

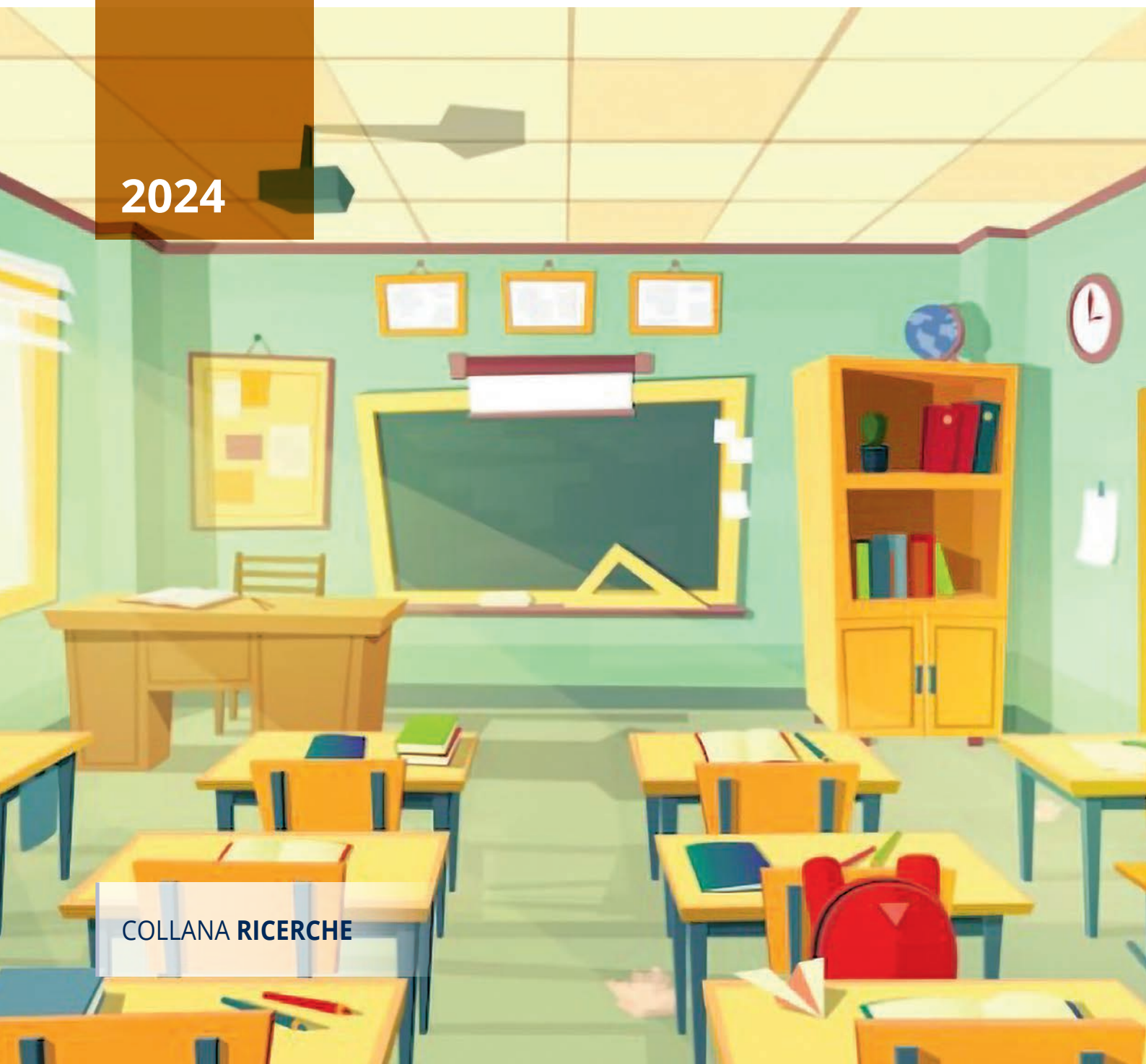
PREVENZIONE INCENDI PER ATTIVITÀ SCOLASTICHE

INAIL

La Regola Tecnica Verticale V.7
del Codice di prevenzione incendi

2024

COLLANA RICERCHE



PREVENZIONE INCENDI PER ATTIVITÀ SCOLASTICHE

INAIL

La Regola Tecnica Verticale V.7
del Codice di prevenzione incendi

2024

Pubblicazione realizzata da

Inail

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

Responsabili scientifici

Raffaele Sabatino¹, Eros Mannino², Tiziana Petrillo³

Autori

Raffaele Sabatino¹, Sergio Inzerillo², Michele Mazzaro², Emanuele Gissi², Tarquinia Mastroianni², Piergiacomo Cancelliere², Andrea Marino², Marco Di Felice³, Chiara Crosti⁴

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

² Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

³ Componente del CTTS per il CNI

⁴ Libero professionista

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

© 2024 Inail

ISBN 978-88-7484-840-9

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nelle pubblicazioni, 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, 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 2022/2024

INAIL



**CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI**

Indice

Introduzione	7
Obiettivi	11
Le differenze tra l'approccio prescrittivo e quello prestazionale	12
Il Codice di prevenzione incendi	14
Attività scolastiche - la normativa applicabile	20
Il d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i.	22
La Regola Tecnica Verticale V.7	23
Caso studio: ristrutturazione di un complesso scolastico esistente	29
Descrizione	29
Progettazione antincendio con il d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i.	47
Riferimenti normativi	47
Classificazione	47
Caratteristiche costruttive	48
<i>Ubicazione - Accesso all'area</i>	48
<i>Separazioni - Comunicazioni</i>	48
Comportamento al fuoco	48
<i>Resistenza al fuoco delle strutture</i>	48
<i>Reazione al fuoco dei materiali</i>	52
Sezionamenti	53
<i>Compartimentazione</i>	53
<i>Scale</i>	53
<i>Ascensore</i>	53
Misure per l'evacuazione in caso di emergenza	54
<i>Affollamento</i>	54
<i>Capacità di deflusso</i>	55
<i>Sistema di vie di uscita</i>	55
<i>Larghezza delle di vie di uscita</i>	55
<i>Lunghezza delle di vie di uscita</i>	55
<i>Larghezza totale delle uscite di ogni piano</i>	56
<i>Numero delle uscite</i>	56
Spazi a rischio specifico	57
<i>Classificazione</i>	57
Spazi per esercitazioni	57
Spazi per depositi	57
Servizi tecnologici	58
<i>Impianti di produzione di calore</i>	58
<i>Impianti di condizionamento e ventilazione</i>	59
Spazi per servizi logistici (mensa)	59
Impianti elettrici	59
<i>Generalità</i>	59
<i>Impianto elettrico di sicurezza</i>	60
Sistemi di allarme	61
<i>Generalità</i>	61
<i>Tipo di impianto</i>	61
Mezzi ed impianti fissi di protezione ed estinzione degli incendi	62
<i>Generalità</i>	62
<i>Rete idranti</i>	62
<i>Estintori</i>	63

Impianti fissi di rilevazione e/o di estinzione degli incendi	63
Segnaletica di sicurezza	63
Norme di esercizio	64
Problematiche inerenti l'applicazione della RTV tradizionale	65
Progettazione antincendio con il Codice di prevenzione incendi	69
Riferimenti normativi	69
Classificazione dell'attività	69
La metodologia generale	70
<i>Scopo della progettazione</i>	72
<i>Obiettivi di sicurezza</i>	73
<i>Valutazione del rischio d'incendio per l'attività</i>	74
<i>Valutazione del rischio residuo</i>	85
<i>Attribuzione dei profili di rischio</i>	86
<i>Strategia antincendio per la mitigazione del rischio</i>	94
<i>Attribuzione dei livelli di prestazione alle misure antincendio</i>	97
<i>Individuazione delle soluzioni progettuali</i>	99
Reazione al fuoco	101
Resistenza al fuoco	104
<i>Soluzione alternativa per la resistenza al fuoco delle strutture (par. V.7.4.2 e par. S.2.4.8)</i>	115
Compartimentazione	159
<i>Progettazione dei compartimenti antincendio</i>	162
<i>Realizzazione dei compartimenti antincendio</i>	164
<i>Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio</i>	167
<i>Ubicazione</i>	172
<i>Comunicazioni tra attività</i>	172
<i>Soluzione alternativa per la quota della palestra (par. V.7.4.3 e S.3.4.3)</i>	173
Esodo	214
<i>Dati di ingresso per la progettazione del sistema d'esodo</i>	217
<i>Requisiti antincendio minimi per l'esodo</i>	217
<i>La progettazione del sistema d'esodo</i>	218
<i>Eliminazione o superamento delle barriere architettoniche per l'esodo</i>	235
<i>Verifica di rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche di cui al par. S.4.5</i>	237
Gestione della sicurezza antincendio (GSA)	243
<i>GSA nell'attività in esercizio</i>	249
<i>GSA in emergenza</i>	252
Controllo dell'incendio	257
<i>Estintori d'incendio</i>	259
<i>Rete di idranti</i>	261
Rivelazione ed allarme	266
Controllo fumi e calore	275
Operatività antincendio	280
Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio	283
<i>Impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica (par. S.10.6.1)</i>	285
<i>Protezione contro le scariche atmosferiche (par. S.10.6.4)</i>	288
<i>Impianti di sollevamento e trasporto di cose e persone (par. S.10.6.5)</i>	288
Sezione V - Regole tecniche verticali	289
<i>Cap. V.1 Aree a rischio specifico</i>	289
<i>Cap. V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive</i>	289
<i>Cap. V.3 Vani degli ascensori</i>	289
Confronto tra gli esiti delle due progettazioni	291
Considerazioni a commento	293
Bibliografia	295
Fonti immagini	296

Introduzione

La progettazione della sicurezza antincendio nelle attività soggette alle visite ed ai controlli dei Vigili del Fuoco, finalizzata alla riduzione della probabilità di insorgenza di un incendio e alla limitazione delle relative conseguenze, è sancita dal d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151 e, se luoghi di lavoro, è assoggettata anche alle previsioni del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. (Testo Unico sulla salute e sicurezza).

Tale progettazione si basa sulla preliminare valutazione del rischio d'incendio e può seguire un approccio progettuale di tipo prescrittivo o di tipo prestazionale.

La progettazione antincendio, nel rispetto della normativa vigente, può quindi essere effettuata elaborando soluzioni tecniche flessibili e aderenti alle specifiche caratteristiche ed esigenze delle attività esaminate (metodologia prestazionale).

In questo contesto si inserisce il "*Codice di prevenzione incendi*" (d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i.) che si propone, privilegiando l'approccio flessibile, come promotore del cambiamento e 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 al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio, caratterizzato da un linguaggio allineato con gli standard internazionali.

La strategia antincendio in esso descritta, in funzione dei livelli di prestazione scelti, garantisce i prefissati obiettivi di sicurezza, mediante l'adozione di diverse soluzioni progettuali, grazie all'apporto ed alla compresenza delle varie misure antincendio (approccio di tipo olistico).

A seguito dell'emanazione del Codice, il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ha iniziato ad implementare la Sezione V (Regole tecniche verticali), che originariamente prevedeva solamente tre RTV di tipo trasversale o di servizio (applicabili a più attività, V.1 Aree a rischio specifico, V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive e V.3 Vani degli ascensori), emanando nel tempo una serie di ulteriori specifiche RTV mirando, nel lungo termine, a sostituire gradualmente l'attuale corpo normativo sugellando, a regime, il passaggio dall'approccio prescrittivo tradizionale a quello basato sulla ormai nota metodologia prestazionale del Codice, per tutte le attività normate.

Sono state pertanto emanate, ad oggi, le seguenti RTV:

- V.4 Uffici
- V.5 Attività ricettive turistico-alberghiere
- V.6 Autorimesse
- V.7 Attività scolastiche
- V.8 Attività commerciali
- V.9 Asili nido
- V.10 Musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati
- V.11 Strutture sanitarie
- V.12 Altre attività in edifici tutelati
- V.13 Chiusure d'ambito degli edifici civili
- V.14 Edifici di civile abitazione
- V.15 Attività di intrattenimento e di spettacolo a carattere pubblico

Con il d.m. 26 luglio 2022, sono state emanate le norme tecniche di prevenzione incendi per gli stabilimenti ed impianti di stoccaggio e trattamento rifiuti.

La norma, seppur connotata dalla consueta struttura delle RTV, al momento, non è inserita nel Codice ma, come stabilito all'art. 3 del decreto, si applica in combinazione con le sezioni G, S, V, limitatamente ai Capp. V.1, V.2 e V.3, e M restituendo, di fatto, quale metodologia di progettazione della sicurezza antincendi quella del Codice.

Peraltro, nel 2019 sono stati emanati due fondamentali decreti che hanno apportato sensibili modifiche al Codice, sia negli aspetti inerenti il campo di applicazione che in relazione agli aspetti tecnici contenuti nell'allegato 1.

Infatti, con il d.m. 12 aprile 2019 viene esteso il campo di applicazione delle attività progettabili con il "Codice" ed eliminato per molte attività il cosiddetto "doppio binario", ovvero la possibilità di scelta, da parte del progettista, tra l'applicazione delle normative tradizionali preesistenti rispetto al Codice e l'approccio prestazionale costituito da quest'ultimo.

Con il d.m. 18 ottobre 2019, invece, è stato interamente sostituito l'allegato 1 del Codice, modificando e/o integrando alcune previsioni relative alle misure tecniche di prevenzione incendi di cui alle Sezioni G, S, V, limitatamente ai Capp. V.1, V.2 e V.3, e M, sulla base delle esperienze maturate nel primo triennio di applicazione del Codice. Conseguentemente a tali aggiornamenti, taluni particolarmente radicali, come ad esempio per la misura antincendio S.4 *Esodo*, si è reso necessario apportare alcuni aggiustamenti, mediante il d.m. 14 febbraio 2020 e il d.m. 6 aprile 2020, anche alla Sezione V ed alle nuove RTV di recente emanazione (V.4 ÷ V.8).

Il d.m. 24 novembre 2021 ha quindi introdotte ulteriori modifiche all'allegato 1 del Codice, in particolare per locali molto affollati, proprio in vista della emanazione della RTV V.15 "Attività di intrattenimento e di spettacolo a carattere pubblico".

In definitiva, risultano, ad oggi, 49¹ le attività soggette comprese nel citato allegato I di cui al d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, per le quali la Regola Tecnica Orizzontale (RTO) del Codice rappresenta l'unico riferimento progettuale possibile.

Ad oggi, le varie RTV emanate e ricomprese nel testo coordinato del Codice sono le seguenti:

- d.m. 8 giugno 2016: V.4 "Uffici"
- d.m. 9 agosto 2016: V.5 "Attività ricettive turistico - alberghiere"
- d.m. 21 febbraio 2017: V.6 "Attività di autorimessa"
- d.m. 7 agosto 2017: V.7 "Attività scolastiche"
- d.m. 23 novembre 2018: V.8 "Attività commerciali"
- d.m. 14 febbraio 2020: aggiornamento dei Capp. V.4, V.5, V.6, V.7, V.8
- d.m. 6 aprile 2020: V.9 "Asili nido", correzione refusi nei parr. V.4.2, V.7.2 e tab. V.5-2
- d.m. 15 maggio 2020: aggiornamento del Cap. V.6 "Attività di autorimessa"
- d.m. 10 luglio 2020: V.10 "Musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati"
- d.m. 29 marzo 2021: V.11 "Strutture sanitarie"
- d.m. 14 ottobre 2021: V.12 "Altre attività in edifici tutelati"
- d.m. 30 marzo 2022: V.13 "Chiusure d'ambito degli edifici civili"
- d.m. 19 maggio 2022: V.14 "Edifici di civile abitazione"
- d.m. 22 novembre 2022: V.15 "Attività di intrattenimento e di spettacolo a carattere pubblico"

Come detto, avendo il d.m. 12 aprile 2019 determinato la fine del cosiddetto "doppio binario", per le attività soggette e non normate non esiste più la possibilità di scegliere il criterio progettuale da utilizzare tra il Codice e i preesistenti criteri tecnici. L'utilizzo del Codice è pertanto ormai obbligatorio; tuttavia, tale "doppio binario" permane esclusivamente per le attività per le quali è presente una regola tecnica verticale di tipo tradizionale ancora vigente, ad eccezione delle autorimesse.

Ad esempio, ad oggi, è possibile progettare un'attività uffici secondo la V.4 oppure utilizzando il d.m. 22 febbraio 2006; viceversa, essendo stato abrogato il d.m. 1 febbraio 1986², un'autorimessa può essere progettata unicamente mediante l'applicazione della V.6.

Ulteriori RTV sono in fase di pubblicazione, notificate alla Commissione europea, o allo studio dei quadri dirigenti del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

Tanto premesso, al fine di fornire un seguito alla precedente collana di Quaderni tecnici, inerenti le Sezioni S ed M del Codice³, incentrata sull'illustrazione delle

¹ Compresa quella con RTV per le quali vale il doppio binario (tranne V.6).

² L'art. 3, comma 3 del d.m. 15 maggio 2020 prevede che "Per gli interventi di modifica ovvero di ampliamento delle autorimesse esistenti alla data di entrata in vigore del presente decreto, si applicano le disposizioni previste dall'art. 2, commi 3 e 4 del decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, come modificato dal decreto del Ministro dell'interno 12 aprile 2019." In estrema sintesi, gli interventi di modifica o adeguamento su autorimesse esistenti vanno progettati con il Codice "a condizione che le misure di sicurezza antincendio esistenti, nella parte dell'attività non interessata dall'intervento, siano compatibili con gli interventi da realizzare". Solo qualora vi sia tale incompatibilità, si potrà progettare gli interventi su autorimesse esistenti con il d.m. 1 febbraio 1986.

³ (<https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/pubbl-codice-prevenzione-incendi-presentazione-2020.html>)

potenzialità del Codice, sulla base di esempi pratici di progettazione, si intende ora, mediante una nuova collana, focalizzare l'attenzione sulla Sezione V e, con il medesimo approccio pratico, fondato sullo sviluppo di casi studio, saranno prese in rassegna le diverse RTV emanate, con l'ottica di illustrare l'applicazione dei nuovi strumenti normativi e di evidenziare gli esiti delle progettazioni del medesimo caso studio, affrontato con le due metodologie applicabili, costituite dalla vecchia normativa prescrittiva e dalla nuova RTO, come integrata dalla rispettiva RTV.

Obiettivi

Come per la precedente collana di Quaderni tecnici, inerenti le Sezioni S ed M del Codice, citata nell'introduzione, anche stavolta s'intende utilizzare la metodologia del caso studio, usualmente adottata nel campo della ricerca empirica come strumento 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, nell'ambito dell'utilizzo della Sezione V, illustrandone l'applicazione pratica in contesti reali.

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

L'obiettivo specifico del ricorso al caso studio, quindi, non è quello di risolvere un problema, bensì di fornire al lettore strumenti pratici volti ad affrontare le varie problematiche reali e ad inquadrare le stesse nel contesto del protocollo fornito dal Codice.



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

Il caso studio trattato si riferisce 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.

Formule, valutazioni, grafici e tabelle e modelli di calcolo impiegati sono riportati al solo fine divulgativo e pertanto viene declinata qualsiasi responsabilità in merito all'effettivo utilizzo degli stessi.

Pur garantendo la massima cura nell'allestimento della pubblicazione, si declina ogni responsabilità per eventuali errori od omissioni e, in merito all'eventuale concreta applicazione delle soluzioni tecniche illustrate, per eventuali danni risultanti dall'uso delle informazioni contenute nella medesima.

Nella presente pubblicazione sarà affrontata la progettazione di una scuola esistente oggetto di ristrutturazione, confrontandone gli esiti risultanti, sia mediante il d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i. (regola tecnica verticale tradizionale pre Codice) che secondo la V.7, “nuova” regola tecnica verticale, che integra, in base alle proprie specificità e per le soluzioni conformi, le imprescindibili e ineludibili indicazioni fornite dalla regola tecnica orizzontale costituita dal Codice.

Le differenze tra l’approccio prescrittivo e quello prestazionale

La progettazione della sicurezza antincendi può essere approcciata utilizzando due diverse metodologie.

L’approccio prescrittivo, di natura deterministica, storicamente utilizzato nella normativa italiana, è caratterizzato da un insieme di norme, per l’appunto, prescrittive, che richiedono al progettista l’applicazione pedissequa del disposto normativo senza particolari spazi di manovra e senza poter incidere nella progettazione dell’attività esaminata.

I vantaggi dell’approccio prescrittivo consistono nella sua agevole e omogenea applicazione da parte del progettista e, lato “controllori”, nella ragionevole aspettativa di uniformità di giudizio.

D’altro canto, gli svantaggi maggiori di tale metodologia risiedono nell’estrema rigidità che si manifesta nelle prescrizioni previste dal normatore che, sovente, obbliga il progettista a dover ricorrere all’istituto della deroga.

L’approccio prestazionale, di tipo ingegneristico (*Fire Safety Engineering*), di origine anglosassone, è fondato, invece, sullo studio dell’evoluzione dinamica dell’incendio e sulla previsione scientifica della prestazione dell’attività progettata, mediante l’utilizzo di opportuni modelli di calcolo.

Il pregio principale di questo secondo approccio risiede nell’estrema flessibilità della metodologia, che permette, con tutte le limitazioni del caso, di simulare incendi anche molto complessi.

D’altro canto, anche per tale approccio si rilevano alcuni limiti consistenti nella validazione dei modelli di calcolo, nella forte richiesta di preparazione del progettista (ed dei “controllori”) e, laddove vengano utilizzati modelli di campo⁴, discreti oneri computazionali che richiedono idonei supporti hardware e software.

⁴ I modelli di campo forniscono la stima dell’evoluzione dell’incendio in un unico volume, risolvendo per via numerica le equazioni fondamentali del flusso dei fluidi risultante da un incendio (equazioni di Navier-Stokes). Tale approccio è sviluppato attraverso i metodi alle differenze finite, agli elementi finiti o degli elementi di confine. Si veda, ad esempio, <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/pubbl-metodi-per-ingegneria-sicurezza-antincendio.html>.

Nel nostro Paese, prima dell'avvento del Codice, l'utilizzo della *Fire Safety Engineering* ha riguardato, essenzialmente, la progettazione di attività non normate e, laddove si istruiva una richiesta di deroga a norme prescrittive di attività normate, al fine di dimostrare il raggiungimento di condizioni di sicurezza equivalente.

La *Fire Safety Engineering* costituisce uno strumento dalle enormi potenzialità; tuttavia, come accennato, richiede al progettista un elevato livello di competenza, considerevoli tempi per la progettazione, elevata etica professionale e, in definitiva, costi di progettazione più elevati per la committenza.

Del resto, però essa, ed è questo uno degli aspetti peculiari dell'approccio prestazionale, consente al progettista di adottare le soluzioni progettuali più adatte allo specifico contesto nel quale va ad operare e al committente potenziali risparmi economici, ben inteso, a parità di sicurezza antincendio.

Il Codice, in quanto *Regola Tecnica Orizzontale*, ovvero regola tecnica applicabile a tutte le attività, predilige l'approccio prestazionale alla sicurezza antincendio, volto all'individuazione del livello di prestazione richiesto da una specifica misura antincendio ed alla verifica del suo raggiungimento.

La *soluzione alternativa* prevista dal Codice applicando, in via prioritaria ma non esclusiva, i *Metodi* suggeriti nella Sezione M, pertanto, si può considerare come eseguita "su misura" dal progettista per ciascuno specifico contesto analizzato.

In tal modo, il progettista è assoluto artefice della progettazione e la flessibilità, caratteristica peculiare del Codice, assicura la massima applicabilità della norma a qualsiasi situazione.

Sinteticamente si rammenta che la Sezione M del Codice descrive la metodologia di progettazione dell'ingegneria della sicurezza antincendio.

Tale approccio metodologico viene adottato anche in soluzione conforme, essendo richiesto al progettista di individuare il livello di prestazione adeguato per ogni misura antincendio e verificandone indirettamente il relativo raggiungimento.

L'applicazione dei principi dell'ingegneria della sicurezza antincendio consente, analogamente alle altre discipline ingegneristiche, di definire soluzioni idonee al raggiungimento di obiettivi progettuali mediante analisi di tipo quantitativo.

Nel Cap. M.1 si descrive in dettaglio la metodologia di progettazione dell'ingegneria della sicurezza antincendio (o *progettazione antincendio prestazionale*).

Per altri aspetti tecnici della progettazione antincendio prestazionale debbono essere impiegate le indicazioni riportati nei seguenti capitoli:

- Cap. M.2 Scenari d'incendio per la progettazione prestazionale;
- Cap. M.3 Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale.

Per gli aspetti della progettazione antincendio prestazionale non esplicitamente definiti nel Codice si può fare riferimento alla regola dell'arte internazionale.

Il Codice di prevenzione incendi

Rinviando, ad esempio, alla prima delle nove pubblicazioni della precedente collana di Quaderni tecnici in merito all'illustrazione del Codice e della propria strutturazione, nonché al sito ufficiale del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco <https://www.vigilfuoco.it/asp/asp/page.aspx?ldPage=10259> per la sua consultazione nella versione aggiornata, in questa sede si richiamano, brevemente, alcuni concetti peculiari di questo fondamentale strumento normativo nel campo della prevenzione incendi.

Il Codice ha introdotto norme che potremmo definire "semi-prescrittive" che consentono il ricorso a soluzioni conformi o alternative (*sezione M - Metodi*) e segna il passaggio da una metodologia prescrittiva, dove la valutazione del rischio d'incendio così come la definizione di soluzioni progettuali era fatta dal normatore, sulla base di criteri di sicurezza applicati dal normatore e non noti, ad una metodologia prestazionale che attinge a piene mani alle nuove tecniche dell'ingegneria antincendio (*Fire Safety Engineering*).

A garantire un ottimale rapporto tra il livello di sicurezza e i costi della soluzione adottata contribuiscono, da una parte, le misure tecniche (compartimentazione, sistemi di allarme, ecc.) e, dall'altra, le misure gestionali (sorveglianza, controlli, ecc.) che acquistano pari dignità nella nuova concezione della progettazione antincendio. Progettare la sicurezza antincendio significa individuare le soluzioni tecniche finalizzate al raggiungimento degli obiettivi primari (sicurezza della vita umana, incolumità delle persone e tutela dei beni e dell'ambiente in caso di incendio); il raggiungimento degli stessi si considera soddisfatto se le attività sono progettate, realizzate e gestite in maniera da:

- minimizzare cause incendio o di esplosione;
- garantire la stabilità delle strutture;
- limitare la produzione e la propagazione di un incendio all'interno dell'attività;
- limitare la propagazione di un incendio alle attività contigue;
- limitare gli effetti di un'esplosione;
- garantire la possibilità che gli occupanti lascino l'attività autonomamente o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
- garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
- tutelare gli edifici pregevoli per arte e storia;
- garantire la continuità di esercizio per le opere strategiche;
- prevenire il danno ambientale e limitare la compromissione dell'ambiente in caso di incendio.

La metodologia di valutazione del rischio d'incendio è il processo di analisi che, partendo dalla conoscenza scientifica della combustione, consente di stimare gli effetti dell'incendio e del comportamento umano, in termini di probabilità di accadimento e di danno.

Il progettista, pertanto, individua i pericoli di incendio presenti nell'attività (sostanze pericolose e modalità di stoccaggio, carico di incendio, impianti, macchine ecc.) e, in funzione delle condizioni strutturali dell'edificio (geometria, distanziamenti, isolamento, viabilità layout aziendali, ecc.), dell'organizzazione (affollamento, turni di lavoro, formazione ecc.) e delle caratteristiche della specifica attività (lavorazioni, processi, ecc.), sviluppa un'attenta valutazione del rischio di incendio dell'attività, finalizzata all'individuazione delle più severe e credibili ipotesi di incendio e le conseguenze che da esso ne derivano, anche quando si progetta in maniera semi-prescrittiva e si ricorre alle soluzioni conformi.

Tale valutazione è centrale nell'ambito della progettazione, consentendo al progettista di adottare correttamente le soluzioni progettuali previste dal Codice, eventualmente, perfezionandole in base alle risultanze dell'analisi eseguita.

In esito alla valutazione del rischio, il progettista dovrà individuare anche compartimenti, ambiti e opere da costruzione, al fine di individuare correttamente i livelli di prestazione da attribuire.

Il processo di valutazione del rischio incendio o esplosione è di tipo iterativo, dal momento che può essere soggetto a rivalutazione da parte del progettista in funzione delle misure antincendio da adottare per raggiungere i relativi livelli di prestazione. Espletata la valutazione del rischio incendio ed esplosione per l'attività, il progettista attribuisce un valore per ciascuno dei tre profili di rischio e per ciascuno dei compartimenti/ambiti cui sono riferiti, secondo le indicazioni contenute nel Codice:

- R_{vita} *profilo di rischio* relativo alla salvaguardia umana;
- R_{beni} *profilo di rischio* relativo alla salvaguardia dei beni economici;
- $R_{ambiente}$ *profilo di rischio* relativo alla tutela dell'ambiente dagli effetti dell'incendio.

I profili di rischio R_{vita} , R_{beni} e $R_{ambiente}$ sono definibili come degli indicatori speditivi della tipologia di rischio presente negli ambiti dell'attività ma in nessun caso sostituiscono la valutazione del rischio di incendio!

Attraverso la loro determinazione il progettista è guidato (non costretto!) all'attribuzione dei livelli di prestazione, ricorrendo ai criteri di attribuzione generalmente accettati o ad uno dei metodi di cui al par. G.2.7, ovvero alla individuazione delle misure antincendio.

La valutazione del rischio (probabilità di accadimento e danno eventuale) è funzione della misura assegnata a R_{vita} , R_{beni} e $R_{ambiente}$ ed agli altri indicatori di pericolosità (geometria complessa, affollamento, lavorazioni pericolose, ecc.) scaturiti dalla valutazione del rischio d'incendio.

Se non diversamente indicato, o determinato in esito a specifica valutazione del rischio, il profilo di rischio $R_{ambiente}$ è ritenuto non significativo negli ambiti protetti da impianti o sistemi automatici di completa estinzione dell'incendio (Cap. 5.6) a disponibilità superiore e nelle attività civili.

Le operazioni di soccorso dei VV.F. sono escluse dalla valutazione del rischio ambientale.



PROFILI DI RISCHIO

Una volta effettuata la valutazione del rischio incendio ed esplosione, individuati i suddetti profili di rischio ed in funzione di altri parametri caratterizzanti la specifica attività, il progettista è chiamato a definire tutte le misure antincendio del Codice attribuendo, per ciascuna, i pertinenti livelli di prestazione in funzione degli obiettivi di sicurezza da raggiungere e degli esiti delle suddette valutazioni, che sono parte di un processo iterativo di progettazione.

Per ogni livello di prestazione di ciascuna misura antincendio sono previste diverse soluzioni progettuali.

La soluzione progettuale scelta deve garantire il raggiungimento del livello di prestazione.

Le soluzioni progettuali che sono previste dal Codice sono:



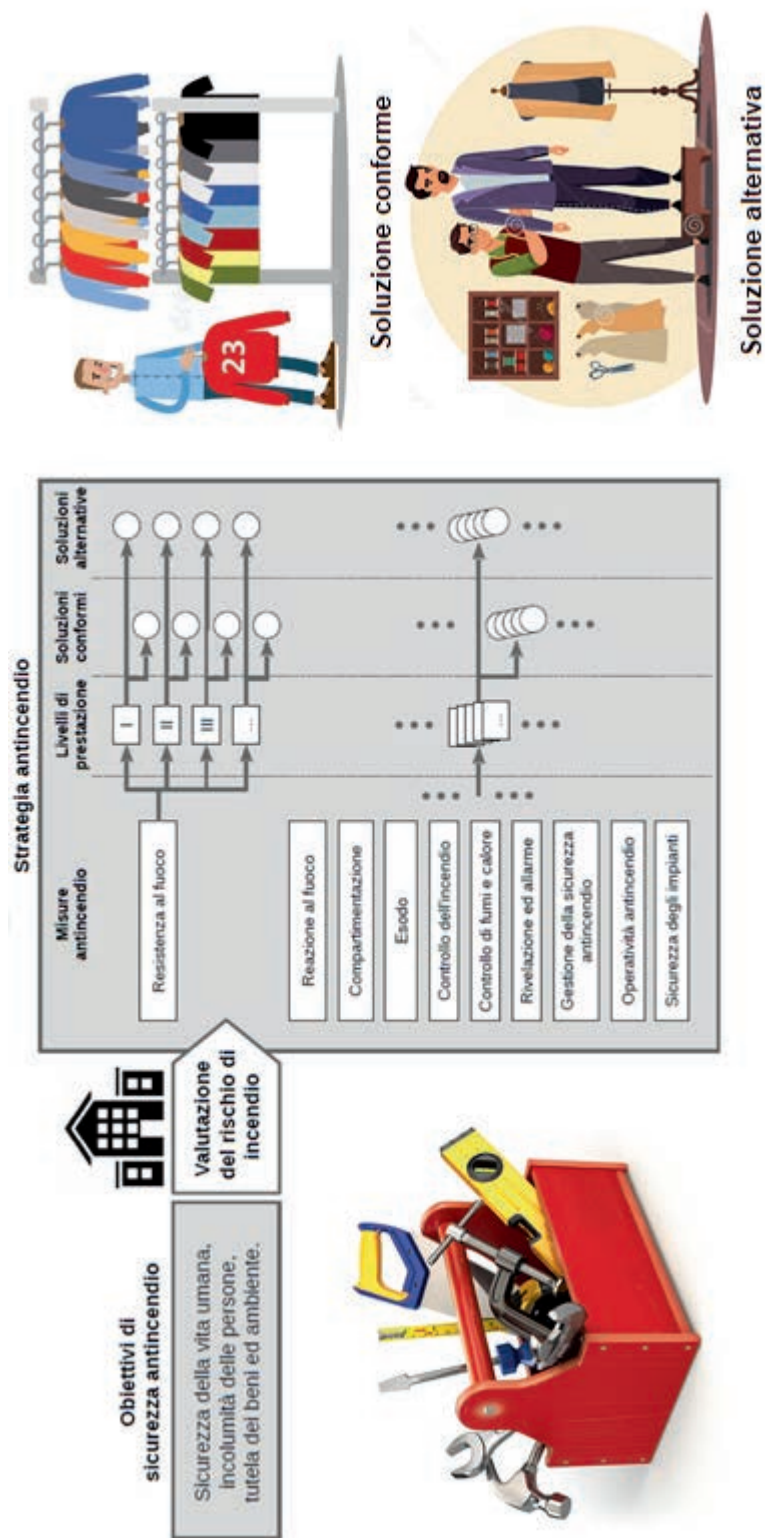
SOLUZIONI PROGETTUALI

La novità del Codice consiste nell'ammettere soluzioni *alternative*: il progettista può sviluppare soluzioni progettuali diverse da quelle *conformi*, trovarne una *alternativa*, ovvero, in via residuale, una *in deroga* (G.2.8), fatto salvo doverne dimostrare il medesimo livello di sicurezza antincendio di quello conforme.

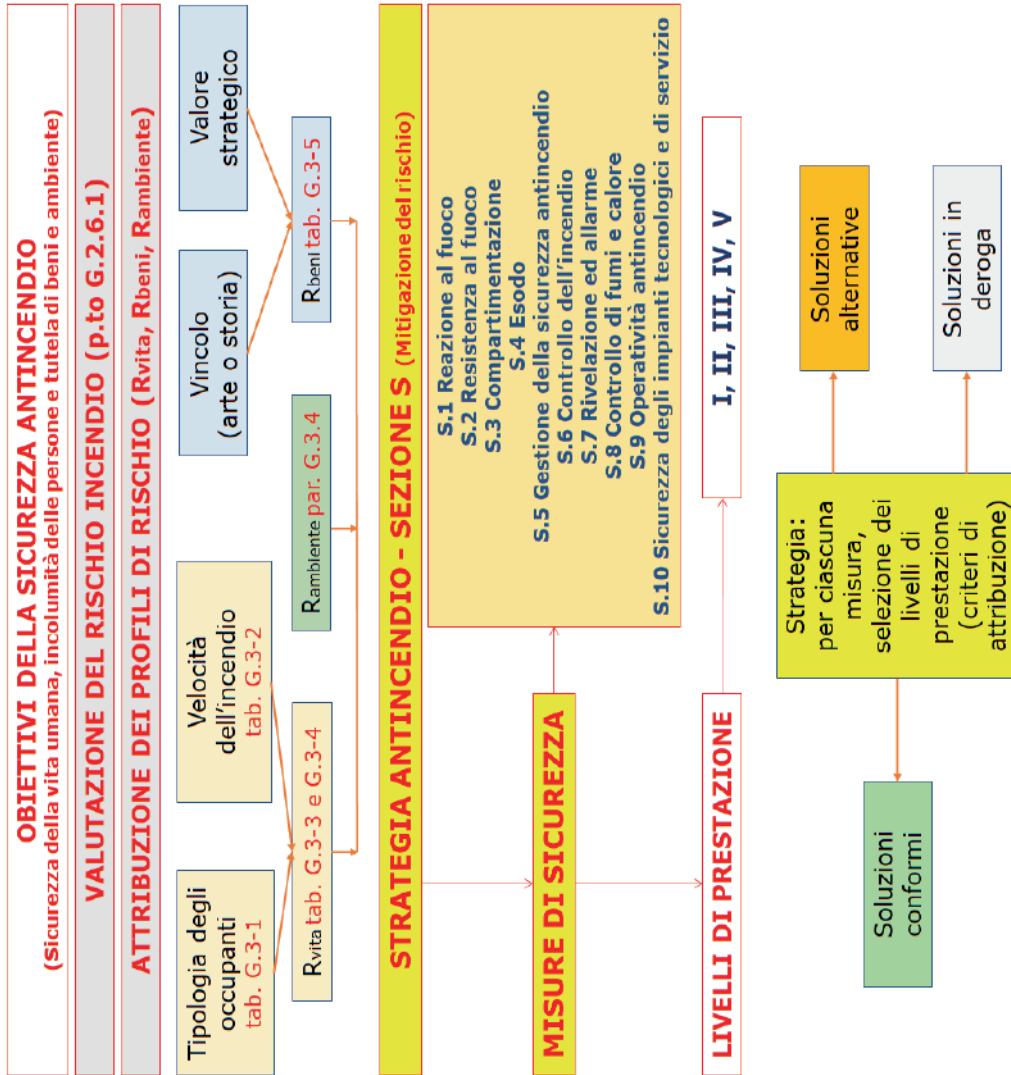
Il Codice, come detto, rappresenta la regola generale (RTO) per tutte le attività non dotate di RTV.

Per le attività dotate di RTV occorre prioritariamente effettuare la valutazione del rischio, tenendo conto delle specificità previste dalla RTV, quindi attribuire i livelli di prestazione previsti dalla RTO per le misure antincendio che compongono la strategia antincendio e infine modificare o integrare le *soluzioni conformi* della RTO con quelle di cui alla RTV (solo la V.6 prevede indicazioni anche per le *soluzioni alternative*, in particolare per la sola resistenza al fuoco).

Laddove la RTV non fornisca indicazioni specifiche per una misura (es.: la V.6 per la S.9), in tal caso, si dovrà far riferimento esclusivamente alle pertinenti indicazioni contenute nella sezione S della RTO quindi, per l'esempio in argomento, al Cap. S.9 *Operatività antincendio*.



CAP. G.2 - PROGETTAZIONE PER LA SICUREZZA ANTINCENDIO



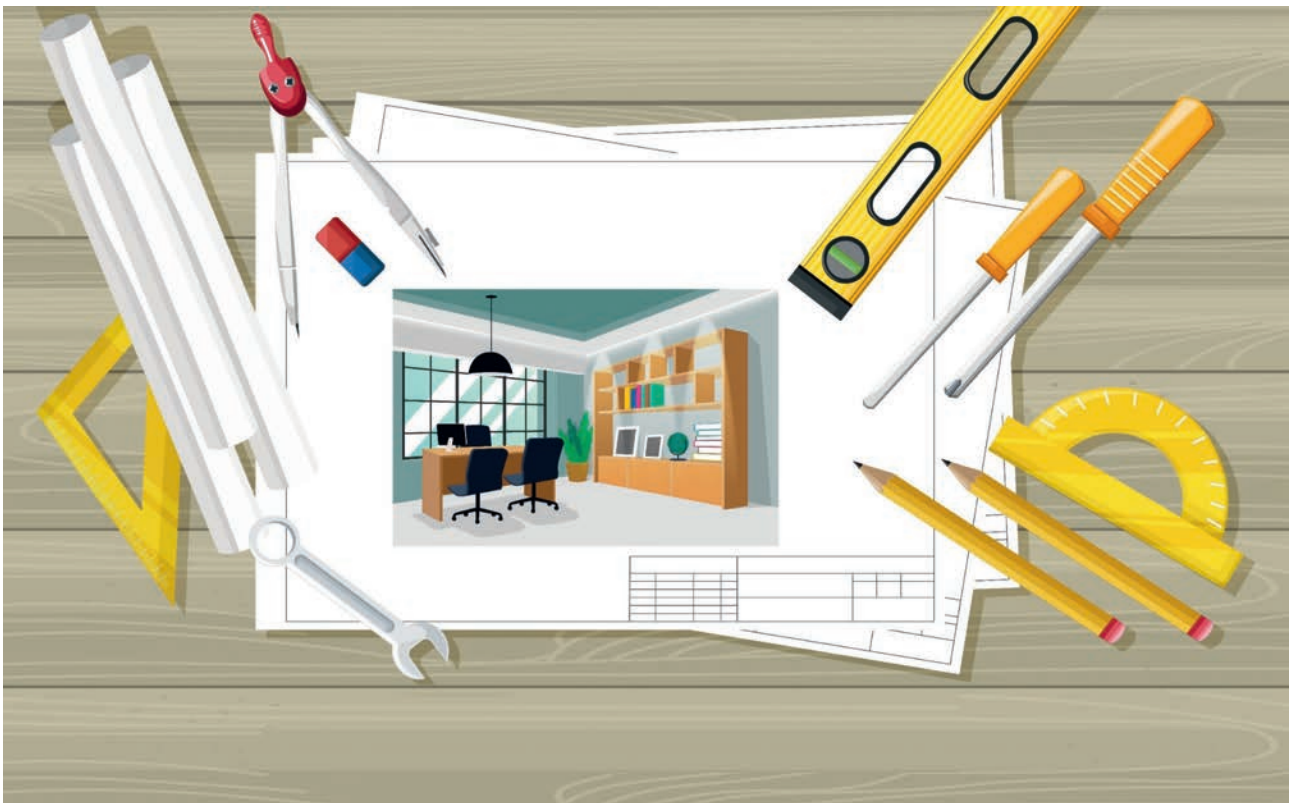
ITER PER L'ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI PRESTAZIONE ALLE MISURE DELLA STRATEGIA E DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

Attività scolastiche - la normativa applicabile

Per la progettazione di un'attività scolastica è (ancora⁵) possibile seguire due strade, *alternative* fra loro:

- ✓ applicare la RTV tradizionale di cui al d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i.;
- ✓ applicare il Codice, come integrato dalla nuova RTV di cui al d.m. 7 agosto 2017 e s.m.i.⁶: V.7 "Attività scolastiche".

Si segnala che, individuata una delle due scelte progettuali, occorre percorrere *per intero* l'iter previsto dalla norma individuata, essendo le due RTV alternative e non complementari.



⁵ Come detto, per queste tipologie di attività, fino all'abrogazione delle RTV tradizionali, permane la possibilità del cosiddetto "doppio binario".

⁶ Vedi modifiche intervenute con il d.m. 14 febbraio 2020 e d.m. 6 aprile 2020.

Appare pertanto evidente quanto la scelta di una o dell'altra norma di riferimento possa poi condurre, agli esiti dell'iter progettuale, a conseguenze potenzialmente assai diverse in termini di:

- costi di progettazione;
- costi per l'adeguamento antincendio dell'attività (impianti e strutture);
- possibilità di ricorrere a soluzioni alternative in luogo di eventuali istanze di deroga;
- vincoli e oneri per la gestione futura dell'attività a carico del responsabile dell'attività.

L'attento progettista, pertanto, eseguirà prioritariamente una sommaria valutazione di fattibilità finalizzata a valutare, nello specifico contesto, quale RTV convenga utilizzare in funzione degli obiettivi prestabiliti, al budget a disposizione del committente e ai costi presumibili per gli interventi di adeguamento antincendio e di gestione dell'attività.

Il d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i.

Il d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i. “Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica”, soggetto ad alcune modifiche nel corso degli anni successivi, tratta la prevenzione incendi nelle attività scolastiche.

Più in dettaglio, rinviando alla lettura del disposto normativo, il decreto ha per oggetto i criteri di sicurezza antincendi da applicare negli edifici e nei locali adibiti a scuole, di qualsiasi tipo, ordine e grado, allo scopo di tutelare l'incolumità delle persone e salvaguardare i beni contro il rischio di incendio.

Tali norme si applicano agli edifici ed ai locali di cui al punto 1.0 di nuova costruzione o agli edifici esistenti in caso di ristrutturazioni che comportino modifiche sostanziali, i cui progetti siano presentati agli organi competenti per le approvazioni previste dalle vigenti disposizioni, dopo l'entrata in vigore del presente decreto.

Si intendono per modifiche sostanziali lavori che comportino il rifacimento di oltre il 50% dei solai o il rifacimento strutturale delle scale o l'aumento di altezza.

Per gli edifici esistenti si applicano le disposizioni contenute nel punto 13 del decreto (*Norme transitorie*⁷).

Le scuole vengono suddivise, in relazione alle presenze effettive contemporanee in esse prevedibili di studenti e di personale docente e non docente, nei seguenti tipi:

- tipo 0: scuole con numero di presenze contemporanee fino a 100 persone;
- tipo 1: scuole con numero di presenze contemporanee da 101 a 300 persone;
- tipo 2: scuole con numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone;
- tipo 3: scuole con numero di presenze contemporanee da 501 a 800 persone;
- tipo 4: scuole con numero di presenze contemporanee da 801 a 1200 persone;
- tipo 5: scuole con numero di presenze contemporanee oltre le 1200 persone.

Alle scuole di tipo «0» si applicano le particolari norme di sicurezza di cui al punto 11 del decreto.

Ogni edificio, facente parte di un complesso scolastico, purché non comunicante con altri edifici, rientra nella categoria riferita al proprio affollamento.

⁷ Il termine dei cinque anni, riportato nelle norme transitorie del decreto, nel corso degli anni, è stato prorogato a più riprese; l'ultima proroga è stabilita nella l. n. 14 del 24 febbraio 2023 prevedendo che: “Il termine per l'adeguamento alla normativa antincendio per gli edifici scolastici ed i locali adibiti a scuola, nonché per le strutture nell'ambito delle quali sono erogati percorsi di istruzione e formazione professionale (leFP) e di istruzione e formazione tecnica superiore (IFTS), per i quali, alla data di entrata in vigore del presente decreto, non si sia ancora provveduto al predetto adeguamento, è stabilito al 31 dicembre 2024”.



La Regola Tecnica Verticale V.7

Il d.m. 7 agosto 2017 e s.m.i.⁸ "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività scolastiche", costituisce RTV di prevenzione incendi per tali attività.

La V.7 prevede, al par. V.7.2, le seguenti classificazioni:

- in relazione al *numero di occupanti n*:
 - OA: $100 < n \leq 300$;
 - OB: $300 < n \leq 500$;
 - OC: $500 < n \leq 800$;
 - OD: $800 < n \leq 1200$;
 - OE: $n > 1200$.

- in relazione alla *massima quota dei piani h*:
 - HA: $h \leq 12$ m;
 - HB: 12 m $< h \leq 24$ m;
 - HC: 24 m $< h \leq 32$ m;
 - HD: 32 m $< h \leq 54$ m;
 - HE: $h > 54$ m.

⁸ Vedi modifiche intervenute con il d.m. 14 febbraio 2020 e d.m. 6 aprile 2020.

Le aree dell'attività sono classificate come segue:

- TA: locali destinati ad attività didattica e spazi comuni;
- TM: depositi o archivi di superficie lorda > 25 m² e carico di incendio specifico $q_f > 600 \text{ MJ/m}^2$;
- TO: locali con affollamento > 100 persone;
Nota Ad esempio: aula magna, mensa, ...
- TK: locali ove si detengano o trattino sostanze o miscele pericolose o si effettuino lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione; locali con carico di incendio specifico $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$;
Nota Ad esempio: laboratori chimici, officine, sale prova motori, laboratori di saldatura, locali per lo stoccaggio di liquidi infiammabili, ...
- TT: locali in cui siano presenti quantità significative di apparecchiature elettriche ed elettroniche, locali tecnici rilevanti ai fini della sicurezza antincendio;
Nota Ad esempio: centri elaborazione dati, stamperie, cabine elettriche, ...
Nota Ad esempio: le aule di informatica possono rientrare sia in TA che in TT, in tal caso devono rispettare tutte le relative prescrizioni.
- TZ: altre aree.

Sono considerate aree a rischio specifico (capitolo V.1) almeno le aree TK.

Al par. V.7.3 la RTV specifica, in merito alla valutazione del rischio di incendio, che la progettazione della sicurezza antincendio deve essere effettuata attuando la metodologia di cui al Cap. G.2 e che i profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al Cap. G.3⁹.

Al par. V.7.4 la RTV specifica, in merito alla strategia antincendio, che debbono essere applicate tutte le misure antincendio della RTO attribuendo i livelli di prestazione secondo i criteri in esse definiti, fermo restando le indicazioni (di seguito riportate) complementari o sostitutive delle *soluzioni conformi* previste dai corrispondenti livelli di prestazione della RTO.

Debbono essere applicate le prescrizioni del Cap. V.1 in merito alle aree a rischio specifico e le prescrizioni delle altre regole tecniche verticali, ove pertinenti.

È ammesso l'uso dei locali per altre attività non funzionalmente connesse all'attività scolastica (es.: attività sportive di società esterne, conferenze aperte al pubblico, attività teatrali, ecc.) nel rispetto delle regole tecniche di prevenzione incendi applicabili e compatibilmente con la sicurezza di tutte le attività contemporaneamente esercite.

⁹ Si tenga anche conto del punto 3 del par. G.2.6.1 che prevede che, qualora siano disponibili pertinenti regole tecniche verticali, la valutazione del rischio d'incendio da parte del progettista è limitata agli aspetti peculiari della specifica attività trattata.

Più in dettaglio, per le misure antincendio esaminate nella V.7, è previsto quanto segue:

V.7.4.1 Reazione al fuoco¹⁰

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. 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).

V.7.4.2 Resistenza al fuoco¹¹

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

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

TABELLA V.7-1: CLASSI DI RESISTENZA AL FUOCO

¹⁰ Per tale misura occorre applicare l'iter logico della RTO, fermo restando il rispetto delle specifiche indicazioni previste nella V.7. In sintesi, la V.7 prevede per le vie di esodo verticali e per i percorsi d'esodo orizzontali l'installazione di materiali appartenenti esclusivamente al gruppo GM2 che, come previsto al Cap. S.1, corrisponde al livello di prestazione III.

Per i restanti ambienti dell'attività scolastica, la RTV non prevede altro e sarà pertanto necessario adottare le indicazioni fornite dalla RTO; in particolare, per le aree TA, associabili in prima approssimazione ad un profilo di rischio A2-A3, sarà sufficiente garantire un livello di prestazione I.

In definitiva, si osserva che per la misura reazione al fuoco, la RTV è solo parzialmente allineata alle corrispondenti prescrizioni della RTO, in quanto, per le vie di esodo, si è ritenuto opportuno richiedere un superiore livello di prestazione, considerate la destinazione d'uso e la prevedibile complessità delle operazioni di esodo in sicurezza degli occupanti.

¹¹ In funzione delle peculiarità dell'attività, mediante la tabella dei criteri di attribuzione, sarà fissato il livello richiesto di prestazione per tale misura e, di conseguenza, adottate le misure antincendio previste al Cap. S.2, fermo restando che siano garantite le classi minime di cui alla tab. V.7-1.

Ad esempio, in un'attività con quota massima dei piani sino a 12 m, una ipotetica classe 45, ricavata dalla tab. S.2-3, risulterebbe idonea per i piani fuori terra (la tab. V.7.1 prevede infatti la classe minima 30) ma insufficiente per quelli interrati, per i quali occorrerà garantire la classe 60.

Al comma 2, invece, è stato previsto che, per particolari tipologie di edifici, per le quali si ritiene ragionevolmente credibile una gestione autonoma dell'emergenza, è consentito il livello I di resistenza al fuoco, ossia, nessun requisito specifico ai fini della resistenza al fuoco.

V.7.4.3 Compartimentazione¹²

1. Le aree di tipo TA, TO devono essere ubicate a quota di piano ≥ -5 m.
2. Le aree dell'attività devono avere le caratteristiche di compartimentazione (capitolo S.3) previste in tabella V.7-2.

Area	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
TA	Nessun requisito aggiuntivo				
TM, TO, TT	Di tipo protetto				
TK	Di tipo protetto [1]		Il resto dell'attività deve essere a prova di fumo proveniente dall'area TK		
TZ	Secondo risultanze della valutazione del rischio				
[1] Di tipo protetto se ubicate a quota ≥ -5 m; in caso l'area TK sia ubicata a quota < -5 m, il resto dell'attività deve essere a prova di fumo proveniente dall'area TK.					

TABELLA V.7-2: COMPARTIMENTAZIONE

V.7.4.4 Gestione della sicurezza antincendio¹³

1. Nelle aree TA e TO deve essere affissa segnaletica indicante il massimo affollamento consentito (capitolo S.4).
2. Nella attività in cui è richiesto il livello di prestazione I di rivelazione ed allarme (capitolo S.7), deve essere prevista una procedura gestionale di sorveglianza periodica, durante l'orario di svolgimento dell'attività, delle aree TM e TK, se presenti.

Nota La sorveglianza periodica, che deve essere codificata nella pianificazione di emergenza (capitolo S.5), si esplica attraverso ispezioni visive delle aree, effettuate da parte di personale addetto appositamente incaricato, per la verifica dell'assenza di anomalie rispetto alle normali condizioni di esercizio.

¹² Si osserva, che per tale misura, la V.7 prevede indicazioni soltanto in relazione alle problematiche relative alla propagazione dell'incendio all'interno dell'attività. Tuttavia, non sarà sufficiente la sola adozione di tali prescrizioni, bensì dovranno essere applicate, in funzione del pertinente livello di prestazione, anche le ulteriori prescrizioni inerenti l'ubicazione dell'attività, la comunicazione con altre diverse attività nonché quelle relative alla limitazione della propagazione dell'incendio verso altre attività, di cui al Cap. S.3.

¹³ Quale integrazione delle misure di cui al Cap. S.5, in funzione del pertinente livello di prestazione, la V.7 prevede ulteriori misure di carattere gestionale in capo al responsabile dell'attività; in particolare, nelle attività per le quali la rivelazione e l'allarme sono demandate agli occupanti, il responsabile dell'attività deve prevedere un servizio di controllo periodico delle eventuali aree TM e TK, da attenzionare particolarmente, non rilevandosi in loco la presenza continua di persone.

V.7.4.5 Controllo dell'incendio¹⁴

1. Le aree dell'attività devono essere dotate di misure di controllo dell'incendio (capitolo S.6) secondo i livelli di prestazione in tabella V.7-3.
2. Ai fini della eventuale applicazione della norma UNI 10779, devono essere adottati i parametri riportati in tabella V.7-4.
3. Per la progettazione dell'eventuale impianto automatico di controllo o estinzione dell'incendio di tipo sprinkler secondo norma UNI EN 12845 devono essere adottati i parametri riportati in tabella V.7-5.

Area	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
TA, TM, TO, TT	II	III			
TK	III [1]		IV		
TZ	Secondo le risultanze della valutazione del rischio				
[1] Livello di prestazione IV, qualora ubicati a quota < -5 m					

TABELLA V.7-3: LIVELLI DI PRESTAZIONE PER IL CONTROLLO DELL'INCENDIO

Attività	Livello di pericolosità	Protezione esterna	Alimentazione idrica [1]
OA, OB, OC	1	Non richiesta	Singola [3]
OD, OE	2 [2]	Si [1]	Singola superiore
[1] Non richiesta per HA. [2] Per le eventuali aree TK presenti nella attività classificate HA, è richiesto almeno il livello di pericolosità 1. [3] È ammessa alimentazione idrica di tipo promiscuo.			

TABELLA V.7-4: PARAMETRI PROGETTUALI PER LA RETE IDRANTI SECONDO UNI 10779 E CARATTERISTICHE MINIME ALIMENTAZIONE IDRICA UNI EN 12845

Area	Alimentazione idrica
TK	Singola superiore [1]
[1] Per le eventuali aree TK inserite in attività OA, OB, OC alimentazione idrica singola.	

TABELLA V.7-5: PARAMETRI PROGETTUALI IMPIANTO SPRINKLER E CARATTERISTICHE MINIME ALIMENTAZIONE IDRICA SECONDO UNI EN 12845

¹⁴ In relazione a tale misura, la V.7 fissa i livelli di prestazione minimi da garantire, in funzione della tipologia degli ambienti e della quota massima dei piani. Si segnala che per attività sino a 12 m, fatta eccezione per le aree a rischio specifico, è ammesso un livello di prestazione II, corrispondente alla protezione di base. Inoltre, poiché si tratta di attività di tipo civile, è valida l'indicazione del Codice di preferire, come protezione interna, l'installazione di una rete di nappi, piuttosto che quella tradizionale ad idranti. Si osserva inoltre, in riferimento a tale misura, un'impostazione più precauzionale della RTV rispetto alla RTO; infatti, mentre al par. S.6.3 della RTO è ammesso un livello di prestazione II ove tutti i piani dell'attività sono a quota inferiore a 32 m, nella V.7, invece, è previsto il livello di prestazione III a partire dai 12 m di quota massima.

V.7.4.6 Rivelazione ed allarme¹⁵

1. L'attività deve essere dotata di misure di rivelazione ed allarme (capitolo S.7) secondo i livelli di prestazione di cui alla tabella V.7-6.

Attività	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
OA	I [2]	II [1]	III		IV
OB	II [1]		III	IV	
OC	III		IV		
OD	III		IV		
OE	IV				
<p>[1] Se presenti, le aree TM, TK e TT devono essere sorvegliate da rivelazione automatica d'incendio (funzione A, capitolo S.7)</p> <p>[2] Il livello di prestazione I può essere garantito anche dallo stesso impianto a campanelli usato normalmente per l'attività scolastica, purché sia convenuto e codificato un particolare suono nella pianificazione di emergenza (capitolo S.5).</p>					

TABELLA V.7-6: LIVELLI DI PRESTAZIONE PER RIVELAZIONE ED ALLARME

V.7.4.7 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

1. I gas refrigeranti negli impianti di climatizzazione e condizionamento (capitolo S.10) inseriti in aree TA o TO devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817.

¹⁵ Come detto, la V.7 determina i livelli minimi di prestazione per l'attività in funzione degli affollamenti e della quota massima dei piani, fino ad arrivare al livello IV, che prevede la rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza dell'intera attività.

Per le attività meno complesse dal punto di vista della prevenzione incendi, caratterizzate da bassi affollamenti e quote massime limitate, può essere invece accettabile un livello di prestazione I, corrispondente ad una rivelazione e diffusione dell'allarme di incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti.

Solamente per il livello I sarà quindi possibile affidare il sistema di allarme allo stesso impianto a campanelli utilizzato normalmente per la didattica, convenendo, ovviamente, un particolare suono nella pianificazione di emergenza.

In relazione alla possibile commistione tra attività diverse, contemporaneamente esercite nell'ambito dello stesso edificio scolastico, che storicamente ha comportato la necessità frequente del ricorso all'istituto della deroga, il Codice ammette la possibilità di convivenza tra attività diverse, ben inteso, tutte a carattere tipicamente civile, purché i singoli responsabili dell'attività valutino congiuntamente la compatibilità delle stesse e, soprattutto, adottino misure di gestione della sicurezza antincendio idonee e coordinate tra loro.

Caso studio: ristrutturazione di un complesso scolastico esistente

Descrizione

Il presente caso studio riguarda un complesso scolastico ubicato in un edificio esistente; l'attività, risalente agli anni '70, è adibita a scuola primaria.

Il presente progetto antincendio, pertanto, è finalizzato alla ristrutturazione del complesso scolastico, prevedendo alcune modifiche sostanziali¹⁶ (punto 1.1 della RTV tradizionale d.m. 26 agosto 1992) e il rispetto delle disposizioni contenute al punto 13 della medesima RTV.

Di seguito sono riportate le principali risultanze grafiche del progetto architettonico di ristrutturazione della scuola.

Il complesso scolastico si sviluppa secondo una pianta ad "L"; la zona originale, corrispondente ai piani terra e primo, adibiti ad aule, presenta un'ossatura portante con colonne in acciaio, solai misti acciaio CLS e muri perimetrali realizzati con laterizi forati con idonea intercapedine per garantire un buon isolamento termico.

Le zone annesse, addossate alla precedente e destinate a mensa, palestra (ad uso esclusivo della scuola), ecc., sono state realizzate, sempre con strutture in acciaio, in epoca successiva.

Le partizioni divisorie interne sono realizzate in laterizi forati con intonaco tradizionale su entrambe le facce.

In definitiva, la scuola prevede un piano interrato, uno parzialmente seminterrato e due piani fuori terra, risultando la quota + 3,75 m, l'altezza antincendio come prevista dal Codice (par. G.1.7.4).

L'edificio presenta una superficie complessiva pari a circa 3420 mq.

Il piano interrato (540 mq circa) ospiterà la palestra (quota - 7,40), il piano seminterrato (580 mq circa) ospiterà, in aree distinte e separate, la mensa e gli spogliatoi dedicati alla palestra.

Al piano primo (1000 mq circa) saranno previste le aule e i servizi annessi.

Al piano terra (1300 mq circa) saranno previste le aule e i servizi annessi, gli spazi adibiti al corpo docente e la centrale termica (*non oggetto del presente caso studio*).

In totale, l'edificio ospiterà 14 aule didattiche e 3 aule speciali dedicate alle materie di informatica, musica e inglese.

L'accesso ai piani avviene per mezzo di una scala, di tipo protetto, di larghezza pari a 1800 mm e con uscita in corrispondenza dell'ingresso principale della scuola e di un ascensore che serve tutti i piani.

I piani seminterrato e interrato comunicano anche tramite scale esterne.

¹⁶ È previsto il rifacimento strutturale della scala principale conseguente all'ampliamento della larghezza della medesima e all'esecuzione delle opere per la protezione della medesima.



FOTO AEREA DEL SITO

Esternamente al complesso edilizio sono presenti ampie aree scoperte di pertinenza, destinate agli accessi all'edificio, alle zone a verde ed a parcheggio.

Le predette aree esterne, pedonali, sono recintate e consentono la circolazione dei mezzi di soccorso.

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Ai sensi dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151 l'attività rientra nella classificazione di cui al punto 67.4.C: *"Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 300 persone presenti"*.

Pertanto, l'attività risulta compresa nel campo di applicazione del Codice.

Le attività secondarie presenti (non oggetto del presente caso studio) sono invece rappresentate da:

- 74.2.B: *"Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 350 kW (fino a 700 kW)"*;
- 65.1.B: *"Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato, con capienza superiore a 100 persone (e fino a 200 persone) ovvero di superficie lorda in pianta al chiuso superiore a 200 mq"*.

Infatti, pur se la capienza della palestra è inferiore a 100 persone, la superficie lorda in pianta al chiuso è superiore a 200 mq.





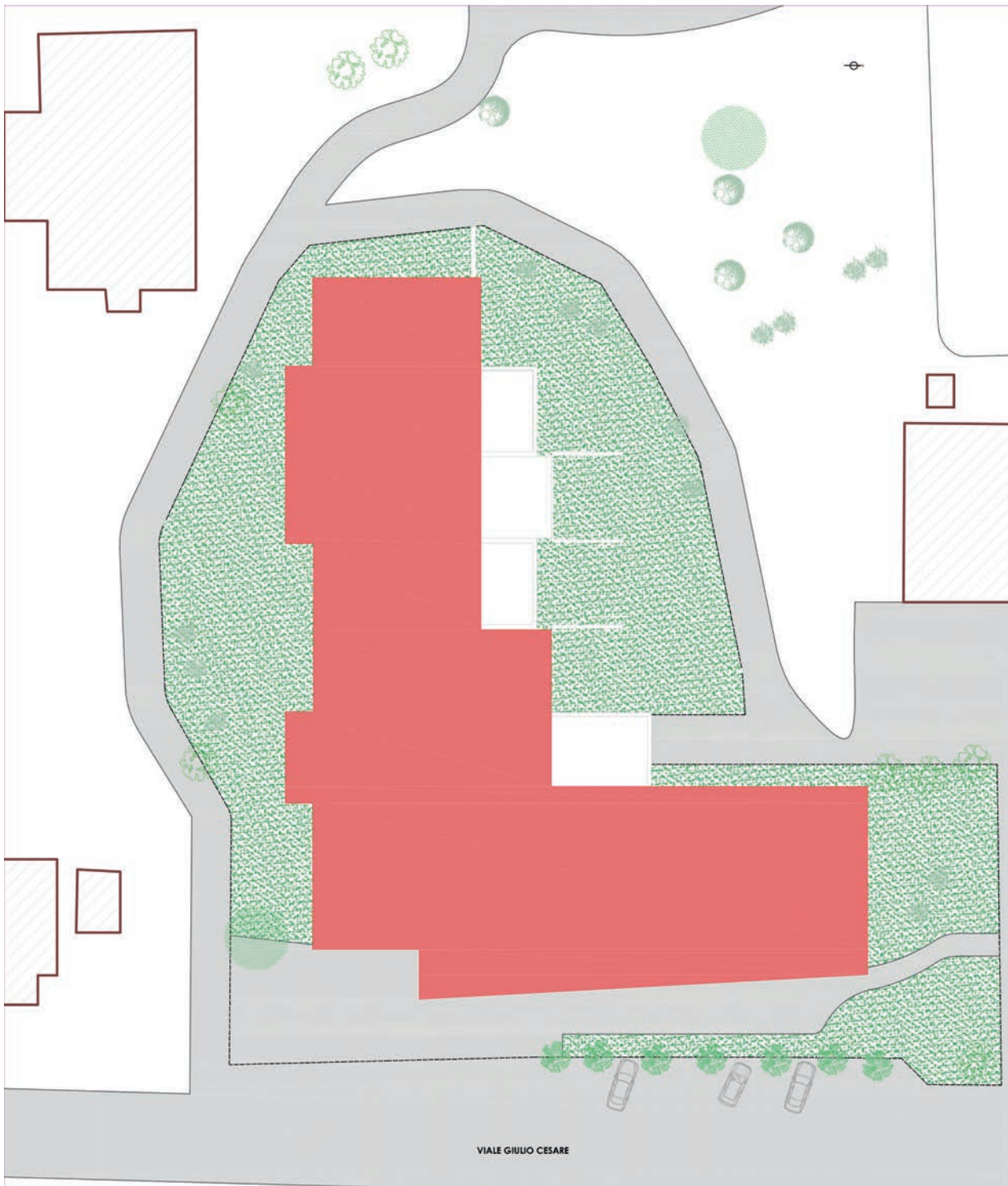
SCORCI ESTERNI DELLA SCUOLA



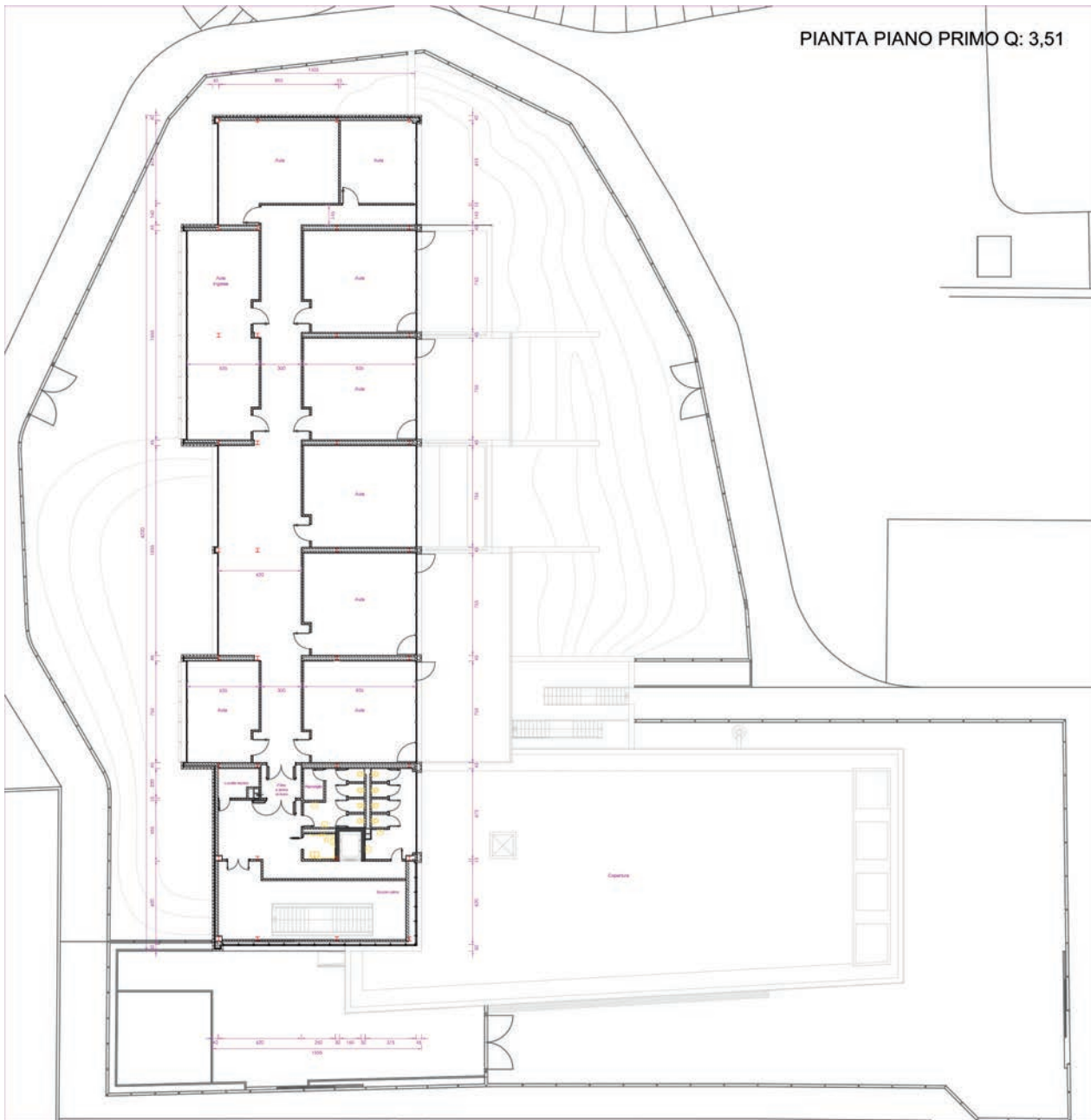
VISTA AULA TIPO



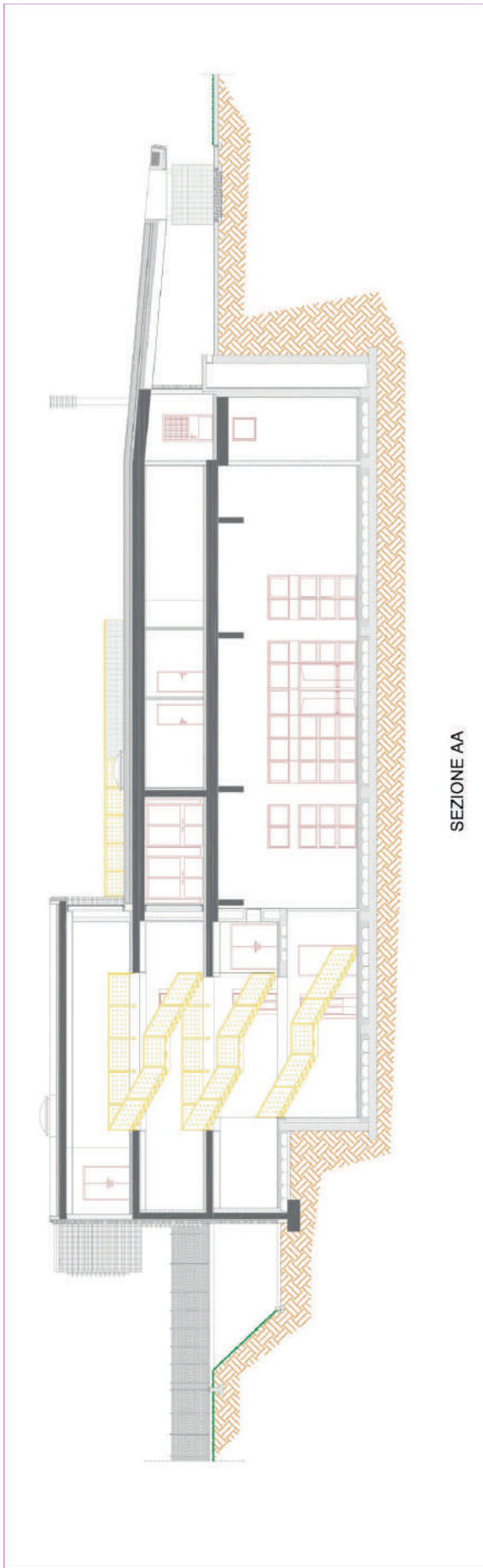
VISTA CORTILE INTERNO



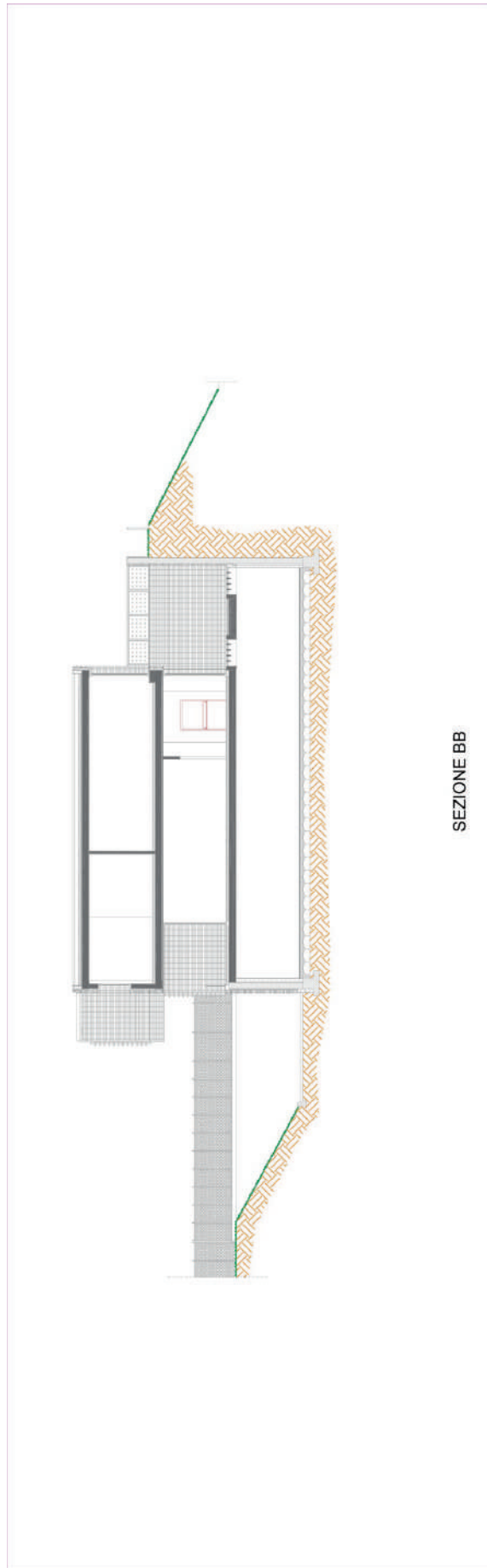
PLANIMETRIA GENERALE DELL'INSEDIAMENTO



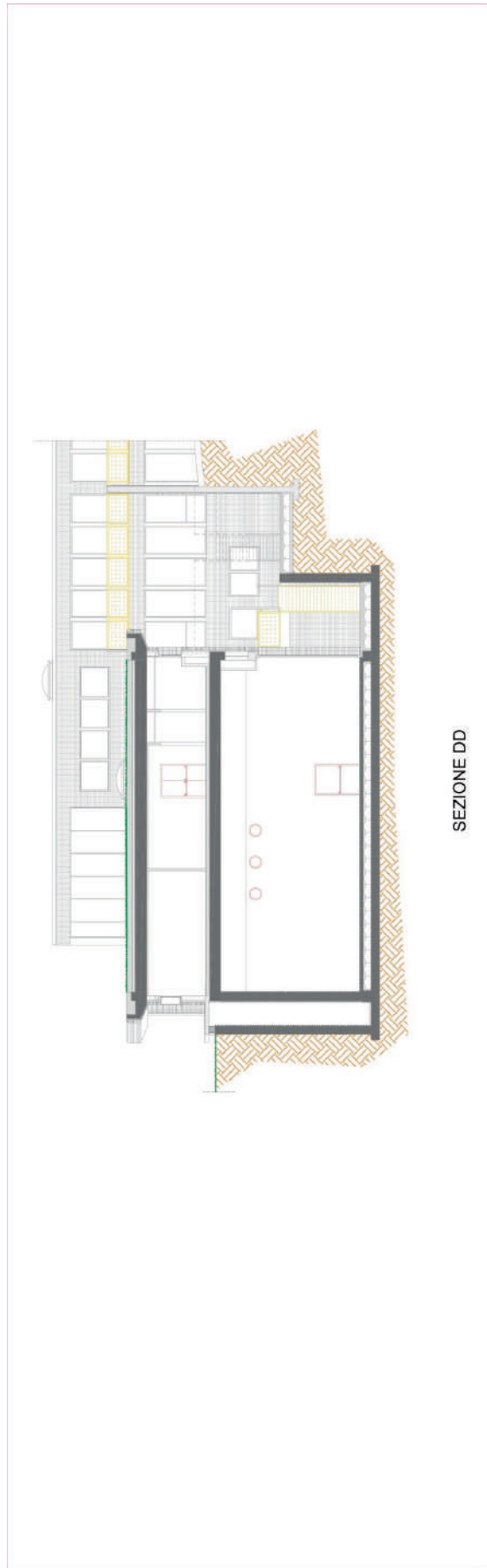
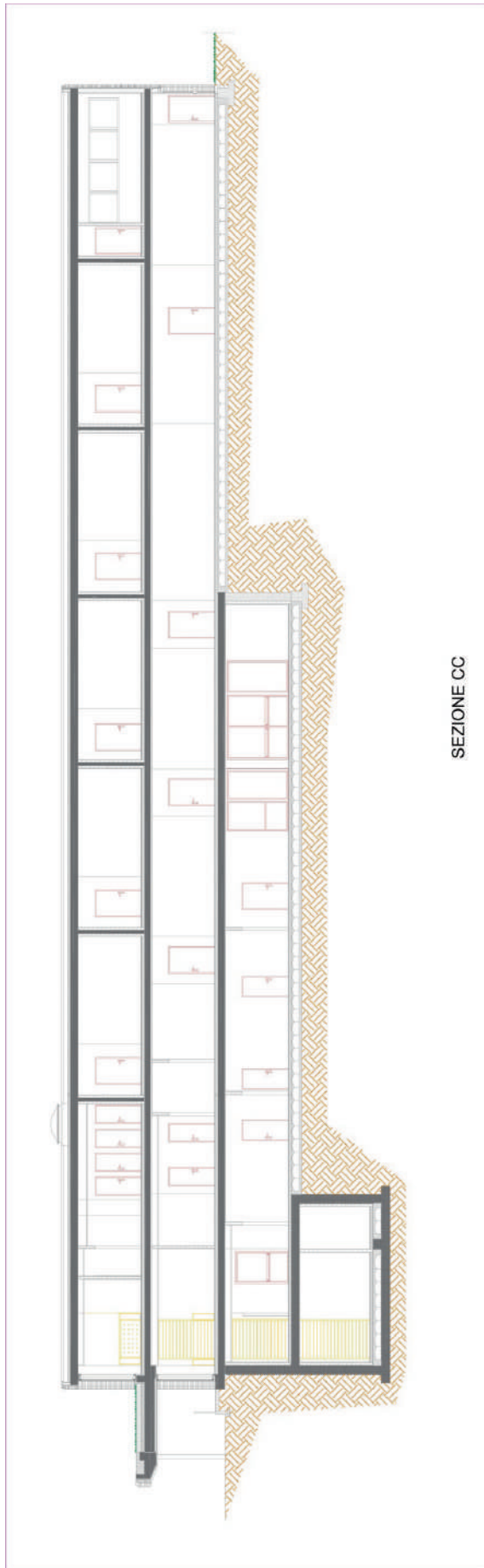
PLANIMETRIA DEL PIANO PRIMO

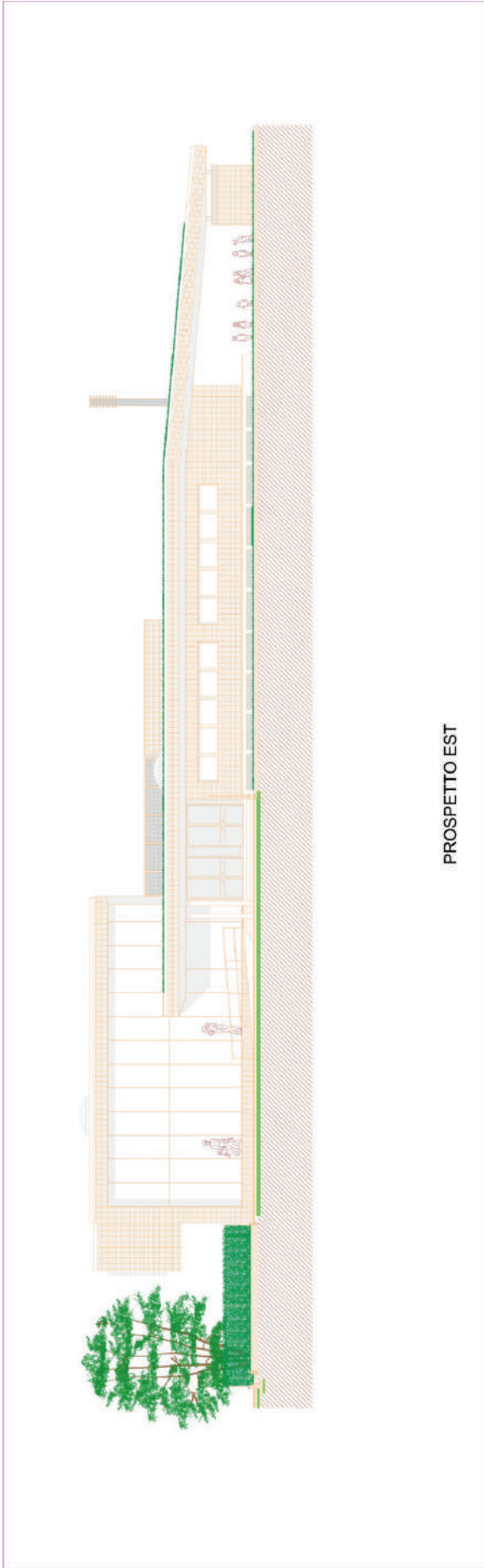


SEZIONE AA

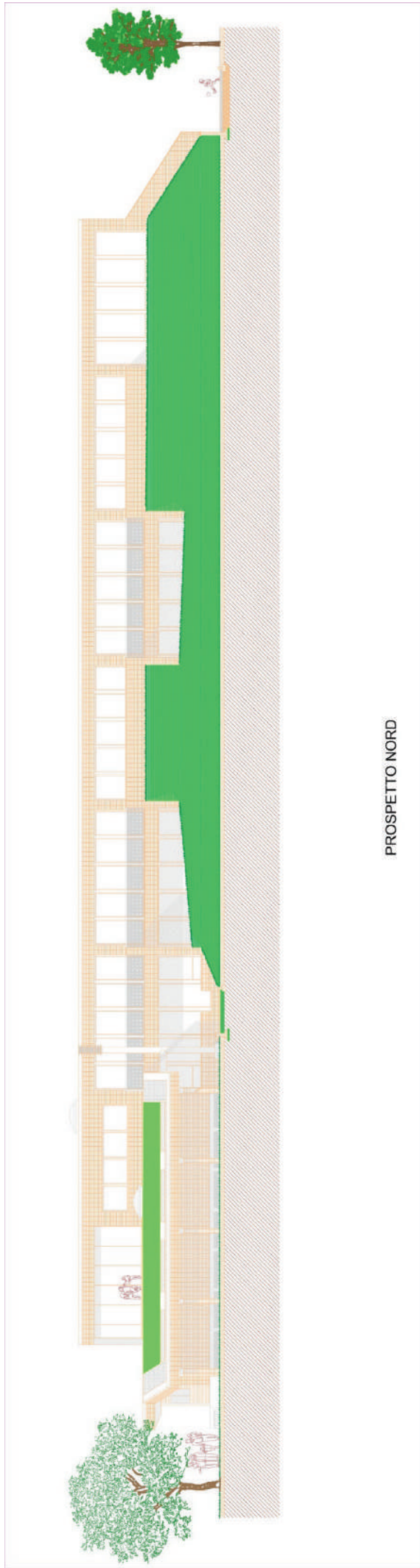


SEZIONE BB

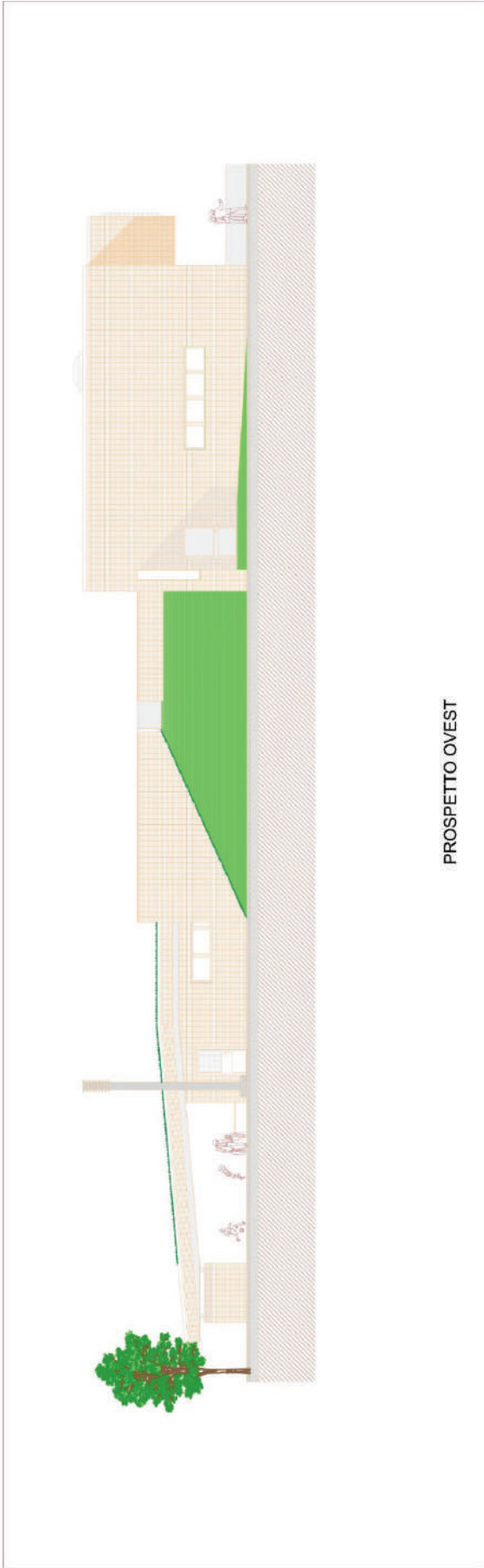




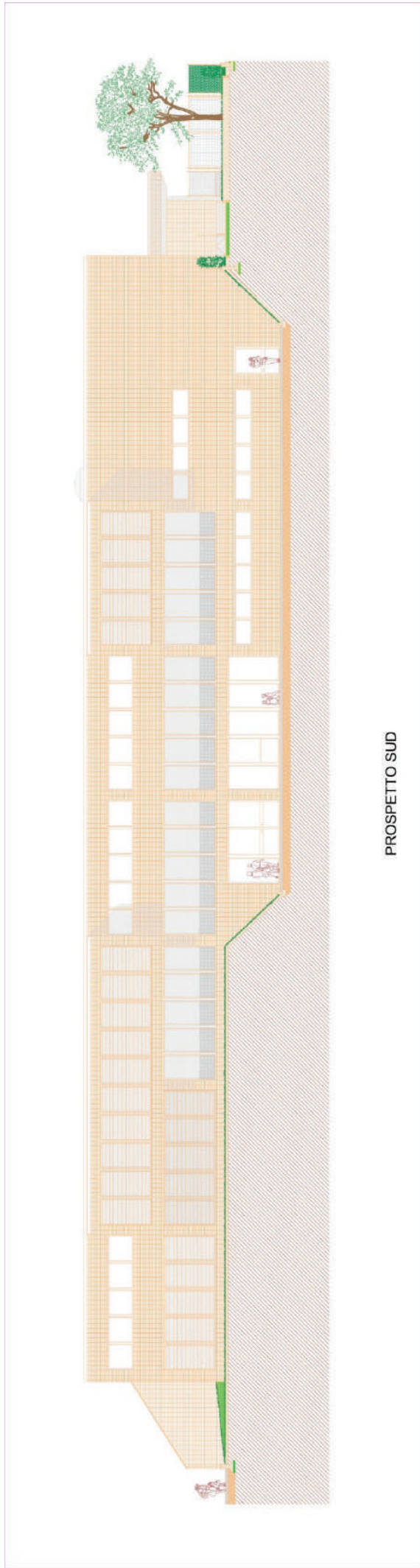
PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD

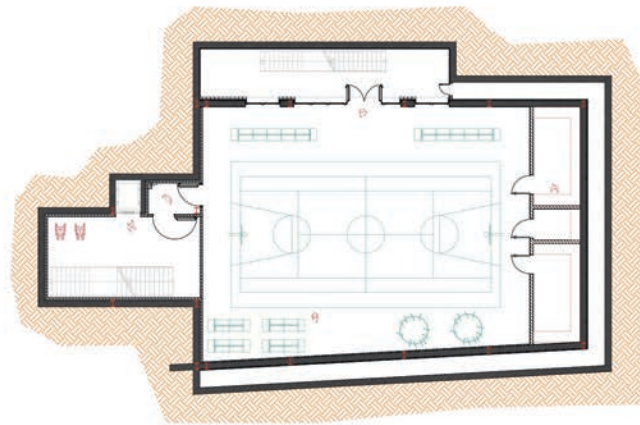


PROSPETTO OVEST



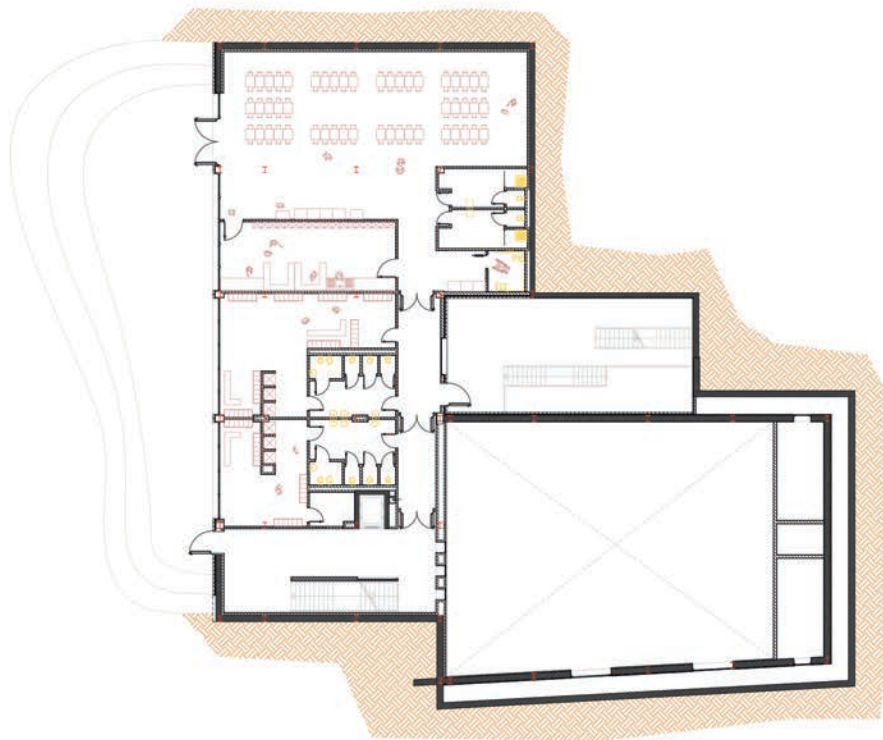
PROSPETTO SUD

PIANTA PIANO INTERRATO Q: - 7,40



PLANIMETRIA DEL PIANO INTERRATO - ARREDI E DISTRIBUZIONE FUNZIONALE DEGLI SPAZI

PIANTA PIANO SEMINTERRATO Q: - 3,51



PLANIMETRIA DEL PIANO SEMINTERRATO - ARREDI E DISTRIBUZIONE FUNZIONALE DEGLI SPAZI



PLANIMETRIA DEL PIANO TERRA - ARREDI E DISTRIBUZIONE FUNZIONALE DEGLI SPAZI



PLANIMETRIA DEL PIANO PRIMO - ARREDI E DISTRIBUZIONE FUNZIONALE DEGLI SPAZI

Progettazione antincendio con il d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i.

