

**SOLUZIONE ALTERNATIVA
PER LA STRATEGIA ANTINCENDIO
S.2 – RESISTENZA AL FUOCO
DEL D.M. 03.08.2015**

**MAGAZZINO ADIBITO ALLO
STOCCAGGIO DI MATERIALE PLASTICO**

Centro Plastica
Via Galileo Galilei 10
30035 Mirano (VE)

*Attività principale
(di cui al D.P.R. 151/11)*

*Attività n. 44.2.C
(Depositi ove si detengono materie plastiche,
con quantitativi in massa oltre 50 000 kg)*

Indice

1.SOMMARIO TECNICO	3
1.1. INFORMAZIONI GENERALI	3
1.2. FINALITA' D'ADOZIONE DELL'APPROCCIO INGEGNERISTICO	4
PRIMA FASE: ANALISI PRELIMINARE	5
1.3. DEFINIZIONE DEL PROGETTO	5
1.4. SCOPO DEL PROGETTO	6
1.5. IDENTIFICAZIONE SOLUZIONE PROGETTUALE: obiettivi e soglie di prestazione	11
1.6. TIPOLOGIA DI ATTIVITA' - DEPOSITO DI MATERIALE PLASTICO	6
1.7. MATERIALE E MODALITA' DI STOCCAGGIO	7
1.8. IMPIANTI PRESENTI	9
SISTEMA DI RIVELAZIONE	9
SISTEMA DI SMALTIMENTO FUMI E CALORE	9
SISTEMA DI SPEGNIMENTO SPRINKLER	10
1.9. INDIVIDUAZIONE DEGLI SCENARI D'INCENDIO	11
FASE 1- POSIZIONE DEL FUOCO	12
FASE 2 - TIPO DI FUOCO	13
FASE 3 - RISPOSTA DEGLI OCCUPANTI	13
FASE 4 - RISCHIO D'INCENDIO	13
FASE 5 - SISTEMI E CARATTERISTICHE CHE INCIDONO SUL FUOCO	14
FASE 6 - ALBERO DEGLI EVENTI	18
FASE 7 - ESAME DI PROBABILITA'	21
FASE 8 - ESAME DI CONSEGUENZA	21
FASE 9-10- VALUTAZIONE DEL RISCHIO E SELEZIONE FINALE	23
SECONDA FASE: ANALISI QUANTITATIVA	27
1.10. MODELLAZIONE	27
1.11. SCELTA DEL MODELLO DI CALCOLO -SOFTWARE FDS	27
1.12. ANALISI DI SENSITIVITA' E VALIDAZIONE DEL MODELLO	27
AFFIDABILITA' SPRINKLER SU BASE SPERIMENTALE - R.Vettori NIST	Errore. Il segnalibro non è definito.
MATERIALE COMBUSTIBILE	32
CARRELLI ELEVATORI	38
1.13. DEFINIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE	40
GEOMETRIA DEL VOLUME D'INDAGINE	41
PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE	47
1.14. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI FLUIDODINAMICHE	48
SCENARIO S2 - innesco A	51
SCENARIO S2 - innesco B	60
SOLUZIONI PROGETTUALI E GESTIONALI	76
SINTESI	78

Sulla base delle leggi concernenti i diritti di autore, è vietata la copia o riproduzione anche parziale di questo elaborato senza preventiva autorizzazione.

1. SOMMARIO TECNICO

1.1. INFORMAZIONI GENERALI

COMMITTENTE:

Serioplast S.p.A.

UBICAZIONE DELL'ATTIVITÀ:

Via Galileo Galilei n.10
Mirano – Venezia (VE)

LEGALE RAPPRESENTANTE:

TIPO D'INTERVENTO:

Progettazione secondo approccio ingegneristico – FSE
Strategia S2 - *Resistenza al fuoco secondo soluzione
alternativa*, D.M. 03.08.2015;

RESP. PROGETTAZIONE ANTINCENDIO GENERALE:

PROGETTISTA DELL'APPROCCIO INGEGNERISTICO:

Ing. Cinzia Imperatore

PROGETTISTA S.G.S.A.:

Ing. Cinzia Imperatore

ATTIVITÀ ELENcate AL D.P.R. 151/11
OGGETTO DI PROGETTO FSE:

att. n. 44.2.C

ALTRE ATTIVITÀ ELENC. AL D.P.R. 151/11
NELL'AREA AZIENDALE:

1.2. FINALITA' D'ADOZIONE DELL'APPROCCIO INGEGNERISTICO

L'attività per la quale si affronta la progettazione antincendio è relativa ad un magazzino, costituente apposito compartimento, adibito allo stoccaggio di materiali plastici in forma granulare, di proprietà della ditta Serioplast S.p.A. sito in Via Galileo Galilei n.10 Mirano – Venezia.

La presente analisi prestazionale, condotta secondo i principi della *Fire Safety Engineering*, costituisce un'integrazione alla progettazione antincendio prescrittiva, interamente sviluppata secondo l'adozione dei principi del Codice di Prevenzione Incendi – D.M. 03.08.2015, definente la strategia antincendio generale per un magazzino adibito a deposito di prodotti plastici.

In particolare, in conformità al punto S. 2.4.7 del suddetto decreto, la misura S2 della *Resistenza al fuoco*, relativamente al solo requisito di capacità portante delle strutture, viene sviluppata mediante l'applicazione di una *soluzione progettuale alternativa* per il livello di prestazione adeguato all'edificio in oggetto (**Livello III di Prestazione**) e pertanto ricorrendo ai metodi M1 “*Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio*” ed M2 “*Scenari di incendio per la progettazione prestazionale*” dell'ingegneria antincendio.

La progettazione sviluppata sarà basata sullo studio dello specifico caso d'incendio di progetto che potrà verificarsi all'interno dell'attività, mediante lo sviluppo della *soluzione alternativa* attribuita alla specifica misura antincendio, la quale contribuisce, insieme alle altre misure, al conseguimento degli **obiettivi di sicurezza antincendio**. Lo specifico caso d'incendio di progetto verrà sviluppato sulla definizione degli **scenari di incendio** (norme ISO TS 16732 e ISO TS 16733). La valutazione della soluzione progettuale sarà basata su un modello di calcolo numerico; per la soglia di prestazione (secondo il pto M.1.3.3) si farà riferimento al capitolo S2 per la finalità del mantenimento della capacità portante.

Le suddette analisi saranno completate attraverso un esame quantitativo, svolto secondo più livelli d'indagine, che sarà sviluppato nella seconda parte della progettazione mediante l'applicazione di sofisticati *modelli numerici di simulazione dinamica* (computational fluid dynamics), i quali, attraverso metodi di risoluzione numerica agli elementi finiti, sono capaci di simulare l'incendio, fornire una stima e predirne gli effetti.

IL TECNICO

Ing. Cinzia Imperatore

LEGALE RAPPRESENTANTE

2. PRIMA FASE: ANALISI PRELIMINARE

Mediante una fase progettuale preliminare si intendono individuare e formalizzare le condizioni più rappresentative del rischio a cui l'attività è esposta mediante la definizione dei più probabili e pericolosi scenari di incendio, degli obiettivi di sicurezza da perseguire ed i livelli di prestazione a cui riferire gli stessi.

2.1. DEFINIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto che si intende presentare analizza la sicurezza antincendio, mediante i principi della *Fire Safety Engineering - FSE*, limitatamente alla misura antincendio S2 della Resistenza al fuoco delle strutture portanti del magazzino adibito a deposito di prodotti plastici di proprietà **Serioplast S.p.A.**

In conformità al punto S.2.4. *Resistenza al fuoco* di cui al Codice di Prevenzione Incendi - D.M. 3 Agosto 2015, il raggiungimento dei requisiti di capacità portante delle strutture viene garantito con il ricorso ad una soluzione progettuale alternativa; pertanto, al fine di dimostrare il mantenimento della suddetta capacità portante, si ricorre ad una progettazione antincendio di tipo prestazionale - FSE, sviluppata secondo i metodi M1 "*Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio*" ed M2 "*Scenari di incendio per la progettazione prestazionale*".

Si precisa che, sempre nell'ambito della misura S2, la capacità di compartimentazione rispetto ad altra proprietà verrà in ogni caso garantita mediante *soluzione conforme*.

Al fabbricato in oggetto, in relazione alla **misura S2 della Resistenza al fuoco**, viene attribuito un **Livello di prestazione 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.

Parte centrale dell'analisi è la definizione delle caratteristiche di progetto tenendo conto dei vincoli, dei pericoli e delle situazioni di rischio ad esse connesse al fine di delineare in maniera univoca i principali *scenari di progetto* che costituiranno l'input della seconda fase di progettazione prettamente quantitativa.

La metodologia impiegata per la definizione delle principali condizioni rappresentative del rischio dell'attività, nonché per l'identificazione di tutti i pericoli e gli scenari potenzialmente interessanti la stessa è quella relativa ai metodi M1 ed M2 di cui al DM 03.08.15 per l'analisi strutturale, basata sulle specifiche tecniche di tipo ISO sotto riportate:

❖ ISO TS 16732 – "*Fire Safety Engineering – Guidance on fire risk assessment*;

WWW.APYROS.IT

APYROS S.r.l. Via Primo Maggio, 150/B – 60131 ANCONA - Tel/Fax +39.071.28.67.970 Mobile. +39.348.98.98.745 Mail: info@apyros.it

❖ ISO TS 16733 – “Fire Safety Engineering – Selection of design fires scenarios and design fire”.

