

Le strategie S1 e S2 dell'allegato 1 del D.M. 18.10.2019 - nuovo Codice di prevenzione incendi, Co.P.I.

Il corso è finalizzato all'aggiornamento tecnico di prevenzione incendi
anche al fine del mantenimento dell'iscrizione dei professionisti negli
elenchi del Ministero dell'Interno ai sensi del DM 05/08/2011

Ing. Filippo Battistini

Bergamo, 07/07/2020

Programma

- 1 Codice di prevenzione incendi: le **soluzioni alternative**
- 2 S.1 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**
- 3 S.1 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**
- 4 S.1 soluzioni alternative – **esempi pratici FDS**
- 5 S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**
- 6 S.2 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**
- 7 S.2 soluzioni alternative – **esempi pratici FDS**
- 8 I principali **benefici economici** delle soluzioni alternative

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

Codice di prevenzione incendi: le
soluzioni alternative

4

Codice di prevenzione incendi: le soluzioni alternative

GENERALITÀ
Capitolo G.2 Progettazione per la sicurezza antincendio

G.2.6.5 Individuazione delle soluzioni progettuali

1. Per ogni *livello di prestazione* di ciascuna misura antincendio sono previste diverse *soluzioni progettuali*. L'applicazione di una delle *soluzioni progettuali* garantisce il raggiungimento del *livello di prestazione* richiesto.
2. Sono definite tre tipologie di *soluzioni progettuali*:
 - a. *soluzioni conformi*;
 - b. *soluzioni alternative*;**
 - c. *soluzioni in deroga*.

G.2.6.5.2

Applicazione di soluzioni alternative

1. Il progettista può fare ricorso alle *soluzioni alternative* proposte nei pertinenti paragrafi della sezione *Strategia antincendio e delle regole tecniche verticali*, oppure può proporre specifiche *soluzioni alternative* con i metodi di cui al punto successivo.
2. Il progettista che fa ricorso alle *soluzioni alternative* è tenuto a dimostrare il raggiungimento del collegato *livello di prestazione*, impiegando uno dei *metodi di progettazione della sicurezza antincendio* ammessi per ciascuna misura antincendio tra quelli del paragrafo G.2.7.
3. Al fine di consentire la valutazione di tale dimostrazione da parte del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco, è ammesso l'impiego di soluzioni alternative solo nelle *attività con valutazione del progetto*.

Nota La definizione di *attività con valutazione del progetto* si trova nel capitolo G.1 ed include, oltre alle attività con valutazione ordinaria, anche quelle con possibilità della valutazione *in deroga*.

REVISIONE DPR 151/2011

Esempio per l'attività 54 "Officine meccaniche per lavorazioni a freddo con oltre 25 addetti":

	Cat A	Cat B	Cat C
Formulazione attuale		fino a 50 addetti	Oltre 50 addetti
Formulazione Nuova proposta	fino a 50 addetti con adozione di soluzione conforme	oltre 50 addetti e fino a 100 addetti in soluzione conforme; Fino a 100 addetti in soluzione alternativa	oltre 100 addetti

Solo cat. B,C del DPR 151/2011, altrimenti Deroga

4

Codice di prevenzione incendi: le soluzioni alternative

G.2.7

Metodi di progettazione della sicurezza antincendio

- La tabella G.2-1 elenca i metodi per la progettazione della sicurezza antincendio impiegabili da parte di *progettista* per:
 - la *verifica delle soluzioni alternative* al fine di dimostrare il raggiungimento del collegato *livello di prestazione* (paragrafo G.2.6.5.2);
 - la *verifica del livello di prestazione* attribuito alle *misure antincendio* al fine di dimostrare il raggiungimento dei pertinenti obiettivi di sicurezza antincendio (paragrafo G.2.6.4).

Metodi	Descrizione e limiti d'applicazione
Applicazione di norme o documenti tecnici	Il <i>progettista</i> applica norme o documenti tecnici adottati da organismi europei o internazionali, riconosciuti nel settore della sicurezza antincendio. Tale applicazione, fatti salvi gli obblighi connessi all'impiego di prodotti soggetti a normativa comunitaria di armonizzazione e alla regolamentazione nazionale, deve essere attuata nella sua completezza, ricorrendo a soluzioni, configurazioni e componenti richiamati nelle norme o nei documenti tecnici impiegati, evidenziandone specificatamente l'idoneità, per ciascuna configurazione considerata, in relazione ai profili di rischio dell'attività.
Soluzioni progettuali che prevedono l'impiego di prodotti o tecnologie di tipo innovativo	L'impiego di prodotti o tecnologie di tipo <i>innovativo</i> , frutto della evoluzione tecnologica, è consentito in tutti i casi in cui l'idoneità all'impiego possa essere attestata dal <i>professionista antincendio</i> , in sede di verifica ed analisi sulla base di una valutazione del rischio connessa all'impiego dei medesimi prodotti o tecnologie, supportata da pertinenti certificazioni di prova riferite a: <ul style="list-style-type: none"> norme o specifiche di prova nazionali; norme o specifiche di prova internazionali; specifiche di prova adottate da laboratori a tale fine autorizzati.
Ingegneria della sicurezza antincendio	Il <i>professionista antincendio</i> applica i metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio secondo procedure, ipotesi e limiti indicati in particolare nei capitoli M.1 , M.2 e M.3 oppure in base a principi tecnico-scientifici riconosciuti a livello nazionale o internazionale.
Prove sperimentali	Il <i>professionista antincendio</i> esegue prove sperimentali in scala reale o in scala adeguatamente rappresentativa, finalizzata a riprodurre ed analizzare dal vero i fenomeni (es. chimico-fisici e termodinamici, esodo degli occupanti, ...) che caratterizzano la problematica oggetto di valutazione avente influenza sugli obiettivi di prevenzione incendi. Le prove sperimentali sono condotte secondo protocolli standardizzati oppure condivisi con la Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco. Le prove sono svolte alla presenza di rappresentanza qualificata del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco, su richiesta del responsabile dell'attività. Le prove devono essere opportunamente documentate. In particolare i rapporti di prova dovranno definire in modo dettagliato le ipotesi di prova ed i limiti d'utilizzo dei risultati. Tali rapporti di prova, ivi compresi filmati o altri dati monitorati durante la prova, sono messi a disposizione del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco.

Tabella G.2-1: Metodi di progettazione della sicurezza antincendio

Capitolo M.1 METODI
Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

Capitolo M.2 METODI
Scenari di incendio per la progettazione prestazionale

Capitolo M.3 METODI
Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale

4

Codice di prevenzione incendi: le soluzioni alternative

Che cos'è l'Ingegneria della sicurezza antincendio?

E' un metodo che si basa sulla predizione della dinamica evolutiva dell'incendio tramite l'applicazione di idonei modelli di calcolo. Punto di forza di questa strategia è la sua estrema flessibilità.

Flessibilità? analogia del sarto!

Approccio prescrittivo



XXL

Approccio semi-prestazionale
DM 03/08/2015



Approccio prestazionale
FIRE SAFETY ENGINEERING



Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

La metodologia di progettazione prestazionale si compone di due fasi:

- prima fase: analisi preliminare: Sono formalizzati i passaggi che conducono ad individuare le condizioni più rappresentative del rischio al quale l'attività è esposta e quali sono le soglie di prestazione cui riferirsi in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire;
- seconda fase: analisi quantitativa: Impiegando modelli di calcolo, si esegue l'analisi qual-quantitativa degli effetti dell'incendio in relazione agli obiettivi assunti, confrontando i risultati ottenuti con le soglie di prestazione già individuate e definendo il progetto da sottoporre a definitiva approvazione.

**1° FASE
ANALISI
PRELIMINARE**

**2° FASE
ANALISI
QUANTITATIVA**

**DOCUMENTAZIONE DI
PROGETTO**

Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

1° FASE : ANALISI PRELIMINARE

1.1) definizione del progetto

- destinazione d'uso dell'attività;
- finalità della progettazione antincendio prestazionale;
- eventuali vincoli progettuali derivanti da previsioni normative o da esigenze peculiari dell'attività;
- pericoli di incendio connessi con la destinazione d'uso prevista;
- condizioni al contorno per l'individuazione dei dati necessari per la valutazione degli effetti che si potrebbero produrre;
- caratteristiche degli occupanti in relazione alla tipologia di edificio ed alla destinazione d'uso prevista.

Definizione del progetto

Allo scopo della progettazione antincendio identifichiamo e documentiamo i seguenti aspetti:

- destinazione d'uso dell'attività: L'edificio in oggetto è adibito a produzione e deposito di carta e cartone (di seguito nominato "Cartiera").
- finalità della progettazione antincendio prestazionale: garantire l'escodo degli occupanti in caso di incendio e verificare la resistenza al fuoco delle strutture;
- eventuali vincoli progettuali derivanti da previsioni normative o da esigenze peculiari dell'attività: a causa delle geometrie dei locali e dei macchinari presenti in azienda, non è possibile ridurre significativamente le lunghezze dei percorsi di esodo, nonché aumentarne il numero. Non è inoltre economicamente perseguitibile la strada di proteggere passivamente le strutture a seguito della classe di resistenza al fuoco valutata in funzione dei quantitativi di materiali presenti;
- pericoli di incendio connessi con la destinazione d'uso prevista: i pericoli principali derivano dai materiali contenuti nei locali deposito, oltre che come propagazione soprattutto per magnitudo degli eventi, e i tempi di esodo necessari a seguito delle geometrie dei percorsi di esodo;
- condizioni al contorno per l'individuazione dei dati necessari per la valutazione degli effetti che si potrebbero produrre: tutti i compartimenti sono coperti da rivelazione incendio, l'intero edificio è munito di allarme e protetto da impianti sprinkler;
- caratteristiche degli occupanti in relazione alla tipologia di edificio ed alla destinazione d'uso prevista: Gli occupanti sono in numero contenuto, in stato di veglia e hanno familiarità con l'edificio.

Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

1° FASE : ANALISI PRELIMINARE

1.2) Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Dopo aver stabilito lo scopo del progetto, si specificano gli obiettivi di sicurezza antincendio, in relazione alle specifiche esigenze dell'attività in esame ed alle finalità della progettazione.

Con gli obiettivi di sicurezza antincendio si specificano qualitativamente, ad esempio, il livello di salvaguardia dell'incolumità degli occupanti, il massimo danno tollerabile all'attività ed al suo contenuto, la continuità d'esercizio a seguito di un evento incidentale.

Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Dopo aver stabilito lo scopo del progetto, in particolare la destinazione e le modalità di impiego dell'attività, si specificano gli obiettivi di sicurezza antincendio, tra quelli previsti nel presente documento, in relazione alle specifiche esigenze dell'attività in esame ed alle finalità della progettazione.

- Esodo completo degli occupanti in tutti i locali dell'attività deve poter avvenire in sicurezza l'esodo simultaneo di tutti gli occupanti;
- Resistenza al fuoco delle strutture in tutti i locali dell'attività deve essere garantita la resistenza al fuoco delle strutture in accordo al livello di prestazione individuato.

Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

1° FASE : ANALISI PRELIMINARE

1.3) Definizione delle soglie di prestazione

Si tratta di soglie di tipo quantitativo e qualitativo rispetto alle quali si può svolgere la valutazione oggettiva di sicurezza antincendio. Con la scelta delle soglie di prestazione si rendono quindi quantitativi gli effetti termici sulle strutture, la propagazione dell'incendio, i danni agli beni ed all'ambiente.

Resistenza al fuoco delle strutture:

Le strutture in acciaio, risentono prevalentemente della temperatura massima raggiunta, in quanto possiedono una bassissima inerzia termica, e trascurabile gradiente all'interno della sezione. Si posizionano sonde di temperatura in corrispondenza degli elementi che vengono verificati identificando quindi una temperatura critica della struttura per essere paragonata a quella realmente sviluppata all'interno del locale.

TIPOLOGIA	PARAMETRO	Unità di misura
Acciaio	Temperatura max.	°C

Conformemente al paragrafo M.2.5, la durata degli scenari di incendio di progetto sarà conforme all'obiettivo di sicurezza relativo al mantenimento della capacità portante in caso di incendio, dall'evento iniziatore fino all'arresto della dell'analisi strutturale in cui gli effetti dell'incendio sono ritenuti non significativi in termini di variazioni temporali delle caratteristiche delle sollecitazioni e spostamenti.

Definizione delle soglie di prestazione

Il passo successivo consiste nella traduzione degli obiettivi antincendio in soglie di prestazione (performance criteria). Si tratta di soglie di tipo quantitativo e qualitativo rispetto le quali si può svolgere la valutazione oggettiva di sicurezza antincendio.

Sicurezza degli occupanti lungo le vie di esodo:

AI fini della progettazione per la salvaguardia della vita si stabiliscono le soglie di prestazione per la vita. Si tratta delle soglie impiegate per definire l'incapacitazione degli occupanti esposti al fuoco ed ai suoi prodotti. Nel capitolo M.3 sono riportati esempi di valori numerici utilizzabili per tali progettazioni.

Modulo	Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Circuito per la visibilità da fumo	Vistibilità minima di 20 metri in Riferiti, non ricontrattati, verso l'area ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 10 m Occupanti in locali di superficie fissa < 200m ² : 5 m Scacchonati: 5 m Scacchonati in locali di superficie fissa < 200m ² : 2,5 m	ISO 13871-2012
Gas tossici	FED, fractional effective dose e FEC, fractional effective concentration per esposizione a gas tossici. Vistibilità minima di 20 metri ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 0,1 Scacchonati: nessuna valutazione	ISO 13871-2012, limitando a 1,1% gli occupanti impattati al raggiungimento della soglia
Calore	Temperatura massima di esposizione	Occupanti: 50°C Scacchonati: 80°C	ISO 13871-2012
Calore	Irraggiamento termico massimo da tutte le sorgenti (incendio, effluvi dell'incendio, sciacquo) e di esposizione degli occupanti	Occupanti: 2,5 kW/m ² Scacchonati: 3 kW/m ²	ISO 13871-2012, per esposizioni maggiori di 20 minuti, senza riconoscere significativa dei tempi di esodo (2,5 kW/m ²)

[1] Ai fini di questa tabella, per scacchonati si intendono i componenti delle squadre aziendali operativamente preposti ad addestrarsi alla rotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ed operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per aziendali conduttori.

Tabella M.3-2: Esempio di soglie di prestazione impiegabili con il metodo di calcolo avanzato

Per definizione, gli occupanti raggiungono l'incapacitazione quando diventano inabili a mettersi al sicuro autonomamente. Tale condizione si raggiunge quando vengono superati i seguenti parametri (con Z=1,8 altezza della sonda):

PARAMETRO	VALORE	Unità di misura
Visibilità	10 (z=1,8 m)	m
Temperatura	60 (z=1,8 m)	°C
Irraggiamento	2,5 (z=1,8 m)	kW/m ²

Conformemente al paragrafo M.2.5, la durata degli scenari di incendio di progetto sarà conforme all'obiettivo di sicurezza relativo alla salvaguardia della vita, dall'evento iniziatore fino al momento in cui tutti gli occupanti dell'attività raggiungono o permangono in un luogo sicuro.

Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

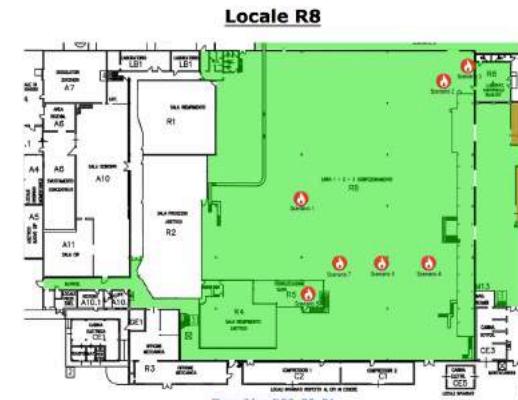
1° FASE : ANALISI PRELIMINARE

1.4) Individuazione degli scenari di incendio di progetto

Gli scenari di incendio rappresentano la schematizzazione degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi nell'attività in relazione alle caratteristiche del focolare, dell'edificio e degli occupanti.

La procedura di identificazione, selezione e quantificazione degli scenari di incendio di progetto è descritta nel capitolo M.2.

Identificazione dei possibili scenari d'incendio
Il primo passo della procedura consiste nell'identificare tutti possibili scenari di incendio che possono svilupparsi durante la vita utile dell'attività. In relazione a ciò si considerano tutte le condizioni di ragionevolmente prevedibili. Si identificano i seguenti scenari di incendio:



Scenario 1 (5 pallets di tappi in PE)

Livello di prestazione: Esodo

L'incendio avviene in una zona baricentrica del locale, ove è adibita un'area per lo stoccaggio di materiale plastico (Tappi in PE) in quantità non trascurabili. Le caratteristiche del materiale, del suo quantitativo, e della geometria dei locali, non permette lo sviluppo del flash-over. Il materiale è stoccati all'interno di contenitori disposti su pallets, e in numero massimo di 5. È presente l'impianto di protezione attiva (sprinkler), rilevazione e allarme incendio e servito da SEFC.

È presente la squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio.

Il locale è caratterizzato da linee automatiche di imbottigliamento, prevalentemente metalliche e supervisionate da operatori. Questi ultimi, di numero ridotto sono in stato di veglia e hanno familiarità con l'edificio.

Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

2° FASE : ANALISI QUANTITATIVA

2.1) Elaborazione delle soluzioni progettuali

Il professionista antincendio **elabora
una o più soluzioni progettuali per
l'attività**, da sottoporre alla successiva
verifica di soddisfacimento degli
obiettivi di sicurezza antincendio.



In questo fase **è necessario
condividere con il funzionario VVF**
tutta la progettazione preliminare.

OPZIONE 1: a voce

OPZIONE 2: in forma scritta,
tramite NOF

Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

2° FASE : ANALISI QUANTITATIVA

2.2) Valutazione delle soluzioni progettuali

In questa fase si calcolano gli effetti che gli scenari d'incendio di progetto determinerebbero nell'attività per ciascuna soluzione progettuale elaborata nella fase precedente.

I risultati della modellazione sono utilizzati per la verifica del rispetto delle soglie di prestazione per le soluzioni progettuali per ciascuno scenario d'incendio di progetto.

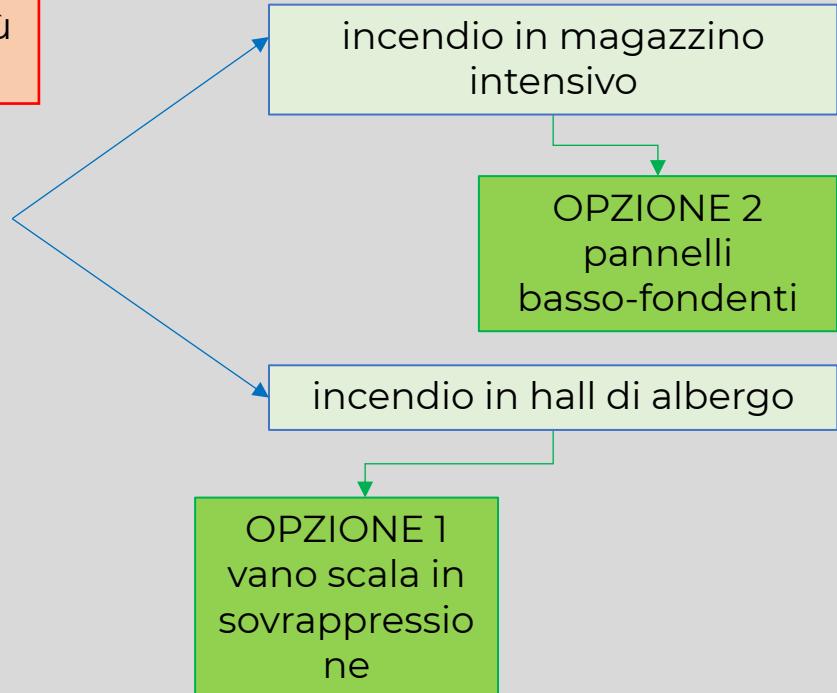


Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

2° FASE : ANALISI QUANTITATIVA

2.3) Selezione delle soluzioni progettuali più idonee

In questa fase si selezionano la soluzioni progettuali finali tra quelle che sono state verificate positivamente rispetto agli scenari di incendio di progetto.



Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

ANALISI PRELIMINARE

sommario tecnico, firmato congiuntamente dal professionista antincendio e dal responsabile dell'attività, ove è sintetizzato il processo seguito per individuare gli scenari di incendio di progetto e le soglie di prestazione.

2. ANALISI PRELIMINARE

In questo capitolo viene descritta l'analisi preliminare effettuata ai sensi del DM 3 agosto 2015.

SOMMARIO TECNICO

Responsabili dell'attività:
SIG. MARIO ROSSI

Responsabile della progettazione antincendio:
ING. FILIPPO BATTISTINI

Responsabile dell'applicazione dell'ingegneria antincendio:
ING. GIANLUCA GALEOTTI

Finalità della progettazione con metodo prestazionale:

- Analisi della diffusione dei fumi
- Verifica delle vie di esodo
- Valutazione dei tempi di esodo
- Resistenza al fuoco delle strutture

Mario Rossi

Ing. Filippo Battistini

Ing. Gianluca Galeotti

2. ANALISI PRELIMINARE

In questo capitolo viene descritta l'analisi preliminare effettuata ai sensi del DM 3 agosto 2015.

SOMMARIO TECNICO

Responsabili dell'attività:
SIG. MARIO ROSSI

Responsabile della progettazione antincendio:
ING. FILIPPO BATTISTINI

Responsabile dell'applicazione dell'ingegneria antincendio:
ING. FILIPPO BATTISTINI

Finalità della progettazione con metodo prestazionale:

- Analisi della diffusione dei fumi
- Verifica delle vie di esodo
- Valutazione dei tempi di esodo
- Resistenza al fuoco delle strutture

Mario Rossi

Ing. Filippo Battistini

Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

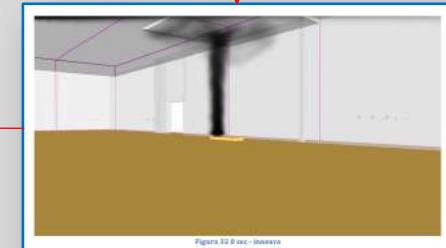
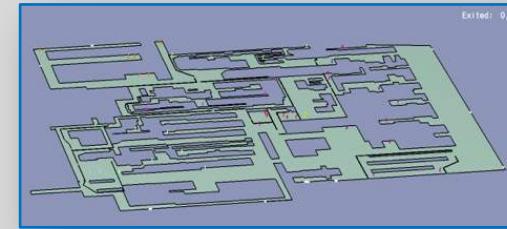
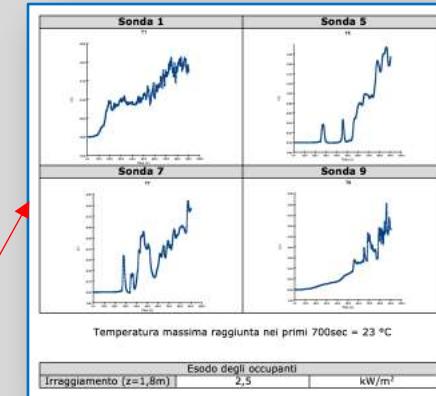
DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

ANALISI QUANTITATIVA

relazione tecnica ove si presentino i risultati dell'analisi ed il percorso progettuale seguito;

Nella relazione tecnica devono risultare le soluzioni progettuali agli scenari di incendio di progetto.

L'esito dell'analisi deve essere sintetizzato con tabelle, disegni, schemi grafici, immagini, che presentino in maniera quantitativa i parametri rilevanti ai fini del raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio.



Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

ANALISI QUANTITATIVA

programma per la gestione della sicurezza antincendio, con le specifiche modalità d'attuazione delle misure di gestione della sicurezza antincendio.

devono essere previste specifiche misure di gestione della sicurezza antincendio (GSA) affinché non possa verificarsi la riduzione del livello di sicurezza assicurato inizialmente.

devono essere limitate agli aspetti trattati nella progettazione prestazionale.

4. S.G.S.A. AVANZATO

La metodologia prestazionale, basandosi sull'individuazione delle misure di protezione effettuata mediante scenari di incendio valutati ad hoc, richiede, affinché non ci sia una riduzione del livello di sicurezza prescelto, un attento mantenimento nel tempo di tutti i parametri posti alla base della scelta sia degli scenari che dei progetti. Conseguentemente si è reso necessario mettere in atto un sistema di gestione della sicurezza antincendio definito attraverso uno specifico documento presentato all'organo di controllo fin dalla fase di approvazione del progetto e da sottoporre a verifiche periodiche.

Si richiama pertanto l'attenzione sulla circostanza che l'uso dell'opera nel rispetto delle limitazioni ipotizzate, del mantenimento delle misure di protezione previste e della gestione di eventuali modifiche, impone la realizzazione di un SGSA adeguato all'importanza dell'opera stessa.

Nell'ambito del programma per l'attuazione del SGSA sono valutati ed esplicitati i provvedimenti presi relativamente ai seguenti punti, da intendersi di tipo integrativo all'SGSA ordinario:

identificazione e valutazione dei pericoli derivanti dall'attività

i pericoli aggiuntivi sono individuati dall'assenza di ordinaria compartimentazione, perciò in materiali di deposito all'interno dell'attività, devono rispettare le seguenti prescrizioni:

1. Area massima per singola area di stoccaggio: 200m²;
2. Altezza massima di impiantamento: 3,5m²;
3. Distanza minima di separazione tra le aree di stoccaggio: 4m;
4. Nelle aree destinate a "distanza di separazione" non deve essere stoccati materiale combustibile di qualsiasi natura e quantità, e i materiali di rivestimento devono essere di classe di reazione al fuoco GMQ;
5. Non è permesso lo stoccaggio di pallets vuoti impiantati all'interno dell'attività ad eccezione di quelli necessari nel processo produttivo con altezza massima di impiantamento di 0,5m e area di stoccaggio 5m²;
6. Lo stoccaggio dei materiali che non costituiscono il "prodotto finito" devono essere preferibilmente stoccati nelle zone A1,B1,C1,C2,C3,D1 in quanto quelle con le migliori caratteristiche di smaltimento fumo e calore;
7. Non deve essere cambiata la tipologia di prodotto stoccati rispetto a quella attualmente prevista, fatto salvo ulteriore valutazione del rischio incendio con metodo ingegneristico;
8. Non devono essere sostituiti e/o spostati elementi di smaltimento fumo e calore come pannelli basso-fondenti e finestre, fatto salvo ulteriore valutazione del rischio incendio con metodo ingegneristico.

controllo operativo

è compito degli addetti antincendio e del responsabile dell'attività di controllare il rispetto delle presenti prescrizioni tecnico-gestionali.

Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

ITER PROCEDURALE

ANALISI PRELIMINARE

1. definizione del progetto
2. identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio
3. definizione delle soglie di prestazione
4. individuazione degli scenari di incendio di progetto

ANALISI QUANTITATIVA

1. elaborazione delle soluzioni progettuali
2. valutazione delle soluzioni progettuali
3. selezione delle soluzioni progettuali idonee

DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

1. sommario tecnico
2. relazione tecnica
3. programma per la gestione della sicurezza antincendio.



condivisione
con
funzionario
VVF
provinciale

Scenari di incendio per la progettazione prestazionale

Scenari di incendio per la progettazione prestazionale

Capitolo M.2

METODI

Scenari di incendio per la progettazione prestazionale

M-2-1

Premessa

- Il presente capitolo descrive la procedura di identificazione, selezione e quantificazione degli scenari di incendio di progetto che sono impiegati nell'analisi quantitativa da parte del professionista antincendio che si avvale dell'ingegneria della sicurezza antincendio e fornisce altre indicazioni per eseguire la verifica del raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio per le attività.
 - Gli scenari d'incendio rappresentano la descrizione dettagliata degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi in relazione a tre aspetti fondamentali:
 - caratteristiche dell'incendio;
 - caratteristiche dell'attività;
 - caratteristiche degli occupanti.
 - La documentazione della procedura di identificazione, selezione e quantificazione degli scenari di incendio di progetto deve essere conforme alle indicazioni di questo documento, per consentire la valutazione del progetto da parte delle competenti strutture dei Vigili del fuoco.
 - Tale procedura consiste nei seguenti passi:
 - identificazione dei possibili scenari d'incendio che possono svilupparsi nell'attività, da cui dipende l'esito dell'intera valutazione secondo il metodo prestazionale;
 - selezione degli scenari d'incendio di progetto tra tutti i possibili scenari d'incendio identificati;
 - descrizione quantitativa degli scenari d'incendio di progetto selezionati.

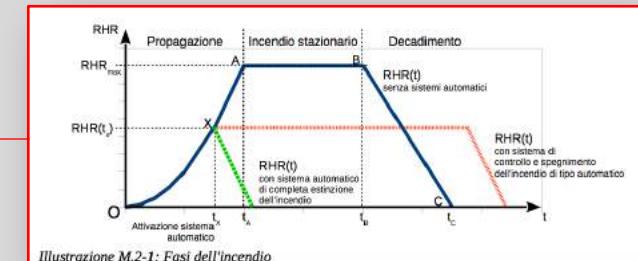
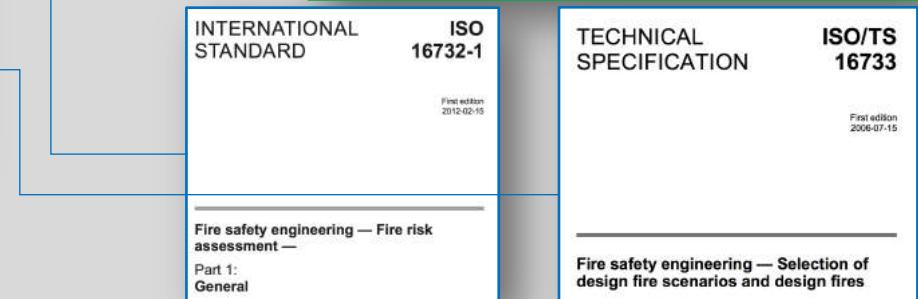


Illustrazione M.2-1: Fasi dell'incendio

Caratteristiche prevalenti degli occupanti <u>5</u>		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espansiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo
C [1]	Gli occupanti possono essere addormentati:	
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Civile abitazione
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Dormitorio, residenze, studentato, residenza per persone autosufficienti
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Albergo, rifugio alpino
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana

Tabella G.3-1: Caratteristiche prevalenti degli occupati



Scenari di incendio per la progettazione prestazionale

IDENTIFICAZIONE, SELEZIONE E QUANTIFICAZIONE DEGLI SCENARI DI INCENDIO



M.2.2

Identificazione dei possibili scenari d'incendio

- Il primo passo della procedura consiste nell'*identificare tutti i possibili scenari d'incendio* che possono svilupparsi durante la vita utile dell'attività. In relazione a ciò si devono considerare *tutte le condizioni di esercizio* ragionevolmente prevedibili.

Nota Ad esempio: allestimenti temporanei, diverse configurazioni spaziali dei materiali combustibili, modifica delle vie d'esodo e dell'affollamento, ...

- Per individuare gli scenari d'incendio, il professionista antincendio sviluppa uno specifico *albero degli eventi* a partire da ogni evento iniziatore pertinente e credibile. Il processo può essere svolto in maniera *qualitativa*, oppure in maniera *quantitativa* se sono disponibili dati statistici desunti da fonti autorevoli e condizionate.

Step 9 — Risk ranking

Rank the scenarios in order of relative risk. The relative risk is evaluated by multiplying the measure of the consequence (step 8) by the probability of occurrence (step 7) of the scenario.

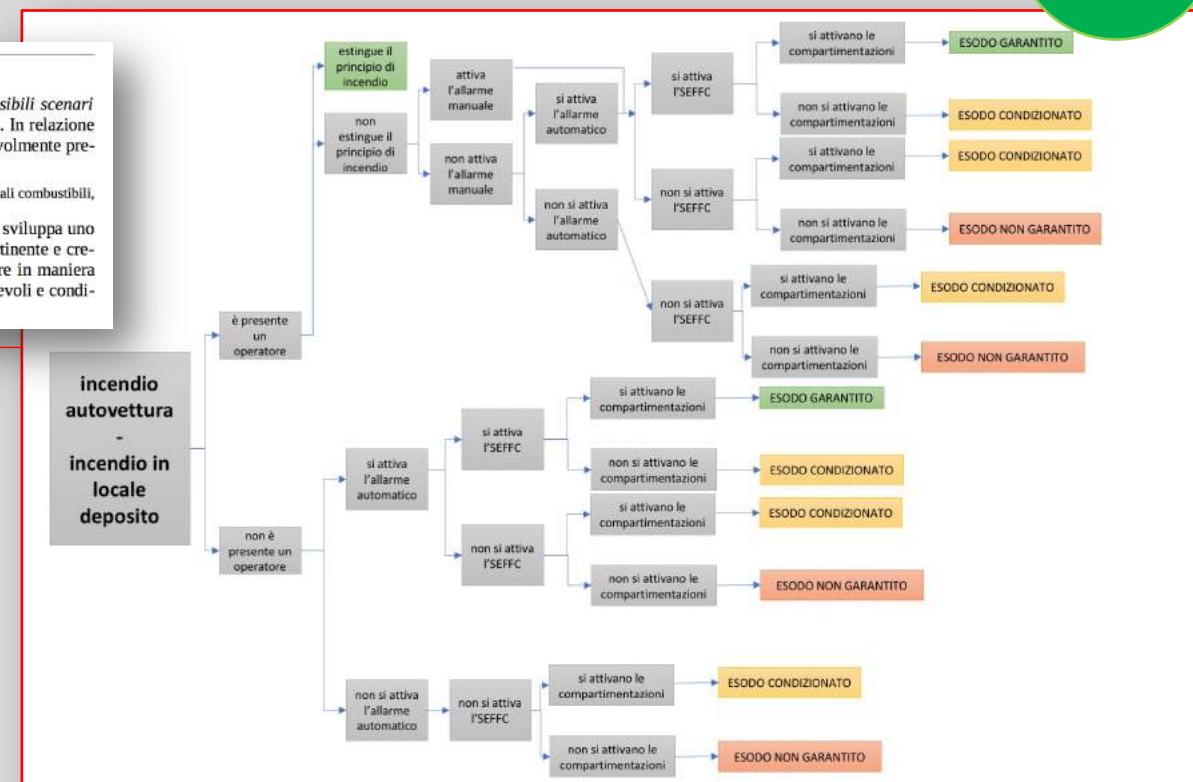
The risk associated with each scenario is computed as probability times consequence. In Table B.1, the risks of each scenario are estimated and an overall ranking provided.

Table B.1 — Risk ranking of scenarios

Fire Scenario	Probability	Consequence	Risk	Rank
S1	0,10	0 (low)	0	4
S2	0,05	0 (low)	0	4
S3	0,039	20	0,70	3
S4	0,0135	1 000	13,5	1
S5	0,0015	1 040	1,56	2

Magnitudo evento	
alto	morte
moderato	lesioni gravi
basso	lesioni minori
trascurabile	lesioni trascurabili

Probabilità evento	
alto	$>10^{-2}$
moderato	$10^{-2} > x > 10^{-4}$
basso	$10^{-4} > x > 10^{-6}$
trascurabile	$< 10^{-6}$



Scenari di incendio per la progettazione prestazionale

IDENTIFICAZIONE, SELEZIONE E QUANTIFICAZIONE DEGLI SCENARI DI INCENDIO DI PROGETTO

M.2.3

Selezione degli scenari d'incendio di progetto

1. Nel primo passo della procedura viene in genere identificato un elevato numero di scenari d'incendio possibili nell'attività. Lo scopo di questo secondo passo della procedura consiste nel ridurre il numero degli scenari d'incendio al minimo numero ragionevole, al fine di alleggerire il successivo lavoro di verifica delle soluzioni progettuali.
2. Il professionista antincendio seleziona gli *scenari di incendio* ed estrae il sottinsieme degli *scenari d'incendio di progetto*, esplicitando nella documentazione progettuale i motivi che portano ad escluderne alcuni dalla successiva analisi quantitativa, facendo riferimento agli alberi degli eventi già sviluppati nel precedente passo o secondo giudizio esperto.
3. Il professionista antincendio seleziona i *più gravosi* tra gli scenari di incendio *credibili*.

4. Gli *scenari d'incendio di progetto* così selezionati rappresentano per l'attività un livello di rischio d'incendio non inferiore a quello comunque descritto dall'insieme di tutti gli *scenari d'incendio*. Le soluzioni progettuali, rispettose delle soglie di prestazione richieste nell'ambito degli *scenari d'incendio di progetto*, garantiscono quindi lo stesso grado di sicurezza anche nei confronti di tutti gli altri *scenari d'incendio*.

SCENARIO DI INCENDIO DI PROGETTO 1

Livello di prestazione: Limitazione della propagazione dell'incendio ed esodo degli occupanti
L'Incendio avviene nel locale adibito a **negozi di abbigliamento**, all'interno del Blocco A, al piano terra.

Criterio di scelta
Questo scenario è stato scelto come rappresentativo in quanto il locale possiede caratteristiche di quantitativo di materiale, tipo e modalità di stoccaggio tale che la potenza sviluppata risulti essere quella maggiore di tutto il blocco A al piano terra, ed inoltre rateo di crescita e posizionamento del locale rispetto le vie di esodo del piano terra e del piano primo rappresentano una delle configurazioni più sollecitanti sugli occupanti.

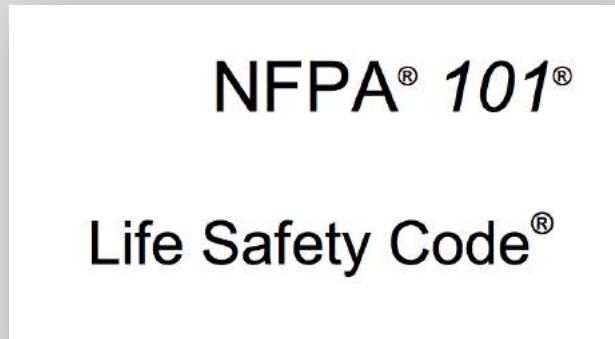
scenari di incendio

scenari di incendio di progetto



Scenari di incendio per la progettazione prestazionale

IDENTIFICAZIONE, SELEZIONE E QUANTIFICAZIONE DEGLI SCENARI DI INCENDIO DI PROGETTO



5.5.3* Required Design Fire Scenarios. Design fire scenarios shall comply with the following:

- (1) Scenarios selected as design fire scenarios shall include, but shall not be limited to, those specified in 5.5.3.1 through 5.5.3.8.
- (2) Design fire scenarios demonstrated by the design team to the satisfaction of the authority having jurisdiction as inappropriate for the building use and conditions shall not be required to be evaluated fully.

