

REAZIONE AL FUOCO

INAIL

Focus sulla misura S.1
del Codice di prevenzione incendi

- REAZIONE AL FUOCO

2021

COLLANA RICERCHE



REAZIONE AL FUOCO

INAIL

Focus sulla misura S.1
del Codice di prevenzione incendi

- REAZIONE AL FUOCO

2021

Pubblicazione realizzata da

Inail

Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

Responsabili scientifici

Raffaele Sabatino¹, Mara Lombardi², Stefano Marsella³, Gaetano Fede⁴

Autori

Raffaele Sabatino¹, Mara Lombardi², Piergiacomo Cancelliere³, Marcello Lombardini³, Andrea Marino³,
Fabio Mazzeola³, Luca Ponticelli³, Sergio Schiaroli³, Andrea Bosco⁴, Chiara Crosti⁴, Marco Di Felice⁴,
Mauro Galvan⁴, Roberto Orvieto⁴, Giombattista Traina⁵, Vincenzo Cascioli⁶, Filippo Così⁷

¹ Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

² "Sapienza" Università di Roma - DICMA

³ Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

⁴ Consiglio Nazionale degli Ingegneri

⁵ Istituto Giordano

⁶ Libero professionista - iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Terni

⁷ Libero professionista - iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Torino

per informazioni

Inail - Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici
via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma
dit@inail.it
www.inail.it

© 2021 Inail

ISBN 978-88-7484-692-4

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nella pubblicazione, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

La presente pubblicazione è il risultato della collaborazione tra Inail, Sapienza Università di Roma, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e Consiglio Nazionale degli Ingegneri nell'ambito dei progetti previsti nel Piano delle attività di ricerca dell'Inail per il triennio 2019/2021

INAIL



**CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI**

Indice

Prefazione	9
1. Obiettivi	11
2. Introduzione	12
3. Le soluzioni fornite dal Codice - la misura antincendio S.1	13
S.1.1 Premessa	13
S.1.2 Livelli di prestazione	13
S.1.3 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione	13
S.1.4 Soluzioni progettuali	14
S.1.4.1 Soluzioni conformi per il livello di prestazione II	14
S.1.4.2 Soluzioni conformi per il livello di prestazione III	14
S.1.4.3 Soluzioni conformi per il livello di prestazione IV	14
S.1.4.4 Soluzioni alternative	14
S.1.5 Classificazione dei materiali in gruppi	14
S.1.8 Esclusione dalla verifica dei requisiti di reazione al fuoco	16
S.1.8 Riferimenti	17
Osservazioni	18
La reazione al fuoco nelle nuove RTV	19
Classi di reazione al fuoco dei materiali in funzione dell'attività e del luogo di posa	21
4. La misura antincendio reazione al fuoco	22
5. La classificazione al fuoco dei materiali	29
Il Regolamento Prodotti da Costruzione	29
Classificazione di reazione al fuoco	30
Omologazioni, estensioni, ulteriori omologazioni e rinnovi	31
Certificazione di materiali e prodotti nel settore della reazione al fuoco	31
Caso studio 1: edificio storico adibito ad attività scolastica	33
Descrizione	33
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	33
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	35
<i>Riferimenti normativi</i>	35
Obiettivi dello studio	35
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1	36
<i>Soluzione conforme</i>	36
<i>Soluzione alternativa</i>	37
Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio	37
Definizione delle soglie di prestazione (par. M.3.3.2)	38
Individuazione degli scenari di incendio di progetto	38
Elaborazione delle soluzioni progettuali	40
Valutazione delle soluzioni progettuali	41
Selezione della soluzione progettuale idonea	48
Considerazioni a commento	49
Caso studio 2: edificio storico adibito ad attività uffici aperti al pubblico	50
Descrizione	50
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	50
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	52

Riferimenti normativi	52
Obiettivi dello studio	52
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1	53
Soluzione conforme	53
Soluzione alternativa	54
Considerazioni a commento	57
Caso studio 3: edificio adibito ad attività commerciale	58
Descrizione	58
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	58
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	60
Riferimenti normativi	60
Obiettivi dello studio	60
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1	61
Soluzione conforme	61
Soluzione alternativa	61
<i>Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio</i>	62
<i>Definizione delle soglie di prestazione (par. M.3.3.1)</i>	62
<i>Individuazione degli scenari di incendio di progetto</i>	63
<i>Elaborazione delle soluzioni progettuali</i>	66
<i>Valutazione delle soluzioni progettuali</i>	68
<i>Selezione della soluzione progettuale idonea</i>	92
Considerazioni a commento	93
Caso studio 4: edificio storico adibito ad attività ricettiva turistico - alberghiera	94
Descrizione	94
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	94
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	97
Riferimenti normativi	97
Obiettivi dello studio	97
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1	98
Soluzione conforme	98
Soluzione alternativa	99
<i>Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio</i>	99
<i>Definizione delle soglie di prestazione (par. M.3.3.1)</i>	99
<i>Individuazione degli scenari di incendio di progetto</i>	99
<i>Elaborazione delle soluzioni progettuali</i>	103
<i>Valutazione delle soluzioni progettuali</i>	103
<i>Selezione della soluzione progettuale idonea</i>	105
Considerazioni a commento	106
Caso studio 5: edificio storico adibito ad attività commerciale	107
Descrizione	107
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	107
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	108
Riferimenti normativi	108
Obiettivi dello studio	110

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1	112
<i>Soluzione conforme</i>	112
<i>Soluzione alternativa</i>	112
<i>Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio</i>	113
<i>Definizione delle soglie di prestazione</i>	113
<i>Individuazione degli scenari di incendio di progetto</i>	113
<i>Elaborazione delle soluzioni progettuali</i>	119
<i>Valutazione delle soluzioni progettuali</i>	122
<i>Selezione della soluzione progettuale idonea</i>	124
Considerazioni a commento	125
Caso studio 6: edificio adibito ad asilo nido	126
Descrizione	126
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	126
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	128
<i>Riferimenti normativi</i>	128
Obiettivi dello studio	128
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1	129
<i>Soluzione conforme</i>	129
<i>Soluzione alternativa</i>	130
Considerazioni a commento	134
Appendice A - sistema di classificazione di reazione al fuoco di cui alla norma EN 13501-1	135
A.1 Introduzione	135
A.2 Definizioni	136
A.3 Classi di reazione al fuoco	137
A.4 Obbligo di marcatura CE	143
Appendice B - sistema di classificazione di reazione al fuoco di cui alla norma EN 13501-6	145
La norma EN 13501-6: scopo e campo di applicazione	145
Appendice C - descrizione delle prove UNI 8547 e UNI 9174	149
Prova di piccola fiamma	149
Prova di pannello radiante	152
Bibliografia	158
Fonti immagini	160

Prefazione

La progettazione della sicurezza antincendio nelle attività soggette alle visite ed ai controlli dei Vigili del Fuoco e, in generale, nei luoghi di lavoro, al fine di ridurre l'insorgenza di un incendio e di limitarne le conseguenze, è sancita dal d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151 per le attività soggette, mentre nei luoghi di lavoro è prescritta dall'art. 17 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. (Testo unico per la sicurezza).

Le suddette misure, che si basano sulla preliminare valutazione del rischio incendio, possono essere individuate a partire da un approccio progettuale di tipo prescrittivo o di tipo prestazionale.

Si ribadisce che tali obblighi valgono anche in attività che non sono luoghi di lavoro in virtù del d.lgs. 139 dell'8 marzo 2006 e s.m.i..

La progettazione antincendio, nel rispetto della normativa vigente in materia, può essere effettuata elaborando soluzioni tecniche flessibili e aderenti alle specifiche caratteristiche ed esigenze delle attività soggette al controllo di prevenzione incendi (metodo prestazionale).

In questo contesto si inserisce il Codice di prevenzione incendi (Co.P.I.) il quale, senza effettuare uno strappo rispetto al passato, si propone come promotore del cambiamento, privilegiando l'approccio prestazionale, in grado di garantire standard di sicurezza antincendio elevati mediante un insieme di soluzioni progettuali, sia conformi che alternative.

In sostanza, il Codice rappresenta uno strumento finalizzato all'ottenimento degli obiettivi di sicurezza antincendio, caratterizzato da un linguaggio allineato con gli standard internazionali.

La strategia antincendio in esso rappresentata, in dipendenza dei livelli di prestazione scelti, garantisce i prefissati obiettivi di sicurezza, mediante diverse soluzioni progettuali, grazie alla compresenza ed all'apporto delle varie misure antincendio.

Si segnala che il d.m. 12 aprile 2019, modificando il d.m. 3 agosto 2015, prevede l'eliminazione del cosiddetto "doppio binario" per la progettazione antincendio delle attività soggette al controllo da parte dei VV.F.; in particolare sono stati introdotti due elementi:

- l'ampliamento del campo di applicazione del Codice (sono state inserite alcune nuove attività dell'allegato I al d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151);
- l'obbligatorietà dell'utilizzo del Codice per la progettazione delle attività non normate, in luogo dei "criteri tecnici di prevenzione incendi".

In definitiva, risultano 48 le attività soggette comprese nel citato allegato 1, per le quali la Regola Tecnica Orizzontale (RTO) del Codice rappresenta l'unico riferimento progettuale possibile.

Peraltro, è entrato in vigore il d.m. 18 ottobre 2019, Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139» (19A06608) (GU Serie Generale n. 256 del 31 ottobre 2019 - Suppl. Ordinario n. 41).

Le motivazioni di tale revisione si leggono in premessa all'articolato:

Ritenuto necessario proseguire il percorso di aggiornamento delle vigenti disposizioni tecniche in materia di prevenzione incendi sulla base dei più aggiornati standard internazionali;

Ravvisata l'opportunità, in ragione dell'entità delle modifiche apportate, di sostituire integralmente alcune sezioni dell'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno del 3 agosto 2015, anche per favorire una più immediata lettura del testo.

Da ultimo si segnala la pubblicazione del d.m. 14 febbraio 2020¹ recante "Aggiornamento della sezione V dell'allegato 1 al decreto 3 agosto 2015, concernente l'approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi" (20A01155) (GU Serie Generale n. 57 del 6 marzo 2020), che aggiorna le cinque RTV finora pubblicate permettendo un completo allineamento con le modifiche introdotte dal d.m. 18 ottobre 2019.

In realtà le "nuove" RTV, pur sottolineando esplicitamente la necessità della valutazione del rischio incendio, non riportano alcuna variazione sostanziale, eccettuata la correzione di un refuso nella tab. V.4-4 della RTV V.4 Uffici e dell'esplicitazione di qualche allineamento con la nuova versione del Codice (es.: par. V.5.4.4 della RTV V.5 Attività ricettive turistico-alberghiere); anche per questo motivo, nel prosieguo della pubblicazione, si continueranno a menzionare i decreti originari afferenti alla pubblicazione delle RTV.

Per valutare e verificare l'accoglimento del nuovo approccio alla progettazione antincendio, già nel 2016 il Consiglio Nazionale Ingegneri aveva curato la realizzazione di un primo sondaggio per testare la conoscenza ed il reale utilizzo del Codice di prevenzione incendi.

¹ Nell'Allegato 2 del d.m. 14 aprile 2020 sono riportate alcune correzioni relative alle classificazioni contenute nelle RTV V.4, RTV V.5 e RTV V.7

In quell'occasione il sondaggio vide coinvolti più di 2000 ingegneri - il 6,3% iscritti negli elenchi del Ministero dell'Interno come "professionisti antincendio" - in merito al ricorso al Codice come metodo di progettazione per i progetti e le richieste di deroghe.

I risultati, pubblicati dal CNI sul proprio sito (www.tuttoingegnere.it) il 17 ottobre 2016, evidenziano un notevole interesse verso le nuove potenzialità introdotte dal Codice ma, allo stesso tempo, un utilizzo non ancora sufficientemente diffuso dello stesso: oltre il 62% dei progettisti, infatti, pur avendo frequentato corsi di formazione incentrati sull'utilizzo del Codice, non ha ancora provato ad utilizzarlo.

I professionisti che dichiarano di averlo adottato non hanno fatto ricorso alle cosiddette soluzioni alternative. Probabilmente, a causa della percepita complessità dello strumento normativo e conseguente aumento della responsabilità, al Codice è stato preferito il più "consolidato" metodo prescrittivo.

Successivamente, a quasi 4 anni dalla sua entrata in vigore, il Codice è stato oggetto di un nuovo sondaggio che ha analizzato tutti gli elementi riconosciuti critici nonché il grado di applicabilità e di conoscenza.

L'indagine ha coinvolto quasi cinquemila ingegneri, esclusivamente professionisti antincendio iscritti all'Albo, che hanno risposto alle domande del sondaggio in forma anonima.

L'iniziativa è stata curata dal Centro Studi del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, con il supporto del gruppo di lavoro sicurezza e prevenzione incendi del CNI.

I risultati del sondaggio hanno confermato l'accoglimento favorevole del Codice di prevenzione incendi e delle sue potenzialità da parte dei professionisti, anche se si confermava il ritardo nell'assimilazione dei nuovi metodi e la difficoltà ad *interiorizzare il cambiamento di approccio progettuale*.

Gran parte degli intervistati restituiva ancora sentimenti di incertezza e timore sulle responsabilità professionali conseguenti.

Sicuramente l'attività di miglioramento delle normative di settore relativamente agli aspetti di chiarezza ed uniformità favorirebbe la riduzione della percezione del "rischio professionale".

A conclusione del secondo sondaggio è emerso che gli ambiti soggetti ad *ampio margine di miglioramento sono le capacità comunicative e propositive dei progettisti nei confronti del committente e soprattutto la qualità dell'offerta formativa e di aggiornamento periodico da parte degli Ordini*.

A conferma dei risultati d'indagine presentati dal CNI, la Direzione Centrale Prevenzione e Sicurezza Tecnica del C.N.VV.F. ha riportato i dati di un'analisi statistica condotta sull'applicazione del Codice grazie al monitoraggio dei dati acquisiti dalle Direzioni Regionali dei VV.F..

Il periodo di riferimento considerato è: 18 novembre 2015 (data di entrata in vigore del Codice) - 31 gennaio 2018.

L'analisi ha restituito i seguenti elementi:

- incremento di attività di progettazione con il Codice (da 54 progetti/mese nei primi due anni e mezzo dall'entrata in vigore del Codice a 86 progetti/mese nell'ultimo anno disponibile);
- applicazione del Codice non uniforme sul territorio nazionale (complessivamente il 60% dei progetti è stato presentato nelle regioni del centro-nord Italia - Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna e Toscana);
- utilizzo quasi esclusivo di soluzioni conformi;
- costanza del numero di progetti con soluzione conforme (indice di appropriatezza delle soluzioni tecniche associate ad un dato livello di prestazione);
- ricorso a soluzioni alternative per aspetti strutturali (resistenza al fuoco e compartimentazione) e per l'esodo;
- 82% delle pratiche è stato evaso con esito positivo (favorevole o favorevole condizionato).

Le elaborazioni statistiche hanno indicato che, per incrementare l'applicazione del Codice è necessario ampliare il numero delle attività progettabili con il ricorso all'approccio RTO/RTV e, quindi, emanare altre RTV per specifiche attività.

Tenuto conto dei risultati delle indagini fin qui condotte, al fine quindi di illustrare le potenzialità del Codice e di fornire degli strumenti esplicativi incentrati su esempi pratici di progettazione, che sembrano rappresentare un'esigenza particolarmente sentita dai professionisti del settore, è stata attivata una collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente - Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale - Università di Roma "Sapienza", il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici - Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro e il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (C.N.VV.F.).

Sono stati e saranno quindi sviluppati, secondo l'approccio e con gli obiettivi sopra evidenziati, una serie di compendi riguardanti, fondamentalmente, le dieci misure della strategia antincendio presenti nel Codice.

La presente pubblicazione si occupa delle tematiche relative alla misura *S.1 Reazione al fuoco*.

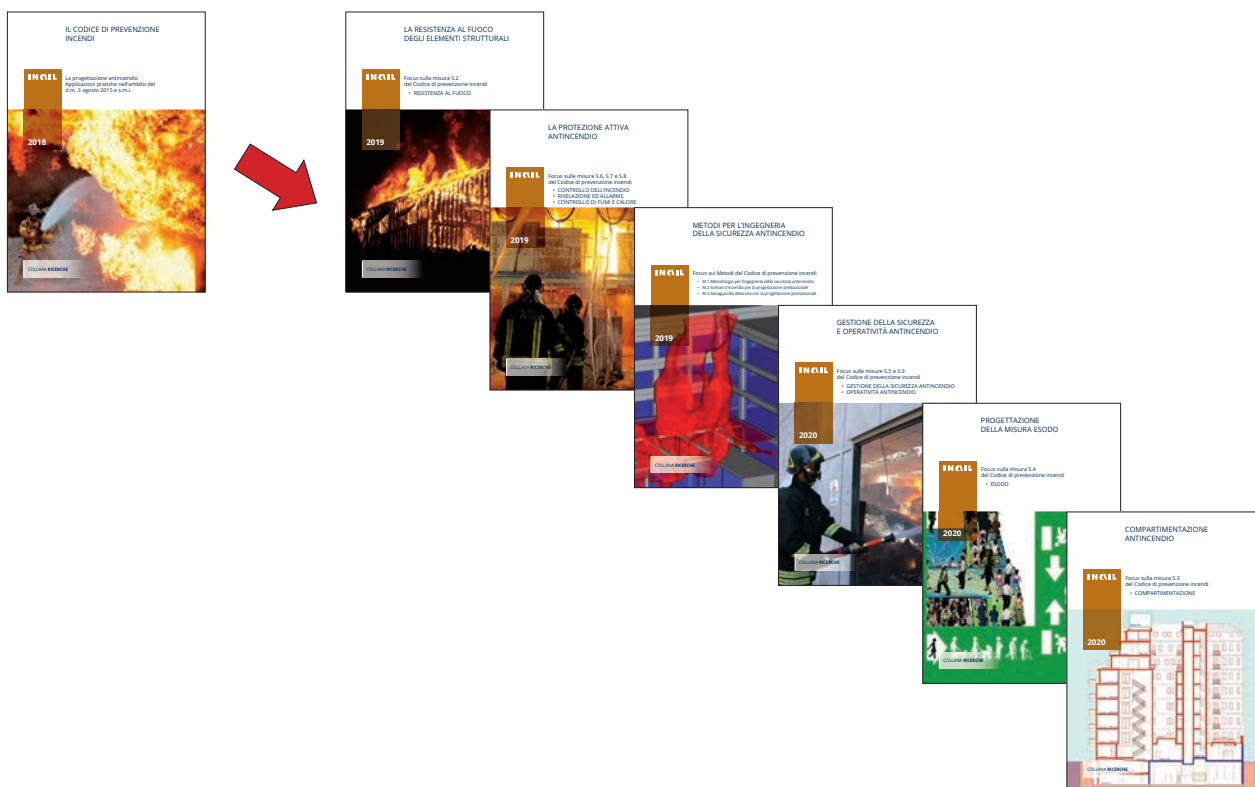
I risultati di tale attività potranno costituire, negli intenti dei promotori dell'attività di ricerca, uno strumento di supporto nella progettazione e gestione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro e uno spunto di riflessione per i professionisti antincendio e, anche a scopo didattico, un ausilio pratico per gli studenti interessati alla formazione specialistica in materia di progettazione antincendio.

1. Obiettivi

L'utilizzo della metodologia del caso studio, normalmente adottata nel campo della ricerca empirica come tecnica che ha la funzione di approfondimento di una questione, nello specifico, si ritiene possa favorire l'apprendimento dei metodi e degli strumenti offerti dal Codice, illustrandone l'applicazione pratica in contesti reali.

Il caso studio consiste nella descrizione di una situazione realistica, a partire dalla quale s'intenderebbe sviluppare nel lettore le capacità analitiche necessarie per affrontare, in maniera sistematica, una situazione reale, nella sua effettiva complessità.

L'obiettivo del ricorso al caso studio, quindi, non è quello di risolvere un problema, bensì di fornire al lettore degli strumenti pratici volti ad affrontare le varie problematiche reali, ad inquadrarle normativamente ed a collocarle nell'ambito del protocollo fornito dal Codice.



Nella presente pubblicazione, saranno descritte alcune applicazioni inerenti lo studio della misura S.1 *Reazione al fuoco*.

Si rappresenta che la presente pubblicazione ha scopo divulgativo e non costituisce in alcun modo una linea guida né un canone interpretativo vincolante.

I casi studio trattati si riferiscono a situazioni ipotizzate dagli autori a soli fini esplicativi.

I giudizi di valore rappresentano l'opinione degli autori ed in nessun caso costituiscono istruzioni in merito a soluzioni tecniche vincolanti.

Anche l'impiego di modelli di calcolo, formule, valutazioni, grafici e tabelle sono riportati nella presente pubblicazione al solo fine divulgativo e pertanto viene declinata qualsiasi responsabilità in merito all'effettivo utilizzo degli stessi.

In ogni caso gli autori declinano qualsiasi responsabilità in merito alle soluzioni tecniche illustrate ed alla loro eventuale concreta applicazione.

2. Introduzione

Il presente quaderno della collana è dedicato all'approfondimento applicativo della misura S.1 *Reazione al fuoco* del Codice di prevenzione incendi.

La reazione al fuoco è una misura antincendio di protezione passiva che manifesta i suoi effetti nella fase di prima propagazione dell'incendio, con l'obiettivo di limitare l'innescò dei materiali e la propagazione stessa dell'incendio.

Essa, pertanto, si riferisce al comportamento al fuoco dei materiali nelle effettive condizioni di applicazione, con particolare riguardo al grado di partecipazione all'incendio che essi mostrano in condizioni standardizzate di prova.

La reazione al fuoco è una caratteristica dei prodotti o elementi che viene convenzionalmente espressa in classi sulla base di prove sperimentali.

I parametri che determinano la classe di reazione al fuoco sono valutati con prove di laboratorio eseguite in conformità a norme tecniche di riferimento.

Nelle norme tecniche di prova sono descritti il modello di fuoco, l'apparecchiatura di prova, le procedure di esecuzione della prova e gli elementi che simulano gli scenari di riferimento per la valutazione della partecipazione al fuoco del prodotto o materiale sottoposto a prova.

Atteso inoltre, che il Codice ha introdotto, nell'ambito della misura antincendio reazione al fuoco, di cui al Cap. S.1, e con riferimento alle soluzioni conformi prospettate per i livelli di prestazione II, III, IV ivi previsti, la richiesta di prestazione di reazione al fuoco anche per i cavi elettrici o di segnalazione, qualora le condutture non siano incassati in materiali incombustibili, emerge la necessità, per il professionista antincendio di comprendere anche il sistema di classificazione europea di reazione al fuoco per i cavi elettrici, descritto nella norma EN 50575:2014+A1:2016 ed elaborata anch'essa a supporto del secondo requisito essenziale (Sicurezza in caso di incendio) del Regolamento CPR relativo ai prodotti da costruzione (UE) n. 305/2011.

Giova al riguardo osservare che il sistema di classificazione europea di reazione al fuoco per i cavi elettrici è regolato dalla EN 13501-6, che prevede metodi di prova e di classificazione diversi da quelli previsti per gli altri prodotti da costruzione di cui alla norma EN 13501-1.

La pubblicazione è stata redatta con riferimento alla versione aggiornata del Codice ai sensi del d.m. 18 ottobre 2019 recante modifiche all'allegato 1 al d.m. 3 agosto 2015, recante *"Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139"* per quanto riguarda la RTO e al d.m. 14 febbraio 2020 per quanto riguarda le RTV riguardanti *Uffici, Attività ricettive, Attività scolastiche e Attività commerciali*, al d.m. 15 maggio 2020 per quanto riguarda la RTV sulle *Autorimesse*, al d.m. 6 aprile 2020 per quanto riguarda la RTV sugli *Asili nido*, al d.m. 10 luglio 2020 per quanto riguarda la RTV su *Musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati*, alle bozze di RTV approvate nel corso delle riunioni del Comitato Centrale Tecnico Scientifico di prevenzione incendi del Ministero dell'interno per quanto riguarda le *Strutture sanitarie, gli Edifici di civile abitazione, lo Stoccaggio e trattamento dei rifiuti e gli Edifici tutelati (punto 72 del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151) ad esclusione di biblioteche, archivi, musei, gallerie, mostre*.

La pubblicazione contiene esempi di progettazione di alcune attività, redatti focalizzando l'attenzione sulla misura S.1, in relazione alla quale sono state applicate sia *soluzioni conformi* che una o più *soluzioni alternative*, anche applicando i metodi suggeriti dal Codice.

In particolare, dopo un doveroso richiamo delle regolamentazioni sopra citate limitatamente alla misura S.1, i casi studio riguardano:

- un edificio storico adibito ad attività scolastica;
- un edificio storico adibito ad attività uffici aperti al pubblico;
- un edificio adibito ad attività commerciale;
- un edificio storico adibito ad attività ricettiva turistico - alberghiera;
- un edificio storico adibito ad attività commerciale;
- un edificio adibito ad asilo nido.

Da ultimo, si segnala che in Appendice, al fine della comprensione del significato delle classi di reazione al fuoco, è riportata la descrizione del sistema di classificazione di reazione al fuoco di cui alle norme EN 13501-1, a supporto del requisito essenziale "Sicurezza in caso di incendio" del *Regolamento CE* relativo ai prodotti da costruzione (UE) n. 305/2011 e EN 13501-6 per i cavi elettrici.

3. Le soluzioni fornite dal Codice - la misura antincendio S.1



MISURA ANTINCENDIO: S.1 REAZIONE AL FUOCO

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'innesco 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

S.1.3 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

1. 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, atri, 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

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.1.4.
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 lorda interna delle vie d'uscita 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

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

S.1.4.2 Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

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

S.1.4.3 Soluzioni conformi per il livello di prestazione IV

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

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

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 e s.m.i.; 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 ...).
- 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*.
 - 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.
 - Il gruppo di materiali GM4 è costituito da tutti i materiali non compresi nei gruppi di materiali GM0, GM1, GM2, GM3.

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		1 IM		2 IM	
<i>Bedding</i> (coperte, copriletti, coprimaterassi)						
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)		[na]		[na]		[na]
Tendoni per tensostrutture, strutture pressostatiche e tunnel mobili	1		1		2	
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 COPERTURE

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]	1	B-s1,d0				
Partizioni interne, pareti, pareti sospese						
Rivestimenti a pavimento [1]						
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)	1	B _{fi} -s1	1	C _{fi} -s1	2	C _{fi} -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	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

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 ≤ 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

S.1.8 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.

S.1.9 Indicazioni complementari

1. 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 e s.m.i..
2. 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".

3. 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 evidenzia 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, ...).

S.1.8 Riferimenti

1. Si indicano i seguenti riferimenti:
 - a. Commissione europea, Direzione generale per le Imprese e l'industria, "Construction - Harmonised European Standards", documentazione da <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/declaration-of-performance>
 - b. Decreto del Ministero dell'Interno 10 marzo 2005 "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio";
 - c. Decreto del Ministero dell'Interno 26 giugno 1984 "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi";
 - d. Sezione "Prodotti antincendio sicuri" della pagina web: <http://www.vigilfuoco.it>

Osservazioni

Nella tabella S.1-5, la prestazione di reazione al fuoco è declinata solo in classe italiana poiché trattasi di materiali non qualificabili come prodotti da costruzione (*ovvero permanentemente inglobati nelle opere da costruzione*) e, come tali, commercializzati in regime di omologazione nazionale.

Si segnala che attualmente l'istituto dell'omologazione si applica:

1. ai materiali non qualificabili come prodotti da costruzione ai sensi del *Regolamento Prodotti da Costruzione CPR* (es.: mobili imbottiti, tendaggi, guanciali, materassi², sommier, ecc.);
2. ai prodotti da costruzione per i quali non è applicata la procedura ai fini della marcatura CE, ai sensi del CPR, in assenza di specificazioni tecniche o in applicazione volontaria delle procedure nazionali durante il periodo di coesistenza.

Per i suddetti prodotti, la commercializzazione finalizzata al successivo impiego e l'impiego nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi sono subordinati all'omologazione rilasciata ai sensi dell'art. 8 del decreto 26 giugno 1984 e successive modifiche, ovvero alle certificazioni emesse ai sensi dell'art. 10 del decreto medesimo.

Questo è il motivo per il quale nelle successive tabelle (S.1-6, S.1-7 e S.1-8) relative alle *soluzioni conformi* per i gruppi di materiali GM1, GM2, GM3, la prestazione di reazione al fuoco è declinata con la doppia classe italiana ed europea.



PROVA DI LABORATORIO SU PANNELLO RADIANTE - NORMA UNI 9174

Al fine di comprendere se un materiale è in obbligo di marcatura CE è necessario consultare la Gazzetta Ufficiale EU del 9 marzo 2018 di cui, nell'Appendice B, si riporta un estratto dall'elenco generale, relativo ai soli prodotti significativi dal punto di vista della reazione al fuoco.

² Per i materassi ortopedici o antidecubito vale la marcatura CE ai sensi del Regolamento UE sui presidi medici.

La reazione al fuoco nelle nuove RTV

REAZIONE AL FUOCO



Nella sezione V del Codice, con riferimento alle RTV vigenti e a quelle in fase di avanzata istruttoria, nel paragrafo relativo alla reazione al fuoco, ove presente, possono essere previste condizioni per spazi o ambienti particolari, vie d'esodo verticali, passaggi di comunicazione delle vie d'esodo orizzontali (es.: corridoi, atri, spazi calmi, filtri, ecc.), ove dovranno essere impiegati materiali appartenenti almeno ad un particolare gruppo GM.

In particolare:

Uffici (V.4)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa agli uffici³, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.1, il par. V.4.4.1 specifica che:

1. Nelle vie d'esodo verticali, passaggi di comunicazione delle vie d'esodo orizzontali (es. corridoi, atri, spazi calmi, filtri, ...) devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM2 di reazione al fuoco (Capitolo S.1).
2. Negli ambienti del punto 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).

Alberghi (V.5)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa agli alberghi⁴, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.1, il par. V.5.4.1 specifica che:

1. All'interno delle aree TC i mobili imbottiti e i tendaggi devono appartenere al gruppo di materiali GM2 (tabella S.1-4).
2. Ad esclusione delle aree TC, il limite di cui al punto 3 del paragrafo S.1.4 è elevato al 25% limitatamente per i rivestimenti in legno.

Autorimesse (V.6)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa alle autorimesse⁵, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la S.1, il par. V.6.5.1 specifica che:

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 rivestimento a pavimento: parquet, laminati, mattonelle, moquette, ...

Attività scolastiche (V.7)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa alle attività scolastiche⁶ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.1, il par. V.7.4.1 specifica che:

1. Nelle vie d'esodo verticali, passaggi di comunicazione delle vie d'esodo orizzontali (es. corridoi, atri, spazi calmi, filtri, ...) 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).

Attività commerciali (V.8)

³ d.m. 14 febbraio 2020 pubblicato in G.U. n. 57 del 6 marzo 2020 (ex d.m. 8 giugno 2016).

⁴ d.m. 14 febbraio 2020 pubblicato in G.U. n. 57 del 6 marzo 2020 (ex d.m. 9 agosto 2016) ed errata corrige di cui al d.m. 6 aprile 2020.

⁵ d.m. 15 maggio 2020 pubblicato in G.U. n. 132 del 23 maggio 2020.

⁶ d.m. 14 febbraio 2020 pubblicato in G.U. n. 57 del 6 marzo 2020 (ex d.m. 7 agosto 2017).

A seguito della pubblicazione della RTV relativa alle attività commerciali⁷ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.1, il par. V.8.5.1 specifica che:

1. In vie d'esodo verticali, passaggi di comunicazione delle vie d'esodo orizzontali (es. corridoi, atri, spazi calmi, filtri, ...) 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 indicati nella Tabelle S.1-5, S.1-6 e S.1-7 (Capitolo S.1).

Asili nido (V.9)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa agli asili nido⁸ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.1, il par. V.9.5.1 specifica che:

1. Nelle aree TA sono ammessi solo materiali del gruppo GM1.

Nota: I corredi personali dei bambini (es. coperte, coprilette, cuscini, ...) ed i giochi non sono da considerarsi materiali.

Musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati (V.10)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa a musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati⁹ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.1, il par. V.10.5.1 specifica che:

1. Nelle vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (es. corridoi, atri, filtri, ...) e spazi calmi devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM2 di reazione al fuoco (Capitolo S.1).
2. Non è richiesta la verifica dei requisiti di reazione al fuoco dei beni tutelati ivi compresi i beni costituenti arredo storico (librerie, cassettonati, tendaggi, poltrone, mobilio).

Edifici di civile abitazione (V.K)

A seguito dell'approvazione della RTV relativa agli edifici di civile abitazione¹⁰ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.1, il par. V.K.4.1 specifica che:

1. Nelle aree TA e TB, non sono richiesti requisiti minimi di reazione al fuoco.
2. Nelle vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (corridoi, atri, filtri, ...) e spazi calmi devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM2 di reazione al fuoco (Capitolo S.1).
3. Nelle vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (corridoi, atri, filtri, ...) e spazi calmi degli edifici di tipo HE ed HF devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM1 di reazione al fuoco (Capitolo S.1).
4. Ad esclusione degli edifici di tipo HE ed HF, è ammesso l'impiego di materiali appartenenti al gruppo GM3 di reazione al fuoco (Capitolo S.1) nei percorsi d'esodo degli edifici ove il livello di prestazione per la rivelazione ed allarme (Capitolo S.7) sia incrementato di almeno un livello rispetto a quanto prescritto.

Nota In merito alle caratteristiche delle facciate si rimanda alle previsioni dei capitoli S.1 ed S.3.

Attività di stoccaggio e trattamento rifiuti (V.X)

A seguito dell'approvazione della RTV relativa alle attività di stoccaggio e trattamento rifiuti¹¹, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.1, il par. V.X.4.1 specifica che:

1. L'eventuale tettoia di protezione dagli agenti atmosferici delle aree TSA deve essere realizzata con materiali appartenenti almeno al gruppo GM1 di reazione al fuoco (Capitolo S.1).
2. Le pareti delle aree TSP o TSB devono appartenere al gruppo GM0 di reazione al fuoco (Capitolo S.1).

⁷ d.m. 14 febbraio 2020 pubblicato in G.U. n. 57 del 6 marzo 2020 (ex d.m. 23 novembre 2018).

⁸ d.m. 6 aprile 2020 pubblicato in G.U. n. 98 del 14 aprile 2020.

⁹ d.m. 10 luglio 2020 pubblicato in G.U. n. 183 del 22 luglio 2020.

¹⁰ Approvata il 11 febbraio 2020 dal Comitato Centrale Tecnico Scientifico dei VV.F..

¹¹ Approvata il 30 settembre 2020 dal Comitato Centrale Tecnico Scientifico dei VV.F..

Classi di reazione al fuoco dei materiali in funzione dell'attività e del luogo di posa

In merito alla misura S.1 è da sottolineare la differente richiesta prestazionale per le vie di esodo rispetto agli altri ambiti dell'attività.

Le classi di reazione al fuoco dei materiali messi in opera lungo le vie di esodo e negli spazi calmi devono essere certamente migliori rispetto agli altri locali dell'attività per garantire la possibilità di raggiungere un luogo sicuro, o temporaneamente tale, dove fermarsi in attesa di assistenza.

Questa prescrizione va tenuta in conto nella progettazione degli spazi calmi.

Solitamente per i locali non aperti al pubblico (R_{vita} A) e relative vie d'esodo, la RTO non richiede la valutazione del contributo all'incendio da parte dei materiali ma si evidenzia che nelle specifiche RTV possono essere previste ulteriori prescrizioni, aggiuntive o sostitutive rispetto a quelle della RTO.

La tabella seguente, relativa alle RTV pubblicate in G.U., ne riassume i criteri più stringenti:

RVT	Attività soggetta	Vie d'esodo e spazi calmi	Altri locali
4	Uffici	Fino a GM2 ^(a)	Vedi RTO (GM3 o GM4) ^(b)
5	Alberghi	Vedi RTO (fino a GM2) ^(d)	Vedi RTO ^{(c)(d)} (GM3)
6	Autorimesse	Vedi RTO (fino a GM2 o GM3 o GM4) ^(f)	Fino a GM3 per le aree TA ^(e)
7	Attività scolastiche	Fino a GM2 ^(a)	Vedi RTO (GM3 o GM4) ^(b)
8	Attività commerciali	Fino a GM2 ^(g)	Vedi RTO (GM3 o GM4) ^(h)
9	Asili nido	Vedi RTO (fino a GM2 o GM3 o GM4) ^(f)	Aree TA: solo GMO e GM1 ⁱ⁾
10	Musei, gallerie, esposizioni, ecc.	Fino a GM2 ^{j)}	Vedi RTO (GM3 o GM4) ^(b)
Note			
<p>a. Ammesso anche il GM3 se incremento di un livello per misure S.6 ed S.7;</p> <p>b. In base al profilo di rischio R_{vita}: per B2 e B3 è richiesto il GM3; per B1 ed A è ammesso anche il GM4;</p> <p>c. Nelle aree TC i mobili imbottiti e i tendaggi devono essere in GM2;</p> <p>d. Ad esclusione delle aree TC sono ammessi rivestimenti in legno (GM4) fino al 25% della superficie lorda;</p> <p>e. GM3 anche per aree TA delle autorimesse tipo SA con R_{vita} A1-4. Per le pavimentazioni ammesso anche il GM4;</p> <p>f. In base al profilo di rischio R_{vita}: per B2 e B3 è richiesto il GM2; per B1 è ammesso anche il GM3; per A è ammesso anche il GM4;</p> <p>g. La RTV 8 non prevede la possibilità di utilizzare il GM3 se si incrementa livello di prestazione di S.6 ed S.7;</p> <p>h. Nelle aree TA (tutti i profili R_{vita}, quindi compreso il B1) è richiesto almeno il GM3 per materiali di rivestimento e completamento, isolamento, impianti (no per arredi);</p> <p>i. Per le altre aree, vedere RTO;</p> <p>j. La RTV10 non prevede la possibilità di utilizzare il GM3 se incremento livello di prestazione di S.6 ed S.7.</p>			

4. La misura antincendio reazione al fuoco

La definizione di reazione al fuoco inserita nel Codice, invece, recita:

“La reazione al fuoco è una misura di protezione passiva che esplica i suoi principali effetti nella fase di prima propagazione dell'incendio, con l'obiettivo di limitare l'innescò dei materiali e la propagazione stessa dell'incendio. Essa si riferisce al comportamento al fuoco dei materiali nelle effettive condizioni finali di applicazione, con particolare riguardo al grado di partecipazione all'incendio che essi manifestano in condizioni standardizzate di prova”.

La reazione al fuoco di un materiale consente, a valle di specifici test, di determinare se il materiale è in grado di ritardare lo sviluppo dell'incendio, scongiurandone o almeno rallentarne la propagazione.

Conseguentemente, alcuni materiali posseggono caratteristiche tali da poter essere installati lungo i percorsi d'esodo, mentre altri possono essere installati unicamente negli ambienti interni.

Il comportamento al fuoco, nelle reali condizioni di applicazione, dei prodotti da costruzione viene testato nei laboratori autorizzati¹², determinando la classe di reazione al fuoco.

In ogni caso, l'impiego di prodotti da costruzione con un'adeguata classe di reazione al fuoco:

- riduce la velocità di propagazione dell'incendio;
- limita l'eventualità che l'incendio coinvolga altri materiali combustibili presenti;
- favorisce l'aumento del tempo di esodo a disposizione per gli occupanti.

Con riferimento alle prove europee, le caratteristiche di reazione al fuoco sono definite a seconda dei metodi di prova utilizzati che verificano, in funzione del metodo specifico, le seguenti caratteristiche:

- durata dell'incendio;
- perdita di massa;
- aumento della temperatura;
- potere calorifico superiore;
- tendenza a produrre gocce infiammate/accese;
- calore totale rilasciato e la velocità di rilascio;
- tendenza a produrre fumi densi e opachi;
- propagazione della fiamma lungo il campione di prova.

Per le prove Italiane, le caratteristiche di reazione al fuoco sono definite a seconda dei metodi di prova utilizzati e in funzione del metodo specifico prevedono sempre un lavaggio e/o precondizionamento caratteristico, non previsto invece dalle norme europee.

I metodi di prova servono a verificare le seguenti caratteristiche:

- durata dell'incendio;
- perdita di massa;
- aumento della temperatura;
- velocità di propagazione della fiamma;
- estensione della zona danneggiata;
- tendenza a produrre gocce infiammate/accese;
- tempo di post combustione per i prodotti imbottiti,
- tempo di post incandescenza sul provino.

Un materiale di finitura con una buona prestazione di reazione al fuoco, ad esempio come un materiale di classe 1 italiana, permette di limitare la propagazione dell'incendio, se non l'inibizione dell'innescò.

Se il materiale viene installato in opera difformemente dalle condizioni di prova, non si ha più la garanzia del comportamento atteso di quel materiale nel corso dell'incendio.

Ad esempio, un manufatto tessile in classe 1, posato su pavimento non combustibile, conserva le medesime caratteristiche dei test di prova se testato in appoggio su supporto incombustibile.

La stessa pavimentazione, posata sopra un supporto combustibile, deve essere nuovamente certificata, al fine di determinare la classe di reazione al fuoco, in riferimento ai due materiali pavimentazione e supporto.

È sempre opportuno leggere la “modalità di impiego” e di “posa in opera” nel Certificato di Prova.

¹² https://www.vigilfuoco.it/asp/asp/page.aspx?IdPage=10265#ancora_laboratori

Si segnala che, nel caso in cui un prodotto sia marcabile CE, in quanto esiste una norma armonizzata, la procedura di omologazione viene sostituita dalla "marcatura CE".

Quando si tratta di classe europea per la marcatura CE, si deve andare oltre la classe in DoP (Dichiarazione di Prestazione) approfondendo il campo di applicazione di detta classe nel Rapporto di Classificazione.

Nell'ultima pagina di detti rapporti, emessi ai sensi della norma EN 13501-1 (o altre parti se trattasi di tetti, cavi o resistenza al fuoco), si trova infatti un paragrafo ben identificato in cui viene riportata la validità di quella classe in relazione al tipo di substrato usato, modalità di impiego e posa, colori coperti ed eventuali altre caratteristiche nel caso la norma armonizzata conceda già delle estensioni di suo o nel caso siano state eseguite più prove per fare una applicazione diretta o estesa del campo di validità.

Nelle figure seguenti viene mostrato dove cercare le informazioni sull'impiego e campo di applicazione nel Certificato italiano e l'ultima parte di un Rapporto di Classificazione EN 13501-1.



Laboratorio autorizzato dal Ministero dell'Interno con codice n. RND13F01 del 13 maggio 2020 (G.U. n. 126 del 1 giugno 2020)

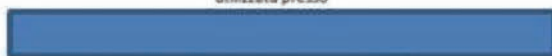
CERTIFICATO DI PROVA N. [REDACTED]

emesso ai sensi dell'art. 10 del decreto del Ministero dell'Interno del 26 giugno 1984 concernente "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi" (Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 234 del 25 agosto 1984) modificato con decreto del Ministero dell'Interno del 3 settembre 2001 (Gazzetta Ufficiale n. 242 del 17 ottobre 2001)

Visto l'esito degli accertamenti effettuati si certifica che alla

gomma di colore nero

utilizzata presso



verbale di prelievo del materiale: dichiarazione del 15 febbraio 2021 riportata sulla scheda tecnica e [REDACTED] di Legale Rappresentante della ditta



impiegata come
pavimentazione

posta in opera

incollato su supporto incombustibile

è attribuita, in conformità alla norma UNI 9177, la classe di reazione al fuoco

1 (uno)

Il presente certificato è valido unicamente per la campionatura sottoposta a prova.

Pratica:

[REDACTED] s.p.A. - Strada 3/Boca Uno, 80 -
47043 Gattai (PC) - Italia

Il presente documento è composto da n. 1 pagina ed è integrato da n. 2 allegati con i risultati di prova e la documentazione tecnica del produttore.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, estrapopolando parti di interesse a discrezione del cliente, con il rischio di favorire una interpretazione non corretta dei risultati, fatto salvo quanto definito a livello contrattuale.

I risultati si riferiscono solo all'oggetto in esame, così come ricevuto, e sono validi solo nelle condizioni in cui l'attività è stata effettuata.

L'originale del presente documento è costituito da un [REDACTED]

Bellaria-Igea Marina - Italia, 24 marzo 2021



Laboratorio autorizzato dal Ministero dell'Interno con codice n. 00018901 del 13 maggio 2010 (D.U. n. 126 del 1 giugno 2010)

CERTIFICATO DI PROVA N. [redacted]

emesso ai sensi dell'art. 8 del decreto del Ministero dell'Interno del 26 giugno 1984 concernente "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi" (Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 234 del 25 agosto 1984) modificato con decreto del Ministero dell'Interno del 3 settembre 2001 (Gazzetta Ufficiale n. 242 del 17 ottobre 2001)

Visto l'esito degli accertamenti effettuati si certifica che al **materiale di arredamento**

prodotto da

[redacted]

denominato

[redacted]

impiegato come

tendaggio, sipario, drappeggio

posto in opera

sospeso, suscettibile di prendere fuoco su entrambe le facce

è attribuita, in conformità alla norma UNI 9177, la classe di reazione al fuoco

1 (uno)

Il presente certificato è valido unicamente per la campionatura sottoposta a prova.

Bellaria-Igea Marina - Italia, 12 marzo 2021

Il Direttore del Laboratorio di Reazione al Fuoco (Dott. Ing. Giambattista Triana)

[Signature]

L'Amministratore Delegato (Dott. Arch. Sara Lorenza Giordano)

[Signature]
Firma digitale di SARA LORENZA GIORDANO



Istituto Giordano S.p.A. - Strada Erbosa Uno, 80 - 47042 Gattico (RC) - Italia

Il presente documento è composto da n. 2 pagine ed è integrato da n. 2 allegati con i risultati di prova e la documentazione tecnica del produttore.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, estragendo parti di interesse a discrezione del cliente, con il rischio di fornire una interpretazione non corretta dei risultati, fatto salvo quanto definito a livello contrattuale.

I risultati e i riferimenti sono all'oggetto in esame, così come ricevuto, e sono validi solo nelle condizioni in cui l'attività è stata effettuata.

L'originale del presente documento è costituito da un documento informatico firmato digitalmente ai sensi della legislazione italiana applicabile.

Direttore del Laboratorio di Reazione al Fuoco: Dott. Ing. Giambattista Triana

Compilatore: Francesca Marchetti
Bentornato Per. Ind. Andrea Coltracco

Pagina 1 di 1


ACCREDIA
 CENTRO ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 0021 L

Classificazione e campo di applicazione

Classification and field of application

Riferimento di classificazione

Reference of classification

Questa classificazione viene definita in accordo con la norma UNI EN 13501-1:2019.

This classification is assigned in accordance with standard UNI EN 13501-1:2019.

Classificazione

Classification

L'oggetto "██████████ ALL", in relazione al suo comportamento di reazione al fuoco, è classificato:

The item "8 ██████████" relation to its reaction to fire behaviour, is classified:

B

La classificazione aggiuntiva in relazione alla produzione di fumo è:

The additional classification in relation to smoke production is:

s1

La classificazione aggiuntiva in relazione alla cadute di gocce/particelle incendiate è:

The additional classification in relation to flaming driplets/particles is:

d0

La classificazione finale di reazione al fuoco del prodotto da costruzione è:

The final reaction to fire classification of the construction product is:

Classificazione / Classification: B - s1, d0

Campo di applicazione

Field of application

Questa classificazione è valida per i seguenti parametri dell'oggetto:

This classification is valid for the following item parameters:

Spessore <i>Thickness</i>	8 mm
Massa volumica <i>Density</i>	1200 kg/m ³
Colore <i>Colour</i>	trasparente <i>transparent</i>

e per le seguenti condizioni di uso finali:

and for the following end use applications:

Tipo di installazione <i>Type of installation</i>	libero <i>free standing</i>
--	--------------------------------



LAB N° 0021 L

Classificazione e campo di applicazione

Classification and field of application

Riferimento di classificazione

Reference of classification

Questa classificazione viene definita in accordo con la norma UNI EN 13501-1:2019.

This classification is assigned in accordance with standard UNI EN 13501-1:2019.

Classificazione

Classification

L'oggetto "██████████", in relazione al suo comportamento di reazione al fuoco, è classificato:

The item "██████████" in relation to its reaction to fire behaviour, is classified:

B

La classificazione aggiuntiva in relazione alla produzione di fumo è:

The additional classification in relation to smoke production is:

s2

La classificazione aggiuntiva in relazione alla cadute di gocce/particelle incendiate è:

The additional classification in relation to flaming droplets/particles is:

d0

La classificazione finale di reazione al fuoco del prodotto da costruzione è:

The final reaction to fire classification of the construction product is:

Classificazione / Classification: B - s2, d0

Campo di applicazione

Field of application

Questa classificazione è valida per le seguenti condizioni di uso finali:

This classification is valid for the following end use applications:

Tipo di installazione <i>Type of installation</i>	non ventilata, con intercapedine ≥ 40 mm <i>not ventilated with air gap ≥ 40 mm</i>
Tipo di substrato <i>Type of substrate</i>	materiale in classe di reazione al fuoco A2-s1,d0 o A1 e di massa volumica ≥ 525 kg/m³ <i>material of reaction to fire class A2-s1,d0 or A1 and density ≥ 525 kg/m³</i>

Norme antincendio

Al link del sito dei VV.F. <http://www.vigilfuoco.it/asp/page.aspx?IdPage=10265> sono riportate le risoluzioni¹³, disposizioni, note, comunicazioni e circolari emanate nel settore della reazione al fuoco a partire dalla data di emanazione del d.m. 26 giugno 1984.

Al medesimo link è possibile consultare l'elenco dei laboratori autorizzati ad emettere certificazioni nel settore della reazione al fuoco in base al d.m. 26 marzo 1985.

- d.m. 26 giugno 1984, Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi;
- d.m. 14 gennaio 1985, Attribuzione ad alcuni materiale della classe di reazione al fuoco 0 (zero) prevista dall'allegato A1.1 al d.m. 26 giugno 1984: "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi";
- Circolare 27 MI (SA) del 21 settembre 1985, Caratteristiche non essenziali di omologazione nel campo della reazione al fuoco. Estensione delle omologazioni;
- Circolare n. 17 MI (SA) del 16 aprile 1987, Omologazioni ed estensioni delle omologazioni per i materiali omogenei prodotti in spessori e colori variabili;
- Nota Min. n. 15580/4190 sott. 3 del 30 dicembre 1993 - Omologazione di serie di mobili imbottiti;
- Circolare n. 3 MI.SA. (95) 3 del 28 febbraio 1995;
- Nota prot. NS 2809/4190 sott. 3 del 5 luglio 1995, Omologazioni di serie di materassi, guanciali e supporti imbottiti per materassi sommier);
- Nota Min. Prot. NS 2580/4190 sott. 3 del 8 maggio 1996, Omologazione di materassi e guanciali;
- Nota Min. Prot. n. NS 6859/4190 sott. 3 del 22 novembre 1996, Procedure per la richiesta di omologazione dei materiali ai sensi del d.m. 26 giugno 1984;
- d.m. 3 settembre 2001, Modifiche ed integrazioni al d.m. 26 giugno 1984 concernente classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi;
- Lettera Circolare Prot. n. 7590/4190 sott. 3 del 15 novembre 2001, Attuazione del d.m. 3 settembre 2001 recante "Modifiche ed integrazioni al d.m. 26 giugno 1984 concernente classificazione di Reazione al Fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi";
- Circolare n. 13 del 16 ottobre 2002, dd.mm. dd.mm. 26 giugno 1984 e 3 settembre 2001 - Omologazione di divani-letto e poltrone-letto ai fini della reazione al fuoco;
- Circolare n. 22 del 24 novembre 2003, dd.mm. 26 giugno 1984 e 3 settembre 2001 - Omologazione di copriletti e coperte ai fini della reazione al fuoco;
- Circolare n. 7 del 18 giugno 2004, dd.mm. 26 giugno 1984 e 3 settembre 2001 - Omologazione di mobili fissati, e non, agli elementi strutturali, realizzati con più materiali omogenei;
- d.m. 5 agosto 1991, Commercializzazione e impiego in Italia dei materiali destinati all'edilizia legalmente riconosciuti in uno dei Paesi CEE sulla base delle norme di reazione al fuoco;
- Circolare n. 18 del 3 agosto 1998, Reazione al fuoco dei materiali - d.m. 5 agosto 1991 - Procedura per il rilascio dell'omologazione da parte del Ministero dell'Interno per prodotti già omologati in un paese dell'Unione Europea;
- d.m. 10 marzo 2005, Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio.
- d.m. 15 marzo 2005, Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;
- Circolare n. 10 del 21 aprile 2005, d.m. 10 marzo 2005 concernente "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della "sicurezza in caso d'incendio". Chiarimenti e primi indirizzi applicativi;
- d.m. 25 ottobre 2007, Modifiche al d.m. 10 marzo 2005, concernente classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione a impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;
- d.m. 16 febbraio 2009, Modifiche ed integrazioni al d.m. 15 marzo 2005 recante i requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione;
- Lettera Circolare n. 5643 del 31 marzo 2010, Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili;
- Lettera Circolare n. 5043 del 15 aprile 2013, Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili - aggiornamento.

¹³ Al link evidenziato è possibile consultare tutte le risoluzioni menzionate nell'elenco.

Legislazione comunitaria

- Direttiva 89/106/CEE, comunemente detta CPD - Construction Products Directive;
- Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011(CPR) (che ha abrogato la Direttiva 89/106/CEE).

Normative tecniche - standard UNI

UNI EN 13501

La norma UNI EN 13501-1 disciplina la classificazione di reazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione; la classificazione europea prevede:

- lettere maiuscole **A, B, C, ...**, che indicano la partecipazione all'incendio del materiale;
- lettere minuscole **s1, s2, s3** valori che indicano, in aumento, la densità ottica dei fumi;
- lettere minuscole **d0, d1, d2** valori che indicano, in aumento, la pericolosità del gocciolamento.

Pur in presenza di una classificazione europea, in Italia è ancora necessaria l'omologazione nazionale, eccetto per quei prodotti per i quali esiste una norma di prodotto europea, quindi con l'obbligo di marcatura CPR.

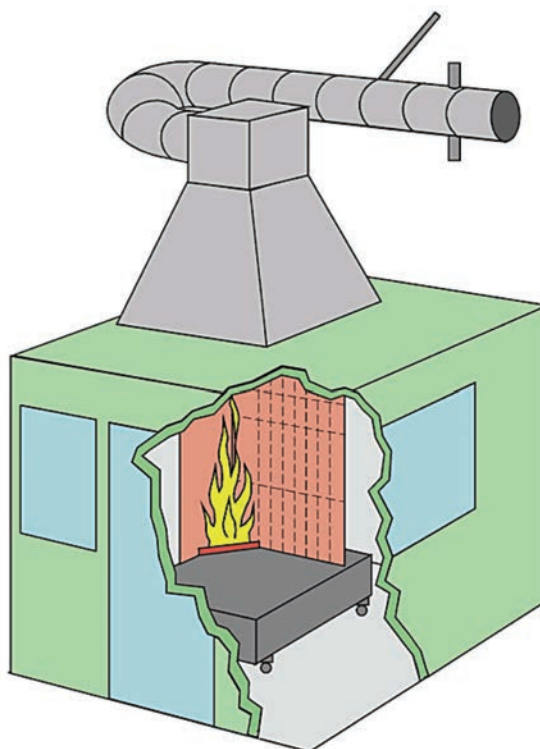
In caso di marcatura CPR i materiali vengono classificati secondo le Euroclassi A1, A2, B, ..., F; i materiali classificati A1 sono incombustibili e quelli certificati A2, B, C, D, E, F bruciano in ordine crescente di partecipazione alla combustione.

Una comparazione tra le classi italiane ed europee non è possibile, in quanto i metodi e i criteri di valutazione sono diversi e tra loro incomparabili.

Tuttavia, il d.m. 15 marzo 2005 (come modificato dal d.m. 16 febbraio 2009) riporta alcune tabelle che comparano le classi italiane con quelle europee, al fine di poter applicare le regole tecniche "tradizionali" di prevenzione incendi che richiedono una determinata reazione al fuoco, ad esempio:

Tabella 3 - Prodotti installati in altri ambienti (impiego a soffitto)

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s3,d0)
II	Classe 2	(B-s1,d1), (B-s2,d1), (B-s3,d1), (C-s1,d0), (C-s2,d0), (C-s3,d0)
III	Classe 3	(C-s1,d1), (C-s2,d1), (C-s3,d1), (D-s1,d0), (D-s2,d0)



PROVA DI ESPOSIZIONE TERMICA MEDIANTE UN SINGLE BURNING ITEM S.B.I. (UNI EN 13823)

5. La classificazione al fuoco dei materiali

Il Regolamento Prodotti da Costruzione

La direttiva europea 89/106/CEE, o direttiva prodotti da costruzione, comunemente detta CPD - *Construction Products Directive*, è una direttiva europea emanata il 21 dicembre 1988 e recepita in Italia con il d.p.r. n. 246 del 21 aprile 1993.

Ha avuto l'obiettivo di assicurare che i prodotti da costruzione immessi sul mercato fossero costruiti o realizzati in modo che l'opera di costruzione nella quale fossero integrati rispettasse alcuni requisiti ritenuti essenziali per la sicurezza, la salute e altre esigenze di ordine collettivo dell'utenza.

Il Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011(CPR), entrato in vigore il 1 luglio 2013, partendo dai principi della CPD 89/106/CEE da esso sostituita, introduce novità e obblighi per gli operatori economici (fabbricanti, mandatari, distributori, importatori) operanti nel mercato dei prodotti da costruzione, fissando le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, attraverso sette requisiti di base.

Tali sette requisiti di base, necessari per una *durata di servizio economicamente adeguata*, sono relativi a: 1) resistenza meccanica e stabilità 2) sicurezza in caso di incendio 3) igiene, salute e ambiente 4) sicurezza e accessibilità nell'uso 5) protezione contro il rumore 6) risparmio energetico e ritenzione del calore 7) uso sostenibile delle risorse naturali.

Solo i materiali conformi ai requisiti del Regolamento CPR e delle corrispondenti Norme Armonizzate possono riportare la marcatura CPR ed essere quindi immessi sul mercato nei Paesi dello Spazio Economico Europeo.

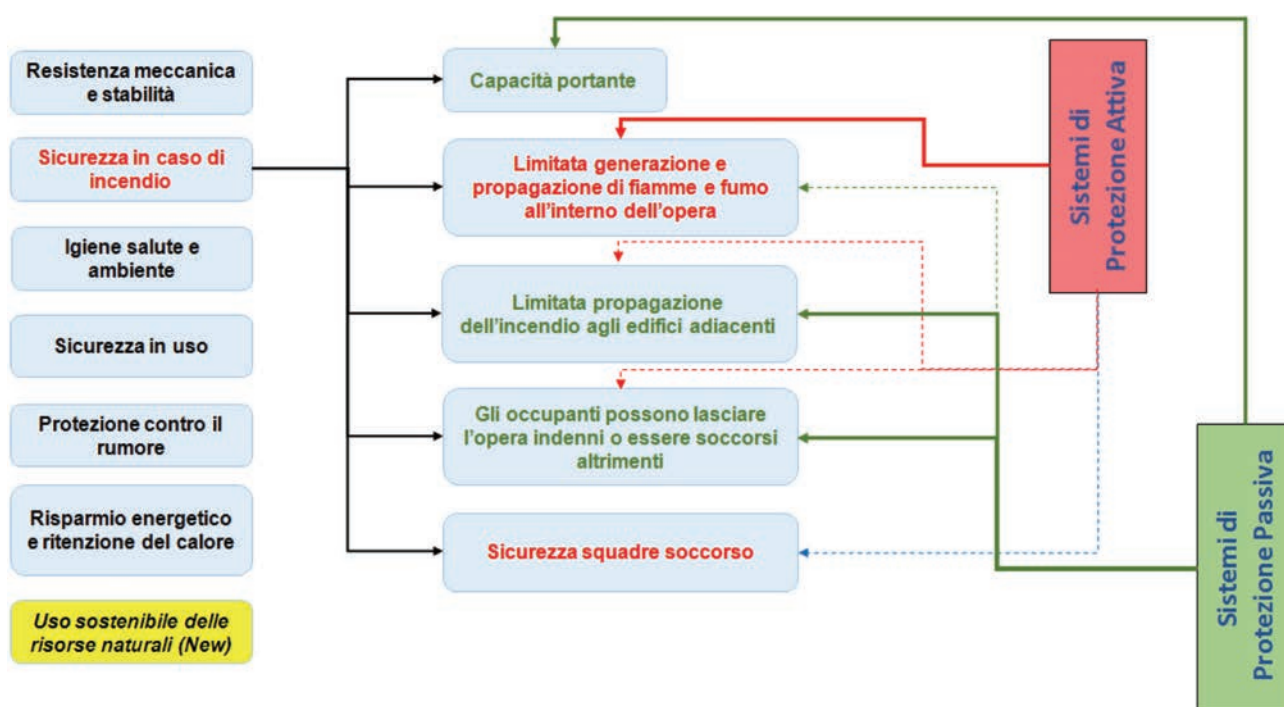
Obiettivo della CPD era facilitare la libera circolazione dei prodotti nel mercato interno senza ridurre i livelli di sicurezza (RE) esistenti negli stati membri, mediante il riavvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative concernenti i prodotti da costruzione.

