MINISTERO DELL'INTERNO

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA
Osservatorio per l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio

Lettera Circolare

PROT. n° DCPST/427
Allegati 2

Roma, 31 marzo 2008

OGGETTO: Approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio. Trasmissione delle linee guida per l'approvazione dei progetti e della scheda rilevamento dati predisposte dall'Osservatorio.

Al fine di disciplinare, in modo uniforme e coordinato, la progettazione antincendio basata sull'approccio ingegneristico, questa Amministrazione ha intrapreso le seguenti iniziative:

- ha emanato il DM 9 maggio 2007 con il quale sono state definite le direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio; in particolare il provvedimento ha stabilito i criteri da adottare per effettuare la valutazione quantitativa del rischio di incendio, fissando nel contempo le procedure generali per eseguire tale valutazione e le modalità per l'esposizione dei risultati;
- ha emanato la lettera circolare n. 4921 del 17 luglio 2007, con la quale sono stati forniti agli organi territoriali del CNVVF i primi chiarimenti ed indirizzi applicativi sulla corretta modalità di attuazione della nuova metodologia:
- ha intrapreso un programma di formazione attraverso appositi corsi rivolti ai funzionari tecnici laureati del CNVVF in modo tale che, a livello regionale in prima istanza e successivamente in ambito provinciale, fossero presenti specifiche professionalità in grado di supportare l'attività dei funzionari incaricati dell'esame dei progetti sviluppali utilizzando l'approccio ingegneristico;
- ha istituito l'Osservatorio per l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio (art. 7 DM 9/5/2007) al fine di favorire la massima integrazione tra tutti i soggetti chiamati all'attuazione delle disposizioni inerenti il metodo prestazionale; rientrano tra l'altro tra i compiti dell'Osservatorio l'attività di monitoraggio e l'adozione di misure tese ad uniformare le modalità applicative dell'approccio prestazionale al procedimento di prevenzione incendi.

Per proseguire con sempre maggiore incisività e concretezza nell'azione di coordinamento ed indirizzo dell'attività di codesti Uffici nel settore in argomento, evitando tuttavia di fornire indicazioni di tipo prescrittivo che non sarebbero coerenti con lo spirito proprio dell'approccio ingegneristico, sono state elaborate le **"Linee guida per l'approvazione dei progetti"**, che si trasmettono in allegato alla presente lettera circolare.

Il documento in questione è il risultato dell'attività dell'Osservatorio e delle indicazioni scaturite durante i corsi finora conclusi e vuole essere un primo concreto strumento di supporto per l'attività di analisi e valutazione dei progetti predisposti facendo ricorso alla metodologia in argomento.

Ovviamente con il progredire delle conoscenze e sulla base delle proposte che, si auspica, potranno essere formulate da codesti Uffici, dette linee guida saranno aggiornate ed integrate per renderle sempre più rispondenti alle necessità contingenti, all'esperienza maturata e al progredire della letteratura tecnico-scientifica in materia.

Si evidenzia che, coerentemente con i principi prescelti per lo sviluppo dell'approccio ingegneristico nell'attività di prevenzione incendi, l'utilizzo delle linee guida potrà avere una maggiore efficacia qualora le stesse siano utilizzate, almeno nella fase dì prima applicazione, con l'ausilio dei funzionari tecnici che hanno già frequentato il corso di formazione.

Si soggiunge, inoltre, che per consentire all'Osservatorio di espletare concretamente la prevista funzione di monitoraggio, è stata predisposta una apposita **scheda di rilevamento dati**, anch'essa allegata alla presente, mediante la quale dovranno essere inviate le informazioni sulle pratiche di prevenzione incendi i cui progetti sono stati predisposti facendo ricorso all'approccio ingegneristico; dette schede dovranno essere tempestivamente inviate al seguente indirizzo di posta e1ettronica: **osservatorio.fse@vigilfuoco.it**.

La compilazione della scheda risulta semplificata in quanto si pone l'obiettivo di raccogliere solo i dati essenziali sui progetti approvati, mentre per eventuali, ulteriori approfondimenti sarà cura dell'Osservatorio contattare direttamente il compilatore. A tal fine nella parte terminale della scheda viene richiesto il nominativo ed il recapito dì posta elettronica del funzionano incaricato per l'istruzione del procedimento, da individuare, preferibilmente, tra quelli che hanno già seguito lo specifico corso di formazione. Qualora tale funzionario non fosse disponibile nella sede provinciale ed in attesa del

completamento del percorso formativo già intrapreso, potrà essere coinvolto il funzionario certamente presente presso la competente Direzione regionale.

Stante la particolare rilevanza della materia, si ritiene imprescindibile la fattiva collaborazione di codesti Uffici, su cui si confida.

