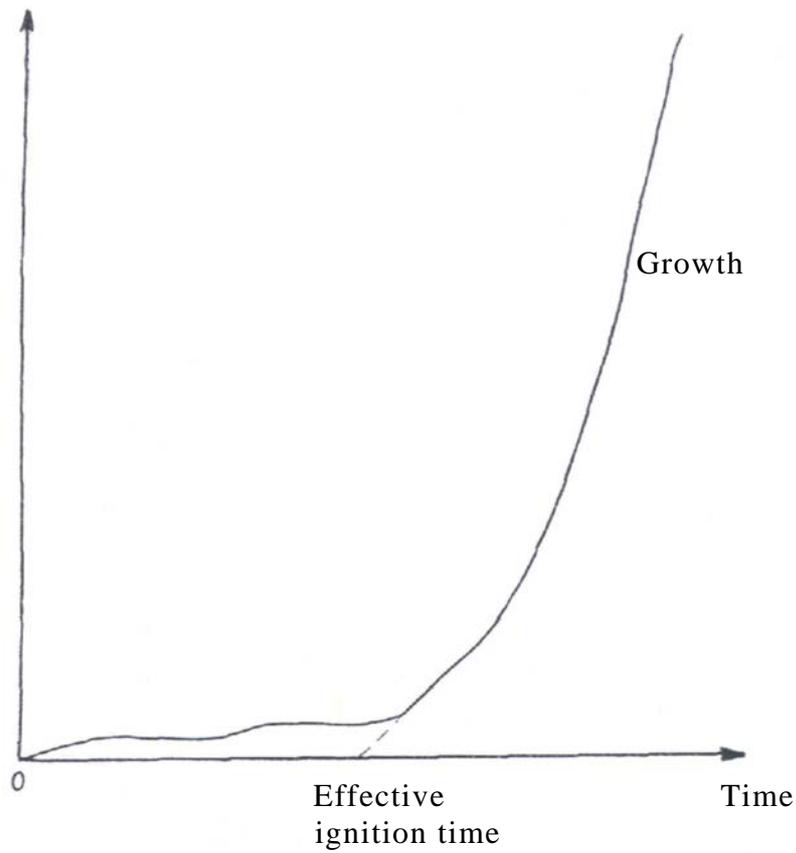
DINAMICA DELL'INCENDIO

Durante lo sviluppo di un incendio possono individuarsi le seguenti quattro fasi caratteristiche:

- Fase di ignizione;
- Fase di crescita;
- Fase di incendio pienamente sviluppato;
- Fase di decadimento.

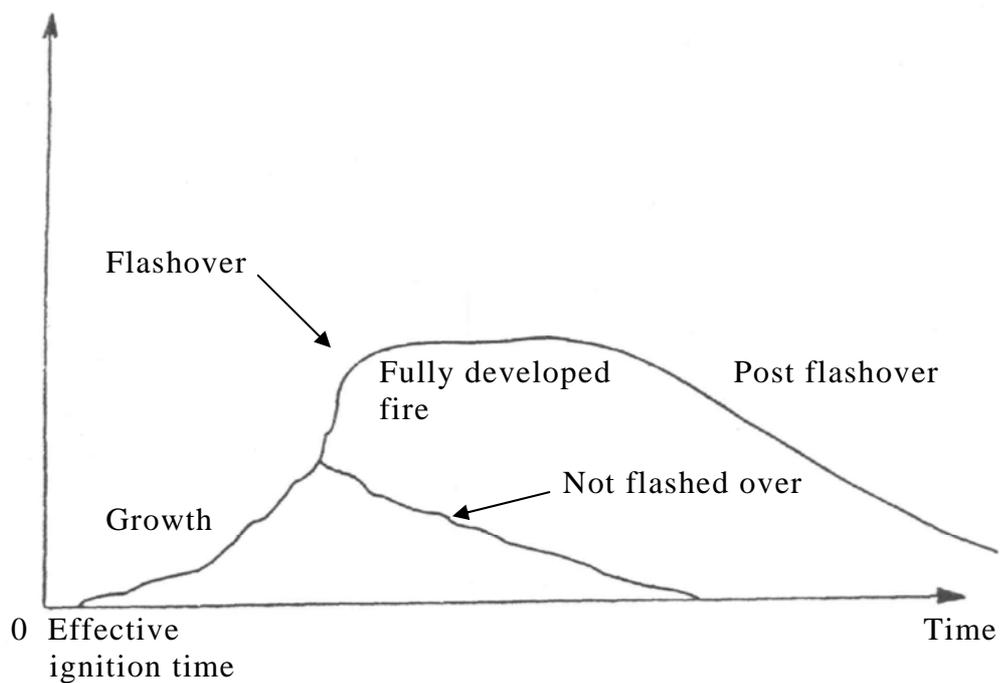


Rate of heat release



Conceptual illustration of continuous fire growth

Rate of heat Release



Fire growth in an uncontrolled room fire

POTENZA TERMICA TOTALE RILASCIATA DALL'INCENDIO NELL'AMBIENTE – RHR

Il valore della potenza termica totale rilasciata varia durante lo sviluppo dell'incendio nell'ambiente (*Rate of Heat Release*, indicato con la sigla **RHR**). Essa si ottiene facendo il prodotto fra il potere calorifico del combustibile e la sua velocità di combustione e si esprime in KW [KJ/Kg*Kg/s]; quindi la velocità di combustione ed il valore di RHR sono direttamente proporzionali.

