

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

Tesi di laurea magistrale

ATTIVITÀ DI STOCCAGGIO RIFIUTI:  
DEFINIZIONE DI UNA REGOLA TECNICA  
VERTICALE E VALIDAZIONE CON I METODI  
DELLA FIRE SAFETY ENGINEERING



**Relatori:**

Prof. Ing. Roberto Vancetti

Ing. Biancorosso Fulvio

**Candidato:**

Maria Luisa Longo

Anno Accademico 2018/2019



*A mamma e papà*



## **ABSTRACT**

In the wake of the regulatory change that the fire prevention sector has been undergoing in recent years, the present document aims to formulate a vertical technical rule for the waste storage activities, because there was not any specific regulation presented until now.

The fire-fighting measures arise from the consideration of the risk that fires can bring to the environment; then, a tabular procedure is formulated to define the "Environmental Risk" index, based on the application of different scores of location, surface area of the activity, the type and quantity of waste stored in it.

Much attention is then paid to the determination of separation distances validated with the methods of Fire Safety Engineering. The fluid dynamic analysis, in fact, analyzing the trend of the fumes, the increase in temperatures and thermal radiation, help to define the distance that a storage must have so as not to be triggered in the event of a fire in the adjacent one.

Once all the preventive measures have been defined, a case study is then analysed, with both horizontal and vertical regulation. The differences, also analysed with the aid of the PyroSim software, unequivocally highlight the improvements that the specific regulation brings to the individual activity, and validate, for the first time, the preventive measures formulated for waste storage activities.



## ABSTRACT

Sulla scia del cambiamento normativo che il settore della prevenzione incendi sta subendo negli ultimi anni, l'elaborato si prefigge la formulazione di una regola tecnica verticale per le attività di stoccaggio rifiuti che, ad oggi, non presentano nessuna regolamentazione specifica.

Le misure antincendio scaturiscono dalla considerazione del rischio, che gli incendi possono apportare all'ambiente; viene, quindi, formulata una procedura tabellare, per definire l'indice "Rischio Ambiente", parametro fondamentale e trasversale a tutte le strategie antincendio, basata sull'applicazione di punteggi diversi, al variare dell'ubicazione e della superficie dell'attività, nonché della tipologia e dei quantitativi di rifiuti stoccati in essa.

Molta attenzione viene posta, poi, alla determinazione delle distanze di separazione validate con i metodi della Fire Safety Engineering. Le analisi fluidodinamiche, infatti, analizzando l'andamento dei fumi, l'aumento delle temperature e l'irraggiamento termico, aiutano a definire la distanza che uno stoccaggio deve avere, per non essere innescato, nel caso si sviluppi un incendio in quello adiacente.

Una volta definite tutte le misure preventive, infine, viene analizzato un caso studio, con regolamentazione orizzontale e verticale. Le differenze, analizzate anche con l'ausilio del software PyroSim, evidenziano, in maniera inequivocabile, i miglioramenti che la regolamentazione specifica apporta alla singola attività, e validano, per la prima volta, le misure preventive formulate per le attività di stoccaggio rifiuti.





## SOMMARIO

|   |           |
|---|-----------|
| CAPITOLO 1 INTRODUZIONE.....                                      | 1         |
| <b>PARTE I - CORPO LEGISLATIVO.....</b>                           | <b>3</b>  |
| CAPITOLO 2 QUADRO NORMATIVO ANTINCENDIO.....                      | 3         |
| 2.1 FONDAMENTI PREVENZIONE INCENDI .....                          | 3         |
| 2.2 SITUAZIONE NORMATIVA ATTUALE IN MATERIA DI RIFIUTI .....      | 6         |
| 2.3 STRUTTURA DI UNA REGOLA TECNICA VERTICALE .....               | 9         |
| CAPITOLO 3 QUADRO NORMATIVO AMBIENTALE IN MATERIA DI RIFIUTI..... | 11        |
| 3.1 NORMATIVA COMUNITARIA.....                                    | 11        |
| 3.1.1 CLASSIFICAZIONE COMUNITARIA - CODICI CER.....               | 12        |
| 3.2 NORMATIVA NAZIONALE .....                                     | 13        |
| 3.2.1 CLASSIFICAZIONI AMBIENTALI NAZIONALI.....                   | 14        |
| 3.3 NORMATIVA REGIONALE .....                                     | 16        |
| <b>PARTE II - IPOTESI REGOLA TECNICA VERTICALE.....</b>           | <b>19</b> |
| CAPITOLO 4 ANALISI STATISTICA .....                               | 19        |
| 4.1 GLI INCENDI NEGLI IMPIANTI DI STOCCAGGIO RIFIUTI.....         | 19        |
| CAPITOLO 5 STRUTTURA RTV .....                                    | 23        |
| 5.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.....                            | 23        |
| 5.2 TERMINI E DEFINIZIONI .....                                   | 24        |
| 5.3 CLASSIFICAZIONI.....  | 25        |
| 5.4 PROFILI DI RISCHIO.....                                       | 28        |
| 5.4.1 R <sub>AMBIENTE</sub> .....                                 | 28        |
| 5.5 STRATEGIA ANTINCENDIO .....                                   | 31        |
| 5.5.1 S1 REAZIONE AL FUOCO .....                                  | 32        |
| 5.5.2 S2 RESISTENZA AL FUOCO.....                                 | 32        |
| 5.5.3 S3 COMPARTIMENTAZIONE.....                                  | 33        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.5.4 S4 ESODO.....  | 37        |
| 5.5.5 S5 GESTIONE DELLE EMERGENZE.....                                       | 37        |
| 5.5.6 S6 CONTROLLO DELL'INCENDIO .....                                       | 38        |
| 5.5.7 S7 RILEVAZIONE ALLARME INCENDIO .....                                  | 40        |
| 5.5.8 S8 CONTROLLO DI FUMI E CALORE .....                                    | 41        |
| 5.5.9 S9 OPERATIVITA' ANTINCENDIO.....                                       | 42        |
| 5.5.10 S10 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO .....          | 42        |
| <b>PARTE III - DISTANZE DI STOCCAGGIO AL COPERTO/CHIUSO .....</b>            | <b>45</b> |
| <b>CAPITOLO 6 CONSIDERAZIONI INIZIALI.....</b>                               | <b>45</b> |
| 6.1 ANALISI DEL FENOMENO DELL'INNESCO .....                                  | 45        |
| 6.2 CALCOLO ANALITICO.....   | 46        |
| 6.2.1 POTENZA TERMICA TOTALE CHE PROVOCA L'IGNIZIONE PER IRRAGGIAMENTO ..... | 46        |
| 6.2.2 FLUSSO TERMICO CHE COLPISCE UN OGGETTO.....                            | 47        |
| 6.3 SOFTWARE DI MODELLAZIONE: PYROSIM.....                                   | 49        |
| <b>CAPITOLO 7 DISTANZA DI SEPARAZIONE AL COPERTO.....</b>                    | <b>53</b> |
| 7.1 IPOTESI DI PARTENZA .....  | 53        |
| 7.2 DATI DI INPUT IN PYROSIM.....  | 53        |
| 7.3 PERCENTUALE APERTURA PARETE > 50%.....                                   | 56        |
| 7.3.1 MODELLO A.....   | 56        |
| 7.3.2 MODELLO B.....   | 57        |
| 7.3.3 RISULTATI .....  | 58        |
| 7.4 PERCENTUALE APERTURA PARETE $30% < P_p \leq 50%$ .....                   | 59        |
| 7.4.1 MODELLO A.....   | 59        |
| 7.4.2 MODELLO B.....   | 63        |
| 7.4.3 RISULTATI .....  | 66        |
| 7.5 PERCENTUALE APERTURA PARETE $12,5% < P_p \leq 30%$ .....                 | 66        |

|  |            |
|--|------------|
| 7.5.1 MODELLO A.....   | 66         |
| 7.5.2 MODELLO B.....   | 67         |
| 7.5.3 RISULTATI .....  | 70         |
| 7.6 VERIFICA DIMENSIONI MESH .....   | 70         |
| 7.7 RISULTATI SULLE DISTANZE DI SEPARAZIONE AL COPERTO.....                | 73         |
| <b>CAPITOLO 8 STOCCAGGIO AL CHIUSO.....</b>                                | <b>75</b>  |
| 8.1 CONSIDERAZIONI NORMATIVE .....   | 75         |
| 8.1.1. CODICE DI PREVENZIONE INCENDI S8 “CONTROLLO DI FUMI E CALORE” ..... | 75         |
| 8.1.2 NORMA UNI 9494 - “EVACUATORI DI FUMO E CALORE” - .....               | 76         |
| 8.2 MODELLAZIONE .....   | 77         |
| 8.3 SUT = 2,5% .....   | 80         |
| 8.4 SUT = 5%.....  | 83         |
| 8.5 SUT = 10%.....   | 85         |
| 8.6 SUT = 12,5% .....  | 89         |
| 8.7 SIMULAZIONI CON APERTURA DI RICAMBIO ARIA.....                         | 90         |
| 8.8 RISULTATI SULLA DISTANZA DI SEPARAZIONE AL CHIUSO .....                | 94         |
| <b>PARTE IV - REGOLA TECNICA VERTICALE V9* .....</b>                       | <b>97</b>  |
| <b>PARTE V - APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO.....</b>                       | <b>119</b> |
| <b>CAPITOLO 9 INTRODUZIONE AL CASO STUDIO.....</b>                         | <b>119</b> |
| 9.1. DESCRIZIONE .....   | 119        |
| 9.2 ARTICOLAZIONE CASO STUDIO .....  | 120        |
| <b>CAPITOLO 10 RTO – CODICE DI PREVENZIONE INCENDI.....</b>                | <b>123</b> |
| 10.1 DESCRIZIONE ATTIVITA’ SOGGETTE.....                                   | 123        |
| 10.2 (G3) DETERMINAZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO DELLE ATTIVITÀ.....        | 125        |
| 10.3 (S1) REAZIONE AL FUOCO .....  | 127        |
| 10.4 (S2) RESISTENZA AL FUOCO .....  | 128        |

|  |            |
|--|------------|
| 10.5. (S3) COMPARTIMENTAZIONE .....                                  | 134        |
| 10.6 (S4) ESODO .....  | 136        |
| 10.7 (S5) GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO .....                 | 140        |
| 10.8 (S6) CONTROLLO DELL'INCENDIO .....                              | 142        |
| 10.9. (S7) RIVELAZIONE ED ALLARME .....                              | 144        |
| 10.10 (S8) CONTROLLO DI FUMI E CALORE .....                          | 146        |
| 10.11 (S9) OPERATIVITÀ ANTINCENDIO .....                             | 148        |
| 10.12 (S10) SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO ..... | 150        |
| 10.13 D.M. 31/07/1934.....   | 151        |
| 10.14. VALUTAZIONE DELL'INTERFERENZA NELL'ATTIVITA' N. 12 .....      | 153        |
| 10.15. VALUTAZIONE "V1" E "V2" .....                                 | 154        |
| <b>CAPITOLO 11 APPLICAZIONE RTV .....</b>                            | <b>155</b> |
| 11.1 (V.9.1) SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE .....                     | 155        |
| 11.2 (V.9.2) DEFINIZIONI.....  | 155        |
| 11.3 (V.9.3) CLASSIFICAZIONI .....                                   | 156        |
| 11.4 (V.9.4) PROFILI DI RISCHIO.....                                 | 157        |
| 11.5 (V.9.5) STRATEGIA ANTINCENDIO .....                             | 157        |
| <b>CAPITOLO 12 CONFRONTO RTO – RTV .....</b>                         | <b>167</b> |
| 12.1 DIFFERENZE .....  | 167        |
| <b>CAPITOLO 13 ANALISI CONTROLLO DELL'INCENDIO.....</b>              | <b>171</b> |
| 13.1 METODOLOGIA .....   | 171        |
| 13.2 CURVA RHR .....   | 172        |
| 13.3 ANALISI DEI RISULTATI.....                                      | 175        |
| <b>PARTE VI - CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI .....</b>                | <b>185</b> |
| RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....                                       | 187        |
| RIFERIMENTI NORMATIVI.....   | 189        |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| RIFERIMENTI SITOGRAFICI ..... | 191 |
| INDICE DELLE FIGURE .....     | 193 |
| INDICE DELLE TABELLE .....    | 199 |



# **CAPITOLO 1**

## **INTRODUZIONE**

Sono numerosi gli incendi che, negli ultimi anni, hanno colpito i siti di stoccaggio rifiuti, ovvero quelle attività ove all'interno vengono depositati, anche temporaneamente, materiali di scarto, in attesa o del trattamento o del definitivo trasferimento in discariche.