Riferimenti normativi

→ d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i. - “Norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica”.

Il presente progetto antincendio, come detto, è finalizzato alla ristrutturazione del complesso scolastico, prevedendo modifiche sostanziali consistenti nel rifacimento strutturale della scala principale, conseguente all’ampliamento della larghezza della medesima (punto 1.1 della RTV tradizionale d.m. 26 agosto 1992), e il rispetto delle disposizioni contenute al punto 13 della medesima RTV.

Classificazione

In riferimento agli affollamenti presenti¹⁷ si ipotizza la seguente situazione (vedi successivo paragrafo relativo al calcolo dell’affollamento):

Piano	Aule didattiche	Aule speciali	Spazi docenti	Altri occupanti
Interrato	---	---	---	6
Seminterrato	---	---	---	18
Terra	5 x 26	2 x 26	16	20
Primo	6 x 26	1 x 26	---	12
Totali occupanti (p)	286	78	16	56

Ovviamente, si presuppone la non contemporanea presenza di una classe (max 26 studenti) in un’aula ed in altre aree (mensa, spogliatoi o palestra); la scuola, pertanto, registrerà una presenza effettiva (studenti e personale docente e non docente) contemporanea prevedibile pari a **436** persone.

In base alla classificazione di cui al punto 1.2, la scuola è classificabile di tipo 2: scuole con numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone.

¹⁷ Gli affollamenti, considerate le peculiarità dell’attività, risultano variabili in funzione delle fasce orarie e delle giornate (ed es.: quelle che prevedono il ricevimento dei genitori degli studenti nelle quali, peraltro, non sono presenti questi ultimi).

Caratteristiche costruttive

Ubicazione - Accesso all'area

Si fa riferimento ai punti 2.1 e 2.2; l'edificio, la cui copertura si trova a +7,25 m da piano campagna, è ubicato lungo la strada comunale. I locali ad uso scolastico sono ubicati in edificio indipendente, costruito per la specifica destinazione, e isolato da altre attività comportanti rilevanti rischi di incendio e/o esplosione.

I mezzi V.V.F. possono accedere all'edificio sia dal parcheggio posto lungo la strada sia dall'ingresso carraio al parcheggio situato sul lato Est.

Gli accessi all'edificio osservano i seguenti parametri:

- larghezza superiore a 3,50 m;
- altezza libera superiore a 4,00 m;
- raggio di volta superiore a 13,00 m;
- pendenza inferiore al 10%.

Separazioni - Comunicazioni

Si fa riferimento al punto 2.4; l'attività non comunica con altre ad essa non pertinenti. Nell'attività sono presenti le seguenti ulteriori attività soggette, opportunamente separate dall'attività principale mediante idonei elementi separanti resistenti al fuoco:

- Centrale termica¹⁸ posta in locale interno al fabbricato, conforme ai dettami di cui al d.m. 8 novembre 2019, con cui comunica tramite spazio scoperto;
- Palestra¹⁹ con capienza inferiore a 100 persone e superficie lorda in pianta superiore a 200 mq.

Comportamento al fuoco

Resistenza al fuoco delle strutture

Si fa riferimento al punto 3.0; le strutture portanti dell'edificio sono realizzate in acciaio con solai misti acciaio CLS; più precisamente, la struttura del complesso prevede colonne HEB400 (fino a 6,5 m) e poi HEB300 e solai intermedi in lamiera grecata con getto collaborante (tipo HI-Bond Type A55/P 600).

¹⁸ La centrale termica sarà installata per la produzione di acqua calda sanitaria mediante generatore a gas metano.

¹⁹ In merito all'applicabilità di tale punto alle palestre, relativamente all'obbligatorietà di comunicazione tramite filtro a prova di fumo con gli ambienti scolastici, si veda il chiarimento prot. n° 0013257-193/032101.01.4122.032 del 12 ottobre 2011 (Nel caso in esame la palestra non ricade nella disciplina di cui ai punti 2.4 e 6.4).

La zona realizzata in epoca successiva (area palestra) presenta invece una struttura portante a telai composti da correnti superiori e inferiori sezione 2UPN200 e diagonali e montanti 2UPN140, controventi verticali e orizzontali 2UPN100, arcarecci di copertura 2UPN100 (sia inferiori che superiori) e arcarecci di piano 2UPN100 (sia inferiori che superiori).

I solai di copertura sono in lamiera grecata coibentata (tipo SISCOVER 3G 1000).

I requisiti di resistenza al fuoco degli elementi strutturali vanno valutati secondo le prescrizioni e le modalità di prova stabilite dalla circolare del Ministero dell'interno n. 91 del 14 settembre 1961.

Pertanto, per gli aspetti relativi alla resistenza al fuoco, ci si deve riferire al dm 16 febbraio 2007 e al dm 9 marzo 2007.

Le strutture portanti e separanti dovranno comunque essere realizzate in modo da garantire una resistenza al fuoco, rispettivamente, di almeno R 60 e REI 60.

Trattandosi di strutture portanti e separanti in acciaio e composte acciaio calcestruzzo, la valutazione di ogni elemento costruttivo può essere effettuata seguendo valutazioni analitiche (Allegato C del d.m. 16 febbraio 2007).

Tali valutazioni analitiche si effettuano mediante gli Eurocodici e le relative appendici contenenti i parametri definiti a livello nazionale (NDP); per la parte inerente la combinazione delle azioni agenti sulle strutture, occorre riferirsi alle NTC 2018.

Metodo analitico

Nell'ambito del quadro normativo, con riferimento ai soli elementi strutturali, la verifica analitica in condizioni di incendio può essere effettuata secondo tre approcci differenti, contraddistinti da diversi livelli di complessità (vedi *parti fuoco* degli EC):

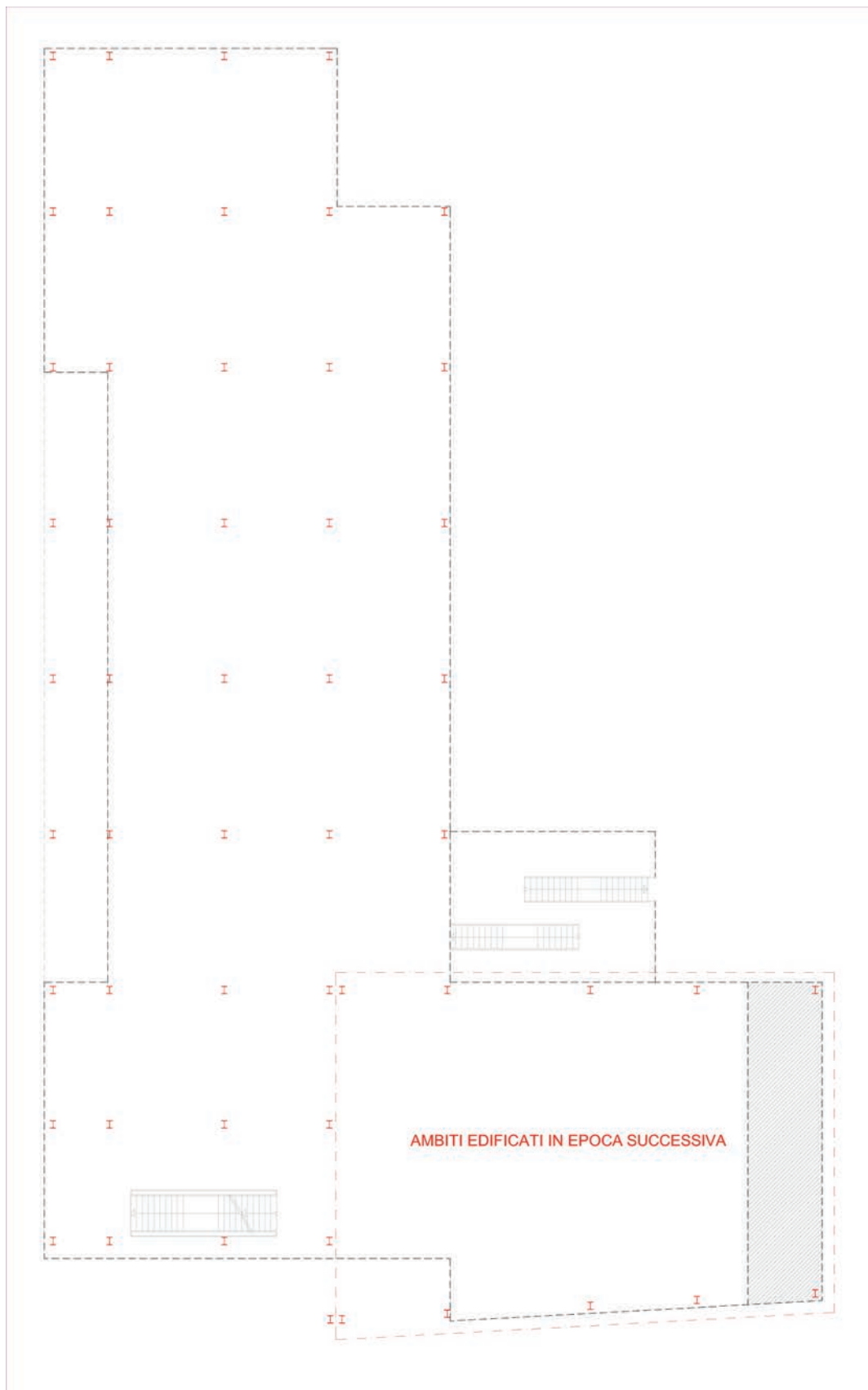
- impiego di tabelle, consentito solo per specifiche tipologie;
- metodi di calcolo semplificati, con i quali i singoli componenti della struttura vengono verificati introducendo delle ipotesi semplificative e cautelative;
- metodi di calcolo avanzato, con i quali è possibile risolvere qualunque tipo di struttura (elementi singoli, parti di struttura, struttura globale) soggetta all'azione di qualsiasi tipo di incendio e che costituisce, pertanto, il metodo più raffinato per l'applicazione dell'approccio prestazionale.

Per le strutture di pertinenza delle aree a rischio specifico (centrale termica) dovranno applicarsi le disposizioni emanate nelle relative normative.

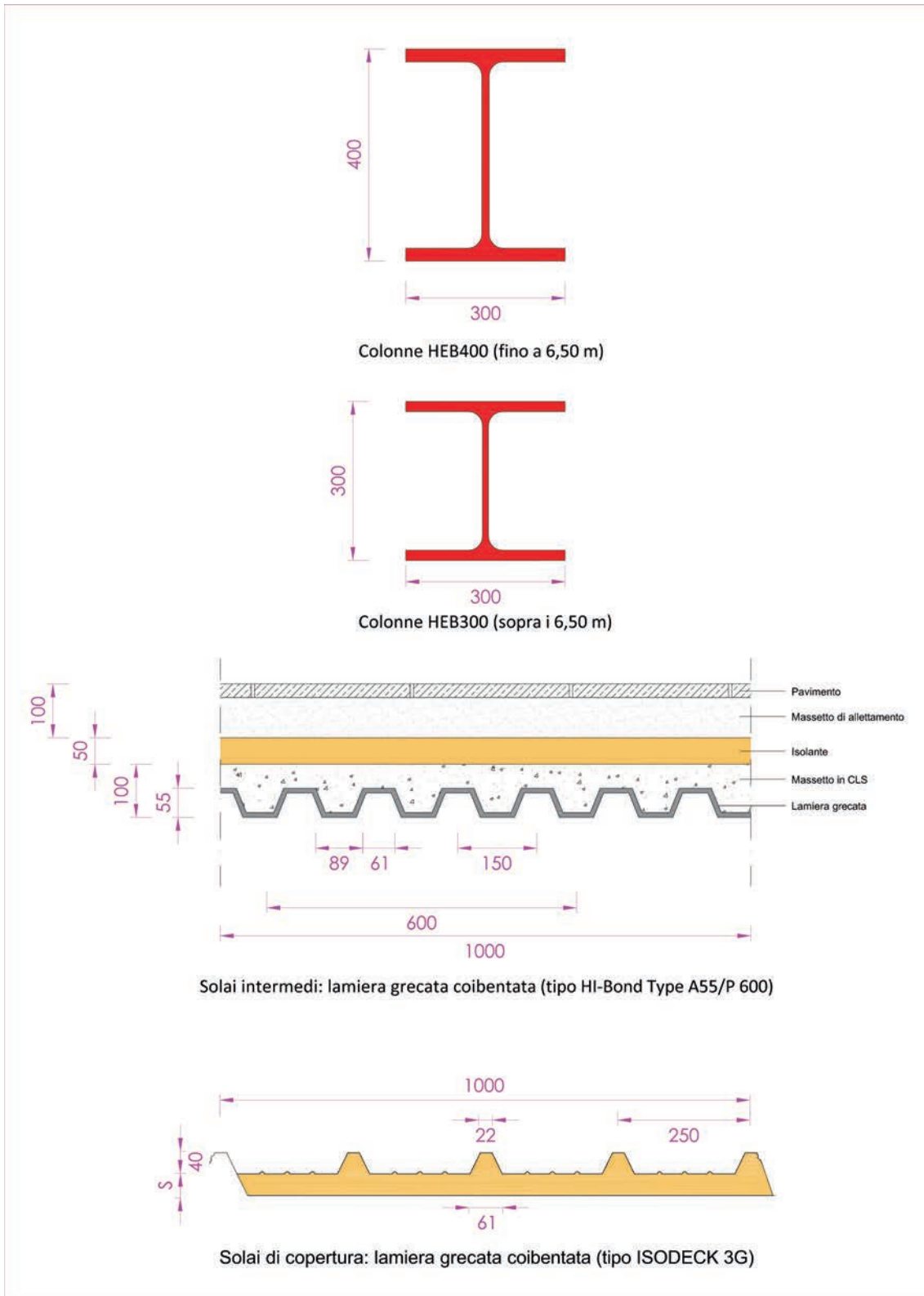
La centrale termica sarà ubicata in apposito locale al piano terra e presenta elementi separanti con resistenza al fuoco REI/EI 120.

Nello specifico, almeno le strutture portanti del *compartimento Palestra*, presentano una resistenza al fuoco inferiore a R 60 (vedi seguito della presente trattazione).

Si rileva immediatamente una problematica relativa alla resistenza al fuoco delle strutture dell'edificio.



PLANIMETRIA DELLA DISPOSIZIONE DELLE COLONNE IN ACCIAIO (AL PIANO TERRA)



COLONNE E SOLAI MISTI ACCIAIO CLS

Reazione al fuoco dei materiali

Si fa riferimento al punto 3.1; i materiali installati dovranno essere conformi a quanto di seguito specificato, tenendo conto che non sono presenti rivestimenti lignei:

Area	Prescrizione
Negli atri, nei corridoi, nei disimpegno, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere	Materiali di classe 1 in ragione del 50% massimo della loro superficie totale (<i>d.m. 15 marzo 2005 pavimento (A2FL-s1), (BFL-s1), (CFL-s1), parete: (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s1,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s1,d1) soffitto (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d0), (B-s2,d0).</i> Per le restanti parti devono essere impiegati materiali di classe 0 (<i>d.m. 15 marzo 2005 non combustibili a parete e soffitto A1, pavimento A1FL</i>).
In tutti gli altri ambienti	Pavimentazioni, compresi i relativi rivestimenti, saranno di classe 2 (<i>d.m. 15 marzo 2005, tabella 1 - pavimento</i>), e altri materiali di rivestimento saranno di classe 1 (<i>d.m. 15 marzo 2005, tabella 2 - Impiego a parete, tabella 3 - Impiego a soffitto</i>); sono consentiti materiali di rivestimento di classe 2 se in presenza di impianti di spegnimento automatico o di sistemi di smaltimento dei fumi asserviti ad impianti di rivelazione degli incendi.
Materiali di rivestimento combustibili e controsoffitti	Ammessi nelle varie classi di reazione al fuoco, devono essere posti in opera in aderenza agli elementi costruttivi, di classe 0 (<i>d.m. 15 marzo 2005 non combustibili a parete e soffitto A1, pavimento A1FL</i>) escludendo spazi vuoti o intercapedini. ²⁰
Materiali suscettibili di prendere fuoco su entrambe le facce (tendaggi, ecc.)	Classe di reazione al fuoco non superiore a 1

²⁰ Si veda in merito alla possibilità di applicazione di controsoffitti e di materiali di rivestimento anche non in aderenza agli elementi costruttivi, il punto 6) del chiarimento prot. n° P1484-1322 del 4 febbraio 2000.

Sezionamenti

Compartimentazione

Si fa riferimento al punto 4.0; l'attività è suddivisa in compartimenti antincendio disposti sui singoli piani.

Essendo l'edificio di altezza antincendio contenuta entro il limite dei 24 m, si rispetta la condizione di non superare la superficie di 6000 mq per compartimento.

Inoltre, la comunicazione verticale tramite la scala principale determina un compartimento multipiano che interessa i piani dal primo al seminterrato.

Compartimento	Piano	Superficie mq	Caratteristiche di resistenza al fuoco
Palestra	Interrato	460	REI/EI 60
Mensa	Seminterrato	305	REI/EI 60
Spogliatoi	Seminterrato	210	REI/EI 60
Aule	Terra	800	REI/EI 60
	Primo	850	REI/EI 60
Spazi corpo docente	Terra	250	REI/EI 60
Multipiano scala	dal Primo al Seminterrato	400	REI/EI 60
Centrale termica	Terra	50	REI/EI 120

Gli elementi costruttivi di suddivisione tra i compartimenti devono soddisfare i requisiti di resistenza al fuoco indicati al punto precedente 3.0 *"Resistenza al fuoco delle strutture"*, ripresentandosi la problematica relativa alla misura in questione.

Scale

Si fa riferimento al punto 4.1; la scala principale (di tipo protetto) è di nuova realizzazione e presenta larghezza pari a 1,80 m e, quindi, esuberante rispetto ai 1,20 m richiesti, rampe rettilinee, gradini a pianta rettangolare con alzata e pedata costanti e rispettivamente non superiori a 17 cm e non inferiori a 30 cm.

Le caratteristiche di resistenza al fuoco del vano scala devono essere congrue con quanto previsto al punto precedente 3.0 *"Resistenza al fuoco delle strutture"*.

I piani seminterrato e interrato comunicano anche tramite scale esterne.

Ascensore

Si fa riferimento al punto 4.2; l'ascensore sarà inibito all'uso in caso di incendio e sarà dotato di vano corsa di tipo protetto con caratteristiche di resistenza al fuoco REI 60.

Le caratteristiche di resistenza al fuoco del vano ascensore devono essere congrue con quanto previsto al punto precedente 3.0 "Resistenza al fuoco delle strutture".
Le caratteristiche dell'ascensore dovranno rispondere alle specifiche disposizioni vigenti di prevenzione incendi.

Misure per l'evacuazione in caso di emergenza

Affollamento

Si fa riferimento al punto 5.0; i massimi affollamenti sono individuati come segue:

Aree	Affollamento (p)
Aule	26 persone/aula ²¹
Aree destinate a servizi	persone effettivamente presenti + 20%
Refettori e palestre	densità di affollamento pari a 0,4 persone/m ²²²

Nello specifico si hanno i seguenti affollamenti teorici²³:

Aree	Affollamento (p)	Totale
Aule piano terra	26 x 8	208
Aule piano primo	26 x 9	234
Aree destinate a servizi piano terra	30 x 1,2	36
Aree destinate a servizi piano primo	10 x 1,2	12
Aree destinate a servizi seminterrato	15 x 1,2	18
Aree destinate a servizi interrato	5 x 1,2	6
Mensa	0,4 x 305	122
Spogliatoi	0,4 x 210	84
Palestra	0,4 x 460	184

²¹ Qualora le persone effettivamente presenti siano numericamente diverse dal valore desunto dal calcolo effettuato sulla base della densità di affollamento, l'indicazione del numero di persone deve risultare da apposita dichiarazione rilasciata sotto la responsabilità del titolare dell'attività.

In merito alla possibilità di ipotizzare una presenza superiore a 26 persone/aula, si veda il chiarimento prot. n° P480/4122 sott. 32 del 6 maggio 2008.

²² In merito alla possibilità di deroga in via generale al calcolo dell'affollamento per tali locali, si veda la lettera A) dell'allegato B alla lettera circolare prot. n° P2244/4122 sott. 32 del 30 ottobre 1996.

²³ Nella tabella si fa riferimento ad una situazione puramente teorica, non potendosi verificare la compresenza simultanea degli studenti in aree diverse!

Capacità di deflusso

Si fa riferimento al punto 5.1; la capacità di deflusso per l'edificio deve essere non superiore a 60 per ogni piano, si ottiene pertanto:

Compartimento	Piano	Affollamento (p)	Moduli richiesti	Moduli presenti
Palestra	Interrato	184 + 6	190/60 = 3,16	5
Mensa	Seminterrato	122 + 18	140/60 = 2,33	4
Spogliatoi	Seminterrato	84	84/60 = 1,40	4
Aule	Terra	(26 x 8) + 20	228/60 = 3,80	5
Spazi corpo docente	Terra	16	16/60 = 0,27	2
Aule	Primo	(26 x 6) + 12	168/60 = 2,80	7

Sistema di vie di uscita

Si fa riferimento al punto 5.2; la scuola sarà provvista di un sistema organizzato di vie di uscita dimensionato in base al massimo affollamento ipotizzabile in funzione della capacità di deflusso ed essere dotata di almeno 2 uscite verso luogo sicuro.

Gli spazi frequentati dagli studenti o dal personale docente e non docente, essendo distribuiti su più piani, devono essere dotati, oltre che della scala che serve al normale afflusso, almeno di una scala di sicurezza esterna²⁴ o di una scala a prova di fumo o a prova di fumo interna²⁵.

Si rileva immediatamente una problematica relativa al piano primo; la scala principale deve essere affiancata, in questo caso, da una scala di sicurezza esterna.

Larghezza delle vie di uscita

Si fa riferimento al punto 5.3; la larghezza delle vie di uscita deve essere multipla del modulo di uscita e non inferiore a due moduli (1,20 m)²⁶.

La misurazione della larghezza delle singole uscite va eseguita nel punto più stretto della luce.

Anche le porte dei locali frequentati dagli studenti devono avere, singolarmente, larghezza non inferiore a 1,20 m.

²⁴ In merito alle caratteristiche che deve avere la scala di sicurezza esterna si veda il chiarimento prot. n° P702/4122 sott. 32 del 27 giugno 2001.

²⁵ In merito alla possibilità di deroga in via generale alle caratteristiche delle scale si veda la lettera B2) (edifici a due piani fuori terra) dell'allegato B alla lettera circolare prot. n° P2244/4122 sott. 32 del 30 ottobre 1996.

²⁶ In merito alla larghezza che deve avere una seconda uscita, tramite scala interna, quando è presente un'altra scala esterna di 1,20 m., si veda il chiarimento prot. n° N1572/4122 del 9 settembre 1996.

Lunghezza delle vie di uscita

Si fa riferimento al punto 5.4; la lunghezza delle vie di uscita deve essere non superiore a 60 m e deve essere misurata dal luogo sicuro alla porta più vicina allo stesso di ogni locale frequentato dagli studenti o dal personale docente e non docente.

Vedi osservazione punto successivo.

Larghezza totale delle uscite di ogni piano

Si fa riferimento al punto 5.5; la larghezza totale delle uscite di ogni piano è determinata dal rapporto fra il massimo affollamento ipotizzabile e la capacità di deflusso (60 persone/modulo).

La larghezza totale delle uscite da ogni piano, espressa in numero di moduli è la seguente:

Piano	Affollamento (p)	Capacità di deflusso	Moduli richiesti	Moduli presenti
Interrato	190	60	4	5
Seminterrato	254		5	8
Terra	244		4	7
Primo	168		3	7

Numero delle uscite

Si fa riferimento al punto 5.6; il numero delle uscite dai singoli piani dell'edificio non dovrà essere inferiore a due; esse vanno poste in punti ragionevolmente contrapposti.

I locali destinati ad uso collettivo (es.: spazi per esercitazioni, mensa) saranno dotati, oltre che della normale porta di accesso, anche di almeno una uscita di larghezza non inferiore a due moduli, apribile nel senso del deflusso, con sistema a semplice spinta, che adduca in luogo sicuro.

Le caratteristiche delle porte delle aule didattiche e per esercitazioni risponderanno alle prescrizioni del presente punto.

Le porte che si aprono verso corridoi interni di deflusso saranno realizzate in modo da non ridurre la larghezza utile dei corridoi stessi.

Si rileva immediatamente una problematica per il numero delle uscite relativa al piano primo, essendo prevista nel progetto architettonico una sola uscita dal piano.

Spazi a rischio specifico

Classificazione

Si fa riferimento al punto 6.0; nell'attività sono presenti i seguenti spazi a rischio specifico²⁷:

- spazi per esercitazioni (aule speciali);
- spazi per depositi;
- servizi tecnologici;
- spazi per servizi logistici (mensa).

Spazi per esercitazioni

Si fa riferimento al punto 6.1; le esercitazioni si svolgeranno nelle tre aule speciali del piano terra e del piano primo; esse prevedono esclusivamente attività di didattica assimilabili a quelle svolte nelle aule normali.

Le caratteristiche di resistenza al fuoco delle strutture di separazione relative a tali spazi non sono assoggettate al presente punto, in forza del punto 1) dell'allegato A alla lettera circolare prot. n° P2244/4122 sott. 32 del 30 ottobre 1996 che stabilisce che non rientrano nella fattispecie in oggetto le aule di disegno, informatiche, di linguistica e per esercitazioni musicali.

In ogni caso, ognuna delle aule in questione è separata dalle altre con elementi di compartimentazione almeno REI/EI 60.

Spazi per depositi

Si fa riferimento al punto 6.2; sono definiti *spazi per deposito o magazzino* tutti quegli ambienti destinati alla conservazione di materiali per uso didattico e per i servizi amministrativi.

Per *deposito*²⁸ devono essere intesi gli ambienti destinati alla conservazione dei materiali per uso didattico e per i servizi amministrativi, con l'esclusione degli archivi e delle biblioteche in cui sia prevista la presenza continuativa di personale durante l'orario di attività scolastica.

Pertanto, solo nei locali con carico di incendio superiore a 30 Kg/m² in cui non sia prevista la presenza continuativa di personale dovranno essere realizzati gli impianti automatici di rivelazione di incendio (locali fuori terra) o di estinzione (locali interrati) come disposto dal successivo punto 9.3.

²⁷ In merito all'applicabilità di tale punto alle palestre, relativamente all'obbligatorietà di comunicazione tramite filtro a prova di fumo con gli ambienti scolastici, si veda il chiarimento prot. n° 0013257-193/032101.01.4122.032 del 12 ottobre 2011 (Nel caso in esame la palestra non ricade nella disciplina di cui ai punti 2.4 e 6.4).

²⁸ Per la definizione di "deposito", si veda il punto 3) dell'allegato A alla lettera circolare prot. n° P2244/4122 sott. 32 del 30 ottobre 1996.

I depositi di materiali solidi combustibili possono essere ubicati ai piani fuori terra o ai piani 1° e 2° interrati.

Indipendentemente dal tipo di materiale impiegato nella realizzazione le strutture di separazione devono comunque essere realizzate in modo da garantire caratteristiche almeno REI/EI 60.

L'accesso al deposito deve avvenire tramite porte almeno EI 60 dotate di congedo di autochiusura.

La superficie massima lorda di ogni singolo locale rispetta ampiamente i limiti fissati al presente punto.

I suddetti locali devono avere apertura di aerazione di superficie non inferiore ad 1/40 della superficie in pianta, protette da robuste griglie a maglia fitta²⁹.

All'interno dei depositi o magazzini vengono conservati materiali, ad uso didattico e ad uso dei servizi amministrativi, aventi carico di incendio inferiore ai 30 kg/m².

Ad uso di ogni locale dovrà essere previsto almeno un estintore, di tipo approvato, di capacità estinguente non inferiore a 21 A.

Per esigenze didattiche ed igienico-sanitarie è consentito detenere complessivamente, all'interno del volume dell'edificio, in armadi metallici dotati di bacino di contenimento, 20 l di liquidi infiammabili.

Servizi tecnologici

Impianti di produzione di calore

Si fa riferimento al punto 6.3.0; per gli impianti di produzione di calore valgono le disposizioni di prevenzione incendi in vigore (d.m. 8 novembre 2019).

L'impianto di riscaldamento sarà del tipo a radiatori in acciaio tubolari e fan-coil per mensa e spogliatoi.

La distribuzione sarà del tipo a due tubi (a ritorno diretto).

La centrale termica ospiterà due caldaie alimentate a gas metano con le seguenti potenzialità: 130÷145 kW + 225 kW utile.

È fatto divieto di utilizzare stufe funzionanti a combustibile liquido o gassoso, per il riscaldamento di ambienti.

²⁹ A proposito della permanenza delle aperture di aerazione, si veda il chiarimento prot. n° P1521/4122 sott. 32 del 1 dicembre 1998.

Impianti di condizionamento e ventilazione

Si fa riferimento al punto 6.3.1; gli impianti di condizionamento saranno localizzati. Nelle aule saranno predisposte le tubazioni in rame disossidato coibentato e in polietilene (scarichi) entro traccia per la futura eventuale installazione di unità interne ed esterne per il condizionamento dei locali stessi.

Nei locali uffici è invece prevista la completa installazione delle unità di condizionamento di tipo VRV (un'unità esterna e quattro unità interne).

Nell'unità esterna dell'impianto di condizionamento uffici sarà utilizzato un fluido frigorifero non infiammabile.

Per quanto attinente, saranno osservate tutte le disposizioni previste al presente punto della RTV.

Laddove non è possibile realizzare un'adeguata ventilazione naturale dei locali bagno sarà predisposta una ventilazione meccanica con torrini di aspirazione posti in copertura e condotte di ventilazione poste entro cavedi compartimentati.

Spazi per servizi logistici (mensa)

Si fa riferimento ai punti 6.6 e 6.6.1; in riferimento ai locali destinati alla distribuzione e/o consumazione dei pasti, nel caso ai medesimi sia annessa la cucina e/o il lavaggio delle stoviglie con apparecchiature alimentate a combustibile liquido o gassoso, agli stessi si applicano le specifiche normative di sicurezza vigenti.

Nello specifico, il servizio di ristorazione scolastica (con pasti trasportati) è affidato ad una cooperativa sociale che provvederà all'erogazione dei pasti; pertanto, non è prevista la preparazione in loco dei pasti.

Impianti elettrici

Generalità

Si fa riferimento al punto 7.0; gli impianti elettrici del complesso scolastico saranno realizzati in conformità ai disposti di cui alla legge 1 marzo 1968, n. 186.

La scuola dovrà essere munita di interruttore generale, posto in posizione segnalata, che permetta di togliere tensione all'impianto elettrico dell'attività; tale interruttore dovrà essere munito di comando di sgancio a distanza, posto nelle vicinanze dell'ingresso o in posizione presidiata.

Nello specifico, l'impianto elettrico della scuola trarrà origine da consegna in BT disposta sulla recinzione posta sul lato di accesso principale all'edificio.

A fianco del contatore sarà installato il quadro di consegna che conterrà l'interruttore generale tramite il quale sarà possibile sezionare l'intero impianto elettrico dell'edificio (lo sgancio di emergenza sarà possibile anche agendo su pulsante di sgancio ad accesso protetto installato presso l'ingresso dell'edificio).

Impianto elettrico di sicurezza

Si fa riferimento al punto 7.1; la scuola dovrà essere dotata di un impianto di sicurezza alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria.

L'impianto elettrico di sicurezza dovrà alimentare le seguenti utilizzazioni, strettamente connesse con la sicurezza delle persone:

- a) illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi³⁰, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux; l'alimentazione degli apparecchi illuminanti di sicurezza sarà garantita da gruppi di alimentazione autonomi completi di batterie ricaricabili al Ni-Cd e inverter, che garantiranno l'accensione automatica dell'apparecchio in assenza di rete;
- b) impianto di allarme, abbinato all'impianto di rivelazione incendi e derivato da alimentatore ausiliario completo di batterie e relativo sistema di ricarica.

Nessun'altra apparecchiatura sarà collegata agli impianti elettrici di sicurezza.

L'autonomia delle sorgenti di sicurezza sarà non inferiore ai 30' e i dispositivi di carica degli accumulatori consentiranno la ricarica completa entro 12 ore.

Sarà effettuata la valutazione del rischio fulminazione a valle della quale gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche (laddove necessari, non potendo definire la struttura autoprotetta) dovranno realizzarsi secondo le pertinenti norme tecniche (valutazione del rischio di perdita di vite umane R1 e del rischio di perdite economiche R4, secondo la norma CEI EN 62305-1/4).

³⁰ In riferimento alla presenza dell'illuminazione di sicurezza anche nelle aule, si veda il chiarimento prot. n° 14163/4122 sott. 32 del 29 dicembre 1993.

Sistemi di allarme

Generalità

Si fa riferimento al punto 8.0; la scuola sarà munita di un sistema di allarme in grado di avvertire gli studenti ed il personale presente in caso di pericolo.

Il sistema di allarme avrà caratteristiche atte a segnalare il pericolo a tutti gli occupanti il complesso scolastico ed il suo comando sarà posto in diverse posizioni costantemente presidiate durante l'esercizio delle attività.

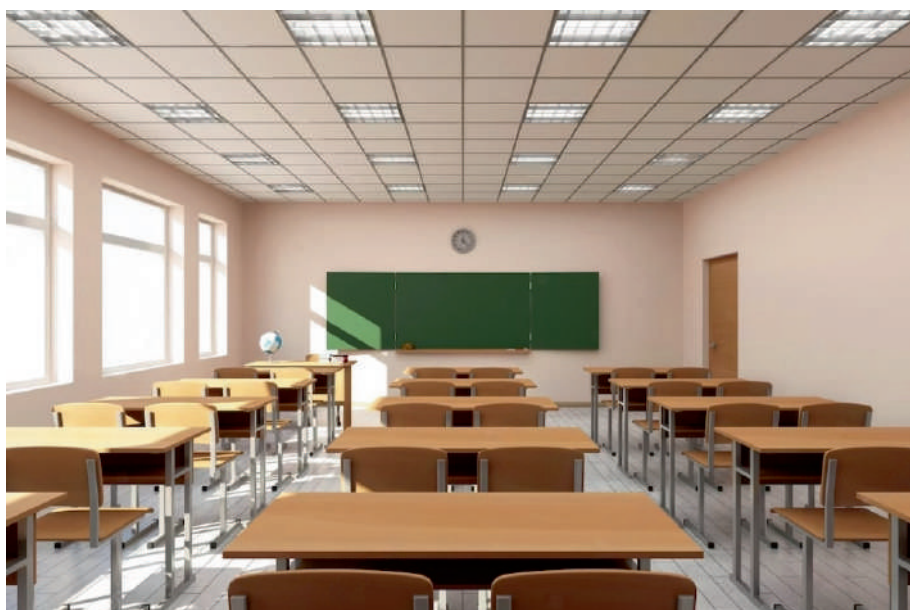
Tipo di impianto

Si fa riferimento al punto 8.1; il sistema di allarme può essere costituito, per le scuole di tipo 0-1-2, dallo stesso impianto a campanelli usato normalmente per la scuola, purché venga convenuto un particolare suono.

Per le scuole degli altri tipi deve essere invece previsto anche un impianto di altoparlanti.

Nello specifico, scuola di tipo 2, si prevede la realizzazione di un impianto di rivelazione automatica e di allarme manuale, finalizzato anche all'utilizzo come impianto di allarme in caso di incendio; per la parte di allarme questo impianto sarà essenzialmente costituito da:

- centrale di rivelazione ad indirizzo installata nel locale tecnico al piano terra;
- pulsanti manuali di allarme incendio dislocati ai piani;
- pannelli di segnalazione ottico-acustici e sirena di allarme esterna, alimentati da circuiti di sicurezza in partenza da alimentatore ausiliario abbinato alla centrale di rivelazione.



Mezzi ed impianti fissi di protezione ed estinzione degli incendi

Generalità

Si fa riferimento al punto 9.0; la scuola deve essere dotata di idonei mezzi antincendio come di seguito precisato.

Rete idranti³¹

Si fa riferimento al punto 9.1; il riferimento è il d.m. 20 dicembre 2012, punto 4, che rinvia alla norma UNI 10779.

Le scuole di tipo 1-2-3-4-5 devono essere dotate di una rete idranti costituita da una rete di tubazioni realizzata preferibilmente ad anello ed almeno una colonna montante in ciascun vano scala dell'edificio; da essa deve essere derivato ad ogni piano, sia fuori terra che interrato, almeno un idrante con attacco UNI 45 a disposizione per eventuale collegamento di tubazione flessibile o attacco per naspo. Per la scuola in esame è sufficiente un solo attacco per autopompa per tutto l'impianto.

Ove l'acquedotto non garantisca le condizioni idrauliche richieste, dovrà essere installata una idonea riserva idrica alimentata sempre da acquedotto pubblico.

Tale riserva deve essere costantemente garantita.

Le elettropompe di alimentazione della rete antincendio devono essere alimentate elettricamente da una propria linea preferenziale.

Nello specifico, l'impianto sarà del tipo ramificato con tre colonne montanti.

La rete idrica antincendio prevede:

n. 7 naspi antincendio DN 32 così disposti:

- n. 1 a protezione della palestra al piano interrato;
- n. 2 a protezione del piano seminterrato;
- n. 2 a protezione del piano terra;
- n. 2 a protezione del piano primo.

n. 4 naspi antincendio DN 25 così disposti:

- n. 1 a protezione della palestra al piano interrato;
- n. 1 a protezione del corridoio di accesso alle aule al piano terra;
- n. 1 a protezione del disimpegno spazi corpo docenti al piano terra;
- n. 1 a protezione del corridoio di accesso alle aule al piano primo.

³¹ Il d.m. 20 dicembre 2012 riporta, per le norme specifiche antincendio relative ad attività soggette a controllo, le misure a regola d'arte debbano rispettare gli impianti di protezione attiva antincendio (idranti, sprinkler, rivelazione incendi, ecc.).

A tale scopo, il decreto stabilisce le norme e le caratteristiche dei citati impianti antincendio affinché possano essere considerati a regola d'arte.

Estintori

Si fa riferimento al punto 9.2; devono essere installati estintori portatili di capacità estinguente non inferiore 13 A, 89 B, C di tipo approvato dal Ministero dell'interno in ragione di almeno un estintore per ogni 200 m² (mediamente ogni circa 100 m²) di pavimento o frazione di detta superficie, con un minimo di due estintori per piano. Sono inoltre previsti estintori a CO₂ in alcuni locali specifici, quali le aule speciali, e in prossimità dei quadri elettrici di piano.

In ogni caso, si rimanda alle disposizioni di cui al d.m. 3 settembre 2021.

Impianti fissi di rilevazione e/o di estinzione degli incendi³²

Si fa riferimento al punto 9.3; per gli ambienti o locali il cui carico d'incendio superi i 30 kg/m², dovrà essere installato un impianto di rivelazione automatica d'incendio, se fuori terra, o un impianto di estinzione ad attivazione automatica, se interrato.

Si rileva immediatamente una problematica per la palestra non essendo previsto, allo stato, un impianto di estinzione ad attivazione automatica.

Nello specifico, si prevede la realizzazione di un impianto di rivelazione automatica e di allarme manuale; l'impianto sarà costituito, essenzialmente, da:

- centrale di rivelazione ad indirizzo installata nel locale tecnico al piano terra;
- rivelatori ottici di fumo nei locali a rischio specifico e negli ambienti il cui carico d'incendio superi i 30 kg/m²;
- pulsanti manuali di allarme incendio dislocati ai piani;
- moduli di ingresso per l'acquisizione di allarmi tecnici, inseriti sulla linea di rivelazione;
- pannelli di segnalazione ottico-acustici e sirena di allarme esterna, alimentati da circuiti di sicurezza in partenza da alimentatore ausiliario abbinato alla centrale di rivelazione;
- combinatore telefonico, per la trasmissione degli allarmi a postazioni remote, installato in prossimità della centrale;
- magneti di ritenuta delle porte tagliafuoco, il cui rilascio sarà comandato dalla centrale di rivelazione, tramite "mancanza di tensione" sull'attuatore (in "sicurezza passiva");
- rivelatori di gas installati nella centrale termica.

Segnaletica di sicurezza

Si fa riferimento al punto 10; si applicano le vigenti disposizioni sulla segnaletica di sicurezza, espressamente finalizzata alla sicurezza antincendi.

³² In merito alle caratteristiche ed alla progettazione di tali impianti si veda il d.m. 20 dicembre 2012.

Norme di esercizio

Si fa riferimento al punto 11; a cura del titolare dell'attività dovrà essere predisposto un registro dei controlli periodici ove sono annotati tutti gli interventi ed i controlli relativi all'efficienza degli impianti elettrici, dell'illuminazione di sicurezza, dei presidi antincendio, dei dispositivi di sicurezza e di controllo, delle aree a rischio specifico e dell'osservanza della limitazione dei carichi d'incendio nei vari ambienti dell'attività. Tale registro deve essere mantenuto costantemente aggiornato e disponibile per i controlli da parte dell'autorità competente.

- Deve essere predisposto un piano di emergenza e devono essere fatte prove di evacuazione, almeno due volte nel corso dell'anno scolastico.
- Le vie di uscita devono essere tenute costantemente sgombre da qualsiasi materiale.
- È fatto divieto di compromettere la agevole apertura e funzionalità dei serramenti delle uscite di sicurezza, durante i periodi di attività della scuola, verificandone l'efficienza prima dell'inizio delle lezioni.
- Le attrezzature e gli impianti di sicurezza devono essere controllati periodicamente in modo da assicurarne la costante efficienza.
- Nei locali ove vengono depositate o utilizzate sostanze infiammabili o facilmente combustibili è fatto divieto di fumare o fare uso di fiamme libere.
- I travasi di liquidi infiammabili non possono essere effettuati se non in locali appositi e con recipienti e/o apparecchiature di tipo autorizzato.
- Nei locali della scuola, non appositamente all'uopo destinati, non possono essere depositati e/o utilizzati recipienti contenenti gas compressi e/o liquefatti. I liquidi infiammabili o facilmente combustibili e/o le sostanze che possono comunque emettere vapori o gas infiammabili, possono essere tenuti in quantità strettamente necessarie per esigenze igienico-sanitarie e per l'attività didattica e di ricerca in corso come previsto al punto 6.2.
- Al termine dell'attività didattica o di ricerca, l'alimentazione centralizzata di apparecchiature o utensili con combustibili liquidi o gassosi deve essere interrotta azionando le saracinesche di intercettazione del combustibile, la cui ubicazione deve essere indicata mediante cartelli segnaletici facilmente visibili.
- Negli archivi e depositi, i materiali devono essere depositati in modo da consentire una facile ispezionabilità, lasciando corridoi e passaggi di larghezza non inferiore a 0,90 m.
- Eventuali scaffalature dovranno risultare a distanza non inferiore a m 0,60 dall'intradosso del solaio di copertura.
- Il titolare dell'attività deve provvedere affinché nel corso della gestione non vengano alterate le condizioni di sicurezza.
Egli può avvalersi per tale compito di un responsabile della sicurezza, in relazione alla complessità e capienza della struttura scolastica.

Problematiche inerenti l'applicazione della RTV tradizionale

Fermo restando che, per quanto non esplicitamente espresso nei paragrafi precedenti solo per brevità di trattazione, è garantito il rispetto di tutte le restanti indicazioni del d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i., il progetto architettonico presenta, come già accennato, delle situazioni di criticità tecnica.

Ove, come nel caso in esame, non si intervenisse con delle modifiche progettuali mirate al soddisfacimento delle prescrizioni del decreto, non rimarrebbe che ricorrere all'istituto della *deroga*.

Infatti, se da un lato l'approccio tradizionale, di tipo prescrittivo, risulta di più agevole applicazione per il progettista, di contro, può risultare oltremodo vincolante, in quanto costringe lo stesso verso soluzioni, in alcuni casi, non praticabili, che richiedono necessariamente il ricorso al predetto istituto.

La deroga consente di sanare situazioni non altrimenti risolvibili, prevedendo idonee misure tecniche alternative, in grado di garantire un livello di sicurezza non inferiore a quello ottenibile con l'integrale rispetto della norma (concetto di sicurezza equivalente).

Tale procedura è attuabile unicamente in presenza di attività, anche non soggette (cioè, non comprese nell'elenco dell'Allegato I al d.p.r. 151/2011), purché *normate*, ovvero dotate di specifiche regole tecniche di prevenzione incendi (locali di pubblico spettacolo, impianti sportivi, scuole, ospedali, alberghi, impianti termici a gas o a combustibile liquido, autorimesse, gruppi elettrogeni, ecc.).

La richiesta di deroga all'osservanza della vigente normativa antincendi deve essere redatta secondo apposita modellistica (*mod. PIN4-2023*) e va indirizzata alla Direzione regionale dei VV.F., tramite il Comando VV.F. competente per territorio.

Il Comando esamina la domanda ed entro trenta giorni la trasmette, con il proprio parere, alla Direzione regionale.

Il Direttore regionale, sentito il Comitato tecnico regionale di prevenzione incendi, si esprime entro sessanta giorni dalla ricezione, dandone contestuale comunicazione al Comando e al richiedente.



Nello specifico, in alcuni punti del procedimento si è dovuta constatare l'impossibilità di soddisfare le prescrizioni della *RTV tradizionale*, riepilogativamente:

- a) Punto 3.0 (e punto 4.0)

Resistenza al fuoco delle strutture (e compartimentazione)

- b) Punto 5.2

Sistema di vie di uscita

- c) Punto 5.6

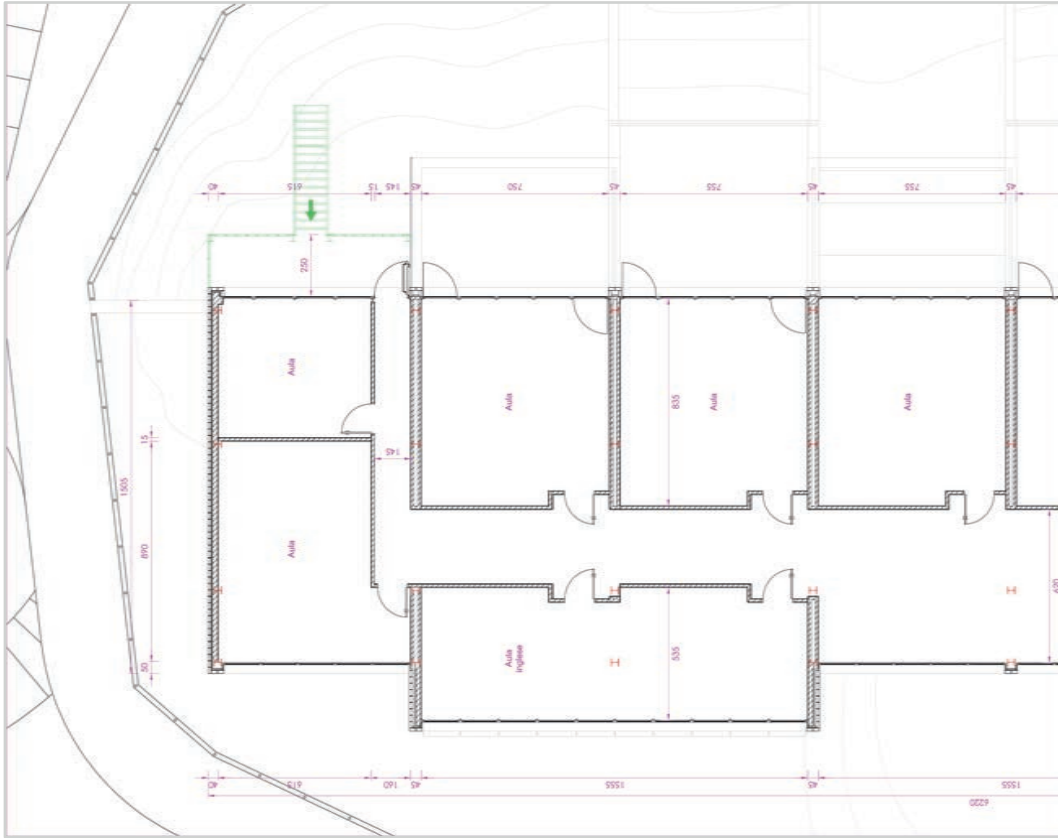
Numero delle uscite

- d) Punto 9.3

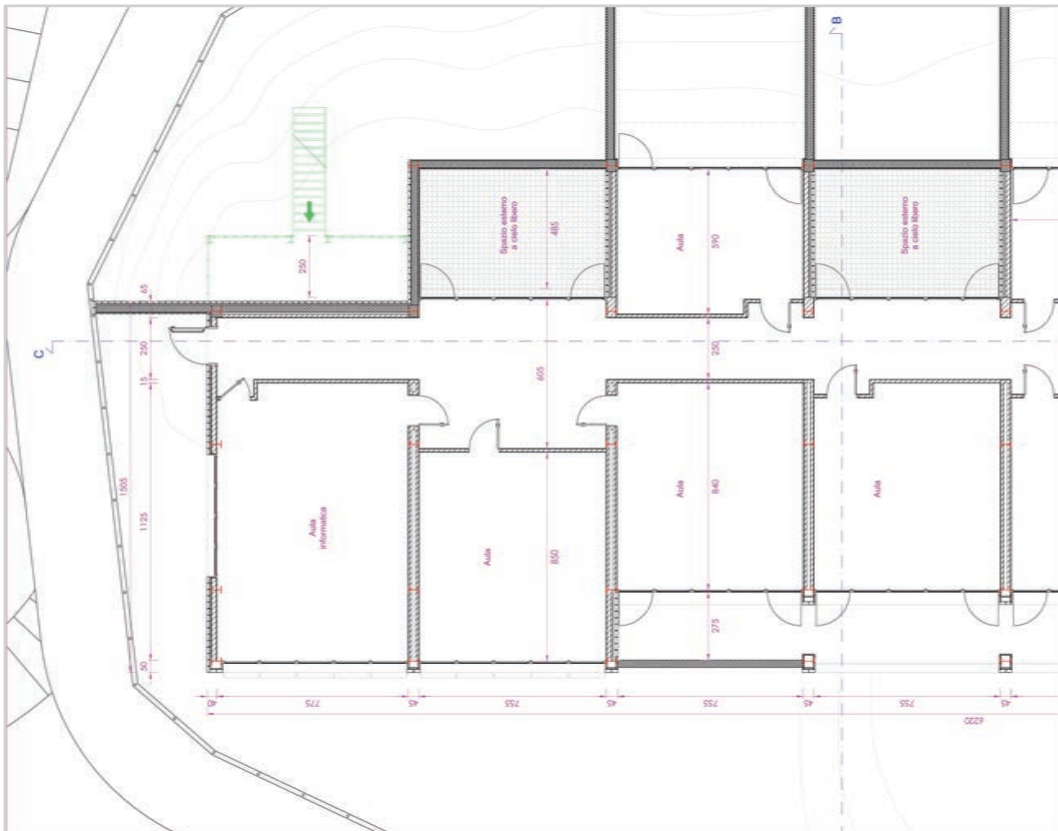
impianto di estinzione ad attivazione automatica

Al fine di evitare il ricorso alla *deroga*, per i punti b) e c), la proprietà decide di modificare il progetto architettonico realizzando una scala di sicurezza esterna. Per il rispetto del punto d), la scelta rimane tra l'installazione del previsto impianto richiesto e l'avvio del procedimento di richiesta di deroga. Per il rispetto del punto a), la problematica appare più complessa, anche considerando l'avvio del procedimento di richiesta di deroga.

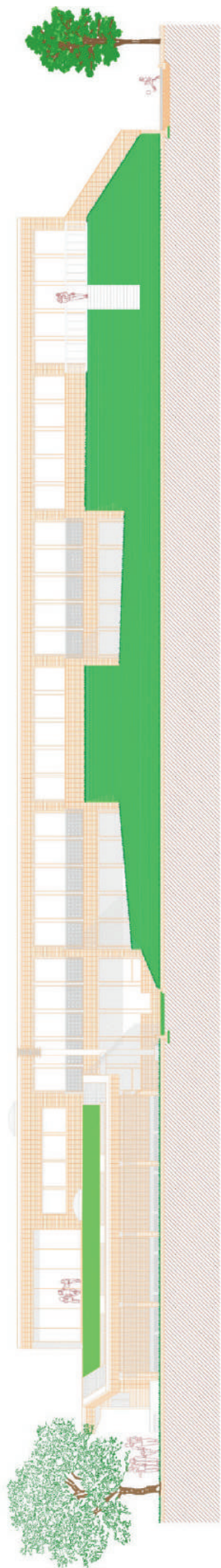




**STRALCIO PLANIMETRIA POST OPERAM
SCALA DI SICUREZZA ESTERNA AL PIANO PRIMO**



**STRALCIO PLANIMETRIA POST OPERAM
SCALA DI SICUREZZA ESTERNA AL PIANO TERRA**



PROSPETTO NORD POST OPERAM



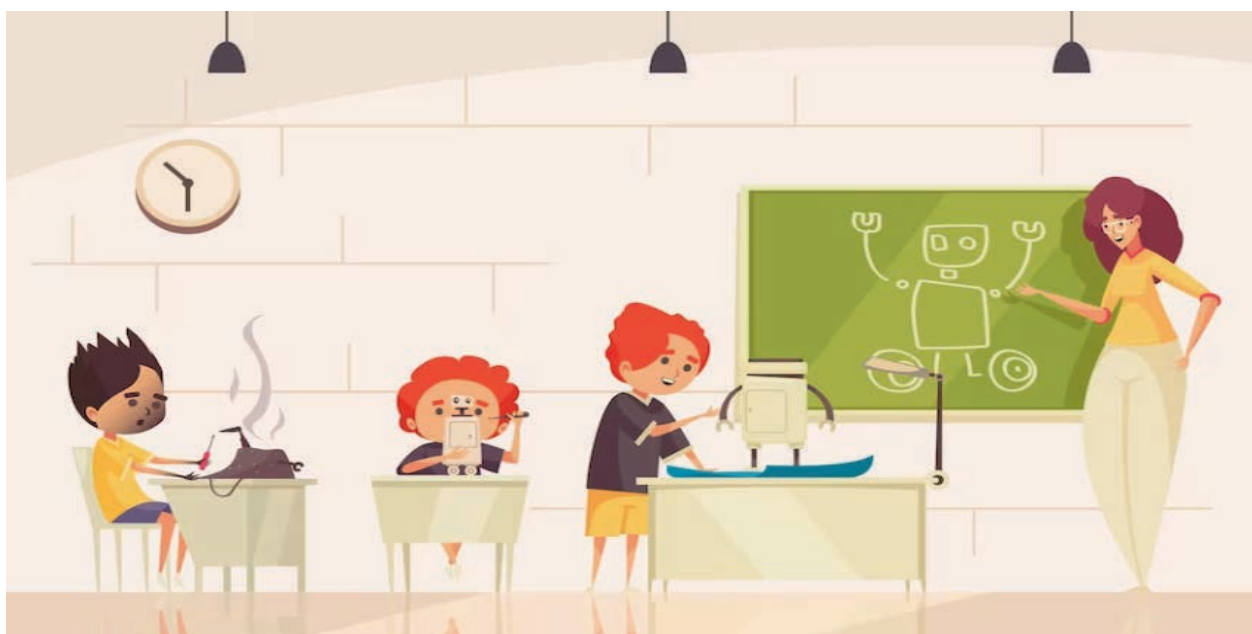
PROSPETTO OVEST POST OPERAM

Progettazione antincendio con il Codice di prevenzione incendi

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 e d.m. 24 novembre 2021, come aggiornate dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

La RTV V.7 riguarda attività scolastiche di ogni ordine, grado e tipo, collegi ed accademie con affollamento superiore a 100 occupanti e si riferisce alle attività specificate al numero 67 dell'allegato I del d.p.r. 151 del 1 agosto 2011³³.



Classificazione dell'attività

La scuola in esame è classificabile come segue (punto 1 del par. V.7.2):

- a) in relazione al numero degli *occupanti*³⁴ n , in OB (essendo $300 < n \leq 500$);
- b) in relazione alla massima *quota dei piani* h , in HA (essendo $h \leq 12$ m).

³³ Conformemente alla logica del Codice, la strategia antincendio è la stessa per attività nuove ed esistenti. Si veda anche l'art. 2, comma 3, del d.m. 12 aprile 2019 che specifica che per gli interventi di modifica ovvero di ampliamento alle attività rientranti nel campo di applicazione del Codice, esistenti alla data di entrata in vigore del citato decreto, le norme tecniche del Codice, si applicano a condizione che le misure di sicurezza antincendio esistenti, nella parte dell'attività non interessata dall'intervento, siano compatibili con gli interventi da realizzare.

³⁴ Il calcolo dell'affollamento (vedi tab. S.4-12 e S.4-13) risulta congruente con le ipotesi effettuate nell'ambito del medesimo calcolo di cui al punto 5.0 della RTV tradizionale.

Nella scuola sono presenti le seguenti tipologie di aree (punto 2 del par. V.7.2):

- TA: locali destinati ad attività didattica e spazi comuni;
- TO: locali con affollamento > 100 persone;
- TZ: altre aree.

La tabella seguente illustra la classificazione delle aree di interesse in base alla loro dislocazione:

Locale/Area	Piano	Classificazione
Centrale termica	Terra	TZ
Locali destinati ad attività didattica e spazi comuni	Interrato	TA
	Seminterrato	
	Terra	
	Primo	
Mensa	Seminterrato	TO

La metodologia generale

L'approccio prestazionale o semiprestazionale, tipico del Codice, si concentra su tutto ciò che l'attività (strutture, impianti, gestione, ecc.) dovrà garantire, piuttosto che su come questa dovrà essere realizzata definendo, quindi, obiettivi prestazionali sulla base di valutazioni relative alle performance finali.

La valutazione del rischio non è quindi fatta *ex ante*, ma sul caso reale e concreto; pertanto, il progettista effettuerà la scelta delle misure adeguate al conseguimento degli obiettivi di sicurezza da raggiungere, valutando l'adeguatezza del contesto e delle tecniche di analisi, assumendosene direttamente la responsabilità, al fine di garantire le prestazioni attese.

Progettare con approccio prestazionale la sicurezza antincendio, conseguentemente, consente massima flessibilità nell'individuazione di soluzioni tecniche e gestionali finalizzate al raggiungimento del livello di sicurezza accettabile, adottandone di più specifiche e altrettanto efficaci in termini di sicurezza.

In questo modo si favorisce l'utilizzo di nuove tecnologie (che nel complesso potrebbero addirittura risultare meno onerose) e l'adeguamento alle situazioni peculiari dell'attività, ottenendo anche un'ottimizzazione dei costi senza compromissione della sicurezza antincendio.

Sinteticamente, secondo i Capp. G.2 e G.3, le fasi della metodologia indicate dal Codice sono:

Definizione dello scopo della progettazione

Si fa riferimento al par. G.2.6 punto 1 a.

Identificazione degli obiettivi di sicurezza

Si fa riferimento al par. G.2.6 punto 1 b.

G.2.6 METODOLOGIA GENERALE

Nota Questa metodologia generale è applicata a tutte le attività, anche nel caso siano disponibili pertinenti regole tecniche verticali (Sezione V).

1. La progettazione della sicurezza antincendio delle attività è un processo iterativo, costituito dai seguenti passi:

a. *scopo della progettazione*: si descrive qualitativamente e quantitativamente l'attività ed il suo funzionamento, al fine di chiarire lo scopo della progettazione;

Nota Ad esempio, la descrizione dell'attività può comprendere: localizzazione e contesto, finalità, vincoli, struttura organizzativa e responsabilità, tipologia e quantità di occupanti, processi produttivi, opere da costruzione, impianti, tipologia e quantità di materiali stoccati o impiegati, ...

b. *obiettivi di sicurezza*: sono esplicitati gli obiettivi di sicurezza della progettazione previsti al paragrafo G.2.5, applicabili all'attività;

Nota Ad esempio, non è necessario tutelare edifici che non risultino pregevoli per arte o storia, o garantire la continuità d'esercizio per opere che non siano considerate strategiche.

Valutazione del rischio d'incendio per l'attività

Si fa riferimento al par. G.2.6.1; nello specifico, il par. V.7.3 prevede che la progettazione della sicurezza antincendio deve essere effettuata attuando la metodologia di cui al Cap. G.2.

Attribuzione dei profili di rischio

Si fa riferimento al par. G.2.6.2; nello specifico, il par. V.7.3 prevede che i profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al Cap. G.3.

Strategia antincendio per la mitigazione del rischio

Si fa riferimento al par. G.2.6.3; nello specifico al par. V.7.4.

Attribuzione dei livelli di prestazione alle misure antincendio

Si fa riferimento al par. G.2.6.4.

Individuazione delle soluzioni progettuali

Si fa riferimento al par. G.2.6.5.

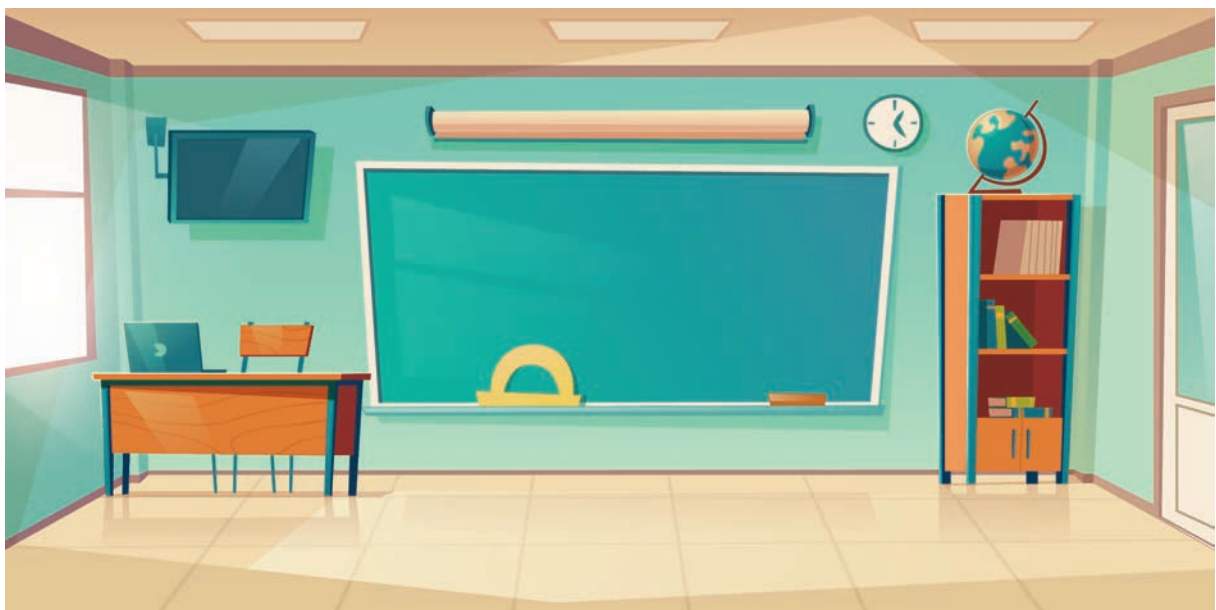
Scopo della progettazione

Lo scopo della presente progettazione è quello di tutelare l'incolumità degli occupanti previsti, a qualsiasi titolo presenti nella scuola, e di salvaguardare i beni presenti e l'ambiente circostante nei confronti del rischio d'incendio.

Il progetto di prevenzione incendi riguarda una scuola sita nel di Comune di Rivignano Teor (UD), in Viale Giulio Cesare.

In tale fase si descrive qualitativamente e quantitativamente l'attività ed il suo funzionamento.

Per brevità di trattazione, si rimanda alla descrizione effettuata (*localizzazione e contesto, finalità, vincoli, struttura organizzativa e responsabilità, tipologia e quantità di occupanti, opere da costruzione, impianti, tipologia e quantità di materiali stoccati o impiegati, ecc.*) nella precedente sezione relativa alla progettazione dell'attività secondo la RTV tradizionale.



Obiettivi di sicurezza

In relazione all'attività scolastica, gli obiettivi primari di sicurezza della progettazione applicabili, previsti al par. G.2.5, riguardano:

- **Sicurezza della vita umana e incolumità delle persone:**

- l'attività sarà progettata, realizzata e gestita in modo da:

- ✓ minimizzare le cause d'incendio o d'esplosione;
 - ✓ garantire la stabilità delle strutture portanti per un periodo di tempo determinato;
 - ✓ limitare la produzione e la propagazione di un incendio all'interno dell'attività;
 - ✓ limitare la propagazione di un incendio ad attività contigue;
 - ✓ limitare gli effetti di un'esplosione;
 - ✓ garantire la possibilità che gli occupanti lascino l'attività autonomamente o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
 - ✓ garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

- **Tutela dei beni e dell'ambiente:**

- l'attività sarà progettata, realizzate e gestite in modo da:

- ✓ tutelare gli edifici pregevoli per arte o storia;
 - ✓ garantire la continuità d'esercizio per le opere strategiche;
 - ✓ prevenire il danno ambientale e limitare la compromissione dell'ambiente in caso d'incendio.



Valutazione del rischio d'incendio per l'attività

G.2.6.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO D'INCENDIO PER L'ATTIVITÀ

1. Il progettista impiega uno dei metodi di regola dell'arte per la valutazione del rischio d'incendio, in relazione alla complessità dell'attività trattata.

Nota La valutazione del rischio d'incendio rappresenta un'analisi della specifica attività finalizzata all'individuazione delle *più severe ma credibili* ipotesi d'incendio e delle corrispondenti conseguenze per gli occupanti, i beni e l'ambiente. Tale analisi consente al progettista di implementare e, se necessario, integrare le soluzioni progettuali previste nel presente documento.

2. In ogni caso la valutazione del rischio d'incendio deve ricomprendere almeno i seguenti argomenti:
 - a. individuazione dei pericoli d'incendio;

Nota Ad esempio, si valutano: sorgenti d'innescio, materiali combustibili o infiammabili, carico incendio, interazione inneschi-combustibili, eventuali quantitativi rilevanti di miscele o sostanze pericolose, lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione, possibile formazione di atmosfere esplosive, ...

- b. descrizione del contesto e dell'ambiente nei quali i pericoli sono inseriti;

Nota Si indicano ad esempio: condizioni di accessibilità e viabilità, layout aziendale, distanziamenti, separazioni, isolamento, caratteristiche degli edifici, tipologia edilizia, complessità geometrica, volumetria, superfici, altezza, piani interrati, articolazione plano-volumetrica, compartimentazione, aerazione, ventilazione e superfici utili allo smaltimento di fumi e di calore, ...

- c. determinazione di quantità e tipologia degli occupanti esposti al rischio d'incendio;
- d. individuazione dei beni esposti al rischio d'incendio;
- e. valutazione qualitativa o quantitativa delle conseguenze dell'incendio su occupanti, beni ed ambiente;
- f. individuazione delle misure preventive che possano rimuovere o ridurre i pericoli che determinano rischi significativi.

3. **Qualora siano disponibili pertinenti *regole tecniche verticali*, la valutazione del rischio d'incendio da parte del progettista è limitata agli aspetti peculiari della specifica attività trattata.**

4. Negli ambiti delle attività in cui sono presenti *sostanze infiammabili* allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri combustibili, la valutazione del rischio d'incendio deve includere anche la valutazione del rischio per *atmosfere esplosive* (capitolo V.2).

La valutazione del rischio d'incendio, in relazione alla complessità dell'attività, può seguire due approcci metodologici:

- metodi quantitativi;
- metodi qualitativi o semiquantitativi.

Appare utile sottolineare l'importanza della fase iniziale della valutazione del rischio d'incendio, relativa all'individuazione dei pericoli, in considerazione del fatto che se un pericolo non viene correttamente individuato, il conseguente rischio non potrà essere valutato e, pertanto, gestito in seguito.

a. Individuazione dei pericoli d'incendio

Al piano interrato è presente una palestra, al piano seminterrato, in aree distinte e separate, saranno previsti la mensa e gli spogliatoi dedicati alla palestra.

Al piano primo e al piano terra saranno previste le aule e i servizi annessi; al piano terra saranno presenti gli spazi adibiti al corpo docente.

Sempre al piano terra è ubicata la centrale termica (non oggetto del presente caso studio).

I carichi d'incendio specifici all'interno dell'attività saranno caratterizzati dalla presenza di materiali combustibili che contribuiscono in modo *moderato* all'incendio (tab. G.3-2, velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio di tipo medio).

Le potenziali fonti d'innescio saranno limitate al malfunzionamento delle apparecchiature elettriche e di illuminazione dei locali; non saranno presenti attività pericolose o attrezzature di lavoro, né si farà uso di fiamme libere o di altre fonti di calore critiche, agli effetti del rischio d'incendio o dell'esplosione.

Nell'attività non saranno presenti apparecchiature alimentate a gas metano, fatta eccezione per la centrale termica sita in locale ad uso esclusivo e conforme ai dettami di cui al citato d.m. 8 novembre 2019.

Altre possibili fonti di innesco sono individuabili nei mozziconi di sigarette, nell'eventuale presenza di apparecchiature elettriche non installate correttamente o non sottoposte a corretta manutenzione, all'errore umano o, in definitiva, nella carente o scorretta esecuzione delle procedure di GSA.

Le aule, gli spazi riservati al corpo docente, le aree comuni, i locali tecnici e i depositi rappresentano aree nelle quali individuare un possibile focolare di incendio.

Negli uffici afferenti al corpo docente sono presenti PC, stampanti, fotocopiatrici e carta in quantità limitata.

Nel complesso saranno installati i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

- impianti elettrici, luce e FM, e di messa a terra;
- impianti di illuminazione di sicurezza e di emergenza;
- impianto di protezione contro le scariche atmosferiche;
- impianto ascensore;
- impianto di condizionamento (localizzato) degli ambienti;
- centrale termica (non oggetto del presente caso studio).

Si segnala che una considerevole situazione di pericolo può presentarsi durante le ore di lezione, coincidenti con il massimo affollamento dell'attività. Infatti, in tale situazione, un'eventuale evacuazione in emergenza solleciterà, al massimo, il sistema di esodo.

b. Descrizione del contesto e dell'ambiente

Come illustrato nella descrizione e nella planimetria d'insieme, la scuola è posizionata in Viale Giulio Cesare.

L'edificio presenta una superficie complessiva pari a circa 3420 mq.

Il piano interrato (540 mq circa) ospiterà la palestra, il piano seminterrato (580 mq circa) ospiterà, in aree distinte e separate, la mensa e gli spogliatoi dedicati alla palestra.

Al piano primo (1000 mq circa) saranno previste le aule e i servizi annessi.

Al piano terra (1300 mq circa) saranno previste le aule e i servizi annessi, gli spazi adibiti al corpo docente e la centrale termica (non oggetto del presente caso studio). In totale, l'edificio ospiterà 14 aule didattiche e 3 aule speciali dedicate alle materie di informatica, musica e inglese.

L'altezza antincendio è pari a + 3,75 m rispetto al piano di riferimento coincidente con la quota stradale cui hanno accesso i mezzi dei VV.F.

L'attività è suddivisa in compartimenti antincendio disposti sui singoli piani.

Tuttavia, la comunicazione verticale tramite la scala principale determina un compartimento multipiano che interessa i piani dal primo al seminterrato.

Compartimento	Piano	Superficie mq	Caratteristiche di resistenza al fuoco
Palestra	Interrato	460	REI/EI 60
Mensa	Seminterrato	305	REI/EI 60
Spogliatoi	Seminterrato	210	REI/EI 60
Aule	Terra	850	REI/EI 30
	Primo	800	REI/EI 30
Spazi corpo docente	Terra	250	REI/EI 30
Multipiano scala	dal Primo al Seminterrato	400	REI/EI 30
Centrale termica	Terra	50	REI/EI 120

L'accesso ai piani avviene per mezzo di una scala (protetta) di larghezza pari a 1800 mm e con uscita in corrispondenza dell'ingresso principale della scuola e di un ascensore che serve tutti i piani.

I piani seminterrato e interrato comunicano con le aree esterne anche tramite scale esterne facilitando l'esodo degli occupanti ivi presenti.

L'accessibilità ai mezzi di soccorso è sempre garantita grazie alla viabilità, comunale e privata; le superfici esterne consentono, in caso di emergenza, l'eventuale esodo rapido verso tutte le direzioni.

Il complesso, pertanto, offre un'adeguata capacità di deflusso degli occupanti garantendo la possibilità di sfollamento verso aree scoperte e sicure all'esterno dell'edificio.

L'edificio sarà facilmente avvicinabile dai mezzi di soccorso senza limitazioni di peso e dimensioni per i veicoli, con possibilità di raggi di sterzata adeguati ai mezzi di soccorso e di accesso su tutti i lati dello stesso.

L'edificio è realizzato con struttura in acciaio.

I tamponamenti perimetrali saranno realizzati con pannelli sandwich e gli elementi di separazione con murature in laterizi forati con intonaco tradizionale su entrambe le facce.

Per ciascuna delle dieci misure costituenti la strategia antincendio si stabilirà, in relazione all'attribuzione dei pertinenti livelli di prestazione, cosa si va a progettare, misura per misura (ambiti, opere da costruzione, attività e compartimenti); nel caso in esame, in esito alle risultanze della valutazione del rischio, si forniscono i seguenti riferimenti:

Misura antincendio	Riferimento	Rif. Par.
S.1	Ambiti	S.1.2
S.2	Opera da costruzione/Compartimenti	S.2.2 e V.7.4.2
S.3	Opera da costruzione/Aree dell'attività	S.3.2 e V.7.4.3
S.4	Ambiti	S.4.2
S.5	Attività	S.5.2
S.6	Ambiti	S.6.2 e V.7.4.5
S.7	Ambiti	S.7.2 e V.7.4.6
S.8	Compartimenti	S.8.2
S.9	Opera da costruzione	S.9.2
S.10	Attività	S.10.2

La definizione degli ambiti dipende, pertanto, dalla specifica misura considerata e, ovviamente, dalla valutazione del rischio.

A titolo esemplificativo, per la misura S.1 gli ambiti rientranti in vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo e spazi calmi sono gli spazi connettivi tra le aree TA e TO e il vano scala, nonché gli spazi calmi.

Gli ambiti non catalogabili in queste categorie rientrano nell'accezione di "altri locali", ai quali sarà attribuito un livello di prestazione più basso.

Per le misure S.4, S.6, e S.7, nel caso in esame, in esito alle risultanze della valutazione del rischio, l'ambito coincide con il singolo compartimento.

In definitiva, i criteri di attribuzione dei pertinenti livelli di prestazione dipendono essenzialmente dal profilo di rischio R_{vita} dell'ambito considerato (es.: S.1) e da altri parametri ed elementi e, soprattutto, dalle risultanze della valutazione del rischio.

Si rammenta che, nel caso in questione:

- per *opera da costruzione* si fa riferimento all'edificio nel suo complesso;
- per *attività* si fa riferimento alla definizione di cui al punto 1 del par. G.1.5 (*complesso delle azioni organizzate svolte in un luogo delimitato, che può presentare pericolo d'incendio o esplosione*);
- per *ambito* si fa riferimento alla definizione di cui al punto 8 del par. G.1.7 (*porzione delimitata dell'attività avente la caratteristica o la qualità descritta nella specifica misura*).

c. Determinazione di quantità e tipologia degli occupanti esposti al rischio d'incendio

L'affollamento complessivo è stimato pari a 436 occupanti (affollamento massimo ricavato secondo le indicazioni delle tabb. S.4-12 e S.4-13):

Tipologia di occupanti	Caratteristiche	Affollamento (p)
Studenti	Presenti in maniera sistematica	364
Personale docente e non docente	Presenti in maniera sistematica	16
Persone che non hanno familiarità con i luoghi e con le relative vie d'esodo	Visitatori presenti (es.: genitori degli studenti)	56
Persone incapaci di reagire prontamente o che possono essere ignari del pericolo causato da un incendio	Possono essere presenti studenti e/o lavoratori e/o visitatori con limitate capacità motorie o con visibilità o udito menomato o limitato	
Lavoratori di ditte esterne che non hanno familiarità con i luoghi e con le relative vie d'esodo	Possono essere presenti <i>occasionalmente e per tempi limitati</i> : <ul style="list-style-type: none"> • personale per il controllo delle attrezzature antincendio; • personale di ditte esterne (pulizie, rifornimenti, corrieri, interventi di manutenzione ordinaria, verifiche impianti e strutture, ecc.). 	

d. Individuazione dei beni esposti al rischio d'incendio

I beni esposti al rischio d'incendio, ai piani terra e primo, sono costituiti essenzialmente da materiale di tipo celluloso e dalle suppellettili ivi presenti.

All'interno dell'attività non sono previste sostanze classificate come pericolose, ad eccezione di piccole quantità di liquidi infiammabili per le pulizie sono depositate, in ciascun piano, in appositi armadi omologati per lo stoccaggio limitato di sostanze infiammabili.

Al piano seminterrato, i beni esposti al rischio riguardano le dotazioni standard della mensa e dei locali spogliatoi.

Al piano interrato sono presenti le usuali attrezzature a servizio della palestra.

Non sono presenti aree di tipo TM e nemmeno depositi o archivi aventi superficie lorda $> 25 \text{ m}^2$ e $q_f > 600 \text{ MJ/m}^2$.

Non ci si occupa, in questa sede, della centrale termica.

e. Valutazione qualitativa o quantitativa delle conseguenze dell'incendio su occupanti, beni ed ambiente

In caso di incendio, i maggiori pericoli per gli occupanti derivano dalla mancanza di ossigeno, dalla concentrazione di composti tossici, dal fumo (la scarsa visibilità, come noto, può seriamente pregiudicare l'individuazione e l'utilizzo delle vie d'esodo) e dal calore.

Tenendo conto dell'ordinaria presenza di occupanti costituiti dagli studenti, il rischio più alto potrebbe concretizzarsi in termini di risposta all'emergenza da parte degli occupanti e di efficacia nella gestione delle operazioni di evacuazione.

In relazione ai beni ed all'ambiente, in relazione agli obiettivi di sicurezza prefissati, non si individuano particolari conseguenze rispetto ad un potenziale incendio.

f. Individuazione delle misure preventive che possano rimuovere o ridurre i pericoli che determinano rischi significativi

Individuati i maggiori pericoli d'incendio, attraverso un'accurata disamina dei luoghi, delle attività svolte e delle caratteristiche degli occupanti presenti, è possibile fornire un quadro delle misure di sicurezza, che possano rimuovere o ridurre tali pericoli, da adottare al fine di compensare i rischi ipotizzati.

È necessario, pertanto, valutare se i pericoli individuati possano essere eliminati o ridotti adottando soluzioni più sicure (riduzione delle sorgenti di innesco, corretto impiego di attrezzature elettriche, utilizzo di materiali meno pericolosi, processi produttivi più sicuri, implementazione di specifiche procedure, ecc.).

Le misure di prevenzione e protezione da adottare sono:

- assicurare il controllo periodico dei locali dell'attività, a cura del responsabile dell'attività, al fine di ridurre ulteriormente il verificarsi di eventi incidentali;
- assicurare la pulizia e il mantenimento dell'ordine in tutti i locali dell'attività;
- disposizione del divieto di fumo in tutti i locali dell'attività;
- disposizione del divieto di uso di fiamme libere, gas e liquidi infiammabili in tutti i locali dell'attività;
- assicurare i controlli periodici e gli interventi di manutenzione sugli impianti e sulle attrezzature antincendio presenti, annotandoli nell'apposito *registro dei controlli* ai sensi dell'art. 3 del d.m. 1 settembre 2021;
- assicurare la corretta dotazione di mezzi di estinzione, al fine di garantire le operazioni di primo intervento;
- assicurare la corretta installazione della segnaletica di sicurezza ai sensi del d.lgs. 81/08 e s.m.i.;
- predisposizione del *Piano di Emergenza ed Evacuazione* ai sensi dell'art. 2 del d.m. 2 settembre 2021;
- assicurare che gli impianti elettrici siano costantemente conformi alle norme CEI;
- assicurare la formazione e l'informazione dei lavoratori ai sensi degli artt. 36 e 37 del d.lgs. 81/08 e s.m.i. focalizzata, nello specifico, sulle norme comportamentali da tenersi nei luoghi di lavoro;
- assicurare la formazione dei lavoratori degli addetti alla prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione dell'emergenza ai sensi dell'art. 5 del d.m. 2 settembre 2021, con formazione specifica per l'assistenza, durante l'emergenza, agli occupanti disabili occasionalmente presenti.

Misure di tipo organizzativo, gestionale e tecnico

Al fine di eliminare, o almeno ridurre, le possibili cause di incendio sono state predisposte, inoltre, le seguenti misure compensative:

Rispetto dell'ordine e della pulizia dei luoghi

All'interno dei piani seminterrato e interrato, è fatto divieto di introdurre ulteriori materiali combustibili, scongiurando condizioni di carico di incendio elevato.

Tutti i locali devono essere mantenuti puliti evitando depositi di materiale combustibile e/o infiammabile che potrebbero concorrere all'insorgenza di un incendio.

Divieto di fumo

Sono vigenti, per tutti i locali, idonee disposizioni attinenti il divieto di fumo e sono stati nominati i preposti alla sorveglianza di tale divieto.

Controlli periodici dei mezzi antincendio, di primo soccorso e della segnaletica di sicurezza

Gli impianti, le attrezzature e tutti i sistemi di sicurezza antincendio saranno controllati secondo le cadenze temporali indicate da disposizioni, norme e specifiche tecniche pertinenti, nazionali o internazionali, nonché dal manuale d'uso e manutenzione, e la loro verifica dovrà essere verbalizzata nel *registro dei controlli*.

Le attrezzature utilizzate per il primo soccorso devono essere controllate semestralmente, attenzionando le date di scadenza dei prodotti e, nel caso si renda necessario, occorrerà procedere immediatamente alla relativa sostituzione o integrazione.

Impianti elettrici

Al fine di ridurre i rischi derivanti da guasti di origine elettrica, gli impianti elettrici, realizzati a regola d'arte e provvisti di dichiarazione di conformità, dovranno essere controllati periodicamente da manutentori qualificati e secondo le modalità previste dalla normativa tecnica pertinente.

È fatto divieto assoluto di effettuare qualsiasi intervento sugli impianti elettrici e sulle attrezzature elettriche, nonché di modificare prolunghe, prese e/o spine da parte di personale non autorizzato.

È fatto divieto assoluto di utilizzare, all'interno degli spazi del complesso scolastico, stufe, fornelli, scaldavivande, ecc..

Nel caso si rilevino danneggiamenti di componenti elettrici, con il conseguente rischio di contatti con parti in tensione, ne dovrà essere data immediata comunicazione al responsabile dell'attività.

L'attività sarà dotata di impianto di illuminazione di sicurezza e di emergenza realizzato secondo la norma UNI EN 1838, presentando un'autonomia delle alimentazioni di sicurezza pari ad almeno 1 ora con un tempo massimo di ricarica completa degli accumulatori prevista entro 12 ore.

Attrezzature mobili di estinzione

Al fine di garantire le operazioni di primo intervento, nella scuola saranno stati installati estintori portatili idonei per essere utilizzati su apparecchiature elettriche in tensione alla distanza di 1 metro sino a 1000 volt, in numero tale da garantire la presenza di almeno un estintore per ogni 200 m² (mediamente ogni circa 100 m²) di pavimento o frazione di detta superficie, con un minimo di due estintori per piano, con potere estinguente pari a 13 A - 89 B; in prossimità del quadro elettrico di piano sarà installato un estintore a CO₂, con potere estinguente pari a 89 B.

Gli estintori portatili saranno opportunamente segnalati da idonea segnaletica di sicurezza.

Idranti

Nella scuola è presente una rete idranti dotata di n. 7 naspi DN 32 e n. 4 naspi DN 25. La rete idrica antincendio è progettata secondo le norme UNI 10779 e UNI EN 12845 e alimentata da acquedotto pubblico.

È installato un attacco per autopompa VV.F. munito di bocca di mandata UNI 70.

Segnaletica di sicurezza

Nell'attività sarà installata la segnaletica di sicurezza conforme al Titolo V del d.lgs. 81/08 e s.m.i. e allegati XXIV e XXV, riguardanti l'attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sui luoghi di lavoro.

Inoltre, saranno indicate le norme di sicurezza e comportamento per gli occupanti. In particolare, saranno evidenziati:

- uscite di sicurezza;
- direzioni dei percorsi per raggiungere le uscite;
- spazi calmi e luoghi sicuri;
- attrezzature antincendio;
- quadro elettrico di piano.

Inoltre, saranno indicate le norme di sicurezza e comportamento per l'accesso ai locali, all'interno delle quali saranno indicate le limitazioni ed i divieti del caso.

Particolare cura dovrà essere posta al mantenimento in efficienza della segnaletica di sicurezza.

Piano di Emergenza ed Evacuazione

Sarà predisposto il “Piano di Emergenza ed Evacuazione”, ai sensi dell’art. 2 del d.m. 2 settembre 2021, contenente procedure di prevenzione ed operative da attuare in relazione al rischio di incendio, che tiene conto di tutti gli occupanti presenti, a vario titolo, nell’attività.

A seguito di quanto prescritto dall’art. 4 del medesimo decreto, il Datore di lavoro designerà i lavoratori addetti alla prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione dell’emergenza.

Parimenti, ai sensi dell’art. 18 del d.lgs. 81/08 e s.m.i., designerà quelli incaricati dell’attuazione del primo soccorso.

Informazione e formazione dei lavoratori

Il Datore di lavoro provvederà affinché ogni lavoratore riceva una adeguata informazione sui rischi di incendio legati all’attività svolta e sulle misure di prevenzione e di protezione incendi adottate nei luoghi di lavoro, con particolare riferimento a:

- osservanza delle misure di prevenzione degli incendi e relativo corretto comportamento nei luoghi di lavoro;
- importanza di tenere chiuse le porte resistenti al fuoco;
- ubicazione delle vie di uscita;
- modalità di apertura delle porte delle uscite;
- divieto di utilizzo degli ascensori per l’evacuazione in caso di incendio.

Particolare importanza dovrà essere rivolta alle informazioni relative alle procedure da adottare in caso di incendio, ed in particolare:

- azioni da attuare in caso di incendio;
- azionamento degli allarmi;
- procedure da attuare all’attivazione degli allarmi e per l’evacuazione fino al luogo sicuro;
- nominativi dei lavoratori incaricati di applicare le misure di prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze e pronto soccorso;
- modalità di chiamata dei VV.F..

L’informazione sarà basata sulla valutazione dei rischi effettuata e fornita al lavoratore all’atto dell’assunzione ed aggiornata nel caso in cui si verifichi un mutamento della situazione dei luoghi di lavoro che comporti una variazione della valutazione stessa.

Adeguate informazioni, in vista di possibili rischi d'interferenza, dovranno essere fornite agli addetti alla manutenzione e agli appaltatori per garantire che essi siano a conoscenza delle misure generali di sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro, delle azioni da adottare in caso di incendio e delle procedure di evacuazione.

Esercitazioni antincendio

Saranno effettuate almeno due esercitazioni antincendio nel corso dell'anno al fine di mettere in pratica le procedure d'esodo e di primo intervento stabilite nel Piano di Emergenza ed Evacuazione; l'esito di tali esercitazioni dovrà essere riportato in apposito verbale.



Valutazione del rischio residuo

Si premette che, sulla base del par. G.2.3 lett. B., le misure antincendio di prevenzione, di protezione e gestionali previste nel Codice sono selezionate al fine di minimizzare il rischio d'incendio, in termini di probabilità e di conseguenze, entro limiti considerati accettabili.

A valle del processo eseguito secondo le indicazioni del par. G.2.6.1, e valutate, allo stato, le misure preventive che possano rimuovere o ridurre i pericoli individuati che determinano rischi significativi, è possibile stimare i rischi residui d'incendio, in rapporto alla frequenza di accadimento e alla magnitudo delle conseguenze, in termini di danni agli occupanti e di salvaguardia di beni e ambiente.

La maggiore probabilità di rischio d'incendio appare collegata a possibili guasti di origine elettrica, capaci di originare un principio d'incendio, con conseguente propagazione nei vari ambienti dell'attività.

Considerata poi la peculiarità dell'attività, che vede ordinariamente un numero preponderante di occupanti costituito da minori, non è possibile escludere atteggiamenti non conformi ai fini della sicurezza antincendio (es.: inefficace risposta all'emergenza da parte degli occupanti³⁵, erroneo espletamento delle operazioni di evacuazione, utilizzo improprio di apparecchiature elettriche, ecc.).

È stata anche valutata, seppur qualitativamente, la possibile concretizzazione di scenari d'incendio che possano rendere particolarmente gravosa la progettazione della sicurezza antincendio e, pertanto, meritevoli di attenzione in riferimento ad alcune specifiche misure antincendio (in primis la S.5).

In sostanza, mirando all'individuazione delle più severe ma credibili ipotesi d'incendio e delle conseguenze per occupanti, beni ed ambiente (vedasi nota successiva al comma 1 del par. G.2.6.1), sono stati individuati alcuni scenari critici, tra i quali:

- Zona ingresso: incendio in prossimità dell'accesso alla scuola;
- Aule piano primo: incendio nei corridoi e in prossimità del vano scala;
- Mensa: incendio nell'area consumazione pasti;
- Palestra: incendio durante le esercitazioni ginniche.

In tale ottica, tralasciando, per questioni di brevità, la valutazione del rischio per i suddetti scenari, si evidenzia che attenzionare i punti critici dell'attività consente di progettare e calibrare al meglio tutte le misure antincendio, tra cui riveste particolare importanza la GSA, principale misura fattibile per mitigare il rischio in molte situazioni, fornendo al responsabile dell'attività indicazioni di tipo gestionale in termini di layout, addestramenti del personale, controlli, limitazioni, ecc.: un semplice esempio riguarda la corretta disposizione (o divieto) di materiali combustibili in alcune aree.

³⁵ Generalmente, la maggior parte degli occupanti tenderà ad evacuare seguendo, a ritroso, i percorsi di entrata.

Tutto considerato, si ritiene che nell'attività progettata, realizzata e gestita secondo le indicazioni di sicurezza antincendio ed i metodi del Codice, il residuo rischio d'incendio possa essere considerato accettabile.



Attribuzione dei profili di rischio

G.2.6.2 ATTRIBUZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO

1. Dopo aver valutato il rischio d'incendio per l'attività, il progettista attribuisce le seguenti tre tipologie di *profili di rischio*:

R_{vita} , *profilo di rischio* relativo alla salvaguardia della vita umana;

R_{beni} , *profilo di rischio* relativo alla salvaguardia dei *beni economici*;

$R_{ambiente}$, *profilo di rischio* relativo alla tutela dell'*ambiente* dagli effetti dell'incendio.

Nota I profili di rischio sono *indicatori speditivi e sintetici* della tipologia di rischio presente negli ambiti dell'attività e non sono sostitutivi della dettagliata valutazione del rischio d'incendio condotta dal progettista secondo le indicazioni del paragrafo G.2.6.1.

2. Il capitolo G.3 fornisce al progettista:
 - a. la metodologia per determinare quantitativamente i profili di rischio R_{vita} ed R_{beni} ,
 - b. i criteri per valutare il profilo di rischio $R_{ambiente}$.



DETERMINAZIONE PROFILI DI RISCHIO DELLE ATTIVITA': CAP. G.3

Ai sensi del punto 2 del par. V.7.3 i profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al Cap. G.3.

- Il profilo di rischio R_{vita} è attribuito per *ciascun compartimento* e, ove necessario, per ciascuno *spazio a cielo libero* dell'attività (par. G.3.2).
- Il profilo di rischio R_{beni} è attribuito all'*intera attività* o ad *ambiti* di essa (par. G.3.3).
- Il profilo di rischio $R_{ambiente}$ è attribuito all'*intera attività* o ad *ambiti* di essa (par. G.3.4).



R vita



R beni



R ambiente

Profilo di rischio R_{vita} (tabb. da G.3-1 a G.3-4)

In relazione ai compartimenti, di cui si compone l'attività, si attribuirà un profilo di rischio R_{vita} secondo le indicazioni seguenti.

Il profilo di rischio R_{vita} è attribuito in relazione ai seguenti fattori:

- δ_{occ} : caratteristiche prevalenti degli occupanti;
- δ_{α} : velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio riferita al tempo t_{α} , in sec, impiegato dalla potenza termica per raggiungere il valore di 1000 kW.

