

STRATEGIE ANTINCENDIO

S1 – REAZIONE AL FUOCO

S2 – RESISTENZA AL FUOCO

Aggiornamento per tecnici specializzati in prevenzione incendi

Trapani, 27 marzo 2021

Ing. MARCO PASQUINI

www.marcopasquini.com

PROTEZIONE ANTINCENDI PASSIVA

Protezione antincendi passiva = insieme delle misure tecniche che non richiedono l'azione umana o l'intervento di un impianto

Sono misure che, una volta adottate, sono presenti indipendentemente dal contesto e dal tempo. Hanno come obiettivo la limitazione degli effetti dell'incendio e dunque rientrano tra le misure di protezione, primariamente garantire l'incolumità delle persone, quindi limitare gli effetti nocivi dei prodotti della combustione, contenere i danni alle strutture degli edifici ed, infine, salvaguardare i beni.

PROTEZIONE ANTINCENDI PASSIVA

Le principali misure di protezione passiva che possono essere presenti in un'attività, sono le seguenti:

- corretta ubicazione delle attività pericolose;
- distanze di sicurezza esterne ed interne;
- installazione di muri e schermi tagliafuoco;
- **utilizzo di materiali classificati per la reazione al fuoco S1;**
- **idonea resistenza al fuoco delle strutture S2;**
- creazione di sistemi di ventilazione naturale;
- realizzazione di sistemi di vie d'uscita e percorsi di esodo

REAZIONE AL FUOCO

Per reazione al fuoco si intende il grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco al quale è sottoposto, ossia la combustibilità di uno specifico materiale e il suo relativo contributo allo sviluppo e alla diffusione di un incendio.

RESISTENZA AL FUOCO

Per resistenza al fuoco si intende la capacità di un elemento di conservare stabilità, tenuta e isolamento termico in caso di incendio e il tempo dopo il quale tale elemento non è più in grado di soddisfare le esigenze funzionali a cui è tenuto a rispondere. Le diverse classi in cui la resistenza al fuoco è classificata (10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 e 360) indicano il tempo in minuti entro il quale la resistenza al fuoco viene garantita.

S1 - REAZIONE AL FUOCO

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

S1 - REAZIONE AL FUOCO

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, atri, filtri, ...) e spazi calmi.

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

S1 - REAZIONE AL FUOCO

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

S1 - REAZIONE AL FUOCO

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.

S1 - REAZIONE AL FUOCO

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*

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3			
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU		
Mobili imbottiti (poltrone, divani, divani letto, materassi, <i>sommier</i> , guanciali, <i>topper</i> , cuscini, sedie imbottite)	1 IM	[na]	1 IM	[na]	2 IM	[na]		
<i>Bedding</i> (coperte, copriletti, coprimaterassi)	1		[na]		1		2	[na]
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)								
Tendoni per tensostrutture, strutture pressostatiche e tunnel mobili								
Sipari, drappaggi, 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 coperture

S1 - REAZIONE AL FUOCO

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

S1 - REAZIONE AL FUOCO

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

S1 - REAZIONE AL FUOCO

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 _{ca} -s1,d0,a1	[na]	C _{ca} -s1,d0,a2	[na]	E _{ca}

[na] Non applicabile.

[1] Eventuale doppia classificazione italiana riferita a *condotta preisolata* con componente isolante non esposto direttamente alle fiamme; la prima classe è riferita alla condotta nel suo complesso (nel caso di superfici esterne non combustibili che offrano adeguate garanzie di stabilità e continuità anche nel tempo, la classe attribuita alla condotta nel suo complesso è 0), 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

S1 - REAZIONE AL FUOCO

Esclusione dalla verifica dei requisiti di reazione al fuoco

1. 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:
 - a. materiali stoccati od oggetto di processi produttivi (es. beni in deposito, in vendita, in esposizione ...);
 - b. *elementi strutturali portanti* per i quali sia già richiesta la verifica dei requisiti di *resistenza al fuoco*;
 - c. materiali protetti con separazioni di classe di resistenza al fuoco almeno K 30 o EI 30.

S2 - RESISTENZA AL FUOCO

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

S2 - RESISTENZA AL FUOCO

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/m²; ● 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

S2 - RESISTENZA AL FUOCO

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.

S2 - RESISTENZA AL FUOCO

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.