Per *prodotto da costruzione* si intende qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere *permanentemente incorporato* in opere da costruzione (edifici e opere di ingegneria civile), considerando la rimozione come una riduzione della prestazione delle opere.

Il prodotto destinato ad essere impiegato in opere da costruzione può essere immesso sul mercato solo se idoneo all'impiego previsto (il termine è usato solo nella CPD, nelle altre direttive si parla di presunzione di conformità ai requisiti essenziali).

I Requisiti Essenziali sono applicabili alle opere e influenzano le caratteristiche tecniche di un prodotto in esse contenuto.

A differenza di altre direttive, l'applicabilità dei requisiti essenziali non riguarda direttamente il prodotto, bensì l'opera che lo contiene.



REQUISITI DEL **REGOLAMENTO CPR** N. 305/2011

Requisito essenziale n. 2 Sicurezza in caso d'incendio - obiettivi generali

- garantire per un periodo di tempo determinato la capacità portante dell'opera;
- limitare la produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno dell'opera;
- limitare la propagazione del fuoco alle opere vicine;
- permettere agli occupanti di lasciare l'opera oppure di essere soccorsi;
- prendere in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso.

Classificazione di reazione al fuoco

La *Reazione al fuoco* è una misura di *protezione passiva*.

Ha lo scopo di valutare il grado di partecipazione all'incendio di un prodotto al quale, a seguito di prove, viene attribuito una *Classe di Reazione al fuoco*.

La classificazione europea prevede la più complessa definizione di un codice alfanumerico costituito dall'accostamento di classi principali (A1, A2, B, C, D, E, F) a classi complementari relative alla produzione di fumo (s1, s2, s3), al gocciolamento (d0, d1, d2), ad isolanti termici lineari (L), a cavi elettrici o di segnalazione (ca) o alla produzione di fumi acidi (a1, a2, a3).

Per i cavi le classi principali sono A, B1, B2, C, D, E, F.

Ai fini dell'installazione di materiali con requisiti minimi di reazione al fuoco in attività soggette ai controlli dei VV.F. il d.m. 15 marzo 2005 e il Codice forniscono criteri di sostituibilità degli uni agli altri.

Inoltre, il d.m. 15 marzo 2005 reca classi di reazione al fuoco europee assegnabili *ope legis* a materiali da costruzione senza, quindi, richiedere specifiche verifiche sperimentali.

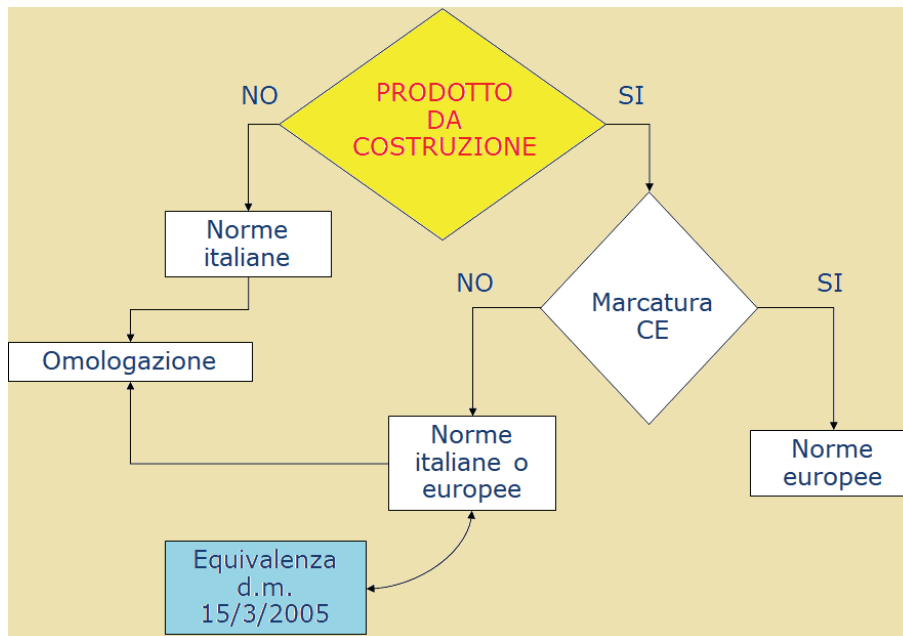
Quando passiamo al sistema nazionale regolato dal d.m. 26 giugno 1984 e dal d.m. 3 settembre 2001 verranno applicate regole e classi differenti.

La classificazione di reazione al fuoco, culminante con l'emissione di un certificato da parte di un laboratorio autorizzato ai sensi del d.m. 26 marzo 1985, è una fase propedeutica alla emissione dell'atto di omologazione.

La reazione al fuoco ha lo scopo di valutare il grado di partecipazione all'incendio di un materiale o *prodotto*, nelle sue reali condizioni di impiego.

All'esito di prove standard di laboratorio, ai materiali è attribuita una classe di reazione al fuoco che, in maniera sintetica, ne esprime la qualità nei confronti della reazione al fuoco.

Il d.m. 10 marzo 2005 si affianca al d.m. 26 giugno 1984 e s.m.i. consentendo, per i materiali da costruzione non soggetti a marcatura CE, la classificazione di reazione al fuoco con prove europee ai fini dell'omologazione.



Ne discende, quindi, che i materiali possono essere classificati con due modalità, a seconda dei casi:

- Classificazione italiana
- Classificazione europea

La classificazione italiana per materiali non imbottiti, quali moquettes, tende, parquet, ecc. prevede classi tipo "1, 2, 3, 4, 5" (all'aumentare del grado di partecipazione all'incendio) mentre i materiali incombustibili sono contraddistinti dalla classe "0".

È comunque opportuno specificare che la classe di *Reazione al fuoco* non è relativa al prodotto tal quale, ma è riferita al suo impiego e alla sua posa in opera.

Ad esempio, un tessuto può avere diversa "Classe" se impiegato come tendaggio o come rivestimento parete ovvero se viene posto in opera appoggiato o incollato su supporto incombustibile.

Ai prodotti imbottiti quali poltrone, divani, ecc. è invece attribuita la classe di reazione 1IM, 2IM, 3IM (all'aumentare del grado di partecipazione all'incendio) che deve intendersi riferita al complesso costituito da rivestimento, imbottitura ed eventuale interposto.

Si segnala, inoltre, la doppia classificazione prevista per le condotte di cui all'art. 2 del d.m. 31 marzo 2003 (reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte impianti condizionamento e ventilazione).

Omologazioni, estensioni, ulteriori omologazioni e rinnovi

L'omologazione è definita nel d.m. 26 giugno 1984 come la "Procedura Tecnico Amministrativa con la quale viene provato il prototipo del materiale, certificata la sua classe, ed è emesso, da parte del Ministero dell'Interno, il provvedimento di autorizzazione alla riproduzione del prototipo stesso, prima dell'immissione del prodotto sul mercato, per l'utilizzazione nelle attività soggette alle norme di prevenzione incendi".

Gli atti rilasciati sono sostanzialmente di due tipi: omologazioni ed estensioni.

Si rilascia l'omologazione a seguito di prove presso laboratori autorizzati ai sensi del d.m. 26 marzo 1985.

L'atto ha la validità di 5 anni ed è rinnovabile alla scadenza.

Qualora, invece, si possiede di un atto di omologazione in corso di validità e la campionatura di prova sia identica a quella del prodotto omologato, si può far richiesta di estendere l'omologazione ai nuovi materiali senza ripetere le prove. In questo caso viene rilasciato l'atto di estensione dell'omologazione che è un atto di omologazione a tutti gli effetti, è completamente indipendente dall'atto assunto a riferimento per l'estensione, ha validità di 5 anni ed è rinnovabile alla scadenza.

Un discorso a parte merita l'ulteriore omologazione.

Per evitare possibili confusioni si è stabilito che una impresa produttrice non può utilizzare la stessa denominazione commerciale per materiali diversi.

Qualora, però, un produttore sia già in possesso di un'omologazione in corso di validità, può richiedere di "integrare" l'atto rilasciato per impieghi o posa in opera diversi da quelli per cui è stato emesso lo stesso.

In questo caso viene rilasciata l'ulteriore omologazione che rappresenta un'appendice all'omologazione di riferimento di cui acquisisce la stessa scadenza.

Tipico è il caso di materiali omologati come tendaggi che, all'esito positivo di ulteriori prove, sono ulteriormente omologati come coperte o copriletti; l'ulteriore omologazione non si rilascia per i materiali imbottiti.

Al link del sito dei VV.F. <http://www.vigilfuoco.it/asp/page.aspx?IdPage=10266> sono riportate le istruzioni inerenti le istanze di omologazione o di rinnovo di atti di omologazione.

Si sottolinea che l'atto di omologazione viene rilasciato per l'immissione sul mercato nazionale di un prodotto o materiale con specifiche prestazioni di reazione al fuoco.

L'impiego, invece, deve essere considerato nel progetto di prevenzione incendi curando la selezione del materiale o del prodotto in relazione alle condizioni di posa in opera e degli ambienti nei quali il materiale o prodotto viene installato.

Certificazione di materiali e prodotti nel settore della reazione al fuoco

Al link del sito dei VV.F. <http://www.vigilfuoco.it/asp/page.aspx?IdPage=10267> sono riportate le indicazioni inerenti la certificazione di materiali e prodotti nel settore della reazione al fuoco.

I Certificati dei prodotti omologati devono essere in corso di validità all'atto della immissione sul mercato del prodotto.

Una volta correttamente commercializzato il prodotto o materiale, l'installazione non necessita di "alcun" rinnovo del certificato di omologazione (... il prodotto è stato ormai commercializzato!!!).

Si rimanda, per ulteriori approfondimenti, agli ulteriori link:

Materiali e metodi di prova:

<http://www.vigilfuoco.it/asp/ReturnDocument.aspx?IdDocumento=13090>

Procedimento di certificazione:

<http://www.vigilfuoco.it/asp/ReturnDocument.aspx?IdDocumento=13089>



PROVA DI LABORATORIO SU MOBILI IMBOTTITI - NORMA UNI 9175

Caso studio 1: edificio storico adibito ad attività scolastica

Descrizione

Nel presente caso studio ci si occupa di un edificio storico vincolato avente quattro piani, di cui tre fuori terra ed uno interrato.

I locali fuori terra sono adibiti ad attività scolastica e presentano una superficie complessiva di piano pari rispettivamente a 521, 560 e 570 m².

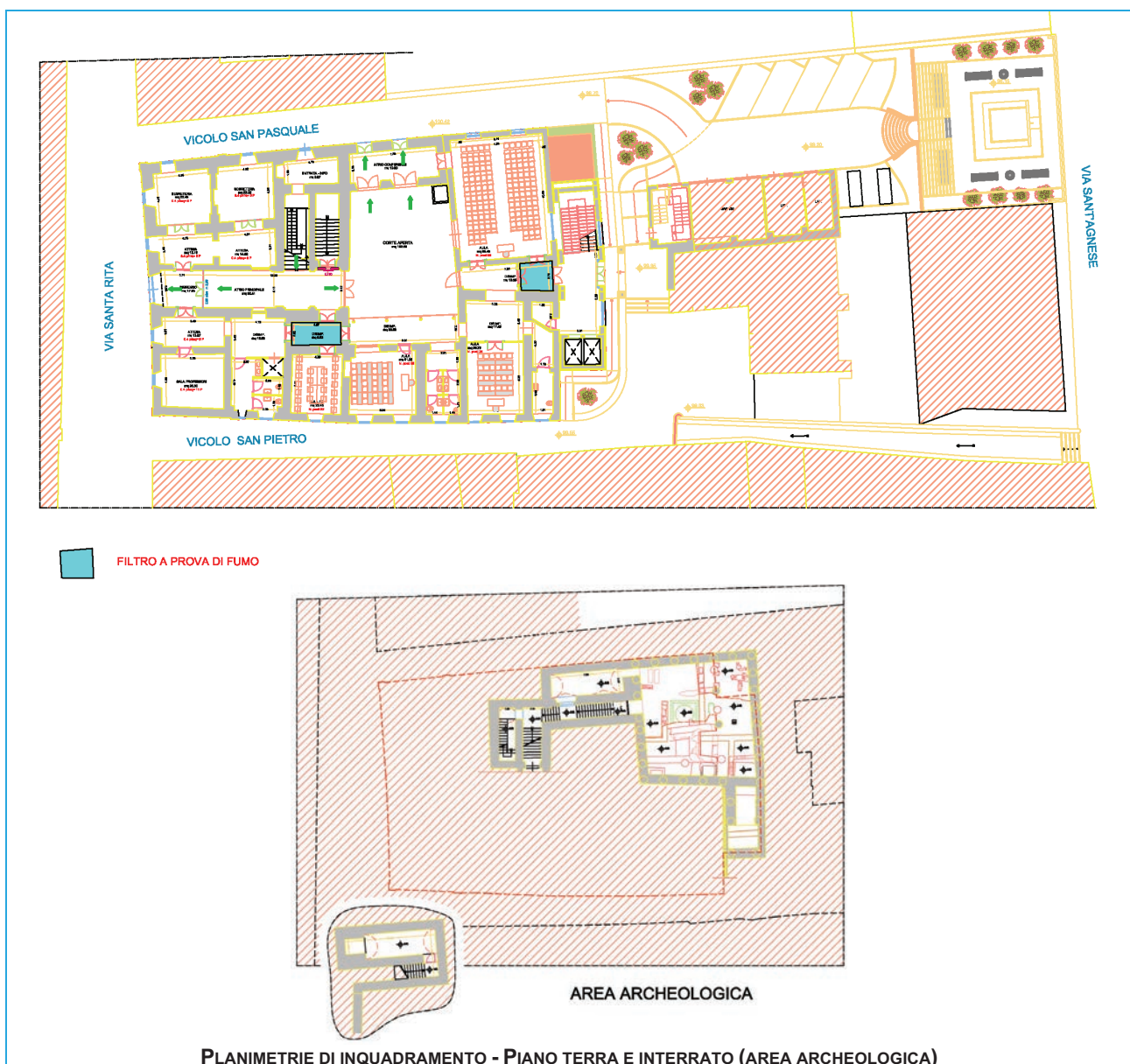
Al piano terra sono ubicati gli uffici di segreteria, la sala docenti ed aule didattiche; ai piani primo e secondo sono allocate aule studio e didattiche, mentre al piano interrato, per una porzione limitata dello stesso, sono presenti, a quota di - 4,00 m, reperti di natura archeologica che saranno resi visitabili.

L'edificio è costituito da un corpo di fabbrica originario e uno di nuova realizzazione con strutture portanti verticali in muratura e strutture orizzontali in legno di castagno, con sovrastante soletta di irrigidimento in cemento armato.

L'affollamento è variabile in relazione ai giorni e alle fasce orarie, con valori massimi di 214 occupanti presenti al piano terra, 248 al piano primo e altrettanti al piano secondo, per un totale di 710 (densità di affollamento massima di 0,42 persone/m²).

L'affollamento nello spazio seminterrato, adibito ad area archeologica, può essere stimato occasionalmente in 10 occupanti (visitatori).

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:



Superficie dell'attività scolastica	1651 m ²
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti verticali in muratura e strutture orizzontali in legno di castagno con sovrastante soletta di irrigidimento in calcestruzzo armato
Numero occupanti	710 ai piani fuori terra e 10 al piano interrato
Profili di rischio R _{vita}	A2 per i piani fuori terra e B1 per il piano interrato (par. G.3.2.2)
Profilo di rischio R _{beni}	Attività vincolata e non strategica = 2 (par. G.3.3)
Profilo di rischio R _{ambiente}	Non significativo (par. G.3.4)
Reazione al fuoco	Livello I di prestazione (parr. S.1.3, S.1.4.4)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.4.3, V.7.4.2)
Compartimentazione	Livello II di prestazione (parr. S.3.4.1, V.7.4.3)
Esodo	Livello I di prestazione (par. S.4.4.3)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.5.4.1, V.7.4.4)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (parr. S.6.4.2, V.7.4.5) Rete di Idranti (UNI 10779)
Rivelazione ed allarme	Livello III di prestazione (parr. S.7.4.3, V.7.4.6) Impianto IRAI (UNI 9795)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3 e S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (parr. S.9.3 e S.9.4.2)
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3 e S.10.4.1)

Classificazione

Si fa riferimento al Codice e, considerata la tipologia di attività in esame, alla RTV V.7 - Attività scolastiche (ex d.m. 7 agosto 2017¹⁴).

Secondo il par. V.7.2 l'attività è classificabile:

- in relazione al numero degli occupanti: $500 < n \leq 800 \rightarrow OC$;
- in relazione alla massima quota dei piani: $h \leq 12 \text{ m} \rightarrow HA$.

e le aree presenti sono classificate come segue:

- TA: locali destinati ad attività didattica e a spazi comuni;
- TT: aula informatica, al piano terra, con numero significativo di postazioni (22).

Valutazione del rischio incendio e determinazione dei profili di rischio

La prioritaria e necessaria valutazione del rischio incendio sarà omessa per brevità.

I profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al capitolo G.3.

Il profilo di rischio vita viene attribuito in relazione alle caratteristiche prevalenti degli occupanti (δ_{occ}) e la velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio (δ_{α}).

Negli ambienti dei piani fuori terra del fabbricato si attribuisce a $\delta_{occ} = A$, in quanto gli occupanti sono considerati in stato di veglia e con familiarità con l'edificio.

Per quel che riguarda la velocità di crescita si attribuisce un δ_{α} pari a 2 in considerazione della destinazione d'uso (aule didattiche, uffici e piccoli archivi).

Pertanto, in tali ambienti si assume il profilo di rischio $R_{vita} = A2$.

Agli ambienti del piano interrato, trattandosi di area con reperti archeologici destinata a visite di studio e culturali, viene attribuita la caratteristica degli occupanti di tipo B (stato di veglia ma mancanza di familiarità con i locali) e la velocità di crescita dell'incendio di tipo lenta con $\delta_{\alpha} = 1$.

Pertanto, in tali ambienti si assume il profilo di rischio $R_{vita} = B1$.

Il profilo di rischio beni attribuito all'edificio è $R_{beni} = 2$, essendo l'attività vincolata ma non strategica in considerazione di pianificazioni di soccorso pubblico e difesa civile.

Il profilo di rischio ambiente $R_{ambiente}$ viene considerato *non significativo* (vedi par. G.3.4 comma 3).

¹⁴ Vedi d.m. 14 febbraio 2020 recante aggiornamenti delle RTV in vigore.

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Ai sensi dell'Allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151 l'attività in esame, superando le 300 persone presenti, rientrerebbe nella classificazione di cui al punto 67.4.C.

Trattandosi, però, di un edificio tutelato ai sensi dell'art. 10 del d.lgs. 22 gennaio 2004, n.42 e s.m.i., destinato a contenere una delle attività soggette presenti nel citato Allegato, l'attività ricade nella classificazione di cui al punto 72.1.C che, in base all'art. 2 del d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i. e al campo di applicazione della RTV V.10, esula dal campo di applicazione del medesimo.

Tuttavia, ai soli fini didattici, si applicherà ugualmente il Codice come strumento di progettazione, dimostrando, ancora una volta, la grande flessibilità di questa metodologia, anche in relazione ad attività che, solo per ragioni tecnico-amministrative, sono ancora fuori dal campo di applicazione del d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i..

Pertanto, in attesa dell'emanazione della specifica RTV inerente le attività in edifici tutelati *diverse* da musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi, ai soli fini didattici, si fa riferimento al Codice e, considerata la tipologia di attività in esame, alla RTV V.7- Attività scolastiche¹⁵.

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Reazione al fuoco*, facendo ricorso alle *soluzioni alternative* suggerite dal Codice al par. S.1.4.4.

La problematica che si pone, e per la quale sarà necessario ricorrere ad una *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, riguarda il piano terra, il cui corridoio retrostante l'ingresso principale, è rivestito, in parte, da pannelli in legno di cui non si conosce la classificazione di reazione al fuoco.

Tale rivestimento, che non s'intende trattare né tantomeno eliminare, va dal piano di calpestio fino ai 2,00 m di altezza.

Al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione attribuito (I), il progettista deve impiegare uno dei metodi del par. G.2.7; in tab. 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.

Nello specifico, la scelta progettuale ricade nella disposizione di una cortina di vetro EI30, in prossimità dell'ingresso, per fare in modo che, qualora si sviluppi un incendio in uno dei locali adiacenti l'atrio di ingresso, i fumi caldi possano essere contenuti localmente e smaltiti verso l'esterno dell'edificio, attraverso il portone di ingresso principale, lasciato sempre aperto in condizione di esercizio dell'attività.

Si valuta pertanto, attraverso modelli fluidodinamici realizzati con il codice FDS, che lo strato dei fumi caldi non scenda al di sotto della quota di 2,30 m della cortina di ingresso al vano atrio principale-scala o che comunque si mantenga sempre sopra quota di 2,00 m e che la temperatura media dei fumi rimanga inferiore ai 200 °C (ipotesi semplificativa della esposizione zero).

Questo fa in modo che sia consentito l'esodo degli occupanti e che i pannelli di legno non si inneschino rimanendo al di sotto della propria temperatura di accensione.

Si dimostra così che la scelta progettuale di inserimento nel corridoio di tale cortina in vetro EI30 riesce a limitare la propagazione dei fumi ed indirizzarli fuori dall'edificio, piuttosto che coinvolgere le pareti in legno.

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.

TAB. S.1-4: MODALITÀ PROGETTUALI PER SOLUZIONI ALTERNATIVE

¹⁵ L'ipotesi è suffragata dal fatto che nella bozza della emananda RTV Attività in edifici tutelati *diverse* da musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi, presentata al CCTS l'11 dicembre 2019, riguardo alle classificazioni delle attività soggette inserite nell'edificio sottoposto a tutela ai sensi del d.lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004 e oggetto di specifiche RTV, varranno quelle previste nelle stesse RTV.

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1

Soluzione conforme

Nella RTV V.7 - Attività scolastiche, al par. V.7.4.1, in riferimento alla *Reazione al fuoco*, si richiede la verifica dei seguenti punti:

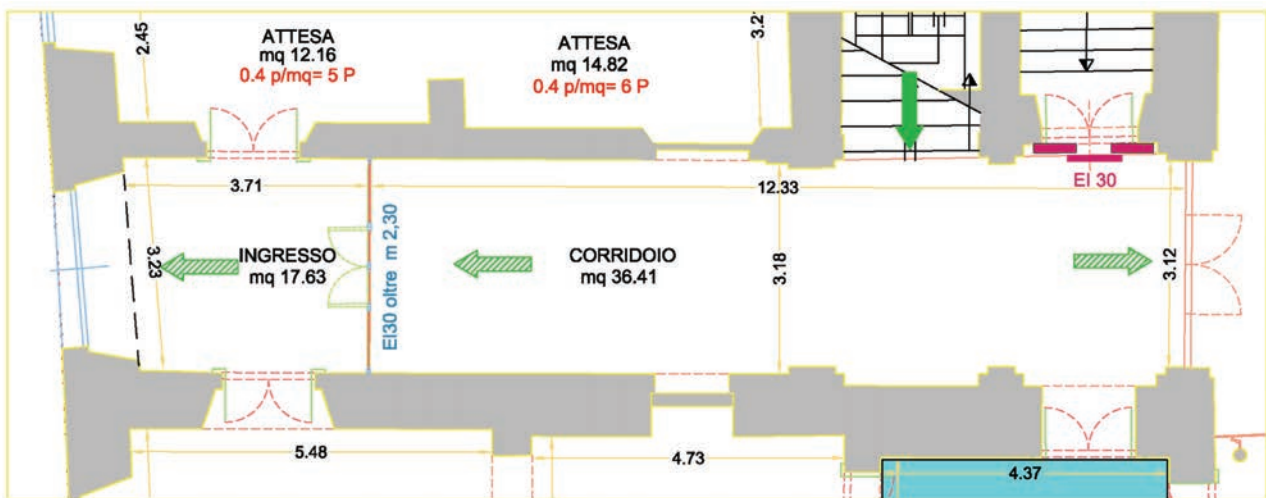
1. Nelle vie di esodo verticali, passaggi di comunicazione delle vie di esodo orizzontali (es.: corridoi, atri, spazi calmi, filtri) devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM2 di reazione al fuoco (Cap. S.1).
2. Negli ambienti del comma 1 è ammesso l'impiego di materiali appartenenti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

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] 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.

TAB. S.1-6: CLASSIFICAZIONE IN GRUPPI DI MATERIALI PER RIVESTIMENTO E COMPLETAMENTO

Nel caso in esame, come detto, nel corridoio al piano terra, collegante l'ingresso principale con la scala per i piani superiori e la corte interna, sono installati dei pannelli di legno a rivestimento delle pareti.



PLANIMETRIA DEL CORRIDOIO AL PIANO TERRA

Tali pannelli sono lunghi circa 9,00 m, alti 2,00 m e con spessore di 2 cm.

Secondo il punto 1 del par. V.7.4.1, essendo tale corridoio una via di esodo orizzontale, devono essere presenti in loco solamente materiali appartenenti al gruppo GM2 di reazione al fuoco.

La *soluzione conforme* per la misura S.1, a questo punto, richiederebbe la rimozione o il trattamento di tali pannelli in legno con specifiche vernici in grado di rallentare efficacemente i tempi di diffusione ed avanzamento del fuoco, poiché tale rivestimento a parete non rientra nel gruppo GM2 prescritto.

Tuttavia, il vincolo esistente, né tanto meno rimuovere, tali pannelli perché considerati di pregio.

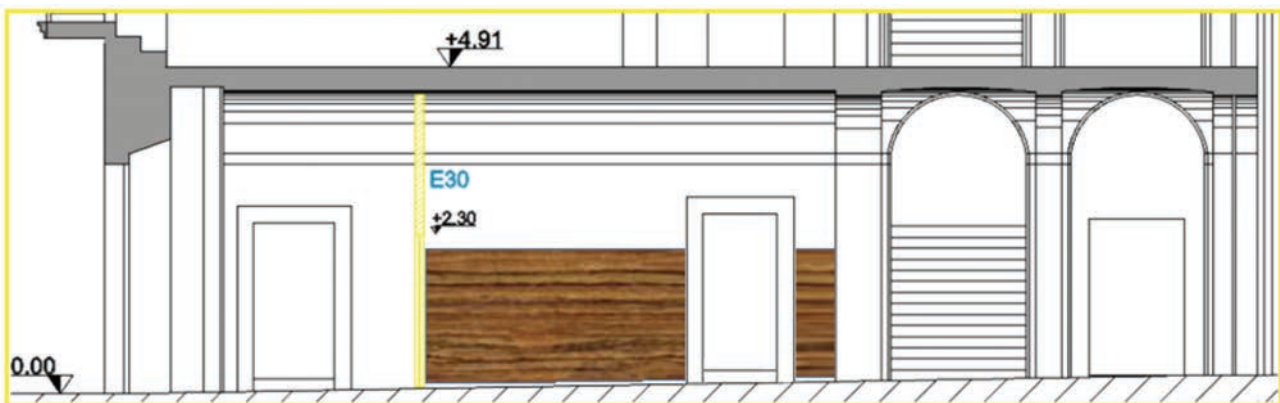
Tale circostanza ha condotto il progettista a valutazioni più approfondite attraverso l'applicazione di una *soluzione alternativa*, volta a dimostrare che, qualora si verifici un incendio nei locali al piano terra, tali pannelli di legno non partecipino alla combustione, mantenendo sicura la via di esodo per gli occupanti che vi transitano per raggiungere l'esterno dell'edificio.

Soluzione alternativa

La *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, come noto, ha come oggetto la "partecipazione dei materiali all'incendio" (tab. S.1-4) e richiede e che si dimostri che sia comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (Cap. 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.

Come da prassi, lungo tale corridoio sono ridotte al minimo le fonti di innesco e non vi è la presenza di alcun materiale combustibile; si intende, infatti, lasciare il corridoio "vuoto".

Al fine di dimostrare, così come richiesto, la garanzia della salvaguardia della vita umana, si procede con una scelta progettuale che prevede l'installazione di una vetrata con una cortina EI30 fino a 2,30 m da terra nel corridoio in cui si trova il rivestimento a parete che non soddisfa i requisiti richiesti.



SEZIONE DEL CORRIDOIO AL PIANO TERRA

Tale scelta riguarda il duplice scopo di evitare che un incendio, che si sviluppi negli ambienti al primo piano del fabbricato, possa propagarsi nel corridoio dove è presente il rivestimento in legno, e di assimilare la scala monumentale, presente nella zona dell'ingresso principale dell'attività, ad una a prova di fumo, aspetto tuttavia legato alla misura S.3 *Compartimentazione*.

Si procede alla valutazione inerente alla *partecipazione dei materiali all'incendio*, secondo quanto prescritto nella Sezione *Metodi* del Codice.

Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Il Cap. M.3 del Codice, come noto, tratta gli aspetti legati alla salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale.

L'obiettivo di sicurezza identificato è quello di evitare che, per il tempo disponibile per l'esodo, il fumo ed il calore di un incendio al piano terra, in uno dei locali adiacenti l'atrio di ingresso, penetri nell'atrio principale e dia luogo alla combustione dei pannelli di rivestimento in legno ivi presenti.

Definizione delle soglie di prestazione (par. M.3.3.2)

Nell'ambito del metodo di calcolo semplificato per ASET le soglie di prestazione sono rappresentate da:

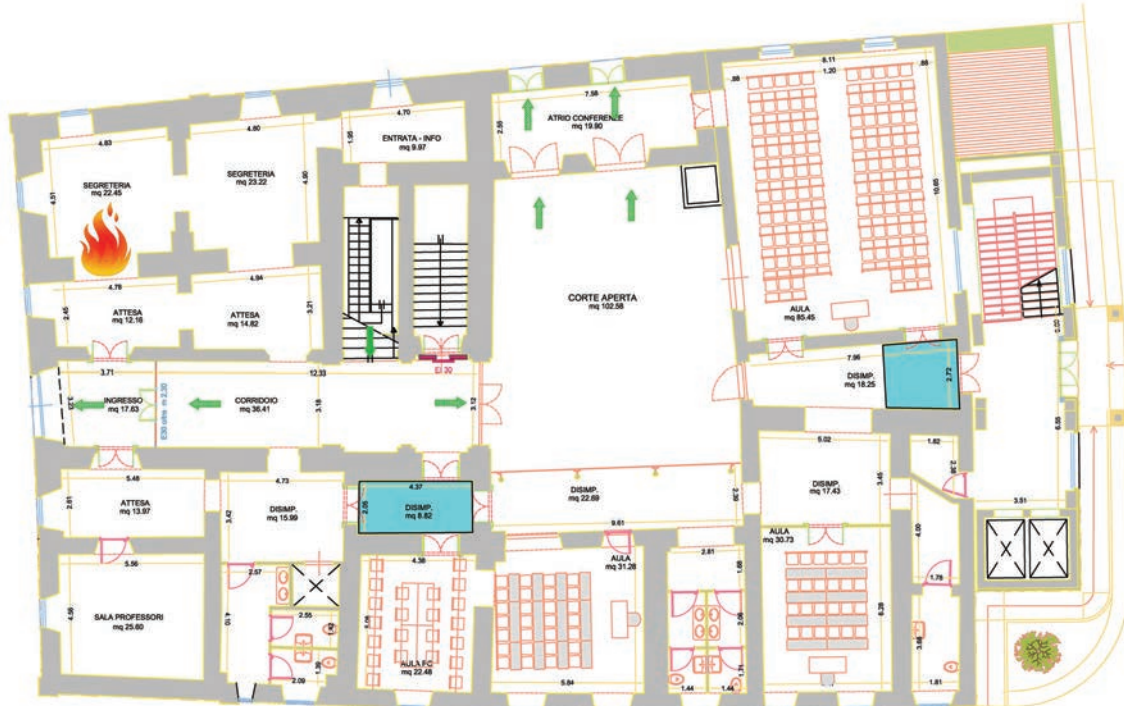
- altezza minima dei fumi superiore ai 2,00 m dal piano di calpestio;
- temperatura media dello strato caldi dei fumi non superiore a 200°C;

in modo da garantire un esodo in aria indisturbata ed un valore di irraggiamento termico non superiore a 2,5 kW/m²; il limite di temperatura non superiore a 200°C permette, inoltre, di considerare non partecipanti alla combustione i listoni di legno la cui temperatura di accensione è all'incirca pari a 230 °C.

Individuazione degli scenari di incendio di progetto

Sono stati considerati differenti scenari di incendio, che variano essenzialmente nella posizione dell'innescò; in questo contesto si presentano i risultati di uno degli scenari, ritenuto tra i più significativi in termini di propagazione dei fumi e del calore.

Lo scenario in questione prevede un incendio nella stanza della segreteria avente superficie di 22,45 m².



SCENARIO DI INCENDIO CONSIDERATO

Parametri di modello del bruciatore

Per la determinazione della curva HRR, da inserire nel modello fluidodinamico, si è fatto ricorso a quanto indicato nel prospetto E.5 dell'Eurocodice 1 - EN 1991-1-2, che per gli uffici prevede:

Velocità massima di rilascio di calore AHR_t			
Destinazione d'uso	Velocità di crescita dell'incendio	t_{gr} [s]	AHR_t [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

PROSPETTO E.5 EUROCODICE 1 - EN 1991-1-2
VELOCITÀ DI CRESCITA DELL'INCENDIO E RHRT PER DIFFERENTI DESTINAZIONI D'USO

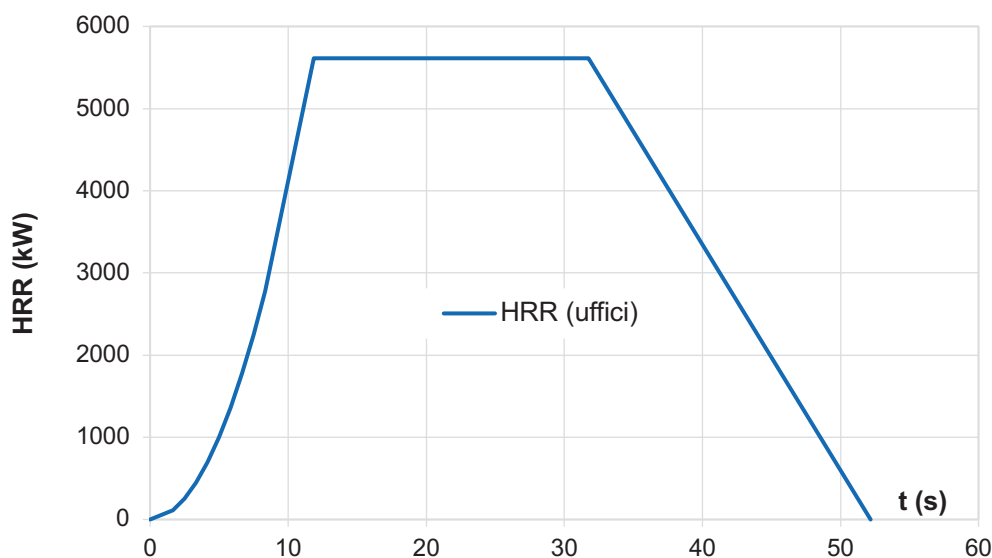
A questo punto è possibile costruire la curva HRR secondo quanto prescritto al Cap. M.2; quale carico di incendio si assume il valore riportato nel prospetto E.4 dell'Eurocodice 1 - EN 1991-1-2:

Destinazione d'uso	Media	80% Frattile
Alloggio	780	948
Ospedale (stanza)	230	280
Albergo (stanza)	310	377
Biblioteca	1 500	1 824
Ufficio	420	511
Classe di una scuola	285	347
Centro commerciale	600	730
Teatro (cinema)	300	365
Trasporti (spazio pubblico)	100	122

Nota La distribuzione di Gumbel è spaziata per l'80% frattile.

PROSPETTO E.4 EUROCODICE 1 - EN 1991-1-2
DENSITÀ DI CARICO D'INCENDIO $Q_{F,K}$ (MJ/m²) PER DIFFERENTI DESTINAZIONI D'USO

La curva HRR per la stanza adibita a segreteria (destinazione d'uso uffici) avrà una crescita media ($t_{\alpha} = 300$ s), un valore di HRR di picco di 250 kW/m² ed una durata complessiva dell'incendio di poco meno di un'ora.



CURVA HRR PER LO SCENARIO DI INCENDIO CONSIDERATO

Nel caso in esame, la reazione chimica di fase gassosa assunta da FDS è stata determinata con riferimento ai valori previsti nella letteratura tecnica (SFPE Handbook 5th Edition - tabb. A.30 e A.39) in riferimento alla combustione della cellulosa:

```
&REAC FUEL = 'CELLULOSA'
, FORMULA='C6H10O5
, SOOT_YIELD=0.1
, CO_YIELD=0.005
, HEAT_OF_COMBUSTION=17900
```

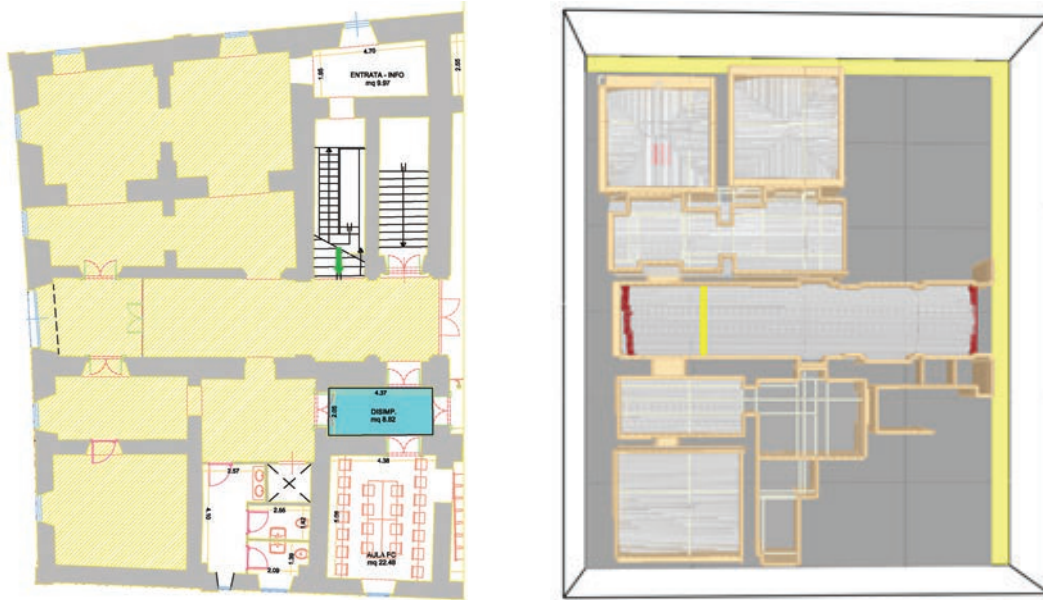
La scelta della REAC relativa alla cellulosa è stata fatta in relazione al materiale prevalente (carta e arredi) e meglio rappresentativo del focolaio impiegato nel caso studio.

Nello specifico, il valore di *soot yield*, parametro che rappresenta la percentuale di massa del combustibile convertita in particelle di fumo, scelto per il modello fluidodinamico è pari a 0,1 kg/kg, avendolo incrementato, a titolo cautelativo.

Tale valore è stato valutato in funzione dell'esempio di "room fire" che si trova tra i documenti di installazione di FDS 6 e in considerazione del focolare predefinito nel Codice che prevede un *range* di valori tra 0,07 e 0,14 kg/kg.

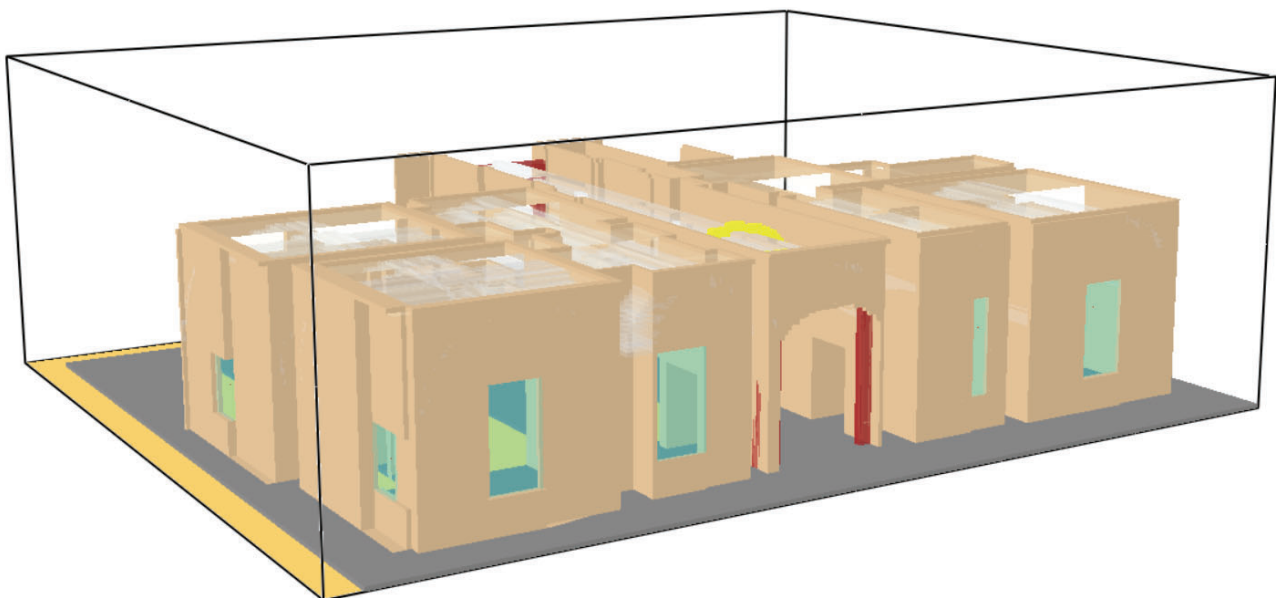
Elaborazione delle soluzioni progettuali

Allo scopo di valutare la propagazione dei fumi e delle temperature generate da un incendio al piano terra, parte del piano in questione è stata modellata con il codice di calcolo FDS. Nella figura seguente è evidenziata la parte di struttura considerata; il volume del modello è pari a 20 x 24 x 8 m con una *mesh* di 10 cm.



PARTE DI EDIFICIO MODELLATO IN FDS

Con l'*obstruction* gialla si è individuata la cortina che scende fino a 2,30 m, mentre in rosso sono rappresentate le porte di ingresso nell'edificio e la porta che conduce alla corte interna del fabbricato.





MODELLO IN FDS

Per lo scenario di incendio considerato sono stati processati due sotto-scenari:

- lo scenario 1A, che vede la chiusura, durante tutto l'incendio, delle finestre nelle diverse sale;
- lo scenario 1B, per il quale si ipotizza che, al raggiungimento di una temperatura pari a 120°C, i vetri delle finestre si rompano e lascino fuoriuscire verso l'esterno fumi e calore.

Di seguito si riportano i risultati di entrambi gli scenari; ovviamente lo scenario 1A risulterà il più gravoso, in termini di propagazione di fumi, ma anche il meno realistico essendo, tra l'altro, gli infissi dotati di aperture asservite a IRAI e che quindi la loro apertura avverrà addirittura prima del raggiungimento della loro temperatura "critica".

Valutazione delle soluzioni progettuali

Si impiega la metodologia descritta nel Cap. M.3, per l'obiettivo di sicurezza precedentemente descritto. Come noto, RSET è determinato come somma di alcuni tempi elementari che lo compongono:

- il tempo di rivelazione (*detection*) t_{det}
- il tempo di allarme generale t_a
- il tempo di pre-evacuazione (*pre-travel activity time, PTAT*) t_{pre}
- il tempo di movimento (*travel*) t_{tra}

Vale quindi:

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

Il calcolo di RSET viene eseguito in riferimento al rapporto tecnico ISO/TR 16738:2009. L'attività si ritiene *ad elevata densità di affollamento*¹⁶ e quindi:

$$RSET = t_{det} + t_a + t_{pre (1^\circ \text{ percentile})} + t_{tra (pres)} + t_{tra (coda)}$$

dove:

- Il tempo di rivelazione t_{det} è stato assunto pari a 120 s, in considerazione che l'edificio è dotato di impianto IRAI, livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio medio, addetti formati al rischio antincendio e compartimenti di ridotte dimensioni¹⁷;
- Il tempo di allarme t_a viene assunto pari a zero, in presenza di funzione C dell'IRAI esteso a tutto l'attività.
- $t_{pre (1^\circ \text{ percentile})}$, è il tempo di pre-movimento per i primi occupanti; il rapporto tecnico ISO/TR 16738:2009, all'allegato E, riporta i tempi di pre-movimento per il 1° percentile in funzione dello scenario comportamentale considerato, della tipologia del sistema di allarme, della complessità dell'edificio, dell'efficacia della gestione della sicurezza.

Per l'attività in oggetto di studio (con profilo di rischio R_{vita} A2) si ha:

¹⁶ Si veda anche "R. Sabatino, M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, *La progettazione dell'esodo, INAIL 2020*", appartenente alla collana di quaderni di cui fa parte la presente pubblicazione.

¹⁷ L. Qiang, "Estimation of fire detection time", *The 5th Conference on Performance-based Fire and Fire Protection Engineering, Procedia Engineering 11*, pp. 233 - 241, 2011.

In definitiva, si ottiene:

$$RSET = t_{det} + t_a + t_{pre} (1^\circ \text{ percentile}) + t_{tra} (pres) + t_{tra} (coda) = 120 + 0 + 60 + 28 + 249 = 457 \text{ s}$$

Come noto, vedi par. M.3.2.2, il sistema di esodo si ritiene efficace se $ASET > RSET$, se cioè il tempo in cui permangono condizioni non incapacitanti per gli occupanti è superiore al tempo necessario perché essi possano raggiungere un luogo sicuro.

Il calcolo di ASET viene svolto mediante il metodo di calcolo semplificato (par. M.3.3.2) con l'utilizzo delle analisi eseguite con FDS.

L'intervallo di tempo intercorrente tra l'innesco dell'incendio e l'istante in cui fallisce la prima delle due soglie di prestazione, è il tempo disponibile per l'esodo.

Considerando la conservatività delle ipotesi assunte nel calcolo di RSET, la soglia di prestazione si ritiene verificata con un margine di sicurezza $t_{marg} > 10\% RSET$ con un minimo di 30 s.

Risultato dell'analisi degli scenari d'incendio

La simulazione della dinamica dell'incendio è stata condotta per un tempo di circa 660 s, manifestando l'assenza dei fumi al di là della cortina EI30 posta nell'atrio di ingresso ed una temperatura nella via di esodo dell'atrio di ingresso che rimane al di sotto dei 30°C.

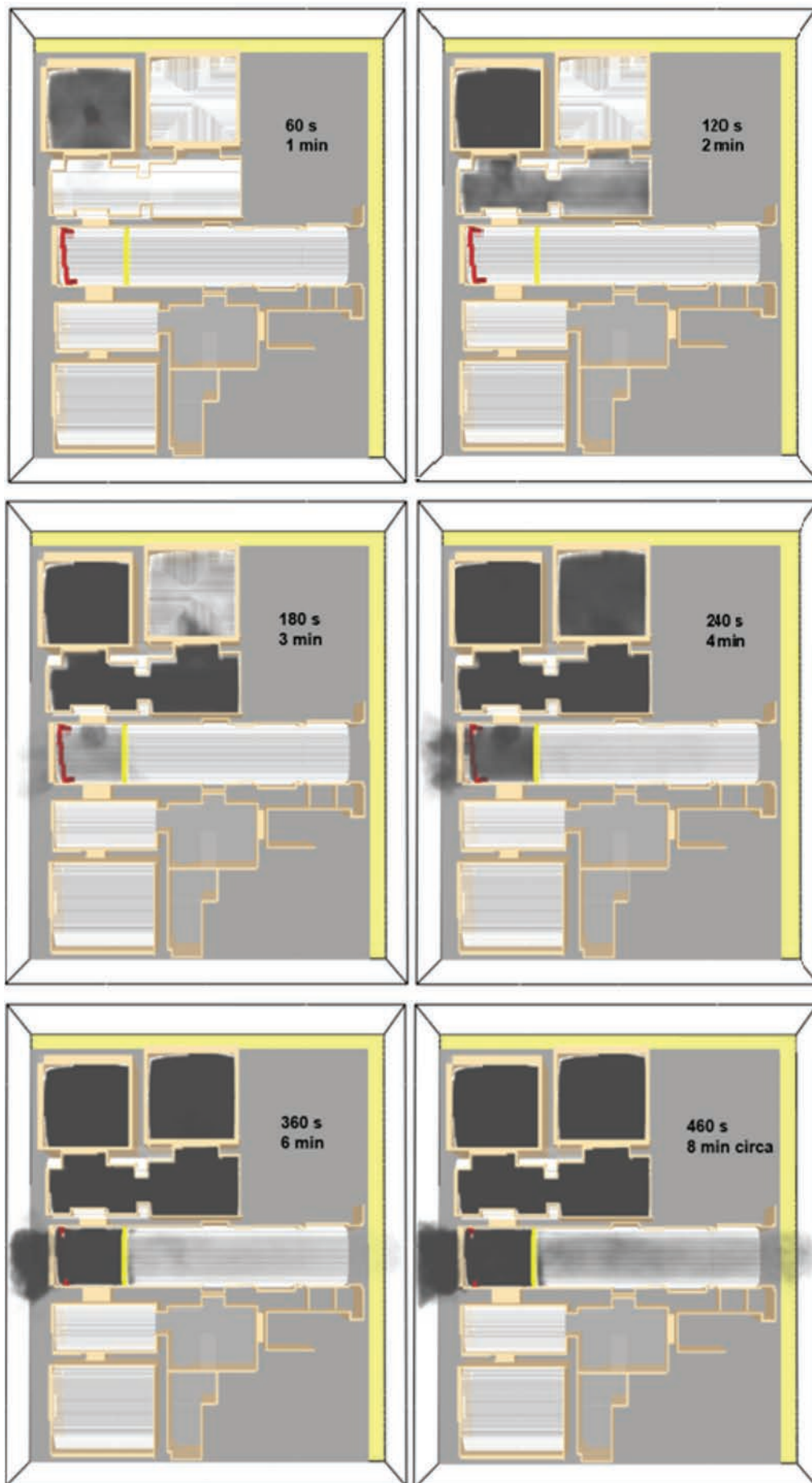
L'arresto dell'analisi fluidodinamica a 660 s non raffigura tuttavia il raggiungimento del valore di ASET, che risulta superiore a tale tempo.

Tuttavia, si è ritenuto di non proseguire oltre con le analisi poiché il margine su RSET garantisce di soddisfare ampiamente quello dei 45 s (10% RSET imposto), data la conservatività delle ipotesi assunte nel calcolo di RSET.

Scenario 1A

Di seguito di riportano le rappresentazioni grafiche inerenti la propagazione dei fumi, al passare del tempo; si noti come per i primi due minuti il fumo rimane confinato nella zona dell'innesco per poi propagarsi anche nelle altre stanze.

Aspetto poco visibile, ma di particolare interesse, è che intorno ai tre minuti il fumo inizia a "scavalcare" la cortina, in quantità poco significativa e sempre mantenendosi rasente al soffitto.

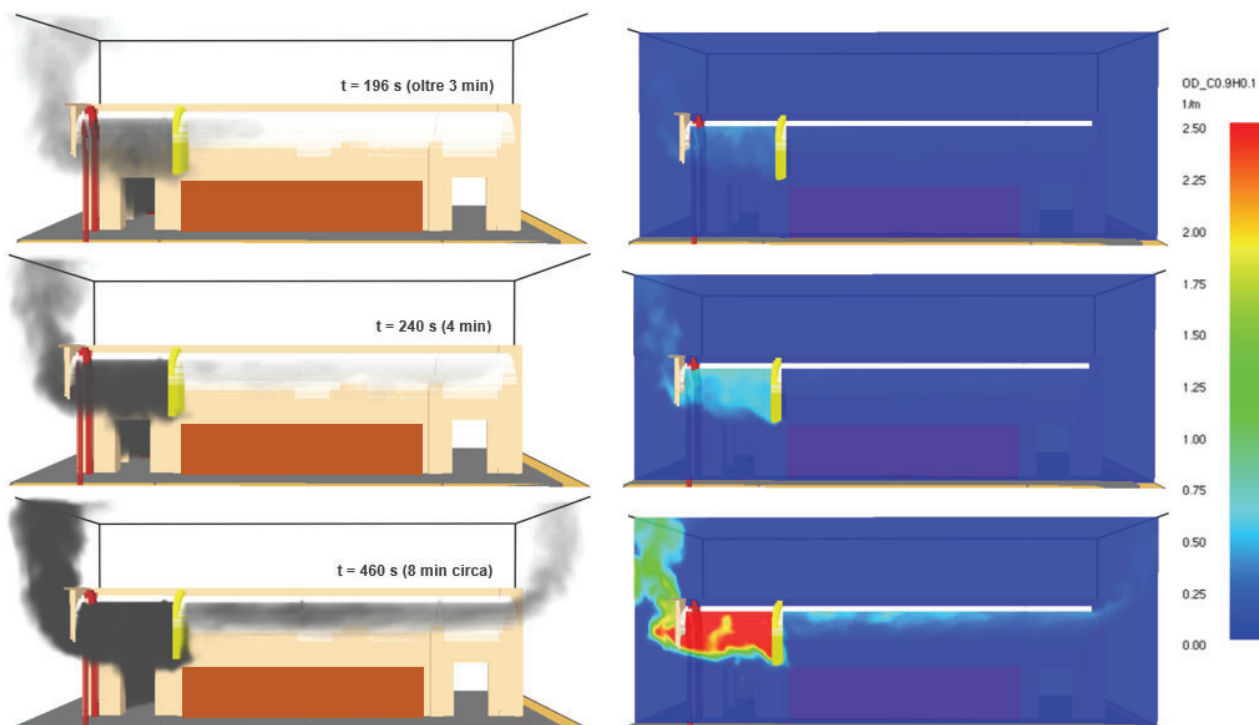


SCENARIO 1A - PROPAGAZIONE DEI FUMI IN PIANTA

Dalla vista laterale ad un tempo di circa 196 s (poco più di 3 min appunto) si può notare meglio questo “passaggio” di fumo che oltrepassa la cortina, anche l’immagine della *soot optical density* lo mostra chiaramente.

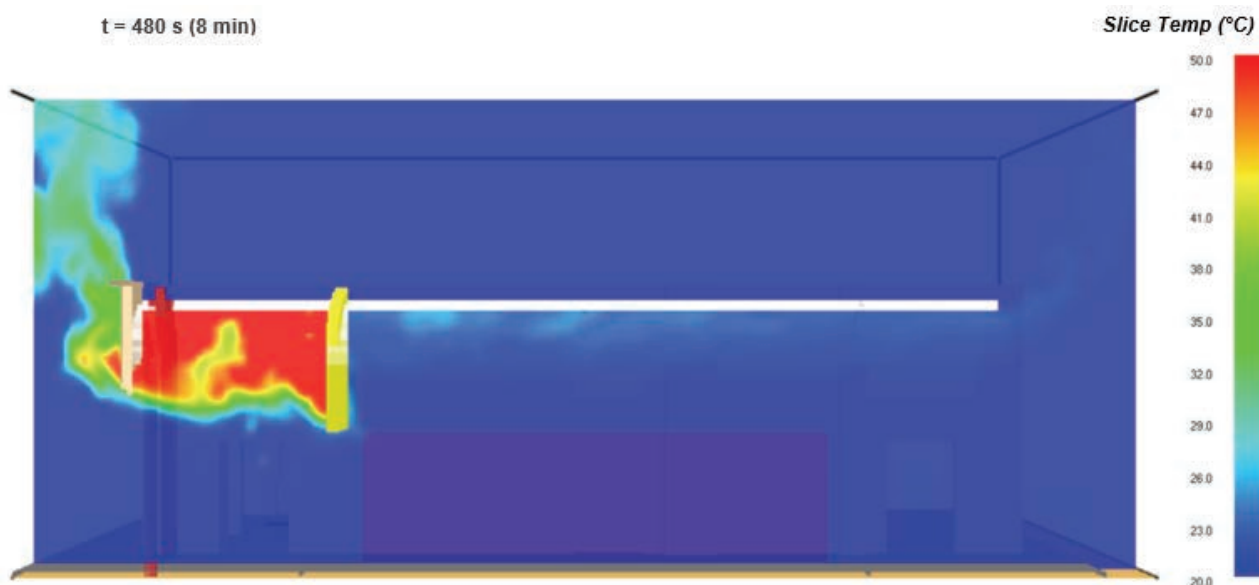
A 460 s si osserva, come ci si attendeva, che la quantità di fumo che oltrepassa la cortina aumenta, ma che comunque rimane sempre limitato alla zona alta del corridoio.

Anche nella situazione peggiore, con finestre sempre chiuse, la cortina, infatti, riesce a *compartmentare* il fumo e ad indirizzarlo, il più possibile, verso l’uscita principale dell’edificio.



SLICE DI PROPAGAZIONE DEI FUMI E SOOT OPTICAL DENSITY

Per completare l’analisi dei risultati dello scenario 1A si riporta anche la *slice* della temperatura a 8 min. Si può osservare che le temperature rimangono al di sotto dei 50°C.



SLICE TEMPERATURA - T = 8 MIN

Scenario 1B

Le immagini seguenti riportano l’andamento dei fumi nello scenario in questione.

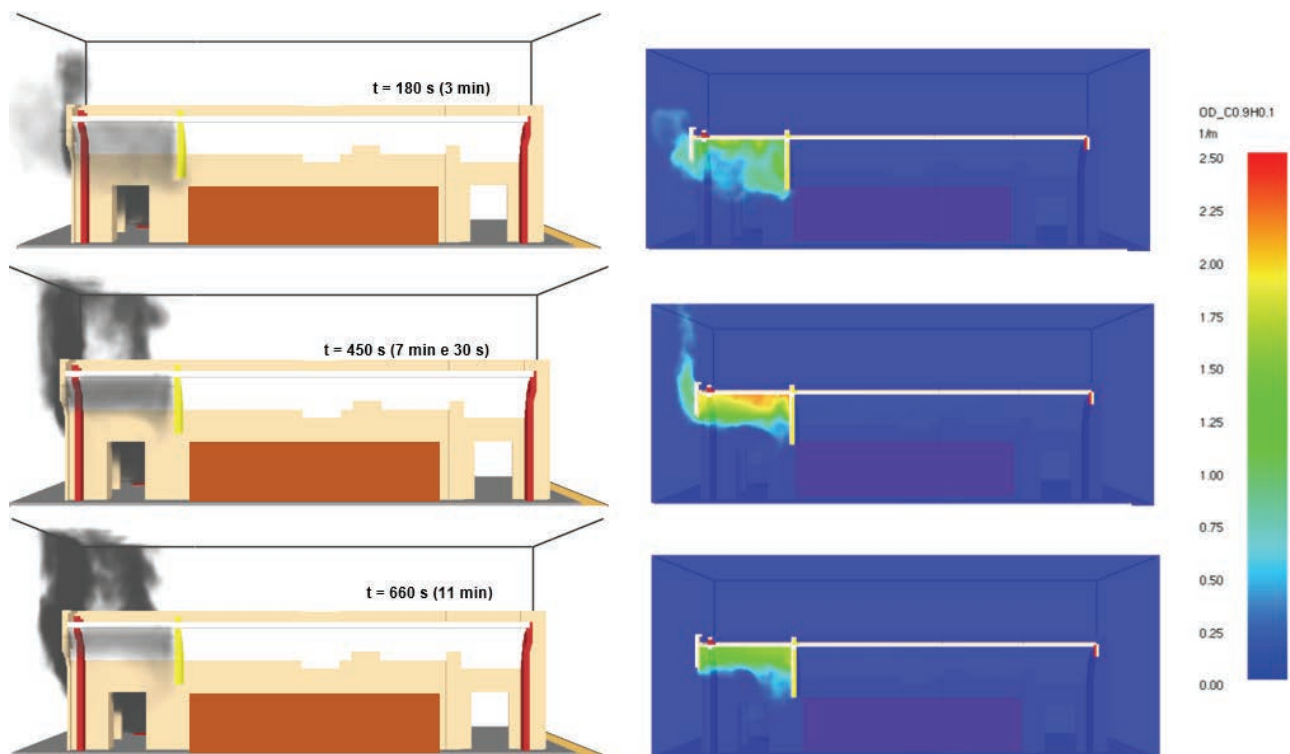
Si noti come la prima finestra si rompe dopo 3 min circa, la seconda dopo 4 min e la terza dopo circa 7 min.