Le tabb. G.3-1 e G.3-2 guidano il progettista nella selezione dei fattori δ_{occ} e δ_{α} .

Il progettista può selezionare il valore di δ_{α} anche ricorrendo ad una delle opzioni:

- dati pubblicati da fonti autorevoli e condivise;
- determinazione diretta della curva RHR (*Rate of Heat Release*) relativa ai combustibili effettivamente presenti e nella configurazione in cui si trovano, secondo le indicazioni del Cap. M.2 o tramite misure presso laboratorio di prova, secondo protocolli sperimentali consolidati.

Il valore di δ_{α} , valutato in assenza di sistemi di controllo dell'incendio, può essere ridotto di un livello se l'attività è servita da misure di controllo dell'incendio di livello di prestazione V (Cap. S.6).

Il valore di R_{vita} è determinato come combinazione di δ_{occ} e δ_{α} , come da tab. G.3-3.

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [1]	
Ci	<ul style="list-style-type: none"> in attività individuale di lunga durata 	Civile abitazione
Cii	<ul style="list-style-type: none"> in attività gestita di lunga durata 	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti
Ciii	<ul style="list-style-type: none"> in attività gestita di breve durata 	Albergo, rifugio alpino
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana
[1] Quando nel presente documento si usa C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii		

TAB. G.3-1 – CARATTERISTICHE PREVALENTI DEGLI OCCUPANTI

L'attività è frequentata *prevalentemente* da occupanti in stato di veglia e che hanno familiarità con l'edificio (docenti, personale ausiliario, ecc.) e studenti che frequentano la scuola quotidianamente e per periodi considerevoli.

La sporadica presenza di occupanti che non hanno familiarità con l'edificio (es.: genitori degli studenti in occasione dei colloqui con i docenti, manutentori, fornitori, ecc.) rileva, pertanto, carattere *non* prevalente (vedi la prima nota al punto 1 del par. G.3.2.1).

δ_a	t_a [1]	Criteri
1	600 s lenta	Ambiti di attività con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$, oppure ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo trascurabile all'incendio.
2	300 s media	Ambiti di attività ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo moderato all'incendio.
3	150 s rapida	Ambiti con presenza di significative quantità di materiali plastici impilati, prodotti tessili sintetici, apparecchiature elettriche ed elettroniche, materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1). Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $3,0 \text{ m} < h \leq 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS3 oppure attività classificate HHP1, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti con impianti tecnologici o di processo che impiegano significative quantità di materiali combustibili. Ambiti con contemporanea presenza di materiali combustibili e lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
4	75 s ultra- rapida	Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $h > 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS4 oppure attività classificate HHP2, HHP3 o HHP4, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti ove siano presenti o in lavorazione significative quantità di sostanze o miscele pericolose ai fini dell'incendio, oppure materiali plastici cellulari/espansi o schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.

A meno di valutazioni più approfondite da parte del progettista (es. dati di letteratura, misure dirette, ...), si ritengono non significative ai fini della presente classificazione almeno le quantità di materiali nei compartimenti con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$.

[1] Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio.
[2] Con h altezza d'impilamento.

TAB. G.3-2 – VELOCITÀ CARATTERISTICA PREVALENTE DI CRESCITA DELL'INCENDIO

La velocità caratteristica *prevalente* di crescita dell'incendio si assume pari a 2, in quanto nei compartimenti sono ospitate aule didattiche e speciali con limitate quantità di attrezzature informatiche, uffici e piccoli archivi.

Si segnala, a latere, come anche la seconda nota al punto 1 del par. G.3.2.1 sottolinei il carattere "prevalente" del fattore δ_a da considerare per la definizione del profilo di rischio R_{vita} .

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Velocità caratteristica prevalente			
		1 lenta	2 media	3 rapida	4 ultra-rapida
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	A1	A2	A3	A4
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	B1	B2	B3	Non ammesso [1]
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [2]	C1	C2	C3	Non ammesso [1]
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Ci1	Ci2	Ci3	Non ammesso [1]
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Cii1	Cii2	Cii3	Non ammesso [1]
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Ciii1	Ciii2	Ciii3	Non ammesso [1]
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	D1	D2	n.a. [1]	Non ammesso
E	Occupanti in transito	E1	E2	E3	Non ammesso [1]

[1] Per raggiungere un valore ammesso, δ_a può essere ridotto di un livello come specificato nel comma 3 del paragrafo G.3.2.1.

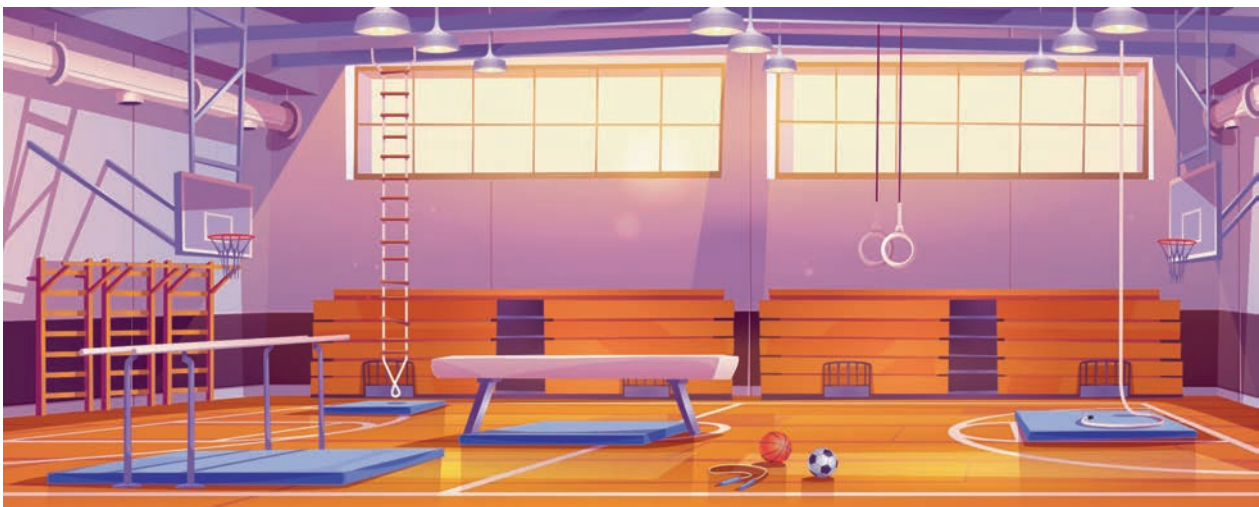
[2] Quando nel presente documento si usa il valore C1 la relativa indicazione è valida per Ci1, Cii1 e Ciii1. Se si usa C2 l'indicazione è valida per Ci2, Cii2 e Ciii2. Se si usa C3 l'indicazione è valida per Ci3, Cii3 e Ciii3.

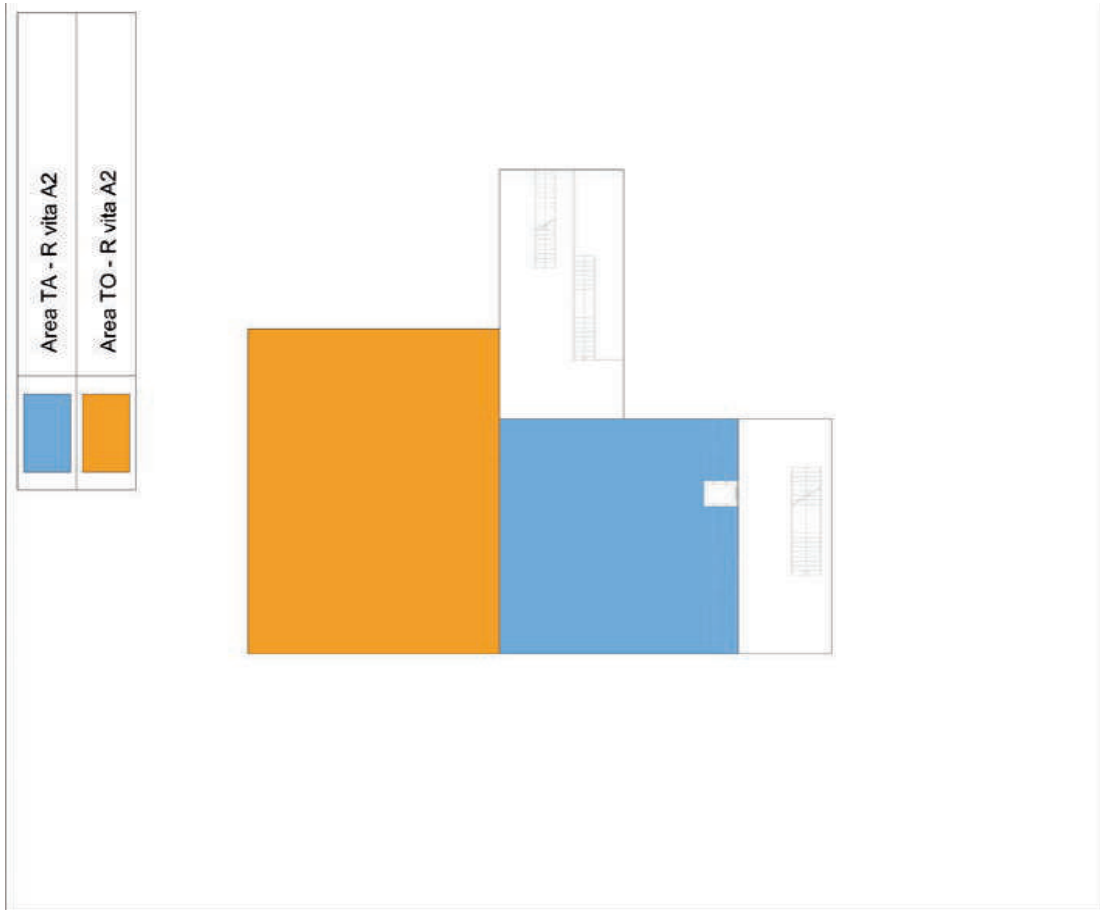
TAB. G.3-3 – DETERMINAZIONE DI R_{VITA}

Tanto premesso, si indicano di seguito i profili di rischio R_{vita} attribuito ai compartimenti di interesse dell'attività:

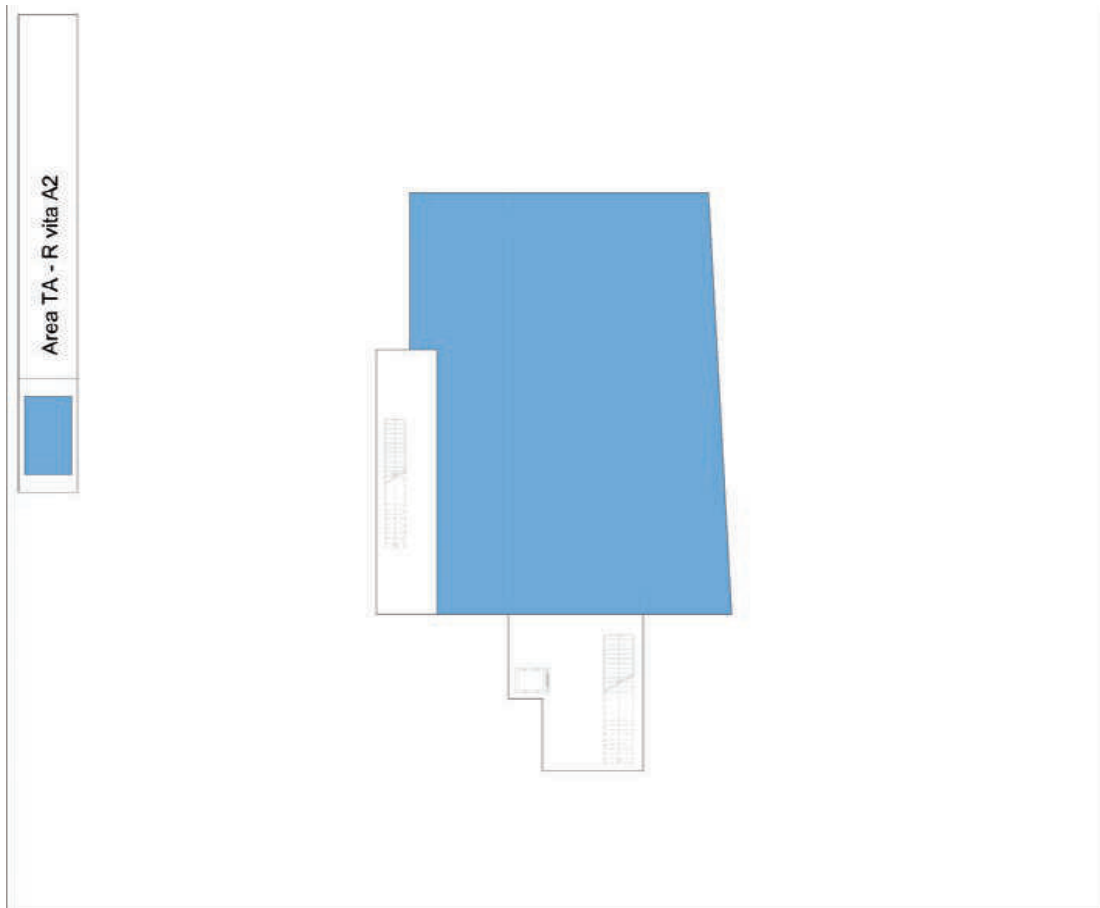
Compartimento	Piano	Caratteristica prevalente degli occupanti δ_{occ}	Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio δ_{α}	R_{vita}
Palestra	Interrato	A	1	A2
Mensa	Seminterrato	A	2	A2
Spogliatoi	Seminterrato	A	2	A2
Aule	Terra	A	2	A2
Spazi corpo docente	Terra	A	2	A2
Aule	Primo	A	2	A2

Tutte le misure antincendio componenti la strategia adottata saranno verificate rispetto al profilo di rischio di riferimento.

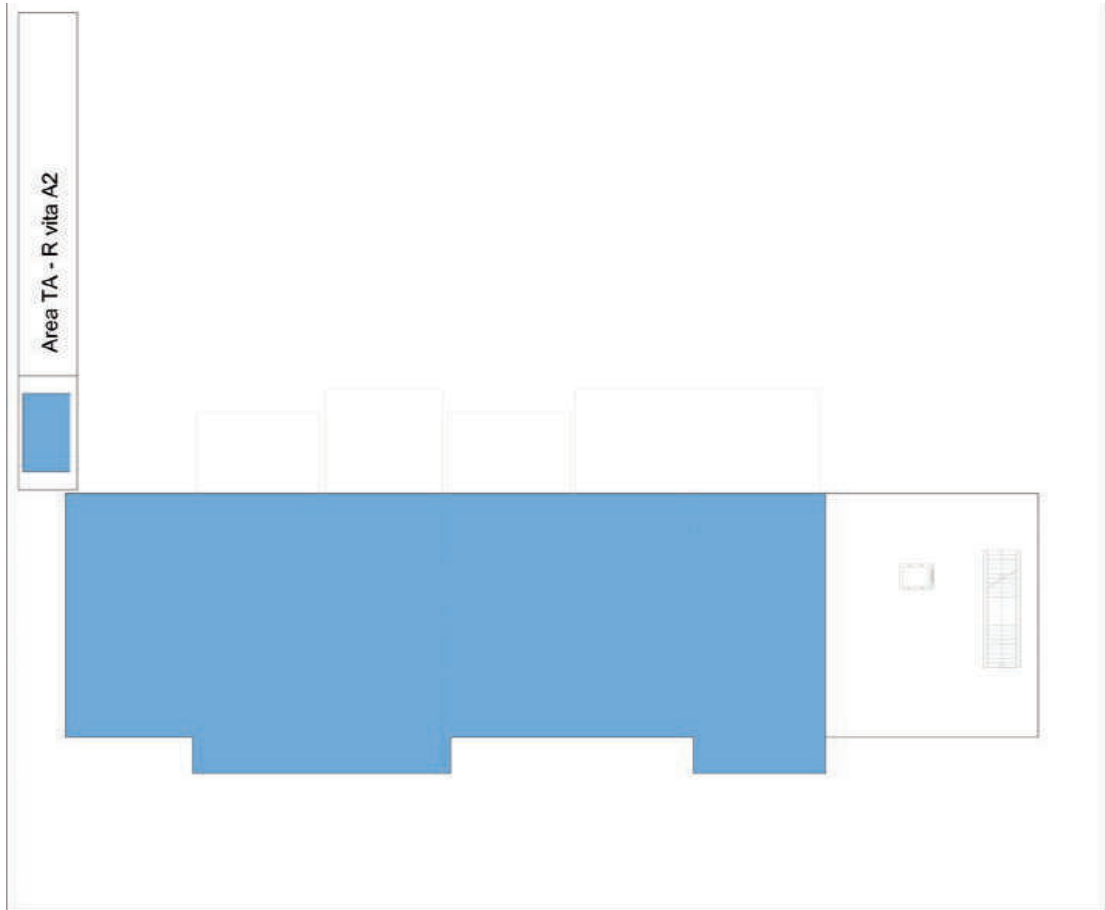




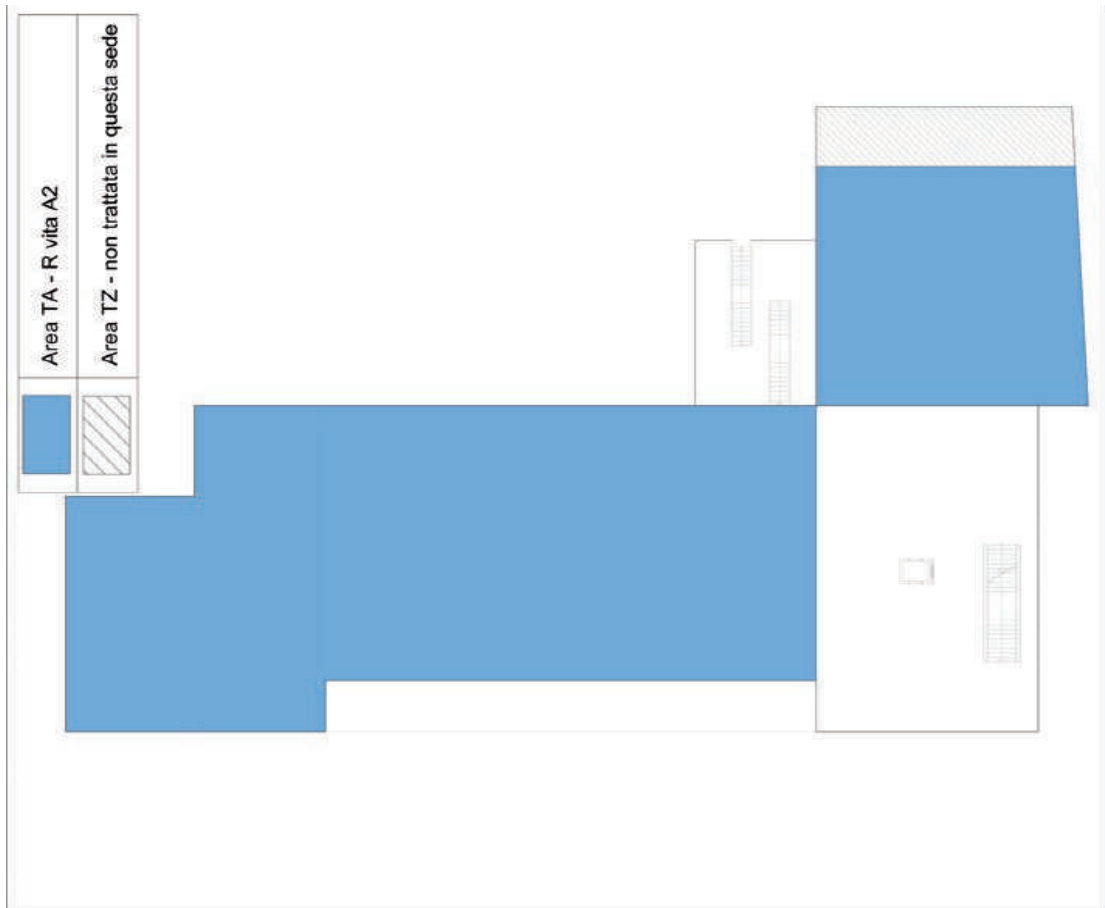
CLASSIFICAZIONE AREE PIANO SEMINTERRATO



CLASSIFICAZIONE AREE PIANO INTERRATO



CLASSIFICAZIONE AREE PIANO PRIMO



CLASSIFICAZIONE AREE PIANO TERRA

Profilo di rischio R_{beni} (tab. G.3-5) $R_{beni} = 1$ (per l'intera attività)

Il profilo di rischio R_{beni} è di facile determinazione, non essendo l'attività né strategica né vincolata; pertanto, ci si riferisce alla tab. G.3.5 come di seguito evidenziato.

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

Profilo di rischio $R_{ambiente}$ (par. G.3.4, punto 3 lett. b)

In riferimento a quanto previsto al par. G.3.4, dalla valutazione del rischio non sono emerse criticità, anche potenziali, che fanno pensare a problematiche di carattere ambientale in caso d'incendio, pertanto, trattandosi di attività civile senza tali criticità (es.: assenza di sostanze e miscele classificate come pericolose in quantità significative), $R_{ambiente}$ è non significativo.

Espletata la valutazione del rischio d'incendio per l'attività e determinati i profili di rischio, si attribuiscono alle misure componenti la strategia antincendio i relativi livelli di prestazione.

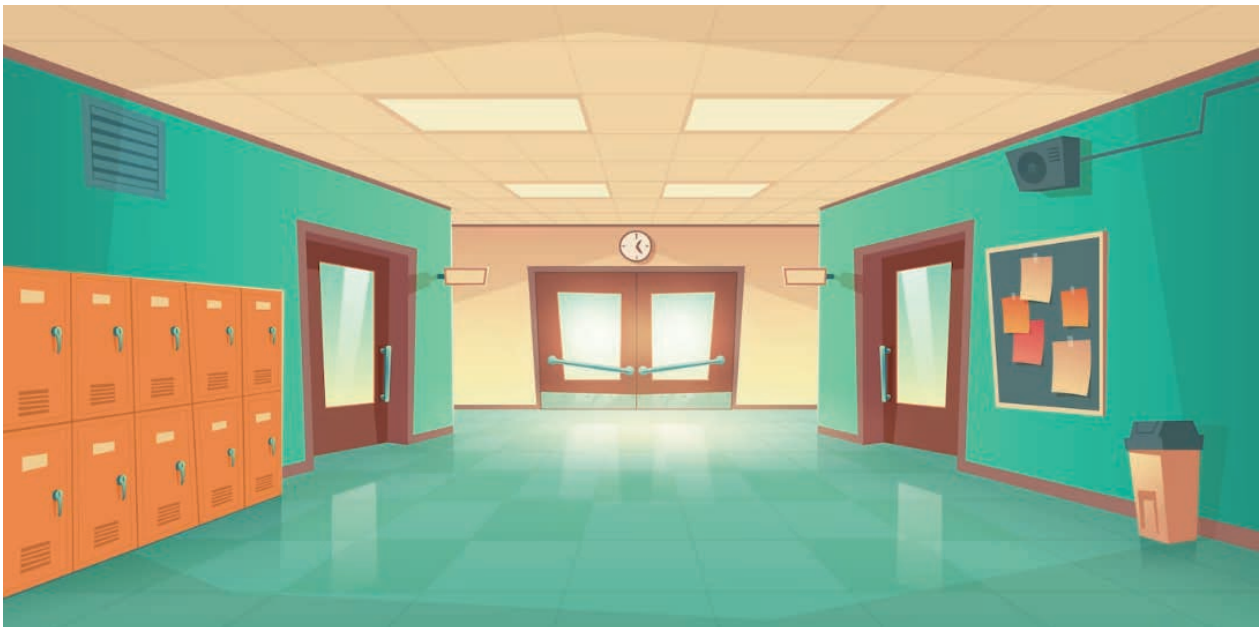
Strategia antincendio per la mitigazione del rischio

In ragione della *valutazione del rischio d'incendio* precedentemente effettuata, per l'attività in esame, si indica brevemente la seguente strategia antincendio a prevenzione degli incendi ed a protezione degli occupanti dell'attività:

- limitare la probabilità d'innescio e di propagazione dell'incendio grazie all'efficace gestione della sicurezza antincendio, alle caratteristiche dei materiali di rivestimento, alla limitazione degli inneschi, alla sicurezza degli impianti;
- garantire la stabilità delle strutture portanti per l'intera durata dell'incendio;
- garantire secondo i principi enunciati nel rapporto tecnico *ISO/TR 16738:2009 Fire-safety engineering - Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people* che la maggior parte degli occupanti dell'edificio non avrà esperienza diretta degli effetti dell'eventuale incendio, limitando la propagazione dei prodotti della combustione all'interno dell'attività per mezzo di compartimentazione orizzontale ed assicurando un'efficace gestione dell'emergenza;

- garantire agli occupanti con disabilità (es.: fisiche, mentali o sensoriali) la possibilità di lasciare autonomamente l'attività, tramite il sistema di vie d'esodo verticali o di essere altrimenti protetti all'interno di spazi calmi ai piani;
- garantire per le squadre di soccorso la possibilità di operare in condizioni di sicurezza tramite la pronta disponibilità di agenti estinguenti e di percorsi protetti di accesso ai piani.

La strategia antincendio sarà adottata in ossequio a quanto previsto nel par. V.7.4 applicando tutte le misure antincendio della RTO ed attribuendo i livelli di prestazione secondo i criteri in esse definiti, fermo restando le *indicazioni complementari o sostitutive*, riportate nella RTV V.7, delle *soluzioni conformi* previste dai corrispondenti livelli di prestazione della RTO.



G.2.6.3 STRATEGIA ANTINCENDIO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO

1. Il progettista mitiga il rischio d'incendio valutato applicando un'adeguata *strategia antincendio* composta da *misure antincendio* di prevenzione, di protezione e gestionali.
2. Nel presente documento le *misure antincendio* di prevenzione, di protezione e gestionali, di cui al comma 1, sono raggruppate in modo omogeneo nei capitoli compresi nella sezione Strategia antincendio.
3. Per ciascuna misura antincendio sono previsti diversi livelli di prestazione, graduati in funzione della complessità crescente delle prestazioni previste e identificati da numero romano (es. I, II, III, ...).
4. Il progettista applica all'attività tutte le misure antincendio, stabilendo per ciascuna i relativi livelli di prestazione in funzione degli obiettivi di sicurezza da raggiungere e della valutazione del rischio dell'attività.



V.7.4 STRATEGIA ANTINCENDIO

1. Devono essere applicate tutte le misure antincendio della regola tecnica orizzontale attribuendo i livelli di prestazione secondo i criteri in esse definiti, fermo restando quanto indicato al successivo comma 3.
2. Devono essere applicate le prescrizioni del capitolo V.1 in merito alle aree a rischio specifico e le prescrizioni delle altre regole tecniche verticali, ove pertinenti.
3. Nei paragrafi che seguono sono riportate indicazioni complementari o sostitutive delle soluzioni conformi previste dai corrispondenti livelli di prestazione della RTO.
4. È ammesso l'uso dei locali per altre attività non funzionalmente connesse all'attività scolastica (es. attività sportive di società esterne, conferenze aperte al pubblico, attività teatrali, ...) nel rispetto delle regole tecniche di prevenzione incendi applicabili e compatibilmente con la sicurezza di tutte le attività contemporaneamente esercitate.

Attribuzione dei livelli di prestazione alle misure antincendio

G.2.6.4 ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI PRESTAZIONE ALLE MISURE ANTINCENDIO

1. Effettuata la *valutazione del rischio* d'incendio per l'attività e stabiliti i profili di rischio R_{vita} , R_{beni} ed $R_{ambiente}$ nei pertinenti ambiti (capitolo G.3), il progettista attribuisce alle misure antincendio i relativi *livelli di prestazione*.
2. Ciascun capitolo della sezione *Strategia antincendio* fornisce al progettista i criteri di attribuzione dei *livelli di prestazione* alle *misure antincendio*.
3. **Qualora disponibili, nelle pertinenti *regole tecniche verticali* possono essere definiti alcuni dei *livelli di prestazione* che il progettista è tenuto ad attribuire all'attività in funzione delle sue caratteristiche (es. numero degli occupanti, quota dei piani, quantità di sostanze e miscele pericolose, ...).**
4. Per ogni *misura antincendio*, il progettista può attribuire *livelli di prestazione* differenti da quelli proposti nel presente documento.
Se i livelli attribuiti sono inferiori a quelli proposti, il progettista è tenuto a dimostrare il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio impiegando uno dei *metodi di progettazione della sicurezza antincendio* previsti al paragrafo G.2.7.
Al fine di consentire la valutazione di tale dimostrazione da parte del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco, è ammessa l'attribuzione di livelli di prestazione differenti da quelli proposti solo nelle *attività con valutazione del progetto*.

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

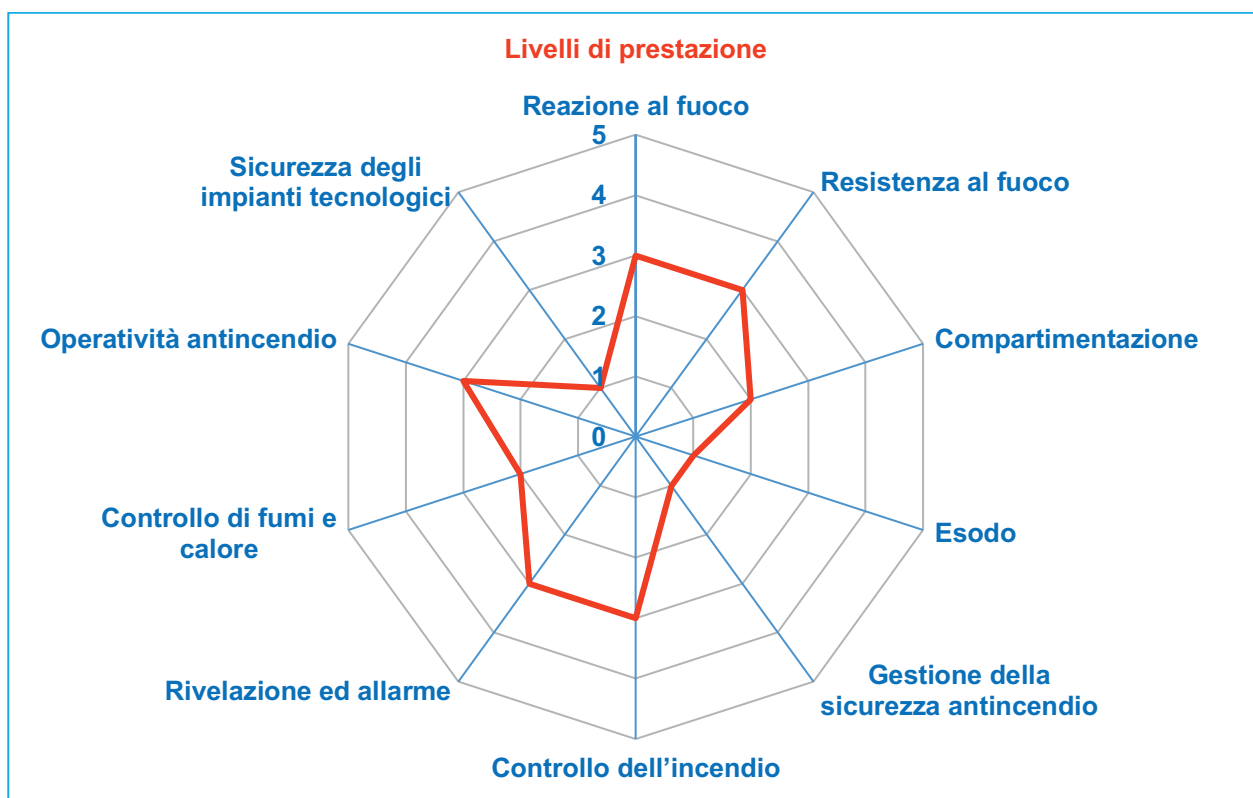


Pertanto, laddove disponibili, occorrerà applicare, per le soluzioni conformi, le prescrizioni della pertinente RTV, nel caso delle attività scolastiche, la RTV V.7 di cui al d.m. 7 agosto 2017 e s.m.i..

Laddove, nella RTV (nello specifico la V.7), non sia indicato il livello di prestazione, ci si dovrà riferire alla RTO al fine di individuare le corrispondenti soluzioni progettuali. In ogni caso, occorrerà dimostrare che i livelli di prestazione attribuiti consentano, nell'attività, di raggiungere gli obiettivi di sicurezza di cui al par. G.2.5, in relazione al rischio di incendio valutato.

Attribuzione dei livelli di prestazione

Misura antincendio	Riferimento	Attribuzione del L.P.
Reazione al fuoco	Ambiti	Livello III - II di prestazione (parr. S.1.3, S.1.4.2 e V.7.4.1)
Resistenza al fuoco	Opera da costruzione Compartimenti	Livello III di prestazione (parr. S.2.3, S.2.4.3, V.7.4.2 e S.2.4.8)
Compartimentazione	Opera da costruzione Aree dell'attività	Livello II di prestazione (parr. S.3.3, S.3.4.1, V.7.4.3 e S.3.4.3)
Esodo	Ambiti	Livello I di prestazione (parr. S.4.3 e S.4.4.1)
Gestione della sicurezza antincendio	Attività	Livello I di prestazione (parr. S.5.3, S.5.4.1 e V.7.4.4)
Controllo dell'incendio	Ambiti	Livello III di prestazione (parr. S.6.3, S.6.4.2 e V.7.4.5)
Rivelazione ed allarme	Ambiti	Livello III di prestazione (parr. S.7.3, S.7.4.3 e V.7.4.6)
Controllo di fumi e calore	Compartimenti	Livello II di prestazione (parr. S.8.3 e S.8.4.1)
Operatività antincendio	Opera da costruzione	Livello III di prestazione (parr. S.9.3 e S.9.4.2)
Sicurezza degli impianti tecnologici	Attività	Livello I di prestazione (parr. S.10.3, S.10.4.1 e V.7.4.7)

**RAPPRESENTAZIONE POLARE DEI L.P. RELATIVI ALLE MISURE COSTITUENTI LA STRATEGIA ANTINCENDIO**

Individuazione delle soluzioni progettuali

G.2.6.5 INDIVIDUAZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

1. Per ogni *livello di prestazione* di ciascuna misura antincendio sono previste diverse *soluzioni progettuali*. L'applicazione di una delle *soluzioni progettuali* garantisce il raggiungimento del *livello di prestazione* richiesto.
2. Sono definite tre tipologie di soluzioni progettuali:
 - a. *soluzioni conformi*; (vedi punto G.2.6.5.1)
 - b. *soluzioni alternative*; (vedi punto G.2.6.5.2)
 - c. *soluzioni in deroga*. (vedi punto G.2.6.5.3)

Nota Le definizioni di soluzioni conformi, soluzione alternativa e soluzione in deroga si trovano nel capitolo G.1.

3. **Qualora disponibili, nelle pertinenti *regole tecniche verticali* possono essere descritte eventuali *soluzioni progettuali* complementari o sostitutive di quelle dettagliate nella sezione *Strategia antincendio*, oppure semplici prescrizioni aggiuntive per la specifica tipologia d'attività.**
4. Il progettista può sempre scegliere la soluzione progettuale più adatta alla tipologia d'attività.



Il Codice offre i criteri necessari per consentire al progettista di eseguire una corretta valutazione del rischio incendio e attuare le misure strategiche necessarie. Ogni *soluzione progettuale* deve garantire il livello di prestazione necessario a soddisfare le misure antincendio in funzione degli obiettivi prefissati.

Le *soluzioni progettuali* previste dal Codice sono:

- *Soluzioni conformi*: di immediata applicazione; non è richiesta ulteriore valutazione tecnica per dimostrare il raggiungimento del collegato livello prestazionale;
- *Soluzioni alternative*: opzioni alternative alle soluzioni conformi, per le quali il progettista è tenuto a dimostrare il raggiungimento del collegato livello prestazionale;
- *Soluzioni in deroga*: per le quali è richiesta l'attivazione del procedimento di deroga secondo la normativa vigente; è una soluzione praticabile laddove non sia possibile applicare né soluzioni conformi né alternative.



MISURA ANTINCENDIO: S.1 REAZIONE AL FUOCO



Reazione al fuoco

S.1.1 PREMESSA

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. Tali requisiti sono applicati agli ambiti dell'attività ove si intenda limitare la partecipazione dei materiali alla combustione e ridurre la propagazione dell'incendio.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

Per tale misura i criteri di attribuzione dipendono essenzialmente dal profilo di rischio R_{vita} dell'ambito considerato; per quelle successive, invece, i criteri di attribuzione dipendono anche da altri parametri ed elementi e, soprattutto, dalle risultanze della valutazione del rischio.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito.
II	I materiali contribuiscono in modo non trascurabile all'incendio.
III	I materiali contribuiscono moderatamente all'incendio.
IV	I materiali contribuiscono limitatamente 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

Livello di prestazione - vie d'esodo (vedi tab. S.1-2):

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

Livello di prestazione - altri locali dell'attività (vedi tab. S.1-3):

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.

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.1.4.4).

Verificate le condizioni previste, si applicano, per la misura in questione, i livelli di prestazione di seguito specificati.

Si segnala che, a norma della RTV V.7, par. V.7.4.1, è previsto che:

1. Nelle vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (es.: corridoi, atri, filtri, ecc.) e spazi calmi 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 (capitolo S.6) e per la rivelazione ed allarme (Cap. S.7).

Soluzione conforme

Nel caso in esame si ipotizza, per semplicità, che gli ambiti ai quali attribuire i livelli di prestazione coincidano con molti dei compartimenti prima definiti; in tali ambiti i connettivi e gli spazi comuni sono considerati percorsi di esodo, mentre i restanti spazi come altri locali.

Ambito	Piano	Area	R_{vita}	Livelli di prestazione	
				Vie d'esodo	Altri locali
Palestra	Interrato	TA	A2	III	II
Mensa	Seminterrato	TO	A2	III	II
Spogliatoi	Seminterrato	TA	A2	III	II
Aule	Terra	TA	A2	III	II
Aule	Primo	TA	A2	III	II
Spazi corpo docente	Terra	TA	A2	III	II
Multipiano scala	dal Primo al Seminterrato	TA	A2	III	---

Pertanto, si attribuiscono i seguenti livelli di prestazione: livello III per le vie di esodo verticali, percorsi di esodo, corridoi, atrio, filtri e spazi calmi e livello II negli spazi rimanenti.

Si considera soluzione conforme per il livello di prestazione II l'impiego di materiali compresi nel gruppo GM3.

Si considera soluzione conforme per il livello di prestazione III l'impiego di materiali compresi nel gruppo GM2.



Non si riporta, per brevità di trattazione, la rappresentazione grafica con l'individuazione delle porzioni degli ambiti cui viene attribuito il livello II e quelle cui viene attribuito il livello III, ma è sempre necessario effettuare e rendere evidente tale distinzione nel progetto, anche ai fini dei successivi adempimenti collegati alla presentazione della SCIA.

MISURA ANTINCENDIO: S.2 RESISTENZA AL FUOCO**Resistenza al fuoco****S.2.1 PREMESSA**

La finalità della resistenza al fuoco è quella di garantire la capacità portante *delle strutture* in condizioni di incendio nonché la *capacità di compartimentazione*, per un tempo minimo necessario al raggiungimento degli *obiettivi di sicurezza di prevenzione incendi*.

Il capitolo S.3 sulle misure di compartimentazione costituisce complemento al presente capitolo.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce all'opera da costruzione il livello di prestazione III.

(tab. S.2-1) = livello III

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

Livello di prestazione III (vedi tab. S.2-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate tutte le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti e strutturalmente separate da esse e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni ad altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; • adibite ad attività afferenti ad un solo responsabile dell'attività e con profilo di rischio R_{beni} pari ad 1; • non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.
II	<p>Opere da costruzione o porzioni di opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti; • strutturalmente separate da altre opere da costruzione e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni alle stesse o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; oppure, in caso di assenza di separazione strutturale, tali che l'eventuale cedimento della porzione non arrechi danni al resto dell'opera da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; • adibite ad attività afferenti ad un solo responsabile dell'attività e con i seguenti profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ○ R_{vita} compresi in A1, A2, A3, A4; ○ R_{beni} pari ad 1; • densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; • non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità; • aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV, V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

In considerazione delle densità di affollamento e della destinazione d'uso dell'attività, nonché di quanto previsto nella RTV V.7, è d'obbligo l'attribuzione almeno del livello di prestazione III alle due opere da costruzione ospitanti l'attività (edificio scuola e fabbricato palestra).

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.2.4.3, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione III, devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto come previsto al par. S.2.5. Per ogni compartimento occorre determinare il carico di incendio specifico di progetto, $q_{f,d}$ (massimo ipotizzabile, vedi di seguito), in funzione del quale si determina la classe minima di resistenza al fuoco (tab. S.2-3).

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

Il par. V.7.4.2 indica che la classe di resistenza al fuoco dei compartimenti (Cap. S.2) non può essere inferiore a quanto previsto nella tab. V.7-1 seguente:

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

TAB. V.7-1: CLASSE DI RESISTENZA AL FUOCO

Per il caso in esame, trattandosi di attività classificata HA, occorre prevedere una classe minima di resistenza al fuoco pari a 30 per i compartimenti fuori terra e pari a 60 per quelli interrati.

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione

Nel par. S.2.3, in base alla tab. S.2-2, si evince l'attribuzione del livello di prestazione III in corrispondenza del quale, nel par. S.2.4.3 è prevista l'individuazione della *soluzione conforme* con classe minima di resistenza al fuoco, ricavata per il compartimento in questione in relazione al carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ secondo la citata tab. S.2-3.

Si sottolinea che occorre, in ogni caso, calcolare il $q_{f,d}$ al fine di confrontarlo con la classe minima richiesta!

L'edificio è realizzato con struttura con ossatura portante realizzata con colonne in acciaio e solai misti acciaio CLS.

Per la descrizione si rimanda all'omologo paragrafo relativo alla RTV tradizionale.

Ai fini del raggiungimento dei requisiti richiesti, occorrerà verificare la resistenza al fuoco dei seguenti elementi:

- R 30 per le strutture portanti verticali e orizzontali dei compartimenti fuori terra;
- R 60 per le strutture portanti verticali e orizzontali dei piani seminterrato ed interrato.

La centrale termica sarà ubicata in apposito locale al piano terra e presenta elementi portanti e separanti con resistenza al fuoco REI/EI 120.

A tale scopo, sono state eseguite apposite verifiche di resistenza al fuoco, utilizzando il metodo analitico semplificato, al fine di determinare la classe degli elementi strutturali.

Per gli scopi della presente pubblicazione, e per brevità di trattazione, di seguito si riportano le considerazioni effettuate sul **compartimento Palestra**, essendo quello che presenta maggiori criticità in termini strutturali, geometrici e di presenza di materiali combustibili.

La verifica è stata svolta su ciascun elemento strutturale componente la palestra.

Dalla specifica delle sezioni oggetto di verifica, è interessante notare come tutte le sezioni siano di *classe 1* e quindi non si manifestano le problematiche legate alle sezioni di *classe 2, 3 e 4*³⁶ (vedi NTC 2018³⁷ par. 4.2.3.1).

³⁶ Tale classificazione attiene alla capacità delle sezioni in acciaio di permettere la formazione di cerniere plastiche senza che il verificarsi di fenomeni di instabilità locale.

³⁷ Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), approvate con d.m. del 17 gennaio 2018, insieme alla relativa circolare applicativa del 21 gennaio 2019, costituiscono il riferimento per la realizzazione di interventi strutturali riguardanti costruzioni nuove ed esistenti in termini di progettazione, esecuzione, collaudo, manutenzione ed indagini strutturali.

Componente	Sezione	Acciaio Mpa	ϵ	Classe	h mm	b mm	a mm	e mm	r mm	peso kg/m	sezione cmq	pp N/m
Colonne	HEB400	355	0,69	1	400	300	13,5	24	27	155,0	197,8	1521
Correnti sup.	2UPN200	355	0,69	1	200	75	8,5	11,5	11,5	50,6	64,4	496
Correnti inf.	2UPN200	355	0,69	1	200	75	8,5	11,5	11,5	50,6	64,4	496
Diagonali	2UPN140	355	0,69	1	140	60	7	10	10	32,0	40,8	314
Montanti	2UPN140	355	0,69	1	140	60	7	10	10	32,0	40,8	314
Controventi	2UPN100	355	0,69	1	100	50	6	8,5	8,5	21,2	27,0	208

Valutazione delle sollecitazioni

Per la verifica di resistenza al fuoco, al fine di ottenere le sollecitazioni ad inizio incendio (*a freddo*, ma con i coefficienti parziali di sicurezza sui materiali in condizioni d'incendio), si prende in considerazione la combinazione eccezionale (*azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura*) di cui al punto 2.5.3 e tab. 2.5.I delle NTC 2018.

2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

... *omissis*...

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:
 $G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$ [2.5.6]

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Si rammenta che, in base alle menzionate NTC 2018, con riferimento alla durata relativa ai livelli di intensità di un'azione variabile, si definisce valore quasi permanente $\Psi_{2j} Q_{kj}$ il valore istantaneo superato oltre il 50% del tempo nel periodo di riferimento.

Indicativamente, esso può assumersi uguale alla media della distribuzione temporale dell'intensità.

I termini Q_{kj} rappresentano le azioni variabili di diversa natura che possono agire contemporaneamente.

È interessante notare come nel caso di combinazione eccezionale si prendano in considerazione essenzialmente i carichi gravitazionali verticali agenti sulla struttura, trascurando una eventuale contemporaneità con azioni orizzontali (vento o sisma).

Il peso proprio di ciascun elemento è stato applicato come carico distribuito su ciascun elemento strutturale, considerando una densità pari a 7850 kg/m^3 .

Il carico permanente del solaio di primo impalcato è pari a 540 kg/m^2 con un carico variabile di categoria C1 pari a 300 kg/m^2 (vedi tab. 3.1.11 delle NTC 2018).

Il solaio di copertura, invece, è realizzato con arcarecci su cui è collegata una copertura realizzata in lamiera grecata più isolante, il cui peso proprio sarà pari a circa 70 kg/m^2 .

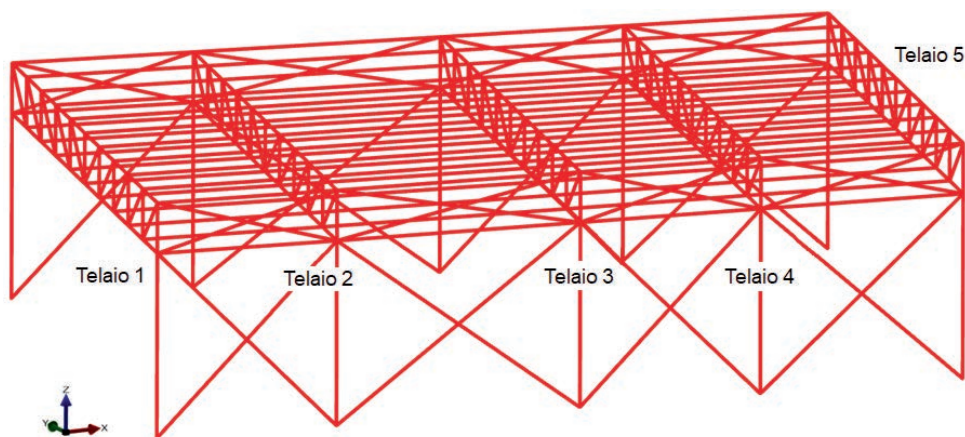
La struttura della palestra è composta da cinque telai trasversali³⁸ resi solidali tra loro mediante arcarecci, controventi verticali e orizzontali e solai di piano.

La determinazione delle sollecitazioni ad inizio incendio agenti sulla struttura è stata svolta realizzando un modello ad elementi finiti, sottoposto ai carichi derivanti dalla combinazione eccezionale.

Le colonne hanno vincoli di cerniera a terra, le travature reticolari presentano correnti inferiori e superiori continui.

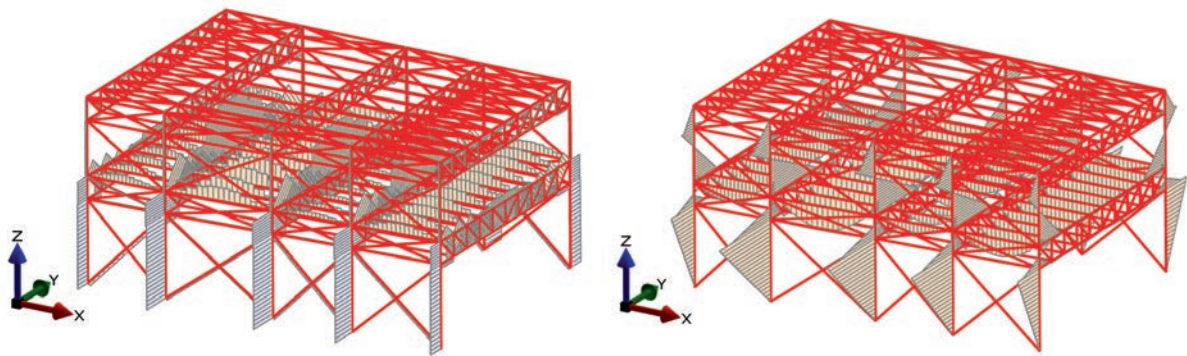
I correnti superiori si collegano alle colonne tramite cerniera.

Diagonali e montanti delle travature reticolari sono vincolate con cerniere, come pure i controventi orizzontali e verticali.

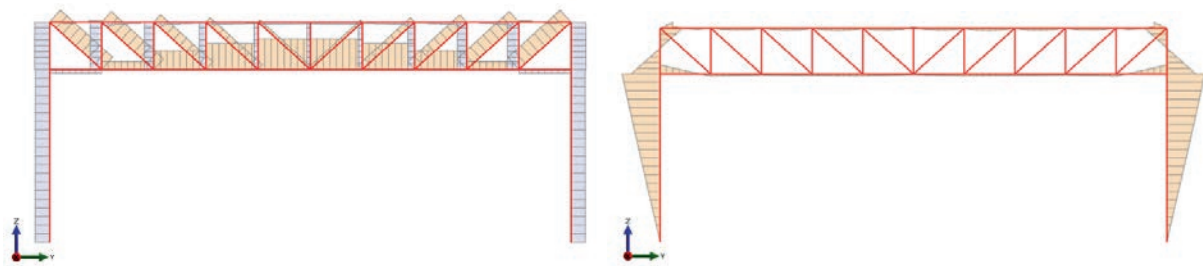


SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA DELLA PALESTRA

³⁸ Nella trattazione che segue ci si occuperà solamente dei primi quattro telai, in quanto l'ultimo (telaio 5), per la sua collocazione, è un telaio "freddo".



SFORZI ASSIALI E MOMENTI FLETTENTI, MODELLO FEM³⁹ A FREDDO



SFORZI ASSIALI E MOMENTI FLETTENTI, TELAI 2 A FREDDO PER IL COMPARTIMENTO PALESTRA

Valutazione delle resistenze

La struttura è realizzata con acciaio S355 e bulloni classe 8.8.

A tali materiali, trattandosi di edifici esistenti (Cap. 8 delle NTC 2018), deve essere applicato un opportuno livello di conoscenza ai sensi del par. 8.5.4 delle NTC 2018. Come riportato infatti nel par. C.8.5.2.2 *"Sia che si disponga dei disegni originali, sia che si sia prodotto un progetto simulato, per verificarne la rispondenza alla realtà del costruito in termini di particolari costruttivi occorre effettuare rilievi in situ"*.

Nel caso di una struttura in acciaio, pertanto, la determinazione delle caratteristiche meccaniche del materiale è di particolare importanza.

Tale misura si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzioni di prove a trazione fino a rottura, determinando le caratteristiche meccaniche rilevanti.

Di seguito si riporta ad esempio l'esecuzione di una prova di durezza su una colonna in acciaio e il relativo strumento utilizzato.

³⁹ L'acronimo FEM indica "Finite Element Method" ossia "Metodo degli Elementi Finiti" e tratta di una tecnica di modellazione numerica avente lo scopo di cercare soluzioni approssimate di problemi meccanici complessi descritti da equazioni differenziali alle derivate parziali, le quali vengono ridotte ad un sistema di semplici equazioni algebriche. Si rimanda alla letteratura specialistica per un maggiore approfondimento.



STRUMENTO UTILIZZATO (DUROMETRO) E PROVA EFFETTUATA

Nel caso in esame è stato utilizzato un durometro portatile LEEB, che consente di imprimere, mediante una molla precaricata, una velocità nota ad un elemento mobile dotato di una punta terminale di forma sferica e realizzata in carburo o diamante, e lanciato contro la superficie del materiale sotto osservazione.

Il rapporto tra la velocità di rimbalzo e la velocità di impatto, misurate entrambe a 5 mm dalla superficie del materiale, costituisce la quantificazione della durezza del materiale impattato, espressa mediante la grandezza HB (Durezza Brinell), convertita poi in resistenza a rottura dell'acciaio.

A seguito dei rilievi geometrici e delle indagini svolte, si considera per il caso in esame il LC3 (conoscenza accurata), al quale è associato un fattore di confidenza FC pari a 1 (vedi par. C.8.5.4 delle NTC 2018).

Questo è stato possibile in quanto si era in possesso dei disegni costruttivi completi e sono state svolte estese prove in situ e rilievi geometrici come prescritto dalle NTC 2018.

Si segnala l'importanza di tale aspetto in quanto, nel caso in cui non fosse stato possibile ottenere la conoscenza esaustiva della struttura, si sarebbero dovute ridurre le resistenze dei materiali per il fattore di confidenza applicabile ($FC = 1,20$ oppure $FC = 1,35$)⁴⁰.

⁴⁰ Le % corrette di riduzione della resistenza sono rispettivamente 83,33% e 74,07%, dal momento che la riduzione è $1/FC$.

Determinazione della classe di resistenza

Le verifiche di resistenza al fuoco con metodo analitico semplificato sono state eseguite utilizzando il software ELEFIR-EN⁴¹, sviluppato dalle Università di Aveiro e Liegi.

Di seguito si riportano i risultati dei principali elementi componenti il *telaio 2* (telaio nel quale si presentano le maggiori sollecitazioni).

Componente	Sezione	T critica °C	t critico min	Classe R ⁴²
Colonne	HEB400	557	22	15
Correnti superiori	2UPN200	1056	128	120
Correnti inferiori	2UPN200	839	37	30
Diagonali	2UPN140	554	14	0
Montanti	2UPN140	788	30	30
Controventi	2UPN100	461	10	nessuna

Dalle verifiche eseguite, la richiesta di una classe di resistenza pari a R 60 viene rispettata solo nei correnti superiori (che risultano essere addirittura R 120), tutto il resto presenta invece classi inferiori.

A titolo esemplificativo, si allega di seguito il report del software ELEFIR-EN relativo ad una colonna del telaio considerato.

Si segnala, per inciso, che le verifiche degli elementi strutturali che compongono i restanti compartimenti soddisfano la richiesta di prestazione di classe R60.

A valle dei riscontri ottenuti per il *compartimento Palestra*, esistono due opzioni: proteggere gli elementi per i quali non risulta garantita la classe R 60 richiesta oppure adottare una *soluzione alternativa* mirata alla definizione della problematica in questione.

Tralasciando ogni considerazione inerenti le criticità connesse con un'eventuale intervento di protezione degli elementi strutturali, a scopo didattico, si sceglie di optare per la seconda ipotesi.

⁴¹ Elefir-EN è un software per la valutazione della resistenza al fuoco di elementi in acciaio al carbonio e inossidabile secondo EN 1991-1-2 e EN 1993-1-2.

⁴² Si fa riferimento alla tab. S.2-3: Classe minima di resistenza al fuoco.

ELEFIR-EN report colonna *telaio 2*

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,00$$

Temperatura valutata utilizzando l'interpolazione sulla tab. 3.1 della EN 1993-1-2

Profilo HEB400 (classe 1)

$$h = 400\text{mm}$$

$$b = 300\text{ mm}$$

$$t = 13,5\text{ mm}$$

$$t_w = 24\text{ mm}$$

$$t_f = 27\text{ mm}$$

$$A = 19780\text{ mm}^2$$

$$P = 1,93\text{ m}^2/\text{m}$$

$$i_y = 170,8\text{ mm}$$

$$i_z = 74\text{ mm}$$

$$W_{el,y} = 2884020\text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 3232000\text{ mm}^3$$

$$I_y = 576804800\text{ mm}^4$$

$$W_{el,z} = 721300\text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 1104000\text{ mm}^3$$

$$I_z = 108200000\text{ mm}^4$$

$$I_t = 3557000\text{ mm}^4$$

$$I_w = 3817000000000\text{ mm}^6$$

Acciaio al carbonio, S355 - Modulo Young: 210 GPa

Elemento sottoposto a flessione e compressione

Funzione temporale di resistenza al fuoco dei carichi

Lunghezza del sistema: $L_y = 7000\text{ mm}$; $L_z = 7000\text{ mm}$

Coefficienti di instabilità: $I_{y,fi}/L_y = 0,7$; $I_{z,fi}/L_z = 0,7$

Carico di compressione assiale di progetto: $N_{b,fi,Ed} = 463\text{ kN}$

Rispetto all'asse maggiore - Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano e momenti finali

$$M_1 = 0\text{ kNm}$$

$$M_2 = 62,18\text{ kNm}$$

$$M_Q = 483\text{ kNm}$$

$$M_{\max} = 514,09\text{ kNm}$$

Carico concentrato: $F = 276\text{ kN}$

L'instabilità torsionale laterale non è consentita.

Esposizione al fuoco

- Fuoco su tre lati
- Protezione antincendio: nessuna protezione

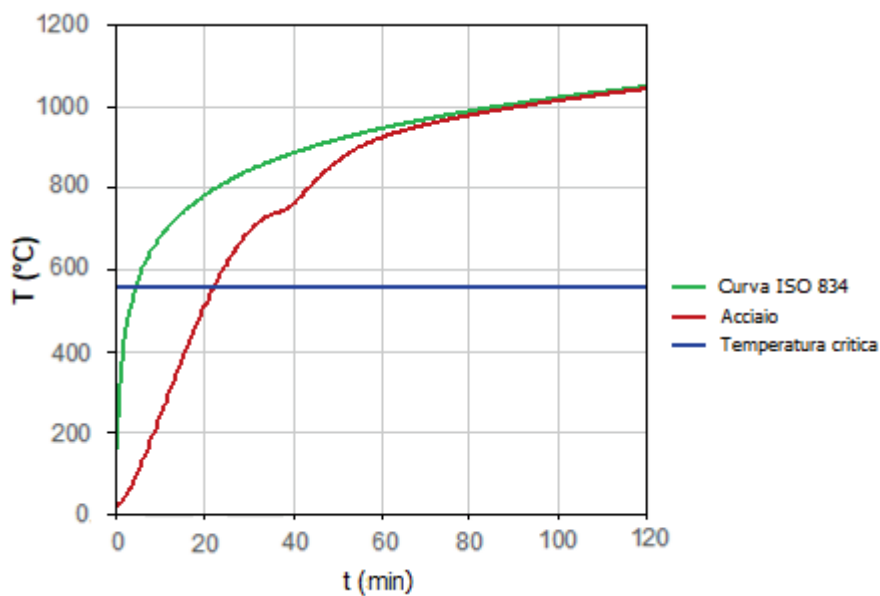
Risultati

Curva nominale d'incendio standard ISO 834

Fattore di sezione: $(A_m/V) = 82,2 \text{ m}^{-1}$

Fattore di sezione modificato: $k_{sh} (A_m/V) = 50,1 \text{ m}^{-1}$

La temperatura critica risulta pari a 557 °C e viene raggiunta dopo 22 min.



TEMPERATURA DELL'ACCIAIO

Temperatura massima dell'acciaio: 1043 °C a 120 min.

Soluzione alternativa per la resistenza al fuoco delle strutture (par. V.7.4.2 e par. S.2.4.8)

Rimanendo nell'ambito del *compartimento Palestra*, come osservato in precedenza, in considerazione del primo punto del par. V.7.4.2 (e della tab. V.7-1), la *soluzione conforme* per la misura S.2 non è fattibile dal punto di vista tecnico ed economico. Per ovviare a tale problematica, perseguendo la modalità progettuale per *soluzioni alternative* per il livello di prestazione III (par. S.2.4.8), occorre verificare le prestazioni di resistenza al fuoco in base agli scenari di incendio di progetto ed ai relativi incendi convenzionali di progetto rappresentati da curve naturali di incendio secondo il par. S.2.6.

Resistenza al fuoco: metodologia in soluzione alternativa

Nell'ambito delle soluzioni alternative di resistenza al fuoco, è bene evidenziare qual è il processo di progettazione che è necessario seguire per dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione individuato quale adeguato per l'opera da costruzione.

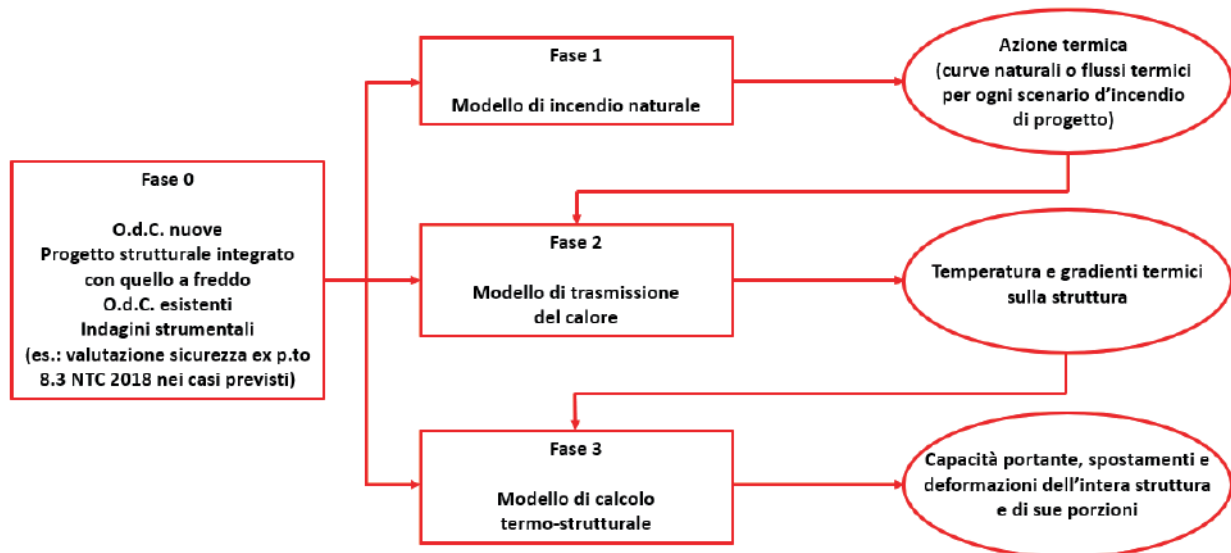
A differenza di quanto è necessario valutare in caso di problematiche progettuali attinenti la sola salvaguardia della vita umana, per le quali le analisi quantitative richiedono il solo ricorso a codici di CFD (Computational Fluid Dynamic) e si esauriscono nella determinazione dei valori di grandezze descrittive di gas tossici ed irritanti, calore e visibilità durante l'evoluzione dell'incendio, da confrontare con delle predeterminate soglie di prestazione, nel caso delle valutazioni di resistenza al fuoco, sia relative al solo mantenimento della capacità portante in caso d'incendio sia anche alla deformabilità e agli spostamenti della struttura, il processo è ben più articolato e prevede altri step successivi alla CFD, necessaria "soltanto" per individuare l'azione termica agente sulla struttura, altrettanto impegnativi dal punto di vista progettuale e computazionale.

Tale processo può essere riassunto nelle seguenti fasi:

- *Fase 0: la struttura dell'opera da costruzione richiede una conoscenza adeguata sia in riferimento alla geometria globale (schema strutturale, vincoli esterni ed interni, carichi agenti, ecc.) e locale (sezioni, lunghezze, ecc., dei singoli elementi strutturali) sia alle caratteristiche termo-meccaniche (resistenze e rigidità dei materiali costituenti tutti gli elementi in condizioni d'incendio); per le strutture di nuova realizzazione ciò viene definito in fase di progettazione, mentre per quelle esistenti è necessario condurre rilievi ed indagini strumentali adeguati, ai sensi del Cap. 8 delle NTC 2018;*

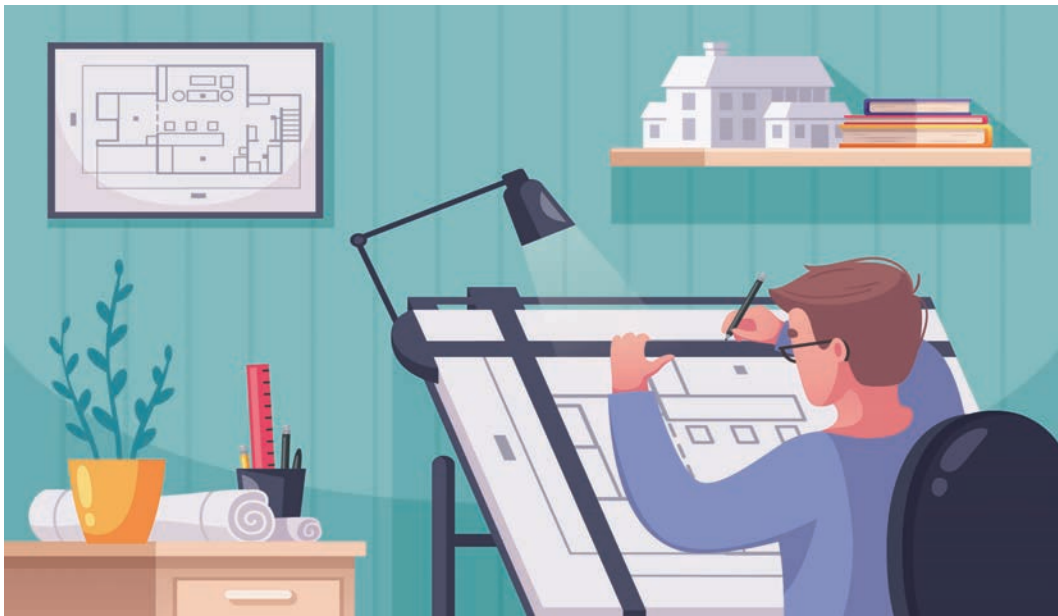
- *Fase 1: è fondamentale individuare gli scenari d'incendio di progetto che possono investire la struttura, per cui bisogna tener conto necessariamente della sua interazione con il focolare e delle parti più sollecitate o critiche della stessa; l'output delle analisi quantitative, condotte con codici di CFD, consiste in un certo numero finito di curve naturali (entità e posizione dipendono da molteplici fattori, quali la variabilità del campo termico prodotto dall'incendio, la geometria della struttura, ecc.) o campo dei flussi termici in prossimità degli elementi strutturali;*
- *Fase 2: utilizzando l'output della Fase 1 come input, si effettuano analisi termiche finalizzate a stabilire come vengono riscaldati i singoli elementi strutturali quando esposti, in prossimità della loro frontiera esterna, al cimento termico generato da ogni scenario d'incendio di progetto;*
- *Fase 3: utilizzando l'output della Fase 2 come input e modellando adeguatamente la struttura dal punto di vista geometrico, meccanico e termico, si effettuano le analisi termo-strutturali, ricorrendo a codici di calcolo specifici, ossia progettati unicamente per tale fine, oppure generici, ossia in grado di modellare tutte le possibili azioni, modelli, risposte, ecc., al fine di valutare la capacità portante e i campi di spostamenti e deformazioni della struttura in condizioni d'incendio e, quindi, di dimostrare o meno il raggiungimento del prestabilito livello di prestazione.*

Tale processo viene esemplificato e sintetizzato nello schema seguente.



FASI PROGETTUALI PER LA RESISTENZA AL FUOCO

Essendo la fase 0 già stata illustrata in precedenza, di seguito si illustra il prosieguo del processo progettuale secondo lo schema sopra descritto.



Fase 1 - Modello d'incendio e azione termica

Nota la struttura in termini geometrici e meccanici, il primo step della soluzione alternativa S.2 consiste nella definizione del modello d'incendio da cui ricavare l'azione termica agente sulla struttura.

Tale processo ricalca quello consolidato della FSE, dovendo essere definiti lo scopo della progettazione (già definito in precedenza), gli obiettivi di sicurezza antincendio, le soglie di prestazione, la durata dell'incendio di progetto e gli scenari d'incendio di progetto.

Uno degli aspetti fondamentali che cambia, rispetto ai problemi di salvaguardia della vita umana, è la necessità di conoscere pienamente la struttura, al fine di individuare i *credible worst scenarios* che possono metterla in crisi, a parità di massimo focolare atteso: pertanto l'individuazione dei suddetti scenari non può prescindere dalla conoscenza della struttura, del suo stato di sollecitazione ad inizio incendio, dei suoi punti critici, qualora ci siano, ecc..

Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Lo scopo del presente studio è quello di verificare che le strutture del compartimento Palestra soddisfino il livello di prestazione III con *soluzione alternativa* di resistenza al fuoco.

L'obiettivo di sicurezza da verificare è il mantenimento della capacità portante per tutta la durata dell'incendio, ai sensi del par. M.2.5.

Nello specifico il progettista dovrà, in questo caso, valutare la resistenza al fuoco delle strutture portanti facendo ricorso alle curve naturali di incendio in luogo di quelle standard come cemento termico, dimostrando, attraverso calcoli termo-strutturali avanzati nel dominio del tempo, che la struttura dell'intera opera da costruzione mantenga la sua capacità portante in relazione ai peggiori scenari d'incendio di progetto.

Tale modus operandi è confermato, qualora ce ne sia bisogno, anche dalla nota DCPREV n. 9962 del 24 luglio 2020.

Pertanto, come già evidenziato in precedenza, non basta determinare le curve naturali o i flussi termici naturali agenti nel compartimento o opera da costruzione, ma è necessario anche procedere alle analisi termiche ed ai calcoli termo-strutturali per dimostrare l'adeguatezza delle *soluzioni alternative* per la resistenza al fuoco e quindi il raggiungimento del livello di prestazione individuato quale adeguato per l'opera da costruzione in progetto.

Le curve naturali vengono determinate sulla base dei modelli d'incendio e dei parametri fisici caratterizzanti le variabili di stato nel compartimento antincendio in esame.

Esse agiscono sugli elementi costruttivi per l'intera durata dell'incendio, compresa la fase di raffreddamento, fino al ritorno alla temperatura ambiente.

In pratica, tali curve vengono determinate attraverso il calcolo fluidodinamico delle caratteristiche dell'incendio con l'ausilio dei criteri della FSE.

In riferimento al par. S.2.8, *Criteri di progettazione strutturale in caso di incendio*, la capacità strutturale in caso d'incendio sarà vagliata, in sede di verifiche di sicurezza, tenendo conto della combinazione dei carichi per azioni eccezionali prevista dalle vigenti NTC.

A norma del par. S.2.8.1.2, le *soluzioni alternative* devono essere studiate facendo riferimento alla capacità portante di porzioni di struttura o dell'intero sistema strutturale, a meno di verificare a priori che, per la particolare struttura in oggetto, l'effetto delle deformazioni ed espansioni dovute ai cambiamenti di temperatura sia trascurabile.

Durata degli scenari d'incendio di progetto

Come descritto nel par. M.2.5, nelle analisi che seguono sarà descritta la sequenza di evoluzione dell'incendio a partire dall'evento iniziatore fino all'arresto dell'analisi strutturale, in fase di raffreddamento, al momento in cui gli effetti dell'incendio sono ritenuti non significativi in termini di variazione temporale delle caratteristiche della sollecitazione e degli spostamenti, essendo l'obiettivo di tale valutazioni il mantenimento della capacità portante in caso di incendio.

Obiettivo di sicurezza antincendio	Durata minima degli scenari di incendio di progetto
Salvaguardia della vita degli occupanti	Dall'evento iniziatore fino al momento in cui tutti gli occupanti dell'attività raggiungono o permangono in un luogo sicuro. Se il luogo sicuro è prossimo o interno all'opera da costruzione, devono essere valutate eventuali interazioni tra il mantenimento della capacità portante dell'opera da costruzione ed il luogo sicuro.
Salvaguardia della vita dei soccorritori	Dall'evento iniziatore fino a 5 minuti dopo il termine delle operazioni previste per i soccorritori o l'arrivo delle squadre dei Vigili del fuoco presso l'attività. Il tempo di riferimento per l'arrivo dei Vigili del fuoco può essere assunto pari alla media dei tempi d'arrivo desunti dall' <i>Annuario statistico dei Vigili del fuoco</i> (http://www.vigilfuoco.it), considerando i dati dell'ultimo anno disponibile, riferiti all'ambito provinciale.
Mantenimento della capacità portante in caso d'incendio	Dall'evento iniziatore fino all'arresto dell'analisi strutturale, in fase di raffreddamento, al momento in cui gli effetti dell'incendio sono ritenuti non significativi in termini di variazione temporale delle caratteristiche della sollecitazione e degli spostamenti

TAB. M.2-1: DURATA MINIMA DEGLI SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

Tenuto conto di quanto sopra, vedi ultima riga della tabella precedente, nel caso in esame le analisi fluidodinamiche e termo-strutturali saranno condotte fino a 1900 s.

Individuazione delle soglie di prestazione

Al fine di stabilire successivamente l'ammissibilità o meno delle soluzioni progettuali sulla base delle risultanze delle analisi quantitative, è necessario stabilire la soglia di prestazione con cui confrontare i risultati numerici delle analisi quantitative.

Tale soglia va ricercata nel dominio del tempo e, nel caso della resistenza al fuoco, è strettamente legata al livello di prestazione da garantire per le opere da costruzione in progetto.

Trattandosi del livello III, è necessario che la struttura garantisca il mantenimento della capacità portante in caso d'incendio per l'intera durata dell'incendio, definita nel paragrafo precedente.

Pertanto, per ogni scenario d'incendio di progetto, bisognerà verificare che $t_{fi} \geq t_{req,fi}$, essendo t_{fi} il tempo di resistenza al fuoco dell'opera da costruzione esposta all'incendio e $t_{req,fi}$ la durata minima dell'incendio cui viene esposta la struttura dell'opera da costruzione.

Individuazione degli scenari di incendio di progetto (par. M.1.3.4, parr. M.2.2 e M.2.3)

La *soluzione alternativa* in oggetto intende verificare le prestazioni di resistenza al fuoco e la capacità portante della struttura della palestra, nella sua globalità, in base agli scenari di incendio di progetto ed ai relativi incendi convenzionali di progetto rappresentati da curve naturali di incendio secondo il par. S.2.6.

Si riportano di seguito i risultati dei due scenari di incendio (*scenari R1 e R2*) ritenuti tra i più significativi in termini di resistenza al fuoco.

A tal fine, si decide di posizionare uno stesso focolare, nel primo scenario R1, vicino alla colonna più sollecitata (la n. 7) e, nel secondo R2, in mezzeria della travatura reticolare più sollecitata (la più lunga, sulla quale scarica la maggiore quota parte del solaio superiore), vedi figura seguente.

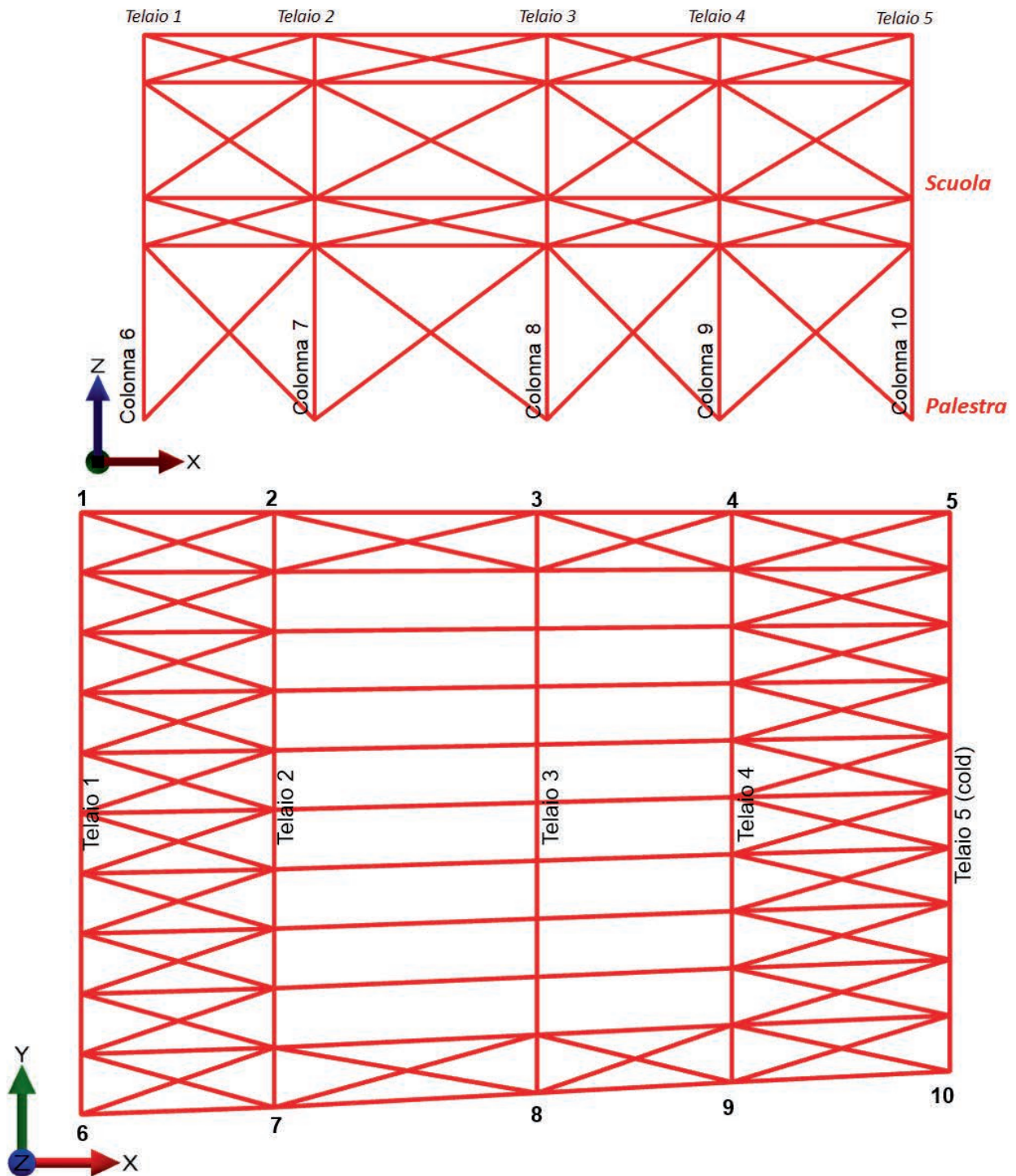
La scelta di disporre i materiali combustibili ipotizzabili nella palestra in tali zone deriva, pertanto, dalla necessità di concentrare la massima sollecitazione termica in corrispondenza degli elementi maggiormente sollecitati staticamente.



POSIZIONE DEI FOCOLARI NEI DUE SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO R1 E R2

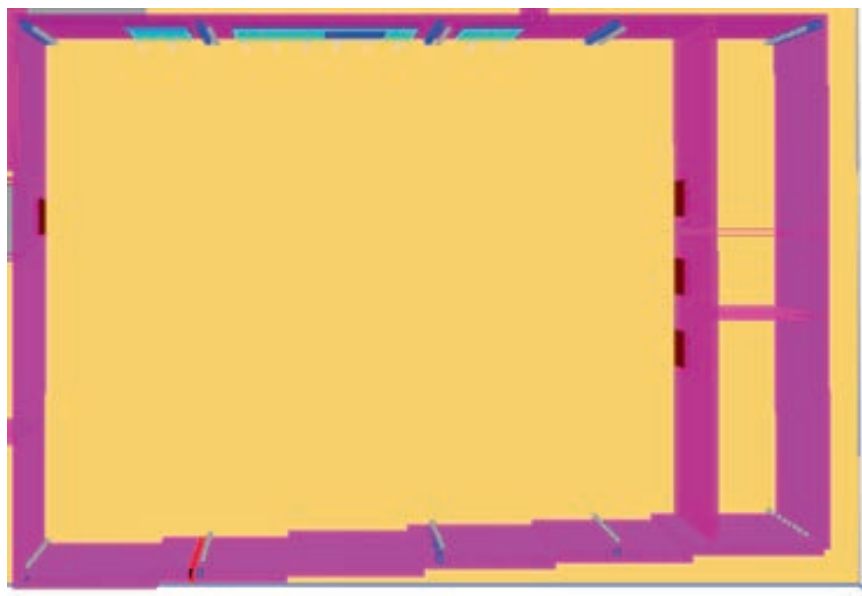
Si segnala, ad esempio, che la scelta di localizzare l'innesco in corrispondenza della colonna 7, e non della 2 opposta, deriva dal fatto che un incendio che si sviluppa a

ridosso della parete obliqua, priva di aperture, come si vedrà nel prosieguo della trattazione, genera una differenza di temperatura dei gas caldi di circa 200 °C in più rispetto all'innesco in prossimità della parete nelle quali sono presenti aperture.

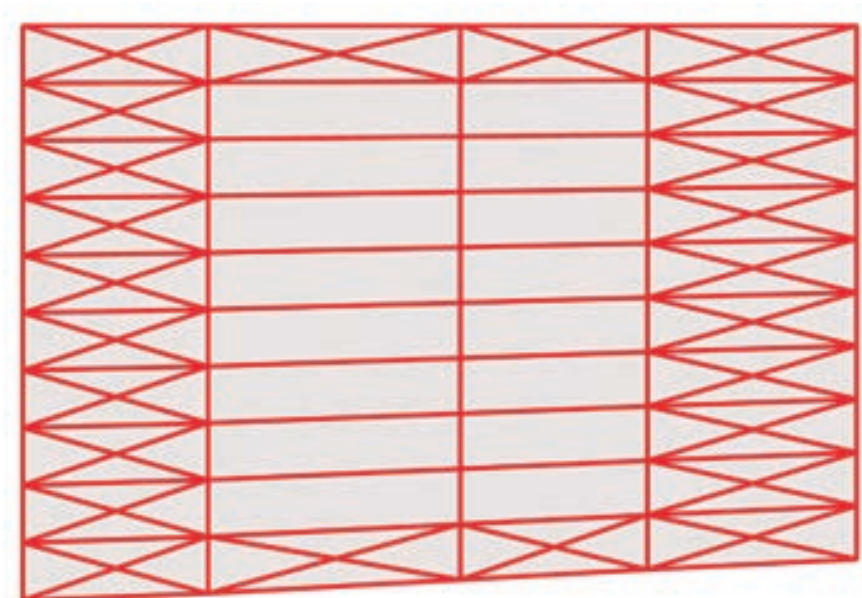


Criteria di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo

Le *analisi fluidodinamiche* saranno eseguite con FDS, mentre per le *analisi termostrutturali* sarà utilizzato il codice di calcolo SAFIR⁴³, sviluppato dall'Università di Liegi. Entrambi i solutori sono citati al par. M.1.9 "Criteri di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo" e sono validati⁴⁴ nei rispettivi campi di applicazione.



MODELLO FDS PER LA PALESTRA



MODELLO SAFIR PER LA PALESTRA

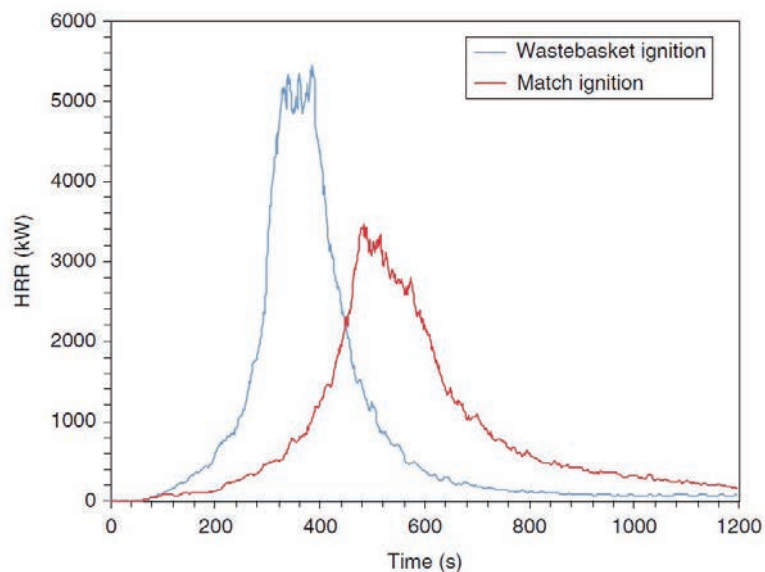
⁴³ SAFIR è un software non lineare agli elementi finiti per la modellazione del comportamento delle strutture soggette al fuoco.

⁴⁴ <https://pages.nist.gov/fds-smv/manuals.html> e https://www.uee.uliege.be/cms/c_4016387/fr/uee-safir-resources

Focolare di progetto

Per la definizione del focolare di progetto sono stati attenzionati i materiali combustibili presenti in loco e, più precisamente, i materassi per salto in alto. La curva HRR, individuata nella pubblicazione SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th Edition (fig. 26.64, curva rossa⁴⁵, riportata di seguito), riferita ad un materasso king size, può infatti essere assimilata, raddoppiandone la consistenza, a quella relativa ad un materasso per salto in alto (materassone).

Fig. 26.64 Effect of ignition source on king-size bed assemblies



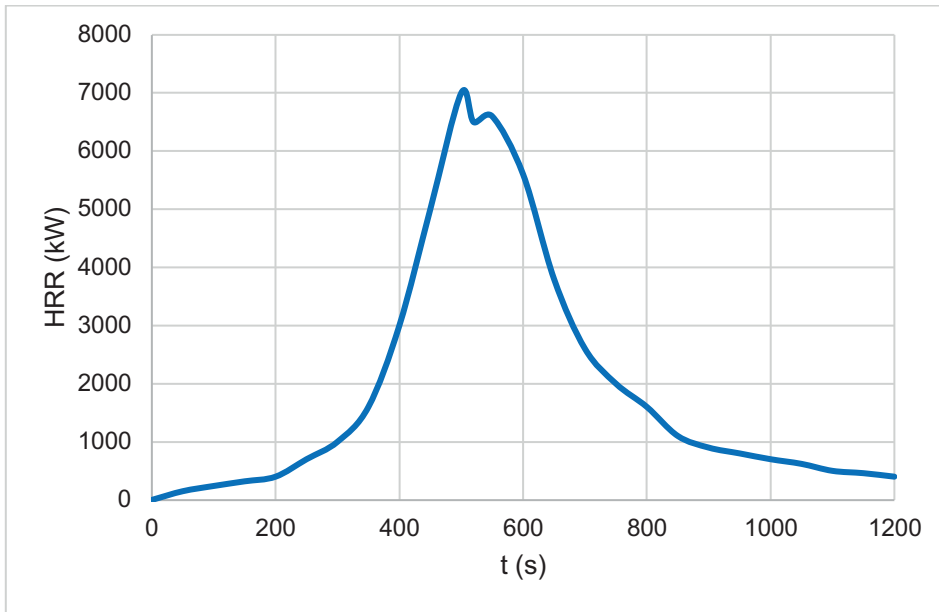
CURVA HRR MATERASSO KING SIZE - TRATTA DA SFPE HANDBOOK OF FIRE PROTECTION ENGINEERING, 5TH EDITION

Ipotizzando un innesco dovuto alla caduta di un corpo illuminante dal soffitto sul materasso, lo scenario d'incendio ipotizzato è il seguente:

- istante 0 di simulazione: innesco di un primo materassone;
- istante 350 s di simulazione: innesco di un secondo materassone;
- istante 400 s di simulazione: innesco di un terzo materassone (*potenza termica assimilabile all'accumulo di due cestoni metallici contenenti attrezzi e materiali da palestra quali palloni in gomma, pedane in legno, reti sintetiche, ecc.*).

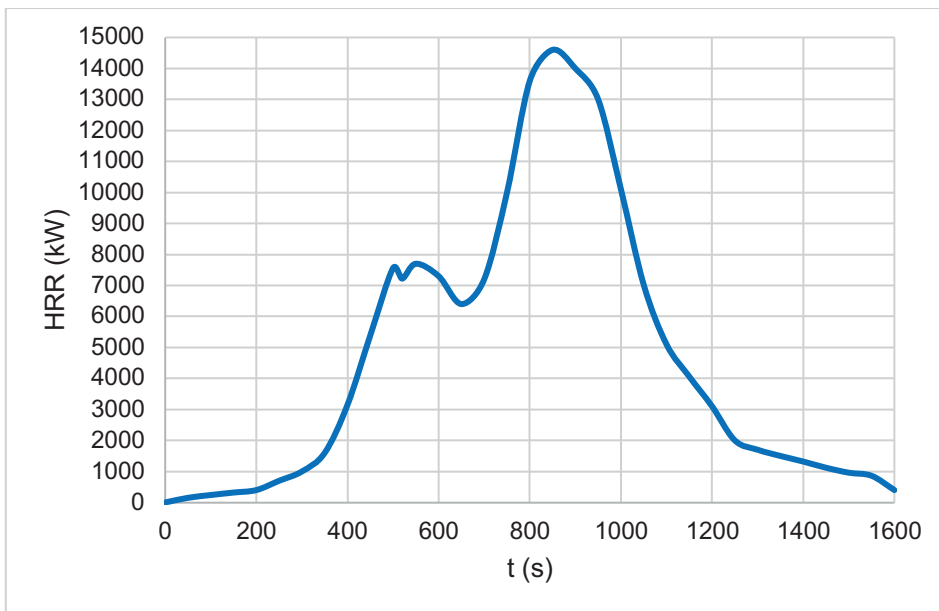
Nelle simulazioni è stato ipotizzato, inoltre, che l'apertura comandata delle finestre superiori (sopraluce) avvenga trascorsi 90 s dall'innesco (tempo pari a t_{det}) e che la rottura dei vetri delle restanti finestre avvenga al raggiungimento della temperatura di 200°C (comandata da apposite sonde di temperatura).

⁴⁵ Si è optato per la scelta della curva con picco intorno ai 3500 kW in quanto in linea con i dati di cui alla tab. 26.15 della medesima pubblicazione da cui è tratta.



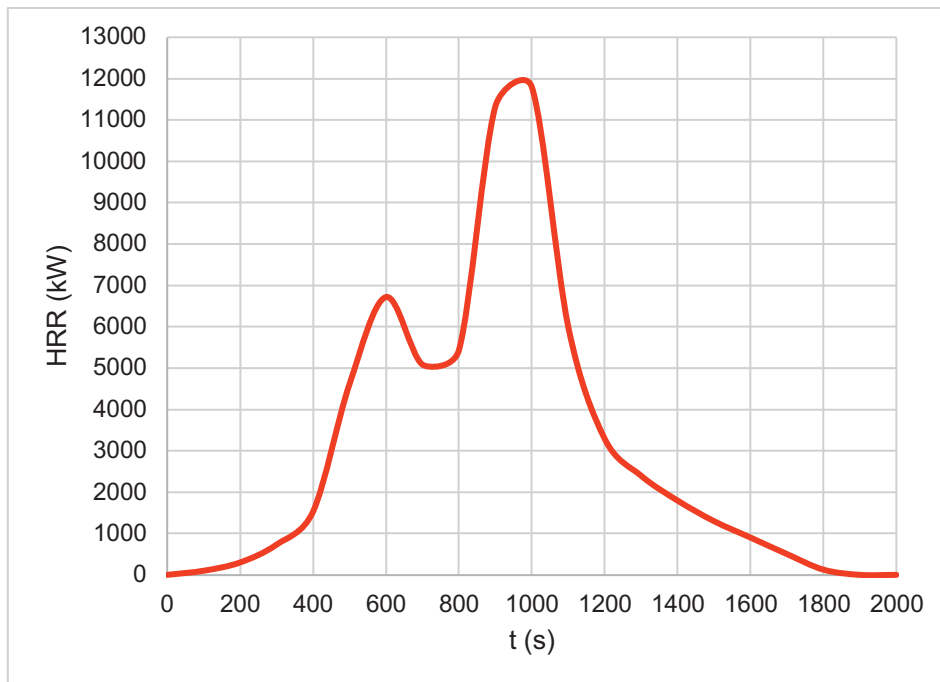
CURVA DI POTENZA TERMICA DI UN MATERASSONE (ASSIMILATO A DUE MATERASSI KING SIZE)

La curva HRR di input (potenza termica teorica rilasciata) deriva dall'involuppo di potenze prodotte dal primo materassone che, in cascata, ne innesca un secondo e poi fa bruciare altri materiali da palestra nell'ottica di includere, in maniera forfettaria, anche il restante materiale combustibile presente; ne discende una curva con picco prossimo ai 15 MW.