Decreto del Ministero dell'interno 9 maggio 2007

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEI PROGETTI

1. Premessa

Il presente documento è redatto con riferimento a quanto previsto dal D.M. 9/5/07 allo scopo di fornire ai funzionari tecnici del Corpo Nazionale VV.F. già formati nello specifico argomento, che esamineranno i progetti redatti con l'approccio ingegneristico, elementi utili alla valutazione.

Non vuole rappresentare una lista in cui ogni punto deve essere verificato, ma piuttosto un insieme di indicazioni da utilizzare ove applicabili.

Si evidenzia che data la particolarità del processo di progettazione appare estremamente opportuno favorire una fase di confronto tra progettista e il Comando P.le VVF prima del completo sviluppo della progettazione stessa, allo scopo di poter valutare e condividere alcuni aspetti fondamentali quali ad esempio: l'identificazione degli obiettivi di sicurezza, dei livelli di prestazione, degli scenari di incendio, della scelta dei modelli per l'analisi delle conseguenze ecc.

Tenuto conto quanto già previsto dall'allegato I al D.M. 4/5/98 si riporta di seguito l'elenco delle informazioni e della documentazione aggiuntiva che dovrà essere fornita in caso di progettazione svolta con l'approccio ingegneristico; *le parti in corsivo* sono tratte direttamente dal D.M. 9/5/07.

2. Scheda informativa generale

La scheda informativa generale oltre a quanto già previsto dal D.M. 4/5/98 deve contenere le seguenti informazioni.

- 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).

Deve risultare chiaro quali aspetti della progettazione vengono affrontati tramite l'approccio ingegneristico e quali ne sono esclusi.

(Nota: un particolare progetto può prevedere l'analisi della diffusione dei fumi in relazione ai tempi di esodo ma garantire i requisiti di resistenza al fuoco con analisi di tipo prescrittivo).

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).

3. 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 il processo seguito per individuare gli scenari di incendio di progetto ed i livelli di prestazione".

Il sommario tecnico deve contenere:

"definizione del progetto, identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio, identificazione dei livelli di prestazione e degli scenari di incendio".

Il sommario tecnico deve contenere in particolare la descrizione dei punti previsti nella prima fase:

- 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 di progetto più generale, come quella che illustra l'attività, che in tal caso dovrà essere firmata anche dal progettista che utilizza l'approccio ingegneristico e del progettista che ha prodotto il SGSA.

3.1. Definizione del progetto

Nella progettazione svolta con l'approccio ingegneristico alcuni elementi sono di particolare rilevanza nella definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio e, di conseguenza, nella selezione degli scenari. Questa parte della documentazione deve esplicitare in modo chiaro gli elementi che, sulla base del giudizio del professionista, costituiscono delle criticità ai fini della valutazione.

(Esempio: la descrizione dettagliata della costruzione con particolare riferimento alla suddivisione degli ambienti, alle aperture di ventilazione e alla presenza di infissi, alle barriere che ostacolano il movimento degli effluenti, alle vie di esodo, ai compartimenti antincendio e/o antifumo, alle strutture e ai materiali, il layout degli impianti, la distribuzione degli arredi e dei materiali combustibili, la presenza di impianti di ventilazione e di condizionamento, le aperture di aerazione e tipologia di infissi, la presenza di persone, la loro distribuzione, la loro occupazione principale e le eventuali limitazioni o impedimenti per un normale esodo dalla costruzione, ecc.).

In questa sezione non si tratta di indicare le soluzioni o i sistemi che verranno successivamente ipotizzati come misure compensative e dimensionati mediante l'analisi ingegneristica, ma di illustrare la situazione esistente o di progetto, necessaria come base per le successive analisi.

(Esempio: un impianto di estrazione dei fumi o altre misure compensative)

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.
- Individuazione dei pericoli di incendio connessi con la destinazione d'uso prevista, come già previsto dal D.M. 4/5/98 (ed in particolare dall'allegato I punto A.2.1) e dal D.M. 10/03/98 (ed in particolare dagli allegati I e II).
- Descrizione delle condizioni ambientali per l'individuazione dei dati necessari per la valutazione degli effetti che si potrebbero produrre, come già previsto dal D.M. 4/5/98 (ed in particolare dall'allegato I punto A.2.2) e dal D.M. 10/03/98 (ed in particolare dagli allegati I e II) 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 delle condotte di mandata e di ripresa dell'aria, dei punti di espulsione e di immissione dell'aria e degli elementi principali dell'impianto);
    - portata dell'impianto
    - presenza ed ubicazione di serrande tagliafuoco;
  - evacuatori di fumo e calore motorizzati;
  - sistemi di attivazione dell'impianto di ventilazione.
- 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.
- Analisi delle caratteristiche degli occupanti in relazione alla tipologia di edificio ed alla destinazione d'uso prevista, come già previsto dal D.M. 4/5/98 (ed in particolare dall'allegato I punto A.2.2) e dal D.M. 10/03/98 (ed in particolare dagli allegati I e II) fornendo in particolare le seguenti informazioni:
  - tipologia degli occupanti:

  - famigliarità 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

3.2. Identificazione degli Obiettivi di sicurezza antincendio

"In questa fase sono identificati ed esplicitati gli obiettivi di sicurezza antincendio in conformità alle vigenti disposizioni in materia di prevenzione incendi ed in relazione alle specifiche esigenze dell'attività in esame, ivi compresa la sicurezza delle squadre di soccorso. Gli obiettivi servono quindi come capisaldi di riferimento per stabilire i livelli di prestazione".