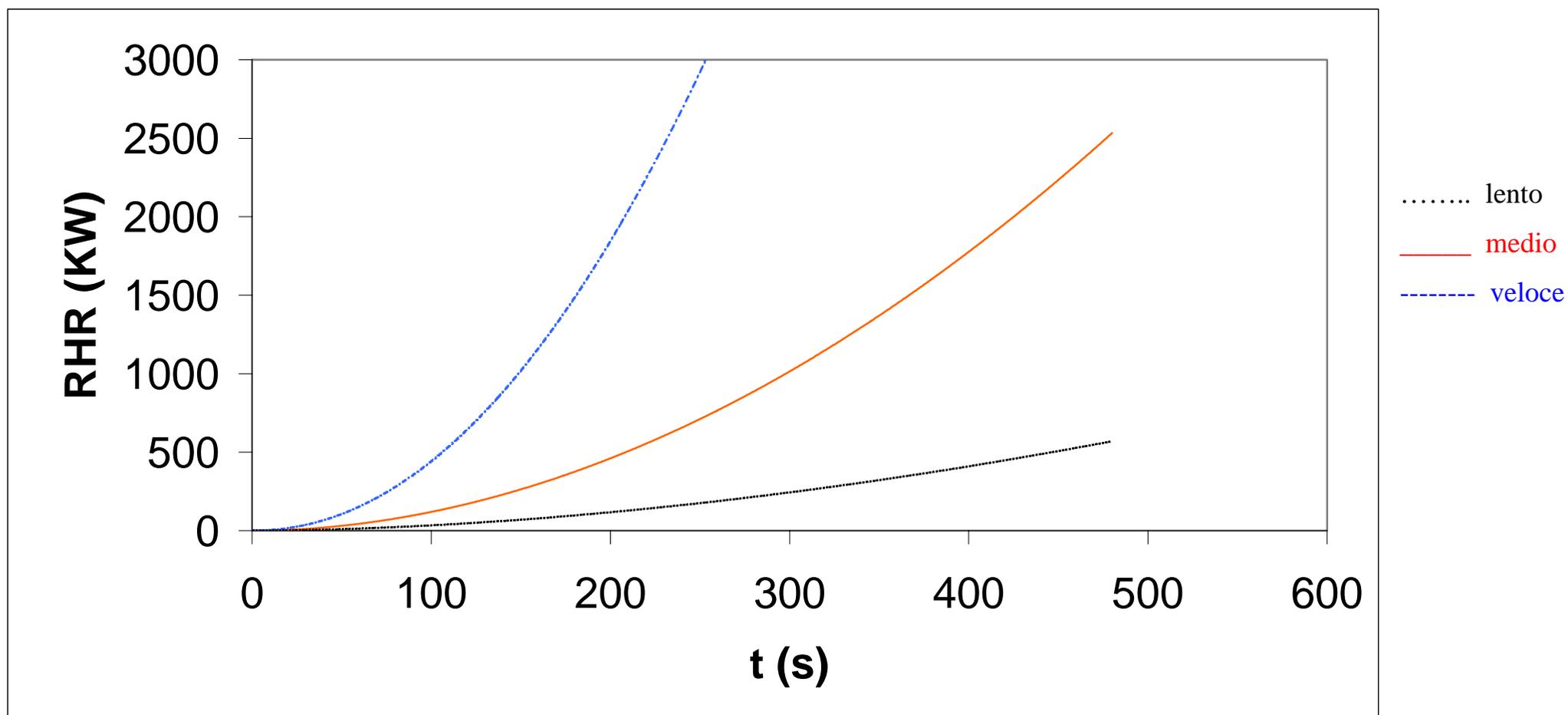
La velocità di combustione dipende dallo stato nel quale si trova il combustibile e delle condizioni dell'ambiente nel quale si sviluppa l'incendio. Generalmente, essa assume, negli incendi di edifici civili, valori variabili da 0,001 a 1 Kg/s; dallo studio di numerosi incendi reali è stato appurato che, in prima approssimazione, la combustione non procede quando la concentrazione di ossigeno presente nell'ambiente è diminuita fino a valori di circa il 10 %.

Come ordine di grandezza, è utile sapere che nella combustione di tre fogli di poliuretano espanso di dimensioni (50*50*2)cm o di un cuscino si ottiene in entrambi i casi un valore massimo di RHR di circa 80 KW, mentre per un divano a tre posti può essere raggiunto un valore massimo di circa 1500÷2000 KW.

La temperatura massima che viene raggiunta in un locale incendiato dipende dalla rapidità con la quale l'energia che si sviluppa nella combustione viene rilasciata nell'ambiente, cioè dalla potenza termica.