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 mobilio, 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 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.

opzione
2
NFPA

Scenari di incendio per la progettazione prestazionale

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

M.2.4

Descrizione quantitativa degli scenari d'incendio di progetto

1. Terminata la selezione degli scenari di incendio di progetto, il professionista antincendio deve procedere con la descrizione quantitativa di ciascuno di essi.
2. Il professionista antincendio traduce la descrizione qualitativa degli scenari d'incendio di progetto, già elaborata nel primo passo, in dati numerici di input appropriati per la metodologia di calcolo scelta per la verifica delle ipotesi progettuali.
3. In relazione alle finalità dell'analisi, il professionista antincendio specifica i dati di input per attività, occupanti ed incendio, dettagliatamente elencati nei prossimi paragrafi.

Attività

Occupanti

Incendio

3.4.2 SELEZIONE DEGLI SCENARI DI INCENDIO DI PROGETTO

Nel processo di individuazione degli scenari di incendio di progetto, sono valutati gli incendi realisticamente ipotizzabili nelle condizioni di esercizio previste, scegliendo i più gravosi (tra quelli di incendio) in termini di:

- Potenza massima sviluppata (HRR max)
- Rateo di produzione del particolato (Soot)
- Rateo di crescita (t_a)

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

Attività

Occupanti

Incendio

Attività

1. Le caratteristiche dell'attività influenzano l'esodo degli occupanti, lo sviluppo dell'incendio e la diffusione dei prodotti della combustione. A seconda dell'obiettivo dell'analisi, la descrizione quantitativa dell'attività potrà comprendere i seguenti elementi:

- Caratteristiche architettoniche e strutturali:
 - localizzazione e geometria dell'attività, dimensioni e distribuzione degli ambienti interni;
 - descrizione strutturale, caratteristiche dei relativi elementi costruttivi portanti e separanti;
 - descrizione materiali non strutturali e di finitura;
 - sistema d'esodo: dimensioni, distribuzione e uscite di sicurezza;
 - dimensione, localizzazione e stato di apertura/chiusura/rottura efficace delle aperture di ventilazione di progetto e potenziali, come porte, finestre, lucernari, superfici vetrate;
 - barriere che influenzano il movimento dei prodotti della combustione.

- Impiantistica:

- impianti di protezione attiva contro l'incendio;
- impianti di rivelazione, di segnalazione e di allarme incendio;
- impianti tecnologici a servizio dell'attività, come gli impianti di condizionamento, di distribuzione o di processo.

- Aspetti gestionali ed operativi:

- destinazione d'uso dell'attività e processo produttivo che vi si svolge;
- organizzazione dell'attività ospitata;
- eventuali azioni attuate dai soccorritori, previste nel piano di emergenza, in grado di alterare la propagazione dei prodotti della combustione; tali azioni devono essere considerate solo in via eccezionale e valutate caso per caso.

Nota Ad esempio: chiusura di porte e attivazione manuale di sistemi di allarme che possono influire sullo sviluppo dell'incendio e sull'esodo degli occupanti.

- Fattori ambientali che influenzano le prestazioni antincendio dell'attività.

Nota Ad esempio: temperature esterne, ventosità dell'area, livello di rumore che ha impatto sulla percezione dell'allarme.

Scenario di incendio di progetto 1 (3 pallets di tappi in PE)

*Livello di prestazione: Esodo
Locale: R8*

L'incendio avviene in una zona perimetrale del locale vicino alle vie d'esodo, non vi è adibita un'area per lo stoccaggio di materiale plastico (Tappi in PP), ma può comunque avvenire per brevi periodi. Le caratteristiche del materiale, del suo quantitativo, e della geometria dei locali, non permettono lo sviluppo del flash-over. Il materiale è stoccati all'interno di contenitori disposti su pallets, e in numero massimi di 3. Per lo studio dell'esodo si ipotizza l'innesto in uno dei tre, seguito quindi dall'attivazione di quello adiacente in caso di raggiungimento di temperatura di ignizione di 230°C (cartone dell'imballaggio), il quale a sua volta può innescare il terzo sempre a seguito del raggiungimento della temperatura di ignizione.

È presente la squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio. Il locale è caratterizzato da linee automatiche di imbottigliamento, prevalentemente metalliche e supervisionate da operatori. Questi ultimi, di numero ridotto sono in stato di veglia e hanno familiarità con l'edificio.

Nel compartimento è presente il sistema di rilevazione automatica e SEFC automatici collegati all'allarme e muniti di carica per auto-apertura al raggiungimento di temperatura fissata di 141°C. Essi sono comunque collegati alla rilevazione, e si attivano automaticamente (per il solo comparto interessato dall'incendio) a seguito dell'attivazione dell'allarme. L'impianto sprinkler presente nell'area, a scopo cautelativo, non lo si considera attivo nelle prime fasi caratterizzanti l'esodo.

caratteristiche dell'edificio: Il locale è posizionato al piano terreno del centro commerciale. Non vi sono finestre né superfici che si aprono o chiudono in caso di incendio in modo automatico o manuale (SEFC), ma vetri che rompendosi permettono l'evacuazione del fumo e del calore. A scopo cautelativo, le porte vengono modellate aperte in quanto sprovviste di dispositivo di autochiusura.

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

Attività

Occupanti

Incendio

Occupanti

1. A seconda dell'obiettivo dell'analisi, il professionista antincendio descrive dettagliatamente le caratteristiche della popolazione ospitata nell'attività, che possono influenzare il comportamento e la risposta nei confronti dell'incendio.
2. In particolare, la descrizione deve tener conto almeno dei seguenti aspetti ovvero rilevanti ai fini della tipologia dell'analisi:

- affollamento complessivo e distribuzione degli occupanti negli ambienti dell'attività;
- tipologia degli occupanti;
- familiarità degli occupanti con l'attività e con il sistema di vie d'esodo;
- stato di veglia/sonno degli occupanti.

Nota

Ad esempio: lavoratori, visitatori occasionali, anziani, bambini, degenzi, ...

c. familiarità degli occupanti con l'attività e con il sistema di vie d'esodo;

d. stato di veglia/sonno degli occupanti.

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{res}

Esempi

	Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{res}	Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo
C [1]	Gli occupanti possono essere addormentati:	
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Civile abitazione
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Dormitorio, residenze, studentato, residenza per persone autosufficienti
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Albergo, rifugio alpino
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana

[1] Quando nel presente documento si usa C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii

Tabella G.3-1: Caratteristiche prevalenti degli occupanti

Scenario di incendio di progetto 2 (sala colazioni)

Questo scenario di incendio è stato scelto come il più gravoso del piano primo in quanto, al fine di verificare l'esodo degli occupanti è quello che avviene in un locale che può essere affollato nelle ore di maggiore utilizzo da parte dei clienti dell'hotel. La sala colazioni comunica a mezzo di porta EI30 con il vano scala protetto, normalmente aperta con dispositivo di sgancio ed autochiusura collegato con la rilevazione incendio e relativo allarme. Nelle prime fasi dell'incendio, prima che la porta si chiuda il fumo può stratificarsi ed invadere il vano scala di tipo protetto.

Livello di prestazione: Esodo

L'incendio avviene nel locale sala colazioni, al piano primo. Le caratteristiche del materiale, del suo quantitativo, e della geometria dei locali, permettono lo sviluppo del flash-over. È presente l'impianto di rilevazione incendi, ed il locale è presidiato quando sono presenti ospiti all'interno della sala colazioni stessa. Gli occupanti dei piani superiori sono in numero non trascurabile, possono essere addormentati e non avere familiarità con l'edificio. Il locale è servito da due vie di esodo, la prima attraverso la scala di tipo aperto e la seconda attraverso il vano scala di tipo protetto.

condizioni delle persone presenti: affollamento massimo dell'edificio pari a 1295 persone, gli occupanti sono in stato di veglia e possono non avere familiarità con l'edificio. All'interno del locale, in quanto luogo di lavoro è presente almeno 1 addetto antincendio formato ed informato anche delle prescrizioni integrative del GSA avanzato.

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

Attività

Occupanti

Incendio

Incendio

1. A seconda dell'obiettivo dell'analisi, la descrizione dell'incendio consiste nella caratterizzazione quantitativa del focolare, in quanto sorgente di *energia termica* e di *prodotti della combustione*, secondo i seguenti parametri ove rilevanti ai fini della tipologia dell'analisi:
 - a. localizzazione del focolare;
 - b. tipologia di focolare: covante o con fiamma;
 - c. quantità, qualità e distribuzione spaziale del materiale combustibile;
 - d. fonti d'innescio;
 - e. curva RHR (*rate of heat release*), quale potenza termica prodotta dal focolare al variare del tempo RHR(t);
 - f. generazione dei prodotti della combustione presi in considerazione (es. CO e particolato).
2. Ai fini della caratterizzazione quantitativa del focolare il professionista antincendio può:
 - a. impiegare dati sperimentali ottenuti da misura diretta in laboratorio secondo metodologia scientifica consolidata;
 - b. usare dati pubblicati da fonti autorevoli e condivise. Il professionista antincendio *cita sempre* con precisione tali fonti e *verifica la corrispondenza* del campione di prova sperimentale (quantità, composizione, geometria e modalità di prova) con quello previsto nello scenario di incendio di progetto, utilizzando un approccio ragionevolmente conservativo;
 - c. impiegare delle *metodologie di stima*. Nel paragrafo M.2.6 si descrivono alcune metodologie di stima mutuate dalla letteratura citata al paragrafo M.2.8.
3. In alternativa, può impiegare i focolari predefiniti di cui al paragrafo M.2.7 nell'ambito delle limitazioni ivi specificate.

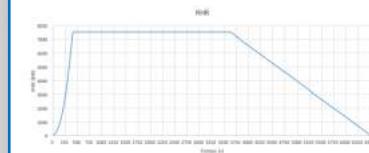
Caratteristiche

stato, tipo e quantitativo del combustibile: Il materiale combustibile presente all'interno del locale è composto da arredo in legno e materiale di vendita costituito da vestiti in tessuto di varia natura. I quantitativi massimi, vista la notevole variabilità nel tempo sono fissati, in modo cautelativo a 36'000MJ (600MJ/m²).

configurazione e posizione del combustibile: il materiale è disposto su arredi adibiti ad esposizione dei prodotti stessi, non è presente una particolare altezza di impilamento;

tasso di crescita del fuoco e picco della potenza termica rilasciata (RHR max): si utilizza una curva HRR di tipo analitico, caratterizzata come segue:

- **governata dal combustibile:** il locale risulta essere molto ben ventilato in quanto sono presenti su due fronti intere pareti vetrate, caratterizzate da una temperatura di rottura di 250°C e percentuale di rottura pari al 70%. Ne segue il fattore di ventilazione O=0,25.
- **potenza massima:** in accordo all'Eurocodice che nel prospetto E.5 fissa per la destinazione d'uso centro commerciale il valore di $RHR_t = 250kW/m^2$. Visto il fattore di ventilazione, e la distribuzione del materiale combustibile all'interno del locale si definisce, a scopo cautelativo il picco a 7,5 MW;
- **rateo di crescita:** in accordo all'Eurocodice che nel prospetto E.5 fissa per la destinazione d'uso centro commerciale il valore di $t_a = 150s$. In questo caso, la potenza di picco RHR_{max} si raggiunge dopo 411s (7min);



T _a	411	s
T _b	3634	s
T _c	6514	s

tasso di sviluppo dei prodotti della combustione: in relazione al materiale prevalente all'interno del locale, si ritiene a scopo cautelativo di utilizzare una miscela di 50% Poliuretano e 50% Legno, caratterizzata quindi dai valori di Soot Yield=0,121(g/g) e CO Yield=0,018;

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

Incendio

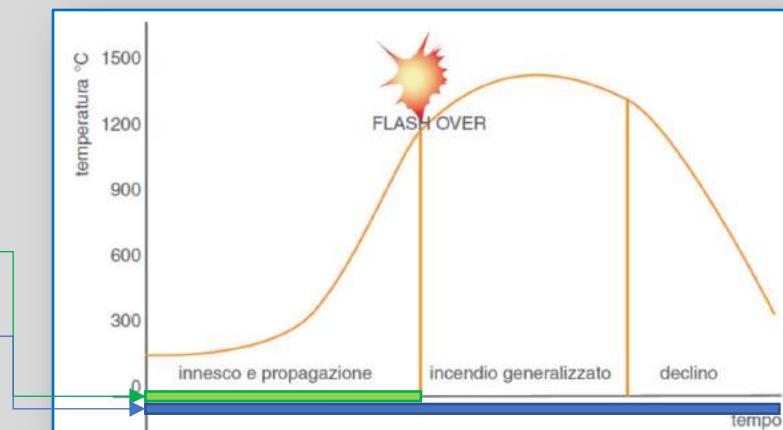
M.2.5

Durata degli scenari d'incendio di progetto

- Deve essere descritta tutta la sequenza di evoluzione dell'incendio, a partire dall'evento iniziatore per un intervallo di tempo che dipende dagli obiettivi di sicurezza da raggiungere come riportato in tabella M.2-1.

Obiettivo di sicurezza antincendio	Durata minima degli scenari di incendio di progetto
Salvaguardia della vita	Dall'evento iniziatore fino al momento in cui tutti gli occupanti dell'attività raggiungono o permangono in un luogo sicuro. Se il luogo sicuro è prossimo o interno all'opera da costruzione, devono essere valutate eventuali interazioni tra il mantenimento della capacità portante dell'opera da costruzione ed il luogo sicuro.
Mantenimento della capacità portante in caso d'incendio	Dall'evento iniziatore fino all'arresto dell'analisi strutturale, in fase di raffreddamento, al momento in cui gli effetti dell'incendio sono ritenuti non significativi in termini di variazione temporale delle caratteristiche della sollecitazione e degli spostamenti

Tabella M.2-1: Durata minima degli scenari d'incendio di progetto



ASET > 100% RSET

es: esodo simultaneo

fino a T°_{max}

es: strutture in acciaio*

fino a $T^{\circ} < 20\% T^{\circ}_{max}$

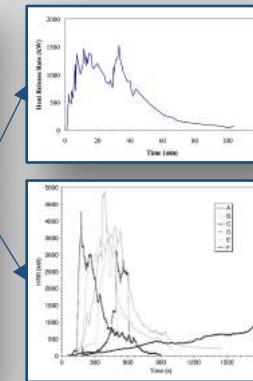
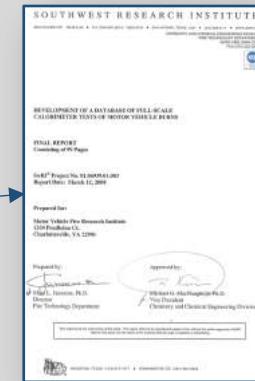
es: strutture in c.a.

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

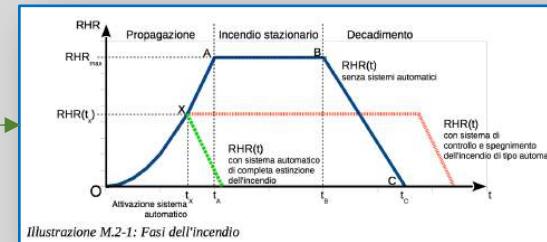
Incendio

**CURVA DI RILASCIo
TERMICO
RHR (HRR)**

metodi
sperimentali



metodi
analitici



DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

RHR ANALITICA

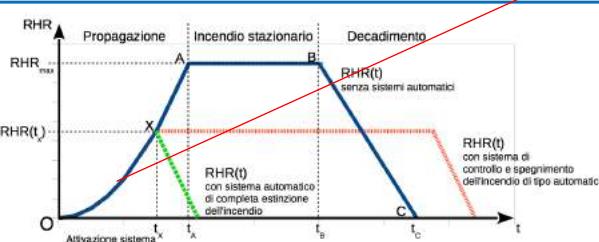


Illustrazione M.2-1: Fasi dell'incendio

Fase di propagazione dell'incendio

1. Durante la fase di propagazione, la potenza termica rilasciata dall'incendio al variare del tempo $RHR(t)$ può essere rappresentata da:

$$RHR(t) = 1000 \left(\frac{t}{t_a} \right)^2 \quad \text{per } t < t_a \quad \text{M.2-1}$$

dove:

$RHR(t)$ potenza termica rilasciata dall'incendio [kW]
 t tempo [s]

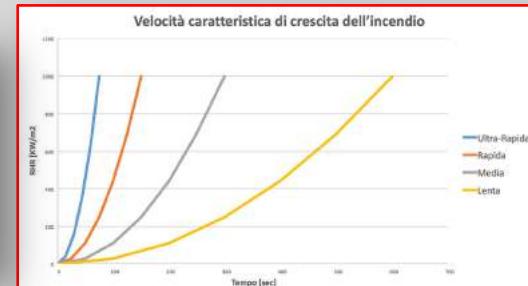
t_a tempo necessario affinché la potenza termica rilasciata raggiunga il valore di 1000 kW, come definito nel capitolo G.3. [s]

Per alcune attività, tale valore può essere desunto dai prospetti dell'appendice E dell' Eurocodice 1, UNI EN 1991-1-2. Per le altre attività il valore di t_a può essere determinato con considerazioni basate sul giudizio esperto per analogia.

δ_a	Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio t_a [s]	Esempi
1	600 Lenta	Materiali poco combustibili distribuiti in modo discontinuo o inseriti in contenitori non combustibili
2	300 Media	Scatole di cartone impilate; pallete di legno; libri ordinati su scaffale; mobile in legno; automobili; materiali classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1)
3	150 Rapida	Materiali plastici impilati; prodotti tessili sintetici; apparecchiature elettroniche; materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco.
4	75 Ultra-rapida	Liquidi infiammabili; materiali plastici cellulari o espansi e schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.

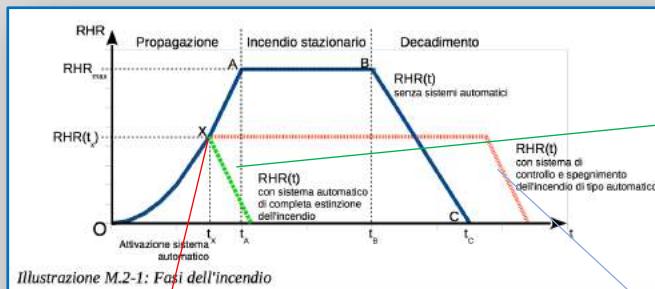
Tavola G.3-2: Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio

prospetto E.5 Velocità di crescita dell'incendio e RHR , per differenti destinazioni d'uso			
Velocità massima di rilascio di calore RHR			
Destinazione d'uso	Velocità di crescita dell'incendio	t_a [s]	RHR [kW/m ²]
Alloggio	Media	300	250
Ospedale (stanza)	Media	300	250
Albergo (stanza)	Media	300	250
Biblioteca	Veloce	150	500
Ufficio	Media	300	250
Classe di una scuola	Media	300	250
Centro commerciale	Veloce	150	250
Teatro (cinema)	Veloce	150	500
Trasporti (spazio pubblico)	Lenta	600	250



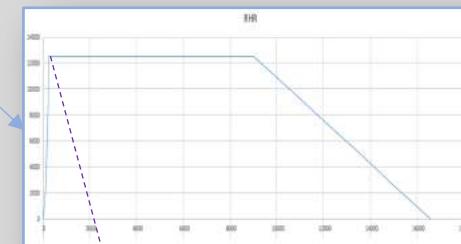
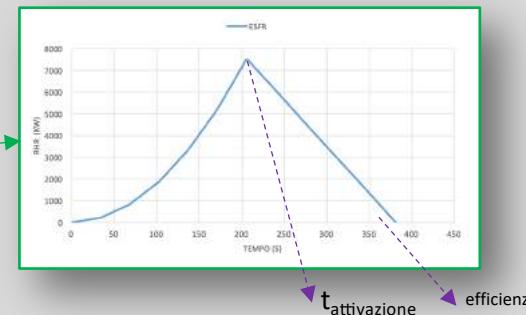
DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

RHR ANALITICA



Effetto dei sistemi automatici di controllo dell'incendio

- Se nell'attività sono previsti *sistemi di controllo dell'incendio di tipo automatico* (es. impianto sprinkler), l'andamento della potenza termica rilasciata $RHR(t)$ non raggiunge il valore massimo RHR_{max} , calcolato secondo quanto previsto al paragrafo M.2.6.3, che avrebbe potuto raggiungere in relazione alle condizioni del combustibile ed a quelle ambientali, ma può essere assunta costante e pari al valore di $RHR(t_x)$ raggiunto all'istante t_x di entrata in funzione dell'impianto automatico. Tale valore permane per un intervallo di tempo pari alla durata di alimentazione prevista per l'impianto, entro cui si presume che l'incendio controllato venga definitivamente estinto mediante l'intervento manuale.
- A differenza dell'attivazione dei sistemi automatici, l'intervento manuale effettuato dalle *squadre antincendio* non può essere considerato in fase progettuale ai fini della modifica dell'andamento della curva $RHR(t)$.