CURVA HRR DI INPUT (INVILUPPO DEI CONTRIBUTI DEI TRE MATERASSONI)

La curva HRR di output, restituita da FDS, rappresenta l'andamento della potenza termica rilasciata dal focolare di progetto durante la simulazione; tale andamento si differenzia dalla potenza teorica (curva HRR di input) in quanto risente delle reali condizioni ambientali dello scenario d'incendio (ventilazione, volume del locale, posizione del focolaio rispetto alle aperture, ecc.). I due scenari considerati, R1 e R2, sviluppano la medesima potenza termica, con picco prossimo ai 12 MW e temperature leggermente differenti a seconda della posizione dell'innesco.



CURVA HRR DI OUTPUT - SCENARI R1 E R2



MATERASSONE 200x200x50 cm

A favore di sicurezza, nella simulazione dell'incendio è stata utilizzata come *reazione chimica di fase gassosa* di FDS quella del poliuretano, di cui è costituita l'imbottitura dei materassoni, materiale che presenta un comportamento assai severo in relazione alla partecipazione al fuoco ed alla formazione dei prodotti tossici della combustione (specie CO e HCN) all'interno dell'ambiente considerato.

Occorre a questo punto descrivere quantitativamente il focolare (vedi par. M.2.7), definendo i parametri caratteristici del medesimo.

La formula chimica del poliuretano è tratta sempre da SFPE Handbook of Fire Protection Engineering - 5th edition - Springer ed. 2016, materiale tipo GM27, con formula chimica $CH_{1.7}O_{0.3}N_{0.08}$.

In riferimento alle schiume flessibili di poliuretano, costituenti il materasso, sono stati utilizzati i seguenti valori (fonte citata - Table A38, pag. 3465 e A.39, pag. 3468, materiale tipo GM27).

Parametro	Definizione del focolare
Resa in particolato Y_{soot}	0,198 kg/kg
Resa in monossido di carbonio Y_{CO}	0,042 g_{CO}/g_{fuel}
Resa in biossido di carbonio Y_{CO_2}	1,57 g_{CO_2}/g_{fuel}
Calore di combustione effettivo ΔHC	23,2 MJ/kg
Frazione di HRR(t) in irraggiamento (Radiative fraction)	35%

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEL FOCOLARE

Si rappresentano di seguito i risultati ottenuti per gli scenari considerati, che si rammenta si differenziano solo per il loro posizionamento, in termini di slice di temperatura e di temperature dei gas caldi.



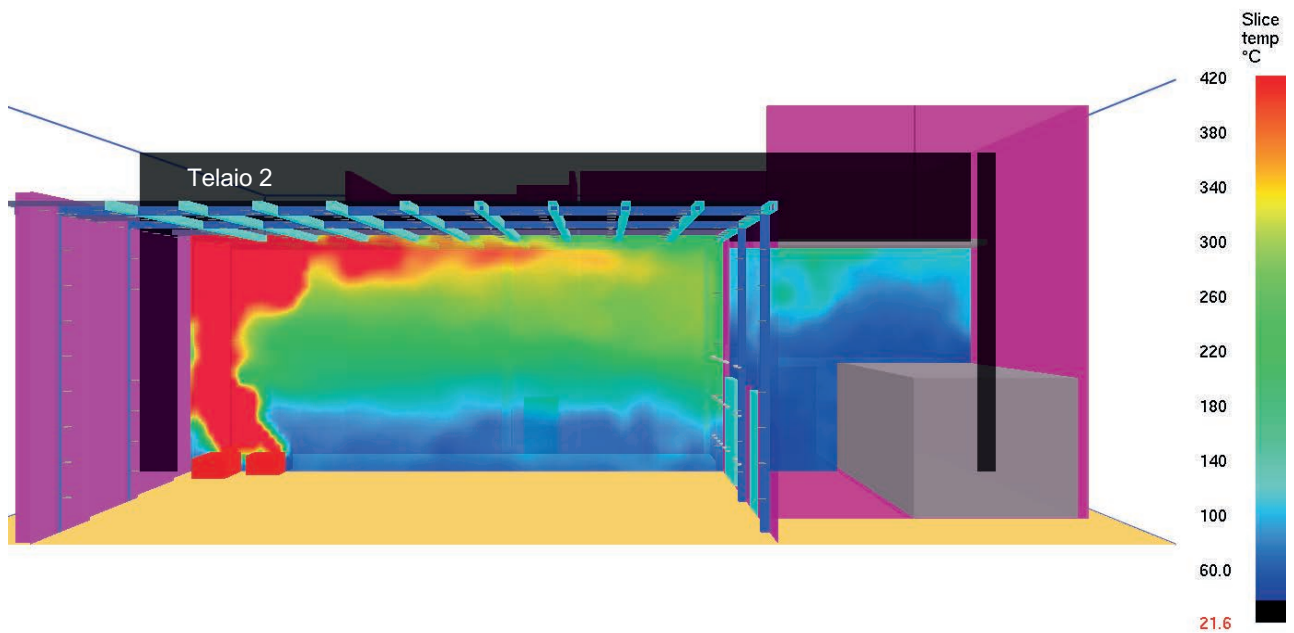
Analisi quantitative - Elaborazione delle soluzioni progettuali

Si illustrano di seguito le elaborazioni numeriche delle fasi 2 e 3.

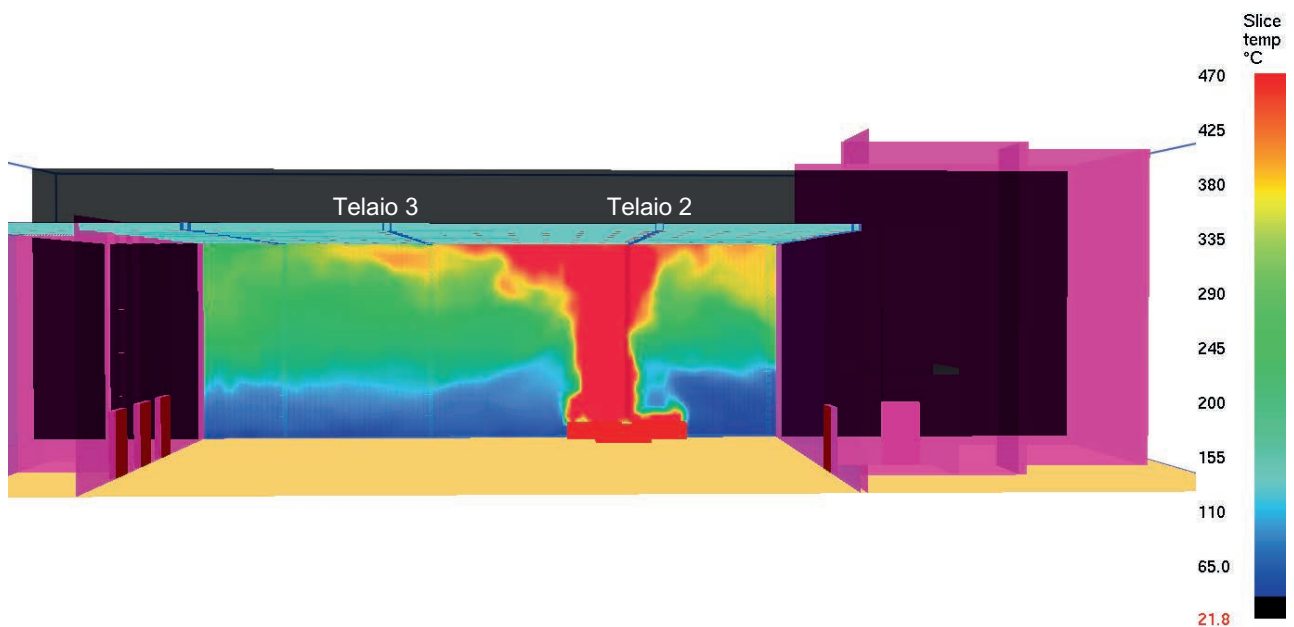
Per la fase 2 si è sfruttata la possibilità di interfacciare l'output di FDS, in termini di campo di flussi termici in sottovolumi contenenti la struttura, e l'input di SAFIR, con cui è possibile effettuare dapprima le analisi termiche e, a seguire, le analisi termo-strutturali.

Scenario R1

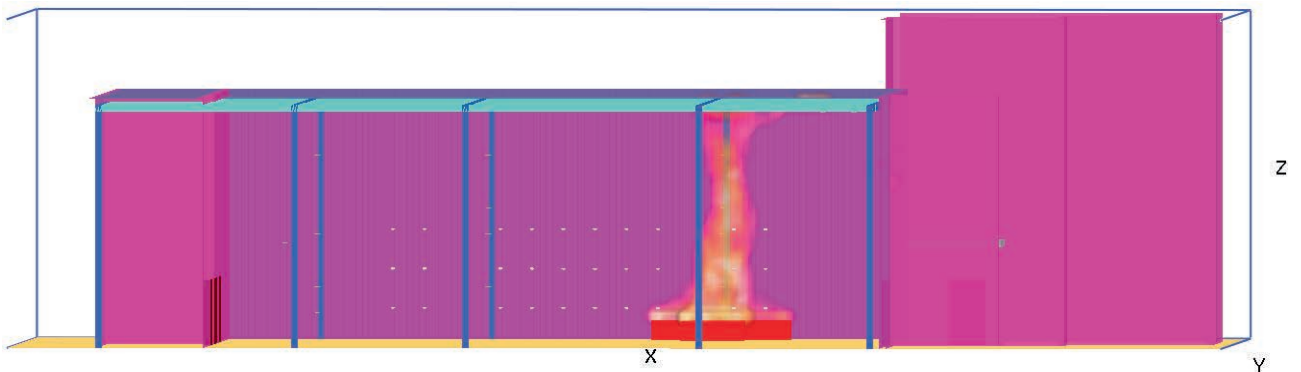
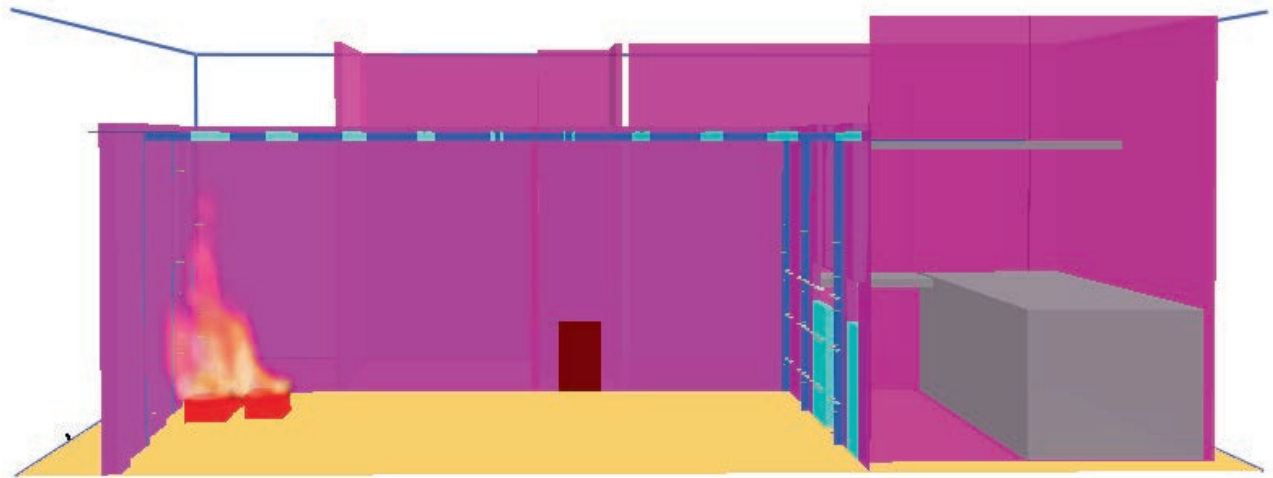
Nello scenario R1 le massime temperature si registrano in corrispondenza del *telaio 2*; essendo uno scenario localizzato, esso genera nella struttura una concentrazione di azione termica nei pressi del proprio innesco che tende ad affievolirsi man mano che ci si allontana dalla zona interessata dall'incendio.



SLICE DI TEMPERATURA A X = 5,50 M IN CORRISPONDENZA DEL TELAIO 2, T = 1000 S

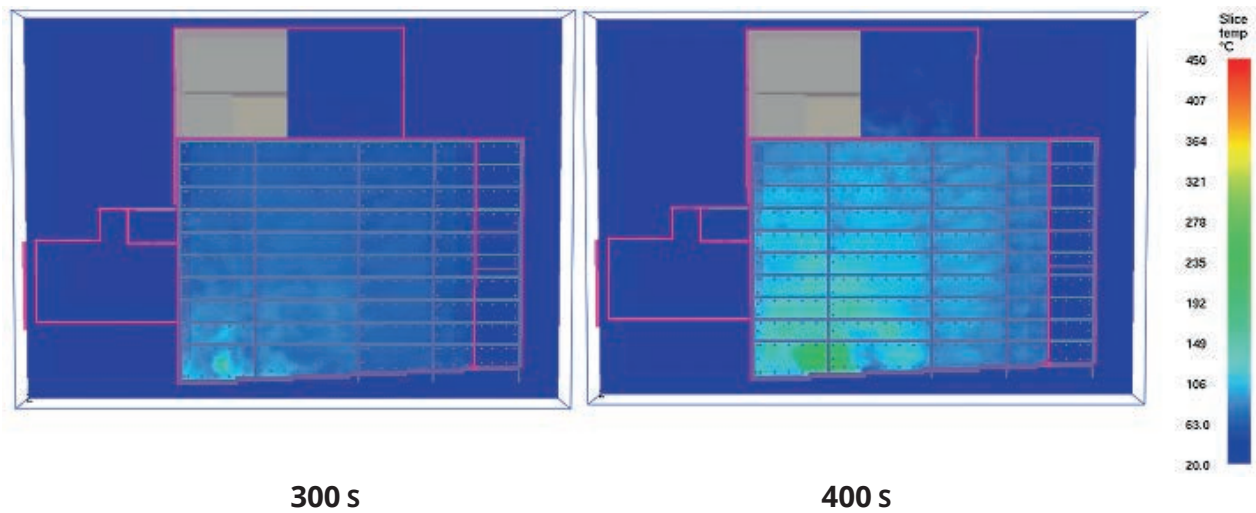


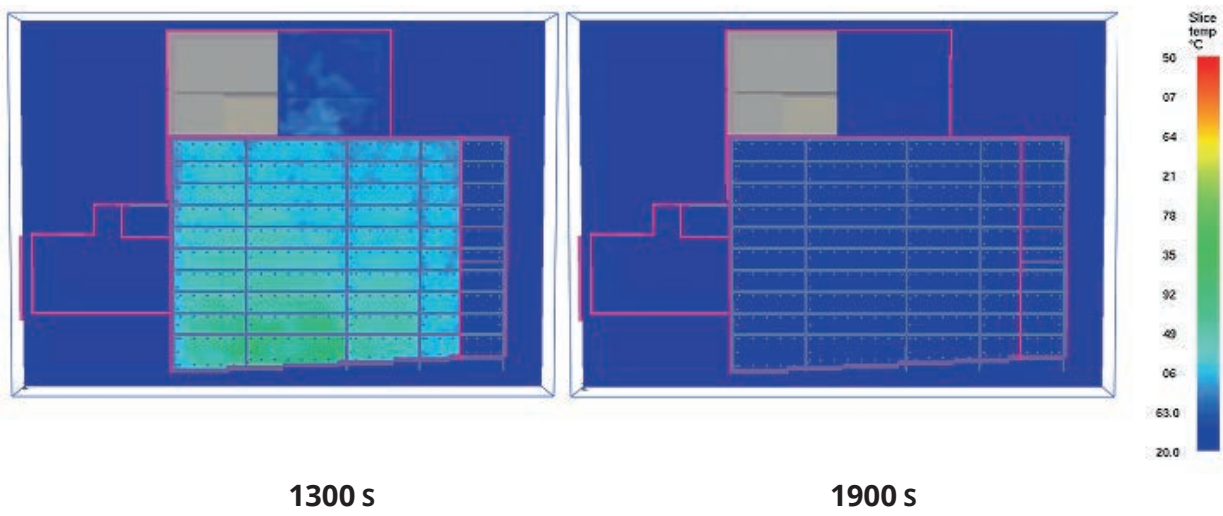
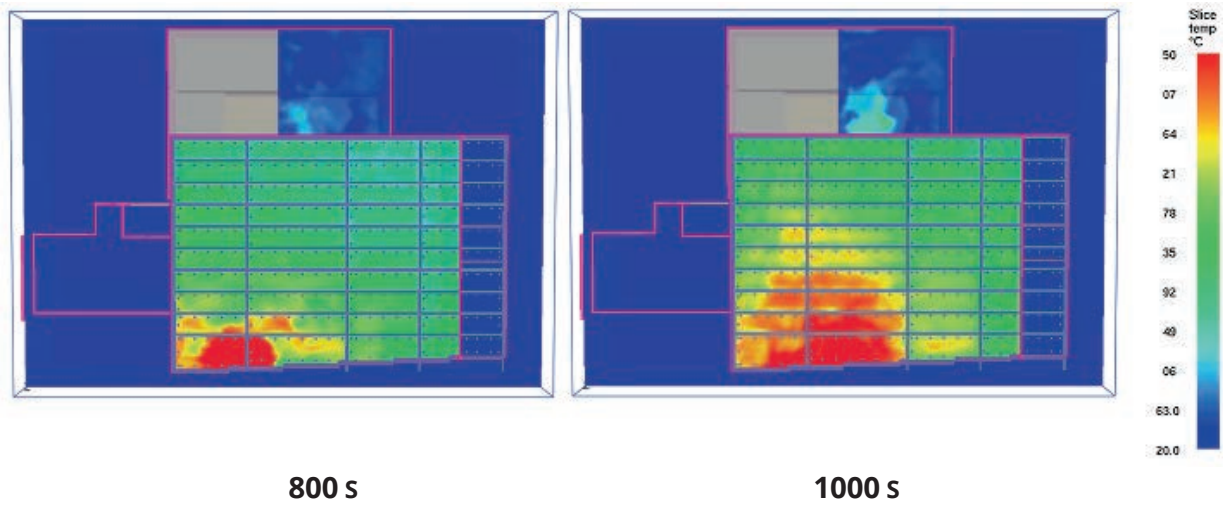
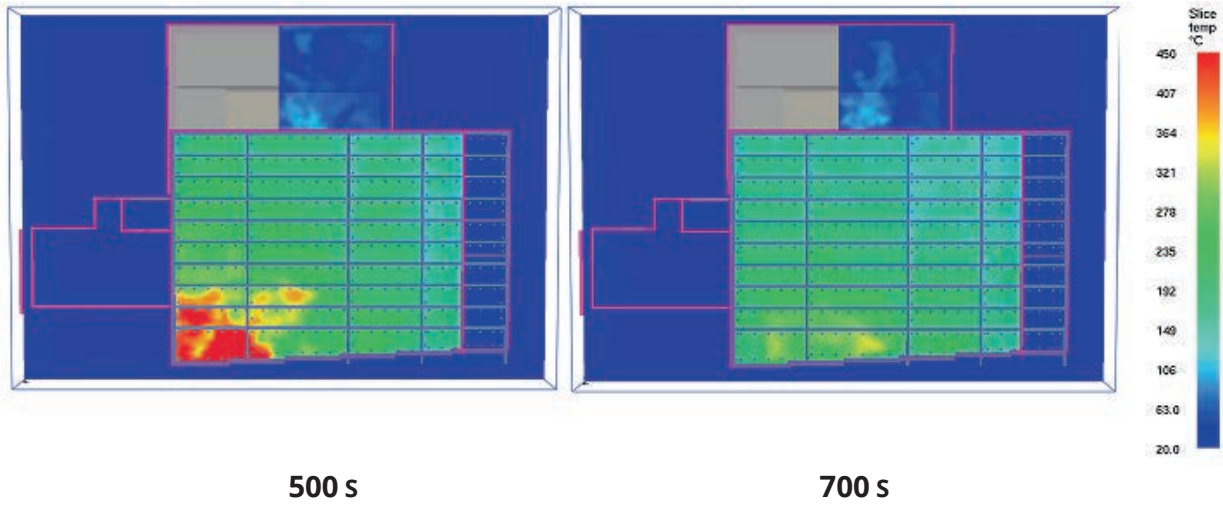
SLICE DI TEMPERATURA A Y = 1,20 M IN CORRISPONDENZA DEL MATERIALE COMBUSTILE, T = 1000 S



SVILUPPO DELLE FIAMME - SEZIONI TRASVERSALE E LONGITUDINALE, T = 1000 s

Di seguito si riportano le slice relative alla temperatura a $z = 7,20$ m:

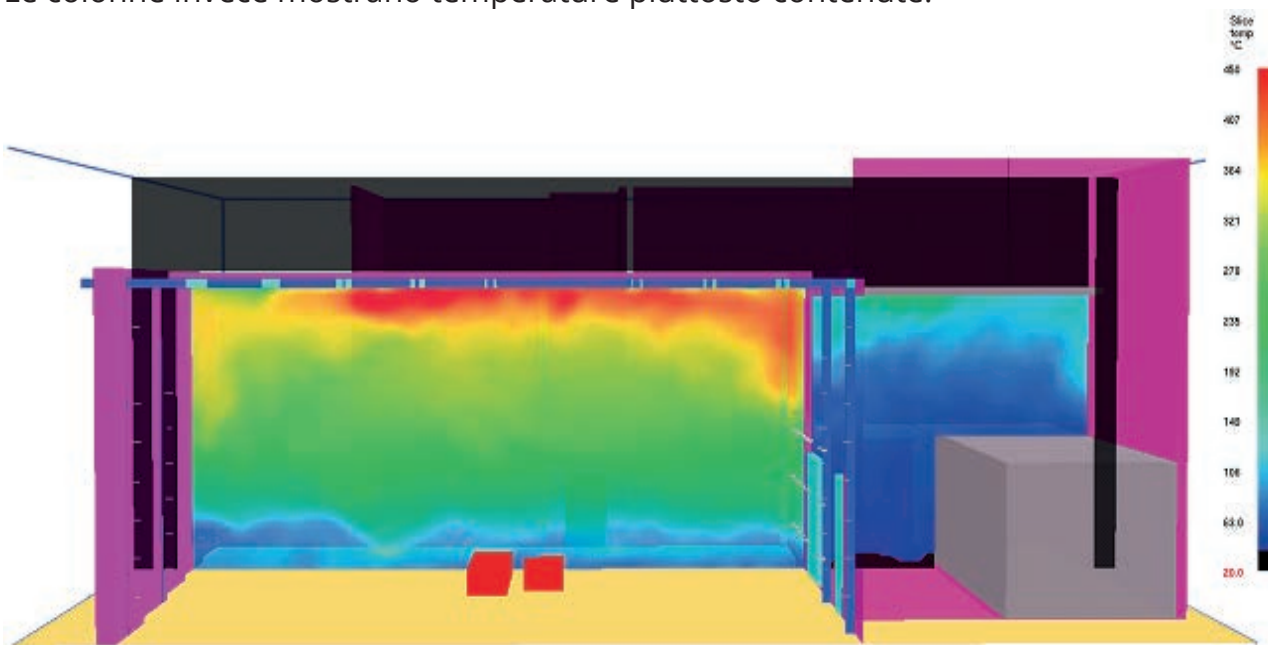




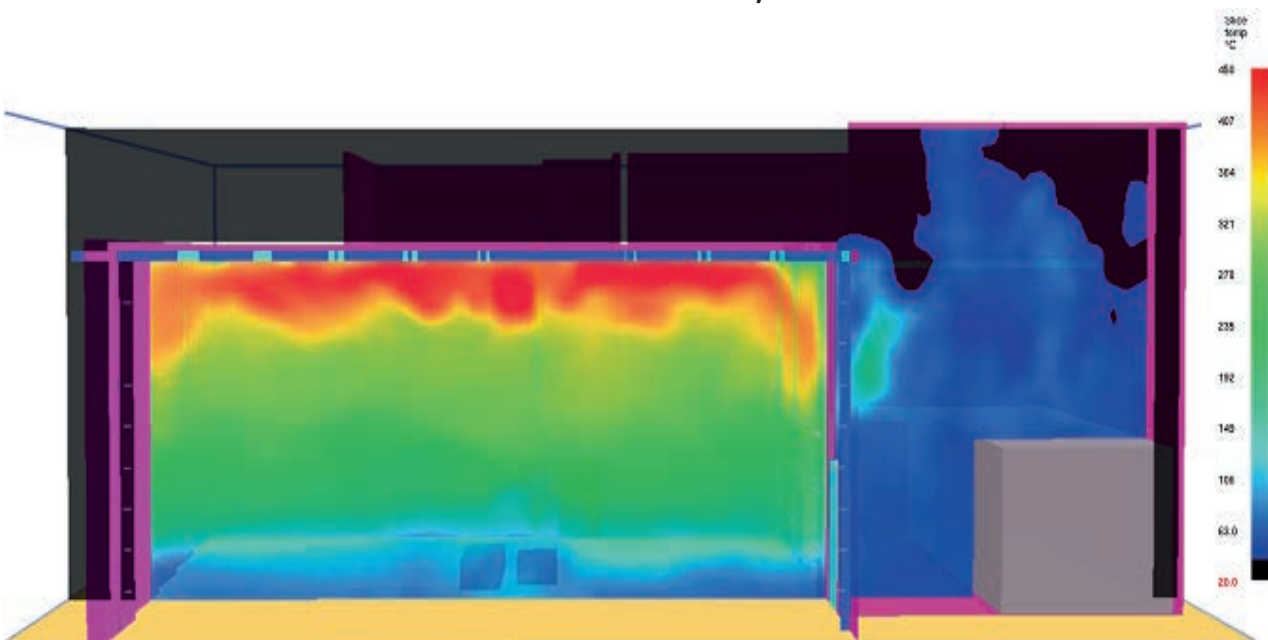
Scenario R2

Nello scenario R2 le massime sollecitazioni si riscontrano in prossimità degli arcarecci, rispettivamente a quota 5,50 m e 7 m.

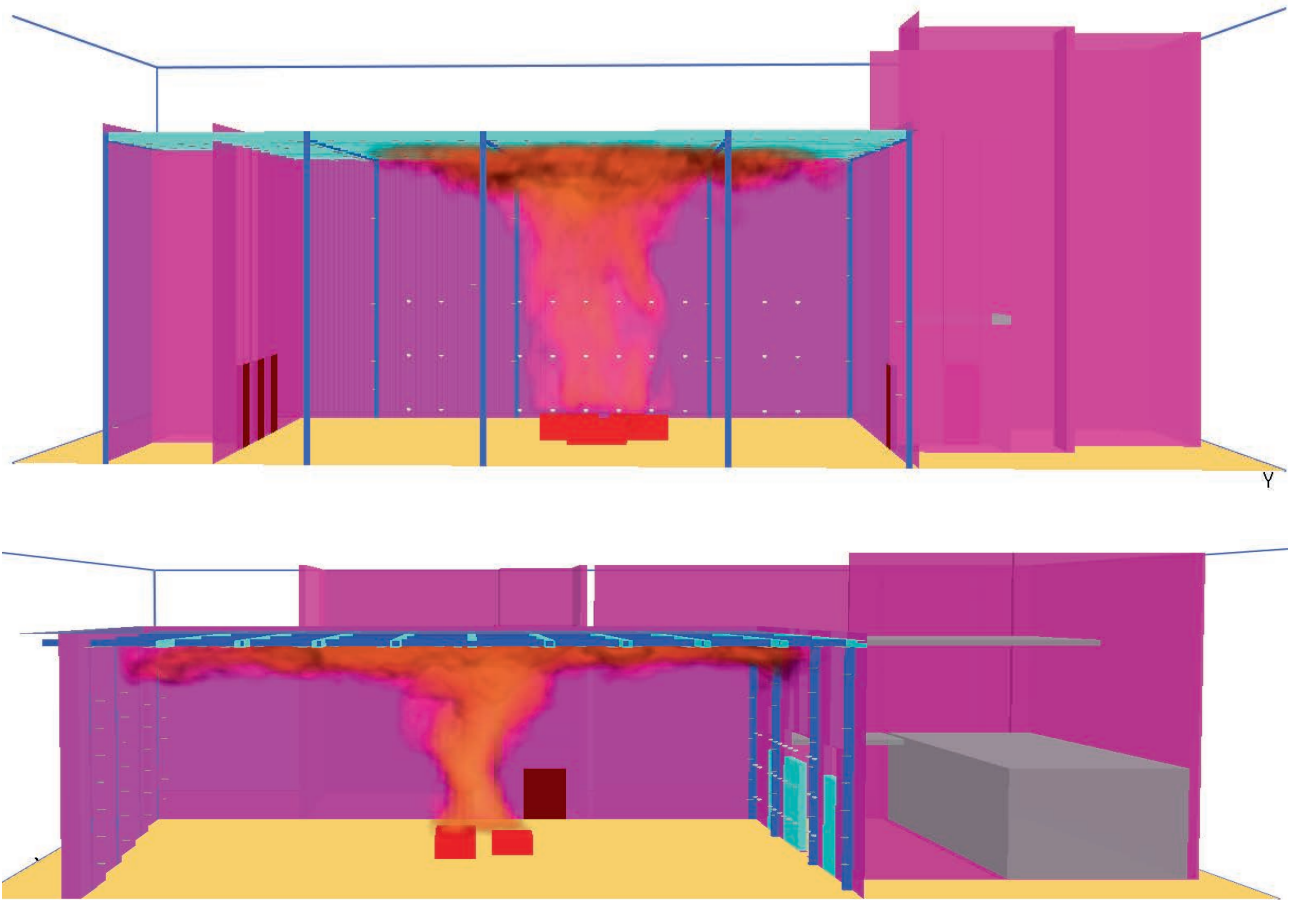
Le colonne invece mostrano temperature piuttosto contenute.



SLICE DI TEMPERATURA TELAIO 2, T = 1000 s

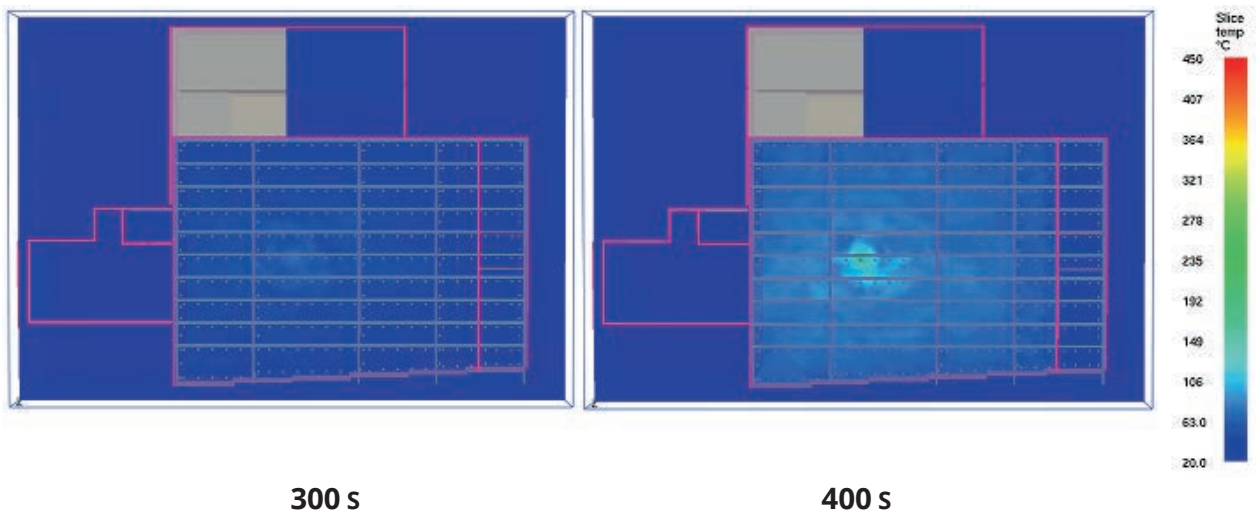


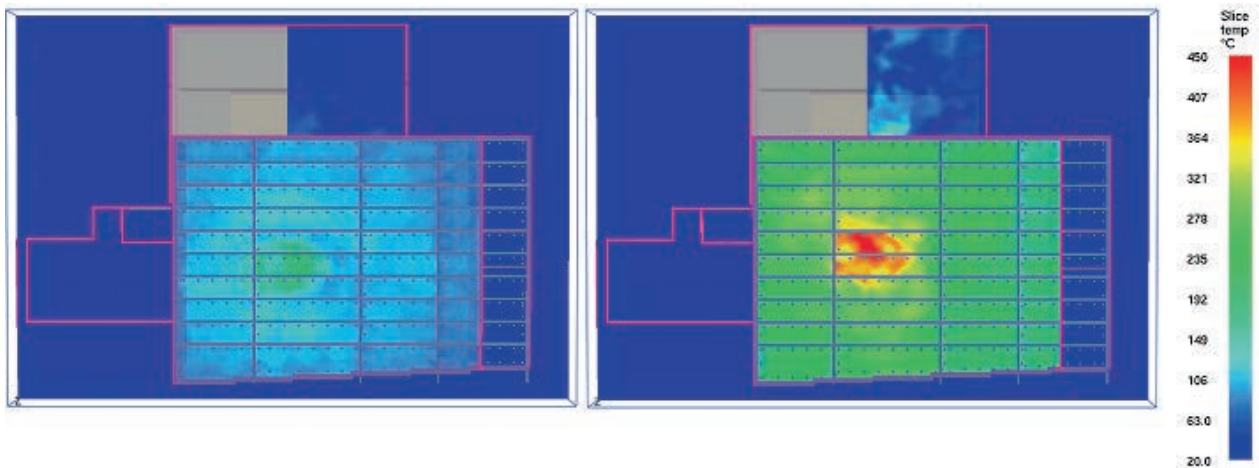
SLICE DI TEMPERATURA TELAIO 3, T = 1000 s



SVILUPPO DELLE FIAMME - SEZIONI TRASVERSALE E LONGITUDINALE, T = 1000 s

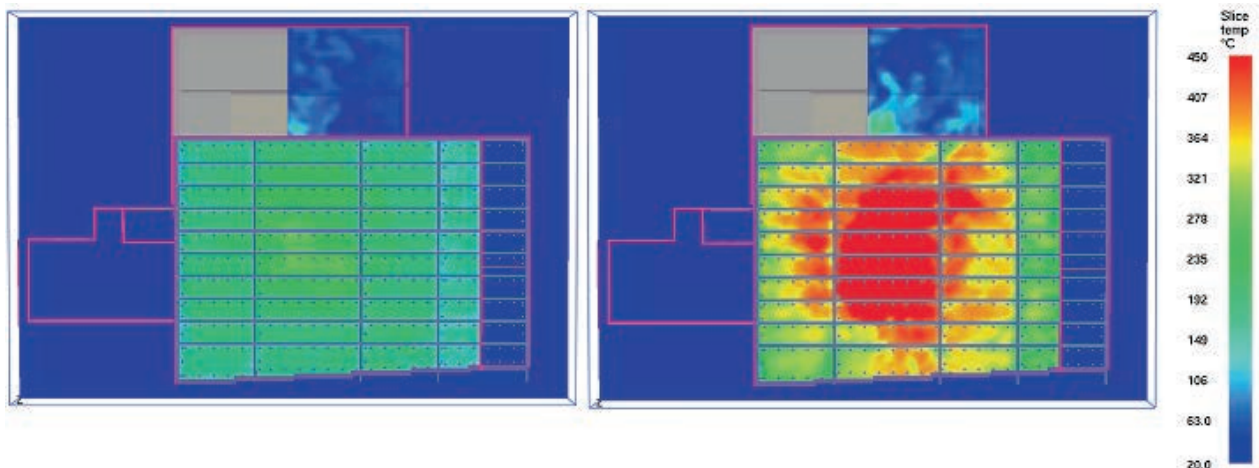
Di seguito si riportano le slice relative alla temperatura a $z = 7,20$ m:





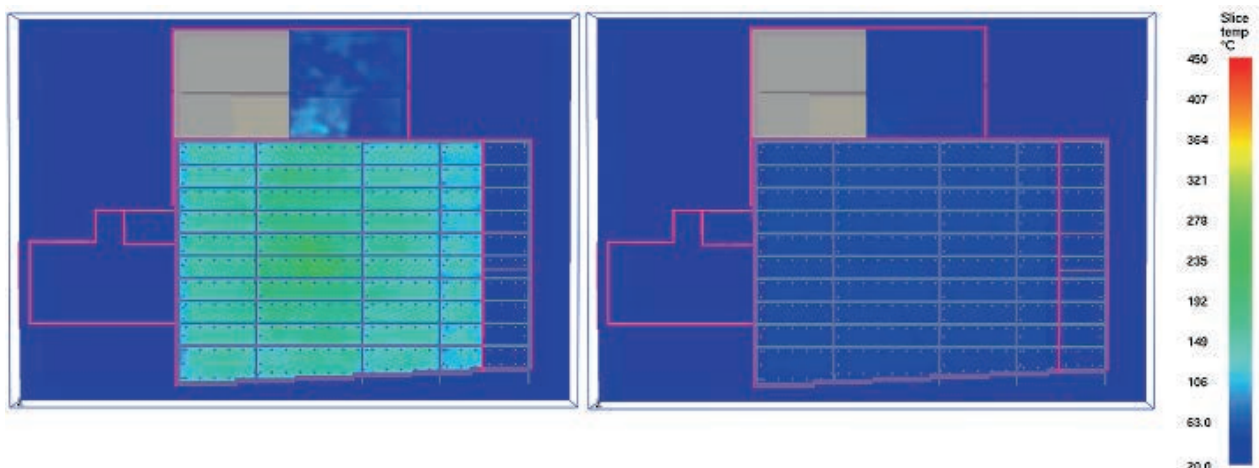
500 s

700 s



800 s

1000 s



1300 s

1900 s

Costruzione del modello strutturale

Si realizza un modello ad elementi finiti mediante il codice di calcolo SAFIR.

Il SAFIR è un codice di calcolo sviluppato unicamente per la simulazione del comportamento al fuoco delle strutture, di tipo specifico, nel quale le analisi termiche e strutturali sono debolmente accoppiate, nel senso che viene eseguita prima l'analisi termica e poi quella meccanica.

Tale approccio è valido nella maggioranza delle situazioni, in quanto la temperatura ha notevole influenza sulla risposta meccanica delle strutture, mentre l'effetto inverso è trascurabile, fatti salvi alcuni casi specifici, quali ad esempio il calore generato dalle plasticizzazioni, anisotropia della conducibilità termica in materiali fratturati, ecc..

Per quanto concerne la validazione attraverso le norme EN 1992 1-2 si fa riferimento al sito del produttore https://www.uee.uliege.be/upload/docs/application/pdf/2018-03/validation_of_safir_through_the_din_en_1992-1-2_na.pdf

Il codice di calcolo SAFIR è quindi in grado di cogliere i due principali aspetti fondamentali presenti in condizione di incendio:

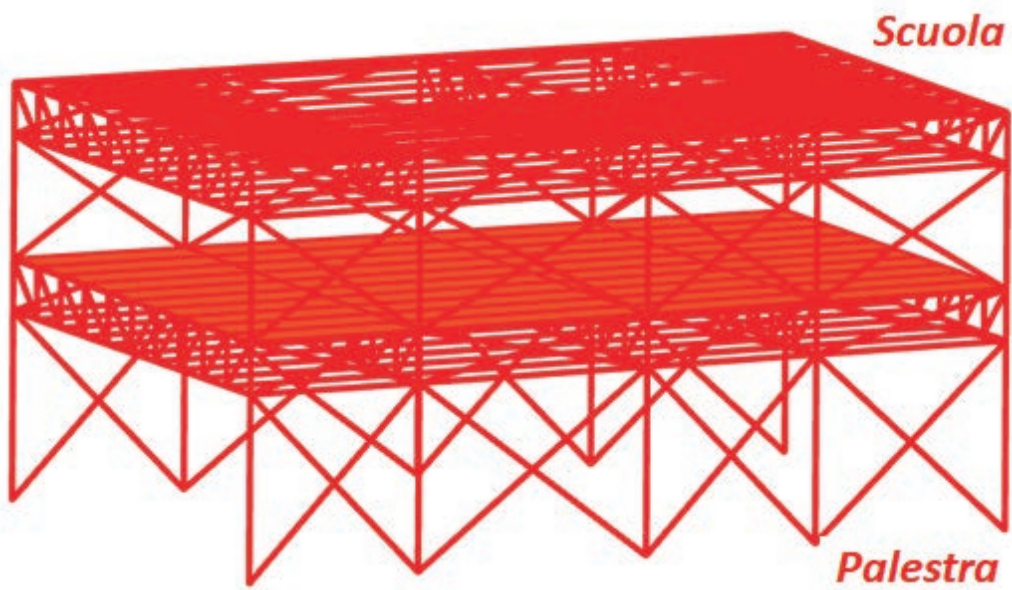
- il comportamento termo-meccanico, ovvero la capacità di modellare il legame costitutivo in cui esiste dipendenza dalla temperatura.
Particolare importanza sarà data all'implementazione delle caratteristiche termo-plastiche del materiale, caratteristiche che seguiranno quanto prescritto dall'Eurocodice 3 parte 1-2, essendo la struttura realizzata in acciaio;
- i grandi spostamenti che si sviluppano nel corso dell'incendio, a seguito della notevole riduzione di rigidità dei materiali, e l'interazione con i possibili fenomeni di instabilità'.

Una volta eseguite le analisi termiche sui singoli elementi costituenti la struttura ed attribuite temperature e gradienti agli stessi, il passaggio successivo consiste nella modellazione meccanica mediante analisi transienti non lineari in geometria e materiale, al fine di determinare la tipologia di collasso della struttura in esame nel caso di incendio.

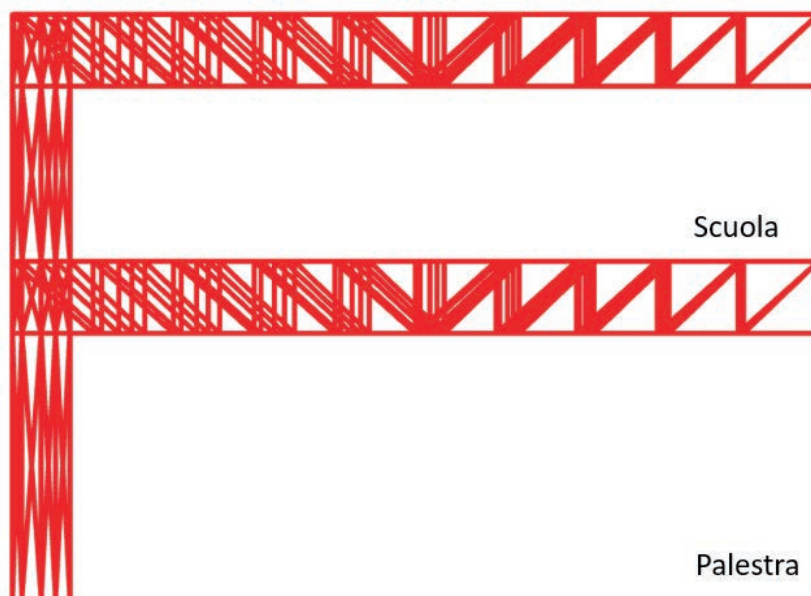
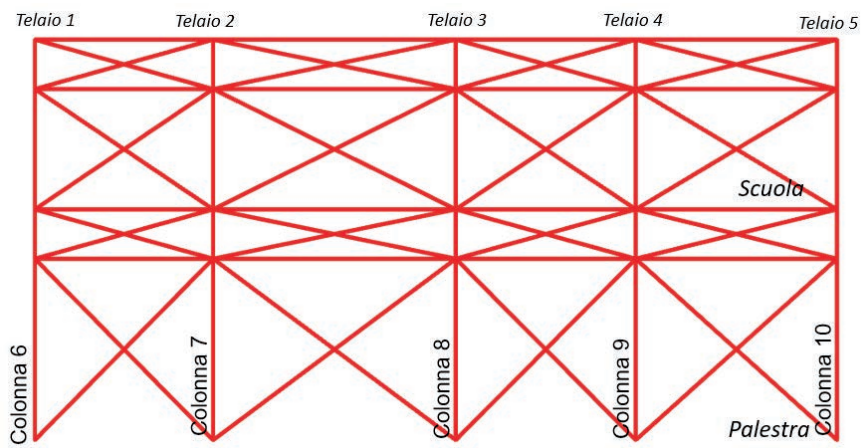
Si studia pertanto l'evoluzione degli spostamenti e delle sollecitazioni degli elementi strutturali componenti la struttura.

Il modello strutturale sarà composto, in totale, da 29 sezioni differenti, con 4496 elementi beam, 1600 elementi shell⁴⁶ e 9867 nodi.

⁴⁶ I programmi che impiegano il metodo degli elementi finiti per l'analisi strutturale distinguono elementi monodimensionali beam (trave) per la modellazione di strutture intelaiate ed elementi bidimensionali shell (piastra o guscio) per la modellazione di strutture nelle quali le altre due dimensioni sono prevalenti rispetto allo spessore.



VISTA 3D



VISTA TRASVERSALE E LONGITUDINALE

Fase 2 - Azione termica

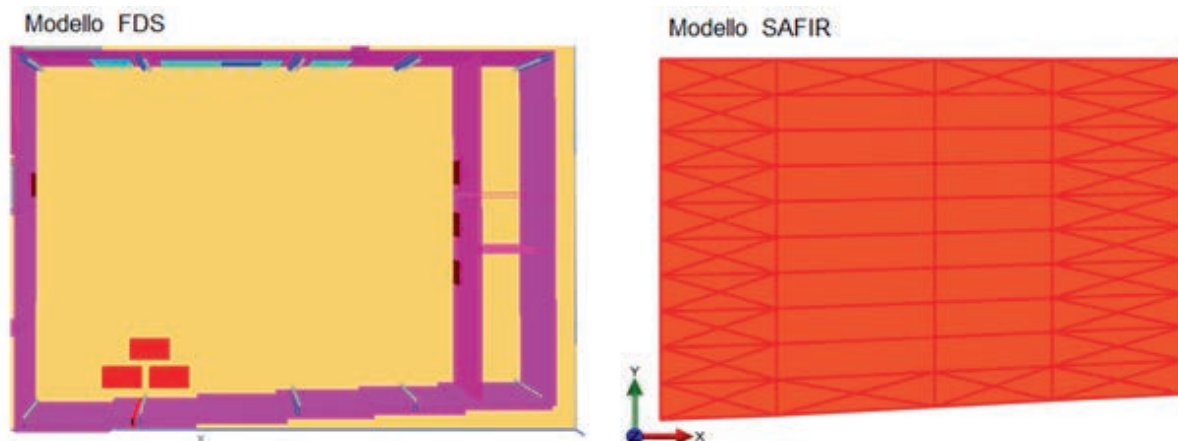
L'azione dell'incendio viene inserita grazie alla possibilità di far comunicare i due codici di calcolo (SAFIR e FDS) mediante un file di interscambio di dati, contenente, nello specifico, le intensità di radiazione valutate rispetto ad un numero discreto di angoli solidi.

Tale approccio consente di abbinare una valutazione più approfondita del campo di temperature generato dall'incendio, tenendo automaticamente conto della variabilità spaziale e temporale, del fattore di configurazione, dell'effetto ombra, ecc..

Si attribuisce quindi l'intensità di radiazione computata da FDS agli elementi strutturali in SAFIR mediante integrazione numerica e calcolando i corretti fattori di configurazione, al variare sia della parte del perimetro dell'elemento considerato lungo la generica sezione sia del suo sviluppo longitudinale.

In pratica, FDS risolve quindi le equazioni di trasporto radiativo usando il metodo a volumi finiti, con il quale calcola, su un numero discreto di angoli solidi, l'intensità di radiazione e genera un file di interscambio di tipo testuale che contiene l'intensità di radiazione termica computata nelle zone individuate su tale numero finito di angoli solidi a differenti step temporali.

Tali valori possono essere importati da SAFIR che, a sua volta, è in grado di calcolare autonomamente il trasferimento di calore dall'incendio agli elementi strutturali, tenendo conto di geometria, posizione reciproca, ombreggiamento, fattore di vista.



Con l'applicazione dell'azione termica con il file di interscambio dati tra SAFIR e FDS è quindi possibile riprodurre perfettamente il movimento dei flussi termici all'interno della palestra oggetto di studio ed avere così una riproduzione fedele di quanto accade in caso di incendio localizzato.

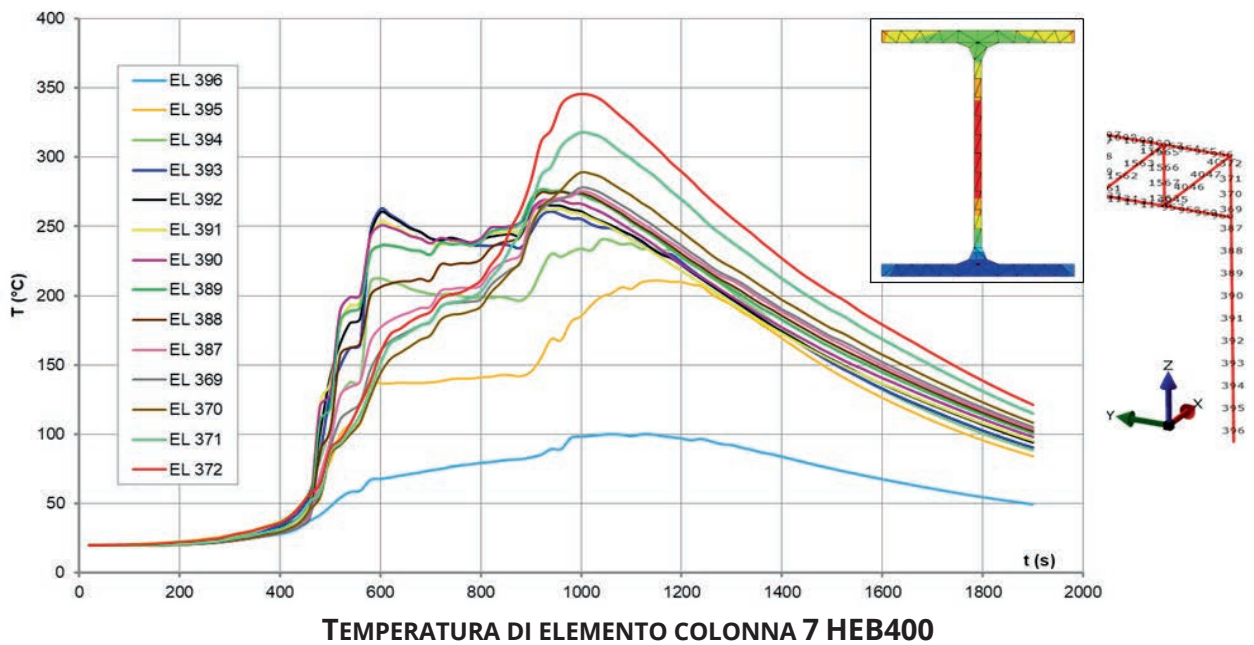
Tale operazione comporta certamente significative differenze negli scenari con incendi localizzati ed in generale non pienamente sviluppati, mentre tende ad annullarsi per incendi generalizzati.

Di seguito si riportano, per entrambi gli scenari considerati, le principali temperature di elemento ottenute mediante l'analisi termica.

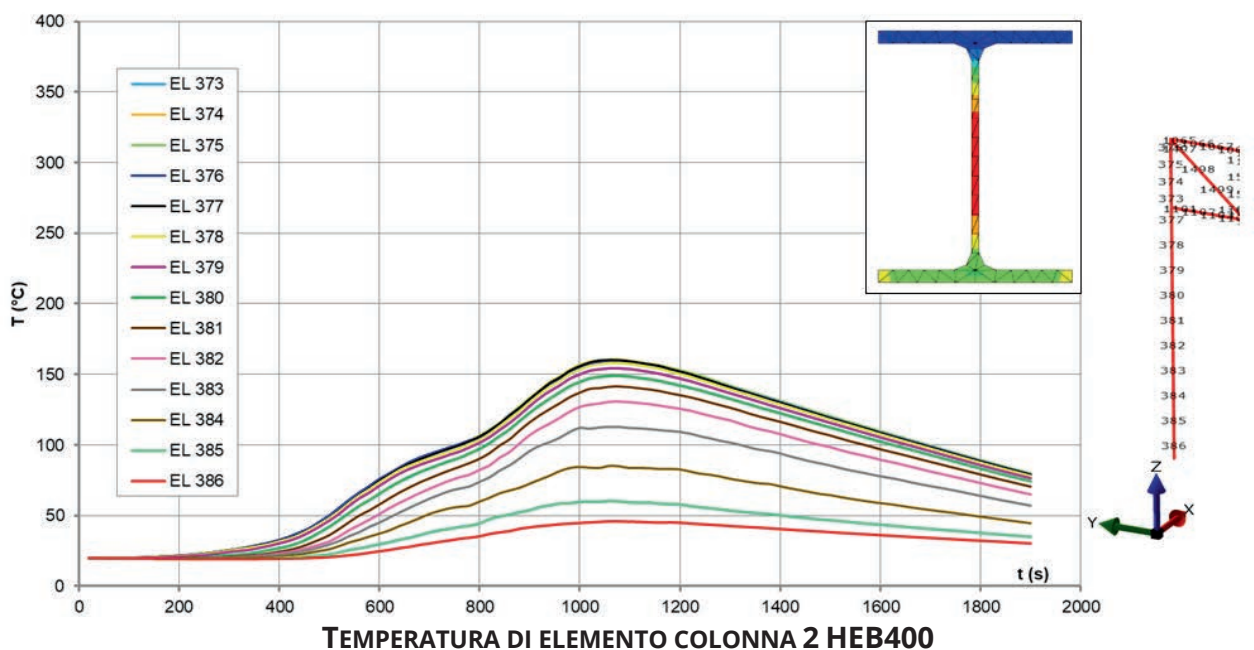
Scenario R1

Si prendono a riferimento gli elementi del *telaio 2*, essendo quelli maggiormente sollecitati dall'azione incendio.

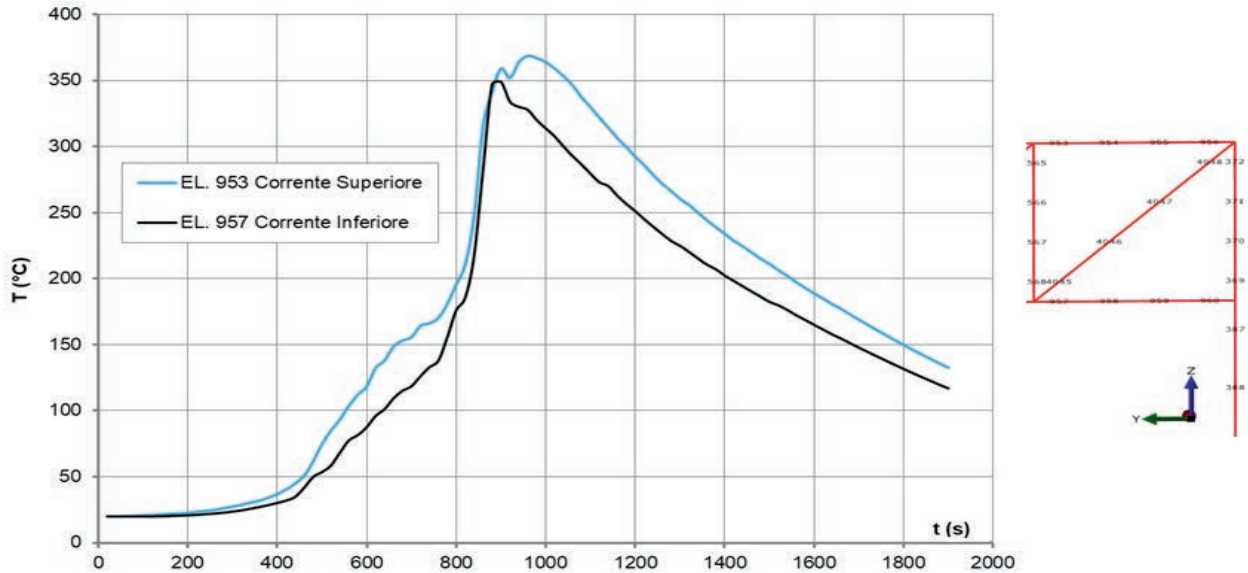
Si segnala una differenza di temperatura negli elementi componenti la colonna 7. In particolare, si segnala che la maggiore temperatura si ottiene nell'elemento a quota $z = 7$ m (elemento 372) anche se gli elementi più vicini all'incendio mostrano un innalzamento di temperatura tra i 500 e 800 s più repentino, (elementi da 390 a 394).



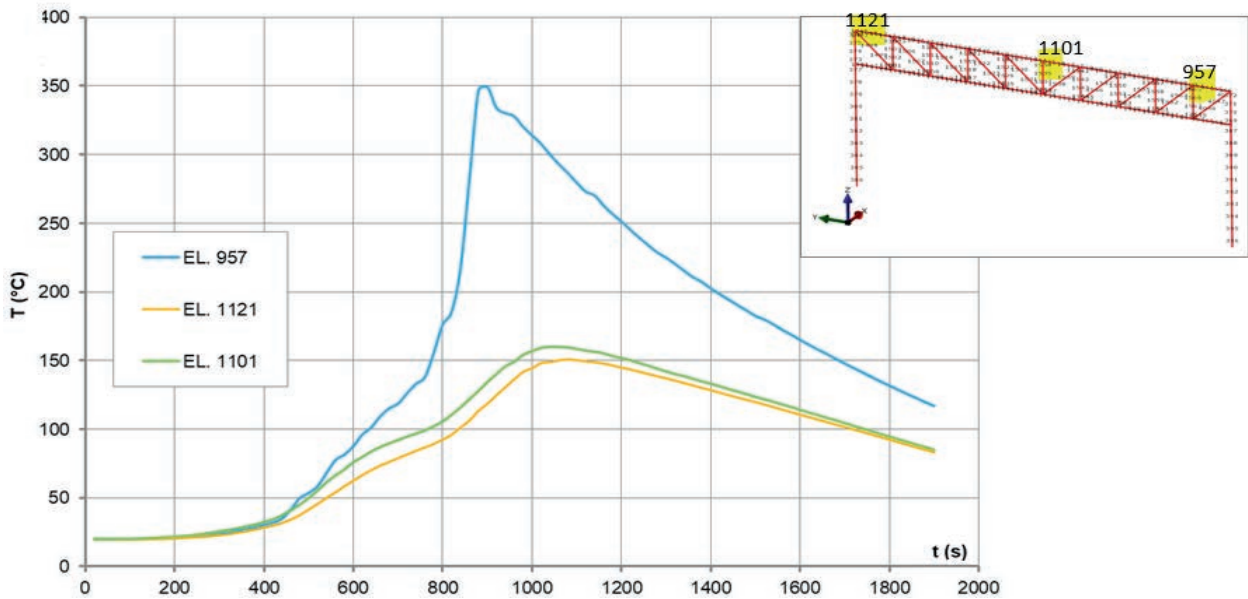
La colonna 2, disposta sulla parete opposta all'innesco, in cui sono presenti le aperture verso l'esterno, presenta, come atteso, temperature più basse.



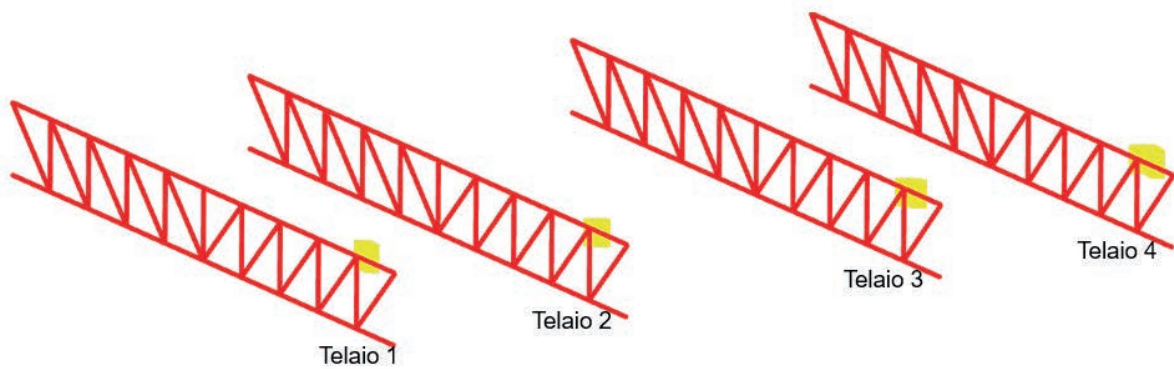
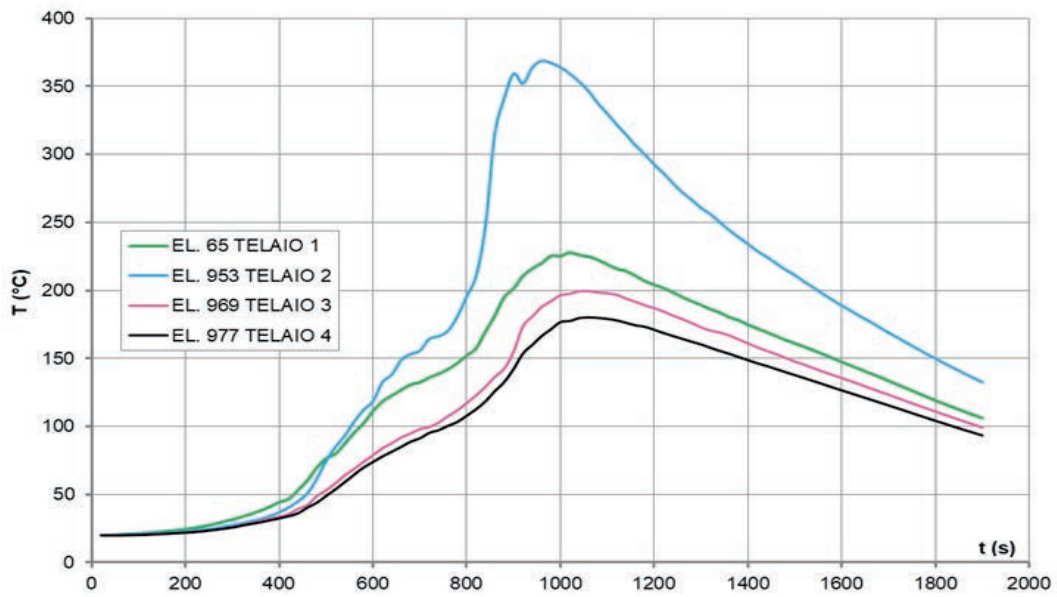
È inoltre interessante valutare la differenza di temperatura tra corrente superiore ($z=7$ m) e corrente inferiore ($z=5,50$ m) e la differenza di temperatura di elemento nei correnti superiore man mano che ci si allontana dall'asse dell'incendio.



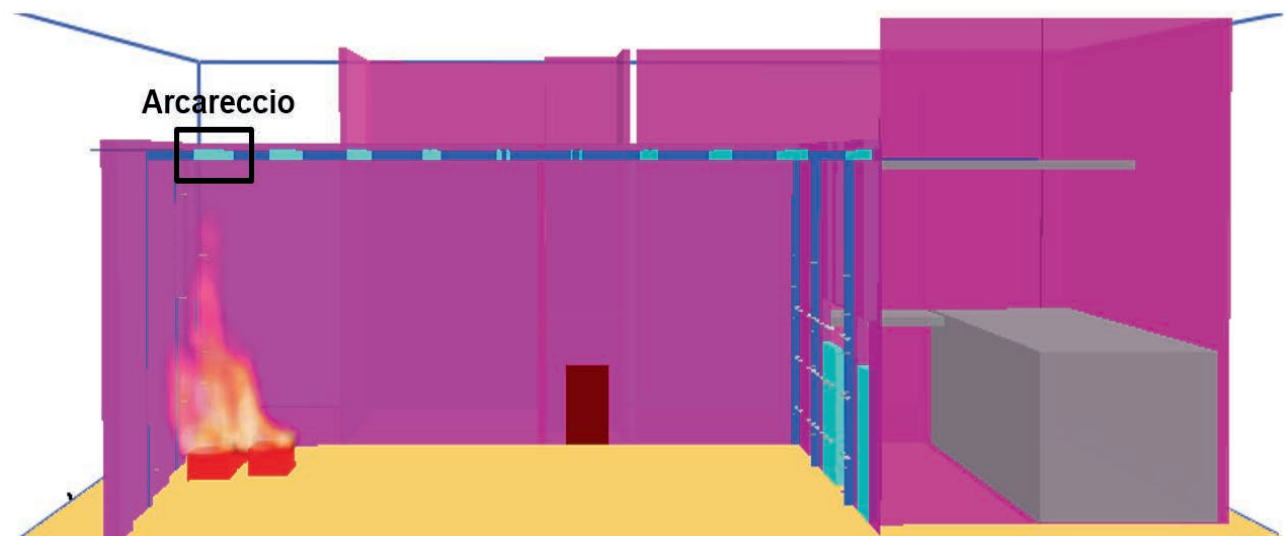
TELAIO 2, TEMPERATURA DI ELEMENTO CORRENTE SUPERIORE E INFERIORE 2UPN200



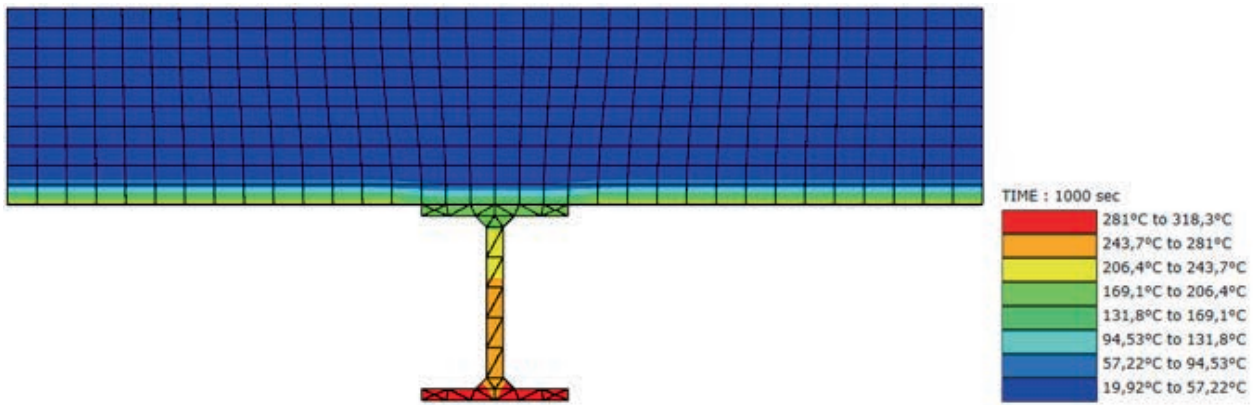
TEMPERATURA DI ELEMENTO CORRENTI INFERIORI 2UPN200 LUNGO LA SEZIONE TRASVERSALE



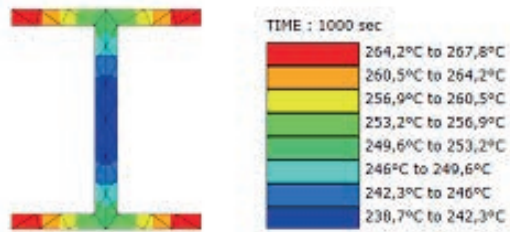
TEMPERATURA DI ELEMENTO CORRENTI SUPERIORI 2UPN200 NEI QUATTRO TELAI CALDI (DA 1 A 4)



SVILUPPO DELLE FIAMME T = 1000 S



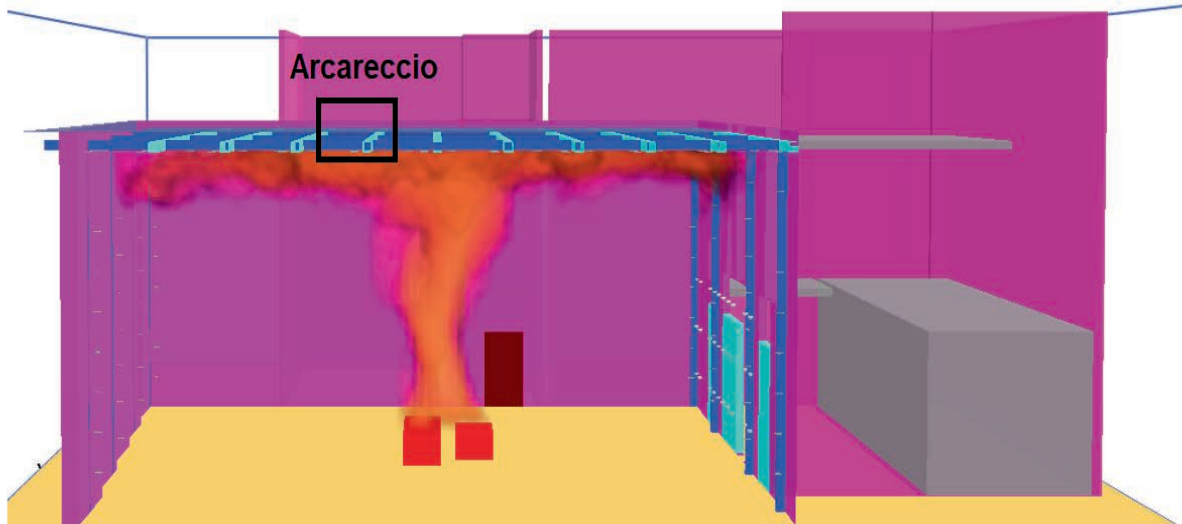
ARCARECCIO 2UPN200 + SOLETTA (TIPO L) A QUOTA 7 M



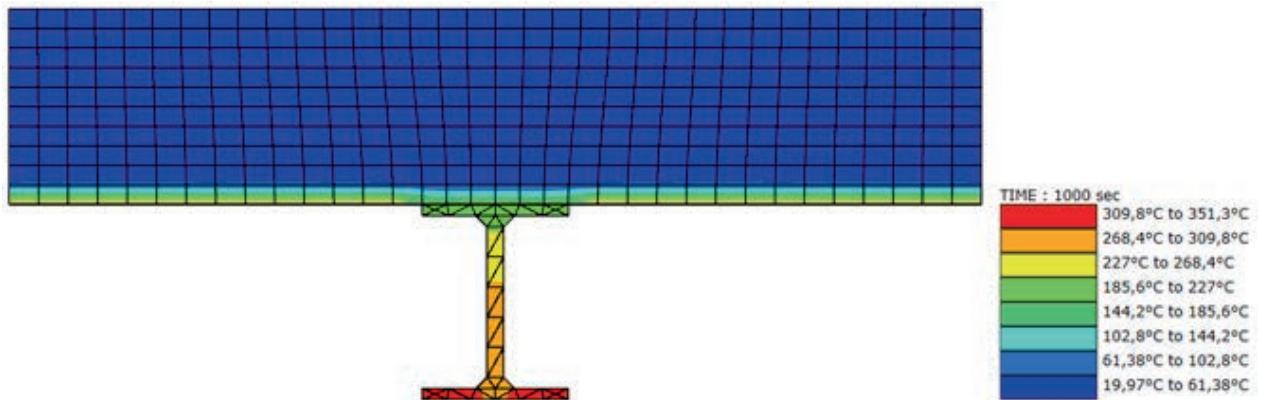
ARCARECCIO 2UPN140 (TIPO L) A QUOTA 5,50 M

Scenario R2

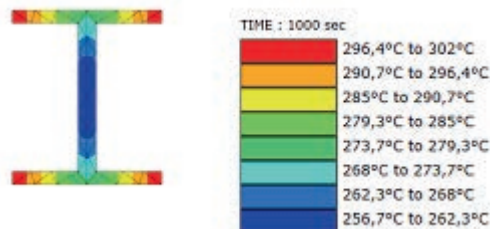
Si prendono a riferimento gli arcarecci di piano 2UPN140 a quota $z = 5,50$ m e gli arcarecci di piano 2UPN200 + soletta collaborante a quota $z = 7$ m, essendo quelli maggiormente sollecitati dall'azione incendio.



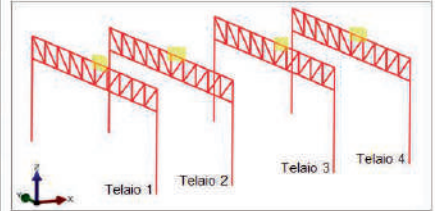
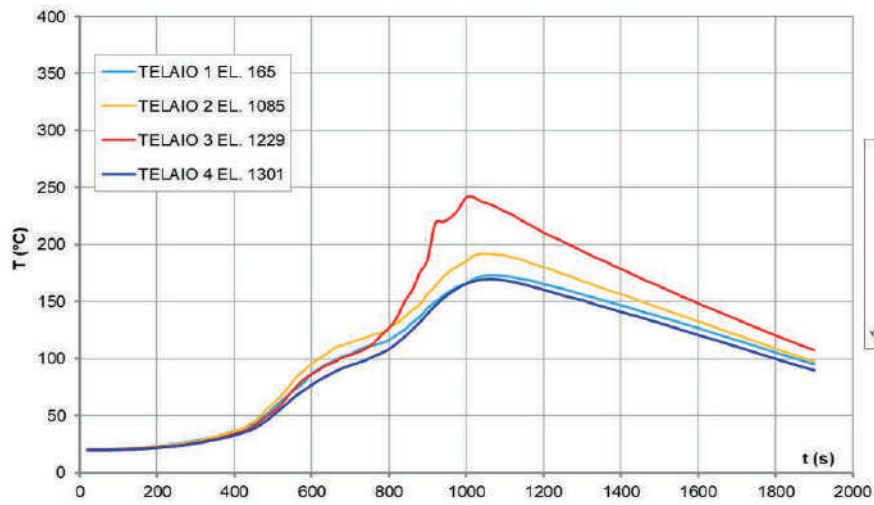
SVILUPPO DELLE FIAMME T = 1000 S



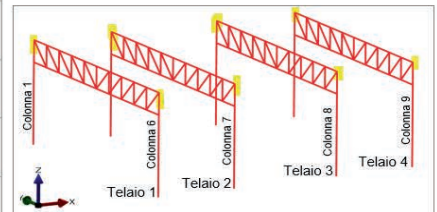
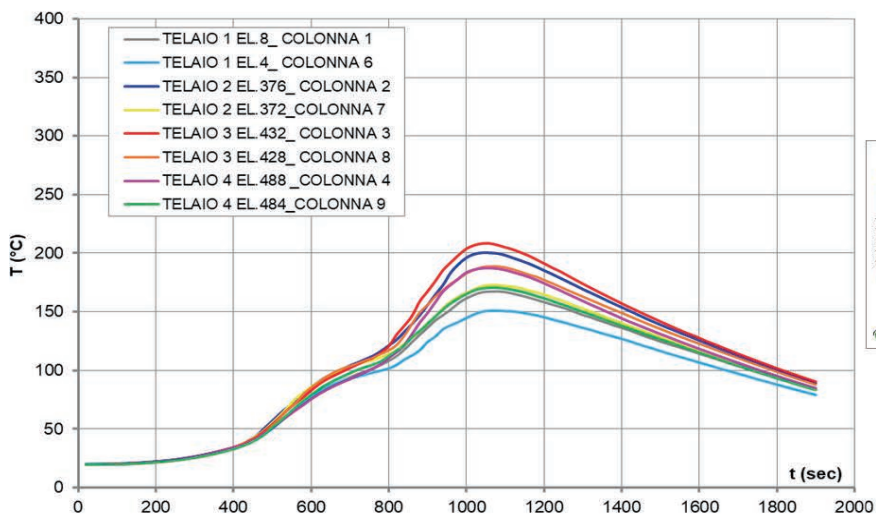
ARCARECCIO 2UPN200 + SOLETTA (TIPO F) A QUOTA 7 M



ARCARECCIO 2UPN140 (TIPO F) A QUOTA 5,50 M



TEMPERATURE DI ELEMENTO, CORRENTI SUPERIORI 2UPN200



TEMPERATURE DI ELEMENTO, COLONNE HEB400

Fase 3 - Analisi termo-strutturali

Si riportano, per ciascun scenario di incendio contemplato, i risultati in termini di spostamenti e sollecitazioni, al fine di valutare la storia di risposta strutturale durante l'esposizione a ciascuno scenario d'incendio di progetto.

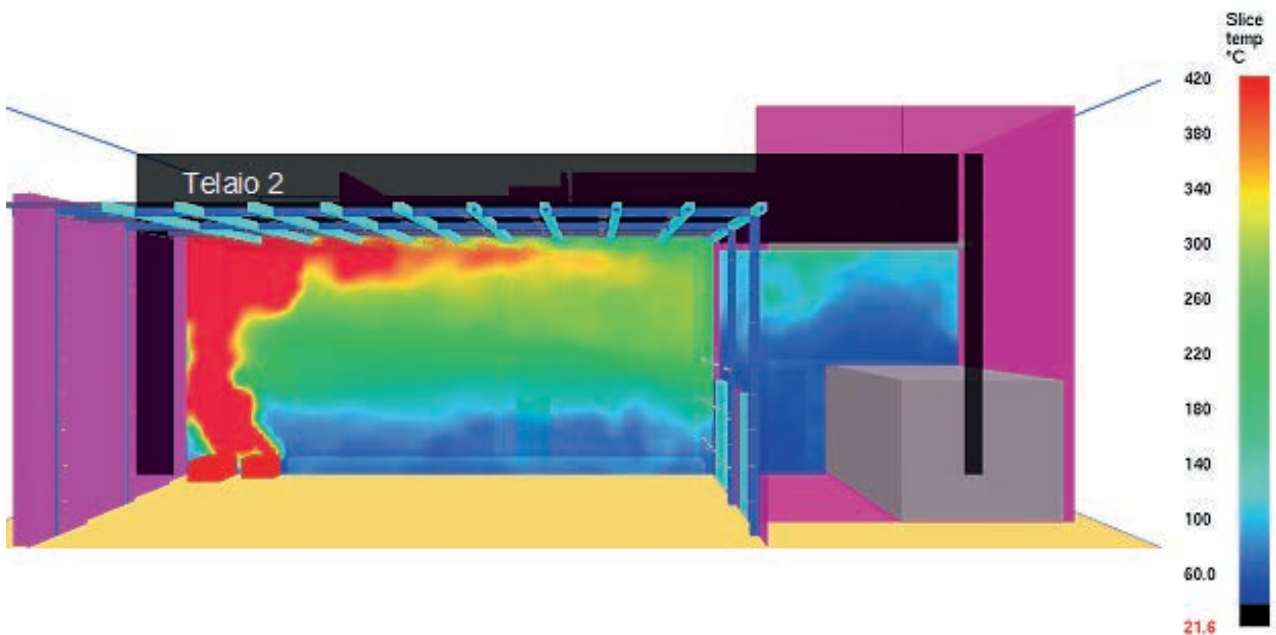
Risulta evidente che i risultati delle complesse analisi termo-strutturali verranno illustrati in forma sintetica, ponendo l'accento sulla risposta strutturale di alcuni elementi chiave, al fine di far comprendere al lettore il comportamento della struttura quando esposta a ciascuno degli scenari d'incendio di progetto.

Per ciascuno scenario sarà necessario dimostrare analiticamente il mantenimento della capacità portante per l'intera durata dell'incendio.

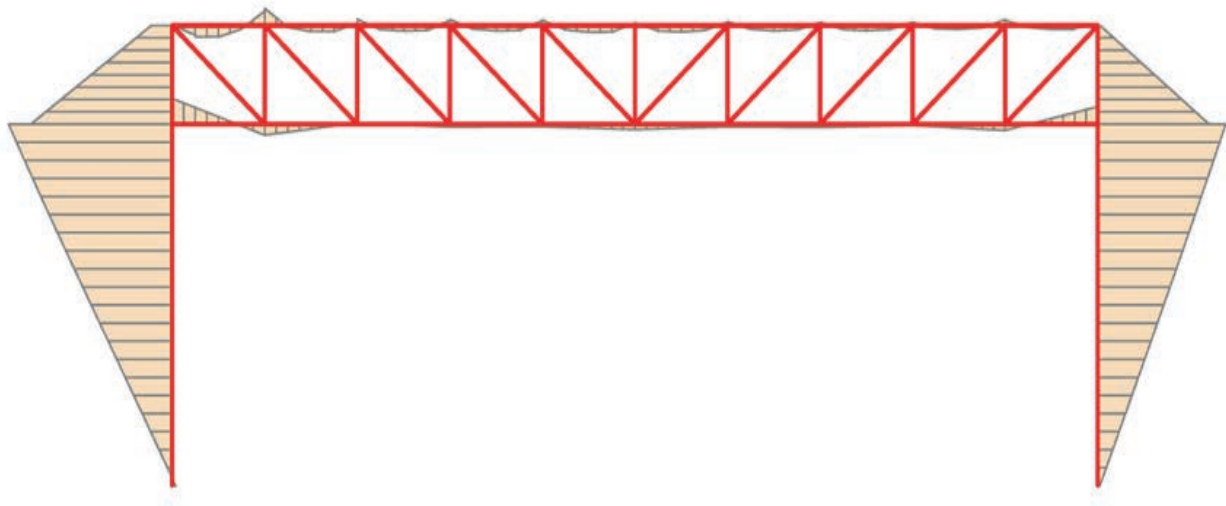
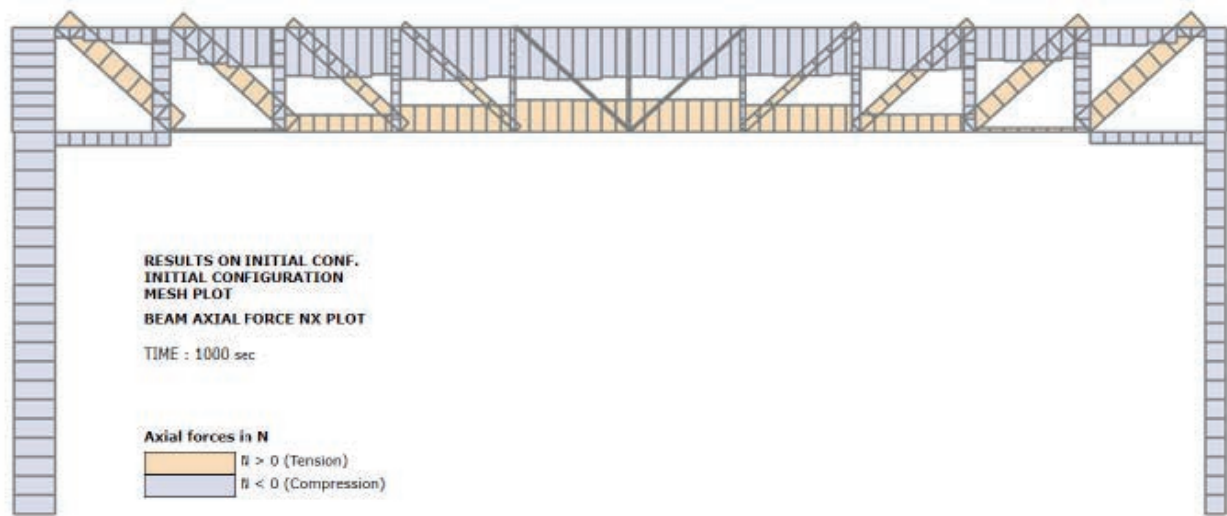
Scenario R1

L'analisi dinamica non lineare non si arresta per tutta la durata dell'incendio in ossequio alle prescrizioni della *soluzione alternativa* per la resistenza al fuoco con livello di prestazione III.

Di seguito si riportano spostamenti e sollecitazioni dei principali elementi strutturali.



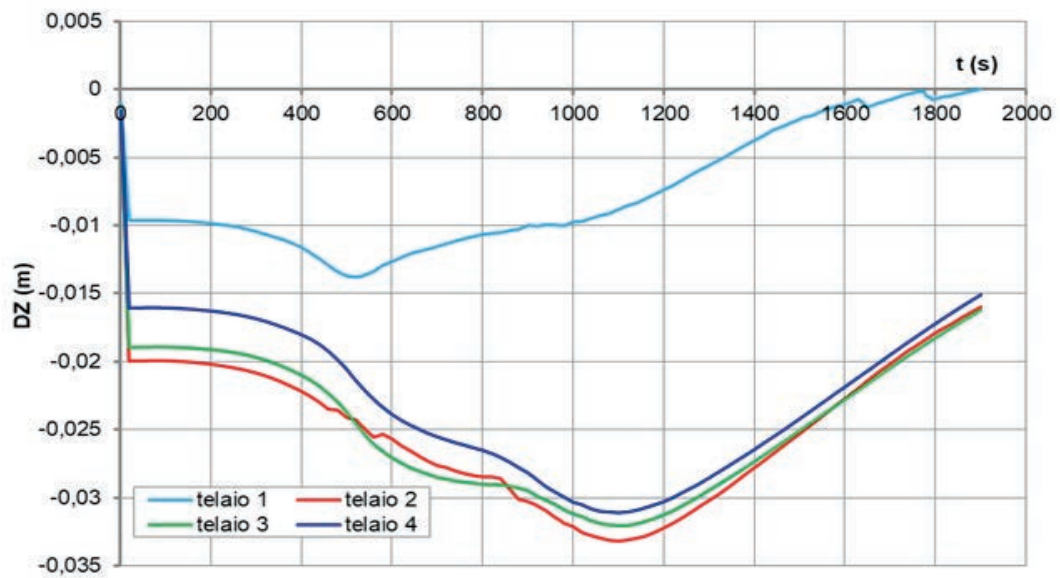
SLICE DI TEMPERATURA A X = 5,40 M, IN CORRISPONDENZA DEL TELAIO 2, T = 1000 S



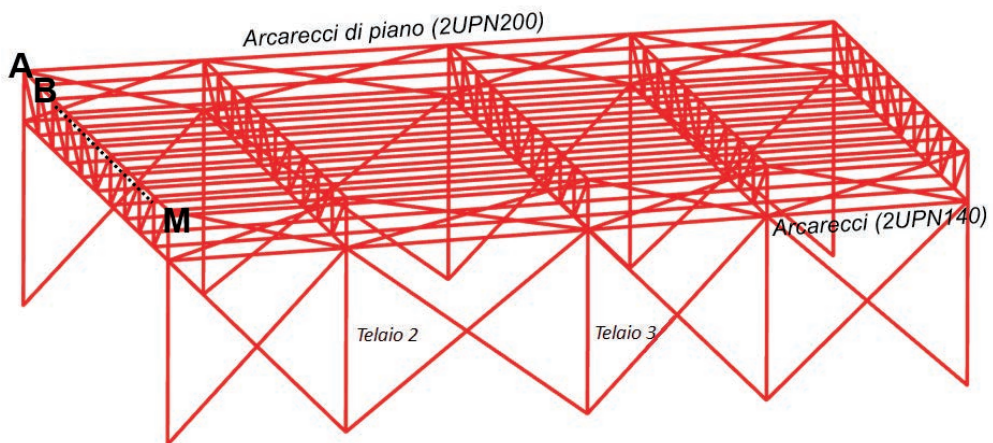
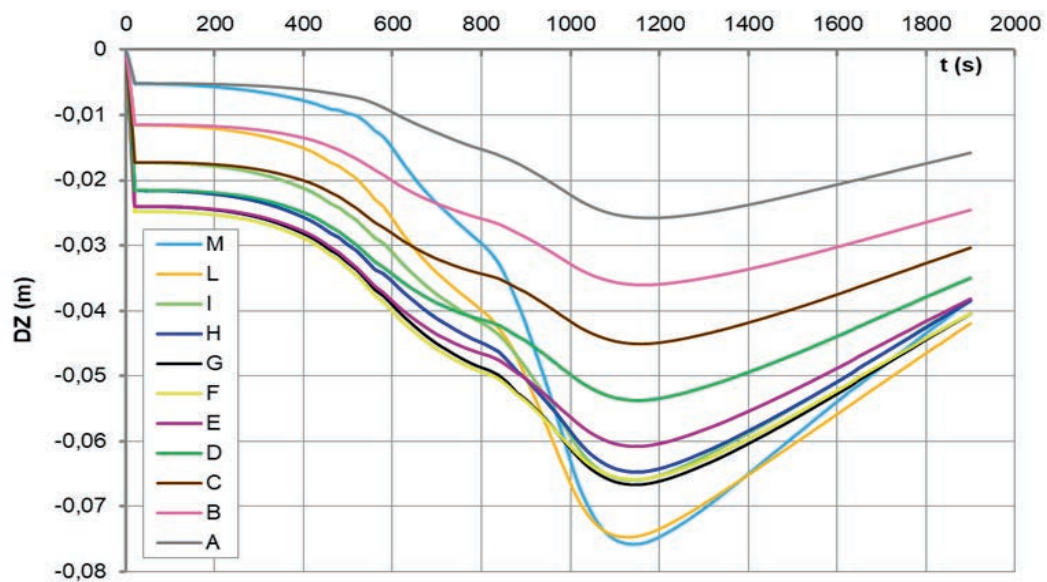
SFORZO ASSIALE E MOMENTO FLETTENTE A T = 1000 SEC, SCENARIO R1

Gli spostamenti verticali dei nodi dei correnti inferiori delle travature reticolari e gli spostamenti dei nodi in mezzera degli arcarecci di piano confermano la localizzazione dell'incendio a cui segue, come atteso, una corrispondente localizzazione di deformata.

Si segnala, in particolare, che spostamenti verticali maggiori (dell'ordine di 7-8 cm) si registrano negli arcarecci prossimi all'innesco, ovvero negli arcarecci denominati L e M.