La valutazione degli scenari d'incendio rappresentativi delle condizioni dell'attività mediante le sopraindicate specifiche tecniche assume una notevole importanza in quanto costituisce un valido strumento, capace di caratterizzare la significatività degli eventi e di rappresentare la globalità degli scenari che caratterizzano nella realtà il rischio complessivo.

La valutazione delle suddette condizioni di rischio sarà alla base della seconda fase progettuale di tipo quantitativa la quale verrà sviluppata, secondo più livelli di indagine, mediante l'applicazione di sofisticati *modelli di campo di simulazione dinamica*.

2.2. SCOPO DEL PROGETTO

Il progetto che si intende realizzare è relativo ad un **"deposito di prodotti plastici"** di cui si rimanda al p.to 2.3 per la sua specifica classificazione.

Relativamente alla misura antincendio S2 “Resistenza al fuoco”, scopo del progetto è quello di verificare le prestazioni di capacità portante della costruzione in base agli scenari d'incendio di progetto ed i relativi incendi convenzionali di progetto rappresentati da curve naturali d'incendio della soluzione alternativa di cui al **Livello III di Prestazione**.

2.3. TIPOLOGIA DI ATTIVITA' - DEPOSITO DI MATERIALE PLASTICO

Il magazzino è adibito allo stoccaggio di materiali plastici, in particolare polietilene ad alta densità (HDPE) in forma granulare contenuto all'interno di sacchi “big bag” e deposto su pallet.

L'edificio in oggetto si sviluppa su un unico piano fuori terra su una superficie complessiva di 715mq la cui altezza interna sotto trave è di 6,30m (l'altezza dal pavimento all'intradosso del pannello di copertura è di circa 6,45m) e ha struttura in calcestruzzo.

Di seguito si riporta una planimetria indicante due aree di stoccaggio dei pallet, individuate in blu e rosso e denominate rispettivamente area A e area B.

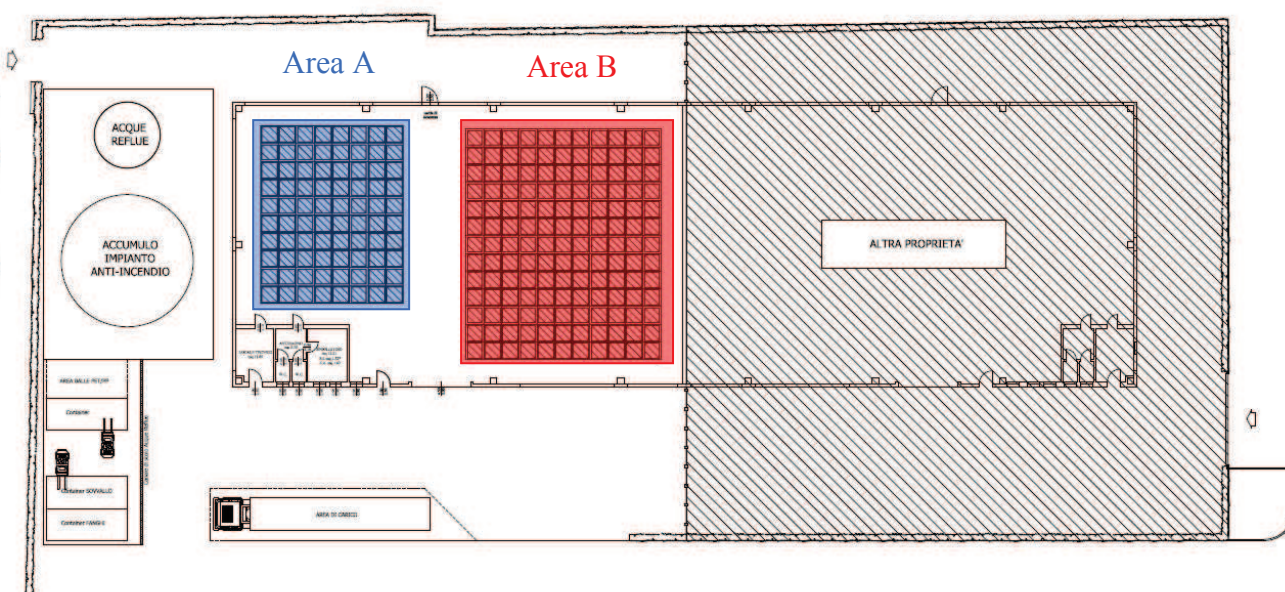


Fig. 1 – Planimetria dell'edificio con l'indicazione delle aree di stoccaggio (area A e B);

2.4. MATERIALE E MODALITA' DI STOCCAGGIO

Il materiale combustibile stoccato nel magazzino è rappresentato da materie plastiche in forma granulare (HDPE – Polietilene ad alta densità).

Nel deposito in oggetto le materie combustibili sono stoccate a terra e principalmente nei seguenti modi:

- **Euro pallet con sacchi “big bag”**: le dimensioni dello stoccaggio sono 114 x 114 cm avente altezza 205 cm, comprensiva di pallet (come nell'immagine in **Figura 2**, a sinistra). Sopra ogni pallet sono stoccati sacchi (“big bag” in polipropilene e polietilene) contenenti a loro volta materiale plastico granulare (polietilene ad alta densità) per un peso complessivo di circa **1250 kg**, comprensivo del legno del pallet.

Pallet con sacchi in materiale plastico: stoccaggio direttamente all'interno di grandi sacchi di materiale plastico, al cui interno è contenuto materiale di tipo plastico, per uno sviluppo in altezza limitato a n. 2 livelli di impilamento e con peso complessivo pari a **3000kg**. La caratterizzazione dello stoccaggio è riportata nell'immagine in **Figura 2**, a destra. Si precisa che la presente modalità di detenzione dei materiali è relativa ad un numero limitato di pallet, rinvenibili all'interno dell'area B (individuata in rosso in **Figura 1**).

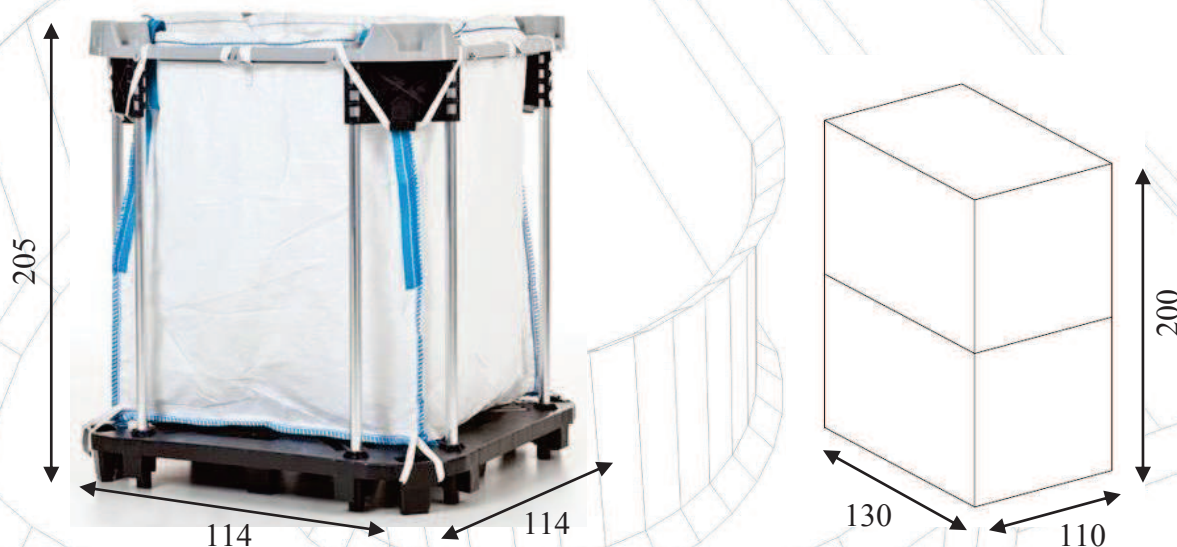


Fig. 2 – Moduli di stoccaggio: a sinistra stoccaggio di “big bag” su pallets, a destra raccolta di materiale plastico nei sacchi.

Ai fini della modellazione, il carico d'incendio associato a tali modalità di immagazzinamento è stato schematizzato definendo due elementi distinti, definiti **macroelementi**. Tali **macroelementi** ricalcano esattamente la disposizione reale degli elementi all'interno del fabbricato e, in particolare, presentano dimensioni di 100x100x200cm per i “big bag” su euro pallet e 150x100x100cm per n. 2 livelli di sacchi plastici su pallet.

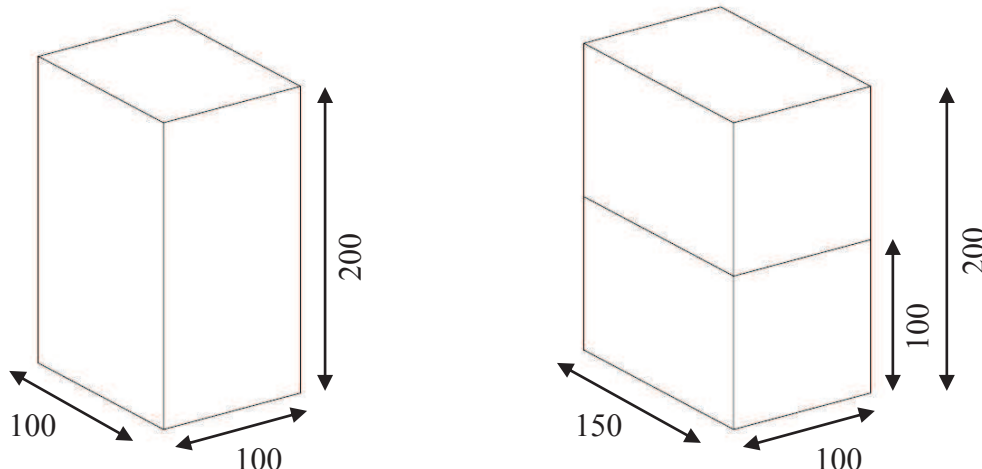


Fig. 3 –Macroelementi utilizzati nel modello fluidodinamico, a sinistra dimensione dei big bag, a destra dimensione dei sacchi.