Gli incendi, in detti siti, vengono spesso causati da reazioni dei differenti materiali stoccati, dal mal funzionamento degli impianti o da inneschi di natura dolosa, ma prescindendo dalla causa, essi sono in grado di provocare innumerevoli danni alla popolazione e, soprattutto, all'ambiente.

Partendo da tale considerazione, il presente studio, effettuato in materia di prevenzione incendi per i siti di stoccaggio rifiuti, si prefigge di dare origine ad una regola tecnica verticale, che prescriva le misure antincendio per questo tipo di attività.

La regola tecnica verticale, a cui si dà origine, segue la scia del Codice di prevenzione incendi, introdotto dal D.M. 03/08/2015, così come modificato dal DM 12/04/2019 e dal DM 18/10/2019, con il fine di costituire Testo Unico in materia e di innovare il quadro normativo antincendio consolidatosi negli anni.

La prima parte dello studio ripercorre la storia della normativa antincendio, soffermandosi, in particolare, sull'unica circolare ad oggi esistente per l'attività di stoccaggio rifiuti.

Vengono, inoltre, riportate le nozioni fondamentali sul quadro normativo ambientale nel medesimo ambito, ritenendosi essenziali per l'impatto che un incendio può avere sulla popolazione e sull'ambiente circostante.

Nella seconda parte dello studio, dopo un'attenta analisi bibliografica, è stata formulata una vera e propria regola tecnica verticale, che rispecchia la struttura delle RTV già presenti alla sezione V del Codice di prevenzione incendi.

Innovativa appare l'introduzione, all'interno della RTV, del fattore di rischio ambiente, che oltre a non essere più un fattore binario di tipo "significativo/non significativo", deve essere obbligatoriamente valutato dal progettista.

Il fattore di rischio ambiente viene formulato tramite procedura tabellare tenendo conto di quattro condizioni: tipologia del materiale, quantitativo del materiale, superficie dell'attività e ubicazione dell'attività.

Nella terza parte, con l'ausilio di un software di modellazione computazionale FDS, che permette di monitorare vari parametri, viene approfondita la determinazione delle distanze di separazione fra gli stoccaggi posti all'interno di fabbricati.

Nella parte quarta, viene inserita la predetta regola tecnica verticale e, nella parte quinta, la stessa viene applicata a un caso studio specifico.

Il caso studio verrà affrontato sia con la regola tecnica orizzontale prevista dal Codice, sia con quella verticale, sviluppata per l'apposita attività. In questo modo, saranno evidenziate, anche con simulazioni fluidodinamiche, le differenze ed i miglioramenti che la RTV apporta dal punto di vista della prevenzione incendi.

Infine, saranno indicati alcuni degli sviluppi futuri possibili, con lo scopo di approfondire lo studio della regola tecnica verticale.



# PARTE I - CORPO LEGISLATIVO

## CAPITOLO 2

### QUADRO NORMATIVO ANTINCENDIO

Il capitolo spiega come si è evoluta la normativa di settore, dalle prime leggi sino all'emanazione del Codice di prevenzione incendi, approfondendo l'unica linea guida esistente in materia per le attività di stoccaggio rifiuti.

#### 2.1 FONDAMENTI PREVENZIONE INCENDI

*“La prevenzione incendi è la funzione di preminente interesse pubblico diretta a conseguire, secondo criteri applicativi uniformi sul territorio nazionale, gli obiettivi di sicurezza della vita umana, di incolumità delle persone e di tutela dei beni e dell'ambiente attraverso la promozione, lo studio, la predisposizione e la sperimentazione di norme, misure, provvedimenti, accorgimenti e modi di azione intesi ad evitare l'insorgenza di un incendio e degli eventi ad esso comunque connessi o a limitarne le conseguenze”*; così viene definita la prevenzione incendi nell'art. 2 del D.P.R 29/07/1982 n. 577.

Pur risalendo tale definizione al 1982, la prevenzione incendi nasce con il Regio Decreto del 27 febbraio 1939, convertito nella Legge 1570 del 27 dicembre 1941. È proprio questo Regio Decreto che istituisce il Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco al quale, con il D.lgs. n. 139 dell'08/03/06 e s.m.i., viene affidata la prevenzione incendi in Italia.

Negli anni 60, al fine di adeguarsi allo sviluppo industriale che caratterizzava l'Italia, con la Legge n. 966/1965 si introduce, per la prima volta, il certificato di prevenzione incendi.

Dopo gli anni 80, nel campo della prevenzione incendi, vengono emanate innumerevoli Leggi, ricomprese nel concetto di Regole Tecniche Verticali - RTV - che prescrivono le modalità d'intervento per il raggiungimento del livello di sicurezza di singole attività (alberghi, scuole, uffici, autorimesse...).

Tutte queste norme sottostanno ad un approccio di tipo prescrittivo, ovvero, la valutazione del rischio viene effettuata dal Legislatore, mentre il tecnico abilitato si limita ad applicare una o più delle regole tecniche ivi previste.

L'approccio prescrittivo si contrappone all'approccio prestazionale: in quest'ultimo la definizione delle prestazioni e la verifica del raggiungimento degli obiettivi, si basa sulla valutazione, da parte del progettista, delle condizioni reali, in cui l'incendio può innescarsi e propagarsi.

In Italia, l'approccio prestazionale viene introdotto, per la prima volta, con il D.M. 9 maggio 2007 - "Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio" - che introduce il concetto di "Fire Safety Engineering" - FSE -.

Oggi, la prevenzione incendi italiana, escludendo le attività a "rischio di incidente rilevante" di cui al D.lgs 105/2015, è regolamentata dal D.P.R n.151 dell'01/08/2011 che, nell'Allegato I, elenca le 80 attività che devono essere sottoposte ai controlli del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

Nel detto Allegato, queste attività vengono divise in tre categorie: A, B e C, a seconda della complessità dell'attività e della presenza o meno di regola tecnica verticale.

Tabella 2.1-1 Categorie di rischio per le attività soggette al controllo dei VVF

| Categoria | Descrizione  |
|-----------|--|
| A         | Attività dotate di regola tecnica di riferimento e contraddistinte da un limitato livello di complessità poiché l'affollamento e i quantitativi di materiale presente sono ridotti.  |
| B         | Tutte le attività presenti in A sono caratterizzate da un livello di complessità maggiore, e sprovviste di una specifica regolamentazione tecnica di riferimento, ma comunque con un livello di complessità inferiore ai parametri della categoria superiore |
| C         | Tutte le attività con un alto livello di complessità, indipendentemente dalla presenza o meno della regola tecnica   |

Il D.P.R n.151/2011 definisce, anche, l'iter da seguire per l'ottenimento del parere di conformità, a seconda della categoria in cui questa ricade.

Tabella 2.1-2 Iter legislativo per l'ottenimento del parere di conformità al variare della categoria

|             |  |   |                                      |
|-------------|--|---|--------------------------------------|
| CATEGORIA A | -                                      | Avvio dell'attività tramite SCIA (Segnalazione Certificata Inizio Attività) | Controlli con sopralluogo a campione |
| CATEGORIA B | Valutazione di conformità dei progetti |   | Controllo con sopralluogo            |
| CATEGORIA C |  |   |                                      |

All'interno del decreto vengono indicati i documenti da allegare per ogni attività soggetta.

Infine, si arriva al D.M. 03/08/2015 - “Codice di prevenzione incendi” -, un testo unico, che ha lo scopo di aggiornare e semplificare il corpo normativo della prevenzione incendi, caratterizzato da un innumerevole quantità di regole tecniche.

Il Codice, ad oggi, pur non includendo nel suo campo di applicazione tutte le attività soggette comprese nel D.P.R. n. 151/2011, ha portato un forte cambiamento nell’approccio alla prevenzione degli incendi.

In una prima fase, per le attività soggette e non normate, vi era la possibilità, da parte dei tecnici abilitati, di applicare o la normativa canonica o il Codice di prevenzione incendi. Con l’introduzione del D.M. 12/04/2019 “*Modifiche al campo di applicazione del Codice di prevenzione incendi*”, il Codice amplia il suo campo di applicazione delle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco e, inoltre, diventa esclusivamente applicabile a tutte le attività prive di una regola tecnica verticale elencate nel D.P.R n. 151/2011, ossia, a quelle attività che attualmente sono dette "soggette e non normate"; segue, infine, la pubblicazione del D.M. 18/10/2019 “*Nuovo Codice di prevenzione incendi*”, in vigore dal 01/11/2019, che aggiorna e sostituisce l’Allegato I del precedente decreto.

Per la definizione della regola tecnica verticale dell’attività di stoccaggio rifiuti è stato, infatti, utilizzato in un primo momento il D.M. 03/08/2015; successivamente, con la pubblicazione della revisione dell’Allegato I (D.M. 18/10/2019), che ha stravolto alcune strategie citate nel precedente Codice, l’elaborato è stato revisionato e adattato.

Il Codice di prevenzione incendi si compone di cinque articoli ed un Allegato, all’interno dei quali, sono riportate le metodologie da seguire.

L’Allegato è suddiviso in 4 parti: generalità (G), strategia antincendio (S), regole tecniche verticali (V), metodi (M).

Le prime due sezioni, G ed S, trattano la regola tecnica orizzontale applicabile alle attività soggette e non normate. La sezione V, richiamando le sezioni precedenti, detta le soluzioni da applicare per una specifica attività e, infine, la sezione M fornisce le regole per la progettazione della sicurezza antincendio (FSE).

All’interno del Codice di prevenzione incendi sono contenuti entrambi gli approcci illustrati sopra.

Tabella 2.1-3 Approcci previsti dal Codice di prevenzione incendi

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Approccio Prescrittivo  | Sezione G |
|                         | Sezione S |
|                         | Sezione V |
| Approccio Prestazionale | Sezione M |

## 2.2 SITUAZIONE NORMATIVA ATTUALE IN MATERIA DI RIFIUTI

Ad oggi, all'interno del quadro normativo antincendio, non sono presenti regole tecniche specifiche per le attività di stoccaggio rifiuti.