S2 - RESISTENZA AL FUOCO

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 compartimento 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

CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ($q_{f,d}$) è determinato secondo la seguente relazione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [\text{MJ/m}^2]$$

dove:

δ_{q1}

è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento e i cui valori sono definiti in tabella 2-6

Superficie lorda del compartimento [m ²]	δ_{q1}	Superficie lorda del compartimento [m ²]	δ_{q1}
$A < 500$	1,00	$2500 \leq A < 5000$	1,60
$500 \leq A < 1000$	1,20	$5000 \leq A < 10000$	1,80
$1000 \leq A < 2500$	1,40	$A \geq 10000$	2,00

Tabella S.2-6: Parametri per la definizione del fattore δ_{q1}

δ_{q2}

è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al **tipo di attività svolta nel compartimento** e i cui valori sono definiti in tabella 2-7

Classi di rischio	Descrizione	δ_{q2}
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	0,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20

Tabella S.2-7: Parametri per la definizione del fattore δ_{q2}

$$\delta_n = \prod_i \delta_{ni}$$

è il fattore che tiene conto delle **differenti misure di protezione** e i cui valori sono definiti in tabella 2-8

Si calcola moltiplicando una serie di coefficienti tabulati, ciascuno dei quali legato alla presenza o meno di un dispositivo di protezione.

Misura antincendio minima		δ_{ni}	
Controllo dell'incendio di livello di prestazione III (capitolo S.6)	rete idranti con protezione interna	δ_{n1}	0,90
	rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n2}	0,80
Controllo dell'incendio di livello di prestazione IV (capitolo S.6)	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna	δ_{n3}	0,54
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna	δ_{n4}	0,72
	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n5}	0,48
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n6}	0,64
Gestione della sicurezza antincendio di livello di prestazione II [1] (capitolo S.5)		δ_{n7}	0,90
Controllo di fumi e calore di livello di prestazione III (capitolo S.8)		δ_{n8}	0,90
Rivelazione ed allarme di livello di prestazione III (capitolo S.7)		δ_{n9}	0,85
Operatività antincendio di livello di prestazione IV (capitolo S.9)		δ_{n10}	0,81
[1] Gli addetti antincendio devono garantire la presenza continuativa durante le 24 ore.			

Tabella S.2-8: Parametri per la definizione dei fattori δ_{ni}

q_f

è il valore nominale del carico d'incendio specifico da determinarsi secondo la formula:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2]$$

dove:

- g_i massa dell'i-esimo materiale combustibile [kg]
- H_i potere calorifico inferiore dell'i-esimo materiale combustibile [MJ/kg]
I valori di H_i dei materiali combustibili possono essere determinati per via sperimentale in accordo con UNI EN ISO 1716:2002 ovvero essere mutuati dalla letteratura tecnica
- m_i fattore di partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a 0,80 per il legno e altri materiali di natura cellulosica e 1,00 per tutti gli altri materiali combustibili
- ψ_i fattore di limitazione della partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a 0 per i materiali contenuti in contenitori appositamente progettati per resistere al fuoco; 0,85 per i materiali contenuti in contenitori non combustibili e non appositamente progettati per resistere al fuoco; 1 in tutti gli altri casi
- A superficie in pianta lorda del compartimento [m²]

Classe di resistenza al fuoco di un edificio

La classe di resistenza “C” al fuoco è un numero che indica la durata della resistenza al fuoco di un edificio (o locale), ed è espressa in “minuti primi”.

Rappresenta il tempo disponibile alle persone per sottrarsi all'incendio.

Le classi di resistenza al fuoco sono le seguenti:

15-20-30-45-60-90-120-180-240-360

e nel calcolo vanno approssimate al valore superiore compreso nella sequenza.

Durante tale tempo gli elementi costruttivi portanti e/o separanti che compongono la costruzione, devono mantenere inalterate le proprie caratteristiche.

S2 - RESISTENZA AL FUOCO

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.