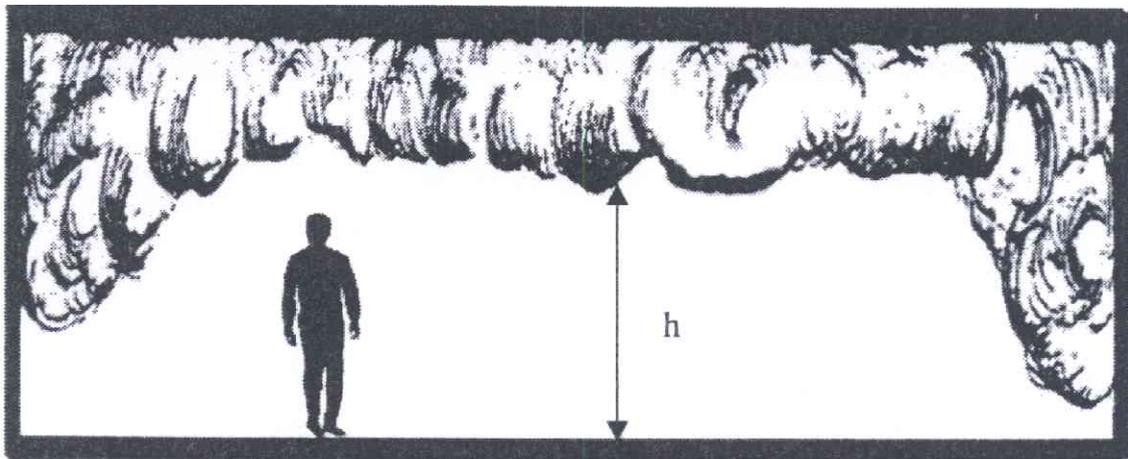
Nella valutazione dei valori di temperatura che possono raggiungersi in un compartimento chiuso durante un incendio nella fase pre-flashover, il valore di RHR come dato di input è più attendibile di quello del carico di incendio; infatti, in tale fase, impiegando il carico di incendio, la stima dei valori di temperatura è molto conservativa, poiché si suppone che tutto il combustibile presente nell'ambiente partecipa al processo di combustione (tale ammissione è lecita solamente se si eseguono valutazioni di tipo post-flashover).

PROBABILE VARIAZIONE NEL TEMPO DELLA POTENZA TERMICA RILASCIATA (RHR) DURANTE LA PRIMA FASE DI SVILUPPO DELL'INCENDIO



ANALISI DEL RISCHIO INCENDIO

L'incendio è un fenomeno fisico-chimico complesso, influenzato da molti fattori, la cui evoluzione può essere prevista mediante l'adozione di sofisticati modelli matematici che si sono dimostrati sufficientemente attendibili a seguito dell'effettuazione di numerose prove sperimentali; tuttavia, nell'eseguire l'analisi del rischio incendio di un edificio, è necessario, tenuto conto delle inevitabili approssimazioni insite nei modelli di calcolo, individuare in maniera conservativa i valori dei parametri che verranno elaborati, in modo da garantire, con sufficiente margine di sicurezza, il raggiungimento degli obiettivi previsti.



Per valutare le condizioni di sicurezza in caso d'incendio di un edificio mediante l'approccio ingegneristico, è fondamentale calcolare la quantità di prodotti della combustione che nel tempo si producono ed il loro probabile movimento all'interno dei vari ambienti nello scenario peggiore che può ragionevolmente prodursi (massimo incidente credibile), in relazione allo stato ed alla tipologia di combustibile coinvolto ed alle condizioni ambientali (aperture di ventilazione, interazione con altri impianti funzionanti, ecc.).

ANALISI DEL RISCHIO INCENDIO

DEFINIZIONE DEI PROBABILI
SCENARI D'INCENDIO

VALUTAZIONE DELLO
SVILUPPO DELL'INCENDIO

VERIFICA DELLE CONDIZIONI
DI SICUREZZA DELLE PERSONE



ANALISI DEL RISCHIO INCENDIO: FASE DI ESODO

Un possibile, *cautelativo*, procedimento per eseguire l'analisi del rischio incendio in un edificio, al fine di valutare le condizioni di sicurezza delle persone durante la fase di esodo, che prevede *l'applicazione dei criteri di ingegneria della sicurezza antincendio* è il seguente:

1. Definire in relazione alle condizioni ambientali (geometria dei locali, posizionamento e dimensione delle superfici di ventilazione, funzionamento di determinati impianti, ecc.), allo stato fisico, alla quantità, disposizione e tipologia dei combustibili presenti, nonché al luogo dal quale ha inizio l'incendio, *i peggiori processi di combustione che realisticamente possono prodursi all'interno dell'attività* e, per ognuno di essi, valutare il conseguente sviluppo dell'incendio e della potenza termica rilasciata (variazione nel tempo di RHR); l'analisi dei vari scenari incidentali dovrà essere condotta adottando nei calcoli dei valori conservativi per i vari parametri che sono stati individuati per caratterizzare l'evoluzione dell'incendio;
2. Valutare *il probabile andamento nel tempo della portata di fumo e dei gas di combustione* immessi nell'ambiente e la loro propagazione nell'edificio in relazione, alla tipologia dei locali, alla presenza di aperture di ventilazione, al funzionamento di impianti di ventilazione o condizionamento, ecc.; tali effetti dovranno essere esaminati per una durata dell'incendio di almeno trenta minuti e nell'ipotesi che il suo sviluppo non sia alterato dall'intervento dei soccorritori;
3. Individuare tutti gli ambienti interessati dall'incendio e valutare, specie nelle vie di esodo, *il tempo $t_{h=1,5 m}$ necessario affinché in essi l'altezza dal pavimento del fumo e dei gas di combustione scenda al valore limite di 1,5 m (altezza media delle vie respiratorie di una persona)*; tale valutazione può anche essere effettuata con l'ausilio di appositi programmi di calcolo che sono stati sottoposti ad adeguata validazione sperimentale;