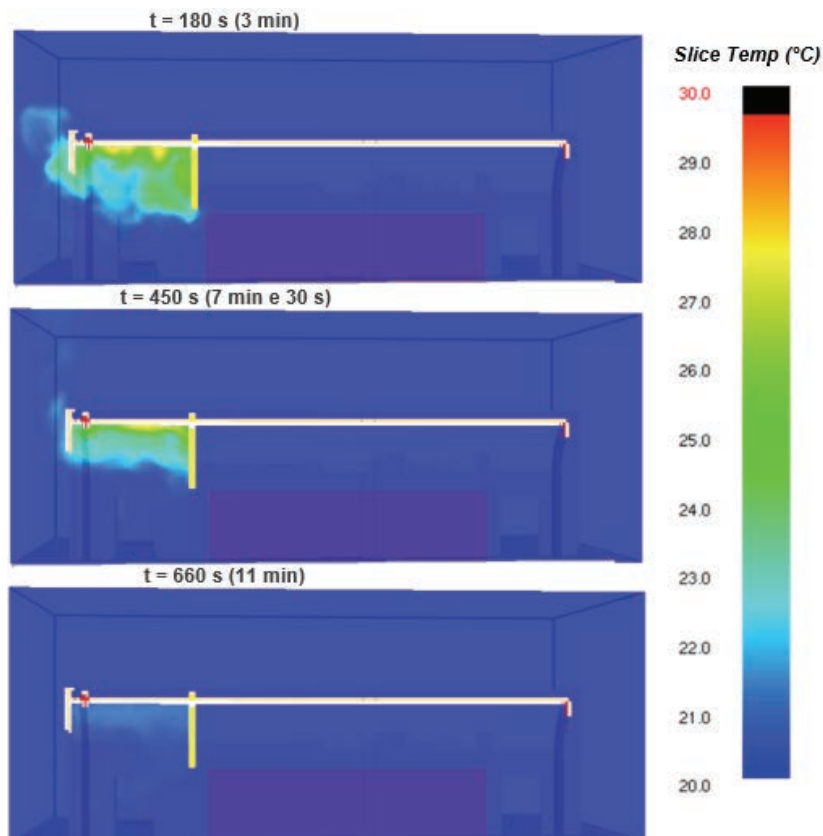
SCENARIO 1B - PROPAGAZIONE DEI FUMI IN PIANTA

La rottura delle finestre rappresenta un aspetto fondamentale per la propagazione dei fumi e del calore; infatti tale apertura fa sì che i fumi non si accumulino nell'atrio e non creino i presupposti per il superamento della cortina.

A parte, infatti, un piccolo "sbuffo" intorno ai 3 min, i fumi restano localizzati e fuoriescono, senza complicazioni, all'esterno dalle finestre e dal portone di ingresso.



SLICE DI PROPAGAZIONE DEI FUMI E SOOT OPTICAL DENSITY



SLICE TEMPERATURA

Selezione della soluzione progettuale idonea

A seguito dell'analisi fluidodinamica sviluppata si può concludere che la scelta di disporre nel corridoio dell'atrio principale una cortina fino ai 2,30 m dal piano calpestio, garantisce la localizzazione dei fumi e del calore ed evita l'innesco dei pannelli di legno presenti sulle pareti del corridoio a piano terra.

Pertanto, tale soluzione tecnica si è dimostrata idonea al raggiungimento dell'obiettivo di sicurezza prefissato.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata verificata la progettazione della misura S.1 per una attività soggetta al controllo di prevenzione incendi ospitata in un edificio adibito ad attività scolastica, situato all'interno di un edificio avente tre piani fuori terra e uno interrato.

Non potendosi, per la misura S.1, perseguire la *soluzione conforme*, si è adottata una *soluzione alternativa* volta a dimostrare che, con l'installazione di una cortina di vetro EI30, qualora si verifici un incendio nei locali al piano terra, i pannelli di legno, costituenti il rivestimento delle pareti del corridoio principale, non partecipino alla combustione, mantenendo sicura la via di esodo per gli occupanti che vi transitano per raggiungere l'esterno dell'edificio.

Sono stati esaminati diversi scenari di incendio; in tale contesto sono stati riportati i risultati di uno degli scenari più significativi, ovvero, quello che prevede un incendio al piano terra nelle zone adibite a segreterie. Di tale scenario si è ritenuto interessante mostrare la differenza tra un sotto-caso nel quale tutte le finestre al piano terra rimangano chiuse durante l'incendio (scenario 1A) ed il caso più realistico di apertura delle finestre raggiunta una data temperatura "critica" (scenario 1B).

Lo scenario 1A è ovviamente il più gravoso ed ha mostrato comunque temperature nel corridoio temperature, al massimo, di 50°C, valore per il quale il processo di combustione del legno non è ancora iniziato. Il propagarsi dei fumi oltre la cortina avviene invece in quantità particolarmente limitata dopo circa 3 min, rimanendo tuttavia sempre rasente il soffitto finché non raggiungono l'apertura verso la corte esterna.

Lo scenario 1B invece, è sicuramente il più realistico e non mostra propagazione dei fumi nel corridoio in cui è presente il rivestimento in legno ed una temperatura dei gas caldi di circa 30°C.

La soluzione che prevede l'installazione di una cortina nella zona del corridoio del piano terra si è dimostrata pertanto idonea al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza prefissati.

❖ *Commento dei risultati*

Nel caso in esame, sebbene non sia stato sviluppato pienamente (per questioni di brevità) il processo per l'identificazione degli scenari d'incendio di progetto, vale la pena sottolineare come la soluzione progettuale adottata consenta di mantenere ampi margini di sicurezza rispetto alla potenziale accensione del rivestimento in legno delle pareti del corridoio al piano terra, dal momento che le temperature massime valutate sono molto più basse rispetto al valore di soglia adottato per l'accensione del legno, anch'esso leggermente conservativo.

Ciò detto, è evidente come lo scenario modellato possa essere solo teorico in mancanza delle misure di gestione della sicurezza antincendio finalizzate a mantenere in essere nella realtà dell'attività le condizioni ipotizzate in progetto.

Pertanto, è fondamentale che venga posto l'accento sull'aspetto gestionale, perché il non rispetto delle misure previste sin dalla fase progettuale (ad es.: disposizione di materiale combustibile in adiacenza alle pareti rivestite in legno) vanifica lo sforzo progettuale in soluzione alternativa ed espone gli occupanti a rischi non valutati.

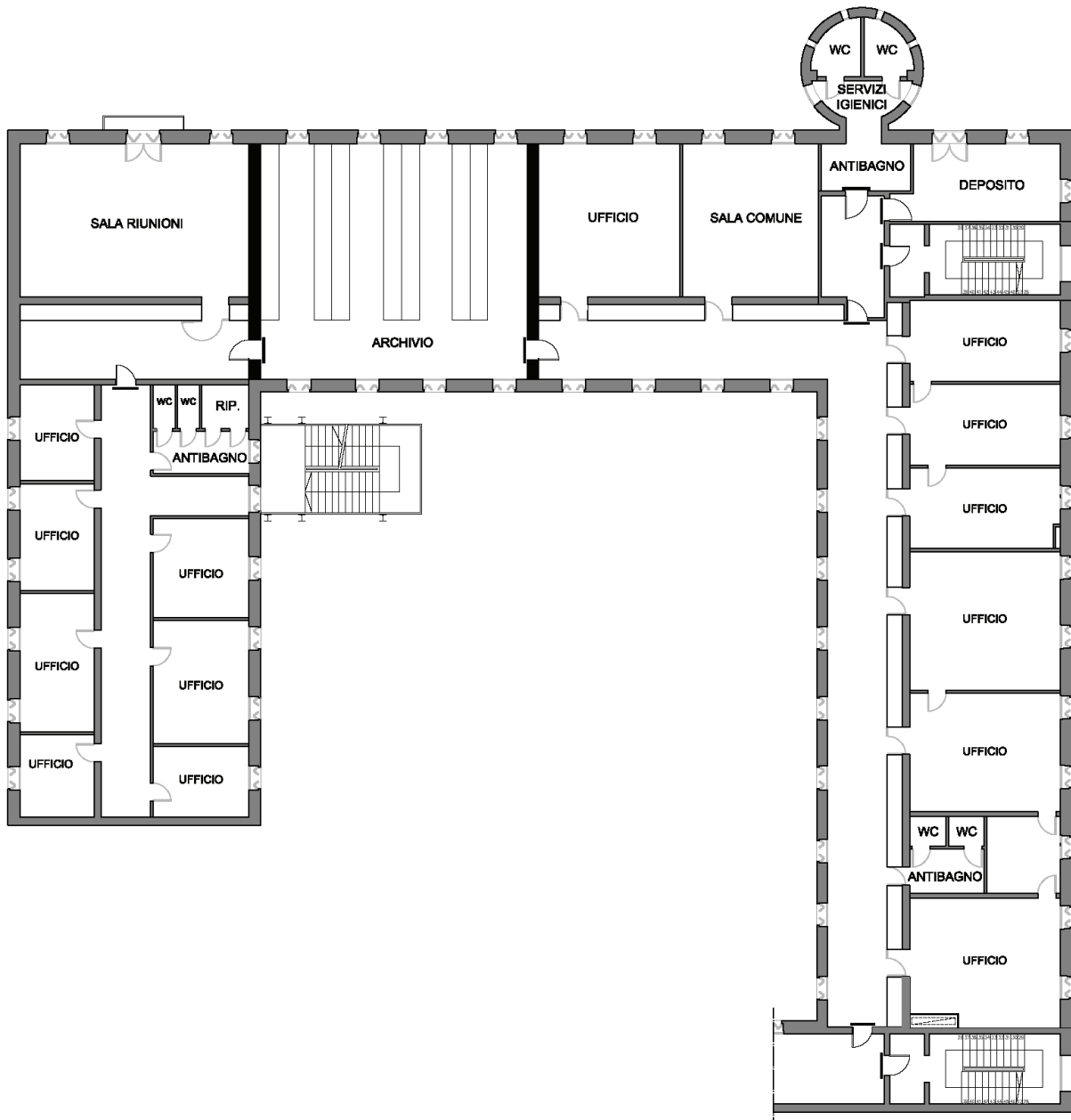
Caso studio 2: edificio storico adibito ad attività uffici aperti al pubblico

Descrizione

Nel presente caso studio ci si occupa di un edificio storico vincolato, avente sei piani fuori terra; la distribuzione al piano tipo è la medesima per tutti, eccetto al secondo piano, ove è presente un archivio intensivo cartaceo. La superficie complessiva di ciascun piano è pari a circa 1100 m².

L'edificio presenta strutture portanti verticali in muratura e strutture orizzontali in latero cemento.

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:



PLANIMETRIA DEL SECONDO PIANO

Superficie del piano tipo	1100 m ²
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti verticali in muratura e strutture orizzontali in latero cemento
Numero occupanti	320
Profili di rischio R _{vita}	B2 (par. G.3.2.2)
Profilo di rischio R _{beni}	Attività vincolata e non strategica = 2 (par. G.3.3)
Profilo di rischio R _{ambiente}	Non significativo (par. G.3.4)
Reazione al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.1.3 ²¹ , S.1.4.4 e V.4.4.1)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.4.3 e V.4.4.2)
Compartimentazione	Livello II di prestazione (parr. S.3.4.1 e V.4.4.3)
Esodo	Livello I di prestazione (par. S.4.4.3)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.5.4.1 e V.4.4.4)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (parr. S.6.4.2 e V.4.4.5) Rete di Idranti (UNI 10779)
Rivelazione ed allarme	Livello IV di prestazione (parr. S.7.4.4 e V.4.4.6) Impianto IRAI (UNI 9795)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3 e S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (parr. S.9.3 e S.9.4.2)
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3 e S.10.4.1)

Classificazione

Si fa riferimento al Codice e, considerata la tipologia di attività in esame, alla RTV V.4 - Uffici (ex d.m. 8 giugno 2016²²).

Secondo il par. V.4.2 l'attività è classificabile:

- in relazione al numero degli occupanti: $500 < n \leq 800 \rightarrow OB$;
- in relazione alla massima quota dei piani: $12 \text{ m} < h \leq 24 \text{ m} \rightarrow HB$.

e le aree presenti sono classificate come segue:

- TA: locali destinati agli uffici e a spazi comuni;
- TM: archivio di superficie lorda maggiore di 25 m² e carico di incendio specifico $q_f > 600 \text{ MJ/m}^2$;
- TT: locali in cui siano presenti quantità significative di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Si segnala che la RTV V.4 prevede, alla tab. V.4-6, requisiti aggiuntivi rispetto a quelli previsti nel Cap. S.7; pertanto occorre attribuire un livello minimo di prestazione pari a III alla misura rivelazione e allarme.

Nel caso in esame, come esposto nel seguito della trattazione, il livello individuato è stato il IV.

Valutazione del rischio incendio e determinazione dei profili di rischio

La prioritaria e necessaria valutazione del rischio incendio sarà omessa per brevità.

I profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al capitolo G.3.

Il profilo di rischio vita viene attribuito in relazione alle caratteristiche prevalenti degli occupanti (δ_{acc}) e la velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio (δ_{α}).

Negli ambienti dei piani fuori terra del fabbricato si attribuisce a $\delta_{acc} = B$, in quanto gli occupanti sono considerati in stato di veglia ma non hanno familiarità con l'edificio (uffici aperti al pubblico).

Per quel che riguarda la velocità di crescita si attribuisce un δ_{α} pari a 2 in considerazione della prevalente destinazione d'uso (uffici).

Pertanto, in tali ambienti si assume il profilo di rischio R_{vita} = B2.

Il profilo di rischio beni attribuito all'edificio è R_{beni} = 2, essendo l'attività vincolata ma non strategica in considerazione di pianificazioni di soccorso pubblico e difesa civile.

Il profilo di rischio ambiente R_{ambiente} viene considerato *non significativo* (vedi par. G.3.4 comma 3).

²¹ Tab. S.1-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività: Livello III; tab. S.1-3: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività: Livello II.

²² Vedi d.m. 14 febbraio 2020 recante aggiornamenti delle RTV in vigore.

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Ai sensi dell'Allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151 l'attività in esame, superando le 300 persone presenti, rientrerebbe nella classificazione di cui al punto 71.1.A.

Come argomentato nel caso studio precedente, trattandosi, però, di un edificio tutelato, in base all'art. 2 del d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i. al campo di applicazione della RTV V.10, si esula dal campo di applicazione del medesimo.

Anche stavolta, ai soli fini didattici, si applicherà ugualmente il Codice come strumento di progettazione facendo riferimento, considerata la tipologia di attività in esame, alla RTV V.4 - Uffici²³.

È inoltre presente, al secondo piano, l'attività 34.1.B "Depositi di carta, cartoni e prodotti cartotecnici, archivi di materiale cartaceo, biblioteche, depositi per la cernita della carta usata, di stracci di cascami e di fibre tessili per l'industria della carta, con quantitativi in massa da 5000 a 50000 kg".

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Reazione al fuoco*, facendo ricorso alle *soluzioni alternative* suggerite dal Codice al par. S.1.4.4.

La problematica che si pone, e per la quale sarà necessario ricorrere ad una *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, limitatamente ai criteri per la realizzazione delle vie di esodo interne (orizzontali) ed esterne (verticali), riguarda:

- i corridoi dei vari piani che, lato chiostro interno, sono rivestiti in perlinato in legno di pregio che non risponde ai requisiti richiesti per la classe di reazione al fuoco dei materiali per le vie di esodo di cui al punto V.4.4.1.
Tale rivestimento che, causa prescrizioni della Soprintendenza non è possibile trattare né tantomeno eliminare, va dal piano di calpestio fino ai 2,40 m di altezza;
- il secondo piano ove è allocato l'archivio di materiale cartaceo, in quanto presenta un'ulteriore criticità causata dalla scala di sicurezza esterna installata per ridurre la lunghezza del corridoio cieco dei locali adibiti ad uffici dell'ala ovest.
Tale scala, infatti, causa prescrizioni della Soprintendenza inerenti la propria installazione, non rispetta la distanza dalle finestre dell'archivio che si attestano sul chiostro; in particolare essa è installata ad una distanza di circa 1,40 m dalla facciata, non rispettando le prescrizioni di cui ai punti S.4.5.3.3.1 e S.4.5.3.3.2, nonché ai criteri di cui alla tab. S.4-5, criterio 2:

2	<p>La via d'esodo esterna (orizzontale o verticale) deve essere distaccata di almeno 2,50 m dall'opera da costruzione, da aperture di smaltimento o di evacuazione di fumi e calore dell'incendio.</p> <p>Deve essere collegata alle porte di piano tramite passerelle realizzate con materiali incombustibili. Le passerelle devono essere protette dall'incendio tramite l'adozione della soluzione del criterio 1.</p>	
---	---	--

ESTRATTO TAB. S.4-5: CRITERI PER LA REALIZZAZIONE DI VIE D'ESODO ESTERNE ORIZZONTALI O VERTICALI (CRITERIO 2)

²³ Vedi nota analoga al caso studio precedente

Come esaminato nel caso studio precedente, al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione attribuito (III), il progettista deve impiegare uno dei metodi del par. G.2.7, nello specifico quello che prevede l'impiego di prodotti di tipo *innovativo*:

Metodi	Descrizione e limiti d'applicazione
Soluzioni progettuali che prevedono l'impiego di prodotti o tecnologie di tipo innovativo	<p>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:</p> <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.

ESTRATTO TAB. G.2-1: METODI DI PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO

Si segnala, inoltre, che in tab. S.1-4 sono riportate alcune modalità generalmente accettate per la progettazione di *soluzioni alternative*:

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.

TAB. S.1-4: MODALITÀ PROGETTUALI PER SOLUZIONI ALTERNATIVE

Tuttavia, al punto S.1.4.4.3, è specificatamente indicato che “*il progettista può comunque impiegare modalità diverse da quelle elencate*”.

Nello specifico, la scelta progettuale ricade nella disposizione di tende tagliafuoco (mobili) in aderenza, con funzione di protezione/compartimentazione, al lato interno delle pareti del percorso d'esodo, le cui caratteristiche saranno illustrate nel successivo paragrafo.

L'inserimento nel corridoio di tali tende tagliafuoco costituisce, pertanto, *soluzione alternativa*, per la misura *Reazione al fuoco*, in rapporto ai percorsi d'esodo dagli uffici e dall'archivio.

Naturalmente, il progetto antincendio dovrà esaminare, secondo l'approccio olistico del Codice, tutte le problematiche inerenti le dieci misure della strategia; nello specifico, all'atto della progettazione della misura S.4 *Esodo*, il progettista dovrà farsi carico di verificare, mediante un'analisi fluidodinamica, la garanzia delle condizioni di salvaguardia della vita degli occupanti, alla luce delle ipotesi qui assunte, nella via d'esodo, per la misura S.1 *Reazione al fuoco*.

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1

Soluzione conforme

Nella RTV V.4 - Uffici, al par. V.4.4.1, in riferimento alla *Reazione al fuoco*, si richiede la verifica dei seguenti punti:

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

Come detto, le pareti dell'archivio e dei corridoi uffici, lato chiostro interno, sono rivestite in legno che non risponde ai requisiti richiesti per la classe di reazione al fuoco dei materiali installati nelle le vie di esodo.

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 _{fi} -s1	2	C _{fi} -s2
Rivestimenti a parete [1]						
Partizioni interne, pareti, pareti sospese	1	B _{fi} -s1	1	C _{fi} -s1	2	C _{fi} -s2
Rivestimenti a pavimento [1]						
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)						

[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.

TAB. S.1-6: CLASSIFICAZIONE IN GRUPPI DI MATERIALI PER RIVESTIMENTO E COMPLETAMENTO

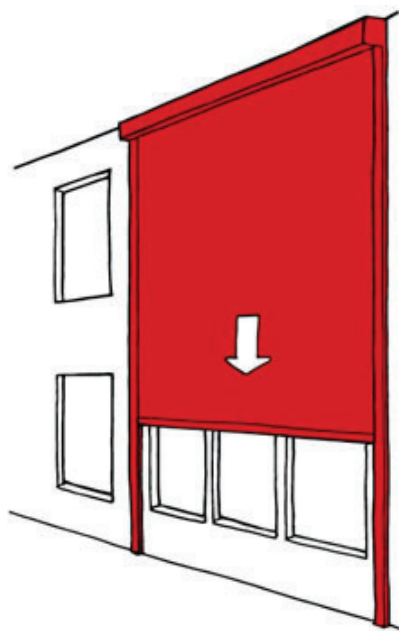
Secondo il punto 1 del par. V.4.4.1, essendo tale corridoio una via di esodo orizzontale, devono essere presenti in loco solamente materiali appartenenti al gruppo GM2 di reazione al fuoco.

La *soluzione conforme* per la misura S.1, a questo punto, presenta le stesse problematiche di cui al caso studio precedente e obbliga il progettista ad adottare una *soluzione alternativa*.

Soluzione alternativa

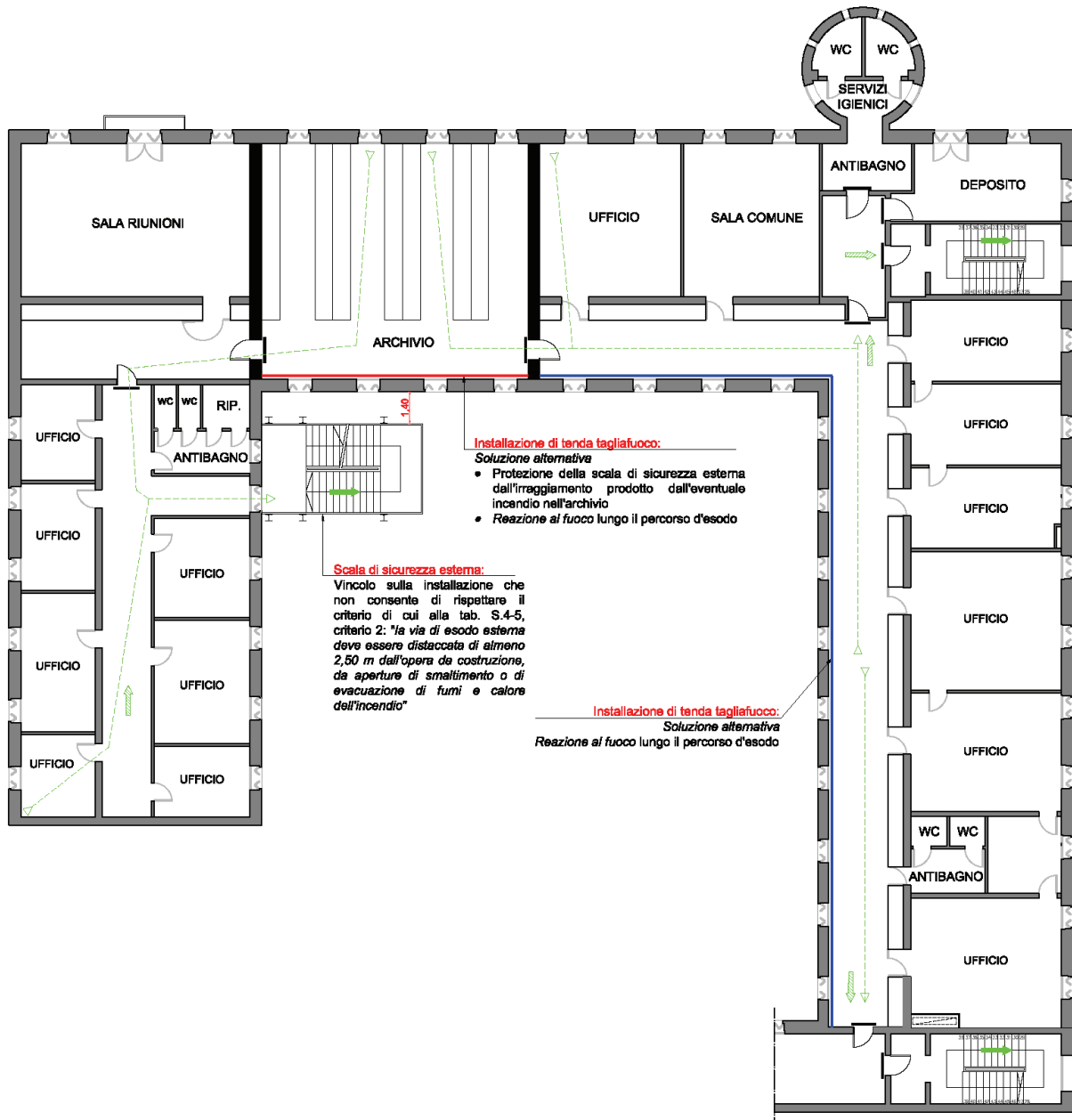
La *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, come noto, ha come oggetto la “partecipazione dei materiali all’incendio” (tab. S.1-4) e richiede e che si dimostri che sia comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (Cap. M.3) e, se applicabile, la protezione dei beni, 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.

Al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione, si è pertanto impiegato il metodo, di cui al par. G.2.7, che prevede l’impiego di prodotti o tecnologie di tipo *innovativo*.



TENDE TAGLIAFUOCO MOBILI REALIZZATE IN MATERIALE TESSILE ISOLANTE

Si è quindi proposta l'installazione di tende tagliafuoco (mobili) in aderenza al lato interno delle pareti del percorso d'esodo (linee rossa e blu nella figura seguente):



PLANIMETRIA DEL SECONDO PIANO - INSTALLAZIONE DELLE TENDE TAGLIAFUOCO MOBILI

Le tende tagliafuoco saranno realizzate in materiale tessile isolante, con spazio di ingombro ridotto, senza raffreddamento ad acqua e, quelle scelte, risponderanno²⁴ alle seguenti caratteristiche tecniche:

- direzione di chiusura: dall'alto in basso;
- abbassamento motorizzato con alimentazione elettrica di sicurezza;
- resistenza al fuoco: almeno EI 30 testato secondo:
 - norma EN 1634-1:2014-03 "Test di resistenza al fuoco e controllo del fumo per gruppi di porte e persiane, finestre apribili ed elementi di ferramenta per l'edilizia - Parte 1: Test di resistenza al fuoco per gruppi di porte e persiane e finestre apribili";
 - norma EN 13501-2:2016-12 "Classificazione dei prodotti da costruzione e dei tipi di costruzione in relazione alla loro reazione al fuoco - Parte 2: Classificazione con i risultati delle prove di resistenza al fuoco, ad eccezione dei sistemi di ventilazione";

²⁴ Le barriere al fuoco sono sistemi di protezione "innovativi"; pertanto, ancora non esistono specifici standard di riferimento. Ad oggi, tali prodotti sono testati sulla base dei più significativi standard europei.

- classe di reazione al fuoco: almeno B - s1, d0;
- marcatura CE secondo:
 - norma EN 16034:2014 *“Porte pedonali, porte industriali, commerciali, da garage e finestre apribili - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Caratteristiche di resistenza al fuoco e/o controllo del fumo, fuoco e/o controllo del fumo e/o sulle vie di fuga”*;
 - norma EN 13241:2003+A2:2016 *“Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali”*.

Per quanto riguarda prodotti di tipo “innovativo”, come nel caso della barriera al fuoco, da quanto esposto nella tab. G.2-1, essendo tale uso non normato, al fine di una valutazione, in assenza di specifiche tecniche, l'idoneità all'impegno del prodotto nelle condizioni previste per la specifica applicazione può essere giustificato dal professionista antincendio attraverso una valutazione dei rischi fatta sulla base di pertinenti certificazioni di prova rilasciate da organismi autorizzati a tal fine.

Le certificazioni citate dovranno fare riferimento a norme o specifiche nazionali, internazionali o, in assenza di queste, a specifiche adottate da laboratorio di prova autorizzato.

Sarà cura del fabbricante del prodotto di tipo “innovativo” mettere a disposizione del professionista antincendio una documentazione tecnica, corredata delle certificazioni di prova, attestante le caratteristiche dello stesso nonché le relative procedure di valutazione prestazionale, con particolare riferimento al comportamento al fuoco e alle eventuali limitazioni di utilizzo individuate dagli organismi certificatori.²⁵

La soluzione proposta assicura che per le vie di esodo, dall'archivio intensivo e dagli uffici dell'ala Est, la garanzia che i materiali installati appartengono almeno al gruppo GM2; la tenda tagliafuoco, in caso di allarme incendio, si porterà in posizione di chiusura, andando a coprire i rivestimenti in legno di pregio che, in tal modo, non contribuiranno all'incendio e, nello stesso tempo, saranno protetti dagli effetti dell'incendio stesso.

Il requisito di resistenza al fuoco almeno EI30 permette, inoltre, di ottenere l'ulteriore effetto di contenere l'irraggiamento verso il chiostro centrale e, in particolare, verso la scala di sicurezza esterna.

La scala installata, per prescrizione della Soprintendenza, a distanza di circa 1,40 m dalla facciata, potrà così essere classificata come via di esodo esterna secondo la tab. S.4-5, con particolare riferimento al criterio 2, risolvendo la criticità connessa al potenziale irraggiamento dalle finestre dell'archivio verso la scala di sicurezza esterna.

La porzione di chiusura d'ambito dell'opera da costruzione sulla quale è collocata la scala (facciata Sud dell'archivio intensivo) avrà caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a EI30, sia per quanto riguarda le strutture (classificate con metodo tabellare) sia per quanto riguarda gli infissi, che saranno tamponati dalla tenda tagliafuoco.

Al fine di raggiungere gli obiettivi di sicurezza antincendio sarà previsto per la misura S.7 *Rivelazione ed allarme*, un IRAI con livello di prestazione IV e, per la misura S.4 *Esodo*, un'illuminazione sicurezza sui percorsi d'esodo conforme alle indicazioni della norma UNI EN 1838 e con 2 lx lungo la linea centrale della via d'esodo (illuminamento doppio rispetto al minimo richiesto).

²⁵ Si veda anche “R. Sabatino, M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, *Compartimentazione antincendio* - pag. 119, INAIL 2020”, appartenente alla collana di quaderni di cui fa parte la presente pubblicazione.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata verificata la progettazione della misura S.1 per una attività soggetta al controllo di prevenzione incendi ospitata in un edificio adibito ad uffici aperti al pubblico, situato all'interno di un edificio avente sei piani fuori terra.

Non potendosi, per la misura S.1, perseguire la *soluzione conforme*, si è adottata una *soluzione alternativa* impiegando il metodo, di cui al par. G.2.7, che prevede l'impiego di prodotti o tecnologie di tipo *innovativo*. Tale soluzione, consistente nell'installazione di tende tagliafuoco (mobili) in aderenza al lato interno delle pareti del percorso d'esodo adiacente il chiostro interno, permette di mantenere sicura la via di esodo per gli occupanti che vi transitano per raggiungere l'esterno dell'edificio.

Inoltre, al secondo piano dell'edificio, ove è situato un archivio intensivo cartaceo, l'installazione delle tende tagliafuoco risolve anche la criticità relativa al potenziale irraggiamento dalle finestre dell'archivio verso la scala di sicurezza esterna (tab. S.4-5).

L'installazione delle tende tagliafuoco ha consentito di raggiungere l'obiettivo di ottemperanza alle prescrizioni di cui al par. S.1.3 per il livello di prestazione III di reazione al fuoco delle pareti dei percorsi d'esodo.

❖ *Commento dei risultati*

La soluzione alternativa proposta in tal caso studio è, in qualche modo, figlia dell'approccio prescrittivo, in quanto le prestazioni in termini di resistenza e reazione al fuoco del prodotto innovativo utilizzato (tende tagliafuoco) sono valutate in condizioni standardizzate di prova.

Nel caso specifico il loro utilizzo consente di ovviare a significative problematiche di reazione e resistenza al fuoco lungo le vie di esodo orizzontali (corridoio) e verticali (scala esterna), nonché di protezione dei beni, in maniera certamente non complicata e convincente.

Ciò dimostra chiaramente l'importanza di una buona conoscenza del mercato dei prodotti da costruzione realizzati per il RE "*Sicurezza in caso d'incendio*", che può essere d'ausilio nella risoluzione di problematiche di prevenzione incendi di non banale risoluzione.

Non da meno è importante che tali prodotti siano accuratamente considerati nella gestione della sicurezza antincendio, sia in merito al mantenimento della loro integrità, secondo le indicazioni del produttore, sia alla costante verifica della loro funzionalità (ad es.: verifiche sui motori per il loro abbassamento, sull'efficacia dell'asservimento all'IRAI, ecc.).

Caso studio 3: edificio adibito ad attività commerciale

Descrizione

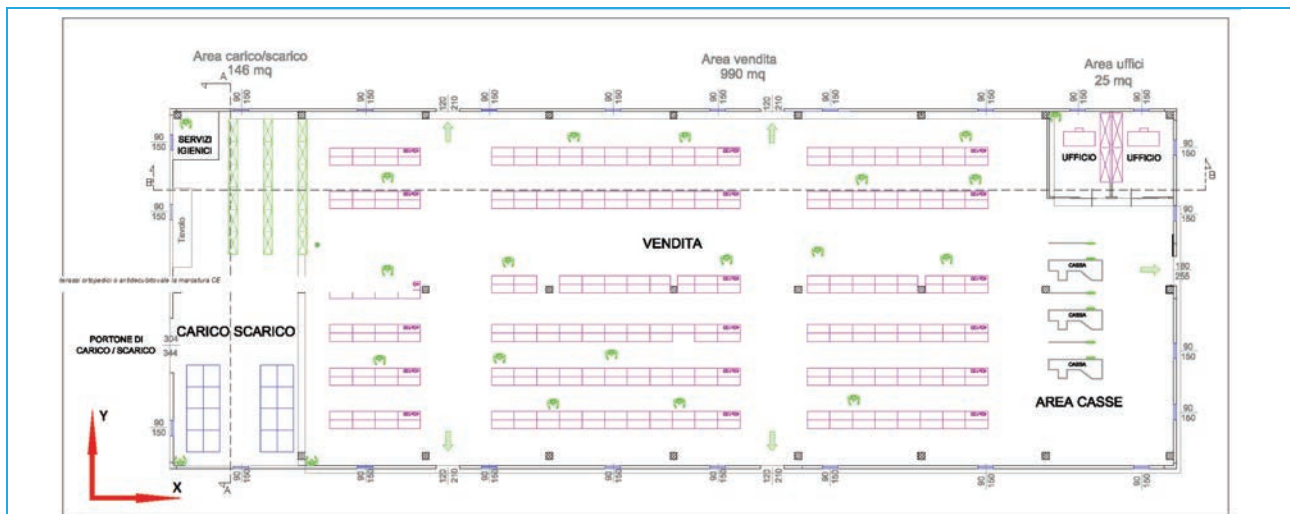
Nel presente caso studio ci si occupa di un edificio sede di un'attività commerciale operante nel settore della minuteria metallica.

L'edificio si sviluppa esclusivamente al piano terra e non presenta particolari suddivisioni interne, fatta eccezione per l'area uffici e del servizio igienico.

L'edificio è realizzato con struttura portante a telaio in calcestruzzo armato e tamponamenti in pannelli di calcestruzzo prefabbricato; la copertura con pannelli sandwich in acciaio/poliuretano/acciaio su travoni ad Y.

La pavimentazione è realizzata in calcestruzzo liscio, mentre le superfici vetrate con vetro tipo U-Glass. L'affollamento è variabile con valori massimi teorici di circa 198 occupanti presenti (densità di affollamento massima di 0,2 persone/m²) oltre ai 6 addetti ordinariamente presenti.

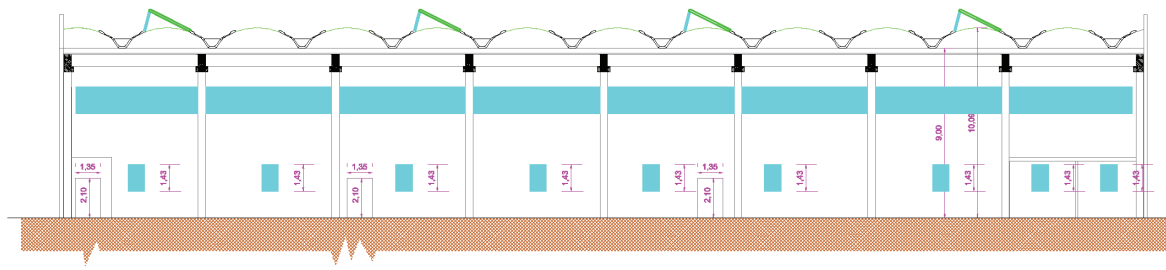
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:



PLANIMETRIA DELL'ATTIVITÀ COMMERCIALE

Superficie dell'attività commerciale	1015 m ²
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti verticali in calcestruzzo armato e tamponamenti in calcestruzzo prefabbricato
Numero occupanti	204 (valore teorico max affollamento)
Profili di rischio R _{vita}	B2 (par. G.3.2.2)
Profilo di rischio R _{beni}	Attività non vincolata e non strategica = 1 (par. G.3.3)
Profilo di rischio R _{ambiente}	Non significativo (par. G.3.4)
Reazione al fuoco	Livello II di prestazione (parr. S.1.3 ²⁶ , S.1.4.4 e V.8.5.1)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.4.3 e V.8.5.2)
Compartimentazione	Livello II di prestazione (parr. S.3.4.1 e V.8.5.3)
Esodo	Livello I di prestazione (parr. S.4.4.3 e V.8.5.4)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.5.4.1 e V.8.5.5)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (parr. S.6.4.2 e V.8.5.6) Rete di Idranti (UNI 10779)
Rivelazione ed allarme	Livello II di prestazione (parr. S.7.4.2 e V.8.5.7) Impianto IRAI (UNI 9795)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3, S.8.4.1 e V.8.5.8)
Operatività antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.9.3, S.9.4.1 e V.8.5.9)
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3, S.10.4.1 e V.8.5.10)

²⁶ Si considera solo la tab. S.1-3 (livelli di prestazione per altri locali dell'attività) in quanto la tab. S.1-2 (livelli di prestazione per le vie d'esodo) si riferisce solamente "a vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (corridoi, atri, filtri, ...) e spazi calmi".



SEZIONE B-B

SEZIONE TRASVERSALE DELL'EDIFICIO

Classificazione

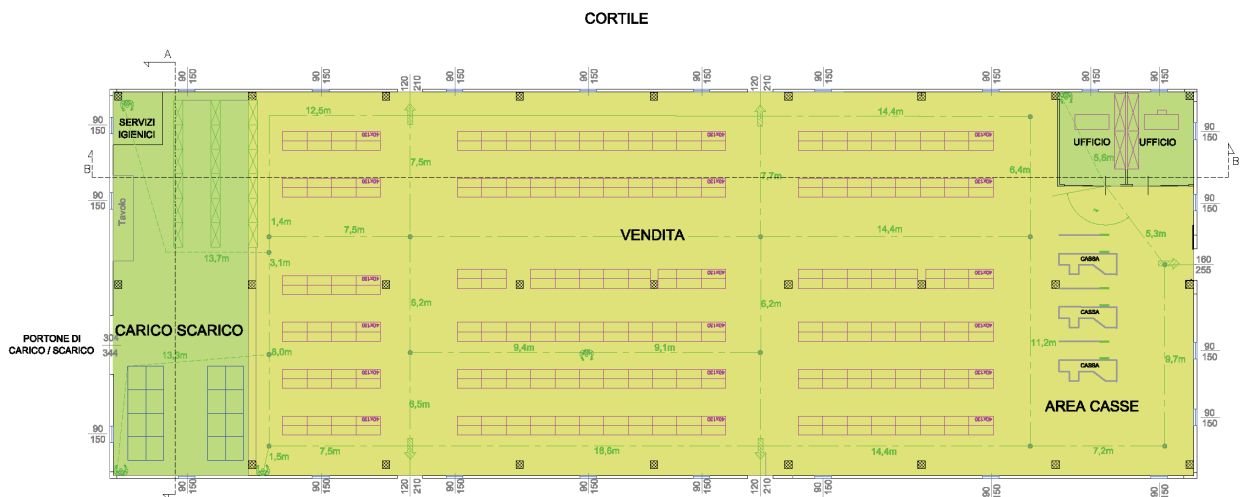
Si fa riferimento al Codice e, considerata la tipologia di attività in esame, alla RTV V.8 - Attività commerciali (ex d.m. 23 novembre 2018²⁷).

Secondo il par. V.8.3 l'attività è classificabile:

- in relazione alla superficie lorda utile: $A \leq 1500 \text{ m}^2 \rightarrow \text{AA}$;
- in relazione alla quota dei piani: $-5 \text{ m} < h \leq 12 \text{ m} \rightarrow \text{HB}$.

e le aree presenti sono classificate come segue:

- TA: aree di vendita ed esposizione comprensive di spazi comuni, accessibili al pubblico;
- TZ: altre aree non ricomprese nelle precedenti.



CORTILE

LEGENDA

- | | | | |
|--|---|--|---------|
| | Pallet non impilati prodotto finito inscatolato, altezza 1,70 m
Pallet con cartoni di PF in sacchetti PE | | Area TA |
| | Scaffali metallici con stock minuteria - altezza 2,00m
Scatole cartone con minuteria metallica in sacchetti PE | | Area TZ |
| | Scaffali metallici con stock minuteria - altezza 2,00 m | | |

ZONIZZAZIONE DELLE AREE SECONDO LA RTV V.8

²⁷ Vedi d.m. 14 febbraio 2020 recante aggiornamenti delle RTV in vigore.

Valutazione del rischio incendio e determinazione dei profili di rischio

La prioritaria e necessaria valutazione del rischio incendio sarà omessa per brevità.

I profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al capitolo G.3.

Il profilo di rischio vita viene attribuito in relazione alle caratteristiche prevalenti degli occupanti (δ_{occ}) e la velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio (δ_{α}).

Negli ambienti del fabbricato si attribuisce a $\delta_{occ} = B$, in quanto gli occupanti sono considerati in stato di veglia ma non hanno familiarità con l'edificio (attività commerciale al pubblico).

Per quel che riguarda la velocità di crescita si attribuisce un δ_{α} pari a 2 in considerazione della prevalentemente presenza di materiali che contribuiscono in modo moderato all'incendio.

Pertanto, si assume il profilo di rischio $R_{vita} = B2$.

Il profilo di rischio beni attribuito all'edificio è $R_{beni} = 1$, essendo l'attività non vincolata e non strategica in considerazione di pianificazioni di soccorso pubblico e difesa civile.

Il profilo di rischio ambiente $R_{ambiente}$ viene considerato *non significativo* (vedi par. G.3.4 comma 3).

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Ai sensi dell'Allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151 l'attività in esame, superando i 600 m² di superficie lorda, rientra nell'attività 69.2.B "Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici, con superficie lorda, comprensiva dei servizi e depositi, da 600 m² a 1500 m²".

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Reazione al fuoco*, facendo ricorso alle *soluzioni alternative* suggerite dal Codice al par. S.1.4.4.

La problematica che si pone, e per la quale sarà necessario ricorrere ad una *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, riguarda i materiali costituenti la copertura (pannelli sandwich in acciaio/poliuretano/acciaio) che non risultano dotati di certificazione di reazione al fuoco.

Al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione attribuito, il progettista deve impiegare uno dei metodi del par. G.2.7; in tab. S.1-4 sono riportate alcune modalità generalmente accettate per la progettazione di *soluzioni alternative*.

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.

TAB. S.1-4: MODALITÀ PROGETTUALI PER SOLUZIONI ALTERNATIVE

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1

Soluzione conforme

L'attività presenta un profilo di rischio $R_{vita} = B2$; pertanto, il Codice, per quanto riguarda le vie di esodo, richiede un livello di prestazione III (impiego di materiali appartenenti al gruppo GM2) e il livello di prestazione II per quanto attiene agli altri locali dell'attività (impiego di materiali appartenenti al gruppo GM3).

Ad integrazione delle prescrizioni della RTO, nella RTV V.8 - Attività commerciali, al par. V.8.5.1, in riferimento alla *Reazione al fuoco*, si richiede la verifica dei seguenti punti:

1. In vie d'esodo verticali, passaggi di comunicazione delle vie d'esodo orizzontali (es. corridoi, atri, spazi calmi, filtri, ...) devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM2 di reazione al fuoco (Cap. S.1).
2. Negli spazi di esposizione e vendita delle aree TA devono essere impiegati materiali almeno appartenenti al gruppo GM3, limitatamente ai materiali indicati nella tabb. S.1-5, S.1-6 e S.1-7 (Cap. S.1).

Nello specifico, considerata la tipologia di copertura dell'edificio (costituita da pannelli sandwich in acciaio/poliuretano/acciaio) non classificati per la reazione al fuoco, il secondo requisito richiesto dalla RTV V.8 non può essere ottemperato, in quanto la tab. S.1.6 richiede che per i materiali utilizzati, il requisito di reazione al fuoco sia raggiunto da tutti i materiali nell'intero pacchetto costituente la copertura e non solo da quelli costituenti l'ultimo strato esterno.

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

La *soluzione conforme* per la misura S.1, a questo punto, risulta non applicabile e obbliga il progettista ad adottare una *soluzione alternativa*.

Soluzione alternativa

La *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, come noto, ha come oggetto la "partecipazione dei materiali all'incendio" (tab. S.1-4) e richiede e che si dimostri che sia comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (Cap. 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.

Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Il Cap. M.3 del Codice, come noto, tratta gli aspetti legati alla salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale.

Gli obiettivi di sicurezza identificati che si intendono perseguire sono:

- 1) limitare l'innesco dei materiali e la propagazione dell'incendio;
- 2) garantire la salvaguardia degli occupanti, al fine di garantire la possibilità che lascino l'attività autonomamente;
- 3) garantire l'operatività delle squadre di soccorso.

Definizione delle soglie di prestazione (par. M.3.3.1)

Nell'ambito del metodo di calcolo avanzato per ASET, le soglie di prestazione impiegabili sono descritte nella tab. M.3-2; al fine di raggiungere gli obiettivi di sicurezza indicati sarà necessario garantire che le soglie di seguito indicate non vengano raggiunte.

Obiettivo 1): limitare l'innesco dei materiali e la propagazione dell'incendio

Dovrà essere dimostrato che la temperatura raggiunta dal poliuretano contenuto nei pannelli sandwich costituenti la copertura non raggiunga la temperatura di gocciolamento o di innesco.

L'eventuale raggiungimento della temperatura di gocciolamento potrebbe dar luogo alla caduta di gocce calde sugli occupanti e sui materiali a terra, mentre il raggiungimento della temperatura di innesco causerebbe l'evento precedente e la propagazione dell'incendio ad altri materiali con formazione di fumi/gas tossici.

Obiettivo della modellazione è il calcolo della temperatura della faccia interna del sandwich, esposta al calore, derivante dall'incendio sottostante negli scenari di incendio ipotizzati.

Durante la combustione il poliuretano produce importanti quantità di acido cianidrico; questo è un fattore ritenuto maggiore causa delle morti negli incendi con poliuretano (*fonte: SPFE Handbook of fire protection engineering 5th Ed. - pag.224, Cap.7 Thermal Decomposition of Polymeric Materials - Artur Witkowski, Anna A. Stec, and T. Richard Hull*).

La schiuma poliuretana è caratterizzata dalla facilità di formazione di combustioni covanti (*smoldering combustion*) denotate da una combustione senza fiamma, lenta, a basse temperature il calore viene rilasciato quando l'ossigeno attacca direttamente la superficie del combustibile solido.

Tale fenomeno costituisce un pericolo nelle costruzioni in quanto avviene una conversione del combustibile in composti tossici, inoltre fornisce una fonte di combustione con fiamme possibile attraverso l'incontro con fonti di calore di per sé troppo deboli per innescare autonomamente un incendio.

La temperatura di pirolisi del poliuretano in questi casi è approssimativamente di 200°C, oltre questa soglia si assiste ad un aumento della velocità di pirolisi e di carbonizzazione.

Molti studi hanno stabilito che la temperatura minima durante l'ignizione della schiuma poliuretana è all'interno dell'intervallo 300°C - 450°C. (*fonte: SPFE Handbook of fire protection engineering 5th Ed. - pag.581 - 584 - 586, Cap.9 Smoldering Combustion - Guillermo Rein*).

In definitiva, da quanto illustrato, si potrebbe stabilire, in favore di sicurezza, un limite superiore di temperatura da non oltrepassare, pari a 200°C, temperatura alla quale il poliuretano può iniziare un fuoco covante.

Obiettivo 2): garantire la salvaguardia degli occupanti

Obiettivo 3): garantire l'operatività delle squadre di soccorso

Al fine di perseguire la salvaguardia degli occupanti e l'operatività delle squadre di soccorso si dovrà dimostrare che non venga raggiunta la soglia di incapacitazione di cui alla tab. M.3-2 di seguito riportata:

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 lorda < 100 m ² : 5 m	ISO 13571-2012
		Soccorritori: 5 m Soccorritori in locali di superficie lorda < 100 m 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% la porzione di occupanti incapaci 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 inferiori a 30 minuti
		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

Individuazione degli scenari di incendio di progetto

Sono stati considerati differenti scenari di incendio, che variano essenzialmente nella posizione dell'innescò; in questo contesto si presentano i risultati di due degli scenari, ritenuti tra i più significativi in termini di propagazione dei fumi e del calore.

Al fine di anticipare la rilevazione dell'incendio, viene ipotizzata la dotazione di un impianto IRAI costituito da rilevatori ottico lineari, il cui investimento economico appare limitato in confronto alla necessità di sostituzione della copertura in pannelli sandwich.

Scenario	Descrizione	Evento iniziatore	Propagazione	Azione degli impianti	Azioni eseguite dal personale della squadra
A	Innesco di cartoni di imballo in zona carico/scarico a seguito ad un guasto elettrico di un apparecchio radio posto nell'area	Guasto elettrico	L'incendio si propaga dai cartoni da imballo ai cartoni di merce imballata presenti in quanto in attesa di distribuzione nell'area vendita	È ipotizzata la presenza di impianto di rilevazione fumi di tipo ottico lineare	Si ipotizza che non sia presente personale in zona limitrofa, per esempio in orario preapertura. Avviene comunque un tentativo di spegnimento non riuscito da parte della squadra di primo intervento allertate all'impianto
B	Innesco di un pallet di scatole contenenti materiali per il ripristino delle scorte dislocato in area di vendita	Guasto elettrico di un trasformatore di una stampante portatile in carica vicino al pallet	L'incendio si propaga dal pallet ai cartoni adiacenti	È ipotizzata la presenza di impianto di rilevazione fumi di tipo ottico lineare	Tentativo di spegnimento non riuscito da parte della squadra di primo intervento allertata dall'impianto automatico di rilevazione incendi

Scenario A

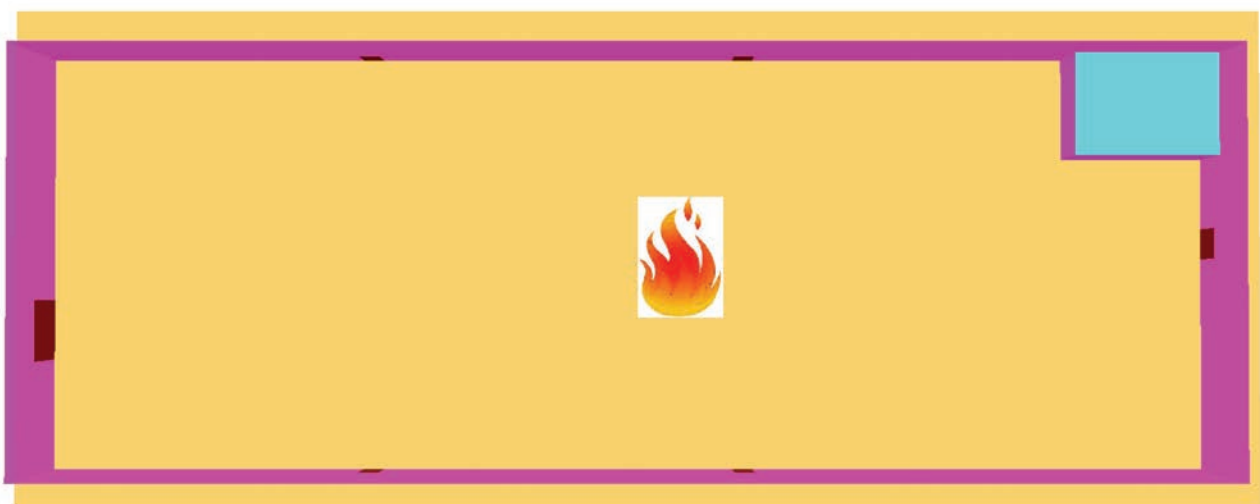
In questo scenario si ipotizza l'innesco di una catasta di cartoni di imballo, sita in zona carico/scarico, a seguito ad un guasto elettrico di un apparecchio radio posto nell'area.



SCENARIO DI INCENDIO CONSIDERATO A

Scenario B

In questo scenario si ipotizza l'innesco di un pallet di scatole contenenti materiali per il ripristino delle scorte dislocato in area di vendita.



SCENARIO DI INCENDIO CONSIDERATO B

Parametri di modello del bruciatore

Per la determinazione della curva HRR, da inserire nel modello fluidodinamico, si è fatto ricorso a quanto indicato nel prospetto E.5 dell'Eurocodice 1 - EN 1991-1-2, che prevede:

- per materiali con una velocità di crescita dell'incendio media (δ_{α} pari a 2), un HRR_{max} pari a 250 kW/m²;
- per la destinazione d'uso centri commerciali, un HRR_{max} pari a 250 kW/m².

In favore di sicurezza, il modello di focolaio inserito nelle simulazioni è stato dimensionato come *Bruciatore* con rilascio termico specifico pari a 300 kW/m², esteso ad una superficie complessiva di 4 m²:

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

PROSPETTO E.5 EUROCODICE 1 - EN 1991-1-2
VELOCITÀ DI CRESCITA DELL'INCENDIO E RHR_f PER DIFFERENTI DESTINAZIONI D'USO

Pertanto, riepilogando il focolaio adottato presenterà le seguenti caratteristiche:

- superficie dell'incendio: 4 m²
- rilascio termico specifico HRR_{max} : 300 kW/m²
- velocità di crescita: "media" ($\delta_{\alpha} = 300$ s)
- rilascio termico totale $HRR_{max,tot}$: 1200 kW (300 kW/m² x 4 m²)

In particolare, la propagazione dell'incendio è stata simulata con l'innesco di una superficie da 1 m² che si attiva ogni 20 s, fino al coinvolgimento dei 4 m² complessivi.

A vantaggio di sicurezza, inoltre, non è stata considerata la fase di crescita della curva di rilascio termico.

Bruciatore di primo innesco:

- rilascio della potenza termica HRR_{max} : 300 kW/m²
- tempo complessivo di rilascio della potenza termica: 3600 s (per l'intera durata della simulazione)
- dimensione del bruciatore: n.1 superficie da 1 m² (b x H = 1 x 1 m)
- innesco del bruciatore: istante 0 della simulazione

Caratterizzazione e criteri di propagazione:

- rilascio della potenza termica HRR_{max} : 300 kW/m²
- tempo complessivo di rilascio della potenza termica: 3600 s (per l'intera durata della simulazione)
- dimensioni bruciatori di propagazione: n. 3 superfici da 1 m² (b x L = 1 x 1 m)
- dimensione massima dell'incendio: 4 m²
- propagazione dell'incendio: 1 m² ogni 20 s
- rilascio termico totale a regime: 1200 kW

Elaborazione delle soluzioni progettuali

Allo scopo di valutare la propagazione dei fumi e delle temperature generate da un incendio, l'edificio è stato modellato con il codice di calcolo FDS.

Il modello utilizzato ricostruisce l'esatta geometria dell'attività, le posizioni e dimensioni delle aperture.

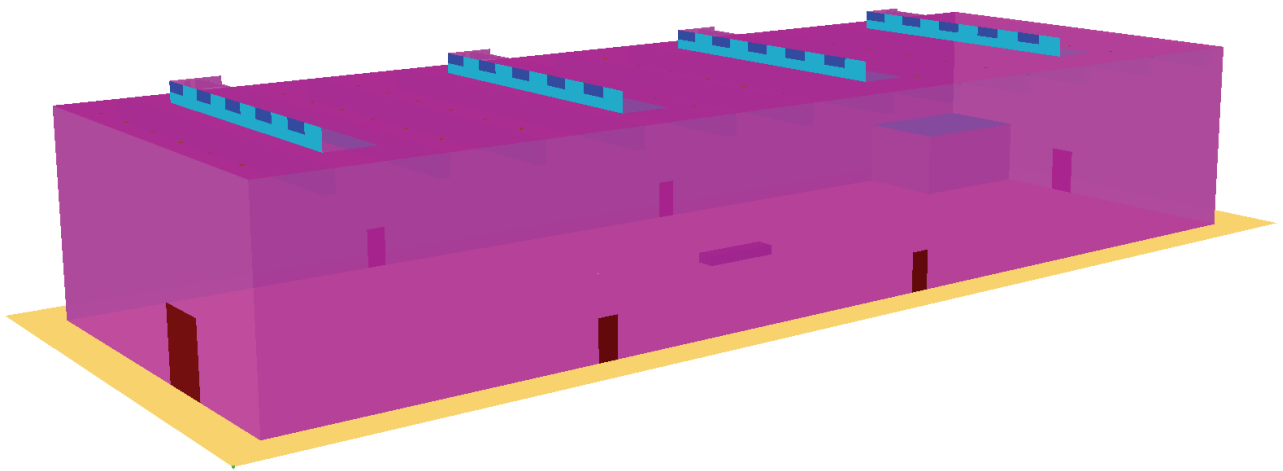
Le dimensioni geometriche degli elementi sono state adattate alla mesh adottata per la costruzione del modello (celle cubiche di 50 cm di lato); in particolare:

- Le aperture di smaltimento di fumo e calore, sugli shed in copertura, sono state modellate con i seguenti criteri:
 - dimensioni modellate di ogni singola apertura di smaltimento di fumo e calore: (b x L) = 50 x 100 cm;
 - aperture di smaltimento di fumo e calore: n. 4 per ognuno dei n. 4 shed (tot. n.16);
 - superficie tot. modellata: 8,00 m²
 - comando di apertura corrispondente all'innesco dell'incendio t = 20 s.

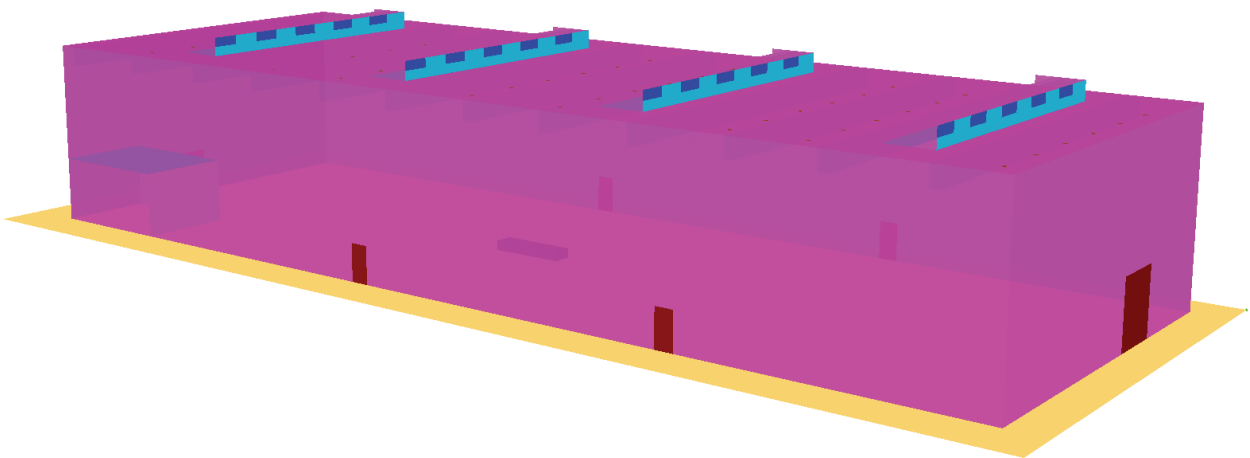
- Le uscite di sicurezza, presenti sui lati lunghi (Nord e Sud), e i portoni presenti sui lati corti (Est e Ovest), sono utilizzate per l'afflusso di aria fresca, sono state modellate con i seguenti criteri:
 - dimensioni modellate delle singole uscite (fronti Nord e Sud): (b x H): 100 x 200 cm e sup. = 2,00 m²;
 - uscite di sicurezza: n. 2 sul fronte Nord, n. 2 sul fronte Sud;
 - dimensioni modellate del portone sul fronte Est: (b x H) 150 x 250 cm, sup. = 3,75 m²;
 - dimensioni modellate del portone sul fronte Ovest: (b x H) 350 x 300 cm, sup = 10,50 m²;
 - comando di apertura corrispondente all'innesco dell'incendio t = 20 s:
 - t = 60 s (uscita di sicurezza sul fronte sud e portone lato Ovest);
 - t = 120 s (uscita di sicurezza sul fronte nord e portone lato Est).