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 altrimenti;
- 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,

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

dovranno essere definiti i relativi obiettivi di sicurezza antincendio.

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

3.3. Identificazione dei Livelli di prestazione

"In relazione agli obiettivi di sicurezza individuati, il progettista deve indicare quali sono i parametri significativi presi a riferimento per garantire il soddisfacimento degli stessi obiettivi; questi vanno espressi in valori numerici e comprendere tutti i parametri che poi saranno necessari alla verifica dei risultati attesi dal progetto"

I parametri possono includere, ad 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.

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.

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 sempre essere giustificati).

- 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. È 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).

- 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).

(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^2 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^2, 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.)

- 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.)

3.4. Scenari di incendio

"Gli scenari di incendio, che rappresentano la schematizzazione degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi in relazione alle caratteristiche del focolaio, dell'edificio e degli occupanti, svolgono un ruolo fondamentale nell'ambito del processo di progettazione prestazionale.
L'identificazione degli elementi di rischio d'incendio che caratterizzano una specifica attività, se condotta in conformità a quanto indicato dal decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998 e dal decreto del Ministro dell'interno 10 marzo 1998, permette di definire gli scenari d'incendio, intesi quali proiezioni dei possibili eventi di incendio. Nel processo di individuazione degli scenari di incendio di progetto, devono essere valutati gli incendi realisticamente ipotizzabili nelle condizioni di esercizio previste, 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 soccorsi".

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

- stato, tipo e quantitativo del combustibile;
- configurazione e posizione del combustibile;
- tasso di crescita del rilascio termico e picco della potenza termica (HRR_{max});
- tasso di sviluppo dei prodotti della combustione.

La documentazione dovrà fornire un'accurata descrizione dei materiali combustibili presenti nella parte dell'edificio interessata dagli scenari e le loro caratteristiche.

In particolare devono essere individuati e segnalati gli scenari corrispondenti ad eventuali distribuzioni non uniformi del carico di incendio, che possono determinare incendi di tipo localizzato, e devono essere forniti i dati relativi al carico di incendio previsto nelle aree di massima concentrazione.

Con riferimento al punto 4.2 c.3 dell'allegato al D.M. 9/5/2007 e alle richiamate indicazioni riguardanti la definizione del carico di incendio specifico di progetto (punto 4.2 dell'allegato al D.M. 9/3/2007), si precisa quanto di seguito indicato. Nel caso in cui il progettista intenda avvalersi della possibilità di modellare il contributo offerto dalle misure di protezione limitative del carico di incendio specifico, cui corrispondono i vari coefficienti d_{ni}, allo stato attuale delle conoscenze, la modellazione potrà essere effettata esclusivamente per le misure di cui ai coefficienti d_{n1} , d_{n2} , d_{n3} , d_{n4} , d_{n5} , d_{n6} , d_{n7} della tabella 3 dell'allegato al D.M. 9/3/2007, dando adeguata documentazione in merito all'efficacia dei sistemi adottati e in merito ai dati tecnici che ne consentono realisticamente una modellazione.

Si fa presente inoltre che la modellazione delle misure di protezione limitative del carico di incendio specifico, così come l'adozione dei valori d_{ni} previsti in tabella, potrà essere condotta unicamente con riferimento a misure in grado di espletare la loro protezione nell'arco delle 24 ore.

In generale può essere accettabile schematizzare l'incendio come una sorgente di tipo volumetrico, ossia come una sorta di bruciatore che rilascia calore (Heat Realease 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_α, 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^2 di incendio nel caso di combustione controllata dal combustibile).
(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_α [s]	RHR_f [kW/m^2]
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

(Esempio: in ambito industriale ma sempre con riferimento ad incendi in ambiente confinato, si può far riferimento a valori diversi purché riconducibili a studi e sperimentazioni effettuate in tale ambito).

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.

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.

Livelli di HRR fortemente difformi da quelli disponibili in letteratura dovrebbero indurre il progettista ad approfondire il grado di affidabilità dei dati di input del modello di combustione.

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.

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

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.

- Caratteristiche dell'edificio.
- 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).

