

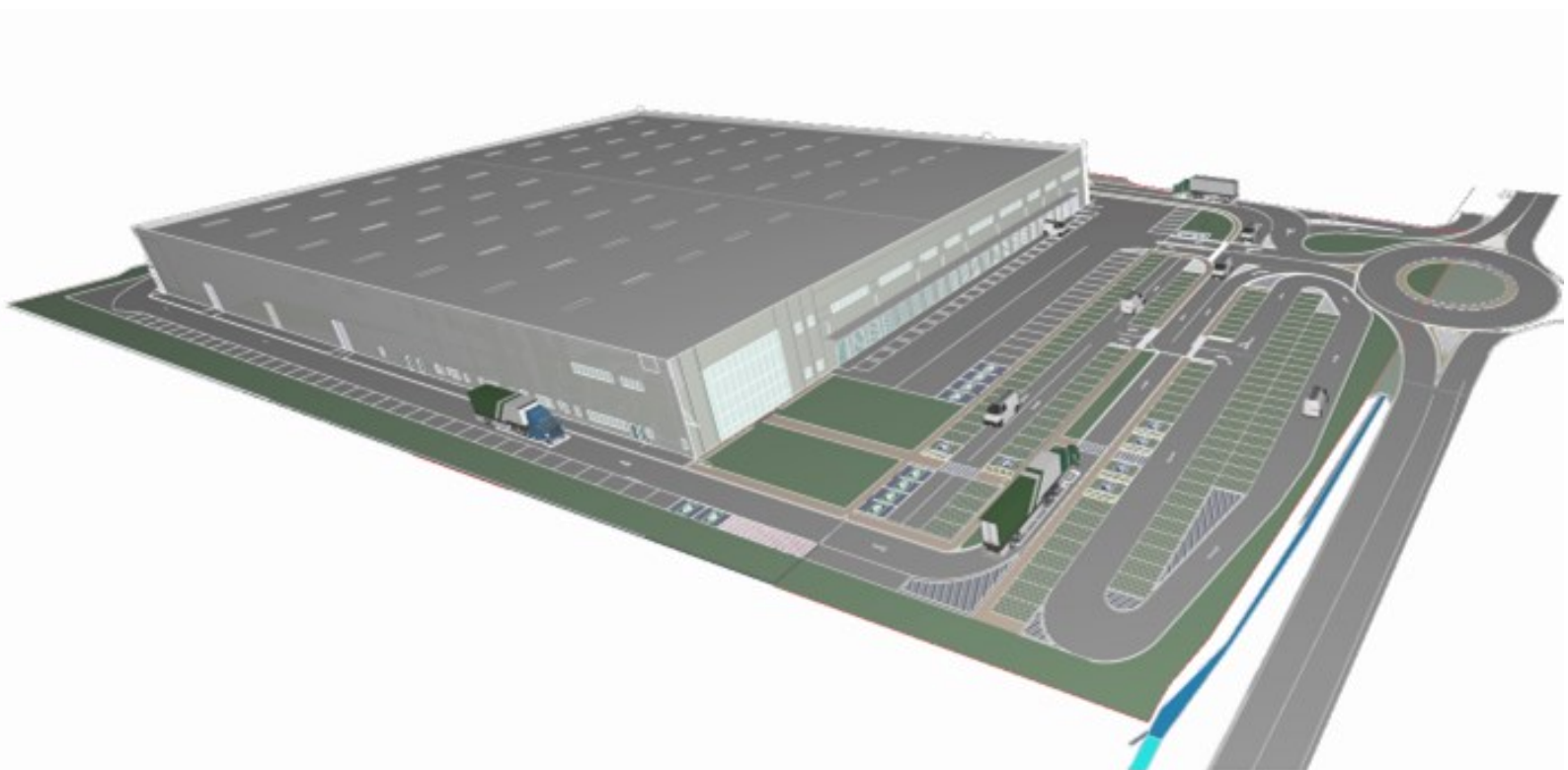


CEF – La Cooperativa dei Farmacisti  
**NUOVO POLO LOGISTICO/FARMACEUTICO**

PONCARALE (BS)

PROGETTAZIONE ANTINCENDIO PRESTAZIONALE

SEZ. M | D.M. 03/08/2015 ss.mm.ii.



SECONDA FASE | ANALISI QANTITATIVA

## RELAZIONE TECNICA

| MARZO 2024 | FSE10623\_RELTEC\_FARMACEUTICA\_PONCARALE\_VER0D |

**FSE Italia s.r.l.**

Sede legale: 20145 Milano (MI) [Italy](#) – Via Ippolito Nievo, 8

Sede operativa: 20097 San Donato Milanese (MI) [Italy](#) – Via J.F.Kennedy, 24

T. +39 0371 421821 – [amministrazione@fseitalia.com](mailto:amministrazione@fseitalia.com) – [fseitaliasrl@legalmail.it](mailto:fseitaliasrl@legalmail.it)

C.F. e P.IVA: 11045740963 – Capitale sociale: € 40.000,00 [i.v.](#)

**SOMMARIO**

1   PREMESSA ..... 3

2   MODELLI DI CALCOLO UTILIZZATI ..... 4

2.1 FDS ..... 4

3   PARAMETRI DI MODELLAZIONE ..... 4

3.1 MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E ANALISI DI SENSITIVITÀ ..... 4

3.2 MODELLAZIONE DELL’INCENDIO ..... 5

3.3 MODELLAZIONE DELLE APERTURE DI SMALTIMENTO FUMO E CALORE D’EMERGENZA ..... 5

3.4 SET-UP DELLA SIMULAZIONE ..... 6

3.5 TABULATI RELATIVI AI DATI DI INPUT E AL CALCOLO ..... 6

3.6 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO ..... 6

4   CONFRONTO RISULTATI E SOGLIE DI PRESTAZIONE ..... 7

4.1 VERIFICA DELLA SALVAGUARDIA DELLA VITA DEGLI OCCUPANTI ..... 7

4.2 RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI ..... 7

4.3 SCENARIO D’INCENDIO S1: Zona Centrale scaffalatura alta tradizionale ..... 8

4.4 SCENARIO D’INCENDIO S2: Zona prossima al soppalco scaffalata di tipo automatizzate ..... 15

5   CONCLUSIONI ..... 21

5.1 VERIFICA DELLA SICUREZZA DELLA VITA UMANA E INCOLUMITA DELLE PERSONE ..... 21

6   FIGURE RESPONSABILI ..... 22

7   BIBLIOGRAFIA ..... 23

## 1 PREMESSA

La presente Relazione Tecnica ha lo scopo di illustrare la progettazione antincendio di tipo prestazionale, sviluppata per il il Compartimento 1 “Magazzino” facente capo al nuovo *Polo logistico/farmaceutico*, che sorgerà nel Comune di Poncarale (BS).

Nello specifico la progettazione antincendio prestazionale di seguito riportata, avvalendosi delle metodologie dell’ingegneria della sicurezza antincendio previste dal D.M. 03/08/2015 ss.mm.ii., come già dettagliato all’interno del “*Sommario Tecnico*” (rif. *FSE10623\_SOMTEC\_Farmaceutica\_Poncarale\_ver0M* di seguito solo “*Sommario Tecnico*”), è volta a dimostrare che, in caso di incendio all’interno del Compartimento 1 “*Magazzino*” (adibito prevalentemente a stoccaggio), le soluzioni progettuali adottate garantiscano *che gli occupanti raggiungano un luogo sicuro prima che l’incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell’attività attraversati durante l’esodo.* **misura S.4 liv. I**

L’analisi nel seguito descritta prende in considerazione **due** scenari di incendio nel compartimento in esame, valutati in accordo alle ipotesi e agli obiettivi riportati nel suddetto *Sommario Tecnico*, a cui si rimanda per i dettagli del caso.

***Per gli scenari di incendio elaborati, l’esito delle analisi viene nel seguito sintetizzato a mezzo di tabelle, schemi grafici e immagini che restituiscono in maniera quantitativa i parametri rilevanti ai fini del raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio sopra riportati.***

*Analogamente a quanto già riportato all’interno del Sommario Tecnico, si precisa che la presente Relazione Tecnica costituisce parte integrante della Relazione Tecnica ai fini antincendio redatta nel rispetto del D.M. 03/08/2015 ss.mm.ii. dallo Studio tecnico associato Savi & Groppi (di seguito denominata “Relazione VVF”).*

## 2 MODELLI DI CALCOLO UTILIZZATI

### 2.1 FDS

Per la simulazione dell'incendio si impiega FDS (Fire Dynamics Simulator), un modello di campo di fluidodinamica computazionale (CFD – Computational Fluid Dynamics) sviluppato appositamente per lo studio dell'incendio e dei suoi effetti. Il suo funzionamento si basa sulla soluzione numerica di una forma delle equazioni di Navier-Stokes per flussi a bassa velocità, adatta a una fedele riproduzione dei fenomeni di combustione e trasporto degli effluenti generati dall'incendio.

Il processo di progettazione prevede:

- l'impiego del programma PyroSim, un pre-processore dedicato all'inserimento dei dati di input, per la creazione di un modello geometrico degli ambienti oggetti di analisi, l'inserimento del focolare d'incendio, dei dispositivi di misura delle grandezze che si vogliono studiare, la definizione dei parametri che li caratterizzano e la riproduzione di altri aspetti atti a replicare le peculiarità degli ambiti in cui si vuole simulare lo sviluppo dell'incendio;
- l'impiego del programma di calcolo FDS per la risoluzione numerica delle equazioni che modellano la reazione di combustione e i fenomeni di trasporto;
- l'impiego del programma PyroSim Results, un post-processore dedicato alla visualizzazione dei dati di output, per l'interpretazione dei risultati.

## 3 PARAMETRI DI MODELLAZIONE

### 3.1 MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E ANALISI DI SENSITIVITÀ

La modellazione geometrica ha inizio con la definizione del dominio di calcolo, cioè la porzione di spazio che si intende simulare, e la suddivisione dello stesso in elementi tridimensionali più piccoli, chiamati celle. L'insieme di tali celle prende il nome di griglia di calcolo (mesh), all'interno della quale vengono risolte le equazioni di conservazione.

FDS utilizza una griglia di calcolo di tipo cartesiano; gli ambiti modellati sono stati divisi in celle cubiche.

Per quanto concerne la dimensione media della cella di discretizzazione (computational grid), si fa riferimento al diametro caratteristico del fuoco  $D^*$ , quale importante parametro indicativo della bontà della risoluzione di griglia.

Il diametro caratteristico del fuoco è dato dalla seguente relazione:

$$D^* = \left( \frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} c_p T_{\infty} \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}}$$

ove:

- $D^*$  = diametro caratteristico del fuoco
- $\dot{Q}$  = heat rate release totale in (kW)
- $\rho$  = densità a temperature ambiente ( $\text{kg/m}^3$ )
- $c$  = calore specifico del gas (kJ/kgK)
- $T$  = temperatura ambiente (K)

All'interno di un problema di simulazione dell'evoluzione dinamica di un incendio, l'accuratezza della risoluzione è evidenziata dal rapporto  $D^*/\delta$  in quanto strettamente correlata sia alla potenza termica rilasciata (indicativa della fire size), che alla dimensione nominale della cella di discretizzazione (computational grid or size of the grid cells). In letteratura scientifica si consiglia di adottare un valore di  $\delta$  come di seguito riportato:

$$0.10 * D^* < \delta < 0.4 * D^*$$

e di eseguire consequenzialmente l'analisi di sensitività in tale range di valori.