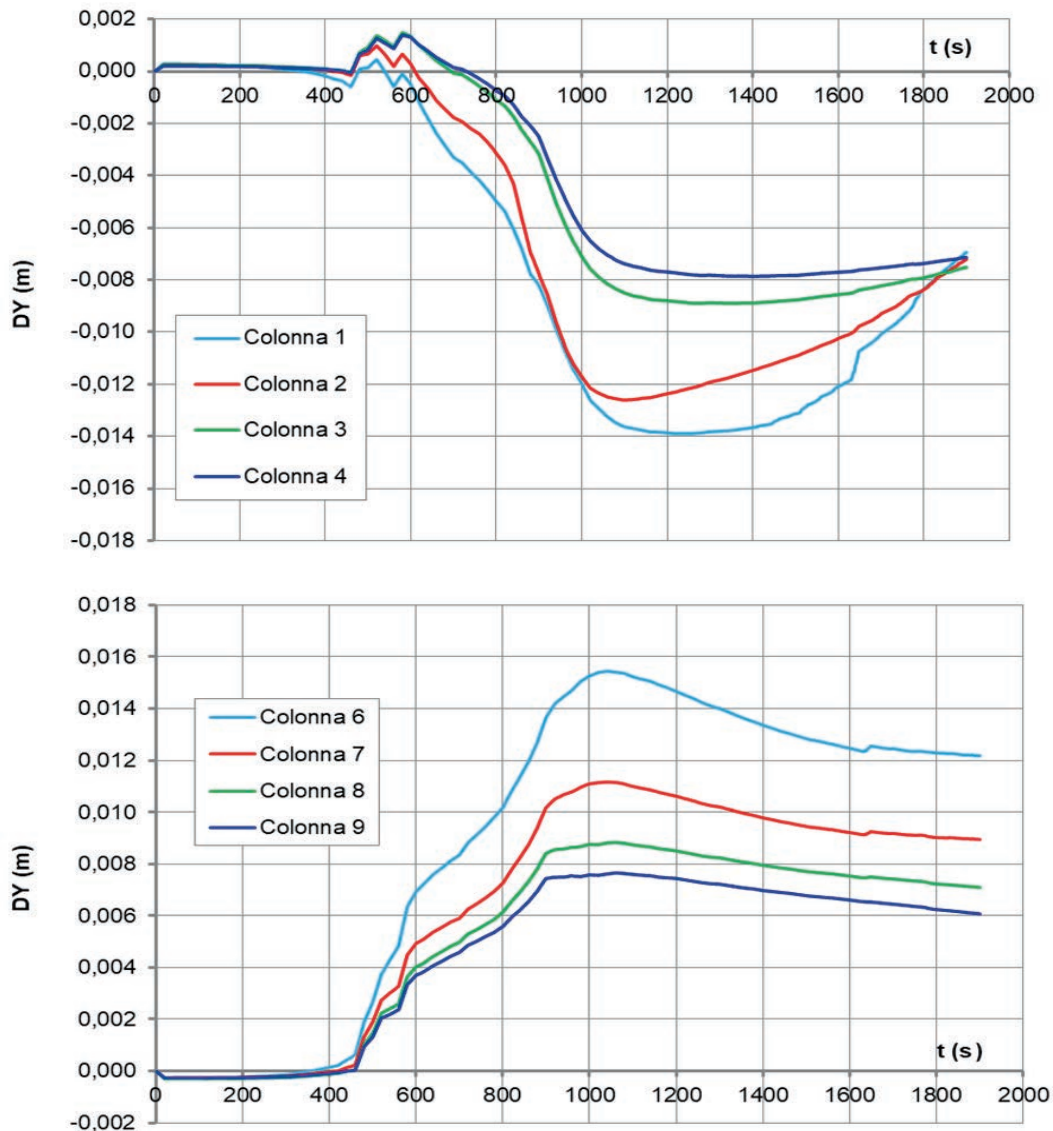


SPOSTAMENTO VERTICALE NODI CORRENTE INFERIORE MEZZERIA



SPOSTAMENTI VERTICALI MEZZERIA ARCARECCI DI PIANO TRA TELAIO 2 E 3

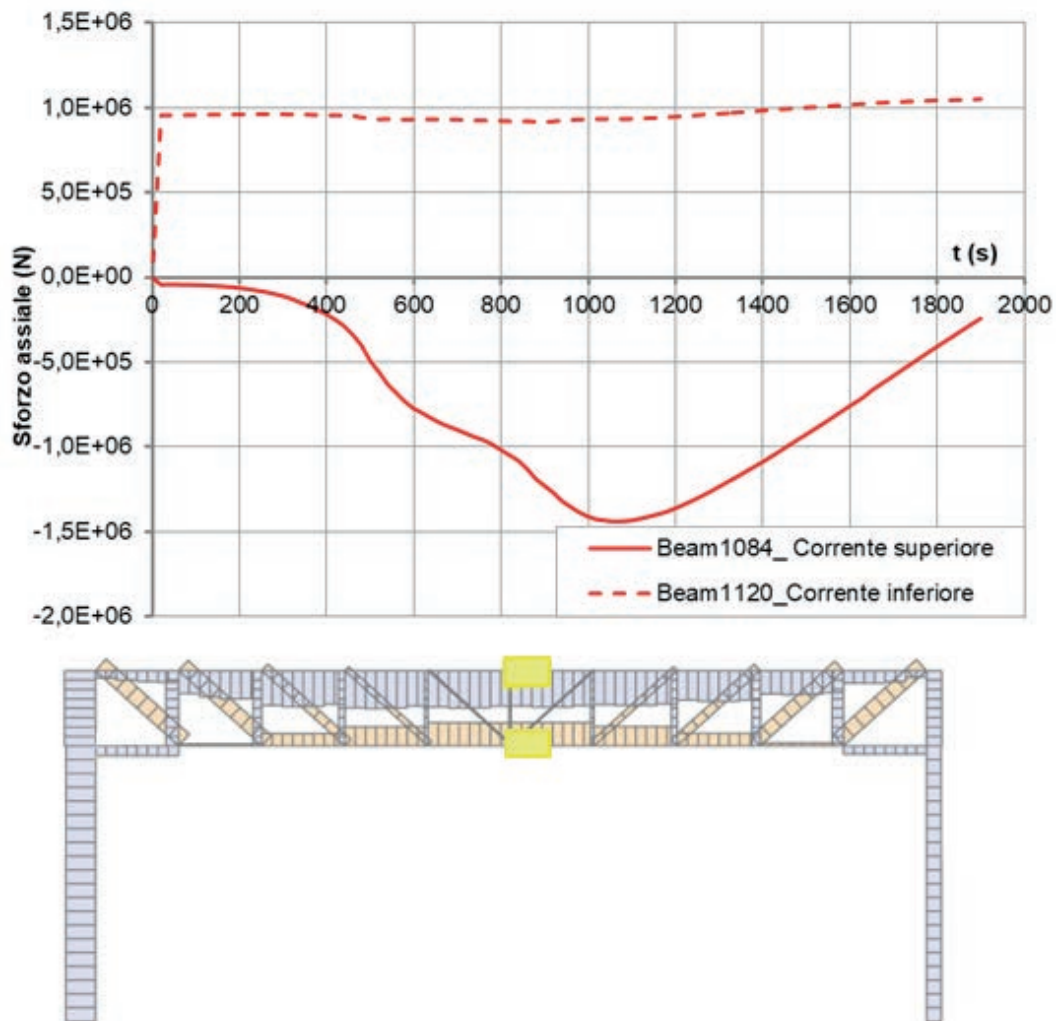
Dagli spostamenti orizzontali dei nodi in sommità dalle colonne si nota che, prima dei 400 s, la struttura rimane praticamente nella configurazione iniziale; solo dopo tale istante le temperature iniziano a crescere e a generare nelle colonne spostamenti orizzontali verso l'esterno, che poi cambiano di direzione dai 1000 s, quando inizia la fase di raffreddamento dell'incendio.



SPOSTAMENTI DY , NODI IN SOMMITÀ COLONNE

Nella figura seguente si riportano le sollecitazioni nel corrente superiore e inferiore del *telaio 2*.

Si segnala come tali sollecitazioni mostrino delle variazioni piuttosto evidenti al crescere della temperatura, e quindi al passare del tempo, in particolare nel corrente superiore.

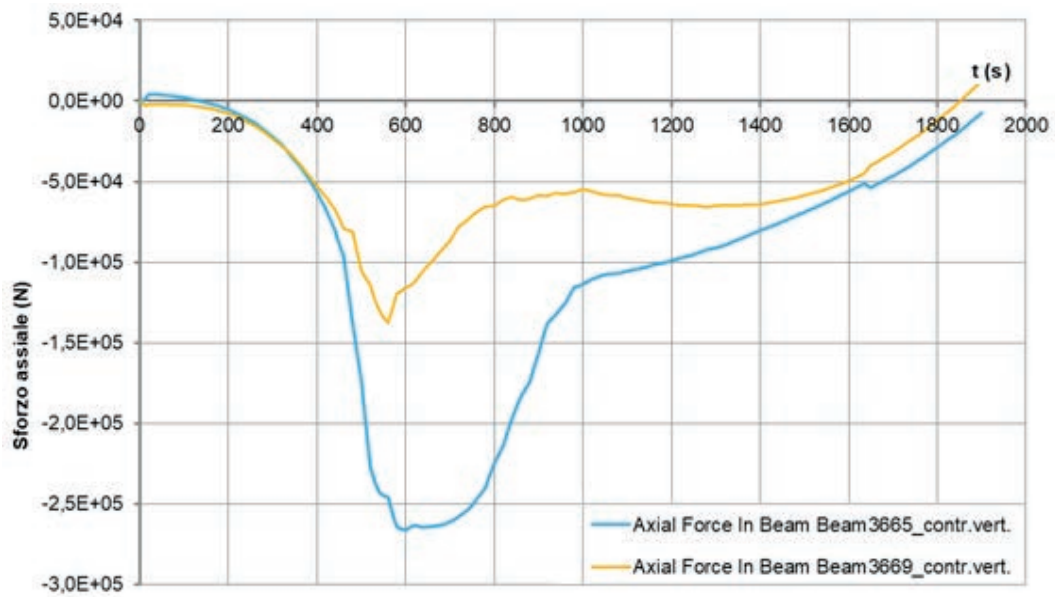


SFORZO ASSIALE CORRENTE INFERIORE E SUPERIORE

Gli unici elementi per i quali si determina il *failure* sono i controventi verticali; l'andamento dello sforzo assiale riportato di seguito ne determina anche l'istante in cui si ha il raggiungimento della massima capacità portante.

Tale aspetto risulta particolarmente interessante in quanto la richiesta del livello di prestazione III con *soluzione alternativa* è che la struttura non crolli durante tutta la durata dell'incendio.

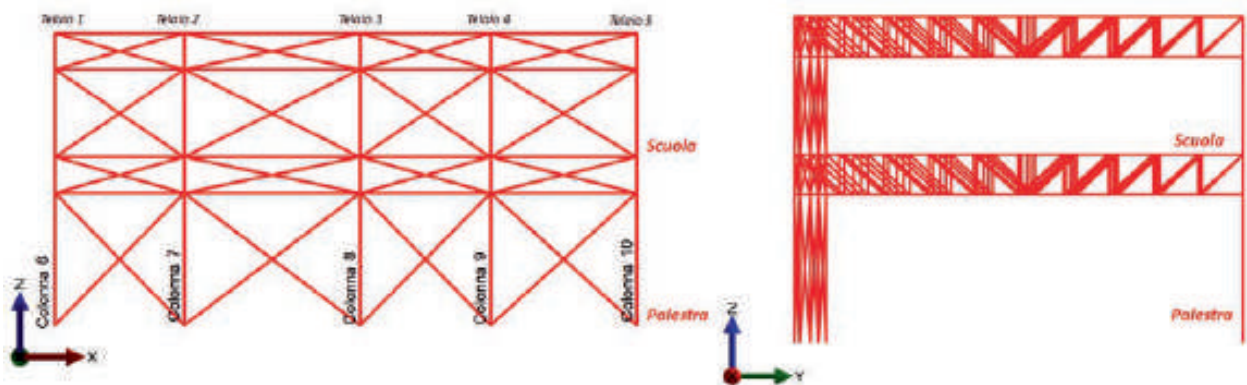
Il fatto che la struttura sia in grado di assorbire il *failure* dei controventi verticali, mediante percorsi alternativi di carico, consente di soddisfare appieno il requisito di richiesto.



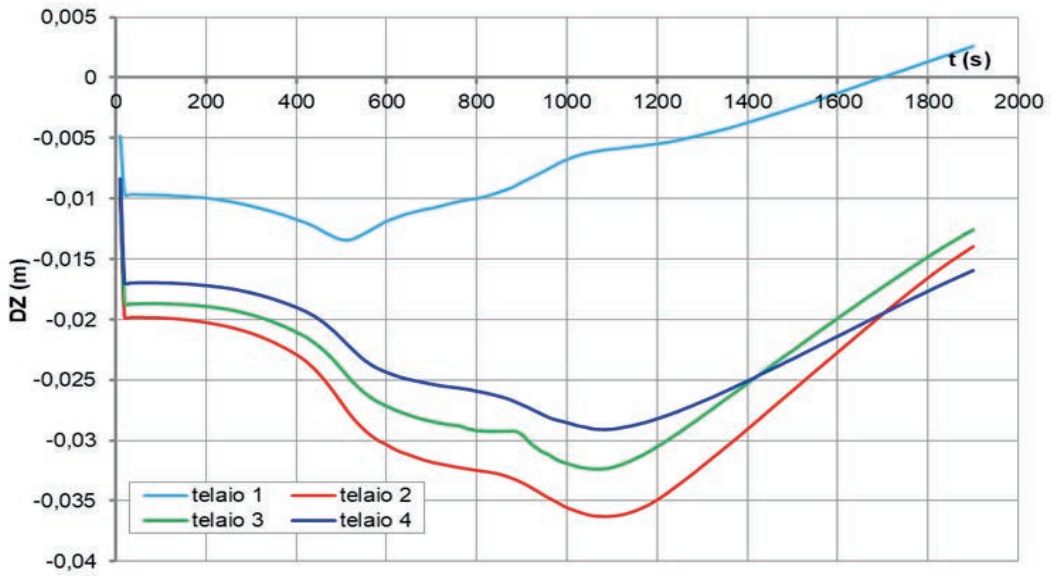
SFORZO ASSIALE CONTROVENTI VERTICALI TRA TELAIO 2 E 3

Scenario R2

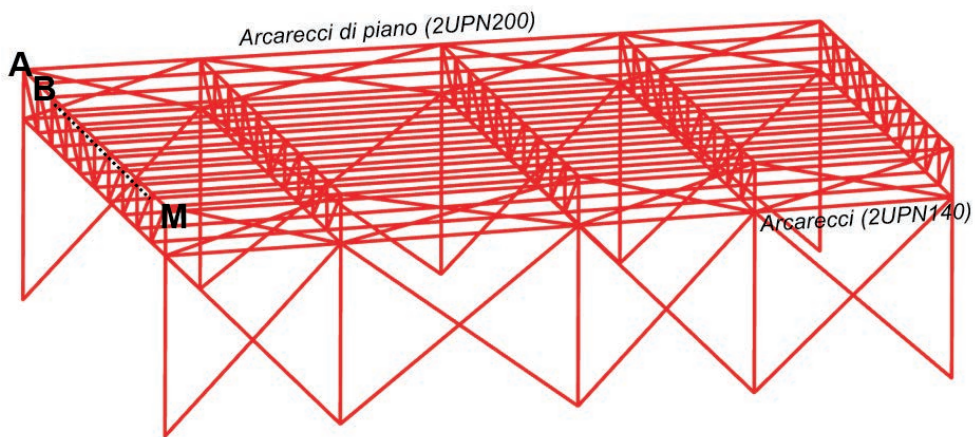
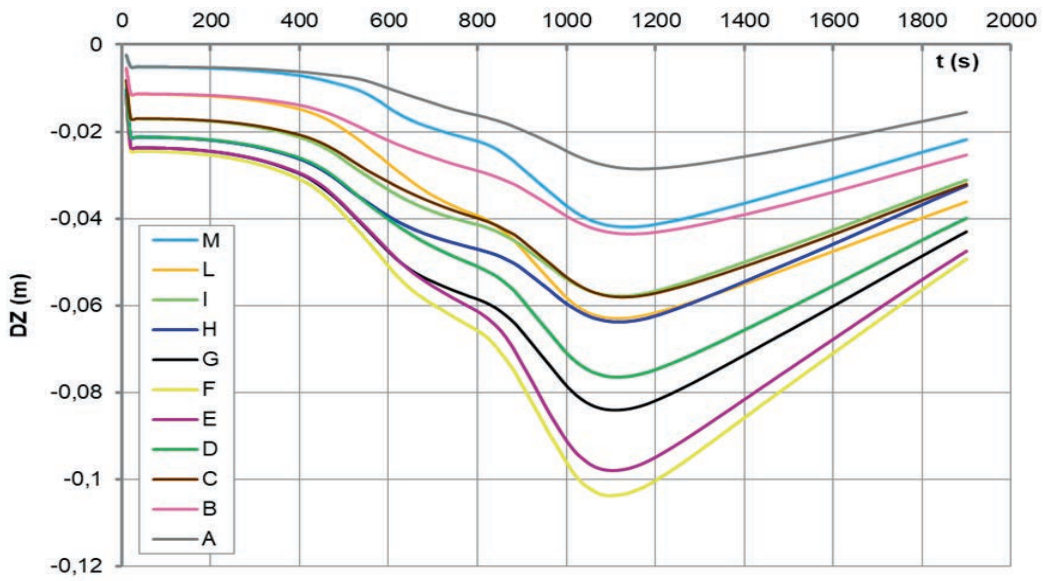
Dualmente, si riportano di seguito gli spostamenti e le sollecitazioni dei principali elementi strutturali.



DEFORMATA STRUTTURALE, VISTA SEZIONE LONGITUDINALE E TRASVERSALE

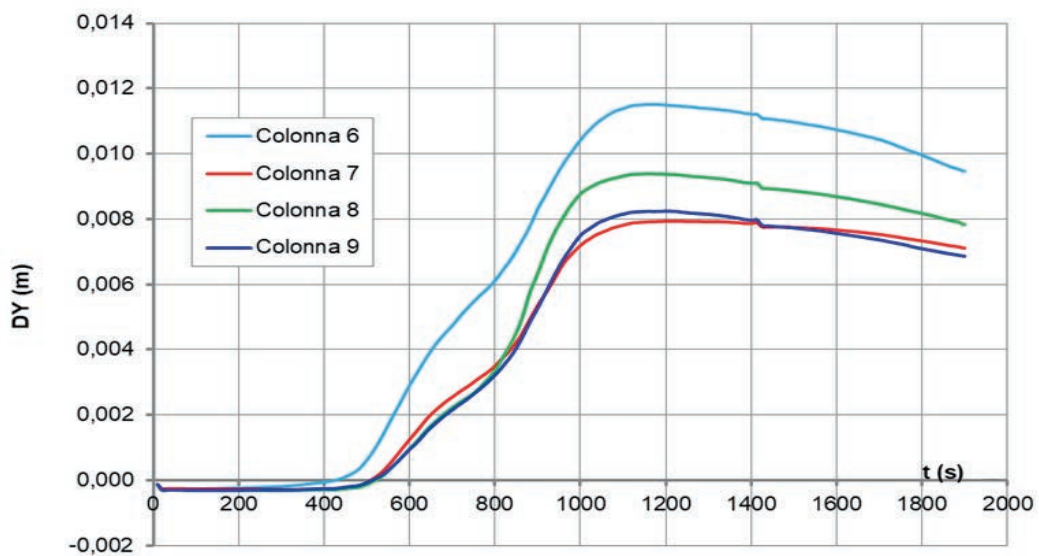
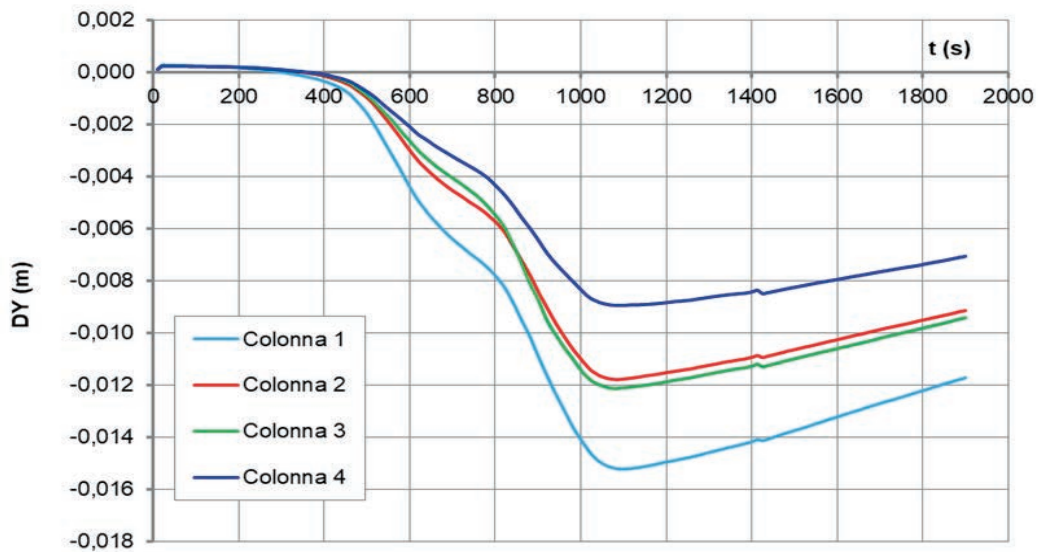


SPOSTAMENTO VERTICALE NODI CORRENTE INFERIORE MEZZERIA



SPOSTAMENTI VERTICALI MEZZERIA ARcarecci DI PIANO TRA TELAIO 2 E 3

Anche in questo scenario gli spostamenti nelle colonne iniziano ad essere rilevanti dopo i primi 400 s, raggiungendo un massimo di circa 1,5 cm.



SPOSTAMENTI DY , NODI IN SOMMITÀ COLONNE

Considerazioni sui collegamenti

Si ritiene importante sottolineare l'importanza delle verifiche dei collegamenti tra gli elementi strutturali.

L'aver verificato che il modello FEM, realizzato con SAFIR, non porta all'arresto dell'analisi dinamica non lineare e quindi al non raggiungimento del collasso strutturale, non è sufficiente per poter ritenere soddisfatto il mantenimento della capacità portante per tutta la durata d'incendio.

Infatti è assolutamente fondamentale verificare che i collegamenti garantiscano la loro funzione durante gli scenari d'incendio cui è sottoposta la struttura, al fine di considerare attendibili i risultati del solutore termo-strutturale.

Qualora i collegamenti non garantiscano l'adeguata resistenza e duttilità in condizioni d'incendio, i risultati delle analisi termo-strutturali rischierebbero di restare un puro esercizio di stile.

Per sostanziare la validità dei risultati delle analisi termo-strutturali, pertanto, viene richiesta al progettista una verifica esterna ai codici di calcolo utilizzati, sebbene sollecitazioni termiche e meccaniche possano essere desunte direttamente dai rispettivi output, ricorrendo alle NTC 2018 e alla UNI EN 1993-1-2 e norme tecniche da queste richiamate.

Le NTC 2018, al par. 4.2.8, a tal proposito riportano le verifiche da svolgere nel caso di unioni realizzate con bulloni soggetti ad azioni di taglio e/o trazione.

Per le verifiche dei collegamenti a caldo, nel caso di collegamenti in acciaio, è necessario far riferimento a quanto prescritto nella norma UNI EN 1993-1-2.

L'EC3 specifica che non è necessaria alcuna verifica specifica dei collegamenti in acciaio in caso di incendio, purché si siano verificate le seguenti condizioni:

- la resistenza termica della protezione antincendio del giunto deve essere superiore al valore minimo di resistenza della protezione antincendio applicata ad ognuno degli elementi;
- il tasso di lavoro del giunto deve essere inferiore al valore massimo del tasso di lavoro degli elementi collegati.

La resistenza del giunto a temperatura ambiente deve soddisfare le prescrizioni dell'EC3 parte 1-8 sulla progettazione dei collegamenti.

E' bene precisare che il tasso di lavoro di cui si parla fa riferimento a quello dovuto alla combinazione eccezionale a temperatura ambiente.

Da un'attenta interpretazione di quanto riportato nell'Eurocodice 3 discende che se gli elementi strutturali non sono protetti anche i collegamenti possono non esserlo. Inoltre, se un elemento è sovradimensionato al fine di poter raggiungere un definito tempo di resistenza al fuoco, anche i collegamenti dovranno esserlo.

Ovviamente non è sempre possibile “sovradimensionare” un collegamento, ad esempio nel caso di collegamento saldato, in alcuni casi per mantenere un tasso di lavoro minore o comunque uguale a quello degli elementi collegati può essere necessario realizzare cordoni d’angolo eccessivi.

Si è così proceduto alla verifica di ciascun collegamento presente sulla struttura, tenendo in considerazione i fattori di riduzione della resistenza per i bulloni e saldature, così come prescritto nell’EC3 parte 1-2.

Table D.1: Strength Reduction Factors for Bolts and Welds

Temperature θ_c	Reduction factor for bolts, $k_{b,\theta}$ (Tension and shear)	Reduction factor for welds, $k_{w,\theta}$
20	1,000	1,000
100	0,968	1,000
150	0,952	1,000
200	0,935	1,000
300	0,903	1,000
400	0,775	0,876
500	0,550	0,627
600	0,220	0,378
700	0,100	0,130
800	0,067	0,074
900	0,033	0,018
1000	0,000	0,000

TAB. D.1 - EC3 PARTE 1-2 (APPENDICE D)

FATTORI DI RIDUZIONE DELLA RESISTENZA PER BULLONI E SALDATURE

In generale, a favore di sicurezza, si tende ad attribuire al collegamento la stessa temperatura degli elementi che collega, anzi la temperatura maggiore tra quella degli elementi che convergono nel nodo oggetto di studio.

Ciò, in parte per ottenere una valutazione cautelativa, ma anche perché non esiste, ad oggi, un metodo speditivo per calcolare la temperatura dei componenti di un qualsiasi collegamento.

L’EC3 parte 1-2 nell’appendice D, ad esempio, contiene un metodo per determinare il profilo di temperatura all’interno del collegamento, profilo che poi viene utilizzato per ricavare i fattori di riduzione corrispondenti alla posizione dei singoli componenti.

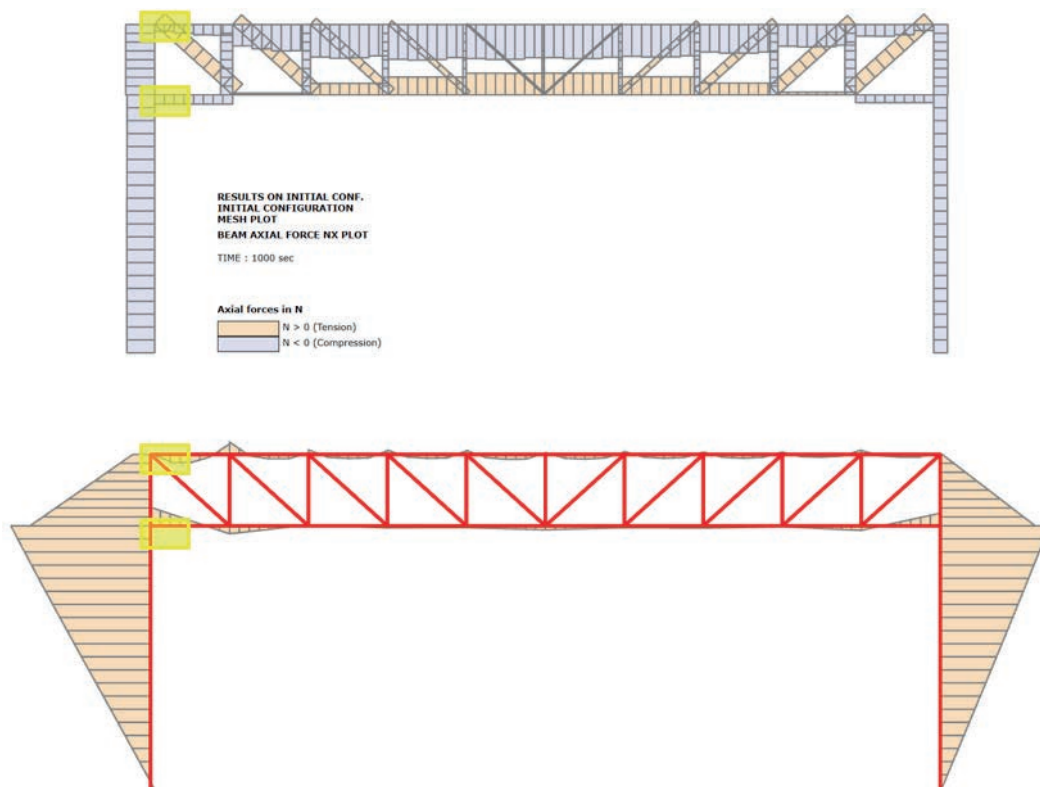
È importante specificare, tuttavia, che la temperatura nel collegamento sarà inferiore rispetto a quella raggiunta dagli elementi che questi connettono per via della maggiore massività del collegamento stesso, ma anche per gli effetti di schermatura da parte dei componenti collegati.

Uno studio svolto da J.M. Franssen e L. Brauwiers ha dimostrato che assumere la temperatura dei nodi uguale a quella degli elementi che collegano non è sempre una valutazione a favore di sicurezza, ma dipende, fortemente, dalle geometrie che compongono il collegamento.

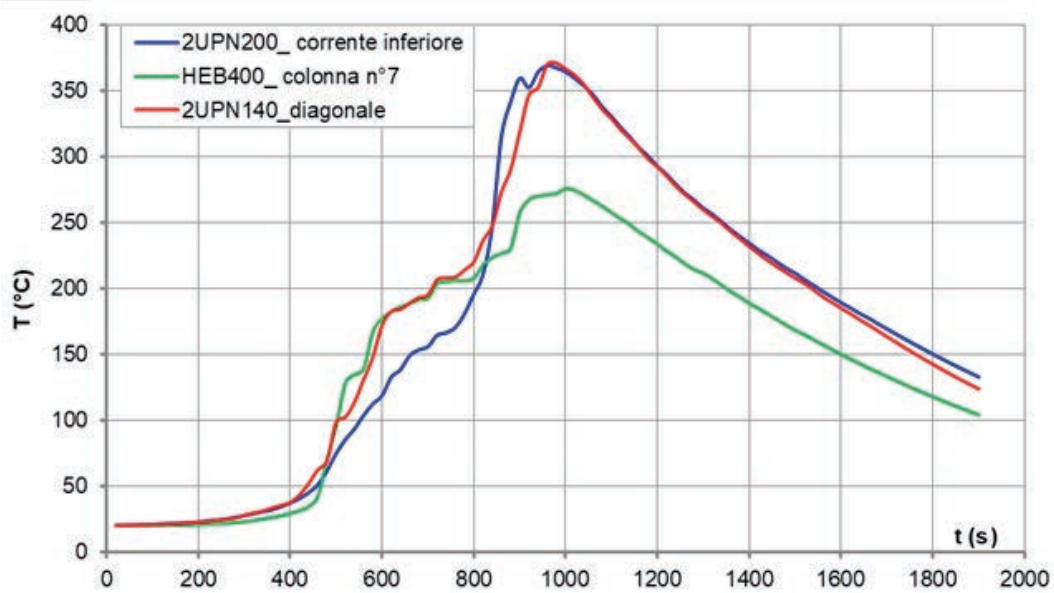
Nel caso di collegamenti realizzati con spessori più sottili di quelli degli elementi connessi, ad esempio, si ottengono temperature maggiori nei nodi rispetto a quelle dell'elemento connesso.

Tornando al caso alla struttura in esame, si riportano i risultati del collegamento tra la colonna HEB400 e il corrente inferiore 2UPN200 del *telaio 2* e il collegamento tra la diagonale 2UPN140 e il corrente superiore 2UPN200, entrambi nel caso di termica derivante dallo scenario R1.

Di seguito si riportano le temperature degli elementi coinvolti in tali unioni.



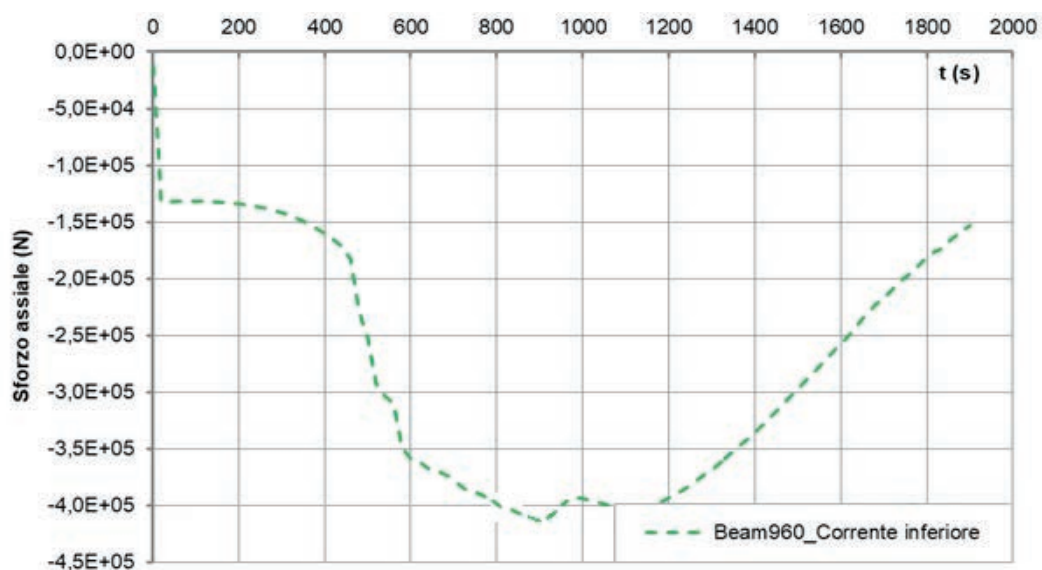
**SFORZO ASSIALE E MOMENTI FLETTENTI E LOCALIZZAZIONE COLLEGAMENTI
DI CUI SI RIPORTANO I RISULTATI**



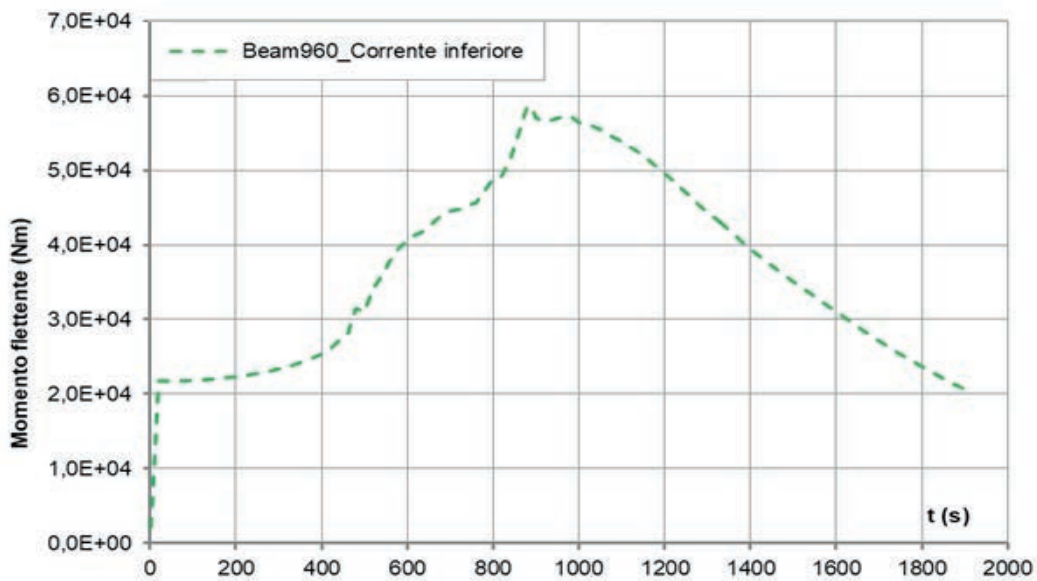
SCENARIO R1, TEMPERATURE DI ELEMENTO COLONNA HEB400, CORRENTE INFERIORE 2UPN200 E DIAGONALE 2UPN140, TELAIO 2

Si riportano, brevemente, le verifiche per entrambi i collegamenti, ponendo particolare attenzione su due aspetti fondamentali: la variazione delle resistenze dei collegamenti al crescere della temperatura e l'andamento delle sollecitazioni che il collegamento deve trasferire che variano, al passare del tempo, essendo un'analisi transitoria.

La verifica consiste nel controllare i possibili meccanismi di rottura che possono svilupparsi nel collegamento, considerando il fatto che le proprietà meccaniche variano con la temperatura e verificare che la resistenza offerta dal collegamento sia sempre maggiore della sollecitazione che deve trasferire.



SFORZO ASSIALE CORRENTE INFERIORE



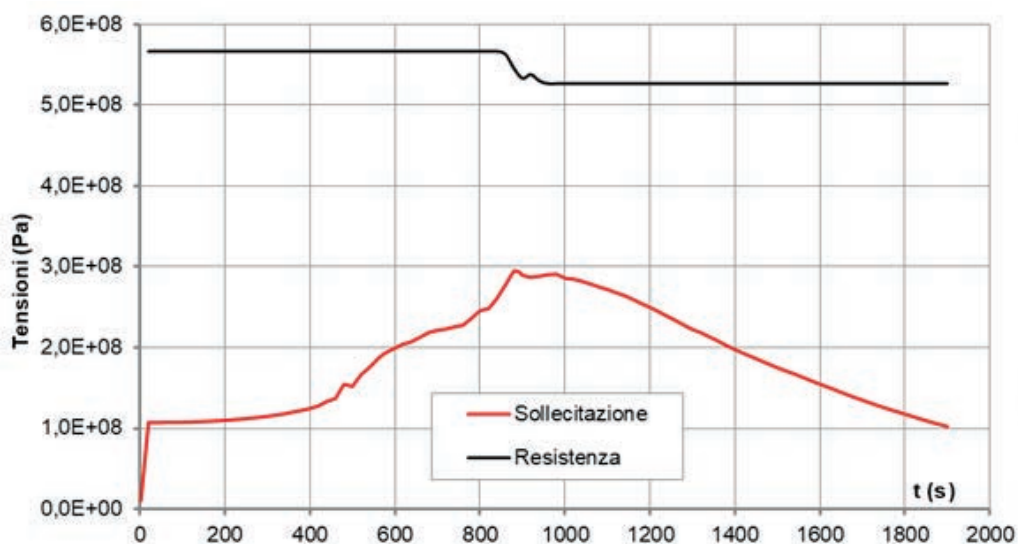
MOMENTO FLETTENTE CORRENTE INFERIORE

È interessante osservare che il fattore di riduzione nelle saldature inizia il suo decadimento dopo il raggiungimento di 300 °C.

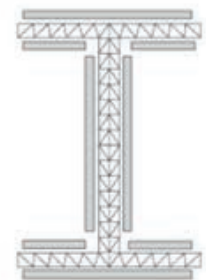
Nel caso in esame le temperature di elemento del collegamento sono abbastanza contenute e raggiungono al massimo i 350 °C.

È molto probabile che le temperature della saldatura siano ancora più basse di tale valore ma, a favore di sicurezza, si assume la stessa temperatura dell'elemento che collegano.

La verifica nel caso di collegamento saldato risulta pertanto ampiamente soddisfatta.



VERIFICA DELLE SALDATURE



Si riporta di seguito anche la verifica nel caso di diagonale della travatura del *telaio 2*.

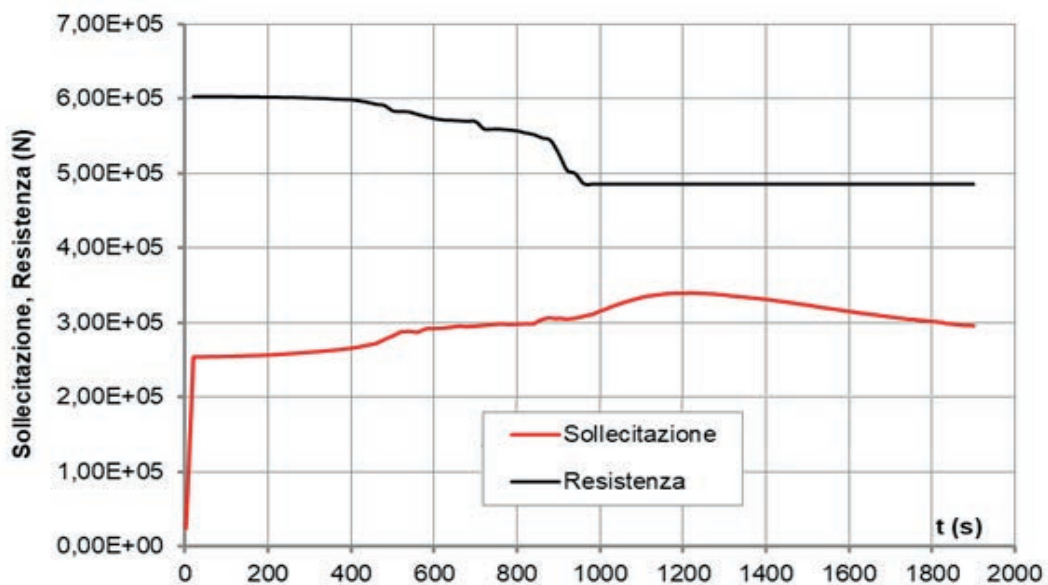
Il collegamento verificato è un classico esempio di unione a taglio, per il quale è stato opportuno verificare i principali meccanismi di rottura, ai quali sono stati applicati i fattori di riduzione dovuti all'innalzamento della temperatura.

In tale contesto si riporta la verifica a taglio dei bulloni dell'unione.

Come temperatura si prende quella della diagonale 2UPN140.

Nel caso di bulloni il fattore di riduzione inizia il decadimento subito dopo i 100°C.

Nella figura seguente, infatti, si vede come l'andamento della resistenza nel tempo inizia a diminuire dopo i primi 400 s di analisi.



VERIFICA A TAGLIO NEI BULLONI

Considerazioni conclusive

Lo studio è stato svolto considerando gli scenari più critici in termini di valutazione di capacità portante della struttura, il che si traduce nel posizionare l'innescò in prossimità degli elementi strutturali più sollecitati sia termicamente che staticamente.

Le analisi dinamiche non lineari hanno dimostrato l'assenza di crollo della struttura per tutta la durata dell'incendio di progetto.

Si rammenta che, in *soluzione alternativa*, si valuta la capacità portante della struttura nella sua globalità e non la verifica di ogni singolo elemento strutturale componente la struttura, come invece richiesto in *soluzione conforme*.

Calcolo del carico di incendio specifico di progetto (par. S. 2.9)

Il carico d'incendio specifico di progetto $q_{f,d}$, cioè il carico d'incendio specifico q_f corretto in base ai parametri indicatori del rischio di incendio e dei fattori relativi alle misure di protezione presenti, sarà pari a:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n \times q_f$$

La superficie lorda (A) dei vari compartimenti di cui si compone l'attività determina il coefficiente δ_{q1} (*fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento, vedi tab. S.2-6*):

Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}	Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}
A < 500	1,00	2500 ≤ A < 5000	1,60
500 ≤ A < 1000	1,20	5000 ≤ A < 10000	1,80
1000 ≤ A < 2500	1,40	A ≥ 10000	2,00

$$\delta_{q1} = 1,00 \text{ e } 1,20$$

Le aree dell'attività presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza; pertanto, come da previsione del punto S.2.9.1, per il coefficiente δ_{q2} (*fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento, vedi tab. S.2.7*) si ha:

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

$$\delta_{q2} = 1,00$$

Tenuto conto delle misure di protezione e gestione antincendio che si prevede di adottare, per il coefficiente δ_n (fattore che tiene conto delle differenti misure antincendio del compartimento⁴⁷, vedi tab. S.2-8) si ha:

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

$$\delta_n = \delta_{n1} \times \delta_{n9} = 0,90 \times 0,85 = 0,77$$

Per i compartimenti dell'attività in esame si ipotizza che il valore del carico di incendio specifico q_f non sia superiore al valore medio di 285 MJ/m² e frattile pari a 347 MJ/m² in riferimento alla tab. S.2-10 (di cui all'appendice E della norma UNI EN 1991-1-2):

Attività	Valore medio (MJ/m ²)	Frattile 80% (MJ/m ²)
Civili abitazioni	780	948
Ospedali (stanza)	230	280
Alberghi (stanza)	310	377
Biblioteche	1500	1824
Uffici	420	511
Scuole	285	347
Centri commerciali	600	730
Teatri (cinema)	300	365
Trasporti (spazio pubblico)	100	122

⁴⁷ Vedi prosieguo della trattazione.

Tale valore, peraltro, risulta a favore di sicurezza in quanto si riferisce ad una singola aula, mentre nella superficie del compartimento sono ovviamente compresi corridoi e altri spazi che presentano valori di q_f sicuramente inferiori.

Si indicano di seguito, in riferimento ai vari compartimenti, i fattori utilizzati per il calcolo del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ e l'identificazione della classe del compartimento:

Compartimento	Piano	q_f MJ/m ²	δ_{q1}	δ_{q2}	δ_n	$q_{f,d}$ MJ/m ²	R/REI calcolo	R/REI progetto
Centrale termica	Terra				---			120
Palestra	Interrato	347	1,00	1,00	0,77	267	15	60
Mensa	Seminterrato	347	1,00	1,00	0,77	267	15	60
Spogliatoi	Seminterrato	347	1,00	1,00	0,77	267	15	60
Aule	Terra	347	1,20	1,00	0,77	321	30	30
Aule	Primo	347	1,20	1,00	0,77	321	30	30
Spazi corpo docente	Terra	347	1,00	1,00	0,77	267	15	30
Multipiano scala	dal I al SI	347	1,20	1,00	0,77	321	30	60

In riferimento al par. S.2.10, *Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione*, i requisiti di resistenza al fuoco degli elementi strutturali e di compartimentazione, nonché delle porte e degli altri elementi di chiusura, sono stati valutati in base alle prescrizioni dei parr. S.2.10, S.2.11 e S.2.12 e secondo i metodi di cui ai parr. S.2.13, S.2.14 e S.2.15.



MISURA ANTINCENDIO: S.3 COMPARTIMENTAZIONE



Compartimentazione

S.3.1 PREMESSA

La finalità della *compartimentazione* è di limitare la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti:

- verso altre attività, afferenti ad altro *responsabile dell'attività* o di diversa *tipologia*;
- all'interno della stessa attività.

La compartimentazione è realizzata mediante:

- compartimenti antincendio, ubicati all'interno della stessa opera da costruzione;
- interposizione di distanze di separazione, tra opere da costruzione o altri bersagli combustibili, anche ubicati in spazio a cielo libero.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce all'opera da costruzione il livello di prestazione II per il quale è contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio la propagazione dell'incendio verso altre attività e all'interno della stessa attività.

(tab. S.3-1) = livello II

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	È contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none"> • la propagazione dell'incendio verso altre attività; • la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività.
III	È contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none"> • la propagazione dell'incendio verso altre attività; • la propagazione dell'incendio e dei fumi <i>freddi</i> all'interno della

Livello di prestazione II (vedi tab. S.3-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...). Si può applicare in particolare ove sono presenti compartimenti con profilo di rischio R_{vita} compreso in D1, D2, Cii2, Cii3, Ciii2, Ciii3, per proteggere gli occupanti che dormono o che ricevono cure mediche.

La differenza tra i Livelli di prestazione II e III risiede nella capacità di contrastare la propagazione dei fumi freddi fra i compartimenti della stessa attività.

Verificate le condizioni previste dai criteri del livello di prestazione III, non riscontrandosi particolari criticità in esito alle risultanze della valutazione del rischio nelle opere da costruzione ospitanti l'attività, si individua, il livello II.

Le aree dell'attività dovranno rispettare le caratteristiche di compartimentazione di cui al par. V.7.4.3 e alla tab. V.7-2:

V.7.4.3 COMPARTIMENTAZIONE

1. Le aree di tipo TA, TO devono essere ubicate a quota di piano ≥ -5 m.
2. Le aree dell'attività devono avere le caratteristiche di compartimentazione (capitolo S.3) previste in tabella V.7-2.

Area	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
TA	Nessun requisito aggiuntivo				
TM, TO, TT	Di tipo protetto				
TK	Di tipo protetto [1]		Il resto dell'attività deve essere a prova di fumo proveniente dall'area TK		
TZ	Secondo risultanze della valutazione del rischio				
[1] Di tipo protetto se ubicate a quota ≥ -5 m; in caso l'area TK sia ubicata a quota < -5 m, il resto dell'attività deve essere a prova di fumo proveniente dall'area TK.					

TABELLA V.7-2: COMPARTIMENTAZIONE

Considerata la previsione del primo punto del par. V.7.4.3 e la quota di piano della palestra (area TA) pari a - 7,40 m, per tale area, la *soluzione conforme* non è ammissibile.

Di seguito sarà illustrata una *soluzione alternativa* mirata alla definizione della problematica insorta.

Per quanto riguarda la mensa (area TO), la tab. V.7-2 prevede che la compartimentazione debba essere di tipo *protetto*, ovvero (par. G.1.8.5) volume dell'attività costituente compartimento antincendio (*ci si riferisce a scala protetta, locale protetto, vano protetto, percorso protetto, ecc.*).

Soluzione conforme

Si applicano le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione II, salvo che per la palestra, costituente altra opera da costruzione e, nel caso specifico, anche compartimento unico, per la quale la soluzione conforme non è applicabile tout court per quanto sopra illustrato.

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.3.4.3).

In relazioni alle soluzioni conformi per il livello di prestazione II, occorre operare secondo il par. S.3.4.1.

Al fine di limitare la propagazione dell'incendio *verso altre attività*, deve essere impiegata almeno una delle seguenti soluzioni conformi:

- inserire le diverse attività in compartimenti antincendio distinti, come descritto nei parr. S.3.5 e S.3.6, con le caratteristiche di cui al par. S.3.7;
- interporre distanze di separazione su spazio a cielo libero tra le diverse attività, come descritto nel par. S.3.8.

Nel caso in esame, varrà la seconda soluzione (la centrale termica non è oggetto del presente caso studio).

Al fine di limitare la propagazione dell'incendio *all'interno della stessa attività*, deve essere impiegata almeno una delle seguenti soluzioni conformi:

- suddividere la volumetria dell'opera da costruzione contenente l'attività, in compartimenti antincendio, come descritto nei paragrafi S.3.5 e S.3.6, con le caratteristiche di cui al par. S.3.7;
- interporre distanze di separazione su spazio a cielo libero tra ambiti della stessa attività, come descritto nel par. S.3.8.

Nel caso in esame, varrà la prima soluzione.

Progettazione dei compartimenti antincendio

S.3.6 Progettazione dei compartimenti antincendio

S.3.6.1 Regole generali

1. Devono essere inseriti in compartimenti distinti:
 - a. *ciascun piano* interrato e fuori terra di attività multipiano;
 - b. aree dell'attività con *diverso* profilo di rischio;
 - c. *altre attività* ospitate nella medesima opera da costruzione.
2. È ammessa la presenza di *compartimenti multipiano* alle condizioni indicate al paragrafo S.3.6.2.
3. La superficie lorda dei compartimenti non deve superare i valori massimi previsti in tabella S.3-6.

Conseguentemente, le caratteristiche della compartimentazione per le aree dell'attività saranno disciplinate come indicato nella tabella seguente:

Compartimento	Piano	Superficie mq	Area	R _{vita}	Soluzione	REI progetto
Palestra	Interrato	460	TA	A2	Alternativa	60
Mensa	Seminterrato	305	TO	A2	Conforme	60
Spogliatoi	Seminterrato	210	TA	A2	Conforme	60
Aule	Terra	800	TA	A2	Conforme	30
	Primo	850	TA	A2	Conforme	30
Spazi corpo docente	Terra	250	TA	A2	Conforme	30
Multipiano scala	dal PI al PS	400	TA	A2	Conforme	60

Ogni compartimento presenta una superficie lorda largamente inferiore al limite indicato in tab. S.3-6.

Il compartimento multipiano, che interessa che interessa i piani dal primo al seminterrato (aree prospicienti la scala principale), risulta conforme ai criteri di cui alla tab. S.3-7.

Il piano interrato, essendo a quota < -5 m, costituirà, invece, comportamento a sé stante (vedi tab. S.3-8).

R_{vita}	Quota del compartimento								
	< -15 m	< -10 m	< -5 m	< -1 m	≤ 12 m	≤ 24 m	≤ 32 m	≤ 54 m	> 54 m
A1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
A2	1000	2000	4000	8000	64000	16000	8000	4000	2000
A3	[na]	1000	2000	4000	32000	4000	2000	1000	[na]
A4	[na]	[na]	[na]	[na]	16000	[na]	[na]	[na]	[na]
B1	[na]	2000	8000	16000	64000	16000	8000	4000	2000
B2	[na]	1000	4000	8000	32000	8000	4000	2000	1000
B3	[na]	[na]	1000	2000	16000	4000	2000	1000	[na]
Cii1, Ciii1	[na]	[na]	[na]	2000	16000	8000	8000	8000	4000
Cii2, Ciii2	[na]	[na]	[na]	1000	8000	4000	4000	2000	2000
Cii3, Ciii3	[na]	[na]	[na]	[na]	4000	2000	2000	1000	1000
D1	[na]	[na]	[na]	1000	2000	2000	1000	1000	1000
D2	[na]	[na]	[na]	1000	2000	1000	1000	1000	[na]
E1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
E2	1000	2000	4000	8000	[1]	16000	8000	4000	2000
E3	[na]	[na]	2000	4000	16000	4000	2000	[na]	[na]

La massima superficie lorda è ridotta del 50% per i compartimenti con $R_{ambiente}$ significativo
[na] Non ammesso
[1] Senza limitazione

TAB. S.3-6: MASSIMA SUPERFICIE LORDA DEI COMPARTIMENTI IN M²

R_{vita}	Compartimenti multipiano	Prescrizioni antincendio aggiuntive
A1, A2, A3, B1, B2, B3, E1, E2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2	I piani a quota > -1 m e ≤ 6 m possono essere inseriti in uno o più compartimenti multipiano	Nessuna
A1, A2	I piani a quota > -5 m e ≤ 12 m possono essere inseriti in uno o più compartimenti multipiano (Esempio in tabella S.3-8)	Nessuna
A3, B1, B2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2		[1], [2]
B3		[3]
A1, A2	I piani a quota > 12 m e ≤ 32 m possono essere inseriti in uno o più compartimenti multipiano, con massimo dislivello tra i piani inseriti ≤ 7 m (Esempio in tabella S.3-8)	[3]
B1, B2		[3], [4]

[1] Rivelazione ed allarme di livello di prestazione III (capitolo S.7)

[2] Se $q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$, controllo dell'incendio di livello di prestazione III, altrimenti IV (capitolo S.6)

[3] Rivelazione ed allarme di livello di prestazione IV (capitolo S.7)

[4] Controllo dell'incendio di livello di prestazione IV (capitolo S.6)

TAB. S.3-7: CONDIZIONI PER LA REALIZZAZIONE DI COMPARTIMENTI MULTIPIANO

Realizzazione dei compartimenti antincendio

S.3.7.1 Determinazione della classe di resistenza al fuoco

1. La classe di resistenza al fuoco minima di ogni compartimento è determinata secondo quanto previsto nel capitolo S.2.
Nel caso in cui il carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ non imponga una classe minima di resistenza al fuoco, non è richiesto il compartimento, a meno che non sia altrimenti espressamente prescritta una classe minima di resistenza al fuoco.

Nota Ad esempio, per il filtro o per la *scala d'esodo protetta* è prescritta la classe minima di resistenza al fuoco pari a 30.

2. In caso di compartimenti adiacenti afferenti a diversi *responsabili di attività*, gli elementi di separazione tra tali compartimenti devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a EI 60.

Nota L'obiettivo è di proteggere l'attività dai *terzi confinanti* mediante elementi di separazione dotati di un livello minimo di resistenza al fuoco.

In accordo con le soluzioni adottate per la misura S.2 - Resistenza al fuoco, le classi di resistenza al fuoco minime dei compartimenti saranno quelle indicate in precedenza (par. S.3.7.1).

S.3.7.2 Selezione delle prestazioni degli elementi

1. Le prestazioni degli elementi di compartimentazione sono selezionate secondo i criteri di impiego riportati alla tabella S.3-9.
2. Tutte le chiusure dei varchi di comunicazione tra compartimenti devono possedere analoga classe di resistenza al fuoco ed essere munite di *dispositivo di autochiusura* (es. porte) o essere mantenute permanentemente chiuse (es. sportelli di cavedi impiantistici).
3. Tutte le chiusure dei varchi tra compartimenti e vie d'esodo di una stessa attività dovrebbero essere almeno a tenuta (E) ed a tenuta di fumi freddi (Sa). Non è normalmente richiesto il requisito di isolamento (I) e di irraggiamento (W).
4. Le porte tagliafuoco installate lungo le principali vie di passaggio degli occupanti dovrebbero essere preferibilmente munite di *fermo elettromagnetico in apertura*, asservito ad IRAI.

Simbolo	Prestazione	Criterio di impiego
R	Capacità portante	Per prodotti ed elementi costruttivi portanti.
E	Tenuta	Contenimento di fumi caldi, gas caldi e fiamme.
I	Isolamento	Limitare la possibilità di propagazione dell'incendio per contatto tra materiale combustibile e faccia dell'elemento di compartimentazione non esposta all'incendio.
W	Irraggiamento	Limitare la possibilità di propagazione dell'incendio per irraggiamento dalla faccia, dell'elemento di compartimentazione, non esposta all'incendio verso materiale combustibile.
M	Azione meccanica	Limitare la possibilità di perdita di compartimentazione per effetto di azioni meccaniche accidentali.
S	Tenuta di fumo	Contenimento di fumi e gas freddi.

Tutte le porte resistenti al fuoco avranno le seguenti dotazioni e caratteristiche:

- certificato di omologazione, dichiarazione di conformità, libretto di installazione ed uso, marchio di conformità apposto dal produttore sulla porta (targhetta);
- dichiarazione di corretta posa in opera;
- dispositivo di autochiusura;
- sulle porte a due battenti, il sequenziatore di chiusura delle ante;
- cartelli e/o targhe retroilluminate di segnalazione della presenza dell'uscita di sicurezza;
- maniglione antipanico (o push bar), se la porta è inserita in un percorso d'esodo;
- segnaletica conforme a quella prevista dal par. S.3.5.7.

Nel caso in cui, per ragioni gestionali, sia necessario mantenere aperte alcune porte tagliafuoco durante l'esercizio ordinario delle attività, le ante delle porte saranno dotate di dispositivi di ritegno (blocco elettromagnetico a parete od a pavimento, con pulsantino di prova e sgancio) con comando di sgancio della porta in caso di allarme e/o intervento di un rivelatore d'incendio.

Il sistema di gestione della sicurezza antincendio potrà altresì prevedere le seguenti logiche di chiusura automatica delle porte tagliafuoco, in funzione della loro posizione e funzione:

- in sito, tramite pulsante manuale, installato a fianco del serramento, su entrambi i lati della parete: consente lo sgancio dell'elettromagnete e la chiusura del serramento a gravità;

- a seguito di azionamento di un pulsante di allarme antincendio in uno dei due compartimenti separati dalla porta: si chiudono tutte le porte del compartimento allarmato;
- a seguito di intervento di un rivelatore di incendio: si chiudono tutte le porte del compartimento allarmato.

Si sottolinea, in relazione alle chiusure dei varchi di comunicazione (porte, serrande, ecc.) fra i compartimenti, che non potendosi in alcun modo “accettare” punti di debolezza del sistema di compartimentazione, tutte le chiusure dovranno avere la stessa classe di resistenza al fuoco dei compartimenti ed essere dotate di dispositivo di autochiusura (o mantenute in posizione di chiusura).

Nel caso in esame, le porte tagliafuoco saranno munite di fermo elettromagnetico in apertura, asservito ad IRAI, con funzione N della tab. S.7.3.

S.3.7.3 Continuità dei compartimenti

1. Le chiusure d'ambito orizzontali e verticali dei compartimenti devono formare una barriera continua ed uniforme contro la propagazione degli effetti dell'incendio, ad esempio nel caso di:
 - a. giunzioni tra gli elementi di compartimentazione,
 - b. attraversamento degli impianti tecnologici o di processo con l'adozione di sistemi sigillanti resistenti al fuoco quando gli effetti dell'incendio possono attaccare l'integrità e la forma dell'impianto (es. tubazioni di PVC con collare, sacchetti penetranti nelle canaline portacavi, ...) oppure con l'adozione di isolanti non combustibili su un tratto di tubazione oltre l'elemento di separazione quando gli effetti dell'incendio possono causare solo il riscaldamento dell'impianto (es. tubazioni metalliche rivestite, sul lato non esposto all'incendio dell'elemento di compartimentazione, con idonei materiali isolanti);
 - c. canalizzazioni aerauliche, per mezzo dell'installazione di serrande tagliafuoco o impiegando canalizzazioni resistenti al fuoco per l'attraversamento dei compartimenti;
 - d. camini di esaustione o di estrazione fumi impiegando canalizzazioni resistenti al fuoco per l'attraversamento dei compartimenti;
 - e. facciate continue;
 - f. ascensori o altri condotti verticali (es. cavedi per impianti, ...).

In riferimento alle compartimentazioni orizzontali e verticali, esse devono formare una barriera continua ed uniforme contro la propagazione degli effetti dell'incendio. Per il mantenimento delle caratteristiche di resistenza al fuoco delle pareti EI e dei relativi compartimenti antincendio, tutti gli attraversamenti di cavidotti, passerelle, tubazioni e altri sistemi saranno protetti con l'installazione di idonei sistemi di sigillatura (collari intumescenti, sacchetti, schiume, intonaci, ecc.).

Gli attraversamenti di pareti EI con cavidotti, passerelle, tubazioni e altro saranno documentati e caratterizzati come segue:

- rilievo dei punti di attraversamento;
- caratterizzazione e numerazione del tipo di attraversamento e della tecnologia di protezione EI adottata,
- rapporto di classificazione o valutazione del protettivo utilizzato;
- redazione del modello DICH.PROD.;
- eventuale documentazione in caso di marcatura CE (DoP, ecc.);
- DICH.POSA.OPERA o documento equivalente con analoga finalità.

La suddetta documentazione sarà necessaria e funzionale alla redazione del CERT.REI del compartimento antincendio.

Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio

S.3.8 Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio

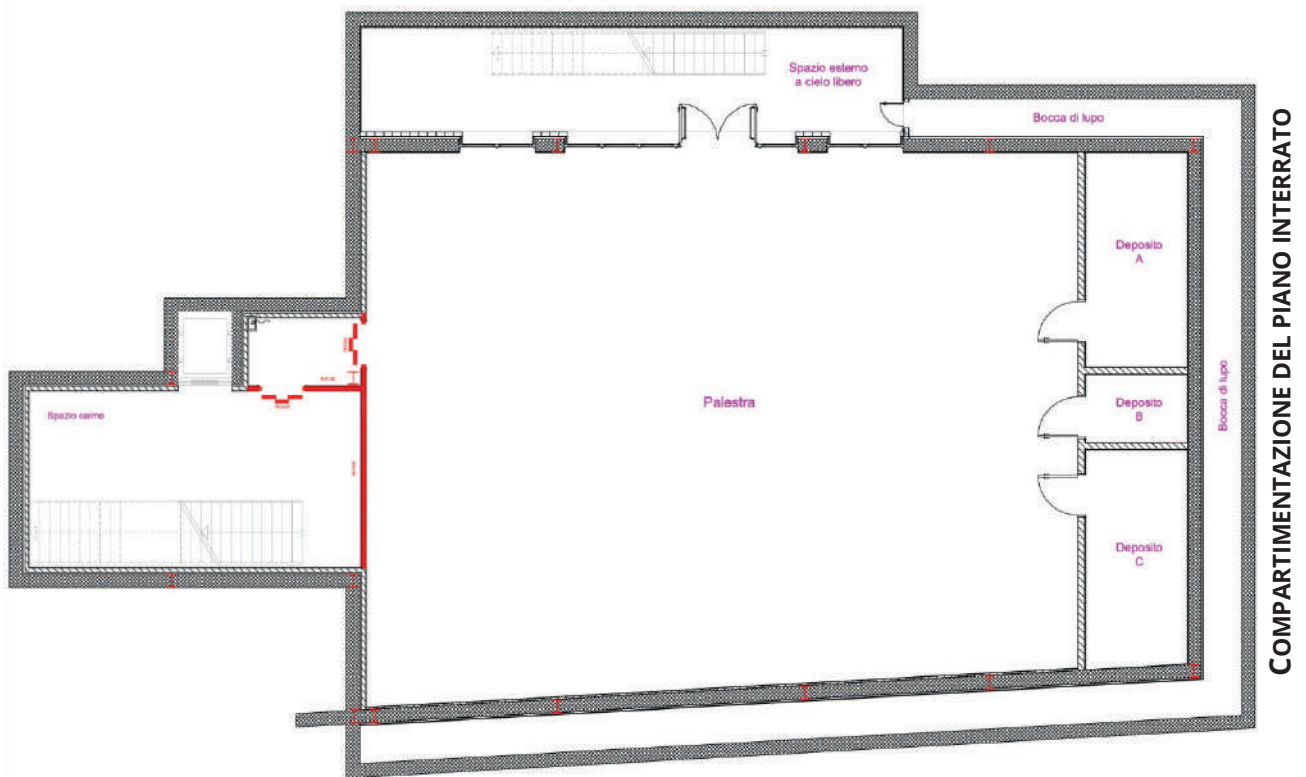
1. L'interposizione della *distanza di separazione* d in spazio a cielo libero tra ambiti della stessa attività o verso altre attività consente di limitare la propagazione dell'incendio.

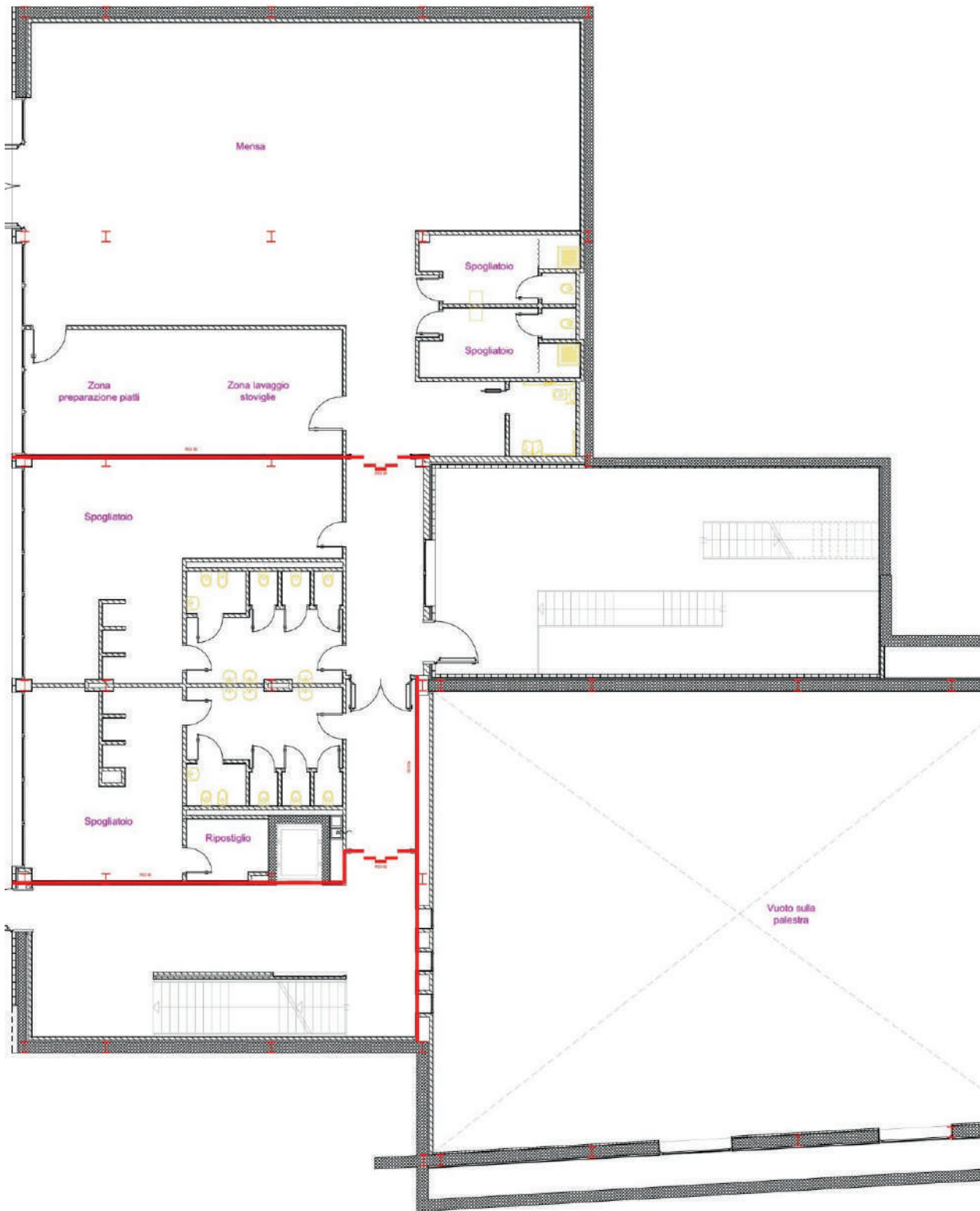
Nota Ad esempio, ove non sia interposta idonea distanza di separazione su spazio a cielo libero o compartimentazione, edifici distinti sono assimilabili a porzioni dello stesso compartimento.

2. Ai fini della definizione di una *soluzione conforme* per la presente misura antincendio, il progettista impiega la *procedura tabellare* indicata al paragrafo S.3.11.2 oppure la *procedura analitica* del paragrafo S.3.11.3, imponendo ad un valore pari a $12,6 \text{ kW/m}^2$ la soglia E_{soglia} di irraggiamento termico incidente sul *bersaglio* prodotto dall'incendio della *sorgente* considerata.
Tale soglia è considerata adeguatamente conservativa per limitare l'innesco di qualsiasi tipologia di materiale, in quanto rappresenta il valore limite convenzionale entro il quale non avviene innesco del *legno* in aria stazionaria.
3. Il progettista è tenuto a verificare almeno le seguenti tipologie di *sorgenti* e *bersagli*:
 - a. opere da costruzione,
 - b. depositi di materiali combustibili, anche ubicati in *spazio a cielo libero*.
4. Qualora il carico d'incendio q_f nei compartimenti o dei depositi di materiali combustibili dell'attività sia $< 600 \text{ MJ/m}^2$, si considera *soluzione conforme* anche l'interposizione di *spazio scoperto* tra sorgente e bersaglio.

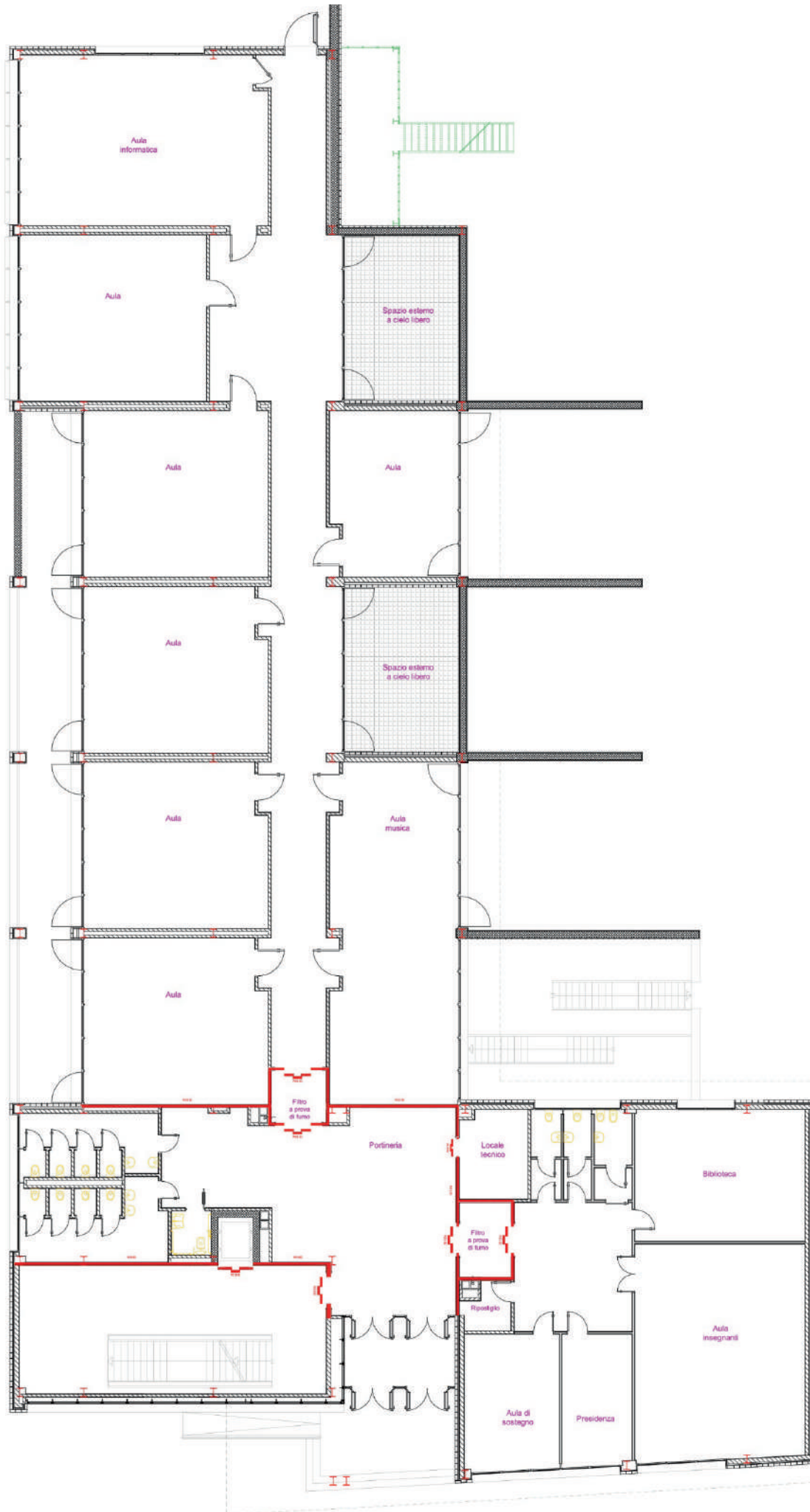
I compartimenti dell'attività presentano tutti $q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$; al fine di rispettare la prescrizione del par. S.3.8, si osserva che risulta interposto uno *spazio scoperto* tra ciascun compartimento e i bersagli esterni.

La distanza fra le strutture verticali che delimitano lo spazio scoperto è sufficiente sia pari a 3,50 m (par. 3.5.1.1.b), valore ampiamente soddisfatto.

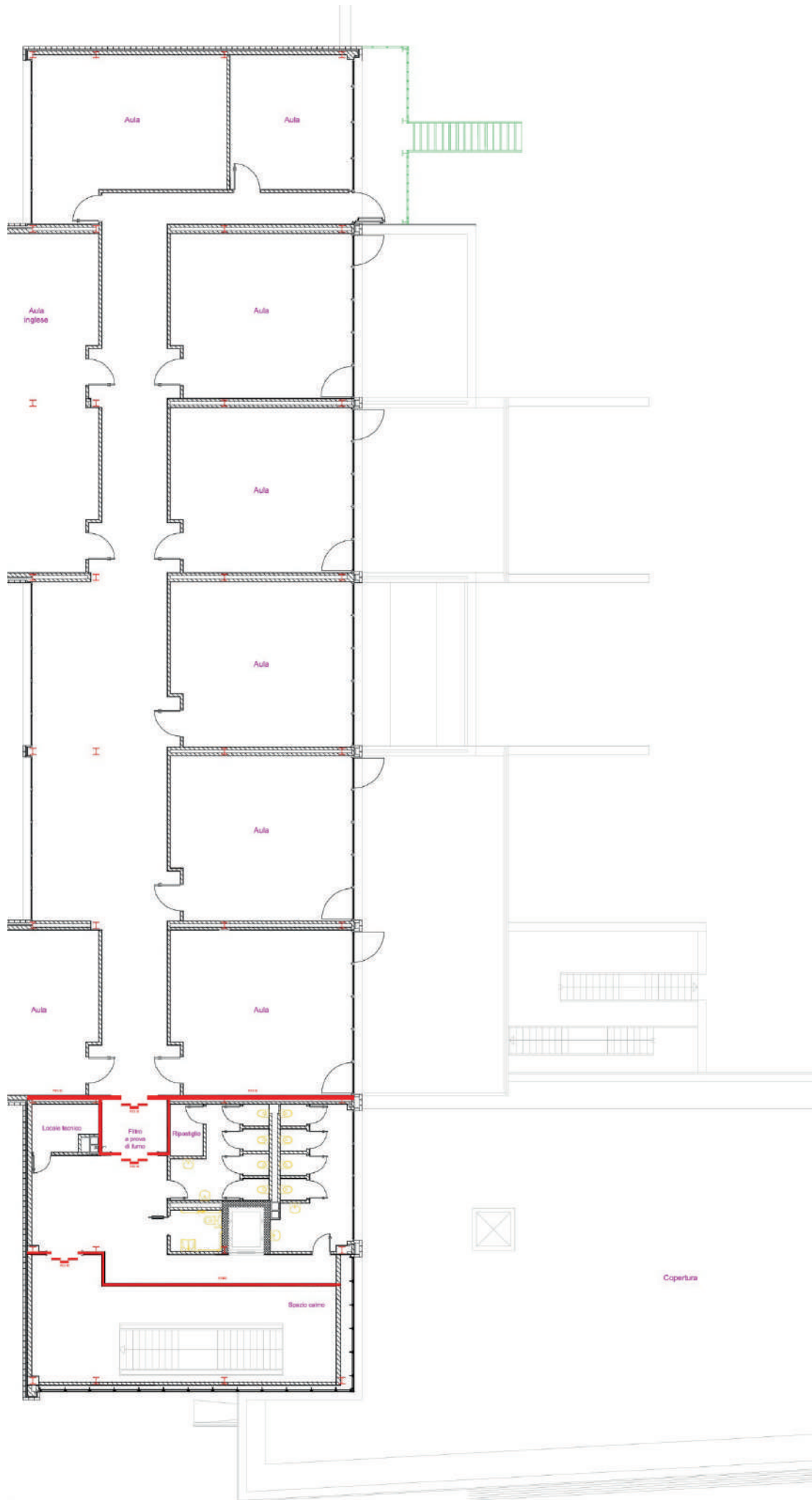




COMPARTIMENTAZIONE DEL PIANO SEMINTERRATO



COMPARTIMENTAZIONE DEL PIANO TERRA



COMPARTIMENTAZIONE DEL PIANO PRIMO

Ubicazione

L'ubicazione delle diverse attività nella stessa opera da costruzione deve essere stabilita secondo i criteri di cui al par. S.3.9; nello specifico, è prevista la coesistenza di più attività nella stessa opera da costruzione, afferenti allo stesso responsabile e di diversa tipologia (centrale termica).

Comunicazioni tra attività

Sono ammesse comunicazioni tra le diverse attività presenti nella stessa opera da costruzione, realizzate con le limitazioni e le modalità descritte al par. S.3.10. All'interno dell'opera da costruzione in oggetto è presente, oltre all'attività principale scolastica, la centrale termica; gli elementi di separazione tra le attività avranno caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a EI 120.



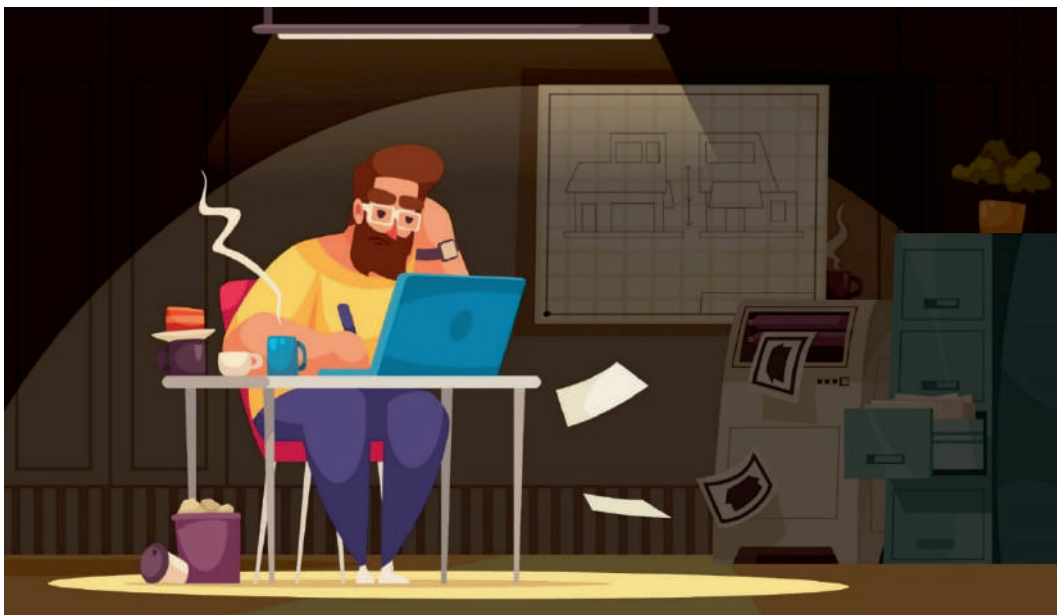
Soluzione alternativa per la quota della palestra (par. V.7.4.3 e S.3.4.3)

Come osservato in precedenza, in considerazione del primo punto del par. V.7.4.3 e della quota di piano della palestra (area TA) pari a - 7,40 m, per tale area, la *soluzione conforme* per la misura S.3 non è ammissibile.

Per ovviare a tale problematica, perseguendo la modalità progettuale per *soluzioni alternative* (par. S.3.4.3), si vuole dimostrare che risulta comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (Cap. M.3) e, se applicabile, la protezione dei beni (vedi tab. S.3-3).

Si segnala che, come esposto nel seguito della trattazione, la misura S.4 Esodo risulterebbe soddisfatta, in *soluzione conforme*, anche per l'ambito relativo alla palestra.

Tuttavia, la prescrizione introdotta per la misura S.3, riferita alla quota di piano non inferiore a - 5,00 m, obbliga il progettista ad eseguire un'ulteriore indagine sull'esodo degli occupanti, considerato che le *soluzioni conformi* del Codice potrebbero non risultare efficaci laddove, come nel caso in esame, le effettive condizioni risultassero più gravose delle situazioni standard considerate.



Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio

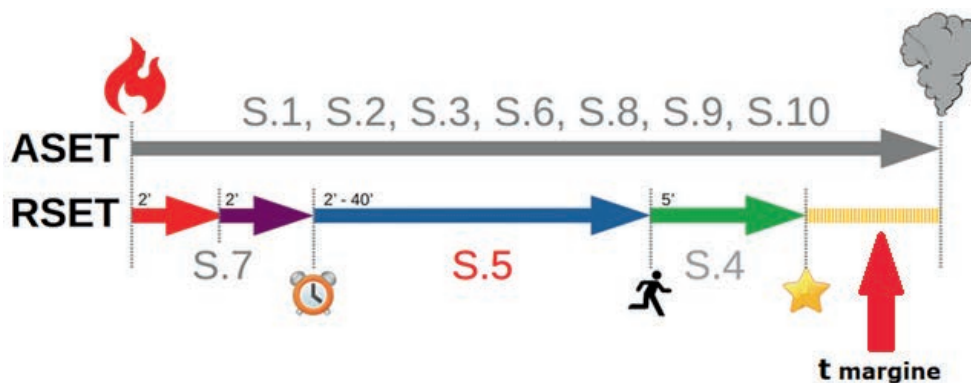
Il Cap. M.3, come noto, tratta gli aspetti legati alla salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale.

L'obiettivo principale che si propone il presente studio è quello di verificare la percorribilità delle vie di esodo dalla palestra, al verificarsi dello scenario che individui le più severe ma credibili ipotesi d'incendio.

A tale scopo, sono stati considerati differenti scenari di incendio limitandosi, nel prosieguo della trattazione, ad illustrare solo quello ritenuto più significativo per gli scopi della presente pubblicazione.

Come noto, onde garantire la salvaguardia della vita degli occupanti, è necessario individuare le soglie di prestazione massime dei principali indicatori delle condizioni ambientali (soglie di prestazione di cui al par. M.3.3.1).

I parametri di inabilità in fase d'esodo, in particolare la visibilità, sono stati monitorati, nell'ambito della simulazione e con l'ausilio di sonde virtuali posizionate in più punti, all'altezza da terra prescritta nei metodi di cui al par. M.3.3, lungo i percorsi d'esodo. La modalità utilizzata consisterà nell'adozione, per il modello esaminato, del criterio $ASET > RSET$, con il quale si dimostrerà che, nello scenario d'incendio considerato, il tempo disponibile per gli occupanti, prima che si creino condizioni incapacitanti, è superiore, con un certo margine di sicurezza, al tempo richiesto agli occupanti stessi per uscire in sicurezza dal compartimento di primo innesco.



Definizione delle soglie di prestazione - Metodo di calcolo avanzato per ASET

È stata quindi effettuata la valutazione del tempo ASET (Available Safe Escape Time) ovvero dell'intervallo di tempo calcolato tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui le condizioni ambientali nell'attività diventano tali da rendere gli occupanti incapaci di porsi in salvo raggiungendo o permanendo in un luogo sicuro.

I valori ottenuti come output della simulazione sono stati confrontati con le soglie di prestazione riferite al *metodo di calcolo avanzato* (vedi tab. M.3-2 seguente), per gli occupanti, ovvero a:

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 min
		Soccorritori: 3 kW/m ²	[1]
<p>[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.</p>			

TAB. M.3-2: ESEMPIO DI SOGLIE DI PRESTAZIONE IMPIEGABILI CON IL METODO DI CALCOLO AVANZATO

Ovvero (vedi par. M.3.3.1) ASET è definito come il minore di quelli calcolati secondo i quattro modelli:

Modello dei gas <i>tossici</i>	FED < 0,1
Modello dei gas <i>irritanti</i>	FEC < 0,1
Modello del <i>calore</i>	Irraggiamento sugli occupanti ≤ 2,5 kW/mq
	Temperatura ambiente sugli occupanti ≤ 60 °C
Modello dell'oscuramento della <i>visibilità da fumo</i>	Visibilità > 10 m

Come più avanti descritto, nel caso in esame, il parametro che maggiormente necessita particolare attenzione è quello relativo alla visibilità.

A tale scopo, nell'attività saranno previsti per la segnaletica d'esodo pannelli riflettenti retroilluminati (come riportato nell'esame delle misure S.4, S.5 ed S.10).

Si segnala che la previsione di tali pannelli consente in FDS di beneficiare di un vantaggio nella modellazione riferita all'oscuramento della visibilità da fumo, potendosi settare il parametro C (costante adimensionale VISIBILITY_FACTOR) al valore pari a 8, in luogo del valore 3 previsto, di default, in presenza di segnaletica d'esodo riflettente non illuminata.

Si veda, a tale scopo, il par. M.3.3.1.4 e la FDS User Guide.

Individuazione degli scenari di incendio di progetto (par. M.1.3.4, parr. M.2.2 e M.2.3)

La *soluzione alternativa* in oggetto, come detto, intende indagare in merito all'efficacia del sistema d'esodo degli occupanti dalla palestra.

Dovendosi analizzare gli scenari d'incendio di progetto realisticamente più onerosi che potrebbero verificarsi e valutata la combinazione più gravosa degli effetti sugli occupanti, è stato posizionato all'interno della palestra il focolare di seguito individuato, nelle posizioni indicate nella figura seguente.

Tali posizioni, infatti, determinano le configurazioni ritenute più sfavorevoli (*scenari 1, 2 e 3*) per l'esodo in conseguenza dello sviluppo dell'incendio.

Si osserva che tali scenari sono differenti da quelli utilizzati per la *soluzione alternativa* S.2, in quanto questi ultimi sono meno gravosi ai fini della salvaguardia della vita umana, ma più severi per le strutture.



POSIZIONAMENTO DEI FOCOLARI NEI TRE SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

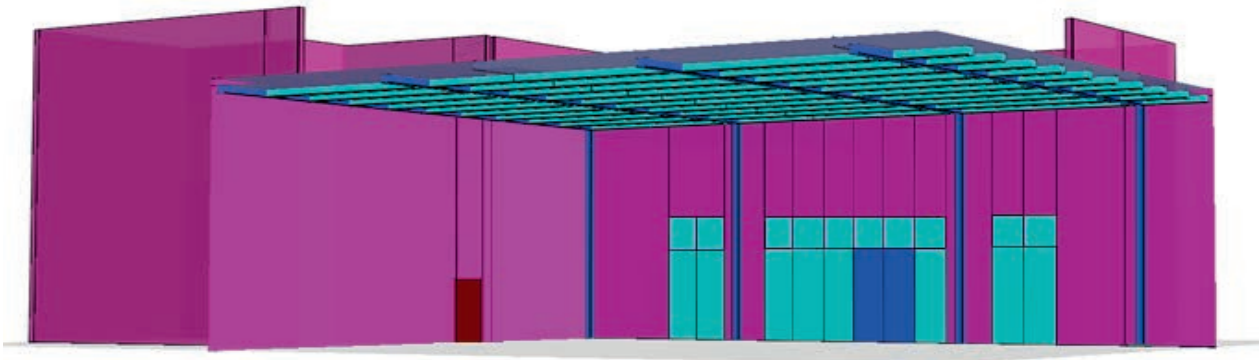
Come noto, nell'ambito dell'analisi preliminare, di cui al parr. M.1.2 e M.1.3, il progettista, fra le altre cose, individua gli scenari di incendio di progetto che rappresentano la schematizzazione dei più gravosi eventi che possono ragionevolmente verificarsi nell'attività (*credible worst scenarios*), in relazione alle caratteristiche del focolare, dell'edificio e degli occupanti.

Successivamente, il progettista, nell'ambito dell'analisi quantitativa, di cui al par. M.1.4, elabora una o più soluzioni progettuali per l'attività, congruenti con le finalità della progettazione antincendio, da sottoporre alla successiva verifica di soddisfacimento degli obiettivi di sicurezza antincendio.

A questo punto, il progettista effettua una valutazione delle soluzioni progettuali, calcolando gli effetti che i vari scenari d'incendio di progetto definirebbero nell'attività per ciascuna soluzione progettuale elaborata nella fase precedente.

Per far ciò, egli impiega un modello di calcolo analitico o numerico: l'applicazione del modello fornisce i risultati quantitativi che consentono di descrivere l'evoluzione dell'incendio e dei suoi effetti sulle strutture, sugli occupanti o sull'ambiente, secondo le finalità della progettazione.

Nell'immagine seguente viene riportato il modello FSE della palestra.



La modellazione degli effetti dell'incendio consente di calcolare gli effetti dei singoli scenari per ciascuna soluzione progettuale.

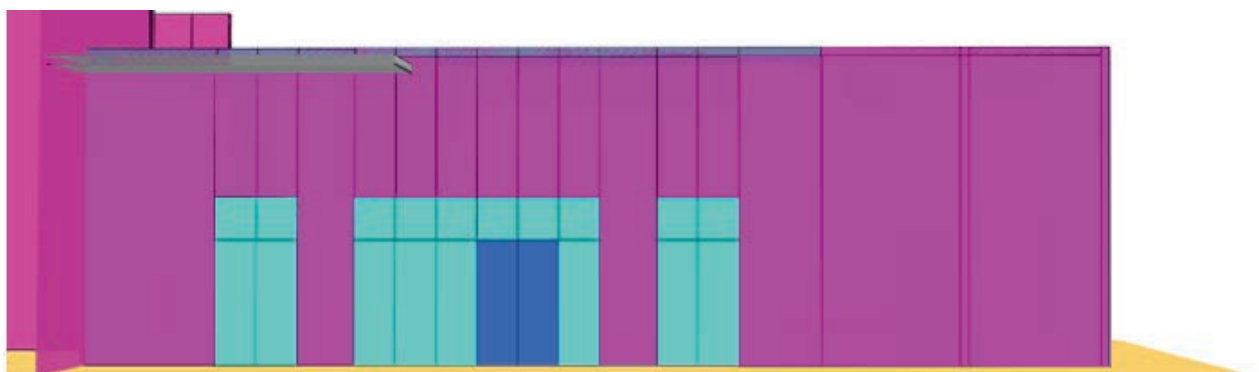
I risultati della modellazione sono utilizzati per la verifica del rispetto delle soglie di prestazione per le soluzioni progettuali per ciascuno scenario d'incendio di progetto. Le soluzioni progettuali che non rispettano tutte le soglie di prestazione per ogni scenario di incendio di progetto devono essere scartate.

In conclusione, il progettista seleziona la soluzione progettuale finale tra quelle che sono state verificate positivamente rispetto agli scenari di incendio di progetto.

Le modellazioni, di seguito illustrate, sono state condotte per un tempo ben superiore al valore di RSET, di seguito calcolato, e adeguato a verificare che le condizioni ambientali durante la fase di esodo degli occupanti siano coerenti con le soglie prestazionali di cui alla tab. M.3-2.

Si anticipa che i riscontri relativi ai parametri irraggiamento e FED/FEC, facenti riferimento ai modelli dei gas tossici e irritanti, hanno fornito valori non significativi per l'intera durata delle simulazioni operate e pertanto non ne verranno illustrati e commentati i risultati.

Nella palestra, lato scala esterna, sono presenti finestre e una porta finestra, tutte con sopraffine; nelle simulazioni si è ipotizzato che i sopraffine siano configurabili come aperture di tipo SEb (vedi Cap. S.8), dotate di sistema automatico di apertura con attivazione asservita all'IRAI (vedi Cap. S.7), che fungeranno da superfici di smaltimento in emergenza del fumo e del calore.