Più in generale, non risulta presente, all'interno dell'Allegato I del D.P.R. 151/ 2011, tale attività. Vi è solo la presenza di attività specifiche, come quelle dei depositi, che superata la soglia relativa ai quantitativi di combustibile, risultano soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

Pur non avendo una regola tecnica verticale, a seguito dei numerosi incendi, che nell'ultimo periodo hanno interessato diversi impianti di gestione dei rifiuti, è stata emanata dal Ministero dell'Ambiente la Circolare 4064/2018 del 15/03/2018 - *“Linee guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione incendi”*-, successivamente abrogata dalla Circolare del ministero dell'Ambiente 1121 del 21 gennaio 2019 -*“Linee Guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione dei rischi”* -.

La Circolare del ministero dell'Ambiente 1121/2019 nasce da un confronto tra il dipartimento dei vigili del fuoco, le amministrazioni regionali e le agenzie ambientali, al fine di individuare le iniziative più opportune atte a prevenire, o quanto meno a ridurre, i rischi connessi allo sviluppo di incendi, presso impianti che gestiscono rifiuti.

Tale circolare indica i criteri operativi e gestionali riferiti in particolare a:

- stoccaggi di rifiuti ai sensi dell'articolo 183, lett. aa) del D.lgs. n. 152 del 2006, in ingresso presso impianti che li sottopongono ad ulteriori operazioni di gestione, riconducibili ai punti da R1 a R12 dell'Allegato C<sup>[1]</sup>, parte quarta del D.lgs. n. 152

---

<sup>[1]</sup> In tale Allegato sono riportati 13 codici (R1, R2...R13) che caratterizzano le operazioni di recupero.

del 2006 e ai punti da D1 a D14 dell'Allegato B<sup>[2]</sup>, parte quarta del D.lgs. n. 152 del 2006;

- stoccaggi di rifiuti ai sensi dell'articolo 183, lett. aa) del D.lgs. n. 152 del 2006, effettuati presso impianti che effettuano esclusivamente operazioni R13<sup>[3]</sup> e D15<sup>[4]</sup>, e che, quindi, inviano i rifiuti ivi depositati ad altri impianti di destinazione finale;
- stoccaggi o raggruppamenti di rifiuti, intermedi tra due o più fasi di trattamento, svolte nell'ambito del medesimo impianto di gestione dei rifiuti;
- stoccaggi di rifiuti prodotti dal trattamento, in attesa o già sottoposti all'eventuale caratterizzazione, per il successivo avvio verso le opportune destinazioni finali.

Resta inteso che, qualora lo stoccaggio di rifiuti annoveri un'attività di cui all'Allegato I al D.P.R. 151/2011, si dovrà dare corso agli obblighi previsti dal predetto decreto.

La linea guida indica che l'attività svolta negli impianti di gestione dei rifiuti, oltre a rispondere alla normativa sulla sicurezza nei luoghi di lavoro, nonché alle norme generali e specifiche di prevenzione incendi, che impongono al datore di lavoro di valutare tutti i rischi connessi all'esercizio dell'impianto, deve:

- ottimizzare le misure organizzative e tecniche;
- informare e formare il personale che opera nell'attività;
- controllare e monitorare le sorgenti di innesco e le fonti di calore;
- mantenere le aree, i mezzi d'opera, gli impianti tecnologici e gli eventuali impianti di protezione antincendio.

Inoltre, la circolare definisce, in via generale, le buone pratiche per una gestione ottimale degli impianti adibiti alla gestione dei rifiuti:

- suggerisce una adeguata sistemazione della viabilità interna e degli spazi, in modo da differenziare le aree di accettazione in ingresso, le aree di stoccaggio e quelle di lavoro. In particolare, differenzia le aree destinate allo stoccaggio dei rifiuti per categorie omogenee, tenendo conto, anche, della natura e della pericolosità dei

---

<sup>[2]</sup> In tale Allegato sono riportati 15 codici (D1,D2...D15) che caratterizzano le operazioni di smaltimento.

<sup>[3]</sup> Il Codice R13 indica la messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12 dell'Allegato C alla parte quarta del D.lgs. n. 152 del 2006.

<sup>[4]</sup> Il Codice D15 indica il deposito preliminare prima di uno delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14 dell'Allegato B, parte quarta del D.lgs. n. 152 del 2006.

rifiuti. Altrettanto importante è il rispetto della capacità massima di stoccaggio autorizzata;

- viene ribadito che i rifiuti liquidi devono essere stoccati in serbatoi, ovvero, in contenitori a norma, in possesso di adeguati requisiti di resistenza in relazione alle proprietà chimico-fisiche ed alle caratteristiche di pericolosità dei rifiuti stessi. I rifiuti solidi, invece, possono essere stoccati anche in cumuli di altezza variabile o in fosse;
- afferma che risulta opportuno garantire un'adeguata ventilazione degli ambienti, nonché, limitare le altezze dei cumuli ed assicurare che i quantitativi di rifiuti in ingresso all'impianto siano limitati a quelli autorizzati ed effettivamente gestibili;
- asserisce che, oltre agli estintori portatili di adeguata capacità estinguente che devono essere sempre presenti, deve essere valutato il posizionamento di estintori carrellati e la realizzazione di un impianto idrico antincendio e di altri impianti di spegnimento manuali e/o automatici;
- relativamente all'ubicazione degli impianti, afferma che non devono essere ubicati in aree esondabili, instabili e alluvionabili.

Per quel che riguarda l'organizzazione degli impianti, vengono definite le aree da prevedere all'interno:

- area destinata allo stoccaggio dei rifiuti per categorie omogenee;
- area per il deposito dei rifiuti fermentescibili;
- adeguata separazione delle aree adibite allo stoccaggio delle diverse tipologie di rifiuti infiammabili;
- locale chiuso attrezzato e con idonei requisiti antincendio;
- locale chiuso attrezzato, ovvero, area destinata al trattamento dei rifiuti;
- area per il deposito delle sostanze da utilizzare per l'assorbimento dei liquidi in caso di sversamenti accidentali;
- adeguata viabilità interna;
- idonea recinzione lungo tutto il perimetro.

Vengono elencati i criteri tesi a garantire la sicurezza durante le fasi di movimentazione e stoccaggio dei rifiuti, anche al fine di evitare la dispersione all'interno dell'impianto e lo sviluppo di polveri. Infine, viene evidenziata l'esigenza di alcuni limiti temporali per lo stoccaggio dei rifiuti stessi.

Dal punto di vista di gestione delle emergenze si prevede l'obbligo di redigere un piano di emergenza interna.

## 2.3 STRUTTURA DI UNA REGOLA TECNICA VERTICALE

Alla luce di quanto precede, si intuisce come sia fondamentale definire una regola tecnica verticale per regolare e definire le misure di prevenzione incendi da attuare per queste attività.

Dovendo redigere una nuova RTV, da inserire nella sezione V del Codice di prevenzione incendi, è opportuno seguire la struttura delle RTV già presenti nel D.M. 03/08/2015 e s.m.i., che di seguito si riporta:

- **scopo e campo d'applicazione** - viene esplicitato per quali attività la regola tecnica può essere applicata. I fattori di inclusione o esclusione possono riferirsi all'affollamento, all'altezza antincendio, ai posti letto, alla superficie lorda ecc., e possono rimandare alla definizione riportata nell'Allegato I del D.P.R. n. 151/2011;
- **termini e definizioni** - vengono riportate le definizioni, non contenute nella sezione G.1 del Codice ("Termini, definizioni e simboli grafici") e riferite alla singola attività;
- **classificazioni** - l'attività soggetta viene classificata a seconda delle caratteristiche della stessa. Analizzando le regole tecniche verticali, già contenute all'interno del D.M 3/08/2015 e s.m.i., si possono avere delle classificazioni tipo;

Tabella 2.3-1 Classificazioni tipo RTV contenute nel Codice di prevenzioni incendi

| CODICE TIPO    | DESCRIZIONE                                  |
|----------------|--|
| OA, OB, OZ     | Numero di persone presenti                   |
| HA, HB, HZ     | Massima quota dei piani                      |
| TA, TM, TK     | Aree dell'attività                           |
| PA, PB, PZ     | Posti letto                                  |
| SA, SB, SC     | Tipologia di servizio                        |
| AA, AB, AC, AZ | Superficie dell'attività o del compartimento |

Tabella 2.3-2 Classificazione aree attività contenute nel Codice di prevenzione incendi

| AREE ATTIVITA' TIPO |  |
|---------------------|--|
| TA                  | area con lavorazione principale dell'attività    |
| TK                  | aree con lavorazioni differenti dalla principale |
| TM                  | depositi   |
| TO                  | locali con affollamento                          |
| TT                  | locali tecnici                                   |
| TZ                  | altre aree                                       |

- **profili di rischio** - viene indicata la metodologia per il calcolo del rischio vita, rischio ambiente e rischio beni. In generale, si rimanda alla metodologia del capitolo G.3 del Codice - “Determinazione dei profili di rischio delle attività” -;
- **strategia antincendio** - in generale, è specificato che devono essere applicate tutte le misure antincendio della RTO, attribuendo i livelli di prestazione secondo i relativi criteri. Sono riportate indicazioni aggiuntive, complementari o sostitutive, alle soluzioni conformi previste nella RTO;
- **riferimenti** – viene riportata la bibliografia utilizzata per la costruzione della regola tecnica verticale.



# **CAPITOLO 3**

## **QUADRO NORMATIVO AMBIENTALE IN MATERIA DI RIFIUTI**

I rifiuti e la gestione di questi, sono regolamentati da un panorama normativo molto vasto, comprendente norme comunitarie, nazionali e regionali.

Nel capitolo vengono trattate le principali norme ambientali ad oggi in vigore.

### **3.1 NORMATIVA COMUNITARIA**

La normativa comunitaria è, prevalentemente, di tre tipi:

- Regolamenti - attengono all'ambito degli scambi fra Paesi, quali il commercio, l'etichettatura e l'import-export dei rifiuti e sono immediatamente operativi, poiché non necessitano di recepimento da parte degli Stati membri;
- Direttive - riguardano, più strettamente, tematiche che si riferiscono alla gestione dei rifiuti da parte dei Paesi membri e devono essere recepite da ciascuno Stato;
- Decisioni - costituiscono la terza categoria degli atti vincolanti dell'Unione Europea e sono strumenti giuridici di cui dispongono le istituzioni europee per dare attuazione alle politiche comunitarie. Le decisioni sono atti obbligatori che possono essere di portata generale o indirizzate a un destinatario preciso.

Nel novecento, a partire dagli anni settanta, si sono susseguite innumerevoli Decisioni e Direttive nate, prevalentemente, per permettere una catalogazione dei rifiuti e per regolamentare gli impatti negativi dovuti alla gestione dei rifiuti.

Ad oggi i provvedimenti comunitari più importanti sono i seguenti:

- Decisione n. 2014/955/UE del 18/04/2014 che modifica la Decisione 200/532/CE<sup>[5]</sup>, contenente il catalogo europeo dei rifiuti con 842 voci, ciascuna appartenente a una categoria di rifiuto;
- Direttiva n. 2008/98/CE del 12/12/2010 relativa a misure volte a proteggere l'ambiente e la salute umana, prevenendo o riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, riducendo gli impatti complessivi dell'uso

---

<sup>[5]</sup> La Decisione 200/532/CE del 2/05/2000, che abrogava le Decisioni 94/3/CE e 94/904/CE, era stata a sua volta modificata dalla Decisione della Commissione 2001/118/CE, dalla Decisione della Commissione 2001/119/CE e dalla Decisione del Consiglio 2001/573/CE.

delle risorse e migliorandone l'efficacia. Tale Direttiva sostituisce la 91/696/CEE del 12/12/1991, che aveva stabilito un elenco di rifiuti pericolosi sulla base della Direttiva 78/319/CEE del 20/03/1978, ad oggi abrogata, che elencava i rifiuti tossici e nocivi;

- il pacchetto europeo di misure sull'economia circolare (approvato in via definitiva il 22 maggio 2018 e in vigore dal 4 luglio 2018) che modifica sei direttive in materia di rifiuti e discariche: direttiva quadro sui rifiuti (2008/98/CE); direttive "speciali" in materia di rifiuti di imballaggio (1994/62/CE); discariche (1999/31/CE); rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, cosiddetti RAEE (2012/19/UE); veicoli fuori uso (2000/53/CE); rifiuti di pile e accumulatori (2006/66/CE).