S.2.8.2

Elementi strutturali secondari

1. Ai fini della verifica dei requisiti di resistenza al fuoco degli *elementi strutturali secondari*, il progettista deve verificare che il cedimento di tali elementi per effetto dell'incendio non comprometta:
 - a. la capacità portante degli altri elementi strutturali della costruzione in condizioni di incendio;
 - b. l'efficacia di elementi costruttivi di compartimentazione;
 - c. il funzionamento dei sistemi di protezione attiva;
 - d. l'esodo in sicurezza degli occupanti;
 - e. la sicurezza dei soccorritori.
2. Ai fini della verifica dei requisiti di cui ai punti 1.d e 1.e è sufficiente verificare che la capacità portante degli elementi strutturali secondari sia garantita per un tempo tale che tutti gli occupanti dell'attività raggiungano o permangano in un luogo sicuro. Tale verifica è garantita adottando le soluzioni previste per il livello di prestazione II.

S.2.8.3

Strutture vulnerabili in condizioni di incendio

1. Ai fini della verifica dei requisiti di resistenza al fuoco, per *strutture vulnerabili in condizioni di incendio* si intendono quelle strutture, solitamente di tipo leggero che per loro natura risultano particolarmente sensibili all'azione del fuoco. La vulnerabilità di tali strutture può essere legata alla loro ridotta iperstaticità o robustezza, alla snellezza degli elementi strutturali, alla impossibilità o all'antie-

conomicità di applicazione di sistemi protettivi o al pieno affidamento della resistenza a regimi membranali sensibili ai forti incrementi di temperatura.

Nota Tipici esempi di sistemi costruttivi vulnerabili nei confronti dell'incendio sono: tensostrutture, strutture pressostatiche, strutture strallate, membrane a doppia o semplice curvatura, coperture geodetiche, strutture in lega di alluminio, allestimenti temporanei in tubo e giunto, tunnel mobili, ...

2. Attesa la ridotta resistenza al fuoco delle strutture di cui al comma 1, esse si ritengono preferibilmente idonee solo per costruzioni per le quali sono richiesti i livelli di prestazione I o II.
3. Non si esclude la possibilità di impiego delle strutture di cui al comma 1 per livelli di prestazione superiori al II.

Nota In base alla tabella S.2-3, per $q_{td} \leq 200 \text{ MJ/m}^2$ non sono richiesti requisiti minimi di resistenza al fuoco per le strutture.

4. In caso di produzioni strutturali in serie, sono ammesse valutazioni di resistenza al fuoco valide per costruzioni tipologiche o per prototipi. Il *professionista antincendio* provvede a certificare i requisiti di resistenza al fuoco delle strutture in opera verificando, in particolare, il rispetto delle ipotesi alla base delle verifiche di resistenza al fuoco condotte sui prototipi.

S2 - RESISTENZA AL FUOCO

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.