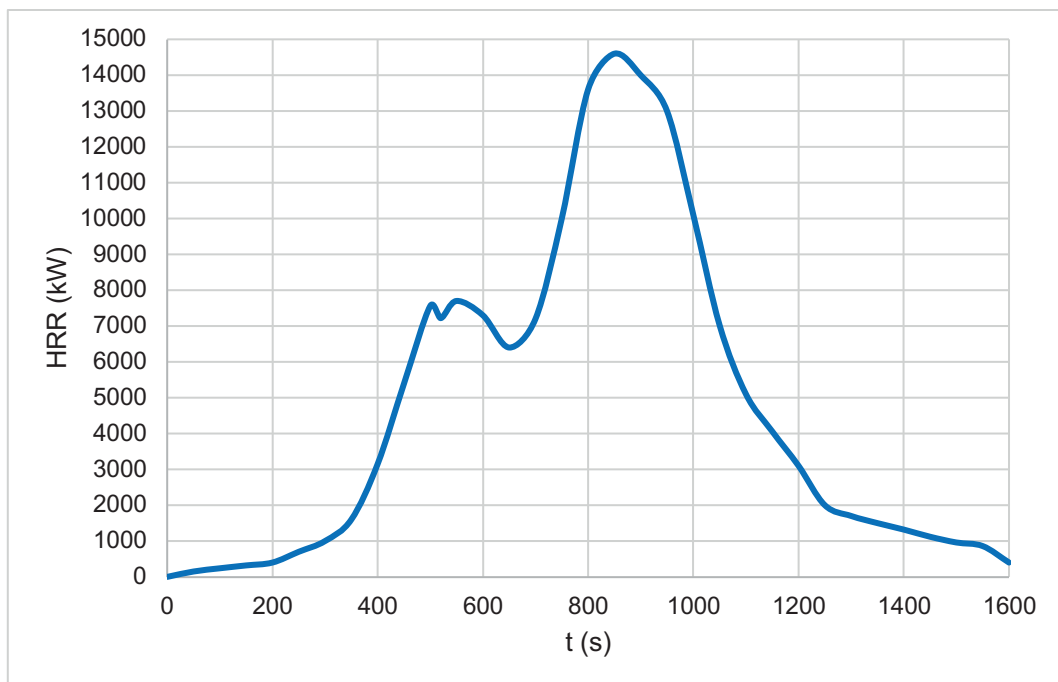
SCHEMA DELLE FINESTRE PRESENTI NELLA PALESTRA

Elaborazione delle soluzioni progettuali

Focolare di progetto

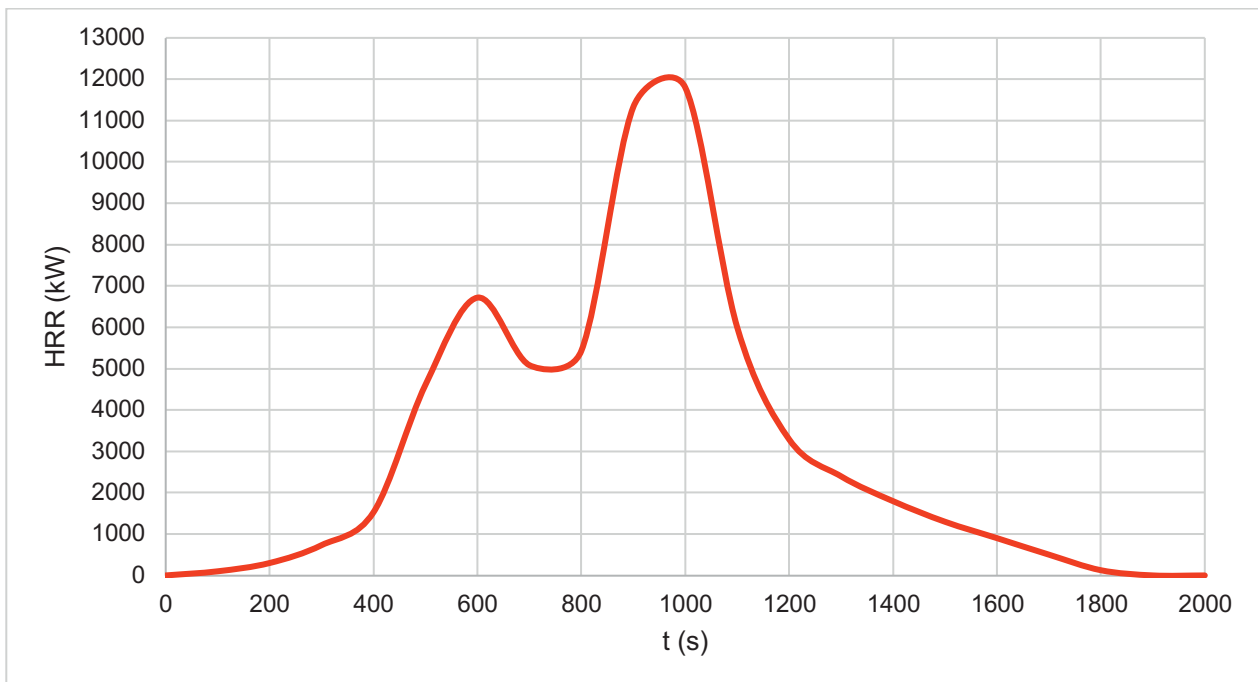
Si rimanda a quanto descritto nel precedente paragrafo in riferimento alla *soluzione alternativa* per la misura Resistenza al fuoco, decidendo di utilizzare il medesimo focolare.

Riepilogando, la curva HRR di input (potenza termica teorica rilasciata) deriva dall'involuppo di potenze prodotte dall'innesco dilazionato nel tempo dei combustibili presenti nella palestra e presenta un picco prossimo ai 15 MW.



CURVA HRR DI INPUT (INVILUPPO DEI CONTRIBUTI DEI TRE MATERASSONI)

La curva HRR di output, restituita da FDS, rappresenta l'andamento della potenza termica realmente rilasciata dal focolare di progetto e presenta un picco prossimo ai 12 MW.



CURVA HRR DI OUTPUT

Parametro	Definizione del focolare
Resa in particolato Y_{soot}	0,198 kg/kg
Resa in monossido di carbonio Y_{CO}	0,042 $\text{g}_{\text{CO}}/\text{g}_{\text{fuel}}$
Resa in biossido di carbonio Y_{CO_2}	1,57 $\text{g}_{\text{CO}_2}/\text{g}_{\text{fuel}}$
Calore di combustione effettivo ΔH_C	23,2 MJ/kg
Frazione di HRR(t) in irraggiamento (Radiative fraction)	35%

DESCRIZIONE QUANTITATIVA DEL FOCOLARE

Si rappresentano di seguito i risultati ottenuti per gli scenari considerati, che, si rammenta, si differenziano solo per il posizionamento del focolare e, quindi, in termini di propagazione dei fumi e del calore.

Tale differenza dipende dal numero e superficie delle aperture di ventilazione presenti, che rende l'incendio controllato dalla ventilazione piuttosto che dal combustibile.



Calcolo di RSET

Ai fini del calcolo dell'ASET, per la verifica dei citati parametri considerati dal Codice al par. M.3.3.1, sono state posizionate delle *slice orizzontali*.⁴⁸

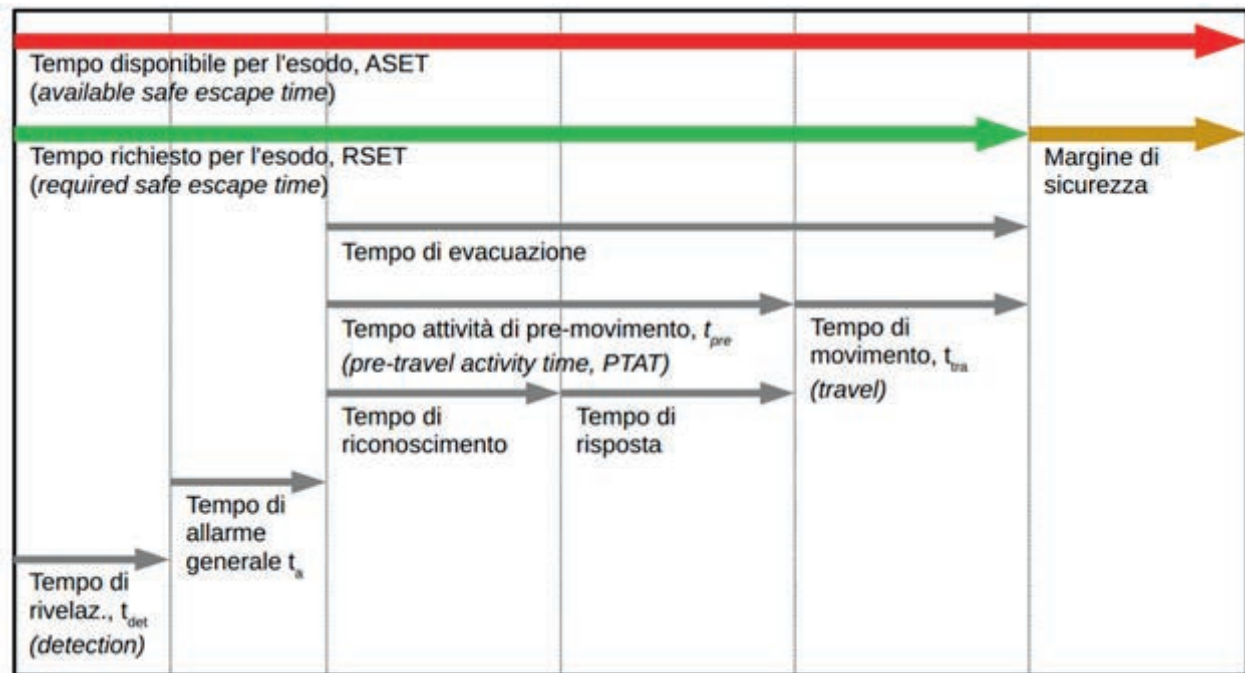
Per verificare le condizioni di visibilità sono stati quindi posizionati, in modo distribuito lungo le vie d'esodo, ad altezza di 1,80 m dal piano di calpestio, dei rivelatori di visibilità che misurano l'oscuramento e quindi segnalano l'eventuale esposizione al fumo degli occupanti durante l'esodo.

Analoga procedura è stata effettuata per le sonde di temperatura (posizionate ad altezza di 1,50 m dal piano calpestio) e per i devices puntuali relativi all'irraggiamento e ai parametri FED/FEC (posizionati rispettivamente ad altezze di 1,00 m e di 1,80 m dal piano calpestio).

Nel presente studio RSET (Required Safe Escape Time) è calcolato per gli occupanti che si trovano nel compartimento di primo innesco e termina quando gli stessi raggiungono il primo *luogo sicuro temporaneo*⁴⁹ lungo la via d'esodo.

⁴⁸ Come noto, FDS permette di visualizzare le grandezze di interesse (temperatura, visibilità, ecc.), tramite la rappresentazione su di un piano che seziona il dominio di calcolo; tale modalità, definita *slice file*, permette la quantificazione di queste, con l'ausilio di una scala cromatica graduata.

⁴⁹ Si suppone, infatti, che non esista più pericolo imminente per gli occupanti che raggiungono i compartimenti adiacenti, in quanto questi sono considerati non significativamente interessati dagli effetti dell'incendio durante la fase di esodo.



COMPOSIZIONE DEL TEMPO RSET

Pertanto, RSET termina quando tutti gli occupanti della palestra raggiungono il *luogo sicuro temporaneo*, rappresentato dal compartimento adiacente costituito dal vano scala protetto, o lo spazio esterno a cielo libero ove è presente la scala esterna conducente al piano di campagna.

L'obiettivo della *soluzione alternativa* prevede che l'esodo termini prima che fumo e calore dell'incendio inizino a propagarsi nei compartimenti adiacenti; a tal fine dovrà risultare che:

- durante l'evacuazione, quando le porte tagliafuoco di comunicazione tra i compartimenti lungo le vie d'esodo sono aperte per consentire il passaggio degli occupanti, lo strato dei fumi caldi si trovi sempre ad altezza superiore ai varchi di comunicazione;
- dopo la fine dell'evacuazione verso *luogo sicuro temporaneo*, la porta di comunicazione tra i compartimenti si chiuda automaticamente, grazie al dispositivo di autochiusura.

Di conseguenza, dal calcolo di ASET possono essere esclusi i compartimenti diversi dal compartimento di primo innesco.

Tale aspetto deve ovviamente essere oggetto di attenzione nella GSA, al fine di evitare situazioni reali differenti rispetto a quelle di progetto.

Tempo di rivelazione (t_{det})

Nell'attività saranno installati rivelatori di fumo puntiformi saranno di tipo analogico-indirizzato.

È stato ipotizzato, sulla base delle valutazioni relative all'altezza della palestra, della tecnologia dei rivelatori e dell'inerzia/ritardo dell'IRAI, di adottare un t_{det} pari a 90 s.

Tempo di allarme (t_a)

Il tempo di allarme t_a è nullo, in quanto in seguito all'attivazione della rivelazione, l'allarme viene diramato immediatamente sia a livello locale, che tramite segnalazione remota.

Tempo di pre-movimento (t_{pre})

In seguito al rilancio dell'allarme, è necessario tenere conto del fatto che ogni occupante necessita di un tempo di riconoscimento dell'allarme e di risposta ad esso, in cui si rende conto del pericolo e quindi si organizza prima di mettersi in movimento. La somma di questi due tempi (riconoscimento e risposta) fornisce il tempo di pre-movimento t_{pre} .

Per stimare tale tempo, si è fatto uso della norma ISO/TR 16738, ripresa dal Codice (vedi tab. M.3-1), che fornisce una guida per valutare il tempo di pre-movimento t_{pre} su base statistica in base ai seguenti parametri:

- qualità del sistema di allarme (classificata nei livelli da A1 ad A3; vedi Annex D.3.2);
- complessità dell'edificio (classificata nei livelli da B1 a B3; vedi Annex D.3.3);
- management della GSA (classificato nei livelli da M1 a M3; vedi Annex D.3.4).

Nel caso in esame risulta:

- sistema di allarme di livello A1: rilevamento automatico in tutto l'edificio, che attiva un allarme generale immediato per gli occupanti di tutte le aree dello stesso;
- complessità dell'edificio di livello B2: edificio semplice a più piani, con la maggior parte delle caratteristiche progettate secondo semplici layout interni;
- management della GSA di livello M2: simile al livello M1 (*gestione elevata della sicurezza che normalmente richiede un sistema EVAC, con procedure soggette a certificazione indipendente, compreso un audit periodico*), ma con una percentuale di personale inferiore e con gli addetti al piano potrebbero non essere sempre presenti.

Nella palestra gli occupanti sono svegli ed hanno familiarità con l'edificio, con livelli M2 B2 A1, la norma ISO/TR 16738 (vedi estratto nella tabella seguente) suggerisce un tempo di pre-movimento con una distribuzione in cui il valore minimo è pari a 60 s (1° percentile) e il massimo è pari a 180 s (99° percentile).

Scenario category and modifier levels ^a	First occupants t_{pre} (1st percentile)	Occupant distribution t_{pre} (99th percentile)
A: Awake and familiar		
M1 B1 – B2 A1 – A2 ^a	0,5	1,5
M2 B1 – B2 A1 – A2	1	3
M3 B1 – B2 A1 – A3	> 15 ^b	> 30 ^b
For B3, add 0,5 for way-finding.	—	—
M1 normally requires a voice alarm/PA if unfamiliar visitors likely to be present.	—	—

ESTRATTO DALLA NORMA ISO/TR 16738/2009 - TABLE E.2

Il tempo di pre-movimento è stato scelto al 99° percentile (tempo necessario agli ultimi occupanti per muoversi, secondo la distribuzione statistica di t_{pre})⁵⁰, vedi anche nota seguente, pari a t_{pre} (99° percentile) = 180 s.

Tempo di movimento (t_{tra})

L'attività è essenzialmente *a bassa densità di affollamento*.⁵¹

Il tempo di movimento t_{tra} , tempo necessario all'occupante più lontano per presentarsi all'uscita verso il *luogo sicuro temporaneo* dal luogo in cui si trova, è calcolato come il rapporto tra L_{es} , massima lunghezza della via d'esodo fino all'uscita dal compartimento di primo innesco, (pari a circa 10 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/s⁵².

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

Considerata L_{es} pari a 29,90 m, si ottiene per il tempo di movimento:

$$t_{tra} = 29,90 / 0,71 = 42,1 \text{ s}$$

⁵⁰ 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.

⁵¹ 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.

⁵² 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*.

Peraltro, nell'ambito della misura S.4 Esodo, è previsto, al piano interrato, uno spazio calmo progettato secondo le indicazioni del par. S.4.9.1, al fine di consentire agli occupanti con ridotte o impedito capacità motorie di attendere e ricevere assistenza.

In definitiva, si ottiene:

$$\text{RSET} = t_{\text{det}} + t_a + t_{\text{pre (99° percentile)}} + t_{\text{tra}} = 90 + 0 + 180 + 42,1 = 312,1 \text{ s}$$

Margine di sicurezza (t_{marg})

Come richiesto dal par. M.3.2.2, a meno di specifiche valutazioni, si assume $t_{\text{marg}} \geq 100\%$ RSET.

In caso di specifiche valutazioni sull'affidabilità dei dati di input impiegati nella progettazione prestazionale, supportate da dati di letteratura o di normazione tecnica consolidata, è consentito assumere $t_{\text{marg}} \geq 10\%$ di RSET e comunque non inferiore a 30 s.

Nel caso in esame, le ipotesi assunte, fortemente cautelative, con l'utilizzo dei valori bibliografici più critici e l'impiego di una curva HRR sufficientemente severa, aderente al possibile scenario di incendio, consentono di assumere per il t_{marg} un valore pari al 10% di RSET.

Pertanto, il tempo RSET risulta come nella tabella seguente:

$t_{\text{det}} + t_a$	t_{pre}	t_{tra}	RSET	t_{marg}	RSET + t_{marg}
90 s	180 s	42,1 s	312,1 s	31,2 s	≈ 344 s

Valutazione delle soluzioni progettuali

In riferimento al modello esaminato, le simulazioni della dinamica dell'incendio qui illustrate sono state condotte per un tempo superiore a RSET, manifestando i seguenti esiti, ritenuti più significativi.

In nessuno dei tre scenari esaminati, la visibilità mostra condizioni di criticità. Lo stesso dicasi per le altre soglie di prestazione relative alla temperatura e all'irraggiamento e ai gas tossici e irritanti.

In definitiva, per quanto detto, nessuno scenario determina il raggiungimento dell'ASET, ovvero le condizioni incapacitanti per gli occupanti, prima di $RSET + t_{\text{marg}}$.

Selezione della soluzione progettuale idonea

Dall'esame degli scenari illustrati in precedenza, emerge che i risultati delle modellazioni consentono di dimostrare l'idoneità della soluzione progettuale proposta in vista del raggiungimento dell'obiettivo di sicurezza prefissato.

Ricadute sulla GSA (Cap. 5.5)

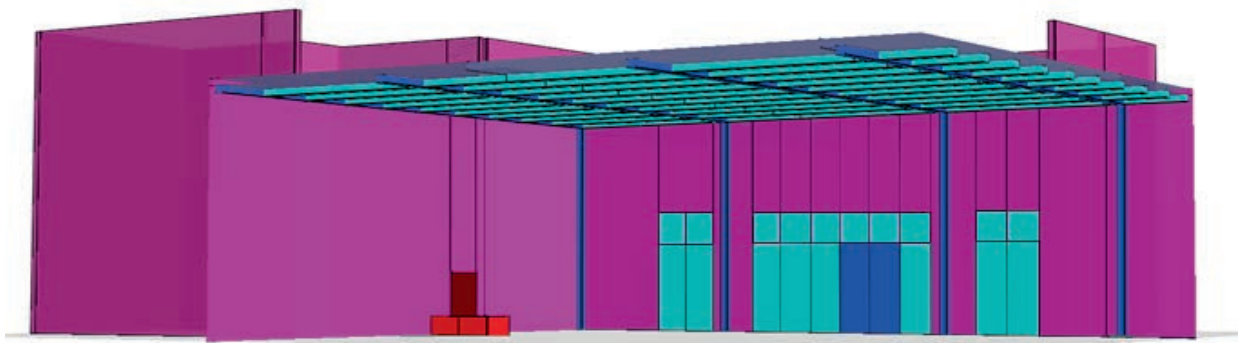
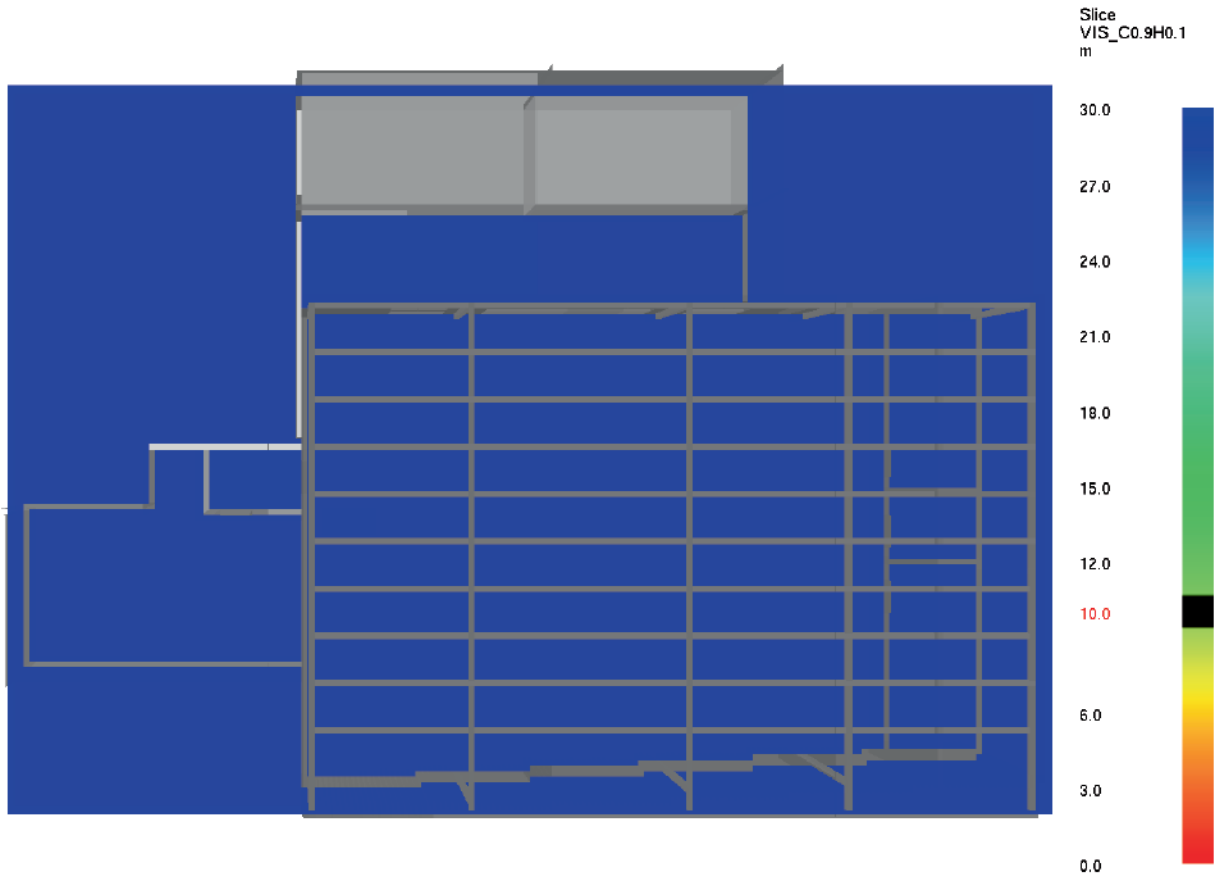
Al fine di garantire l'atteso comportamento delle aperture di tipo SEb e, quindi, assicurare il corretto verificarsi degli scenari progettati, il progettista è tenuto a descrivere la parte di "impianto" e di "meccanismo" necessari al funzionamento in emergenza delle stesse, identificando gli accorgimenti impiantistici atti a garantire la prestazione in caso di emergenza come, ad esempio, l'alimentazione di sicurezza per gli azionamenti elettrici di apertura, le modalità di verifica e la manutenzione delle apparecchiature, meccanismi, ecc. (chiarimento della Direzione Centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica n. 4096 del 12 marzo 2020).

In ogni caso, è necessario, in sede di GSA, la predisposizione di un'istruzione operativa per gli addetti al servizio antincendio, affinché, in caso di fallimento del meccanismo automatico di apertura, sia comunque garantita l'apertura in manuale delle aperture di tipo SEb.

PROPAGAZIONE DEI FUMI NELLA PALESTRA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 1

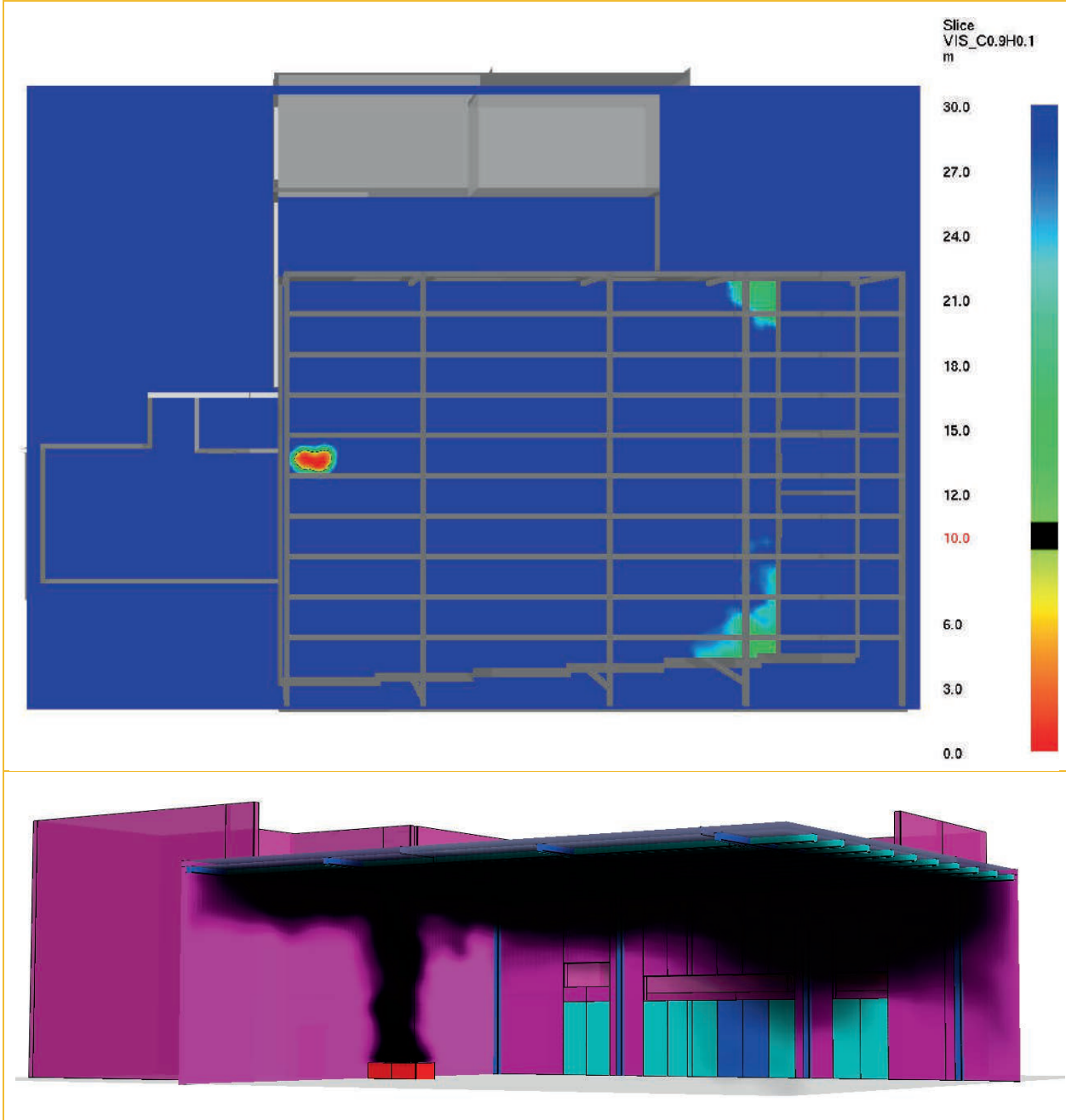
Tempo di simulazione: 120 s



PROPAGAZIONE DEI FUMI NELLA PALESTRA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 1

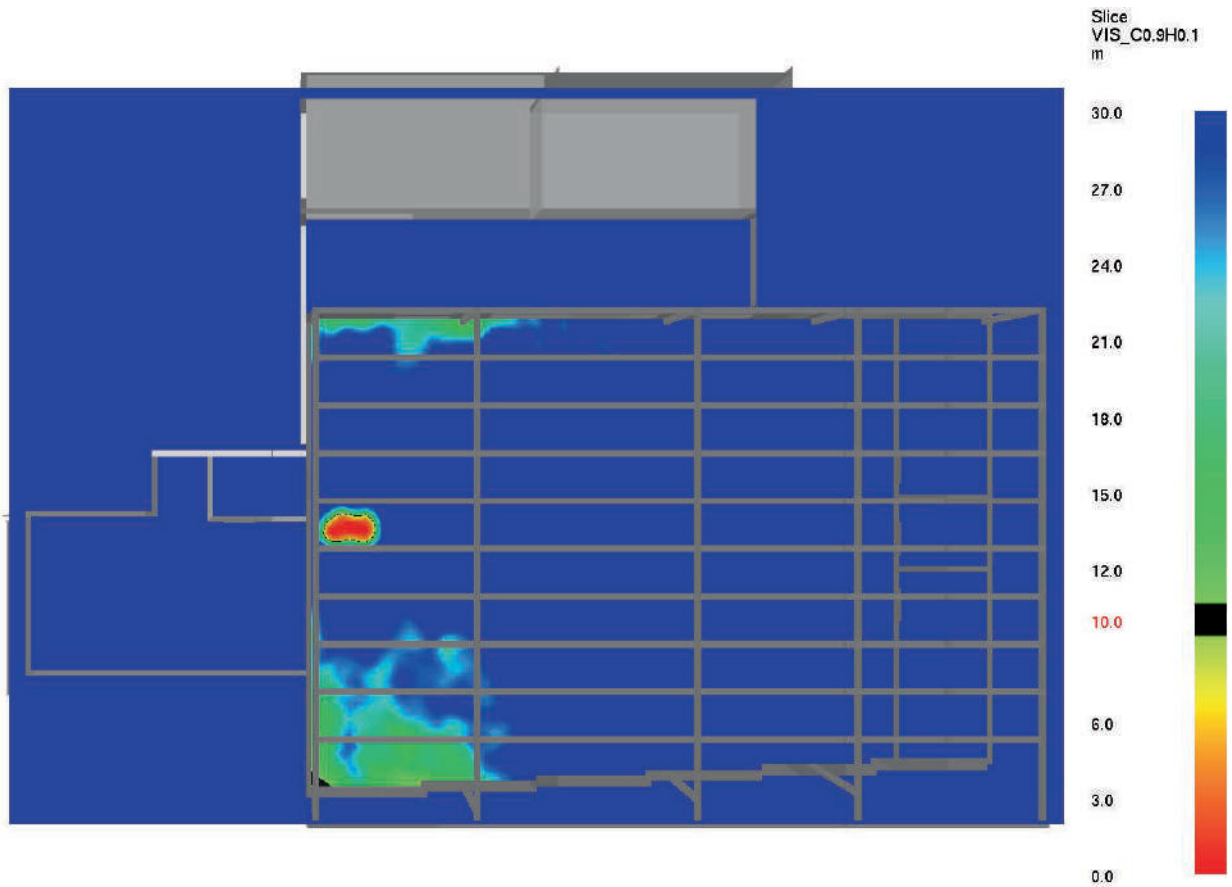
Tempo di simulazione: 240 s

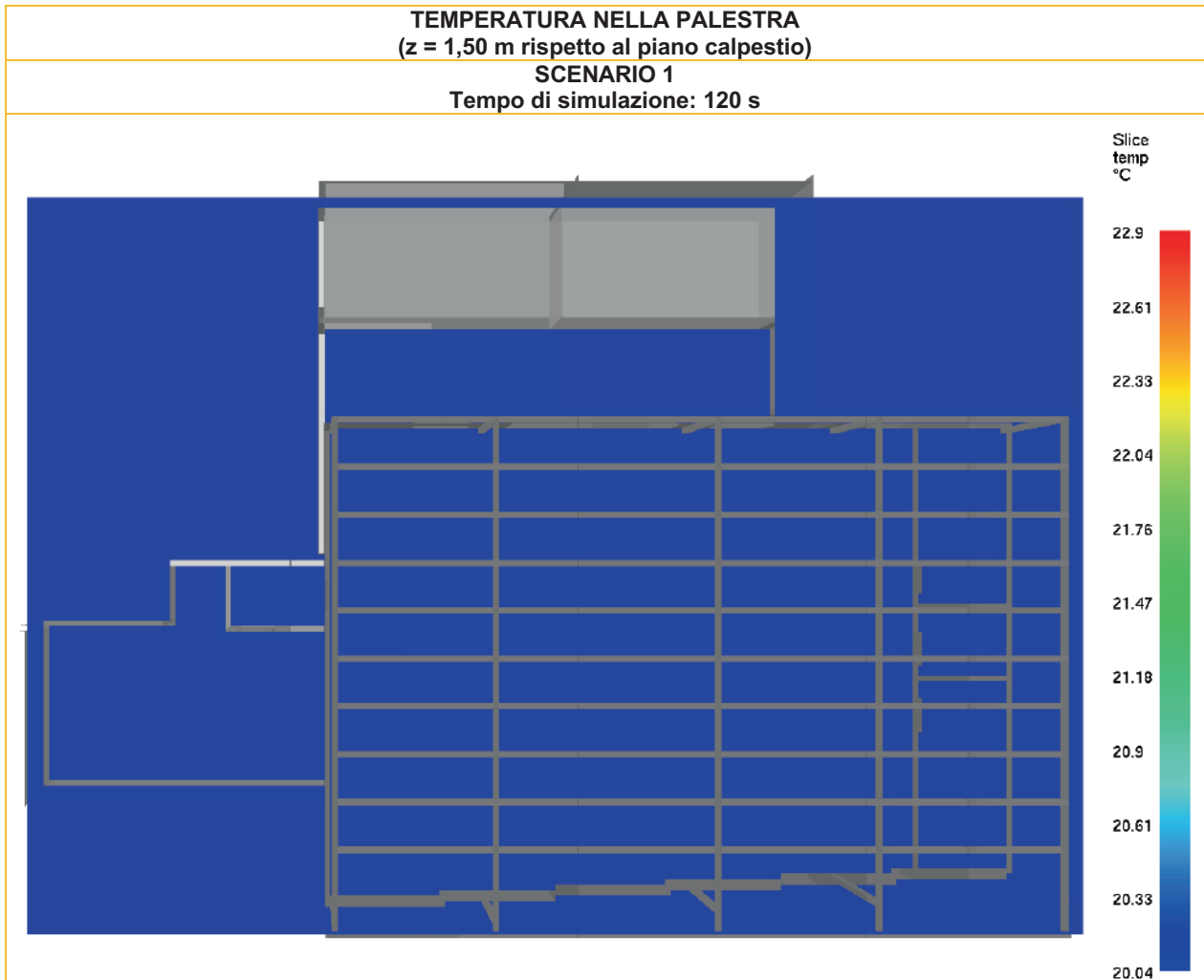


PROPAGAZIONE DEI FUMI NELLA PALESTRA - VISIBILITÀ
 (z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

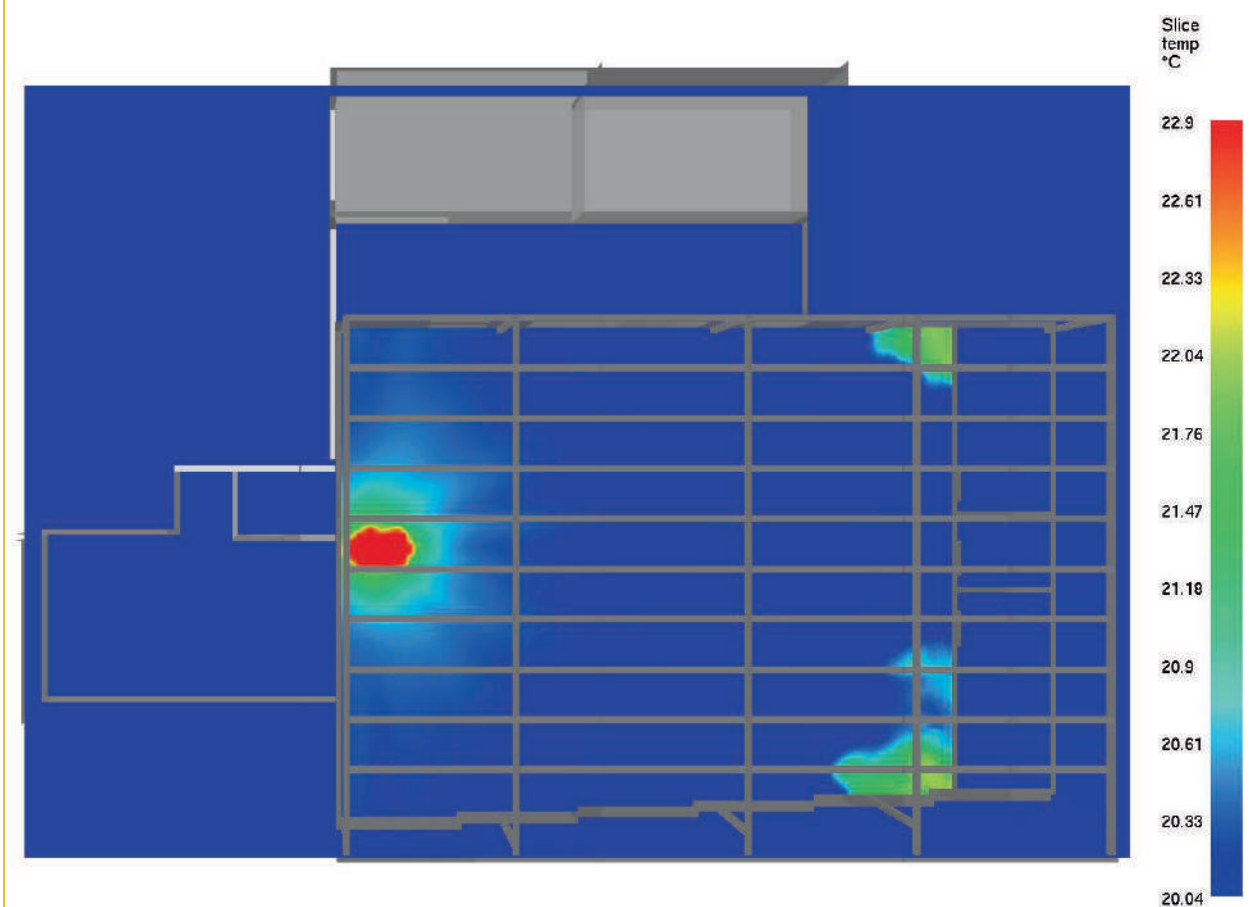
SCENARIO 1

Tempo di simulazione: 360 s

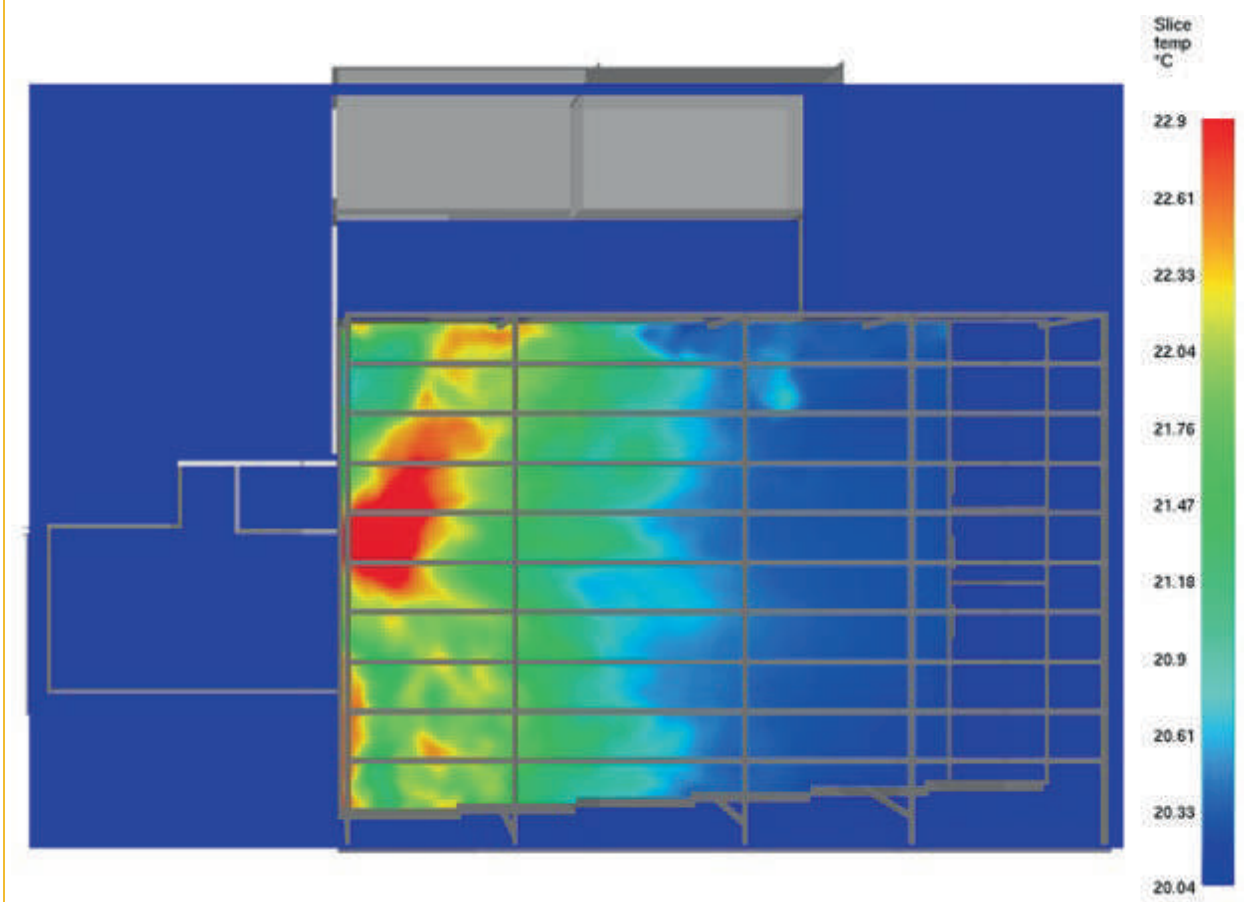


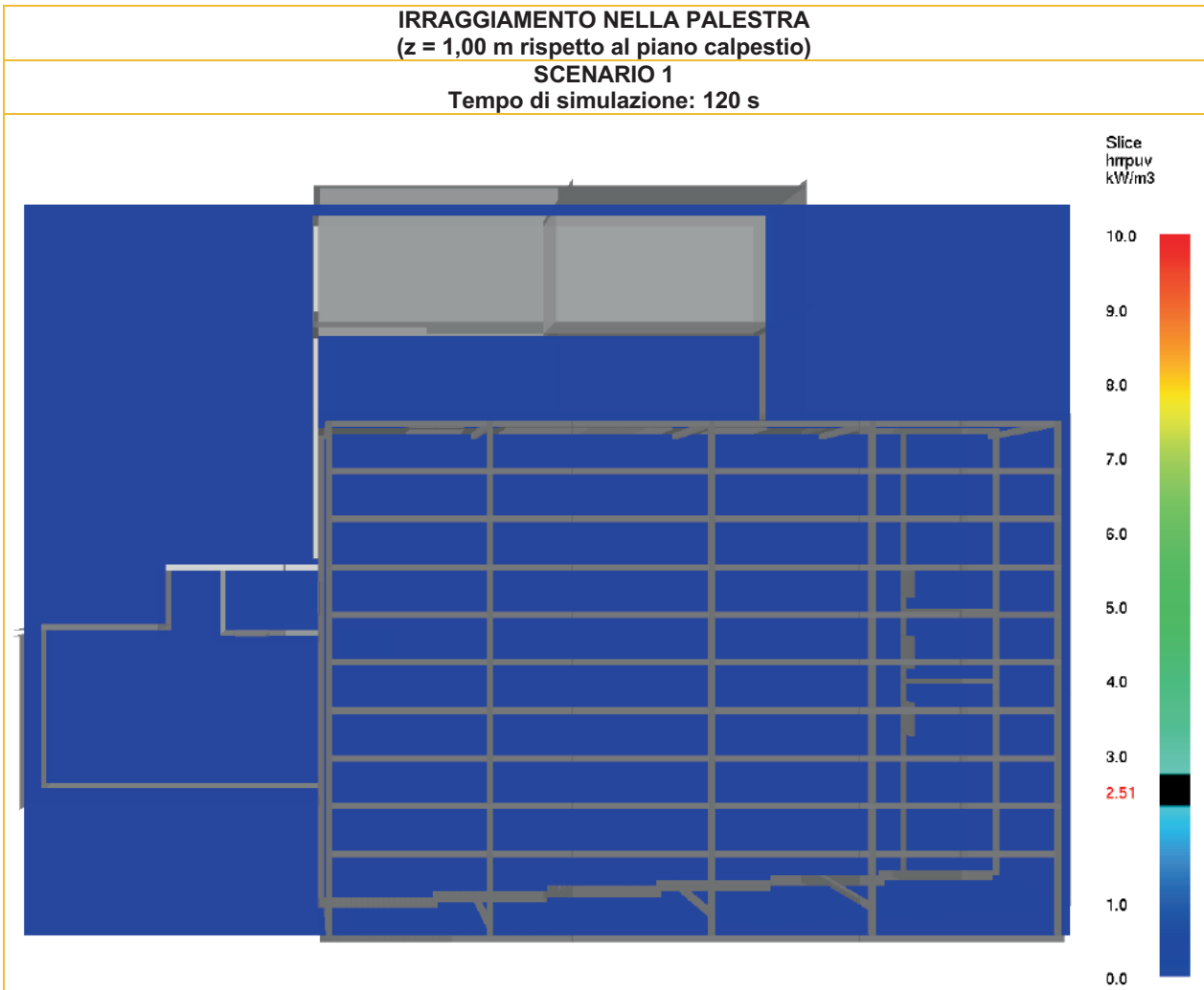


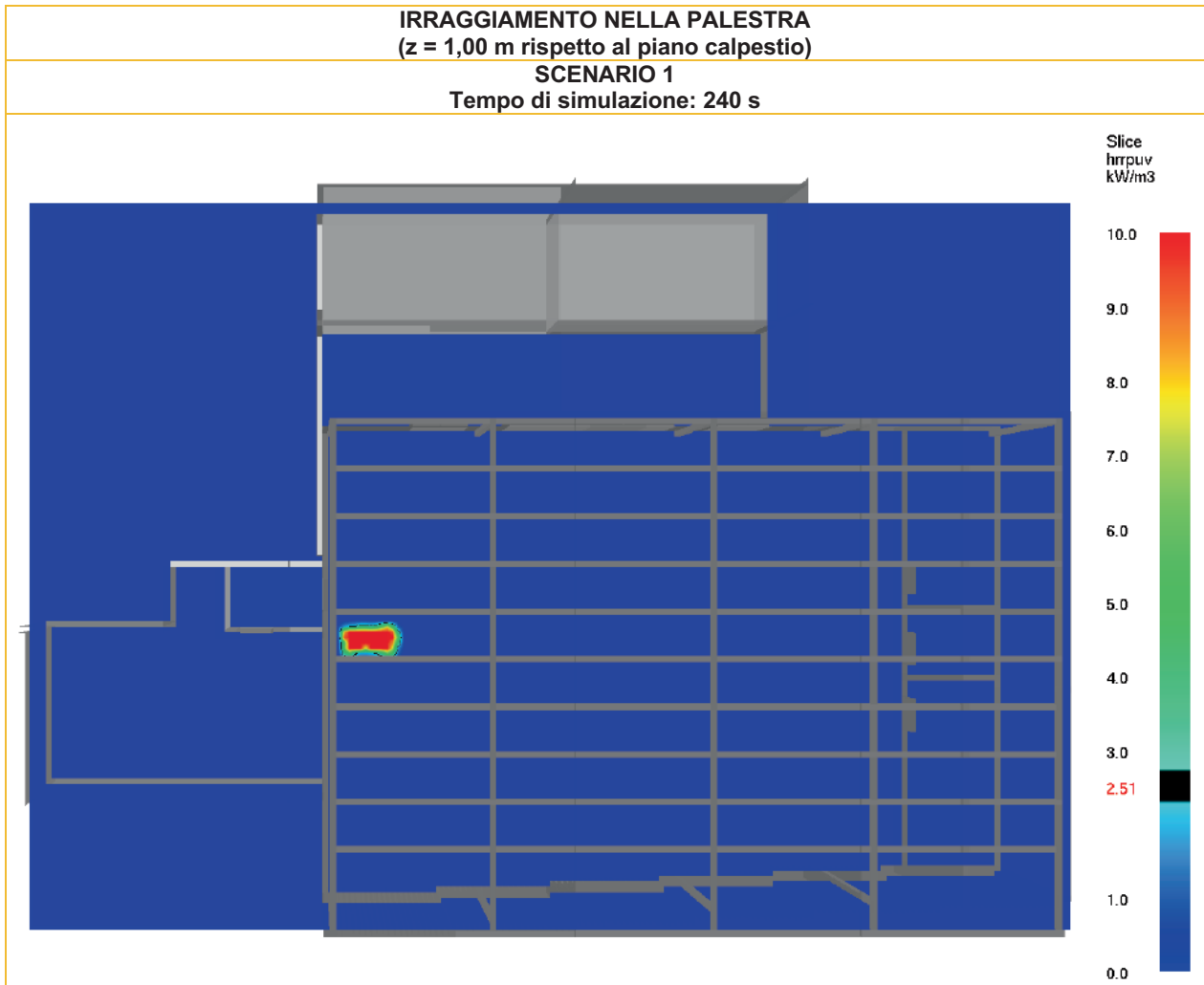
TEMPERATURA NELLA PALESTRA
(z = 1,50 m rispetto al piano calpestio)
SCENARIO 1
Tempo di simulazione: 240 s



TEMPERATURA NELLA PALESTRA
(z = 1,50 m rispetto al piano calpestio)
SCENARIO 1
Tempo di simulazione: 360 s



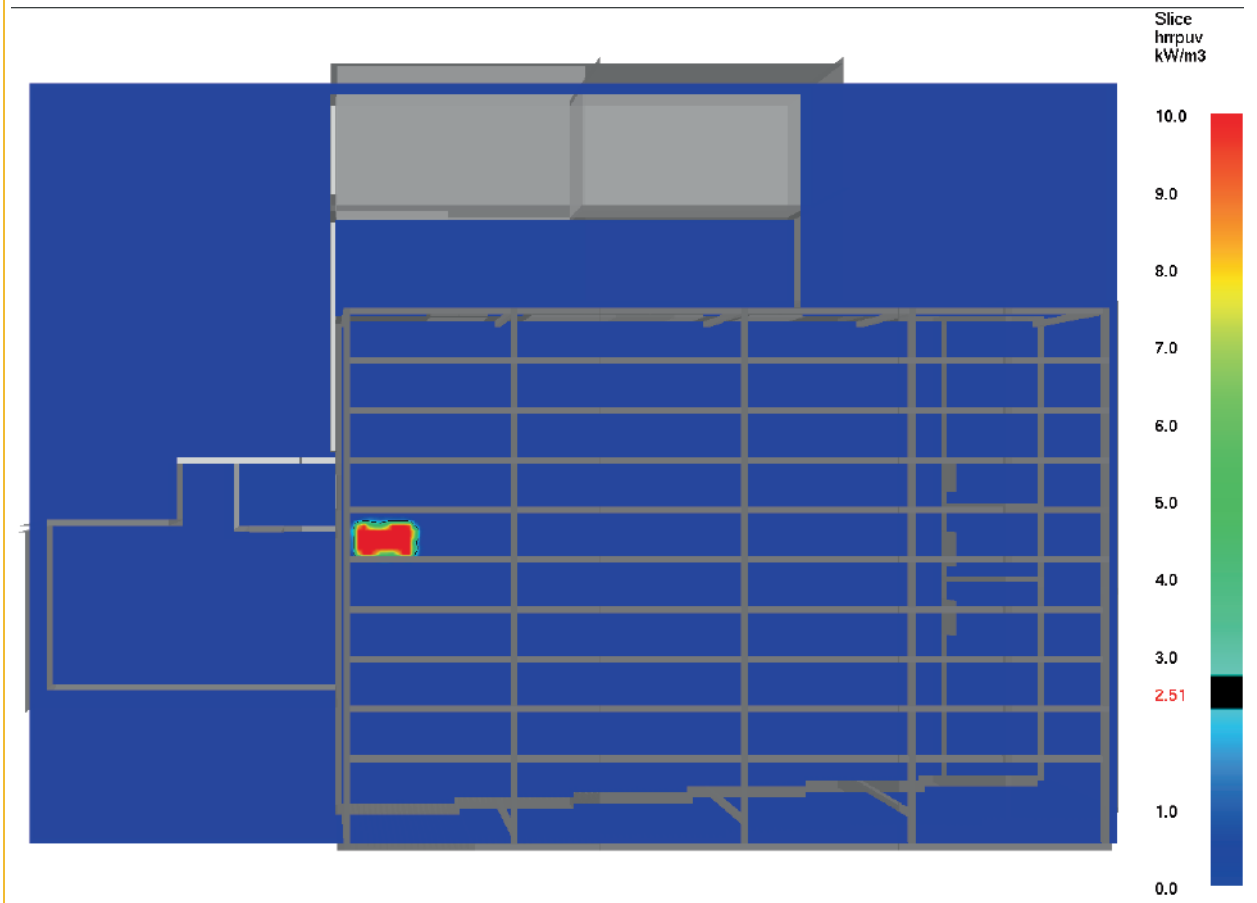




IRRAGGIAMENTO NELLA PALESTRA
(z = 1,00 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 1

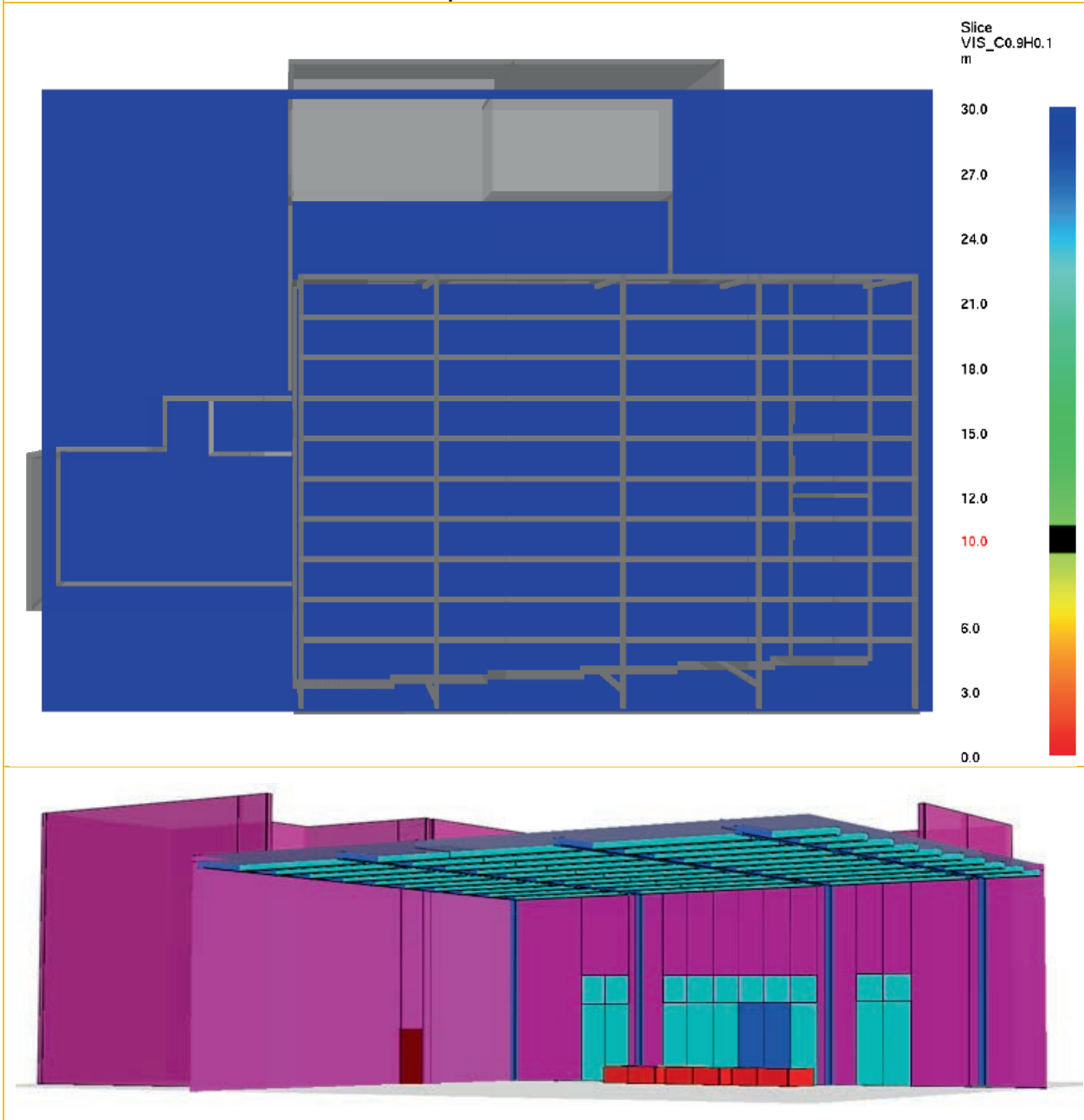
Tempo di simulazione: 360 s



PROPAGAZIONE DEI FUMI NELLA PALESTRA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 2

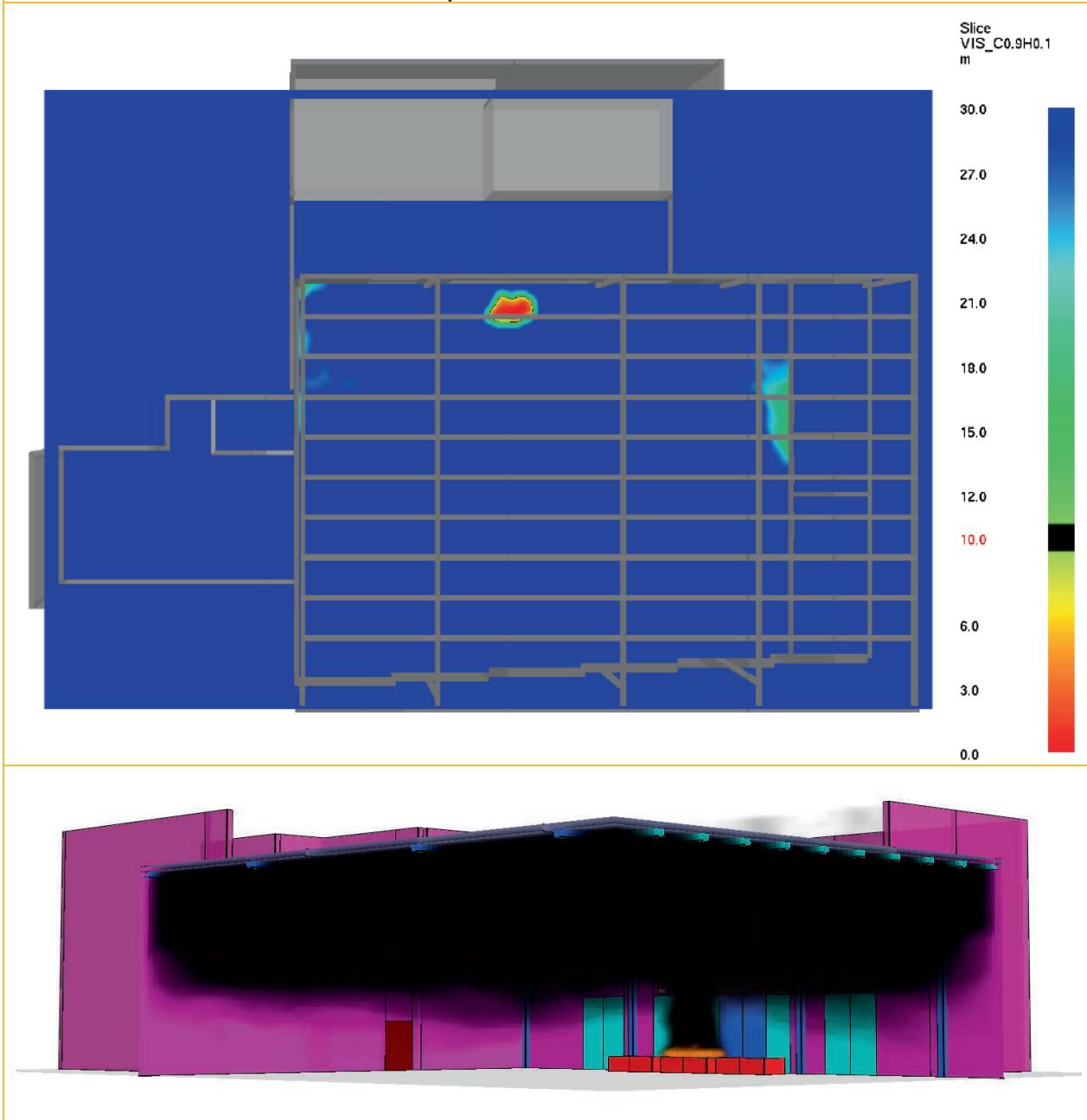
Tempo di simulazione: 120 s



PROPAGAZIONE DEI FUMI NELLA PALESTRA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 2

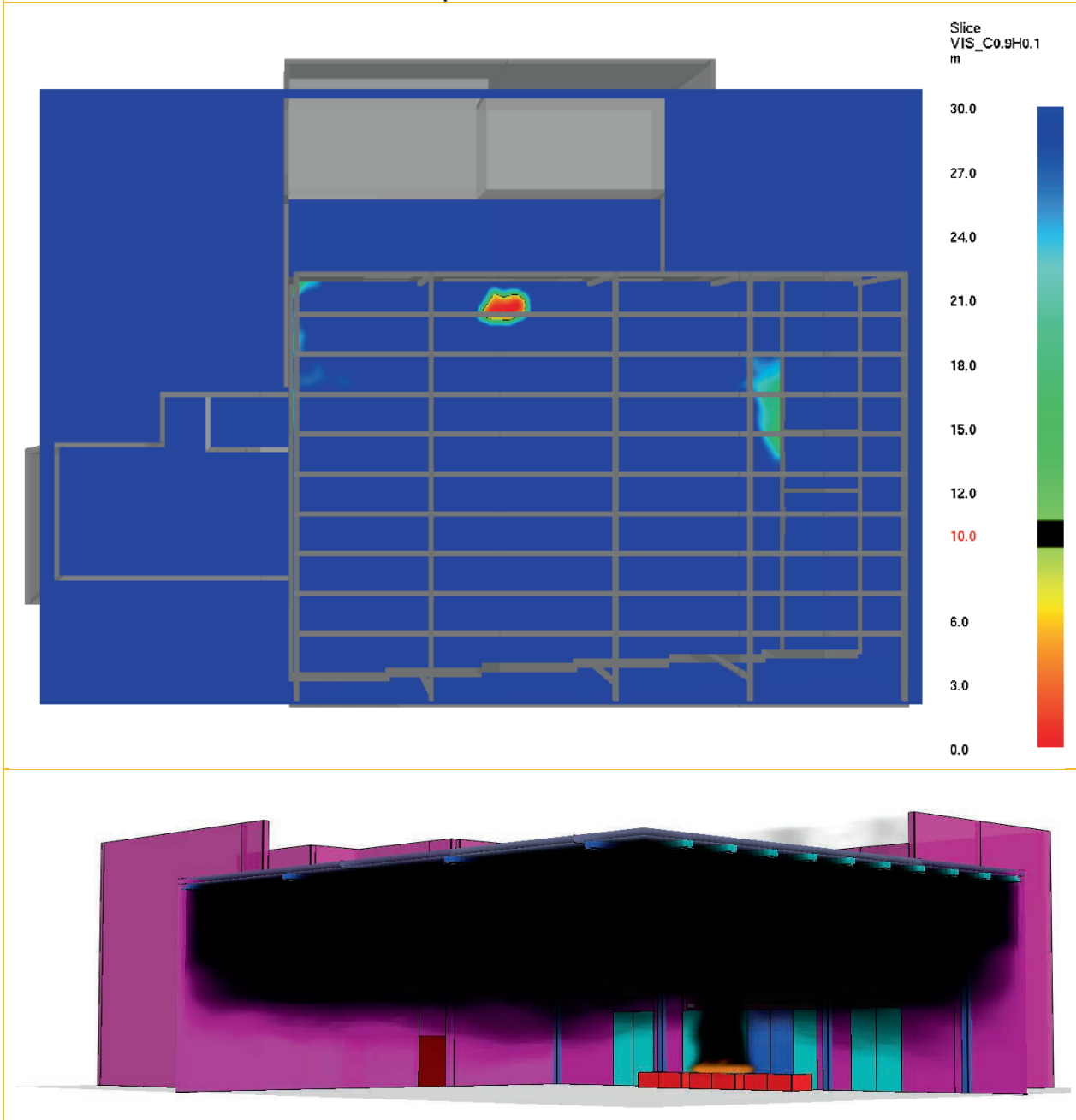
Tempo di simulazione: 240 s



PROPAGAZIONE DEI FUMI NELLA PALESTRA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 2

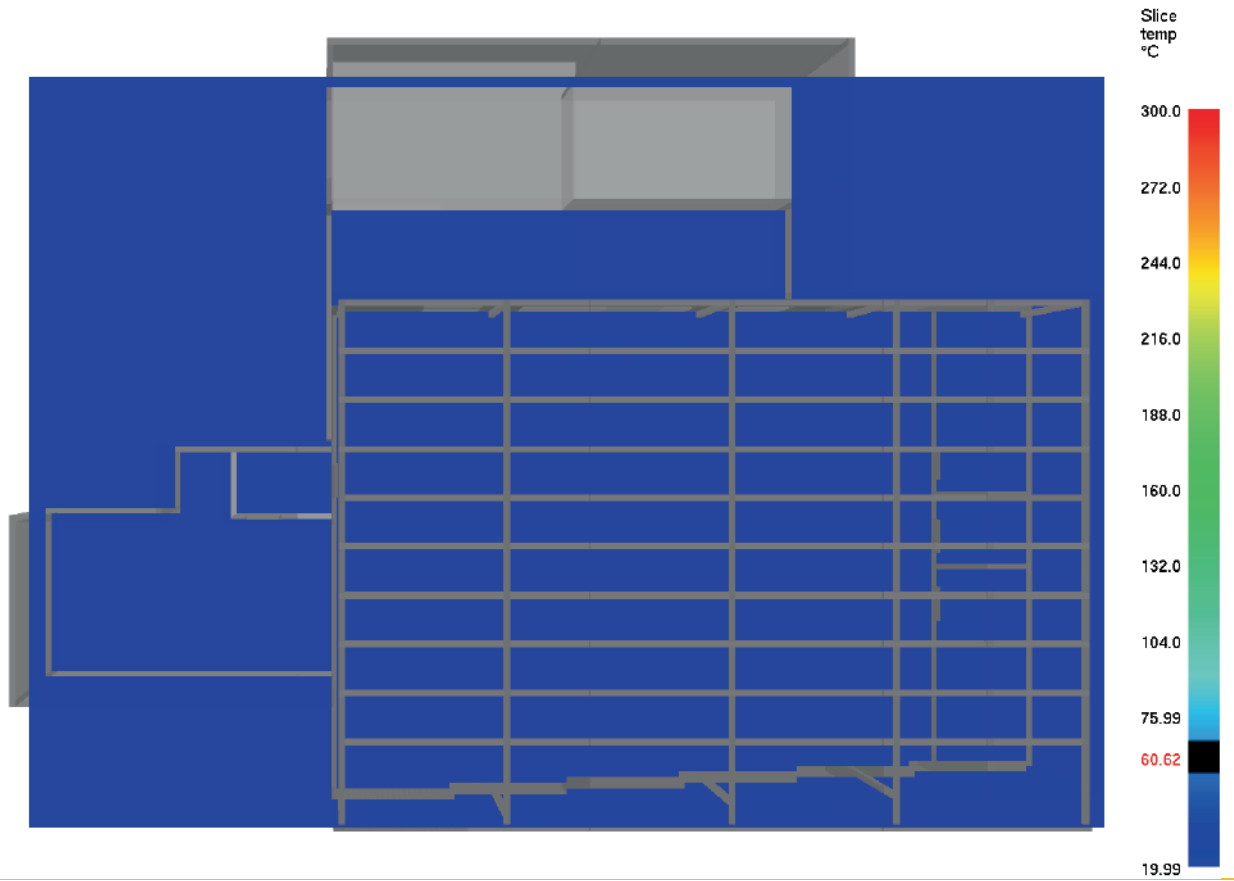
Tempo di simulazione: 360 s

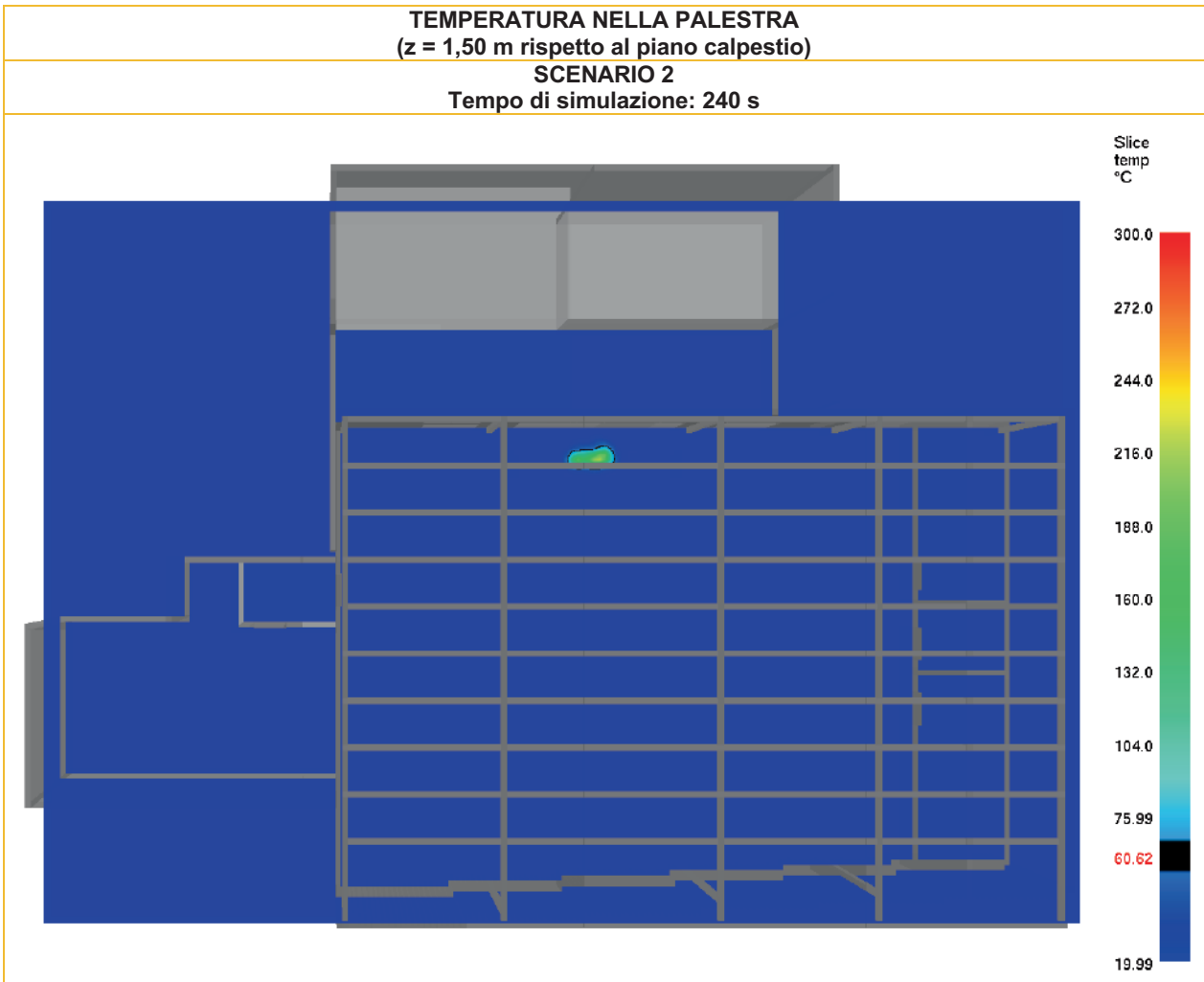


TEMPERATURA NELLA PALESTRA
(z = 1,50 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 2

Tempo di simulazione: 120 s

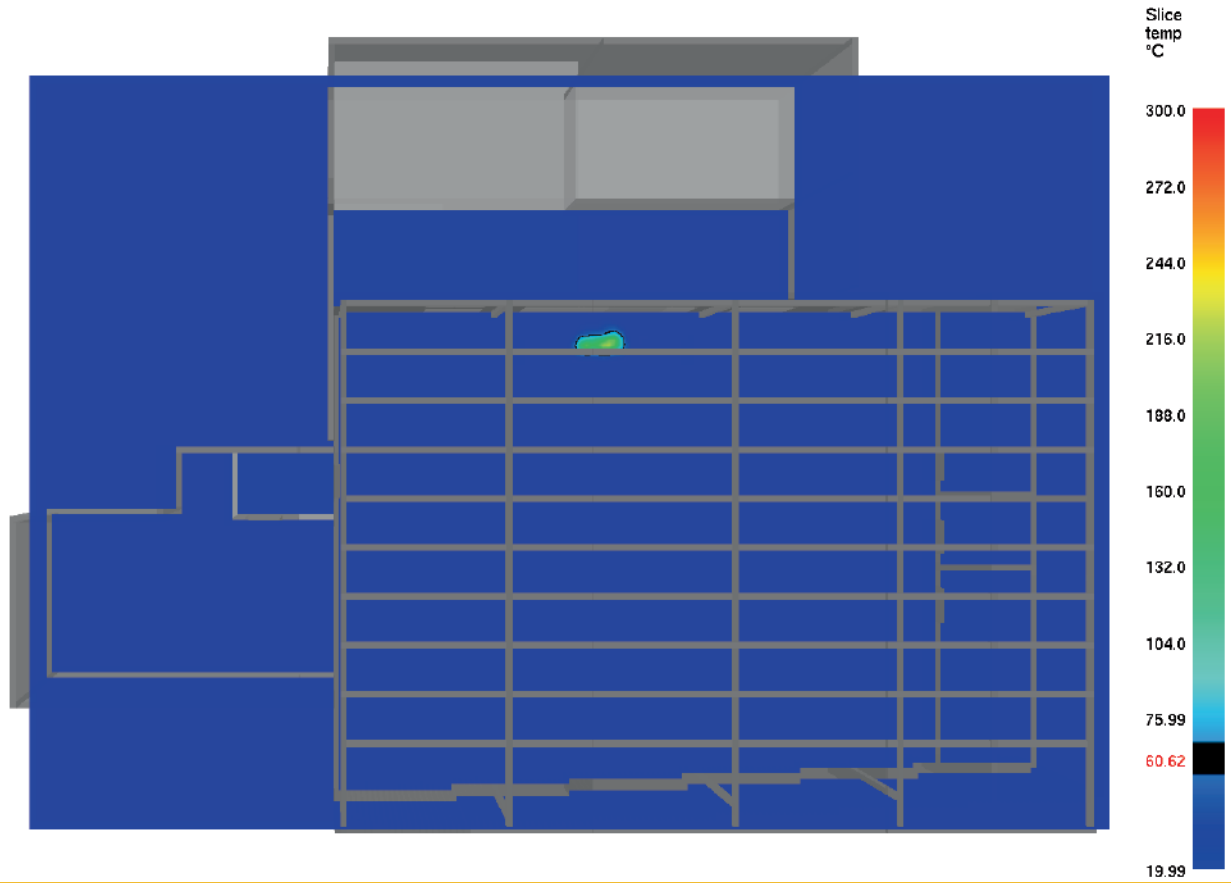


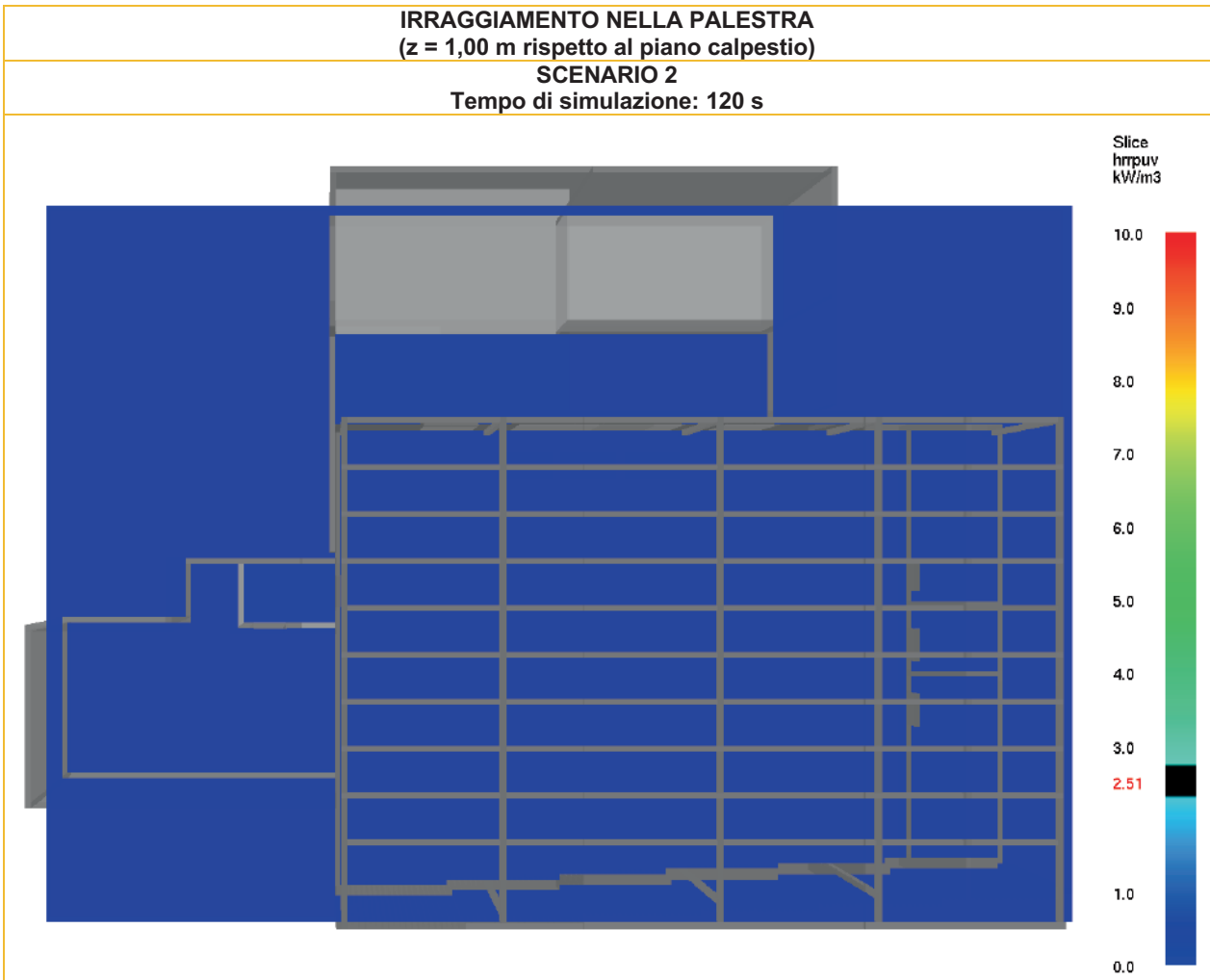


TEMPERATURA NELLA PALESTRA
(z = 1,50 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 2

Tempo di simulazione: 360 s



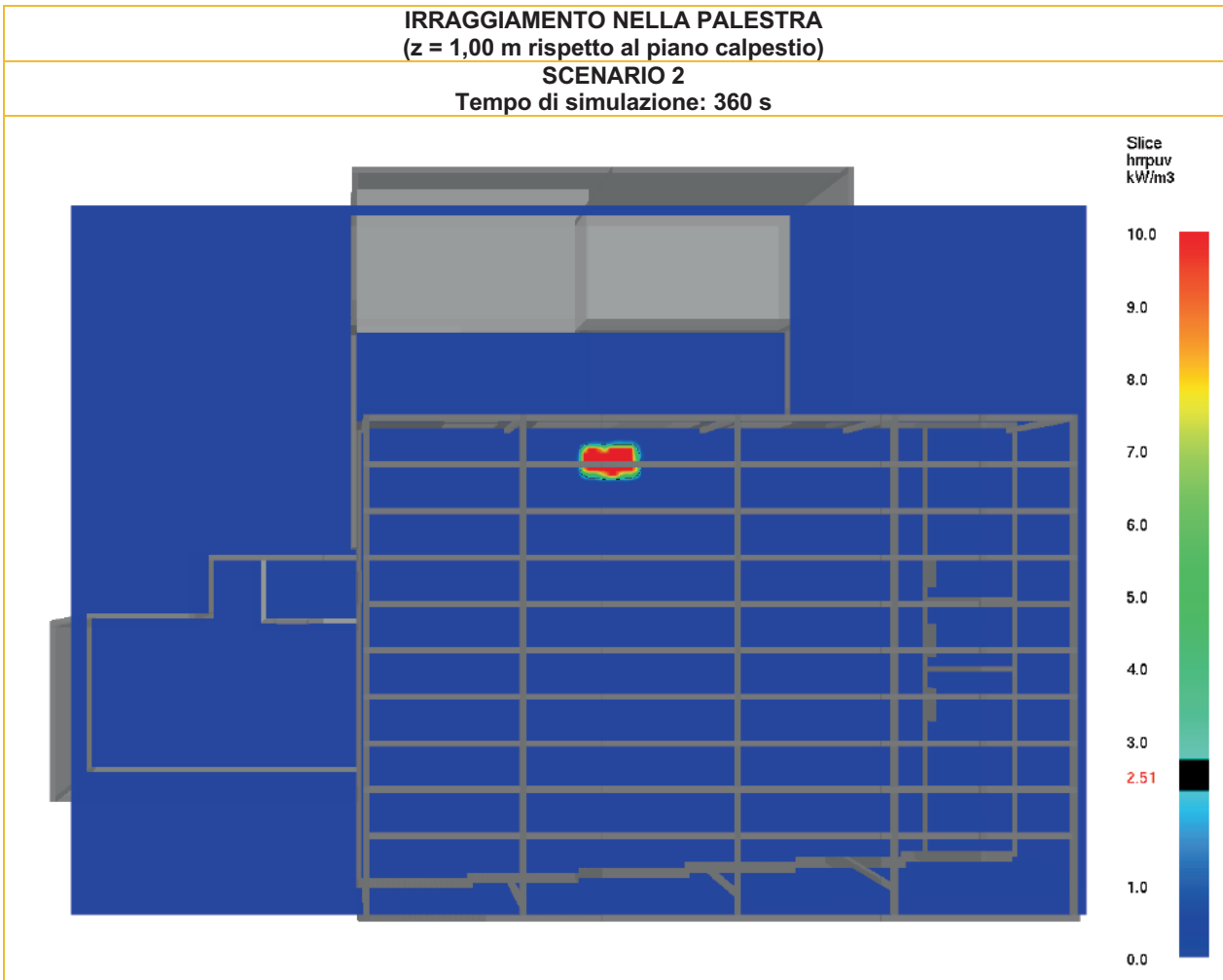


IRRAGGIAMENTO NELLA PALESTRA
(z = 1,00 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 2

Tempo di simulazione: 240 s

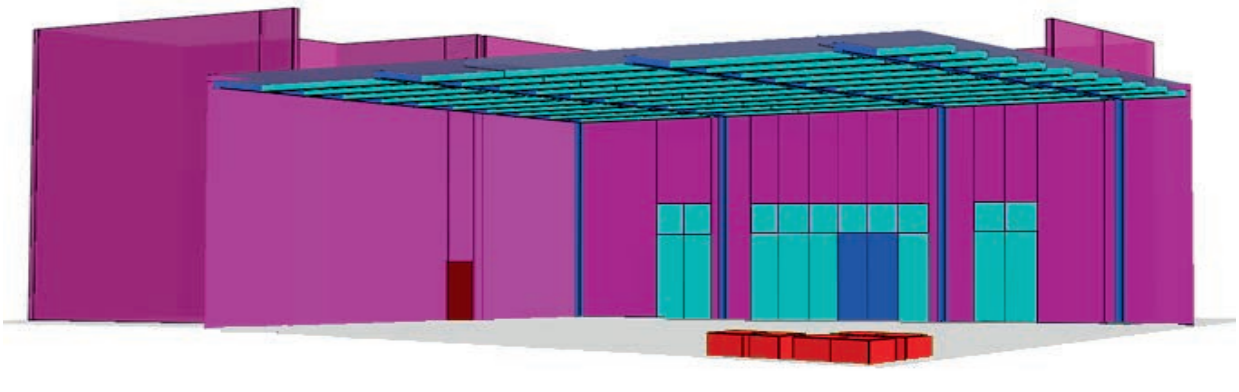
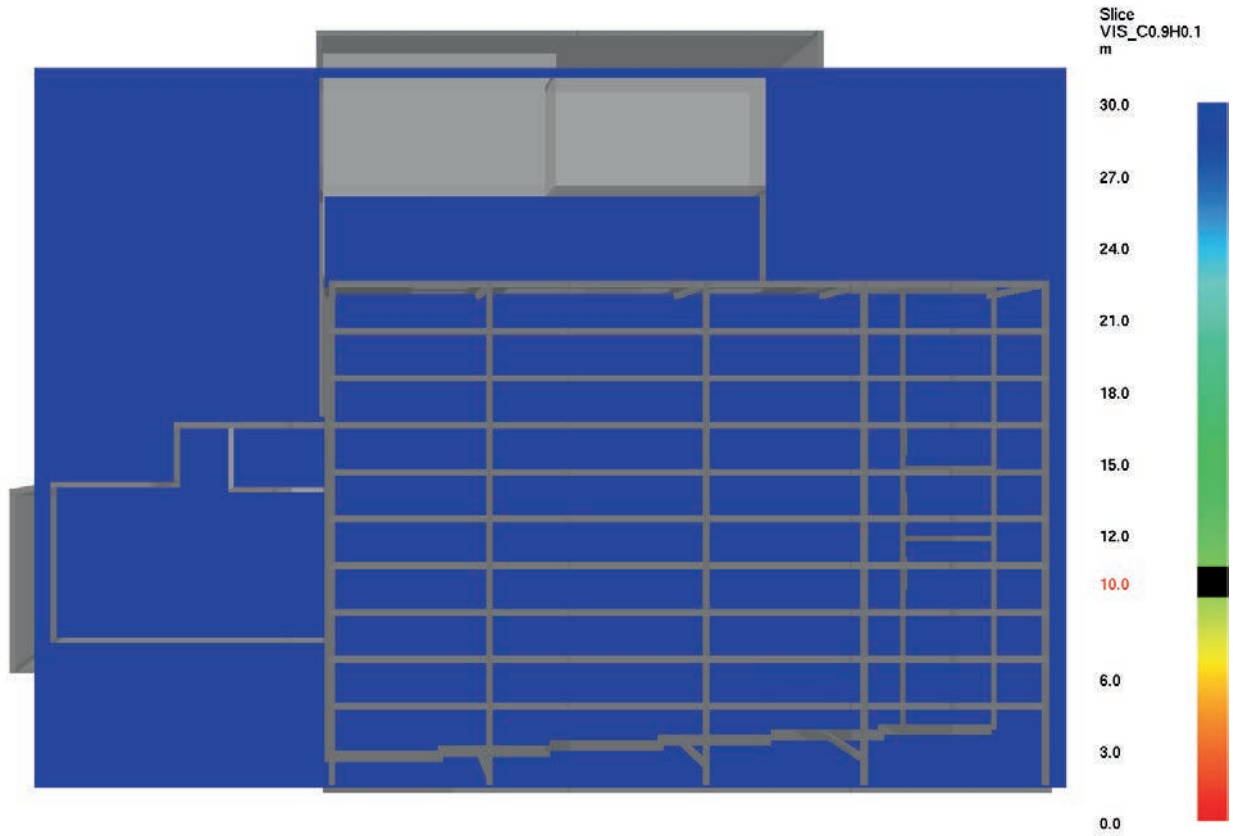




PROPAGAZIONE DEI FUMI NELLA PALESTRA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 3

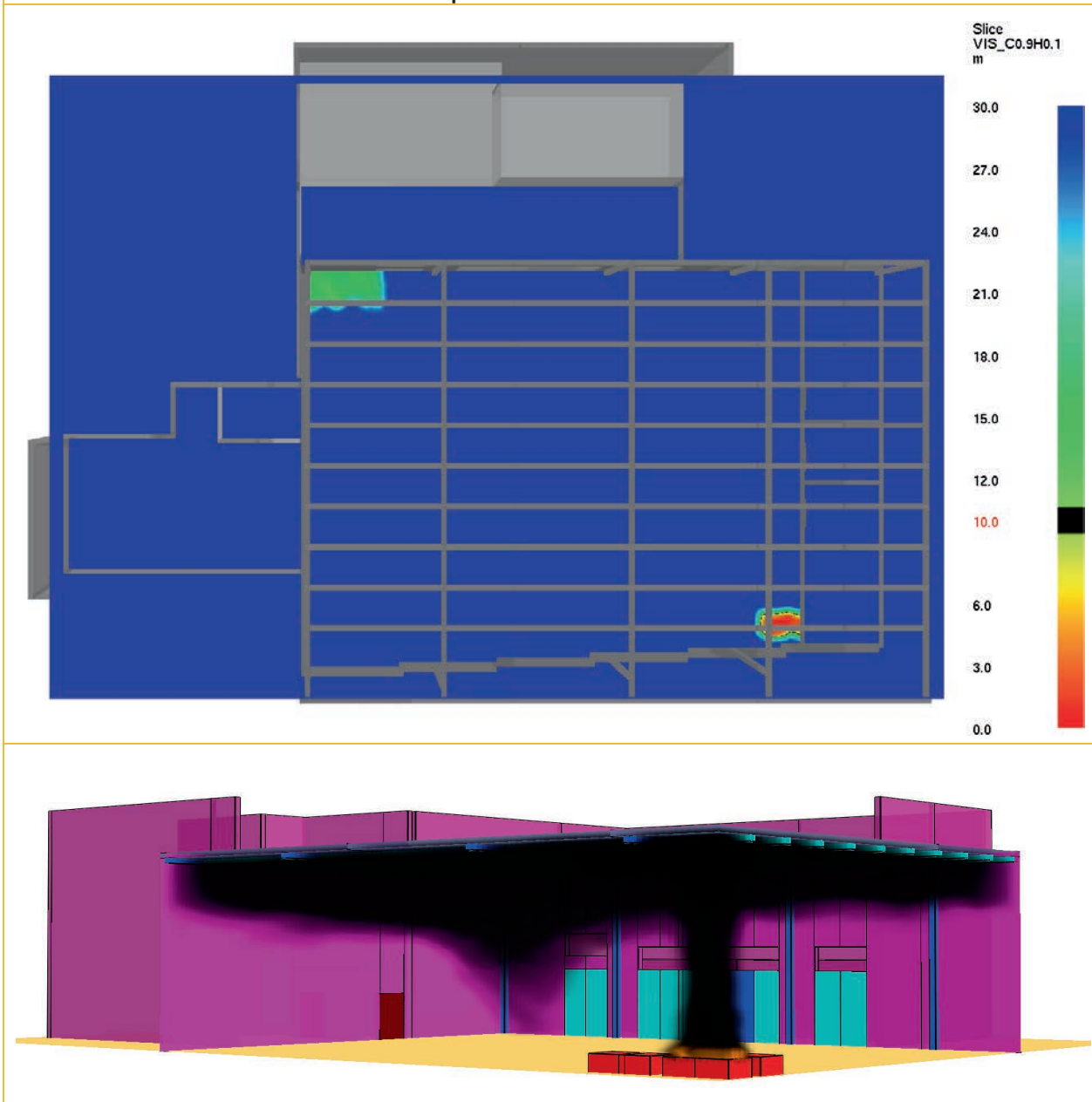
Tempo di simulazione: 120 s



PROPAGAZIONE DEI FUMI NELLA PALESTRA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 3