Si riportano nella tabella seguente i valori dei diametri caratteristici del fuoco per ciascuno scenario analizzato, in funzione dei sei seguenti parametri:  $\rho = 1,204 \text{ kg/m}^3$ ,  $c = 1,005 \text{ kJ/kgK}$  e  $T = 293 \text{ K}$ .

Scenario di incendio	Heat release rate (Innesco)	Diametro caratteristico fuoco	Range dimensione celle d (m)	
	HRR (kW)	$D^*$ (m)	$0,1 \cdot D^*$	$0,4 \cdot D^*$
Scenari S1 e S2	65.000	5,093	0,509	2,037

Il volume dell'area oggetto di analisi è stato pertanto discretizzato mediante griglia a maglie da 0,40 m. La geometria di calcolo è stata ottimizzata per affinare l'approssimazione matematica del modello fluidodinamico. attorno all'incendio

### 3.2 MODELLAZIONE DELL'INCENDIO

In FDS il fuoco è controllato dalla curva HRR, pertanto è inserita la curva di rilascio del calore riportata nel *Sommario Tecnico* a cui si rimanda per i dettagli del caso.

### 3.3 MODELLAZIONE DELLE APERTURE DI SMALTIMENTO FUMO E CALORE D'EMERGENZA

In virtù degli obiettivi di sicurezza da verificare (misura S.4), volendo massimizzare gli effetti dei prodotti della combustione sugli occupanti presenti, in tutti gli scenari d'incendio analizzati non viene previsto il contributo di portoni e lucernari che restano chiusi per tutto il tempo della simulazione.

### 3.4 SET-UP DELLA SIMULAZIONE

Viene effettuato il set-up della simulazione abilitando gli output 3D “*plot3D*” e i risultati 2D “*boundary conditions*” delle soglie di prestazione prestabilite. In merito alla scelta dei time step, il modello CFD riduce automaticamente il valore durante l’analisi per garantire che ogni particella all’interno del dominio non si muova di una distanza maggiore alla dimensione della cella e se l’interazione diventa troppo piccola l’analisi si interrompe per instabilità numerica. Pertanto, la convergenza a valori misurabili è sinonimo di correttezza delle valutazioni. La durata della simulazione invece è scelta con metodo iterativo, cioè, valutando il tempo più significativo in relazione agli obiettivi fissati. In base a questi dati si avvia il motore di calcolo per l’analisi fluidodinamica dell’incendio e dei prodotti della combustione: FDS risolve numericamente il problema tramite integrazione numerica delle equazioni differenziali rappresentative dei bilanci accoppiati di quantità di moto, energia e materia (*equazioni di Navier – Stokes*). Conseguentemente, il programma fornisce come dati di uscita i valori di tutte le variabili, scalari e vettoriali, calcolate in ciascuna delle celle del dominio, utili alla comprensione dei fenomeni ed alla analisi degli effetti dell’incendio, quali distribuzioni delle temperature, pressioni, velocità dei gas e fumi, valori di visibilità, ecc. A FDS è associato un post-processore grafico dedicato alla visualizzazione dei dati, con il quale vengono infine analizzati i risultati dal simulatore di incendio.

### 3.5 TABULATI RELATIVI AI DATI DI INPUT E AL CALCOLO

Al seguente link si rendono reperibili i documenti di calcolo inerenti allo studio FDS: <https://mega.nz/folder/2BdjTQKK#edbc1hIWVVtkOhJ4o-sgYw>. Per la chiave di accesso al link o eventuali problemi relativi all’apertura dei documenti contattare la seguente mail: [amministrazione@fseitalia.com](mailto:amministrazione@fseitalia.com)

### 3.6 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

FDS 6 è un software sviluppato dal BFRL (Building and Fire Research Laboratory) del NIST (National Institute of Standards and Technology, U.S.A.). Per la documentazione a corredo del modello si fa riferimento alle specifiche tecniche riportate sui manuali di FDS 6: <https://pages.nist.gov/fds-smv>

## 4 CONFRONTO RISULTATI E SOGLIE DI PRESTAZIONE

### 4.1 VERIFICA DELLA SALVAGUARDIA DELLA VITA DEGLI OCCUPANTI

Per svolgere la verifica riguardante la salvaguardia degli occupanti è stata analizzata la diffusione dei prodotti della combustione all'interno degli ambienti, per un tempo di esposizione pari ad almeno  $RSET+RSET \cdot 10\%$ , in modo da ricoprire le verifiche fluidodinamiche degli obiettivi prefissati.

L'analisi delle figure e dei grafici relativi agli scenari d'incendio, che rilevano la distribuzione dei valori di visibilità, temperatura, irraggiamento e FED, evidenzia che, *per tutto il tempo necessario all'evacuazione degli occupanti*, restano verificate le seguenti condizioni:

- |                       |  |                                    |
|-----------------------|--|------------------------------------|
| • Modello calore      | Irraggiamento termico  | $E \leq 2,5 \text{ kW/m}^2$        |
| • Modello calore      | Temperatura ambiente   | $T \leq 60 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| • Modello visibilità  | Visibilità pannelli riflettenti, non retroilluminati (H = 1,8 m) | $L \geq 10 \text{ m}$              |
| • Modello gas tossici | Fractional effective dose (H = 1,8 m)                            | $FED \leq 0,1$                     |

*Valori superiori si riscontrano esclusivamente nelle zone in corrispondenza del materiale che brucia.*

### 4.2 RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Per ogni scenario di incendio elaborato, vengono di seguito riportate tabelle, schemi grafici e immagini che restituiscono in maniera quantitativa i **parametri** maggiormente **rilevanti** ai fini del **raggiungimento** degli **obiettivi** di sicurezza antincendio prefissati.

### 4.3 SCENARIO D'INCENDIO S1: Zona Centrale scaffalatura alta tradizionale

Si riportano di seguito le immagini relative all'andamento della visibilità del Magazzino nello scenario S1

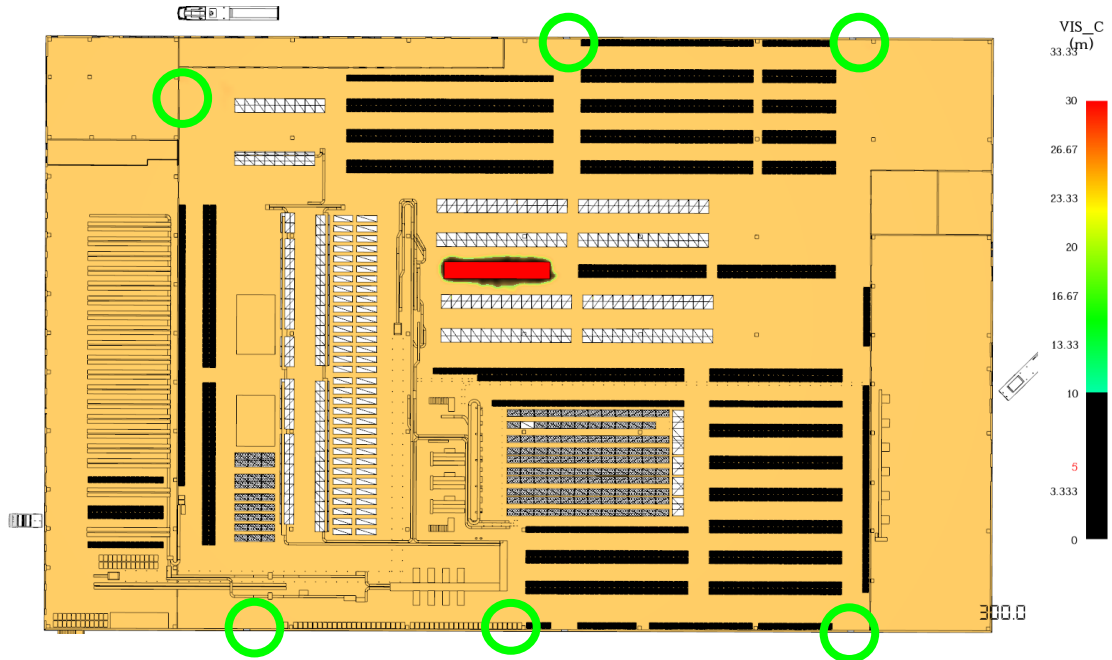


Figura 1 - Scenario S1: distribuzione dei valori di visibilità in pianta a quota  $Z = 1,8$  m dal pavimento del piano terra, al tempo  $t = 300$  s

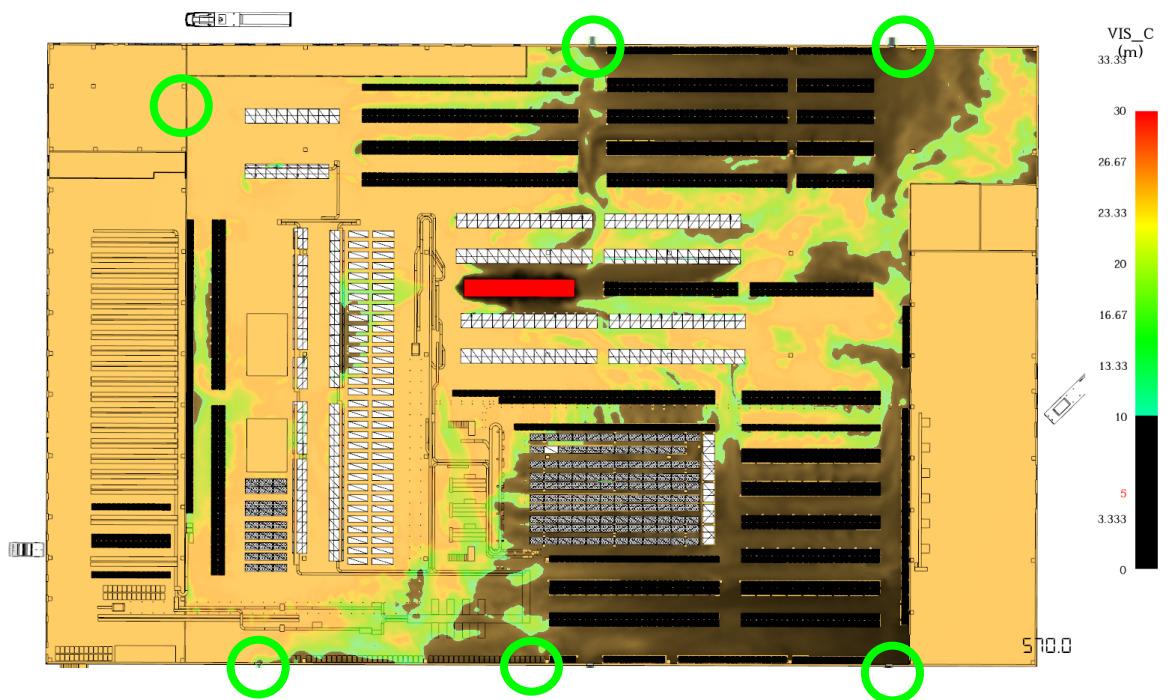


Figura 2 - Scenario S1: distribuzione dei valori di visibilità in pianta a quota  $Z = 1,8$  m dal pavimento del piano terra, al tempo  $t = 570$  s