- Le sonde di temperatura sono state posizionate a quota + 9,50 m (50 cm sotto i pannelli di copertura).
 - dimensione delle celle del dominio: celle cubiche di lato 50 cm;
 - durata massima delle simulazioni pari a 3600 s.

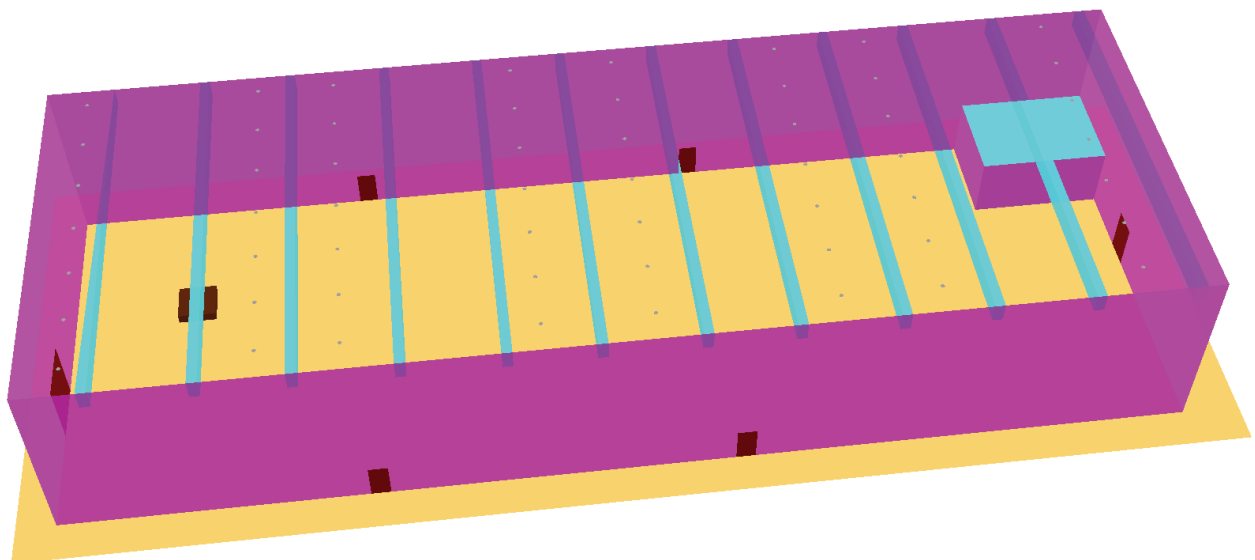
Tutti i restanti parametri di calcolo di FDS hanno conservato l'impostazione di default, come impostata nella versione 6.7.



VISTA ASSONOMETRICA DEL MODELLO - VISTA SUD - OVEST



VISTA ASSONOMETRICA DEL MODELLO - VISTA NORD - OVEST



VISTA ASSONOMETRICA DEL MODELLO CON EVIDENZA DELLE SONDE DI TEMPERATURA

- t_{tra} , tempo di movimento, ovvero il tempo necessario all'i-esimo occupante per raggiungere, dal luogo in cui si trova, l'uscita verso luogo il sicuro temporaneo.
È calcolato come il rapporto tra la massima lunghezza del percorso fino all'uscita (pari a circa 28,00 m) e la velocità di traslazione orizzontale v_{oriz} assunta per gli occupanti.
Nel caso in questione si è scelto di considerare per quest'ultima il valore di 0,57 m/s³⁰.

$$t_{tra} = L_{es} / v_{oriz}$$

$$t_{tra} = 28,00 / 0,57 = 49 \text{ s}$$

In definitiva, si ottiene:

$$RSET = t_{det} + t_a + t_{pre} \text{ (99° percentile)} + t_{tra} = 180 + 0 + 240 + 49 = 469 \text{ s}$$

Come noto, vedi par. M.3.2.2, il sistema di esodo si ritiene efficace se $ASET > RSET$, se cioè il tempo in cui permangono condizioni non incapacitanti per gli occupanti è superiore al tempo necessario perché essi possano raggiungere un luogo sicuro.

Il calcolo di ASET viene svolto mediante il metodo di calcolo avanzato (par. M.3.3.1) con l'utilizzo delle analisi eseguite con FDS.

L'intervallo di tempo intercorrente tra l'innescio dell'incendio e l'istante in cui fallisce la prima delle due soglie di prestazione, è il tempo disponibile per l'esodo.

Considerando la conservatività delle ipotesi assunte nel calcolo di RSET, la soglia di prestazione si ritiene verificata con un margine di sicurezza $t_{marg} > 10\% RSET$ con un minimo di 30 s.

Per il calcolo di ASET con il metodo di calcolo avanzato si prende a riferimento la tab. M.3-2 (derivata dalla norma ISO 13571), secondo la quale il valore di ASET globale è 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.

Si rimanda al par. M.3.3 e alla tab. M.3-2 per ulteriori approfondimenti.

Risultato dell'analisi degli scenari d'incendio - Obiettivi 2) e 3)

L'arresto dell'analisi fluidodinamica a 3600 s non raffigura il raggiungimento del valore di ASET, che risulta superiore a tale tempo.

Tuttavia, si è ritenuto di non proseguire oltre con le analisi poiché il margine su RSET garantisce di soddisfare ampiamente quello del 10% RSET imposto, data la conservatività delle ipotesi assunte nel calcolo di RSET.

Come riportato nella tabella che segue, ogni parametro significativo di incapacità in fase d'esodo è stato rilevato con sonde posizionate all'altezza da terra prescritta nei metodi di cui al Cap. M.3.3.

Parametro	Altezza dal piano di calpestio (m)	Valore soglia occupanti	Scenario A	Scenario B
Temperatura	1,50	60 °C	<< 60°C	<< 60°C
Visibilità	1,80	10 m	>>10 m	>> 10 m
Irraggiamento	1,00	2,5 kW/m ²	<< 2,5 kW/m ²	<< 2,5 kW/m ²
FED e FEC	1,80	0,1 mol/mol	<< 0,1 mol/mol	<< 0,1 mol/mol

Considerato che il mantenimento di condizioni ambientali che soddisfino i valori di soglia di tutti i parametri è stato valutato fino a 3600 s, essendo il tempo RSET pari a 469 s, il criterio di cui al par. M.3.2.2 risulta ampiamente soddisfatto sia per gli occupanti (che per i soccorritori).

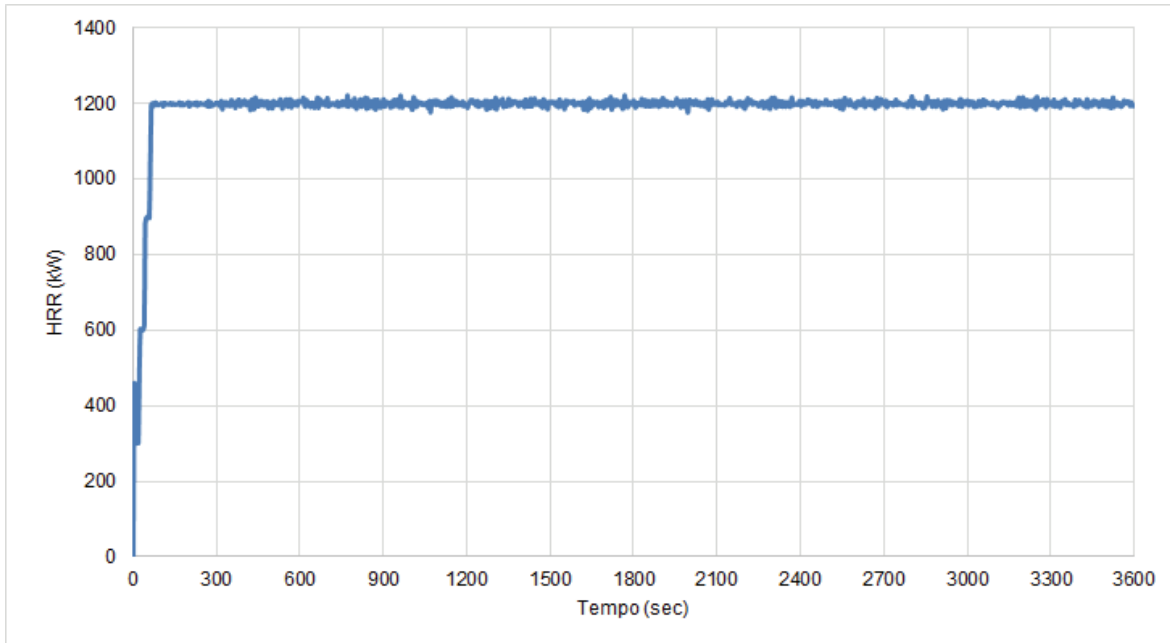
³⁰ Velocità di spostamento indisturbato degli occupanti sulle superfici orizzontali, valore tratto da: ISO/TR 16738:2009, table G.4, Travel speeds on horizontal surfaces: all disabled subjects, 1st quartile.

Obiettivo 1) - Studio dell'andamento delle temperature presenti sull'intradosso della copertura

Scenario A

Obiettivo della modellazione è la determinazione dell'andamento delle temperature presenti sull'intradosso della copertura, ove sono state inserite le termocoppie di rilevazione.

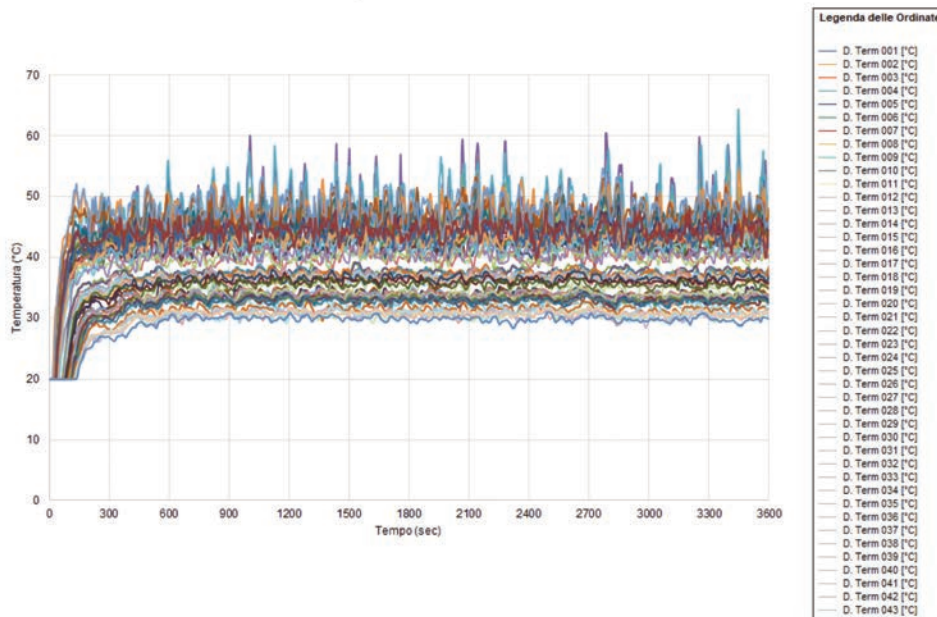
Segue l'andamento della curva HRR risultante dalle ipotesi progettuali precedentemente illustrate che evidenzia il raggiungimento di 1,2 MW di potenza in un tempo inferiore a 100 s ed un suo mantenimento fino alla fine della simulazione.



CURVA DI RILASCIO REALE DELLA POTENZA TERMICA TOTALE DEL FOCOLAIO - SCENARIO A

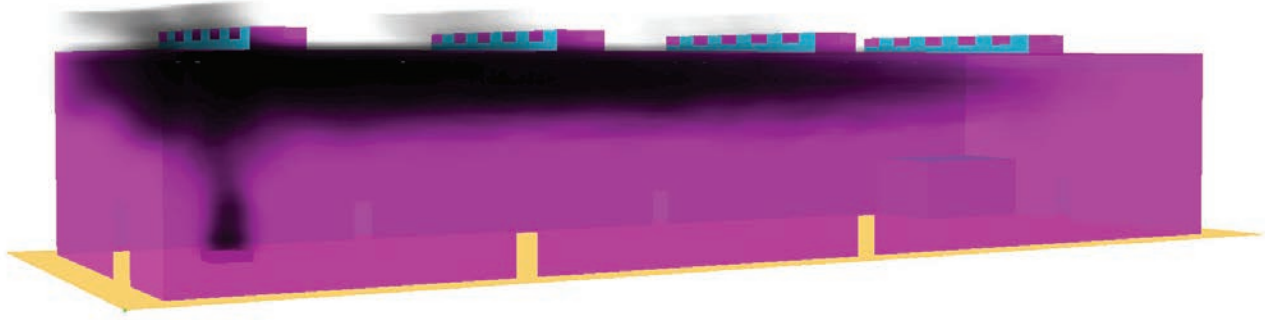
A seguito dell'innesco del materiale, l'impianto IRAI, intercettando l'evento, attiva l'apertura degli shed e il personale addetto attivato dalle segnalazioni ottico acustiche procede, secondo le indicazioni del piano di emergenza, ad aprire i portoni per permettere un maggiore afflusso di aria.

Il profilo delle temperature risultante è di seguito illustrato:

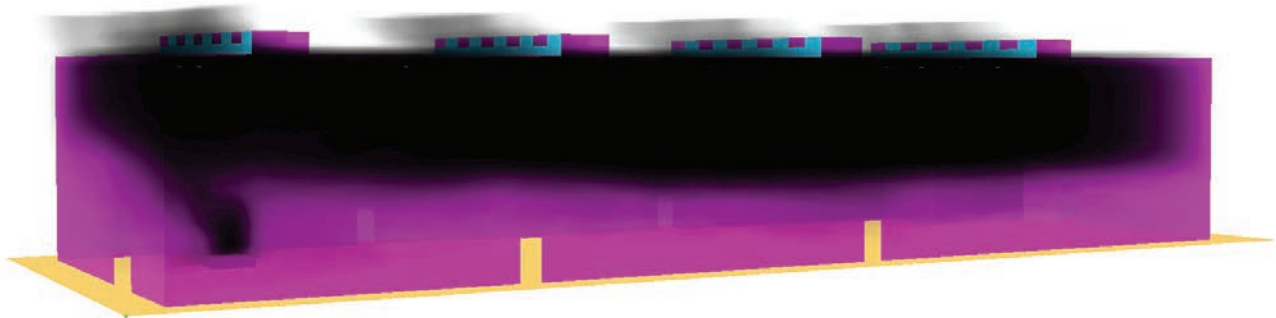


ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE - SCENARIO A

Dal grafico precedente si evince che la temperatura in corrispondenza della superficie interna dello shed rimane molto al di sotto del valore limite dei 200°C, costituente la soglia di prestazione assunta nel presente caso studio.

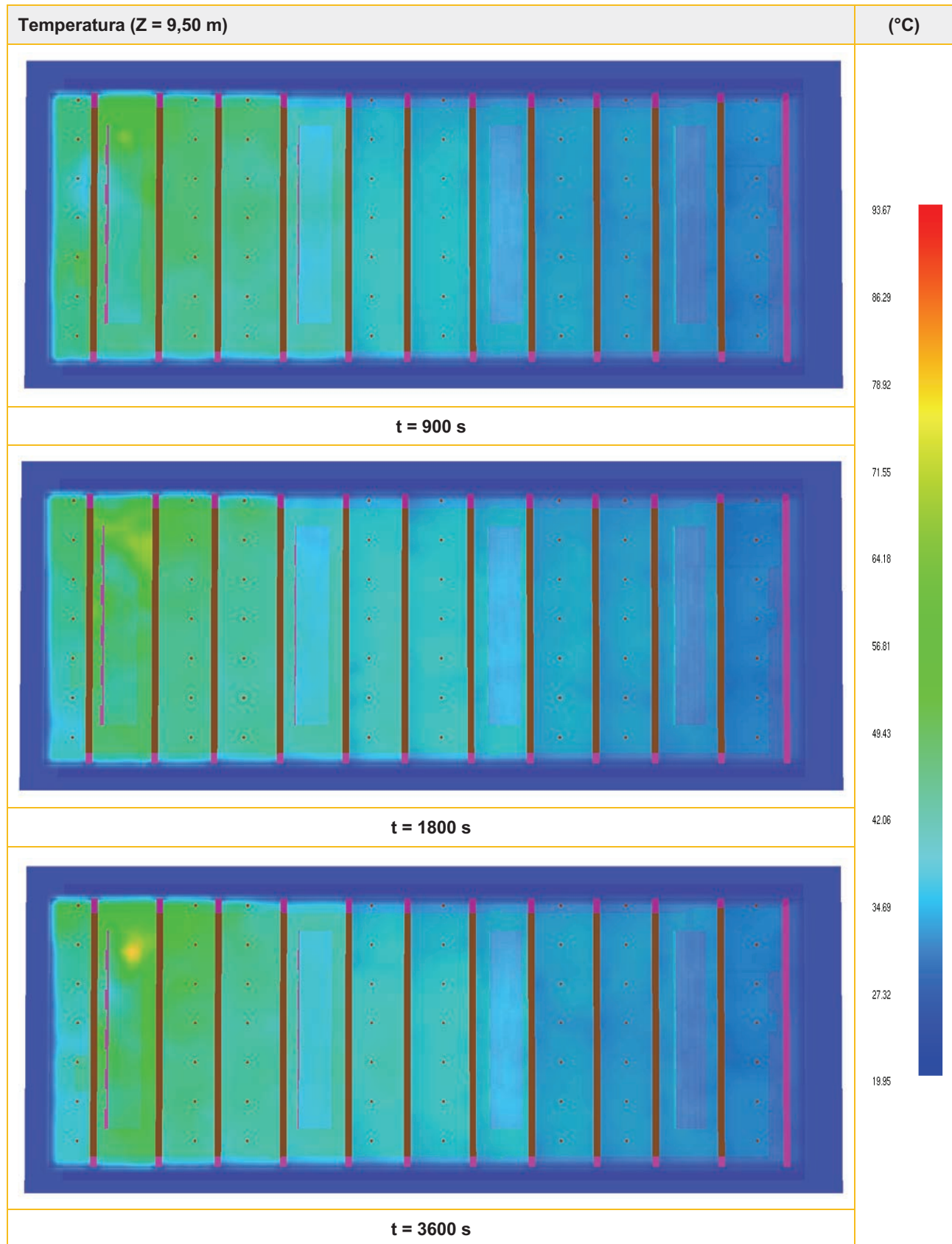


PROPAGAZIONE DEI FUMI SCENARIO A - T = 120 s



PROPAGAZIONE DEI FUMI SCENARIO A - T = 1800 s

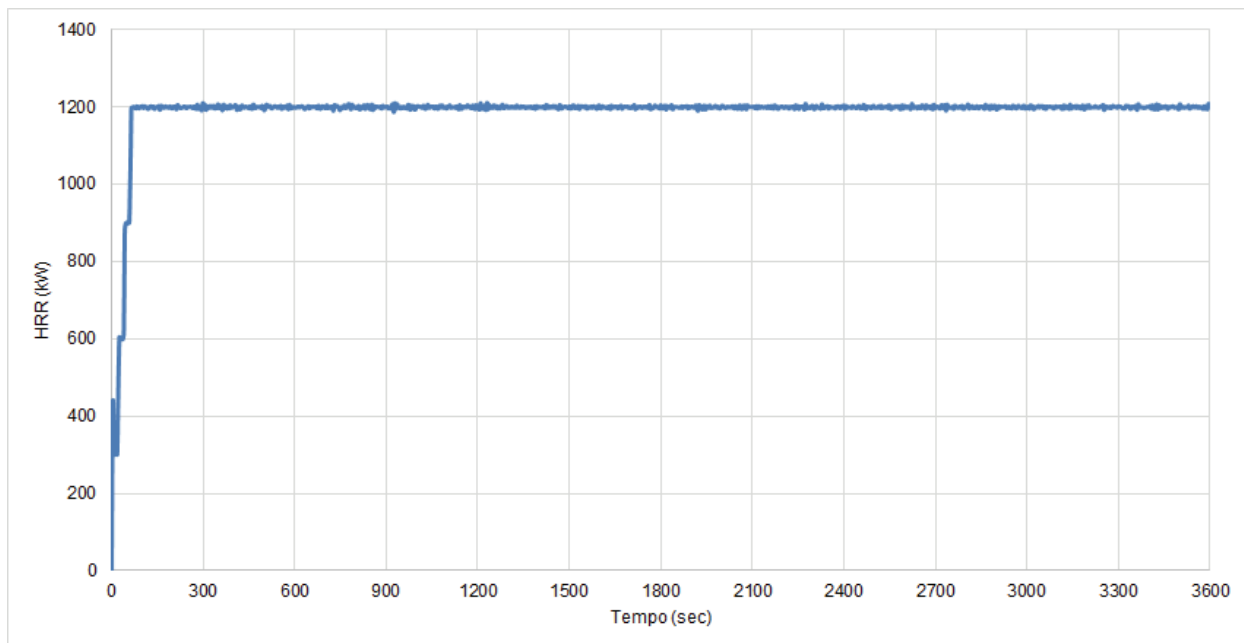
Segue il profilo delle temperature sulla copertura all'altezza di 9,50 m da terra.



Tale risultato permette di affermare che il materiale di copertura, non conforme ai requisiti di reazione al fuoco, non costituisce un pericolo per gli occupanti e per i soccorritori e che non si rilevano condizioni incapacitanti per i medesimi, durante le simulazioni effettuate.

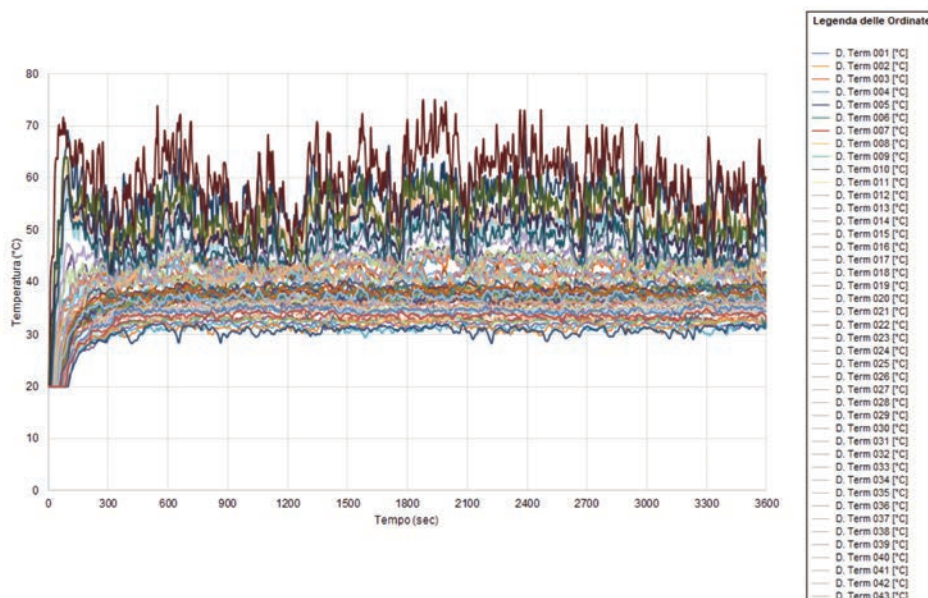
Scenario B

Segue l'andamento della curva HRR risultante dalle ipotesi progettuali precedentemente illustrate che evidenzia il raggiungimento di 1,2 MW di potenza in un tempo inferiore a 100 s ed un suo mantenimento fino alla fine della simulazione.



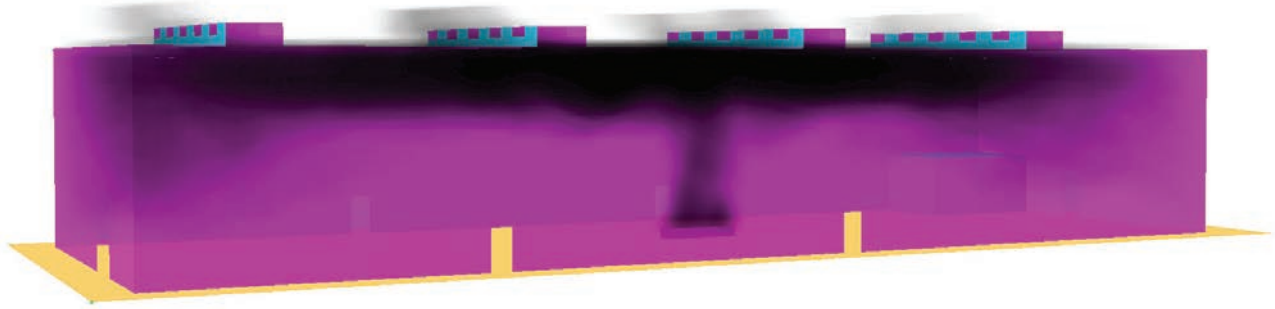
CURVA DI RILASCIO REALE DELLA POTENZA TERMICA TOTALE DEL FOCOLAIO - SCENARIO B

nello scenario precedente, a seguito dell'innesco del materiale, l'impianto IRAI, intercettando l'evento, attiva l'apertura degli shed e il personale addetto attivato dalle segnalazioni ottico acustiche procede, secondo le indicazioni del piano di emergenza, ad aprire i portoni per permettere un maggiore afflusso di aria. Il profilo delle temperature risultante è di seguito illustrato:



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE - SCENARIO B

Dal grafico precedente si evince, anche in questo scenario, che la temperatura in corrispondenza della superficie interna dello shed rimane molto al di sotto del valore limite dei 200°C, costituente la soglia di prestazione assunta nel presente caso studio.

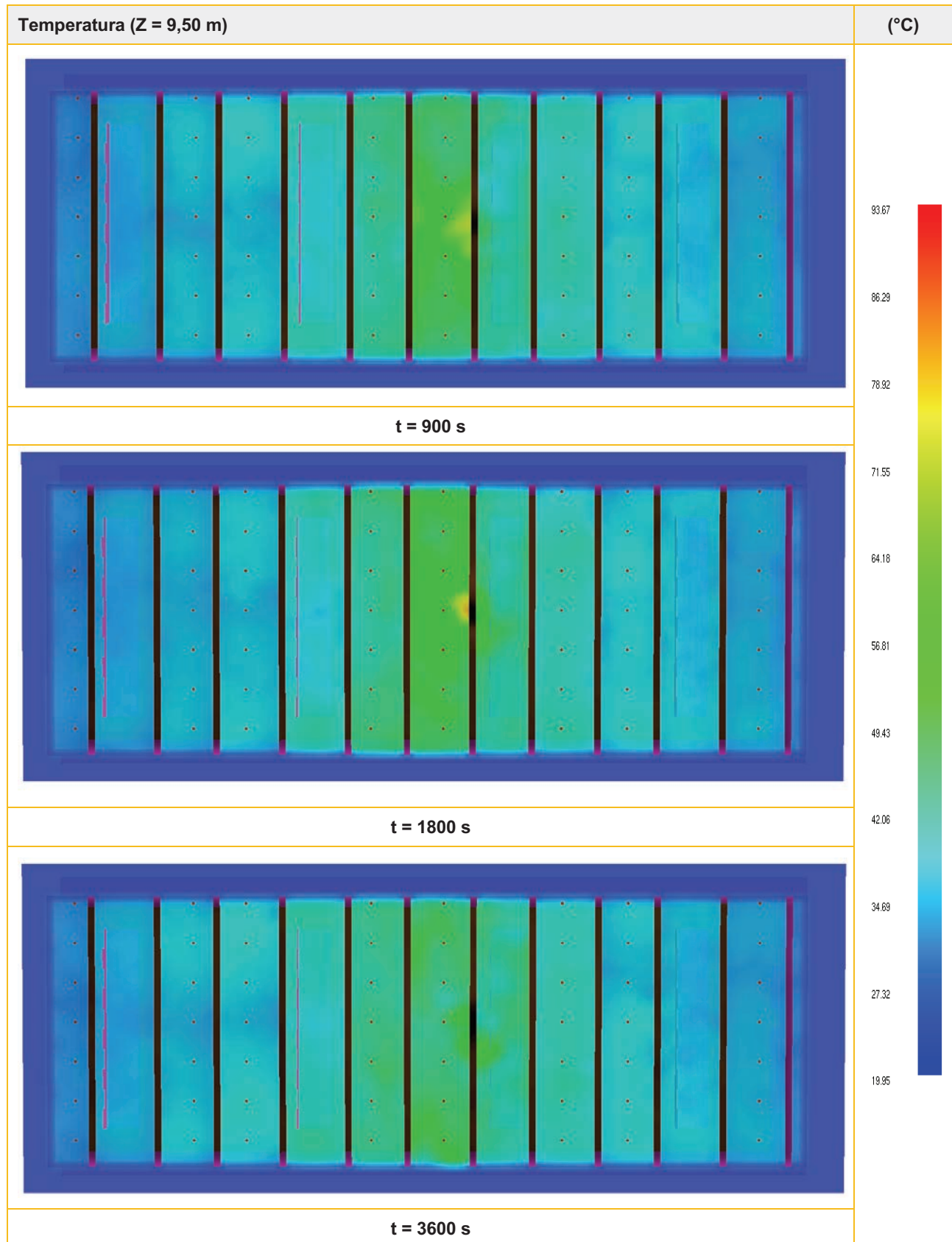


PROPAGAZIONE DEI FUMI SCENARIO B - T = 120 s



PROPAGAZIONE DEI FUMI SCENARIO B - T = 180 s

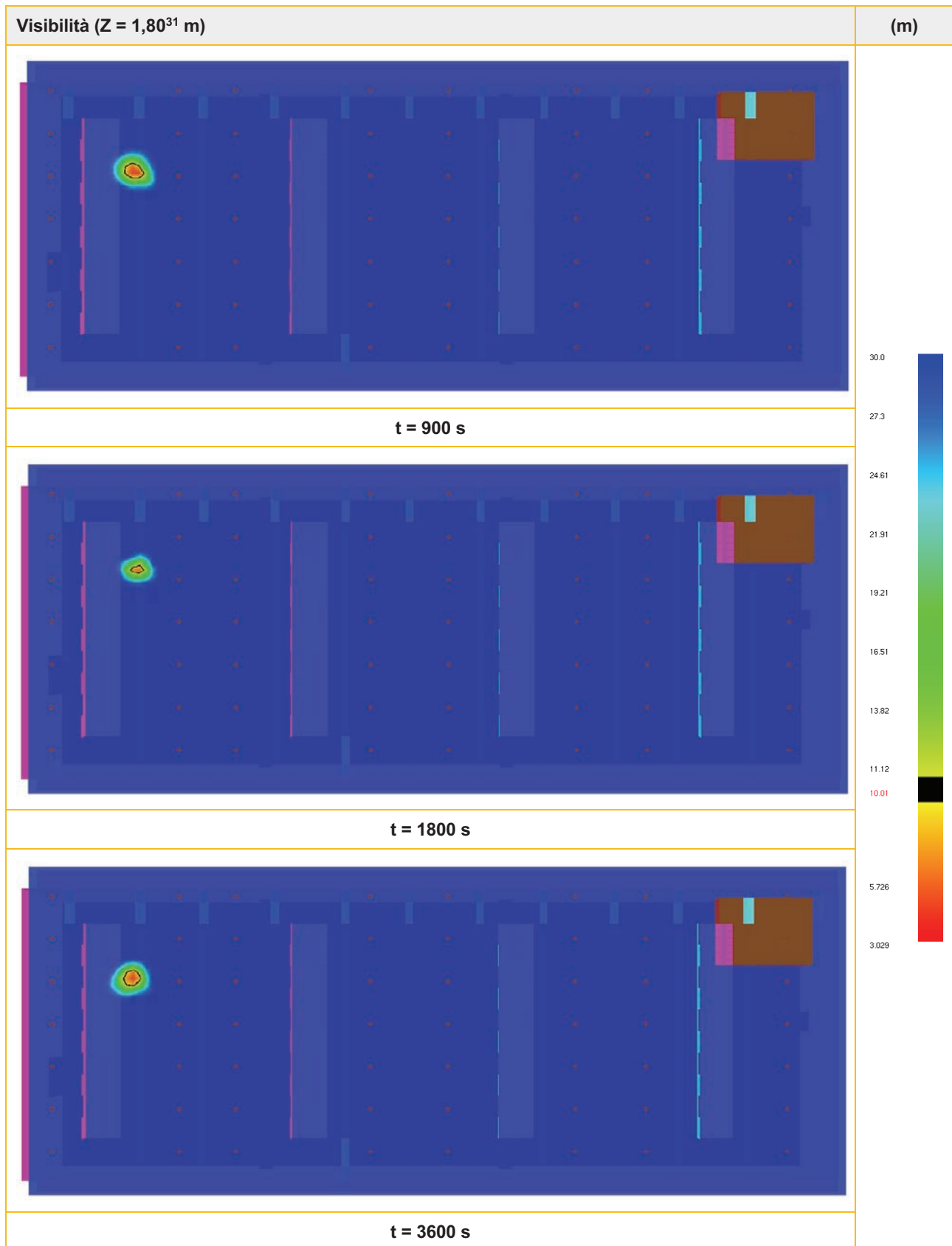
Segue il profilo delle temperature sulla copertura all'altezza di 9,50 m da terra.



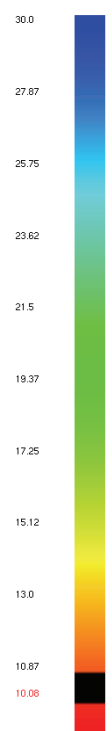
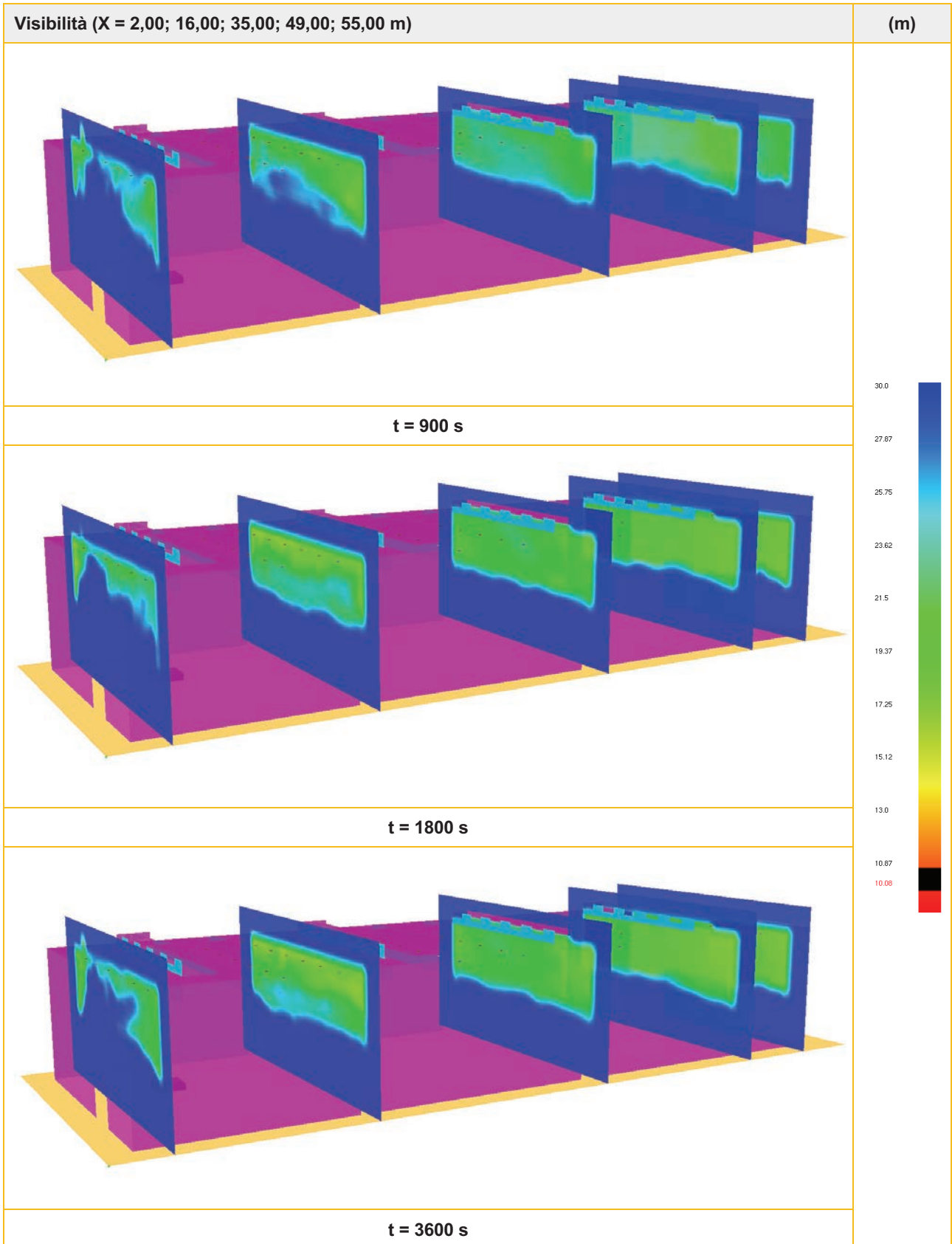
Anche tale risultato permette di affermare che il materiale di copertura, non conforme ai requisiti di reazione al fuoco, non costituisce un pericolo per gli occupanti e per i soccorritori e che non si rilevano condizioni incapacitanti per i medesimi, durante le simulazioni effettuate.

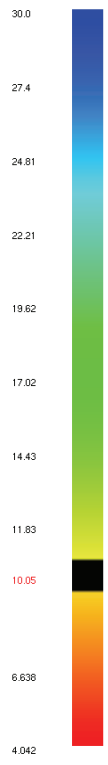
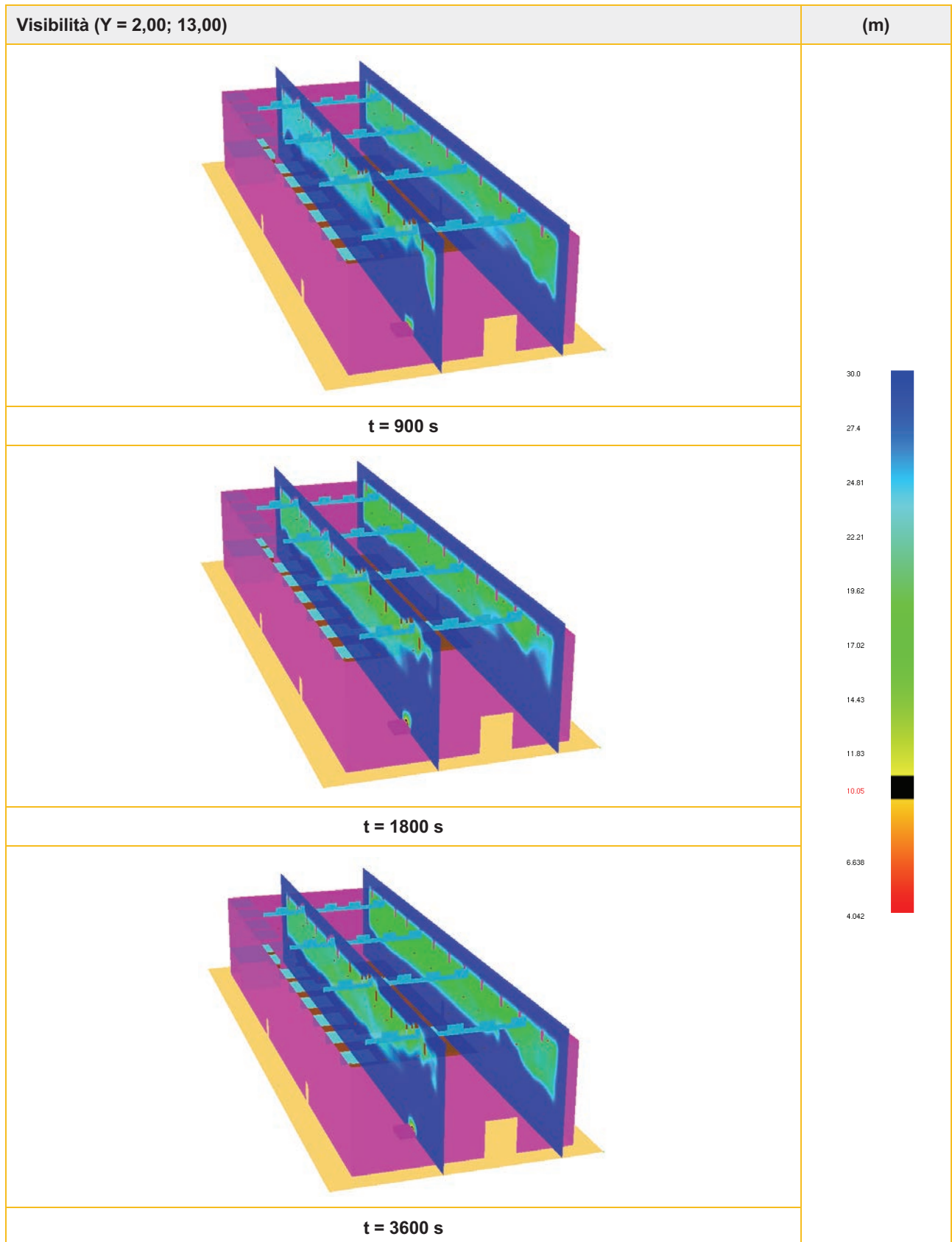
Obiettivi 2) e 3) - analisi fluidodinamica per la verifica delle condizioni di salvaguardia degli occupanti

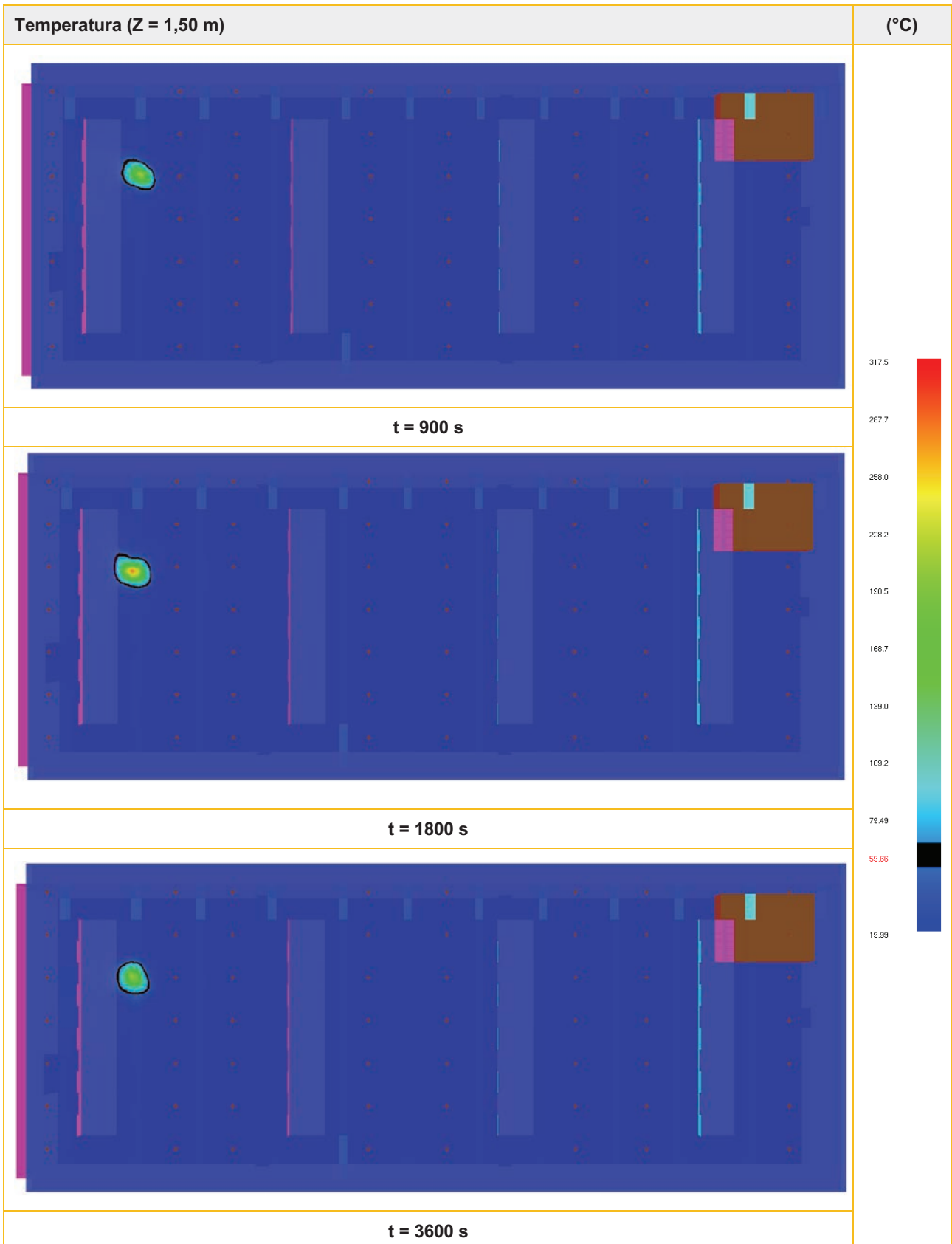
Scenario A

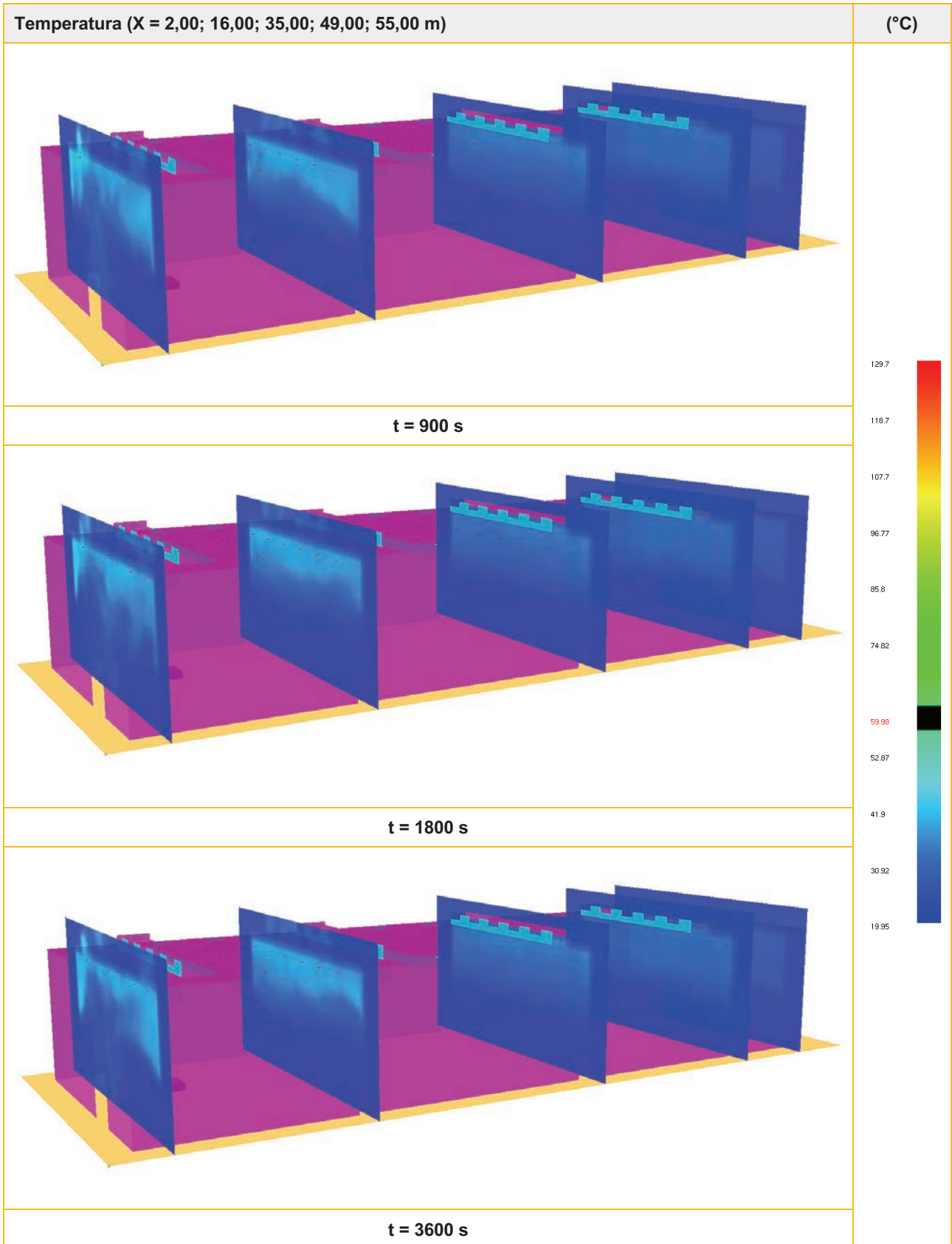


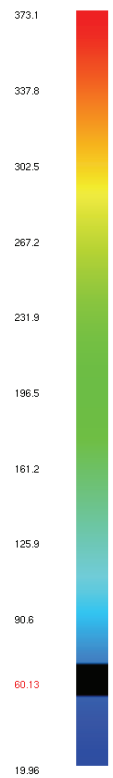
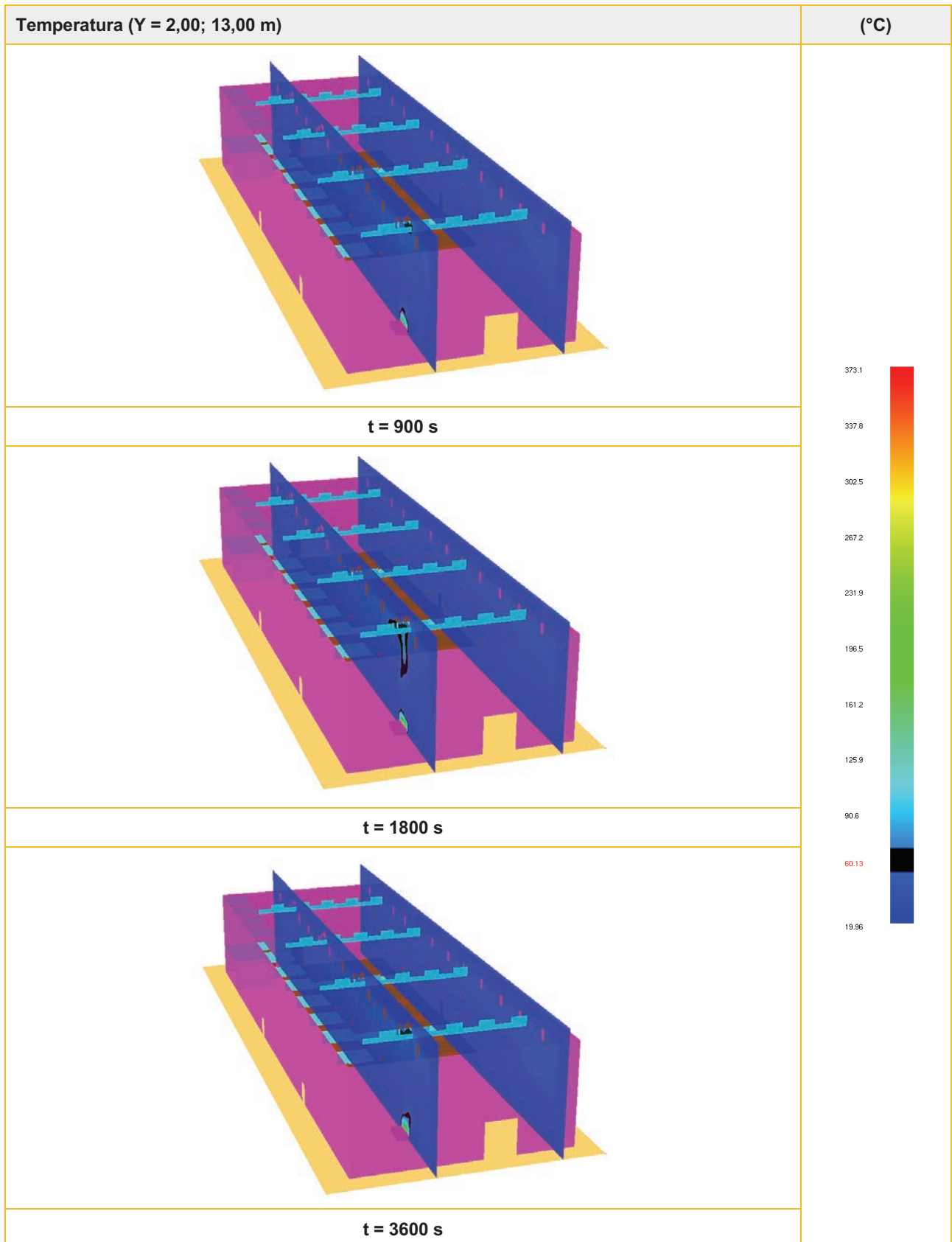
³¹ Il parametro visibilità va valutato a 1,80 m dal piano calpestio; dovendo adattare la geometria alla mesh adottata per la costruzione del modello (celle cubiche aventi 50 cm di lato), in favore di sicurezza, la slice è posizionata a quota 2,00 m.