- Condizioni di ventilazione naturale interna ed esterna, con riferimento a:
  - infiltrazioni naturali nell'ambiente (leakage);
  - presenza di cavedi;
  - presenza di camini ;
  - presenza di elementi di chiusura dei vani in materiale plastico termofondente;
  - aperture prive di infisso;
  - 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;
  - presenza di EFC e loro descrizione.
- Condizioni di ventilazione meccanica, con riferimento a:
  - impianto di ventilazione, specificando:
    - 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,
    - la presenza ed ubicazione di serrande tagliafuoco,
  - sistemi di attivazione e di spegnimento dell'impianto di ventilazione.
- Stato delle porte e delle finestre con riferimento alla situazione di apertura/chiusura in funzione del tempo, con riferimento a:
  - apertura dall'inizio della simulazione;
  - chiusura con leakage;
  - apertura ad un certo tempo per una azione (persone durante l'esodo, soccorritori);
  - apertura ad un certo tempo per rottura dei vetri (totale/parziale);
  - crollo parziale delle strutture di sconfinamento.

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

- Affollamento.

- Categoria occupanti, come:
  - lavoratori;
  - studenti;
  - visitatori occasionali;
  - anziani;
  - malati;
  - disabili.
- Stato psico-fisico.
- Grado di familiarità dei presenti con l'ambiente.
- 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:

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

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.1. Generalità

Il D.M. 9/5/2007 prevede la redazione di una Documentazione di Progetto specifica per la seconda fase, relativa all'analisi quantitativa.

In questa fase deve essere definita la soluzione progettuale (la compensazione del rischio di incendio), la scelta del modello e le relative approssimazioni, l'effettuazione del calcolo delle conseguenze degli scenari di incendio, l'illustrazione dei risultati dell'elaborazione ed il loro confronto con i livelli di prestazione.

4.2. Definizione della soluzione progettuale (Compensazione del rischio incendio)

Questa parte della Documentazione di Progetto contiene la descrizione dei provvedimenti da adottare nei confronti dei pericoli, delle condizioni ambientali, e la descrizione delle misure preventive e protettive assunte, con particolare riguardo al comportamento al fuoco delle strutture e dei materiali ed ai presidi antincendio, avendo riguardo ad eventuali norme tecniche di prodotto prese a riferimento.

- Descrizione della strategia scelta per raggiungere gli obiettivi prefissati.
- Misure di prevenzione e loro caratteristiche:
  - sostituzione di materiali combustibili con altri non combustibili,
  - sistemi di sicurezza a saturazione,
  - ventilazione dei locali.
- Misure di protezione passiva e loro caratteristiche:
  - strutture resistenti al fuoco,
  - compartimenti antincendio/antifumo,
  - porte e chiusure tagliafuoco,
  - sistemi di contenimento dei fumi,
  - barriere al fumo,
  - materiali classificati ai fini della reazione al fuoco.
- Misure di protezione attiva e loro caratteristiche:
  - ventilazione ordinaria,

- ventilazione in caso di incendio (estrazione meccanizzata dei fumi e/o impianti di immissione). In questo caso i motori di aspirazione devono essere in grado di sopportare le temperature raggiunte con riferimento alle prestazioni individuate nel D.M. 16/2/2007,
- impianti di rivelazione e loro caratteristiche compreso il Re sponse Time Index (RTI) necessario per la stima del tempo attivazione impianti e di intervento,
- impianti di spegnimento o di soppressione.

- Presenza di tavole di progetto che illustrino in maniera univoca le soluzioni adottate.

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

Il passo successivo per il progettista consiste nella scelta dei modelli di calcolo da applicare al caso in esame per la valutazione dello sviluppo degli incendi di progetto e le loro possibili conseguenze; il progettista deve fornire sufficienti informazioni sul modello utilizzato.

4.3.1. Modelli utilizzati

Il progettista deve fornire elementi a sostegno della scelta del modello utilizzato affinché sia dimostrata la coerenza delle scelte operate con lo scenario di incendio di progetto adottato.

Il progettista, sulla base di valutazioni inerenti alla complessità del progetto, può optare tra i modelli di calcolo che le attuali conoscenze tecniche di settore mettono a disposizione.

Il progettista che intende adottare i metodi di calcolo maggiormente sofisticati, deve possedere una particolare competenza nel loro utilizzo, nonché un'approfondita conoscenza dei fondamenti teorici che ne sono alla base e della dinamica dell'incendio. Allo stato attuale i modelli più frequentemente utilizzati sono:

- modelli analitici semplificati
- modelli di simulazione dell'incendio a zone per ambienti confinati (CFast, Ozone)
- modelli di simulazione dell'incendio di campo (FDS, CFX, Fluent)
- modelli di simulazione dell'esodo
- modelli di simulazione del comportamento strutturale in caso l'incendio (Ansys, Adina, Abaco, Diana, Safir)

Allo stato attuale si richiama il fatto che modelli analitici semplificati (manuali) possono garantire buone stime di effetti specifici dell'incendio come, ad esempio, il calcolo del tempo di flashover in un locale, mentre per analisi più complesse che coinvolgano interazioni dipendenti dal tempo di più processi di tipo fisico e chimico presenti nello sviluppo di un incendio si ricorre generalmente a modelli di tipo automatico.