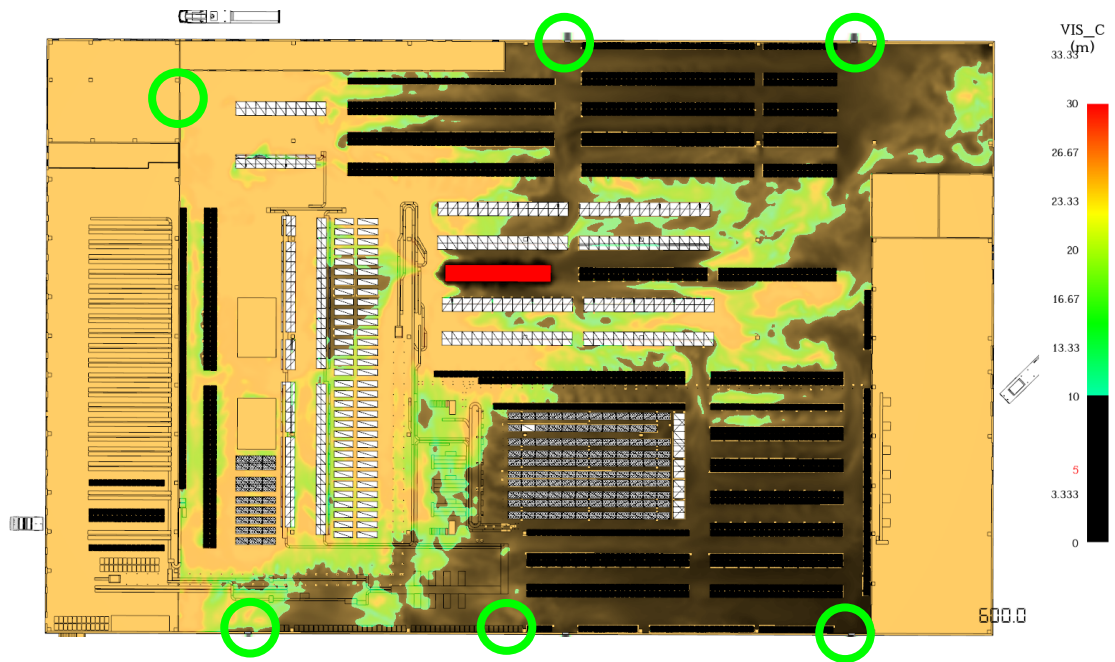


Figura 3 - Scenario S1: distribuzione dei valori di visibilità in pianta a quota  $Z = 1,8$  m dal pavimento del piano terra, al tempo  $t = 600$  s

Si riportano di seguito le immagini relative all'andamento della visibilità del soppalco nello scenario S1

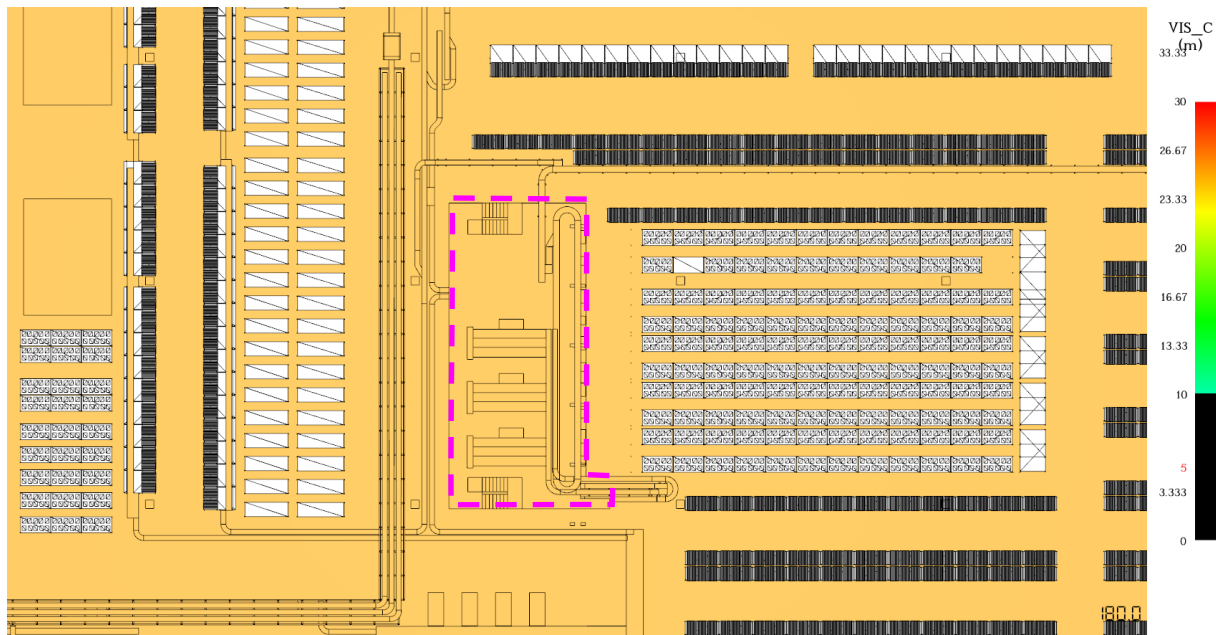


Figura 4 - Scenario S1: distribuzione dei valori di visibilità in pianta a quota  $Z = 1,8$  m dal pavimento del **soppalco**, al tempo  $t = 180$  s

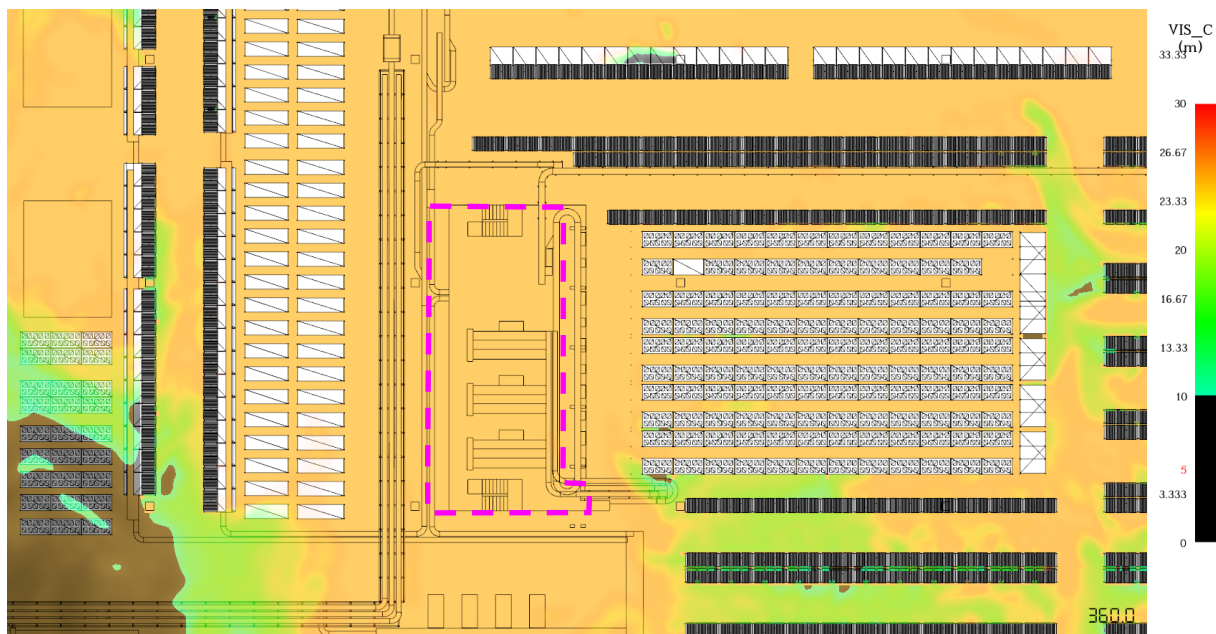


Figura 5 - Scenario S1: distribuzione dei valori di visibilità in pianta a quota  $Z = 1,8$  m dal pavimento del **soppalco**, al tempo  $t = 360$  s

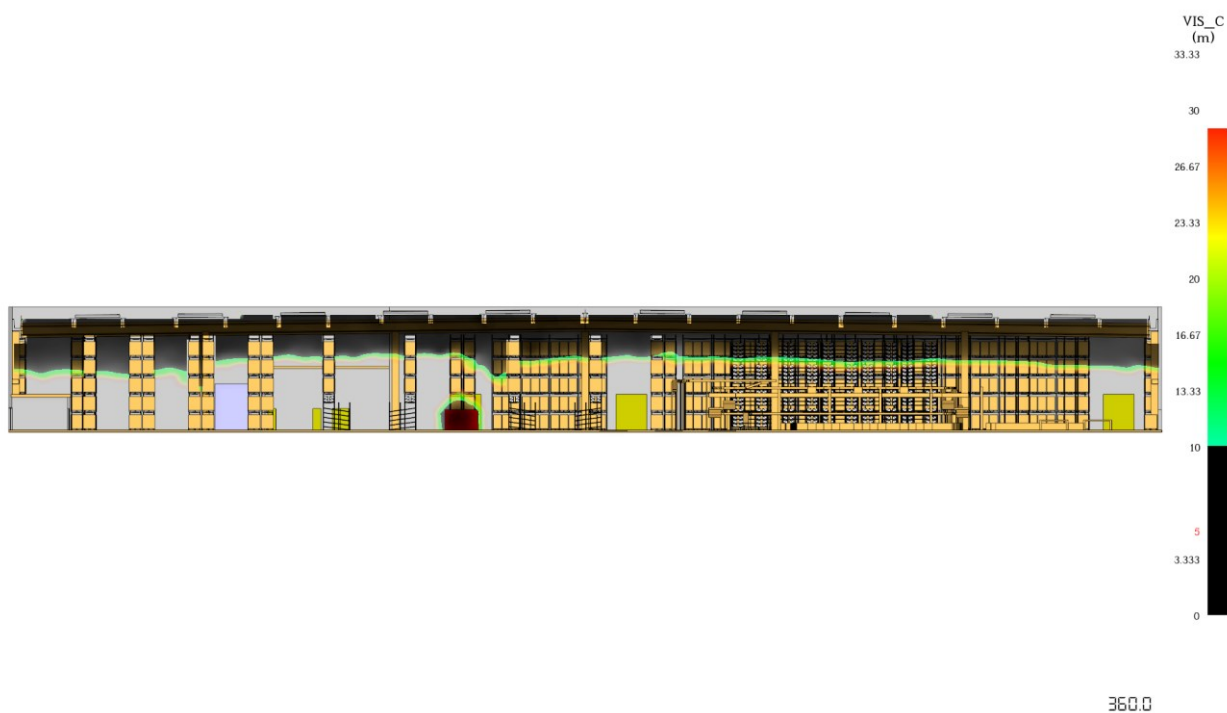


Figura 6 - Scenario S1: distribuzione dei valori di visibilità in sezione X = 278 m, al tempo t = 360 s

