



**ORDINE degli INGEGNERI della  
PROVINCIA di CAGLIARI**

**CORSO di PREVENZIONE INCENDI**

**METODOLOGIA su cui si basa  
l'Approccio ingegneristico**

NO  
NUORO



**ORDINE degli INGEGNERI della PROVINCIA di CAGLIARI**

## **CORSO di PREVENZIONE INCENDI**

### **7.2 Metodologia su cui si basa l'approccio ingegneristico**

# GENERALITA'

Il decreto DM 9 maggio 2007 prevede che l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio venga articolato in **due fasi**:

## I FASE

Nella prima in cui sono formalizzati i passaggi che conducono ad **individuare le condizioni piu' rappresentative del rischio** al quale l'attivita' e' esposta e quali sono **i livelli di prestazione** cui riferirsi in relazione **agli obiettivi di sicurezza** da perseguire.

Al termine della prima fase deve essere redatto un **sommario tecnico**, firmato congiuntamente dal progettista e dal titolare dell'attivita', ove e' sintetizzato il processo seguito per individuare gli **scenari di incendio di progetto ed i livelli di prestazione**.

# GENERALITA'

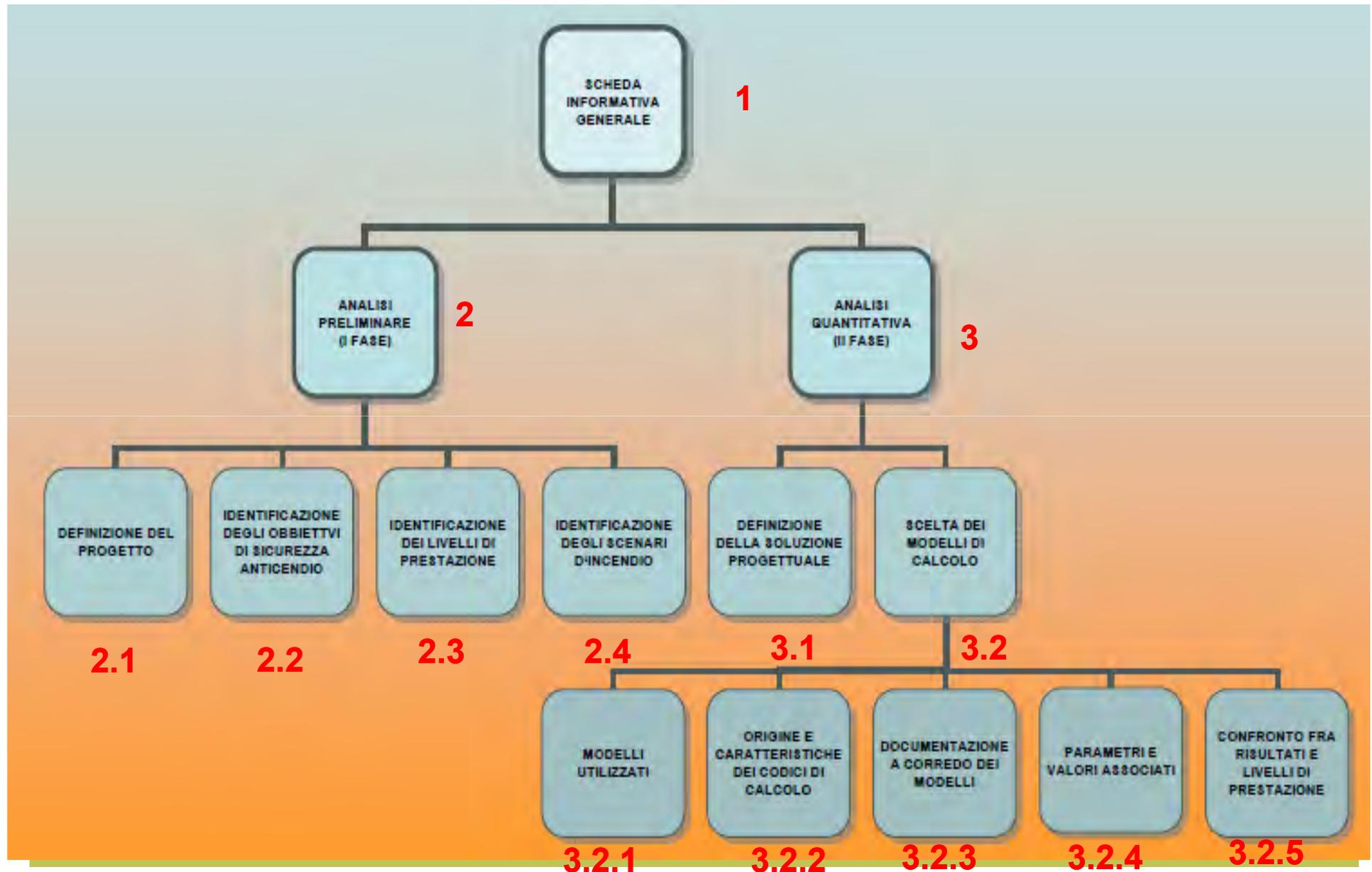
Il decreto DM 9 maggio 2007 prevede che l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio venga articolato in **due fasi**:

## II FASE

Definiti gli scenari di incendio, nella seconda fase dell'iter progettuale si passa **al calcolo, e cioè all'analisi quantitativa** degli effetti dell'incendio in relazione agli obiettivi assunti, confrontando i risultati ottenuti con i livelli di prestazione già individuati e definendo il progetto da sottoporre a definitiva approvazione degli organi di controllo per la verifica di conformità.

Restano ferme le responsabilità in materia di prevenzione incendi a carico dei soggetti responsabili delle attività ed a carico dei soggetti responsabili dei progetti e della documentazione tecnica richiesta.

# Iter progettuale



# 1 - Scheda informativa generale

- Indicazione del responsabile dell'attività.
- Individuazione del responsabile della progettazione antincendio generale.
- Individuazione del progettista che utilizza l'approccio ingegneristico e del progettista che ha prodotto il Sistema di Gestione della Sicurezza Antincendio (SGSA) qualora diversi al responsabile della progettazione antincendio generale.
- Finalità per le quali è applicato l'approccio ingegneristico, tra cui in particolare:
  - relativamente agli aspetti di prevenzione incendi:
    - analisi dei campi termici generati;
    - analisi della diffusione dei fumi e verifica delle vie di esodo;
    - valutazione dei tempi di esodo;
    - valutazione dei requisiti di resistenza al fuoco delle strutture;
    - valutazione dei requisiti di resistenza al fuoco della costruzione o di parte di essa;
  - relativamente ad altri particolari aspetti:
    - protezione di beni o infrastrutture;
    - prosecuzione attività (business continuity).