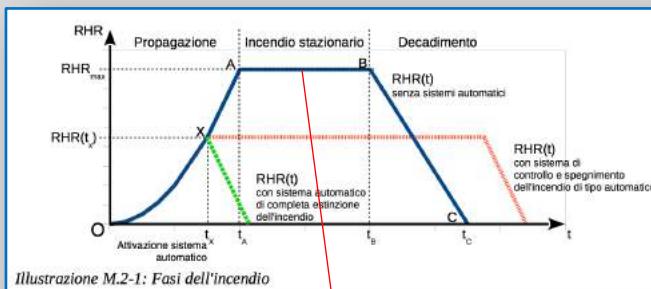


ESFR
 CO_2
 Schiuma
 Sali

Sprinkler

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

RHR ANALITICA



Fase dell'incendio stazionario

1. Nella maggioranza dei casi l'energia termica potenzialmente contenuta nel compartimento antincendio è sufficiente a produrre la condizione di *flashover* e si ipotizza che, anche dopo il *flashover*, la curva cresca con andamento ancora proporzionale a t^2 fino al tempo t_A che corrisponde alla massima potenza RHR_{max} rilasciata dall'incendio nello specifico compartimento antincendio.
2. Se nell'attività non sono previsti impianti di controllo o estinzione automatica dell'incendio, si suppone che dal tempo t_A fino a t_B la potenza termica prodotta dall'incendio si stabilizzi al valore massimo RHR_{max} :

$$RHR(t) = RHR_{max} \quad \text{per } t_A \leq t \leq t_B$$

M.2-2

GOVERNATO DAL COMBUSTIBILE

incendi all'aperto e/o in ambienti ben ventilati

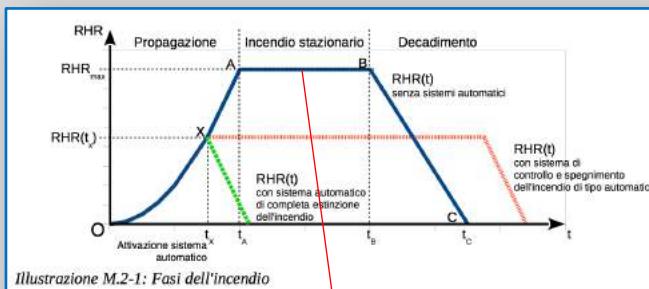
GOVERNATO DALLA VENTILAZIONE

incendi in ambienti non ben ventilati

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

RHR ANALITICA

GOVERNATO DAL
COMBUSTIBILE



3. Se lo sviluppo dell'incendio risulta **controllato dal combustibile**, come accade **all'aperto** o in edifici con **elevata superficie di ventilazione**, il valore di RHR_{\max} può essere fornito dalla seguente espressione:

$$RHR_{\max} = RHR_f A_f$$

dove:

RHR_f valore della potenza termica massima rilasciata per unità di superficie linda. Per alcune attività, tale valore può essere desunto dai prospetti dell'appendice E.4 dell'Eurocodice 1, UNI EN 1991-1-2. $[kW/m^2]$

A_f superficie linda del compartimento in caso di distribuzione uniforme del carico d'incendio, oppure superficie linda effettivamente occupata dal combustibile oppure area operativa di sistemi automatici di controllo dell'incendio $[m^2]$

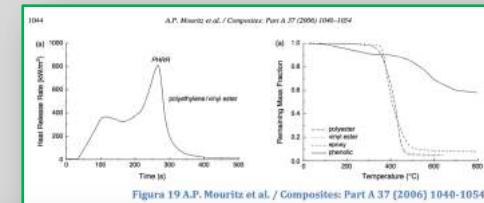


Table 1. Seven most important fire parameters of polypropylene and its mixture with fire retardants, obtained at incident radiation 50 kW/m^2

Sample	Time to ignition (s)	Max HRR* (kW/m ²)	Ave. HRR** (kW/m ²)	SEA***	CO mass ratio	Ratio of time/ignition/peak HRR (m ² s/mJ)	
						3 min after ignition (kW/m ²)	Effective heat of combustion (mJ/kg)
PP	36	1092.6	464.1	467.4	0.026	41.1	33.0
PPMG10	41	958.8	452.5	394.0	0.019	37.3	42.8
PPMG20	44	929.7	375.0	405.9	0.019	36.1	83.0
PPMG40	48	289.5	233.9	375.9	0.019	31.2	165.8
PPMG60	70	114.2	94.9	204.9	0.011	18.6	613.0
PPAL190	23	754.2	463.4	471.2	0.023	41.0	31.0
PPAL20	25	584.1	454.4	447.6	0.220	39.1	42.8
PPAL40	32	373.2	243.6	384.8	0.018	32.3	85.6
PPAL60	46	211.4	129.0	204.3	0.011	18.1	217.6
PPSB2.5	32	1079.8	479.8	558.0	0.029	43.0	29.6
PPSB5	33	958.7	394.7	539.6	0.027	40.0	34.4
PPSB10	35	9040.8	543.6	527.5	0.030	44.5	33.6

* Max HRR: Maximum heat release rate; ** Ave. HRR: Average heat release rate; *** SEA: Specific extinction area

Figura 23 Combustibility of Polypropylene - Mahmoud Mehrabzadeh - Polymer Research Center of Iran

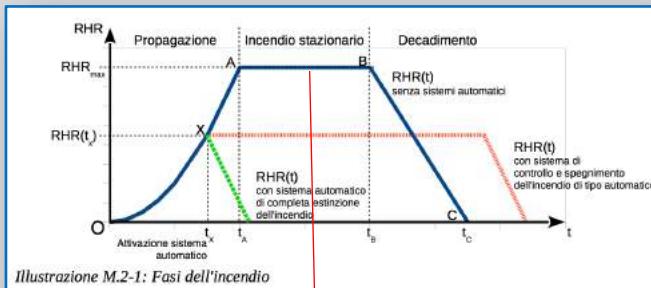
prospetto E.5 Velocità di crescita dell'incendio e RHR , per differenti destinazioni d'uso

Destinazione d'uso	Velocità di crescita dell'incendio t_c [s]	RHR [kW/m ²]
Alloggio	Media	300
Ospedale (stanza)	Media	300
Albergo (stanza)	Media	300
Biblioteca	Veloce	150
Ufficio	Media	300
Classe di una scuola	Media	300
Centro commerciale	Veloce	150
Teatro (teatro)	Veloce	150
Trasporti (spazio pubblico)	Lenta	600
		250
		250
		250
		500
		250
		500
		500
		250

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

RHR ANALITICA

GOVERNATO DALLA VENTILAZIONE



4. Se lo sviluppo dell'incendio risulta *limitato dal valore della superficie di ventilazione*, come generalmente si verifica in edifici con superficie di ventilazione ordinaria, allora il valore di RHR_{max} deve essere ridotto in conseguenza della quantità di combustibile disponibile che può affluire dalle superficie di ventilazione presenti nella fase di post-flashover. In tal caso, se le pareti del compartimento presentano solo aperture verticali, è possibile determinare il valore di RHR_{max} ridotto tramite la seguente espressione semplificata:

$$RHR_{max} = 0,10 m H_u A_v \sqrt{h_{eq}}$$

M.2-4

con:

m fattore di partecipazione alla combustione di cui al capitolo S.2 del presente documento.

H_u potere calorifico inferiore del legno pari a 17500 kJ/kg.

A_v area totale delle *aperture verticali* su tutte le pareti del compartimento [m²]

INCENDIO GOVERNATO DALLA VENTILAZIONE

m	0,8	MJ/kg
H	17,5	MJ/kg
Av	38,164	mq
heq	2,0	m
RHR max	76,1	MW

Superficie di ventilazione		A	Av * hi
Sup vent	b	h	
8,8	2,03	17,864	36,26392
10	2,03	20,3	41,209
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
TOT		38,164	77,47292

SI SVILUPPA IL FLASHOVER?

At	228,228	
Av	38,164	MJ/kg
Heq	2,0	mq

RHR max 22,3 MW

SI FLASHOVER !!

Metodo di Thomas
Potenza MINIMA per raggiungere il Flashover

$$RHR_F [\text{kW}] = 7,8 A_t + 378 A_{eq} \times \sqrt{H_{vequiv}}$$

FATTORE DI VENTILAZIONE

Dimensioni del locale	At	228,228	m1
	Av	38,164	m2

O 0,24

Fattore di ventilazione – O

(negli Stati Uniti Fv)

$$O = [A_v \sqrt{h_{eq}}] / A_t \quad \text{con i seguenti limiti } 0,02 \leq O \leq 0,20$$

ove

A_v = Superficie Totale delle aperture di ventilazione a parete [m²] (non a soffitto)

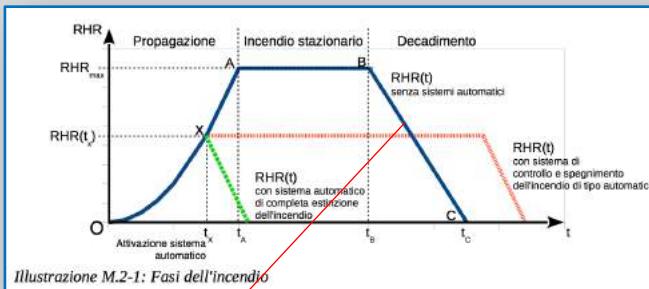
A_t = Superficie totale del comparto [m²] (superficie pareti, pavimenti, soffitto)

h_{eq} = Altezza equivalente $h_{eq} = (\sum A_v h_v) / A_v$

(è la media pesata delle altezze proprie di tutte le aperture di ventilazione presenti nelle pareti)

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

RHR ANALITICA



Fase di decadimento

- Il tempo t_c , trascorso il quale la potenza termica rilasciata dall'incendio si annulla, viene calcolato considerando che nella fase di decadimento è consumato il restante 30% dell'energia termica inizialmente disponibile:

$$t_c = t_B + \frac{2 \cdot 30\% \cdot q_f A_f}{RHR_{\max}} \quad M.2-9$$

dove:

t_c tempo con potenza termica rilasciata dall'incendio nulla [s]

- Durante la fase di decadimento l'andamento della potenza prodotta dall'incendio è lineare e quindi:

$$RHR(t) = RHR_{\max} \frac{t_c - t}{t_c - t_B} \quad \text{per } t_B \leq t \leq t_c \quad M.2-10$$

OPPURE

Focolare predefinito

- Qualora si intenda omettere le valutazioni in merito alla descrizione quantitativa del focolare di cui al paragrafo M.2.4, possono essere impiegati i *focolari predefiniti* descritti quantitativamente secondo il metodo indicato nel paragrafo M.2.6, impiegando i valori dei parametri di cui alla tabella M.2-2.
- È escluso l'impiego dei focolari predefiniti nei casi in cui si valuti che i focolari attesi risultino più gravosi di quelli previsti in tabella M.2-2.

Parametro	Focolare predefinito	
	per attività civile	per altre attività
Velocità caratt. di crescita dell'incendio t_c	150 s (fast)	75 s (ultra-fast)
RHR_{\max} totale RHR_{\max} per m^2 di superficie del focolare	5 MW 250-500 kW/ m^2 [1]	50 MW 500-1000 kW/ m^2 [1]
Resa in particolato Y_{soot}	Pre flashover: 0,07 kg/kg [2,3] Post flashover: 0,14 kg/kg [2,3]	Pre flashover: 0,18 kg/kg [4] Post flashover: 0,36 kg/kg [4]
Resa in monossido di carbonio Y_{CO}	Pre flashover: 0,10 kg/kg [5] Post flashover: 0,40 kg/kg [5]	Pre flashover: 0,18 kg/kg [5] Post flashover: 0,36 kg/kg [5]
Calore di combustione effettivo ΔH_c	20 MJ/kg [3]	
Resa in biossido di carbonio Y_{CO_2}	1,5 kg/kg [3,6]	
Resa in acqua $Y_{\text{H}_2\text{O}}$	0,82 kg/kg [3,6]	
Frazione di $RHR(t)$ in irraggiamento (Radiative fraction)	35% [3]	

[1] Da impiegare in alternativa all' RHR_{\max} totale, considerando la massima superficie del focolare, pari al compimento antincendio nel caso di carico di incendio uniformemente distribuito, ma che può essere un valore inferiore nel caso d'incendio localizzato.

[2] Robbins A P, Wade C A, Study Report No.185 "Soot Yield Values for Modelling Purposes – Residential Occupancies", BRANZ, 2008

[3] "CVM2 Verification method: Framework for fire safety design", New Zealand Building Code

[4] "SFPE handbook of fire protection engineering", NFPA, 4th ed., 2008. Tabella 3-4-16, pag. 3-142, da *polyurethane flexible foams*.

[5] Stec AA, Hull T R, "Fire Toxicity", Woodhead Publ., 2010. § 2.4 con $\Phi = 1,25$ (underventilated fire)

[6] In alternativa alle rese Y_{CO_2} e $Y_{\text{H}_2\text{O}}$, si può imporre nel codice di calcolo il combustibile generico CH_2O_{15} .

Tabella M.2-2: Focolari predefiniti

Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale

Capitolo M.3 METODI
Salvaguardia della vita
con la progettazione prestazionale

Premessa

1. Nell'applicazione del metodo prestazionale alla sicurezza antincendio per la salvaguardia della vita, gli obiettivi del professionista antincendio possono essere:
 - a. la dimostrazione diretta ed esplicita della possibilità per tutti gli occupanti di un'attività di raggiungere o permanere in un luogo sicuro, senza che ciò impedisca un'eccessiva esposizione ai prodotti dell'incendio;
 - b. la dimostrazione della possibilità per i soccorritori di operare in sicurezza, secondo le indicazioni delle tabelle M.3-2 e M.3-3.
2. La progettazione deve seguire una delle procedure riconosciute a livello internazionale per valutare la posizione e la condizione degli occupanti durante l'evoluzione degli scenari d'incendio previsti per l'attività.



[1] Ai fini di questa tabella, per *soccorritori* si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per *hazardous conditions*.

M.3.2

Progettazione prestazionale per la salvaguardia della vita

M.3.2.1

Criterio ideale

1. La progettazione ideale di un sistema d'esodo dovrebbe assicurare agli occupanti la possibilità di raggiungere un luogo sicuro in sicurezza. Questo è dunque il primo criterio da impiegare per la maggior parte degli occupanti dell'attività.
2. Esistono situazioni ove il criterio del comma 1 non è applicabile, in particolare per gli occupanti che si trovano nel compartimento di primo innesco dell'incendio.

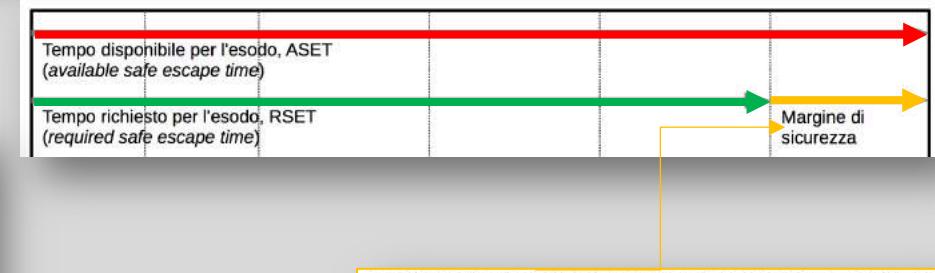
Criterio di ASET > RSET

1. Per risolvere quanto previsto al comma 1 del paragrafo M.3.2.1, la norma introduce il criterio ASET > RSET. La progettazione prestazionale del sistema di vie d'esodo consiste sostanzialmente nel calcolo e nel confronto tra due intervalli di tempo così definiti:
 - a. ASET, tempo disponibile per l'esodo (available safe escape time);
 - b. RSET, tempo richiesto per l'esodo (required safe escape time).

ASET

>

RSET



La differenza tra ASET ed RSET rappresenta il *margine di sicurezza* della progettazione prestazionale per la salvaguardia della vita:

$$t_{marg} = ASET - RSET$$

[s]

Nel confronto tra diverse soluzioni progettuali, il professionista antincendio rende massimo¹ il margine di sicurezza t_{marg} in relazione alle ipotesi assunte, al fine di considerare l'incertezza nel calcolo dei tempi di ASET ed RSET.

A meno di specifiche valutazioni si assume $t_{marg} \geq 100\% \cdot RSET$. In caso di specifiche valutazioni sull'affidabilità dei dati di input impiegati nella progettazione prestazionale, è consentito assumere $t_{marg} \geq 10\% \cdot RSET$.

In ogni caso, il valore di t_{marg} non dovrà mai essere inferiore a 30 secondi.

ASET

>

RSET

Calcolo di ASET

1. ASET, il tempo a disposizione degli occupanti per mettersi in salvo, dipende strettamente dalle interazioni nel sistema incendio-edificio-occupanti: l'incendio si innesca, si propaga e diffonde nell'edificio i suoi prodotti, fumi e calore. L'edificio resiste all'incendio per mezzo delle misure protettive attive e passive: impianti antincendio, compartimentazioni, sistemi di controllo di fumo e calore. Gli occupanti sono esposti agli effetti dell'incendio in relazione alla attività che svolgono, alla loro posizione iniziale, al loro percorso nell'edificio ed alla condizione fisica e psicologica.

metodo di calcolo avanzato

metodo di calcolo semplificato

ASET

>

RSET

metodo di
calcolo
avanzato

La norma ISO 13571 è il riferimento più autorevole per il calcolo ASET. ASET globale è ivi definito come il più piccolo tra gli ASET calcolati secondo quattro modelli:

- modello dei *gas tossici*;
- modello dei *gas irritanti*;
- modello del *calore*;
- modello dell'oscuramento della *visibilità* da fumo.

Modello calore

1. Per il modello del calore irraggiato e convettivo la norma propone un approccio, basato sulla FED, simile a quello dei gas tossici. L'equazione proposta è la seguente:

$$X_{FED} = \sum_{i=1}^2 \left(\frac{1}{t_{rad,i}} + \frac{1}{t_{conv,i}} \right) \Delta t \quad M.3-1$$

I valori di $t_{rad,i}$ e $t_{conv,i}$ sono i tempi di incapacitazione per calore radiante e calore convettivo calcolati con altre relazioni in funzione della condizione di abbigliamento dei soggetti, reperibili nella norma ISO 13571.

2. La verifica del modello del calore può essere semplificata assumendo conservativamente le seguenti *soglie di prestazione*:

- irraggiamento sugli occupanti $\leq 2,5 \text{ kW/m}^2$;
- temperatura ambiente sugli occupanti $\leq 60^\circ\text{C}$.