Le materie saranno deposte all'interno delle aree di stoccaggio direttamente a terra, infatti non sono previsti sistemi di stoccaggio su scaffalature e/o soppalchi.

La totalità delle materie stoccate all'interno del *magazzino* risulta complessivamente circa **298'000 kg**, suddivise nelle suddette aree (A e B individuate in **Figura 1**).

L'area A conterrà un massimo di n. 80 pallet, rappresentativo di un peso complessivo massimo di 100.000 kg; l'area B invece accoglierà un numero massimo di 143 pallet, (sacchi "big bag" e, in maniera più limitata, sacchi in materiale plastico) per un peso totale di **198'000 kg**.

Si precisa che un ulteriore tipo di pericolo è associato all'utilizzo di muletti per la movimentazione dei materiali. Per tale motivo verrà indagato anche in caso di innesco interessante un carrello elevatore.

Il carrello tipo ha lunghezza totale di 3000mm, di cui 1000mm di lunghezza delle forche: la larghezza totale è di 1000mm e l'altezza della cabina di guida raggiunge i 2000mm da terra.

Ai fini della modellazione, il generico carrello elevatore è stato schematizzato definendo un elemento minimo – **macroelemento** che ricalca esattamente le dimensioni complessive medie di un carrello elevatore, presentando le medesime dimensioni medie di 2000x1000x2000mm. Il peso complessivo di un carrello elevatore di tale tipologia può arrivare ad un massimo di 3500 kg di cui tuttavia, come avvalorato da fonti di letteratura che hanno indagato modelli riconducibili a quella oggetto di studio, (*"Performance based coupled CFD – FEM analysis of 3-bay high industrial hall under natural fire"* di M. Malendowski, A. Glema e W. Szymkuc, pubblicata dalla *Poznan University of Technology*) si assume che solo 300-320 kg siano costituiti da materiale combustibile (circa il 10% del peso totale).

La **Figura 4** riporta la schematizzazione del **macroelemento** con cui sarà schematizzato il generico carrello elevatore rinvenibile all'interno del deposito.

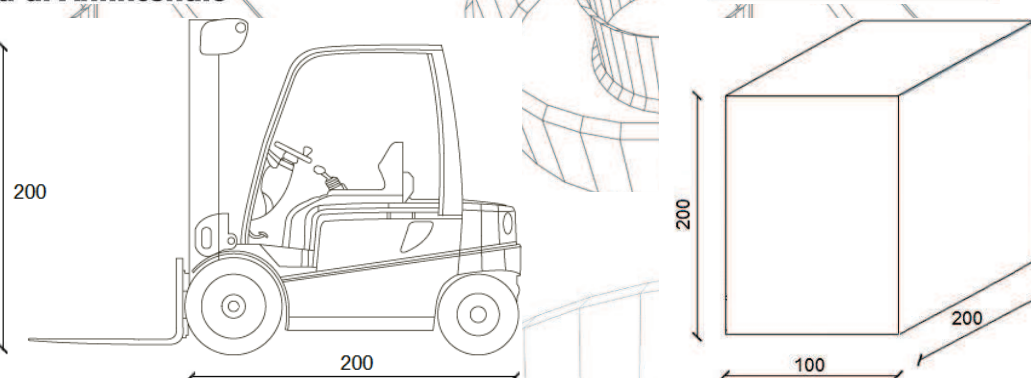


Fig. 4 – Configurazione reale e configurazione modellata del carrello elevatore con definizione del *macroelemento*.

2.5. IMPIANTI PRESENTI

SISTEMA DI RIVELAZIONE

Nell'ambito della *soluzione conforme* prevista per la Misura S7 – *Rivelazione ed allarme*, il magazzino sarà protetto da un sistema di rivelazione automatica fumi costituita da rivelatori puntiformi e/o lineari conforme alla norma UNI 9795.

SISTEMA DI SMALTIMENTO FUMI E CALORE

Il deposito sarà provvisto inoltre, nell'ambito della *soluzione conforme* prevista per la Misura S8 – *Controllo dei fumi e del calore*, di un sistema di smaltimento fumi e calore d'emergenza, per allontanare i prodotti della combustione durante le operazioni di spegnimento da parte delle squadre di soccorso e per eliminare i gas caldi dagli strati alti dell'edificio, permettendo un parziale raffreddamento delle strutture di copertura. L'apertura di detti infissi sarà asservita al sistema di rivelazione automatica fumi.

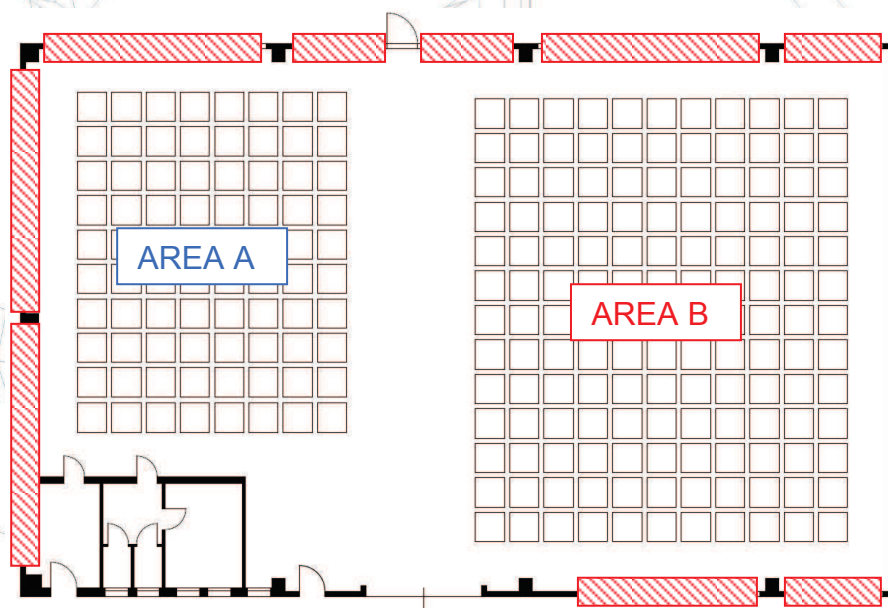


Fig. 5 – Planimetria esemplificativa della disposizione delle finestre perimetrali che fungono da sistema di smaltimento fumi e calore.

DIMENSIONE FINESTRE 124 x 121,5 cm

n. 54 aperture = 27 mq

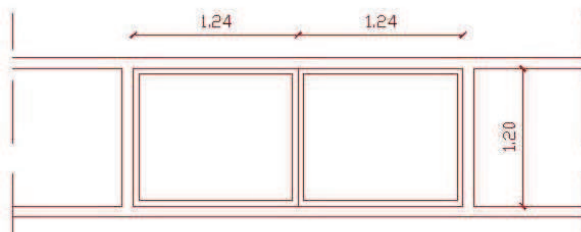


Fig. 6 – Ingrandimento dimensionale delle aperture di smaltimento fumi e calore considerate nel modello di calcolo.

SISTEMA DI SPEGNIMENTO SPRINKLER

Per il deposito in oggetto è prevista una protezione attiva mediante un **impianto di spegnimento automatico sprinkler**, progettato secondo la norma NFPA 13, a copertura dell'intero compartimento e realizzata a soffitto. L'impianto sarà ad alta affidabilità ed efficacia di intervento.

In fase di progettazione preliminare, l'impianto sprinkler presenterà le seguenti caratteristiche, che saranno alla base della successiva progettazione specialistica.

Caratteristiche testine sprinkler

Pressione di lavoro delle testine (p): 0,134 bar
RTI: 80 $\sqrt{\text{m} \cdot \text{s}}$
K factor: 115,2 l/ $\sqrt{\text{min} \cdot \text{atm}}$
flow rate: $k \sqrt{p}$: 41,9 l/min
Autonomia: 120 minuti (7200 s)
Spaziatura tra le testine: 2,7 m x 3 m
Area operativa: 232 m²

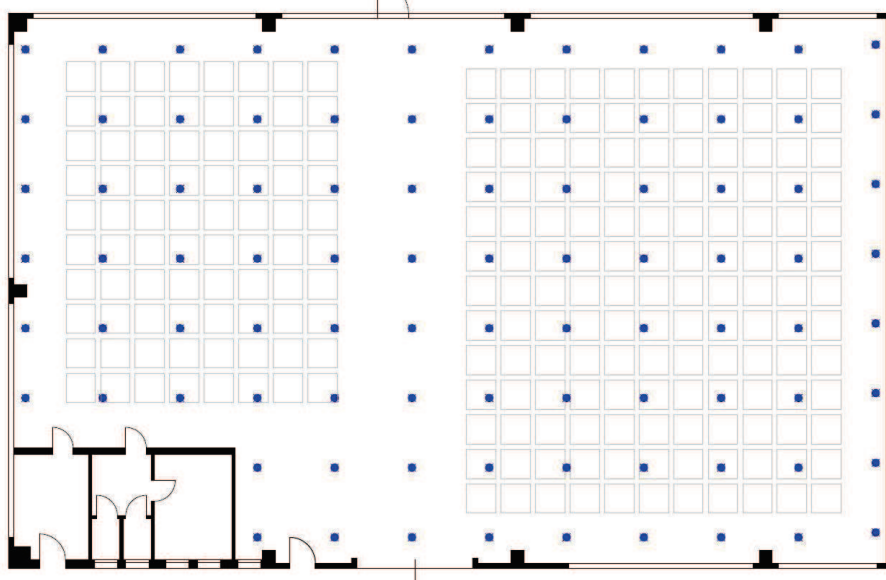


Fig. 7 – Planimetria esemplificativa della disposizione delle testine che costituiscono il sistema di spegnimento sprinkler.