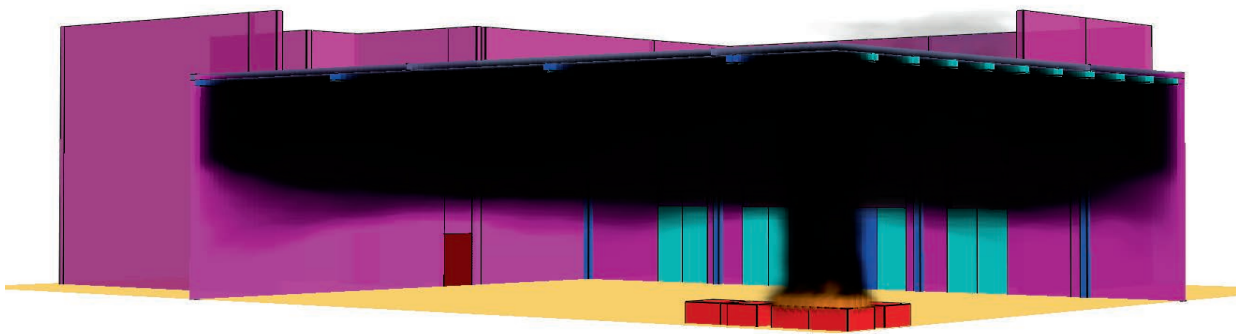
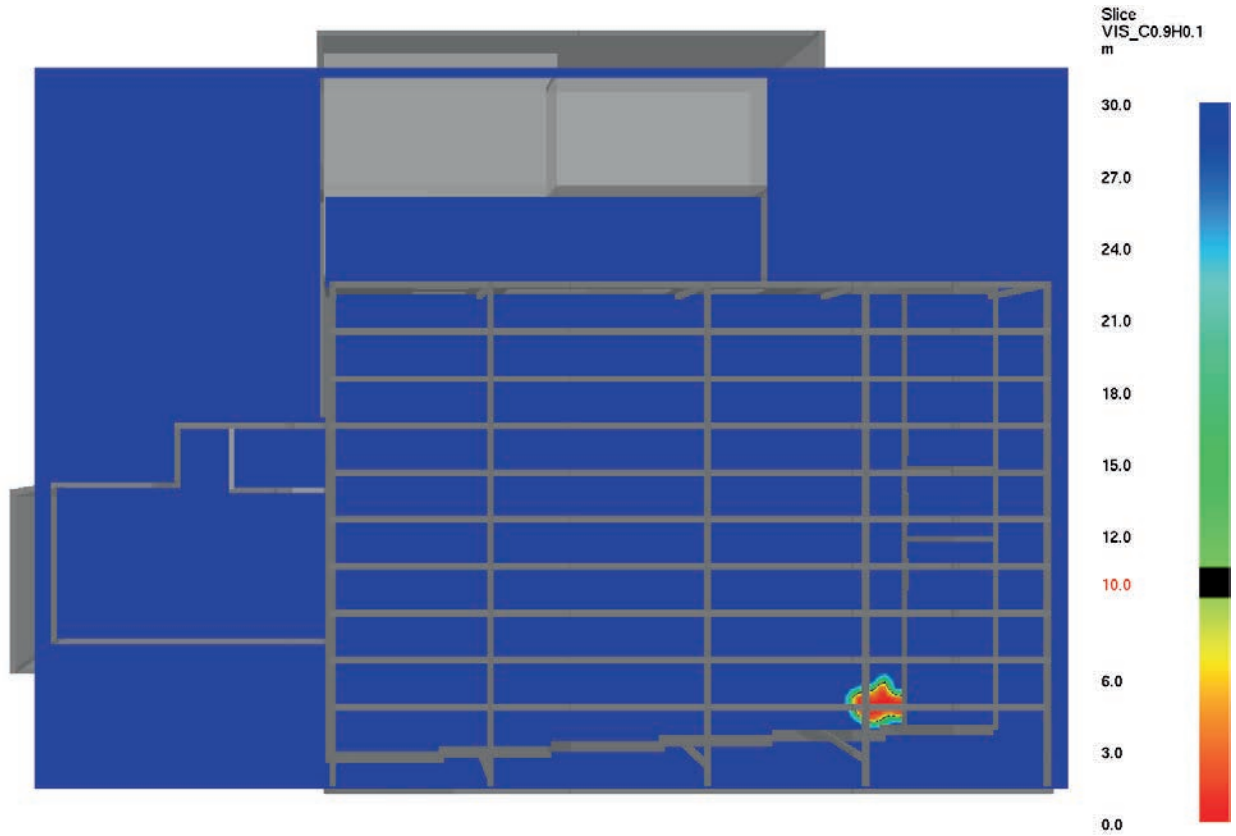
Tempo di simulazione: 240 s

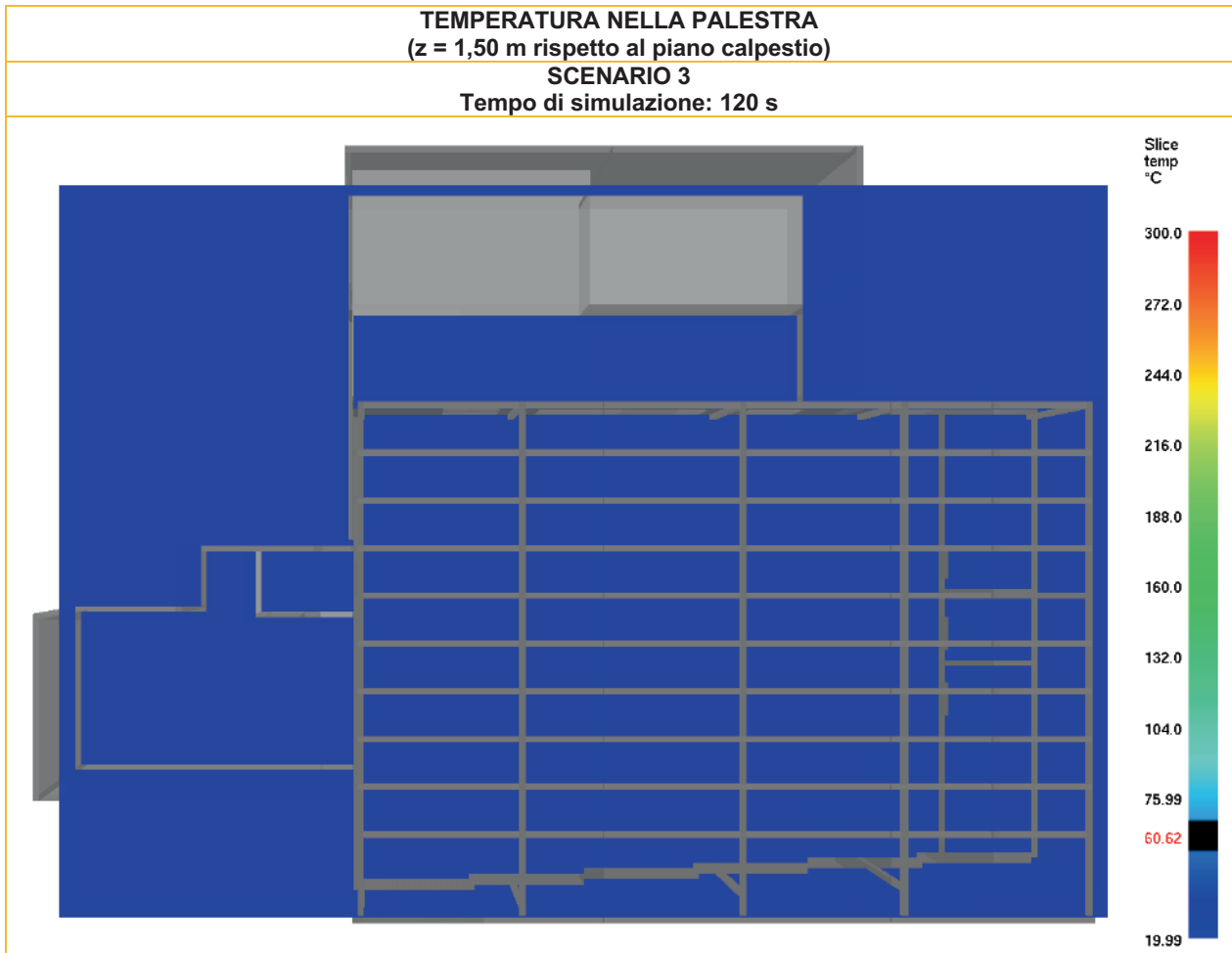


PROPAGAZIONE DEI FUMI NELLA PALESTRA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

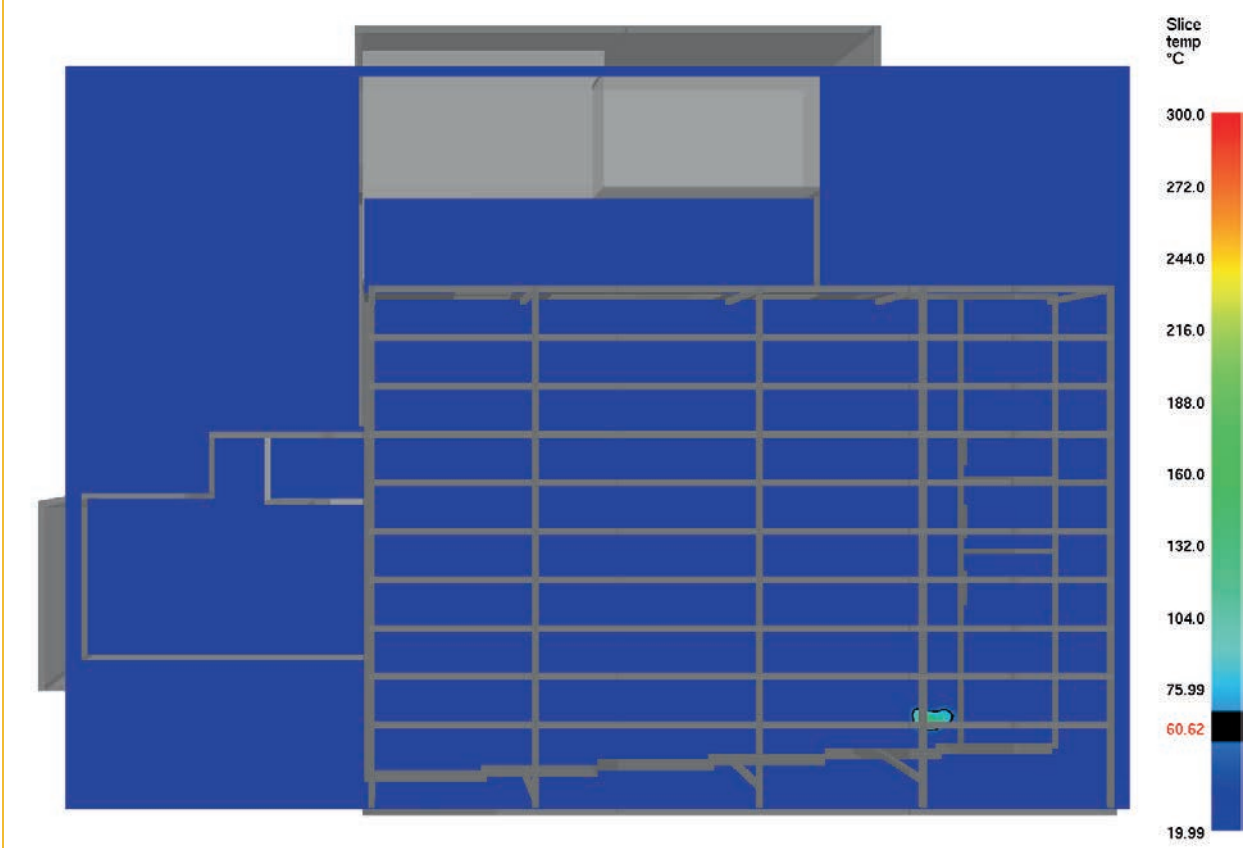
SCENARIO 3

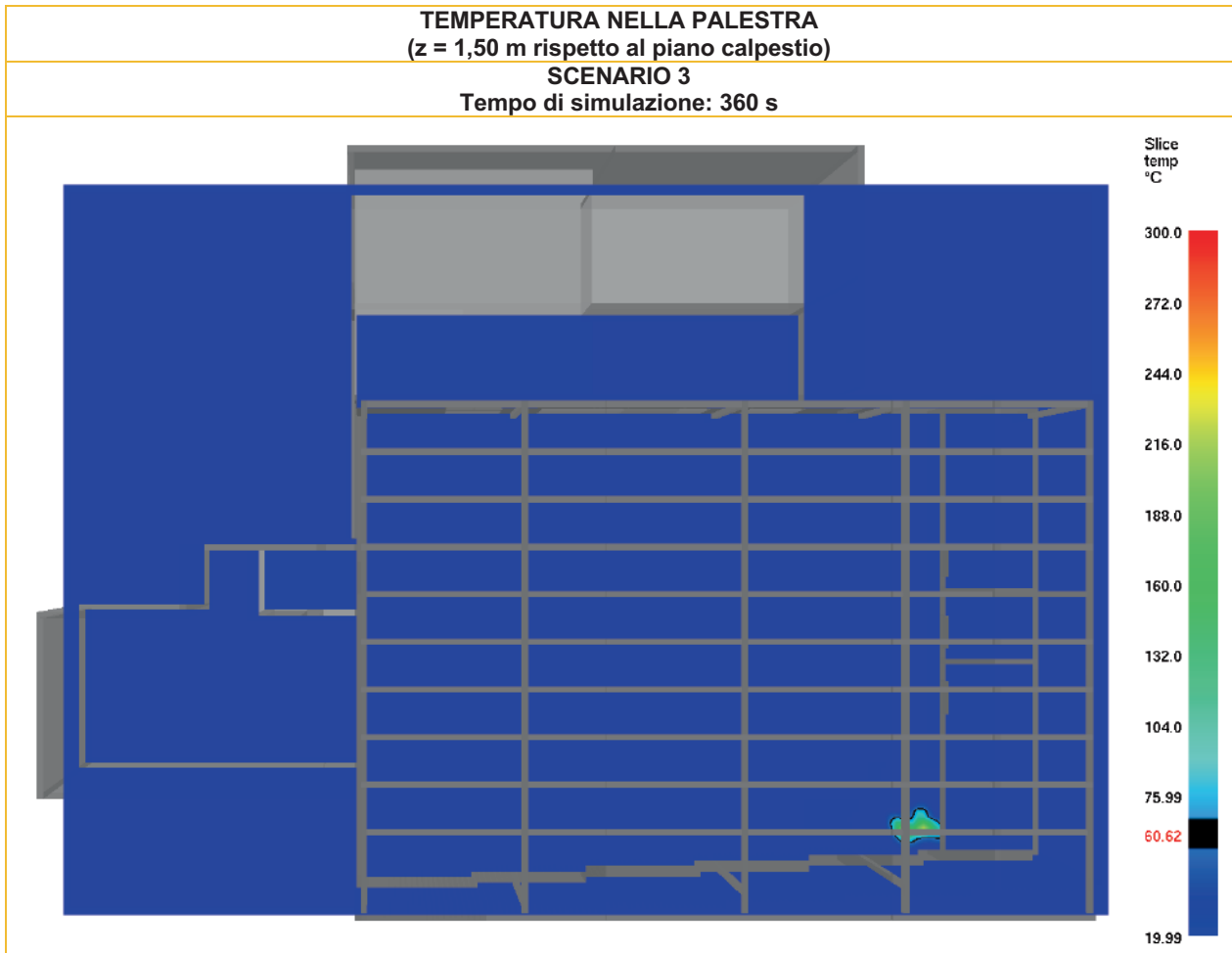
Tempo di simulazione: 360 s





TEMPERATURA NELLA PALESTRA
(z = 1,50 m rispetto al piano calpestio)
SCENARIO 3
Tempo di simulazione: 240 s

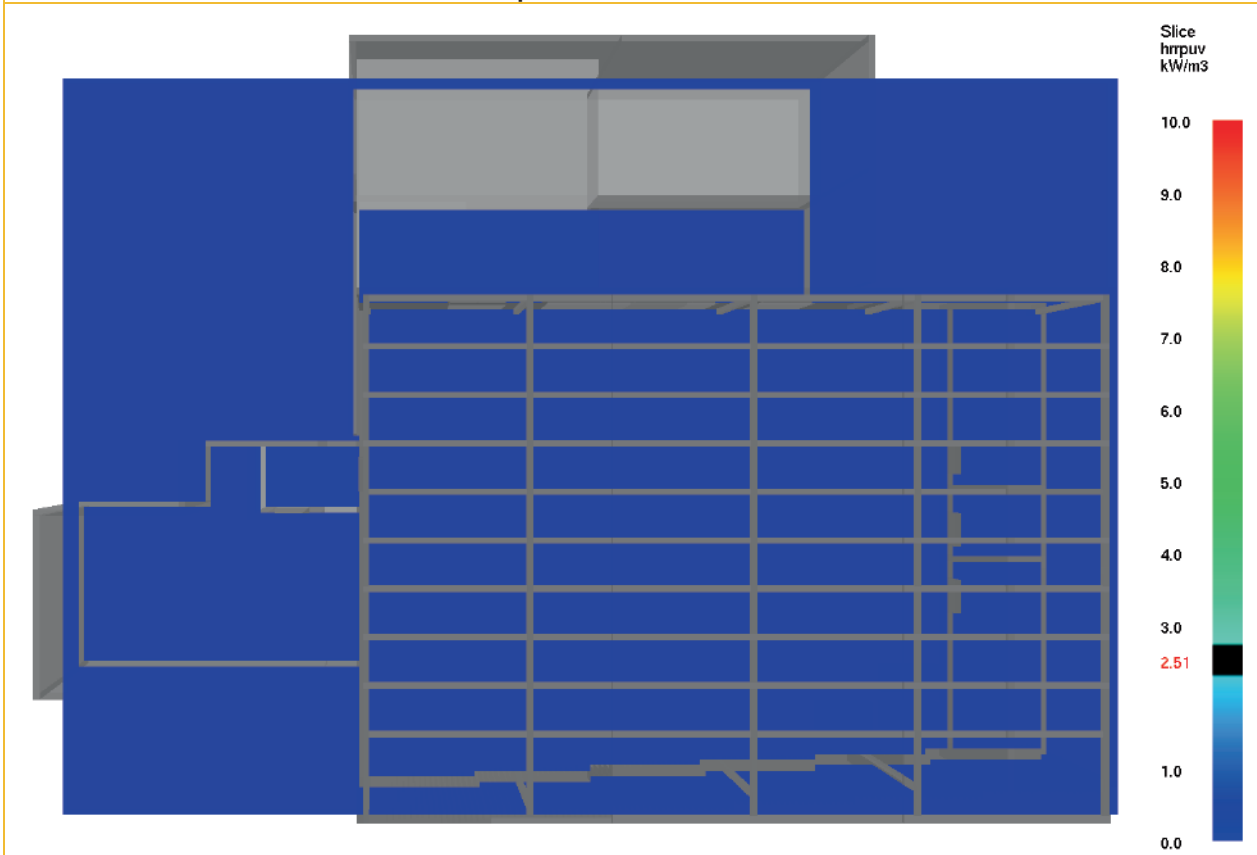


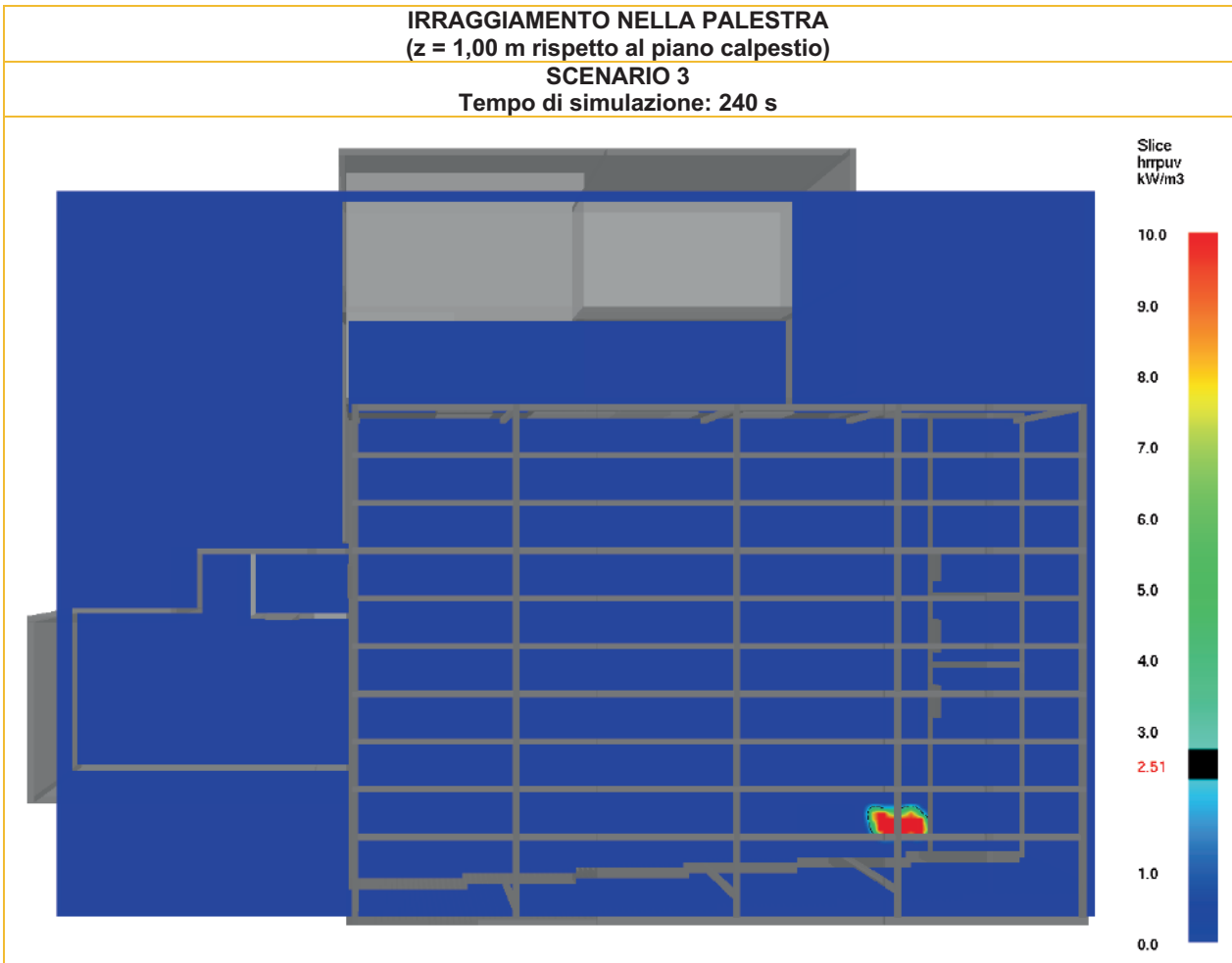


IRRAGGIAMENTO NELLA PALESTRA
(z = 1,00 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 3

Tempo di simulazione: 120 s





IRRAGGIAMENTO NELLA PALESTRA
(z = 1,00 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO 3

Tempo di simulazione: 360 s





MISURA ANTINCENDIO: S.4 ESODO

Esodo

S.4.1 PREMESSA

1. La finalità del sistema d'esodo è di assicurare che gli occupanti dell'attività possano raggiungere un luogo sicuro o permanere al sicuro, autonomamente o con assistenza, prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività ove si trovano.

Nota Gli occupanti raggiungono l'incapacitazione quando diventano inabili a mettersi al sicuro a causa degli effetti dell'incendio (capitolo M.3).

2. Il sistema d'esodo deve assicurare la prestazione richiesta a prescindere dall'intervento dei Vigili del fuoco.

Nota Ad esempio, la funzione richiesta agli spazi calmi è quella di consentire agli occupanti di attendere l'assistenza dei soccorritori per completare l'esodo verso luogo sicuro.

3. Le modalità previste per l'esodo sono le seguenti:

- a. esodo simultaneo;
- b. esodo per fasi;

Nota L'esodo per fasi si attua ad esempio in: edifici di grande altezza, ospedali, multisale, centri commerciali, grandi uffici, attività distribuite, attività con profilo di rischio $R_{ambiente}$ significativo, ...

- c. esodo orizzontale progressivo;

Nota L'esodo orizzontale progressivo si attua ad esempio nei reparti di degenza degli ospedali.

- d. protezione sul posto.

Nota La protezione sul posto si attua ad esempio in: centri commerciali, mall, aerostazioni, ...

4. Il presente capitolo non tratta le tematiche riguardanti la gestione della folla.

Nota Le definizioni di esodo simultaneo, esodo per fasi, esodo orizzontale progressivo, protezione sul posto, gestione della folla sono reperibili nel capitolo G.1.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce agli *ambiti* dell'attività il livello di prestazione I.

(tab. S.4-1) = livello I

Livello di prestazione	Descrizione
I	Gli occupanti raggiungono un <i>luogo sicuro</i> prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività attraversati durante l'esodo.
II	Gli occupanti sono protetti dagli effetti dell'incendio nel luogo in cui si trovano.

Livello di prestazione I (vedi tab. S.4-2):

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Tutte le attività
II	Ambiti per i quali non sia possibile assicurare il livello di prestazione I (es. a causa di dimensione, ubicazione, abilità degli occupanti, tipologia dell'attività, caratteristiche geometriche particolari, vincoli architettonici, ...)

Verificate le condizioni previste, si applica, per la misura in questione, il livello di prestazione I.

A tal riguardo la RTV V.7 non fornisce alcuna ulteriore specifica prescrizione.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.4.4.1, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione I, il sistema d'esodo di ogni ambito deve essere progettato iterativamente come segue:

- si definiscono i dati di ingresso di cui al par. S.4.6: profilo di rischio R_{vita} di riferimento ed affollamento per ciascuno degli ambiti individuati;
- si assicurano i requisiti antincendio minimi del par. S.4.7;
- si definisce lo schema delle vie d'esodo fino a luogo sicuro e lo si dimensiona secondo le indicazioni dei par.S.4.8 ed S.4.9: numeri di vie d'esodo e numero di uscite indipendenti⁵³, corridoi ciechi, luoghi sicuri temporanei e lunghezze d'esodo, larghezza di vie d'esodo ed uscite finali, superficie dei luoghi sicuri e degli spazi calmi, ...
- si verifica la rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche di cui al par. S.4.5. Qualora la verifica non sia soddisfatta, si reitera la procedura.

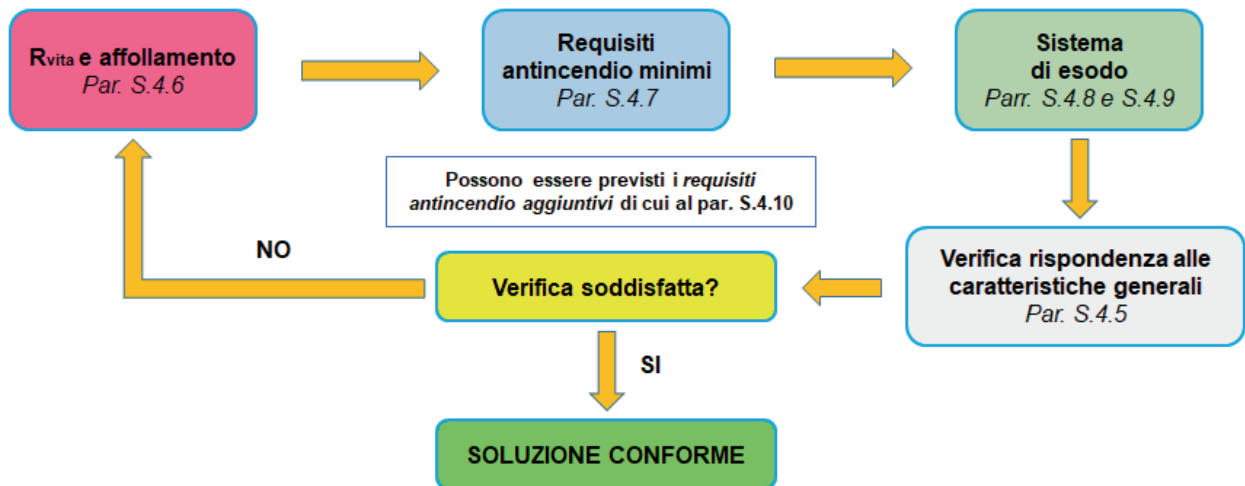
⁵³ **Via d'esodo** (o via d'emergenza): **percorso** senza ostacoli al deflusso, appartenente al sistema d'esodo, che consente agli occupanti di raggiungere un luogo sicuro dal luogo in cui si trovano.

Percorso d'esodo: parte di **via d'esodo** che conduce dall'uscita dei locali dedicati all'attività fino all'**uscita finale**.

Uscita di piano: **varco** del sistema di esodo che immette in via d'esodo verticale da una via d'esodo orizzontale.

Uscita finale (o uscita d'emergenza): **varco** del sistema di esodo al piano di riferimento, che immette all'esterno su luogo sicuro temporaneo o luogo sicuro.

Possono essere eventualmente previsti i requisiti antincendio aggiuntivi del par. S.4.10.



Ciascun ambito considerato è caratterizzato da un sistema d'esodo concepito per la modalità *esodo simultaneo* (vedi par. S.4.7.1).

In tale caso studio, in considerazione della conformazione dell'attività, gli ambiti per i quali sarà dimensionato il sistema di vie di esodo possono essere assunti coincidenti con i compartimenti prima individuati.



Anche per tale misura antincendio, sono ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.4.4.3).

Dati di ingresso per la progettazione del sistema d'esodo

La progettazione del sistema d'esodo dipende dai dati di ingresso per ciascun compartimento specificati nei parr. S.4.6.1 e S.4.6.2.

Pertanto, ciascun componente del sistema d'esodo è dimensionato in funzione del *più gravoso ai fini dell'esodo* dei profili di rischio R_{vita} dei compartimenti serviti.

Per quanto concerne l'*affollamento*, esso sarà determinato come segue (vedi par. S.4.6.2, tabb. S.4-12 e S.4-13).

Nello specifico si hanno i seguenti affollamenti teorici⁵⁴:

Aree ⁵⁵	Affollamento (p)	Totale
Aule piano terra (con posti a sedere)	(26 + 2) x 8	224
Aule piano primo (con posti a sedere)	(26 + 2) x 9	252
Ambiti adibiti ad attività scolastica (senza posti a sedere)	0,4 x 1690	676

Requisiti antincendio minimi per l'esodo

Il numero minimo di vie d'esodo verticali e orizzontali per ciascun ambito dell'attività sarà determinato in relazione ai vincoli imposti dal par. S.4.8.1 per il numero minimo di vie d'esodo e dal par. S.4.8.2 per l'ammissibilità dei corridoi ciechi.

Al fine di evitare la diffusione degli effluenti dell'incendio alla via d'esodo verticale, le vie d'esodo verticali che collegano i compartimenti dell'attività saranno protette da vani con resistenza al fuoco determinata secondo il Cap. S.2 *Resistenza al fuoco* (classe 60) con chiusure dei varchi di comunicazione E 60-Sa (vedi par. S.4.7 punto 2).

Non riscontrandosi le situazioni contemplate nella tab. S.4-14, non sono necessarie due vie d'esodo indipendenti; infatti, il compartimento costituito dal piano interrato (palestra) non costituisce ambito con densità di affollamento $> 0,4 \text{ p/m}^2$.

In ogni caso, dalla palestra, è possibile evacuare mediante due vani scala indipendenti.

R_{vita}	Piani a quota inferiore	Piani a quota superiore
B1, B2, B3	< -5 m	> 32 m
B1 [1], B2 [1], B3 [1], D1, D2	< -1 m	> 12 m
Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3	< -1 m	> 32 m
Altri casi	< -5 m	> 54 m
[1] Ambiti con densità d'affollamento $> 0,4 \text{ p/m}^2$		

TAB. S.4-14: QUOTE DEI PIANI SOGLIA PER DUE VIE D'ESODO INDIPENDENTI

⁵⁴ Come già segnalato nella precedente progettazione mediante RTV tradizionale, nella tabella si fa riferimento ad una situazione puramente teorica, non potendosi verificare la compresenza simultanea degli studenti in aree diverse!

⁵⁵ In nessun ambito l'affollamento risulta superiore a 300 occupanti.



La progettazione del sistema d'esodo

Vie d'esodo ed uscite indipendenti

Numero minimo di vie d'esodo indipendenti⁵⁶

Per quanto concerne le vie d'esodo indipendenti (par. S.4.8.1), al fine di limitare la probabilità che l'esodo degli occupanti sia impedito dall'incendio, devono essere previste almeno due vie d'esodo indipendenti.

Come osservato per la precedente progettazione mediante RTV tradizionale, si ipotizza di confermare, anche in questa sede, la presenza della *scala di sicurezza esterna* (lato aule) che affianchi la scala principale nelle fasi di esodo degli occupanti del piano primo⁵⁷.

È ammessa la presenza di corridoi ciechi secondo le prescrizioni del par. S.4.8.2.

⁵⁶ La via d'esodo serve l'intera attività e rappresenta il percorso dell'occupante dal punto più sfavorevole dell'attività sino al raggiungimento del luogo sicuro.

⁵⁷ Per gli scopi della presente pubblicazione si conferma tale soluzione, non considerando l'eventualità di adottare una soluzione alternativa in grado di evitare la realizzazione della scala esterna. L'attento lettore potrebbe cimentarsi, a tale scopo, nello studio, basato sui principi della FSE, con l'obiettivo di dimostrare come l'esodo dal piano primo possa avvenire in condizioni di sicurezza per gli occupanti, una volta verificati i parametri di tenibilità ambientale, anche in assenza della predetta scala esterna.

Numero minimo di uscite indipendenti⁵⁸

Al fine di limitare la probabilità che si sviluppi sovraffollamento localizzato alle uscite, deve essere previsto almeno il numero di uscite indipendenti previsto nella seguente tab. S.4-15 in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento e dell'affollamento dell'ambito servito.

R_{vita}	Affollamento dell'ambito servito	Numero minimo uscite indipendenti
Qualsiasi	> 500 occupanti	3
B1 [1], B2 [1], B3 [1]	> 150 occupanti	
Altri casi		2
Se ammesso corridoio cieco secondo le prescrizioni del paragrafo S.4.8.2		1
[1] Ambiti con densità d'affollamento > 0,4 p/m ²		

TAB. S.4-15: NUMERO MINIMO DI USCITE INDIPENDENTI DA LOCALE O SPAZIO LIBERO APERTO

Nello specifico, atteso che le vie d'esodo devono terminare in luogo sicuro:

- il piano interrato dispone di due vie d'esodo indipendenti che terminano, una nell'uscita di piano che immette nella scala principale e l'altra verso la scala esterna che immette ai livelli superiori e, quindi, all'esterno del complesso;
- il piano seminterrato dispone di due vie d'esodo indipendenti che conducono direttamente all'esterno del complesso, oltre alla possibilità di utilizzo della scala principale e della scala esterna di cui al precedente punto;
- il piano primo dispone di due vie d'esodo indipendenti che terminano, una nell'uscita di piano che immette nella scala principale e l'altra verso la scala esterna (lato aule) che immette all'esterno del complesso;
- il piano terra dispone di due vie d'esodo indipendenti che conducono direttamente all'esterno del complesso.

Determinazione dell'indipendenza tra vie d'esodo orizzontali e tra uscite

Le prescrizioni di cui al par. S.4.8.1.3 risultano soddisfatte (vedi planimetrie seguenti) e, pertanto, le vie d'esodo presenti risultano indipendenti.

⁵⁸ Le uscite servono il locale o lo spazio a cielo libero e non necessariamente un compartimento.

Determinazione dell'indipendenza tra vie d'esodo verticali

Le prescrizioni di cui al par. S.4.8.1.4, nel caso specifico, sono soddisfatte potendosi considerare *indipendenti* coppie di vie d'esodo verticali qualora almeno una delle due sia via d'esodo esterna.

Corridoi ciechi

Dall'ambito servito, il *corridoio cieco* (porzione di via d'esodo da cui è possibile l'esodo in un'unica direzione) offre agli occupanti una sola via d'esodo senza alternative. In base alla tab. S.4-18, la massima lunghezza dei corridoi ciechi ammessa per i profili R_{vita} presenti, in relazione agli affollamenti complessivi degli ambiti serviti, risulta:

R_{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L_{cc}	R_{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L_{cc}
A1	≤ 100 occupanti	≤ 45 m	B1, E1	≤ 50 occupanti	≤ 25 m
A2		≤ 30 m	B2, E2		≤ 20 m
A3		≤ 15 m	B3, E3		≤ 15 m
A4	≤ 50 occupanti	≤ 10 m	Cii1, Ciii1		≤ 20 m
D1		≤ 20 m	Cii2, Ciii2		≤ 15 m
D2		≤ 15 m	Cii3, Ciii3		≤ 10 m

I valori delle massime lunghezze di corridoio cieco di riferimento L_{cc} possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.

TAB. S.4-18: CONDIZIONI PER IL CORRIDOIO CIECO

La tab. S.4-18 consente di definire "ammissibile" il corridoio cieco in funzione del profilo R_{vita} e dell'affollamento dell'ambito servito; *in soluzione conforme* solamente ove entrambi i parametri risultino verificati è possibile ammettere il corridoio cieco. Tanto premesso, nel caso specifico, essendo sempre disponibili un numero uscite indipendenti almeno pari a due, il punto in esame non risulta di interesse essendo sempre disponibili da ogni punto un numero di uscite indipendenti almeno pari a due, salvo alcuni piccoli ambienti con corridoi ciechi di ridotte dimensioni⁵⁹.

⁵⁹ Gli unici corridoi ciechi si riscontrano all'interno delle aule, delle stanze dei docenti (fino allo sbarco nei corridoi) e degli spazi di pertinenza degli spogliatoi e della palestra, presentando comunque dimensioni assolutamente congruenti con la tab. S.4-18.

Lunghezze d'esodo

Secondo il comma 1 del par. S.4.8.3, al fine di limitare il tempo necessario agli occupanti per abbandonare il compartimento di primo innesco dell'incendio, almeno una delle *lunghezze d'esodo* determinate da qualsiasi punto dell'attività non deve superare i valori massimi L_{es} della seguente tab. S.4-25 in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento.

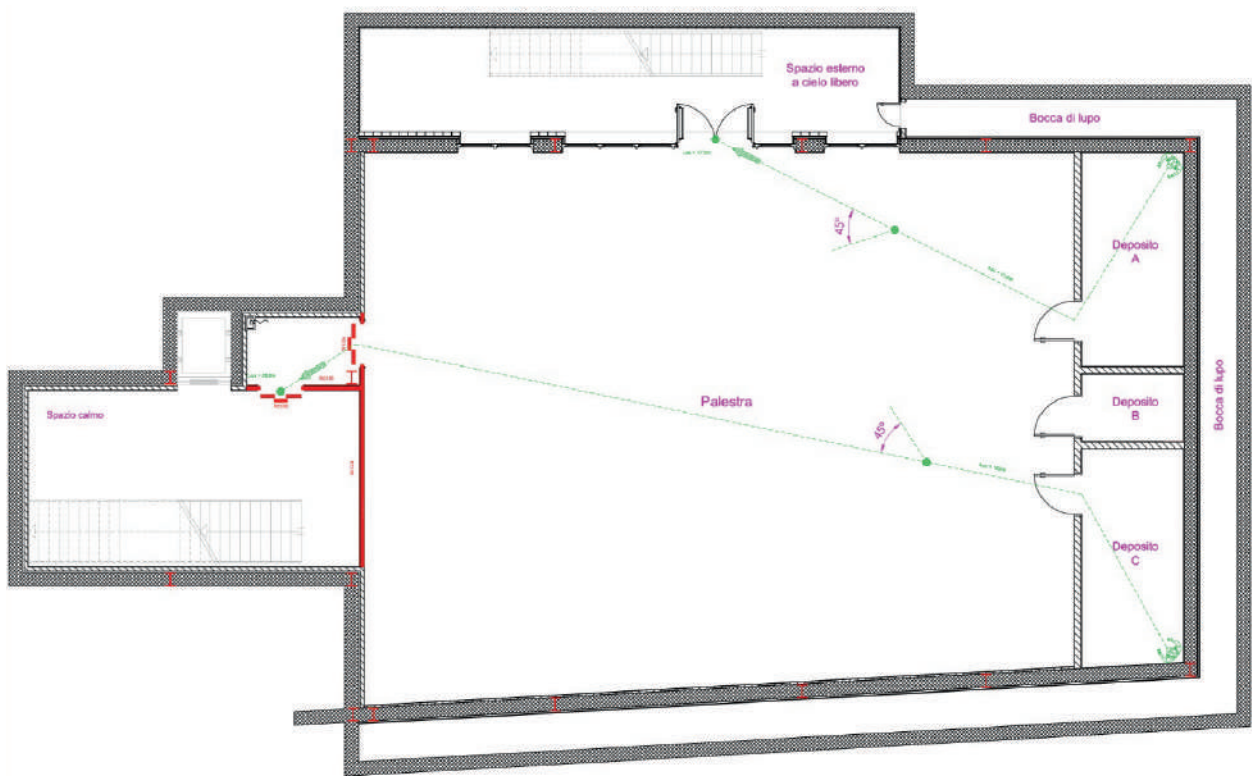
In relazione ai profili R_{vita} presenti, risulta:

R_{vita}	Max lunghezza L_{es}	R_{vita}	Max lunghezza L_{es}
A1	≤ 70 m	B1, E1	≤ 60 m
A2	≤ 60 m	B2, E2	≤ 50 m
A3	≤ 45 m	B3, E3	≤ 40 m
A4	≤ 30 m	Cii1, Ciii1	≤ 40 m
D1	≤ 30 m	Cii2, Ciii2	≤ 30 m
D2	≤ 20 m	Cii3, Ciii3	≤ 20 m

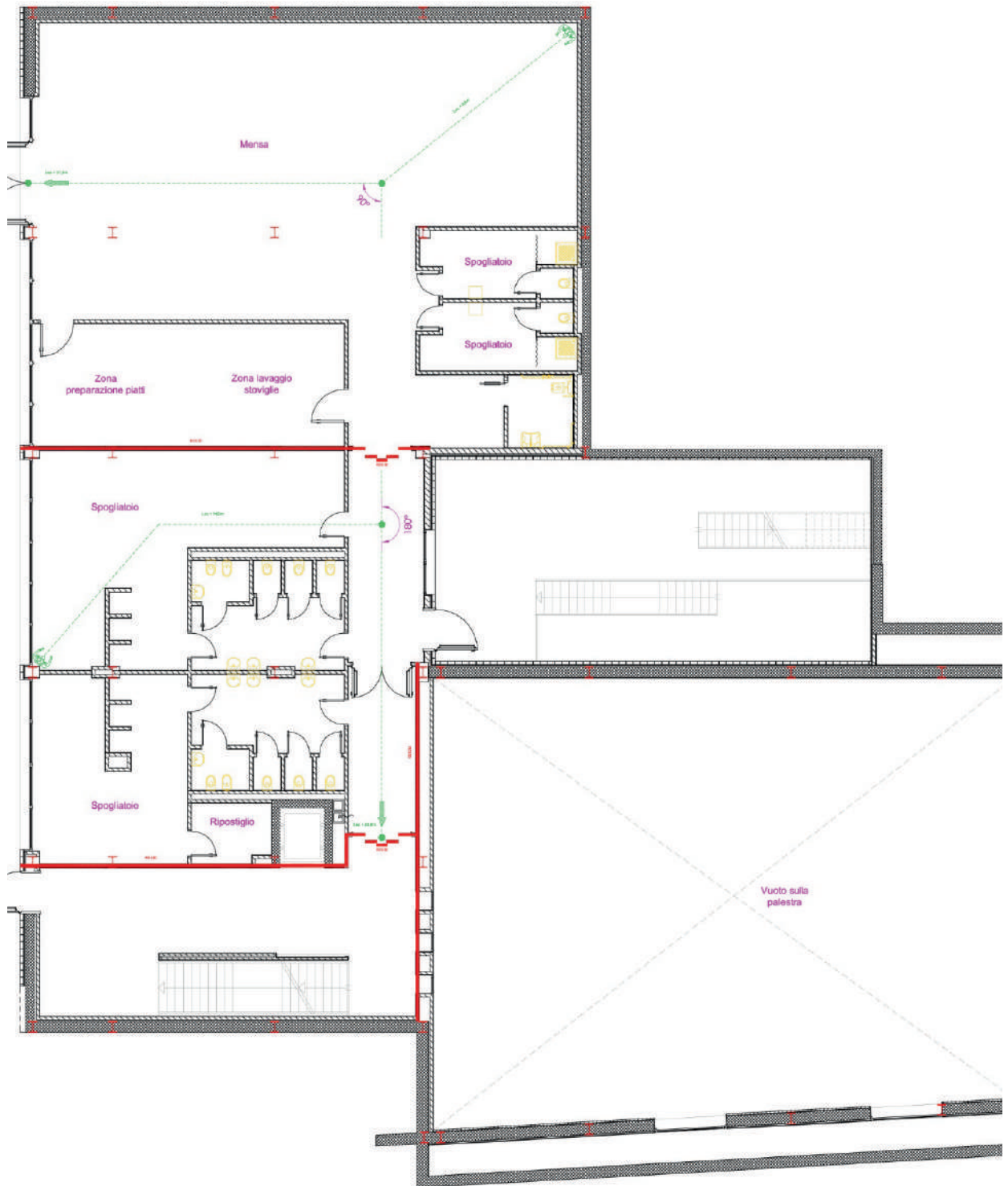
TAB. S.4-25: MASSIME LUNGHEZZE D'ESODO

Ambito	R_{vita}	Max lunghezza L_{es} (m)	Conforme
Palestra	A2	60	SI
Mensa	A2	60	SI
Spogliatoi	A2	60	SI
Aule	A2	60	SI
	A2	60	SI
Spazi corpo docente	A2	60	SI

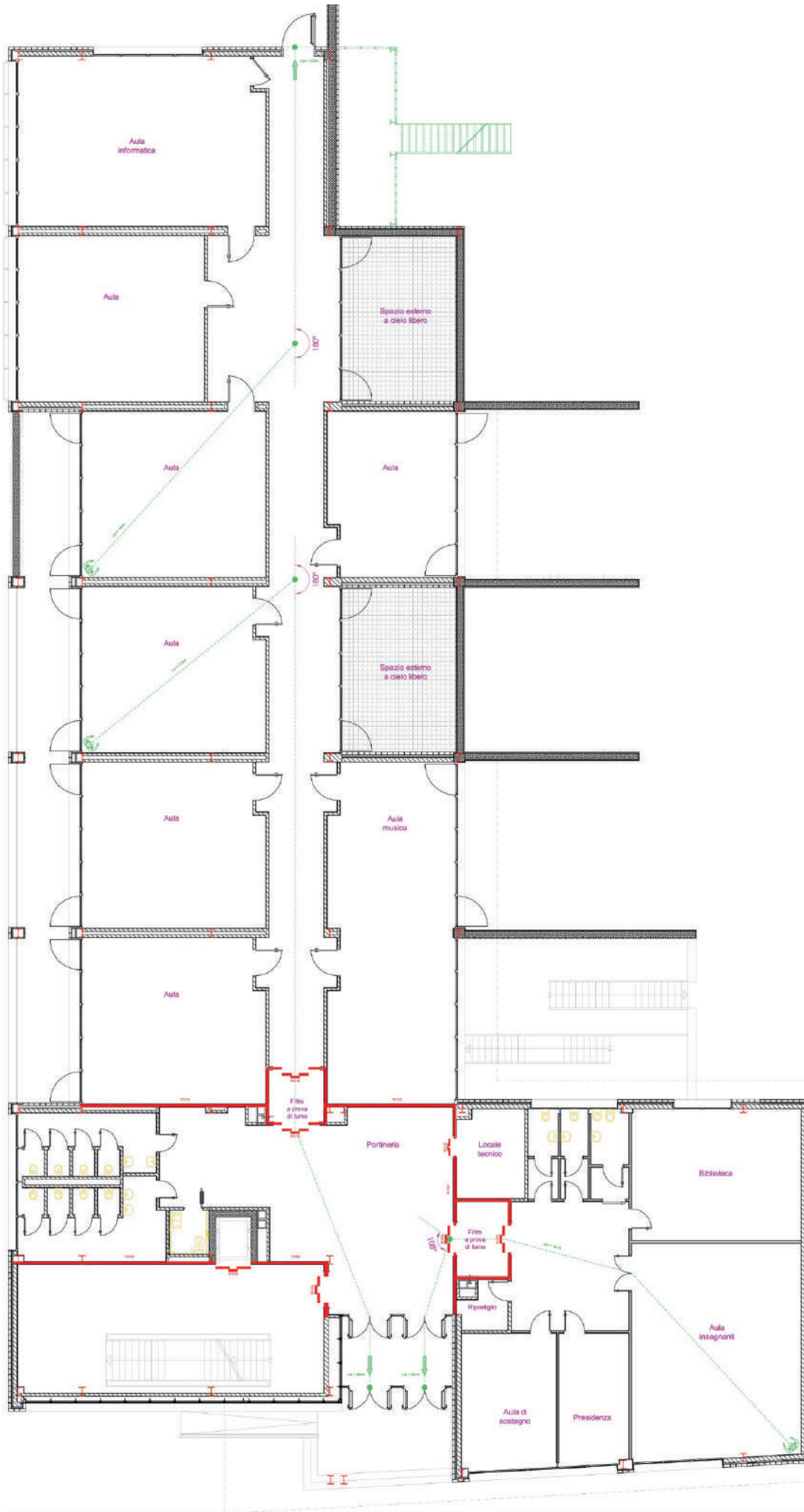
In funzione dei profili di rischio presenti, la lunghezza massima d'esodo sarà sempre inferiore alle prescrizioni qui riportate.



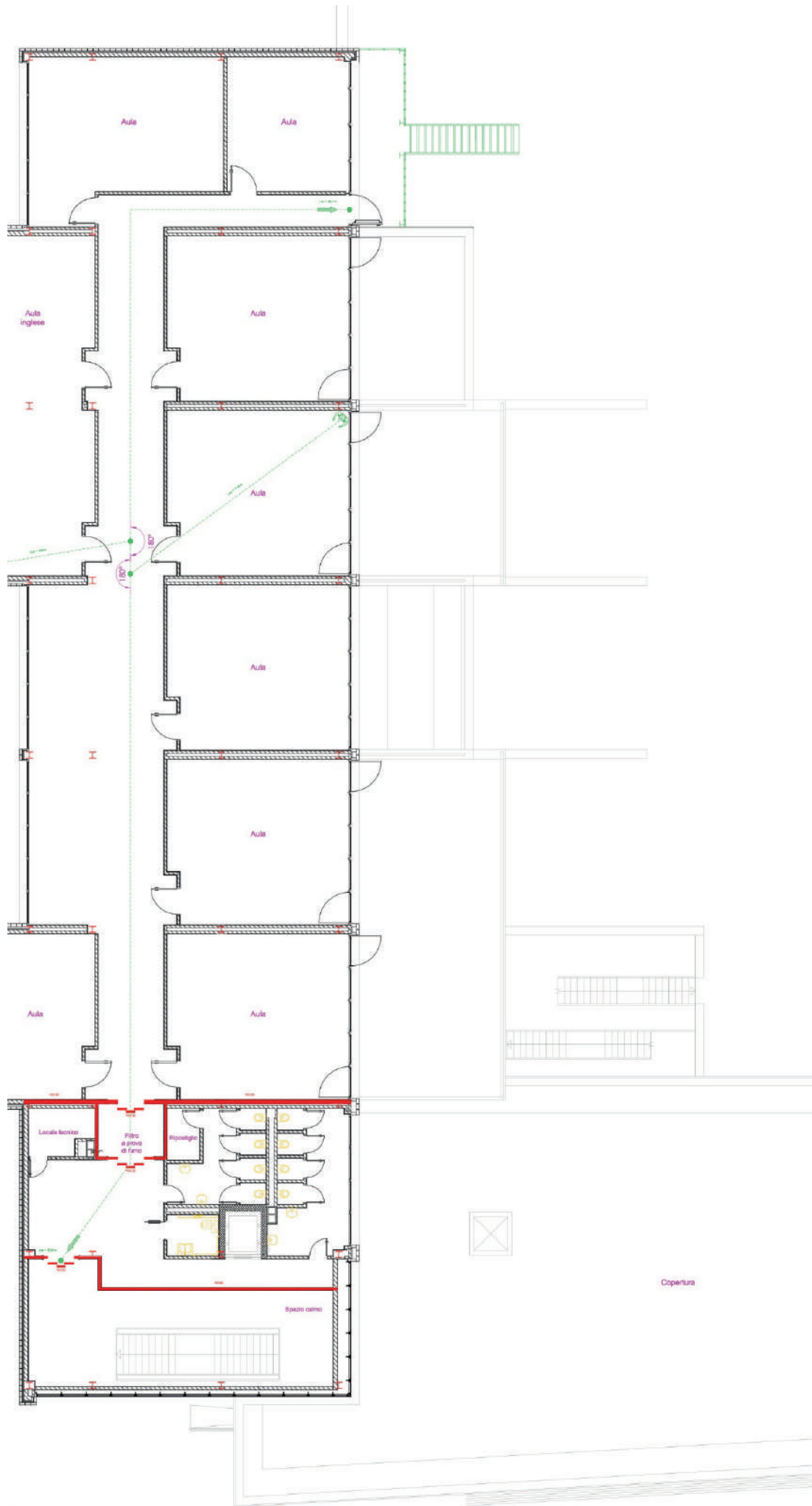
VIE D'ESODO ED USCITE INDIPENDENTI - PIANO INTERRATO



VIE D'ESODO ED USCITE INDIPENDENTI - PIANO SEMINTERRATO



VIE D'ESODO ED USCITE INDIPENDENTI - PIANO TERRA



VIE D'ESODO ED USCITE INDIPENDENTI - PIANO PRIMO

Altezza delle vie d'esodo

Risulta soddisfatta la prescrizione di cui al par. S.4.8.4.1; l'altezza delle vie d'esodo, infatti, sarà sempre superiore a 2 m.

Larghezza delle vie d'esodo

Secondo il comma 2 del par. S.4.8.5, la *larghezza delle vie d'esodo* deve essere valutata lungo tutta la via d'esodo.

Essa è la minima misurata, dal piano di calpestio fino all'altezza di 2 m, deducendo l'ingombro di eventuali elementi sporgenti con esclusione degli estintori.

Tra gli elementi sporgenti non vanno considerati i corrimano e i dispositivi di apertura delle porte con sporgenza ≤ 80 mm.

Saranno individuate, secondo il comma 3 del par. S.4.8.5, le condizioni più gravose per i componenti del sistema d'esodo tramite la *verifica di ridondanza* prevista al par. S.4.8.6 e successivamente sarà determinata la larghezza minima delle vie d'esodo come previsto ai parr. S.4.8.7, S.4.8.8, S.4.8.9 e S.4.8.10.

Si vedano anche, nel seguito della trattazione, le tabb. S.4-33 e S.4-34.

Individuazione delle condizioni più gravose per i componenti del sistema d'esodo

Verifica di ridondanza prevista al par. S.4.8.6

Determinazione della larghezza minima delle vie d'esodo parr. S.4.8.7, S.4.8.8, S.4.8.9 e S.4.8.10

Calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali

Si fa riferimento al par. S.4.8.7.

La larghezza minima L_0 della via d'esodo orizzontale (es.: corridoio, porta, uscita, ecc.), che consente il regolare esodo degli occupanti che la impiegano, è calcolata come segue:

$$L_0 = L_U \cdot n_0$$

dove:

- L_0 è la larghezza minima della via d'esodo orizzontale [mm];
- L_U è la larghezza unitaria per le vie d'esodo orizzontali determinata dalla seguente tab. S.4-27 in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento [mm/persona];
- n_0 è il numero degli occupanti che impiegano tale via d'esodo orizzontale, nelle condizioni d'esodo più gravose (par. S.4.8.6).

La larghezza L_0 può essere suddivisa tra più percorsi.

R_{vita}	Larghezza unitaria (mm/persona)	Δt_{coda}	R_{vita}	Larghezza unitaria (mm/persona)	Δt_{coda}
A1	3,40	330 s	B1, C1, E1	3,60	310 s
A2	3,80	290 s	B2, C2, D1 E2	4,10	270 s
A3	4,60	240 s	B3, C3, D2, E3	6,20	180 s
A4	12,30	90 s	-	-	-

TAB. S.4-27: LARGHEZZE UNITARIE PER VIE D'ESODO ORIZZONTALI

In relazione ai profili R_{vita} e agli affollamenti presenti, risulta:

Ambito	R_{vita}	Affollamento occupanti (p)	Larghezza unitaria L_u mm/persona	Larghezza minima totale L_0 mm	Conforme
Palestra	A2	160	3,80	608	SI
Mensa	A2	122	3,80	464	SI
Spogliatoi	A2	84	3,80	320	SI
Aule	A2	224	3,80	852	SI
	A2	252	3,80	958	SI
Spazi corpo docente	A2	100	3,80	380	SI
Scala principale	A2	210	3,80	798	SI

Nella seguente tab. S.4-28 sono riportati i valori della larghezza minima per le vie d'esodo orizzontali.

Per l'attività in esame tale larghezza risulta essere sempre ≥ 900 mm in corrispondenza delle porte situate nelle vie di fuga.

Tale larghezza è accettata in quanto, in base alla tab. S.4-28 è ammissibile per affollamenti ≤ 300 occupanti.

Larghezza	Criterio
≥ 1200 mm	Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti oppure > 200 occupanti prevalentemente in piedi e densità d'affollamento $> 0,7$ p/m ²
≥ 1000 mm	Affollamento dell'ambito servito > 300 occupanti
≥ 900 mm	Affollamento dell'ambito servito ≤ 300 occupanti Larghezza adatta anche a coloro che impiegano ausili per il movimento
≥ 800 mm	Varchi da ambito servito con affollamento ≤ 50 occupanti
≥ 700 mm	Varchi da ambito servito con affollamento ≤ 10 occupanti (es. singoli uffici, camere d'albergo, locali di abitazione, appartamenti, ...)
≥ 600 mm	Ambito servito ove vi sia esclusiva presenza di personale specificamente formato, oppure occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti (es. locali impianti o di servizio, piccoli depositi, ...).
L'affollamento dell'ambito servito corrisponde al totale degli occupanti che impiegano ciascuna delle vie d'esodo che si dipartono da tale ambito.	

TAB. S.4-28: LARGHEZZE MINIME PER VIE D'ESODO ORIZZONTALI

Verifica di ridondanza delle vie d'esodo orizzontali

Si fa riferimento al par. S.4.8.6.

In generale, se un ambito è servito da più di una via d'esodo, si ipotizza che l'incendio ne possa rendere indisponibile una.

Ai fini della verifica di ridondanza, si deve rendere indisponibile una via d'esodo alla volta e verificare che le restanti vie d'esodo indipendenti da questa abbiano larghezza complessiva sufficiente a consentire l'esodo degli occupanti.

Nella verifica di ridondanza non è necessario procedere ad ulteriore verifica dei corridoi ciechi e delle lunghezze d'esodo.

Nello specifico, tale verifica è soddisfatta in tutti gli ambiti serviti; a titolo esemplificativo, per il piano terra (compartimento con profilo di rischio $R_{vita} = A2$), considerando le due vie d'esodo da 2400 mm e ipotizzando di renderne indisponibile una, potrebbero, in linea teorica, comunque esodare:

$$2400 \text{ mm} / 3,80 \text{ mm/p} = 632 \text{ occupanti } (> \text{ dei } 324 \text{ effettivamente calcolati})$$

Calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo verticali

Si fa riferimento al par. S.4.8.8.

In funzione della modalità d'esodo adottata (par. S.4.1, nel caso in esame *esodo simultaneo*), la larghezza minima L_V della via d'esodo verticale che consente il regolare esodo degli occupanti che la impiegano è calcolata come specificato nei par. S.4.8.8.1. Nella modalità *d'esodo simultaneo*, le vie d'esodo verticali devono essere in grado di consentire l'evacuazione contemporanea di tutti gli occupanti in evacuazione da tutti i piani serviti.

$$L_V = L_U \cdot n_V$$

dove:

- L_V è la larghezza minima della via d'esodo verticale [mm];
- L_U è la larghezza unitaria determinata dalla seguente tab. S.4-29 in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento e del numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale [mm/persona];
- n_V è il numero degli occupanti che impiegano tale via d'esodo verticale, provenienti da tutti i piani serviti, nelle condizioni d'esodo più gravose (par. S.4.8.6).

La larghezza L_V può essere suddivisa tra più percorsi.

R_{vita}	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale										Δt_{coda}
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9	
A1	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00	330 s
B1, C1, E1	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05	310 s
A2	4,55	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	290 s
B2, C2, D1, E2	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15	270 s
A3	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30	240 s
B1 [1], B2 [1], B3, C3, D2, E3	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25	180 s
A4	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15	90 s

I valori delle larghezze unitarie sono espressi in mm/persona ed assicurano una durata dell'attesa in coda, per gli occupanti che impiegano la specifica via d'esodo, non superiore a Δt_{coda} .

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati per le *scale* secondo le indicazioni della tabella S.4-30, oppure per le *rampe* secondo le indicazioni della tabella S.4-31.

[F] Impiegato anche nell'esodo *per fasi*.

[1] Per occupanti prevalentemente in piedi e densità d'affollamento $> 0,7$ p/m².

TABELLA S.4-29: LARGHEZZA UNITARIA PER VIE D'ESODO VERTICALI

In relazione ai profili R_{vita} e agli affollamenti presenti, considerato che il compartimento servito dalla via di esodo verticale più penalizzante è quello relativo ai due piani aule, si utilizza il valore L_U pari a 3,25 mm.

Pertanto, risulta:

$$L_V = L_U \cdot n_V = 3,25 \cdot 252 = 819 \text{ mm}$$

Nella seguente tab. S.4-32 sono riportati i valori della larghezza minima per le vie d'esodo verticali.

Per l'attività in esame tale larghezza risulta essere sempre ≥ 900 mm.

Tale larghezza è accettata in quanto, in base alla tab. S.4-32, è ammissibile per affollamenti ≤ 300 occupanti.

Larghezza	Criterio
≥ 1200 mm	Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti oppure > 200 occupanti prevalentemente in piedi e densità d'affollamento $> 0,7$ p/m ²
≥ 1000 mm	Affollamento dell'ambito servito > 300 occupanti
≥ 900 mm	Affollamento dell'ambito servito ≤ 300 occupanti
≥ 600 mm	Ambito servito ove vi sia esclusiva presenza di personale specificamente formato, oppure occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti (es. locali impianti o di servizio, piccoli depositi, ...).
L'affollamento dell'ambito servito corrisponde al totale degli occupanti che impiegano ciascuna delle vie d'esodo che si dipartono da tale ambito.	

TAB. S.4-32: LARGHEZZE MINIME PER VIE D'ESODO VERTICALI

La scala d'esodo, presentando l'alzata dei gradini < 17 cm e la pedata pari a 30 cm, non consente alcun incremento della larghezza unitaria della scala, in relazione alle prescrizioni di cui alla tab. S.4-30.

Verifica di ridondanza delle vie d'esodo verticali

Si fa riferimento al par. S.4.8.6.

Nello specifico, anche eliminando una delle vie d'esodo verticali, la larghezza della rimanente risulta maggiore di L_V (819 mm).

Calcolo della larghezza minima delle uscite finali

Si fa riferimento al par. S.4.8.9.

La larghezza minima dell'uscita finale L_F , che consente il regolare esodo degli occupanti provenienti da vie d'esodo orizzontali o verticali, è calcolata come segue:

$$L_F = \sum_i L_{O,i} + \sum_j L_{V,j}$$

dove:

- L_F larghezza minima dell'uscita finale [mm];
- $L_{O,i}$ larghezza della i -esima via d'esodo orizzontale che adduce all'uscita finale, come calcolata con l'equazione S.4-1 [mm];
- $L_{V,j}$ larghezza della j -esima via d'esodo verticale che adduce all'uscita finale, come calcolata con le equazioni S.4-2 o S.4-3, rispettivamente in caso di esodo simultaneo o per fasi [mm].

La larghezza L_F può essere suddivisa tra più percorsi.

La larghezza di ciascun percorso deve rispettare i criteri della tab. S.4-28.

Come stabilito al par. S.4.8.9, la larghezza complessiva minima delle uscite finali si calcola come la somma delle L_O e L_V prima determinate.

Tale approccio comporterebbe un valore conservativo di L_F , che sarebbe basato su un affollamento irrealistico, essendo superiore a quello complessivo contemporaneamente presenti nella scuola.

Ciò, di fatto, è una conseguenza dell'approccio prescrittivo utilizzato per tale valutazione, che però certamente tiene conto della limitazione di sovraffollamento localizzato, richiesta dai parr. S.4.8.7 e S.4.8.8, nonché della convergenza di flussi tra vie di esodo orizzontali e verticali, di cui al par. S.4.8.9, semplificando il compito al progettista della sicurezza antincendio.

In tal modo quest'ultimo non sarà costretto a valutare in maniera più specifica gli scenari di esodo che possono verificarsi all'interno di un'attività.

Di seguito si esemplifica quanto sopra detto, illustrando come può essere condotta una tale valutazione e come cambiano i risultati in termini di L_F , considerando, all'interno dell'attività, l'effettiva presenza e distribuzione del numero massimo degli studenti e degli altri occupanti.

Tali valutazioni saranno limitate, a mero titolo esemplificativo e non esaustivo, allo scenario mattutino (aule tutte occupate).

In tale ipotesi, il massimo affollamento di occupanti in uscita è dato dai 436 occupanti (affollamento massimo ipotizzabile) che fluiscono attraverso le uscite finali (piè di scala principale, uscite dal piano terra e dal seminterrato o dalle scale esterne, lato aule e dalla palestra); la larghezza di tali uscite è maggiore di 900 mm che è il minimo richiesto per affollamenti fino a 300 occupanti.

Piano	Aule didattiche	Aule speciali	Spazi docenti	Altri occupanti
Interrato	---	---	---	6
Seminterrato	---	---	---	18
Terra	5 x 26	2 x 26	16	20
Primo	6 x 26	1 x 26	---	12
Totali occupanti (p)	286	78	16	56

La larghezza minima dell'uscita finale L_F sarà così determinata.

Per L_O , si ha:

$$L_O = \Sigma L_O = 3,40 \times 6 + 3,80 \times 18 + 3,80 \times (182 + 16 + 20) + 3,80 \times (182 + 12) = 1654,4 \text{ mm}$$

Per L_V , si ha:

$$L_V = \Sigma L_V = 3,25 \times (182 + 6) = 737 \text{ mm}$$

In definitiva, per L_F si ottiene:

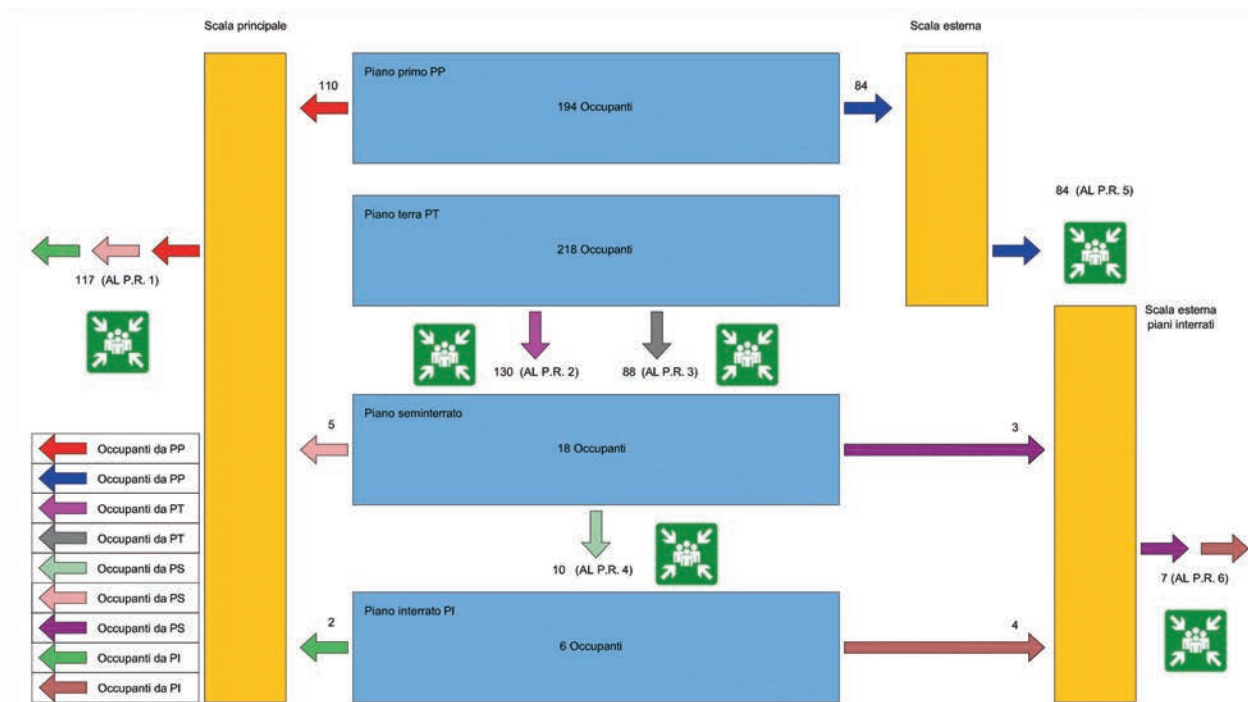
$$L_F = \Sigma L_O + \Sigma L_V = 1654,4 + 737 = 2391,4 \text{ mm}$$

dimensione che soddisfa la verifica, essendo la larghezza delle uscite finali pari a 4800 mm.

Ipotesi di schemi di flusso d'esodo

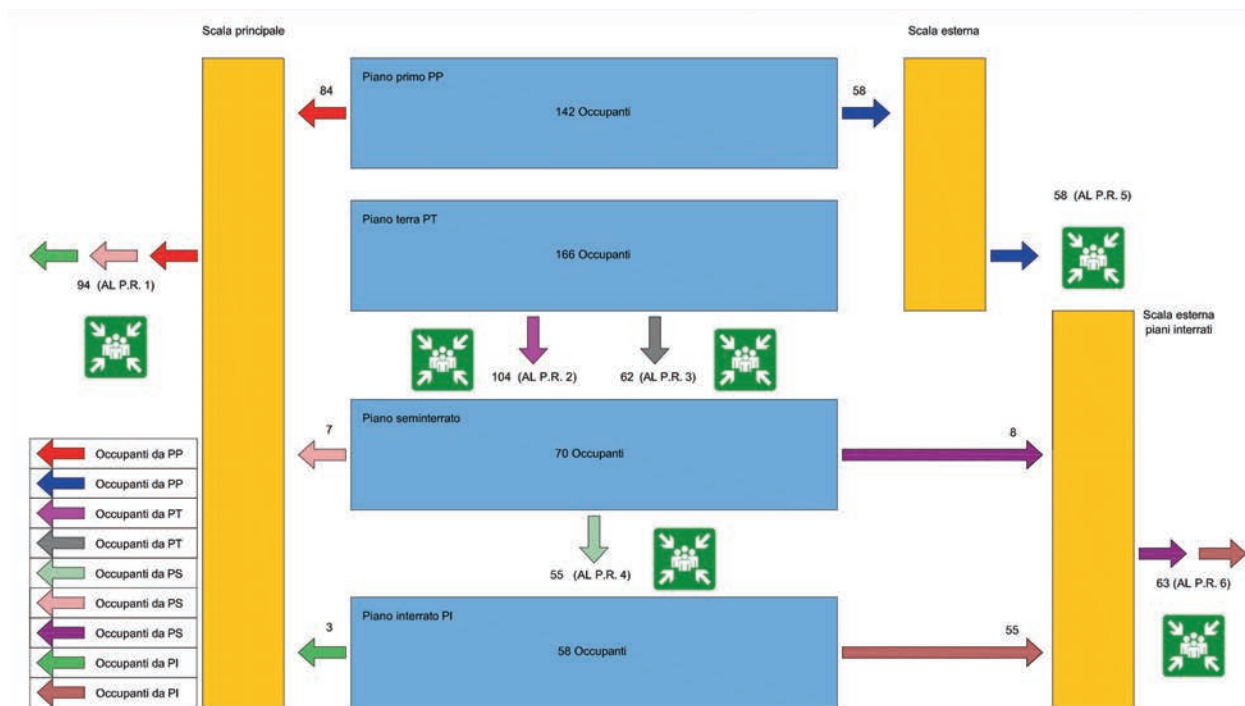
Piano	Aule didattiche	Aule speciali	Spazi docenti	Altri occupanti
Interrato	---	---	---	6
Seminterrato	---	---	---	18
Terra	5 x 26	2 x 26	16	20
Primo	6 x 26	1 x 26	---	12
Totali occupanti (p)	286	78	16	56

SCENARIO ESODO CON TUTTE LE AULE OCCUPATE (MENSA E PALESTRA SENZA STUDENTI)



Piano	Aule didattiche	Aule speciali	Spazi docenti	Altri occupanti
Interrato	2 x 26	---	---	6
Seminterrato	2 x 26	---	---	18
Terra	3 x 26	2 x 26	16	20
Primo	4 x 26	1 x 26	---	12
Totali occupanti (p)	286	78	16	56

SCENARIO ESODO CON MENSA E PALESTRA OCCUPATE DAGLI STUDENTI



Eliminazione o superamento delle barriere architettoniche per l'esodo

Il Codice è uno strumento di progettazione *inclusivo* e richiede che la sicurezza antincendio debba essere garantita anche in presenza di occupanti con specifiche necessità.

Nell'attività in esame, ai piani primo e interrato⁶⁰, nei quali ci può essere presenza non occasionale di occupanti che non abbiano sufficienti abilità per raggiungere *autonomamente* un luogo sicuro tramite vie d'esodo verticali, saranno previsti degli spazi calmi, all'interno della scala principale protetta, secondo le indicazioni del par. S.4.9.1, al fine di consentire agli occupanti con ridotte o impedito capacità motorie di attendere e ricevere assistenza.

Come rilevabile dagli elaborati grafici, gli spazi calmi saranno posizionati in modo da non costituire intralcio all'esodo; si prevede che in condizioni di esercizio saranno presenti due occupanti su sedia a ruota per ciascuno dei due piani interessati; quindi, ciascuno spazio calmo di piano avrà dimensione in pianta pari, almeno, a 3,54 m², in accordo alla seguente tab. S.4-36.

Tipologia	Superficie minima per occupante
Occupante deambulante	0,70 m ² /persona
Occupante su sedia a ruote	1,77 m²/persona
Occupante allettato	2,25 m ² /persona
Alla superficie minima destinata agli occupanti devono essere aggiunti gli spazi di manovra necessari per l'utilizzo di eventuali ausili per il movimento (es. letto, sedia a ruote, ...).	

TAB. S.4-36: SUPERFICI MINIME PER OCCUPANTE

⁶⁰ Al piano terra e al piano seminterrato sono presenti delle uscite finali che conducono direttamente al luogo sicuro.



SPAZI CALMI ALL'INTERNO DELL'ATTIVITÀ

In ciascuno spazio calmo saranno presenti:

- a. un sistema di comunicazione bidirezionale⁶¹ (impianto di sicurezza, Capp. G.2 ed S.10) per permettere agli occupanti di segnalare la loro presenza e richiedere assistenza ai soccorritori;
- b. una sedia di evacuazione;
- c. indicazioni sui comportamenti da tenere in attesa dell'arrivo dei soccorritori.

Lo spazio calmo deve essere contrassegnato con segnale UNI EN ISO 7010-E024, esemplificato in tab. S.4-8.

Verifica di rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche di cui al par. S.4.5

Giunti a questo punto dell'analisi della misura antincendio S.4, occorre verificare la rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche di cui al par. S.4.5.

Nel citato paragrafo sono riportate le prescrizioni inerenti gli elementi costituenti il sistema d'esodo (*Luogo sicuro, Luogo sicuro temporaneo, Vie d'esodo (protetta, a prova di fumo, esterna, senza protezione), Scale d'esodo, Scale e marciapiedi mobili d'esodo, Rampe d'esodo, Porte lungo le vie d'esodo, Uscite finali, Segnaletica d'esodo ed orientamento, Illuminazione di sicurezza, Disposizione dei posti a sedere fissi e mobili, Installazioni per gli spettatori, Sistemi d'esodo comuni*).

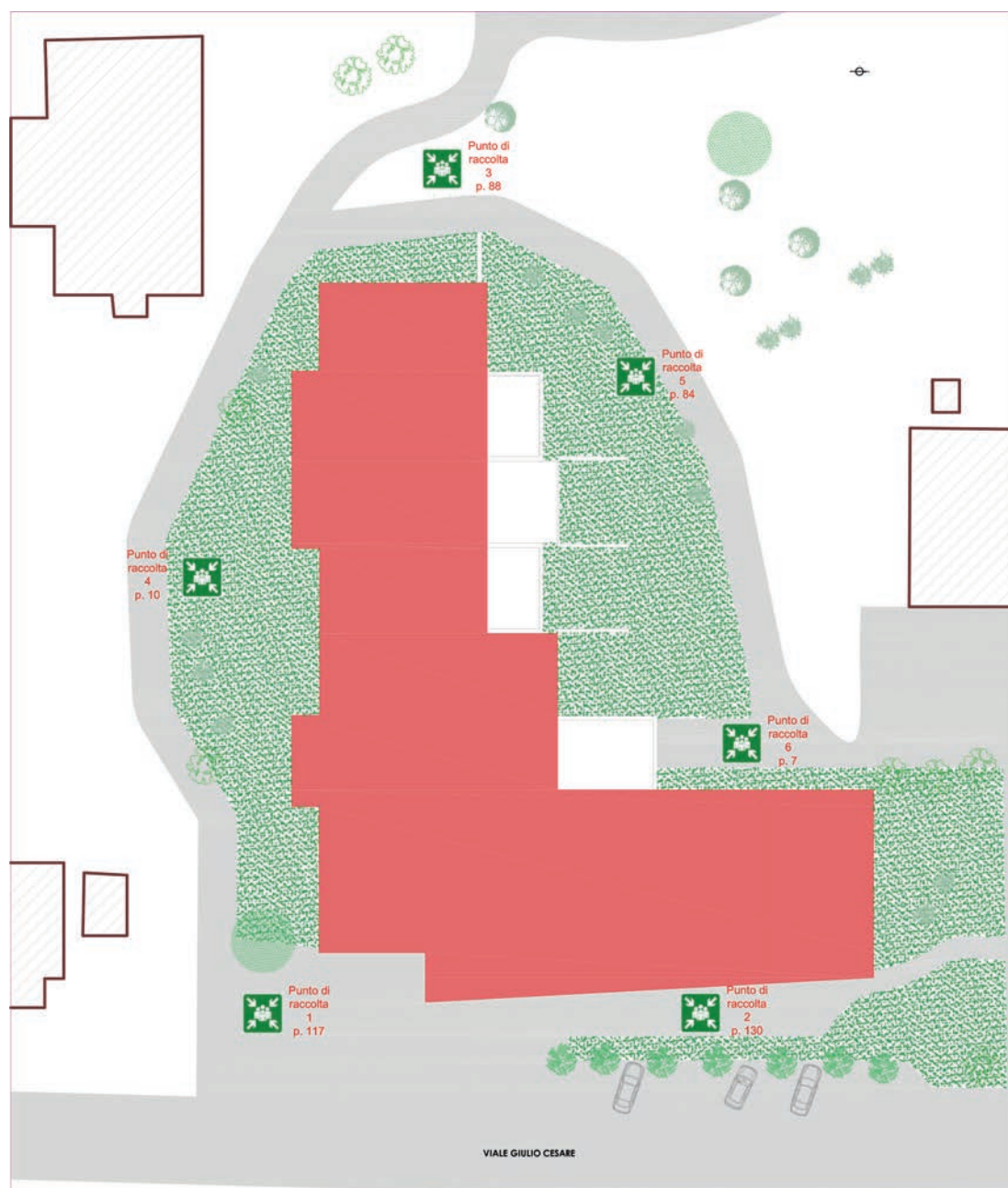
Per quanto attinente al caso in esame si osserva che:

- a) In relazione al par. S.4.5.1, i *luoghi sicuri* saranno individuati in prossimità delle uscite finali (cortili e spazi esterni del complesso scolastico).

Tali *luoghi sicuri* rispetteranno le prescrizioni di cui al par. S.4.5.1 punto 2, lett. a). Ciascun luogo sicuro sarà contrassegnato mediante il cartello UNI EN ISO 7010-E007.

La superficie lorda del luogo sicuro si calcola tenendo conto delle superfici minime per occupante (vedi precedente tab. S.4-36); ipotizzando un esodo con tutte le aule occupate (mensa e palestra senza studenti), si ottiene:

⁶¹ Si veda anche "R. Sabatino, M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio, INAIL 2021" - Caso studio 1: Spazio calmo, sistema di comunicazione da utilizzare in un asilo nido.



Punto di raccolta	Occupanti dal piano terra (p)	Occupanti dal piano primo (p)	Occupanti dal piano seminterrato (p)	Occupanti dal piano interrato (p)	Minima superficie lorda luogo sicuro (m ²)
1	---	110	5	2	117 x 0,70 = 82
2	130	---	---	---	130 x 0,70 = 91
3	88	---	---	---	88 x 0,70 = 62
4	---	---	10	---	10 x 0,70 = 7
5	---	84	---	---	84 x 0,70 = 59
6	---	---	3	4	7 x 0,70 = 5

- b) In relazione al par. S.4.5.2, relativamente ad un compartimento, si considera *luogo sicuro temporaneo* qualsiasi altro compartimento o spazio scoperto, che può essere attraversato dagli occupanti per raggiungere il *luogo sicuro* tramite il sistema d'esodo senza rientrare nel compartimento in esame.
Per il sistema di esodo adottato, il vano scala principale (*inserito in vano protetto dedicato*) costituisce *luogo sicuro temporaneo* per tutti i locali serviti (vedi tab. S.4-26).
- c) In relazione al par. S.4.5.3, si rileva che le vie d'esodo presenti avranno altezza minima di 2 m e non comprenderanno scale portatili e alla marinara, ascensori, rampe, scale e marciapiedi mobili.
Inoltre, le relative superfici di calpestio non saranno sdruciolevoli, mentre il fumo ed il calore dell'incendio smaltiti o evacuati dall'attività non avranno modo di interferire con il sistema delle vie d'esodo.
Le vie d'esodo esterne saranno completamente esterne alle opere da costruzione. Inoltre, durante l'esodo degli occupanti, non dovranno essere soggette ad irraggiamento dovuto all'incendio superiore a $2,5 \text{ kW/m}^2$ e non dovranno essere investite dai prodotti della combustione (punto 3 del par. S.4.5.3 e tab. S.4-5).
- d) In relazione al par. S.4.5.4, si rileva che le scale d'esodo saranno conformi alle prescrizioni ivi previste.
- e) In relazione al par. S.4.5.7, si rileva che le porte installate lungo le vie d'esodo presenti saranno conformi alle prescrizioni ivi previste; in particolare, le porte dovranno possedere i requisiti di cui alla seguente tab. S.4-6 in relazione delle caratteristiche del locale e del numero di occupanti che impiegano ciascuna porta.

Ambito servito	Caratteristiche della porta		
	Occupanti serviti [1]	Verso di apertura	Dispositivo di apertura
Ambiti dell'attività non aperti al pubblico	n > 50 occupanti	Nel senso dell'esodo [2]	UNI EN 1125 [3]
Ambiti dell'attività aperti al pubblico	n > 25 occupanti		
Aree a rischio specifico	n > 10 occupanti		UNI EN 179 [3] [4]
	n > 5 occupanti		
Altri casi		Secondo risultanze della valutazione del rischio [5]	

[1] Numero degli occupanti che impiegano la singola porta nella condizione d'esodo più gravosa, considerando anche la verifica di ridondanza di cui al paragrafo S.4.8.6.

[2] Qualora l'esodo possa avvenire nelle due direzioni devono essere previste specifiche misure (es. porte distinte per ciascuna direzione, porte apribili nelle due direzioni, porte ad azionamento automatico, segnaletica variabile, ...). Sono escluse dal verso di apertura le porte ad azionamento automatico del tipo a scorrimento.

[3] Oppure dispositivo per specifiche necessita, da selezionare secondo risultanze della valutazione del rischio (es. EN 13633, EN 13637, ...).

[4] I dispositivi UNI EN 179 sono progettati per l'impiego da parte di personale specificamente formato.

[5] Ove possibile, e preferibile che il verso di apertura sia comunque nel senso dell'esodo, anche qualora si mantenga il dispositivo di apertura ordinario.

TAB. S.4-6: CARATTERISTICHE DELLE PORTE AD APERTURA MANUALE LUNGO LE VIE D'ESODO

f) In relazione al par. S.4.5.8, si rileva che le uscite finali:

- saranno posizionate in modo da garantire l'evacuazione rapida degli occupanti verso luogo sicuro;
- saranno contrassegnate, sul lato verso luogo sicuro, con cartello UNI EN ISO 7010:2012 - M001 riportante il messaggio "Uscita di emergenza, lasciare libero il passaggio".



- g) In relazione al par. S.4.5.9, si rileva che il sistema d'esodo dovrà essere progettato al fine di essere facilmente riconosciuto ed impiegato dagli occupanti, grazie ad apposita *segnaletica di sicurezza* (pannelli retroilluminati) (vedi tab. S.4-8).
A titolo indicativo si riportano i cartelli ritenuti necessari con la loro ubicazione:

		
ESTINTORE	IDRANTE A MURO IN CASSETTA ANTINCENDIO	NASPO
Nei corridoi, nei compartimenti, nei locali ad uso del pubblico, nei ripostigli e depositi	All'esterno e/o all'interno	All'esterno e/o all'interno
		
PULSANTE DI SGANCIO ENERGIA ELETTRICA	INTERRUTTORE GENERALE	ASCENSORE
All'esterno a fianco della porta di accesso alla centrale termica	A fianco dei pannelli elettrici di settore	A lato della porta di accesso
		
ASCENSORE	DIVIETO	DIVIETO
A lato del pannello elettrico	In tutti i locali dove non è consentito	In tutti i locali dove non è consentito e a fianco dei pannelli e/o apparecchiature elettriche e/o elettroniche
		
EVACUAZIONE - USCITE (Porta a destra)	EVACUAZIONE - USCITE (Porta a sinistra)	EVACUAZIONE - USCITE (Porta sottostante)
In tutti i locali in posizione alta	In tutti i locali in posizione alta	In tutti i locali in posizione alta sopra la porta
		
EVACUAZIONE - SCALE (Scala giù)	EVACUAZIONE - SCALE (Scala su)	GENERICI
In tutti i locali in posizione alta	In tutti i locali in posizione alta	Su tutte le porte di un compartimento antincendio (ove necessario)

CARTELLONISTICA UTILIZZABILE ALL'INTERNO DELL'ATTIVITÀ

Ad ogni piano è installata una planimetria semplificata correttamente orientata, in cui è indicata la posizione del lettore (es.: *"Voi siete qui"*) ed il layout del sistema d'esodo, con l'applicazione delle indicazioni contenute nella norma ISO 23601 *"Identificazione di sicurezza - Planimetrie per l'emergenza"*.

- h) L'illuminazione di sicurezza dovrà coprire i tratti delle vie di esodo sino ai punti di raccolta, compresi i tratti all'esterno delle opere da costruzione.

Durante l'esodo, l'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà assicurare un illuminamento orizzontale al suolo sufficiente a consentire l'esodo degli occupanti, in conformità alle indicazioni della norma UNI EN 1838 e comunque 1 lux lungo la linea centrale della via d'esodo.

L'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà soddisfare anche i requisiti previsti nel Cap. S.10.



MISURA ANTINCENDIO: S.5 GESTIONE SICUREZZA ANTINCENDIO



Gestione della sicurezza antincendio (GSA)

S.5.1 PREMESSA

La *gestione della sicurezza antincendio* (GSA) rappresenta la misura antincendio organizzativa e gestionale dell'attività atta a garantire, nel tempo, un adeguato livello di sicurezza in caso di incendio.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce all'intera attività il livello di prestazione I.

(tab. S.5-1) = livello I

Livello di prestazione	Descrizione
I	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza.
II	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto.
III	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto dedicata.

Livello di prestazione I (vedi tab. S.5-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Attività ove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ○ R_{vita} compresi in A1, A2; ○ R_{beni} pari a 1; ○ $R_{ambiente}$ non significativo; • non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
III	Attività ove sia verificato <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4; • elevato affollamento complessivo: <ul style="list-style-type: none"> ○ se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti; ○ se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti; • numero complessivo di posti letto superiore a 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3; <ul style="list-style-type: none"> ○ si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative e affollamento complessivo > 25 occupanti; ○ si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione e affollamento complessivo > 25 occupanti.

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.5.4.2), quali l'applicazione volontaria nell'attività di un sistema di gestione di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro (SGSSL).

Le *soluzioni conformi*, costituenti soluzioni standardizzate, possono quindi essere sostituite da un sistema di gestione di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro (SGSSL) secondo linee guida UNI INAIL, norma UNI ISO 45001, ecc., nel rispetto dei livelli di prestazione.

Per poter dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione il progettista dovrà impiegare, in tal caso, uno dei metodi di cui al par. G.2.7.

Verificate le condizioni previste, si applica, per la misura in questione, il livello di prestazione I.

Si segnala che, a norma della RTV V.7, par. V.7.4.4, è previsto che:

1. Nelle aree TA e TO deve essere affissa segnaletica indicante il massimo affollamento consentito (Cap. S.4).
2. Nella attività in cui è richiesto il livello di prestazione I di rivelazione ed allarme (Cap. S.7), deve essere prevista una procedura gestionale di sorveglianza periodica, durante l'orario di svolgimento dell'attività, delle aree TM e TK, se presenti.

Nota La sorveglianza periodica, che deve essere codificata nella pianificazione di emergenza (Cap. S.5), si esplica attraverso ispezioni visive delle aree, effettuate da parte di personale addetto appositamente incaricato, per la verifica dell'assenza di anomalie rispetto alle normali condizioni di esercizio.

Prioritaria alla definizione della GSA è l'individuazione dei rischi interferenziali inerenti le attività presenti e delle conseguenti misure di prevenzione degli incendi (par. S.5.5).



S.5.5 MISURE DI PREVENZIONE DEGLI INCENDI

1. Le misure di prevenzione degli incendi devono essere individuate nella prima fase della valutazione del rischio (capitolo G.2). Per ciascun elemento identificato come pericoloso ai fini antincendio, è necessario valutare se esso possa essere eliminato, ridotto, sostituito, separato o protetto da altre parti dell'attività.
2. Si riportano, a titolo esemplificativo, alcune azioni elementari per la prevenzione degli incendi:

- a. *pulizia* dei luoghi ed *ordine* ai fini della riduzione sostanziale:
 - i. della probabilità di innesco di incendi (es. riduzione delle polveri, dei materiali stoccati scorrettamente o al di fuori dei locali deputati, ...),
 - ii. della velocità di crescita dei focolari (es. la stessa quantità di carta correttamente archiviata in armadi metallici riduce la velocità di propagazione dell'incendio);
- b. riduzione degli *inneschi*;

Nota Siano identificate e controllate le potenziali sorgenti di innesco (es. uso di fiamme libere non autorizzato, fumo in aree ove sia vietato, apparecchiature elettriche malfunzionanti o impropriamente impiegate, ...); a tal fine si può far riferimento anche agli inneschi definiti al capitolo V.2;

- c. riduzione del *carico di incendio*;
- d. sostituzione di materiali combustibili con velocità di propagazione dell'incendio rapida, con altri con velocità d'incendio più lenta;
- e. controllo e manutenzione regolare dei sistemi, dispositivi, attrezzature e degli impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio;
- f. controllo degli accessi e sorveglianza, senza che ciò possa limitare la disponibilità del sistema d'esodo;
- g. gestione dei lavori di manutenzione o di modifica dell'attività; il rischio d'incendio aumenta notevolmente quando si effettuano lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria e di modifica, in quanto possono essere:
 - iii. condotte operazioni pericolose (es. lavori a caldo, ...);
 - iv. temporaneamente disattivati impianti di sicurezza;
 - v. temporaneamente sospesa la continuità di compartimentazione;
 - vi. impiegate sostanze o miscele pericolose (es. solventi, colle, ...).

Tali sorgenti di rischio aggiuntive, generalmente non considerate nella progettazione antincendio iniziale, devono essere specificamente affrontate (es. se previsto nel DVR, ...).

- h. in attività lavorative, formazione ed informazione del personale ai rischi specifici dell'attività, secondo la normativa vigente;
 - i. istruzioni e segnaletica contenenti i divieti e le precauzioni da osservare.
3. Le misure di prevenzione degli incendi identificate nella fase di valutazione del rischio sono vincolanti per l'esercizio dell'attività.

I parr. S.5.6, S.5.7 e S.5.8 forniscono un quadro di dettaglio inerente la progettazione della GSA in generale e della GSA in esercizio e in condizioni di emergenza.

Nello specifico, il responsabile dell'attività⁶² è stato reso edotto sulle limitazioni e sulle modalità d'esercizio ammesse per l'appropriata GSA nell'attività, al fine di limitare la probabilità d'incendio, garantire il corretto funzionamento dei sistemi di sicurezza e la gestione dell'emergenza qualora si sviluppi un incendio.

Soluzione conforme

Avendo attribuito un livello di prestazione I, in relazione alla composizione della struttura organizzativa e dei relativi compiti e funzioni di ciascun componente, occorrerà far riferimento alla tab. S.5-3 per le *soluzioni conformi* del caso.

Nello specifico, trattandosi *anche* di attività lavorativa, la struttura minima organizzativa sarà così costituita:

- Responsabile dell'attività;
- Addetti al servizio antincendio.

Struttura organizzativa minima	Compiti e funzioni
Responsabile dell'attività	<ul style="list-style-type: none"> • organizza la GSA in esercizio; • organizza la GSA in emergenza; • [1] predispone, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza; • [1] provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature; • [1] nomina le figure della struttura organizzativa.
[1] Addetti al servizio antincendio	Attuano la GSA in esercizio ed in emergenza.
GSA in esercizio	Come prevista al paragrafo S.5.7, limitatamente ai paragrafi S.5.7.1, S.5.7.3, S.5.7.4, S.5.7.5 e S.5.7.8.
GSA in emergenza	Come prevista al paragrafo S.5.8.
[1] Solo se attività lavorativa	

TAB. S.5-3: SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE I

⁶² Si ipotizza che il responsabile dell'attività coincida con il dirigente scolastico per la parte gestionale e con l'Ente proprietario (Comune) per la parte strutturale ed impiantistica dell'edificio.