### **3.1.1 CLASSIFICAZIONE COMUNITARIA - CODICI CER**

Le varie tipologie di rifiuti sono codificate in base all'elenco europeo dei rifiuti, cosiddetto CER, di cui alla decisione 2000/532/CE e successive modifiche ed integrazioni.

Il CER costituisce una nomenclatura di riferimento comune per la Comunità europea ed ha lo scopo di coordinare e migliorare tutte le attività connesse alla gestione dei rifiuti.

I rifiuti, nel catalogo europeo, sono identificati da codici a 6 cifre, suddivisi in tre coppie.

Ciascuna coppia di numeri identifica:

- classe - settore di attività da cui deriva il rifiuto che individua le attività generatrici del rifiuto;
- sottoclasse - processo produttivo di provenienza, che genera il rifiuto, e che individua i sotto processi relativi all'attività generatrice del rifiuto;
- categoria - nome del rifiuto che individua i rifiuti generati;

L'elenco dei rifiuti contenuti nel Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER, contenuto nell'Allegato D, parte quarta del D.lgs 152/06), include i rifiuti pericolosi e tiene conto dell'origine e della composizione degli stessi e, ove necessario, dei valori limite di concentrazione delle sostanze pericolose. Esso è vincolante per quanto concerne la determinazione dei rifiuti da considerare pericolosi, che sono distinti nel catalogo con un asterisco (es. 02 01 08 \* rifiuti agrochimici contenenti sostanze pericolose).

Per un rifiuto è previsto un solo CER, sia esso pericoloso o non pericoloso, ed una volta che ad esso è stato assegnato il CER che gli compete, la classificazione è esaustiva e l'iter di classificazione è terminato.

Diversa è la situazione quando, per un processo, è previsto che si generino due categorie di rifiuti a cui competono due codici speculari, uno pericoloso e uno non pericoloso. In questo caso se il detentore decide di effettuare la scelta del Codice del rifiuto non pericoloso, essa può avvenire solo per via analitica, infatti essendo il ciclo produttivo di origine uno solo, la presenza o l'assenza di sostanze pericolose nel rifiuto, così da farlo classificare o meno come rifiuto pericoloso, potrà essere individuata solo caratterizzandolo in modo rappresentativo, corretto, completo ed esaustivo.

Non è sempre immediato identificare l'attività produttiva da cui si genera il rifiuto. L'elenco CER ha, infatti, il merito di associare alla descrizione di ogni rifiuto anche le informazioni relative al processo dal quale viene generato. Qualora non si ha certezza dell'origine del rifiuto viene utilizzato un Codice CER che termina con la cifra 99. I CER che terminano con 99 hanno la descrizione "Rifiuti non specificati altrimenti". Essi hanno in comune solo l'appartenenza ad una particolare classe o sottoclasse, ma non sono individuate in nessuna categoria specifica.

### **3.2 NORMATIVA NAZIONALE**

La normativa che regola i rifiuti in Italia è il D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. parte quarta - *"Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati"* -, meglio noto come Testo Unico Ambientale, entrato in vigore il 29 aprile 2006. Tale provvedimento ha riscritto la normativa ambientale, abrogando la maggior parte dei precedenti provvedimenti del settore.

A sua volta il Testo Unico ha subito, negli anni, delle modifiche ad opera della direttiva 2008/98/CE e del D.Lgs. 205/2010, con i quali sono stati introdotti informazioni sui rifiuti pericolosi.

Altre importanti leggi, che riguardano il recepimento di direttive comunitarie, sono il D.Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36 (attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti) e il D.lgs. 11 maggio 2005, n. 133 (sull'incenerimento e co-incenerimento dei rifiuti).

Il Testo Unico Ambientale impone differenti tipi di autorizzazioni, per gli impianti di stoccaggio rifiuti, a seconda della grandezza dell'impianto stesso:

- AIA – "Autorizzazione Integrata Ambientale", ovvero, quella di cui necessitano alcune aziende per uniformarsi ai principi dettati dalla comunità europea. L'AIA ha per oggetto la prevenzione e la riduzione integrata dell'inquinamento, e prevede misure intese a evitare o a ridurre, le emissioni nell'aria, nell'acqua e nel

suolo, comprese le misure relative ai rifiuti, per conseguire un livello elevato di protezione dell'ambiente, salve le disposizioni sulla valutazione di impatto ambientale;

- AUA – “Autorizzazione Unica Ambientale”, che va a sostituire vari atti quali comunicazione, notifica ed autorizzazione previsti dalla legge in materia ambientale ed indicati nel regolamento stesso. Quest'autorizzazione, ha una durata di quindici anni a partire dalla data di rilascio, superiore a quella delle singole autorizzazioni. L'AUA si applica agli impianti non soggetti alle disposizioni in materia di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA). L'AUA viene ulteriormente suddivisa in due procedure differenti: ordinaria e semplificata. Le soglie per l'ottenimento dell'autorizzazione vengono indicate nel Testo Unico Ambientale.

### **3.2.1 CLASSIFICAZIONI AMBIENTALI NAZIONALI**

Nell'articolo 184 del Testo Unico Ambientale, i rifiuti vengono classificati, secondo l'origine, in rifiuti urbani e speciali, e, secondo le caratteristiche di pericolosità, in rifiuti pericolosi e non pericolosi.

Sono rifiuti urbani:

- a) i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;
- b) i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli di cui alla lettera a);
- c) i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;
- d) i rifiuti giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private, comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime o sulle rive dei corsi d'acqua;
- e) i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;
- f) i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti cimiteriali non compresi nelle lettere b) ed e).

Sono rifiuti speciali:

- a) i rifiuti da attività agricole e agro-industriali;
- b) i rifiuti derivanti da attività di demolizione e costruzione, nonché i rifiuti derivanti da attività di scavo;
- c) i rifiuti da lavorazioni industriali;

- d) i rifiuti da lavorazioni artigianali;
- e) i rifiuti da attività commerciali;
- f) i rifiuti da attività di servizio;
- g) i rifiuti derivanti da attività di recupero e smaltimento rifiuti ed i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque;
- h) i rifiuti derivanti da attività sanitarie.

La classificazione dei rifiuti pericolosi si basa, a seguito dell'introduzione della decisione 2000/532/CE e successive modifiche:

- sull'origine – il rifiuto viene classificato pericoloso in quanto tale, perché la pericolosità è insita nello stesso ed in particolare deriva dalla sua originericonducibile al fatto che questo presenta una o più delle caratteristiche di pericolo di cui all'Allegato I alla parte IV del D.lgs. n. 152/06 (da H1 a H14).

*Tabella 3.2.1-1 Classificazione rifiuti pericolosi da Allegato I, parte IV D.lgs n.152/06*

| Caratteristiche di pericolo per i rifiuti |   |
|---|---|
| H1  | Esplosivo   |
| H2  | Comburente  |
| H3-A                                      | Facilmente Infiammabile   |
| H3-B                                      | Infiammabile  |
| H4  | Irritante   |
| H5  | Nocivo  |
| H6  | Tossico   |
| H7  | Cancerogeno   |
| H8  | Corrosivo   |
| H9  | Infettivo   |
| H10                                       | Tossico per la riproduzione   |
| H11                                       | Mutageno  |
| H12                                       | Rifiuti che a contatto con l'aria o l'acqua sprigionano un gas tossico                        |
| H13                                       | Sensibilizzanti   |
| H14                                       | Ecotossico  |
| H15                                       | Rifiuti che dopo l'eliminazione rilasciano sostanze aventi le caratteristiche dei punti sopra |

- sul contenuto di sostanze pericolose – sono identificati pericolosi, con riferimento specifico o generico a sostanze in esso contenute, solo se esse raggiungono concentrazioni tali da conferire al rifiuto una o più delle caratteristiche di pericolo di cui all’Allegato I, parte IV del D.lgs. n. 152/2006.

### 3.3 NORMATIVA REGIONALE

Sulla base della normativa europea e nazionale, ogni regione italiana attua una propria legge sui rifiuti per regolamentare lo smaltimento di questi.

Nel caso specifico del Piemonte, ad esempio, è in vigore la legge regionale n. 1 del 10/01/2018 *“Norme in materia di gestione dei rifiuti e servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani e modifiche alle leggi regionali 26 aprile 2000, n. 44 e 24 maggio 2012, n. 7”*.

Tramite tale legge la regione disciplina:

- gli strumenti della pianificazione regionale;
- l'organizzazione del servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani, in attuazione della normativa nazionale di settore;
- l'organizzazione della gestione dei rifiuti speciali;
- il tributo speciale per il deposito in discarica dei rifiuti, nonché per lo smaltimento di essi in impianti di incenerimento senza recupero di energia;
- il sistema sanzionatorio in materia di produzione dei rifiuti e di tributo speciale per il deposito in discarica, nonché per lo smaltimento in impianti di incenerimento senza recupero di energia.

Nello specifico, sono gli enti regionali e, nel nostro caso, Città Metropolitana di Torino e Arpa Piemonte, a validare le autorizzazioni ambientali degli impianti di trattamento e stoccaggio dei rifiuti. Questi enti, per raggiungere un livello il più possibile elevato di protezione dell’ambiente, prevedono che vengano individuate e adottate, da parte del gestore dell’impianto, le migliori tecniche disponibili (MTD o BAT -‘Best Available Techniques’), ovvero le tecniche impiantistiche, di controllo e di gestione che, tra quelle tecnicamente realizzabili ed economicamente sostenibili per ogni specifico contesto, garantiscono bassi livelli di emissione di inquinanti, l'ottimizzazione dei consumi di materie prime (prodotti, acqua ed energia) ed un’adeguata prevenzione incendi.

Tutte le informazioni utili sulle BAT sono riportate nei cosiddetti Brefs (BAT Reference documents), documenti di riferimento specifici per le varie categorie di attività, che vengono costantemente aggiornati dalla Commissione Europea. Con il recepimento,

nell'ordinamento italiano (D. Lgs 46/2014), della Direttiva 2010/75/UE, i valori limite di emissione e le altre condizioni dell'autorizzazione vengono stabilite sulla base delle conclusioni delle BAT (BAT conclusion - emanate in continuo aggiornamento sotto forma di "Decisioni" dalla Comunità Europea).





## PARTE II - IPOTESI REGOLA TECNICA VERTICALE

### CAPITOLO 4 ANALISI STATISTICA

Al fine di capire il fenomeno degli incendi nelle attività di stoccaggio rifiuti, si è effettuata un'analisi statistica a livello nazionale e, più nello specifico, provinciale.

#### 4.1 GLI INCENDI NEGLI IMPIANTI DI STOCCAGGIO RIFIUTI

Il fenomeno degli incendi negli impianti di stoccaggio rifiuti, presente in tutta la nazione, è maggiormente evidente al nord Italia perché, oltre ad esservi una maggior presenza di impianti industriali, vi è, altresì, la possibilità di smaltire alcune tipologie di rifiuti non smaltibili né al centro né al sud Italia.