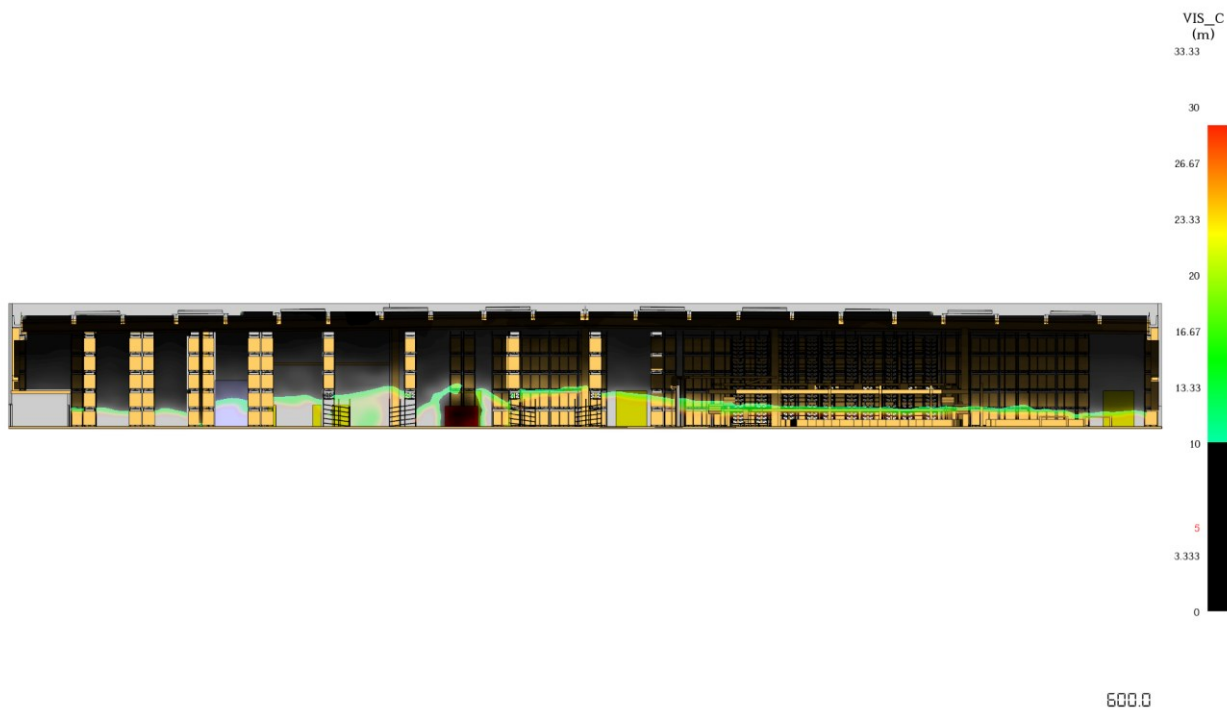


Figura 7 - Scenario S1: distribuzione dei valori di visibilità in sezione X = 278 m, al tempo t = 600 s

Si riportano di seguito le immagini relative all'andamento della temperatura del *Magazzino* nello scenario S1



Figura 8 - Scenario S1: distribuzione dei valori di temperatura in sezione X = 278 m, al tempo t = 300 s

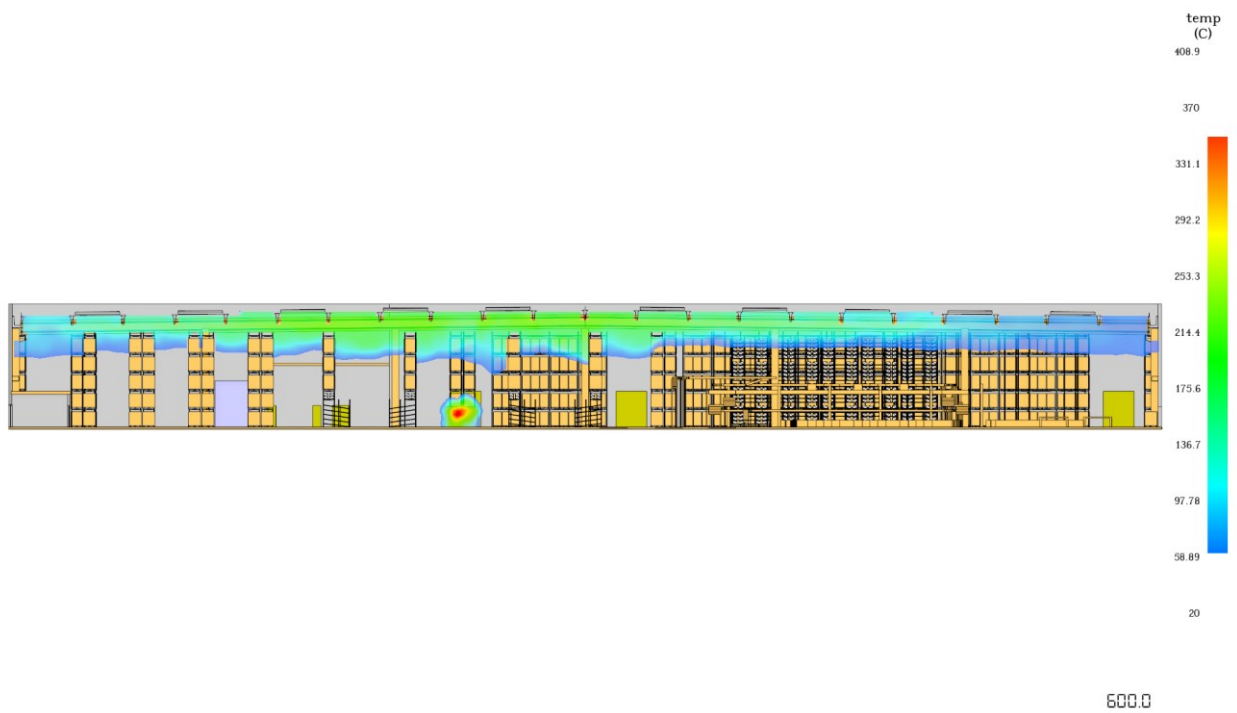


Figura 9 - Scenario S1: distribuzione dei valori di temperatura in sezione X = 278 m, al tempo t = 600 s



Si riportano di seguito le immagini relative all'irraggiamento termico nello scenario d'incendio S1.

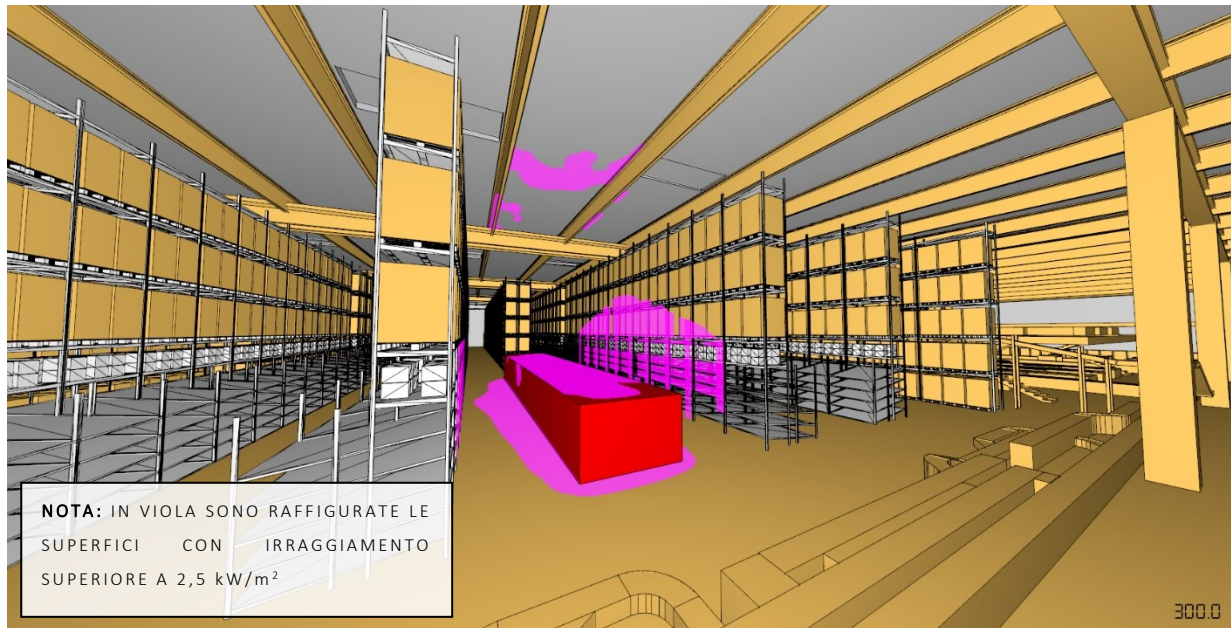


Figura 10 - Scenario S1: distribuzione dei valori di irraggiamento al tempo  $t = 300$  s

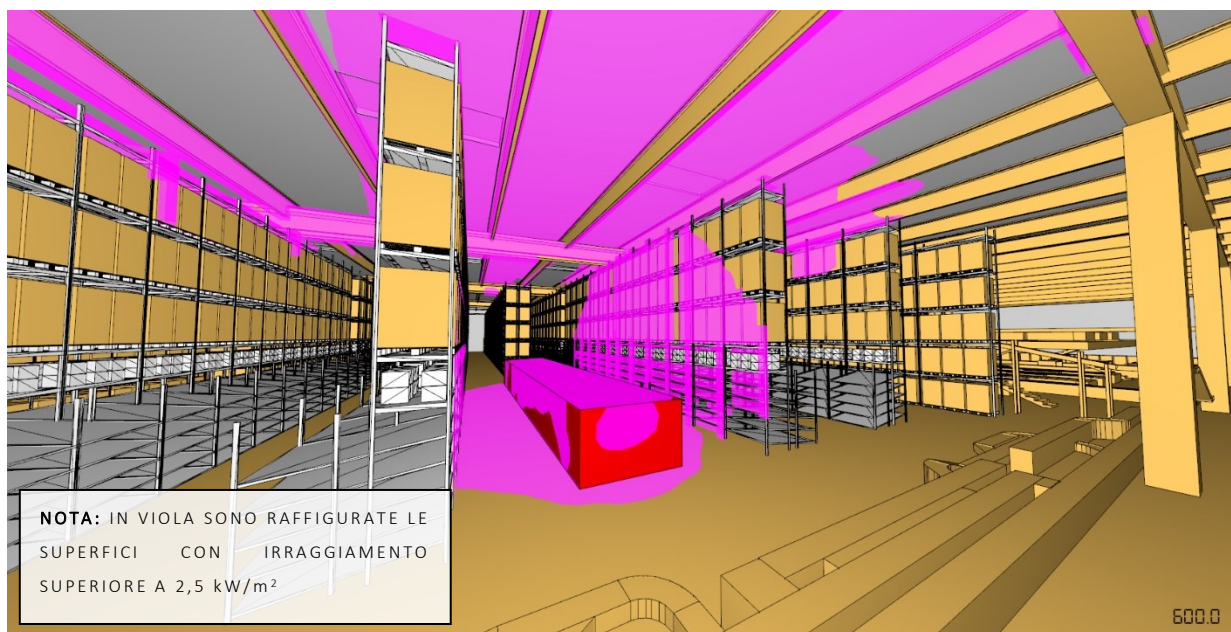


Figura 11 - Scenario S1: distribuzione dei valori di irraggiamento al tempo  $t = 600$  s

Si riporta di seguito il grafico relativo all'andamento della FED, valutata davanti alle U.S. del *Magazzino* per lo Scenario d'incendio S1.