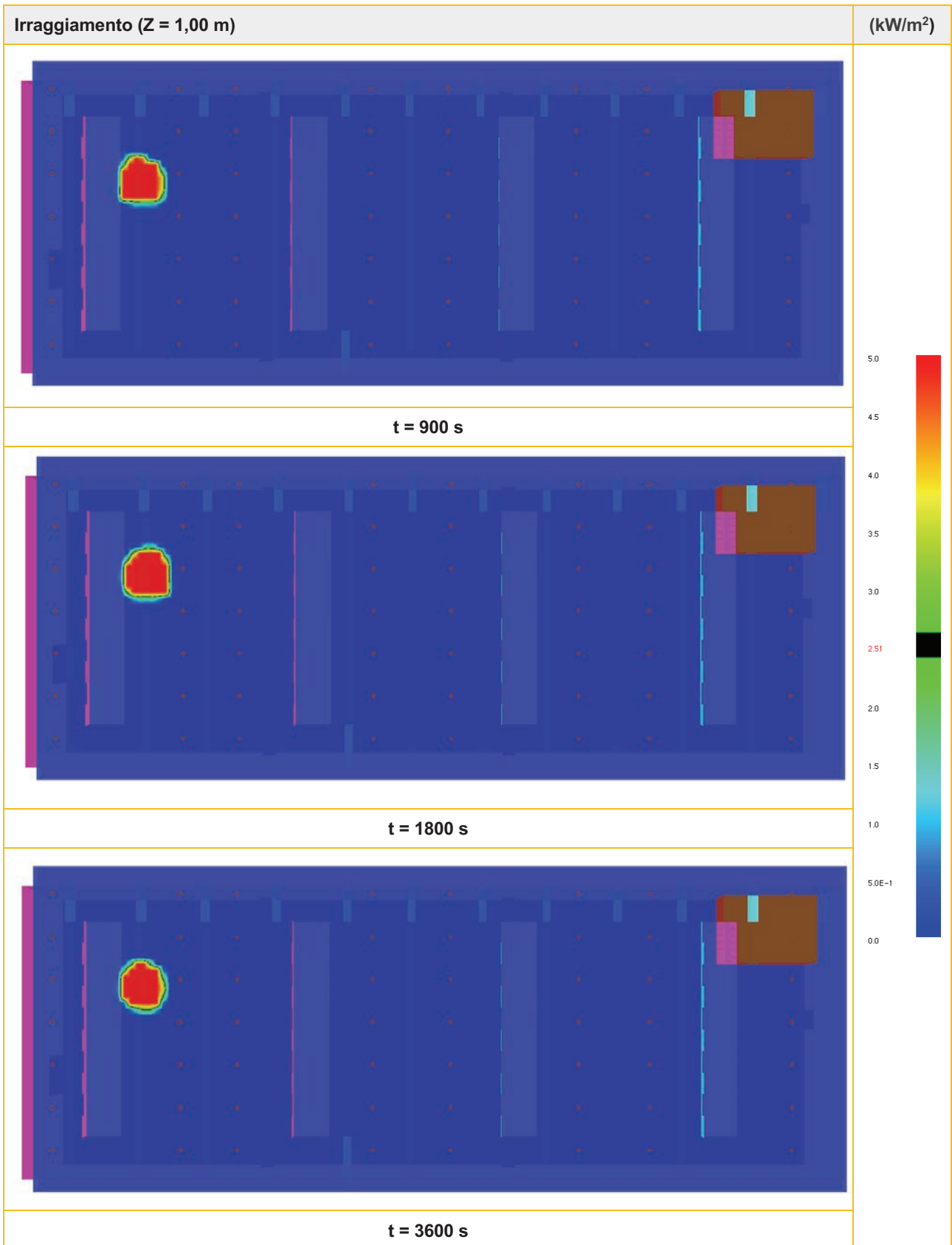


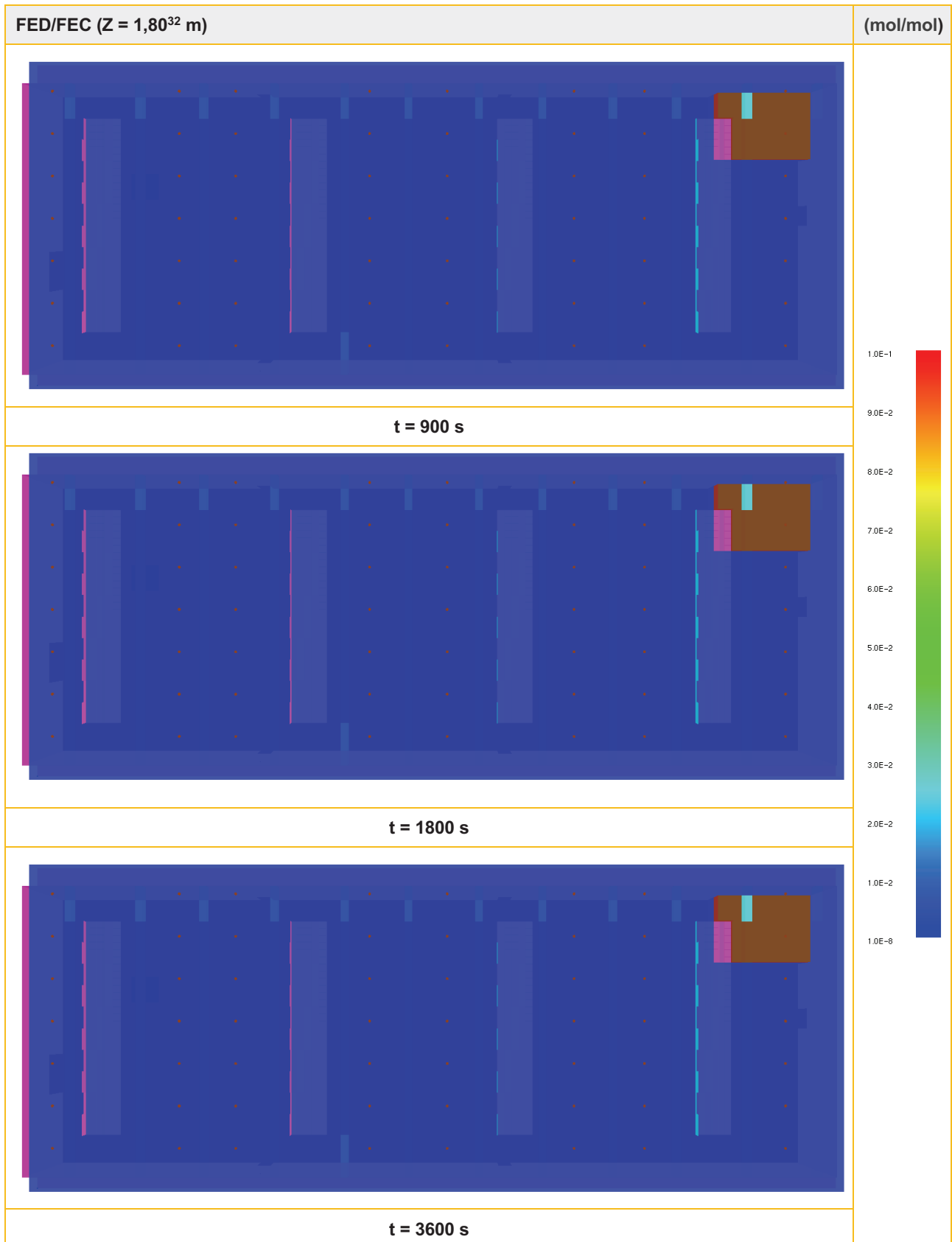






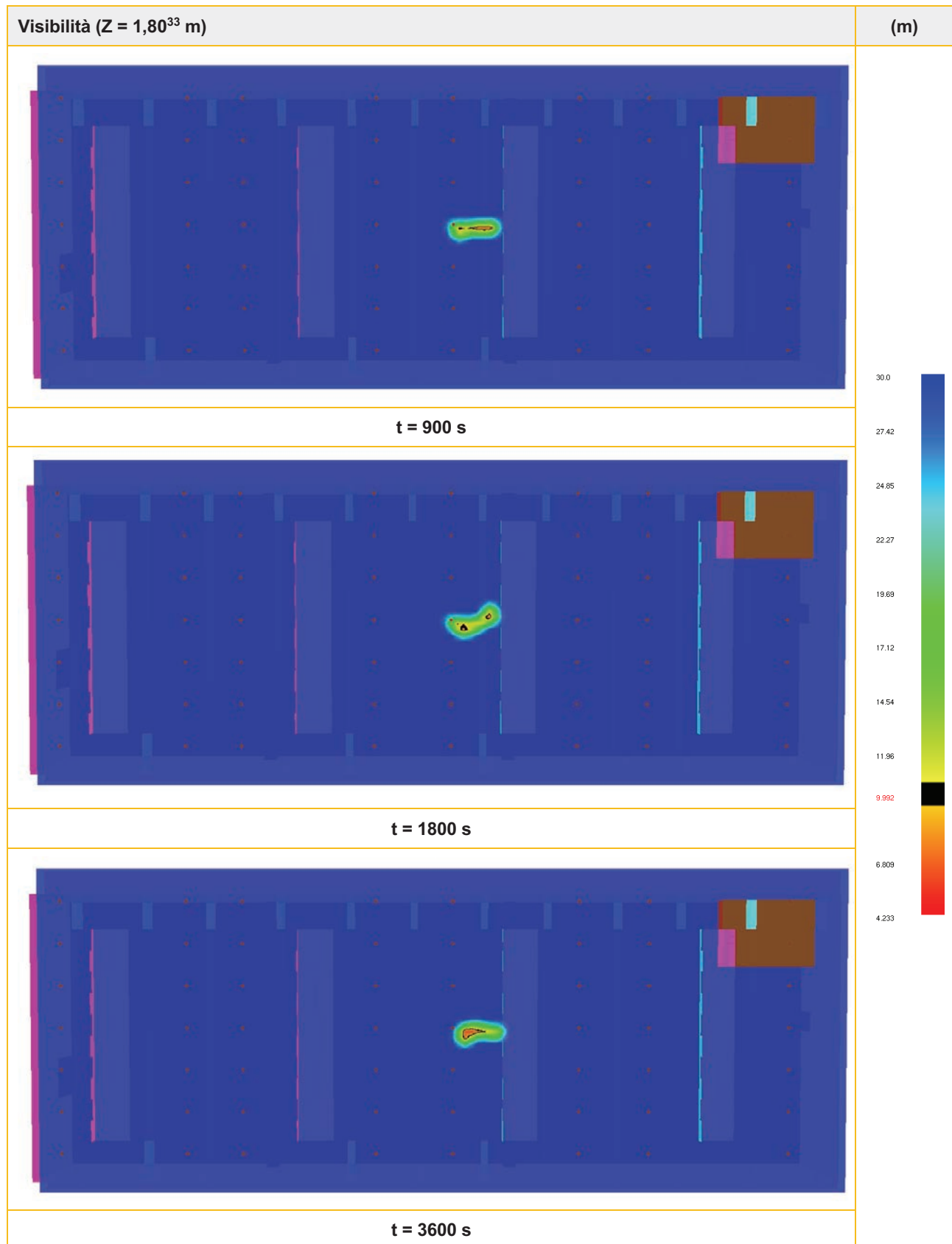




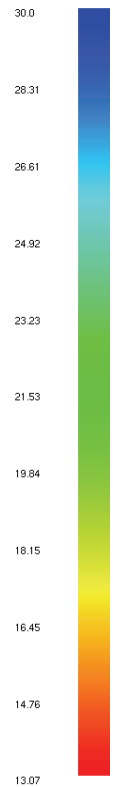
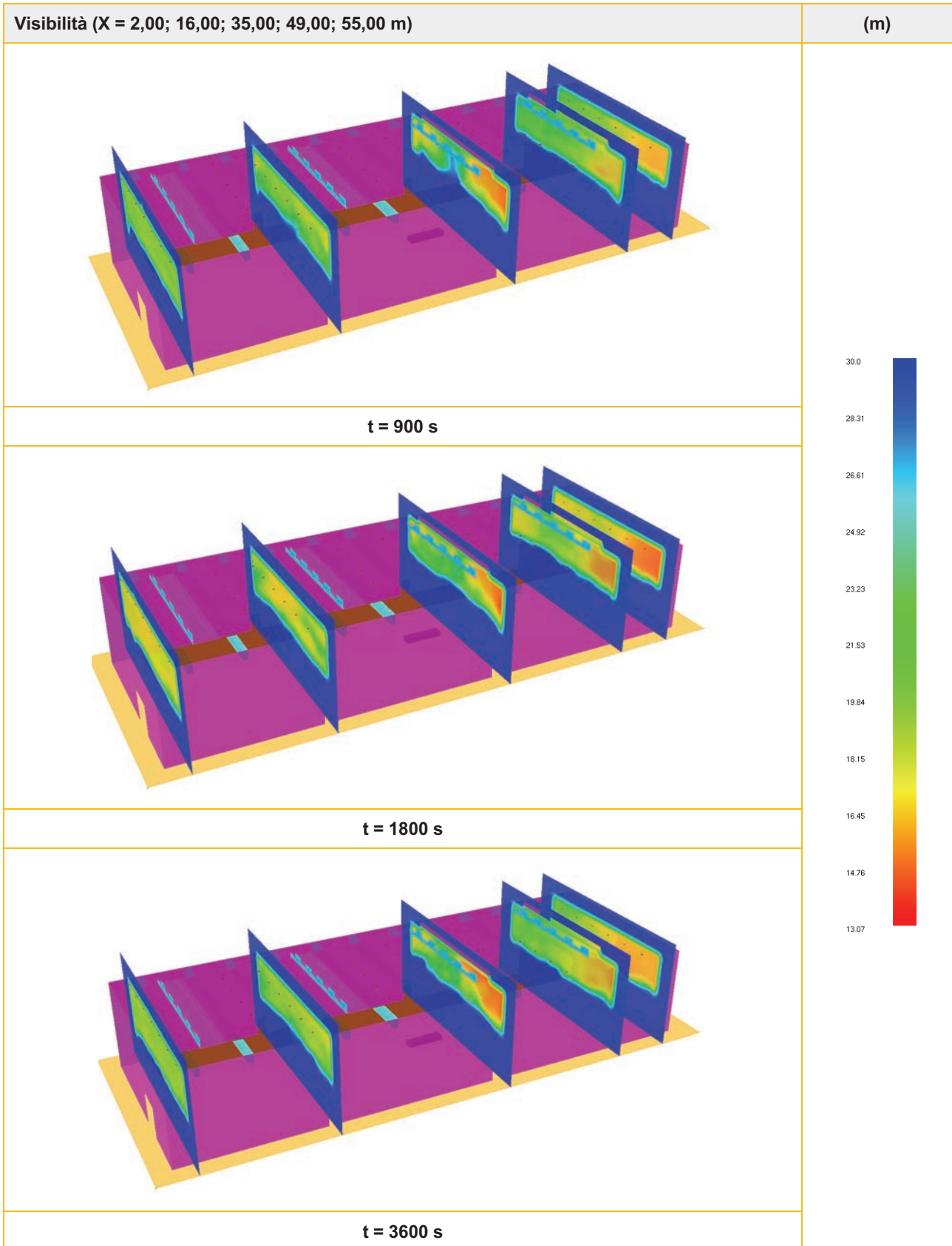


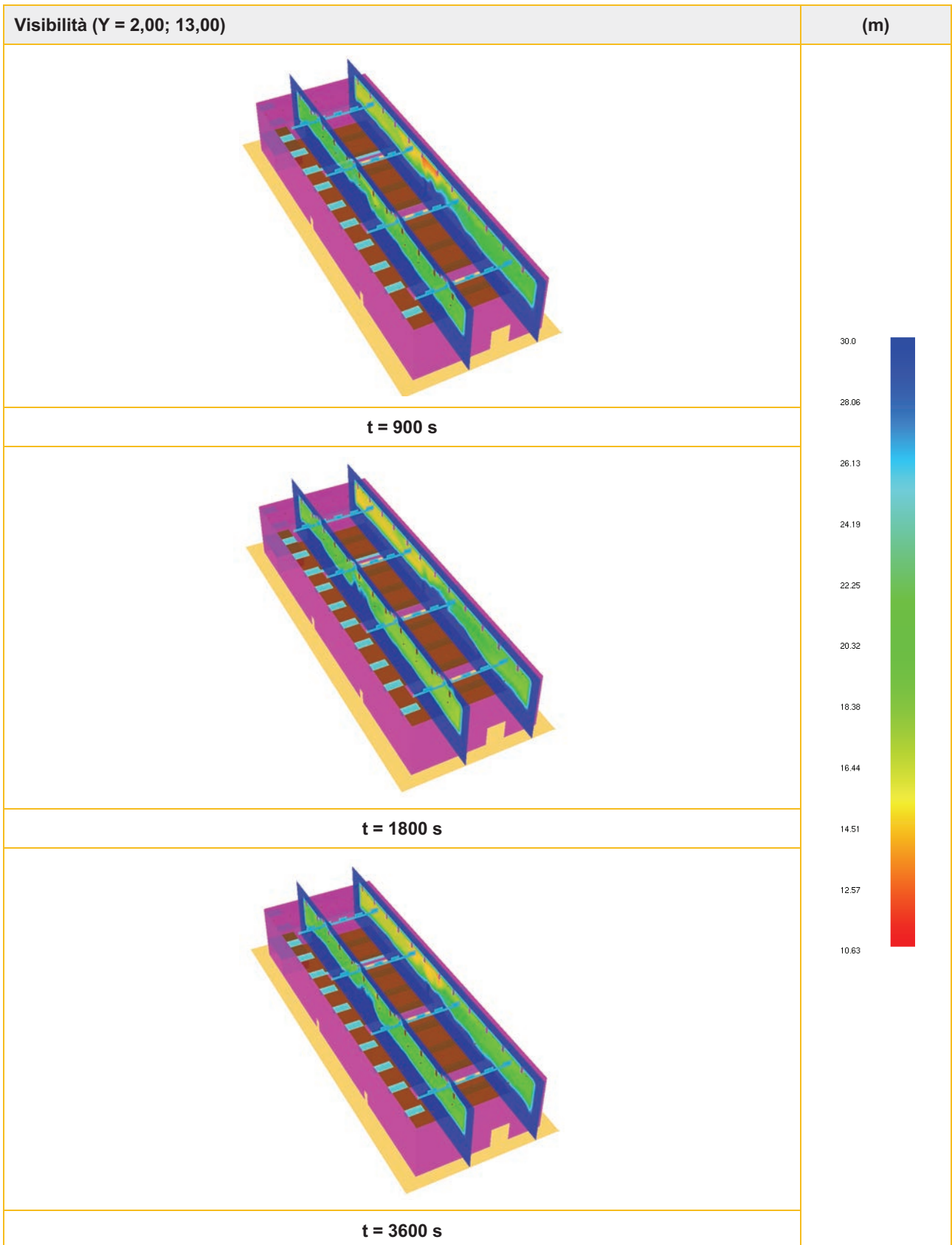
³² Il parametro FED/FEC va valutato a 1,80 m dal piano calpestio; dovendo adattare la geometria alla mesh adottata per la costruzione del modello (celle cubiche aventi 50 cm di lato), in favore di sicurezza, la slice è posizionata a quota 2,00 m.

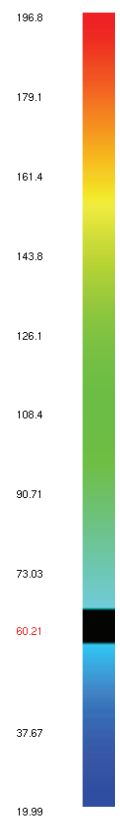
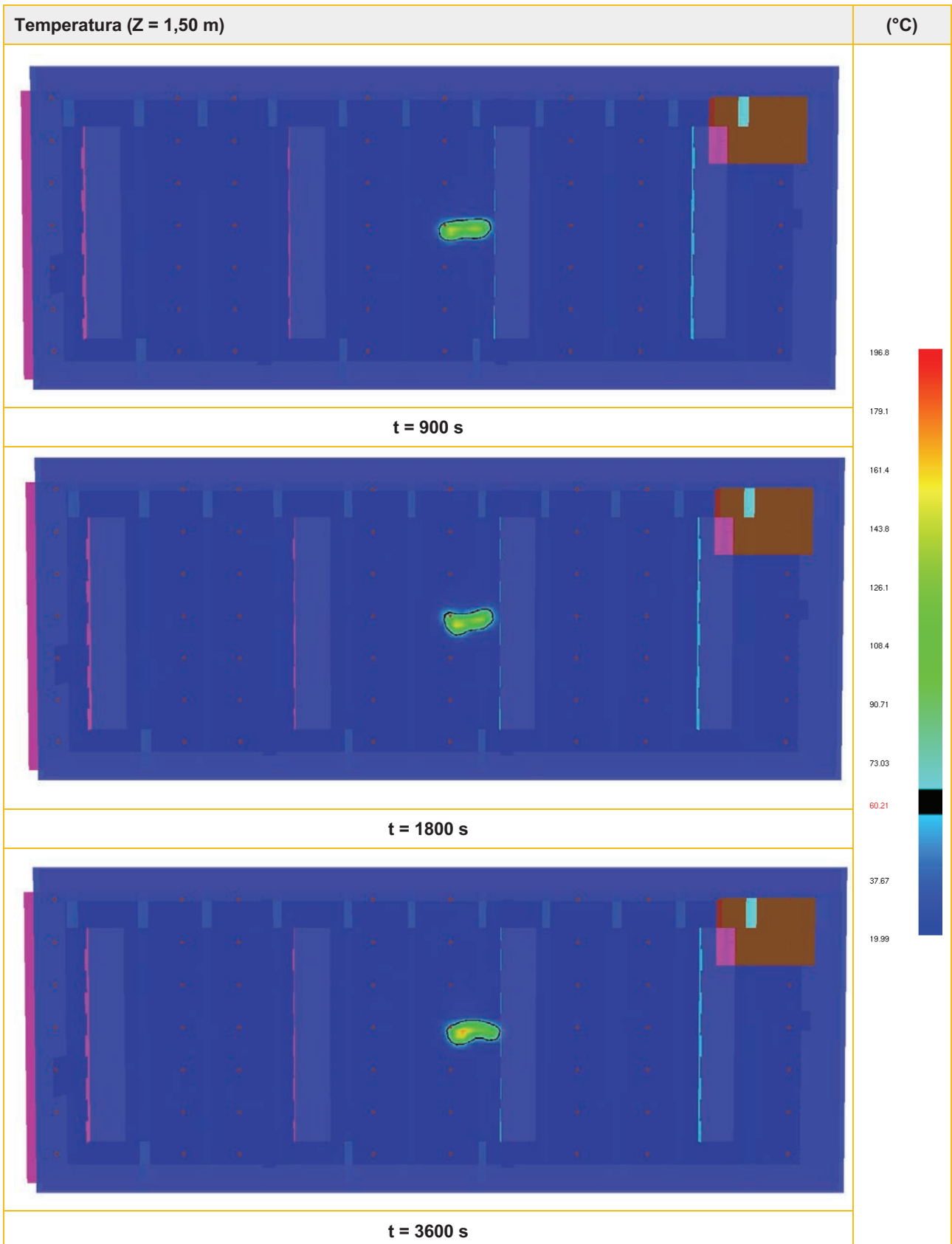
Scenario B

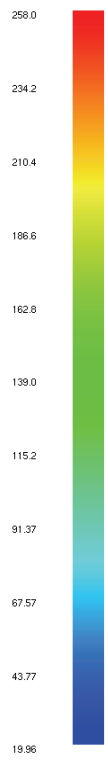
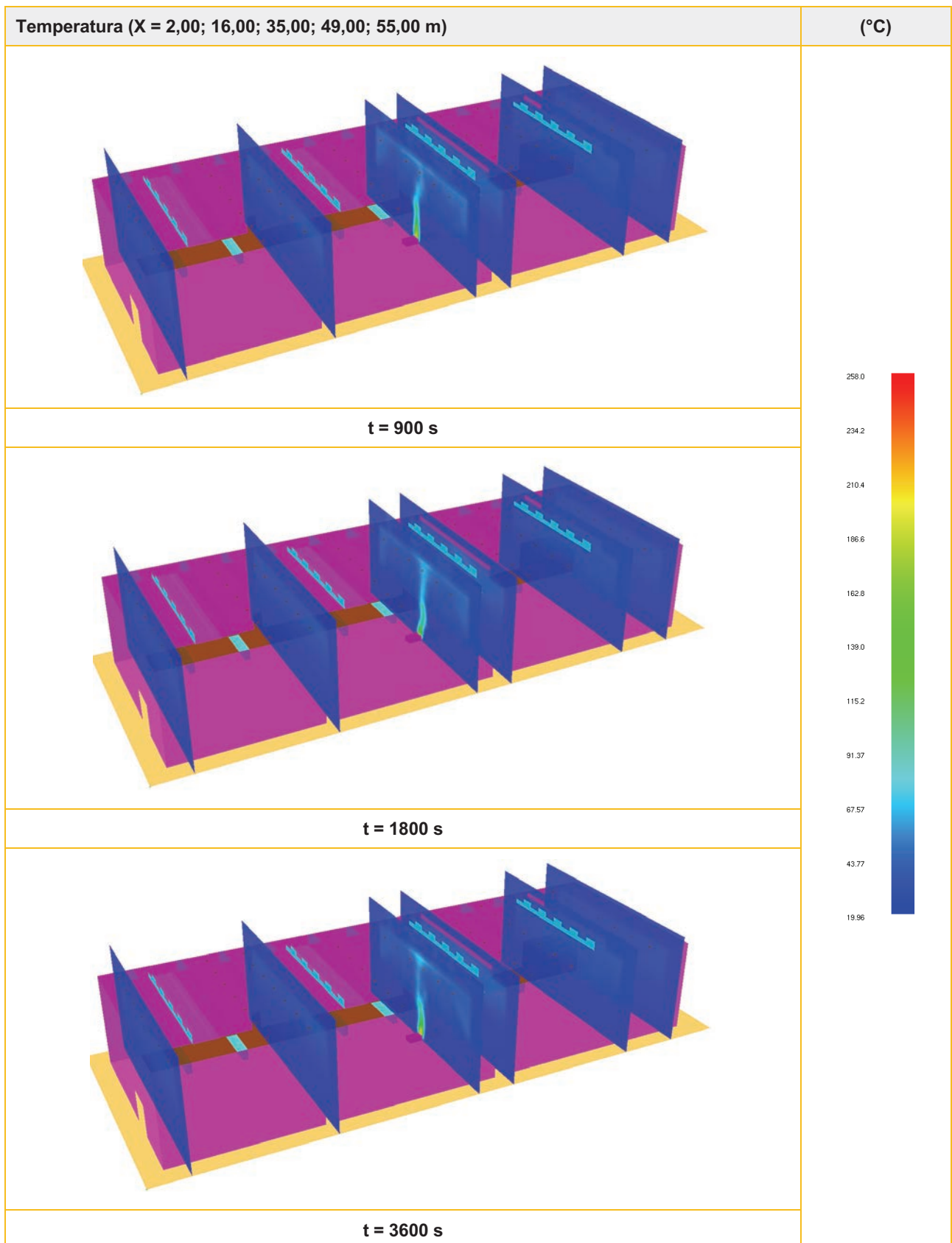


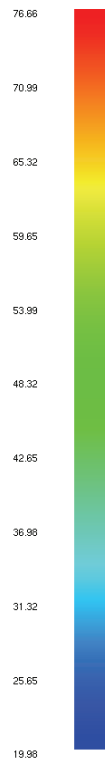
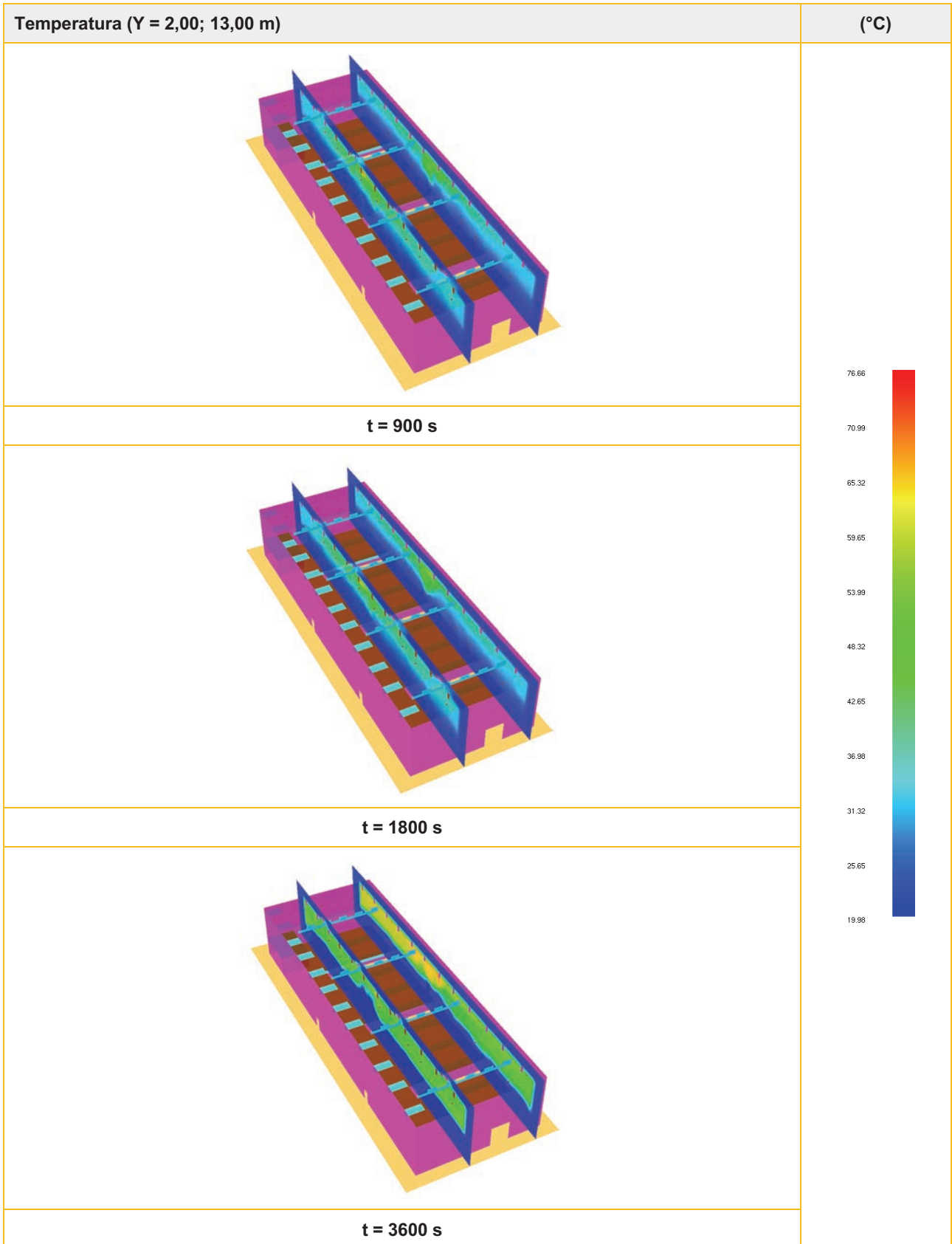
³³ Il parametro visibilità va valutato a 1,80 m dal piano calpestio; dovendo adattare la geometria alla mesh adottata per la costruzione del modello (celle cubiche aventi 50 cm di lato), in favore di sicurezza, la slice è posizionata a quota 2,00 m.

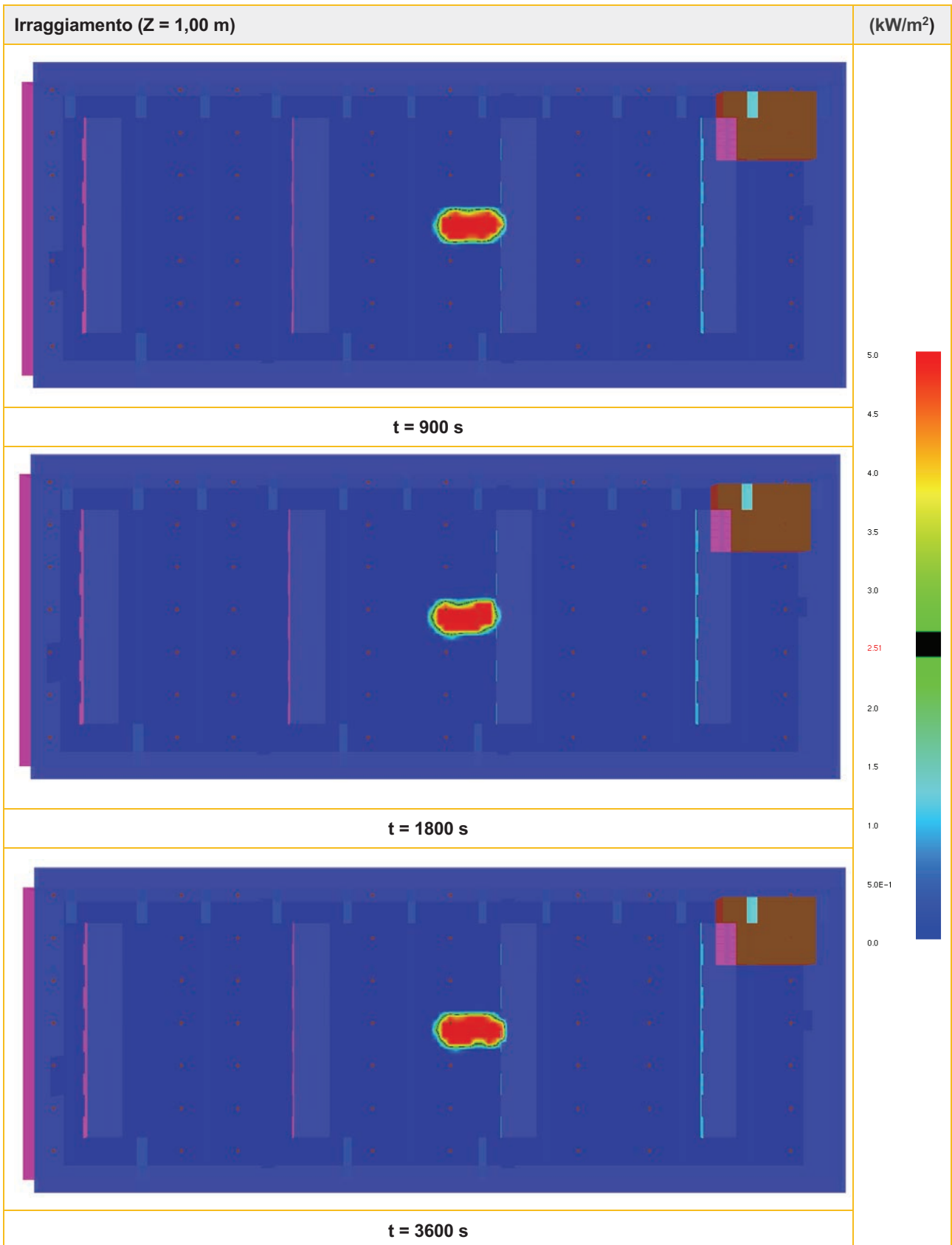


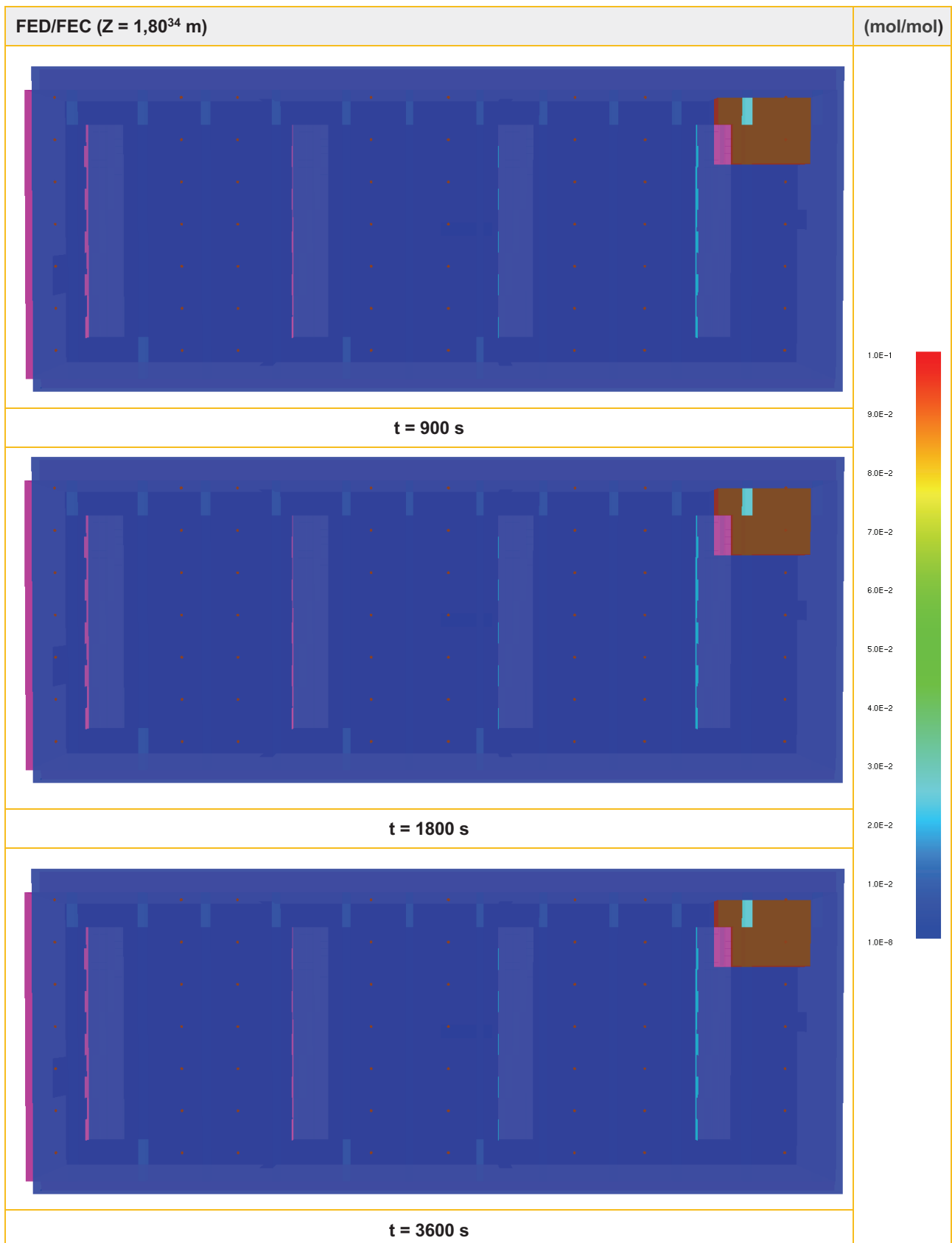












³⁴ Il parametro FED/FEC va valutato a 1,80 m dal piano calpestio; dovendo adattare la geometria alla mesh adottata per la costruzione del modello (celle cubiche aventi 50 cm di lato), in favore di sicurezza, la slice è posizionata a quota 2,00 m.

Selezione della soluzione progettuale idonea

A seguito dello studio dell'andamento delle temperature presenti sull'intradosso della copertura - Obiettivo 1) e dell'analisi fluidodinamica sviluppata - Obiettivi 2) e 3), considerate le ipotesi al contorno assunte in termini di:

- dimensioni del compartimento;
- possibili inneschi;
- superfici di ventilazione e loro gestione nell'ambito della misura S.5;
- presenza di impianto IRAI;
- lavorazioni effettuate;
- dislocazione dei materiali, loro quantità e tipologia;

è possibile affermare che la *soluzione alternativa* adottata raggiunge gli obiettivi fissati, in quanto il poliuretano non raggiunge temperature critiche tali da generare un fuoco covante - Obiettivo 1), pregiudicando la sicurezza degli occupanti e delle squadre di soccorso, risultando la stessa garantita in rapporto alle soglie di incapacitazione di cui alla tab. M.3-2 - Obiettivi 2) e 3).

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata verificata la progettazione della misura S.1 per una attività commerciale operante nel settore della minuteria metallica.
L'edificio si sviluppa esclusivamente al piano terra.

Non potendosi, per la misura S.1, perseguire la *soluzione conforme*, si è adottata una *soluzione alternativa* volta a dimostrare che la temperatura raggiunta dal poliuretano contenuto nei pannelli sandwich costituenti la copertura non raggiunga la temperatura di gocciolamento o di innesco, che potrebbe dar luogo alla caduta di gocce calde sugli occupanti e sui materiali a terra e la propagazione dell'incendio con formazione di fumi/gas tossici.

Inoltre, nell'ottica di dover garantire la salvaguardia degli occupanti e delle squadre di soccorso, si è dimostrato, mediante analisi fluidodinamica, il mancato raggiungimento delle soglie di incapacitazione di cui alla tab. M.3-2.

A tal fine, sono stati esaminati diversi scenari di incendio; in tale contesto sono stati riportati i risultati di due degli scenari più significativi, ovvero, l'innesco di una catasta di cartoni di imballo, siti in zona carico/scarico, a seguito ad un guasto elettrico di un apparecchio radio posto nell'area e l'innesco di un pallet di scatole contenenti materiali per il ripristino delle scorte dislocato in area di vendita.

La *soluzione alternativa* adottata raggiunge gli obiettivi fissati, in quanto il poliuretano non raggiunge temperature critiche tali da generare un fuoco covante, pregiudicando la sicurezza degli occupanti e delle squadre di soccorso, risultando altresì la stessa garantita in rapporto alle soglie di incapacitazione di cui alla tab. M.3-2.

❖ *Commento dei risultati*

Nel caso esaminato si è dimostrato, adottando ipotesi spesso cautelative, che non si rende necessario sostituire i pannelli di copertura privi di requisiti di reazione al fuoco con nuovi di adeguate prestazioni.

Ciò certamente consente un significativo risparmio in termini economici, cosa non certo di secondo piano, ma in generale si osserva un miglior utilizzo coordinato delle misure antincendio adottate, sotto l'unico cappello della gestione della sicurezza antincendio, la quale, è bene sottolinearlo sempre, rende significative tutte le complesse e articolate modellazioni FSE.

Caso studio 4: edificio storico adibito ad attività ricettiva turistico - alberghiera

Descrizione

Nel presente caso studio ci si occupa di un edificio storico vincolato sede di un'attività ricettiva turistico - alberghiera.

L'edificio storico è costituito da un piano rialzato, da un piano primo e da un piano seminterrato; l'accesso al fabbricato, ubicato a Sud - Est, avviene mediante una grande scalinata.

Nella struttura sono disponibili 49 camere per la clientela e 11 camere per i gestori e i residenti nell'edificio.

L'edificio condivide la parete di Nord - Est con un Santuario, ambiente non pertinente l'attività in esame.

Compreso nella volumetria del fabbricato si trova un chiostro centrale, al quale si accede tramite quattro aperture ricavate nel porticato.

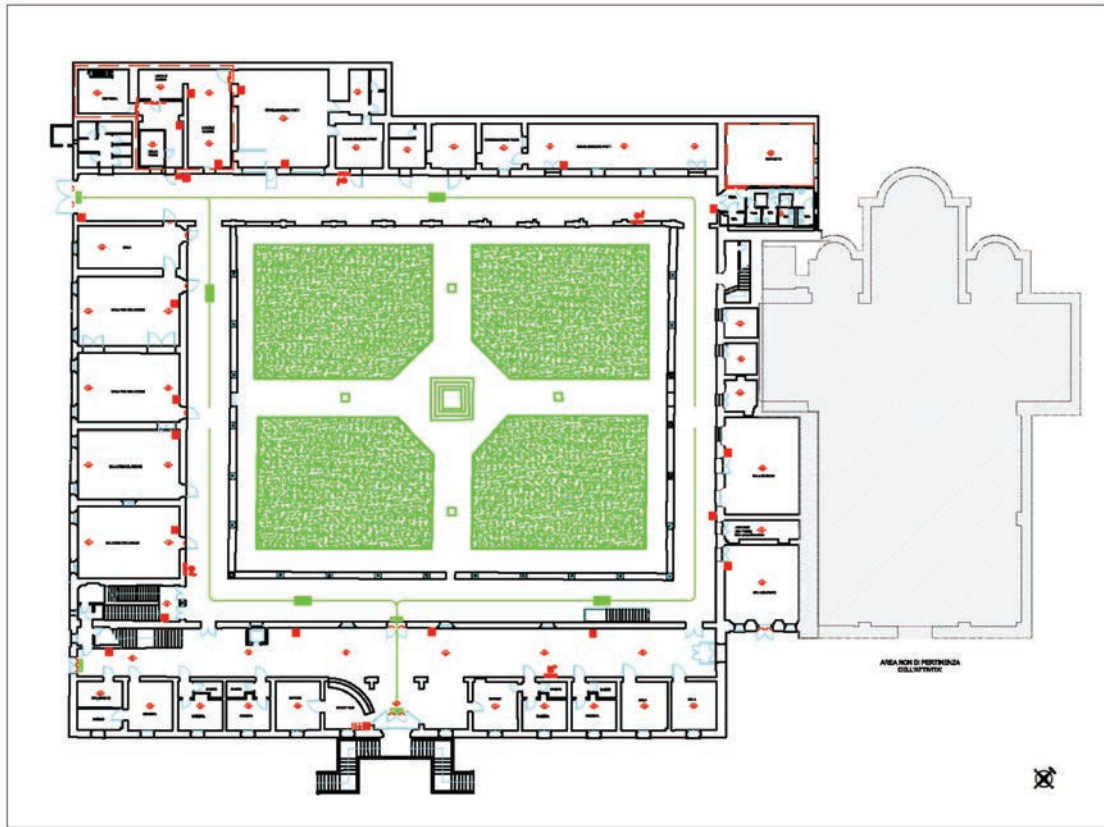
L'edificio presenta strutture portanti verticali in muratura e orizzontali miste in legno e calcestruzzo armato.

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:



Superfici dei piani rialzato e primo	2510 m ² e 2750 m ²
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti verticali in muratura e orizzontali miste in legno e calcestruzzo armato
Numero occupanti	84 posti letto + 13 addetti
Profili di rischio R _{vita}	A2 - B2 - Ciii2 (par. G.3.2)
Profilo di rischio R _{beni}	Attività vincolata e non strategica = 2 (par. G.3.3)
Profilo di rischio R _{ambiente}	Non significativo (par. G.3.4)
Reazione al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.1.3 ³⁵ , S.1.4.4 e V.5.4.1)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.4.3 e V.5.4.2)
Compartimentazione	Livello III di prestazione (parr. S.3.4.2 e V.5.4.3)
Esodo	Livello I di prestazione (parr. S.4.4.3 e V.5.4.4)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.5.4.1 e V.5.4.5)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (parr. S.6.4.2 e V.5.4.6) Rete di Idranti (UNI 10779)
Rivelazione ed allarme	Livello III di prestazione (parr. S.7.4.3 e V.5.4.7) Impianto IRAI (UNI 9795)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3 e S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (parr. S.9.3 e S.9.4.2)
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3 e S.10.4.1)

³⁵ Tab. S.1-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività: Livello III; tab. S.1-3: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività: Livello II.



PLANIMETRIA DEL PIANO RIALZATO



PLANIMETRIA DEL PIANO PRIMO

Classificazione

Si fa riferimento al Codice e, considerata la tipologia di attività in esame, alla RTV V.5 - Attività ricettive turistico - alberghiere (ex d.m. 7 agosto 2017³⁶).

Secondo il par. V.5.2 l'attività è classificabile:

- in relazione al numero di posti letto: $50 < p \leq 80 \rightarrow$ PB;
- in relazione alla massima quota dei piani: $h \leq 12 \text{ m} \rightarrow$ HA.

e le aree presenti sono classificate come segue:

- TA: spazi riservati, aree in cui la maggior parte degli occupanti e in stato di veglia e conosce l'edificio (spazi ad uso del personale);
- TB: spazi comuni, aree in cui la maggior parte degli occupanti e in stato di veglia e non conosce l'edificio;
- TC: spazi di riposo, aree in cui la maggior parte degli occupanti può essere addormentata;
- TO: locali con affollamento > 100 occupanti;
- TT: centrale termica e locale tecnico ove è ubicata la centrale IRAI, rilevanti ai fini della sicurezza antincendio;
- TZ: cucina.

Valutazione del rischio incendio e determinazione dei profili di rischio

La prioritaria e necessaria valutazione del rischio incendio sarà omessa per brevità.

I profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al capitolo G.3.

Il profilo di rischio vita viene attribuito in relazione alle caratteristiche prevalenti degli occupanti (δ_{occ}) e la velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio (δ_{α}).

Quindi in considerazione delle caratteristiche prevalenti degli occupanti e della velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio, è possibile attribuire i seguenti profili:

Piano/locale	δ_{occ}	δ_{α}	R_{vita}
Piano interrato	A	2	A2
Piano rialzato - aree comuni (sale da pranzo/colazione)	B	2	B2
Sale riunioni	B	2	B2
Camere da letto piano rialzato	Ciii	2	Ciii2
Cucina	A	2	A2
Camere da letto piano primo	Ciii	2	Ciii2
Archivio cartaceo	A	2	A2
Deposito materiale vario	A	2	A2
Locale stireria primo piano	A	2	A2
Locale scambiatori di calore	A	2	A2

Nell'attribuzione del profilo di rischio R_{vita} , in particolare per il piano rialzato e per il piano primo, è stato considerato quello più gravoso, uniformandolo a quello relativo alle camere da letto, ovvero Ciii2.

Il profilo di rischio beni attribuito all'edificio è $R_{beni} = 2$, essendo l'attività vincolata ma non strategica in considerazione di pianificazioni di soccorso pubblico e difesa civile.

Il profilo di rischio ambiente $R_{ambiente}$ viene considerato *non significativo* (vedi par. G.3.4 comma 3).

³⁶ Vedi d.m. 14 febbraio 2020 recante aggiornamenti delle RTV in vigore.

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Ai sensi dell'Allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151 l'attività in esame, non superando i 100 posti letto, rientrerebbe nella classificazione di cui al punto 66.2.B.

Come argomentato nei casi studio precedenti, trattandosi, però, di un edificio tutelato, in base all'art. 2 del d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i. al campo di applicazione della RTV V.10, si esula dal campo di applicazione del medesimo.

Anche stavolta, ai soli fini didattici, si applicherà ugualmente il Codice come strumento di progettazione facendo riferimento, considerata la tipologia di attività in esame, alla RTV V.5 - Attività ricettive turistico - alberghiere³⁷.

È inoltre presente, al piano rialzato, l'attività 74.1.A "Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW (fino a 350 kW)".

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Reazione al fuoco*, facendo ricorso alle *soluzioni alternative* suggerite dal Codice al par. S.1.4.4.

La problematica che si pone, e per la quale sarà necessario ricorrere ad una *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, riguarda la presenza di pannelli di rivestimento in legno, all'interno delle camere da letto.

Tali pannelli non garantiscono il requisito di reazione al fuoco previsto dalla *soluzione conforme* (par. S.1.4.1), in particolare la classe di reazione al fuoco C-s2,d0 (tab. S.1-6) né, considerandone il pregio, è possibile procedere al relativo trattamento con idonea vernice in grado di rallentare la velocità di partecipazione al fuoco del materiale.

Al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione attribuito (II nelle camere da letto), il progettista deve impiegare uno dei metodi del par. G.2.7; in tab. S.1-4 sono riportate alcune modalità generalmente accettate per la progettazione di *soluzioni alternative*.

Nello specifico, mediante l'applicazione del Cap. M.3, si dimostrerà che è comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (non vengono raggiunte le condizioni incapacitanti durante l'esodo), anche in considerazione delle caratteristiche geometriche del fabbricato (altezza dei locali, ecc.).

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.

TAB. S.1-4: MODALITÀ PROGETTUALI PER SOLUZIONI ALTERNATIVE

³⁷ L'ipotesi è suffragata dal fatto che nella bozza della emananda RTV Attività in edifici tutelati *diverse* da musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi, presentata al CCTS l'11 dicembre 2019, riguardo alle classificazioni delle attività soggette inserite nell'edificio sottoposto a tutela ai sensi del d.lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004 e oggetto di specifiche RTV, varranno quelle previste nelle stesse RTV.

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1

Soluzione conforme

Nella RTV V.5 - Attività ricettive turistico - alberghiere, al par. V.5.4.1, in riferimento alla *Reazione al fuoco*, si richiede la verifica dei seguenti punti:

1. All'interno delle aree TC (*camere da letto*) i mobili imbottiti e i tendaggi devono appartenere al gruppo di materiali GM2 (tab. S.1-5).
2. Ad esclusione delle aree TC, il limite di cui al punto 3 del par. S.1.4³⁸ è elevato al 25% limitatamente per i rivestimenti in legno.

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		1 IM		2 IM	
<i>Bedding</i> (coperte, copriletti, coprimaterassi)						
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)		[na]		[na]		[na]
Tendoni per tensostrutture, strutture pressostatiche e tunnel mobili	1		1		2	
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 COPERTURE

In relazione, invece, ai rivestimenti delle aree TC, valgono le previsioni della RTO alla tab. S.1-6:

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]	1	B-s1,d0				
Partizioni interne, pareti, pareti sospese						
Rivestimenti a pavimento [1]						
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)	1	B _{fi} -s1	1	C _{fi} -s1	2	C _{fi} -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

³⁸ *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 ≤ 5% della superficie lorda interna delle vie d'esodo o dei locali dell'attività (es. somma delle superfici lorde di soffitto, pareti, pavimento ed aperture del locale).*

Nel caso in esame, come detto, secondo il par. S.1.4.1, nelle aree TC (*camere da letto*) si considera *soluzione conforme* l'impiego di materiali compresi del gruppo GM3.

La *soluzione conforme* per la misura S.1, a questo punto, presenta problematiche, causate dal rivestimento in legno pregiato, che obbligano il progettista ad adottare una *soluzione alternativa*.

Soluzione alternativa

La *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, come noto, ha come oggetto la “partecipazione dei materiali all'incendio” (tab. S.1-4) e richiede che si dimostri che sia comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (Cap. 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.

Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Il Cap. M.3 del Codice, come noto, tratta gli aspetti legati alla salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale.

Gli obiettivi di sicurezza identificati che si intendono perseguire sono:

- 1) limitare l'innesco dei materiali (specificatamente i pannelli di rivestimento in legno, all'interno delle camere da letto) e la propagazione dell'incendio;
- 2) garantire la salvaguardia degli occupanti, al fine di garantire la possibilità che lascino l'attività autonomamente;
- 3) garantire l'operatività delle squadre di soccorso.

Definizione delle soglie di prestazione (par. M.3.3.1)

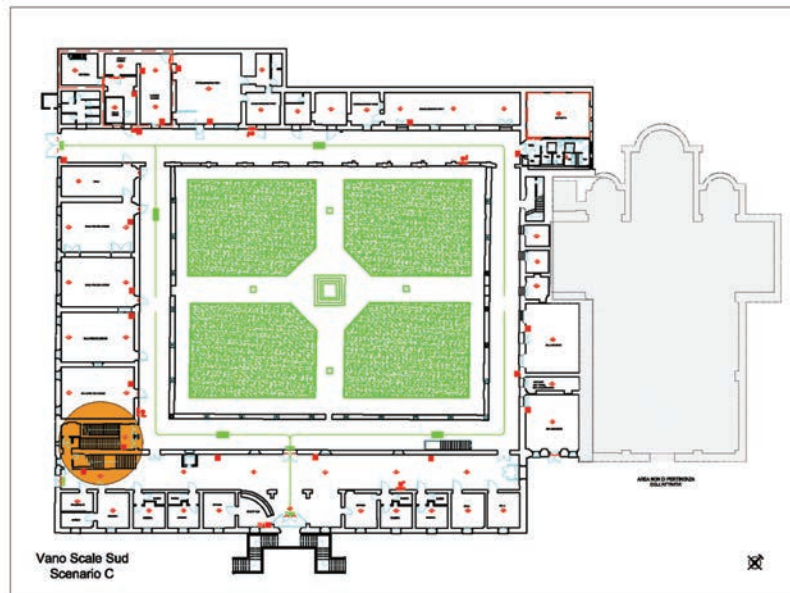
Come ormai noto, nell'ambito del metodo di calcolo avanzato per ASET, le soglie di prestazione impiegabili sono descritte nella tab. M.3-2; al fine di raggiungere gli obiettivi di sicurezza indicati sarà necessario garantire che le soglie di seguito indicate non vengano raggiunte.

Individuazione degli scenari di incendio di progetto

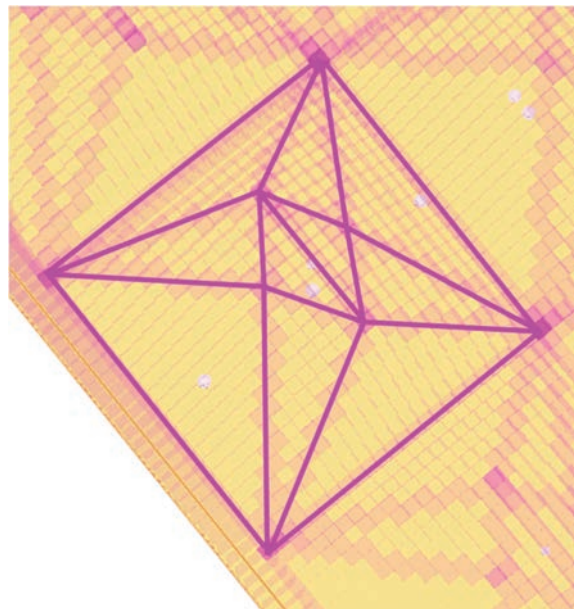
Sono stati considerati differenti scenari di incendio, che variano essenzialmente nella posizione dell'innesco. La posizione dell'incendio, nei tre scenari incidentali ritenuti più critici, è motivata dalla necessità di investigare la propagazione dei fumi prodotti dalla combustione per il possibile coinvolgimento della volumetria dei vani scale nella diffusione dei fumi.



LOCALIZZAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI - PIANO PRIMO



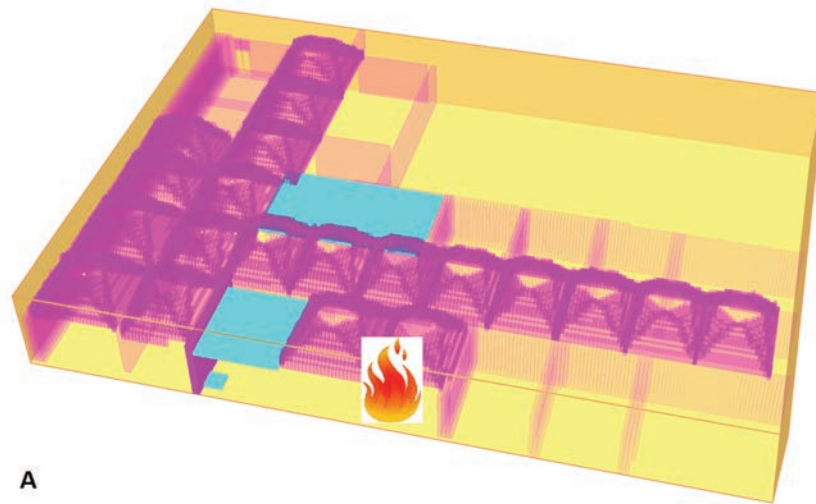
LOCALIZZAZIONE DELLO SCENARIO INCIDENTALE - PIANO RIALZATO



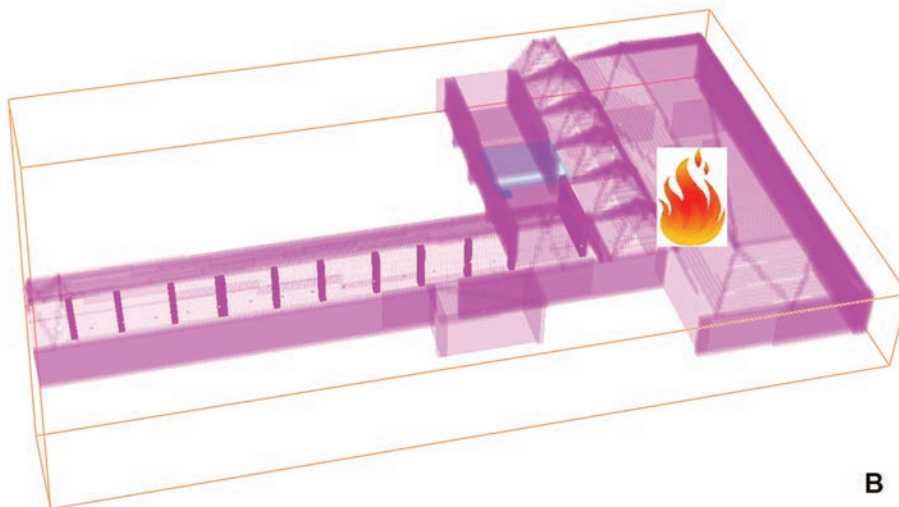
RENDERING DELLE VOLTE A CROCIERA IN SMOKEVIEW

A tal proposito, si è scelto di ipotizzare tre possibili configurazioni, utilizzando il medesimo focolaio:

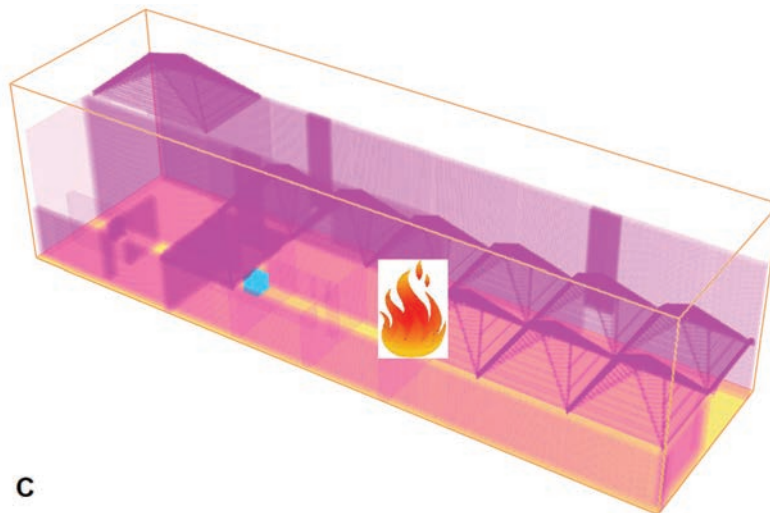
- A. focolaio in camera da letto controsoffittata, al piano primo, in prossimità del vano scale principale, angolo Sud dell'edificio;
- B. focolaio in camera da letto controsoffittata, al piano primo, in prossimità del vano scale secondario, angolo Nord dell'edificio;
- C. focolaio in camera da letto controsoffittata, al piano rialzato, in prossimità del vano scale principale.



A



B



C

COLLOCAZIONE DEI FOCOLAI: (A) FOCOLAIO CHE VA A INCIDERE SUL VANO SCALE SUD, (B) FOCOLAIO CHE VA A INCIDERE SUL VANO SCALE NORD, (C) FOCOLAIO AL PIANO RIALZATO PER LA VALUTAZIONE DELL'AGIBILITÀ DEL VANO SCALE SUD

Nei tre scenari considerati si è valutata la libera diffusione dei fumi dal compartimento di primo innesco alle vie di fuga adiacenti, al fine di verificarne la percorribilità.

L'analisi ha coinvolto nel dominio, sezioni limitate dell'edificio: tale scelta è motivata principalmente da esigenze di calcolo, risulta tuttavia a favore di sicurezza poiché la riduzione della volumetria di accumulo a disposizione per la stratificazione del fumo conduce ad una valutazione conservativa dell'ASET.

Parametri di modello del bruciatore

Per la determinazione della curva HRR, da inserire nel modello fluidodinamico, ipotizzato che l'incendio abbia origine da una camera dell'albergo, le caratteristiche del focolaio si assumono quelle predefinite per le attività di tipo civile, vedi Cap. M.2 e tab. M.2-2³⁹.

Parametro	Focolare predefinito	
	per attività civile	per altre attività
Velocità caratt. di crescita dell'incendio t_g	150 s (<i>fast</i>)	75 s (<i>ultra-fast</i>)
RHR _{max} totale	5 MW	50 MW
RHR _{max} per m ² di superficie del focolare	250-500 kW/m ² [1]	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]	
Calore di combustione effettivo ΔH_c	20 MJ/kg [3]	
Resa in biossido di carbonio Y_{CO2}	1,5 kg/kg [3,6]	
Resa in acqua Y_{H2O}	0,82 kg/kg [3,6]	
Frazione di RHR in irraggiamento (<i>Radiative fraction</i>)	35% [3]	

1] Da impiegare in alternativa all'RHR_{max} totale, considerando la massima superficie del focolare, pari al compartimento 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

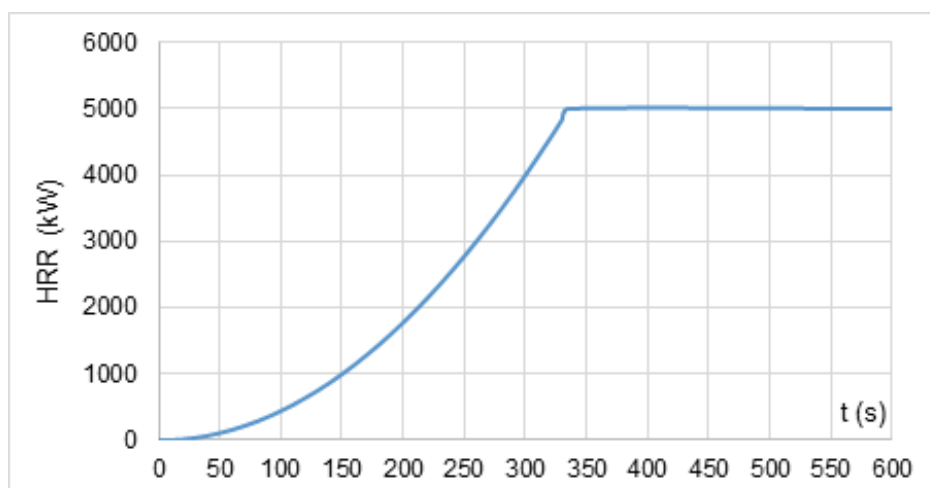
[4] "SFPE handbook of fire protection engineering", NFPA, 4th ed., 2008. Tabella 3-4.16, pag. 3-142, da polyurethane flexible foams.

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

[6] In alternativa alle rese Y_{CO2} e Y_{H2O} , si può imporre nel codice di calcolo il combustibile generico $CH_2O_{0,5}$.