ANALISI DEL RISCHIO INCENDIO: FASE DI ESODO

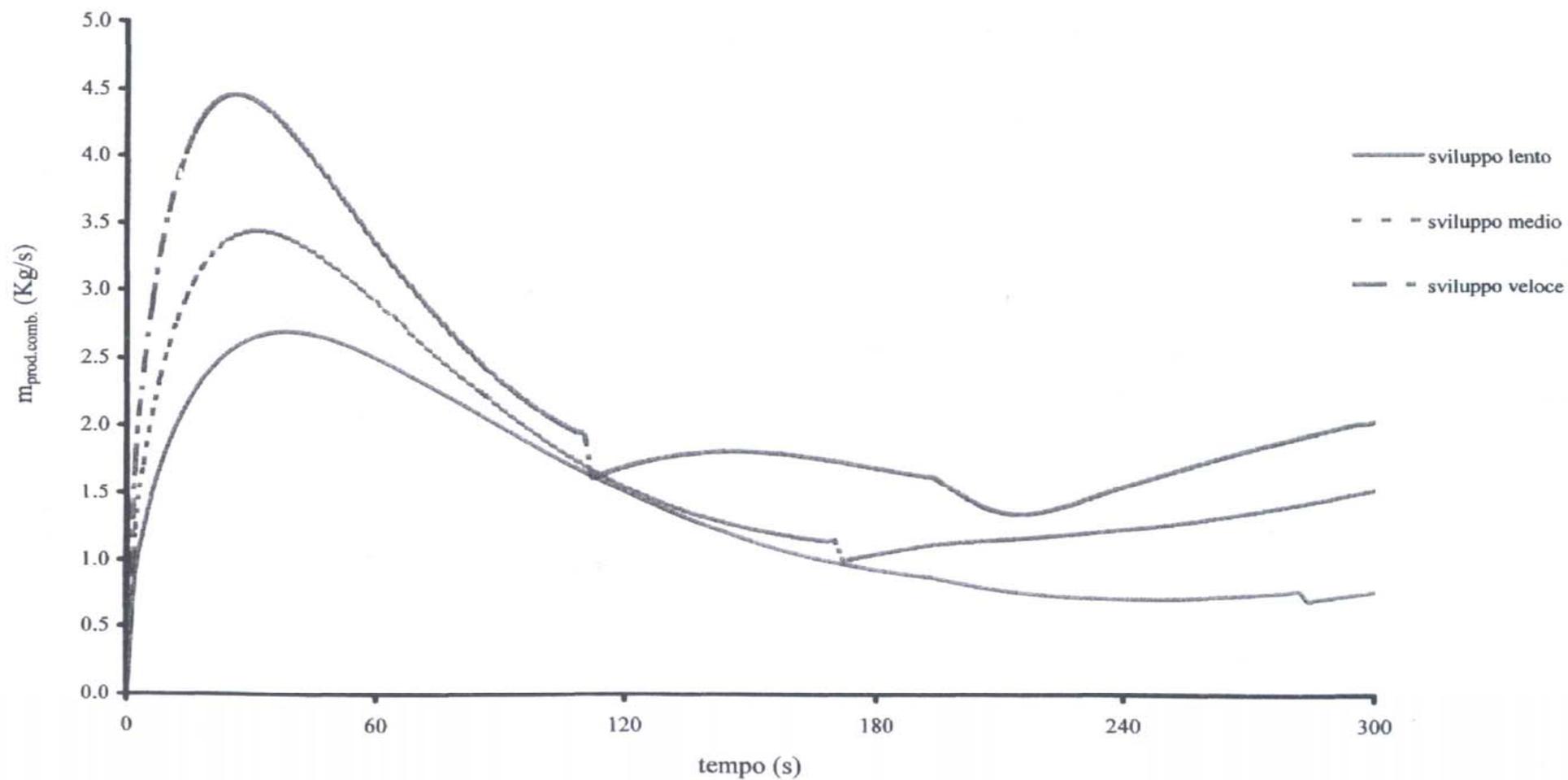
4. Calcolare, a decorrere dall'inizio dell'incendio, *il tempo complessivamente necessario alle persone per raggiungere un luogo sicuro*, ipotizzando un valore presumibile del tempo di inizio evacuazione ed un valore ragionevole della velocità di esodo e della capacità di deflusso specifica (piani orizzontali e scale) tenendo anche conto, della loro autonomia di movimento, della peculiarità del percorso di esodo e della presenza di un'adeguata quantità di fumo e gas di combustione nelle vie di esodo (riduzione della visibilità), nonché delle modalità di comunicazione della presenza dell'incendio nell'ambiente;
5. *Verificare se il tempo complessivamente necessario alle persone per raggiungere un luogo sicuro risulta minore di quello critico ($t_{\text{critico}} \equiv t_{h=1,5 \text{ m}}$)*; il rispetto di tale condizione garantisce la presenza nell'edificio di sufficienti condizioni di sicurezza.

Qualora dalla verifica eseguita risulti che la condizione di sicurezza prevista non sia rispettata, il tecnico abilitato, dopo aver individuato ed adottato ulteriori misure di sicurezza antincendio per compensare il rischio esistente, eseguirà una nuova valutazione ed accerterà se la condizione richiesta sia stata adeguatamente soddisfatta.