S2 - RESISTENZA AL FUOCO

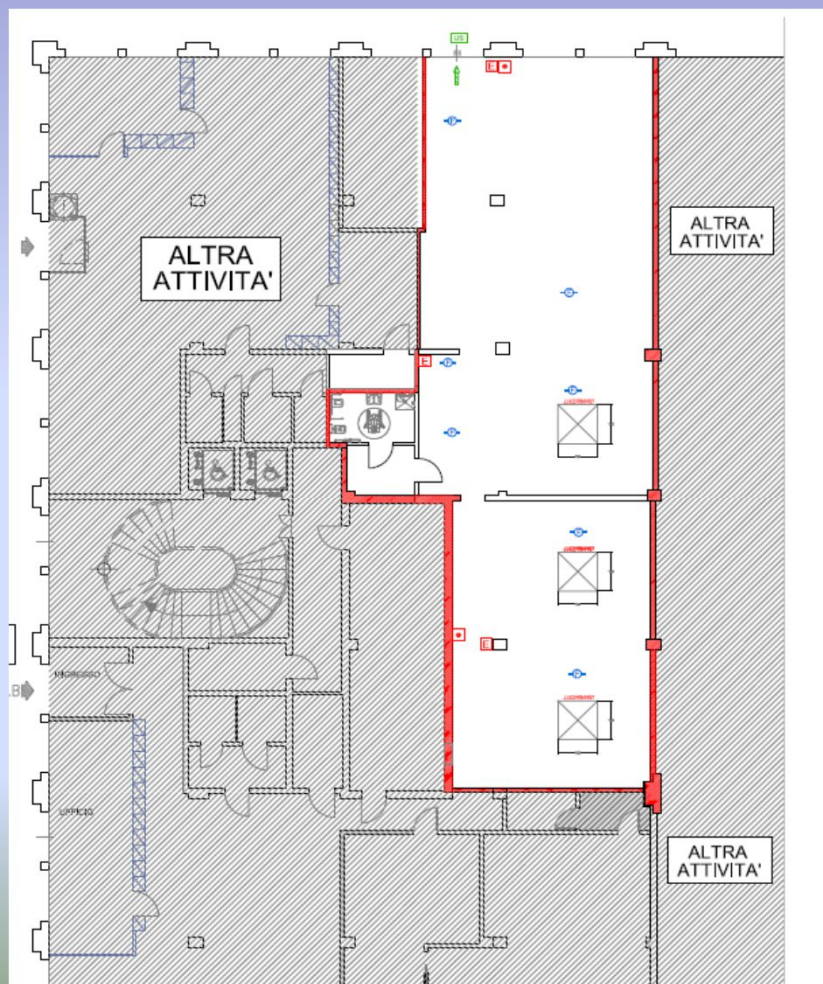
S.2.4.5

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.

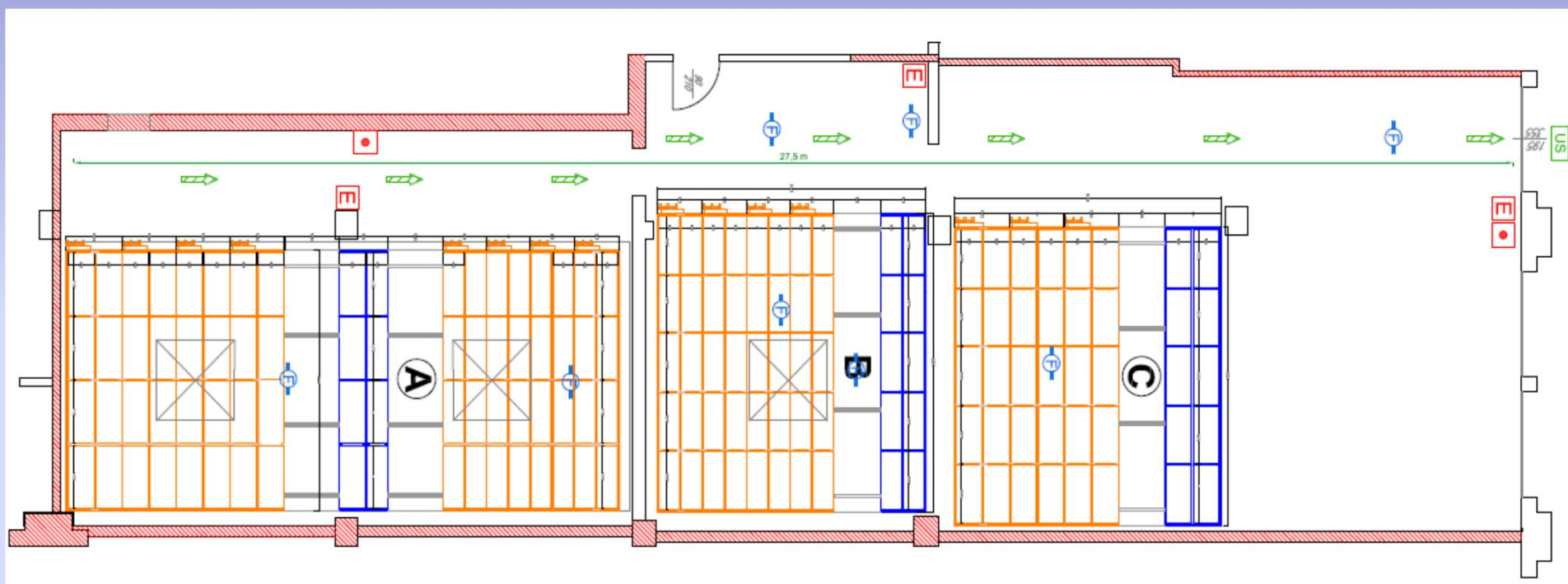
APPLICAZIONE PRATICA

ARCHIVIO COMPATTABILE RESISTENTE AL FUOCO



APPLICAZIONE PRATICA

ARCHIVIO COMPATTABILE RESISTENTE AL FUOCO



Progetto sottoposto al Comando

NORME SPECIFICHE PER ARMADI COMPATTABILI

CIRCOLARE PROT. 5025.05-04-2019

Esecuzione di test di resistenza al fuoco su armadi compattabili impiegati ai fini della riduzione del carico di incendio specifico di progetto. Risoluzione.