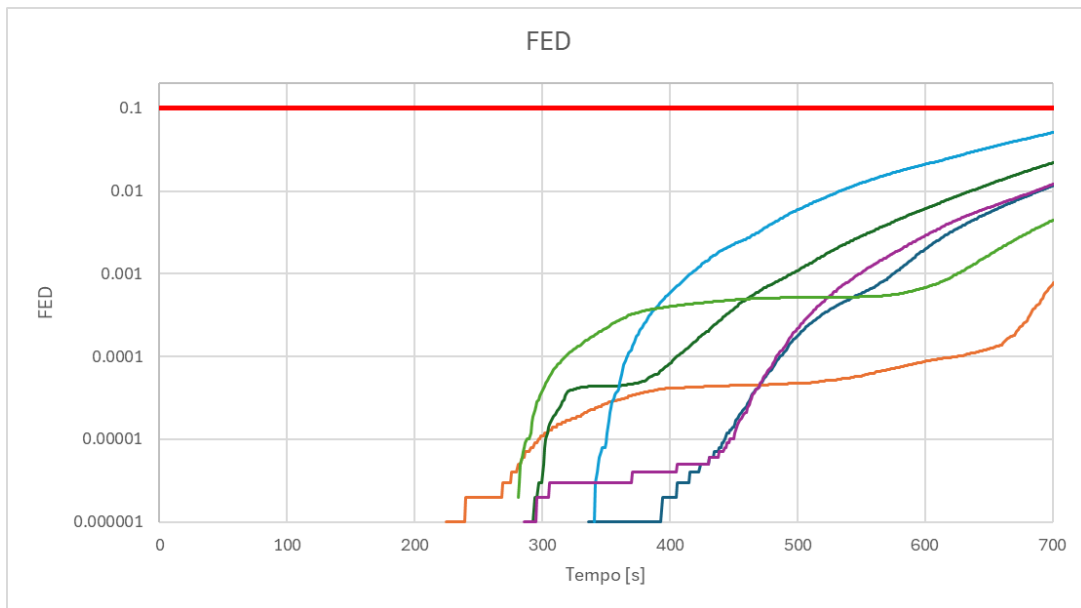


Grafico 1 – Scenario S1: andamento della FED valutata davanti alle U.S. del compartimento (valore limite di esposizione: linea rossa)

Si riporta di seguito il grafico relativo all'andamento del HRR di output dello Scenario S1.

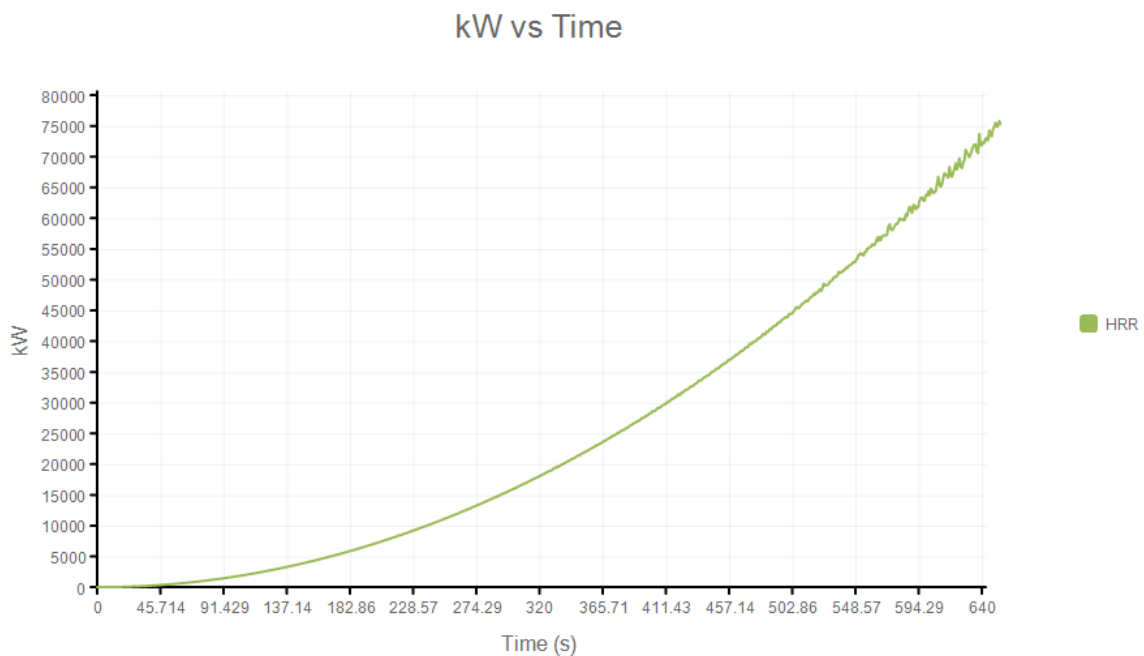


Grafico 2 – Scenario S1: Curva di Rilascio termico (RHR) di output

#### 4.4 SCENARIO D'INCENDIO S2: Zona prossima al sopralco scaffalata di tipo automatizzate

Si riportano di seguito le immagini relative all'andamento della visibilità del Magazzino nello scenario S2

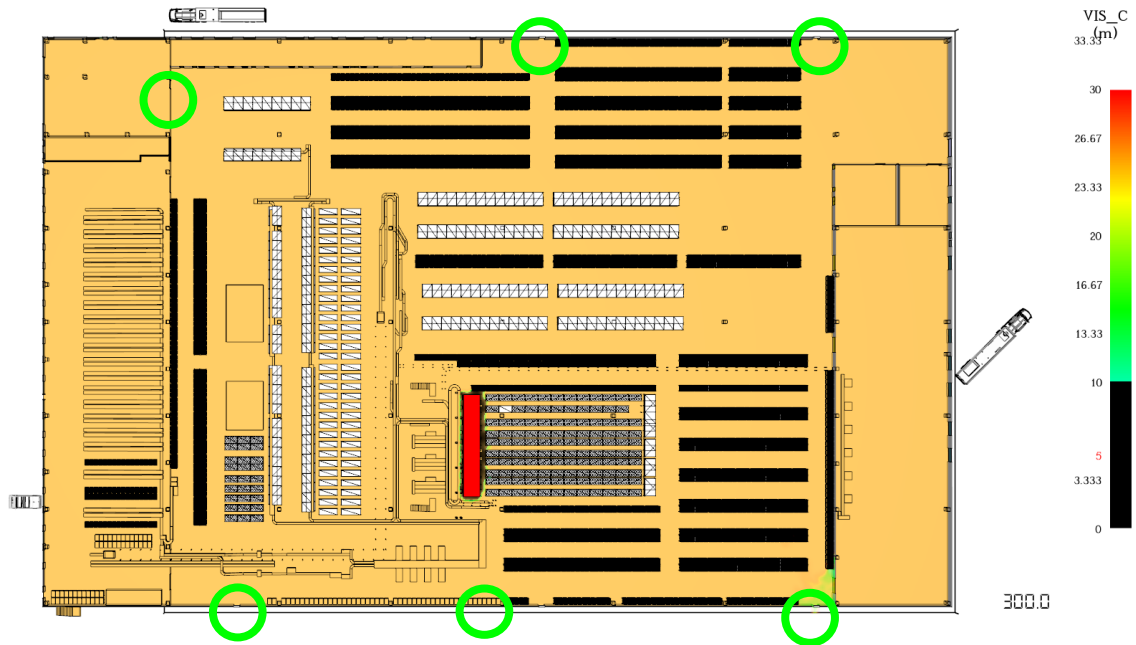


Figura 12 - Scenario S2: distribuzione dei valori di visibilità in pianta a quota Z = 1,8 m dal pavimento del piano terra, al tempo t = 300 s

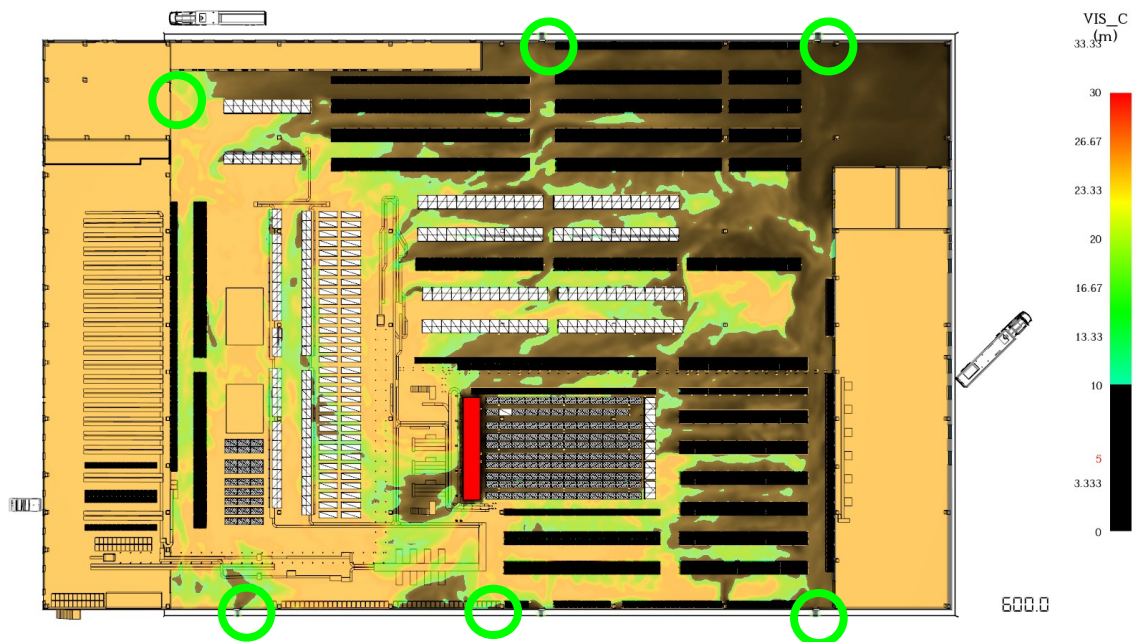


Figura 13 - Scenario S2: distribuzione dei valori di visibilità in pianta a quota Z = 1,8 m dal pavimento del piano terra, al tempo t = 600 s



Si riportano di seguito le immagini relative all'andamento della visibilità del soppalco nello scenario S2.