TAB. M.2-2: FOCOLARI PREDEFINITI

Secondo la precedente tabella, il focolaio in un ambiente di carattere civile può essere rappresentato dalla seguente curva HRR(t):

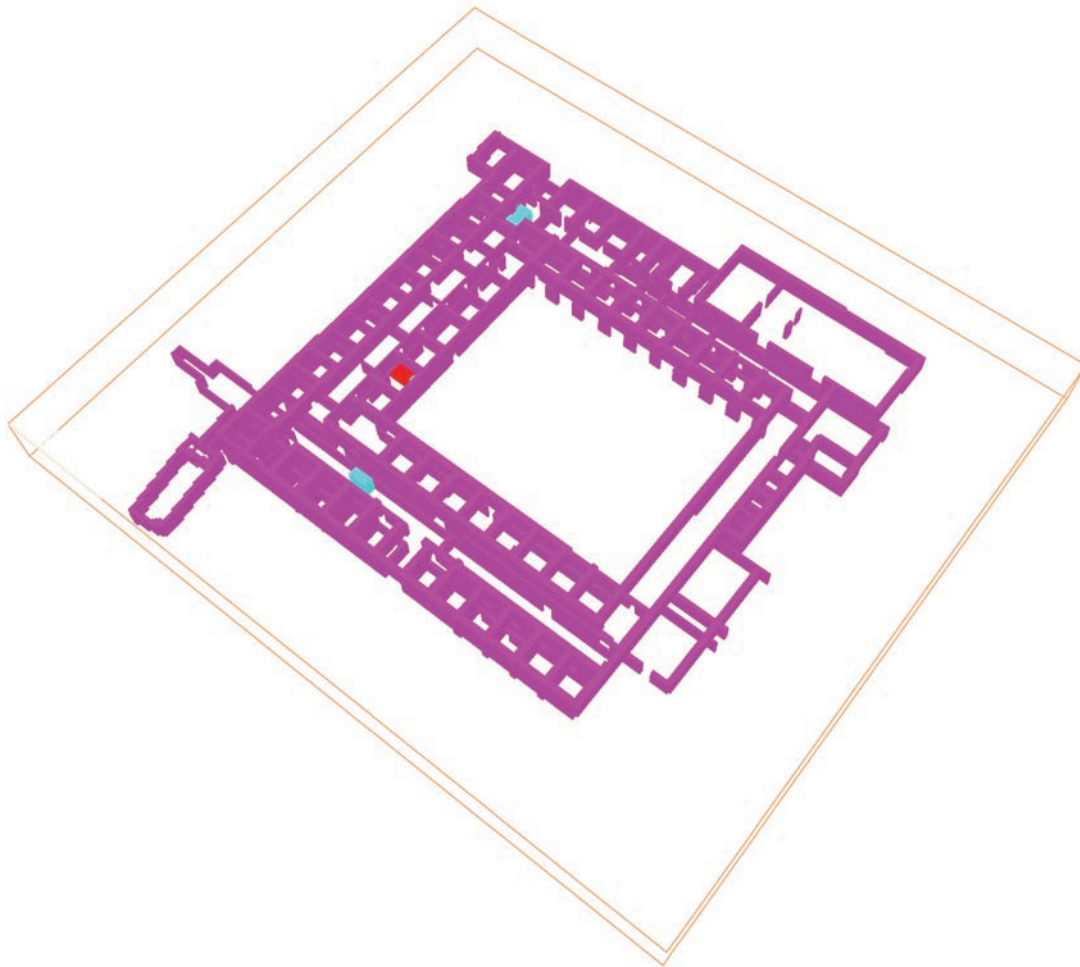


ANDAMENTO DELLA CURVA HRR PREDEFINITA (PARAMETRI TAB. M.2-2)

³⁹ L'esame dettagliato dell'incendio, dei materiali prevedibili nella camera realmente origine del focolaio, esula dagli obiettivi del presente caso studio.

Elaborazione delle soluzioni progettuali

L'edificio è stato ricreato, tenuto conto degli ingombri delle pareti, con particolare attenzione alla modellazione delle volte a crociera che caratterizzano tutto lo sviluppo dell'edificio; tali volte forniscono ampie volumetrie per l'accumulo del fumo durante le prime fasi dell'incendio, incrementandone il tempo di stratificazione e di conseguenza il tempo disponibile per gli occupanti per lasciare l'edificio senza essere esposti al fumo.



EDIFICIO MODELLATO IN FDS

Valutazione delle soluzioni progettuali

Come noto, RSET è determinato come somma di alcuni tempi elementari che lo compongono:

- il tempo di rivelazione (*detection*) t_{det}
- il tempo di allarme generale t_a
- il tempo di pre-evacuazione (*pre-travel activity time, PTAT*) t_{pre}
- il tempo di movimento (*travel*) t_{tra}

Vale quindi:

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

Il calcolo di RSET viene eseguito in riferimento al rapporto tecnico ISO/TR 16738:2009. L'attività si ritiene *ad elevata densità di affollamento* e quindi:

$$RSET = t_{det} + t_a + t_{pre} (1^\circ \text{ percentile}) + t_{tra} (\text{pres}) + t_{tra} (\text{coda})$$

dove:

- Il tempo di rivelazione t_{det} è stato assunto pari a 180 s, in considerazione che l'edificio è dotato di impianto IRAI livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio medio, addetti formati al rischio antincendio, presenza di pubblico non specificamente formato⁴⁰;
- Il tempo di allarme t_a viene assunto pari a zero, in presenza di funzione C dell'IRAI esteso a tutto l'attività.
- t_{pre} (1° percentile), è il tempo di pre-movimento per i primi occupanti; il rapporto tecnico ISO/TR 16738:2009, all'allegato E, riporta i tempi di pre-movimento per il 1° percentile in funzione dello scenario comportamentale considerato, della tipologia del sistema di allarme, della complessità dell'edificio, dell'efficacia della gestione della sicurezza.

Per l'attività in oggetto di studio (con profilo di rischio R_{vita} Ciii2) si ha:

- livello A1 del sistema di allarme: rivelazione automatica estesa a tutto l'edificio in grado di attivare un allarme generale;
- livello B2 della complessità dell'edificio: edificio a più piani con layout interni rispondenti alle regole prescrittive;
- livello M1 della gestione della sicurezza antincendio considerato che la misura S.5 prevede un livello di prestazione II.

Dalla seguente tabella si ottiene t_{pre} (1° percentile) di 900 s.

Profilo di rischio R_{vita}	$t_{pre(1^\circ)}$ [sec]	$t_{pre(99^\circ)}$ [sec]	descrizione
A ₁	60	180	A: Awake and familiar, M2 B1-B2 A1-A2
A ₂	60	180	A: Awake and familiar, M2 B1-B2 A1-A2
A ₃	30	90	A: Awake and familiar, M1 B1-B2 A1-A2
A ₄	30	90	A: Awake and familiar, M1 B1-B2 A1-A2
B ₁	60	240	B: Awake and unfamiliar, M2 B1 A1-A2
B ₂	60	240	B: Awake and unfamiliar, M2 B1 A1-A2
B ₃	30	150	B: Awake and unfamiliar, M1 B1 A1-A2
C ₁	1200	2400	C: Sleeping and unfamiliar, M2 B2 A1-A2
C ₂	900	1800	C: Sleeping and unfamiliar, M1 B2 A1-A2
C ₃	900	1800	C: Sleeping and unfamiliar, M1 B2 A1-A2
D ₁	600	1200	D: Medical care: Sleeping and unfamiliar, M2 B2 A1-A2
D ₂	300	600	D: Medical care: Sleeping and unfamiliar, M1 B2 A1-A2

$t_{pre(1^\circ)}$ tempo di pre-evacuazione dei primi occupanti a muoversi A tipologia sistemi allarme
 $t_{pre(99^\circ)}$ tempo di pre-evacuazione degli ultimi occupanti a muoversi B complessità edifici
M tipo gestione sicurezza

DATI TRATTI DA ISO/TR 16738:2009 - ALLEGATO E

- $t_{tra(pres)}$, tempo di presentazione, ovvero il tempo necessario all'i-esimo occupante per presentarsi, dal luogo in cui si trova, all'uscita verso luogo il sicuro temporaneo.
È calcolato come il rapporto tra la massima lunghezza del percorso, al piano primo, fino all'uscita dal medesimo (pari a circa 53,50 m) e la velocità di traslazione orizzontale v_{oriz} assunta per gli occupanti. Nel caso in questione si è scelto di considerare per quest'ultima il valore di 0,71 m/s⁴¹;
- $t_{tra(coda)}$ tempo di attesa in coda all'uscita verso luogo sicuro temporaneo per l'ultimo occupante a muoversi che dipende dalla geometria della via di esodo e dal numero di occupanti in attesa all'uscita, prima dell'i-esimo occupante.

Viene calcolato impiegando l'equazione seguente:

$$t_{tra(coda)} = P_{vert} / W_{vert} - [(n - 1) * D_{scala} * 13,75] / 70\% * F_{s,vert}$$

$$t_{tra(coda)} = 97 / 1,30 - [(2 - 1) * 2,10 * 13,75] / 70\% * 1,09 = 60 \text{ s}$$

⁴⁰ L Qiang, "Estimation of fire detection time", The 5th Conference on Performance-based Fire and Fire Protection Engineering, Procedia Engineering 11, pp. 233 - 241, 2011.

⁴¹ Velocità di spostamento indisturbato degli occupanti sulle superfici orizzontali, valore tratto da: ISO/TR 16738:2009, table G.4, Travel speeds on horizontal surfaces: all disabled subjects, 1st quartile.
E' stata assunta tale ipotesi in quanto relativa al piano primo, nel quale non sono previste camere attrezzate per disabili allocate, invece, al piano rialzato, con possibilità di esodo direttamente all'esterno dell'edificio.

dove:

Grandezza	Valore
P_{vert} numero di occupanti evacuati	97
W_{vert} larghezza geometrica della via d'esodo verticale	1,30 m
$F_{\text{s,vert}}$ Flusso specifico per l'attraversamento dei componenti verticali del sistema di esodo	1,09 p/m/s ⁴²
n numero dei piani serviti dalla scala	2
D_{scala} Densità di affollamento nei vani scala durante l'esodo	2,10 p/m ² ⁴³

In definitiva, si ottiene:

$$\text{RSET} = t_{\text{det}} + t_a + t_{\text{pre}} (1^\circ \text{ percentile}) + t_{\text{tra}} (\text{pres}) + t_{\text{tra}} (\text{coda}) = 180 + 0 + 900 + 75 + 60 = 1215 \text{ s}$$

Come noto, vedi par. M.3.2.2, il sistema di esodo si ritiene efficace se $\text{ASET} > \text{RSET}$, se cioè il tempo in cui permangono condizioni non incapacitanti per gli occupanti è superiore al tempo necessario perché essi possano raggiungere un luogo sicuro.

Il calcolo di ASET è stato svolto mediante il metodo di calcolo avanzato (par. M.3.3.1) con l'utilizzo delle analisi eseguite con FDS.

L'intervallo di tempo intercorrente tra l'innesco dell'incendio e l'istante in cui fallisce la prima delle soglie di prestazione, è il tempo disponibile per l'esodo.

Considerando la conservatività delle ipotesi assunte nel calcolo di RSET, la soglia di prestazione si ritiene verificata con un margine di sicurezza $t_{\text{marg}} > 10\% \text{ RSET}$ con un minimo di 30 s.

Risultato dell'analisi degli scenari d'incendio

Gli scenari esaminati hanno permesso di valutare l'agibilità dei vani scala (aperti) Nord e Sud, considerando il focolaio di progetto collocato in una camera da letto controsoffittata sita nei pressi del vano scala di riferimento. L'accesso alle scale avviene direttamente dal corridoio.

È stata prevista una serie di dispositivi lungo la via di esodo che conduce al vano scala, tramite la quale sono state monitorate le soglie di prestazione considerate nel metodo di calcolo avanzato (tab. M.3-2).

La simulazione ha evidenziato che le ampie volumetrie interne all'edificio garantiscono la possibilità per il fumo di stratificarsi al di sopra della zona di sicurezza per l'intera durata dell'esodo.

L'arresto dell'analisi fluidodinamica a 1800 s non raffigura, infatti, il raggiungimento del valore di ASET, che risulta superiore a tale tempo.

Tuttavia, si è ritenuto di non proseguire oltre con le analisi poiché il margine su RSET garantisce di soddisfare ampiamente quello del 10% RSET imposto, data la conservatività delle ipotesi assunte nel calcolo di RSET.

Considerato che il mantenimento di condizioni ambientali che soddisfino i valori di soglia di tutti i parametri è stato valutato fino a 1800 s, essendo il tempo RSET pari a 1215 s, il criterio di cui al par. M.3.2.2 risulta ampiamente soddisfatto sia per gli occupanti (che per i soccorritori).

Selezione della soluzione progettuale idonea

A seguito dell'analisi fluidodinamica sviluppata si può concludere che, permanendo la presenza dei pannelli di rivestimento in legno, all'interno delle camere da letto, risulta comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (non vengono raggiunte le condizioni incapacitanti durante l'esodo), anche in considerazione delle caratteristiche geometriche del fabbricato (altezza dei locali, ecc.).

Pertanto, tale soluzione tecnica si è dimostrata idonea al raggiungimento dell'obiettivo di sicurezza prefissato.

⁴² E. Gissi, *Calcolo dei parametri per il dimensionamento dei sistemi d'esodo secondo soluzione conforme al Codice di prevenzione incendi*, in *Codice di prevenzione incendi commentato III ed. (2019)*, EPC Editore - tab. 4.4.

⁴³ E. Gissi, *Calcolo dei parametri per il dimensionamento dei sistemi d'esodo secondo soluzione conforme al Codice di prevenzione incendi*, in *Codice di prevenzione incendi commentato III ed. (2019)*, EPC Editore - tab. 4.4.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata verificata la progettazione della misura S.1 per una attività soggetta al controllo di prevenzione incendi ospitata in un edificio adibito ad attività ricettiva turistico-alberghiera, situato all'interno di un edificio avente due piani fuori terra e uno seminterrato.

Non potendosi, per la misura S.1, perseguire la *soluzione conforme*, si è adottata una *soluzione alternativa* volta a dimostrare che, pur permanendo la presenza dei pannelli di rivestimento in legno, all'interno delle camere da letto, la percorribilità in sicurezza delle vie d'esodo risulti garantita e, di conseguenza, la salvaguardia della vita degli occupanti.

Sono stati esaminati, a tale scopo, tre diversi scenari di incendio che hanno concordemente dimostrato, nell'intervallo di tempo considerato, il mancato raggiungimento delle soglie di prestazione considerate nel metodo di calcolo avanzato (tab. M.3-2).

La soluzione *alternativa* adottata, pertanto, si è dimostrata idonea al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza prefissati.

❖ *Commento dei risultati*

Il caso esaminato è significativo, in quanto si evidenzia come le importanti volumetrie in gioco possano favorire una stratificazione dei fumi che non determini, per ampi intervalli di tempo, condizioni incapacitanti per gli occupanti.

Si rimarca, ancora una volta, che il risultato ottenuto è fortemente dipendente dalle misure gestionali previste in progetto, sulle quali va posta la massima attenzione nella fase di esercizio dell'attività, onde evitare spiacevoli sorprese in fase di controllo, onde evitare il decadimento del livello di sicurezza antincendio.

Caso studio 5: edificio storico adibito ad attività commerciale

Descrizione

Nel presente caso studio ci si occupa di un edificio storico vincolato, adibito ad attività commerciale, avente tre piani fuori terra.

La superficie dell'attività, che prevede vendita di generi alimentari freschi, servizi di ristorazione e un esercizio di vendita di libri (bookshop) è pari a 750 m².

L'affollamento, calcolato assumendo una densità di affollamento pari a 0,4 persone/m², valore tipico per *ambiti di vendita di piccole attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto* (tab. S.4-12), risulta complessivamente pari a 300 occupanti (i valori dei massimi affollamenti calcolati, peraltro, rientrano tra quelli previsti dai diversi esercenti operanti nell'attività).

Trattandosi di un'attività di tipo commerciale, ovviamente è previsto l'accesso del pubblico (occupanti che non hanno familiarità con l'edificio).

L'edificio è costituito da un corpo di fabbrica con strutture portanti verticali in muratura e strutture orizzontali in legno di castagno, con irrigidimento in cemento armato.

Sono presenti diversi ambiti interni dell'edificio, sottoposti a vincolo dal Ministero della Cultura, che presentano percorsi d'esodo ove sono installati materiali di rivestimento lignei, le cui caratteristiche di reazione al fuoco non sono note.

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:



RENDERING DEL CORRIDOIO AL SECONDO PIANO

Superficie dell'attività commerciale	750 m ²
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti verticali in muratura e strutture orizzontali in legno di castagno con irrigidimento in calcestruzzo armato
Numero occupanti	300
Profili di rischio R _{vita}	B2 (par. G.3.2.2)
Profilo di rischio R _{beni}	Attività vincolata e non strategica = 2 (par. G.3.3)
Profilo di rischio R _{ambiente}	Non significativo (par. G.3.4)
Reazione al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.1.3 ⁴⁴ , S.1.4.4 e V.8.5.1)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.4.3 e V.8.5.2)
Compartimentazione	Livello II di prestazione (parr. S.3.4.1 e V.8.5.3)
Esodo	Livello I di prestazione (parr. S.4.4.3 e V.8.5.4)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.5.4.1 e V.8.5.5)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (parr. S.6.4.2 e V.8.5.6) Rete di Idranti (UNI 10779)
Rivelazione ed allarme	Livello II di prestazione (parr. S.7.4.2 e V.8.5.7) Impianto IRAI (UNI 9795)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3, S.8.4.1 e V.8.5.8)
Operatività antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.9.3, S.9.4.1 e V.8.5.9)
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3, S.10.4.1 e V.8.5.10)

Classificazione

Si fa riferimento al Codice e, considerata la tipologia di attività in esame, alla RTV V.8 - Attività commerciali (ex d.m. 23 novembre 2018⁴⁵).

Secondo il par. V.8.3 l'attività è classificabile:

- in relazione alla superficie lorda utile: $A \leq 1500 \text{ m}^2 \rightarrow \text{AA}$;
- in relazione alla quota dei piani: $-5 \text{ m} < h \leq 12 \text{ m} \rightarrow \text{HB}$.

e le aree presenti sono classificate come segue:

- TA: aree di vendita ed esposizione comprensive di spazi comuni, accessibili al pubblico;
- TZ: altre aree non ricomprese nelle precedenti.

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Ai sensi dell'Allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151 l'attività in esame, superando i 600 m² di superficie lorda, rientra nell'attività 69.2.B "Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici, con superficie lorda, comprensiva dei servizi e depositi, da 600 m² a 1500 m²".

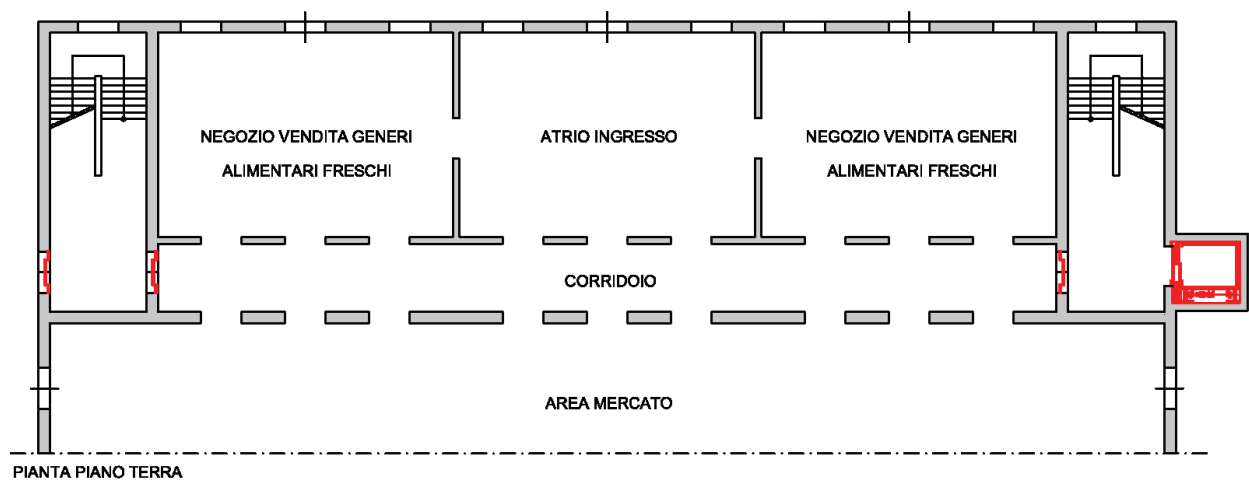
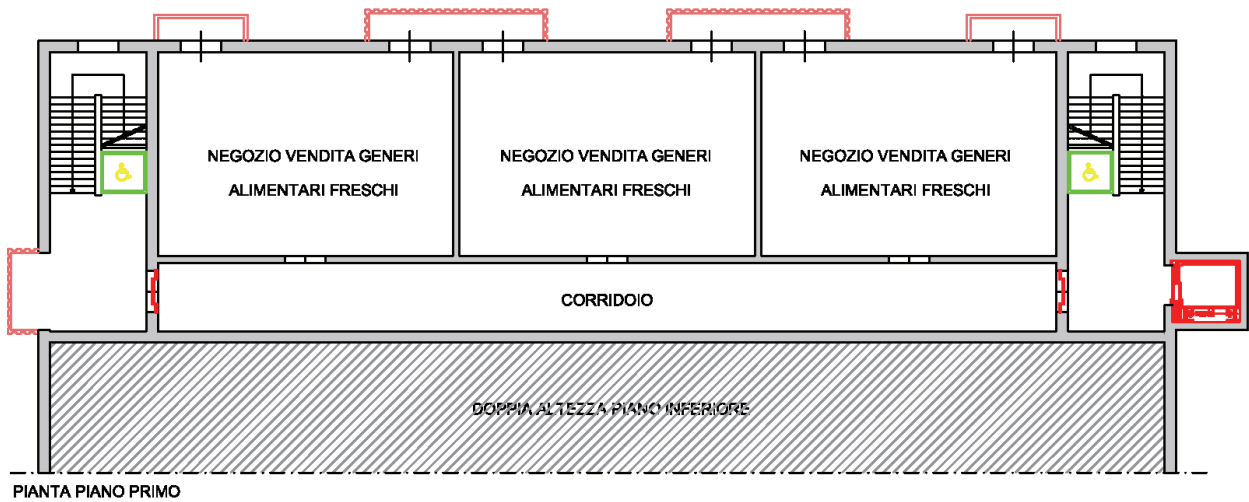
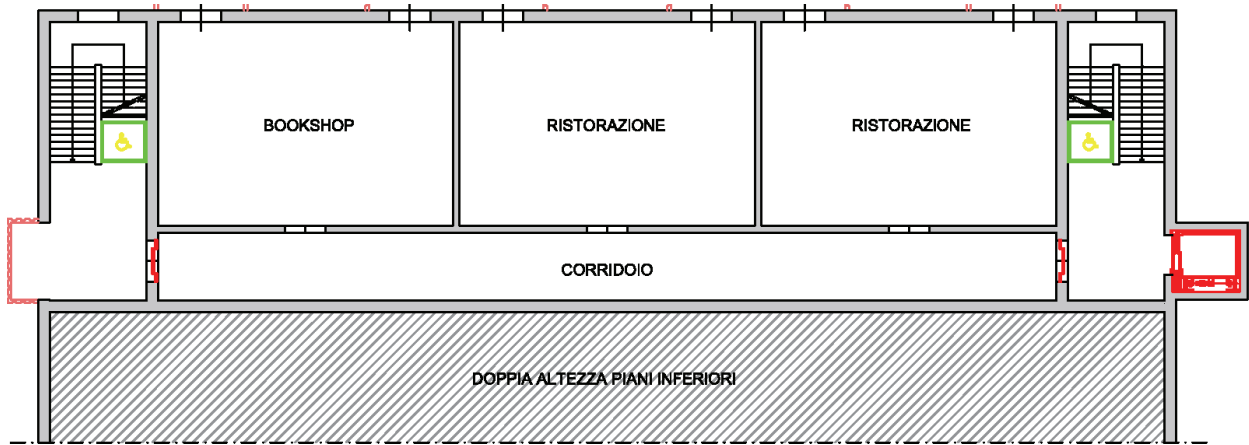
Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

⁴⁴ Tab. S.1-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività: Livello III; tab. S.1-3: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività: Livello II.

⁴⁵ Vedi d.m. 14 febbraio 2020 recante aggiornamenti delle RTV in vigore.

Si riportano di seguito le planimetrie dell'edificio di cui al presente caso studio:



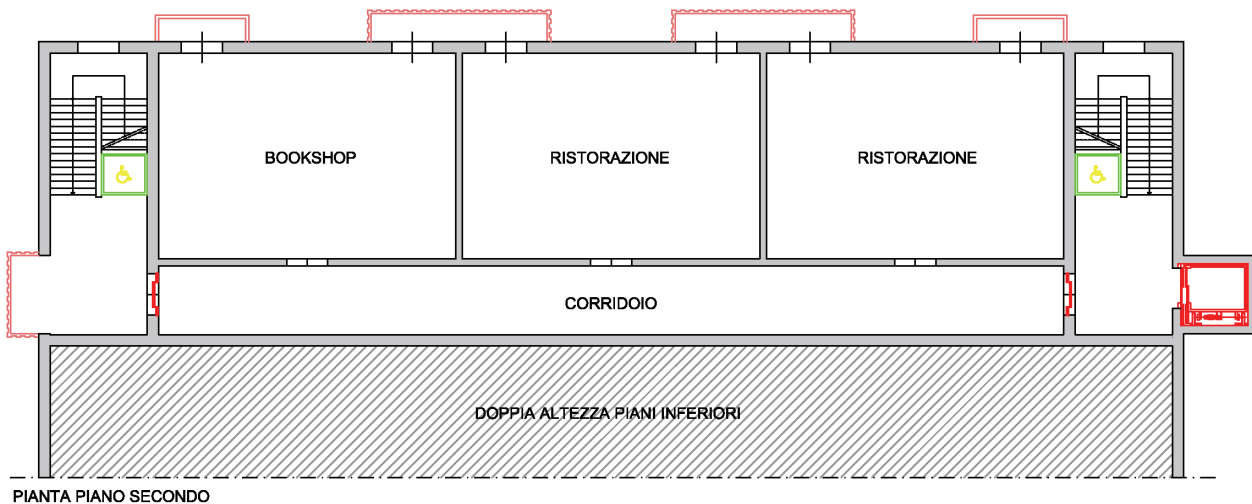
Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Reazione al fuoco*, facendo ricorso alle *soluzioni alternative* suggerite dal Codice al par. S.1.4.4.

La problematica che si pone, e per la quale sarà necessario ricorrere ad una *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, riguarda i materiali costituenti il rivestimento ligneo dei corridoi (percorsi d'esodo) sui quali affacciano i locali vendita.

Tali percorsi d'esodo, come molti altri ambiti all'interno dell'edificio, presentano infatti materiali che non possiedono caratteristiche di reazione al fuoco note e che, come detto, sono sottoposti a vincolo dal Ministero della Cultura e, pertanto, non rimovibili.

Il piano dell'edificio preso in esame è il secondo, in quanto presenta lo scenario di incendio più significativo per la sicurezza degli occupanti, disponendo di tre locali contigui, di cui due adibiti a ristorazione ed uno, all'inizio del corridoio, adibito a vendita di libri (bookshop).



PIANTA PIANO SECONDO

PLANIMETRIA PIANO SECONDO

Al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione attribuito, nel caso in esame si applicherà una *soluzione alternativa* atta a limitare l'innesco dei materiali e la propagazione dell'incendio, non possedendo, quelli presenti lungo i percorsi d'esodo, caratteristiche di reazione al fuoco conformi.

Si dimostrerà infatti che, attraverso misure antincendio di protezione attiva capaci di esplicare i loro effetti nella fase iniziale dell'incendio, è possibile rendere improbabile l'innesco dei materiali non classificati e tenere i percorsi d'esodo fruibili per tutto il tempo dell'esodo degli occupanti, garantendo anche l'intervento dei soccorritori.

Unitamente a tali misure sono state inoltre adottate altre misure preventive specifiche per rendere improbabile l'innesco di tali materiali lungo i percorsi d'esodo (assenza di fonti energetiche capaci di innescare l'incendio) e si è fatto, altresì, ricorso ad una *segnaletica dinamica*.

È stato pertanto identificato uno scenario che potesse essere il più sfavorevole per gli obiettivi di sicurezza antincendio identificati.

In tali condizioni più rappresentative del rischio, è stato impiegato lo studio ingegneristico/prestazionale per l'analisi dei seguenti aspetti:

- analisi della diffusione del calore;
- analisi nel campo delle temperature;
- analisi della propagazione dell'incendio (verifica dell'irraggiamento termico nel corridoio);
- verifica del percorso d'esodo.

Sono stati previsti, per perseguire gli obiettivi di sicurezza antincendio identificati, sistemi automatici a barriera d'acqua (*water curtain*), progettati secondo lo standard NFPA13, a protezione delle aperture verso il percorso d'esodo.

Inoltre, all'interno del percorso è stata installata una illuminazione con sorgente luminosa remota, che impiega la fibra ottica per portare la luce nei punti di diffusione, all'interno del corridoio (apparecchio di alimentazione con sorgente luminosa, installato nell'ambito adiacente).

Allo stesso modo, per l'illuminazione di sicurezza, sono state impiegate sorgenti a led remote, con conduttori a fibra ottica che terminano sugli schermi degli apparecchi di segnalazione luminosa. In tal modo non sono presenti impianti tali da introdurre una quantità di energia che possa attivare un innesco, in quanto i conduttori presenti trasportano solamente luce. Inoltre, è stata prevista una *segnaletica dinamica* (asservita all'IRAI) atta ad indirizzare, in modo efficace, gli occupanti verso il percorso d'esodo più sicuro rispetto all'evento iniziatore.



RAPPRESENTAZIONE DEL MODELLO INDICANTE LA *SEGNALETICA DINAMICA*



RENDERING DELL'AZIONAMENTO DEL SISTEMA AUTOMATICO A BARRIERA D'ACQUA
IN PROSSIMITÀ DELLE APERTURE VERSO IL PERCORSO D'ESODO

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1

Soluzione conforme

L'attività presenta un profilo di rischio $R_{vita} = B2$; pertanto, il Codice, per quanto riguarda le vie di esodo, un livello di prestazione III (impiego di materiali appartenenti al gruppo GM2) e il livello di prestazione II per quanto attiene agli altri locali dell'attività (impiego di materiali appartenenti al gruppo GM3).

Ad integrazione delle prescrizioni della RTO, nella RTV V.8 - Attività commerciali, al par. V.8.5.1, in riferimento alla *Reazione al fuoco*, si richiede la verifica dei seguenti punti:

1. In vie d'esodo verticali, passaggi di comunicazione delle vie d'esodo orizzontali (es. corridoi, atri, spazi calmi, filtri, ...) devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al gruppo GM2 di reazione al fuoco (Cap. S.1).
2. Negli spazi di esposizione e vendita delle aree TA devono essere impiegati materiali almeno appartenenti al gruppo GM3, limitatamente ai materiali indicati nella tabb. S.1-5, S.1-6 e S.1-7 (Cap. S.1).

Nello specifico, considerata la tipologia di rivestimenti lignei dei percorsi d'esodo, non classificati per la reazione al fuoco, il primo requisito richiesto dalla RTV V.8 non può essere ottemperato, in quanto la tab. S.1.6 richiede che i rivestimenti a parete debbano appartenenti almeno al gruppo GM2.

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

La *soluzione conforme* per la misura S.1, a questo punto, risulta non applicabile e obbliga il progettista ad adottare una *soluzione alternativa*.

Soluzione alternativa

La *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, come noto, ha come oggetto la "partecipazione dei materiali all'incendio" (tab. S.1-4) e richiede e che si dimostri che sia comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (Cap. 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.

Al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione, si è pertanto impiegato il metodo, di cui al par. G.2.7, che prevede l'impiego di prodotti o tecnologie di tipo *innovativo*.

Si è quindi proposta l'installazione di sistemi automatici a barriera d'acqua (*water curtain*), progettati secondo lo standard NFPA13, a protezione delle aperture verso il percorso d'esodo.

Tale sistema innovativo deve essere, sulla base di quanto previsto al par. M.1.8 comma 5, a *disponibilità superiore*. Del resto, come illustrato più avanti, esso è decisivo ai fini dell'accettabilità della *soluzione alternativa*, in quanto mitiga significativamente gli effetti dell'incendio.

Per brevità espositiva, si è omessa la dimostrazione della disponibilità superiore del sistema e della non credibilità degli scenari d'incendio di progetto nei quali lo stesso risulterebbe non funzionante.

Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Il Cap. M.3 del Codice, come noto, tratta gli aspetti legati alla salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale.

Gli obiettivi di sicurezza identificati che si intendono perseguire sono, in primis, evitare l'innesco dei materiali che non presentano le prescritte caratteristiche di reazione al fuoco e, di conseguenza, garantire la salvaguardia degli occupanti, al fine di garantire la possibilità che lascino l'attività autonomamente e l'operatività delle squadre di soccorso.

Al fine di dimostrare il raggiungimento dei prescritti obiettivi di sicurezza antincendio, sono state quindi impiegate le metodologie dell'ingegneria della sicurezza antincendio (FSE), finalizzate a dimostrare che non avviene l'innesco dei rivestimenti lignei ed inoltre, lungo il percorso d'esodo, le condizioni d'irraggiamento termico si mantengono compatibili con i livelli di tenibilità previsti dal Codice al Cap. M.3.

Definizione delle soglie di prestazione

Per le finalità che si intendono perseguire, sono state prese a riferimento le ulteriori soglie, ritenute significative per garantire il soddisfacimento degli obiettivi prefissati:

- *Temperatura massima cui gli occupanti presenti nel corridoio possono essere esposti*

Per la temperatura riferita all'esodo degli occupanti viene ritenuta ammissibile un'esposizione massima a 50°C per tutto il tempo di esodo.

Tale valore risulta inferiore a quello previsto dalla tab. M.3-2, che prevede un valore pari a 60°C.

- *Irraggiamento termico cui gli occupanti presenti nel corridoio possono essere esposti*

Per il livello di irraggiamento termico di esposizione per gli occupanti, da tutte le sorgenti (incendio, effluenti dell'incendio, struttura), viene ritenuto ammissibile un valore pari a 1,5 kW/m².

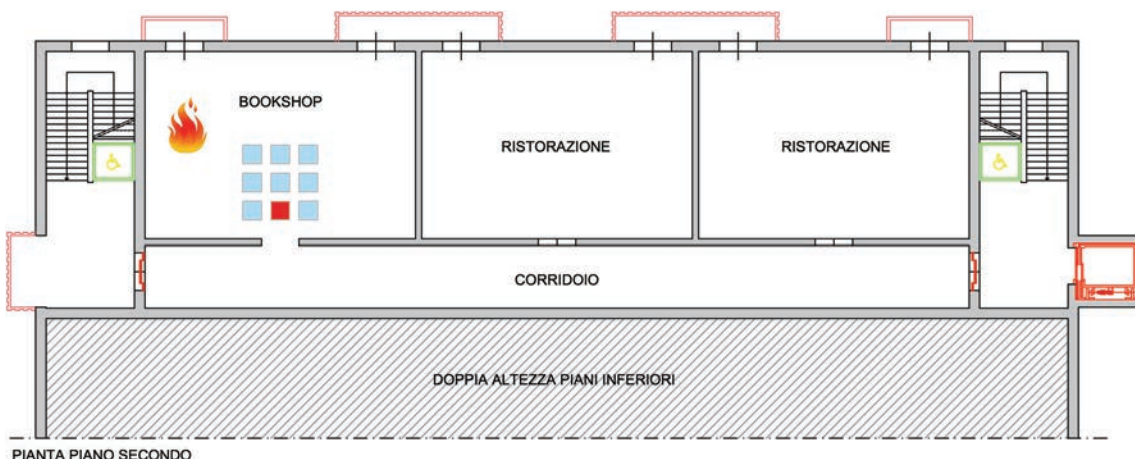
Tale valore risulta inferiore a quello previsto dalla tab. M.3-2, per esposizioni inferiori a 30 min, che prevede un valore pari a 2,5 kW/m².

Si segnala che tali valori d'irraggiamento sono comunque molto inferiori ai livelli previsti per l'innesco dei materiali lignei (~ 12,5 kW/m²).

Individuazione degli scenari di incendio di progetto

Sono stati considerati differenti scenari di incendio, che variano essenzialmente nella posizione dell'innesco; in questo contesto si presentano i risultati di uno degli scenari, ritenuto tra i più significativi.

Per le finalità del presente studio, è stato preso a campione un incendio (Scenario A) che si sviluppi all'interno del negozio di libri, avente un carico d'incendio e una curva di rilascio della potenza termica ben più significativa, rispetto alle potenziali condizioni verificabili negli altri due ambienti presenti nel piano, destinati alla ristorazione.



SCENARIO DI INCENDIO CONSIDERATO

In ogni caso, si segnala che la potenza termica non è l'unico elemento che rende più gravoso uno scenario d'incendio di progetto, contando, ad esempio, anche la produzione di soot.

Nel caso in esame, la scelta dello scenario è giustificata dalla sua gravosità ai fini del calore che può interessare i rivestimenti lignei del corridoio.

Tutte le simulazioni sono state condotte con il varco di comunicazione tra bookshop e corridoio in posizione di completa apertura (porta aperta).

Parametri di modello del bruciatore

Per la determinazione della curva HRR, da inserire nel modello fluidodinamico, si è fatto ad uno scenario provato dal Dipartimento Americano per il Commercio, denominato Quick Response Sprinklers in Office Configuration (NBSIR 88-3695) del Gennaio 1988, (*U.S. department of Commerce, National Bureau of Standards, National engineering laboratory, center for fire research in Gaithersburg MD 20899*), che prevede un incendio di materiale cartaceo depositato su scaffalature metalliche aperte per archivi.

A tale scopo, prioritariamente, sono stati reperiti nella letteratura tecnica riferimenti validati sull'andamento dell'HRR(t) per incendi di scaffali contenenti carta o libri.

Sono state analizzate un insieme di prove in scala reale (*full scale*) e, successivamente, prove specifiche che rappresentano una configurazione di materiale combustibile riconducibile alla configurazione relativa al bookshop.

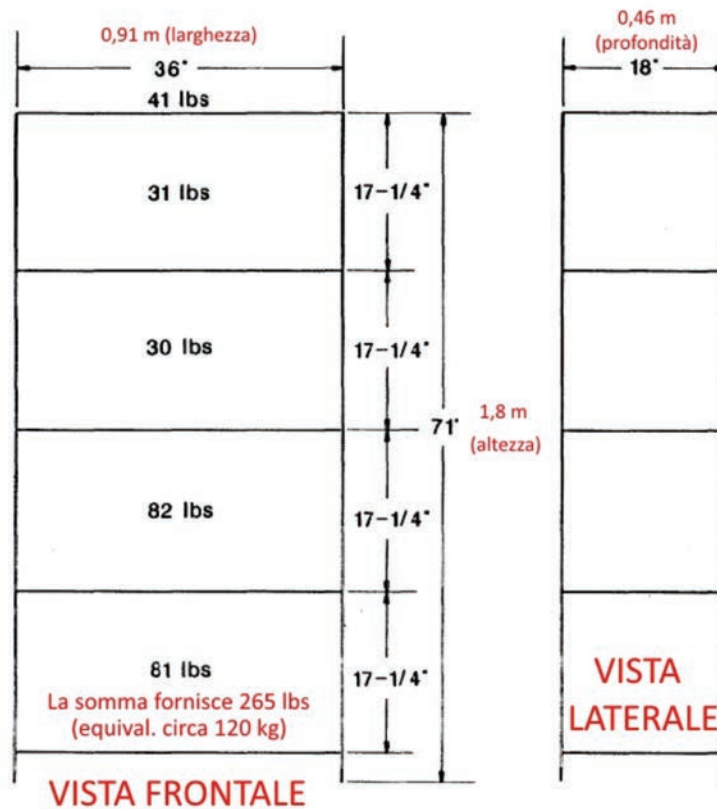
In riferimento alla tipologia delle attività svolte all'interno degli ambiti, le cui aperture verso il percorso d'esodo saranno protette con sistemi automatici a barriera d'acqua, la configurazione e posizione del materiale combustibile ha seguito i criteri di seguito descritti:

- l'evento iniziatore è costituito dall'incendio di un doppio scaffale, costituito da due moduli accostati schiena-schiena, aperti sui quattro lati, considerati completamente pieni di carta;
- la configurazione degli scaffali accoppiati è stata scelta da una prova estratta da letteratura tecnica validata (*SFPE Handbook 3rd Edition - s.3, c.1*) eseguita dal National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD - USA (NBSIR 88-3695), che rappresenta una configurazione riconducibile al caso in esame (*Quick Response Sprinklers in Office Configurations: Fire Test Results*);
- in favore di sicurezza, la coppia di scaffali viene distanziata dai rimanenti quanto basta per apportare su tutte le facce il giusto apporto di ossigeno necessario alla combustione (prove effettuate con gli scaffali a contatto hanno portato a risultati ritenuti troppo conservativi);
- l'evento iniziatore costituente il "bruciatore", modellato come un parallelepipedo a base quadrata, è libero di sprigionare la potenza dell'incendio HRR(t) da tutte le superfici delle sue facce, esclusa la faccia posata sul pavimento (possiede base quadrata in quanto gli scaffali accostati schiena-schiena sono larghi 90 cm e profondi 45 cm).

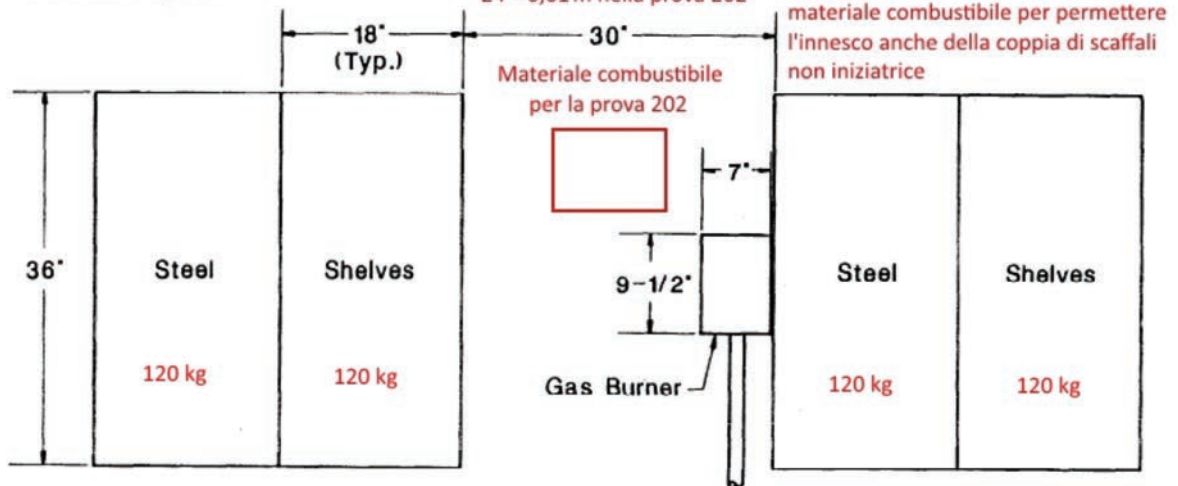
Nella modellazione dell'incendio, a vantaggio di sicurezza, il materiale combustibile viene sempre considerato inserito in scaffali aperti su tutti i lati e viene considerato uno stipamento del 100% (scaffale completamente pieno di libri).

Per ciò che riguarda la tipologia degli scaffali questi vengono modellati come dei parallelepipedi a base quadrata delle dimensioni di base 0,90 x 0,90 m e altezza pari a circa 1,80 m: il fuoco può essere sprigionato anche dalla faccia superiore considerando, in favore di sicurezza, che gli scaffali possano avere libri posati anche sulla parte alta dello scaffale.

Si riporta di seguito uno schema dello scaffale preso a riferimento, coincidente con la prova estratta dalla letteratura tecnica, eseguita dal National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD - USA (NBSIR 88-3695):



L'esperimento NBSIR 88-3695 ha analizzato 2 prove:



SCAFFALI CONSIDERATI NELL'ESPERIMENTO NBSIR 88-3695

Le prove condotte prevedono che sia presente “un’isola” contenente 480⁴⁶ kg di carta posizionata in 4 scaffali metallici (si vedano le figure precedenti) che coprono, nella configurazione scelta, una superficie di circa 2,25 m² di pavimento⁴⁷:

- una prima prova è stata condotta con un corridoio intermedio tra gli scaffali di 70 cm: la prova ha portato al raggiungimento di un HRR massimo (HRR_{peak}) di circa 1 MW in 280 s (*prova 201*);
- una seconda prova è stata condotta con un corridoio intermedio tra gli scaffali ridotto a circa 60 cm, lasciando volutamente materiale combustibile (2 scatole di carta di complessivi 3 kg circa - aisle with fuel) nel corridoio di separazione tra gli scaffali, in modo che potessero innescare due serie di scaffalature: la prova ha portato al raggiungimento di un HRR massimo (HRR_{peak}) di circa 1,6 MW in circa 320 s (*prova 202*).

Si è notato che l’andamento della curva è di tipo quadratico, con una velocità di crescita dell’incendio simile ad una curva media (medium fire, $t_{\alpha} = 300$ s) fino alla potenza di 1 MW per poi seguire un andamento simile ad una curva rapida (fast fire, $t_{\alpha} = 150$ s) fino alla potenza di picco di 1,6 MW raggiunta trascorsi circa 320 s.

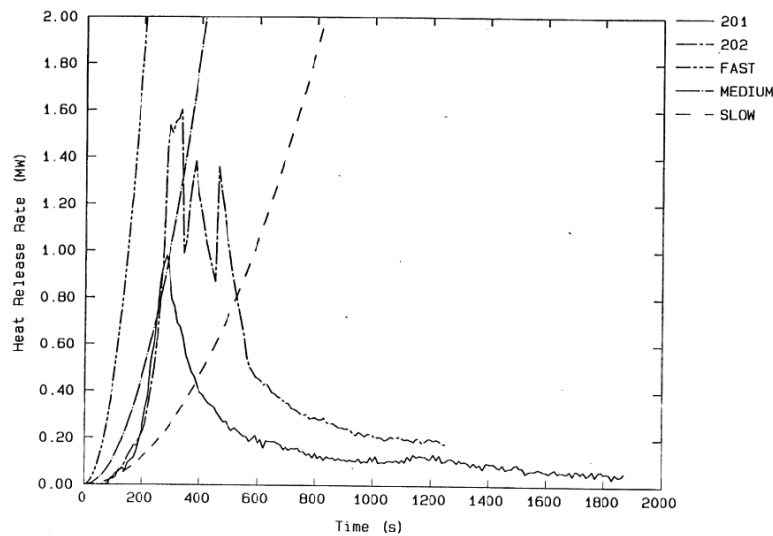


FIG. 8 - OFFICE STORAGE, HEAT RELEASE RATE TESTS 201 AND 202 (FREE BURN)

Per il caso in esame, in favore di sicurezza, si sceglie la tipologia di curva corrispondente alla prova che ha fornito le risultanze più gravose (HRR_{peak} 1,6 MW), che corrisponde all’incendio di più di due scaffali (corridoio tra gli scaffali con materiale combustibile).

La curva è stata quindi interpolata linearmente per punti ed utilizzata per il modello.

⁴⁶ Corrispondente ad una densità di carico d’incendio pari a 4266 MJ/m², mentre il prospetto E.4 della norma UNI EN 1991-1-2 fornisce un valore massimo pari a 1824 MJ/m² (frattile 80%).

⁴⁷ Per maggiori dettagli è possibile fare riferimento al test originale “Quick Response Sprinklers in Office Configurations: Fire Test Results,” NBSIR 88-3695, National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD).

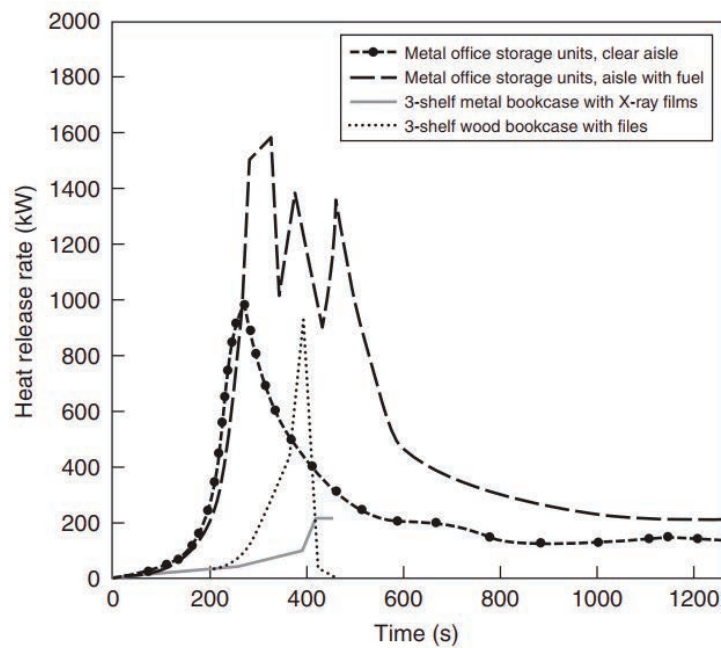
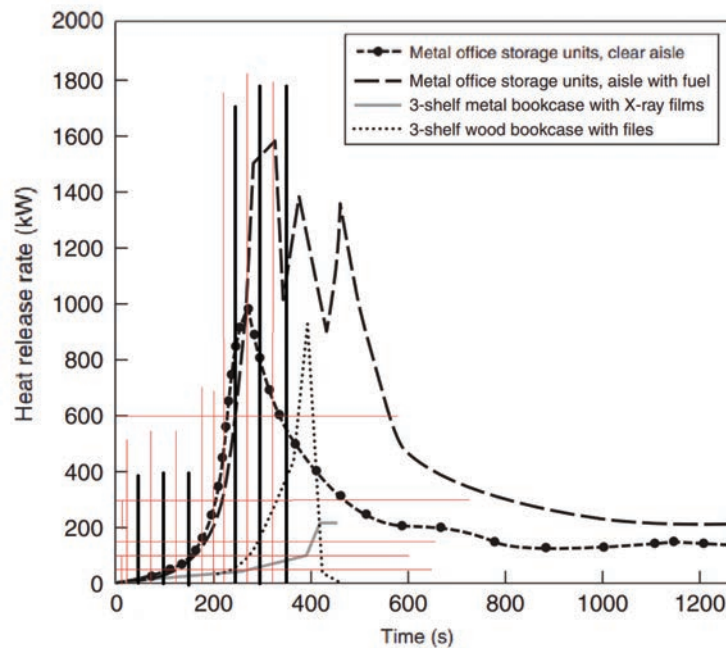


Figure 3-1.13. Storage units.



**CURVA HRR PER LO SCENARIO DI INCENDIO CONSIDERATO - METAL OFFICE STORAGE UNITS, AISLE WITH FUEL
 FONTE SFPE HANDBOOK 3RD EDITION - FIG. 3-1.13**

Il modello utilizzato impiega un solo tipo di reazione chimica utile per simulare l'incendio: la scelta costituisce quindi la reazione di riferimento per ogni tipo di materiale combustibile presente.

Volendo anche visualizzare gli effluenti dell'incendio (non per le strette finalità del presente studio, ma per le considerazioni riportate nel paragrafo *Considerazioni a commento*) si è scelto di impiegare nel modello un materiale caratterizzato da una forte produzione di fumi opachi (produzione soot elevata, posta in favore di sicurezza) ed avente comunque un notevole potere calorifico, maggiore di quello del materiale cartaceo (libri). Le proprietà chimico-fisiche scelte per la reazione principale rappresentano così un valore superiore a qualunque materiale realmente presente negli ambiti in esame.

La simulazione dell'incendio, che caratterizza lo studio, impiega un modello della combustione in fase gassosa (mixture fraction), pertanto l'andamento della potenza termica rilasciata durante il processo di combustione nel tempo $HRR(t)$ dipende dalla velocità di pirolisi dei materiali e dalla possibilità che gli effluenti possano effettivamente bruciare in funzione della disponibilità di ossigeno.

Per poter studiare l'evolversi dell'incendio, si è dovuta garantire una buona combustione: pertanto, oltre al contributo delle finestre, il modello è stato corretto praticando ulteriori aperture di ventilazione nelle pareti del locale in esame (le aperture sono state posizionate nella porzione inferiore delle pareti perimetrali), necessarie per rendere disponibile il giusto apporto di comburente all'incendio per l'evolversi della reazione (senza quindi perdere, in favore di sicurezza, prodotti della combustione caldi che verrebbero altrimenti rapidamente espulsi in atmosfera, se dette aperture fossero state praticate nella parte alta).

La velocità di pirolisi dei materiali, oltre che dalle caratteristiche intrinseche degli stessi, dipende fortemente dal flusso radiativo di ritorno (feedback) che gli effluenti producono durante la combustione e dalle proprietà radiative delle superfici che circondano il focolare.

Essendo molto difficile disporre di tali proprietà in modo molto preciso, si sceglie normalmente di assegnare alla simulazione una curva nota della potenza termica rilasciata (curva naturale sperimentale).

Pertanto, il fuoco verrà semplicemente modellato attraverso tale curva di rilascio termico $HRR(t)$, che sarà equivalente a disporre di uno speciale bruciatore che sprigiona direttamente combustibile in fase gassosa, da una superficie solida, con uno specificato valore di potenza per unità di area ($HRRPUA$) misurata quindi in kW/m^2 .

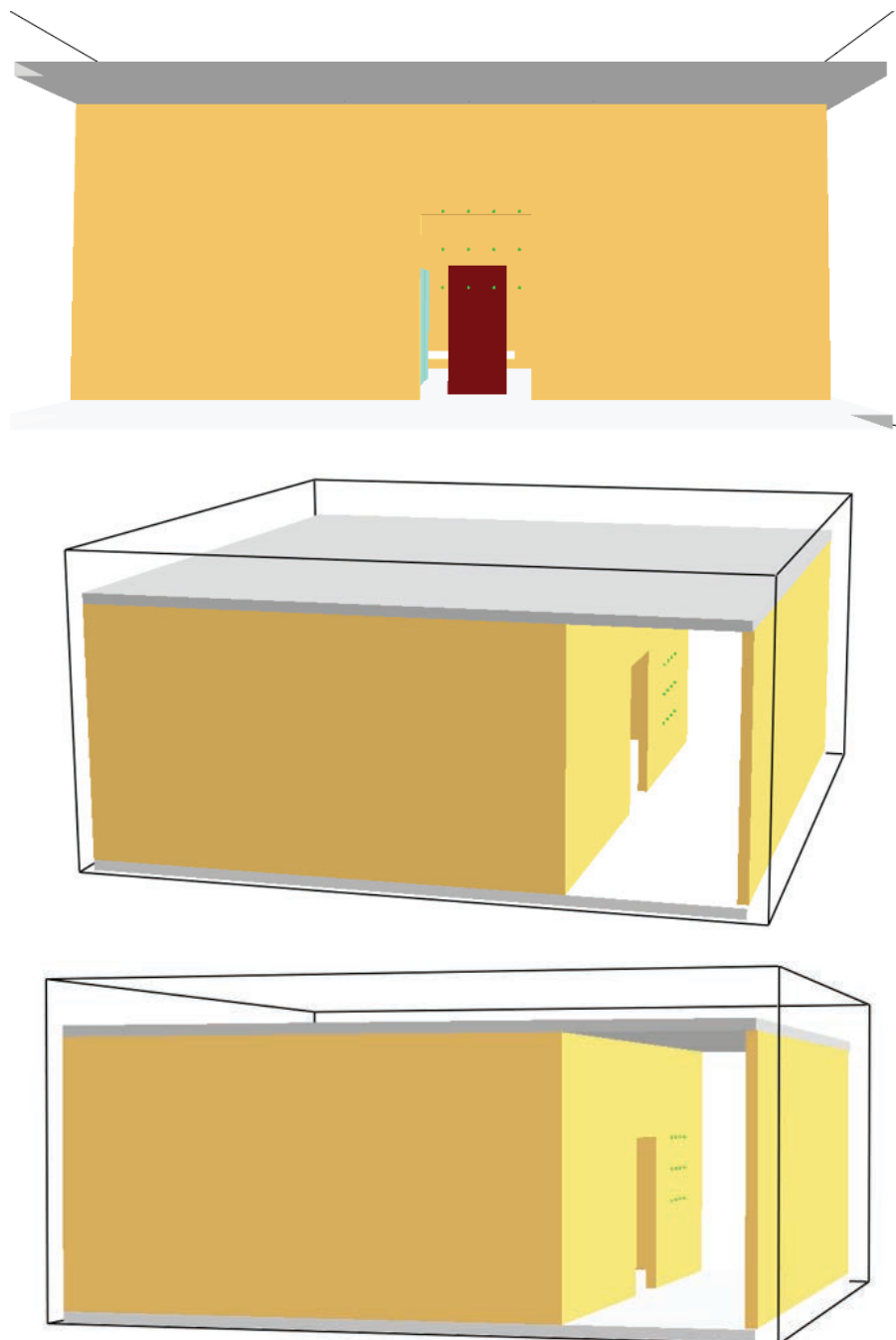
Studi condotti dal NIST (*U.S. National Institute of Standards and Technology*) sulla validazione di tale modello, hanno dimostrato che tale approccio fornisce i migliori risultati.

Nel caso in esame, la reazione chimica di fase gassosa assunta da FDS è stata determinata, ulteriormente in favore di sicurezza, con riferimento ai valori previsti nella letteratura tecnica (SFPE Handbook 5th Edition - tabb. A.31 e A.39) in riferimento alla combustione della schiuma poliuretana flessibile, che presenta un potere calorifico più elevato del 30% circa rispetto a quello della cellulosa.

```
&REAC FUEL = 'SCHiumA POLIURETANICA-FLEXIBLE'  
  , FORMULA='C6.3H7.1NO2.1'  
  , SOOT_YIELD=0.227  
  , CO_YIELD=0.042  
  , HEAT_OF_COMBUSTION=27200
```

Elaborazione delle soluzioni progettuali

Allo scopo di valutare le condizioni di tenibilità a seguito di un incendio al piano secondo, lo stesso è stato modellato con il codice di calcolo FDS.



PARTE DI EDIFICIO MODELLATO IN FDS

Analisi di sensitività della mesh computazionale

Varie pubblicazioni⁴⁸ hanno dimostrato che una buona accuratezza nella simulazione di un incendio con modelli CFD comporta un rapporto ottimale fra il diametro caratteristico del focolare "D*" e la dimensione della cella elementare δx normalmente compreso fra 4 e 16.

È stata quindi opportunamente dimensionata la griglia di calcolo secondo una specifica iterazione (Nureg-1824), effettuando successivamente una analisi di sensitività dei risultati.

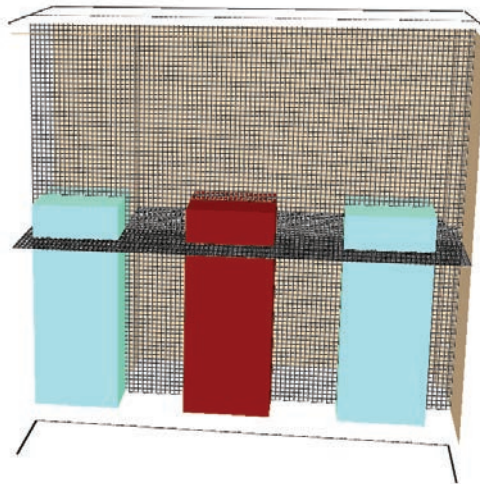
⁴⁸ Vedi la "User Guide" di FDS.

Si calcola il diametro caratteristico del focolare D^* con la seguente equazione:

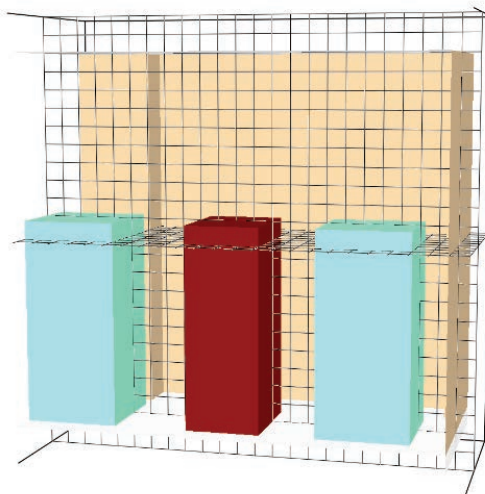
$$D^* = \left(\frac{Q}{\rho_{\text{aria}} \cdot C_p \cdot T_{\text{aria}} \cdot \sqrt{g}} \right)^{2/5}$$

dove:

- D^* è il diametro caratteristico dell'incendio, espresso in m;
- Q è la potenza dell'incendio in kW;
- ρ_{aria} è la densità dell'aria a 20 °C, assunta pari a 1,205 kg/m³;
- C_p è il calore specifico dell'aria a 20 °C, assunto pari a 1,005 kJ/kg K;
- T_{aria} è la temperatura dell'aria, assunta pari a 293,15 K;
- g è l'accelerazione di gravità, assunta pari a 9,81 m/s².



VISUALIZZAZIONE PARTICOLARE DI UNA GRIGLIA DI CALCOLO CON $\Delta x = 0,05$ M UTILIZZATO PER EFFETTUARE L'ANALISI DI SENSITIVITÀ



VISUALIZZAZIONE PARTICOLARE DI UNA GRIGLIA DI CALCOLO CON $\Delta x = 0,20$ M COME QUELLA UTILIZZATA NEL CALCOLO

Nella simulazione i valori della potenza termica fanno determinare:

Q (kW)	D^* (m)	δx (m) per $D^* / \delta x = 4$	δx (m) per $D^* / \delta x = 16$
1600	1,15	0,29	0,07
800	0,87	0,22	0,05

Si è scelta pertanto la dimensione della cella elementare δx , definendola nella fase di crescita dell'incendio, sia con il valore di picco dell'HRR ($HRR_{\text{peak}} = 1600$ kW), sia con il relativo 50%: il valore scelto di $\delta x = 0,20$ m rimane sempre nell'intervallo compreso tra 4 e 16.