Il fenomeno si presenta, infatti, con le seguenti percentuali:

- Nord 47,5%;
- Centro 16,5%;
- Sud 23,7%;
- Isole 12,3%.



*Figura 4.1-1 Suddivisione geografica Italia: dalla "Commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali ad esse correlati" del 17 gennaio 2018*

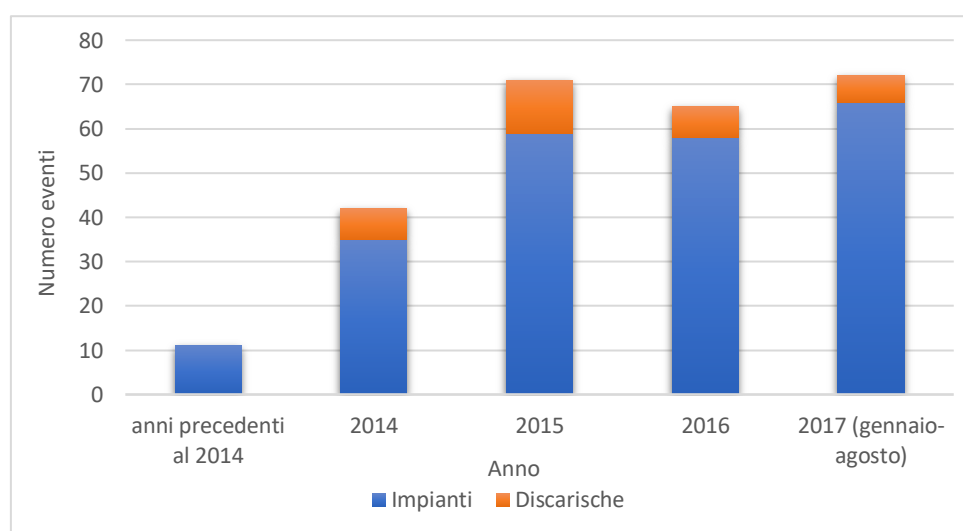
Questo fenomeno è stato portato all'attenzione dalla Commissione parlamentare d'inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti ed agli illeciti ambientali collegati, che, nel giugno 2017, ha inviato una richiesta a tutte le agenzie regionali per la protezione dell'ambiente, per avere una prima base di dati obiettivi e generali. La commissione ha così avuto un riscontro, individuando un innumerevole quantità di eventi presenti nelle varie regioni d'Italia.

Gli eventi, mappati dalla commissione, rappresentano solo i fenomeni segnalati alle procure della Repubblica. Si consideri, infatti, che circa metà degli incendi non vengono comunicati perché non richiedono l'intervento dei vigili del fuoco.

*Tabella 4.1-1 Dati estratti dall'analisi statistica effettuata dalla commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali ad esse correlati*

|                         | Impianti | Discariche |
|-------------------------|----------|------------|
| anni precedenti al 2014 | 11       | 0          |
| 2014                    | 35       | 7          |
| 2015                    | 59       | 12         |
| 2016                    | 58       | 7          |
| 2017 (gennaio-agosto)   | 66       | 6          |

Il massimo numero di eventi si è registrato nell'anno 2017, ma la crescita del fenomeno risale già al biennio precedente.



*Figura 4.1-2 Rappresentazione eventi sino al mese di agosto 2017: da commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali ad esso correlati*

Tale crescita è ad oggi in aumento, per come accertato da una mappatura più recente effettuata a cura della Deputata della XVII Legislatura Claudia Mannino, che, dal maggio 2017, e quindi successivamente all'indagine della Commissione, ha rilevato circa 380 incendi.

Un'analisi statistica effettuata presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Torino, su interventi registrati dalla sala operativa di tale Comando, che annota e registra

tutti i propri interventi, mostra inoltre come nella sola provincia di Torino, dal 2017 ad oggi, si siano verificati più di venti incendi, il tutto per come meglio rappresentato dalla tabella e dal grafico che seguono.

Tabella 4.1-2 Raccolta dati incendi nella provincia di Torino dal 2017 ad oggi

| CITTA'                      | DATA                      | DESCRIZIONE   |
|-----------------------------|---------------------------|---|
| Frossasco                   | 28/03/2019-<br>06/04/2019 | Rifiuti legnosi   |
| Strambino, frazione Carrone | 14/06/2017                | Ex Impianto di compostaggio                                       |
| Volpiano                    | 14/03/2017                | Recupero rottami metallici, plastica legni, lana di roccia e rame |
| La Loggia                   | 05/04/2017                | Deposito rifiuti  |
| Torino                      | 10/07/2017                | Autodemolitore  |
| Pianezza                    | 30/05/2017                | Ditta smaltimento rifiuti non pericolosi                          |
| Castellamonte               | 26/05/2017                | -   |
| Robassomero                 | 13/07/2019                | Stoccaggio rifiuti  |
| Settimo Torinese            | 13/07/2019                | Azienda stoccaggio rifiuti  |
| Venaria Reale               | 20/07/2018                | Bidoni rifiuti  |
| Druento/Pianezza            | 27/06/2018                | Discarica   |
| Savonera                    | 29/08/2018                | Discarica   |
| Savonera                    | /07/2019                  | Discarica   |
| Collegno                    | 01/07/2018                | Deposito rifiuti  |
| Settimo Torinese            | 29/09/2018                | Discarica abusiva   |
| Pianezza                    | 25/03/2018                | Ditta specializzata in deposito e recupero plastica               |
| Torino                      | 21/02/2018                | Smaltimento rifiuti   |
| Orbassano/Grugliasco        | 01/08/2018                | Trattamento rifiuti   |
| Orbassano                   | 10/07/2018                | -   |
| Grugliasco7Torino           | 11/07/2018                | Inceneritore  |

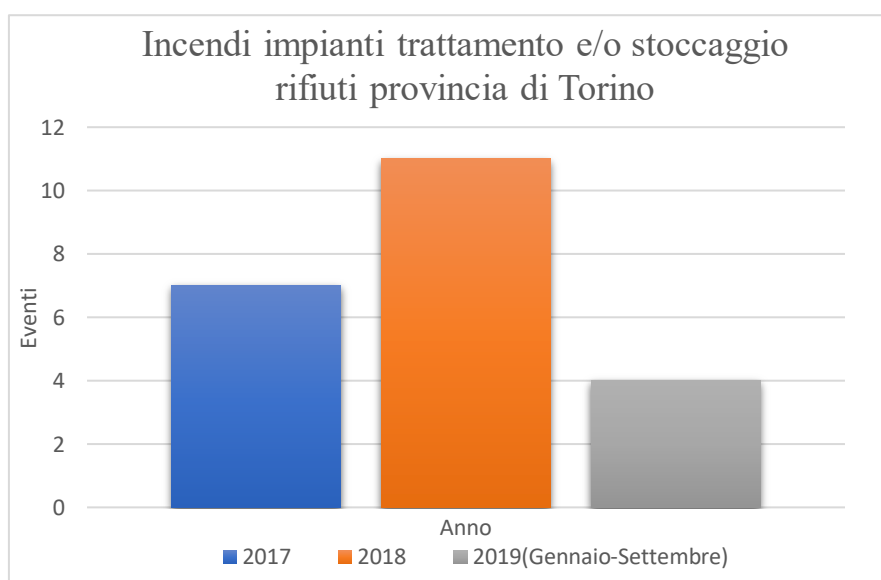


Figura 4.1-3 Istogramma incendi impianti di trattamento e/o stoccaggio rifiuti in provincia di Torino



## CAPITOLO 5

### STRUTTURA RTV

Si riporta una prima bozza di regola tecnica verticale riguardante le attività di stoccaggio rifiuti.

#### 5.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Le attività di stoccaggio rifiuti non vengono menzionate nell'Allegato I del D.P.R. n. 151/2011, fatte salve quelle che, di volta in volta, possono essere ricondotte ad esse per la tipologia o i quantitativi dei materiali che ne sono oggetto e di cui alla tabella che segue.

*Tabella 5.1-1 Elenco attività soggette riscontrabili nelle attività di stoccaggio rifiuti*

| N. | ATTIVITA'   |
|----|---|
| 3  | Impianti di riempimento, depositi, rivendite di gas infiammabili in recipienti mobili:  |
|    | a) compressi con capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,75 m <sup>3</sup>   |
|    | b) disciolti o liquefatti per quantitativi in massa complessivi superiori o uguali a 75 kg  |
| 4  | Depositi di gas infiammabili in serbatoi fissi:   |
|    | a) compressi con capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,75 m <sup>3</sup>   |
|    | b) disciolti o liquefatti per quantitativi in massa complessivi superiori o uguali a 75 kg  |
| 5  | Depositi di gas comburenti compressi e/o liquefatti in serbatoi fissi e/o recipienti mobili per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 3 m <sup>3</sup>   |
| 12 | Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici, di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva superiore a 1 m  |
| 19 | Stabilimenti ed impianti ove si producono, impiegano o detengono sostanze instabili che possono dar luogo, da sole, a reazioni pericolose, in presenza o non di catalizzatori, ivi compresi i perossidi organici  |
| 20 | Stabilimenti ed impianti ove si producono, impiegano o detengono, nitrati di ammonio, di metalli alcalini e alcalino-terrosi, nitrato di piombo e perossidi inorganici  |
| 21 | Stabilimenti ed impianti ove si producono, impiegano o detengono, sostanze soggette all'accensione spontanea e/o sostanze che, a contatto con l'acqua, sviluppano gas infiammabili  |
| 26 | Stabilimenti ed impianti ove si produce, impiega o detiene magnesio, elektron e altre leghe ad alto tenore di magnesio  |
| 34 | Depositi di carta, cartoni e prodotti cartotecnici, archivi di materiale cartaceo, biblioteche, depositi per la cernita della carta usata, di stracci di cascami e di fibre tessili per l'industria della carta, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg                                   |
| 37 | Stabilimenti e laboratori per la lavorazione del legno con materiale in lavorazione e/o in deposito superiore a 5.000 kg  |
| 38 | Stabilimenti ed impianti ove si producono, lavorano e/o detengono fibre tessili e tessuti naturali e artificiali, tele cerate, linoleum e altri prodotti affini, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg   |
| 43 | Stabilimenti ed impianti per la produzione, lavorazione e rigenerazione della gomma e/o laboratori di vulcanizzazione di oggetti di gomma, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg; depositi di prodotti della gomma, pneumatici e simili, con quantitativi in massa superiori a 10.000 kg |

|    |  |
|----|--|
| 44 | Stabilimenti, impianti, depositi ove si producono, lavorano e/o detengono materie plastiche, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg                            |
| 70 | Locali adibiti a depositi di superficie lorda superiore a 1000 m <sup>2</sup> con quantitativi di merci e materiali combustibili superiori complessivamente a 5.000 kg |

Possono essere presenti, inoltre, ulteriori attività, concomitanti con quelle di deposito sopra citate.

Tabella 5.1-2 Attività 72 da D.P.R n.151

|    |  |
|----|--|
| 74 | Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW |
|----|--|

Pur osservando tutte le attività che si possono riscontrare nello stoccaggio dei rifiuti, al fine di creare una regola tecnica verticale, sarebbe opportuno definire una nuova attività soggetta, individuabile con il n. 81 e da inserire nel D.P.R n.151/2011; essa potrebbe essere definita tramite la superficie di estensione dell'impianto ed il quantitativo contenuto di materiali combustibili.