# 1- Scheda informativa generale

- Deve risultare chiaro quali aspetti della progettazione vengono affrontati tramite l'approccio ingegneristico e quali ne sono esclusi.
- La scheda informativa generale deve essere firmata dal responsabile dell'attività e da tutti i soggetti coinvolti nella progettazione. Tutta la documentazione di progetto deve comunque essere firmata dal responsabile dell'attività che ha prodotto l'istanza.
- In caso di voltura o di variazione del responsabile legale tra la fase di esame progetto e quella di richiesta di visita di controllo, il nuovo responsabile dovrà firmare la documentazione di progetto precedentemente approvata in fase di esame progetto, allo scopo di dimostrare di essere consapevole delle limitazioni collegate a questo tipo di analisi (soprattutto in termini del mantenimento delle condizioni e delle limitazioni di esercizio previste dal SGSA).

## 2- ANALISI PRELIMINARE ( I fase)

*“L'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio è caratterizzato da una prima fase in cui sono formalizzati i passaggi che conducono ad individuare le condizioni più rappresentative del rischio al quale l'attività è esposta e quali sono i livelli di prestazione cui riferirsi in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire. Al termine della prima fase deve essere redatto un **sommario tecnico**, firmato congiuntamente dal progettista e dal titolare dell'attività, ove è sintetizzato processo seguito per individuare gli scenari di incendio di progetto ed i livelli di prestazione”.*

## 2- ANALISI PRELIMINARE ( I fase)

Il **sommario tecnico** deve contenere:

- · definizione del progetto;
- · identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio;
- · identificazione dei livelli di prestazione;
- · identificazione degli scenari di incendio.

Con riferimento ai punti sopra elencati dovranno essere presenti degli allegati costituiti da elaborati grafici, schemi e sezioni che permettano la chiara individuazione delle attività che si intendono svolgere; tali elaborati potranno essere specifici oppure fare riferimento alla documentazione progetto più generale, come quella che illustra l'attività, che in tal caso dovrà essere firmata dal progettista che utilizza l'approccio ingegneristico e del progettista che ha prodotto il SGSA.

## 2.1- Definizione del progetto

Devono essere esplicitati gli elementi che, sulla base del giudizio del professionista, , costituiscono delle criticità ai fini della valutazione dell'esistente e/o di progetto.

Devono essere fornite le seguenti informazioni.

Eventuali **vincoli** progettuali derivanti da previsioni normative o da esigenze peculiari dell'attività fornendo informazioni circa:

- difformità rispetto a regole tecniche che rendono necessario un procedimento di deroga;
- scostamenti rispetto a standard di possibile riferimento (es. D.M. 10/03/98);
- particolari esigenze di tutela di un bene;
- esigenze di garantire la prosecuzione dell'attività.

## 2.1- Definizione del progetto

Individuazione dei pericoli di incendio connessi con la destinazione d'uso prevista, come già previsto dal D.M. 07/08/2012 (ed in particolare dall'allegato I) e dal D.M. 10/03/98 (ed in particolare dagli allegati I e II).

- A **che** serve l'edificio?  
*Features*
  - A **chi** serve l'edificio?  
*Occupancy*
  - **Vincoli** di progetto?  
*Constraints*
  - Le **parti** interessate?  
*Stakeholders*
  - Contesto normativo specifico?
- **Finalità** della progettazione FSE?  
*Scope*
    - **S1** vie d'esodo più lunghe
    - **S2** resistenza al fuoco



## 2.1- Definizione del progetto

Descrizione delle condizioni ambientali per l'individuazione dei dati necessari per la valutazione degli effetti che si potrebbero produrre, fornendo in particolare le seguenti informazioni:

- principali caratteristiche costruttive degli edifici;
- indicazioni planovolumetriche degli ambienti;
- compartimenti antincendio/antifumo;

**sistemi di ventilazione naturale, come:**

- aperture prive di infisso;
- aperture con infisso;
- evacuatori di fumo e calore naturali;

**• sistemi di ventilazione meccanica, come:**

- impianti di ventilazione;
- presenza ed ubicazione di serrande tagliafuoco;
- evacuatori di fumo e calore motorizzati;
- sistemi di attivazione dell'impianto di ventilazione

## 2.1- Definizione del progetto

analisi delle caratteristiche degli occupanti in relazione alla tipologia di edificio ed alla destinazione d'uso prevista, quindi:

### Caratteristiche del sistema delle vie d'esodo:

- dimensioni dei percorsi;
- collegamenti tra i piani;
- tipologia degli infissi.

### Impianti di protezione attiva:

- sistemi di rivelazione ed allarme incendio;
- sistemi di spegnimento manuali ed automatici.

## 2.1- Definizione del progetto

Analisi delle caratteristiche degli occupanti in relazione alla tipologia di edificio ed alla destinazione d'uso prevista, fornendo in particolare le seguenti informazioni:

- **tipologia degli occupanti:**

- familiarità con l'ambiente;
- presenza di anziani o bambini;
- presenza di disabili (con limitazione delle capacità motorie, con limitazione delle capacità visive, con limitazione delle capacità uditive, con problematiche psicologiche o mentali);
- stato di veglia o di sonno;
- presenza di persone con compiti particolari che devono ritardare l'esodo;
- presenza di persone con restrizione della libertà (carceri, istituti di pena, ecc.);

- **numero e distribuzione degli occupanti all'interno dei locali** (affollamento delle aree) nelle condizioni più sfavorevoli ai fini dell'esodo

## 2.2- Identificazione degli **obiettivi di sicurezza** antincendi

Gli obiettivi di sicurezza antincendio dovranno essere esattamente individuati in relazione al caso in esame, anche in relazione agli obiettivi generali già previsti dalla Direttiva Europea Prodotti da Costruzione, requisito essenziale “sicurezza in caso di incendio” di seguito riportati.