Occorre notare che tale valutazione delle condizioni di sicurezza è conservativa poiché viene ammesso che le persone, anche per breve periodo, non possano essere sottoposte all'azione nociva del fumo e dei gas di combustione.

In ogni caso, le condizioni di sicurezza antincendio presenti nell'attività non possono essere inferiori a determinati minimi stabiliti dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco competente per territorio.

ANDAMENTO NEL TEMPO DELLA PORTATA DEI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE AL VARIARE DEL TIPO DI SVILUPPO DELL'INCENDIO, GENERATI IN UN LOCALE CHIUSO ALTO 5m E DI VOLUME 400 m³ ED AVENTE UNA PORTA APERTA DI DIMENSIONI (0,90 * 2,2) m



CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DELLE VIE DI ESODO

Per il corretto dimensionamento delle vie di uscita e delle uscite di sicurezza di un edificio è necessaria, da parte del tecnico, l'acquisizione di numerose informazioni sulle condizioni di svolgimento del complesso processo di esodo oltre a quelle concernenti i tempi di evacuazione.

La normativa di settore nazionale ed internazionale fa riferimento a due criteri per progettare un sistema organizzato di vie di esodo che possa consentire una sicura ed ordinata evacuazione di emergenza da un edificio in caso d'incendio; essi sono:

1. Imposizione di un tempo massimo di evacuazione;
2. Prescrizione di determinate dimensioni e numero delle vie di uscita e delle uscite di sicurezza, nonché della lunghezza massima del percorso di esodo.

CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DELLE VIE DI ESODO

In base al primo criterio, che è stato esplicitamente introdotto dal D.M. 10/03/98, le dimensioni ed il numero delle vie di uscita e delle uscite di sicurezza, oltre ad osservare determinati valori minimi, devono essere calcolate in modo che il tempo di evacuazione risulti inferiore ad un preciso valore massimo che viene indicato in funzione del livello di rischio incendio presente nell'attività (basso, medio ed alto).

Il tempo di evacuazione viene stimato assumendo che la velocità di esodo delle persone, nei diversi tratti nei quali si articola il percorso di esodo, siano costanti e pari a precisi valori che sono stati ricavati dall'esperienza e da osservazioni sperimentali sul movimento delle persone in caso di emergenza.

CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DELLE VIE DI ESODO

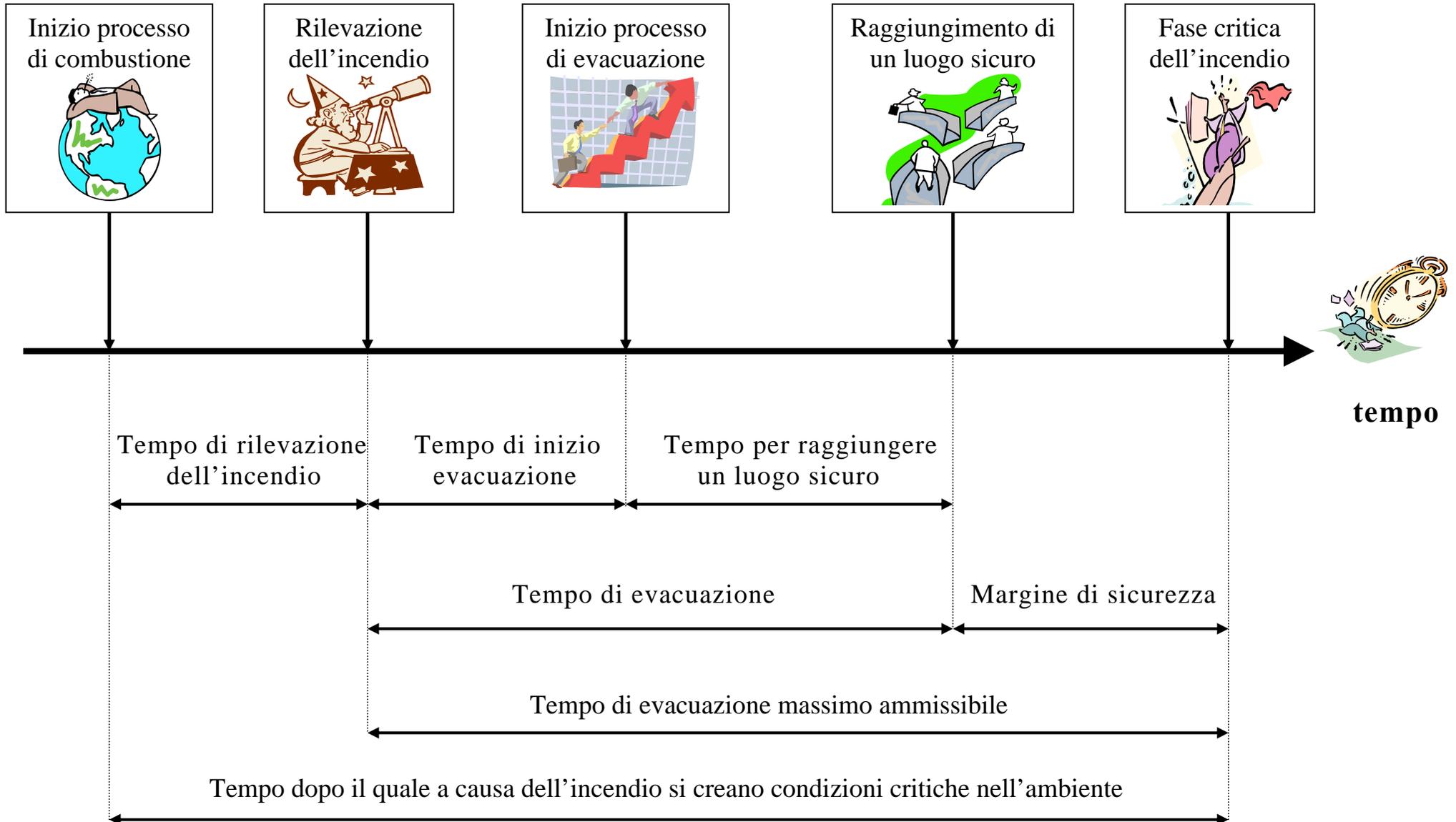
Con il secondo criterio, il numero, l'ubicazione e le dimensioni delle vie di uscita e delle uscite di sicurezza, tenendo sempre presente che anche in tale caso viene implicitamente previsto il rispetto di un tempo massimo di evacuazione, sono stabiliti in funzione della destinazione degli edifici ed evitando di superare un determinato valore massimo dei seguenti parametri:

- ❖ **Densità di affollamento.** Essa indica il numero massimo di persone assunto per unità di superficie lorda di pavimento (persone/m²). In questo modo, il dimensionamento delle vie di uscita è basato sul probabile numero massimo di persone che possono essere contemporaneamente presenti nei locali in relazione alla superficie lorda a pavimento del piano interessato; attualmente, le regole tecniche di prevenzione incendi fissano dei valori limite in relazione al tipo di attività presente nell'edificio ed anche, a volte, in funzione del piano nella quale essa si svolge;
- ❖ **Capacità di deflusso.** Con tale grandezza è possibile calcolare il numero di moduli di uscita necessari per l'evacuazione rapida ed ordinata del probabile numero massimo di persone che possono essere presenti nei locali e, quindi, implicitamente la larghezza totale e quantità delle uscite di sicurezza; la capacità di deflusso rappresenta il numero di persone che possono defluire in condizioni di sicurezza da una uscita di larghezza pari a 60 cm (un modulo è pari a 60 cm; si ricorda che l'ingombro medio di una persona è simile a quello di un'ellisse avente asse maggiore di 60 cm e quello minore di 45 cm). I valori della capacità di deflusso vengono stabiliti in relazione alla destinazione dell'edificio e sono significativamente influenzati dal grado di mobilità degli occupanti;

CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DELLE VIE DI ESODO

- ❖ *Lunghezza massima del percorso di esodo.* In questa maniera viene fissata la distanza massima fra la porta di ciascun locale occupato, anche saltuariamente, da persone, o da ogni punto dei locali comuni all'edificio, ed un luogo sicuro. Il valore di tale grandezza viene fissato in funzione della velocità di esodo più probabili che le persone possono tenere nelle diverse tipologie di tratti nei quali si articola il percorso per raggiungere un luogo sicuro, considerando anche il limitato tempo di esposizione ai prodotti della combustione al quale può essere sottoposta una persona, nonché della destinazione dell'edificio.

FASI E DURATA DELL'ESODO DA UN LOCALE



ANALISI DELLA DURATA DELLE VARIE FASI NELLE QUALI SI ARTICOLA L'ESODO DA UN EDIFICIO INTERESSATO DA UN INCENDIO

Lo studio delle condizioni ambientali che si creano in un ambiente chiuso durante la fase iniziale e di crescita di un incendio è importante per valutare la sicurezza delle persone presenti; infatti, è molto difficile assicurare in un edificio, con l'approssimarsi del flashover, l'incolumità delle persone anche per brevissimi tempi di esposizione al fumo ed ai gas di combustione.

Pertanto, in caso d'incendio, deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$t_{\text{rilev. Inc.}} + t_{\text{inizio evacuazione}} + t_{\text{luogo sicuro}} < t_{\text{critico}};$$

- t_{critico} rappresenta il tempo intercorso fra l'inizio del processo di ignizione e l'istante in cui si raggiungono nell'ambiente condizioni critiche che risultano insopportabili per l'organismo umano e tali da non consentire l'esodo delle persone; generalmente, per motivi di sicurezza, *il tempo t_{critico} viene cautelativamente fatto coincidere con quello $t_{h=1,5 m}$ occorrente al fumo ed ai gas di combustione per portarsi ad un'altezza dal pavimento di 1,5 m (altezza media delle vie respiratorie)*; infatti, viene implicitamente ammesso che una persona non possa respirare, anche per pochi istanti, l'atmosfera nociva del fumo e dei gas di combustione;
- $t_{\text{rilev. Inc.}}$ è il tempo intercorso fra l'inizio del processo di ignizione ed il momento nel quale l'incendio viene rilevato e segnalato; tale tempo può diminuire se nell'ambiente è installato un impianto di rilevazione incendio;
- $t_{\text{inizio evacuazione}}$ rappresenta l'intervallo di tempo tra la rilevazione e segnalazione dell'allarme incendio e l'inizio del processo di evacuazione; tale tempo è influenzato, dal grado di conoscenza dell'ambiente e delle condizioni psicofisiche delle persone presenti, dalla conoscenza di determinate azioni precedentemente pianificate, dal modo in cui viene appresa e/o segnalata la presenza dell'incendio nel locale, ecc.;