LETTERA CIRCOLARE PROT. 3963.05-04-2019

Armadi compattabili impiegati ai fini della riduzione del carico di incendio specifico di progetto.

CIRCOLARE PROT. 5025.05-04-2019

Detta le specifiche per l'esecuzione dei test di resistenza al fuoco per gli armadi compattabili resistenti al fuoco.

Fig. 1: PIANTA

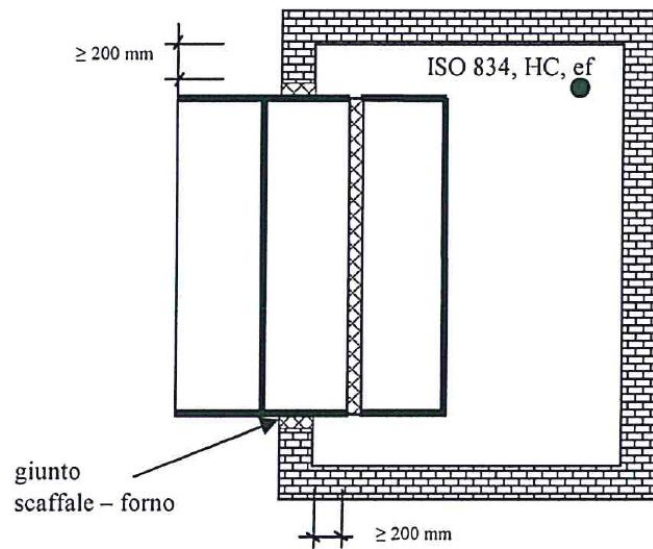
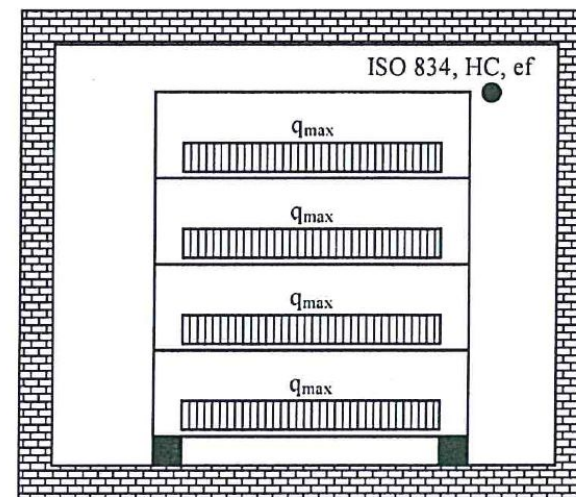


Fig. 2: SEZIONE VERTICALE



CIRCOLARE PROT. 3963.05-04-2019

Pone ulteriori specifiche per il corretto impiego degli armadi compattabili resistenti al fuoco.

In particolare richiede:

- Che gli armadi siano dotati di un sistema di autochiusura realizzato in modo da scongiurare la presenza di occupanti all'interno in fase di movimentazione;**
- Che all'interno degli armadi non siano presenti sorgenti di innesco o impianti;**
- Che all'interno non siano riposti contenitori di sostanze che possano dare luogo a miscele infiammabili o esplosivi;**
- Che la classe minima di resistenza al fuoco, in termini di isolamento EI, non risulti inferiore a EI15 e non inferiore alla classe del compartimento (calcolata secondo quanto visto per il D.M. 9 marzo 2007 oppure D.M. 3 agosto 2015).**

Profilo di rischio R_{vita}

Gli addetti all'attività, in numero molto esiguo (2 persone) sono edotti del rischio e conoscono bene l'attività in cui operano, per cui si è assunta una caratteristica degli occupanti pari ad A.

La velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio δ_a è stata assunta pari a 1, trattandosi di materiale a base di cellulosa entro contenitori progettati per resistere al fuoco.

Secondo quanto previsto dalla tabella G.3.3 allegata al D.M. 3 agosto 2015, il profilo di rischio R_{vita} risulta essere A1.

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Velocità caratteristica prevalente dell'incendio δ_a			
		1 lenta	2 media	3 rapida	4 ultra-rapida
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	A1	A2	A3	A4
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	B1	B2	B3	Non ammesso [1]
					Non ammesso

Profilo di rischio R_{beni}

Non trattandosi di edificio ne' di area strategica, il profilo di rischio R_{beni} , secondo quanto previsto dalla tabella G.3.5 allegata al D.M. 3 agosto 2011, risulta essere uguale ad 1.