2.6. IDENTIFICAZIONE SOLUZIONE PROGETTUALE: obiettivi e soglie di prestazione

Le scelte progettuali, nell'ambito della misura antincendio della *Resistenza al fuoco*, sono state definite nel rispetto degli obiettivi, dei livelli di protezione per le strutture, per garantire la stabilità strutturale del magazzino.

Gli obiettivi di sicurezza antincendio relativi alla suddetta *misura S2* della *Resistenza al fuoco*, rispetto ai quali perseguire il conseguimento della *soluzione* progettuali *alternativa* prevista per il **Livello di prestazione III** sono rappresentati **dal mantenimento dei requisiti di capacità portante per un periodo congruo con la durata dell'incendio.**

In relazione degli obiettivi di sicurezza individuati, viene preso a riferimento il seguente parametro significativo per il raggiungimento degli stessi:

- ***verifica della resistenza la fuoco delle strutture portanti*** per effetto del mantenimento della temperatura ad un valore inferiore a quello in grado di generare, per gli elementi strutturali portanti più vulnerabili, valutato secondo la *curva naturale* d'incendio, con l'azione di contenimento ed estinzione esercitata dall'impianto di spegnimento sprinkler, tensioni e spostamenti di rottura, determinati mediante analisi strutturale (Allegato I), fino al momento in cui, in fase di raffreddamento, gli effetti dell'incendio sono ritenuti non significativi in termini di variazione temporale delle caratteristiche della sollecitazione e degli spostamenti.

Si precisa che, sempre nell'ambito della misura S2, la verifica della capacità di compartimentazione rispetto ad altre proprietà sarà invece effettuata nell'ambito di una *soluzione conforme*.

2.7. INDIVIDUAZIONE DEGLI SCENARI D'INCENDIO

Sulla base delle ipotesi adottate per l'obiettivo ed il livello di prestazione di riferimento vengono di seguito identificati e selezionati gli scenari d'incendio che possono ragionevolmente verificarsi all'interno dell'attività.

Il processo di identificazione e selezione degli scenari d'incendio è stato condotto secondo le specifiche tecniche di tipo ISO sotto riportate:

- **ISO TS 16732** – “*Fire Safety Engineering – Fire risk assessment*”;
- **ISO TS 16733** – “*Fire Safety Engineering – Selection of design fires scenarios and design fire*”;

L'importanza di tali specifiche tecniche risiede nella capacità di mettere in luce la significatività degli eventi e di rappresentare la globalità degli scenari che caratterizzano nella realtà il rischio complessivo.

Esse costituiscono uno strumento utile in quanto, attraverso una valutazione deterministica del rischio, permettono di rappresentare in maniera compiuta le caratteristiche e le varie condizioni dell'attività in modo da soddisfare gli obiettivi ed i livelli di prestazione richiesti.

Poiché lo scenario viene caratterizzato attraverso la descrizione di tutte le fasi rappresentative di un incendio, sia in termini di effetti diretti che di tipo indiretto o secondario, con tale metodologia si riescono a tenere in considerazione gli esiti derivanti da tutte le possibili sequenze incidentali.

In riferimento alla norma **ISO TS 16733** si riporta la valutazione degli scenari d'incendio seguendo l'approccio sistematico previsto dalla specifica tecnica basata sulle fasi capaci di identificare una:

- serie completa di possibili scenari d'incendio;
- stima della probabilità di accadimento dello scenario;
- stima delle conseguenze del rischio;
- stima del rischio dello specifico scenario;
- classifica degli scenari in base al rischio;

Nell'analisi riportata, essendo l'obiettivo perseguito il *mantenimento della capacità portante delle strutture* in caso d'incendio, tutti gli scenari d'incendio saranno rappresentativi di una **condizione di post-flashover**.

Nella successiva determinazione dell'albero degli eventi e del rischio, è stato fatto riferimento ai valori di probabilità condizionata riportati nell'appendice C e B della norma ISO TS 16733 poiché esse rappresentano delle fonti autorevoli e condivise, oltre a studi di letteratura quali quelli del NIST e dell'organismo BMT.

La specifica ISO TS 16733 nelle suddette appendici, infatti, riporta la stima di alcuni valori di probabilità da associare ad uno specifico evento incidentale in relazione alle misure previste e che costituiscono i dati di letteratura per la presente trattazione.

Ogni fase risulta descrittiva ed esplicativa di eventi incidentali che vanno singolarmente a formare i rami che danno luogo all'albero degli eventi, mediante l'attribuzione di specifici valori di probabilità.

FASE 1- POSIZIONE DEL FUOCO

All'interno del *magazzino* lo stoccaggio delle materie plastiche risulta di tipo imballato a terra su un unico livello di impilamento, inoltre è prevista un'area di passaggio per i mezzi di movimentazione (carrelli elevatori). Pertanto la posizione dell'innesco e la probabilità di sviluppo dell'incendio in corrispondenza delle diverse aree di stoccaggio o in corrispondenza di un carrello elevatore eventualmente presente, sono state determinate sulla base di una valutazione probabilistica circa la tipologia di stoccaggio di tipo intensivo, le modalità di innesco e il tipo di combustione che si sviluppa, le quali saranno esaminate puntualmente di seguito, andando a costituire specifici rami dell'**albero degli eventi** sviluppato nell'apposita sezione.

Nell'ambito di tale tipologia di deposito, **la causa più frequente d'incendio (evento iniziatore) è un evento di natura accidentale** (es. innesco dovuto a mancato rispetto del divieto di fumo, ecc.) definito dalla norma "fire ignition" (identificato nel **RAMO 0** dell'albero degli eventi).

La probabilità finale dell'evento, unione di tutti i rami dell'albero (che verrà definito al termine dell'analisi), costituirà la probabilità dell'evento iniziatore (I).

RAMO 0: *Fire ignition*

$P(I) = 1$ (evento iniziatore di natura accidentale);

Il **RAMO 1** dell'albero degli eventi costituisce la **localizzazione dell'incendio "Fire location"**.

Essendo l'edificio in oggetto un unico compartimento, la probabilità associata alla localizzazione dell'incendio presenta un valore di accadimento pari ad 1.

RAMO 1: Localizzazione del fuoco – *Fire location*

$P1 = 1$ (evento iniziatore all'interno del magazzino).

FASE 2 – TIPO DI FUOCO

In relazione alla tipologia, alla specificità delle materie presenti e all'obiettivo prefissato (mantenimento della capacità portante della struttura) nella definizione dell'incendio è stato fatto riferimento, come attestato da molteplici studi, ad uno sviluppo dello stesso di tipo **veloce**, caratteristico di materiali di natura plastica, assoggettando le strutture a valori di picco di temperatura proporzionali alla reale distribuzione dei materiali in termini di potenza termica rilasciata nel tempo (RHR).

Infatti, la natura dei materiali stoccati e la presenza di plastica negli imballaggi permette una rapida propagazione dell'innesco e della fiamma.

Per i carrelli elevatori, invece, come avvalorato da molteplici studi, è stato fatto riferimento ad uno sviluppo dell'incendio di tipo prevalentemente **medio**, al fine di tenere in considerazione la composizione eterogenea degli stessi e la presenza di componenti incombustibili.

In tal modo verranno ricercate e verificate condizioni più gravose in termini di potenza termica rilasciata nel tempo (HRR) e di fumi e prodotti della combustione generati dall'incendio, rispetto ai quali verrà dimostrato il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza.

FASE 3 – RISPOSTA DEGLI OCCUPANTI

La risposta degli occupanti è associata alla gestione dell'emergenza ed alla organizzazione delle azioni, quali la buona riuscita dell'estinzione di un principio d'incendio mediante estintori o naspi/idranti e alla tempestività di attuazione delle procedure di soccorso.

Verrà presa in considerazione anche l'ipotesi legata ad uno sviluppo dell'incendio in assenza di occupanti.

Tale fase è descritta dalla condizione "*First aid suppression*" prevista dalla norma ISO TS 16733 e rappresentata dal RAMO 3 dell'albero degli eventi.

Tuttavia, essendo l'obiettivo della presente progettazione il mantenimento della capacità portante, non verranno analizzate le ipotesi incidentali in cui si verifica la fase di soppressione dell'incendio dovuta all'intervento degli addetti antincendio mediante estintori (RAMO 3 – *First suppression*: NO) poiché non risulterebbe rappresentativa ai fini dello scenario indagato.

RAMO 3: Soppressione dell'incendio mediante estintori– *First aid suppression*
(valori di probabilità secondo ISO TS 16733).