Irraggiamento massimo sul percorso d'esodo

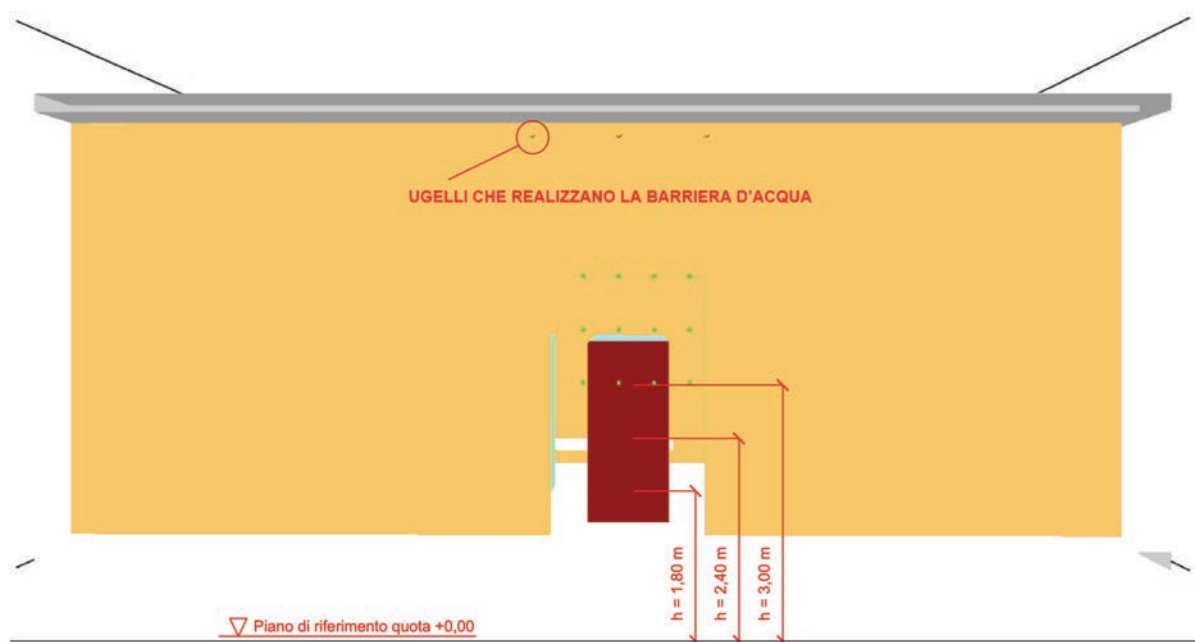
Funzionamento dei sistemi automatici a barriera d'acqua a disponibilità superiore

Per la simulazione dell'azione del sistema automatico a barriera d'acqua a *disponibilità superiore*, in forza al modello di campo impiegato, sono stati inseriti nella simulazione termofluidodinamica i valori caratteristici di una barriera d'acqua, formata da ugelli sprinklers.

La portata di acqua che fuoriesce dagli ugelli è stata dimensionata secondo le caratteristiche dello standard NFPA13.

Dispositivi di rivelazione dell'irraggiamento termico

Le sonde di misura dell'irraggiamento termico dovuto all'incendio sono state disposte al di fuori dell'apertura protetta dalla barriera d'acqua a *disponibilità superiore* (immediatamente fuori dall'influenza della barriera), secondo una disposizione che identifica un bersaglio rettangolare che lambisce il filo superiore dell'apertura (punti verdi nella figura, dove sono riportate le quote):



**POSIZIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI RIVELAZIONE DELL'IRRAGGIAMENTO TERMICO
E DEGLI UGELLI DEL SISTEMA AUTOMATICO A BARRIERA D'ACQUA A DISPONIBILITÀ SUPERIORE**

Valutazione delle soluzioni progettuali

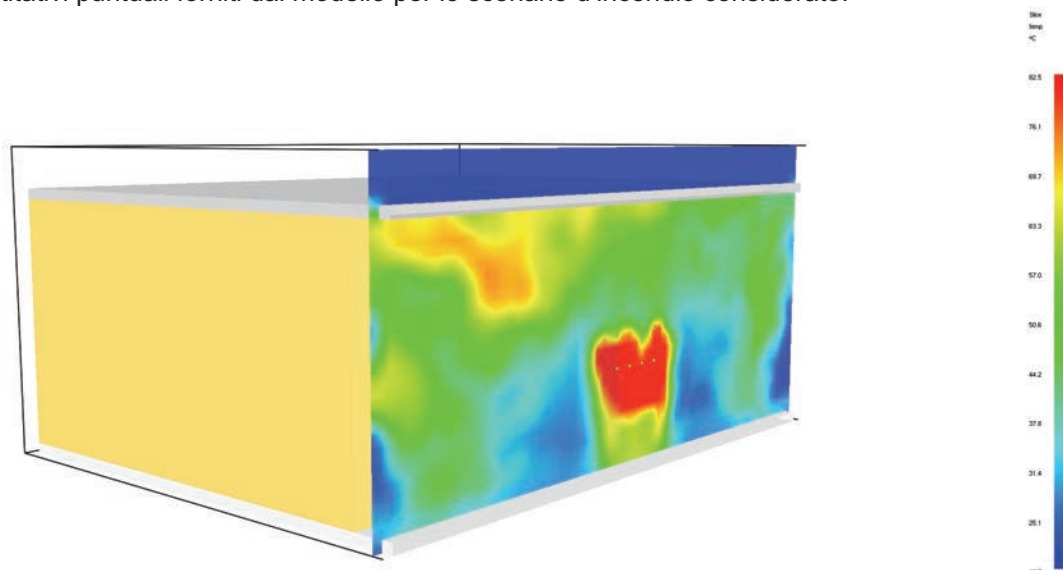
Risultato dell'analisi degli scenari d'incendio

La simulazione della dinamica dell'incendio è stata condotta per un tempo di circa 1800 s, dall'istante in cui parte l'incendio, considerando questo un tempo sufficiente per le finalità per cui si prefigge lo studio.

I sistemi automatici a barriera d'acqua a *disponibilità superiore*, essendo attivati dal sistema IRAI⁴⁹, con rivelatori di fumo lineari (barriere lineari) installate nel bookshop, la cui rivelazione è stata stimata in circa 120 s, in base ai risultati delle simulazioni fluidodinamiche e a vantaggio di sicurezza, si attiveranno a questo istante.

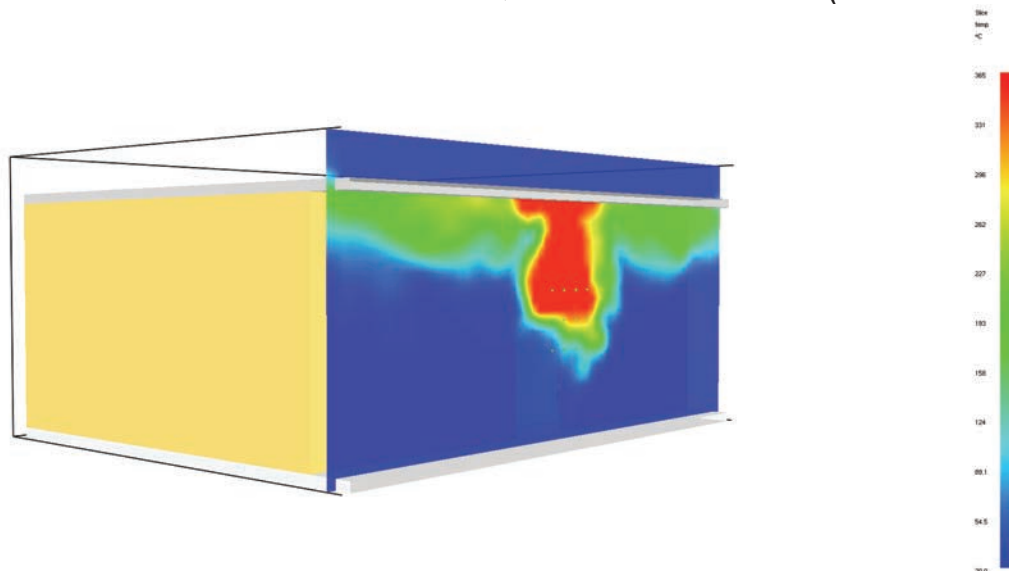
Scenario A

Di seguito di riportano alcune rappresentazioni grafiche inerenti l'andamento della simulazione ed i valori quantitativi puntuali forniti dal modello per lo scenario d'incendio considerato:



Time: 1800.2

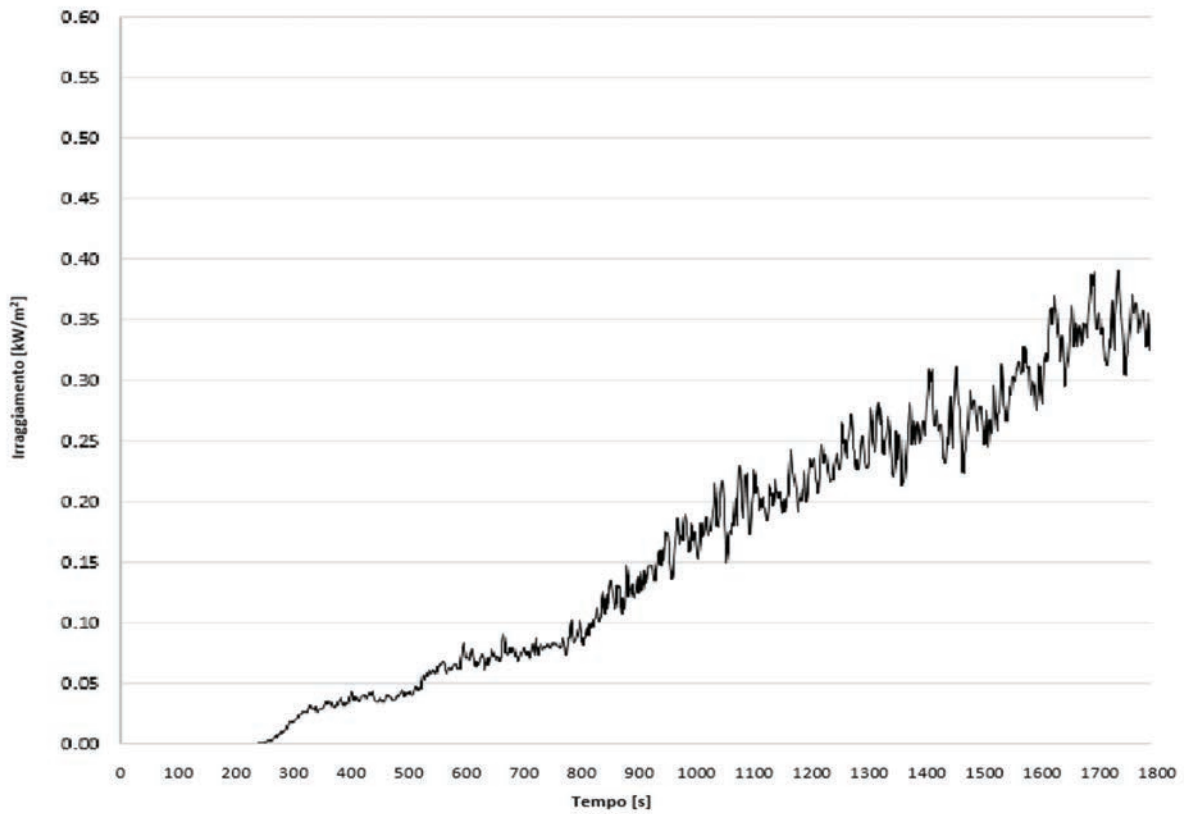
**SEZIONE LONGITUDINALE DELLA TEMPERATURA ALL'INTERNO DEL CORRIDOIO
CON INTERVENTO DEI SISTEMI AUTOMATICI A BARRIERA D'ACQUA A *DISPONIBILITÀ SUPERIORE* - (T = 1700 s - ROSSO T = 70°C)**



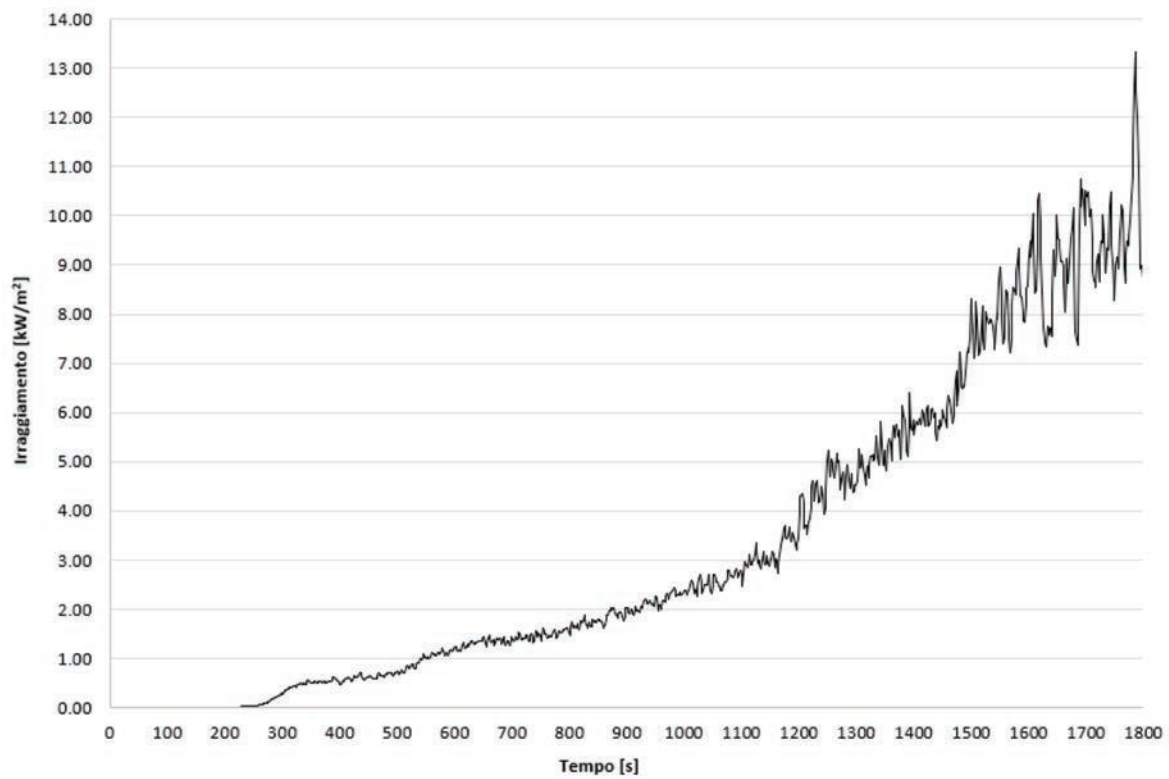
Time: 1800.2

**SEZIONE LONGITUDINALE DELLA TEMPERATURA ALL'INTERNO DEL CORRIDOIO
SENZA INTERVENTO DEI SISTEMI AUTOMATICI A BARRIERA D'ACQUA A *DISPONIBILITÀ SUPERIORE* - (T = 1700 s - ROSSO T = 365°C)**

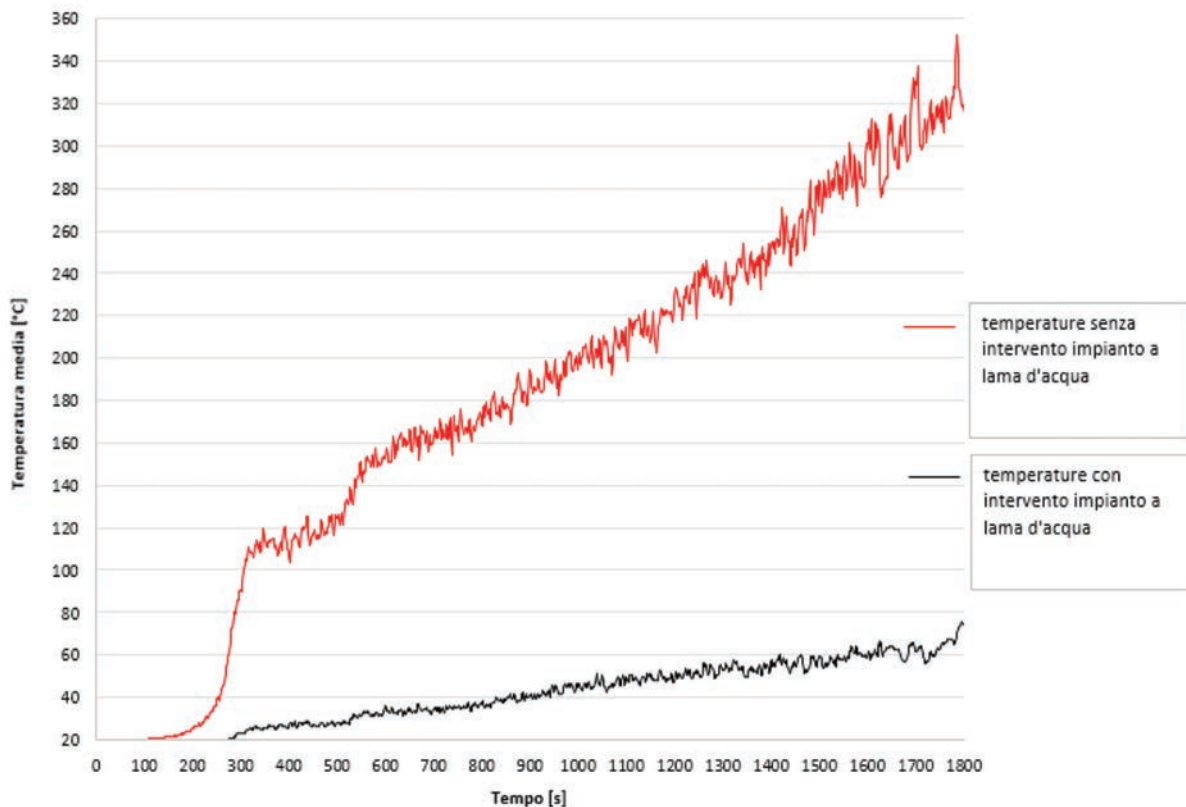
⁴⁹ Anche l'IRAI, che serve ad attivare il sistema a barriera d'acqua a *disponibilità superiore*, deve essere a *disponibilità superiore*.



VALORE NEL TEMPO DELL'IRRAGGIAMENTO TERMICO REGISTRATO DAL SENSORE CHE HA RISCONTRATO I VALORI PIÙ ALTI
CON INTERVENTO DEI SISTEMI AUTOMATICI A BARRIERA D'ACQUA A *DISPONIBILITÀ SUPERIORE*



VALORE NEL TEMPO DELL'IRRAGGIAMENTO TERMICO REGISTRATO DAL SENSORE CHE HA RISCONTRATO I VALORI PIÙ ALTI
SENZA INTERVENTO DEI SISTEMI AUTOMATICI A BARRIERA D'ACQUA A *DISPONIBILITÀ SUPERIORE*



VALORE NEL TEMPO DELLA TEMPERATURA MEDIA REGISTRATA DAI TERMOMETRI POSIZIONATI NEL CORRIDOIO CON E SENZA INTERVENTO DEI SISTEMI AUTOMATICI A BARRIERA D'ACQUA

Selezione della soluzione progettuale idonea

A seguito dell'analisi fluidodinamica sviluppata si può concludere che, permanendo la presenza dei pannelli di rivestimento in legno, nel percorso d'esodo, risulta inibito, o comunque assai improbabile, l'innesco dei medesimi.

Pertanto, tale soluzione tecnica, che prevede l'installazione dei sistemi automatici a barriera d'acqua a *disponibilità superiore (water curtain)*, si è dimostrata pertanto idonea al raggiungimento dell'obiettivo di sicurezza prefissato, risultando che:

- Il percorso d'esodo non sarà soggetto ad un irraggiamento, dovuto all'incendio, superiore a $1,5 \text{ kW/m}^2$, durante l'esodo degli occupanti;
- lungo il percorso d'esodo non si innescheranno i materiali che non presentano le prescritte caratteristiche di reazione al fuoco, in relazione all'irraggiamento dovuto all'incendio.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata verificata la progettazione della misura S.1 per una attività soggetta al controllo di prevenzione incendi ospitata in un edificio adibito ad attività di tipo commerciale, al cui interno è prevista la presenza di piccoli esercizi per la vendita di generi alimentari freschi, servizi di ristorazione e un esercizio di vendita di libri (bookshop).

Sono presenti ambiti interni dell'edificio sottoposti a vincolo dal Ministero della Cultura, che presentano percorsi d'esodo con materiali di rivestimento lignei, che non possiedono le previste caratteristiche di reazione al fuoco.

In riferimento ai rivestimenti lignei dei percorsi d'esodo, non potendosi, per la misura S.1, perseguire la *soluzione conforme*, si è adottata una *soluzione alternativa* volta a dimostrare che, pur permanendo la presenza dei pannelli di rivestimento in legno, è possibile rendere improbabile l'innesco dei materiali non classificati e tenere i percorsi d'esodo fruibili per tutto il tempo dell'esodo degli occupanti, garantendo anche l'intervento dei soccorritori.

È stato esaminato, a tale scopo, uno scenario di incendio, particolarmente gravoso, che ha dimostrato, nell'intervallo di tempo considerato, il mancato raggiungimento delle soglie di prestazione imposte dal progettista, in termini di irraggiamento e temperatura all'interno del percorso d'esodo.

Il successo della soluzione adottata dipende fortemente dall'adozione di un sistema a barriera d'acqua a *disponibilità superiore*, attivato a sua volta da un IRAI con le medesime caratteristiche in termini di disponibilità. La soluzione *alternativa* adottata, pertanto, si è dimostrata idonea al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza prefissati.

In questo caso applicativo è evidente quanto sia importante ed impegnativa la misura antincendio S.5 e l'ottimale mantenimento del SGSA, dal momento che su di esso, specialmente, si basa la riuscita delle ipotesi assunte nella soluzione progettuale proposta.

❖ *Commento dei risultati*

I risultati ottenuti in questo caso studio hanno dimostrato come sia possibile garantire la sicurezza antincendio ricorrendo a particolari sistemi automatici a barriera d'acqua a *disponibilità superiore* (*water curtain*).

Si vuole inoltre evidenziare che l'introduzione di tale sistema a barriera d'acqua a *disponibilità superiore*, atto ad impedire l'innesco dei materiali, è stato proposto, per analogia applicativa, potrebbe anche essere proficuamente considerato per la messa in sicurezza di chiusure d'ambito esistenti che presentano intercapedini e pelli realizzate con materiali aventi requisiti di reazione al fuoco ritenuti non conformi.

Attraverso uno studio specifico che impieghi tale soluzione, si potrebbe, infatti, analogamente dimostrare l'improbabilità nella propagazione dell'incendio, originato all'interno dell'edificio, alle sue chiusure d'ambito, oppure per la mitigazione della propagazione verso l'interno, di un incendio originato all'esterno dell'edificio, attraverso le sue chiusure d'ambito.

Si segnala, tuttavia, anche se non significative per le finalità del presente studio (per il quale la misura antincendio S.4 è stata risolta agevolmente in *soluzione conforme*), alcune carenze offerte dai sistemi automatici a barriera d'acqua, spesso impiegati con la finalità di impedire che le vie d'esodo siano investite dai prodotti della combustione.

A seguito di una approfondita analisi delle prestazioni di questo sistema, effettuata attraverso la letteratura tecnica specialistica e in conseguenza dello studio effettuato, supportato da simulazioni termofluidodinamiche, si è evinto che la barriera d'acqua (progettata secondo le indicazioni della norma NFPA 13), limita fortemente l'irraggiamento termico, ma potrebbe realizzare una barriera non del tutto impermeabile agli effluenti dell'incendio: le vie d'esodo potrebbero quindi non mantenersi completamente sgombre da altri prodotti della combustione (fumi freddi ed altri effluenti).

Si è provato che un sistema efficace per la limitazione di tutti gli effluenti, nell'impiego di tali sistemi, può essere quello di raddoppiare la fila di ugelli, in modo da generare una doppia barriera d'acqua (ovviamente disponendo della portata), disponendoli a quota sufficientemente elevata rispetto al varco da proteggere.

Pertanto, per il raggiungimento degli obiettivi della misura antincendio S.1, il sistema a barriera d'acqua, che deve essere a *disponibilità superiore*, è certamente d'ausilio, limitando la propagazione del calore, mentre ai fini della salvaguardia della vita, è necessario condurre valutazioni più approfondite, anche sperimentali, al fine di individuare la configurazione del sistema in grado di fungere anche da barriera per i prodotti della combustione diversi dal calore.

Si è constatato, infatti, che il modello utilizzato, non simula fedelmente l'effetto della barriera d'acqua, la quale limita sì fortemente l'irraggiamento e la temperatura, ma lascia permeare i fumi dell'incendio dopo un tempo relativamente breve.

Caso studio 6: edificio adibito ad asilo nido

Descrizione

Nel presente caso studio ci si occupa di un asilo nido, ospitato in un edificio precedentemente destinato ad altra attività.

L'edificio si sviluppa esclusivamente al piano terra e presenta una suddivisione interna funzionale all'espletamento dell'attività, con due aree destinate alla permanenza dei bambini, un'area sonno e una zona destinata ai servizi ad uso del personale.

La superficie complessiva del piano è pari a 225 m², oltre la zona patio coperta destinata ad area giochi.

L'edificio è realizzato con struttura portante in acciaio e pannellature perimetrali prefabbricate con apposizione di facciata ventilata.

La pavimentazione è realizzata con pavimento flottante, sul quale, in epoca passata è stata applicata una finitura in PVC.

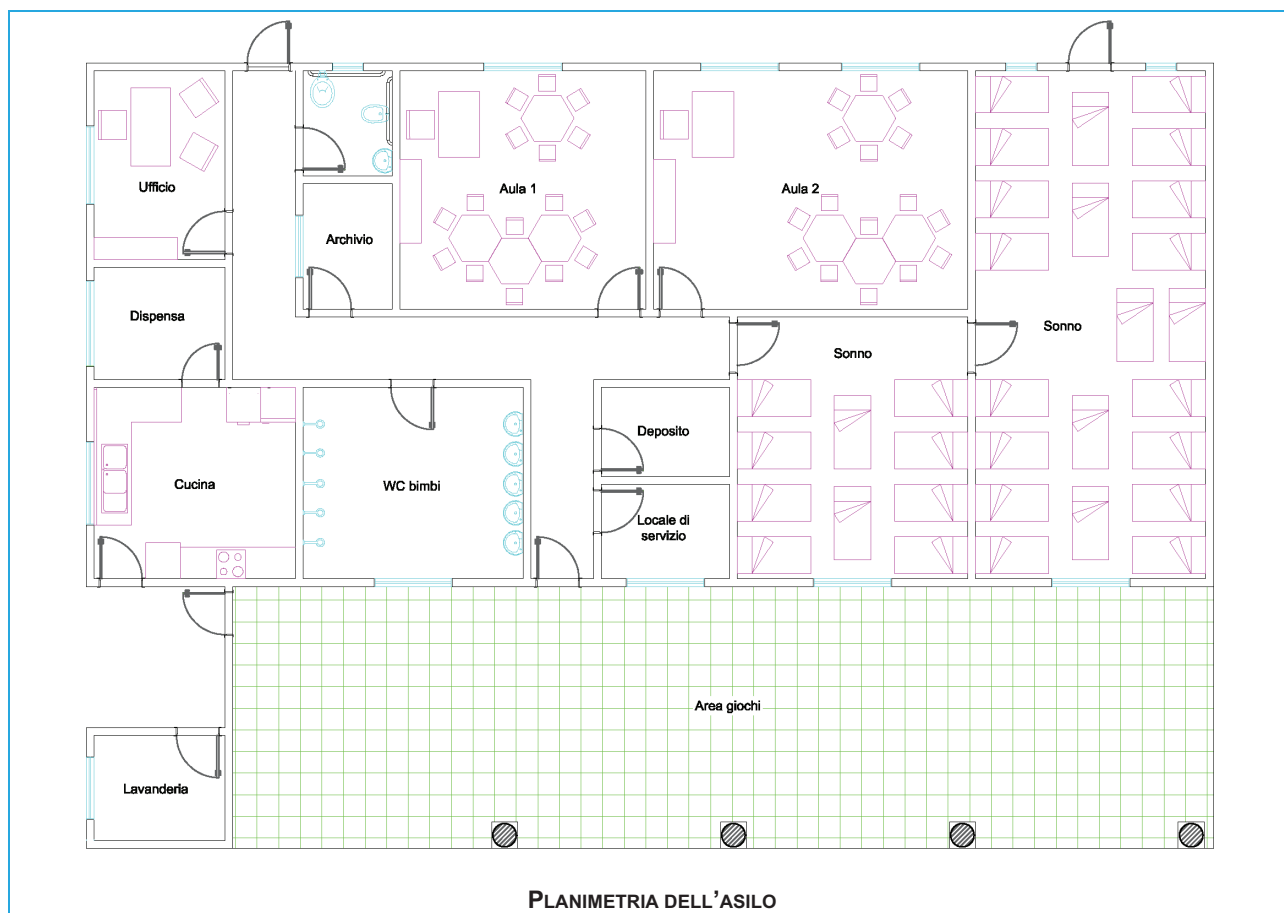
La ricettività dell'asilo nido è di 32 bambini (massima capienza); ad essi vanno aggiunti 9 adulti:

- 6 educatrici (il rapporto educatrici - bambini è di 1:6);
- 3 membri del personale di servizio (funzionario, cuoco e personale delle pulizie).

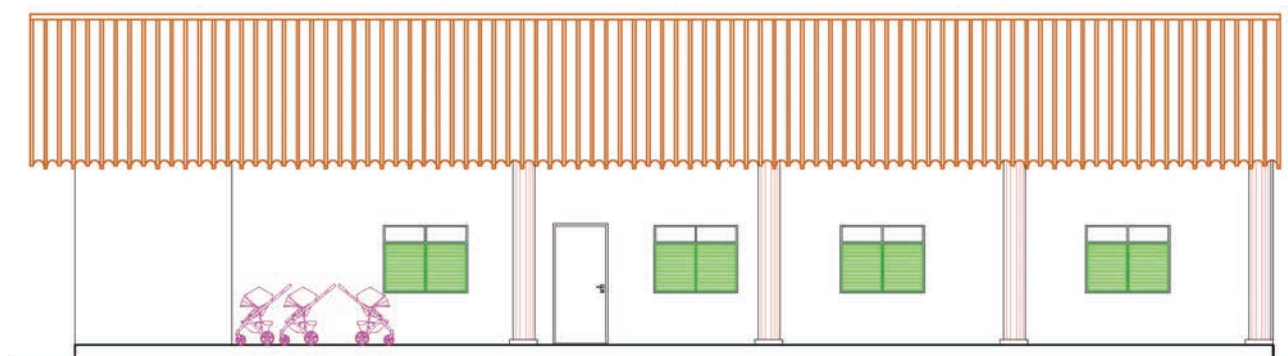
L'impianto distributivo prevede la suddivisione degli utenti in due sezioni e una terza sezione adibita a servizi ad uso del personale, in particolare:

Zona	Fascia d'età	Affollamento massimo
Servizi	Personale adulto	3
Area lattanti	3 - 12 mesi	16 + 3 adulti
Area divezzi	12 - 36 mesi	16 + 3 adulti
Totale		41

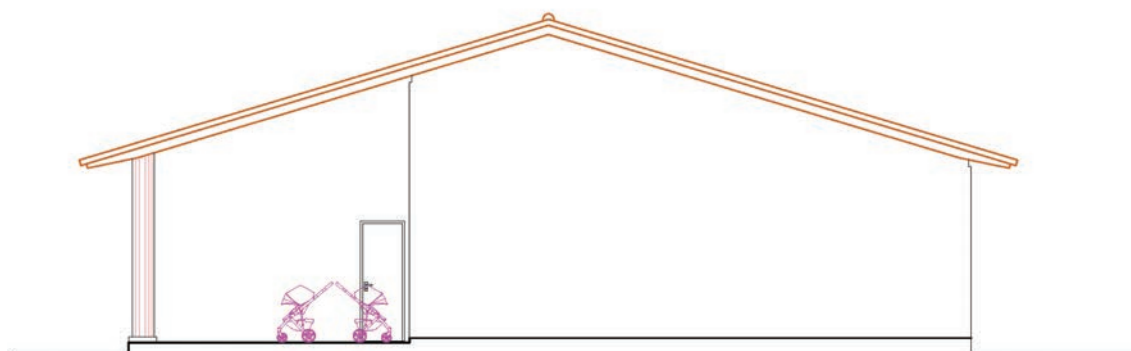
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:



Superficie dell'asilo nido	225 m ²
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in acciaio e pannellature perimetrali prefabbricate con apposizione di facciata ventilata
Numero occupanti	41 (32 posti letto, vedi per. V.9.5.5)
Profili di rischio R _{vita}	Cii2 per le aree di tipo TA e TO (parr. V.9.4 e G.3.2.2) A2 per le aree di tipo TB e TC (parr. V.9.4 e G.3.2.2)
Profilo di rischio R _{beni}	Attività non vincolata e non strategica = 1 (par. G.3.3)
Profilo di rischio R _{ambiente}	Non significativo (par. G.3.4)
Reazione al fuoco	Livello II di prestazione (parr. S.1.3 ⁵⁰ , S.1.4.4 e V.9.5.1)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.4.3 e V.9.5.2)
Compartimentazione	Livello III di prestazione (parr. S.3.4.2 e V.9.5.3)
Esodo	Livello I di prestazione (parr. S.4.4.1 e V.9.5.4)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.5.4.1 e V.9.5.5)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (parr. S.6.4.2 e V.9.5.6) Rete di Idranti (UNI 10779)
Rivelazione ed allarme	Livello IV di prestazione (parr. S.7.4.4 e V.9.5.7) Impianto IRAI (UNI 9795)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3 e S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (parr. S.9.3 e S.9.4.2)
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3, S.10.4.1 e V.9.5.8)



PROSPETTO SUD



PROSPETTO EST

⁵⁰ Si considera solo la tab. S.1-3 (livelli di prestazione per altri locali dell'attività) in quanto la tab. S.1-2 (livelli di prestazione per le vie d'esodo) si riferisce solamente "a vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (corridoi, atri, filtri, ...) e spazi calmi".

Classificazione

Si fa riferimento al Codice e, considerata la tipologia di attività in esame, alla RTV V.9 - Asili nido (d.m. 6 aprile 2020).

Secondo il par. V.9.3 l'attività è classificabile:

- in relazione alla massima quota dei piani: HA con $h \leq 12$ m;

e le aree presenti sono classificate come segue:

- TA: aree destinate principalmente alla presenza di bambini;
- TB: aree destinate ad uffici o servizi;
- TC: aree destinate al confezionamento dei pasti nel caso vi sia presenza di impianti a gas;
- TO: aree destinate a spazi comuni.

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Ai sensi dell'Allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151 l'attività in esame, superando le 30 persone, rientra nell'attività 67.3.B.

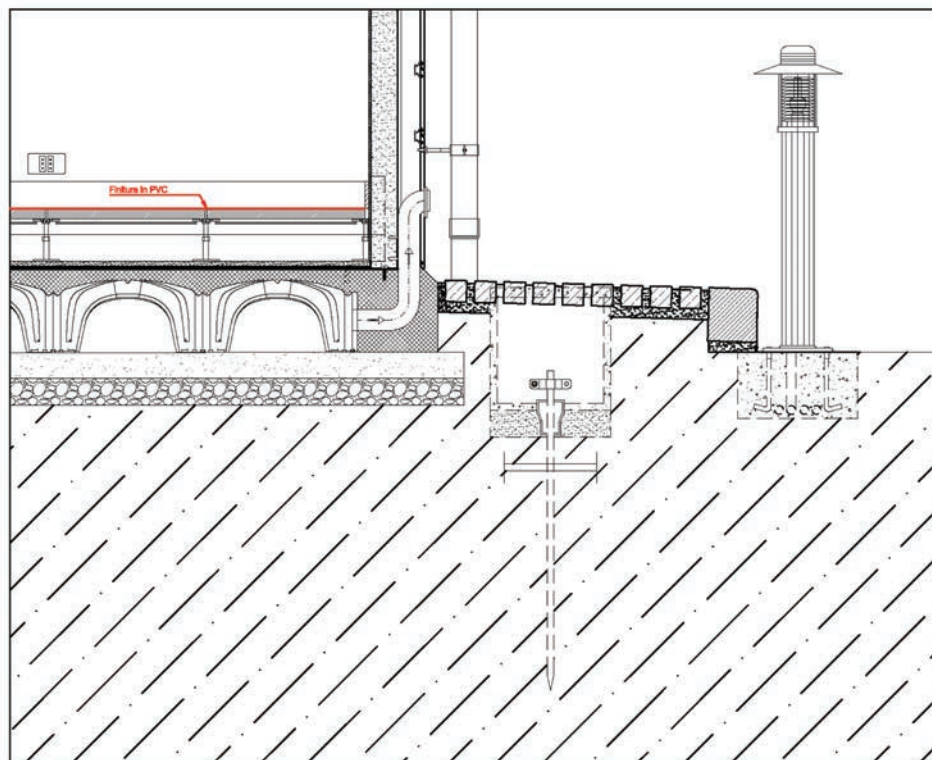
Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Reazione al fuoco*, facendo ricorso alle *soluzioni alternative* suggerite dal Codice al par. S.1.4.4.

La problematica che si pone, e per la quale sarà necessario ricorrere ad una *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco* riguarda la finitura in PVC dei pavimenti dell'attività, dei quali non si è in possesso di alcuna certificazione.



PARTICOLARE COSTRUTTIVO CON INDICAZIONE DEL PAVIMENTO DELL'ATTIVITÀ

Come noto, al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione attribuito (III), il progettista deve impiegare uno dei metodi del par. G.2.7, nello specifico quello che prevede l'esecuzione di *prove sperimentali*:

Metodi	Descrizione e limiti d'applicazione
Prove sperimentali	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Le prove sono svolte alla presenza di rappresentanza qualificata del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco, su richiesta del responsabile dell'attività.</p> <p>Le prove devono essere opportunamente documentate.</p> <p>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.</p>

ESTRATTO TAB. G.2-1: METODI DI PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO

Nello specifico, la scelta progettuale ricade nell'esecuzione di opportune *prove sperimentali*, su un campione di pavimentazione, condotte secondo le modalità previste (norme UNI 8457 e UNI 9174) presso i laboratori del Centro Studi ed Esperienze dei VV.F..

L'esecuzione di tali prove, ed il relativo riscontro documentato nei rapporti di prova, costituiscono, pertanto, *soluzione alternativa* per la misura *Reazione al fuoco*, in rapporto alla pavimentazione installata, che non possiede caratteristiche di reazione al fuoco note.

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.1

Soluzione conforme

Nella RTV V.9 - Asili nido, al par. V.9.5.1, in riferimento alla *Reazione al fuoco*, si richiede che nelle aree TA siano presenti solo materiali del gruppo GM1.

Come detto, le finiture dei pavimenti installati nell'attività sono in materiale (PVC) che non risponde ai requisiti richiesti per la classe di reazione al fuoco dei materiali installati.

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)						
Rivestimenti a parete [1]	1	B-s1,d0	1	C _{fi} -s1	2	C _{fi} -s2
Partizioni interne, pareti, pareti sospese						
Rivestimenti a pavimento [1]	1	B _{fi} -s1	1	C _{fi} -s1	2	C _{fi} -s2
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)						

[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.

TAB. S.1-6: CLASSIFICAZIONE IN GRUPPI DI MATERIALI PER RIVESTIMENTO E COMPLETAMENTO

La *soluzione conforme* per la misura S.1, a questo punto, obbliga il progettista ad adottare una *soluzione alternativa*.

Soluzione alternativa

La *soluzione alternativa* per la misura S.1 *Reazione al fuoco*, come noto, ha come oggetto la “partecipazione dei materiali all’incendio” (tab. S.1-4) e richiede e che si dimostri che sia comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (Cap. 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.

Al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione, si è pertanto impiegato il metodo, di cui al par. G.2.7, che prevede l’esecuzione di *prove sperimentali ad hoc* al fine di certificare la classe di reazione al fuoco della finitura in PVC della pavimentazione in opera.

Si provvede, pertanto, ad eseguire le procedure di classificazione secondo la metodologia delle prove *ad hoc* o per produzione limitata di cui al d.m. 26 giugno 1984 e s.m.i.⁵¹ “*Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi*”, art. 10, che vale, *non ai fini dell’omologazione*, per materiali già in opera, materiali per usi specifici, materiali per usi limitati nel tempo, materiali di limitata produzione.

Secondo l’allegato A.2.1, per la tipologia di materiale di interesse, le prove da effettuare ricadono nella tipologia “*B.4.1 Pavimenti*”; pertanto le medesime dovranno essere eseguite secondo le previsioni delle norme UNI-ISO 1182 - UNI 8457 e UNI 8457/A1 - UNI 9174 e UNI 9174/A1.

La prova UNI 8457 è anche detta *di piccola fiamma*, mentre la prova UNI 9174, *di pannello radiante*.

Tali prove consentono la determinazione di parametri quali la velocità di post combustione, la propagazione della fiamma, la relativa velocità, la degradazione termica e meccanica e l’eventuale gocciolamento di parti ardenti (vedi Appendice C).

Seguendo le prescrizioni di cui alla norma UNI 9176 “*Preparazione dei materiali per l’accertamento delle caratteristiche di reazione al fuoco*” è possibile ottenere una classificazione da 1 a 5.

All’art. 10 del d.m. 26 giugno 84 sono stabiliti i metodi di prova al fine di poter classificare i materiali da costruzione, nel caso in cui non si intenda procedere con la loro omologazione; sono destinati a questo tipo di valutazione i materiali già in opera, quelli destinati ad usi specifici o che sono destinati ad essere impiegati per periodi di tempo di durata limitata o di limitata produzione.

Particolare cura è richiesta per l’individuazione del campione da prelevare e da sottoporre a prova, al fine di ottenerne uno significativo in termini di dimensioni, di condizioni di posa, di esposizione, ecc.

A tal fine è bene interfacciarsi con il direttore del laboratorio presso cui si invierà a prova il campione.

La classificazione dei materiali in questione, a seguito dell’esecuzione delle prove sperimentali, potrà essere condotta dal Centro Studi ed Esperienze dei VV.F. o dai laboratori autorizzati ad emettere certificazioni nel settore della reazione al fuoco in base al d.m. 26 marzo 1985.

Segue un *fac simile* di un estratto di prova: UNI 8457 - UNI 9174, secondo le previsioni del d.m. 26 giugno 1984 come modificato dal d.m. 9 settembre 2001.

⁵¹ Vedi d.m. 3 settembre 2001, d.m. 28 maggio 2002 e d.m. 10 marzo 2005.

IMPOSTA DI BOLLO ASSOLTA	CENTRO STUDI ED ESPERIENZE							
Rapporto di Prova n. 1	RF/CSE/00000 del 12/03/2021		Pratica n. 0000/00000/21					
Nome Ditta	Tipologia Prodotto		Denominazione Commerciale					
ROSSI Mario	PAVIMENTO		PAVIMENTO					
D.M. 26/06/1984 modificato con D.M. 03/09/2001								
Risoluzioni Applicate:								
Norma di Prova:	UNI 8457							
Norma di Preparazione:	METODO "C" COME DA UNI 9176							
Norma di Classificazione:	UNI 9177							
Provetta n°	Tempo post-combustione		Tempo post-incandescenza		Zona danneggiata		Gocciolamento	
	sec.	livello	sec.	livello	mm	livello	rilevazione	livello
1	0	1	0	1	50	1	Assente	1
2	0	1	0	1	52	1	Assente	1
3	0	1	0	1	55	1	Assente	1
4	0	1	0	1	50	1	Assente	1
5	0	1	0	1	57	1	Assente	1
6	0	1	0	1	58	1	Assente	1
7	0	1	0	1	50	1	Assente	1
8	0	1	0	1	45	1	Assente	1
9	0	1	0	1	52	1	Assente	1
10	0	1	0	1	57	1	Assente	1
PARAMETRI				Livello attribuito	CATEGORIA			
Tempo di post-combustione				1	I			
Tempo di post-incandescenza				1				
Zona danneggiata				1				
Gocciolamento				1				
NOTE:								

IMPOSTA DI BOLLO ASSOLTA		CENTRO STUDI ED ESPERIENZE						
Rapporto di Prova n. 1		RF/CSE/00000 del 12/03/2021			Pratica n. 0000/00000/21			
Nome Ditta		Tipologia Prodotto			Denominazione Commerciale			
ROSSI Mario		PAVIMENTO			PAVIMENTO			
D.M. 26/06/1984 modificato con D.M. 03/09/2001								
Risoluzioni Applicate:								
Norma di Prova:		UNI 9174						
Norma di Preparazione:		METODO "C" COME DA UNI 9176						
Norma di Classificazione:		UNI 9177						
Materiale tessile esposto su entrambe le facce: No Posizione: Pavimento senza supporto incombustibile								
Tempi (s) impiegati dal fronte di fiamma per coprire la distanza di 50 mm tra due traguardi consecutivi				Velocità media (mm/s) di propagazione del fronte di fiamma tra due traguardi consecutivi				
	mm	Provetta n.			mm	Provetta n.		
		1	2	3		1	2	3
	50				50			
	100	360	420	240	100			
	150		900		150		0,06	
	200				200			
	250				250			
	300				300			
	350				350			
	400				400			
	450				450			
	500				500			
	550				550			
	600				600			
650				650				
700				700				
750				750				
800				800				
Tempo post-incand. (s)	≤ 180	≤ 180	≤ 180	Media delle velocità (mm/min)	Non misurabile	3,60	Non misurabile	
Zona danneggiata (mm)	100	150	100	Gocciolamento	Assente	Assente	Assente	
PARAMETRI		LIVELLI			Livello attribuito	CATEGORIA		
		Provetta n. 1	Provetta n. 2	Provetta n. 3				
Velocità di propagazione del fronte di fiamma		1	2	1	2	I		
Zona danneggiata		1	1	1	1			
Tempo di post-incandescenza		1	1	1	1			
Gocciolamento		1	1	1	1			
NOTE:								

IMPOSTA DI BOLLO
ASSOLTA



36

Ministero dell' Interno

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA
CENTRO STUDI ED ESPERIENZE

CERTIFICATO DI PROVA
n. RF/CSE/00000 del 12/03/2021
Pratica n. 0000/00000/21

non finalizzato all'omologazione ai sensi dell'art.10 del Decreto Ministeriale del 26/06/1984 e s.m.i.

Visto l'esito degli accertamenti effettuati secondo le norme: UNI 8457 - UNI 9174

si certifica che al	Pavimento (lastre di PVC 2 mm incollato)
istanza prodotta da:	Rossi Mario indirizzo: Viale Italia, 123 - Palermo
denominato:	Pavimento
ubicazione:	Finitura pavimento sopraelevato
numero manufatti:	Vedi planimetria
impiego:	Pavimento
posa in opera:	Incollato su supporto incombustibile lapideo
è attribuita la	Classe di reazione al fuoco: 1 (UNO)

Il presente certificato è valido unicamente per la campionatura sottoposta a prova.

IL R.U.P.
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Firmato in forma digitale ai sensi di legge

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata verificata la progettazione della misura S.1 per una attività soggetta al controllo di prevenzione incendi ospitata in un edificio monopiano adibito ad asilo nido.

Non potendosi, per la misura S.1, perseguire la *soluzione conforme*, si è adottata una *soluzione alternativa* impiegando il metodo, di cui al par. G.2.7, che prevede l'esecuzione di *prove sperimentali* (ai sensi dell'art. 10 del d.m. 26 giugno 1984 e s.m.i.).

L'esito delle prove sperimentali ha consentito di raggiungere l'obiettivo di ottemperanza alle prescrizioni di cui al par. S.1.3 per il livello di prestazione III di reazione al fuoco per l'attività esaminata.

❖ *Commento dei risultati*

La *soluzione alternativa* adottata in tale caso studio ha dimostrato come è possibile ricorrere in maniera proficua alle prove sperimentali per dimostrare l'adeguatezza di un elemento (nel caso specifico il pavimento) in termini di requisiti di reazione al fuoco richiesti.

Nel caso in esame, inoltre, la *soluzione alternativa* non richiede misure aggiuntive in termini di gestione della sicurezza antincendio, in quanto sono già adeguate quelle da prevedere in *soluzione conforme*.

Appendice A - sistema di classificazione di reazione al fuoco di cui alla norma EN 13501-1

A.1 Introduzione

La norma EN 13501-1 definisce il sistema di classificazione europea dei prodotti da costruzione indicando sia i metodi di prova che i criteri di classificazione definiti in base ai parametri misurati durante le prove. Il sistema riguarda determinate tipologie di prodotti ovvero:

- prodotti da costruzione esclusi i pavimenti e prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condotte;
- pavimenti;
- prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condotte.

I prodotti sono considerati in relazione alla condizione di applicazione finale (end use application) intesa come applicazione effettiva di un prodotto, in relazione a tutti gli aspetti che influenzano il comportamento di tale prodotto in diverse condizioni di incendio.

Include aspetti quali quantità, orientamento, posizione in relazione ad altri prodotti adiacenti e metodo di fissaggio.

Nel sistema di classificazione europeo definito nella norma EN 13501-1, i metodi di prova sono i seguenti:

EN ISO 1182	Prove di reazione al fuoco dei prodotti - Prova di non combustibilità
EN ISO 1716	Prove di reazione al fuoco dei prodotti - Determinazione del potere calorifico superiore
EN 13823	Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione - Prodotti da costruzione esclusi i pavimenti esposti ad un attacco termico prodotto da un singolo oggetto in combustione
EN ISO 11925-2	Prove di reazione al fuoco - Accendibilità dei prodotti sottoposti all'attacco diretto della fiamma - Parte 2: Prova con l'impiego di una singola fiamma
EN ISO 9239-1	Prove di reazione al fuoco dei pavimenti - Parte 1: Valutazione del comportamento al fuoco utilizzando una sorgente di calore radiante
EN 13238	Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione - Procedimenti di condizionamento e regole generali per la scelta dei substrati

Il sistema di classificazione europeo privilegia, come parametro fondamentale, la valutazione del rilascio di calore in funzione del tempo HRR, considerando il gocciolamento e la produzione di fumo (in termini di opacità e non di tossicità) quali parametri accessori ai fini di una classificazione aggiuntiva.

Si tratta quindi di criteri di prova e classificazione dei prodotti da costruzione difficilmente comparabili con quelli finora utilizzati in Italia in quanto fondati su un diverso approccio (per modello di fuoco, ventilazione, dimensioni, sistema di rilevazione dati, ecc.) ed effettuati sulla base di differenti parametri caratteristici.

Ne discende un'organizzazione in classi principali e classi aggiuntive (da dichiarare comunque obbligatoriamente), che dà luogo ad una possibilità di combinazioni relative alle prestazioni del prodotto estremamente più articolata di quella prevista dal sistema italiano.

Con l'armonizzazione delle norme in ambito europeo, si è pertanto introdotto un nuovo sistema di classificazione basato su 7 classi principali (*Euroclassi*) identificate con una lettera **A1** (prodotti incombustibili), **A2, B C, D, E** ed **F** (prodotti che partecipano progressivamente alla combustione), accompagnata dalla sigla aggiuntiva **FL** per indicare l'impiego a pavimento o **L** per le installazioni di isolanti termici a prevalente sviluppo lineare, e dal pedice **CA** qualora si riferiscano alla classificazione dei cavi (classificazione introdotta dal d.m. 25 ottobre 2007 recante modifiche al d.m. 10 marzo 2005, concernente " *Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso di incendio*"), mentre in assenza di indicazioni, la classificazione è relativa all'impiego a parete e soffitto.

Nel caso dei cavi, le classi principali sono A, B1, B2, C, D, E, F, seguite sempre dal pedice "ca" per indicare che trattasi di cavi.

Tale identificazione della reazione in funzione dell'impiego, è poi combinata con le sottoclassi penalizzanti relative al *gocciolamento*, inteso come produzione di gocce e particelle ardenti (*do, d1, d2*) e quelle riguardanti la *produzione di fumo in termini solo di opacità* (e non di tossicità) e attenuazione di visibilità *s1, s2, s3*, dando luogo a diverse combinazioni.

Per i cavi, oltre al gocciolamento e alla produzione di fumo è prevista anche l'*acidità* *a1, a2, a3*.

Così si potrà apprezzare una sostanziale differenza tra due prodotti, ad esempio entrambi di classe B, aventi il primo *s1, d0* (livello 1 di emissione di fumi, nessuna goccia) e il secondo *s1, d1* (livello 1 di emissione di fumi, ma presenza di gocce).

Anche se entrambi di classe B, il primo potrà essere impiegato nelle vie di esodo come soffitto, il secondo no.

Produzione di fumo	s1
	s2
	s3
Gocciolamento	d0
	d1
	d2

Laddove il sistema di classificazione italiano, con una valutazione di sintesi complessiva, considera il gocciolamento come un parametro essenziale e discriminante ai fini dell'attribuzione della classe finale del prodotto (almeno per le condizioni d'uso parete e soffitto), il sistema europeo, privilegiando come parametro fondamentale la valutazione del rilascio del calore in funzione del tempo HRR, considera il gocciolamento e la produzione di fumo, utilizzati ai fini della classificazione solo in alcuni paesi della UE (gocciolamento in Italia, produzione di fumo in Olanda), come parametri secondari o accessori.

A.2 Definizioni

Prima di passare alla descrizione dei caratteri salienti dei metodi di prova di cui al sistema di classificazione europea EN 13501-1 si ritiene necessario porre l'attenzione sulle seguenti definizioni:

- **ΔT**: incremento massimo di temperatura misurato durante la prova EN ISO 1182.
- **Δm**: perdita di massa a seguito della prova, espressa come percentuale della massa iniziale del provino, rilevata durante la prova EN ISO 1182.
- **t_f**: durata totale in secondi delle fiamme persistenti osservate durante la prova EN ISO 1182.
- **PCS**: potere calorifico superiore (cioè non al netto del calore latente di vaporizzazione dell'acqua formata) del materiale, determinato secondo EN ISO 1716.
- **FIGRA**: acronimo di Fire Growth Rate (tasso di crescita dell'incendio): è il massimo del rapporto fra la velocità di sviluppo del calore da parte del provino e il tempo a cui si osserva tale massimo, misurato nella prova EN 13823 ("SBI"). È il parametro impiegato da EN 13501-1 per valutare la dinamica dello sviluppo di calore (maggiore il valore di FIGRA, più rapida la liberazione di una data quantità di potenza termica da parte del materiale).
- **THR600s**: è il calore totale prodotto dalla combustione di un provino durante la prova EN 13823 ("SBI") nei primi 10 minuti di esposizione al bruciatore di prova. È il parametro impiegato da EN 13501 per valutare il contributo all'incendio del materiale, in termini di energia rilasciata.
- **SMOGRA**: acronimo di Smoke Growth Rate (tasso di crescita del fumo): in maniera analoga a FIGRA, è il massimo del rapporto fra la velocità di sviluppo del fumo da parte del provino e il tempo a cui si osserva tale massimo, misurato nella prova EN 13823 ("SBI"). È il parametro impiegato da EN 13501-1 per valutare la dinamica dello sviluppo di fumo (maggiore il valore di SMOGRA, più rapida la liberazione di una data quantità di fumo da parte del materiale).
- **TSP600s**: analogamente a THR600 è la quantità totale di fumo prodotta da un provino nella prova EN 13823 ("SBI") nei primi 10 minuti di esposizione al bruciatore di prova.
- **LFS**: è un parametro rilevato visivamente durante la prova EN 13823 ("SBI") e indica se la fiamma si è propagata fino all'estremità del lato lungo del provino, dalla parte più lontana dal bruciatore di prova.
- **d0, d1, d2**: si tratta di parametri rilevati visivamente e relativi alla presenza di gocce o frammenti accesi nella prova EN 13823 ("SBI") e nella prova EN ISO 11925-2.
In particolare, per la prova EN 13238, d0, d1, d2 implicano rispettivamente l'assenza di gocce o frammenti accesi, la presenza di gocce o frammenti accesi che comunque si spengono entro 10 s, la presenza di gocce o frammenti accesi che non si spengono entro 10 s. Nella prova EN ISO 11925-2 si applica solo il parametro d2, se le gocce o i frammenti incendiano la carta da filtro posta sotto il provino.
- **CF (Critical Flux - Flusso Critico)**: nella prova EN ISO 9239-1, è il flusso radiante in cui la fiamma si estingue oppure quello rilevato dopo 30 minuti di prova. Si considera il valore più basso dei due, cioè quello corrispondente al maggiore avanzamento della fiamma. Poiché l'irraggiamento sul provino diminuisce allontanandosi dalla sorgente radiante EN ISO 9239-1, a valori più alti di flusso radiante corrisponde un minore avanzamento della fiamma e quindi una migliore performance del materiale (e viceversa).
- **F_s**: rappresenta la lunghezza (in mm) coperta dalla fiamma nella prova EN ISO 11925-2, nel tempo di prova specificato (20s).

A.3 Classi di reazione al fuoco

Di seguito sono riportate le Tabelle delle classi di prestazione dei prodotti da costruzione come modificate da ultimo dal Regolamento Delegato (Ue) 2016/364 della Commissione del 1 luglio 2015 relativo alla classificazione della prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alla reazione al fuoco a norma del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio.

- Tabella 1 - *Classi di prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alla reazione al fuoco, ad eccezione dei pavimenti, dei prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture e dei cavi elettrici;*
- Tabella 2 - *Classi di prestazione dei pavimenti in relazione alla reazione al fuoco;*
- Tabella 3 - *Classi di prestazione dei prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture in relazione alla reazione al fuoco;*
- Tabella 4 - *Classi di prestazione dei cavi elettrici in relazione alla reazione al fuoco.*

Si presuppone che i prodotti classificati in una determinata classe soddisfino tutti i requisiti di tutte le classi inferiori.

L'isolamento di condotte e l'isolamento di condotte cilindriche con diametro esterno massimo dell'isolamento maggiore di 300 mm devono essere sottoposti a prova come prescritto in Tabella1.



Tabella 1

Classi di prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alla reazione al fuoco, ad eccezione dei pavimenti, dei prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture e dei cavi elettrici

Classe	Metodo/i di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A 1	EN ISO 1182 (1); <i>e</i>	DT ≤ 30 °C; <i>e</i> Dm ≤ 50 %; <i>e</i> <i>t</i> _f = 0 (cioè incendio non persistente)	
	EN ISO 1716	PCS ≤ 2,0 MJkg ⁻¹ (1); <i>e</i> PCS ≤ 2,0 MJkg ⁻¹ (2)(2a); <i>e</i> PCS ≤ 1,4 MJm ⁻² (3); <i>e</i> PCS ≤ 2,0 MJkg ⁻¹ (4)	
A 2	EN ISO 1182 (1); <i>o</i>	DT ≤ 50 °C; <i>e</i> Dm ≤ 50 %; <i>e</i> <i>t</i> _f ≤ 20 s	
	EN ISO 1716; <i>e</i>	PCS ≤ 3,0 MJkg ⁻¹ (1); <i>e</i> PCS ≤ 4,0 MJm ⁻² (3); <i>e</i> PCS ≤ 4,0 MJm ⁻² (3); <i>e</i> PCS ≤ 3,0 MJkg ⁻¹ (4)	
	EN 13823 (SBI)	FIGRA ≤ 120 Ws ⁻¹ ; <i>e</i> LFS < margine del campione; <i>e</i> THR _{600 s} ≤ 7,5 MJ	Produzione di fumo (5); <i>e</i> Gocce/particelle ardenti (6)
B	EN 13823 (SBI); <i>e</i>	FIGRA ≤ 120 Ws ⁻¹ ; <i>e</i> LFS < margine del campione; <i>e</i> THR _{600 s} ≤ 7,5 MJ	Produzione di fumo (5); <i>e</i> Gocce/particelle ardenti (6)
	EN ISO 11925-2 (8); Esposizione = 30 s	Fs ≤ 150 mm entro 60 s	

Classe	Metodo/i di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
C	EN 13823 (SBI); <i>e</i>	FIGRA $\leq 250 \text{ W s}^{-1}$; <i>e</i> LFS < margine del campione; <i>e</i> THR _{600 s} $\leq 15 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; <i>e</i> Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 30 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 60 s	
D	EN 13823 (SBI); <i>e</i>	FIGRA $\leq 750 \text{ W s}^{-1}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; <i>e</i> Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 30 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 60 s	
E	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 20 s	Gocce/particelle ardenti ⁽⁷⁾
F	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15 s	Fs > 150 mm entro 20 s	

⁽¹⁾ Per i prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei.