È possibile anche l'utilizzo di più tipologie di modelli come ad esempio:

- l'uso di modelli specifici per la valutazione del tempo di attivazione di un impianto di rivelazione o di spegnimento, della rottura di un vetro in funzione della temperatura ecc., utilizzando poi i dati ricavati in una modellazione più complessa, ad esempio effettuata con modelli di campo;
- l'uso di modelli semplificati (ad esempio a zone) per valutare in una prima fase le condizioni di maggiore criticità per poi approfondire la trattazione degli effetti con modelli più complessi.

Si ricorda come importante riferimento che il problema dell'accuratezza dei modelli di tipo automatico è stato analizzato in ambito ISO (documento ISO TR 13387), che fa riferimento anche alla guida della American Society for Testing and Materials (ASTM E 1355-97 - Standard guide for evaluating the predictive capability of deterministic fire models).

In generale ad output molto dettagliati corrispondono input più complessi e maggiori tempi di esecuzione sul computer. Utilizzando un qualsiasi modello automatico, è necessario che il progettista valuti la sensibilità degli output al variare degli input (analisi di sensitività).

Se piccole variazioni dei dati di ingresso, o di alcuni di questi, portano a forti cambiamenti nei risultati, è necessario considerare con grande attenzione e cautela i dati di input critici.

Il progettista deve inoltre distinguere tra parametri interni ed esterni al modello.

Alcuni parametri interni del Modello possono, infatti, essere modificati dall'utente (ad esempio, nei modelli di fluidodinamica numerica la dimensione della griglia ed il passo temporale di calcolo time step).

I parametri esterni sono quelli che costituiscono i valori di input e possono essere distinti nelle tre categorie:

- geometrica (dimensioni dell'ambiente, aperture di ventilazione, comunicazione tra ambienti, ecc.);
- di scenario (legato alla conoscenza del rilascio termico, della velocità di perdita di massa, di distribuzione del combustibile dello stato delle porte e delle finestre, ecc.);
- termofisica (come ad esempio le proprietà delle pareti dell'ambiente tra cui la conduttività, il calore specifico, la massa volumica, il contenuto di umidità, l'emissività delle superfici, ecc.).

Uno dei parametri chiave per la scelta di un modello è inoltre la validazione.

Il confronto dei risultati delle simulazioni effettuate con il modello con dati sperimentali è particolarmente importante per determinare l'applicabilità di quel software ad una particolare situazione. Gli studi di comparazione tra casi reali e simulazioni effettuate con modelli sono limitati, ed il numero di analisi sperimentali svolte varia molto da modello a modello.

Il professionista deve dimostrare di avere valutato attentamente gli studi di validazione esistenti per un particolare modello.

Occorre aver chiaro e documentato l'insieme delle possibilità e delle limitazioni di ciascun modello; a tal riguardo, la validazione sperimentale dei modelli così come la conoscenza delle fonti originarie dovrebbe essere sempre documentata, come dovrebbe essere sempre dimostrato che le applicazioni dei modelli sono utilizzate nell'ambito delle proprie validazioni sperimentali.

Spesso utenti esperti preferiscono utilizzare più modelli per valutare situazioni particolarmente complesse.

4.3.2. Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Devono essere fornite indicazioni in merito all'origine ed alle caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati, come ad esempio:

- denominazione,
- autore o distributore,
- versione (non dovrebbero essere utilizzate versioni sperimentali (di solito indicate con la sigla beta), deve essere indicato se il codice sorgente è stato compilato direttamente dall'utilizzatore),
- inquadramento teorico della metodologia di calcolo e sulla sua traduzione numerica,
- indicazioni riguardanti la riconosciuta affidabilità dei codici,
- limitazioni ed ipotesi alla base della metodologia di calcolo,
- documentazione tecnica e manuale utente,
- validazioni sperimentali.

4.3.3. La documentazione a corredo dei modelli

È possibile richiedere al progettista informazioni sulla documentazione a corredo dei modelli. Il documento di riferimento per la documentazione dei modelli è la ISO TR 13387 ed il citato ASTM E 1355-97, che fornisce un metodo di valutazione delle capacità di previsione di un modello di incendio per usi specifici.

Per mettere in grado l'utente di esprimere un giudizio sul modello che si appresta ad utilizzare, è quindi essenziale che sia disponibile, a corredo del modello, adeguata documentazione che dovrà contenere:

- le informazioni generali: devono trattare le limitazioni del modello. In particolare devono essere richiamate in forma generale le limitazioni del modello riguardo al rischio di incendio. Questo tema è di importanza vitale perché da esso dipende l'uso e l'interpretazione corretta dei risultati;
- la documentazione tecnica e manuale dell'utente: deve essere in grado di conoscere i riferimenti scientifici posti alla base degli algoritmi.