- **la capacità portante dell'opera deve essere garantita per un periodo di tempo determinato;**
- **la produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno delle opere deve essere limitata;**
- **la propagazione del fuoco alle opere vicine deve essere limitata;**
- **gli occupanti devono essere in grado di lasciare l'opera o di essere soccorsi;**
- **deve essere presa in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso.**

In funzione quindi delle finalità, riportate nella Scheda informativa generale, per le quali viene applicata l'analisi utilizzando l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio, dovranno essere definiti i relativi obiettivi di sicurezza antincendio.\*

(**Esempio:** ammettere una lunghezza delle vie di esodo maggiore di quanto previsto dalla regola tecnica)

(**Esempio:** gli occupanti devono poter raggiungere un luogo sicuro)

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

*il progettista deve indicare quali sono i **parametri significativi** presi a riferimento per garantire il soddisfacimento degli stessi obiettivi;*

I parametri possono includere a titolo di esempio:

- livelli di temperatura massima alla quale si può essere esposti,
- livelli di visibilità,
- livelli di irraggiamento termico a cui le persone o gli elementi possono essere esposti,
- livelli di concentrazione delle specie tossiche.

Il progettista dovrà fornire giustificazioni in merito alle scelte operate con riferimento a disposizioni normative o, in mancanza di queste, sulla base di quanto reperibile in letteratura avendo a riferimento in ogni caso le effettive condizioni ambientali dell'edificio.

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

*il progettista deve indicare quali sono **i parametri significativi** presi a riferimento per garantire il soddisfacimento degli stessi obiettivi;*

A questi vanno aggiunti i **livelli di prestazione richiesti per la costruzione, secondo quanto indicato nel DM 9/3/2007** e indicare quali sono i parametri significativi presi a riferimento come criteri valutativi delle prestazioni richieste.

*(Esempio: una condizione di carico critica, una temperatura critica, uno stato deformativo critico, ecc.).*

Tali valori possono, ad esempio, essere desunti dalle norme ISO/TR 13387, BS 7974, EN 1991-1-2, dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 9/05/2001, dal decreto del Ministero delle Infrastrutture 14/1/2008, ecc.

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

Si riportano di seguito alcune considerazioni su alcuni parametri:

- **Livelli di temperatura.** Il livello di temperatura massima ammissibile può variare in funzione degli obiettivi antincendio (esodo degli occupanti, permanenza del personale addetto per il tempo necessario alla messa in sicurezza degli impianti, intervento dei soccorritori)\*

**Esempio:** per gli occupanti può essere in genere ritenuta ammissibile una esposizione ad una temperatura non superiore a 50/60°C per il tempo di esodo; i valori possono variare e devono essere sempre giustificati.

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

- **Livelli di visibilità.** la visibilità ammessa lungo le vie di esodo deve essere definita per un certo periodo temporale e relativamente alla quota cui sono posizionate le segnalazioni che indicano il percorso d'esodo. E' necessario essere consapevoli che la tipologia dei segnali (riflettenti, luminosi) e la loro posizione può influenzare i valori ammissibili.\* 

**(Esempio:** per gli occupanti può essere in genere ritenuta ammissibile una visibilità di 10 m per tutto il tempo necessario al completo esodo; valori diversi, comunque possibili, devono essere giustificati.

Può essere giustificata per i soccorritori l'assunzione di livelli di visibilità ridotti ma garantiti per il tempo necessario all'intervento).

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

**Livelli di irraggiamento.** Il livello di irraggiamento deve intendersi risultante dal contributo della sorgente di incendio, dei prodotti della combustione (fumi, gas) e delle strutture (pareti, solai).\*

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

(**Esempio:** come limiti all'irraggiamento possono essere presi a riferimento i valori di soglia previsti dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 9/5/2001;  
per quanto riguarda gli effetti sulle persone suddetto decreto riporta il limite massimo di **3 kW/m<sup>2</sup>** per lesioni reversibili.

In considerazione del fatto che tali valori sono riferiti ad un ambito industriale ed a particolari condizioni di esercizio, valori usualmente accettabili ai fini del raggiungimento dell'obiettivo di realizzare esodi in sicurezza, non sono superiori a **2 kW/m<sup>2</sup>**, per un limitato tempo di esposizione.

Questi valori, o i corrispettivi valori di dose assorbita, devono essere documentati in relazione allo scenario in esame ed alle indicazioni disponibili in normative o in letteratura.)

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

Tabella 2. Decreto M- LL.PP. 9/05/2001

Valori di soglia					
Scenario incidentale	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Danni alle strutture / Effetti domino
	1	2	3	4	5
Incendio (radiazione termica stazionaria)	12,5 kW/m <sup>2</sup>	7 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>	12,5 kW/m <sup>2</sup>
BLEVE/Fireball (radiazione termica variabile)	Raggio fireball	350 kJ/m <sup>2</sup>	200 kJ/m <sup>2</sup>	125 kJ/m <sup>2</sup>	200-800 m (*)
Flash-fire (radiazione termica istantanea)	LFL	½ LFL			
VCE (sovrapressione di picco)	0,3 bar (0,6 spazi aperti)	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
Rilascio tossico (dose assorbita)		LC50 (30min,hmn)		IDLH	

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

**Livelli di concentrazione delle specie tossiche.** Allo stato, attuale delle conoscenze, è vivamente consigliato escludere dai parametri identificativi degli obiettivi di sicurezza il livello di concentrazione delle specie tossiche raggiunto durante l'incendio, in quanto gli algoritmi oggi disponibili non consentono di prevederne la distribuzione dei valori nello spazio e nel tempo con sufficiente attendibilità. Più prudentemente possono essere adottate modalità indirette di affrontare il problema delle specie tossiche prodotte.\*

**(Esempio:** prescrivere, in via cautelativa, che una persona non possa essere esposta, neanche per brevissimi intervalli di tempo all'azione del fumo e dei gas di combustione, ad esempio **imponendo un'altezza minima dal pavimento (1,8 o 2 m)** libera dal fumo e dai gas di combustione, nelle vie di esodo almeno durante l'evacuazione dall'edificio incendiato.)

**(Esempio:** imporre adeguati valori minimi di visibilità nelle vie di esodo per determinati intervalli di tempo, a condizione che non siano presenti materiali combustibili tali da dar luogo a fuochi covanti o a produzione di cianuri, clorurati, fluorurati, ecc. Generalmente con **visibilità dell'ordine di 10 m o superiore** può risultare accettabile trascurare la valutazione delle specie tossiche presenti, nelle condizioni suddette.)