3. Tali valori corrispondono ad un ASET oltre i 30 minuti per qualsiasi condizione di abbigliamento.

Modello visibilità

1. Il modello dell'oscuramento della visibilità da fumo è basato sul concetto del minimo contrasto percepibile, cioè la minima differenza di luminosità visibile tra un oggetto e lo sfondo.

2. Per legare il valore della visibilità L alla massa volumica dei fumi ρ_{smoke} si ricorre alla seguente correlazione sperimentale, applicata ad ogni punto del dominio di calcolo:

$$C = \sigma \rho_{smoke} L \quad M.3-2$$

dove:

L visibilità

[m]

C costante adimensionale pari a 3 per cartellonistica di esodo riflettente non illuminata e 8 per cartellonistica retroilluminata

σ coefficiente massico di estinzione della luce pari a $10 \text{ m}^3/\text{g}$ [m^3/g]

ρ_{smoke} massa volumica dei fumi (smoke aerosol mass concentration) [g/m^3]

Grazie a questa correlazione, i codici di calcolo fluidodinamico restituiscono direttamente la ρ_{smoke} e calcolano la visibilità L per ogni punto degli ambienti simulati.

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
13571

Second edition
2012-09-15

Modello gas tossici

1. Il modello dei gas tossici impiega il concetto di dose inalata (*exposure dose*) e di *FED* (*fractional effective dose*). La *exposure dose* è definita come la misura della dose di un gas tossico disponibile per inalazione, cioè presente nell'aria inspirata, calcolata per integrazione della curva concentrazione-tempo della sostanza per il tempo di esposizione. La *FED* è il rapporto tra questa *exposure dose* e la dose del gas tossico che determina effetti incapacitanti sul soggetto medio esposto. Quando *FED* = 1 si considera incapacitato il soggetto medio.

Nota: Per esempio, la dose incapacitante di CO, monossido di carbonio, prevista nella ISO 13571:2007 è pari a 35000 ppm · min. Ciò significa ipotizzare che il soggetto medio esposto ad una concentrazione di 3500 ppm per 10 minuti risulti incapacitato. In tal caso la sua *FED* è pari a 1 ed il suo ASET per il CO è pari a 10 minuti.

Modello gas irritanti

1. Il modello dei gas irritanti impiega il concetto di *FEC*, *fractional effective concentration*. La *FEC* è definita come il rapporto tra la concentrazione di un gas irritante disponibile per inalazione e la concentrazione dello stesso gas che determina effetti incapacitanti sul soggetto medio esposto.

2. Al fine di semplificare l'analisi, qualora negli scenari di incendio di progetto non siano identificati nel focolaio materiali combustibili suscettibili di costituire specifica sorgente di gas irritanti (es. sostanze o miscele pericolose, cavi elettrici in quantità significative...) la verifica del modello dei gas irritanti può essere omessa.

ASET

>

RSET

metodo di
calcolo
avanzato

Soglie di prestazione per la salvaguardia della vita

- Le soglie di prestazione per la salvaguardia della vita determinano l'incapacitazione degli occupanti e dei soccorritori quando sottoposti agli effetti dell'incendio.
- Il professionista antincendio sceglie idonee soglie di prestazione per la specifica attività, in relazione agli scenari di incendio di progetto, ed in particolare in riferimento alle caratteristiche degli occupanti coinvolti (es. anziani, bambini, disabilità, ...).
- Il rispetto delle soglie di prestazione per la salvaguardia della vita deve essere verificato:
 - per gli occupanti: in tutte le zone dell'attività dove esiste contemporanea presenza di occupanti, stanziali o in movimento, e di effetti dell'incendio.
 - per i soccorritori:
 - solo qualora essi abbiano un ruolo ben definito nella pianificazione d'emergenza dell'attività,
 - in tutte le zone dell'attività dove esiste contemporanea presenza di soccorritori, stanziali o in movimento, e di effetti dell'incendio.
- A titolo di esempio, si riportano nelle tabelle M.3-2 e M.3-3 delle soglie di prestazione per occupanti e soccorritori con riferimento ai metodi di calcolo avanzato e semplificato.

Visibilità > 10m

valutato a $z = 1,8m$

Temperatura < 60°C

valutato a $z = 1,8m$

Irraggiamento < 2,5kW/m²

valutato a $z = 1,8m$

FED e FEC < 0,1

valutato a $z = 1,8m$

SMOKE DENSITY AND IRRITANCY $D \text{ m}^{-1}$ (extinction coefficient)	APPROXIMATIVE VISIBILITY (Diffuse illumination)	REPORTED EFFECTS
None	Unaffected	Walking speed 1.2 m/s
0.5 non-intert.	2 m	Walking speed 0.3 m/s
0.2 instant.	Reduced	Walking speed 0.3 m/s
0.33 mixed	3 m approx.	30% people turn back rather than enter
Suggested tenability limits for buildings with:		
- Small enclosures and travel distances		
- Large enclosures and travel distances		
	$D \text{ m}^{-1} = 0.2$ (visibility 5 m)	
	$D \text{ m}^{-1} = 0.08$ (visibility 10 m)	
Smoke tenability limits (ISO/IEC 16738 Fire-safety engineering - Technical information on methods for evaluating behavior and movement of people)		

Modello	Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Oscuramento della visibilità da fumo	Visibilità minima di pannelli riflettenti, non retroilluminati, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 10 m Occupanti in locali di superficie linda < 100m ² : 5 m	ISO 13571-2012
	Soccorritori: 5 m Soccorritori in locali di superficie linda < 100m ² : 2,5 m		[1]
Gas tossici	FED, <i>fractional effective dose</i> e FEC, <i>fractional effective concentration</i> per esposizione a gas tossici e gas irritanti, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 0,1	ISO 13571-2012, limitando a 1,1% gli occupanti incapacitati al raggiungimento della soglia
	Soccorritori: nessuna valutazione	--	
Calore	Temperatura massima di esposizione	Occupanti: 60°C	ISO 13571-2012
	Soccorritori: 80°C	[1]	
Calore	Irraggiamento termico massimo da tutte le sorgenti (incendio, effluenti dell'incendio, struttura) di esposizione degli occupanti	Occupanti: 2,5 kW/m ²	ISO 13571-2012, per esposizioni maggiori di 30 minuti, senza modifica significativa dei tempi di esodo (2,5 kW/m ²).
	Soccorritori: 3 kW/m ²	[1]	

[1] Ai fini di questa tabella, per soccorritori si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per *hazardous conditions*.

Tabella M.3-2: Esempio di soglie di prestazione impiegabili con il metodo di calcolo avanzato

SOURCE	CRITERION	NOTES
NFPA 101 ¹	60°C	Area of refuge, smoke layer > 1,5 m above the floor
	40°C	Area of refuge, smoke layer < 1,5 m above the floor
NFPA 130 ² NFPA 502 ³	60°C	Short exposures (i.e., a few seconds)
	Average = 49°C	For the first 6 minutes of the exposure
NFPA 130 ² NFPA 502 ³	2.5 kW/m ²	Short exposures
	2.5 kW/m ²	Exposure of 30 minutes
ISO TS 13571 ⁴	6.3 kW/m ² for a few seconds	
	Average: 1.56 kW/m ² for the first 6 minutes of the exposure Average = 0.95 kW/m ² for longer exposures	
NFPA 502	Average: 1.56 kW/m ² for the first 6 minutes of the exposure Average = 0.95 kW/m ² for longer exposures	

¹ NFPA 101, Life safety code (2010)
² NFPA 130 Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems (2005)
³ NFPA 502, Standard for Rail, Trolleys, Bridges, and Other Limited Access Highways (2004)
⁴ ISO TS 13571, Life threat from fire - Guidance on the reduction of time available for escape using fire exit (2017)

Thermal endpoint criteria in codes and standards
(AA.VV., "Tenability analysis in performance-based design")

ASET

>

RSET

metodo di
calcolo
semplificato

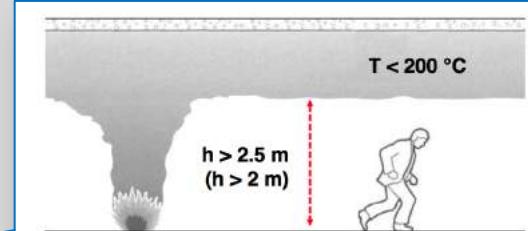
Metodo di calcolo semplificato per ASET

- La ISO/TR 16738 prevede la possibilità di utilizzare l'ipotesi semplificativa della esposizione zero (zero exposure).
- Invece di procedere alla verifica di tutti i modelli di cui al paragrafo M.3.3.1, il professionista antincendio impiega le seguenti *soglie di prestazione*, molto conservative:
 - altezza minima dei fumi stratificati dal piano di calpestio pari a 2 m, al di sotto del quale permanga lo strato d'aria indisturbata e
 - temperatura media dello strato di fumi caldi non superiore a 200°C.

Questi criteri permettono agli occupanti la fuga in aria indisturbata, non inquinata dai prodotti della combustione, ed un valore dell'irraggiamento dai fumi cui sono esposti inferiore a $2,5 \text{ kW/m}^2$: sono dunque automaticamente soddisfatti tutti i modelli di cui al paragrafo M.3.3.1 e l'analisi è notevolmente semplificata perché non occorre eseguire calcoli di esposizione degli occupanti a tossici, irritanti, calore e oscuramento della visibilità. È infatti sufficiente valutare analiticamente o con modelli numerici a zone o di campo l'altezza dello strato dei fumi *pre-flashover* nell'edificio.

Campo di applicabilità del metodo semplificato

- Il metodo di calcolo semplificato di cui al paragrafo M.3.3.2 è applicabile, solo se la potenza del focolare rapportata alla geometria dell'ambiente è sufficiente a garantire la formazione dello strato di fumi caldi superiore: il professionista antincendio è tenuto a verificare che tale condizione si verifichi.



UNI/DTS 16738.

11.2 Simple criteria based upon zero exposure. Where a design fire calculation is based upon a descending upper layer of hot smoke filling an enclosure or escape route, and particularly where active smoke extraction is present, engineering tenability criteria are often based upon a minimum clear layer height of 2,5 m above the floor and a maximum upper layer temperature of 200 °C. Occupants are considered to be willing and able to escape in clear air under such a layer and the downward heat radiation is considered tolerable.

Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Altezza minima dei fumi stratificati dal piano di calpestio al di sotto del quale permanga lo strato d'aria indisturbata	Occupanti: 2 m	Ridotto da ISO TR 16738-2009, section 11.2
	Soccorritori: 1,5 m	[1]
Temperatura media dello strato di fumi caldi	Occupanti: 200°C	ISO TR 16738-2009, section 11.2
	Soccorritori: 250°C	[1]

[1] Ai fini di questa tabella, per soccorritori si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per *hazardous conditions*.

Tabella M.3-3: Esempio di soglie di prestazione impiegabili con il metodo di calcolo semplificato

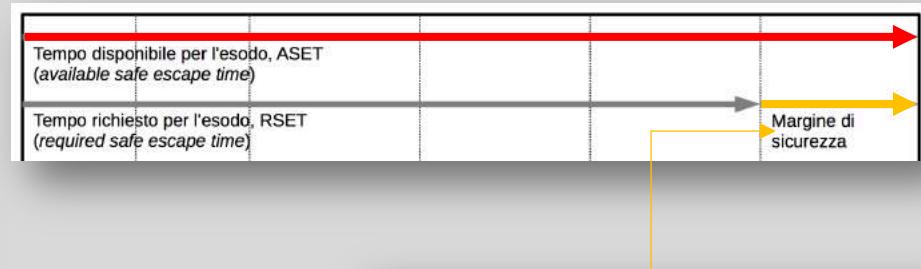
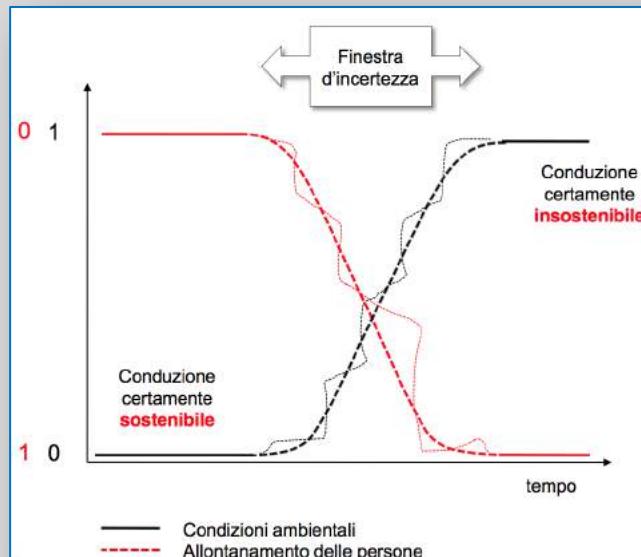
ASET

>

RSET

metodo di calcolo avanzato

metodo di calcolo semplificato



La differenza tra ASET ed RSET rappresenta il *margine di sicurezza* della progettazione prestazionale per la salvaguardia della vita:

$$t_{\text{marg}} = \text{ASET} - \text{RSET} \quad [\text{s}]$$

Nel confronto tra diverse soluzioni progettuali, il professionista antincendio rende massimo¹ il margine di sicurezza t_{marg} in relazione alle ipotesi assunte, al fine di considerare l'incertezza nel calcolo dei tempi di ASET ed RSET.

A meno di specifiche valutazioni si assume $t_{\text{marg}} \geq 100\% \cdot \text{RSET}$. In caso di specifiche valutazioni sull'affidabilità dei dati di input impiegati nella progettazione prestazionale, è consentito assumere $t_{\text{marg}} \geq 10\% \cdot \text{RSET}$.

In ogni caso, il valore di t_{marg} non dovrà mai essere inferiore a 30 secondi.

ASET

>

RSET

Calcolo di RSET

1. RSET è calcolato tra l'innesto dell'incendio ed il momento in cui gli occupanti dell'edificio raggiungono un luogo sicuro. Anche RSET dipende dalle interazioni del sistema incendio-edificio-occupanti: la fuga degli occupanti è fortemente condizionata dalle geometrie dell'edificio ed è rallentata dagli effetti dell'incendio.
2. Il documento di riferimento per il calcolo di RSET è la ISO/TR 16738.
3. RSET è determinato da varie componenti, come il *tempo di rivelazione (detection)* t_{det} , il *tempo di allarme generale* t_a , il *tempo di pre-movimento (pre-travel activity time, PTAT)* t_{pre} , il *tempo di movimento (travel)* t_{tra} :

$$RSET = t_{det} + t_a + t_{pre} + t_{tra}$$

M.3-3

4. Al fine del calcolo di RSET il professionista antincendio deve sviluppare lo *scenario comportamentale di progetto* più appropriato per il caso specifico, perché l'attività di pre-movimento e le velocità dell'esodo dipendono dalla tipologia di popolazione considerata e dalle modalità d'impiego dell'edificio.

Nota I parametri variano notevolmente se gli occupanti sono svegli ed hanno familiarità con l'edificio, come in un edificio scolastico, o dormono e non conoscono la struttura, come in una struttura alberghiera.

5. Come già indicato per ASET, ciascun occupante possiede un proprio valore anche di RSET.

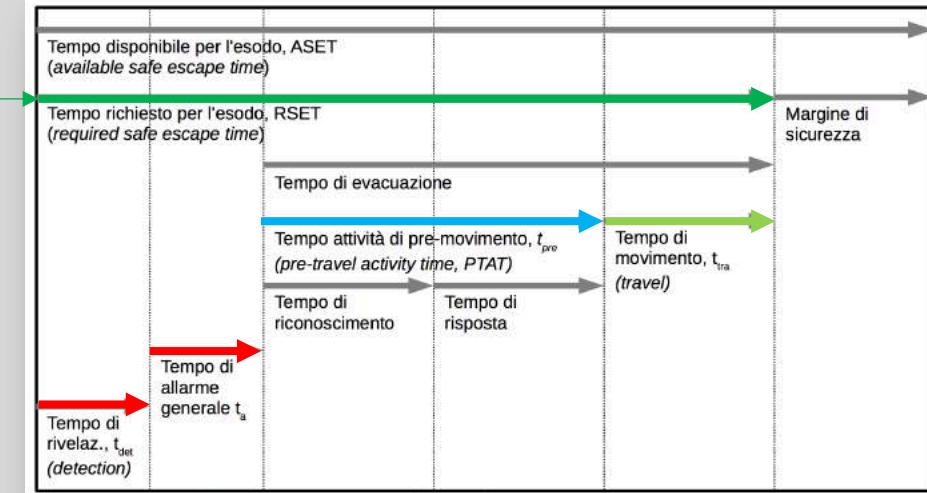
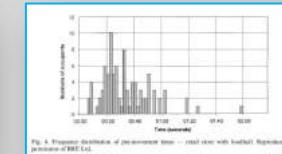


Illustrazione M.3-1: Confronto tra ASET ed RSET



ASET

>

RSET

Tempo di rivelazione

1. Il *tempo di rivelazione* t_{det} è determinato dalla tipologia di sistema di rivelazione e dallo scenario di incendio. E' il tempo necessario al sistema di rivelazione automatico per accorgersi dell'incendio. Viene calcolato analiticamente o con apposita modellizzazione numerica degli scenari d'incendio e del sistema di rivelazione.

1-2 min

valore più frequente, è comunque influenzato dal rateo di crescita dell'incendio e/o la geometria dei locali.

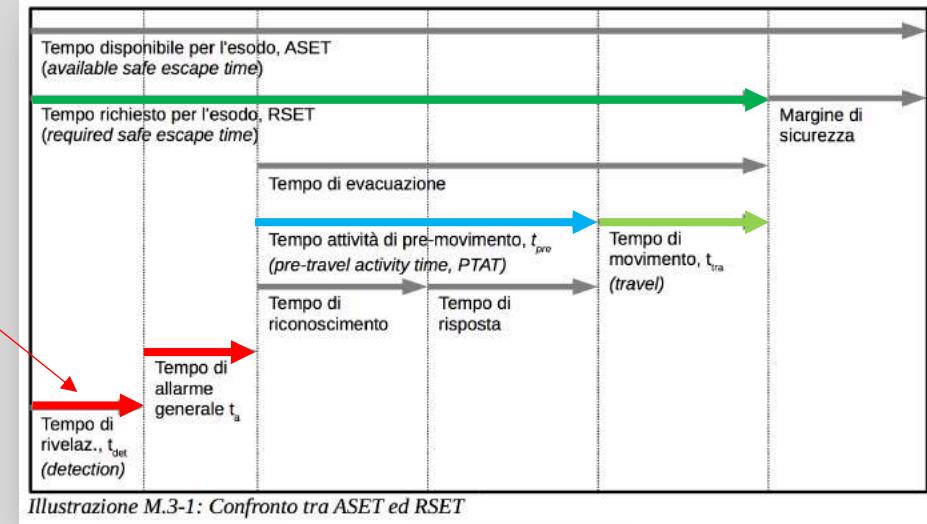
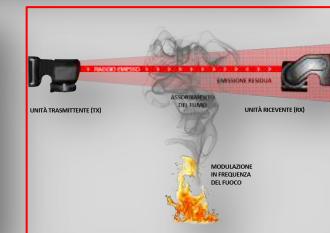


Illustrazione M.3-1: Confronto tra ASET ed RSET



ASET

>

RSET

Tempo di allarme generale

1. Il **tempo di allarme generale** t_a è il tempo che intercorre tra la rivelazione dell'incendio e la diffusione dell'informazione agli occupanti, dell'allarme generale.
2. Il tempo di allarme generale sarà dunque:
 - a. pari a zero, quando la rivelazione attiva direttamente l'allarme generale dell'edificio;
 - b. pari al ritardo valutato dal professionista antincendio, se la rivelazione allerta una centrale di gestione dell'emergenza che verifica l'evento ed attiva poi l'allarme manuale.
3. Negli edifici grandi e complessi si deve tenere conto della modalità di allarme che può essere diversificata, ad esempio, nel caso di una evacuazione per fasi multiple.