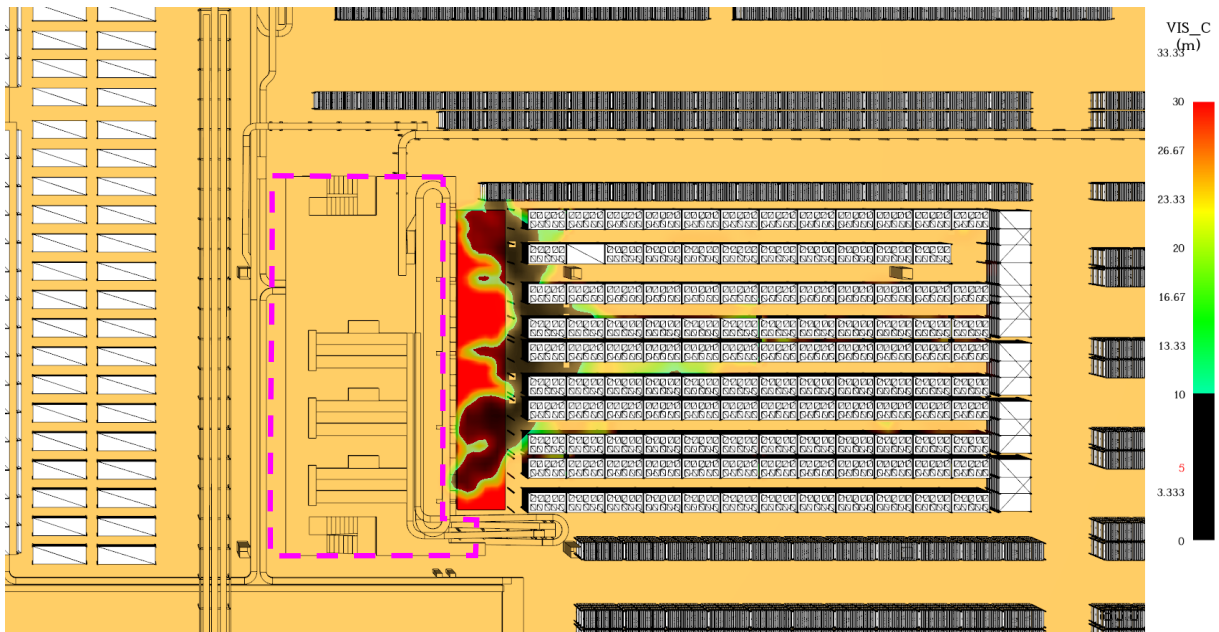


Figura 14 - Scenario S2: distribuzione dei valori di visibilità in pianta a quota  $Z = 1,8$  m dal pavimento del **soppalco**, al tempo  $t = 180$  s

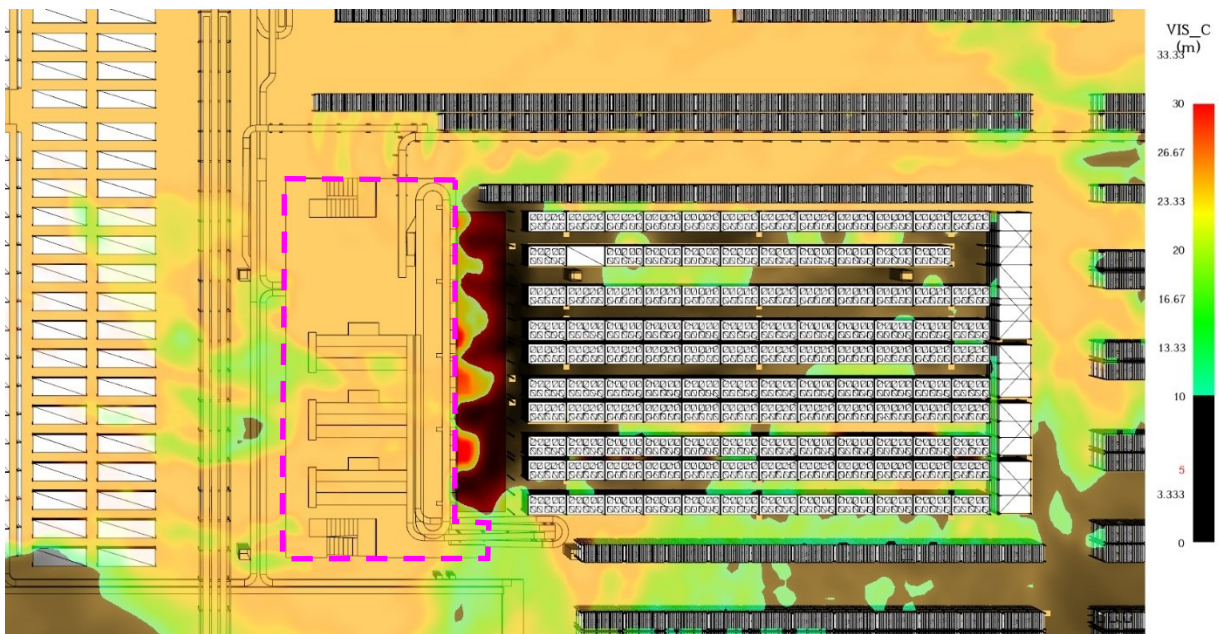


Figura 15 - Scenario S2: distribuzione dei valori di visibilità in pianta a quota  $Z = 1,8$  m dal pavimento del **soppalco**, al tempo  $t = 360$  s



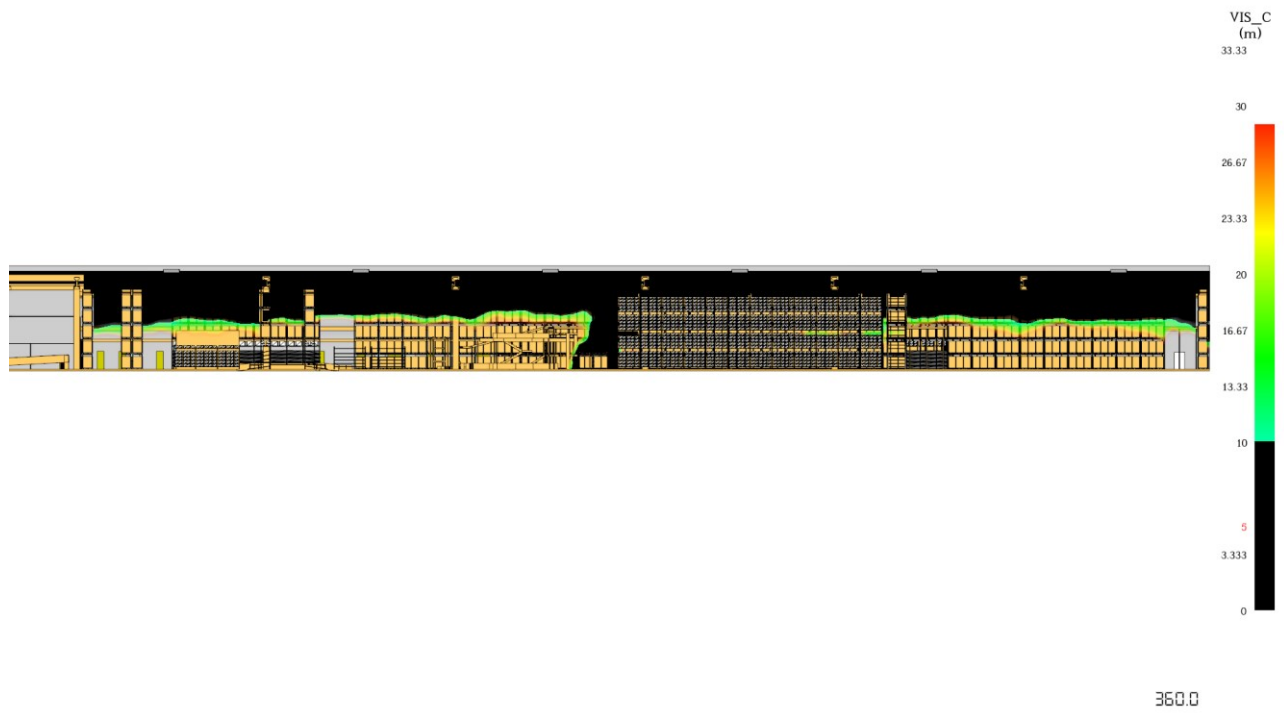


Figura 16 - Scenario S2: distribuzione dei valori di visibilità in sezione Y = 72 m, al tempo t = 360 s

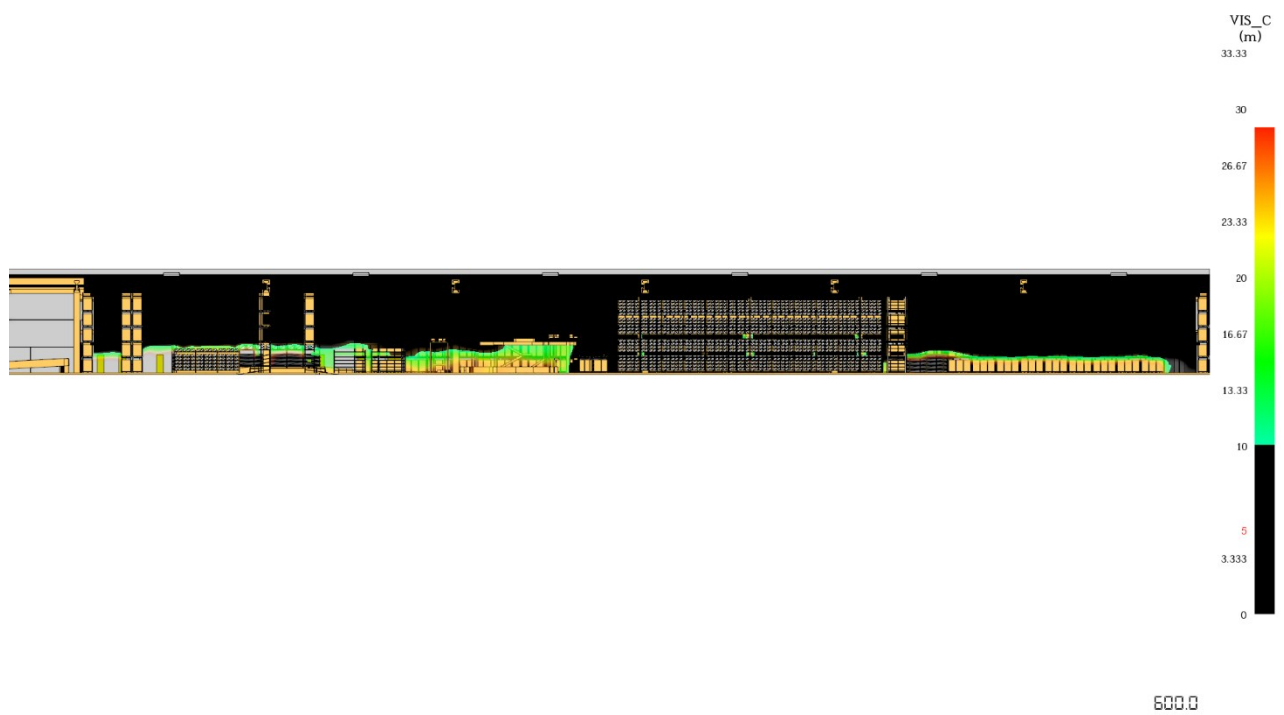


Figura 17 - Scenario S2: distribuzione dei valori di visibilità in sezione Y = 72 m, al tempo t = 600 s