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

Mete del progetto	Obiettivi di progetto	Criteri di prestazione
Minimizzare le lesioni da incendio alle persone ed ai soccorritori	Garantire l'esodo in sicurezza degli occupanti	COHb < 12% visibilità > 10 m
Minimizzare le lesioni da incendio e prevenire danni ai beni ed alle caratteristiche storiche	Minimizzare la possibilità di propagazione dell'incendio al di fuori del compartimento di origine.	Temperatura dei gas < 200 °C
Minimizzare l'interruzione di operatività e danni economici legati alla sospensione dell'attività	Limitare l'esposizione al fumo del macchinario	Particolato < 0,5 g/m <sup>3</sup>
Limitare l'impatto ambientale dell'incendio e delle misure di protezione	Realizzare mezzi per il contenimento delle acque di estinzione	Capacità di contenimento > 20% dell'acqua di estinzione

Carbossiemoglobina (COHb) :

10% torpore

40/50% : svenimento

> 60% : coma

## 2.3- Identificazione dei livelli di prestazione

Scopo del progetto	Meta del progetto	Obiettivo del progetto	Prestazione da controllare
<p>Ampliamento dell'edificio.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Natura dei vincoli (beni culturali, urbanistici, tecnici ecc.);</li><li>• Figure interessate al processo (gestore, costruttore, manutentore, assicurazioni ecc.)</li></ul>	<p>Assicurare che in caso di incendio non si verifichino decessi nell'ambiente di inizio dell'incendio e lesioni alle persone che si trovano in altre parti dell'edificio</p>	<p>Limitare le lesioni (livello di esposizione ad agenti tossici, all'irraggiamento) delle persone che si trovano nell'ambiente di origine dell'incendio</p>	<p>Livello dei fumi, visibilità vie di esodo % CO, HCl, HCN ecc, livello di esposizione all'irraggiamento ecc.</p>

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

*“**Gli scenari di incendio**, che rappresentano la schematizzazione degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi in relazione :*

- *alle caratteristiche del focolaio,*
- *alle caratteristiche dell'edificio*
- *alle caratteristiche degli occupanti,*

*svolgono un ruolo fondamentale nell'ambito del processo di progettazione prestazionale.*

Nel processo di individuazione degli **scenari di incendio di progetto**, devono essere valutati tutti gli incendi realisticamente ipotizzabili, scegliendo i più gravosi per lo sviluppo e la propagazione dell'incendio, la conseguente sollecitazione strutturale, la salvaguardia degli occupanti e la sicurezza delle squadre di soccorso

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ai fini della definizione dei possibili scenari di incendio, di preminente importanza sono le condizioni caratterizzanti il materiale combustibile.

- stato, tipo e quantitativo del combustibile;
- configurazione e posizione del combustibile;
- tasso di crescita del rilascio termico e picco della potenza termica (HRRmax);
- tasso di sviluppo dei prodotti della combustione.
- caratteristiche dell'edificio (geometria del locale, condizioni di ventilazione interna ed esterna, stato delle porte e delle finestre, eventuale rottura di vetri, ecc.);
- condizioni delle persone presenti (affollamento, stato psico-fisico, presenza di disabili, ecc.).

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

In generale può essere accettabile schematizzare l'incendio come **una sorgente di tipo volumetrico**, ossia come una sorta di bruciatore che rilascia **calore** (Heat Release Rate – HRR) e determinate quantità **di particolato** (soot) ed in certi casi anche **di gas**, sulla base di indicazioni date dal progettista che dovrà giustificare le scelte operate.

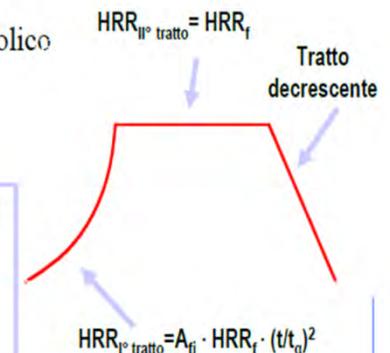
I valori assunti dal progettista per la costruzione della curva HRR corrispondente ad un dato scenario devono essere opportunamente giustificati.

(Esempio: definire il valore di  $t_{\alpha}$ , tempo necessario per raggiungere il tasso di rilascio termico pari a 1MW e il valore di  $HRR_f$ , massimo tasso di rilascio termico prodotto da 1 m<sup>2</sup> di incendio nel caso di combustione controllata dal combustibile).

### Potenza emessa da un incendio

- L'incendio può essere descritto da una curva di rilascio d'energia
- Curva Heat Release Rate (HRR)
  - Il primo tratto ha andamento parabolico
  - Il secondo è un tratto costante
  - Il terzo un tratto decrescente

- $A_{fi}$ : area dove è distribuito il combustibile [m<sup>2</sup>]
- $HRR_f$ : HRR massimo raggiungibile [kW/m<sup>2</sup>]
- $t$  = tempo [s]
- $t_{\alpha}$  = costante di tempo



## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

(Esempio: un riferimento condiviso è, in ambito civile, la tabella E5 dell'Eurocodice EN 1991 -1-2 che si riporta di seguito).

**Table E.5 — Fire growth rate and  $RHR_f$  for different occupancies**

Max Rate of heat release $RHR_f$			
Occupancy	Fire growth rate	$t_\alpha$ [s]	$RHR_f$ [kW/m <sup>2</sup> ]
Dwelling	Medium	300	250
Hospital (room)	Medium	300	250
Hotel (room)	Medium	300	250
Library	Fast	150	500
Office	Medium	300	250
Classroom of a school	Medium	300	250
Shopping centre	Fast	150	250
Theatre (cinema)	Fast	150	500
Transport (public space)	Slow	600	250