P1 = 0,6

(60% di probabilità che l'incendio venga estinto nella sua fase iniziale mediante estintori)

P2 = 0,4

(40% di probabilità che gli addetti antincendio non riescano ad estinguere il fuoco mediante estintori)

FASE 4 – RISCHIO D'INCENDIO

In tale fase di analisi vengono presi in considerazione ulteriori condizioni di rischio che possono derivare dagli scenari incidentali già individuati in precedenza e che risultano essere ragionevolmente associati alla destinazione d'uso dell'attività e/o al layout distributivo.

In conformità alla norma ISO TS 16733 le principali condizioni di rischio sono pertanto da associare alla tipologia di materiale presente, ma anche alla sua corretta conservazione da cui dipende lo sviluppo dell'incendio nonché la possibilità di rilevazione dello stesso.

Tale condizione è individuata nella suddetta specifica tecnica come "**proper storage**" (identificata nel **RAMO 2** dell'albero degli eventi) ossia come la condizione di uno stoccaggio appropriato dei materiali: uno stoccaggio ordinato e razionale facilita il controllo e la gestione di un eventuale incendio, mentre cattive condizioni di gestione del deposito ed un immagazzinamento dei materiali difforme rispetto al

layout distributivo previsto possono dare luogo ad un diverso sviluppo dell'incendio in termini di materiali coinvolti e di potenza termica rilasciata nel tempo.

L'appropriatezza dello stoccaggio incide anche sull'efficacia del sistema di rivelazione installato a protezione del magazzino e delle merci ivi depositate.

Negli scenari sarà valutata sia l'ipotesi incidentale applicata ad un corretto sistema di stoccaggio sia quella di una condizione di gestione di immagazzinamento di materiale disordinata, a cui sarà associato uno specifico valore di probabilità.

In particolare, essendo l'intera attività gestita ed organizzata in maniera ordinata e secondo un sistema prestabilito di deposito dei prodotti in apposite aree, e prevedendo controlli mediante liste di controllo, si associa la seguente probabilità di corretto stoccaggio:

RAMO 2: Stoccaggio appropriato dei materiali – *Proper Storage*
(dati statistici tipici della gestione dell'attività)

$P1 = 0,7$

(70% di probabilità che il materiale depositato sia stoccato in maniera appropriata secondo le modalità prestabilite)

$P2 = 0,3$

(30% di probabilità che il materiale sia stoccato in maniera disordinata o difforme rispetto al layout distributivo).

FASE 5 – SISTEMI E CARATTERISTICHE CHE INCIDONO SUL FUOCO

In tale fase di analisi vengono individuate le principali condizioni associate sia alle caratteristiche ambientali che ai sistemi di protezione, i quali hanno un ruolo significativo sulle dinamiche di sviluppo e propagazione del fuoco. Queste condizioni sono da ricercare, oltre che nelle fasi precedenti, anche nei seguenti sistemi:

- Condizioni di tipo ambientale:

Un aspetto importante per la determinazione dello scenario d'incendio è costituito dall'impatto fornito dalle aperture di ventilazione sulla crescita della curva di rilascio termica RHR.

Data la grande variabilità dei fattori che intervengono e condizionano il ruolo della ventilazione sullo sviluppo dell'incendio (superficie di ventilazione del compartimento, forma ed esposizione delle aperture, direzione del vento, ecc.) e, non esistendo delle fonti autorevoli e riconosciute capaci di fornire una stima circa i contributi da essa prodotti, verranno indagate nel corso della modellazione le condizioni incidentali più gravose.

Tali ipotesi incidentali risultano associate alle condizioni di ventilazione disponibili all'interno del magazzino: pertanto è stato assegnato un valore di probabilità di apertura/chiusura degli infissi (porte, infissi sulle pareti) tipici della gestione dell'attività. Questo valore è inserito all'interno dell'albero degli eventi nel **RAMO 4** e viene definito:

RAMO 4: “*Ventilation condition*” Condizioni di apertura della ventilazione-air openings
(derivante dalle condizioni gestionali dell'attività).

$P1 = 0,6$

(60% opening);

$P2 = 0,4$

(40% closure)

La percentuale di apertura da associare alle quantità di superficie di apertura risulta dalla media ponderata delle percentuali di superficie di ventilazione associate alle condizioni stagionali:

Condizioni stagionali di apertura:

da Aprile a Settembre (stagione estiva/primaverile)	100% portoni aperti
	70% finestre aperte
da Ottobre a Marzo (stagione invernale/autunnale)	50% portoni aperti
	30% finestre aperte

Tenendo conto che le superfici di ventilazione del locale sono fornite da:

Porte e portoni	28 mq
Finestre	81 mq
Totale	109 mq

si avranno le seguenti superfici di ventilazione, correlate alle condizioni stagionali:

da Aprile a Settembre	100% portoni aperti	28 mq	84,95 mq totali	Percentuale complessiva su totale degli infissi (109 mq) Sup. A-S = 78 %
	70% finestre aperte	56,95 mq		
da Ottobre a Marzo	50% portoni aperti	14 mq	38,41 mq totali	Percentuale complessiva su totale degli infissi (109 mq) Sup. O-M = 35 %
	30% finestre aperte	24,41 mq		

Pertanto, facendo la media ponderata rispetto ai giorni dell'anno, si avrà che:

Opening: $(180\text{gg} \times \text{Sup. A-S} + 180\text{gg} \times \text{Sup. O-M}) / 365\text{gg} = 0,55$

Closure: 0,45

- Sistemi di protezione attiva:

Lo stato dei sistemi di protezione attiva e della loro efficienza e funzionalità contribuisce in maniera significativa alla definizione degli scenari incidentali, le cui conseguenze possono essere particolarmente rappresentative per la valutazione del rischio.

Uno **stato di non efficienza** dell'impianto o una protezione non appropriata del deposito in relazione al layout distributivo dei materiali, possono influire in maniera significativa sulla tempestiva possibilità di rilevazione e successiva azione di intervento sullo stesso.

I sistemi di protezione attiva di cui è dotato il magazzino sono costituiti da:

- Estintori portatili;
- Naspi e/o idranti;
- Impianto di rilevazione fumi ed allarme;
- Sistema di smaltimento fumi e calore asservito alla rilevazione automatica;
- Impianto automatico di spegnimento sprinkler

Per quel che riguarda i primi due sistemi, essi dipendono dalla risposta degli occupanti e vanno ad agire direttamente sul combustibile in caso di incendio, cercando di sopprimere o contenere la propagazione della fiamma. Per gli altri tre sistemi l'azione di controllo dell'incendio è affidata a sistemi di protezione attiva, che agiscono sul controllo e la riduzione delle temperature all'interno del fabbricato.

All'interno del magazzino sarà previsto un sistema di smaltimento fumi e calore collegato elettronicamente a rilevatori di fumo e calore.

L'affidabilità ed operatività del sistema di rilevazione fumi ed allarme sono valutate nel **RAMO 5** "*Device functional Alarm*" dell'albero degli eventi secondo le percentuali riportate nello studio condotto dall'organismo BMT "*Probabilistic framework for Onboard Fire Safety Reliability and Effectiveness Models of Passive and Active Fire Safety Systems*".

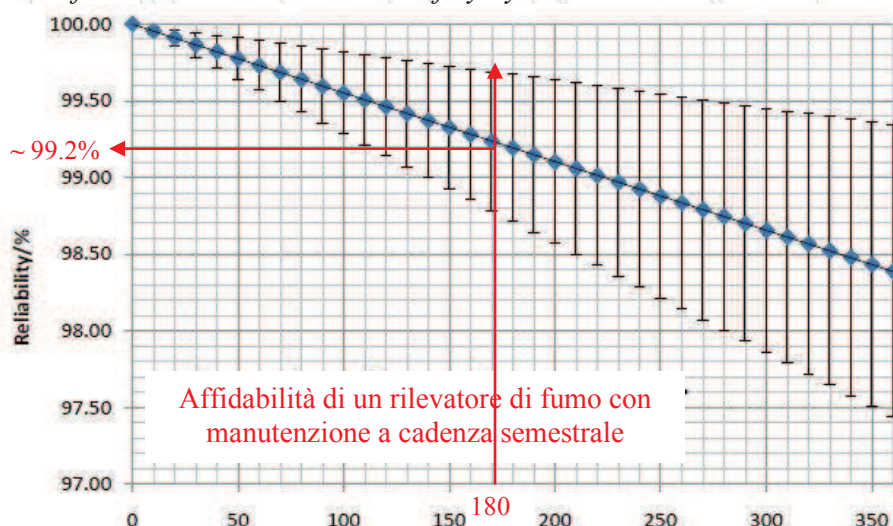


Fig. 8 – Affidabilità del sistema di rilevazione fumi ed allarme - Organismo BMT.

Come si evince dal grafico riportato in **Figura 8** sull'asse delle ordinate è rappresentata la percentuale di funzionamento degli impianti sottoposti a controllo, mentre lungo l'asse orizzontale delle ascisse è indicata la cadenza giornaliera con cui verrà fatto il suddetto controllo. Si può notare che per **controlli semestrali** (180 giorni), come nel caso in oggetto, la percentuale di affidabilità dell'impianto si attesta attorno al **99.2%**.

RAMO 5: Funzionalità ed operatività del sistema di rilevazione fumi ed allarme – *Device functional-Alarm*

(valori di probabilità secondo fonte di letteratura Organismo BMT)

P1 = 0,992

(99,2% di probabilità che il sistema di rilevazione fumi ed allarme sia funzionante ed operativo)

P2 = 0,008

(0,8% di probabilità che il sistema di rilevazione fumi ed allarme non sia funzionante ed operativo).