Il progettista deve fornire informazioni sulle caratteristiche principali del modello (di solito ricavabili dalla documentazione tecnica e dal manuale utente), come:

- la definizione del tipo di incendio modellato o delle funzioni svolte dal modello;
- la descrizione delle basi teoriche dei fenomeni e delle leggi fisiche sulle quali si basa il modello;
- l'identificazione delle ipotesi più importanti e dei limiti di applicazione;
- la lista dei programmi ausiliari o dei files dati/richiesti;
- le informazioni sulla fonte, il contenuto e l'uso delle librerie dei dati;
- i risultati di quanto attuato per valutare la capacità di previsione del modello;
- i riferimenti a lavori di rassegna, testi analitici, prove di comparazione, validazioni sperimentali e controlli già svolti;
- la descrizione dei dati di input e delle specifiche tecniche di input;
- l'indicazione dei valori di default o le convenzioni generali che li governano;
- file di dati di esempio ed i relativi risultati per consentire all'utente di verificare la correttezza dell'esecuzione del programma;
- le istruzioni che consentano di giudicare se il programma converge verso le soluzioni corrette, ove siano appropriate;
- l'indicazione del grado di conformità del modello con il documento ISO 13387.

Sulla base della scelta operata (metodi di calcolo manuali o automatici, modelli a zona o di campo) devono essere prodotte delle tavole grafiche (piante e sezioni) che illustrino le semplificazioni eventualmente adottate nella modellazione e la localizzazione e specificazione, nella parte di edificio modellata, degli scenari di incendio definiti nel Sommario di Progetto.

La decisione di utilizzare un determinato modello è fondamentale e costituisce la base sulla quale saranno sviluppatati i successivi calcoli.

Deve essere dimostrato che i modelli vengono applicati nel giusto campo di applicazione e con il sostegno di adeguate validazioni e di analisi di sensitività.

4.3.4. Parametri e valori associati

La scelta iniziale dei valori da assegnare ai parametri alla base dei modelli di calcolo, deve essere giustificata in modo adeguato, facendo specifico riferimento alla letteratura tecnica condivisa o a prove sperimentali.

Tra i parametri da utilizzare per la descrizione dell'evento è necessario indicare quelli per i quali si è resa necessaria una scelta da parte del progettista. Inoltre, a scopo illustrativo dovrebbero essere indicati gli elementi più rilevanti del software utilizzato. In questo contesto, quindi:

- Per metodi analitici (a seconda dell'algoritmo scelto)

Il tempo reale previsto di simulazione, la velocità di crescita dell'incendio, la potenza di picco dell'incendio, il fattore di ventilazione dell'ambiente, la dinamica della ventilazione (cioè istante di inizio attivazione e istante di raggiungimento del valore di regime o dell'apertura completa), il valore probabile minimo della potenza necessaria al flashover, tempo di flashover, la potenza massima esprimibile in funzione della ventilazione, la distribuzione del tempo della temperatura nell'ambiente ove si è sviluppato l'incendio, la massa d'aria richiamata nel pennacchio, la temperatura del pennacchio, la temperatura in funzione del tempo di oggetti combustibili posti nelle vicinanze del focolare d'incendio, lo spessore dello strato superiore caldo di fumo in funzione del tempo, la densità ottica dei fumi, la concentrazione di monossido di carbonio.

- Per modelli a zone

  La definizione del vo lume di controllo e le condizioni al contorno; i dati relativi ai materiali adoperati nella modellazione con le loro caratteristiche termofisiche, l'eventuale presenza di vento, la dinamica della ventilazione (cioè istante di inizio attivazione e istante di raggiungimento del valore di regime o dell'apertura completa o di rottura dei vetri), velocità dell'eventuale aria di estrazione e/o immissione, la curva della potenza termica rilasciata (HRR) in funzione del tempo, la presenza di vincoli alla combustione dovuti alla disponibilità di ossigeno, il sottomodello di *plume*, la produzione di particolato (soot yield) ed eventualmente di specie tossiche, il *modello di irraggiamento*, le caratteristiche di eventuali impianti sprinkler e i loro effetti nel corso della simulazione, il tempo reale previsto di simulazione. Devono poi essere forniti dati che permettano l'analisi dei risultati come ad esempio l'andamento delle temperature medie dello strato inferiore e superiore, l'andamento della posizione dell'interfaccia tra le zone, il flusso in entrata ed in uscita da aperture verso l'esterno o verso altri locali, l'andamento della concentrazione di ossigeno e di ossido di carbonio, l'andamento della visibilità.