Tabella 5.1-3 Definizione attività 81

| N. | ATTIVITA'  | CATEGORIA |                  |                 |
|----|--|-----------|------------------|-----------------|
|    |  | A         | B                | C               |
| 81 | Depositi di rifiuti con superficie superiore a 3.000 m <sup>2</sup> o quantitativo di materiale combustibile superiore a 20.000 Kg | -         | fino a 50.000 Kg | oltre 50.000 Kg |

Nello specifico, il valore limite di 3.000 m<sup>2</sup> deriva dall'“Attività di demolizioni di veicoli e simili con relativi depositi, di superficie maggiori 3000 m<sup>2</sup>”, indicata al n. 55 del D.P.R. n. 151.

L'attività riportata nella tabella 5.1-3 potrebbe coincidere, qualora fosse considerata esistente, con quella contenuta nel campo di applicazione della regola tecnica verticale.

## 5.2 TERMINI E DEFINIZIONI

Per quanto concerne le definizioni, oltre a considerare quelle della sezione G del Codice di prevenzione incendi, si elencano, di seguito, quelle ritenute più importanti:

- rifiuto - qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi (art. 183, parte quarta, del D.lgs. 152/2006);

- rifiuti urbani - rifiuto che rientra nell'articolo 184, c. 2, parte quarta, del D.lgs. n. 152/2006;
- rifiuto speciale - rifiuto che rientra nell'articolo 184, c.3, parte quarta del D.lgs. n. 152/2006;
- rifiuto pericoloso - rifiuto che presenta una o più caratteristiche di cui all'Allegato I della parte quarta del D.lgs n.152/2006;
- trattamento - operazioni di recupero o smaltimento, inclusa la preparazione prima del recupero o dello smaltimento;
- smaltimento - qualsiasi operazione diversa dal recupero, anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia.

Vengono aggiunte delle definizioni contenute nella regola tecnica verticale e non citate prima, con lo scopo di una maggiore chiarezza nei confronti del progettista:

- stoccaggio – attività di conservazione di sostanze con l'intento d'impiegarle all'interno dell'azienda, di trasportarle o di consegnarle a terzi;
- stoccaggio all'aperto – stoccaggio di materiale a cielo aperto;
- stoccaggio coperto – stoccaggio di materiale sotto tettoia ovvero in un fabbricato che non presenta tutte le chiusure perimetrali;
- stoccaggio al chiuso - stoccaggio di materiale all'interno di un edificio che non presenta né le caratteristiche di stoccaggio all'aperto né quelle di stoccaggio coperto;
- stoccaggio in contenitori – stoccaggio all'aperto, al chiuso o al coperto in contenitori adatti a contenere il rifiuto;
- stoccaggio in baia – stoccaggio di materiali all'aperto, al chiuso o al coperto delimitato da almeno due pareti;
- altezza di stoccaggio - distanza fra il pavimento e il bordo superiore della più alta unità di stoccaggio.

Vengono, infine, definite le aree da considerare a rischio specifico <sup>[6]</sup>.

### **5.3 CLASSIFICAZIONI**

Nel caso dell'attività di stoccaggio rifiuti, alcune classificazioni, indicate al paragrafo 2.3, come il numero di persone presenti, o il numero di posti letto, risultano ininfluenti. Diversamente accade per altre classificazioni:

---

<sup>[6]</sup> Le aree a rischio specifico sono soggette obbligatoriamente alla regola tecnica verticale V1 "Aree a rischio specifico".

- la superficie assume un'importanza rilevante poiché, a seconda della grandezza, cambiano i quantitativi di rifiuti stoccati e, di conseguenza, le prescrizioni dell'antincendio. Sulla base di classificazioni di superficie contenute in altre RTV, come ad esempio nel D.M. dell'1 luglio 2014 - *“Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività di demolizioni di veicoli e simili, con relativi depositi, di superficie superiore a 3000 m<sup>2</sup>”*, o anche V6 - RTV Autorimesse introdotta nel Codice di prevenzione incendi con D.M. 21 febbraio 2017: *“Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa”*, si propone la classificazione riportata nella tabella seguente.

Tabella 5.3-1 Classificazione in base alla superficie

| SUPERFICIE |   |
|------------|---|
| AA         | 3.000 m <sup>2</sup> <A<5.000 m <sup>2</sup>  |
| AB         | 5.000 m <sup>2</sup> <A<10.000 m <sup>2</sup> |
| AC         | A>10.000 m <sup>2</sup>                       |

- Le varie aree che appaiono rilevanti all'interno dell'attività soggetta, nelle quali possono esservi pericoli differenti.

Tabella 5.3-2 Classificazione in base alle aree dell'attività

| AREE ATTIVITA' |   |
|----------------|---|
| TA             | area per lavorazione trattamento rifiuti  |
| TC             | area adibite ad uffici e servizi  |
| TK1            | aree collegate ad aree TA ove si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione  |
| TK2            | aree esterne all'opera da costruzione, coperte o scoperte, destinate anche temporaneamente, allo stoccaggio, alla movimentazione ed al carico/scarico |
| TM1            | sostanze che possono dare origini ad esplosioni   |
| TM2            | gas liquefatti o sotto pressione  |
| TM3            | liquidi infiammabili  |
| TM4            | sostanze solide infiammabili  |
| TM5            | sostanze auto-infiammabili  |
| TM6            | sostanze che sviluppano gas infiammabili a contatto con l'acqua/aria  |
| TM7            | sostanze comburenti, perossidi e organici   |
| TM8            | sostanze tossiche   |
| TM9            | sostanze infettive  |
| TM10           | sostanze corrosive  |
| TM11           | sostanze liquide combustibili   |
| TM12           | sostanze solide combustibili  |
| TM13           | sostanze R.A.E.E  |
| TT             | locali tecnici rilevanti ai fini antincendio  |
| TZ             | altre aree non ricomprese nelle precedenti  |



- L'ubicazione, non considerata nelle RTV già inserite che influenza molto l'impatto ambientale ottenuto, viene classificata come indicato nella tabella sottostante.

Tabella 5.3-3 Classificazione in base all'ubicazione

| UBICAZIONE |  |
|------------|--|
| UA         | centro urbanizzato   |
| UB         | insediamenti industriali e artigianali                                   |
| UC         | insediamenti agricoli, coltivazione della terra, allevamento di bestiame |
| UD         | zone isolate, non abitate  |
| UE         | zone alluvionabili, zone esondabili, zone instabili                      |
| UF         | zone nelle vicinanze di falde acquifere                                  |
| UG         | habitat protetti   |

- La tipologia del rifiuto per definire i vari rifiuti contenuti in un impianto; tale classificazione è stata creata partendo da quelle effettuate dalla normativa ambientale, paragrafo 3.2.1.

Tabella 5.3-4 Classificazione in base alla tipologia di rifiuto

| TIPOLOGIE DI RIFIUTI |   |
|----------------------|---|
| RA                   | combustibili solidi                                       |
| RB                   | combustibili liquidi                                      |
| RC                   | sostanze che possono dare origini ad esplosioni           |
| RD                   | comburenti  |
| RE                   | liquidi infiammabili e/o soggetti ad accensione spontanea |
| RF                   | solidi infiammabili e/o soggetti ad accensione spontanea  |
| RG                   | irritante   |
| RH                   | nocivo  |
| RI                   | tossico e/o che sprigiona gas e prodotti tossici          |
| RL                   | cancerogeno   |
| RM                   | corrosivo   |
| RN                   | infettivo   |
| RO                   | mutageno  |
| RP                   | ecotossico  |
| RQ                   | R.A.E.E   |

- La quantità dei rifiuti, al fine di tenere conto, sia della quantità che della superficie su cui insistono. Tale valore è considerato tramite il carico d'incendio specifico calcolato con la procedura individuata al paragrafo S.2.9 del D.M. 03/08/2015 e s.m.i. - "Procedura per il calcolo del carico di incendio specifico di progetto"-.

Tabella 5.3-5 Classificazione in base alle quantità

| CARICO D'INCENDIO |                       |
|-------------------|-----------------------|
| QA                | $q_f \leq 600$        |
| QB                | $600 < q_f \leq 1200$ |
| QC                | $q_f > 1200$          |

## 5.4 PROFILI DI RISCHIO

Per il rischio vita ed il rischio beni, si rimanda alle procedure individuate nel sotto paragrafo G.3 - “Profili di rischio” del D.M. 03/08/2015 e s.m.i.. Il rischio ambiente viene, invece, riformulato.

### 5.4.1 R<sub>AMBIENTE</sub>

Il rischio ambiente è da considerare fondamentale nell’ambito dell’attività di stoccaggio rifiuti; infatti, oltre al danno che può causare alla salute umana, non è da sottovalutare l’impatto ambientale che un incendio, in un impianto di stoccaggio rifiuti, può causare:

- inquinamento atmosferico – causato dal rilascio in atmosfera di gas combustibili, tossici e particolati;
- inquinamento al suolo – dovuto alla deposizione delle particelle combuste su piante, animali e suolo;
- inquinamento delle acque – causato principalmente da sversamenti di acque antincendio nei corsi d’acqua.

Il profilo di rischio ambiente è caratterizzato:

- dalla mancanza di un metodo unico da utilizzare per determinare la presenza o meno del rischio ambiente;
- dalla presenza del  $R_{ambiente}$  solo come codice binario, significativo o non significativo.

Il rischio ambiente, così come gli altri due profili di rischio, è fondamentale nella scelta dei criteri di attribuzione delle varie strategie d’incendio, ma la determinazione di questo, lasciata alla valutazione del progettista, non risulta essere definita nel D.M. 03/08/2015 e s.m.i..

Al fine di ovviare a questi problemi, ritenuti fondamentali nella trattazione delle attività di stoccaggio rifiuti, vengono fatte delle ipotesi per caratterizzare il rischio ambiente in queste attività.

Il D.M. 10/18/2019 afferma “La valutazione del profilo di rischio  $R_{ambiente}$  deve tenere conto dell’ubicazione dell’attività, ivi compresa la presenza di ricettori sensibili nelle aree esterne, della tipologia e dei quantitativi di materiali combustibili presenti e dei prodotti della combustione da questi sviluppati in caso di incendio, delle misure di prevenzione e protezione antincendio adottate”.

Sulle basi di questo, si è pensato di dare origine ad un indice dipendente dall’ubicazione e dalla superficie dell’attività, nonché dalla tipologia e dalla quantità di rifiuti contenuti in essa. Per questo è stato creato un metodo tabellare che permettesse al progettista di identificare velocemente il rischio ambiente.

Per prima cosa sono state definite delle classificazioni su: ubicazione e superficie dell’attività, tipologia e quantità di rifiuti contenuti in essa (vedi paragrafo 5.3).

Una volta definite le varie classificazioni, sono stati attribuiti dei punteggi che, moltiplicati fra loro, dessero come risultato l’indice di rischio ambiente.

Esso viene calcolato con la seguente formula:

$$U \times \frac{\sum_{n=1}^{\infty} (R \times Q \times S)_n}{n} \quad [2]$$

dove:

- U – è il punteggio ottenuto dall’ubicazione dell’attività;
- R – è il punteggio ottenuto dalla tipologia del rifiuto;
- Q – è il punteggio ottenuto dalla quantità del rifiuto;
- S – è il punteggio ottenuto dalla superficie dell’attività;
- n – è il numero di rifiuti presenti nell’attività.

Il punteggio complessivo ottenuto darà origine al rischio ambiente classificato in 3 classi principali e sarà utilizzato per individuare la strategia antincendio più adatta.