Il deposito sarà provvisto di un sistema di smaltimento fumi e calore d'emergenza, asservito alla rivelazione, con lo scopo di allontanare i prodotti della combustione durante le operazioni di spegnimento da parte delle squadre di soccorso e per eliminare i gas caldi dagli strati alti dell'edificio, permettendo un parziale raffreddamento delle strutture di copertura.

Per quanto riguarda l'efficacia dell'impianto di smaltimento, valutata nel **RAMO 6 "Smoke Venting Effectiveness"** dell'albero degli eventi, in conformità con la norma ISO 16733 si assume un valore di probabilità per l'albero degli eventi pari a 0.7, a fronte di una condizione di inefficacia del 30%.

RAMO 6: Efficacia impianto di smaltimento – *Smoke Venting Effectiveness*
(valori di probabilità secondo ISO 16733)

$P1 = 0,7$

(70% di probabilità che il sistema di smaltimento fumi funzioni in maniera efficace)

$P2 = 0,3$

(30% di probabilità che il sistema di smaltimento fumi non sia efficace).

La **funzionalità ed operatività dell'impianto Sprinkler**, sarà valutata nel **RAMO 7** (Device functional – Sprinkler) dell'albero degli eventi, secondo le percentuali riportate nello studio condotto dall'organismo BMT "*Probabilistic framework for Onboard Fire Safety Reliability and Effectiveness Models of Passive and Active Fire Safety Systems*". Tali probabilità sono avvalorate, come riportato nel documento di gestione SGSA, da una rigorosa e ben documentata attività di ispezione, testing e manutenzione, da effettuarsi con cadenza semestrale.

RAMO 7: Funzionalità ed operatività dell'impianto sprinkler– *Device functional - Sprinkler*
(valori di probabilità secondo fonte di letteratura Organismo BMT)

$P1 = 0,936$

(93,6% di probabilità che l'impianto sprinkler sia funzionante ed operativo)

$P2 = 0,064$

(6,4% di probabilità che l'impianto sprinkler non sia funzionante ed operativo).

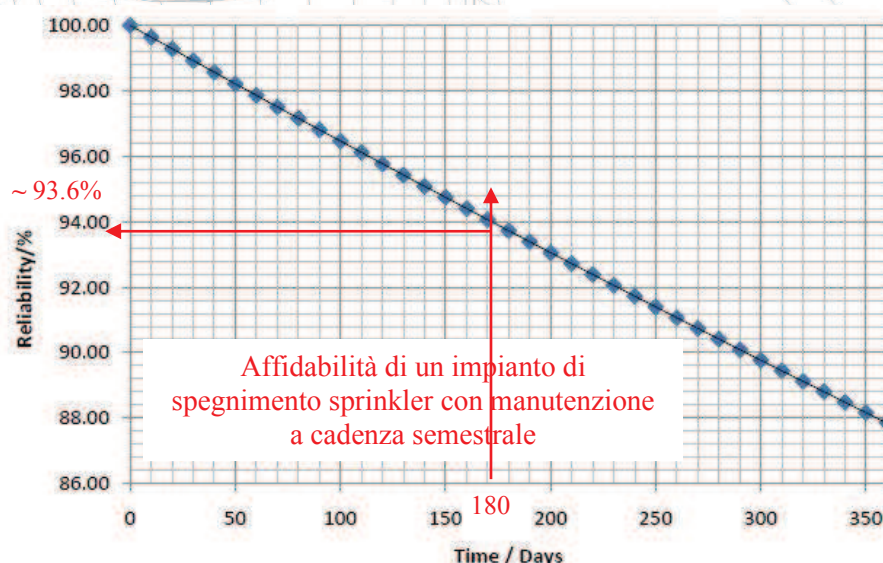


Fig. 9 – Affidabilità del sistema di spegnimento sprinkler - Organismo BMT.

L'efficacia dell'impianto sprinkler (*Sprinkler Suppression*), cioè la probabilità che esso riesca a contenere l'incendio è valutata nel **RAMO 8** dell'albero.

La probabilità che lo sprinkler risulti efficace in condizioni ottimali quali corretto stoccaggio dei materiali è del 95%, secondo quanto riportato nell'Appendice B della norma ISO 16733-1:2015; la probabilità di efficacia dell'impianto in caso di posizionamento inappropriato delle merci è stata ridotta al 75% in base alla medesima Appendice B, per tener conto del fatto che il sistema di spegnimento automatico è appositamente progettato per il contenimento di incendi che coinvolgono merci correttamente stoccate, secondo un layout predefinito. Qualora le merci siano depositate in maniera differente rispetto al prefissato layout distributivo, si associa un valore di probabilità rappresentativo della perdita di efficacia dell'impianto di spegnimento nell'azione di contenimento di un eventuale incendio.

Tale stima di efficacia considerata nell'albero degli eventi non tiene del tutto in conto, a favore di sicurezza, dell'elevato livello di affidabilità dell'impianto.

RAMO 8: Efficacia dell'impianto sprinkler – *Sprinkler Suppression*
(valori di probabilità secondo fonte di letteratura Organismo BMT)

$P1 = 0,95$

(95% di probabilità di efficacia dell'impianto sprinkler in condizioni standard)

$P2 = 0,05$

(5% di probabilità di fallimento dell'impianto sprinkler).

$P1 = 0,75$

(75% di probabilità di efficacia dell'impianto sprinkler in caso di inappropriato stoccaggio delle merci)

$P2 = 0,25$

(25% di probabilità di fallimento dell'impianto sprinkler in caso di inappropriato stoccaggio delle merci).

FASE 6 - ALBERO DEGLI EVENTI

In tale fase viene formalizzata la procedura e classificazione del rischio degli scenari previsti dalla norma ISO/TS 16733 "*Fire Safety Engineering – Selection of design fire scenarios and design fire*", attraverso la probabilità di accadimento e valutazione degli effetti che possono ragionevolmente verificarsi all'interno dell'attività, al termine della quale si ottiene una lista ordinata per livello di rischio degli scenari di progetto.

A partire dall'evento iniziatore (innesco accidentale) viene di seguito svolto lo **sviluppo logico delle possibili sequenze incidentali** e le conseguenze derivate dall'innesco mediante l'utilizzo dell'albero degli eventi (ETA – Event Tree Analysis).

Ciascuno degli eventi che compone la sequenza incidentale è associato al verificarsi o meno di una funzione di sicurezza o misura incidentale. Dopo aver scelto l'evento iniziatore (l'evento che causa l'innesco dell'incendio), l'albero degli eventi è stato costruito definendo le funzioni di sicurezza, ordinandole secondo la logica e, ove possibile, secondo il rispettivo tempo d'intervento. Per ogni funzione di sicurezza verranno definite e numerate le condizioni possibili di successo e di insuccesso ed ogni stato dà luogo ad una ramificazione dell'albero a cui associare le suddette condizioni di probabilità. Attraverso una stima della frequenza di accadimento degli eventi e delle probabilità di sviluppo (fonte norma ISO TS 16732 e ISO TS 16733) i risultati verranno espressi quantitativamente come riportato nella Fase 7.

SCENARI D'INCENDIO

RAMO 0	RAMO 1	RAMO 3	RAMO 2	RAMO 4	RAMO 5	RAMO 6	RAMO 7	RAMO 8	Fire Scenario
Fire Ignition	Fire Location	Proper Storage	First Aid Suppression (risposta degli occupanti)	Ventilation Condition (open/close)	Device functional Alarm	Smoke venting Effectiveness (smaltimento fumo e calore)	Device functional Sprinkler	Sprinkler Suppression	
			0.6						S1 0.42
								0.95	S2 0.103733361
							0.936		
								0.05	S3 0.005459651
						0.7			
								0.064	S4 0.007466189
					0.992			0.95	S5 0.044457155
						0.936			
							0.3	0.05	S6 0.00233985
		0.7						0.064	S7 0.003199795
								0.95	S8 0.000836559
				0.6			0.936		
						0.7		0.05	S9 4.40294E-05
								0.064	S10 6.02112E-05
					0.008			0.95	S11 0.000358525
						0.936			
							0.3	0.05	S12 1.88698E-05
								0.064	S13 2.58048E-05
								0.95	S14 0.069155574
							0.936		
								0.05	S15 0.003639767
						0.7		0.064	S16 0.004977459
								0.95	S17 0.029638103
					0.992		0.936		
								0.05	S18 0.0015599
						0.3		0.064	S19 0.002133197
				0.4				0.95	S20 0.000557706
							0.936		
								0.05	S21 2.9353E-05
						0.7		0.064	S22 4.01408E-05
								0.95	S23 0.000239017
					0.008		0.936		
								0.05	S24 1.25798E-05
						0.3		0.064	S25 1.72032E-05