⁽²⁾ Per qualsiasi componente non sostanziale esterno di prodotti non omogenei.

^(2a) Alternativamente, qualsiasi componente non sostanziale esterno avente un PCS $\leq 2,0 \text{ MJ m}^{-2}$, purché il prodotto soddisfi i seguenti criteri di EN 13823 (SBI): FIGRA $\leq 20 \text{ W s}^{-1}$; *e* LFS < margine del campione; *e* THR_{600 s} $\leq 4,0 \text{ MJ}$; *e* s1; *e* d0.

⁽³⁾ Per qualsiasi componente non sostanziale interno di prodotti non omogenei.

⁽⁴⁾ Per il prodotto nel suo insieme.

⁽⁵⁾ s1 = SMOGRA $\leq 30 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ e TSP_{600 s} $\leq 50 \text{ m}^2$; s2 = SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ e TSP_{600 s} $\leq 200 \text{ m}^2$; s3 = non s1 o s2.

⁽⁶⁾ d0 = assenza di gocce/particelle ardenti in EN 13823 (SBI) entro 600 s; d1 = assenza di gocce/particelle ardenti di durata superiore a 10 s in EN 13823 (SBI) entro 600 s; d2

⁽⁷⁾ Assenza di combustione della carta = nessuna classificazione aggiuntiva; combustione della carta = classificazione in d2

⁽⁸⁾ Quando le fiamme investono la superficie *e*, se adeguato all'uso previsto del prodotto, la parte laterale (di un oggetto).

Tabella 2

Classi di prestazione dei pavimenti in relazione alla reazione al fuoco

Classe	Metodo/i di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A1_{FL}	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ ; <i>e</i>	DT $\leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; <i>e</i> Dm $\leq 50 \%$; <i>e</i> $t_f = 0$ (cioè incendio non persistente)	
	EN ISO 1716	PCS $\leq 2,0 \text{ MJ kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; <i>e</i> PCS $\leq 2,0 \text{ MJ kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ; <i>e</i> PCS $\leq 1,4 \text{ MJ m}^{-2}$ ⁽³⁾ ; <i>e</i> PCS $\leq 2,0 \text{ MJ kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	
A2_{FL}	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ ; <i>o</i>	DT $\leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$; <i>e</i> Dm $\leq 50 \%$; <i>e</i> $t_f \leq 20 \text{ s}$	
	EN ISO 1716; <i>e</i>	PCS $\leq 3,0 \text{ MJ kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; <i>e</i> PCS $\leq 4,0 \text{ MJ m}^{-2}$ ⁽²⁾ ; <i>e</i> PCS $\leq 4,0 \text{ MJ m}^{-2}$ ⁽³⁾ ; <i>e</i> PCS $\leq 3,0 \text{ MJ kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	
	EN ISO 9239-1 ⁽⁵⁾	Flusso critico ⁽⁶⁾ $\geq 8,0 \text{ kW m}^{-2}$	

Classe	Metodo/i di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
B_{FL}	EN ISO 9239-1 ⁽¹⁾ <i>e</i>	Flusso critico ⁽²⁾ $\geq 8,0 \text{ kWm}^{-2}$	Produzione di fumo ⁽⁷⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 20 s	
C_{FL}	EN ISO 9239-1 ⁽¹⁾ <i>e</i>	Flusso critico ⁽²⁾ $\geq 4,5 \text{ kWm}^{-2}$	Produzione di fumo ⁽⁷⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 20 s	
D_{FL}	EN ISO 9239-1 ⁽¹⁾ <i>e</i>	Flusso critico ⁽²⁾ $\geq 3,0 \text{ kWm}^{-2}$	Produzione di fumo ⁽⁷⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 20 s	
E_{FL}	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 20 s	
F_{FL}	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15 s	Fs $> 150 \text{ mm}$ entro 20 s	

⁽¹⁾ Per i prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei.

⁽²⁾ Per qualsiasi componente non sostanziale esterno di prodotti non omogenei.

⁽³⁾ Per qualsiasi componente non sostanziale interno di prodotti non omogenei.

⁽⁴⁾ Per il prodotto nel suo insieme.

⁽⁵⁾ Durata della prova = 30 minuti.

⁽⁶⁾ Per flusso critico si intende il flusso radiante che determina lo spegnimento della fiamma o il flusso radiante dopo una prova di 30 minuti, a seconda di quale sia il minore (cioè il flusso corrispondente alla maggiore ampiezza di propagazione del fuoco).

⁽⁷⁾ s1 = Fumo $\leq 750 \text{ \%} \cdot \text{min}$; s2 = non s1.

⁽⁸⁾ Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato all'uso previsto del prodotto, la parte laterale (di un oggetto).

Tabella 3

Classi di prestazione dei prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture in relazione alla reazione al fuoco

Classe	Metodo/i di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A1_t	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ ; <i>e</i>	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; <i>e</i> $\Delta m \leq 50 \text{ \%}$; <i>e</i> $t_f = 0$ (incendio non persistente)	
	EN ISO 1716	PCS $\leq 2,0 \text{ MJkg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; <i>e</i> PCS $\leq 2,0 \text{ MJkg}^{-1}$ ⁽²⁾ ; <i>e</i> PCS $\leq 1,4 \text{ MJm}^{-2}$ ⁽³⁾ ; <i>e</i> PCS $\leq 2,0 \text{ MJkg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	

Classe	Metodi di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A₂_L	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ ; o	$\Delta T \leq 50 \text{ °C}$; e $\Delta m \leq 50 \%$; e $t_f \leq 20 \text{ s}$	Produzione di fumo ⁽²⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 1716; e	$PCS \leq 3,0 \text{ MJkg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJm}^{-2}$ ⁽²⁾ ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJm}^{-2}$ ⁽³⁾ ; e $PCS \leq 3,0 \text{ MJkg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	
	EN 13823 (SBI)	$FIGRA \leq 270 \text{ Ws}^{-1}$; e LFS < margine del campione; e $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	
B_L	EN 13823 (SBI); e	$FIGRA \leq 270 \text{ Ws}^{-1}$; e LFS < margine del campione; e $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽²⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁵⁾ ; Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60 s	
C_L	EN 13823 (SBI); e	$FIGRA \leq 460 \text{ Ws}^{-1}$; e LFS < margine del campione; e $THR_{600s} \leq 15 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽²⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁵⁾ ; Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60 s	
D_L	EN 13823 (SBI); e	$FIGRA \leq 2\,100 \text{ Ws}^{-1}$ $THR_{600s} \leq 100 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽²⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁵⁾ ; Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60 s	
E_L	EN ISO 11925-2 ⁽⁵⁾ ; Esposizione = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 20 s	Gocce/particelle ardenti ⁽⁷⁾
F_L	EN ISO 11925-2 ⁽⁵⁾ ; Esposizione = 15 s	$F_s > 150 \text{ mm}$ entro 20 s	

⁽¹⁾ Per i prodotti omogenei e i componenti sostanziali di prodotti non omogenei.

⁽²⁾ Per qualsiasi componente non sostanziale esterno di prodotti non omogenei.

⁽³⁾ Per qualsiasi componente non sostanziale interno di prodotti non omogenei.

⁽⁴⁾ Per il prodotto nel suo insieme.

⁽⁵⁾ **s1** = SMOGRA $\leq 105 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ e $TSP_{600s} \leq 250 \text{ m}^2$; **s2** = SMOGRA $\leq 580 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ e $TSP_{600s} \leq 1\,600 \text{ m}^2$; **s3** = non s1 o s2.

⁽⁶⁾ **d0** = assenza di gocce/particelle ardenti in EN13823 (SBI) entro 600 s; **d1** = assenza di gocce/particelle ardenti di durata superiore a 10 s in EN13823 (SBI) entro 600 s; **d2** = non d0 o d1; la combustione della carta in EN ISO 11925-2 dà luogo a una classificazione in d2.

⁽⁷⁾ Assenza di combustione della carta = nessuna classificazione aggiuntiva; combustione della carta = classificazione in **d2**

⁽⁸⁾ Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato all'uso previsto del prodotto, la parte laterale (di un oggetto).

Tabella 4

Classi di prestazione dei cavi elettrici in relazione alla reazione al fuoco

Classe	Metodo/i di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A _{ca}	EN ISO 1716	PCS ≤ 2,0 MJ/kg ⁽¹⁾	
B1 _{ca}	EN 50399 (fonte della fiamma 30 kW) <i>e</i>	FS ≤ 1,75 m <i>e</i> THR _{1200 s} ≤ 10 MJ <i>e</i> picco HRR ≤ 20 kW <i>e</i> FIGRA ≤ 120 Ws ⁻¹	Produzione di fumo ⁽²⁾ ⁽³⁾ e gocce/particelle ardenti ⁽³⁾ e acidità (pH e conducibilità) ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
B2 _{ca}	EN 50399 (fonte della fiamma 20,5 kW) <i>e</i>	FS ≤ 1,5 m; <i>e</i> THR _{1200 s} ≤ 15 MJ; <i>e</i> picco HRR ≤ 30 kW; <i>e</i> FIGRA ≤ 150 Ws ⁻¹	Produzione di fumo ⁽²⁾ ⁽⁴⁾ e gocce/particelle ardenti ⁽³⁾ e acidità (pH e conducibilità) ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
C _{ca}	EN 50399 (fonte della fiamma 20,5 kW) <i>e</i>	FS ≤ 2,0 m; <i>e</i> THR _{1200 s} ≤ 30 MJ; <i>e</i> picco HRR ≤ 60 kW; <i>e</i> FIGRA ≤ 300 Ws ⁻¹	Produzione di fumo ⁽²⁾ ⁽⁴⁾ e gocce/particelle ardenti ⁽³⁾ e acidità (pH e conducibilità) ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
D _{ca}	EN 50399 (fonte della fiamma 20,5 kW) <i>e</i>	THR _{1200 s} ≤ 70 MJ; <i>e</i> picco HRR ≤ 400 kW; <i>e</i> FIGRA ≤ 1 300 Ws ⁻¹	Produzione di fumo ⁽²⁾ ⁽⁴⁾ e gocce/particelle ardenti ⁽³⁾ e acidità (pH e conducibilità) ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
E _{ca}	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
F _{ca}	EN 60332-1-2	H > 425 mm	

⁽¹⁾ Per il prodotto nel suo insieme, tranne le parti metalliche, e per ogni componente esterno (ad esempio guaina) del prodotto.

⁽²⁾ **s1** = TSP₁₂₀₀ ≤ 50 m² e picco SPR ≤ 0,25 m²/s
s1a = **s1** e trasmittanza in conformità di EN 61034-2 ≥ 80 %
s1b = **s1** e trasmittanza in conformità di EN 61034-2 ≥ 60 % < 80 %
s2 = TSP₁₂₀₀ ≤ 400 m² e picco SPR ≤ 1,5 m²/s
s3 = non **s1** o **s2**

⁽³⁾ **d0** = assenza di gocce/particelle ardenti entro 1 200 s; **d1** = assenza di gocce/particelle ardenti oltre i 10 s entro 1 200 s; **d2** = non **d0** o **d1**.

⁽⁴⁾ EN 60754-2: **a1** = conducibilità < 2,5 μS/mm e pH > 4,3; **a2** = conducibilità < 10 μS/mm e pH > 4,3; **a3** = non **a1** o **a2**.

⁽⁵⁾ La classe di fumo dichiarata per la classe di cavi B1_{ca} deve derivare dalla prova EN 50399 (fonte della fiamma 30 kW).

⁽⁶⁾ La classe di fumo dichiarata per la classe di cavi B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca} deve derivare dalla prova EN 50399 (fonte della fiamma 20,5 kW).

A.4 Obbligo di marcatura CE

**Estratto dall'elenco generale della Gazzetta Ufficiale EU del 9 marzo 2018
relativo ai soli prodotti significativi dal punto di vista della reazione al fuoco**

9.3.2018

II

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

C 92/139

**Comunicazione della Commissione nell'ambito dell'applicazione del regolamento (UE) n. 305/2011
del Parlamento europeo e del Consiglio che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione
dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio**

(Pubblicazione di titoli e riferimenti di norme armonizzate ai sensi della normativa dell'Unione sull'armonizzazione)

In caso di conflitto, le disposizioni di cui al regolamento (UE) n. 305/2011 prevalgono su quelle delle norme armonizzate.

(Testo rilevante ai fini del SEE)

(2018/C 092/06)

OEN ⁽¹⁾	Riferimento e titolo della norma (e documento di riferimento)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
CEN	EN 14904:2006 Superfici per aree sportive — Specifiche per superfici per interni per uso multi-sport		1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 14716:2004 Plafoni in tensione — Requisiti e metodi di prova		1.10.2005	1.10.2006
CEN	EN 438-7:2005 Laminati decorativi ad alta pressione (HPL) — Pannelli a base di resine termoindurenti (generalmente chiamati laminati) — Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti		1.11.2005	1.11.2006
CEN	EN 14342:2013 Pavimentazioni di legno — Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	EN 14342:2005 +A1:2008	8.8.2014	8.8.2015
CEN	EN 15102:2007+A1:2011 Rivestimenti murali decorativi — Prodotti in rotoli e pannelli	EN 15102:2007	1.7.2012	1.7.2012
CEN	EN 13162:2012+A1:2015 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13162:2012	10.7.2015	10.7.2016
CEN	EN 13163:2012+A1:2015 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13163:2012	10.7.2015	10.7.2016
CEN	EN 13164:2012+A1:2015 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13164:2012	10.7.2015	10.7.2016
CEN	EN 13165:2012+A2:2016 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di poliuretano espanso rigido (PU) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13165:2012 +A1:2015	14.10.2016	14.10.2017

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
CEN	EN 13166:2012+A2:2016 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di resine fenoliche espanse (PF) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13166:2012+A1:2015	14.10.2016	14.10.2017
CEN	EN 13167:2012+A1:2015 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13167:2012	10.7.2015	10.7.2016
CEN	EN 13168:2012+A1:2015 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di lana di legno (WW) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13168:2012	10.7.2015	10.7.2016
CEN	EN 13169:2012+A1:2015 Isolanti termici per edilizia — Pannelli di perlite espansa (EPB) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13169:2012	10.7.2015	10.7.2016
CEN	EN 13170:2012+A1:2015 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di sughero espanso (ICB) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13170:2012	10.7.2015	10.7.2016
CEN	EN 13171:2012+A1:2015 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica — Specificazione	EN 13171:2012	10.7.2015	10.7.2016
CEN	EN 14509:2013 Pannelli isolanti autoportanti a doppio rivestimento con paramenti metallici — Prodotti industriali — Specifiche	EN 14509:2006	8.8.2014	8.8.2015
CEN	EN 14041:2004 Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni — Caratteristiche essenziali		1.1.2006	1.1.2007
	EN 14041:2004/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007

Appendice B - sistema di classificazione di reazione al fuoco di cui alla norma EN 13501-6

Il Codice ha introdotto, nell'ambito della strategia di reazione al fuoco di cui al Cap. S.1, e con riferimento alle soluzioni conformi prospettate per i livelli di prestazione II, III, IV ivi previsti, la richiesta di prestazione di reazione al fuoco anche per i cavi elettrici o di segnalazione, qualora le condutture non siano incassati in materiali incombustibili.

Il sistema di classificazione europea di reazione al fuoco per i cavi elettrici prevede metodi di prova e di classificazione indicati dalla norma EN 13501-6 diversi da quelli previsti per i prodotti da costruzione dalla norma EN 13501-1.

La norma di prodotto per i cavi elettrici di che trattasi è la EN 50575 (Power, control and communication cables. Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements) riportata in Gazzetta Ufficiale EU (C 378/6) del 13 novembre 2015 come norma armonizzata pubblicata sotto mandato M/443.

I cavi elettrici installati negli edifici o nelle opere di ingegneria sono soggetti a marcatura CE secondo il CPR, marcatura aggiuntiva rispetto alle altre Direttive o Regolamenti in ambito elettrico.

La norma EN 13501-6: scopo e campo di applicazione

La norma definisce un procedimento armonizzato per la classificazione di reazione al fuoco dei cavi elettrici intesi quali cavi di alimentazione, controllo e comunicazione, inclusi i cavi in fibra ottica ed è stata elaborata a supporto del secondo requisito essenziale del Regolamento CE relativo ai prodotti da costruzione (UE) n. 305/2011, come descritto dettagliatamente nel documento interpretativo n. 2: Sicurezza in caso di incendio (GU C62 Vol. 37).

La norma riporta nel prospetto 1 che segue:

- i metodi di prova,
- i criteri di classificazione con riferimento ai parametri rilevati durante le prove,
- la classificazione principale e le classificazioni aggiuntive espresse in termini di gocciolamento, produzione dei fumi ed acidità dei cavi.

Affinché un prodotto possa rientrare in una data classificazione, è necessario che tutti i pertinenti criteri di classificazione siano soddisfatti.

È da osservare altresì che i prodotti classificati in una determinata classe soddisfano tutti i requisiti di qualsiasi classe inferiore.

Prospetto 1

Classe	Metodi di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A_{CA}	EN ISO 1716	PCS ≤ 2,0 MJ/kg (1)	
B1_{CA}	EN 50399 (30 kW flame source) <i>and</i>	FS ≤ 1.75 m and THR1200s ≤ 10 MJ <i>and</i> Peak HRR ≤ 20 kW and FIGRA ≤ 120 Ws ⁻¹	Smoke production (2,5) and Flaming droplets/particles (3) and Acidity (4)
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
B2_{CA}	EN 50399 (20,5 kW flame source) <i>and</i>	FS ≤ 1,5 m and THR1200s ≤ 15 MJ <i>and</i> Peak HRR ≤ 30 kW and FIGRA ≤ 150 Ws ⁻¹	Smoke production (2,5) and Flaming droplets/particles (3) and Acidity (4)
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
C_{CA}	EN 50399 (20,5 kW flame source) <i>and</i>	FS ≤ 2,0 m and THR1200s ≤ 30 MJ <i>and</i> Peak HRR ≤ 60 kW; <i>and</i> FIGRA ≤ 300 Ws ⁻¹	Smoke production (2,6) and Flaming droplets/particles (3) and Acidity (4)
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
D_{CA}	EN 50399 (20,5 kW flame source) <i>and</i>	THR1200s ≤ 70 MJ; <i>and</i> Peak HRR ≤ 400 kW; <i>and</i> FIGRA ≤ 1300 Ws ⁻¹	Smoke production (2,6) and Flaming droplets/particles (3) and Acidity (4)
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
E_{CA}	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
F_{CA}	EN 60332-1-2	H > 425 mm	

(1) For the product as a whole, excluding metallic materials, and for any external component (i.e. sheath) of the product.
(2) **s1** = TSP1200 ≤ 50 m² *and* Peak SPR ≤ 0,25 m²/s
s1a = **s1** and transmittance in accordance with EN 61034-2 ≥ 80%
s1b = **s1** and transmittance in accordance with EN 61034-2 ≥ 60% < 80%
s2 = TSP1200 ≤ 400 m² *and* Peak SPR ≤ 1,5 m²/s
s3 = **not s1 or s2**
(3) **d0** = No flaming droplets/particles within 1200 s; **d1** = No flaming droplets/ particles persisting longer than 10 s within 1200 s; **d2** = not d0 or d1.
(4) EN 50267-2-3: **a1** = conductivity < 2,5 μS/mm *and* pH > 4,3; **a2** = conductivity < 10 μS/mm *and* pH > 4,3; **a3** = not a1 or a2. No declaration = No Performance Determined.
(5) The smoke class declared for class B1ca cables shall originate from the test according to EN 50399 (30 kW flame source)
(6) The smoke class declared for class B2_{CA}, C_{CA}, D_{CA} cables shall originate from the test according to EN 50399 (20,5 kW flame source).

Dal prospetto su indicato, si evince che nel sistema di classificazione europea di reazione al fuoco di cui alla norma EN 13501-6 sono richiamate in tutto o in parte, con carattere normativo le norme di seguito riportate:

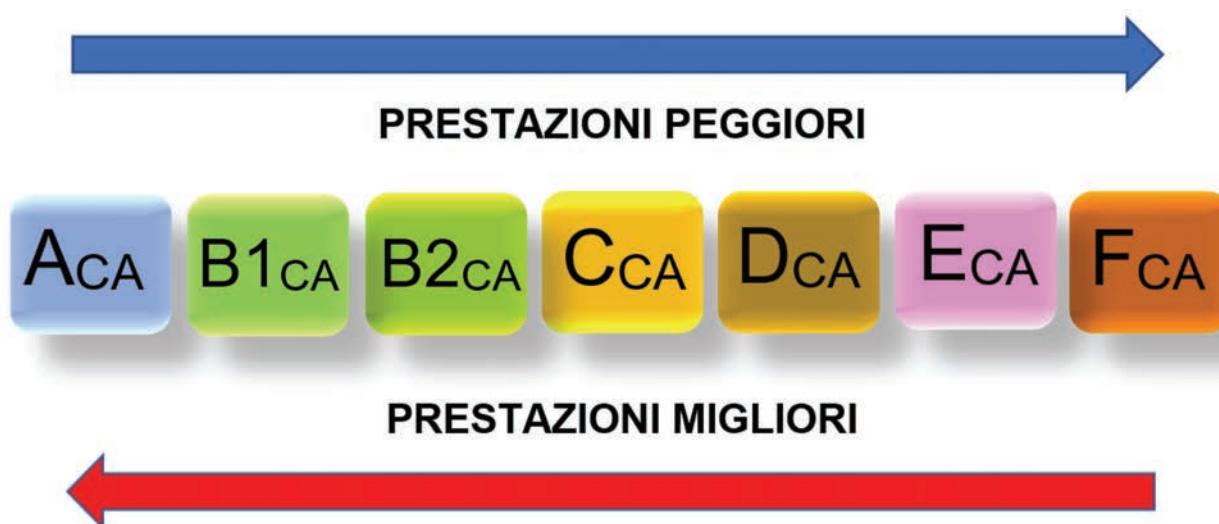
- **EN 50399** “Common test methods for cables under fire conditions - Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test - Test apparatus, procedures, results”;
- **EN 60332-1-2** “Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1kW pre-mixed flame”;
- **EN 61034-2** “Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements”;
- **EN ISO 1716** “Reaction to fire tests for products - Determination of the gross heat of combustion (calorific value)”.

L'acidità viene invece determinata sperimentalmente con riferimento alla norma di prova **EN 60754-2** “Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity”.

Class	Test methods				
	EN ISO 1716	EN 50399 ^a	EN 60332-1-2	EN 61034-2 ^c	EN 60754-2 ^{c,d}
A _{CA}	X	–	–	–	–
B1 _{CA}	–	X ^b	X	X	X
B2 _{CA}	–	X	X	X	X
C _{CA}	–	X	X	X	X
D _{CA}	–	X	X	X	X
E _{CA}	–	–	X	–	–
F _{CA}	No performance determined				

a. EN 50399 contains all the information previously referred to as FIPEC₂₀ Scenario 1 and FIPEC₂₀ Scenario 2
 b. Special conditions of test apply in EN 50399 to Class B1_{CA}
 c. Additional classification tests
 d. EN 60754-2 contains all the information previously contained in EN 50267-2-3

NORMA EN 50575 - TAB. 1 - METODI DI PROVA PER LE CLASSI DI REAZIONE AL FUOCO



Quadro complessivo delle classi di reazione al fuoco europee

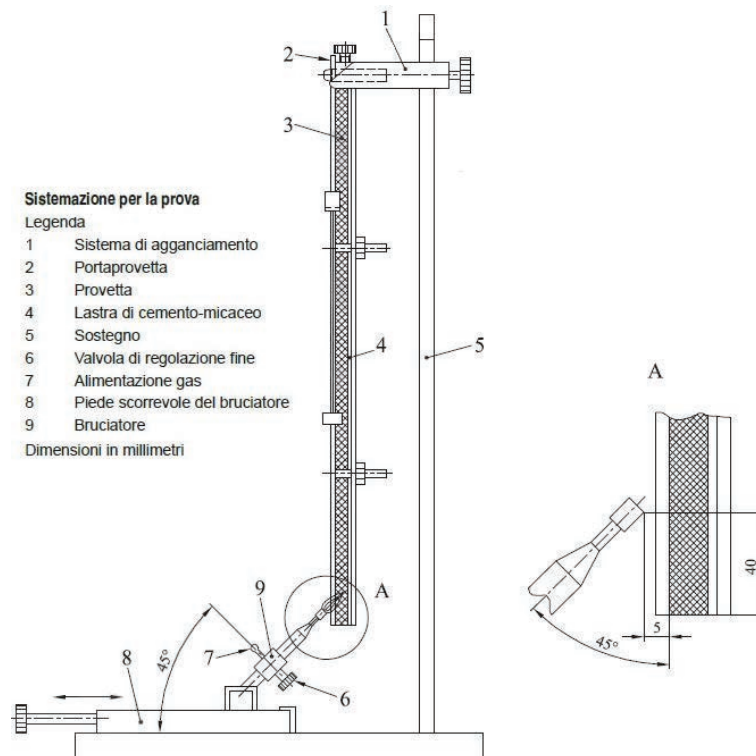
PRODOTTI ESCLUSI I PAVIMENTI		PAVIMENTI		ISOLANTI LINEARI		CAVI ELETTRICI	
Classe	Parametro aggiuntivo	Classe	Parametro aggiuntivo	Classe	Parametro aggiuntivo	Classe	Parametro aggiuntivo
A1	-	A1 _{FL}	-	A1 _L	-	A1 _{CA}	
A2	Produzione fumo (s1, s2, s3)	A2 _{FL}	Produzione fumo (s1, s2, s3)	A2 _L	Produzione fumo (s1, s2, s3)	A2 _{CA}	Produzione fumo (s1, s2, s3)
B		B _{FL}		B _L		B _{CA}	
C		C _{FL}		C _L		C _{CA}	
D	Gocciolamento (d0, d1, d2)	D _{FL}		D _L	Gocciolamento (d0, d1, d2)	D _{CA}	Gocciolamento (d0, d1, d2) Acidità (a1, a2, a3)
E	Gocciolamento (d0, d1, d2)	E _{FL}	-	E _L	Gocciolamento (d0, d1, d2)	E _{CA}	-
F		F _{FL}		F _L		F _{CA}	
<i>Decisione 2000/147/CE</i>				<i>Decisione 2003/632/CE</i>		<i>Decisione 2006/751/CE</i>	

Appendice C - descrizione delle prove UNI 8547 e UNI 9174⁵²

Prova di piccola fiamma

Norma UNI 8547 “Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia - Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma”

Il sistema di strumentazione, mediante il quale eseguire la prova, è così articolato: all'interno di una camera di combustione, il provino da testare viene installato su un apposito sistema di aggancio e fissato su di un'asta di sostegno; alla base dell'asta il bruciatore è libero di muoversi su un piede scorrevole.



SCHEMA RAPPRESENTATIVO DEL SUPPORTO PER LA PROVA DI PICCOLA FIAMMA

La metodologia di test su piccola fiamma interessa un provino di materiale, come si presenterebbe durante il suo impiego.

Nel caso in cui il provino sia destinato ad usi particolari o se l'intento della prova fosse quello di verificarne il comportamento al fuoco durante una ordinaria manutenzione, esso viene sottoposto a trattamenti preliminari. Il bruciatore presente nell'apparecchio di prova ha il compito di assicurare l'accensione del provino; la posizione del bruciatore è verticale, inclinato di 45° rispetto al provino.

Il bruciatore conserva la libertà da vincoli di posizione e può, quindi, essere spostato permettendo all'operatore di avvicinarlo o allontanarlo dal provino.

⁵² Zocco Ramazzo L. - Valutazione dello stato dell'arte normativo sui rivestimenti esterni per l'incremento delle prestazioni energetiche dei fabbricati: punti di forza e di debolezza dell'attuale disposto normativo nazionale ed europeo. Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria della Sicurezza Civile e Industriale, Relatore: Prof. Ing. Vincenzo Puccia - Università di Padova, 2018.

Parametri della prova

Di seguito sono indicati i parametri che risultano dalle prove su piccola fiamma (UNI 8457):

- *tempo di post combustione*: è il periodo, in s, che trascorre da quando viene tolta la fiamma di prova dal provino, a quando cessa il processo di combustione.

Questo parametro consente di assegnare un livello al provino in base al tempo di post combustione:

- 1: tempo di post combustione ≤ 5 s;
 - 2: $5 \text{ s} < \text{tempo di post combustione} \leq 60$ s;
 - 3: di post combustione > 60 s.
- *tempo di post incandescenza*: è il periodo, in s, che trascorre da quando cessa il processo di combustione, al momento in cui l'incandescenza del provino termina definitivamente.

Questo parametro consente di assegnare un livello al provino in base al tempo di post incandescenza:

- 1: tempo di post incandescenza ≤ 10 s;
 - 2: $10 \text{ s} < \text{tempo di post incandescenza} \leq 60$ s;
 - 3: tempo di post incandescenza > 60 s.
- *zona danneggiata*: estensione, in mm, del provino compromessa dalla combustione che presenta danni, degradazione termica e meccanica o punti di fusione.

Questo parametro consente di assegnare un livello al provino in base all'estensione della zona danneggiata misurata:

- 1: estensione ≤ 150 mm;
 - 2: $150 \text{ mm} < \text{estensione} \leq 200$ mm;
 - 3: estensione > 200 mm e/o si ha rottura del traguardo.
- *gocciolamento*: parametro che descrive la perdita di gocce fuse di prodotto o la produzione di particelle ardenti prima e successivamente la combustione.

Questo parametro consente di assegnare un livello al provino in base alla presenza di gocce ardenti:

- 1: gocciolamento non presente, o presente ma con gocce che smettono di ardere appena toccano il fondo della camera di combustione;
- 2: effettiva presenza di gocce ardenti, ma che smettono di ardere per un $t < 3$ s;
- 3: effettiva presenza di gocce che ardono per un $t > 3$ s.

Ogni livello assegnato al provino oggetto del test viene moltiplicato per fattori relativi e ciascun risultato così ottenuto viene utilizzato come addendo di una somma finale, in grado di assegnare al prodotto esaminato una classe di appartenenza.

I fattori moltiplicativi sono pari a 2 per tempo di post combustione e zona danneggiata, 1 per tempo di post incandescenza e gocciolamento.

I valori risultanti dalle somme sopra definite sono riportati nella tabella seguente, dove viene indicata la relativa classe di reazione al fuoco di appartenenza.

Classificazione italiana	Somme ottenute
Classe 1	da 6 a 8
Classe 2	da 9 a 12
Classe 3	da 13 a 15
Classe 4	da 16 a 18

DETERMINAZIONE DELLE CLASSI DI APPARTENENZA DI UN MATERIALE

Iter di prova

Una volta posto il provino sull'apposito alloggiamento, si stabilizza il bruciatore.

Se la prova su piccola fiamma riguarda un provino che deve esporre al fuoco una sola faccia (UNI 8457), il piede del bruciatore deve mantenere una prefissata distanza dal provino di 40 mm, e la sua testa deve essere messa a metà del campione, mentre la testa a 5 mm.

Prima di innescare la fiamma sul bruciatore, l'operatore lo toglie momentaneamente dal provino (le regolazioni prima descritte si mantengono anche quando viene tolto il bruciatore).

Tramite apposita valvola viene abbassata o alzata l'altezza di fiamma.

Viene riposizionato il bruciatore in prossimità del provino, esponendolo a fiamma viva per 30 s.

Vengono annotati dall'operatore la durata del tempo di post combustione e quella del tempo di post incandescenza e, alla fine del test, viene stimata la zona danneggiata sulla superficie del campione.



MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA UNI 8457

Prova di pannello radiante

Norma UNI 9174 "Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innescò in presenza di calore radiante"

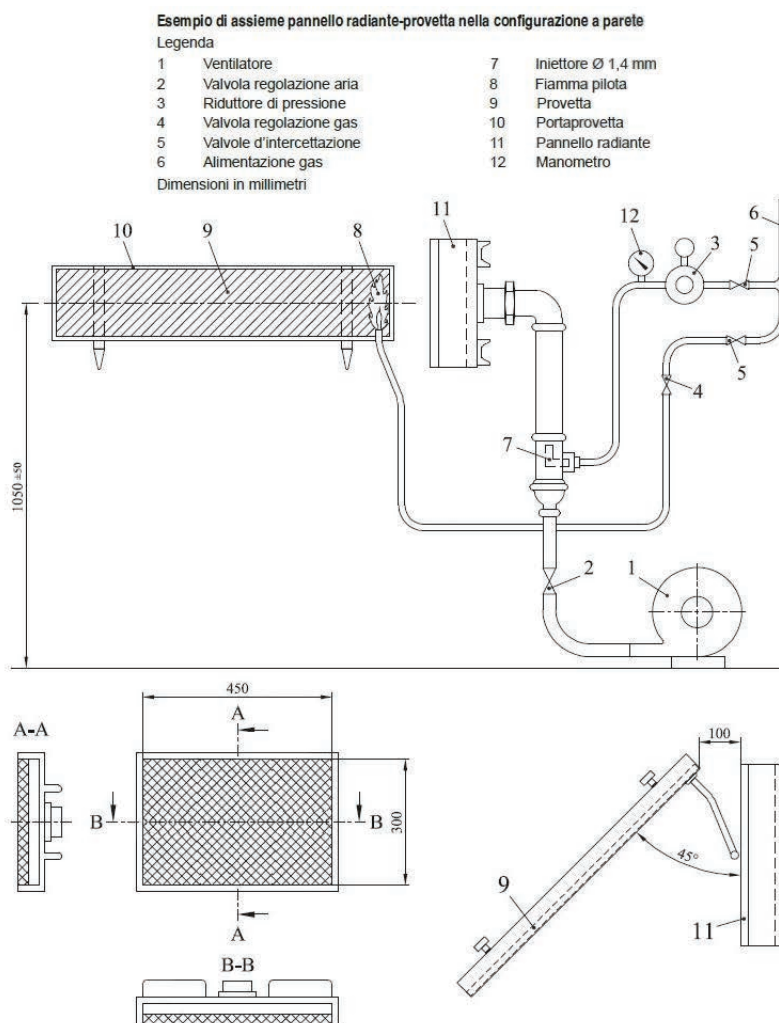
Secondo quanto riportato in tale norma, la prova consiste nell'esame di un provino soggetto all'irraggiamento di un pannello radiante.

Il flusso termico che dal pannello si sprigiona in direzione del materiale di prova provoca la decomposizione termica della sua superficie e la produzione di gas di pirolisi infiammabili.

Questi gas vengono innescati da una fiamma posizionata nelle immediate prossimità del campione in prova. Le condizioni mediante le quali sarà installato il provino devono corrispondere a quelle che si prevedono essere le future modalità di utilizzo nel suo impiego reale, a seconda che esso sia esso destinato all'uso a parete, a pavimento o a soffitto.

Descrizione dello strumento

Il pannello radiante consiste in una lastra di materiale poroso inalterabile e molto resistente alle alte temperature, avente un'area complessiva di dimensioni 300 x 450 mm². L'apparecchiatura è descritta nella figura seguente.



RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEL PANNELLO RADIANTE

L'apporto di gas e di aria che sostiene l'irraggiamento dal pannello radiante avviene per mezzo dell'iniettore schematizzato nel particolare 7 in figura.

La posizione mantenuta dal pannello radiante, per tutta la durata della prova, è verticale e il suo spigolo più esteso deve essere quello orizzontale; esistono però casi dove il lato lungo del pannello viene posto verticalmente (in funzione della modalità di test che si intende eseguire).

La miscela del gas propano e dell'aria deve avvenire a pressione pari a 1 atm.

È possibile utilizzare come apporto d'aria quella presente all'interno del laboratorio dove la prova viene eseguita: la raccomandazione più importante è che non venga in alcun modo alterata la diffusione della combustione durante il test.

Per motivi di sicurezza deve essere sempre attiva la valvola di non ritorno del gas propano (o GPL).

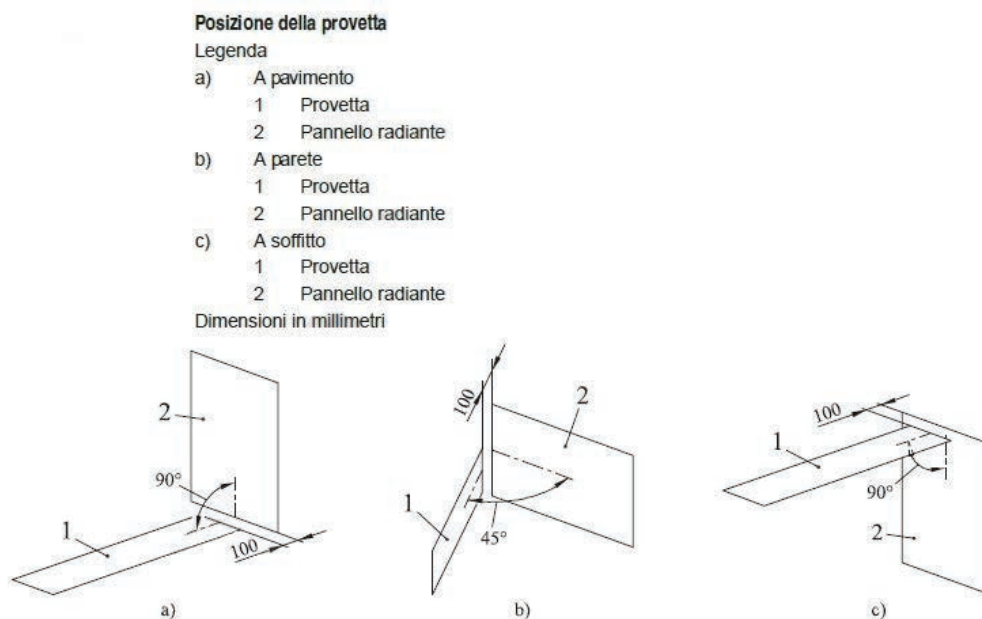
Di seguito sono riportate le componenti più importanti dello strumento.

Provino

La metodologia di test su pannello radiante vede coinvolto un provino di materiale come si presenterebbe durante il suo impiego.

Il campione deve essere alloggiato e fissato in un apposito sostegno in acciaio inox, spesso 2 mm e largo quanto l'estensione del provino.

Il test viene effettuato su tre distinti provini di dimensione standard, individuata dalla normativa in 800 x 155 mm (rispettivamente lunghezza x larghezza), e, a seconda della destinazione d'uso futura del campione, le combinazioni delle posizioni del provino e del pannello radiante possono mutare; in questo senso viene riportata la figura seguente (vedi norma UNI 9174).



POSIZIONE DI CAMPIONE E PANNELLO RADIANTE

Innesco

L'innesco della fiamma pilota avviene per mezzo del bruciatore, di dimensioni e potenza standard, presente nella strumentazione, capace di regolare l'altezza della fiamma attraverso una valvola.

A seconda delle condizioni di prova che vogliono essere verificate e della combinazione di posizione tra pannello e provino, il pannello radiante deve essere in ogni caso capace di emettere irraggiamento e radiazioni di calore concentrati sul campione, senza dispersioni, dannose per l'apparecchio e per l'incolumità dell'operatore.

La fiamma pilota è in genere alimentata da gas propano.

La normativa UNI 9174 caratterizza la massima intensità di calore che deve provenire dal pannello radiante, e la indica in una media specificata.

Laboratorio

Il laboratorio dove viene effettuato il test deve essere provvisto di un efficiente sistema di aerazione capace di un ricircolo dell'aria, per sostituire quella tolta dal sistema di eliminazione dei gas e dei fumi scaturiti dalla pirolisi.

Il laboratorio deve essere progettato e dotato di accorgimenti tali per cui i gradi di al suo interno non salgano di oltre i 15°C, in riferimento alla temperatura registrata all'inizio della prova.

Parametri della prova

Di seguito sono indicati i parametri che risultano dalle prove di pannello radiante (UNI 9174):

- *velocità di propagazione della fiamma*: è la velocità, in mm/min, con cui l'incendio si propaga sul campione.

Questo parametro consente di assegnare un livello al provino in base alla velocità registrata:

- 1: velocità non determinabile (la fiamma non raggiunge i 150 mm);
 - 2: velocità ≤ 30 mm/min;
 - 3: velocità > 30 mm/min.
- *tempo di post incandescenza*: è il periodo, in s, che passa da quando cessa il processo di combustione che si è propagata oltre i 300 mm, fino al momento in cui l'incandescenza del provino scompare definitivamente.

Questo parametro consente di assegnare un livello al provino in base al tempo di post incandescenza:

- 1: tempo di post incandescenza ≤ 180 s;
 - 2: $180 \text{ s} < \text{tempo di post incandescenza} \leq 360$ s;
 - 3: tempo di post incandescenza > 360 s.
- *gocciolamento*: parametro che descrive la perdita di gocce fuse di prodotto o la caduta di particelle ardenti prima e successivamente la combustione.

Questo parametro consente di assegnare un livello al provino in base alla presenza di gocce ardenti:

- 1: gocciolamento non presente, o presente ma con gocce che smettono di ardere appena toccano il fondo della camera di combustione;
 - 2: effettiva presenza di gocce ardenti, ma che smettono di ardere entro 3 s;
 - 3: effettiva presenza di gocce che ardono per più di 3 s.
- *zona danneggiata*: estensione della parte del provino compromessa dalla combustione, che presenta danni, degradazione termica e meccanica, o punti di fusione.

Questo parametro consente di assegnare un livello al provino in base all'estensione della zona danneggiata misurata:

- 1: estensione ≤ 300 mm;
- 2: $350 \text{ mm} < \text{estensione} < 600$ mm;
- 3: estensione > 650 mm.

Anche in questo caso, così come visto per la prova a piccola fiamma, ogni livello assegnato al provino oggetto del test viene moltiplicato per relativi fattori moltiplicativi, e ciascun punteggio così ottenuto viene utilizzato come addendo di una somma finale, in grado di assegnare al prodotto in questione una classe di appartenenza.

I fattori moltiplicativi sono pari a 2 per velocità di propagazione della fiamma, zona danneggiata e gocciolamento da soffitto, 1 altrimenti.

I valori risultanti dalle somme sopra definite sono riportati nella tabella seguente, dove viene indicata la relativa classe di reazione al fuoco di appartenenza.

Classificazione italiana	Somme ottenute
Classe 1	Da 6 a 8
Classe 2	Da 9 a 12
Classe 3	Da 13 a 15
Classe 4	Da 16 a 18

DETERMINAZIONE DELLE CLASSI DI APPARTENENZA DI UN MATERIALE

Iter di prova

Il test inizia quando l'operatore aziona il macchinario che aumenta la temperatura del pannello radiante.

**MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA UNI 9174**

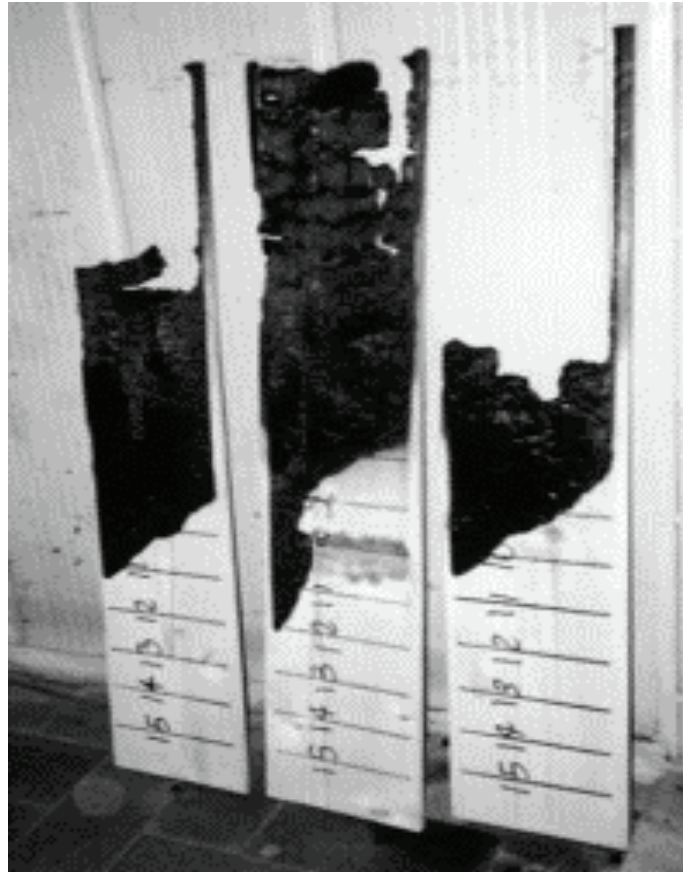
L'operatore tiene lontano da un possibile irraggiamento il campione, fin quando la radiazione di calore non raggiunge il valore di riferimento e si stabilizza; solo allora il provino viene posizionato nell'apposito alloggiamento di acciaio.

L'operatore calcola il tempo da questo momento e nel corso della prova, eventualmente, regola la fiamma pilota ad un'altezza definita, tramite apposita valvola.

Osservando la prova in corso, vengono segnati i periodi di tempo necessari affinché la combustione generata degradi il materiale, intervallando questi periodi a ogni livello di zona danneggiata successivo, a 50 mm dal precedente (vedi figura seguente).

In relazione al periodo di tempo impiegato, vengono stimate le velocità di propagazione medie relative a ogni livello, partendo da quello più vicino al pannello radiante; facendo una media tra queste velocità, si ottiene la velocità di propagazione della combustione.

L'estensione della zona danneggiata è pari alla distanza tra il bordo del campione più vicino al pannello radiante e il livello più lontano raggiunto dal degrado termico.



MATERIALE SOTTOPOSTO ALLA PROVA DEL PANNELLO RADIANTE CON EVIDENZIAMENTO DEI LIVELLI DI DEGRADAZIONE

Nel caso in cui vengono registrati fenomeni di gocciolamento di materiale fuso, viene misurato il tempo impiegato da queste parti incandescenti a spegnersi una volta toccato il piano d'appoggio. Se il campione mantiene il processo di combustione per più di un'ora, occorre spegnere il provino con un estintore e la prova è da considerarsi ovviamente terminata.

MATERIALI E METODI DI PROVA ITALIANI							CLASSIFICAZIONE
METODI DI PROVA							
Cod	MATERIALI	TIPOLOGIA	MATERIALI				PREPARAZIONE
			INCOMBUSTIBILITA'	PICCOLA FIAMMA SINGOLA A FACCA	PANNELLO RADIANTE	PICCOLA FIAMMA DUE FACCE	
A ELEMENTI STRUTTURALI							
A.1	ELEMENTI DI CHIUSURA VERTICALI						
A.1	ELEMENTI DI CHIUSURA ESTERNI						
A.1	ELEMENTI DI CHIUSURA INTERNI						
A.1	ELEMENTI DI CHIUSURA PORTANTI		UNI 9457 (1.987) + UNI 8457/AT (Immag. 1.996)	UNI 9174 (ott. 1987) + UNI 9174/A (Immag. 1.996)		UNI 9176 (norm. 1996) METODO D	UNI 9177 (ott. 1987)
A.2	PILASTRI						
A.3	TRAVI						
A.4	SCALE						
A.5	SOLAI						
A.6	COBERTURE						
A.7	STRUTTURE PRESSOSTATICHE E TENDONI					UNI 9456 (ott. 1991)	
B.1	MATERIALI DI COMPLETAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CHIUSURA VERTICALI ESTERNI, INTERNI, PORTANTI, NON PORTANTI						
B.1.1	RIVESTIMENTI						
B.1.2	SEPPRANTI		UNI 9457 (1.987) + UNI 8457/AT (Immag. 1.996)	UNI 9174 (ott. 1987) + UNI 9174/A (Immag. 1.996)			UNI 9177 (ott. 1987)
B.1.3	ISOLANTI	UNI ISO 1182 (Feb. 1995)					
B.2	MATERIALI DI COMPLETAMENTO DI PILASTRI E TRAVI						
B.2.1	RIVESTIMENTI						
B.2.2	ISOLANTI	UNI ISO 1182 (Feb. 1995)	UNI 9457 (1.987) + UNI 8457/AT (Immag. 1.996)	UNI 9174 (ott. 1987) + UNI 9174/A (Immag. 1.996)		METODO D	UNI 9177 (ott. 1987)
B.3	MATERIALI DI COMPLETAMENTO DELLE SCALE						
B.3.1	RIVESTIMENTI SCALE						
B.3.2	RIVESTIMENTI VANO SCALE		UNI 9457 (1.987) + UNI 8457/AT (Immag. 1.996)	UNI 9174 (ott. 1987) + UNI 9174/A (Immag. 1.996)		UNI 9176 (norm. 1996) METODO D	UNI 9177 (ott. 1987)
B.3.3	PARAPETTI						
B.4	MATERIALI DI COMPLETAMENTO DEI SOLAI						
B.4.1	PAVIMENTI						
B.4.2	SOFFITTI		UNI 9457 (1.987) + UNI 8457/AT (Immag. 1.996)	UNI 9174 (ott. 1987) + UNI 9174/A (Immag. 1.996)		UNI 9176 (norm. 1996) METODO C/D	UNI 9177 (ott. 1987)
B.4.3	CONTROSOFFITTI	UNI ISO 1182 (Feb. 1995)					
B.4.4	ISOLANTI						
B.5	MATERIALI DI COMPLETAMENTO DELLE COPERTURE						
B.5.1	IMPERMEABILIZZANTI						
B.5.2	ISOLANTI	UNI ISO 1182 (Feb. 1995)	UNI 9457 (1.987) + UNI 8457/AT (Immag. 1.996)	UNI 9174 (ott. 1987) + UNI 9174/A (Immag. 1.996)		UNI 9176 (norm. 1996) METODO C/D	UNI 9177 (ott. 1987)
B.5.3	LUCERNARI						
C.1	C INSTALLAZIONI TECNICHE						
C.1	TUBAZIONI DI SCARICO						
C.2	CONDOTTE DI VENTILAZIONE E RISCALDAMENTO						
C.3	CANALIZZAZIONI PER CAVI						
C.4	APPARECCHI SANITARI						
C.5	ISOLAMENTI DI TUBAZIONI E SERBATOI						
C.6	CABINA ASCENSORI E MONTACARICHI, PORTE DI PIANO E DI CABINA		UNI 9457 (1.987) + UNI 8457/AT (Immag. 1.996)	UNI 9174 (ott. 1987) + UNI 9174/A (Immag. 1.996)		UNI 9176 (norm. 1996) METODO D	UNI 9177 (ott. 1987)
C.7	NASTRI TRASPORTATORI E SCALE MOBILI						
D.1	SPARI, DRAPPEGGI, TENDINEGGI						
D.2	MOBILI IMBOTTITI, MATERASSI		UNI 9457 (1.987) + UNI 8457/AT (Immag. 1.996)	UNI 9174 (ott. 1987) + UNI 9174/A (Immag. 1.996)		UNI 9176 (norm. 1996) METODO D	UNI 9177 (ott. 1987)
D.3	MOBILI FISSATI AGLI ELEMENTI STRUTTURALI	UNI ISO 1182 (Feb. 1995)					
E D ARREBILI							
MATERIALE SCIENTIFICO							
MATERIALE ISOLANTE IN VISTA							
COMPONENTE ISOLANTE ESPOSTO DIRETTAMENTE ALLE FIAMME							
COMPONENTE ISOLANTE NON ESPOSTO DIRETTAMENTE ALLE FIAMME							
MATERIALE ISOLANTE NON IN VISTA							
MATERIALE COMPATTO							
MATERIALE ISOLANTE PER IMPIANTI TECNICI							

Bibliografia

- d.m. 18 ottobre 2019, Codice di Prevenzione Incendi, Italia 2019 (sostituisce la versione del Codice di Prevenzione Incendi del 2015);
- d.m. 3 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139;
- d.p.r. del 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- d.m. 26 giugno 1984, Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi;
- d.m. 14 gennaio 1985, Attribuzione ad alcuni materiale della classe di reazione al fuoco 0 (zero) prevista dall'allegato A1.1 al d.m. 26 giugno 1984: "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi";
- Circolare 27 MI (SA) del 21 settembre 1985, Caratteristiche non essenziali di omologazione nel campo della reazione al fuoco. Estensione delle omologazioni;
- Circolare n. 17 MI (SA) del 16 aprile 1987, Omologazioni ed estensioni delle omologazioni per i materiali omogenei prodotti in spessori e colori variabili;
- Nota Min. n. 15580/4190 sott. 3 del 30 dicembre 1993 - Omologazione di serie di mobili imbottiti;
- Circolare n. 3 MI.SA. (95) 3 del 28 febbraio 1995;
- Nota prot. NS 2809/4190 sott. 3 del 5 luglio 1995, Omologazioni di serie di materassi, guanciali e supporti imbottiti per materassi sommieri);
- Nota Min. Prot. NS 2580/4190 sott. 3 del 8 maggio 1996, Omologazione di serie di materassi e guanciali;
- Nota Min. Prot. n. NS 6859/4190 sott. 3 del 22 novembre 1996, Procedure per la richiesta di omologazione dei materiali ai sensi del d.m. 26 giugno 1984;
- d.m. 3 settembre 2001, Modifiche ed integrazioni al d.m. 26 giugno 1984 concernente classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi;
- Lettera Circolare Prot. n. 7590/4190 sott. 3 del 15 novembre 2001, Attuazione del d.m. 3 settembre 2001 recante "Modifiche ed integrazioni al d.m. 26 giugno 1984 concernente classificazione di Reazione al Fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi";
- Circolare n. 13 del 16 ottobre 2002, dd.mm. dd.mm. 26 giugno 1984 e 3 settembre 2001 - Omologazione di divani-letto e poltrone-letto ai fini della reazione al fuoco;
- Circolare n. 22 del 24 novembre 2003, dd.mm. 26 giugno 1984 e 3 settembre 2001 - Omologazione di copriletti e coperte ai fini della reazione al fuoco;
- Circolare n. 7 del 18 giugno 2004, dd.mm. 26 giugno 1984 e 3 settembre 2001 - Omologazione di mobili fissati, e non, agli elementi strutturali, realizzati con più materiali omogenei;
- d.m. 5 agosto 1991, Commercializzazione e impiego in Italia dei materiali destinati all'edilizia legalmente riconosciuti in uno dei Paesi CEE sulla base delle norme di reazione al fuoco;
- Circolare n. 18 del 3 agosto 1998, Reazione al fuoco dei materiali - d.m. 5 agosto 1991 - Procedura per il rilascio dell'omologazione da parte del Ministero dell'Interno per prodotti già omologati in un paese dell'Unione Europea;
- d.m. 10 marzo 2005, Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio.
- d.m. 15 marzo 2005, Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;
- Circolare n. 10 del 21 aprile 2005, d.m. 10 marzo 2005 concernente "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della "sicurezza in caso d'incendio". Chiarimenti e primi indirizzi applicativi;
- d.m. 25 ottobre 2007, Modifiche al d.m. 10 marzo 2005, concernente classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione a impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;
- d.m. 16 febbraio 2009, Modifiche ed integrazioni al d.m. 15 marzo 2005 recante i requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione;
- Lettera Circolare n. 5643 del 31 marzo 2010, Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili;
- Lettera Circolare n. 5043 del 15 aprile 2013, Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili - aggiornamento;

- <http://www.vigilfuoco.it/asp/page.aspx?IdPage=10265>
- Elenco delle norme armonizzate pubblicate nella GUUE C 92 del 9 marzo 2018 nell'ambito dell'applicazione del Regolamento (UE) n. 305/2011 per i prodotti da costruzione:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2018:092:FULL&from=IT>
- Sabatino R., Formazione antincendio - Gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro, INAIL 2012;
- Approccio Ingegneristico alla Sicurezza Antincendio, A. e S. La Malfa, Legislazione Tecnica, 2014;
- Sabatino R., Sicurezza antincendio - Valutazione del rischio incendio, INAIL 2014;
- Esempi di Progettazione Antincendio, A., S. e R. La Malfa, V. Vanzini, Legislazione Tecnica, 2015;
- Zocco Ramazzo L. - Valutazione dello stato dell'arte normativo sui rivestimenti esterni per l'incremento delle prestazioni energetiche dei fabbricati: punti di forza e di debolezza dell'attuale disposto normativo nazionale ed europeo. Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria della Sicurezza Civile e Industriale, Relatore: Prof. Ing. Vincenzo Puccia - Università di Padova, 2018;
- AA.VV., Codice di prevenzione incendi commentato III ed., EPC 2019;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Il Codice di prevenzione incendi - Applicazioni pratiche, INAIL 2018;
- Sabatino R., Lombardi M., Ponticelli L. e altri, La resistenza al fuoco degli elementi strutturali, INAIL 2019;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, La protezione attiva antincendio, INAIL 2019;
- Sabatino R., M. Lombardi, Cancelliere P. e altri, Metodi per l'ingegneria della sicurezza antincendio, INAIL 2019;
- Sabatino R., M. Lombardi, Cancelliere P. e altri, Gestione della sicurezza e operatività antincendio, INAIL 2020;
- Sabatino R., M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, La progettazione dell'esodo, INAIL 2020;
- Sabatino R., M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, Compartimentazione antincendio, INAIL 2020;
- S. Zanut, F. Cosi, Il sistema di esodo negli Uffici: com'è cambiata la progettazione negli ultimi 14 anni? La sicurezza inclusiva - Riv. Antincendio 01/2021.

Fonti immagini

Immagine	Fonte
Copertina	www.vigilfuoco.it
pag. 11	Autori
pag. 13	Autori
pag. 18	www.vigilfuoco.it
pag. 19	Autori
da pag. 23 a pag. 26	Istituto Giordano
pag. 28	www.vigilfuoco.it
pag. 29	Autori
pag. 30	Autori
pag. 32	www.vigilfuoco.it
pag. 33a e 33b	Autori
pag. 36	Autori
pag. 37	Autori
pag. 38a	Autori
pag. 38b	Norma UNI EN 1991-1-2
pag. 39a	Norma UNI EN 1991-1-2
pag. 39b	Autori
pag. 40a e 40b	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 41	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 42	ISO/TR 16738:2009 - Allegato E
pag. 44	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 45a e 45b	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 46	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 47a e 47b	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 50	Autori
pag. 52	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 54	Autori
pag. 55	Autori
pag. 58	Autori
pag. 59a e 59b	Autori
pag. 64a e 64b	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 65	Norma UNI EN 1991-1-2
pag. 67a, 67b e 67c	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 68	ISO/TR 16738:2009 - Allegato E
pag. 70a e 70b	Autori
pag. 71a e 71b	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 73a, 73b, 73c e 73d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 73a e 73b	Autori
pag. 74a e 74b	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 75a, 75b, 75c e 75d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 76a, 76b, 76c e 76d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 77a, 77b, 77c e 77d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 78a, 78b, 78c e 78d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 79a, 79b, 79c e 79d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 80a, 80b, 80c e 80d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 81a, 81b, 81c e 81d	Programma di calcolo FDS - NIST

pag. 82a, 82b, 82c e 82d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 83a, 83b, 83c e 83d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 84a, 84b, 84c e 84d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 85a, 85b, 85c e 85d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 86a, 86b, 86c e 86d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 87a, 87b, 87c e 87d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 88a, 88b, 88c e 88d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 89a, 89b, 89c e 89d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 90a, 90b, 90c e 90d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 91a, 91b, 91c e 91d	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 94	Autori
pag. 95a e 95b	Autori
pag. 99	Autori
pag. 100a	Autori
pag. 100b	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 102a, 101b e 101c	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 102	Autori
pag. 103	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 104	ISO/TR 16738:2009 - Allegato E
pag. 107	Autori
pag. 109	Autori
pag. 110	Autori
pag. 111a e 111b	Autori
pag. 113	Autori
pag. 115a e 115b	National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD - USA (NBSIR 88-3695)
pag. 116	National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD - USA (NBSIR 88-3695)
pag. 117a e 117b	SFPE Handbook 3rd Edition
pag. 119a, 119b e 119c	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 120a e 120b	Autori
pag. 121	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 122a e 122b	Programma di calcolo FDS - NIST
pag. 123a e 123b	Autori
pag. 124	Autori
pag. 126	Autori
pag. 127a e 127b	Autori
pag. 128	Autori
pag. 137	Autori
da pag. 138 a pag. 142	Gazzetta ufficiale dell'Unione europea del 15 marzo 2016
da pag. 143 a pag. 144	Gazzetta ufficiale dell'Unione europea del 9 marzo 2018
pag. 147	Autori
pag. 149	Norma UNI 8457
pag. 151	www.vigilfuoco.it
pag. 152	Norma UNI 9174
pag. 153	Norma UNI 9174
pag. 155	www.vigilfuoco.it
pag. 156	Zocco Ramazzo L.
pag. 157	Autori