Tabella 5.4.1-1 Classificazione  $R_{ambiente}$

| Rambiente |             |                        |
|-----------|-------------|------------------------|
| VALORE    | DESCRIZIONE | PUNTEGGIO              |
| 1         | Basso       | $R_{amb} \leq 20$      |
| 2         | Medio       | $20 < R_{amb} \leq 80$ |
| 3         | Alto        | $R_{amb} > 80$         |

### 5.4.1.1 ASSEGNAZIONE PUNTEGGI

Al fine di assegnare i giusti punteggi, capaci di portare una reale valutazione del rischio ambiente, sono stati analizzati i danni ambientali, riscontrati dopo alcuni incendi, negli impianti di stoccaggio rifiuti.

Tali dati, sono stati ottenuti grazie a uno studio preliminare sugli eventi avvenuti, nella provincia di Torino, negli ultimi tre anni (vedi capitolo 4) e grazie a materiale bibliografico.

In questo modo, si è potuta stilare una classifica dei rifiuti: dal più pericoloso, individuato con un punteggio massimo di 10, al meno pericoloso, caratterizzato da punteggio 0.

Tabella 5.4.1.1-1 Punteggi tipologia rifiuto

| TIPOLOGIE DI RIFIUTI |   | PUNTEGGIO |
|----------------------|---|-----------|
| RA                   | combustibili solidi                                       | 6         |
| RB                   | combustibili liquidi                                      | 6         |
| RC                   | che possono dare origine ad esplosioni                    | 10        |
| RD                   | comburenti  | 8         |
| RE                   | liquidi infiammabili e/o soggetti ad accensione spontanea | 8         |
| RF                   | solidi infiammabili e/o soggetti ad accensione spontanea  | 9         |
| RG                   | irritante   | 5         |
| RH                   | nocivo  | 7         |
| RI                   | tossico e/o che sprigiona gas e prodotti tossici          | 7         |
| RL                   | cancerogeno   | 7         |
| RM                   | corrosivo   | 5         |
| RN                   | infettivo   | 7         |
| RO                   | mutageno  | 7         |
| RP                   | ecotossico  | 3         |
| RQ                   | R.A.E.E   | 5         |

Nello stesso modo è stata classificata la quantità, con una scala di valori da 10, più pericoloso, a 0, non pericoloso.

Tabella 5.4.1.1-2 Punteggi carico d'incendio

| CARICO D'INCENDIO |                    | PUNTEGGIO |
|-------------------|--------------------|-----------|
| QA                | $q_f < 600$        | 3         |
| QB                | $600 < q_f < 1200$ | 5         |
| QC                | $q_f > 1200$       | 10        |

Per l'ubicazione sono stati assegnati dei valori da 0 a 1, dove:

- 0 – rappresenta l'ubicazione che causa un minor danno ambientale in caso di incendio;
- 1 - rappresenta l'ubicazione che causa un maggior danno ambientale in caso di incendio.

Tabella 5.4.1.1-3 Punteggio ubicazione

| UBICAZIONE |  | PUNTEGGIO |
|------------|--|-----------|
| UA         | centro urbanizzato   | 1         |
| UB         | insediamenti industriali e artigianali                                   | 0,4       |
| UC         | insediamenti agricoli, coltivazione della terra, allevamento di bestiame | 0,6       |
| UD         | zone isolate, non abitate  | 0,3       |
| UE         | zone alluvionabili, zone esondabili e instabili                          | 0,9       |
| UF         | zone nelle vicinanze di falde acquifere                                  | 0,5       |
| UG         | habitat protetti   | 0,8       |

Infine, per la superficie sono stati assegnati tre valori che variano da 1 a 2.

Tabella 5.4.1.1-4 Punteggio superficie

| SUPERFICIE |     |
|------------|-----|
| AA         | 1   |
| AB         | 1,5 |
| AC         | 2   |

## 5.5 STRATEGIA ANTINCENDIO

Il capitolo strategie d'incendio, contenuto nelle RTV, rimanda a quelle elencate della sezione S, aggiungendo o modificando le soluzioni previste, in modo tale da adottarle all'attività specifica.

Le limitazioni, riportate in tale paragrafo, sono state ottenute da varie fonti, quali:

- indicazioni fornite dalla linea guida citata nel capitolo 2;
- indicazioni fornite dalla RTO del Codice di prevenzione incendi;
- analisi pratiche prevenzioni incendi, riguardanti impianti di stoccaggio rifiuti;
- indicazioni fornite da linee guida, emanate dalle singole regioni italiane, per indirizzare i gestori di tali impianti;
- indicazioni fornite da linee guida emanati da stati dell'unione europea.

### 5.5.1 S1 REAZIONE AL FUOCO

Per le reazioni al fuoco, considerando il tipo di attività, non vengono aggiunte soluzioni, rimandando totalmente a quanto scritto nella sezione S1 della regola tecnica orizzontale.

### 5.5.2 S2 RESISTENZA AL FUOCO

Non vengono elencate soluzioni sostitutive o aggiuntive rispetto alla sezione S2, ma vengono modificati i criteri di attribuzione per i livelli di prestazione I e II. Vengono sotto riportate, evidenziate in blu, le nuove condizioni dei criteri di attribuzione, dipendenti dal  $R_{ambiente}$ .

Tabella 5.5.2-1 Criteri di attribuzione livello di prestazione II

| 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"> <li>● 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;</li> <li>● adibite ad attività afferenti ad un solo responsabile dell'attività e con profilo di rischio <math>R_{beni}</math> pari ad 1;</li> <li>● non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto;</li> <li>● <math>R_{ambiente} = 0</math>.</li> </ul>   |
| 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 tutte le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti;</li> <li>● 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;</li> <li>● adibite ad attività afferenti ad un solo responsabile dell'attività e con i seguenti profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, A3, A4;</li> <li>○ <math>R_{beni}</math> pari ad 1;</li> <li>○ <math>R_{ambiente} \leq 20</math>.</li> </ul> </li> <li>● densità di affollamento <math>\leq 0,2</math> persone/m<sup>2</sup>;</li> <li>● non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità;</li> <li>● aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.</li> </ul> |
| III                    | Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.   |
| IV, V                  | Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per opere da costruzione destinate ad attività di particolare importanza   |

### 5.5.3 S3 COMPARTIMENTAZIONE

Non vengono modificati i criteri di attribuzione ai livelli di prestazione, ma poste delle condizioni aggiuntive rispetto a quelle elencate nella sezione S3.

1. I rifiuti che possono causare esplosioni (TM1), tossici (TM8), corrosivi (TM9), infettivi (TM11) e R.A.E.E (TM13), devono essere stoccati obbligatoriamente al chiuso. Ciò al fine di contenere i danni ambientali in caso d'incendio, rappresentando queste sostanze, rispetto ad altre, un rischio irreversibile per l'inquinamento atmosferico.
2. Gli stoccaggi di sostanze che possono causare esplosioni (TM1) devono essere posti in compartimenti a sé stanti.
3. I gas liquefatti o sotto pressione (TM2), i liquidi infiammabili (TM3) e le sostanze solide infiammabili (TM4), qualora siano stoccati al chiuso, devono essere posti in compartimenti a sé stanti.
4. Le aree di trattamento (TA), stoccaggio (TM) e lavorazione (TK), devono essere tra loro compartimentate.
5. Tutti gli stoccaggi devono effettuarsi, se previsto dalla normativa, negli appositi contenitori.
6. Sostanze comburenti (TM7), liquidi infiammabili (TM3) e solidi infiammabili (TM4), devono essere protette dalle scariche atmosferiche.
7. I liquidi infiammabili (TM3), devono avere un sistema di raccolta e devono poggiare su una pavimentazione impermeabile.
8. È obbligatoria la presenza di bacini di contenimento, per rifiuti liquidi, con un volume almeno pari al 100% del volume del singolo serbatoio che vi insiste o, nel caso di più serbatoi, almeno al 110% del volume del serbatoio avente volume maggiore.

#### DISTANZA DI SEPARAZIONE PER LIMITARE LA PROPAGAZIONE

Vengono elencate le limitazioni dimensionali che gli stoccaggi devono rispettare, differenziate per rifiuti sciolti e imballati.

9. La massima altezza di stoccaggio deve essere di 4 m per rifiuti sciolti.



Figura 5.5.3-1 Rappresentazione altezza di stoccaggio per rifiuti sciolti con  $h = 4m$

10. La massima altezza di stoccaggio, per i rifiuti imballati, è quella minima fra 4 m e quella di quattro balle impilate tra loro.

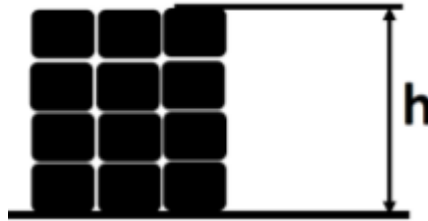


Figura 5.5.3-2 Rappresentazione altezza di stoccaggio per rifiuti imballati

11. La parete, che separa i rifiuti stoccati, deve superare l'altezza massima di questi di almeno 1 m.

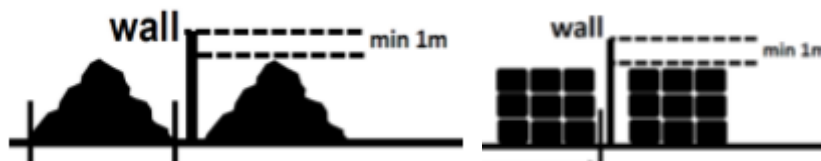


Figura 5.5.3-3 Rappresentazione partizione sporgente di 1 m per rifiuti sciolti e imballati

12. La larghezza massima di accumulo per stoccaggi all'aperto è pari a:
- 20 m qualora sia accessibile da due lati;

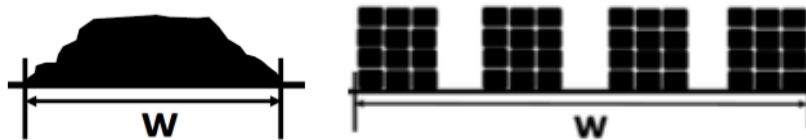


Figura 5.5.3-4 Rappresentazione massima larghezza di stoccaggio per rifiuti sciolti e imballati

- 10 m qualora sia accessibile da un solo lato;
- 10 m qualora sia in baia.

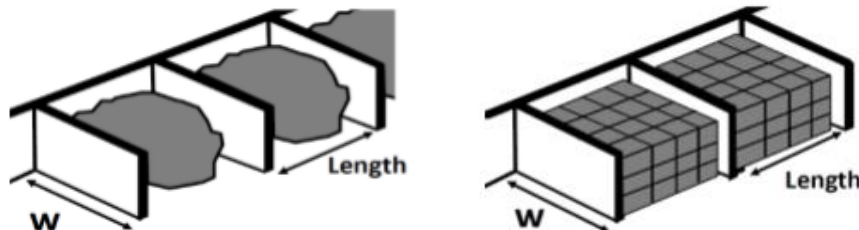


Figura 5.5.3-5 Rappresentazione massima larghezza di stoccaggio per rifiuti sciolti e imballati in baia

13. La lunghezza massima di accumulo, per stoccaggi all'aperto, è pari a 50 m.  
 14. Il massimo quantitativo di accumulo consentito è pari a 450 m<sup>3</sup>.



15. I rifiuti possono essere accumulati tramite una catasta caratterizzata da una pendenza massima di 45°.

Infine, per gli stoccaggi all'aperto, vengono individuate le distanze di separazione tra gli stessi e tra stoccaggi ed edifici circostanti. Tali distanze cambiano al variare della lunghezza della pila e delle differenti temperature massime di combustione dei vari materiali.