0 min

se la rivelazione attiva automaticamente l'allarme

3-5 min

se la rivelazione non attiva automaticamente l'allarme

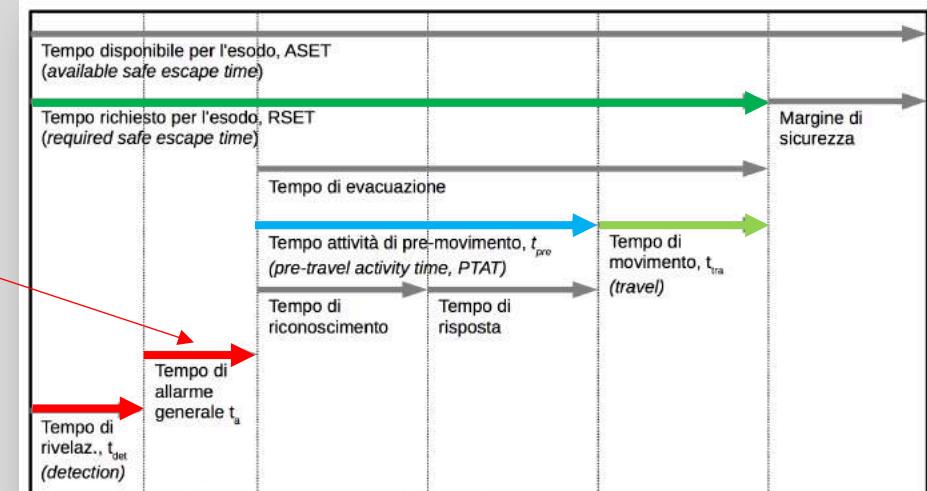


Illustrazione M.3-1: Confronto tra ASET ed RSET



ASET

>

RSET

Tempo di attività pre-movimento

- Il tempo di attività pre-movimento t_{pre} è l'oggetto della valutazione più complessa, perché si tratta del tempo necessario agli occupanti per svolgere una serie di attività che precedono il movimento vero e proprio verso il luogo sicuro. La letteratura² indica che questa fase occupa spesso la maggior parte del tempo totale di esodo.
- Il tempo t_{pre} è composto da un tempo di *riconoscimento* (*recognition*) e da uno di *risposta* (*response*).
- Durante il tempo di riconoscimento gli occupanti continuano le attività che stavano svolgendo prima dell'allarme generale, finché riconoscono l'esigenza di rispondere all'allarme.
- Nel tempo di risposta gli occupanti cessano le loro attività normali e si dedicano ad attività legate allo sviluppo dell'emergenza, quali: raccolta di informazioni sull'evento, arresto e messa in sicurezza delle apparecchiature, raggruppamento del proprio gruppo (lavorativo o familiare), lotta all'incendio, ricerca e determinazione della via d'esodo appropriata (*wayfinding*) ed altre attività a volte anche errate ed inappropriate.
- A seconda dello scenario comportamentale di progetto, questi tempi possono durare anche alcune decine di minuti. Nella tabella M.3-1 si riportano alcuni esempi di valutazione tratti dal ISO TR 16738.
- Il professionista antincendio può impiegare valori diversi da quelli indicati in letteratura purché adeguatamente giustificati, anche in riferimento a prove di evacuazione riportate nel registro dei controlli.

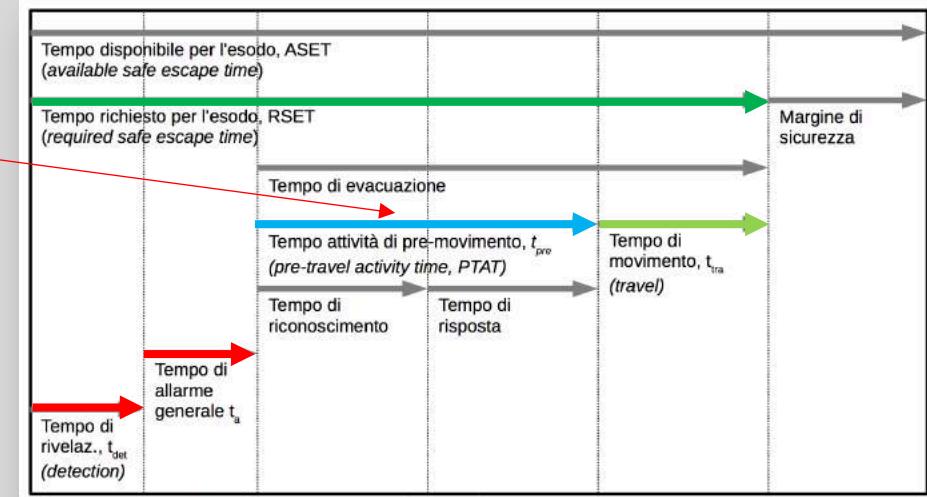


Illustrazione M.3-1: Confronto tra ASET ed RSET

1,5 min

occupanti in stato di veglia, luogo di lavoro, edificio semplice, rivelazione automatica

>40 min

occupanti addormentati, albergo, edificio complesso, senza rivelazione

ASET

>

RSET

Tempo di attività pre-movimento

1. Il *tempo di attività pre-movimento* t_{pre} è l'oggetto della valutazione più complessa, perché si tratta del tempo necessario agli occupanti per svolgere una serie di attività che precedono il movimento vero e proprio verso il luogo sicuro. La letteratura² indica che questa fase occupa spesso la maggior parte del tempo totale di esodo.

Il comportamento degli occupanti, in questa fase è rappresentabile in funzione dei seguenti 3 parametri fondamentali (tratti dalla norma ISO/TR 16738):

- Qualità del sistema di allarme (da A1 ad A3)
- Complessità dell'edificio (da B1 a B3)
- Qualità della gestione dell'emergenza in caso di incendio (da M1 a M3)

Effetti del sistema di allarme sul tempo t_{pre} :

- Livello A1 sistema d'allarme: Rilevazione automatica in tutto l'edificio, con attivazione dell'allarme generale istantaneo;
- Livello A2 sistema d'allarme a 2 passaggi: Rilevazione automatica in tutto l'edificio che genera un segnale di pre-allarme che deve essere convalidato manualmente da un addetto.
- Livello A3 sistema d'allarme: Rilevazione automatica locale con allarme nella sola area soggetta ad incendio, oppure senza rilevazione automatica, con attivazione manuale dell'allarme generale.

A1, A2, A3

Effetti della complessità dell'edificio sul tempo t_{pre} :

Livello B1: (ad esempio semplice supermercato) rappresenta un semplice edificio al piano terra di forma rettangolare, con un layout semplice, buon accesso visivo, progettato con distanze d'esodo brevi, e un buon livello di prestazione in termini di sfollamento direttamente al l'esterno dell'edificio;

Livello B2: (ad esempio blocco di uffici a più piani), caratterizzato dalla maggior parte delle caratteristiche prescrittivamente ben progettate e semplici layout interni;

Livello B3: Comprende grandi edifici complessi con l'eventuale integrazione di una serie di edifici esistenti sullo stesso sito, tipico di edifici storici come hotel o grandi magazzini, ma anche grandi complessi moderni quali centri ricreativi, centri commerciali e aeroporti. Caratteristiche importanti sono il layout interno complesso che rende agli occupanti difficoltoso il wayfinding durante l'evacuazione. La gestione dell'evacuazione presenta pertanto problemi particolari.

B1, B2, B3

Effetti della qualità della gestione dell'emergenza in caso di incendio sul tempo t_{pre} :

Livello M1: gli occupanti tipici (personale o residenti) sono addestrati ad un alto livello di gestione della sicurezza antincendio, un ben sviluppato piano di emergenza con l'esecuzione di esercitazioni regolari. Per lo stato di "sveglio e non familiare" deve esserci un alto rapporto di personale qualificato per numero di visitatori, ed essere presente un controllo di accesso all'edificio. Il sistema e le procedure sono soggetti a certificazione indipendente, tra cui una revisione regolare con evacuazioni monitorate per le quali il rendimento deve corrispondere alle prestazioni assunto in fase di progettazione. Videocassette di sicurezza da eventuali incidenti o allarmi indesiderati devono essere messi a disposizione. Se utilizzato dal pubblico, dovrebbe essere previsto un sistema di allarme vocale.

Livello M2: simile al livello 1, ma con un più basso rapporto personale qualificato per numero di visitatori, e il controllo di accesso all'edificio non può essere sempre garantito. Non ci può essere alcuna verifica indipendente. Le caratteristiche dell'edificio possono essere di livello B2 o B3 e il livello di allarme A2. I tempi di evacuazione saranno più conservativi rispetto a un sistema di livello M1.

Livello M3: rappresenta i servizi standard di gestione della sicurezza antincendio. Non vi è alcuna verifica indipendente. L'edificio può essere livello B3 e sistema di allarme di livello A3. Questo non è adatto per un progetto di ingegneria prestazionale a meno che non vengano adottate altre misure per garantire la sicurezza, quali restrizioni del carico d'incendio, elevati livelli di protezione passiva e/o di sistemi attivi.

M1, M2, M3

ASSET

>

RSET

Table E.2 – Suggested pre-arrival activity times for different design behavioural scenario categories		
Scenario category and modifier	First occupants	Occupant distribution
A: awake and unfiltered		
MT B1 - A1 - A2	0.5	1.5
MT B2 - B2 - A1 - A2	1	3
MS B1 - B2 - A1 - A2	>15	>30
For B2 add 0.5 for wayfinding		
For B2 add 1.0 for wayfinding		
MT would normally require voice alarm(P.A.)		
† additional visitors likely to be present		
B: awake and unfiltered		
MT B1 - A1	0.5	2.5
MT B2 - A1 - A2	1.0	4.5
MS B1 - A1 - A2	>15	>30
For B2 add 0.5 for wayfinding		
For B2 add 1.0 for wayfinding		
MT would normally require voice alarm(P.A.)		
C: sleeping and familiar		
It is a dwelling – individual occupancy		
MT B1 - A1	8	15
MS B1 - A2	10	>40
For other units in a block assume one hour		
C: managed occupancy		
It is a serviced apartment, hall of residence		
MT B2 - A1 - A2	10	35
MS B1 - A1 - A2	15	45
MS B2 - A1 - A2	>30	>45
For B2 add 0.5 for wayfinding		
For B2 add 1.0 for wayfinding		
MT would normally require voice alarm(P.A.)		
D: sleeping and unfamiliar		
It is a hotel, guest house		
MT B2 - A1 - A2	15	35
MS B1 - A1 - A2	20	45
MS B2 - A1 - A2	>20	>45
For B2 add 0.5 for wayfinding		
For B2 add 1.0 for wayfinding		
MT would normally require voice alarm(P.A.)		
E: Transportation (e.g. railway or bus station or airport)		
Awake and unfiltered:		
MT B1 - A1 - A2	1.5	4
MT B2 - A1 - A2	2.0	8
MS B1 - A1 - A2	>15	>15
MT and B2 would normally require voice alarm(P.A.)		
E: Transportation (e.g. railway or bus station or airport)		

NOTE: There is a lack of data on evacuation behaviour and the E. There is also a lack of data on the behaviour of people with disabilities in incorporating engineered assistance in relation to human behaviour. In particular, the extra time needed to be incorporated by the provision of other assistance, such as the provision of a large number of people with a large set of each occupancy type, including assisting accommodation for design evacuation and the further development of procedures etc. Figures with greater levels of uncertainty are listed.

Table E.2 - continued		
Scenario category and modifier	First occupants	Occupant distribution
D: Medical care		
Awake and unfiltered (e.g. day centre, clinic, surgery, dentist)		
MT B1 - A1 - A2	0.5	2
MS B1 - A1 - A3	1.0	3
MS B2 - A1 - A3	>15	>15
For B2 add 0.5 for wayfinding		
For B2 add 1.0 for wayfinding		
MT would normally require voice alarm(P.A.)		
Sleeping and unfamiliar (e.g. hospital ward, nursing home, old people's home)		
MT B2 - A1 - A2	5	10 ¹
MS B2 - A1 - A2	10	20 ¹
MS B1 - A1 - A3	>10	>20 ¹
For B2 add 1.0 for wayfinding		
For B2 add 1.5 for wayfinding		
MT would normally require voice alarm(P.A.)		
E: Transportation (e.g. railway or bus station or airport)		
Awake and unfiltered:		
MT B1 - A1 - A2	1.5	4
MT B2 - A1 - A2	2.0	8
MS B1 - A1 - A2	>15	>15
MT and B2 would normally require voice alarm(P.A.)		
E: Transportation (e.g. railway or bus station or airport)		

¹ These times depend upon the presence of sufficient staff to assist evacuation of handicapped occupants

A,B: occupanti in stato di veglia

1,5 min

luogo di lavoro, edificio semplice,
rivelazione automatica

2,5 min

occupanti in stato di veglia, luogo aperto al pubblico,
edificio semplice, rivelazione automatica

3 min

occupanti in stato di veglia, luogo di lavoro, edificio
complesso, rivelazione automatica

4 min

occupanti in stato di veglia, luogo aperto al pubblico,
edificio complesso, rivelazione automatica

E: occupanti in transito

5 min

metropolitana, edificio semplice,
rivelazione automatica

C: occupanti addormentati

10 min

abitazione, edificio semplice, rivelazione
automatica

30 min

albergo, edificio semplice, rivelazione
automatica

D: occupanti ricevono cure mediche

3 min

clinica, edificio semplice, rivelazione
automatica

20 min

ospedale, edificio semplice, rivelazione
automatica

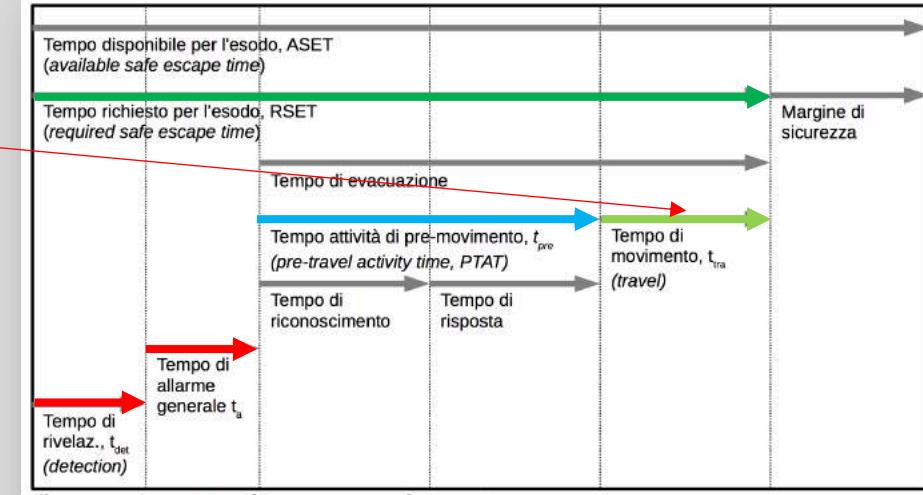
ASET

>

RSET

Tempo di movimento

1. Il **tempo di movimento** t_{tra} è il tempo impiegato dagli occupanti per raggiungere un luogo sicuro dal termine delle attività di pre-movimento appena descritte.
2. Il t_{tra} è calcolato in riferimento ad alcune variabili:
 - a. la distanza degli occupanti o gruppi di essi dalle vie d'esodo;
 - b. le velocità d'esodo, che dipendono dalla tipologia degli occupanti e dalle loro interazioni con l'ambiente costruito e gli effetti dell'incendio. È dimostrato che la presenza di fumi e calore rallenta notevolmente la velocità d'esodo in funzione delle condizioni di visibilità;
 - c. la portata delle vie d'esodo, dovuta a geometria, dimensioni, dislivelli ed ostacoli.
3. Nella realtà, quando gli occupanti di edifici densamente affollati fuggono lungo le vie d'esodo, si formano lunghe file nei restringimenti, inoltre secondo lo sviluppo degli scenari di incendio di progetto presi in esame, alcuni percorsi possono diventare impercorribili o bloccati.
- Il calcolo del t_{tra} deve tenere conto di questi fenomeni.
- Attualmente si impiegano comunemente due famiglie di modelli per il calcolo del tempo di movimento: *modelli idraulici* e *modelli agent based*.
- I modelli idraulici predicono con ragionevole precisione alcuni aspetti del movimento degli occupanti (es. flussi attraverso le uscite), ma non includono fattori importanti del comportamento umano, come la familiarità con l'edificio, le interazioni persona-persone e l'effetto del fumo sul movimento.
- Altri tipi di modelli (es. *macroscopic/microscopic*, *coarse network/fine network/continuous models*) sono oggetto di intensa ricerca scientifica e di sperimentazione; attualmente esistono ancora solo valutazioni parziali dei risultati. Pertanto i risultati devono essere valutati con cautela.

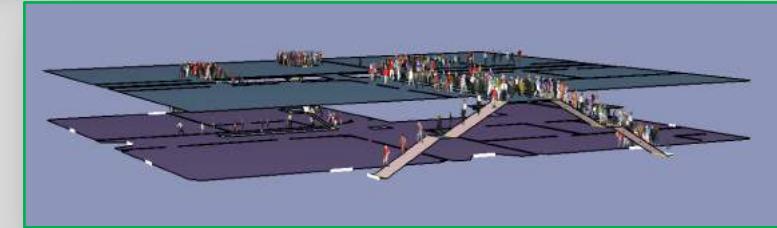


1 min

attività lavorativa industriale

>10 min

attività commerciale





S.1 Reazione al fuoco
soluzioni conformi ed RTV

2

S.1 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.1.1

Premessa

1. La reazione al fuoco è una misura antincendio di protezione passiva che esplica i suoi principali effetti nella fase iniziale dell'incendio, con l'obiettivo di limitare l'innesto dei materiali e la propagazione dell'incendio. Essa si riferisce al comportamento al fuoco dei materiali nelle effettive *condizioni d'uso finali*, con particolare riguardo al grado di partecipazione all'incendio che essi manifestano in condizioni standardizzate di prova.
2. Tali requisiti sono applicati agli ambiti dell'attività ove si intenda limitare la partecipazione dei materiali alla combustione e ridurre la propagazione dell'incendio.

S.1.2

Livelli di prestazione

1. La tabella S.1-1 riporta i livelli di prestazione attribuibili agli *ambiti* dell'attività per la presente misura antincendio.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Il contributo all'incendio dei materiali non è valutato
II	I materiali contribuiscono in modo significativo all'incendio
III	I materiali contribuiscono in modo moderato all'incendio
IV	I materiali contribuiscono in modo quasi trascurabile all'incendio

Per *contributo all'incendio* si intende l'energia rilasciata dai materiali che influenza la crescita e lo sviluppo dell'incendio in condizioni pre e post incendio generalizzato (flashover) secondo EN 13501-1.

Tabella S.1-1: Livelli di prestazione

Importante per la definizione delle soluzioni alternative

Fortemente correlata all'esodo degli occupanti

2

S.1 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.1.3

Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

- Le tabelle S.1-2 ed S.1-3 riportano i criteri *generalmente accettati* per l'attribuzione dei singoli livelli di prestazione.