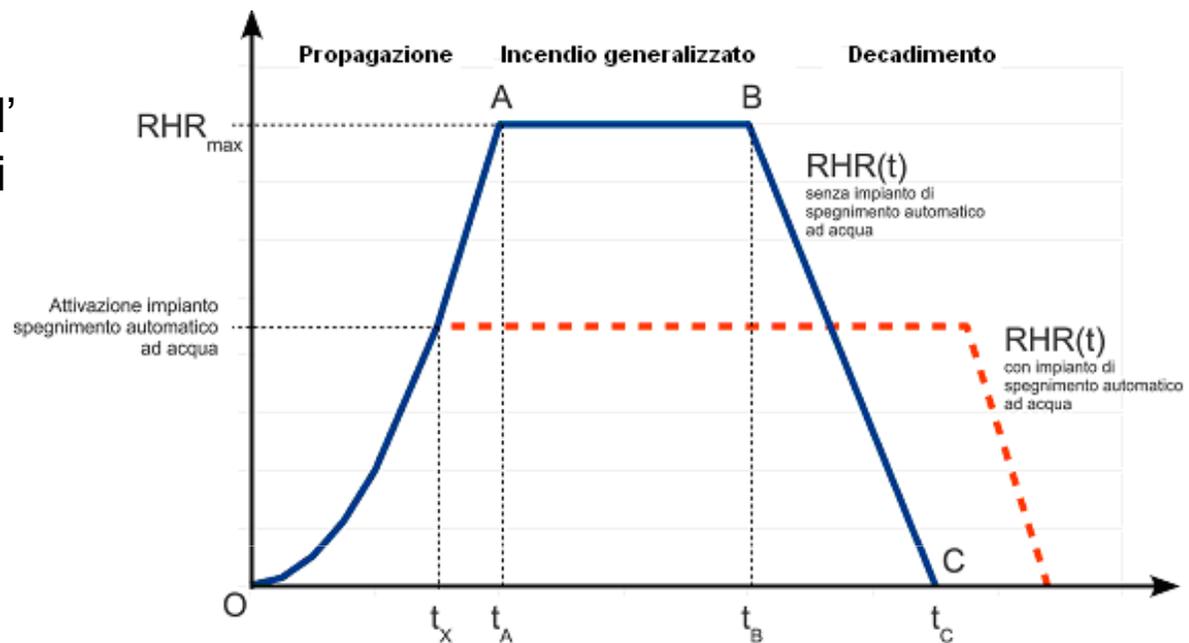
## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Nel caso in cui, in alternativa all'adozione della sorgente di tipo volumetrico, il progettista intende adottare **modelli approssimati di combustione** per prevedere (invece di prescrivere come nel caso precedente di sorgente di tipo volumetrico) il rateo di produzione di calore in funzione dei materiali combustibili presenti e delle temperature raggiunte nelle diverse fasi di sviluppo dell'incendio, dovrà illustrare e giustificare il modello adottato e la schematizzazione effettuata.

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Si segnala inoltre che **rapide diminuzioni di HRR** dovute all'entrata in funzione di sistemi di spegnimento possono essere adottate purché **il progettista sia in grado di dimostrare l'efficacia del sistema di spegnimento** che si intende adottare, mediante indagini sperimentali condotte dal produttore del sistema di

spegnimento ovvero attraverso il ricorso a dati disponibili nella letteratura tecnica che si adattino puntualmente al sistema adottato. Si sottolinea, infatti, che qualsiasi prestazione assunta arbitrariamente e non adeguatamente supportata, del sistema di spegnimento, come di qualsiasi altra misura di protezione dall'incendio adottata, è contraria ai principi della Direttiva Prodotti da Costruzione.



## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Si evidenzia che elementi di criticità riguardano la dimensione della mesh (analisi di sensitività) e la definizione delle proprietà dei materiali. I livelli di HRR sviluppati dal modello approssimato di combustione dovrebbero essere confrontati con i valori individuabili nella letteratura tecnica per le specifiche attività come, ad esempio, i valori riportati nella succitata tabella E5.

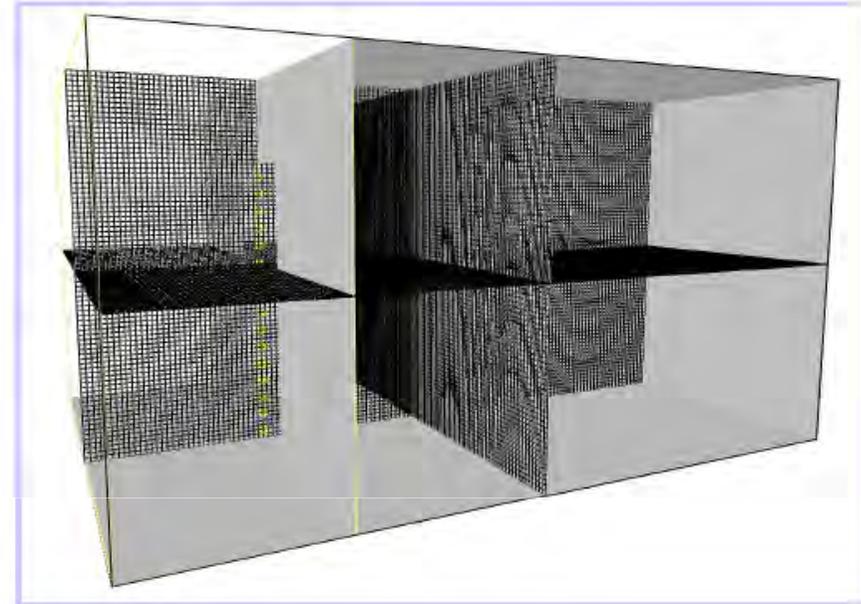


Table E.5 — Fire growth rate and  $RHR_f$  for different occupancies

Max Rate of heat release $RHR_f$			
Occupancy	Fire growth rate	$t_{\alpha}$ [s]	$RHR_f$ [kW/m <sup>2</sup> ]
Dwelling	Medium	300	250
Hospital (room)	Medium	300	250
Hotel (room)	Medium	300	250
Library	Fast	150	500
Office	Medium	300	250
Classroom of a school	Medium	300	250
Shopping centre	Fast	150	250
Theatre (cinema)	Fast	150	500
Transport (public space)	Slow	600	250

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Va evidenziato, altresì, che la **scelta del rateo di produzione del particolato** rappresenta un momento di criticità; infatti, la combustione di un modesto quantitativo di materiale plastico, come un apparecchio televisivo o una poltrona, può avere dal punto di vista della diffusione dei fumi nella fase di pre-flashover, importante nella valutazione dell'esodo dei presenti, conseguenze molto più gravose di un incendio di legno o carta con livelli di picco termico anche molto maggiori.

(Esempio: per materiali cellulosici quali legno, carta, ecc. può essere accettabile un rateo di produzione di particolato di 0,01 kgsoot/kgcomb)

(Esempio: per materiali plastici quali, PVC, poliuretano, ecc. il rateo può crescere di un ordine di grandezza e arrivare a 0,08 – 0,10 kgsoot/kgcomb o anche maggiore con effetti molto più gravosi)

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ugualmente importanti, nella definizione degli scenari di incendio, sono le **condizioni al contorno**, riassumibili nelle informazioni seguenti, le quali hanno incidenza sulla disponibilità del comburente e sulla movimentazione degli effluenti.