		Attività o ambito vincolato	
		No	Sì
Attività o ambito strategico	No	$R_{beni} = 1$	$R_{beni} = 2$
	Sì	$R_{beni} = 3$	$R_{beni} = 4$

Tabella G.3-5: Determinazione di R_{beni}

Profilo di rischio $R_{ambiente}$

il profilo di rischio $R_{ambiente}$ è ritenuto non significativo nelle attività civili (es. strutture sanitarie, scolastiche, alberghiere, ...).

STRATEGIA ANTINCENDI PER L'ATTIVITÀ

S.1 Reazione al fuoco

S.1.1 Livello di prestazione

Trattandosi di attività con profilo di rischio R_{vita} pari ad A1, nessun requisito, livello I.

S.1.2. Scelte progettuali adottate

Uguualmente, si è deciso di utilizzare, per la via di esodo interna, materiali del gruppo GM3.

STRATEGIA ANTINCENDI PER L'ATTIVITÀ

S.2 Resistenza al fuoco

S.2.1 Livello di prestazione

Dalla tabella S.2-2 si può attribuire all'attività un livello di prestazione pari a III, in quanto non tutte le condizioni previste per il livello II sono da considerarsi rispettate, in quanto le strutture portanti dell'edificio, nel complesso, sono dipendenti da quelle del compartimento specifico sede dell'attività. In riferimento alla tipologia ed alla quantità di materiali presenti, è possibile dunque procedere alla valutazione del carico di incendio gravante sulle strutture secondo quanto previsto al paragrafo S.2.9.

STRATEGIA ANTINCENDI PER L'ATTIVITÀ

STIMA DEI QUANTITATIVI STOCCATI NELL' ARCHIVIO DI 227 m²

Si è considerata una quantità pari a 954 metri lineari di archivio disposti su più livelli, per 44 kg di massa di carta al metro lineare, per un quantitativo totale di 41.976 kg di carta come massimo ipotizzabile.

GENERE	Kg/ m ³	Potere calorifico (MJ/Kg- m ³)	m_i	ψ_i	MJ
Carta e cartoni	Kg 41.976	17,50	0,80	0 (in quanto contenitori progettati per resistere al fuoco)	0
Totale					0

In relazione a quanto sopra esposto, si avrà $q_f = 0$ MJ/m²

STRATEGIA ANTINCENDI PER L'ATTIVITÀ

S.2.2. Scelte progettuali adottate

Per quanto concerne la limitazione del carico di incendi, si è proceduto secondo quanto previsto dalla lettera circolare del Ministero dell'Interno prot. 3963 del 05-04-2019 inserendo nel layout dell'attività solamente armadi compattabili resistenti al fuoco che soddisfino i dettati della succitata circolare.

La classe degli armadi installati sarà minimo EI15, e, comunque, maggiore della classe del compartimento valutata, come da carico di incendi sopra, in 0.

VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA AL FUOCO DELLE STRUTTURE

La valutazione della resistenza al fuoco delle strutture può essere effettuata secondo tre metodologie distinte, l'una alternativa all'altra:

- **metodo tabellare;**
- **metodo sperimentale;**
- **metodo analitico.**

METODO TABELLARE

Il metodo tabellare per la valutazione della resistenza al fuoco delle strutture si basa sul confronto tra la situazione di progetto, o rilevata, con quelle previste da tabelle di provata affidabilità.

Nella normativa italiana, il confronto è ammesso con le tabelle allegate al Decreto Ministeriale 16 febbraio 2007 oppure a quelle allegate al Decreto Ministeriale 3 agosto 2015, a seconda che il tecnico abbia impostato la progettazione secondo le regole tecniche verticali oppure secondo il “codice di prevenzione incendi”.

METODO TABELLARE

La tabella S.2-44 riporta i valori minimi espressi in millimetri dello spessore s di murature portanti di blocchi (escluso l'intonaco) esposte su un lato, sufficienti a garantire i requisiti REI o REI-M per le classi indicate, con le seguenti limitazioni:

a. rapporto $h/s \leq 20$;

b. per i requisiti REI: $h \leq 8$ m, dove h è l'altezza della parete fra due solai o elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai;

c. per i requisiti REI-M:

i. $h \leq 4$ m, dove h è l'altezza della parete fra due solai o elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai;

ii. presenza di 10 mm di intonaco su ambedue le facce.