ANALISI DELLA DURATA DELLE VARIE FASI NELLE QUALI SI ARTICOLA L'ESODO DA UN EDIFICIO INTERESSATO DA UN INCENDIO

- *$t_{\text{luogo sicuro}}$ è il tempo occorrente alle persone per completare l'evacuazione dell'edificio o raggiungere un luogo sicuro;* esso dipende dal numero, dalle condizioni fisiche e dall'età delle persone presenti, dalla conoscenza dei luoghi, dal numero e larghezza effettiva delle vie di esodo e delle uscite di sicurezza, dalla lunghezza effettiva dei percorsi di esodo, dall'efficacia degli impianti di illuminazione, dalla segnaletica di sicurezza, dal comportamento al fuoco dei materiali, dalla presenza nell'ambiente di fumo e gas di combustione, ecc..

ANALISI DEL RISCHIO INCENDIO: FASE DI ESODO

Affinché le persone nei locali siano soggette ad un rischio d'incendio accettabile dovrà risultare che il tempo critico deve essere ragionevolmente maggiore di quello complessivamente necessario alle persone presenti nell'ambiente per raggiungere, in qualunque situazione, un luogo sicuro.

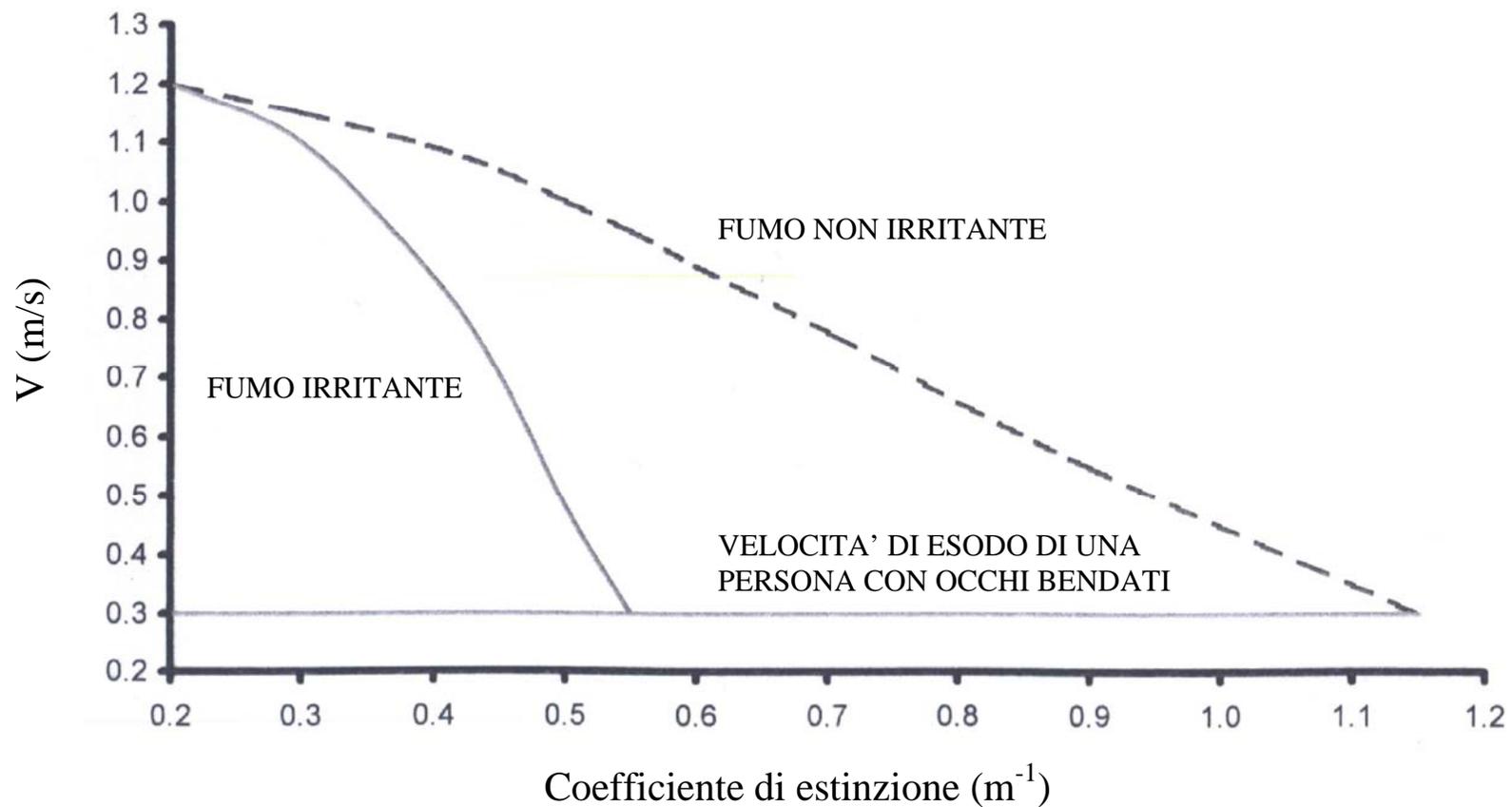
Tale valutazione deve essere condotta dal tecnico abilitato con la massima attenzione considerando tutti gli elementi che concorrono alla valutazione del rischio incendio.