### 1. Caratteristiche dell'edificio.

### 2. Geometria dei locali e caratteristiche termiche delle pareti e dei solai.

(Nota: nel caso in cui i suddetti parametri non vengono considerati ai fini del calcolo deve essere fornita una adeguata giustificazione. In genere considerare le pareti ed i solai come superfici adiabatiche, trascurando in tal modo la frazione di calore assorbita dagli elementi costruttivi, può risultare conservativo in relazione alle temperature raggiunte nell'ambiente, ma non necessariamente conservativo per la stratificazione dei fumi).

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ugualmente importanti, nella definizione degli scenari di incendio, sono le **condizioni al contorno**, riassumibili nelle informazioni seguenti, le quali hanno incidenza sulla disponibilità del comburente e sulla movimentazione degli effluenti.

### 3. Condizioni di ventilazione naturale interna ed esterna, con riferimento a:

- a. infiltrazioni naturali nell'ambiente (leakage);
- b. presenza di cavedi;
- c. presenza di camini ;
- d. presenza di elementi di chiusura dei vani in materiale plastico termofondente;
- e. aperture prive di infisso;
- f. aperture con infisso (porte e finestre) specificando:
  - la tipologia degli infissi,
  - le caratteristiche dimensionali e costruttive specificando nel caso di infissi con vetro la tipologia e lo spessore del vetro nonché i valori della temperatura e/o del flusso critico che comportano una rottura efficace ai fini della ventilazione;
- g. presenza di EFC e loro descrizione.

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ugualmente importanti, nella definizione degli scenari di incendio, sono le **condizioni al contorno**, riassumibili nelle informazioni seguenti, le quali hanno incidenza sulla disponibilità del comburente e sulla movimentazione degli effluenti.

### 4. Condizioni di ventilazione meccanica, con riferimento a:

#### a. impianto di ventilazione, specificando:

- i. la presenza e l'ubicazione delle condotte di mandata e di ripresa dell'aria dell'impianto, delle relative apparecchiature e dei punti di espulsione e di immissione dell'aria nonché della portata d'aria,
- ii. la presenza ed ubicazione di serrande tagliafuoco,

#### b. sistemi di attivazione e di spegnimento dell'impianto di ventilazione

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Ugualmente importanti, nella definizione degli scenari di incendio, sono le **condizioni al contorno**, riassumibili nelle informazioni seguenti, le quali hanno incidenza sulla disponibilità del comburente e sulla movimentazione degli effluenti.

5. Stato delle porte e delle finestre con riferimento alla situazione di apertura/chiusura in funzione del tempo, con riferimento a:
  - a. apertura dall'inizio della simulazione;
  - b. chiusura con leakage;
  - c. apertura ad un certo tempo per una azione (persone durante l'esodo, soccorritori);
  - d. apertura ad un certo tempo per rottura dei vetri (totale/parziale);
  - e. crollo parziale delle strutture di sconfinamento.

## 2.4- Identificazione degli scenari d'incendio

Per concludere la definizione dello scenario occorre richiedere precisazioni circa le **condizioni delle persone presenti**.

1. Affollamento.
2. Categoria occupanti, come:
  - a. lavoratori;
  - b. studenti;
  - c. visitatori occasionali;
  - d. anziani;
  - e. malati;
  - f. disabili.
3. · Stato psico-fisico.
4. · Grado di familiarità dei presenti con l'ambiente.
5. · Stato di veglia/sonno.

Di solito si avrà un insieme di scenari di incendio, ed a questo proposito dovranno essere prodotti specifici elaborati grafici che illustrino:

- 1) la localizzazione e le condizioni al contorno degli scenari di incendio;
- 2) l'individuazione dettagliata delle caratteristiche degli occupanti

# Scenari di progetto

- Esempi di definizione di uno scenario

# Scenari di progetto

## Esempio di scenario di incendio (1):

- **Edificio per uffici non aperto al pubblico. Presenza di locali destinati a deposito ed archivio.**
- Lo scenario di incendio selezionato prevede che un innesco involontario coinvolga un materiale a curva di crescita media in un locale non presidiato da impianti automatici di rilevazione o di spegnimento ne' frequentato dal personale. Si ipotizza che le aperture verso gli ambienti dell'edificio siano aperte, ma non le finestre verso l'esterno. Il personale che interviene non è in grado di utilizzare gli idranti e le persone che si trovano nell'edificio conoscono le vie di esodo alternative a quelle utilizzate per la normale attività

# Scenari di progetto

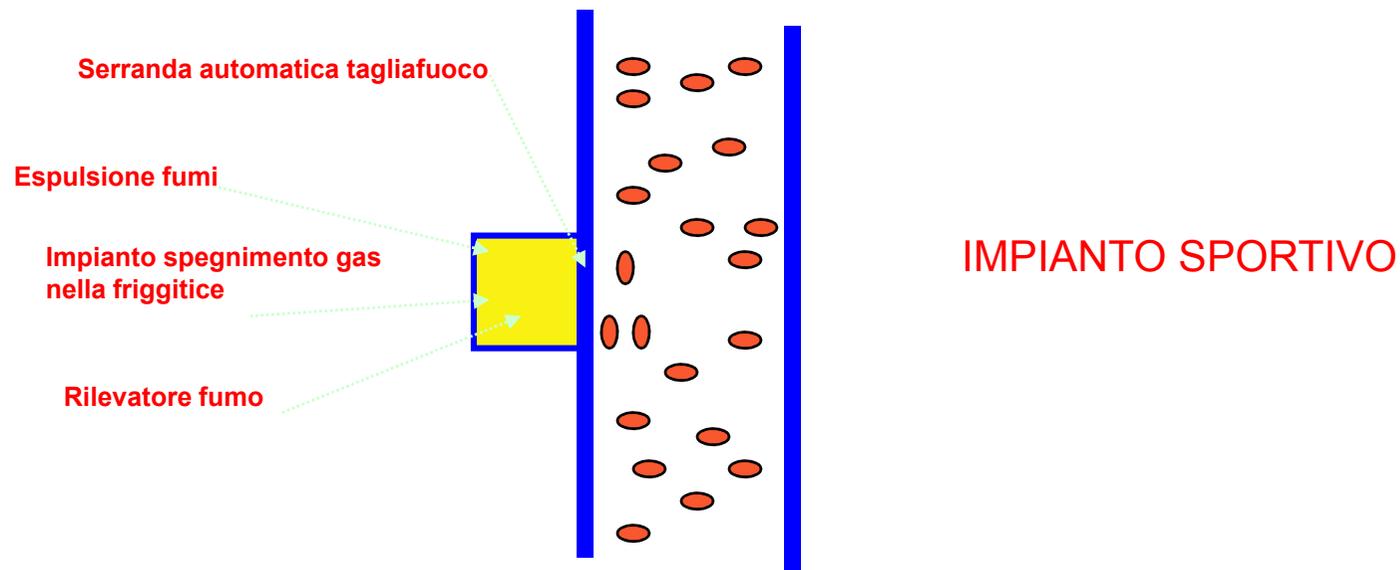
Esempio di scenario di incendio (2):