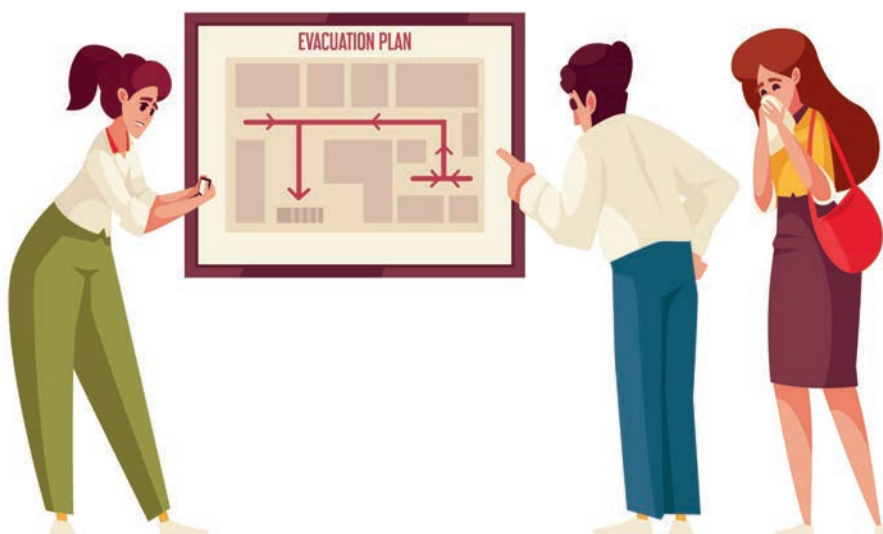
Gli adempimenti minimi finalizzati alla GSA riguarderanno:

- misure di prevenzione degli incendi (par. S.5.5);
- gestione della sicurezza nell'attività in esercizio (par. S.5.7);
- gestione della sicurezza in emergenza (par. S.5.8).

Premesso che la definizione dettagliata della GSA per il presente esempio esula dagli scopi della pubblicazione, nello specifico, a grandi linee, essa prevede:

- la programmazione delle lavorazioni pericolose, soprattutto in occasione di lavori di manutenzione, in modo da impedire l'insorgenza di incendi;
- il monitoraggio continuo dei rischi d'incendio e l'adozione di azioni per eliminare o ridurre tali rischi;
- la presa di coscienza della tipologia di occupanti presenti nell'edificio (bambini, con specifiche necessità, ecc.) in relazione ai rischi presenti;
- l'assicurazione che le misure di sicurezza antincendio siano mantenute in stato di efficienza e le vie di fuga siano sempre fruibili;
- l'addestramento del personale;
- la segnaletica indicante, nelle aree TA e TO, indicante il massimo affollamento consentito (par. V.7.4.4);
- l'elaborazione e la verifica del piano di emergenza e, in particolare, del piano di evacuazione, con periodicità annuale;
- la gestione dell'emergenza, in caso d'incendio, fino all'arrivo dei soccorsi esterni.

Inoltre vanno sviluppate ed implementate le misure aggiuntive di GSA elencate genericamente al par. M.1.8, essendo state adottate *soluzioni alternative*.



GSA nell'attività in esercizio

La GSA durante l'esercizio dell'attività consisterà nella riduzione della probabilità di insorgenza di un incendio e la riduzione dei suoi effetti, adottando misure elementari di prevenzione degli incendi, buona pratica nell'esercizio, manutenzione, informazione per la salvaguardia degli occupanti, formazione ed informazione del personale, il controllo e manutenzione di impianti ed attrezzature antincendio, preparazione alla gestione dell'emergenza, tramite l'elaborazione della pianificazione d'emergenza, esercitazioni antincendio e prove d'evacuazione periodiche.

Prevenzione degli incendi

Al fine di ridurre la probabilità di incendio saranno messe in atto le seguenti azioni:

- rispetto costante della pulizia e dell'ordine dei luoghi al fine di minimizzare la probabilità di innesco di incendi e della velocità di crescita dell'ipotetico focolare;
- riduzione degli inneschi controllando e identificando nuove potenziali sorgenti d'innesco;
- riduzione del carico d'incendio limitando le quantità di materiali combustibili presenti al minimo indispensabile per il normale esercizio dell'attività;
- sostituzione dei materiali combustibili con velocità di propagazione dell'incendio rapida con altri caratterizzati da velocità più lenta, al fine di aumentare il tempo disponibile per l'esodo degli occupanti;
- verifica costante della corretta chiusura delle porte tagliafuoco nei varchi tra i compartimenti;
- verifica costante della disponibilità delle vie d'esodo affinché le stesse siano costantemente tenute sgombre e sempre fruibili dagli occupanti;
- controllo e manutenzione regolare dei sistemi, dispositivi, attrezzature degli impianti rilevanti ai fini antincendio;
- contrasto degli incendi dolosi assicurando il rispetto dei divieti e delle prescrizioni imposti;
- gestione dei lavori di manutenzione che possano originare sorgenti di rischio aggiuntive non considerate nella progettazione antincendio iniziale.

Registro dei controlli

Trattandosi di attività di tipo lavorativo, il responsabile dell'attività predispone, secondo le modalità previste dal d.m. 1 settembre 2021, un registro dei controlli periodici (par. S.5.7.1) nel quale saranno annotati:

- i controlli, le verifiche, gli interventi di manutenzione su sistemi, dispositivi, attrezzature e altre misure antincendio adottate;
- le attività di informazione, formazione e addestramento.
- le prove di evacuazione.

Controllo e manutenzione di impianti ed attrezzature antincendio

Il controllo e la manutenzione degli impianti e delle attrezzature antincendio devono essere effettuati nel rispetto delle disposizioni legislative e regolamentari vigenti (vedi del d.m. 1 settembre 2021), secondo la regola dell'arte in accordo alle norme e documenti tecnici inerenti e al manuale d'uso e manutenzione dell'impianto e dell'attrezzatura (par. S.5.7.3).

Il manuale d'uso e manutenzione dell'impianto e delle attrezzature antincendio è fornito al responsabile dell'attività.

La manutenzione sugli impianti e sulle attrezzature antincendio sarà svolta da personale esperto in materia, sulla base della regola dell'arte con cadenza temporale indicate dalle norme e documenti tecnici pertinenti (vedi tab. S-5-8).

Preparazione all'emergenza

La preparazione all'emergenza è realizzata tramite la pianificazione delle procedure da eseguire in caso di emergenza in risposta agli scenari incidentali ipotizzati, la formazione ed addestramento periodico del personale all'attuazione del piano di emergenza e prove di evacuazione, la cui frequenza sarà prevista almeno semestrale nel corso dell'anno scolastico.

Si rimanda a tale scopo alla tab. S.5-9 (parr. S.5.7.4, S.5.7.5 e S.5.7.8).

In prossimità degli accessi di ciascun piano dell'attività saranno esposte planimetrie riportanti il sistema d'esodo, l'ubicazione delle attrezzature antincendio, istruzioni sul comportamento degli occupanti in caso di emergenza.

Il piano di emergenza, contenente le procedure per la gestione dell'emergenza, sarà aggiornato in caso di modifica significativa ai fini della sicurezza antincendio dell'attività.

Livello di prestazione	Preparazione all'emergenza
I	<p>La preparazione all'emergenza può essere limitata all'informazione al personale ed agli occupanti sui comportamenti da tenere. Essa deve comprendere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • istruzioni per la chiamata del soccorso pubblico e le informazioni da fornire per consentire un efficace soccorso; • istruzioni di primo intervento antincendio, attraverso: <ul style="list-style-type: none"> ○ azioni del responsabile dell'attività in rapporto alle squadre di soccorso; ○ azioni degli eventuali addetti antincendio in riferimento alla lotta antincendio ed all'esodo, ivi compreso l'impiego di dispositivi di protezione ed attrezzature; ○ azioni per la messa in sicurezza di apparecchiature ed impianti; • istruzioni per l'esodo degli occupanti, anche per mezzo di idonea segnaletica; • istruzioni generali per prestare assistenza agli occupanti con specifiche necessità; • istruzioni specifiche per prestare assistenza agli occupanti con specifiche necessità, in caso di presenza non occasionale; • Istruzioni per il ripristino delle condizioni di sicurezza dopo l'emergenza.

ESTRATTO DELLA TAB. S. 5-9: PREPARAZIONE ALL'EMERGENZA



Revisione periodica

I documenti della GSA devono essere oggetto di revisione periodica a cadenza stabilita e, in ogni caso, devono essere aggiornati in occasione di modifiche dell'attività.

In relazione alla complessità dell'attività, tenuto conto della valutazione del rischio incendio effettuata, la periodicità viene fissata in 12 mesi (revisione annuale).

GSA in emergenza

La gestione della sicurezza in emergenza prevede, essendo l'attività di tipo lavorativa, l'attivazione ed attuazione del piano di emergenza.

Alla rivelazione manuale o automatica dell'incendio seguirà l'immediata attivazione delle procedure d'emergenza e la verifica dell'effettiva presenza di un incendio e la successiva attivazione delle procedure d'emergenza.

Il responsabile dell'attività dovrà organizzare la gestione dell'emergenza, in caso d'incendio, fino all'arrivo dei soccorsi esterni.

Tenuto conto della complessità dell'attività, delle procedure previste per la GSA in esercizio e di quelle da attuare in caso di emergenza, dovranno sempre essere assicurati almeno un addetto al piano ed un ulteriore addetto per i piani ove possono essere presenti occupanti con specifiche necessità.



Seguono le planimetrie riportanti le procedure di esodo relative ai vari piani.

PIANTA
PIANO INTERRATO

PROCEDURE DI ESODO



Studio Ingegneria
Fiamma

PROCEDURE DA ADOTTARE IN CASO DI ALLARME

- Un segnale acustico prolungato, accompagnato da annunciatori vocali, segnala l'insorgenza di un incendio. Premere il pulsante di allarme.
- Mantenere la calma e seguire le indicazioni del segnale di allarme. In particolare, uscire in fila indiana dalle aule e seguirlo nel compagno più alto.
- Le scale di primo soccorso intono vengono utilizzate esclusivamente alla prima segnalazione di allarme.
- Evacuare immediatamente l'edificio utilizzando le uscite di sicurezza più vicine indicate dalla segnaletica antincendio e ripulite nella presenza dell'antincendio.
- Praticare rapidità e chi si trova in difficoltà, se avverte la garanzia di soccorsi nell'edificio.
- Attenersi scrupolosamente alle istruzioni impartite dagli addetti alla gestione dell'emergenza.
- Non utilizzare l'ascensore!

Non utilizzare l'ascensore perché, in caso di incendio, potrebbe bloccarsi e provocare gravi danni personali. Durante l'evacuazione prestare attenzione a persone ebbri o in visita temporanea nelle aule: non lasciare mai un oggetto a persona in grado di impedire il cammino. Segnalare immediatamente al personale di servizio la presenza di oggetti abbandonati e di altri pericoli.

Dopo aver attraversato le porte di sicurezza delle uscite di sicurezza siete già in luogo sicuro, ovvero al riparo dagli edifici di un eventuale incendio. Non tornare mai indietro e non ripulite mai l'edificio. Segnalare al luogo di arrivo il numero di persone che hanno raggiunto il luogo sicuro.

Restare fermi nei punti di sicurezza seguendo le indicazioni degli addetti alla gestione dell'emergenza, per non intralciare le operazioni di soccorso. Non tornare nell'edificio se non venite espressamente autorizzati dal personale di servizio.

Manutenere nel silenzio le quanto non vengono ripresentate le condizioni di normalità.



SEGNALETICA DI SICUREZZA ED ATTREZZATURE ANTINCENDIO DISPONIBILI

	Porta resistente al fuoco
	Porzione della via di esodo orizzontale
	Porzione della via di esodo verso il basso
	Porzione della via di esodo verso l'alto
	Uscita di sicurezza
	Spazio calmo
	Naso DN 25
	Naso DN 32
	Illuminazione di sicurezza
	Estintore portatile a base d'acqua
	Estintore portatile ad anidride carbonica
	Idrante soprasuolo DN 80
	Attacco autopompa V.V.F. doppio
	Pulsante manuale di allarme
	Pannello di segnalazione ottico e acustico
	Rivoltore di incendio
	Centralina rivelazione automatica incendio

PIANTA
PIANO SEMINTERRATO

PROCEDURE DI ESODO



PROCEDURE DA ADOTTARE IN CASO DI ALLARME

- Un segnale acustico prolungato, accompagnato da annunciatori vocali, segnala l'insorgenza di un incendio. Premere il pulsante di allarme.
- Mantenere la calma e seguire le indicazioni del personale di riferimento, usando in fila indiana dalle aule e seguire nel compagno più avanti.
- Le squadre di primo soccorso invece vengono utilizzate esclusivamente alla prima segnalazione di allarme.
- Evacuare immediatamente l'edificio utilizzando le uscite di sicurezza più vicine indicate dalla segnaletica antincendio e ripulite nella presenza del personale di riferimento.
- Praticare la sicurezza e chi si trova in difficoltà, se avvia la garanzia di soccorso nell'edificio.
- Attenersi scrupolosamente alle istruzioni impartite dagli addetti alla gestione dell'emergenza.
- Non utilizzare l'ascensore.
- Non tornare nell'edificio prima che il personale di riferimento non abbia prestato assistenza a persone esposte in vista temporanea delle scale: non usare le scale per tornare in aula o in laboratorio.
- Dopo aver attraversato le porte loggiate delle uscite di sicurezza solo gli addetti al primo soccorso possono tornare nell'edificio per il recupero e l'affiancamento raggiunto il punto di raccolta a via più vicina.
- Dopo aver attraversato le porte loggiate delle uscite di sicurezza solo gli addetti al primo soccorso, ovvero al capo degli addetti di un eventuale incendio, possono tornare nell'edificio per il recupero e l'affiancamento raggiunto il punto di raccolta.
- Restare fermi nei punti di raccolta seguendo le indicazioni degli addetti alla gestione dell'emergenza, per non intralciare le operazioni di soccorso.
- Monitorare nel continuo le quanto non vengono ripristinate le condizioni di normalità.



SEGNALETICA DI SICUREZZA
ED ATTREZZATURE ANTINCENDIO DISPONIBILI

	Porta resistente al fuoco
	Porzione della via di esodo orizzontale
	Porzione della via di esodo verso il basso
	Porzione della via di esodo verso l'alto
	Uscita di sicurezza
	Spazio calmo
	Naspo DN 25
	Naspo DN 32
	Illuminazione di sicurezza
	Estintore portatile a base d'acqua
	Estintore portatile ad anidride carbonica
	Idrante soprasuolo DN 80
	Attacco autopompa V.V.F. doppio
	Pulsante manuale di allarme
	Pannello di segnalazione ottico e acustico
	Rivelatore di incendio
	Centralina rivelazione automatica incendio

PROCEDURE DI ESODO

PIANTA
PIANO TERRA



PROCEDURE DA ADOTTARE IN CASO DI ALLARME

- Un segnale acustico prolungato, accompagnato da annunciatori vocali, segnala l'occorrenza di un incendio. Premere il pulsante di allarme.
- Mantenere la calma e seguire le indicazioni del docente che dirige l'evacuazione, uscendo in fila indiana dalle aule e seguendo il compagno di fila.
- Le scale di primo soccorso invece vengono utilizzate esclusivamente alla prima segnalazione di allarme.
- Evacuare immediatamente l'edificio utilizzando le uscite di sicurezza più vicine indicate dalla apposita segnaletica e riportate nella presente planimetria.
- Praticare la sicurezza e chi si trova in difficoltà, se avverte la garanzia di successo nell'evacuazione.
- Attenersi scrupolosamente alle istruzioni impartite dagli addetti alla gestione dell'emergenza.
- Non utilizzare l'ascensore.
- Non tornare in aula o in laboratorio prima di essere avvertiti dal docente o dal personale di servizio. Prestare assistenza a persone deboli o a persone con esigenze particolari, non abbandonare il gruppo a persona in difficoltà. Assicurarsi che tutti gli alunni abbiano raggiunto il punto di raccolta a voi più vicino.
- Dopo aver attraversato le porte loggiate delle uscite di sicurezza siete già in luogo sicuro, ovvero al riparo dagli edifici di un eventuale incendio. Non tornare in aula o in laboratorio prima di essere avvertiti dal docente o dal personale di servizio.
- Restare fermi nei punti di raccolta seguendo le indicazioni degli addetti alla gestione dell'emergenza, per non intralciare le operazioni di soccorso.
- Non tornare nel edificio se non vengono ripresentate le condizioni di normalità.



SEGNALETICA DI SICUREZZA ED ATTREZZATURE ANTINCENDIO DISPONIBILI

	Porta resistente al fuoco
	Porzione della via di esodo orizzontale
	Porzione della via di esodo verso il basso
	Porzione della via di esodo verso l'alto
	Uscita di sicurezza
	Spazio calmo
	Naspo DN 25
	Naspo DN 32
	Illuminazione di sicurezza
	Estintore portatile a base d'acqua
	Estintore portatile ad anidride carbonica
	Idrante soprasuolo DN 80
	Attacco autopompa V.V.F. doppio
	Pulsante manuale di allarme
	Pannello di segnalazione ottico e acustico
	Rivelatore di incendio
	Centralina rivelazione automatica incendio

Studio Ingegneria
Fiamma



PIANTA
PIANO PRIMO

PROCEDURE DI ESODO



PROCEDURE DA ADOTTARE IN CASO DI ALLARME

- Un segnale acustico prolungato, accompagnato da annunciatori vocali, segnala l'insorgenza di un incendio. Premere il tasto di allarme.
- Mantenere la calma e seguire le indicazioni del segnale di allarme. In particolare, uscire in fila indiana dalle aule e seguirlo nel compagno più vicino.
- Le squadre di primo soccorso invece vengono utilizzate solo in caso di emergenza e prima segnalazione di allarme.
- Evacuare immediatamente l'edificio utilizzando le uscite di sicurezza più vicine indicate dalla segnaletica antincendio e ripulite nella presenza di fumo.
- Praticare rapidità e chiarezza in caso di difficoltà, se avete la garanzia di riuscire nell'intento.
- Attendervi scordandovi delle insubordinazioni dei ragazzi alle gestioni dell'emergenza.
- Non utilizzare l'ascensore.
- Non tornare in aula o in laboratorio, se non per recuperare libri, cartelle, o altri materiali, durante l'evacuazione. Se necessario, tornare in aula o in laboratorio solo se si è stati chiamati dal docente o dal personale di sicurezza.
- Dopo aver attraversato le porte loggiate delle uscite di sicurezza siete già in luogo sicuro, ovvero al riparo dagli edifici di un eventuale incendio. Non tornare in aula o in laboratorio, se non per recuperare libri, cartelle, o altri materiali, durante l'evacuazione.
- Restare fermi nei punti di raccolta seguendo le indicazioni degli addetti alla gestione dell'emergenza, per non intralciare le operazioni di soccorso.
- Non tornare nel edificio se non vengono ripulite le condizioni di normalità.



SEGNALETICA DI SICUREZZA
ED ATTREZZATURE ANTINCENDIO DISPONIBILI

	Porta resistente al fuoco
	Porzione della via di esodo orizzontale
	Porzione della via di esodo verso il basso
	Porzione della via di esodo verso l'alto
	Uscita di sicurezza
	Spazio calmo
	Naspo DN 25
	Naspo DN 32
	Illuminazione di sicurezza
	Estintore portatile a base d'acqua
	Estintore portatile ad anidride carbonica
	Idrante soprasuolo DN 80
	Attacco autopompa V.V.F. doppio
	Pulsante manuale di allarme
	Pannello di segnalazione ottico e acustico
	Rivelatore di incendio
	Centralina rivelazione automatica incendio



MISURA ANTINCENDIO: S.6 CONTROLLO DELL'INCENDIO**Controllo dell'incendio****S.6.1 PREMESSA**

1. La presente misura antincendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per:
 - a. la protezione nei confronti di un *principio di incendio*;
 - b. la protezione manuale o automatica, finalizzata all'*inibizione* o al *controllo* dell'incendio;
 - c. la protezione mediante completa *estinzione* di un incendio.

2. I presidi antincendio considerati sono gli estintori d'incendio ed i seguenti sistemi di protezione attiva contro l'incendio, di seguito denominati *impianti*: la rete di idranti, gli impianti manuali o automatici di inibizione controllo o di estinzione, ad acqua e ad altri agenti estinguenti.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, è possibile attribuire agli ambiti dell'attività il livello di prestazione III.

(tab. S.6-1) = livello III

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Estinzione di un principio di incendio
III	Controllo o estinzione manuale dell'incendio
IV	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a porzioni di attività
V	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a tutta l'attività

Livello di prestazione III (vedi tab. S.6-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette.
II	<p>Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ○ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2; ○ R_{beni} pari a 1, 2; ○ $R_{ambiente}$ non significativo; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 32 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$; • per compartimenti con $q_f > 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 4000 \text{ m}^2$; • per compartimenti con $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda qualsiasi; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Ambiti non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
IV	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. ambiti di attività con elevato affollamento, ambiti di attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).
V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza, previsti da regola tecnica verticale.

In considerazione dell'ubicazione della palestra, si applica, per la misura in questione, il livello di prestazione III.

Nel caso delle attività scolastiche, a seguito dell'avvento della RTV V.7, la misura *controllo dell'incendio* è disciplinata al par. V.7.4.5, più specificatamente, essa deve riferirsi alla seguente tab. V.7-3:

Area	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
TA, TM, TO, TT	II	III			
TK	III [1]		IV		
TZ	Secondo le risultanze della valutazione del rischio				
[1] Livello di prestazione IV, qualora ubicati a quota < -5 m					

TABELLA V.7-3: LIVELLI DI PRESTAZIONE PER IL CONTROLLO DELL'INCENDIO

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.6.4.2, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione III:

- devono essere installati *estintori* d'incendio a protezione dell'intera attività, secondo le indicazioni del par. S.6.6 e, eventualmente, S.6.7;
- deve essere installata una rete idranti a protezione dell'intera attività o di singoli compartimenti in relazione alle risultanze della valutazione del rischio, secondo le indicazioni del par. S.6.8 e della tab. V.7-4.

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.6.4.5).

In sostanza, nello specifico, la presente misura antincendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per la protezione di base, attuata solo con estintori, e per la sua protezione manuale finalizzata al controllo dell'incendio.

Estintori d'incendio

L'estintore è un presidio di base complementare alle altre misure di protezione attiva e di sicurezza in caso d'incendio.

La capacità estinguente di un estintore, determinata sperimentalmente, ne indica la prestazione antincendio convenzionale.

L'impiego di un estintore è riferibile solo ad un principio d'incendio e l'entità della capacità estinguente ad esso associata fornisce un grado comparativo della semplicità nelle operazioni di estinzione.

Per la protezione dell'intera attività, si prevede l'installazione di estintori, di tipo portatile, posizionati in posizione ben visibile e di agevole fruizione, lungo i percorsi d'esodo e in prossimità delle uscite.

Le impugnature dei presidi manuali dovrebbero essere collocate ad una quota pari a circa 110 cm dal piano di calpestio.

Estintori di classe A e B

Sono previsti estintori di classe A (*incendi di materiali solidi, usualmente di natura organica, che portano alla formazione di braci*).

Il quantitativo, e la capacità, degli estintori di classe A è determinata secondo le prescrizioni di cui al par. S.6.6.2.1; la tab. S.6-5 indica i criteri per l'installazione degli estintori di classe A:

Profilo di rischio R _{vita}	Max distanza di raggiungimento	Minima capacità estinguente	Minima carica nominale
A1, A2	40 m	13 A	6 litri o 6 kg
A3, B1, B2, C1, C2, D1, D2, E1, E2	30 m	21 A	
A4, B3, C3, E3	20 m	27 A	

TAB. S.6-5 - CRITERI PER L'INSTALLAZIONE DEGLI ESTINTORI DI CLASSE A

Si prevede l'utilizzo di estintori a base d'acqua (estintori idrici).

La nota al par. S.6.6.2, rammenta infatti che *l'impiego di estintori a polvere in luoghi chiusi causa, generalmente, un'improvvisa riduzione della visibilità che potrebbe compromettere l'orientamento degli occupanti durante l'esodo in emergenza o altre operazioni di messa in sicurezza; inoltre, la polvere potrebbe causare irritazioni sulla pelle e sulle mucose degli occupanti.*

Laddove sia necessario installare estintori efficaci per più classi di fuoco, è preferibile utilizzare estintori polivalenti.

In conformità alla tab. S.6-5, sarà installato un numero di estintori di classe A tenendo conto della conformazione dei singoli compartimenti e della massima distanza di raggiungimento, in funzione dei profili di rischio attribuiti:

Ambito	Piano	R _{vita}	n.	Massima distanza di raggiungimento m	Minima capacità estinguente	Minima carica nominale l o kg
Palestra	Interrato	A2	3	40	13A	6
Mensa	Semint.	A2	2	40	13 A	6
Spogliatoi	Semint.	A2	2	40	13 A	6
Aule	Terra	A2	2	40	13 A	6
	Primo	A2	4	40	13 A	6
Spazi corpo docente	Terra	A2	8	40	13 A	6

La dotazione minima di estintori di classe A, qualitativa e quantitativa, risulta pertanto soddisfatta.

Inoltre, non essendo esclusa, a priori, la presenza di liquidi infiammabili e di solidi liquefacibili, agli estintori selezionati per la classe A si attribuisce anche la classe B (*generati da combustibili liquidi e da solidi liquefacibili. In questa classe rientrano i fuochi generati da materiali quali l'alcol, i solventi, gli oli minerali, gli idrocarburi, le benzine*) con capacità estinguente pari ad 89B.

Pur avendo selezionato estintori a base d'acqua, idonei anche per essere utilizzati sulle apparecchiature in tensione alla distanza di un metro e sino a 1000 V, in favore di sicurezza, in prossimità dei quadri elettrici e delle centraline antincendio saranno installati ulteriori estintori a CO₂.

Essendo tali presidi più pericolosi, in termini di pressioni di esercizio e difficili da manovrare per il peso della bombola che li costituisce, si raccomanderà l'impiego al personale addetto antincendio per ridurre il rischio di ustione da freddo, di danni per gli effetti frusta dovuta alle pressioni di scarica, e di movimentazione dei carichi.

Come indicato nelle planimetrie relative alle procedure di esodo, gli estintori portatili saranno collocati:

- in prossimità degli accessi;
- lungo i percorsi d'esodo, in posizione tale da non ostacolare lo stesso;
- in prossimità delle uscite di piano;
- in prossimità delle aree a rischio specifico.



Rete di idranti

Nell'attività, negli anni precedenti, è stata realizzata una rete di idranti; dall'esame dello stato di fatto, e dalla documentazione tecnica disponibile, si evince che la rete è stata progettata, installata ed esercita secondo la norma UNI 10779 e, pertanto, è possibile considerarla *soluzione conforme* ai sensi del par. S.6.8.2.

La rete idranti è a protezione dell'intera attività.

La rete di idranti, inoltre, rispetta le indicazioni del par. S.6.8 e della tab. V.7-4:

Attività	Livello di pericolosità	Protezione esterna	Alimentazione idrica [1]
OA, OB, OC	1	Non richiesta	Singola [3]
OD, OE	2 [2]	Si [1]	Singola superiore

[1] Non richiesta per HA.
 [2] Per le eventuali aree TK presenti nella attività classificate HA, è richiesto almeno il livello di pericolosità 1.
 [3] È ammessa alimentazione idrica di tipo promiscuo.

TABELLA V.7-4: PARAMETRI PROGETTUALI PER LA RETE IDRANTI SECONDO UNI 10779 E CARATTERISTICHE MINIME ALIMENTAZIONE IDRICA UNI EN 12845

L'alimentazione idrica della rete idranti è classificata come *singola* ed è costituita da acquedotto (vedi punto 9.2 della norma UNI 12845) *di tipo promiscuo* (alimentazione derivata dal sistema di alimentazione idrico generale dell'edificio), essendo rispettate con pochi interventi di carattere impiantistico, nel caso specifico, le condizioni previste dalla norma UNI 10779 al punto A.2.

La rete idranti presenta, secondo le indicazioni della norma UNI 10779, un livello di pericolosità di tipo I, definite come *"Aree nelle quali la quantità e/o la combustibilità dei materiali presenti sono basse e che presentano comunque basso pericolo di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza"* (vedi Appendice B della norma UNI 10779).

Tali aree sono assimilate a quelle definite di classe LH e OH1 dalla norma UNI EN 12845.

Nelle aree con livello 1 livello di pericolosità di tipo I, generalmente, non è prevista la protezione (esterna prospetto B.1 della norma UNI 10779); nello specifico, ciò corrisponde alle previsioni di cui alla tab. V.7-4 e, soprattutto, agli esiti della valutazione dei rischi.

Per la protezione interna sono presenti naspi DN 32 e DN 25; nel rispetto della previsione di cui al par. S.6.8.2, che indica come nelle attività civili (es.: strutture sanitarie, scolastiche, alberghiere, ecc.) sia preferibile l'installazione di naspi, in luogo di idranti a muro.



Per Il dimensionamento della rete idranti si è fatto riferimento al seguente prospetto B.1 della norma UNI 10779:

prospetto B.1 Dimensionamento degli impianti - reti idranti ordinarie

Livello di pericolosità	Tipologie di protezione ed apparecchi considerati contemporaneamente operativi		
	Protezione interna ^{3) 4)}	Protezione esterna ^{4) 5)}	Durata
1	2 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 35 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa	Generalmente non prevista	≥ 30 min
2	3 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	4 attacchi di uscita ¹⁾ DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥ 60 min
3	4 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 6 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	6 attacchi di uscita ^{1) 2)} DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,4 MPa	≥ 120 min ²⁾

1) Oppure tutti gli apparecchi installati nel compartimento antincendio, o gli attacchi previsti per la protezione esterna, se minori al numero indicato.
2) In presenza di impianti automatici di spegnimento il numero di attacchi di uscita DN 70 può essere limitato a 4 e la durata a 90 min.
3) Per compartimenti antincendio maggiori di 4 000 m² ed in assenza di protezione esterna, il numero di idranti o naspi contemporaneamente operativi deve essere doppio rispetto a quello indicato.
4) Le prestazioni idrauliche richieste si riferiscono a ciascun apparecchio in funzionamento contemporaneo con il numero di apparecchi previsti nel prospetto. Si deve considerare il contemporaneo funzionamento solo di una tipologia di protezione (interna o esterna).
5) Nelle attività con livello di pericolosità 2 e 3, per le quali non sia prevista la realizzazione della protezione esterna, si deve comunque installare, in posizione accessibile e sicura, almeno un idrante soprasuolo o sottosuolo, conforme rispettivamente alle norme UNI EN 14384 e UNI EN 14339, atto al rifornimento dei mezzi di soccorso dei vigili del fuoco. Ciascun idrante deve assicurare un'erogazione minima di 300 l/min per almeno 60 minuti e deve essere collegato alla rete (acquedotto) pubblica o privata o, in subordine, derivato dalla stessa rete idranti, prevedendo il contemporaneo funzionamento con la protezione interna.

Nello specifico, l'impianto dovrà essere in grado di garantire il simultaneo funzionamento di almeno 4 naspi (o, se in numero inferiore, di tutti gli apparecchi installati nel compartimento antincendio) e portata, per ciascun naspo, non minore di 35 l/min, pressione residua all'ingresso non minore di 0,2 MPa.

L'alimentazione idrica dovrà garantire la portata specificata per almeno 30 min⁶³.

Da ultimo, rimandando al par. 5.6.8.2, si segnalano le indicazioni da seguire per la corretta progettazione degli impianti in questione.

In ogni caso, tutti i naspi, a norma UNI EN 671/1, sono completi di cassetta in acciaio da incasso a muro, con portello metallico cieco, verniciate di colore rosso RAL 3000.

Le cassette sono complete di valvola di intercettazione a sfera in ottone da 1", di tubazione semirigida a norma UNI EN 694, lunghezza 25 m, permanentemente collegata alla valvola di intercettazione e lancia a getti multipli, erogatore in ottone.

Ogni naspo è corredato da apposito cartello di identificazione a norma UNI EN ISO 7010, incollato a parete all'altezza di 2,50 m.

L'accesso alle cassette sarà mantenuto costantemente sgombro da materiali ed attrezzature, appositi cartelli segnalatori ne agevolano l'individuazione a distanza.

La rete di distribuzione è costituita da:

- allaccio acquedotto su Viale Giulio Cesare;
- tubazioni interrato (esterne all'edificio) in PEAD PN16 Ø90;
- distribuzione interna a pavimento del piano seminterrato DN 65;
- tubazioni interne all'edificio, per l'alimentazione dei naspi, in acciaio zincato a caldo, con giunzioni saldate di testa oppure filettate, oppure con estremità scanalate (grooved piping, solo fuori traccia).

Ad eccezione dell'installazione all'interno della palestra, tutte le tubazioni principali sono posate sottotraccia o all'interno dei controsoffitti; solo le calate al terminale sono installate a vista, verniciate in rosso RAL 3000.

Essendo presente un IRAI, le grandezze di controllo previste per l'alimentazione idrica di tipo promiscuo (PI e PS), oltre ad indicatori visivi locali, saranno riportati alla centrale dell'IRAI al fine di una sorveglianza continua.

Tutte le tubazioni in acciaio sono verniciate di colore rosso, fissate a parete o a soffitto a mezzi di adeguati sostegni; sono installati specifici tappi di drenaggio e, inoltre, tutte le tubazioni di distribuzione sono protette da eventuali danneggiamenti dovuti a urti meccanici o dal gelo. Per quanto riguarda le tubazioni interrato sono posate ad una profondità minima di 80 cm e sono garantite specifiche protezioni dal gelo, da azioni meccaniche o di corrosione.

⁶³ Come per tutti gli altri impianti antincendio che saranno di seguito considerati, per brevità, saranno omesse le "specifiche tecniche" di cui al par. G.2.10. Si rammenta che esse rappresentano la sintesi dei dati tecnici che descrivono le prestazioni dell'impianto, le sue caratteristiche dimensionali (portate specifiche, pressioni operative, caratteristica e durata dell'alimentazione dell'agente estinguente, l'estensione dettagliata dell'impianto, ecc.) e le caratteristiche dei componenti da impiegare nella sua realizzazione (ad esempio tubazioni, erogatori, sensori, riserve di agente estinguente, aperture di evacuazione, aperture di afflusso, ecc.). La specifica comprende il richiamo della norma di progettazione che si intende applicare, la classificazione del livello di pericolosità, ove previsto, lo schema a blocchi dell'impianto che si intende realizzare, nonché l'attestazione dell'idoneità dell'impianto in relazione al pericolo di incendio presente nell'attività.

La rete idrica antincendio prevede (si vedano planimetrie dei vari piani):

n. 7 naspi antincendio DN 32 così disposti:

- n. 1 a protezione della palestra al piano interrato;
- n. 2 a protezione del piano seminterrato;
- n. 2 a protezione del piano terra;
- n. 2 a protezione del piano primo.

n. 4 naspi antincendio DN 25 così disposti:

- n. 1 a protezione della palestra al piano interrato;
- n. 1 a protezione del corridoio di accesso alle aule al piano terra;
- n. 1 a protezione del disimpegno spazi corpo docenti al piano terra;
- n. 1 a protezione del corridoio di accesso alle aule al piano primo.

La rete idrica antincendio è provvista di attacco per autopompa VV.F., installato nelle vicinanze dell'allacciamento all'acquedotto comunale su Viale Giulio Cesare; l'attacco autopompa è facilmente accessibile e adeguatamente segnalato con apposito cartello.

Tutti i presidi antincendio menzionati dovranno essere indicati da segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010 (pannelli retroilluminati), vedi par. S.6.11.





MISURA ANTINCENDIO: S.7 RIVELAZIONE ED ALLARME

Rivelazione ed allarme

S.7.1 PREMESSA

1. Gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI) sono realizzati con l'obiettivo di sorvegliare gli ambiti di una attività, rivelare precocemente un incendio e diffondere l'allarme al fine di:
 - a. attivare le misure protettive (es. impianti automatici di inibizione, controllo o estinzione, ripristino della compartimentazione, evacuazione di fumi e calore, controllo o arresto di impianti tecnologici di servizio e di processo, ...);
 - b. attivare le misure gestionali (es. piano e procedure di emergenza e di esodo, ...) progettate e programmate in relazione all'incendio rivelato ed all'ambito ove tale principio di incendio si è sviluppato rispetto all'intera attività sorvegliata.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce agli ambiti dell'attività il livello di prestazione III.

(tab. S.7-1) = livello III

Livello di prestazione	Descrizione
I	Rivelazione e diffusione dell'allarme di incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività.
II	Rivelazione dell'allarme di incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività e conseguente diffusione dell'allarme.
III	Rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza di ambiti dell'attività.
IV	Rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza dell'intera attività.

Livello di prestazione III (vedi tab. S.7-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ○ R_{vita} compresi in A1, A2; ○ R_{beni} pari a 1, 2; ○ $R_{ambiente}$ non significativo; • attività non aperta al pubblico; • densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; • non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • superficie lorda di ciascun compartimento ≤ 4000 m²; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	<p>Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ○ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; ○ R_{beni} pari a 1, 2; ○ $R_{ambiente}$ non significativo; • densità di affollamento $\leq 0,7$ persone/m²; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Ambiti non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
IV	<p>In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. ambiti o attività con elevato affollamento, ambiti o attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f, presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, presenza di inneschi significativi,...).</p>

Invero, la valutazione del rischio e le condizioni generali dell'attività, secondo le indicazioni della RTO e della RTV V.7 al par. V.7.4.6, indirizzerebbero verso il livello di prestazione inferiore (II):

Attività	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
OA	I [2]	II [1]	III		IV
OB	II [1]		III	IV	
OC	III		IV		
OD	III		IV		
OE	IV				

[1] Se presenti, le aree TM, TK e TT devono essere sorvegliate da rivelazione automatica d'incendio (funzione A, capitolo S.7)

[2] Il livello di prestazione I può essere garantito anche dallo stesso impianto a campanelli usato normalmente per l'attività scolastica, purché sia convenuto e codificato un particolare suono nella pianificazione di emergenza (capitolo S.5).

TABELLA V.7-6: LIVELLI DI PRESTAZIONE PER RIVELAZIONE ED ALLARME

Tuttavia, in considerazione dell'applicazione delle soluzioni alternative per S.2. ed S.3 al compartimento Palestra, nell'ottica di minimizzare il tempo RSET ed aumentare l'affidabilità delle soluzioni progettuali proposte, si applica, per la misura in questione, il livello di prestazione III, che prevede la rivelazione automatica dell'incendio estesa a tutti gli ambiti dell'attività ed imponendo che tutte le funzioni di impianti (ultima colonna della seguente tab. S.7-3) di attuazione e monitoraggio, siano automatiche ed affidate alla centrale, funzione B, dell'IRAI, anche il relazione alle superfici di smaltimento in emergenza di tipo SEb.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.7.4.2, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione II, deve essere installato un impianto di rivelazione ed allarme incendio (IRAI) progettato secondo le indicazioni del par. S.7.5, implementando la funzione principale D (segnalazione manuale di incendio da parte degli occupanti), la funzione principale C (allarme incendio) estesa a tutta l'attività e la funzione principale A (rivelazione automatica dell'incendio) deve essere estesa a tutta l'attività.

Devono inoltre essere soddisfatte le prescrizioni aggiuntive indicate nella tab. S.7-3, ove pertinenti, secondo valutazione del rischio d'incendio.

Nello specifico, sarà sufficiente prevedere la protezione tramite un sistema di segnalazione e allarme di tipo manuale (funzioni principali B, D, L, C (vedi tabb. S.7-5 e S.7-3), mediante dispositivi opportunamente distribuiti ed ubicati in prossimità delle uscite.

La segnalazione di allarme proveniente da uno qualsiasi dei pulsanti determinerà una segnalazione ottica ed acustica di allarme di incendio presso un luogo presidiato (locale tecnico al piano terra) durante le ore di attività, che consenta la gestione dell'emergenza e dell'esodo dall'edificio.

La progettazione del sistema manuale di allarme sarà realizzata nel rispetto delle norme UNI 9795 alle quali si farà riferimento anche per la realizzazione.

A, Rivelazione automatica dell'incendio
B, Funzione di controllo e segnalazione
D, Funzione di segnalazione manuale
L, Funzione di alimentazione
C, Funzione di allarme incendio

TAB. S.7-5: FUNZIONI PRINCIPALI DEGLI IRAI SECONDO EN 54-1 E UNI 9795

Livello di prestazione	Aree sorvegliate	Funzioni minime degli IRAI		Funzioni di evacuazione ed allarme	Funzioni di impianti [1]
		Funzioni principali	Funzioni secondarie		
I	-	[2]		[3]	[4]
II	-	B, D, L, C	-	[9]	[4]
III	[12]	A, B, D, L, C	E, F [5], G, H, N [6]	[9]	[4] o [11]
IV	Tutte	A, B, D, L, C	E, F [5], G, H, M [7], O [8]	[9] o [10]	[11]

- [1] Funzioni di avvio protezione attiva ed arresto o controllo di altri impianti o sistemi.
 [2] Non sono previste funzioni, la rivelazione e l'allarme sono demandate agli occupanti.
 [3] L'allarme è trasmesso tramite segnali convenzionali codificati nelle procedure di emergenza (es. a voce, suono di campana, accensione di segnali luminosi, ...) comunque percepibili da parte degli occupanti.
 [4] Demandate a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
 [5] Funzioni E ed F previste solo quando è necessario trasmettere e ricevere l'allarme incendio.
 [6] Funzioni G, H ed N non previste ove l'avvio dei sistemi di protezione attiva e controllo o arresto altri impianti sia demandato a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
 [7] Funzione M prevista solo se richiesta l'installazione di un EVAC.
 [8] Funzione O prevista solo in attività dove si prevedono applicazioni domotiche (building automation).
 [9] Con dispositivi di diffusione visuale e sonora o altri dispositivi adeguati alle capacità percettive degli occupanti ed alle condizioni ambientali (es. segnalazione di allarme ottica, a vibrazione, ...).
 [10] Per elevati affollamenti, geometrie complesse, può essere previsto un sistema EVAC secondo norma UNI ISO 7240-19.
 [11] Automatiche su comando della centrale o mediante centrali autonome di azionamento (asservite alla centrale master), richiede le funzioni secondarie E, F, G, H ed N della EN 54-1.
 [12] Spazi comuni, vie d'esodo (anche facenti parte di sistema d'esodo comune) e spazi limitrofi, compartimenti con profili di rischio R_{vita} in Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, D1 e D2, aree dei beni da proteggere, aree a rischio specifico.

Obiettivo dell'IRAI è quello di soddisfare i seguenti obiettivi:

- favorire un tempestivo esodo degli occupanti;
- attivare il piano di emergenza;
- attivare i sistemi di protezione e le altre misure di sicurezza.

In riferimento al par. S.7.5, si riportano le indicazioni da seguire per la corretta progettazione degli IRAI.

S.7.5 IMPIANTI DI RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDIO

1. Gli impianti di rivelazione ed allarme incendio (IRAI) progettati ed installati secondo la norma UNI 9795 sono considerati soluzione conforme. Le soluzioni conformi sono descritte in relazione alle funzioni principali e secondarie descritte nella norma UNI EN 54-1 e riportate nelle tabelle S.7-5 e S.7-6.
2. Per la corretta progettazione, installazione ed esercizio di un IRAI deve essere prevista, in conformità alla vigente regolamentazione e alle norme adottate dall'ente di normazione nazionale, la *verifica della compatibilità e della corretta interconnessione dei componenti*, compresa la specifica sequenza operativa delle funzioni da svolgere. I componenti degli IRAI verificati secondo la norma UNI EN 54-13 sono considerati soluzione conforme.
3. Per consentire a tutti gli occupanti, anche a quelli che impiegano ausili di movimento, di inviare l'allarme d'incendio, i pulsanti manuali della funzione D dovrebbero essere collocati ad una quota pari a circa 110 cm dal piano di calpestio.

Nota Qualora i pulsanti manuali d'allarme incendio non siano adeguati alle specifiche necessità degli occupanti, si può ricorrere anche a sistemi prensili (es. interruttori a corda pendenti da soffitto o pareti, ...).

4. La comunicazione dell'allarme con la funzione principale C deve essere veicolata attraverso modalità *multisensoriali* cioè percepibili dai vari sensi (almeno due), a seconda della condizione degli occupanti cui è diretta, per ottenerne una partecipazione collaborativa adeguata alla situazione di emergenza.

Nota Per adattarsi alle esigenze degli occupanti, possono essere utilizzati differenti dispositivi quali pannelli visivi, cercapersone di nuova generazione (es. wi-fi paging systems, ...), apparecchi vibranti (es. sveglie interconnesse sulle postazioni di lavoro, vibrazioni su smartphone individuali o segnali sonori entro bande di frequenza specificatamente selezionate, ...).

5. I segnali acustici di *pre-allarme*, ove previsto dalla GSA, e di allarme incendio della funzione principale C dovrebbero avere caratteristiche rispondenti alla norma UNI 11744.

Segue una descrizione schematica delle specifiche tecniche dell'IRAI, che è parte integrante della più estesa e dettagliata specifica tecnica dell'impianto (omessa, per brevità di trattazione, esulando dagli scopi della presente pubblicazione).

L'IRAI sarà progettato ed installato secondo la norma UNI 9795 e i componenti verificati secondo la norma UNI EN 54-13.

Tutte le aree dell'attività saranno protette da impianto di segnalazione ed allarme incendio di tipo automatico.

L'IRAI, schematicamente, così costituito:

- centrale di controllo e allarme, con invio e ricezione dei segnali di allarme;
- pulsanti manuali di allarme lungo le vie d'esodo principali;
- dispositivi di allarme ottici ed acustici (pannelli ottico acustici);
- rivelatori ottici di fumo;
- batterie e cavi di collegamento.

Il sistema sarà del tipo analogico autoindirizzante idoneo a garantire:

- identificazione puntuale del pulsante;
- segnale di manutenzione del pulsante.

L'allarme incendio sarà remotizzato tramite combinatore telefonico, utilizzando numeri telefonici stabiliti in fase di programmazione.

L'attività sarà dotata di un sistema di allarme in grado di avvertire gli occupanti relativamente alle condizioni di pericolo causate dall'incendio, allo scopo di iniziare le procedure di emergenza e le operazioni di evacuazione.

La diffusione degli allarmi, nei vari ambiti dell'attività, avverrà mediante l'attivazione dei pannelli ottico acustici installati ai diversi piani.

La procedura di diffusione dei segnali di allarme dovrà costituire parte integrante del piano di emergenza.



Centrale di controllo

Nella centrale di controllo, installata nel locale tecnico al piano terra, presidiato durante le ore di attività, perverranno i seguenti allarmi cui è demandato il compito di:

- segnalare la rivelazione di incendio, per il tramite di rivelatore e/o pulsante di allarme manuale;
- attivare i pannelli ottico acustici e le sirene di allarme incendio situate nei piani e nei compartimenti dell'edificio;
- chiudere le porte REI/EI, mantenute normalmente aperte mediante fermi elettromagnetici, e le eventuali serrande tagliafuoco motorizzate;
- comandare l'apertura delle finestre nella palestra.

La centrale di controllo attiverà un sistema di segnalazione ottico acustica nei vari compartimenti per avviare la procedura di evacuazione ed allertare gli addetti antincendio, al fine di diminuire il tempo di evacuazione.

Si dovranno applicare le previsioni della norma UNI 9795 p.ti 5.6.4.1 e 5.6.4.2.

Il par. S.10.2, in ogni caso, stabilisce che l'autonomia debba essere comunque congrua con il tempo disponibile per l'esodo dall'attività.

La centrale di controllo sarà interfacciata con un combinatore telefonico per la segnalazione di allarmi dei sistemi di controllo e monitoraggio e di eventuali guasti dell'impianto di rilevazione incendi, ad una o più stazioni riceventi.

Pulsanti di segnalazione manuale d'incendio

I pulsanti di segnalazione manuale dovranno essere installati in conformità al progetto esecutivo e collegati al bus comprendente i rilevatori d'incendio.

L'installazione dovrà essere eseguita in modo tale che l'altezza del pulsante sia a circa 1,20 m dal pavimento, in posizione protetta da eventuali urti e danneggiamenti.

La posizione d'installazione dovrà essere inoltre vicina alle uscite di sicurezza e ogni zona dell'edificio dovrà essere coperta dalla presenza di almeno un pulsante, comunque in conformità alla norma UNI 9795.

Pannelli ottico acustici

Ciascun elemento dell'IRAI, rivelatore e/o pulsante di allarme manuale attiverà (al primo allarme) almeno un pannello ottico acustico posto nell'ambiente da sorvegliare, oltre alla trasmissione del segnale di allarme all'eventuale combinatore telefonico per la segnalazione remota.

I pannelli ottico acustici saranno autoalimentati; in alternativa, i pannelli non autoalimentati saranno alimentati con cavo CEI EN 50200 2 x 1,5 mm² resistente al fuoco 30 min.

Il comando di ogni singolo pannello dovrà essere eseguito da un modulo dedicato; questo sarà collegato al loop tramite il cavo bus, con collegamento tale da garantire il costante controllo della linea, come richiesto dalle norme EN 54-2.

Segnali e allarmi

I segnali e gli allarmi dell'impianto di rivelazione ed allarme incendio dovranno essere trasmessi alla centralina ed eventualmente trasmessi in remoto sui dispositivi mobili del responsabile dell'attività e/o degli addetti antincendio.

I dispositivi di segnalazione acustica di allarme dovranno essere tali da soddisfare i requisiti della norma UNI 11744.

Rivelatori di fumo puntiformi

I rivelatori di fumo puntiformi saranno di tipo analogico-indirizzato, a norma UNI EN 54-7, idonei alle caratteristiche degli ambienti da sorvegliare; tali rivelatori ottici reagiscono alla presenza di prodotti causati dalla combustione (fumi visibili).

I rivelatori di fumo puntiformi saranno installati sia in ambiente che negli spazi confinati come controsoffitti, cavedi, cunicoli, ecc., ai sensi della norma UNI 9795.

Batterie

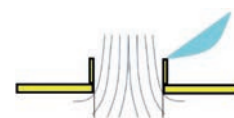
Vale la norma 9795 e la norma EN 54-4.

Cavi e canalizzazioni

I cavi per la realizzazione dei loop di rilevazione incendio e i cavi per alimentazione dei dispositivi di segnalazione dovranno essere conformi alla normativa vigente e al regolamento CPR (305/2011) in relazione alla prestazioni di reazione al fuoco, per il resto si applicheranno le previsioni della norma 9795 punto 7.1.

I presidi antincendio devono essere indicati da segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010.



MISURA ANTINCENDIO: S.8 CONTROLLO FUMI E CALORE**Controllo fumi e calore****S.8.1 PREMESSA**

1. La presente misura antincendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendi da installare nell'attività per consentire il controllo, l'evacuazione o lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio.

Nota I sistemi a pressione differenziale per rendere a prova di fumo le compartimentazioni, sono trattati nel capitolo S.3.

2. In generale, la misura antincendio di cui al presente capitolo si attua attraverso la realizzazione di:
 - a. aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza del paragrafo S.8.5;
 - b. sistemi di ventilazione orizzontale forzata del fumo e del calore (SVOF) di cui al paragrafo S.8.6;
 - c. sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC) descritti al paragrafo S.8.7.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce ai compartimenti dell'attività il livello di prestazione II.

(tab. S.8-1) = livello II

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Deve essere possibile smaltire fumi e calore dell'incendio dai compartimenti al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso.
III	Deve essere mantenuto nel compartimento uno strato libero dai fumi che permetta: <ul style="list-style-type: none"> • la salvaguardia degli occupanti e delle squadre di soccorso, • la protezione dei beni, se richiesta. Fumi e calore generati nel compartimento non devono propagarsi ai compartimenti limitrofi.

Livello di prestazione II (vedi tab. S.8-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Compartimenti dove siano verificate tutte le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • carico di incendio specifico $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$; • per compartimenti con $q_f > 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 25 \text{ m}^2$; • per compartimenti con $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 100 \text{ m}^2$; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	Compartimento non ricompreso negli altri criteri di attribuzione.
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).

In considerazione del q_f nei vari compartimenti, si applica, per la misura in questione, il livello di prestazione II.

A tal riguardo, la RTV V.7 non fornisce alcuna ulteriore specifica prescrizione.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.8.4.1, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione II, deve essere prevista la possibilità di effettuare lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza secondo quanto indicato al par. S.8.5.

A differenza dei SEFC, lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza non ha la funzione di creare un adeguato strato libero dai fumi durante lo sviluppo dell'incendio, ma solo quello di facilitare l'opera di estinzione dei soccorritori.

Lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza può essere realizzato per mezzo di aperture di smaltimento dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'attività.

Nello specifico, esso è operato tramite le aperture ordinariamente disponibili per la funzionalità dell'attività (finestrature e porte verso l'esterno).

Secondo le prescrizioni del par. S.8.5.1 le aperture di smaltimento devono essere realizzate in modo che:

- a. sia possibile smaltire fumo e calore da tutti gli ambiti del compartimento;
- b. fumo e calore smaltiti non interferiscano con il sistema delle vie d'esodo, non propagano l'incendio verso altri locali, piani o compartimenti.

Le aperture di smaltimento devono essere protette dall'ostruzione accidentale durante l'esercizio dell'attività.

Devono essere previste indicazioni specifiche per la gestione in emergenza delle aperture di smaltimento (Cap. S.5). Secondo le prescrizioni del par. S.8.5.1, in relazione agli esiti della valutazione del rischio, una porzione della superficie utile delle aperture di smaltimento dovrebbe essere realizzata con modalità di tipo SEa, SEb, SEc (es.: il 10% sia di tipo SEa, SEb o SEc).

Tipo di impiego	Descrizione
SEa	Permanentemente aperte
SEb	Dotate di sistema automatico di apertura con attivazione asservita ad IRAI
SEc	Provviste di elementi di chiusura (es. infissi, ...) ad apertura comandata da posizione protetta e segnalata
SEd	Provviste di elementi di chiusura non permanenti (es. infissi, ...) apribili anche da posizione non protetta
SEe	Provviste di elementi di chiusura permanenti (es. lastre in polimero PMMA, policarbonato, ...) per cui sia possibile l'apertura nelle effettive condizioni d'incendio (es. condizioni termiche generate da incendio naturale sufficienti a fondere efficacemente l'elemento di chiusura, ...) o la possibilità di immediata demolizione da parte delle squadre di soccorso

TAB. S.8-4 - TIPI DI REALIZZAZIONE DELLE APERTURE DI SMALTIMENTO SEGUENTE

Nell'attività sono previste aperture di smaltimento d'emergenza costituite da finestrate e porte apribili (tipologia SEd) manualmente in posizione non protetta dall'incendio.

Inoltre, in assenza di valutazioni più approfondite, è stato stabilito di dotare di aperture SEc tutti i compartimenti, motorizzando alcune aperture per una superficie non inferiore al 10% di quella del rispettivo compartimento. Fa eccezione la palestra al primo interrato, ove saranno previste aperture con una modalità di tipo SEb.

In linea con quanto previsto nel par. S.8.5.2, la superficie utile minima complessiva SE delle aperture di smaltimento di piano è calcolata secondo tab. S.8-5 in funzione del carico di incendio specifico q_f e della superficie lorda del compartimento A; la superficie SE sarà suddivisa in aperture di forma regolare e superficie utile $\geq 0,10 \text{ m}^2$.

Tipo di dimensionamento	Carico di incendio specifico q_f	SE [1] [2]	Requisiti aggiuntivi
SE1	$q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	A / 40	-
SE2	$600 < q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A \cdot q_f / 40000 + A / 100$	-
SE3	$q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	A / 25	10% di SE di tipo SEa o SEb o SEc

[1] Con SE superficie utile delle aperture di smaltimento in m^2

[2] Con A superficie lorda di ciascun piano del compartimento in m^2

TAB. S.8-5: TIPI DI DIMENSIONAMENTO PER LE APERTURE DI SMALTIMENTO

La tabella seguente riporta, per i compartimenti presenti, la superficie di smaltimento richiesta e di progetto:

Compartimento	R _{vita}	Sup. mq	q _f MJ/mq	Tipo di dimensionamento Superficie di smaltimento SE	S _{sm min} richiesta mq	Conforme
Palestra	A2	460	347	SE1 A/40	11,50	SI
Mensa	A2	305			7,63	SI
Spogliatoi	A2	210			5,25	SI
Aule	A2	800			20,00	SI
	A2	850			21,25	SI
Spazi corpo docente	A2	250			6,25	SI
Multipiano scala	A2	400			10,00	SI

Le aperture di smaltimento presentano superficie superiori alle dimensioni minime prescritte, di conseguenza lo smaltimento di fumi e calore risulta assicurato.

Le aperture di smaltimento dovrebbero, secondo le prescrizioni del par. S.8.5.3, essere distribuite uniformemente nella porzione superiore di tutti i locali, al fine di facilitare lo smaltimento dei fumi caldi dagli ambiti del compartimento.

La relativa verifica risulta soddisfatta; infatti, al fine di facilitare lo smaltimento dei fumi caldi dagli ambiti di ogni compartimento, le aperture di smaltimento saranno distribuite uniformemente in tutti i piani.

Tali aperture saranno distribuite avendo verificato che i locali risultino coperti in pianta dalle aree di influenza delle medesime, ad essi pertinenti, secondo un raggio di influenza di r_{offset} di circa 20 m (vedi punto 2 del par. V.6.5.7).

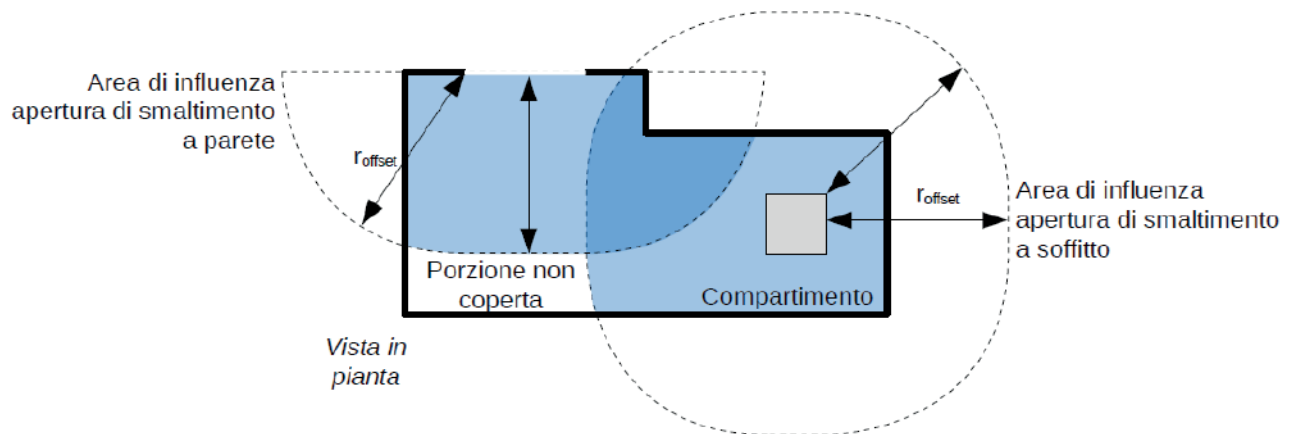
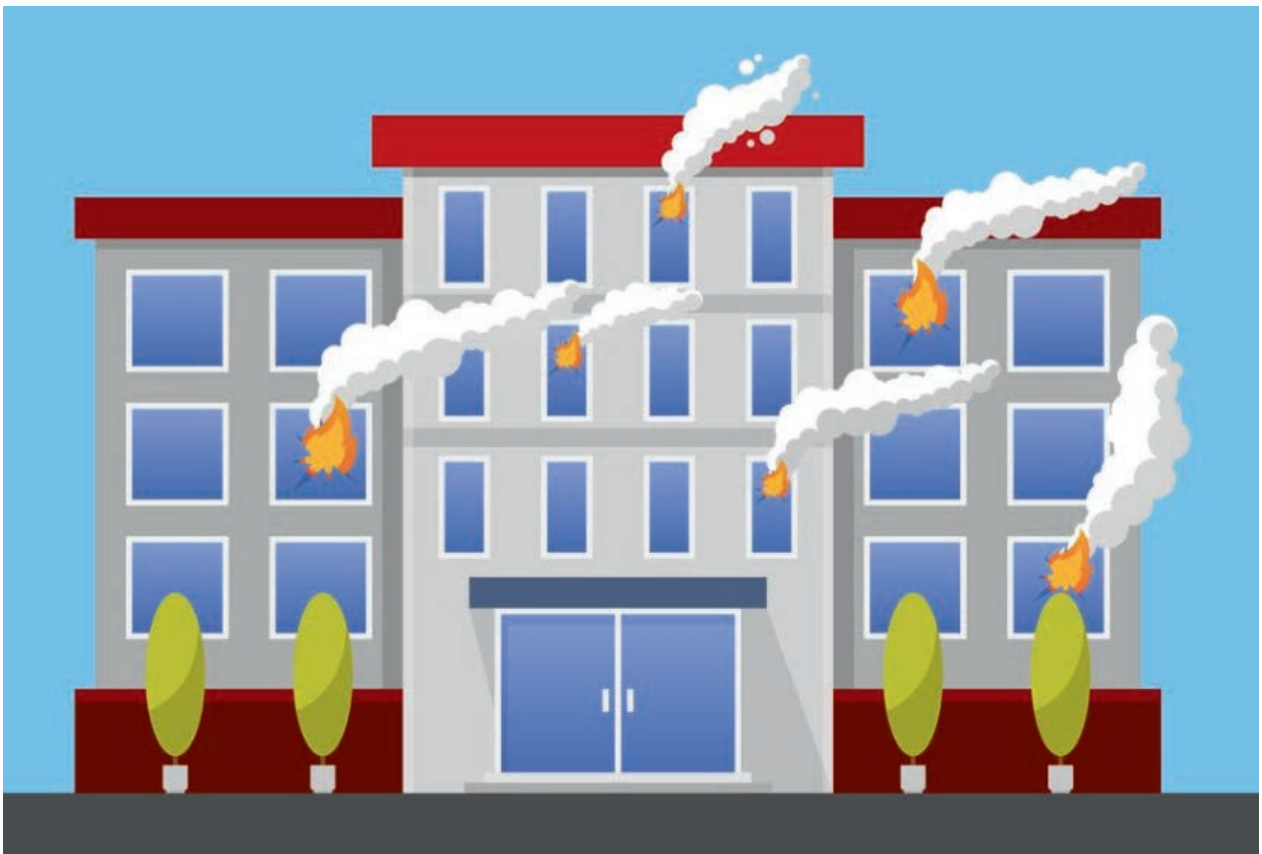


ILLUSTRAZIONE S.8-1: VERIFICA DELL'UNIFORME DISTRIBUZIONE IN PIANTA DELLE APERTURE DI SMALTIMENTO

Come rilevabile dagli elaborati grafici, la distribuzione delle aperture di smaltimento nei compartimenti è regolare lungo le pareti perimetrali dei piani, soddisfacendo implicitamente la verifica sopra menzionata.

Anche per tale misura antincendio sono ammesse soluzioni alternative per tutti i livelli di prestazione (par. S.8.4.3).



MISURA ANTINCENDIO: S.9 OPERATIVITÀ ANTINCENDIO**Operatività antincendio****S.9.1 PREMESSA**

L'operatività antincendio ha lo scopo di agevolare l'efficace conduzione di interventi di soccorso dei Vigili del fuoco in tutte le attività.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

attribuibili all'*opera da costruzione*

(tab. S.9-1) = livello III

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio
III	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio. Pronta disponibilità di agenti estinguenti. Possibilità di controllare o arrestare gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza.
IV	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio. Pronta disponibilità di agenti estinguenti. Possibilità di controllare o arrestare gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza. Accessibilità protetta per i Vigili del fuoco a tutti i piani dell'attività. Possibilità di comunicazione affidabile per soccorritori.

Livello di prestazione III (tab. S.9-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	<p>Opere da costruzione dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • per compartimenti con $q_f > 200$ MJ/m²: superficie lorda ≤ 4000 m²; • per compartimenti con $q_f \leq 200$ MJ/m²: superficie lorda qualsiasi; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV	<p>Opere da costruzione dove sia verificata almeno una delle seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4; • se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti; • se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti; • numero totale di posti letto > 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3; • si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo > 25 occupanti; • si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo > 25 occupanti.

Sulla base della valutazione del rischio e dei parametri di riferimento utilizzati nella tab. S.9-2, tra cui la densità di affollamento, si applica, per la misura in questione, il livello di prestazione III.

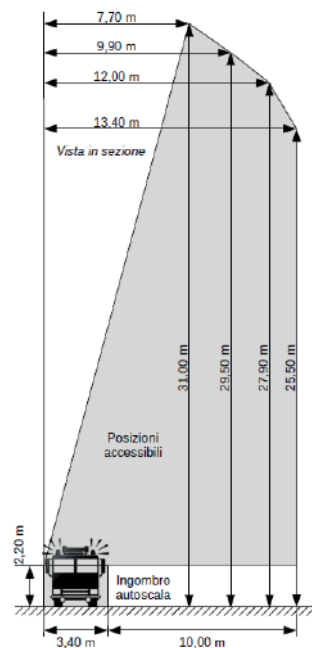
A tal riguardo, la RTV V.7 non fornisce alcuna ulteriore specifica prescrizione.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.9.4.2, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione II; deve permanentemente assicurata la possibilità di avvicinare i mezzi di soccorso antincendio, adeguati al rischio d'incendio, a distanza ≤ 50 m dagli accessi per soccorritori dell'attività.

Il progettista può impiegare i criteri di cui alla tab. S.9-5, quali parametri di riferimento per l'accesso dei mezzi dei Vigili del fuoco:

Larghezza: 3,50 m;
 Altezza libera: 4,00 m;
 Raggio di volta: 13,00 m;
 Pendenza: $\leq 10\%$;
 Resistenza al carico: almeno 20 tonnellate, di cui 8 sull'asse anteriore e 12 sull'asse posteriore con passo 4 m.



L'attività risulta provvista di rete idranti e, pertanto, non è richiesta la *colonna a secco*. Non è prevista la protezione esterna (vedi Cap. S.6), ma si prevede l'installazione di un idrante soprasuolo (UNI EN 14384), in prossimità dell'accesso carrabile, collegato alla rete pubblica; tale idrante deve assicurare un'erogazione minima di 300 l/min per una durata ≥ 60 min per il rifornimento dei mezzi di soccorso dei VV.F..

I sistemi di controllo e comando dei servizi di sicurezza destinati a funzionare in caso di incendio (es.: degli IRAI, ecc.) devono essere ubicati in posizione segnalata e facilmente raggiungibile durante l'incendio.

Gli organi di intercettazione, controllo, arresto e manovra degli impianti tecnologici al servizio dell'attività rilevanti ai fini dell'incendio (es.: impianto elettrico, impianti di ventilazione, ecc.) devono essere ubicati in posizione segnalata e facilmente raggiungibile durante l'incendio.

La posizione e le logiche di funzionamento devono essere considerate nella gestione della sicurezza antincendio (Cap. S.5), anche ai fini di agevolare l'operato delle squadre dei Vigili del fuoco.

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.9.4.4).

MISURA ANTINCENDIO: S.10 SICUREZZA IMPIANTI**Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio****S.10.1 PREMESSA**

1. Ai fini della sicurezza antincendio devono essere considerati *almeno* i seguenti impianti tecnologici e di servizio:
 - a. produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica;
 - b. protezione contro le scariche atmosferiche;
 - c. sollevamento o trasporto di cose e persone;

Nota esempio: ascensori, montacarichi, montalettighe, scale mobili, marciapiedi mobili, ...

- d. deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione di solidi, liquidi e gas combustibili, infiammabili e comburenti;
 - e. riscaldamento, climatizzazione, condizionamento e refrigerazione, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione, e di ventilazione ed aerazione dei locali;
2. Per gli impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi dell'attività il progettista effettua la valutazione del rischio di incendio e prevede adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale. Tali misure devono essere in accordo con gli obiettivi di sicurezza riportati al paragrafo S.10.5.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce all'intera attività il livello di prestazione I.

(tab. S.10-1) = livello I

Livello di prestazione	Descrizione
I	Impianti progettati, realizzati, eserciti e mantenuti in efficienza secondo la regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, con requisiti di sicurezza antincendio specifici.

A norma del par. S.10.3, il livello di prestazione I deve essere attribuito a tutte le attività.

A tal riguardo, la RTV V.7 stabilisce al par. V.7.4.7 che i gas refrigeranti negli impianti di climatizzazione e condizionamento (Cap. S.10) inseriti in aree TA o TO devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.10.4.1, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione I, si ritengono conformi gli impianti tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme applicabili.

Tali impianti devono garantire gli obiettivi di sicurezza antincendio riportati al par. S.10.5 ed essere altresì conformi alle prescrizioni tecniche riportate al par. S.10.6 per la specifica tipologia dell'impianto.

Sono ammesse *soluzioni alternative* alle sole prescrizioni riportate al par. S.10.6 (par. S.10.4.2).

Nell'attività in esame sono presenti i seguenti impianti tecnologici e di servizio, contemplati al comma 1 del par. S.10.1:

- impianti elettrici;
- impianti di protezione contro le scariche atmosferiche;
- impianto ascensore.

Come prescritto al comma 2 del citato paragrafo, per gli impianti in questione, il progettista deve effettuare un'apposita *valutazione del rischio di incendio* e prevedere adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale.

Tali misure devono essere in accordo con gli *obiettivi di sicurezza* riportati al par. S.10.5.

Come detto, le *soluzioni conformi*, vedi par. S.10.4.1, prevedono che gli impianti tecnologici e di servizio siano progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme di buona tecnica applicabili.

Tali impianti, inoltre, devono garantire gli *obiettivi di sicurezza antincendio* riportati al par. S.10.5 ed essere conformi alle *prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio* riportate al par. S.10.6 per la specifica tipologia dell'impianto.

S.10.5 Obiettivi di sicurezza antincendio

1. Gli impianti tecnologici e di servizio di cui al paragrafo S.10.1 devono rispettare i seguenti obiettivi di sicurezza antincendio:
 - a. limitare la probabilità di costituire causa di incendio o di esplosione;
 - b. limitare la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione e contigui;
 - c. non rendere inefficaci le altre misure antincendio, con particolare riferimento agli elementi di compartimentazione;
 - d. consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
 - e. consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
 - f. essere disattivabili, o altrimenti gestibili, a seguito di incendio.
2. La gestione e la disattivazione di impianti tecnologici e di servizio, anche quelli destinati a rimanere in servizio durante l'emergenza, deve:
 - a. poter essere effettuata da posizioni protette, segnalate e facilmente raggiungibili;
 - b. essere prevista e descritta nel piano d'emergenza.

Nota Per l'operatività (capitolo S.9) sono previste specifiche prescrizioni in merito alle modalità di disattivazione degli impianti, compresi quelli destinati a funzionare durante l'emergenza.

La gestione e la disattivazione dei suddetti impianti, compresi quelli destinati a rimanere in servizio durante l'emergenza, saranno:

- effettuate da posizioni segnalate, protette dall'incendio e raggiungibili facilmente;
- descritte nel piano di emergenza.

Considerati gli impianti presenti nell'attività, gli elementi del par. S.10.6 da valutare sono quelli riferiti a:

Impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica (par. S.10.6.1)

Tutti gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità alle norme CEI vigenti ed applicabili e risponderanno alle prescrizioni di cui al par. S.10.6.1.

Tutti gli impianti saranno dotati di regolare dichiarazione di conformità (d.m. 22 gennaio 2008, n. 37).

Quadri elettrici e interruttori generali

L'attività sarà munita di una serie di interruttori generali, posti in posizione segnalata, che permetteranno di togliere tensione all'impianto elettrico dell'intera attività.

Gli impianti in questione devono possedere caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento, individuate nel piano di emergenza, tali da non costituire pericolo durante le operazioni di estinzione dell'incendio.

Ogni impianto di alimentazione sarà dotato di quadri elettrici dedicati, con relativo interruttore generale di sgancio; ogni quadro sarà dotato degli interruttori di protezione (magnetotermico e differenziale) e dell'interruttore generale, azionabile sotto carico.

Tutti i quadri elettrici saranno segnalati con idonei cartelli, posti in posizione accessibile e tali da non compromettere l'esodo in sicurezza degli occupanti.

Sarà previsto un dispositivo di sezionamento di emergenza in grado, mediante semplice azionamento, di togliere tensione a tutti gli impianti elettrici a servizio dell'attività; tale dispositivo sarà opportunamente segnalato e la gestione dello stesso oggetto delle procedure previste nel piano di emergenza (Cap. S.5).

Gli impianti che abbiano una funzione ai fini della gestione dell'emergenza devono disporre di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime indicate nella tab. S.10-2:

Tutti i sistemi di protezione attiva e l'illuminazione di sicurezza devono disporre di alimentazione elettrica di sicurezza.

Utenza	Interruzione	Autonomia
Illuminazione di sicurezza, IRAI	Interruzione breve ($\leq 0,5$ s)	> 30' [1]
Scale mobili e marciapiedi mobili	Interruzione media (≤ 15 s)	> 30' [1]
Sistemi di controllo o estinzione degli	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120' [2]
Ascensori di soccorso	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120'
Altri impianti	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120'
[1] L'autonomia deve essere comunque congrua con il tempo disponibile per l'esodo dall'attività [2] L'autonomia può essere inferiore e pari al tempo di funzionamento dell'impianto [3] Solo se utilizzate in movimento durante		

TAB. S.10-2: AUTONOMIA MINIMA ED INTERRUZIONE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA DI SICUREZZA

I circuiti di sicurezza devono essere chiaramente identificati e su ciascun dispositivo generale a protezione della linea/impianto elettrico di sicurezza deve essere apposto un segnale riportante la dicitura "Non manovrare in caso d'incendio".



Tutti gli impianti saranno dotati di regolare sistema di messa a terra.

Tutti gli impianti saranno corredati di progetto esecutivo, schemi unifilari e dichiarazioni di conformità alla regola dell'arte (d.m. 22 gennaio 2008, n. 37).

Gli impianti elettrici devono essere realizzati tenendo conto della classificazione del rischio elettrico dei luoghi in cui sono installati (luoghi ordinari, a maggior rischio in caso di incendio, a rischio di esplosione, ecc.).

Dovranno, inoltre, essere rispettate le prescrizioni di cui alla tab. S.1-8.

Gli impianti devono essere suddivisi in più circuiti terminali in modo che un guasto non possa generare situazioni di panico o pericolo all'interno dell'attività.

Qualora necessario, i dispositivi di protezione devono essere scelti in modo da garantire una corretta selettività.

Illuminazione di sicurezza

L'attività sarà dotata di impianto di illuminazione di sicurezza con apparecchi aventi autonomia minima di 60 min, in grado di mantenere un adeguato livello di illuminamento lungo tutti i percorsi d'esodo.

Si rammentano, ad ogni buon fine, le differenze tra le alimentazioni elettriche riportate al par. G.1.19:

- Alimentazione di emergenza: alimentazione di sicurezza o di riserva.
- Alimentazione di sicurezza: sistema elettrico inteso a garantire l'alimentazione di apparecchi utilizzatori o parti dell'impianto elettrico necessari per la sicurezza delle persone.

Nota L'alimentazione di sicurezza risulta essere necessaria per alimentare gli impianti significativi ai fini della gestione della sicurezza antincendio e dell'emergenza, quali ad esempio l'illuminazione di sicurezza.

Nota I sistemi di sicurezza e gli impianti dotati di alimentazione elettrica di sicurezza sono normalmente alimentati da una sorgente di alimentazione ordinaria che, in caso di indisponibilità o in situazioni di emergenza, viene sostituita automaticamente dalla sorgente di alimentazione di sicurezza.

- Alimentazione di riserva: sistema elettrico inteso a garantire l'alimentazione di apparecchi utilizzatori o di parti di impianto per motivi diversi dalla sicurezza delle persone.

Si rammenta la disposizione inerente i presidi antincendio che devono essere indicati da segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010 (pannelli retroilluminati).

Protezione contro le scariche atmosferiche (par. S.10.6.4)

Per l'attività in esame deve essere eseguita una valutazione del rischio dovuto ai fulmini.

Sulla base dei risultati di tale valutazione, gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche dovranno essere realizzati nel rispetto delle relative norme tecniche; nello specifico si dovrà far riferimento alla norma CEI EN 62305-2 per verificare che la struttura sia protetta contro le fulminazioni.

Impianti di sollevamento e trasporto di cose e persone (par. S.10.6.5)

All'interno della scuola è presente un ascensore a servizio di tutti i piani.

Tale impianto di sollevamento, non specificatamente progettato per funzionare in caso di incendio, dovrà essere dotato di accorgimenti gestionali, organizzativi e tecnici che ne impediscano l'utilizzo in caso di emergenza.

L'analisi di tale impianto, secondo la RTV V.3, sarà condotta di seguito.

Sezione V - Regole tecniche verticali

Cap. V.1 Aree a rischio specifico

A latere dell'attività è presente un'area a rischio specifico costituita dalla centrale termica, per la quale occorre valutare misure antincendio specifiche in riferimento al Cap. V.1; la valutazione del rischio e delle caratteristiche della predetta area a rischio specifico, tuttavia, esula dagli scopi della presente pubblicazione.

Cap. V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive

A latere dell'attività è presente la centrale termica la cui pertinente valutazione del rischio di esplosione esula dagli scopi della presente pubblicazione.

Cap. V.3 Vani degli ascensori

Ai fini dell'applicazione della RTV V.3. il vano ascensore in esame è classificato di tipo SB: vano protetto.

L'ascensore sarà realizzato in conformità alla norma UNI EN 81-73.

Il vano ascensore soddisfa le prescrizioni di cui al par. V.3.3.2; in particolare pareti, porte di accesso, setti di separazione e intelaiatura di sostegno della cabina saranno costituiti da materiali appartenenti al gruppo GM0 di reazione al fuoco.

La classe minima di resistenza al fuoco dei vani ascensore sarà pari a 60, in accordo alle classi dei compartimenti serviti.

Le pareti, il pavimento e il tetto della cabina devono essere costituiti da materiali appartenenti al gruppo GM2 di reazione al fuoco.

Per il vano ascensore deve essere soddisfatto il livello di prestazione II della misura *controllo di fumi e calore* (Cap. S.8).

A tal fine, sulla sommità del vano ascensore sarà prevista una apertura di smaltimento di fumo e calore in emergenza che soddisfi il livello di prestazione II della misura controllo di fumi e calore.

Il locale macchina dovrà essere dotato di apertura di smaltimento fumi e calore, ovvero di camini di tiraggio naturale.

L'aerazione del vano di corsa dovrà essere permanente; essa sarà realizzata attraverso aperture, non inferiori al 3% della superficie in pianta, verso spazi scoperti, con un minimo di 0,20 mq per il vano di corsa.

Essa dovrà essere realizzata in corrispondenza della sommità delle pareti del vano e dovrà essere protetta nei confronti degli agenti atmosferici e della possibile immissione di corpi estranei (es.: volatili, ecc.).

In caso di incendio, l'ascensore, essendo a servizio dei compartimenti protetti da IRAI, sarà programmato in modo da essere portato al piano di riferimento principale (piano terra).

Anche in questo caso l'IRAI implementerà le funzioni di controllo impianti previste dalla tab. S.7-3.

In caso di incendio, l'utilizzo dell'ascensore è vietato; appositi segnali di divieto saranno installati in corrispondenza dello sbarco ai piani, in posizione facilmente visibile (cartelli UNI EN ISO 7010:2012 - P020 riportante il messaggio "Vietato usare l'ascensore in caso di incendio").



In prossimità dell'accesso degli spazi di installazione dei macchinari sarà posizionato un estintore.

Confronto tra gli esiti delle due progettazioni

Il caso studio ha riguardato la progettazione antincendio di un'attività scolastica mediante due diverse impostazioni progettuali, tra loro alternative:

- ✚ la RTV tradizionale, d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i.;
- ✚ Il Codice, comprensivo della RTV V.7 di cui al d.m. 7 agosto 2017 e s.m.i..

Segue un quadro riassuntivo riportante le differenze e le similitudini rilevate nell'applicazione della normativa previgente al Codice, il Codice stesso e le prescrizioni contenute nella RTV V.7, in relazione alla progettazione antincendio della scuola esaminata.

Si rinvia alla lettura del paragrafo *"Problematiche inerenti l'applicazione della RTV tradizionale"* dove, più dettagliatamente, sono stati illustrati gli interventi che si sono resi necessari per evitare il ricorso alla *deroga* rispetto alle previsioni della RTV tradizionale.



par. V.7.2 par. V.7.3 Tipo OB - HA 436 occupanti h < 12 m Classificazione delle aree dell'attività Classificazione in base ai profili di rischio	par. S.1.4.1 e S.1.4.2 par. V.7.4.1 Non esiste l'obbligo del 50% Vie d'esodo GM0, GM1 e GM2 Altri ambienti GM0, GM1, GM2 e GM3	par. S.2.4.3 par. V.7.4.2 Comp. f.t. Classe R/REI30 Comp. interrati Classe R/REI60 Le strutture portanti presentano una resistenza al fuoco < R 60	par. S.3.4.2 par. V.7.4.3 Criticità palestra	par. S.4.4.1	par. S.5.4.1 par. V.7.4.4	par. S.6.4.2 par. V.7.4.5 Estintori 13A 89B 21A 89B Rete idranti (naspi)	par. S.7.4.2 par. V.7.4.6 IRAI	par. S.8.4.1 Aperture di ventilazione naturale corrispondente alle finestre presenti	par. S.9.4.2 par. S.9.4.2	par. S.10.4.1 par. V.7.4.7
CLASSIFICAZIONE DELL' ATTIVITÀ	S1 REAZIONE AL FUOCO	S2 RESISTENZA AL FUOCO	S3 COMPARTIMENTAZIO NE	S4 ESODO	S5 GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO	S6 CONTROLLO DELL' INCENDIO	S7 RIVELAZIONE ED ALLARME	S8 CONTROLLO DI FUMI E CALORE	S9 OPERATIVITÀ ANTINCENDIO	S10 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO
punto 1.2 punto 5.0 Classificazione Scuola tipo 2 (numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone)	punto 3.1 Vie d'esodo Materiali in classe 0 (50%) e 1 (50%) Altri ambienti Pavimentazioni classe 2 altri rivestimenti classe 1	punto 3.0 Classe minima R/REI 60 Le strutture portanti presentano una resistenza al fuoco < R 60	punto 4.0 S < 6000 mq REI 60 Le strutture portanti presentano una resistenza al fuoco < R 60 punto 2.4 Separazioni Comunicazioni punto 4.1 Scala principale di tipo protetto	punto 5 punto 5.2 Sistema di vie di uscita punto 5.6 Numero delle uscite ≥ 2 Necessità scala esterna	punto 11 punto 10 punto 6	punto 9.2 Estintori 13A 89B d.m. 20/12/2012 punto 9.1 Rete idranti d.m. 20/12/2012 UNI 10779 punto 9.3 Impianti fissi di estinzioni incendi Criticità palestra	punto 8 punto 9.3 Impianto fissi di rilevazione incendi d.m. 20/12/2012	punto 4.1 punto 6.1 punto 6.2 Aperture di aerazione	punto 2.2 Accesso all'area mezzi di soccorso V.V.F. punto 2.3 Accostamento autoscale	punto 6.3 Servizi tecnologici punto 7 Impianti elettrici

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Il caso studio riguarda una scuola, con un affollamento ipotizzato corrispondente a 436 occupanti, oggetto di ristrutturazione.

Il progetto antincendio, illustrato secondo le due diverse impostazioni progettuali pre e post Codice, è finalizzato ad evidenziare le potenzialità ed i conseguenti vantaggi nell'applicazione di quest'ultimo.

La scuola prevede un piano interrato, uno parzialmente seminterrato e due piani fuori terra.

Dall'esame comparato delle due progettazioni, una eseguita con la RTV tradizionale d.m. 26 agosto 1992 e s.m.i. e l'altra con l'ausilio del Codice e della RTV V.7 di cui al d.m. 7 agosto 2017 e s.m.i., com'era da attendersi, si osserva un approccio più restrittivo della prima rispetto alla seconda.

Infatti, il soddisfacimento delle prescrizioni imposte dalla RTV tradizionale risulterebbe significativamente oneroso sia in termini economici che di impatto sulla consistenza edilizia interessata dalle opere di adeguamento, in special modo per quanto concerne la problematica relativa alla resistenza al fuoco delle strutture portanti in acciaio.

Viceversa, l'utilizzo del Codice e della RTV V.7 consente di raggiungere, agevolmente, gli obiettivi di sicurezza antincendio previsti resolvendo tutte le dieci misure della strategia antincendio in *soluzione conforme*, fatta eccezione per le *soluzioni alternative* inerenti le misure S.2 ed S.3 (in relazione alla quota del piano interrato) che, in ogni caso, evitano il ricorso alla *deroga*, inevitabile utilizzando la progettazione mediante la RTV tradizionale.

❖ *Commento dei risultati*

Se per le misure antincendio per le quali sono state utilizzate senza grosse problematiche soluzioni progettuali conformi non vi sono particolari elementi da sottolineare, non può dirsi altrettanto per le misure antincendio S.2 - Resistenza al fuoco e S.3 - Compartimentazione.

Partendo dalla S.2, risulta evidente quanto possa essere utile ricorrere alle soluzioni alternative quando i quantitativi, la tipologia e la distribuzione dei materiali combustibili è tale da generare incendi naturali, beninteso i *credible worst scenarios*, che generano un cimento termico certamente meno rilevante rispetto all'unico scenario della soluzione conforme, caratterizzato da un incendio generalizzato (*post flashover*) con temperatura uniforme nel compartimento e rappresentata dalla curva ISO834.

In un'attività scolastica, di norma, i materiali combustibili sono realmente pochi, per cui un'attenta valutazione del rischio, accompagnata dall'ineludibile e conseguente attenzione alla GSA, consentono in linea di principio di verificare l'adeguatezza del comportamento al fuoco delle strutture anche qualora queste non abbiano le prestazioni previste dalla RTO+RTV in *soluzione conforme*.

Ciò è proprio quello che accade nel caso in esame, in cui la struttura in acciaio della palestra, senza un'adeguata protezione al fuoco, si dimostra più che idonea a fronteggiare le conseguenze del peggior incendio possibile che possa ivi insorgere. La modellazione del focolare, altresì, è stata condotta in maniera piuttosto conservativa, sia in termini di quantitativi di materiale combustibile che lo caratterizzano, sia della loro concentrazione in un'unica area, vicina agli elementi più sollecitati, sia per la totale assenza di misure di GSA.

In merito alla necessità di adottare una *soluzione alternativa* per la misura S.3, è importante sottolineare un aspetto: il mancato rispetto di anche una sola condizione per il ricorso alle *soluzioni conformi* rende necessario implementare una *soluzione alternativa*, dal momento che le suddette condizioni sono alla base delle valutazioni condotte dal normatore per un utilizzo corretto delle *soluzioni conformi* e, vista la potenziale ampia gamma di casistiche, soprattutto conservativo per la sicurezza antincendio dell'attività e dei suoi occupanti, oltre che garanzia di professionalità e deontologia per il progettista e il direttore lavori antincendio.

Bibliografia

- Decreto Ministeriale 18 ottobre 2019, Codice di Prevenzione Incendi, 2019 (sostituisce la versione del Codice di Prevenzione Incendi del 2015);
- Decreto Ministeriale 3 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139;
- Decreto del Presidente della Repubblica 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;
- Franssen J.M., Vila Real P., Fire Design of Steel Structures 2 ed., ECCS 2015;
- Dattilo F., Pulito C. e altri, Codice di Prevenzione Incendi commentato, EPC 2016;
- AA.VV., Esempi applicativi del codice di prevenzione incendi, EPC 2017;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Il Codice di prevenzione incendi - Applicazioni pratiche, Inail 2018;
- AA.VV., Codice di prevenzione incendi commentato III ed., EPC 2019;
- 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., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Metodi per l'ingegneria della sicurezza antincendio, Inail 2019;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Gestione della sicurezza e operatività antincendio, Inail 2020;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, La progettazione dell'esodo, Inail 2020;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Compartimentazione antincendio, Inail 2020;
- Dattilo F., Cavriani M. e altri, Addenda alla III edizione del Codice di Prevenzione Incendi commentato, EPC 2020;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Reazione al fuoco, Inail 2021;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio, Inail 2021;
- Sabatino R., Cancelliere P., Marino A. e altri, Progettazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro, Inail 2022;
- Sabatino R., Cancelliere P., Marino A. e altri, Prevenzione incendi per attività di ufficio, Inail 2022;
- Sabatino R., Cancelliere P., Marino A. e altri, Prevenzione incendi per attività di autorimesse, Inail 2023;
- Sabatino R., Cancelliere P., Marino A. e altri, Prevenzione incendi per attività ricettive turistico-alberghiere, Inail 2023.

Fonti immagini

Immagine	Fonte
Copertina	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 11	Autori
pag. 16	Autori
pag. 17	Autori
pag. 18	Autori
pag. 19	Autori
pag. 20	Autori
pag. 23	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 30	Autori
pag. 31	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 32 a e 32 b	Autori
pag. 33 a e 33 b	Autori
pag. 34	Autori
pag. 35	Autori
pag. 36	Autori
pag. 37	Autori
pag. 38	Autori
pag. 39 a e 39 b	Autori
pag. 40 a e 40 b	Autori
pag. 41 a e 41 b	Autori
pag. 42 a e 42 b	Autori
pag. 43	Autori
pag. 44	Autori
pag. 45	Autori
pag. 46	Autori
pag. 50	Autori
pag. 51	Autori
pag. 61	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 65	Autori
pag. 66	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 67 a e 67 b	Autori
pag. 68 a e 68 b	Autori
pag. 69	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 72	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 73	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 84	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 86	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 87	Autori
pag. 91	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com

pag. 92 a e 92 b	Autori
pag. 93 a e 93 b	Autori
pag. 95	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 96	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 97	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 99	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 100	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 103	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 108 a e 108 b	d.m. 17 gennaio 2018 - G.U. n. 42 del 20 febbraio 2019 - S.O. n. 8
pag. 109	Autori
pag. 110 a e 110 b	Autori
pag. 111 a e 111 b	https://www.unilabsperimentazione.pg.it/it/
pag. 114	Programma di calcolo ELEFIR-EN - Università di Aveiro e Liegi
pag. 116	Autori
pag. 117	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 120	Autori
pag. 121	Autori
pag. 122 a e 122 b	Autori
pag. 123	SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 5th ed.
pag. 124 a e 124 b	Autori
pag. 125 a	Autori
pag. 125 b	https://www.sportgym.it
pag. 126	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 127 a e 127 b	Autori
da pag. 128 a 128 c	Autori
da pag. 129 a 129 c	Autori
pag. 130 a e 130 b	Autori
da pag. 131 a 131 c	Autori
da pag. 134 a 134 c	Autori
pag. 135	Autori
pag. 136 a e 136 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 137 a e 137 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
da pag. 138 a 138 c	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 139 a e 139 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
da pag. 140 a 140 c	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 141 a e 141 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 142	Autori
pag. 143 a e 143 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
da pag. 144 a 144 c	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 145 a e 145 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 146 a e 146 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 147 a e 147 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
da pag. 148 a 148 c	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi

pag. 149 a e 149 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 151	Appendice D - norma EN 1993-1-2 Eurocodice 3, parte 1-2
pag. 152 a e 152 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 153 a e 153 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 154 a e 154 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 155 a e 155 b	Programma di calcolo SAFIR - Università di Liegi
pag. 158	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 168	Autori
pag. 169	Autori
pag. 170	Autori
pag. 171	Autori
pag. 172	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 173	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 174	Autori
pag. 177	Autori
pag. 178	Autori
pag. 179 a e 179 b	Autori
pag. 180	Autori
pag. 181	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 182	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 183	Norma ISO/TR 16738/2009
pag. 187 a e 187 b	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 188 a e 188 b	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 189 a e 189 b	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 190	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 191	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 192	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 193	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 194	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 195	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 196 a e 196 b	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 197 a e 197 b	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 198 a e 198 b	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 199	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 200	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 201	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 202	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 203	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 204	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 205 a e 205 b	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 206 a e 206 b	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 207 a e 207 b	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 208	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST

pag. 209	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 210	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 211	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 212	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 213	Programma di calcolo FDS and Smokeview - NIST
pag. 216 a	Autori
pag. 216 b	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 218	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 222	Autori
pag. 223	Autori
pag. 224	Autori
pag. 225	Autori
pag. 233	Autori
pag. 234	Autori
pag. 236 a e 236 b	Autori
pag. 238	Autori
pag. 240	Segnaletica UNI EN ISO 7010:2012
pag. 241	Segnaletica UNI EN ISO 7010:2012
pag. 242	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 245	Autori
pag. 248	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 251	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 252	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 253	Autori
pag. 254	Autori
pag. 255	Autori
pag. 256	Autori
pag. 261	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 263 a	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 263 b	Norma UNI 10779:2021
pag. 265	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 271	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 274	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 279 a	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 279 b	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 283	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 287	Segnaletica UNI EN ISO 7010:2012
pag. 290	Segnaletica UNI EN ISO 7010:2012
pag. 291	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com