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Vie d'esodo [1] non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
II	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B1.
III	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3.
IV	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in D1, D2.

[1] Limitatamente a vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (corridoi, atrii, filtri, ...) e spazi calmi.

Tabella S.1-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Locali non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
II	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3.
III	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in D1, D2.
IV	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Tabella S.1-3: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività

**Fortemente correlati
all' R_{vita}**

**Definizione di occupanti
prevallenti**

Attenzione alle RTV

2

S.1 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

V.4.4.1

Reazione al fuoco

1. Nelle vie d'esodo verticali, *percorsi d'esodo* (es. corridoi, atrii, filtri, ...) e *spazi calmi* devono essere impiegati materiali appartenenti al gruppo GM2 di reazione al fuoco (capitolo S.1).
2. Negli ambienti del comma 1 è ammesso l'impiego di materiali appartenenti al gruppo GM3 di reazione al fuoco (capitolo S.1) con l'incremento di un livello di prestazione delle misure richieste per il controllo dell'incendio (capitolo S.6) e per la rivelazione ed allarme (capitolo S.7).

uffici

V.5.4.1

Reazione al fuoco

1. All'interno delle aree TC i mobili imbottiti e i tendaggi devono appartenere al gruppo di materiali GM2 (capitolo S.1).
2. Ad esclusione delle aree TC, sono comunque ammessi rivestimenti in legno, installati a parete o a pavimento, compresi nel gruppo di materiali GM4 (capitolo S.1), per una superficie $\leq 25\%$ della superficie linda interna delle vie d'esodo o dei locali dell'attività (es. somma delle superfici lorde di soffitto, pareti, pavimento ed aperture del locale, ...).

hotel

V.6.5.1

Reazione al fuoco

1. Nelle aree TA non è ammesso il livello di prestazione I (capitolo S.1).
2. Le strutture portanti e separanti delle attività SC devono essere realizzate con materiali del gruppo GM0 di reazione al fuoco (capitolo S.1).

autorimesse (attuale)

2

S.1 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

V.6.5.1

Reazione al fuoco

1. Nelle aree TA non è ammesso il livello di prestazione I (Capitolo S.1) ad eccezione delle pavimentazioni.

Nota I rivestimenti a pavimento non sono da intendersi *pavimentazioni*. Sono esempi di rivestimenti a pavimento: parquet, laminati, mattonelle, moquette, ...

autorimesse (futura)

V.7.4.1

Reazione al fuoco

1. Nelle vie d'esodo verticali, *percorsi d'esodo* (es. corridoi, atrii, filtri, ...) e *spazi calmi* devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM2 di reazione al fuoco (capitolo S.1).
2. Negli ambienti del comma 1 è ammesso l'impiego di materiali appartenenti al gruppo GM3 di reazione al fuoco (capitolo S.1) con l'incremento di un livello di prestazione delle misure richieste per il controllo dell'incendio (capitolo S.6) e per la rivelazione ed allarme (capitolo S.7).

scuole

V.8.5.1

Reazione al fuoco

1. Nelle vie d'esodo verticali, *percorsi d'esodo* (es. corridoi, atrii, filtri, ...) e *spazi calmi* devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM2 di reazione al fuoco (capitolo S.1).
2. Negli spazi di esposizione e vendita delle aree TA devono essere impiegati materiali almeno appartenenti al gruppo GM3, limitatamente ai materiali per *rivestimento e completamento*, per *isolamento*, per *impianti* (paragrafo S.1.5).

attività commerciali

2

S.1 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.1.4

Soluzioni progettuali

1. Di seguito sono riportate, per ciascun livello di prestazione, le soluzioni conformi riferite ai *gruppi di materiali* GM0, GM1, GM2, GM3, GM4 definiti nel paragrafo S.1.5.
2. Sono esclusi da valutazione dei requisiti di reazione al fuoco i materiali indicati nel paragrafo S.1.6.
3. Indipendentemente dalle soluzioni conformi adottate per i rivestimenti, sono comunque ammessi materiali, installati a parete o a pavimento, compresi nel *gruppo di materiali* GM4, per una superficie $\leq 5\%$ della superficie linda interna delle vie d'esodo o dei locali dell'attività (es. somma delle superfici lorde di soffitto, pareti, pavimento ed aperture del locale).

S.1.4.1

Soluzioni conformi per il livello di prestazione II

1. Si considera soluzione conforme l'impiego di materiali compresi del gruppo GM3.

S.1.4.2

Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

1. Si considera soluzione conforme l'impiego di materiali compresi nel gruppo GM2.

S.1.4.3

Soluzioni conformi per il livello di prestazione IV

1. Si considera soluzione conforme l'impiego di materiali compresi nel gruppo GM1.

Si ragiona per gruppi di materiali e non per classe in assoluto di reazione al fuoco

5% di abbuono

2

S.1 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.1.5

Classificazione dei materiali in gruppi

1. Le classi di reazione al fuoco indicate nel presente paragrafo sono riferite:
 - a. alle classi di reazione al fuoco *italiane* di cui al DM 26/6/1984; le classi italiane indicate con [Ita] sono quelle minime previste per ciascun livello di prestazione;
 - b. alle classi di reazione al fuoco *europee* attribuibili ai soli prodotti da costruzione, con riferimento al DM 10/3/2005; le classi europee indicate con [EU], esplicitate in classi principali e classi aggiuntive (s, d, a), sono quelle minime previste per ciascun livello di prestazione. Sono ammesse classi di reazione al fuoco caratterizzate da numeri cardinali inferiori a quelli indicati in tabella o da lettere precedenti nell'alfabeto (es. se è consentita la classe C-s2,d1 sono consentite anche le classi B-s2,d1; C-s1,d1; C-s2,d0 ...).
2. Il *gruppo di materiali* GM0 è costituito da tutti i materiali aventi classe 0 di reazione al fuoco italiana o classe A1 di reazione al fuoco europea. Questi materiali sono anche denominati *materiali incombustibili*.
3. Le tabelle S.1-5, S.1-6, S.1-7, S.1-8 riportano la classe di reazione al fuoco per i materiali compresi nei *gruppi di materiali* GM1, GM2, GM3.
4. Il *gruppo di materiali* GM4 è costituito da tutti i materiali non compresi nei *gruppi di materiali* GM0, GM1, GM2, GM3.

Classe italiana DM 26/6/1984

Classi europee DM 10/3/2005

**Gruppo di Materiale e Classe italiana
NON SEMPRE CORRELATI**

2

S.1 Reazione al fuoco soluzioni conformi ed RTV

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Mobili imbottiti (poltrone, divani, divani letto, materassi, sommier, guanciali, toppe, cuscini, sedie imbottite)	1 IM		1 IM		2 IM	
Bedding (coperte, coprilettri, coprimaterassi)						
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)						
Tendoni per tensostruzione, strutture pressostatiche e tunnel mobili	1	[na]	1	[na]	2	[na]
Sipari, drappeggi, tendaggi						
Materiale scenico, scenari fissi e mobili (quinte, velari, tendaggi e simili)						
[na] Non applicabile						

Tabella S.1-5: Classificazione in gruppi per arredamento, scenografie, tendoni per copertura

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Rivestimenti a soffitto [1]						
Controsoffitti, materiali di copertura [2], pannelli di copertura [2], lastre di copertura [2]	0	A2-s1,d0				
Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)			1	B-s2,d0	2	C-s2,d0
Rivestimenti a parete [1]						
Partizioni interne, pareti, pareti sospese	1	B-s1,d0				
Rivestimenti a pavimento [1]						
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)	1	B-s1	1	C-s1	2	C-s2

[1] Qualora trattati con prodotti vernicianti ignifughi, questi ultimi devono avere la corrispondente classificazione indicata ed essere idonei all'impiego previsto.
[2] Si intendono tutti i materiali utilizzati nell'intero pacchetto costituente la copertura, non soltanto i materiali esposti che costituiscono l'ultimo strato esterno.

Tabella S.1-6: Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Isolanti protetti [1]	2	C-s2,d0		D-s2,d2	4	E
Isolanti lineari protetti [1], [3]		C-s2,d0	3	D-s2,d2	4	E _L
Isolanti in vista [2], [4]	0,	A2-s1,d0	1,	B-s2,d0	1,	B-s3,d0
Isolanti lineari in vista [2], [3], [4]	0-1	A2-s1,d0	0-1	B-s3,d0	1-1	B-s3,d0

[1] Protetti con materiali non metallici del gruppo GM0 oppure prodotti di classe di resistenza al fuoco K 10 e classe minima di reazione al fuoco B-s1,d0.
[2] Non protetti come indicato nella nota [1] della presente tabella.
[3] Classificazione riferita a prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture di diametro massimo comprensivo dell'isolamento di 300 mm.
[4] Eventuale doppia classificazione italiana (componente esterno che ricopre su tutte le facce esposte alle fiamme il componente isolante - componente isolante a sé stante) riferita a *materiale isolante in vista* realizzato come prodotto a più strati di cui almeno uno sia componente isolante; quest'ultimo non esposto direttamente alle fiamme.

Tabella S.1-7: Classificazione in gruppi di materiali per l'isolamento

Gruppo di Materiale e Classe italiana
NON SEMPRE CORRELATI

Gruppo di Materiale e Classe italiana
NON SEMPRE CORRELATI

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Condotte di ventilazione e riscaldamento	0	A2-s1,d0	1	B-s2,d0	1	B-s3,d0
Condotte di ventilazione e riscaldamento preisolate [1]	0-1	B-s2,d0	0-1	B-s2,d0	1-1	B-s3,d0
Raccordi e giunti per condotte di ventilazione e riscaldamento ($L \leq 1,5$ m)	1	B-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s3,d0
Canalizzazioni per cavi per energia, controllo e comunicazioni [2]	0	[na]	1	[na]	1	[na]
Cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [3]	[na]	B2,s1,d0,a1	[na]	C-s1,d0,a2	[na]	E _{as}

[na] Non applicabile.

[1] Eventuale doppia classificazione italiana riferita a condotta preisolata con componente isolante non esposto direttamente alle fiamme. La classe è riferita alla condotta nel suo complesso (nel caso di superfici esterne non combinate che offrono sufficienze garanzie di stabilità e completezza anche nel tempo, la classe attribuita alla condotta nel suo complesso è 0-1, la seconda classe è riferita al componente isolante). La singola classe europea B-s2,d0 è ammessa solo se il componente isolante non è esposto direttamente alle fiamme per la presenza di uno strato di materiale incombustibile o di classe A1 che lo ricopre su tutte le facce, ivi inclusi i punti di interruzione longitudinali e trasversali della condotta.

[2] Prestazione di reazione al fuoco richiesta solo quando le canalizzazioni, i cavi elettrici o i cavi di segnale non sono incassati in materiali incombustibili.

[3] La classificazione aggiuntiva relativa al gocciolamento d0 può essere declassata a d1 qualora la condizione d'uso finale dei cavi sia tale da impedire fisicamente il gocciolamento (es. posa a pavimento, posa in canalizzazioni non forate, posa su controsoffitti non forati, ...).

Tabella S.1-8: Classificazione in gruppi di materiali per impianti

2

S.1 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.1.6

Esclusione dalla verifica dei requisiti di reazione al fuoco

- Se non diversamente indicato o determinato in esito a specifica valutazione del rischio, non è richiesta la verifica dei requisiti di reazione al fuoco dei seguenti materiali:
 - materiali stoccati od oggetto di processi produttivi (es. beni in deposito, in vendita, in esposizione ...);
 - elementi strutturali portanti* per i quali sia già richiesta la verifica dei requisiti di resistenza al fuoco;
 - materiali protetti con separazioni di classe di resistenza al fuoco almeno K 30 o EI 30.
- Per eventuali *rivestimenti* ed *altri materiali* applicati sugli elementi strutturali di cui al comma 1 lettera b rimane comunque obbligatoria la verifica dei requisiti di reazione al fuoco in funzione dei pertinenti livelli di prestazione di reazione al fuoco.

Carico di incendio

Strutture portanti

Materiali protetti

S.1.7

Indicazioni complementari

- La verifica dei requisiti minimi di reazione al fuoco dei materiali da costruzione va effettuata rispettando il DM 10/03/2005, mentre per gli altri materiali va effettuata rispettando il DM 26/06/1984.
- Sulle facciate devono essere utilizzati materiali di rivestimento che limitino il rischio di incendio delle facciate stesse nonché la sua propagazione, a causa di un eventuale fuoco avente origine esterna o origine interna, per effetto di fiamme e fumi caldi che fuoriescono da vani, aperture, cavità e interstizi.

Nota Utile riferimento è costituito dalle circolari DCPST n. 5643 del 31 marzo 2010 e DCPST n. 5043 del 15 aprile 2013 recanti guida tecnica su "Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili".

- Si richiama la possibilità di prevedere prestazioni di reazione al fuoco anche per altri materiali (es. porte, lucernari, pannelli fotovoltaici, ...) laddove la valutazione del rischio ne evidenzi la necessità (es. percorsi di esodo con presenza rilevante di porte, percorsi di esodo con presenza significativa di lucernari, coperture combustibili sottostanti a pannelli fotovoltaici, ...).

K	Capacità di protezione al fuoco	Capacità di rivestimenti a parete o a soffitto di proteggere i materiali o gli elementi costruttivi o strutturali su cui sono installati dalla carbonizzazione, dall'accensione o da altro tipo di danneggiamento, per un certo periodo di tempo in condizioni di incendio normalizzate.
---	---------------------------------	--

Facciate – modalità di posa – sviluppo verticale

gocciolamento Fotovoltaico



S.1 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**

3

S.1 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**

S.1.4.4

Soluzioni alternative

1. Sono ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione.
2. Al fine di dimostrare il raggiungimento del *livello di prestazione*, il progettista deve impiegare uno dei metodi del paragrafo G.2.7.
3. In tabella S.1-4 sono riportate alcune modalità *generalmente accettate* per la progettazione di soluzioni alternative. Il progettista può comunque impiegare modalità diverse da quelle elencate.

Oggetto della soluzione	Modalità progettuale
Partecipazione dei materiali all'incendio (§ S.1.1)	Si dimostri che è comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (capitolo M.3) e, se applicabile, la protezione dei beni, prevedendo scenari d'incendio di progetto ad hoc negli ambiti ove non siano installati i materiali con i requisiti minimi di reazione al fuoco richiesti.

Tabella S.1-4: Modalità progettuali per soluzioni alternative

richiamo all'esodo, come in pre messa

Eseguire una simulazione di esodo, variando il rateo di crescita

Modellare i singoli materiali, ad oggi sconsigliato

3

S.1 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**

prospetto E.5

Velocità di crescita dell'incendio e RHR_f , per differenti destinazioni d'uso

Velocità massima di rilascio di calore RHR_f			
Destinazione d'uso	Velocità di crescita dell'incendio	t_α [s]	RHR_f [kW/m ²]
Alloggio	Media	300	250
Ospedale (stanza)	Media	300	250
Albergo (stanza)	Media	300	250
Biblioteca	Veloce	150	500
Ufficio	Media	300	250
Classe di una scuola	Media	300	250
Centro commerciale	Veloce	150	250
Teatro (cinema)	Veloce	150	500
Trasporti (spazio pubblico)	Lenta	600	250

Aumento di 1 livello la velocità di crescita dell'incendio

Implemento la tenuta ai fumi freddi S_a nei serramenti

Implemento la rivelazione automatica



**S.1 soluzioni alternative
esempi pratici FDS**

4

S.1 soluzioni alternative – **esempi pratici FDS**

COMING SOON



S.2 Reazione al fuoco
soluzioni conformi ed RTV

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.2.1

Premessa

1. La finalità della resistenza al fuoco è quella di garantire la *capacità portante delle strutture* in condizioni di incendio nonché la *capacità di compartimentazione*, per un tempo minimo necessario al raggiungimento degli *obiettivi di sicurezza di prevenzione incendi*.
2. Il capitolo S.3 sulle misure di *compartimentazione* costituisce complemento al presente capitolo.

S.2.2

Livelli di prestazione

1. La tabella S.2-1 riporta i livelli di prestazione attribuibili alle *opere da costruzione* per la presente misura antincendio.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale
II	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.
III	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la durata dell'incendio.
IV	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
V	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

Tabella S.2-1: Livelli di prestazione

Importante per la definizione delle soluzioni alternative

Fortemente correlata alla protezione del bene

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.2.3

Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

1. La tabella S.2-2 riporta i criteri *generalmente accettati* per l'attribuzione dei singoli livelli di prestazione.

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti e strutturalmente separate da esse e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni ad altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con profilo di rischio R_{beni} pari ad 1; non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.
II	<p>Opere da costruzione o porzioni di opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti; strutturalmente separate da altre opere da costruzione e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni alle stesse o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; oppure, in caso di assenza di separazione strutturale, tali che l'eventuale cedimento della porzione non arrechi danni al resto dell'opera da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con i seguenti profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> R_{vita} compresi in A1, A2, A3, A4; R_{beni} pari ad 1; densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m^2; non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità; aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV, V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per opere da costruzione destinate ad attività di particolare importanza.

Tabella S.2-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Nota La definizione di *responsabile dell'attività* è riportata nel capitolo G.1.

Grande novità 18
ottobre 2019

Livello I e II
sostanzialmente solo
attività industriali

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.2.4 Soluzioni progettuali

S.2.4.1 Soluzioni conformi per il livello di prestazione I

1. Deve essere interposta *distanza di separazione* su spazio a cielo libero non inferiore alla massima altezza della costruzione verso altre opere da costruzione e verso il confine dell'area su cui sorge l'attività medesima.
2. Deve essere limitata la propagazione dell'incendio verso le altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima, adottando le soluzioni indicate al paragrafo S.3.4.1.
3. Non è richiesta all'opera da costruzione alcuna prestazione minima di capacità portante in condizioni di incendio, o di compartimentazione interna.

Magazzini
automatizzati

Il cliente deve essere disposto a
perdere totalmente il bene

Problemi principali

- Distanze dai confini ($h>d$)
- Distanze dagli altri fabbricati ($h>d$)
- S.3 Piano radiante (quando crolla, diventa tutto fronte di fiamma)

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.2.4.2

Soluzioni conformi per il livello di prestazione II

1. Deve essere interposta *distanza di separazione* su spazio a cielo libero come previsto per il livello di prestazione I.
2. Devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto come previsto al paragrafo S.2.5.
3. La *classe minima di resistenza al fuoco* deve essere pari almeno a 30 o inferiore, qualora consentita dal livello di prestazione III per il carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ del compartimento in esame.

Magazzini con
occupanti
all'interno

Il cliente deve essere disposto a
perdere totalmente il bene

Problemi principali

- Distanze dai confini ($h>d$)
- Distanze dagli altri fabbricati ($h>d$)
- R30 nelle strutture metalliche
- S.8 comunque da garantire (nonostante i VVF non entrino)

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.2.4.3

Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

1. Devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto come previsto al paragrafo S.2.5.
2. La *classe minima di resistenza al fuoco* è ricavata per comportamento in relazione al carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ come indicato in tabella S.2-3.

Carico di incendio specifico di progetto	Classe minima di resistenza al fuoco
$q_{f,d} \leq 200 \text{ MJ/m}^2$	Nessun requisito
$q_{f,d} \leq 300 \text{ MJ/m}^2$	15
$q_{f,d} \leq 450 \text{ MJ/m}^2$	30
$q_{f,d} \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	45
$q_{f,d} \leq 900 \text{ MJ/m}^2$	60
$q_{f,d} \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	90
$q_{f,d} \leq 1800 \text{ MJ/m}^2$	120
$q_{f,d} \leq 2400 \text{ MJ/m}^2$	180
$q_{f,d} > 2400 \text{ MJ/m}^2$	240

Tabella S.2-3: *Classe minima di resistenza al fuoco*

Tutte le attività

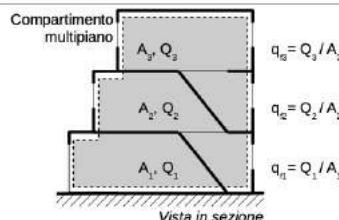
Fino a 200MJ/M²
classe ZERO!