**Deroga in un albergo di grandi dimensioni relativa ad una prescrizione sulle vie di esodo.**

- Uno degli scenari di incendio prevede che un innesco involontario coinvolga un materasso in una stanza ubicata in prossimità dell'accesso al vano scala. Il locale è presidiato da impianti automatici di rilevazione. Si ipotizza che la porta verso il corridoio dell'edificio rimanga aperta, ma non le finestre verso l'esterno. Il personale che interviene non è in grado di utilizzare gli idranti e le persone che si trovano nell'edificio non conoscono le vie di esodo alternative a quelle utilizzate per la normale attività

# Scenari di progetto

- Impianto sportivo al chiuso
- La norma proibisce di realizzare attività di cottura nell'impianto o in comunicazione con esso
- La richiesta è relativa ad un piccolo locale tipo fast food (solo preparazione pasti, no posti a sedere) che si affaccia su un percorso interno



# Scenari di progetto

- **COMPORAMENTO UMANO**

- L'addetto non sa usare l'estintore
- L'addetto blocca la serranda in posizione aperta
- L'incendio avviene in presenza di pubblico

- **FUNZIONAMENTO IMPIANTI**

- Non funziona la serranda automatica
- Non funziona l'impianto automatico di spegnimento
- Non funziona l'estintore
- Non funziona la rilevazione di incendio

- **PRINCIPIO DI INCENDIO**

- Incendio degli imballi
- Incendio dell'olio nella friggitrice
- Incendio degli impianti elettrici della friggitrice

# Scenari di progetto

- La **selezione degli scenari** da considerare dovrà tenere conto delle conseguenze più gravi nell'ambito delle condizioni critiche individuate. Per questo motivo in sede di selezione dovranno essere noti via approssimativa:
  - i dati sugli impianti di protezione (% malfunzionamento serranda, quanto è stagna in effetti?),
  - I dati sulle curve di rilascio termico (hrr imballi, olio ecc.) e dovranno essere assunte delle ipotesi, che diventano vincolanti, sulla gestione (l'addetto è formato all'uso degli impianti?).
- **Su questa base poi potrà essere giustificata la scelta degli scenari di sviluppare**

# Scenari di progetto

- A scopo puramente indicativo si ipotizza l'analisi proposta da un professionista (NB in questo esempio i dati sono a caso):
  - L'olio ha una curva HRR molto più gravosa degli imballi
  - Il personale è addestrato bene
  - I rilevatori di fumo e l'impianto di espulsione del fumo sono abbastanza affidabili, mentre non ci sono dati sull'affidabilità e la tenuta delle serrande tagliafuoco
- IL PROFESSIONISTA PROPONE QUESTO SCENARIO:
  - incendio di olio nella friggitrice
  - La serranda non funziona, gli altri impianti funzionano
  - L'addetto spegne con l'estintore l'incendio non prima di un paio di minuti. L'incendio non si propaga agli imballi.
  - Nel corridoio dell'impianto c'è pubblico (1 persona/m<sup>2</sup>), che sarà quindi esposto al fumo.

## GLI STRUMENTI PER IDENTIFICARE gli Scenari di incendio

### Failure analysis :

Tale metodologia può essere descritta in breve come lo **studio dei guasti** e delle indisponibilità per determinare la catena di eventi che conduce al guasto e determinare strategie di prevenzione.

### What if? analysis :

La tecnica del **What if? Analysis** consiste nel chiedersi cosa avviene se un particolare guasto o evento si verificano.

### La “Failure Modes and Effects Analysis” FMEA :

Tale metodologia chiamata FMEA ( analisi dei modi di guasto o dei relativi effetti) è usata per studiare sistematicamente i possibili modi di guasto o di indisponibilità di componenti individuali ed il risultato di ciascun guasto, sia sul sistema in generale che sugli altri componenti dell'intero sistema.

### I dati storici, i manuali, le liste di controllo :

L'analisi storica dei dati incidentali costituisce di fatto uno strumento fondamentale .

## GLI STRUMENTI PER IDENTIFICARE gli Scenari di incendio

### I dati statistici rilevanti :

Quando si sviluppano gli scenari, può essere utile visionare i dati statistici disponibili al fine di individuare le cause possibili d'incendio.

### Altri metodi di analisi:

### Gli scenari della norma NFPA 101 :

Un metodo alternativo alla definizione degli scenari secondo le valutazioni esperte prevede la prova del progetto e la valutazione rispetto ad 8 scenari predeterminati.

Tali scenari sono identificati in modo da consentire di individuare tutti i possibili rischi provenienti da ambienti presidiati e non presidiati.

## **ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)**

National Fire Protection Association

Quello degli scenari predefiniti, adottato dalla norma NFPA 101.

Questo metodo prevede la valutazione di ogni edificio rispetto a 8 scenari predefiniti (alcuni sono multipli).

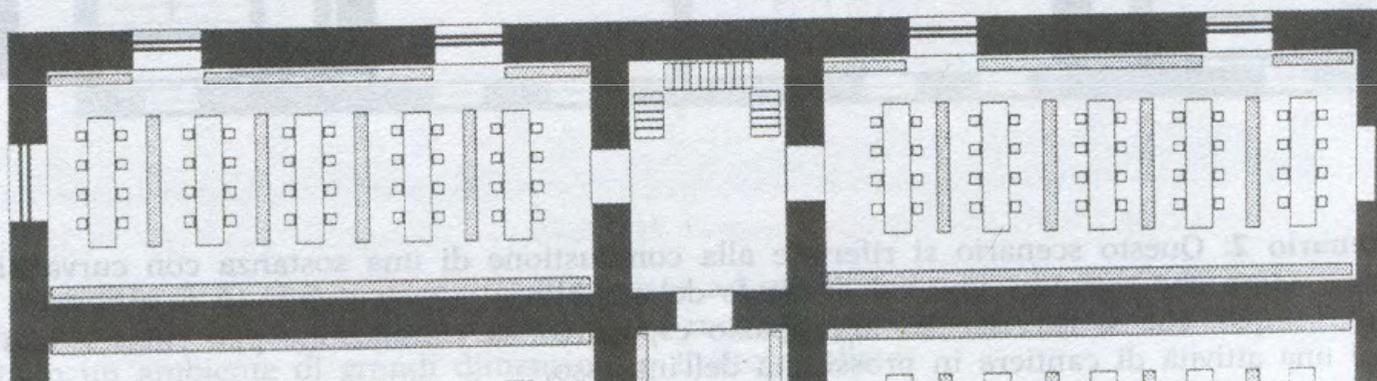
Sollewa dalla responsabilità di decidere ma è molto gravoso e non consente di svolgere analisi ritagliate sulla specificità dei singoli edifici.

## ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)

National Fire Protection Association

**Scenario 1** - Questo scenario descrive un incendio che si sviluppa durante una fase normale dell'attività. Nella definizione delle condizioni rappresentative dovranno essere prese in considerazione specificamente:

- le attività delle persone presenti;
- il numero e la posizione delle persone presenti;
- la dimensione dei locali, il tipo e la quantità di mobili, dei rivestimenti e del materiale contenuto nell'ambiente;
- le proprietà del combustibile presente;
- le fonti di innesco;
- le condizioni di ventilazione;
- il primo oggetto ad essere incendiato e la sua posizione.



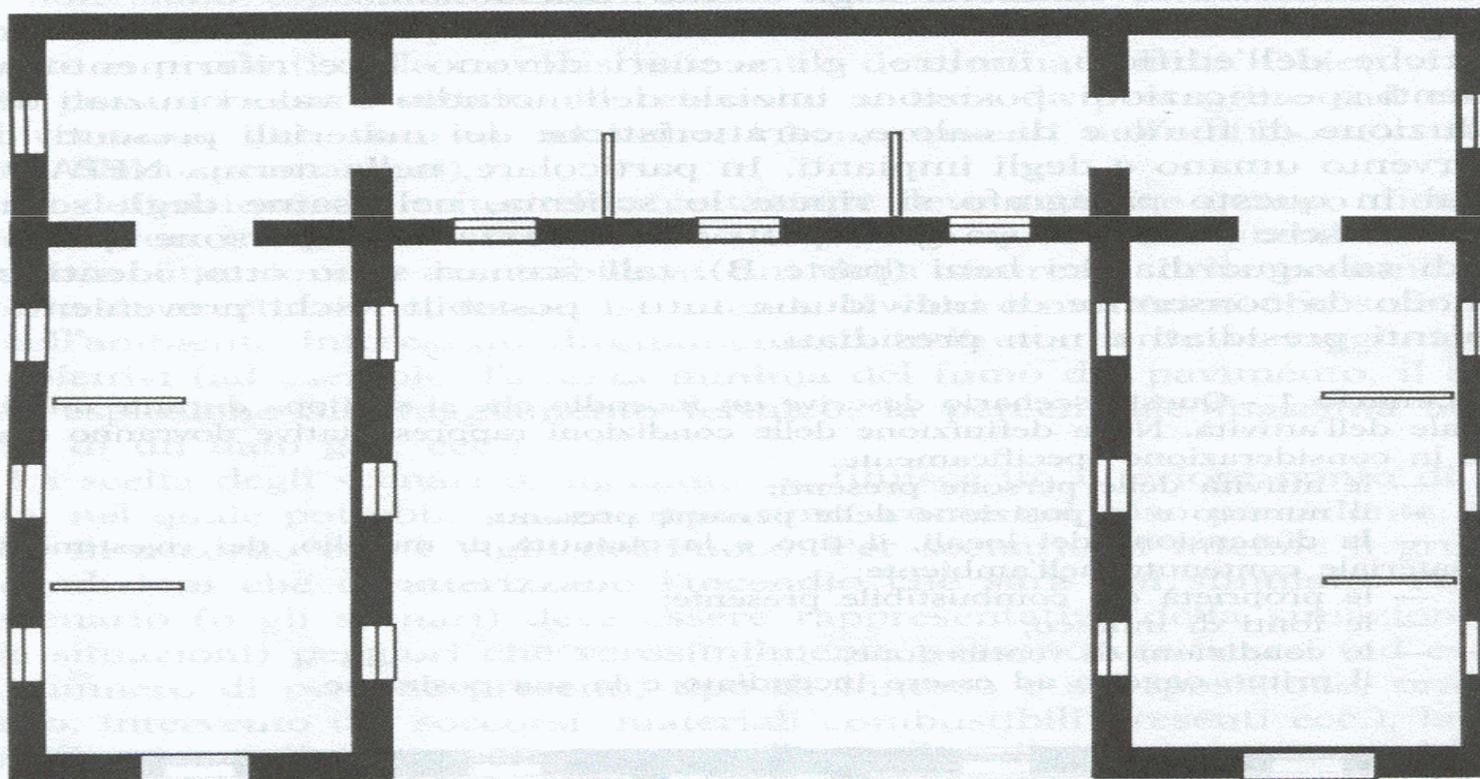
**Scenario tipico che considera le attività, il numero e la localizzazione degli occupanti, le dimensioni degli ambienti, la natura e l'entità degli arredi e degli elementi presenti, le proprietà degli elementi combustibili, delle possibili sorgenti di ignizione e le condizioni di ventilazione con specifica definizione del primo elemento che prende fuoco e della sua localizzazione**

## ESEMPI SCENARI D'INCENDIO PREDEFINITI (NFPA 101 e NFPA 914)

**Scenario 2** - Questo scenario descrive un incendio che si sviluppa con la combustione di un materiale con curva di crescita ultra veloce, ubicato nella via di esodo più importante. Le porte interne all'inizio dell'incendio sono aperte. In particolare:

**Parte A:** questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio con specifica attenzione ai problemi di esodo delle persone. Infatti, in considerazione del fatto che l'incendio riduce il numero di vie di esodo disponibili, dovrà essere valutata la disponibilità ed efficacia dei sistemi di esodo alternativi.

**Parte B:** questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio con specifica attenzione ai problemi determinati dagli effetti di una rapida propagazione dell'incendio sui beni da proteggere, sulle finiture interne e sui componenti strutturali.



— Scenario che considera un fuoco a sviluppo ultraveloce, ubicato nelle vie di uscita con le porte interne aperte all'inizio dell'incendio