Si riportano di seguito le immagini relative all'andamento della temperatura del Magazzino nello Scenario S2

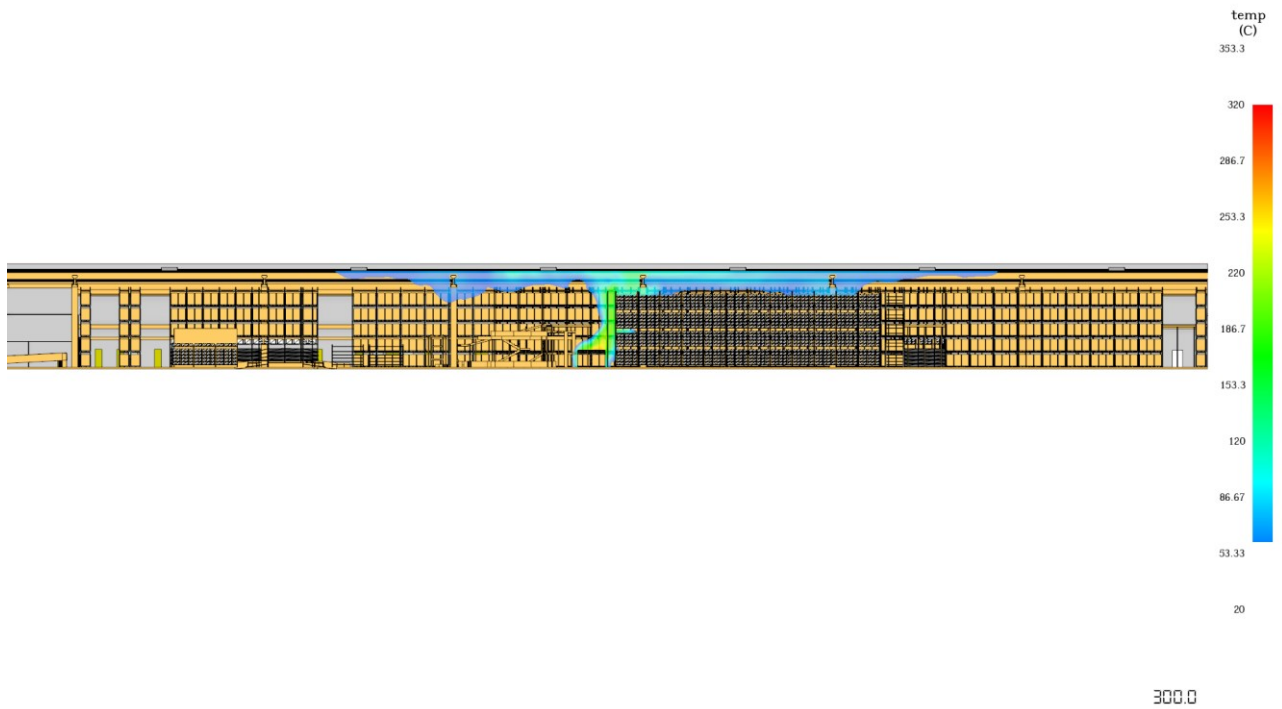


Figura 18 - Scenario S2: distribuzione dei valori di temperatura in sezione Y = 72 m, al tempo t = 300 s

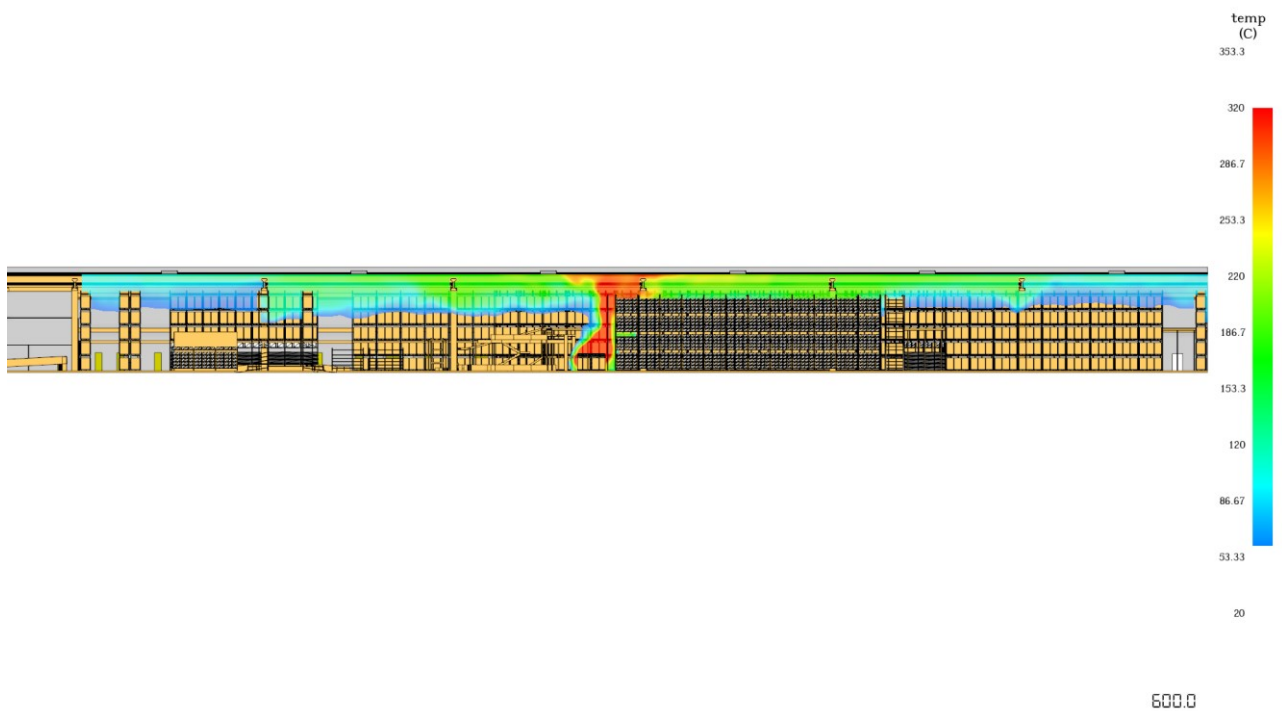


Figura 19 - Scenario S2: distribuzione dei valori di temperatura in sezione Y = 72 m, al tempo t = 600 s

Si riportano di seguito le immagini relative all'irraggiamento termico nello scenario d'incendio S2.

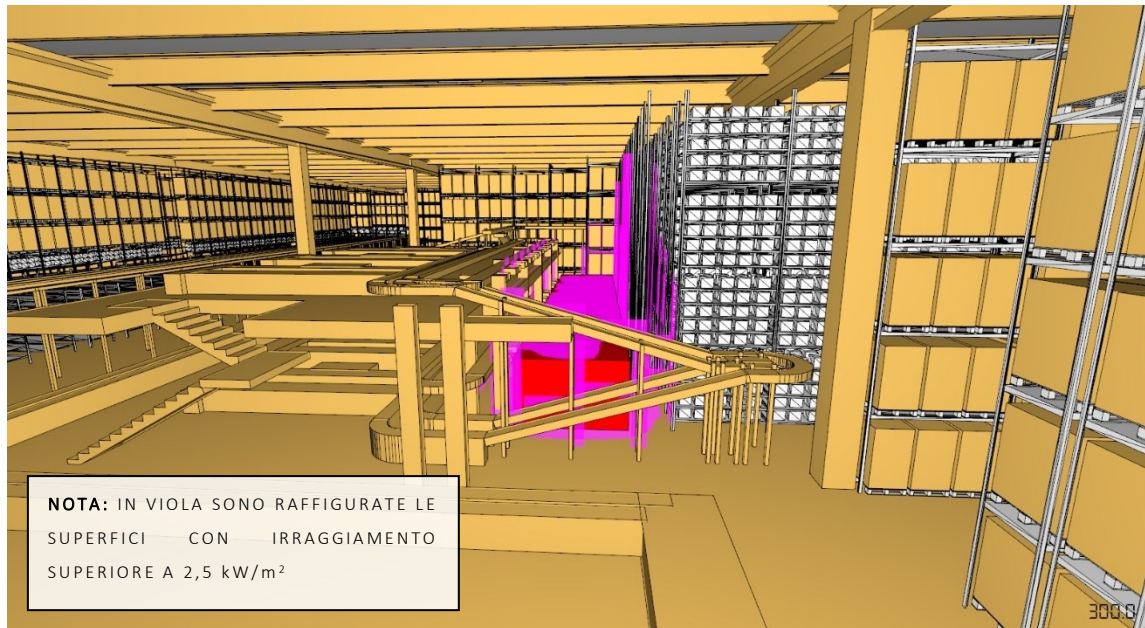


Figura 20 - Scenario S2: distribuzione dei valori di irraggiamento al tempo  $t = 300$  s

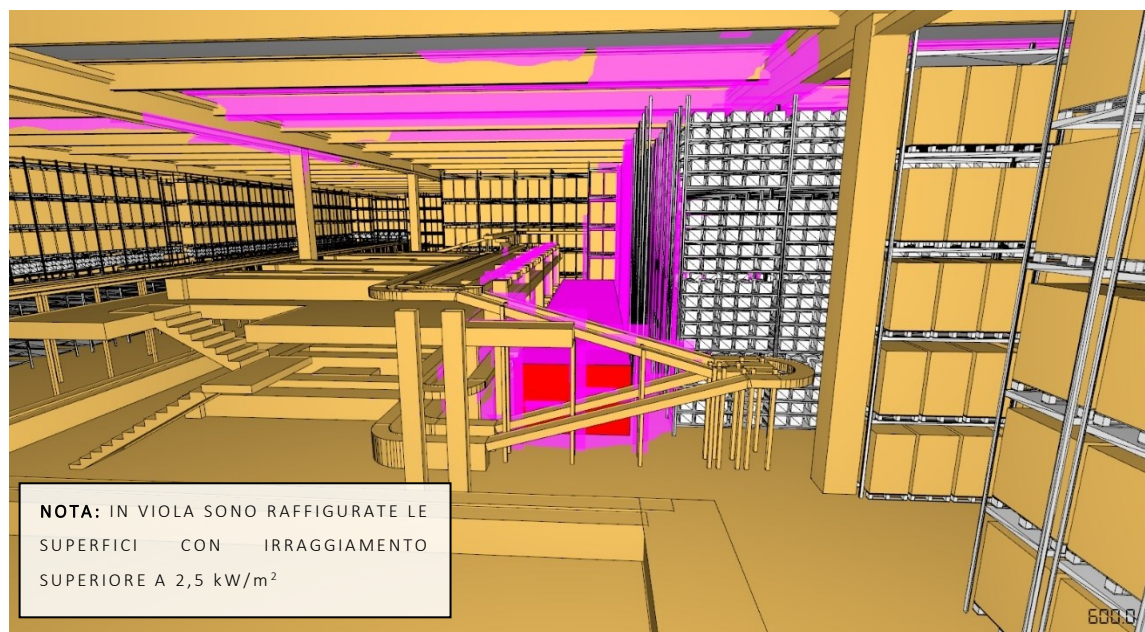


Figura 21 - Scenario S2: distribuzione dei valori di irraggiamento al tempo  $t = 600$  s

Si riporta di seguito il grafico relativo all'andamento della FED, valutata davanti alle U.S. del compartimento per lo Scenario d'incendio S2.