Materiale	Tipo blocco	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240	REI 90-M	REI 120-M	REI 180-M	REI 240-M
Laterizio [1]	Pieno (foratura $\leq 15\%$)	120	150	170	200	240	300	200	200	240	300
Laterizio [1]	Semipieno e forato (15% < foratura $\leq 55\%$)	170	170	200	240	280	330	240	240	280	330
Calcestruzzo	Pieno, semipieno e forato (foratura $\leq 55\%$)	170	170	170	200	240	300	200	200	240	300
Calcestruzzo leggero [2]	Pieno, semipieno e forato (foratura $\leq 55\%$)	170	170	170	200	240	300	240	240	240	300
Calcestruzzo aerato autoclavato	Pieno	170	170	170	200	240	300	240	240	240	300
Pietra squadrata	Pieno (foratura $\leq 15\%$)	170	170	250	280	360	400	250	280	360	400

[1] presenza di 10 mm di intonaco su ambedue le facce oppure 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco. I valori in tabella si riferiscono agli elementi di laterizio sia normale che alleggerito in pasta.
[2] massa volumica netta ≤ 1700 kg/m³.

Tabella S.2-44: Murature portanti in blocchi (Requisiti R, E, I, M)

METODO TABELLARE

1. La tabella S.2-45 riporta i valori minimi espressi in millimetri dello spessore totale H di solette e solai, della distanza a dall'asse delle armature longitudinali alla superficie esposta sufficienti a garantire il requisito R per le classi indicate.

2. Per garantire i requisiti di tenuta e isolamento i solai di cui alla tabella S.2-45 devono presentare uno strato pieno di materiale isolante, non combustibile e con conducibilità termica non superiore a quella del calcestruzzo, di cui almeno una parte in calcestruzzo armato. La tabella S.2-46 riporta i valori minimi espressi in millimetri dello spessore h dello strato di materiale isolante e della parte d di c.a., sufficienti a garantire i requisiti EI per le classi indicate.

3. Gli spessori h e d del precedente comma 2, sono sufficienti a garantire i requisiti EI anche per tipologie di solai diverse da quelle riportate nella tabella S.2-45.

Classe	30		60		90		120		180		240	
	H	a	H	a	H	a	H	a	H	a	H	a
Solette piene con armatura monodirezionale o bidirezionale	80	10	120	20	120	30	160	40	200	55	240	65
Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo [1]	80	10	120	20	120	30	160	40	200	55	240	65
Solai a travetti con alleggerimento [2]	160	15	200	30	240	35	240	45	300	60	300	75
Solai a lastra con alleggerimento [3]	160	15	200	30	240	35	240	45	300	60	300	75

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di H e a ne devono tenere conto nella seguente maniera:

- 10 mm di intonaco normale (definizione in tabella S.2-40) equivalgono ad 10 mm di calcestruzzo;
- 10 mm di intonaco protettivo antincendio (definizione in tabella S.2-40) equivalgono a 20 mm di calcestruzzo.

Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

[1] In caso di lamiera grecata H rappresenta lo spessore medio della soletta. Il valore di a non comprende lo spessore della lamiera. La lamiera ha unicamente funzione di cassero.

[2] Deve essere sempre presente uno strato di intonaco normale di spessore ≥ 20 mm oppure uno strato di intonaco isolante di spessore ≥ 10 mm.

[3] In caso di alleggerimento in polistirene o materiali affini prevedere opportuni sfoghi delle sovrappressioni.

Tabella S.2-45: Solai (requisito R)

METODO TABELLARE

Classe	30		60		90		120		180		240	
	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d
Tutte le tipologie della tabella S.2-45	60	40	60	40	100	50	100	50	150	60	150	60
In presenza di intonaco i valori di h e di d ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella S.2-45. In ogni caso d non deve mai essere < 40 mm. In presenza di strati superiori di materiali di finitura incombustibile (es. massetto, malta di allettamento, pavimentazione, ...) i valori di h ne possono tener conto.												