DEPOSITO

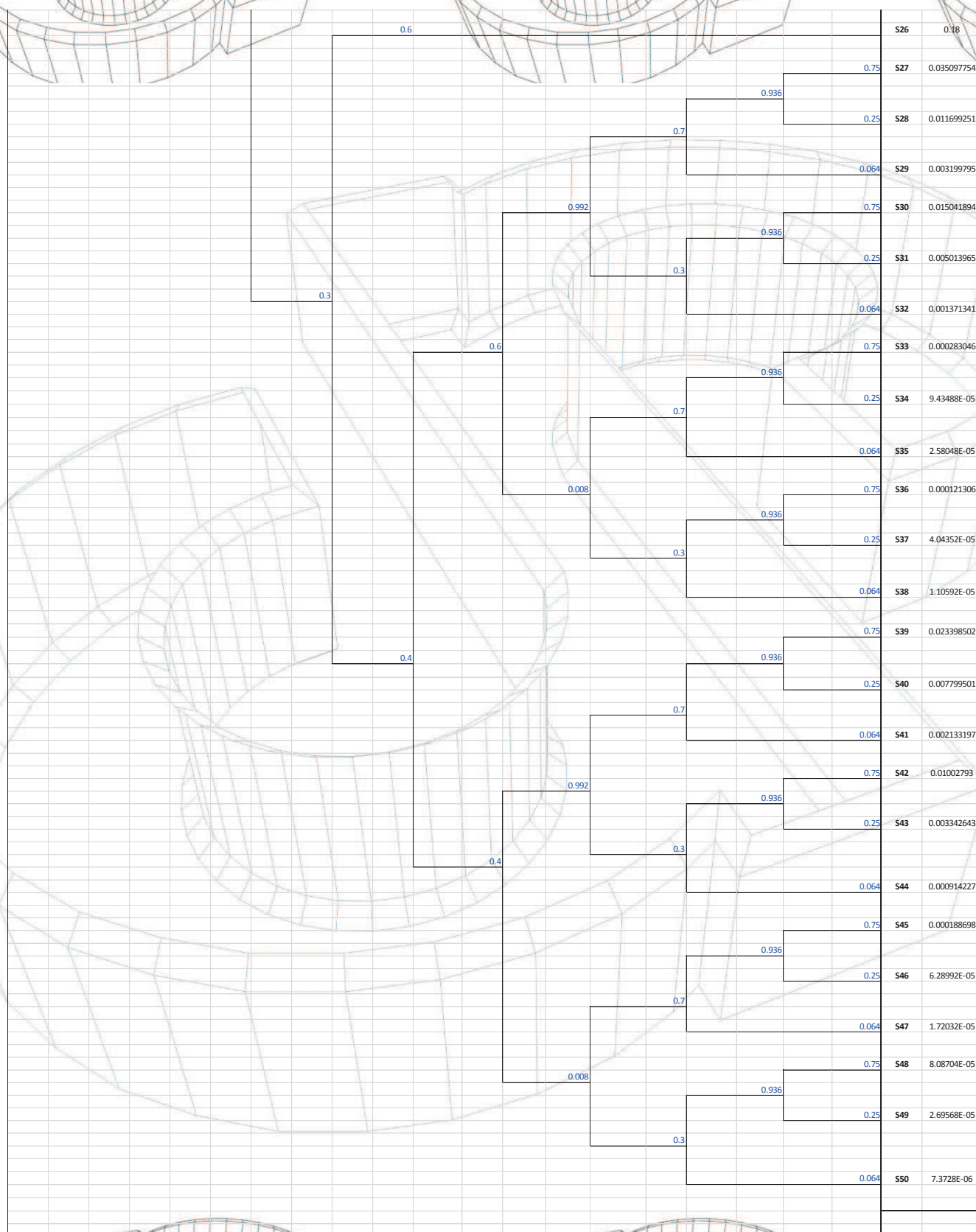


Fig. 10 – Albero degli eventi.

FASE 7 – ESAME DI PROBABILITA'

Come riportato in precedenza, si assume che la probabilità dell'evento iniziatore sia pari a 1 in quanto il deposito in oggetto costituisce il maggiore pericolo di propagazione dell'incendio.

Tramite il suddetto albero degli eventi sono stati individuati n.50 scenari d'incendio di cui tuttavia, come specifica la stessa norma tecnica ISO TS 16733, verranno selezionati soltanto quelli considerati rappresentativi di eventi incidentali che possono effettivamente verificarsi, trascurando, pertanto, quelli che hanno una probabilità di accadimento rispettivamente troppo alta o troppo bassa.

Di tutti gli scenari verranno selezionati soltanto quelli in grado di provocare e potenzialmente sviluppare all'interno dell'attività eventi con livelli di rischio più elevati in relazione agli obiettivi di sicurezza individuati.

Al fine di valutare le condizioni più gravose per la verifica della resistenza al fuoco delle strutture, come proposto dalla norma ISO TS 16732 che prevede l'utilizzo di strumenti grafici di categorizzazione del rischio, si applicherà il metodo della matrice del rischio, secondo il quale ad ogni evento viene assegnato un livello di probabilità di accadimento ed una magnitudo degli effetti.

Dall'esame delle probabilità, derivanti dall'albero degli eventi, vengono individuati un numero di 4 gruppi:

- **Eventi frequenti** ($P \geq 0,1$)
- **Eventi probabili** ($P \geq 0,02$)
- **Eventi occasionali** ($P \geq 0,004$)
- **Eventi remoti** ($P \leq 0,004$)

Tutte le suddette condizioni, ritenute cautelative ma che possono ragionevolmente verificarsi all'interno nel complesso oggetto di analisi, sono alla base degli scenari d'incendio che verranno puntualmente individuati nella sezione *valutazione del rischio e selezione finale*.

FASE 8 – ESAME DI CONSEGUENZA

Secondo la norma ISO TS 16732 la stima delle conseguenze di ogni scenario sarà basata su una valutazione che sarà approfondita nell'analisi quantitativa mediante l'applicazione di modelli numerici.

Una prima valutazione qualitativa dell'analisi delle conseguenze, tuttavia, risulta necessaria per poter selezionare, attraverso una stima delle eventuali perdite e dei danni attesi, gli scenari d'incendio di progetto che possono ragionevolmente verificarsi all'interno dell'attività.

In ogni caso le valutazioni saranno basate, secondo i principi base della norma di riferimento, su giudizi di tipo cautelativi e che non conducano alla valutazione dello scenario di rischio particolarmente gravoso o di tipo poco conservativo.

Ai fini della presente analisi, attraverso un esame delle conseguenze sia di tipo qualitativo che basato sulla stima di probabilità effettuata con il soprariportato albero degli eventi, si suddivideranno gli eventi in n.4 categorie di gravità, in base alla loro magnitudo degli effetti prevista, arrivando alla definizione del principale scenario d'incendio di progetto.

Di tutti gli scenari, essendo l'obiettivo della progettazione il mantenimento della capacità portante della struttura, non verranno analizzate le ipotesi incidentali in cui si verifica la fase di soppressione degli incendi da parte di un operatore presente.

Ai fini del presente studio, attraverso un esame delle conseguenze basato sul metodo della **Matrice di rischio**, si suddivideranno gli eventi in n. 4 categorie di gravità:

- **gravità trascurabile**, nei quali l'impatto sugli occupanti o sulle strutture non produrrebbe conseguenze significative;
Si considerano trascurabili gli scenari in cui:
 - avviene lo spegnimento da parte degli occupanti mediante estintori, idranti o naspi nelle prime fasi di sviluppo;
- **gravità marginale**, le cui conseguenze potrebbero provocare danni ambientali localizzati o di poca rilevanza alle persone e alle strutture;
Si considerano tali gli scenari in cui:
 - l'innescò non viene spento dagli occupanti, ma si riscontra la funzionalità di tutti i principali sistemi di protezione attiva. Infatti, l'esistenza di impianto di rivelazione funzionante consente il tempestivo avvio delle operazioni di lotta all'emergenza contenendo i danni alle strutture attraverso l'apertura degli infissi per lo smaltimento dei fumi; inoltre, un efficace azione di contenimento da parte dell'impianto sprinkler limita le conseguenze per le strutture;
 - gli occupanti non intervengono tempestivamente per estinguere l'innescò; tuttavia, il sistema di rivelazione si aziona correttamente, lo smaltimento dei fumi non è efficace ma lo sprinkler si attiva efficacemente contenendo il principio d'incendio e limitando l'innalzamento delle temperature in prossimità degli elementi strutturali dell'edificio;
 - nonostante gli occupanti non intervengano nelle prime fasi dell'incendio tramite estintori, la funzionalità dell'impianto di rivelazione non venga garantita impedendo, di conseguenza, il corretto smaltimento dei fumi, in ogni caso l'attivazione dell'impianto sprinkler consente un' efficace azione di contenimento limitando notevolmente i danni di tipo strutturale;
- **gravità critica**, con i quali si possono verificare danni alle persone con possibile perdita di vite, o danni ambientali e alle strutture significativi ma reversibili;
Si considerano tali gli scenari in cui:
 - gli occupanti non intervengono tramite estintori o idranti e, sia in caso attivazione del sistema di rivelazione fumi e allarme che di mancato funzionamento, il sistema di protezione sprinkler risulta inefficiente, pur entrando in funzione, e quindi non è del tutto in grado di contenere/spegnere adeguatamente l'incendio;
- **gravità catastrofica**, nei quali si può avere la perdita di una o più vite umane, o danni ambientali e alle strutture irreversibili e significativi.
Si considerano tali gli scenari in cui:
 - l'innescò non viene spento da parte degli occupanti, la funzionalità dell'impianto di rivelazione non viene garantita impedendo, di conseguenza, il corretto smaltimento dei fumi; contemporaneamente l'impianto di spegnimento sprinkler non riesce ad entrare in funzione, provocando l'azione libera delle fiamme e con sollecitazioni termiche potenzialmente in grado di portare a rottura gli elementi strutturali;

FASE 9-10- VALUTAZIONE DEL RISCHIO E SELEZIONE FINALE

Data la grande ampiezza del numero di scenari di incendio possibili associati ad un progetto, si è preso a riferimento la schematizzazione dell'evento che può più che ragionevolmente verificarsi in relazione alle caratteristiche del locale, alla tipologia di materiale e quindi alle caratteristiche del focolaio.