Per tenere conto delle varie incertezze legate alle assunzioni fatte nei modelli di calcolo di sviluppo dell'incendio e di propagazione del fumo e dei gas di combustione oggi disponibili e che hanno trovato una appropriata validazione sperimentale, nonché delle possibili differenti condizioni nelle quali si può svolgere l'esodo delle persone dai locali di un edificio interessato da un incendio, è necessario prevedere dei margini di sicurezza ($K > 1$); pertanto, bisognerà verificare che risulti:

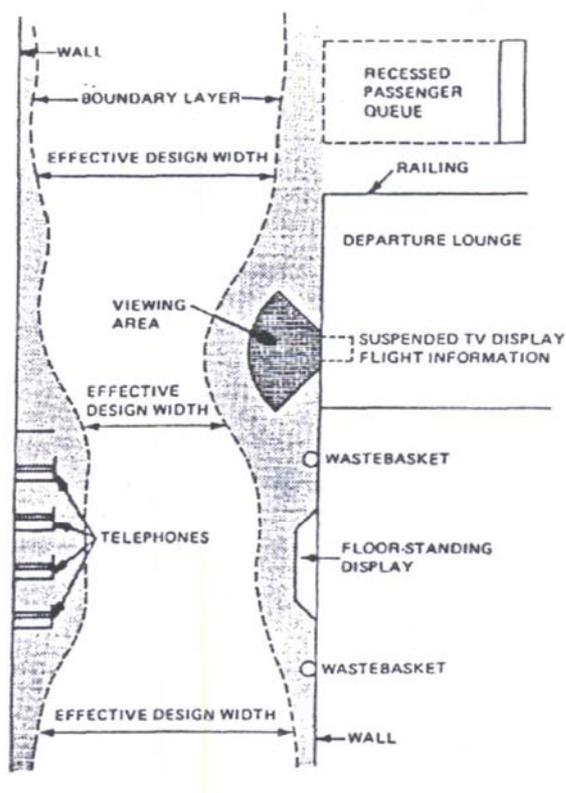
$$K * (t_{\text{rilev. Inc.}} + t_{\text{inizio evacuazione}} + t_{\text{luogo sicuro}}) < t_{\text{critico}};$$

Al riguardo, l'applicazione dei criteri di ingegneria della sicurezza antincendio, attraverso l'impiego di relazioni semienpiriche ottenute a seguito di numerose prove sperimentali, consente di effettuare una sommaria valutazione dei tempi t_{critico} , $t_{\text{luogo sicuro}}$ e, se l'ambiente è sorvegliato da un impianto di rilevazione incendio, del tempo $t_{\text{rilev. Inc.}}$; invece, per la stima del probabile tempo $t_{\text{inizio evacuazione}}$, occorre eseguire una analisi dettagliata, sul tipo di attività a rischio di incendio, sul comportamento delle persone presenti, ecc..

VELOCITA' DI ESODO SU UN PIANO ORIZZONTALE IN UN AMBIENTE CHIUSO IN PRESENZA DI FUMO



LARGHEZZA EFFETTIVA DELLE VIE DI ESODO



Boundary Layer Widths

Exit route element	Boundary layer	
	(in.)	(cm)
Stairways – wall or side of tread	6	15
Railings, handrails*	3,5	9
Theater chairs, stadium benches	0	0
Corridor, ramp walls	8	20
Obstacles	4	10
Wide concourses, passageways	Up to 18	46
Door, archways	6	15

*Where handrails are present, use the value if it results in a lesser

RELAZIONI ESISTENTI FRA ALCUNE GRANDEZZE UTILIZZATE PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO DURANTE LA FASE DI ESODO

La capacità C di deflusso specifica, la densità d di affollamento, la velocità media V di esodo, il flusso F di persone e la larghezza W effettiva di una via di esodo, sono legate dalle seguenti relazioni:

$$C = V * d \quad [\text{persone}/(\text{m} * \text{s}) = \text{m}/\text{s} * \text{persone} / \text{m}^2]$$

$$F = C * W \quad [\text{persone}/\text{s} = \text{persone}/(\text{m}/\text{s}) * \text{m}]$$

È importante rilevare che la larghezza W effettiva di una via di esodo, utile ai fini della valutazione del tempo di evacuazione, è minore di quella geometrica.

Dai risultati ottenuti durante prove di evacuazione di gruppi di persone da edifici a più piani fuori terra, nonché da osservazioni effettuate in incendi reali, è stato rilevato che alcune delle suddette grandezze durante la fase di esodo non possono superare i seguenti valori massimi:

PIANI ORIZZONTALI:

$$C_{\max} = 1,31 \text{ persone}/(\text{s} * \text{m}); \quad V_{\max} = 1,19 \text{ m}/\text{s}$$

SCALE (gradini con pedata 33 cm ed alzata 16,5 cm):

$$C_{\max} = 1,16 \text{ persone}/(\text{s} * \text{m}); \quad V_{\max} = 1,05 \text{ m}/\text{s}$$

SCALE (gradini con pedata 28 cm ed alzata 17,8 cm):

$$C_{\max} = 1,01 \text{ persone}/(\text{s} * \text{m}); \quad V_{\max} = 0,95 \text{ m}/\text{s}$$

**CAPACITA' DI DEFLUSSO SPECIFICA, IN ASSENZA DI FUMO,
SU PIANI ORIZZONTALI E SU SCALE AL VARIARE
DELLA DENSITA' DI AFFOLLAMENTO**