Problemi principali

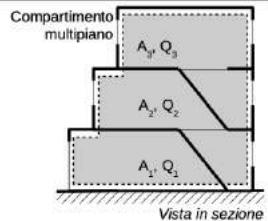
- Resistenza al fuoco da garantire
- Gestione del calcolo in caso di soppalchi

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**



Nel caso di *compartimento multipiano* ricadente nella fattispecie di cui al comma 6 del paragrafo S.2.5, si calcolano carichi di incendio specifici distinti per piano, pur essendo unico il *compartimento*.



Nel caso di *compartimento multipiano* non ricadente nella fattispecie di cui al comma 6 del paragrafo S.2.5, la *superficie linda del piano del compartimento A* per il calcolo del q_f è pari all'area della proiezione in pianta del *compartimento*. In questo esempio: $A = A_1$.

Tabella S.2-9: Esempi di calcolo del carico di incendio specifico q_f per *compartimenti multipiano*

6. Le curve nominali di incendio devono essere applicate ad un *compartimento* dell'edificio alla volta, salvo il caso degli edifici multipiano laddove elementi orizzontali di separazione con resistenza al fuoco adeguata al carico d'incendio dell'area sottostante, consentano di considerare separatamente il carico di incendio dei singoli piani.

Nota Ad esempio, nel caso di *compartimento multipiano* in presenza di scale di tipo aperto, con solai che garantiscono un'adeguata capacità di compartmentazione, è ammesso considerare il carico di incendio agente separatamente sui singoli piani, poiché è prevedibile un ritardo non trascurabile della diffusione dell'incendio dal piano di origine a quelli immediatamente superiori. Si riporta un esempio di calcolo nella tabella S.2-9.

Le caratteristiche
del solaio
influenzano il
risultato
notevolmente

SOLAI CON REQUISITO DI SEPARAZIONE					
DATI DI PIANO			CARICO DI INCENDIO		
Q_1	450000	[MJ]	q_f1	900	[MJ/m ²]
A_1	500	[m ²]			
Q_2	250000	[MJ]	q_f2	625	[MJ/m ²]
A_2	400	[m ²]			
Q_3	100000	[MJ]	q_f3	333	[MJ/m ²]
A_3	300	[m ²]			

SOLAI SENZA REQUISITO					
DATI DI PIANO			CARICO DI INCENDIO		
Q_{1+2+3}	800000	[MJ]	q_f1	1600	[MJ/m ²]
A_1	500	[m ²]			

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.2.4.4

Soluzioni conformi per il livello di prestazione IV

1. Ai fini della verifica della capacità portante in condizioni di incendio si applicano le soluzioni conformi valide per il livello di prestazione III di cui al paragrafo S.2.4.3. Non possono essere impiegate le indicazioni dei paragrafi S.2.8.2 e S.2.8.3.
2. Ai fini del controllo del danneggiamento di tutti gli elementi di compartimentazione sia orizzontali che verticali ad esclusione delle chiusure dei varchi (es. porte, serrande, barriere passive, ...), appartenenti sia al compartimento di primo innesco che agli altri, vanno verificati i seguenti limiti di deformabilità nelle condizioni di carico termico e meccanico previste per le soluzioni conformi del livello di prestazione III:
 - $\delta_{v,\max}/L = 1/100$ rapporto tra *massima inflessione* $\delta_{v,\max}$ e la *luce* L degli elementi caricati verticalmente come travi e solai ortotropi;
 - $\delta_{v,\max}/L = 1/100$ rapporto tra *massima inflessione* $\delta_{v,\max}$ e la *luce minima* L degli elementi a piastra;
 - $\delta_{h,\max}/h = 1/100$ rapporto tra il *massimo spostamento di interpiano* $\delta_{h,\max}$ e l'*altezza di interpiano* h .
3. I giunti tra gli elementi di compartimentazione, se presenti, devono essere in grado di assecondare i movimenti previsti in condizioni di incendio. A tale fine è possibile impiegare giunti lineari testati in base alla norma EN 1366-4, caratterizzati dalla *percentuale di movimento* (M%) idonea.
4. Ai fini della capacità di compartimentazione, gli elementi di chiusura dei vani di comunicazione fra compartimenti devono essere a tenuta di fumo (EI S₂₀₀) e le pareti devono essere dotate di *resistenza meccanica* (M) aggiuntiva, per una classe determinata come per il livello di prestazione III.

R_{beni} diversi da 1

Limiti utilizzabili per verificare l'assenza di danneggiamento per collasso strutturale

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

S.2.4.5

Soluzioni conformi per il livello di prestazione V

1. Ai fini della verifica della capacità portante in condizioni di incendio, della deformabilità (per il danneggiamento strutturale) e della compartimentazione si applicano le prescrizioni valide per il livello di prestazione IV.
2. Non si forniscono soluzioni conformi per la verifica degli impianti ritenuti significativi ai fini della funzionalità dell'opera.
3. Ai fini del controllo del danneggiamento di tutti gli elementi strutturali vanno verificati i limiti di deformabilità imposti dalle NTC per le verifiche agli stati limite di esercizio. Dette verifiche vanno condotte nelle condizioni di carico termico e meccanico previste per le soluzioni conformi del livello di prestazione III.

R_{beni} diversi da 1

Non sono fornite soluzioni conformi

Mito o leggenda?

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

V.4.4.2

Resistenza al fuoco

1. La classe di resistenza al fuoco dei compartimenti (capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella V.4-1.
2. Qualora l'attività occupi un unico piano a quota ≥ -1 m e < 1 m, in opera da costruzione destinata esclusivamente a tale attività e compartimentata rispetto ad altre opere da costruzione, e tutte le aree TA e TO dispongano di vie d'esodo che non attraversino altre aree è ammessa la classe 15 di resistenza al fuoco (capitolo S.2).

Compartimenti	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
Fuori terra	30		60		90
Interrati		60			90

Tabella V.4-1: Classe di resistenza la fuoco

uffici

V.5.4.2

Resistenza al fuoco

1. La classe di resistenza al fuoco dei compartimenti (capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella V.5-1.
2. Qualora l'attività occupi un unico piano a quota ≥ -1 m e < 1 m, in opera da costruzione destinata esclusivamente a tale attività e compartimentata rispetto ad altre opere da costruzione, e tutte le aree TB, TC e TO dispongano di vie d'esodo che non attraversino altre aree è ammessa la classe 15 di resistenza al fuoco (capitolo S.2).

Compartimenti	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
Fuori terra	30		60		90
Interrati		60			90

Tabella V.5-1: Classe di resistenza la fuoco

hotel

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

V.6.5.2

Resistenza al fuoco

- Con esclusione delle autorimesse isolate, la classe di resistenza al fuoco dei compartimenti (capitolo S.2) non può essere comunque inferiore a quanto previsto in tabella V.6-1.
- L'opera da costruzione contenente l'autosilo deve avere indipendenza strutturale rispetto alle altre opere da costruzione e separata con elementi di resistenza al fuoco almeno di classe 120 (capitolo S.2).

Compartimenti	Classificazione dell'attività			
	SA, SB		SC	
	Autorimesse aperte	Autorimesse chiuse		
	HA, HB	HC, HD		
Fuori terra	30	60	90	Resistenza al fuoco secondo capitolo S.2
Interrati	60			

Tabella V.6-1: Classe minima di resistenza al fuoco

Autorimesse (attuale)

V.6.5.2

Resistenza al fuoco

- La classe di resistenza al fuoco (Capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella V.6-1.

Autorimessa	Autorimessa SA; SB	
	Aperta	Chiusa
HA	30 [1]	60 [2]
HB	60	60 [2]
HC	60	90
HD	60	90

[1] Classe 60 in caso di altezza antincendi dell'opera da costruzione di cui fa parte l'autorimessa > 24 m

[2] Classe 90 in caso di altezza antincendi dell'opera da costruzione di cui fa parte l'autorimessa > 24 m

Autorimesse (futura)

Tabella V.6-1: Classi minime di resistenza al fuoco per autorimesse non isolate

- Per autorimesse isolate possono non essere rispettati i valori minimi previsti in tabella V.6-1.

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

V.7.4.2

Resistenza al fuoco

- La classe di resistenza al fuoco dei compartimenti (capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella V.7-1.
- Qualora l'attività scolastica si sviluppi al solo piano terra, in opere da costruzione destinate esclusivamente a tale attività e non adiacenti ad altre opere da costruzione, e tutte le aree TA e TO dispongano di uscite dirette su luogo sicuro, è ammesso il livello di prestazione I per la misura antincendio *resistenza al fuoco* (capitolo S.2).

Compartimenti	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
Fuori terra	30		60		90
Interrati		60			90

Tabella V.7-1: Classe di resistenza la fuoco

SCUOLE

V.8.5.2

Resistenza al fuoco

- La classe di resistenza al fuoco dei compartimenti (capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella V.8-1.

Compartimenti	Attività			
	HA	HB	HC	HD
Fuori terra	30 [1]		60	90
Interrati	-		90	

[1] Per le attività classificate AA o AB, che occupino un unico piano a quota compresa fra -1 m e +1 m, in opere da costruzione destinate esclusivamente a tali attività e compartmentate rispetto ad altre opere da costruzione, senza comunicazioni, è ammessa classe di resistenza al fuoco ≥ 15 .

Tabella V.8-1: Classe di resistenza al fuoco

Attività commerciali

5

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni conformi ed RTV**

Le RTV forniscono la classe **minima** bisogna comunque eseguire il calcolo del carico di incendio!



S.2 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**

6

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**

S.2.4.6

Soluzioni alternative per il livello di prestazione I

1. Sono ammesse *soluzioni alternative*, costituite da:
 - a. compartimentazione rispetto ad altre costruzioni;
 - b. assenza di danneggiamento ad altre costruzioni o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività, per effetto di collasso strutturale.
2. Ai fini della verifica della compartimentazione rispetto ad altre costruzioni, sono ritenute idonee le soluzioni conformi o alternative indicate per il livello di prestazione II della misura antincendio compartimentazione (capitolo S.3);
3. Ai fini della verifica dell'assenza di danneggiamento ad altre costruzioni, devono essere adottate soluzioni atte a dimostrare analiticamente, che il meccanismo di collasso strutturale in condizioni di incendio non arrechi danni ad altre costruzioni. Dette verifiche devono essere condotte in base agli scenari di incendio di progetto ed ai relativi incendi convenzionali di progetto rappresentati da curve naturali di incendio secondo il paragrafo S.2.6.

Collasso implosivo

Dimostrare ANALITICAMENTE

**Verifiche condotte
relativamente a curve
NATURALI di incendio**

6

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**

4. Al fine di dimostrare il raggiungimento del collegato *livello di prestazione* il progettista deve impiegare uno dei metodi di cui al paragrafo G.2.7.
5. In tabella S.2-4 sono riportate alcune modalità *generalmente accettate* per la progettazione di soluzioni alternative. Il progettista può comunque impiegare modalità diverse da quelle elencate.

Oggetto della soluzione	Modalità progettuale
Verifica dell'assenza di danneggiamento ad altre costruzioni	<p>Si dimostri <i>analiticamente</i> che il meccanismo di collasso dell'opera da costruzione sia di tipo <i>implosivo</i> utilizzando, ad esempio, uno o più degli accorgimenti tecnici di seguito elencati che consentano di <i>guidare</i> la modalità di collasso:</p> <ul style="list-style-type: none">• adozione di criteri di gerarchia di resistenza al fuoco (es. assegnazione di sovraresistenza al fuoco alle strutture perimetrali dell'opera da costruzione rispetto a quelle interne, ...);• distribuzione spaziale dei carichi di incendio verso zone interne;• adozione di forme strutturali convenienti (es. con inclinazione verso l'interno, ...);• adozione di <i>elementi chiave</i> in posizione opportuna;• impiego di sistemi automatici per il controllo dell'incendio a <i>disponibilità superiore</i>;• impilaggio piramidale dei materiali combustibili stoccati;• adozione di vincoli che agevolino il collasso implosivo.

Tabella S.2-4: Modalità progettuale per soluzioni alternative, livello di prestazione I

NOVITA'
DM 19 ottobre 2019

Sono riportati **suggerimenti** per il professionista antincendio, estratti dalle pratiche presentate dal 2015

6

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**

S.2.4.7

Soluzioni alternative per il livello di prestazione II

1. Sono ammesse *soluzioni alternative*, costituite da:
 - a. compartmentazione rispetto ad altre costruzioni;
 - b. assenza di danneggiamento ad altre costruzioni o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività, per effetto di collasso strutturale;
 - c. mantenimento della capacità portante in condizioni di incendio per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione. La capacità portante deve essere comunque tale da garantire un margine di sicurezza $t_{marg} \geq 100\% \cdot RSET$ e comunque ≥ 15 minuti (paragrafo M.3.2.2).
2. Per la verifica della compartmentazione e dell'assenza di danneggiamento in caso di collasso strutturale, si utilizzano le soluzioni alternative previste per il livello di prestazione I di resistenza al fuoco.
3. Per la verifica del mantenimento della capacità portante in condizioni di incendio, le soluzioni alternative si ottengono verificando le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli scenari di incendio di progetto ed ai relativi incendi convenzionali di progetto rappresentati da curve naturali di incendio secondo il paragrafo S.2.6.
4. Al fine di dimostrare il raggiungimento del collegato *livello di prestazione* il progettista deve impiegare uno dei metodi di cui al paragrafo G.2.7.

Dovendo garantire anche il 100%RSET è necessaria la **rivelazione automatica** per eseguire le verifiche nei soli primi 15min

NOVITA'
DM 19 ottobre 2019

da 30min a 15min

**NOTEVOLE VANTAGGIO NELLE
STRUUTURE IN ACCIAIO**

6

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**

S.2.4.8

Soluzioni alternative per il livello di prestazione III

1. Sono ammesse *soluzioni alternative*.
2. Le soluzioni alternative per il livello di prestazione III si ottengono verificando le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli scenari di incendio di progetto ed ai relativi incendi convenzionali di progetto rappresentati da curve naturali di incendio secondo il paragrafo S.2.6.
3. Per la verifica della *capacità di compartmentazione* all'interno dell'attività sono possibili soluzioni alternative.
4. Al fine di dimostrare il raggiungimento del collegato *livello di prestazione* il progettista deve impiegare uno dei metodi di cui al paragrafo G.2.7.
5. In tabella S.2-5 sono riportate alcune modalità *generalmente accettate* per la progettazione di soluzioni alternative. Il progettista può comunque impiegare modalità diverse da quelle elencate.

Oggetto della soluzione	Modalità progettuale
Verifica della capacità di compartmentazione all'interno dell'attività	Il progettista valuta l'impiego di sistemi di controllo dell'incendio a <i>disponibilità superiore</i> al fine di dimostrare la capacità di compartmentazione interna (es. sistemi di controllo del fumo e calore, ...)

Tabella S.2-5: Modalità progettuale per soluzioni alternative, livello di prestazione III

NOVITA'
DM 19 ottobre 2019

Sistemi a disponibilità superiore

Se lo sprinkler c'è, funziona!

E' generalmente possibile autorizzare quantitativi di materiali stoccati superiori alla soluzione conforme, a parità di struttura non protetta.

PARADOSSO NORMATIVO: non è possibile tenere in considerazione i materiali protettivi antincendio

6

S.2 Reazione al fuoco **soluzioni alternative**

S.2.4.9

Soluzioni alternative per i livelli di prestazione IV e V

1. Sono ammesse *soluzioni alternative*.
2. Le soluzioni alternative per i livelli di prestazione IV e V, si ottengono verificando i parametri di danneggiamento e di funzionalità previsti dal progettista e dalla committenza, oltre alle verifiche di cui al paragrafo S.2.4.8. Le soluzioni dovranno essere comunque ricercate nel rispetto delle NTC.
3. Al fine di dimostrare il raggiungimento del *livello di prestazione* il progettista deve impiegare uno dei metodi di cui al paragrafo G.2.7.

Il mito continua



S.2 soluzioni alternative **esempi pratici FDS**

7

S.2 soluzioni alternative – **esempi pratici FDS**

COMING SOON

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

I principali **benefici economici** delle soluzioni alternative

8

I principali **benefici economici** delle soluzioni alternative

Quando applicare l'FSE?

1. le soluzioni conformi sono inapplicabili;
2. le soluzioni conformi sono tropo onerose;
3. si vogliono ottimizzare gli impianti antincendio;
4. si è fuori dal campo di applicazione delle norme;
5. l'edificio è di tipo complesso;
6. prodotti e materiali innovativi;
7. garantire maggiore flessibilità all'attività.

Come applicare l'FSE?

1. **come soluzione alternativa per le attività comprese all'Art. 2 del Codice**
 1. in Deroga per le attività di cat. A (DPR 151/2011) fino a nuova pubblicazione;
 2. in Deroga per attività con vecchia Regola Verticale (no RTV);
 3. per attività non normate verticalmente con DM 9 maggio 2007

Chi può applicare l'FSE?

Professionista antincendio

S.1 Reazione al fuoco
S.2 Resistenza al fuoco (III)
S.3 Compartimentazione
S.4 Esodo
S.5 Gestione sicurezza antincendio
S.6 Controllo dell'incendio
S.7 Rivelazione ed allarme
S.8 Controllo fumi e calore
S.9 Operatività antincendio
S.10 Sicurezza impianti tecnologici

S.1 Reazione al fuoco
S.2 Resistenza al fuoco
S.3 Compartimentazione (II)
S.4 Esodo
S.5 Gestione sicurezza antincendio
S.6 Controllo dell'incendio
S.7 Rivelazione ed allarme
S.8 Controllo fumi e calore
S.9 Operatività antincendio
S.10 Sicurezza impianti tecnologici

S.1 Reazione al fuoco
S.2 Resistenza al fuoco
S.3 Compartimentazione
S.4 Esodo (I)
S.5 Gestione sicurezza antincendio
S.6 Controllo dell'incendio
S.7 Rivelazione ed allarme
S.8 Controllo fumi e calore
S.9 Operatività antincendio
S.10 Sicurezza impianti tecnologici

S.1 Reazione al fuoco
S.2 Resistenza al fuoco
S.3 Compartimentazione
S.4 Esodo
S.5 Gestione sicurezza antincendio
S.6 Controllo dell'incendio
S.7 Rivelazione ed allarme
S.8 Controllo fumi e calore (II)
S.9 Operatività antincendio
S.10 Sicurezza impianti tecnologici

La struttura e **flessibilità del Codice** permette al professionista che incontra difficoltà nell'applicare le soluzioni conformi per il proprio cliente può affidare **la sola strategia (o strategie) per le quali è necessario percorrere la soluzione alternativa con l'Approccio Ingegneristico.**

Quali sono i principali benefici?

1. Riduzione dei costi di protezione delle strutture
2. Eliminazione seconde scale e/o modifiche dimensionali
3. Ottimizzazione impianti
4. Autorizzare maggiori quantitativi di materiale
5. Autorizzate maggiori affollamenti
6. Ridurre le superfici di ventilazione
7. Massimizzare gli effetti degli impianti sprinkler
8. E tanto altro....

FINE

grazie per
l'attenzione