Entrando nel dettaglio dei n.50 scenari analizzati tramite l'albero degli eventi, quelli principali definiti **di progetto** (indagati nella successiva fase di analisi progettuale) poiché rappresentativi di una situazione di crisi ritenuta potenzialmente verificabile all'interno dell'attività e che contemporaneamente assume un carattere conservativo, coincidono con quanto riportato di seguito.




PROBABILITA'	FREQUENTE ($p > 0,1$)	S1, S26	S2		
	PROBABILE ($p > 0,02$)		S5, S14, S17, S27, S39		
	OCCASIONALE ($p > 0,004$)		S30, S42	S3, S4, S16, S28, S31, S40	
	REMOTO ($p < 0,004$)	S8, S33, S36, S45, S48	S11, S20, S23	S6, S7, S9, S10, S12, S15, S18, S21, S24, S29, S32, S34, S35, S37, S41, S43, S46, S49	S13, S19, S22, S25, S38, S44, S47, S50
		TRASCURABILE	MARGINALE	CRITICO	CATASTROFICO
CONSEGUENZE					
					
		Rischio BASSO	Rischio MEDIO	Rischio ALTO	

Fig. 11 – Matrice del rischio con indicati i livelli di rischio per gli scenari ricavati dall'albero degli eventi

FASE 11 - SINTESI DELL'ALBERO DEGLI EVENTI

Il sistema automatico sprinkler, con *elevata affidabilità* ed *efficacia di intervento*, rappresenta il principale sistema di controllo dell'incendio la cui introduzione permette di ridurre sensibilmente e contenere la probabilità di accadimento di conseguenze critiche e non trascurabili (come mostrato dalla *matrice di rischio*). Pertanto, **non verranno analizzati gli scenari fallimentari associati alla mancata entrata in funzione o inefficacia del sistema automatico sprinkler.**

In base a tale principio, ai fini di determinare condizioni che siano rappresentative di un'eventuale azione termica capace di compromettere gli elementi strutturali più vulnerabili e sulla base del quale

poter determinare l'analisi del mantenimento della capacità portante degli stessi, tra i n.50 scenari che risultano dall'albero degli eventi i seguenti rappresentano quelli di progetto:

➤ **Scenario S2**

Lo *scenario S2* risulta descrittivo di una configurazione distributiva del materiale rappresentativa delle normali condizioni di esercizio dell'attività e di una mancata azione di spegnimento da parte degli addetti all'emergenza, che portano a definire un reale sviluppo dell'incendio.

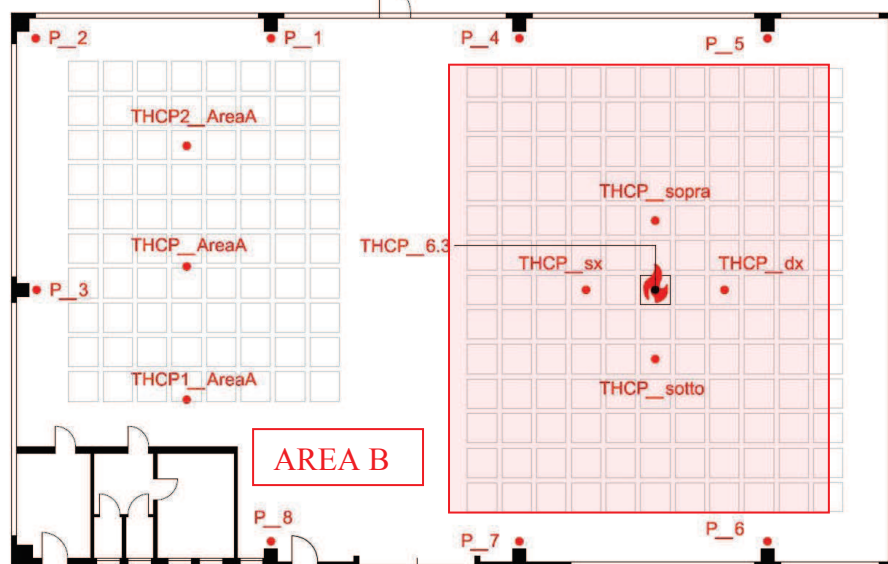
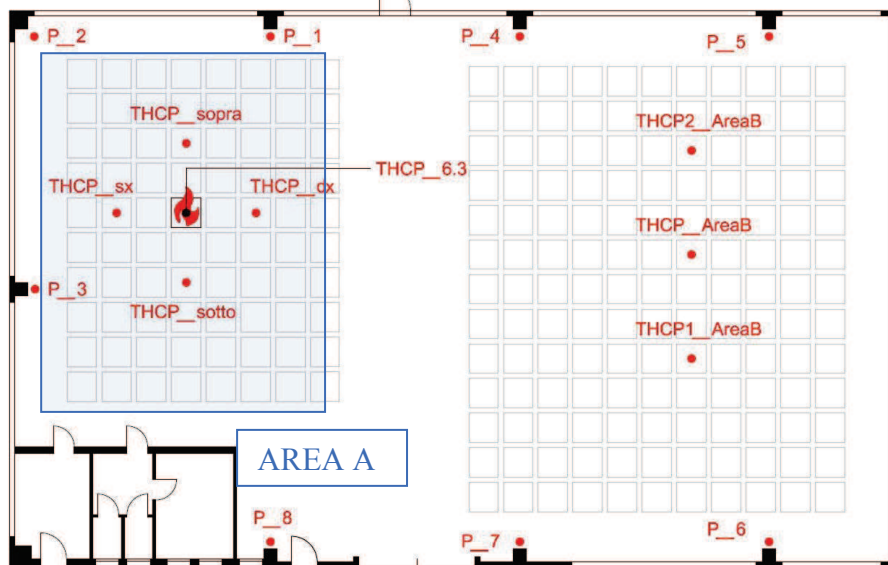
Tale scenario analizza l'intero *magazzino* destinato allo stoccaggio delle materie plastiche, ipotizzando le seguenti condizioni previste nell'albero degli eventi:

- Stoccaggio appropriato delle merci nelle aree di stoccaggio (*Proper storage: YES*);
- Mancato spegnimento da parte degli addetti antincendio mediante estintori o naspi/idranti (*First suppression: NO*);
- Condizione di apertura del 60% degli infissi (*Ventilation condition: OPEN*);
- Corretto funzionamento del sistema di rivelazione automatica e allarme (*Device functional: YES*);
- Operatività del sistema di smaltimento fumo e calore con corretta apertura degli infissi asserviti al sistema di rivelazione (*Smoke Venting Effectiveness: YES*);
- Operatività del sistema di spegnimento sprinkler (*Device functional sprinkler: YES*);
- Efficienza dell'impianto di spegnimento automatico sprinkler (*Sprinkler suppression: YES*).

Allo scopo di valutare l'azione termica potenzialmente più gravosa, lo scenario S2 verrà indagato conservativamente secondo 3 posizioni dell'innesco termico, ovvero:

- **S2a:** innesco localizzato nell'area di stoccaggio A;
- **S2b:** innesco localizzato nell'area di stoccaggio B;
- **S2c:** innesco in corrispondenza di un carrello elevatore lungo la corsia di manovra dello stesso.

Di seguito si riportano le posizioni in pianta dei differenti inneschi per lo scenario d'incendio S2.



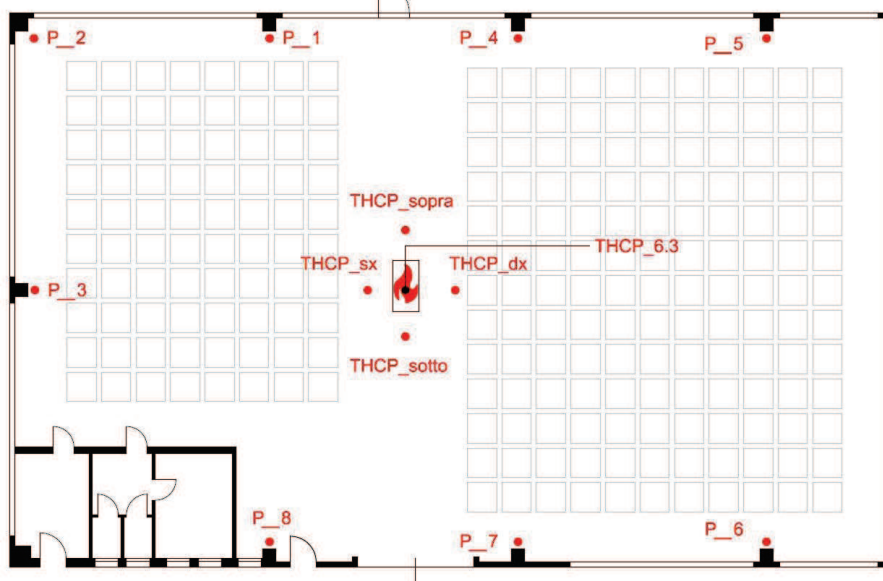


Fig. 12 – I tre scenari d’incendio considerati. In alto lo scenario S2a collocato all’interno dell’*Area A*; in mezzo lo scenario S2b collocato all’interno dell’*Area B* e in basso lo scenario S2c collocato nell’area operativa di manovra dei carrelli elevatori.