- Per modelli di campo

  La definizione del dominio di calcolo, delle condizioni al contorno (tipo di frontiere, i dati relativi ai materiali adoperati nella modellazione con le loro caratteristiche termofisiche, l'eventuale presenza di vento, la dinamica della ventilazione (cioè istante di inizio attivazione e istante di raggiungimento del valore di regime o dell'apertura completa o di rottura dei vetri), la velocità dell'eventuale aria di estrazione e/o immissione, la curva della potenza termica rilasciata (HRR) in funzione del tempo, la produzione di particolato (soot yield) ed eventualmente di specie tossiche, l'analisi di sensitività e la scelta della dimensione ottimale di mesh, le caratteristiche di eventuali impianti sprinkler e i loro effetti nel corso della simulazione (importante verificare la corretta modellazione che deve essere ben documentata), il tempo reale previsto di simulazione, il time step e sua congruenza con la dimensione delle celle, le indicazioni sulla convergenza dell'elaborazione. Devono poi essere forniti dati che permettano l'analisi dei risultati (come ad esempio i piani di temperatura secondo i tre assi cartesiani e posti secondo coordinate opportune, i piani di velocità secondo i tre assi cartesiani e posti secondo coordinate opportune, i piani di concentrazione di monossido di carbonio secondo i tre assi cartesiani e posti secondo coordinate opportune, i piani orizzontali di visibilità). Fanno parte di questa illustrazione anche la modalità di calcolo dell'irraggiamento e il modello di combustione, nel caso si utilizzino software che consentono la scelta tra diverse opzioni.

- Per modelli di analisi strutturale per problematiche inerenti la resistenza al fuoco:

  Individuazione di elementi strutturali o sottostrutture che, in condizioni di incendio, possano considerarsi indipendenti dal punto di vista meccanico dal resto dell'impianto strutturale della

costruzione in esame. Determinazione sperimentale o analitica del riscaldamento degli elementi strutturali (in presenza o meno di sistemi protettivi purché caratterizzati sperimentalmente ne i valori termofisici) coinvolti dall'incendio naturale (descritto da una curva temperatura tempo) determinato nelle fasi precedenti. Analisi non lineare del comportamento meccanico della sottostruttura individuata al punto precedente, mediante codici di calcolo strutturale che ne simulino lo stato tensionale e deformativo al variare della temperatura e in presenza dei carichi di progetto in condizioni di incendio. Con riferimento all'Eurocodice EN 1991-1-2, e al D.M. 09/03/07, si avvisa che l'analisi strutturale deve essere condotta in modo tale da riconoscere e valutare gli effetti delle dilatazioni termiche contrastate e delle deformazioni determinate dall'esposizione all'incendio (a meno che il progettista non riconosca a priori che questi effetti, per il caso in esame, possano ritenersi trascurabili o a favore di sicurezza). Ne deriva che l'analisi strutturale di uno scenario di incendio schematizzato con un incendio naturale deve necessariamente essere condotta mediante un modello di calcolo che tenga conto, in presenza di elevate temperature:

- delle variazioni delle proprietà meccaniche dei materiali
- degli effetti delle non linearità geometriche
- degli effetti delle non linearità del materiale.

Verifica ulteriore degli elementi strutturali nei confronti della curva di incendio nominale standard per una durata di esposizione pari alla classe minima di resistenza al fuoco (allegato al D.M. 9 marzo 2007). Il progettista che utilizza un modello a due zone per simulare il caso di un incendio localizzato (pre-flashover) deve sempre aggiungere anche la valutazione dell'effetto dell'incendio localizzato (ad esempio attraverso il metodo di Hasemi, Appendice C di EN 1991-1-2), per poter valutare le massime temperature raggiunte dagli elementi strutturali nei pressi della sorgente e la loro conseguente capacità portante.

- Per modelli di simulazione dell'esodo

Per quanto riguarda i modelli di simulazione di esodo è necessario caratterizzare la popolazione di individui presenti in termini di dimensioni medie normalizzate, velocità, coefficienti di handicap da applicare ad eventuali persone con diverse abilità, lunghezze e larghezze delle vie di esodo, descrizione dei percorsi orizzontali e suborizzontali (scale), definizione degli intervalli di tempo che concorrono a definire il tempo di evacuazione (tempo di rilevazione, tempo di allarme, tempo di pre-movimento e tempo di percorrenza).
Per quanto i tempi di rilevazione, allarme e pre-movimento, dovranno essere fornite indicazioni sulla loro determinazione. Per questi tipi di modelli in particolare è necessario di solito effettuare un numero consistente di simulazioni ottenendo più che un valore finale un intervallo di risultati. Ulteriori rilevanti informazioni dovrebbero essere acquisite in modo da consentire la stima del tempo di evacuazione totale; in particolare, devono essere fornite apposite indicazioni per permettere di stimare:

- il tempo di rilevazione e segnalazione di allarme incendio che dipende da vari fattori, come la presenza di un impianto di rivelazione automatica d'incendio, il criterio di allarme utilizzato nella centrale di controllo e segnalazione dell'impianto, nonché l'eventuale presenza di ritardo introdotta prima che venga diramata la segnalazione di allarme, ecc;
- il tempo di inizio evacuazione e i va lori che possono ritenersi accettabili nelle varie circostanze;
- il tempo per raggiungere un luogo sicuro e gli algoritmi che possono utilizzarsi qualora si voglia procedere con una semplice determinazione manuale.