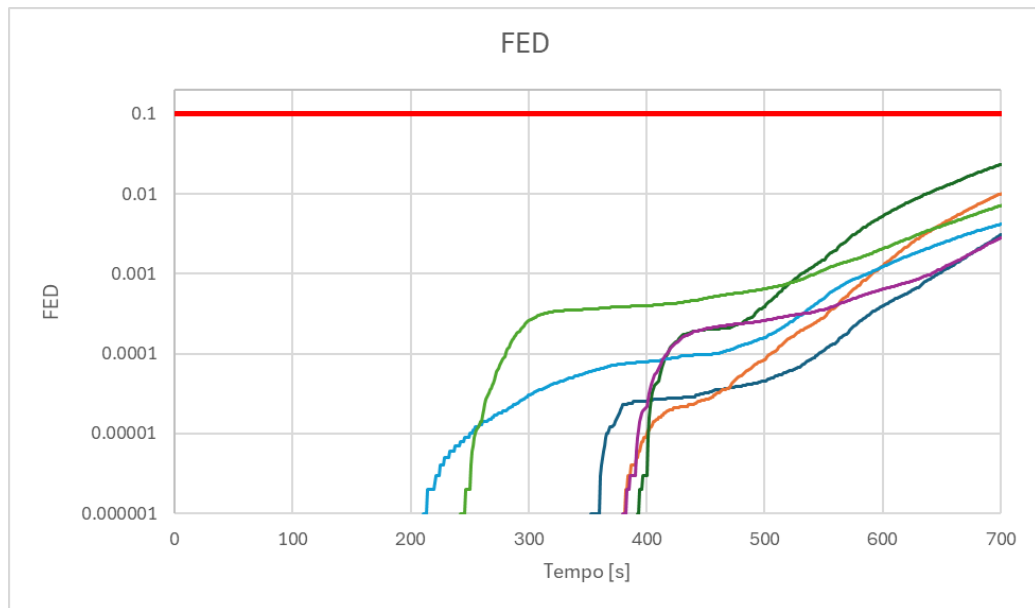


Grafico 3 – Scenario S2: andamento della FED valutata davanti alle U.S. del compartimento (valore limite di esposizione: linea rossa)

Si riporta di seguito il grafico relativo all'andamento del HRR di output dello Scenario S2.

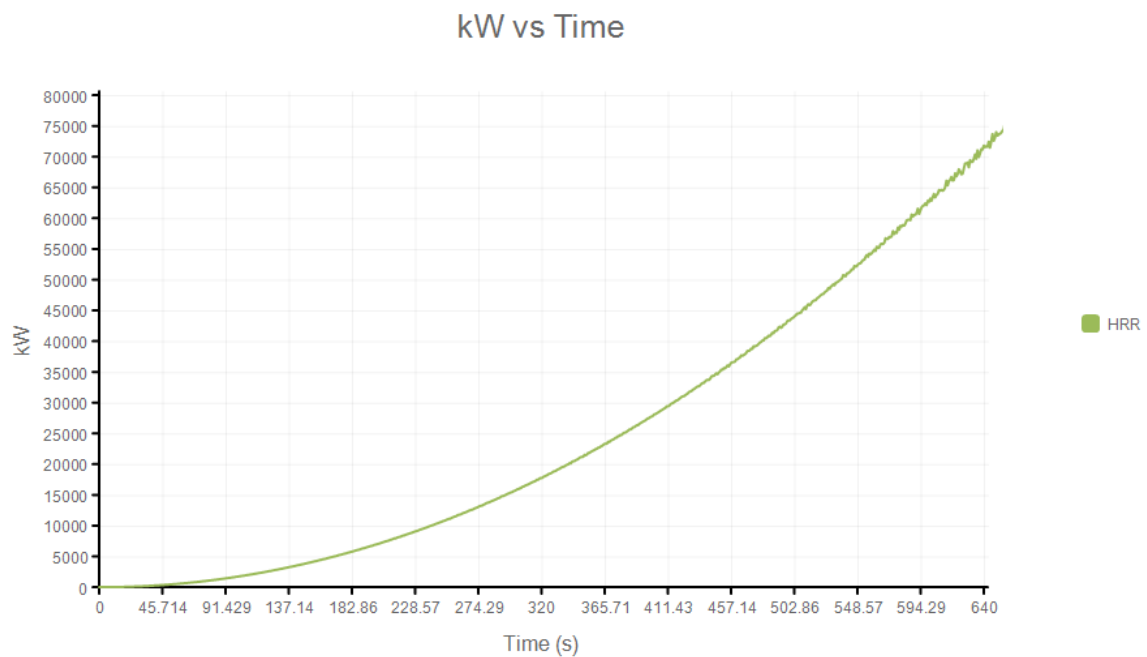


Grafico 4 – Scenario S2: Curva di Rilascio termico (RHR) di output

## 5 CONCLUSIONI

### 5.1 VERIFICA DELLA SICUREZZA DELLA VITA UMANA E INCOLUMITA DELLE PERSONE

L'analisi delle figure e dei grafici relativi allo scenario d'incendio, che rilevano la distribuzione dei valori di visibilità, temperatura, irraggiamento e FED, evidenzia che, per **tutto il tempo** necessario all'**evacuazione** degli occupanti, restano **verificate** le seguenti condizioni:

- Modello calore                      Irraggiamento termico                       $E \leq 2,5 \text{ kW/m}^2$
- Modello calore                      Temperatura ambiente                       $T \leq 60 \text{ }^\circ\text{C}$
- Modello visibilità                      Visibilità pannelli riflettenti, non retroilluminati (H = 1,8 m)                       $L \geq 10 \text{ m}$
- Modello gas tossici                      Fractional effective dose (H = 1,8 m)                       $FED \leq 0,1$

Valori superiori si riscontrano esclusivamente nelle zone in corrispondenza del materiale che brucia.

A favore di sicurezza, per la determinazione del tempo disponibile per l'esodo ASET, è stato imposto come limite massimo l'istante in cui il fumo rende indisponibile un numero di uscite > 50% delle uscite totali di piano. *Pertanto, si ammette che alcune uscite di sicurezza siano bloccate dai prodotti della combustione nella misura in cui altrettante uscite siano ancora disponibili per l'esodo.* Quando il numero di uscite impedito supera il numero di uscite fruibili, la verifica viene interrotta. Tale metodologia risulta applicabile avendo verificato che la larghezza delle uscite rimanenti è sufficiente a garantire l'esodo degli occupanti che le utilizzano. **In definitiva, nell'istante ASET riportato in tabella è ancora disponibile un numero di uscite di piano compreso tra il 50% e il 100% del totale.**

Nella tabella seguente, in relazione alle ipotesi assunte per gli scenari analizzati, vengono riportati i **margini di sicurezza**  $t_{\text{marg}}$ , relativi ad ogni scenario. Gli ASET di seguito riportati vengono identificati con riferimento al modello **visibilità** in quanto il più piccolo tra gli ASET valutati per ogni scenario di incendio (visibilità, temperatura, FED e irraggiamento).

SCENARIO	PIANO	RSET (s)	ASET (s)	$t_{\text{marg}}$ (s)	$T_{\text{marg}} / \text{RSET}$
S1	Terra	293	570	277	95 %
	Soppalco	180	> 360	> 180	>100 %
S2	Terra	293	> 586	> 293	> 100 %
	Soppalco	180	> 360	> 360	> 100 %

Tabella 1 – Tabella di Confronto ASET-RSET

**Per quanto sopra riportato, gli occupanti del compartimento 1 "Magazzino" hanno a disposizione un tempo per mettersi in salvo almeno pari ad  $\text{ASET} > \text{RSET} + t_{\text{marg}}$ , con  $t_{\text{marg}} \geq 10\% \cdot \text{RSET}$  e superiore a 30 s e pertanto la sicurezza della vita umana e l'incolumità delle persone sono garantite per tutto il tempo necessario al raggiungimento di un luogo sicuro.**

In definitiva, l'analisi quantitativa condotta, **nelle ipotesi di cui al Sommario Tecnico**, ha dimostrato che calore, fumi e gas prodotti dall'incendio non compromettono la sicurezza degli occupanti impegnati nell'esodo.

Mediante il metodo prestazionale FSE si attesta quindi il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio.

## 6 FIGURE RESPONSABILI

*Il Tecnico Antincendio*

---

*Il Tecnico Consulente FSE*

DOTT. ING. NICOLA CLEMENO  
Ordine Ingegneri Prov. Milano  
20735  
Codice Professionisti Prevenzione Incendi  
MI - 20735 - I - 2625.

---



## 7 BIBLIOGRAFIA

- 1) K. Butcher, "Fire engineering – CIBSE Guide E", Second edition, *The Chartered Institution of Building Services Engineers*, 2003.
- 2) "PD 7974-1:2003 – Application of fire safety engineering principles to the design of building – Initiation and development of fire within the enclosure of origin (Sub-system 1)", *British Standard Institution*, 2003.
- 3) "PD 7974-6:2019 – Application of fire safety engineering principles to the design of building – Human factors. Life safety strategies. Occupant evacuation, behaviour and condition (Sub-system 6)", *British Standard Institution*, 2019.
- 4) "ISO/TR 16738:2009(E) – Fire-safety engineering – Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people", *International Organization for Standardization*, 2009.
- 5) J.H. Klote, J.A. Milke, "Principles of smoke management", *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc.*, 2002
- 6) H.P. Morgan *et al.*, "BRE 368 – Design methodologies for smoke and heat exhaust ventilation", *BRE Press*, 1999.
- 7) "BS 5588-12:2004 – Fire precautions in the design, construction and use of buildings – Part 12: Managing fire safety", *British Standard Institution*, 2004.
- 8) M.J. Hurley *et al.*, "SFPE Handbook of Fire Protection Engineering – Fifth Edition", *Springer*, 2016.
- 9) D.D. Evans, D.W. Stroup, "NBSIR 85-3167 – Methods to calculate the response time of heat and smoke detectors installed below large unobstructed ceilings", *NBS Publications*, 1985.
- 10) "NFPA 72 – National fire alarm and signaling code", *National Fire Protection Association*, 2013.
- 11) D.M. 03/08/15 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139, ss.mm.ii.
- 12) Annuario statistico del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco periodo di riferimento 01/01/2020 – 31/12/2020.
- 13) Annuario statistico del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco periodo di riferimento 01/01/2021 – 31/12/2021.
- 14) Annuario statistico del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco periodo di riferimento 01/01/2022 – 31/12/2022.
- 15) VTT Working Papers 139 "Design Fires for Fire Safety Engineering", Jukka Hietaniemi & Esko Mikkola