Tabella S.2-46: Solai (requisiti E, I)

N.B. Il copriferro, in prevenzione incendi, è definito come distanza tra l'asse mediano delle armature e la superficie esposta al fuoco, diversamente da come è inteso comunemente

METODO SPERIMENTALE

Il cosiddetto “metodo sperimentale” per la verifica della resistenza al fuoco delle strutture, prende il nome, nel D.M. 3 agosto 2015, di “classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo”.

Le prove di resistenza al fuoco hanno l’obiettivo di valutare il comportamento al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi, sotto specifiche condizioni di esposizione e attraverso il rispetto di misurabili criteri prestazionali.

Sotto l’aspetto pratico, l’applicazione del metodo di classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo, va attentamente valutato dal professionista. Capita sovente, infatti, che il materiale che si intende utilizzare, o, peggio, che è già stato posato, sia dotato di un certificato di prova che ne descrive l’utilizzo in condizioni non proprio corrispondenti all’uso che si intende farne.

METODO ANALITICO

Il metodo analitico per la determinazione della resistenza al fuoco delle strutture, oppure detto metodo basato sull'esecuzione di calcoli, è esaurientemente descritto nel D.M. 3 agosto 2015.

I metodi di calcolo della resistenza al fuoco hanno l'obiettivo di consentire la progettazione di elementi costruttivi portanti, separanti o non separanti, resistenti al fuoco anche prendendo in considerazione i collegamenti e le mutue interazioni con altri elementi, sotto specifiche condizioni di esposizione al fuoco e attraverso il rispetto di criteri prestazionali e l'adozione di particolari costruttivi.

Le condizioni di esposizione al fuoco sono definite in specifici regolamenti e basate sugli scenari di incendio di progetto in essi prescritti o su quelli attesi.

Nei medesimi regolamenti sono definite le combinazioni di carico da considerare agenti insieme all'azione del fuoco e i coefficienti di sicurezza sui materiali e sui modelli.

METODO ANALITICO

I metodi di calcolo da utilizzare sono quelli contenuti negli Eurocodici di seguito indicati, completi delle appendici contenenti i parametri definiti a livello nazionale (NDPs):

- a. EN 1991-1-2 “Azioni sulle strutture - Parte 1-2: Azioni generali - Azioni sulle strutture esposte al fuoco”;
- b. EN 1992-1-2 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1- 2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l’incendio”;
- c. EN 1993-1-2 “Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l’incendio”;
- d. EN 1994-1-2 “Progettazione delle strutture miste acciaio calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l’incendio”;
- e. EN 1995-1-2 “Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l’incendio”;
- f. EN 1996-1-2 “Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l’incendio”;
- g. EN 1999-1-2 “Progettazione delle strutture di alluminio - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l’incendio”;

CONTRIBUTO AL CARICO DI INCENDIO DELLE STRUTTURE IN LEGNO

Il contributo degli elementi strutturali di legno può essere determinato attraverso il seguente procedimento:

- a. si determina la classe del compartimento prescindendo inizialmente dalla presenza degli elementi strutturali lignei; tale classe, ai soli fini della determinazione di cui al successivo punto b, non potrà in ogni caso essere inferiore a 15 minuti;
- b. si calcola lo spessore di carbonizzazione degli elementi strutturali di legno corrispondente alla classe determinata al punto precedente, adottando come valori di riferimento della velocità di carbonizzazione quelli contenuti nella Norma UNI EN 1995-1-2 “Progettazione delle strutture di legno - Parte 1–2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l’incendio” di cui si riporta uno stralcio nella tabella S.2-11.

In caso di elementi strutturali di legno dotati di rivestimenti protettivi antincendio si può procedere al calcolo dello spessore di carbonizzazione tenendo conto delle specifiche indicazioni fornite dalla norma UNI EN 1995-1-2.

- c. si determina definitivamente la classe del compartimento, tenendo anche conto del carico di incendio specifico relativo alle parti di elementi strutturali di legno corrispondenti allo spessore di cui al punto b. che hanno partecipato alla combustione.

RIEPILOGO DELLE METODOLOGIE DA USARE PER LA VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA AL FUOCO DELLE STRUTTURE

Legno: metodo analitico, metodo sperimentale (limitato a serie di prefabbricati);

Acciaio: metodo analitico, metodo tabellare di utilità molto limitata;

Murature: soprattutto metodo tabellare, esistono diverse prove sperimentali su laterizio, il metodo analitico è di difficile attuazione.

Archi e volte: solo metodo analitico, non esistono codici di calcolo standard.