Al riguardo, si ritiene utile rammentare che un incendio nell'ambiente può essere rilevato, sia dalle persone presenti nell'edificio, sia da un apposito impianto di rivelazione automatica d'incendio. Nel primo caso il tempo di rilevazione dell'incendio dipende dalla vicinanza delle persone al luogo di sviluppo dell'incendio e dalle condizioni in cui esse si trovano (sveglie, ecc.). Nel secondo caso il tempo di rilevazione dell'incendio è influenzato da:

- le condizioni fisiche delle persone presenti nell'ambiente dove viene inviata la segnalazione di allarme incendio;
- il tipo di rivelatori utilizzati nell'impianto (dall'effetto dell'incendio rilevato, fumo, calore, dalla sensibilità di rivelazione, dal tipo di configurazione puntiforme o lineare, ecc.), la buona realizzazione dell'impianto in relazione al posizionamento dei rivelatori nei vari punti dell'ambiente sorvegliato ed alla loro distanza e l'ubicazione dei dispositivi ottico-acustici di allarme incendio;
- il criterio con il quale viene riconosciuta una situazione di allarme incendio dalla centrale di controllo e segnalazione dell'impianto e, conseguentemente, viene emessa nell'edificio la segnalazione ottico-acustica di allarme (a volte può essere previsto un ritardo nella segnalazione per consentire alla squadra di emergenza antincendio di verificare l'effettiva presenza dell'incendio);
- le condizioni di manutenzione dell'impianto.

Utili indicazioni sui tempi di ritardo nell'esodo sono fornite dalla norma BS PD 7974-6.

4.3.5. Confronto fra risultati e livelli di prestazione

In funzione della metodologia adottata per effettuare le valutazioni relative allo scenario di incendio considerato, devono essere adeguatamente illustrati tutti gli elementi che consentono di verificare il rispetto di tutti i livelli di prestazione indicati nell'analisi preliminare, al fine di evidenziare l'adeguatezza delle misure di sicurezza che si intendono adottare.

Nella Documentazione di Progetto devono essere ben evidenti:

- tutti i parametri valutati che devono essere puntualmente messi a confronto con livelli di prestazione previsti;
- i risultati delle elaborazioni e i valori che assumono i parametri suddetti. Con riferimento a quest'ultimi devono essere date notizie circa la corretta modalità di elaborazione dei numerosissimi dati di output che provengono dalle elaborazioni eseguite con i modelli numerici avanzati d'incendio. Infatti, eseguendo medie aritmetiche, ponderate, ecc., parziali su uno o più dati provenienti da determinati punti dell'ambiente di simulazione, possono alterarsi significativamente i risultati delle elaborazioni.

(Esempio: nel caso di impiego di un modello di campo con presenza milioni di celle, definire in che modo viene valutata la temperatura rappresentativa dell'ambiente o l'altezza di interfaccia a partire dai risultati forniti, ad un determinato istante, da ogni singola cella)

(Esempio: se si valuta la resistenza al fuoco con l'impiego di una curva di incendio naturale determinata tramite un modello di campo, occorre stimare la variazione della temperatura dei gas di combustione in prossimità dell'elemento costruttivo in esame; al riguardo la temperatura della curva di incendio può assumere valori notevolmente diversi vengono mediati i valori delle sole celle che lambiscono i contorni dell'elemento costruttivo, oppure se per qualche motivo si fa la media dei valori relativi anche ad altre celle più distanti.

L'esito dell'elaborazione deve essere sintetizzato in disegni e/o schemi grafici e/o immagini che presentino in maniera chiara e inequivocabile i principali parametri di interesse per l'analisi svolta

Su richiesta del competente Comando provinciale dei vigili del fuoco, devono essere resi disponibili i tabulati relativi al calcolo e i relativi dati di input. Tutta la documentazione dovrà su, richiesta del Comando provinciale Vigili del Fuoco, essere consegnata in formato elettronico.

In alcuni casi particolarmente complessi potrebbero essere utili delle prove dal vero, in scala reale o ridotta, sia come integrazione delle simulazioni informatiche che come visualizzazione dei macro percorsi del fumo caldo/freddo e come raccolta dati sulla curva HRR globale e sul tasso di pirolisi comprensivi della mutua interazione tra sorgenti combustibili.

Come già richiamato in precedenza, una documentazione appropriata assicura che tutti i soggetti interessati comprendano le limitazioni poste alla base del progetto. A partire da questa documentazione sarà chiaro il criterio con cui sono state valutate le condizioni di sicurezza del progetto, garantendo una realizzazione corretta e soprattutto il mantenimento nel tempo delle scelte concordate.

(Si omette il secondo allegato. N.d.R)