I due grafici seguenti mostrano le distanze di separazione in funzione delle lunghezze<sup>[7]</sup> dello stoccaggio per rifiuti:

- con temperatura di combustione pari a 950°C (tipico dei rifiuti generici come legno, carta...);

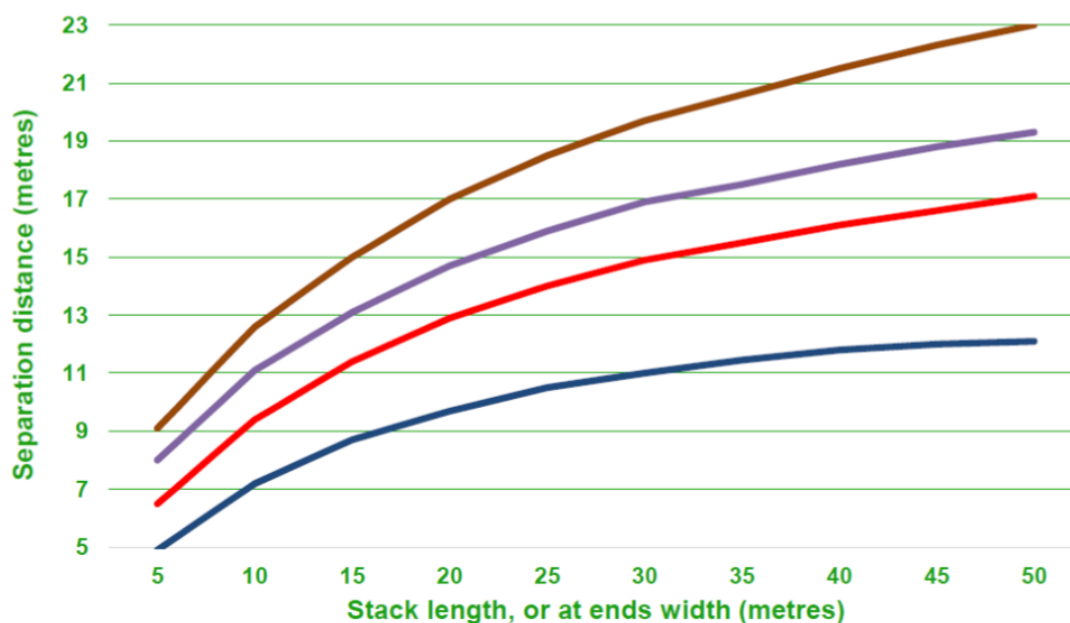


Figura 5.5.3-6 Lunghezze e distanza di separazione della catasta di rifiuti con temperatura massima di combustione intorno a 950°C. Da WISG "REDUCING FIRE RISK AT WASTE MANAGEMENT SITES"

- con temperatura di combustione pari a 1200 °C (tipico dei rifiuti di plastica e gomma).

---

<sup>[7]</sup> Vengono utilizzati i termini lunghezza e larghezza, ma qualora si prendano in considerazione le distanze di separazione basate sul trasferimento del calore termico, la faccia bruciante potrebbe trovarsi sia sul lato corto (larghezza) che su quello lungo (lunghezza), di conseguenza entrambi devono essere presi in considerazione, ponendo le corrette distanze di separazione su qualsiasi lato.

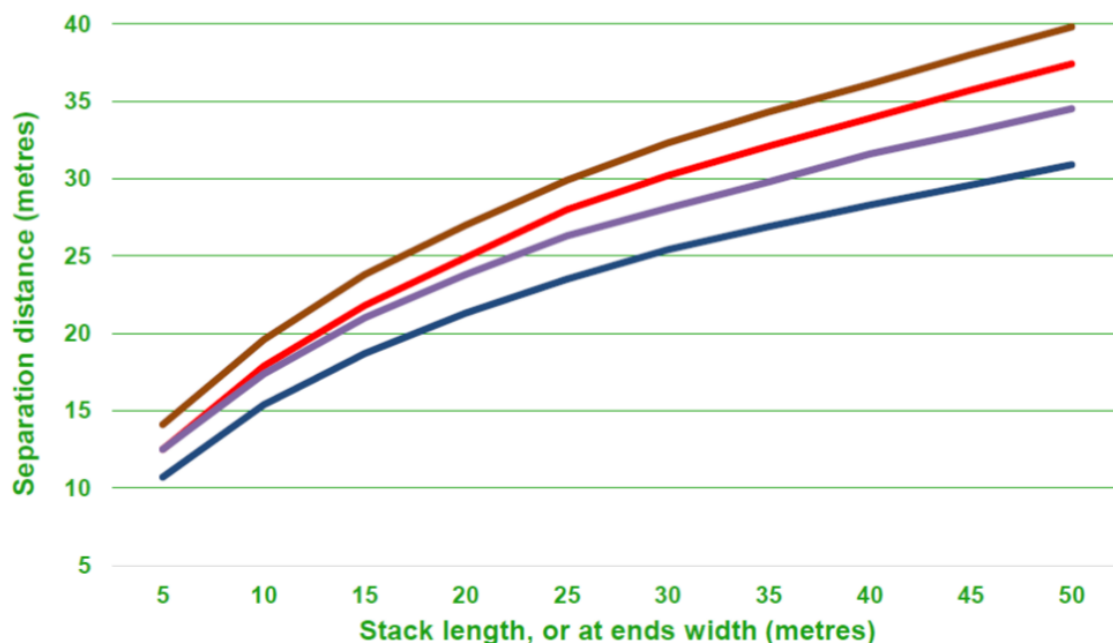


Figura 5.5.3-7 Lunghezze e distanza di separazione della catasta di rifiuti con temperatura massima di combustione intorno a 1200°C. Da WISG "REDUCING FIRE RISK AT WASTE MANAGEMENT SITES"

In entrambi i grafici vengono indicate quattro linee di colore diverso che rappresentano rispettivamente:

- blu – la distanza di separazione tra rifiuti sciolti e ulteriori stoccaggi di rifiuti;
- viola – la distanza di separazione tra rifiuti imballati ed edifici circostanti;
- rossa – la distanza di separazione tra rifiuti sciolti ed edifici circostanti;
- marrone – la distanza di separazione tra rifiuti imballati e ulteriori rifiuti.

Per determinare la distanza di separazione, conoscendo la lunghezza dello stoccaggio, è sufficiente tracciare una linea verticale fino alla relativa linea del grafico a colori (pila per pila, edifici ecc.), ed una linea orizzontale attraverso l'asse verticale e leggere, quindi, la distanza di separazione. Tale procedimento può essere effettuato anche al contrario al fine di ricavare la lunghezza dell'accumulo partendo dalla distanza di separazione.

Tali grafici sono comunque utilizzabili solo ed esclusivamente alle seguenti condizioni:

- l'emettitore (catasta di rifiuti) e il recettore (altra catasta di rifiuti o edificio) sono paralleli fra essi;
- le pile di rifiuti sciolti abbiano un angolo di riposo di 45 gradi;
- l'altezza massima dello stoccaggio è di 4 m.

Qualora varino tali condizioni, il progettista, per determinare le distanze di separazione, dovrà effettuare una nuova valutazione del rischio.

## 5.5.4 S4 ESODO

Per le reazioni al fuoco, considerando il tipo di attività, non vengono aggiunte soluzioni e si rimanda totalmente a quanto scritto nella sezione S4 - “Esodo” - della regola tecnica orizzontale contenuta nel Codice di prevenzione incendi.

## 5.5.5 S5 GESTIONE DELLE EMERGENZE

I livelli di prestazione vengono assegnati con criteri di attribuzioni differenti rispetto a quelli della regola tecnica orizzontale. Le scelte gestionali derivano dal tipo di rifiuti, dal tipo di stoccaggio e dal rischio ambiente dell’attività.

Tabella 5.5.5-1 Criteri di attribuzione S5

| CODICE | DESCRIZIONE  | $R_{amb} \leq 20$ |                  | $20 < R_{amb} \leq 80$ |                  | $R_{amb} > 80$ |                  |
|--------|--|-------------------|------------------|------------------------|------------------|----------------|------------------|
|        |  | APERTO            | COPERTO / CHIUSO | APERTO                 | COPERTO / CHIUSO | APERTO         | COPERTO / CHIUSO |
| TM1    | sostanze che possono dare origine ad esplosione                      | n.a               | II               | n.a                    | II               | n.a            | III              |
| TM2    | gas liquefatti o sotto pressione                                     | II                |                  | II                     |                  | III            |                  |
| TM3    | liquidi infiammabili   | II                |                  | II                     |                  | III            |                  |
| TM4    | sostanze solide infiammabili   | II                |                  | II                     |                  | III            |                  |
| TM5    | sostanze auto-<br>infiammabili                                       | II                |                  | II                     |                  | III            |                  |
| TM6    | sostanze che sviluppano gas infiammabili a contatto con l’acqua/aria | n.a               | II               | n.a                    | II               | n.a            | II               |
| TM7    | sostanze comburenti, perossidi e organici                            | II                |                  | II                     |                  | III            |                  |
| TM8    | sostanze tossiche  | n.a               | II               | n.a                    | II               | n.a            | III              |
| TM9    | sostanze infettive   | n.a               | II               | n.a                    | II               | n.a            | III              |
| TM10   | sostanze corrosive   | n.a               | II               | n.a                    | II               | n.a            | III              |
| TM11   | sostanze liquide   | II                |                  | II                     |                  | III            |                  |
| TM12   | sostanze solide  | II                |                  | II                     |                  | III            |                  |
| TM13   | R.A.E.E.   | n.a               | II               | n.a                    | II               | n.a            | III              |

Dove:

- n.a - indica un tipo di stoccaggio non ammissibile.

Viene inoltre indicato, oltre a quanto già definito nella RTO, che:

1. i dispositivi di protezione nei depositi di sostanze pericolose devono essere verificati periodicamente;

2. per la gestione di un deposito di prodotti chimici occorre designare un addetto che deve avere una formazione adeguata e va sempre notificata all'autorità competente;
3. per tutte le sostanze pericolose presenti nell'azienda si devono disporre le relative schede dei dati di sicurezza, da aggiornare costantemente e rendere accessibili al personale;
4. deve essere redatta una lista di stoccaggio con l'indicazione del sito di deposito, nonché del tipo e della quantità di sostanze pericolose stoccate, cosicché in caso di incendio si possa avere un quadro generale per la valutazione del potenziale pericolo;
5. deve essere presente almeno un lava occhi ed, eventualmente, una doccia di emergenza per tutto il corpo.

#### **5.5.6 S6 CONTROLLO DELL'INCENDIO**

I livelli di prestazione vengono assegnati con criteri di attribuzioni differenti rispetto a quelli della regola tecnica orizzontale. Questi sono infatti resi dipendenti dal tipo di materiale stoccato, dal rischio ambiente dell'attività e dal tipo di stoccaggio effettuato: al chiuso/coperto o all'aperto.

Tabella 5.5.6-1 Criteri di attribuzione S6

| CODICE | DESCRIZIONE  | $R_{amb} \leq 20$ |                  | $20 < R_{amb} \leq 80$ |                  | $R_{amb} > 80$ |                  |
|--------|--|-------------------|------------------|------------------------|------------------|----------------|------------------|
|        |  | APERTO            | COPERTO / CHIUSO | APERTO                 | COPERTO / CHIUSO | APERTO         | COPERTO / CHIUSO |
| TM1    | sostanze che possono dare origine ad esplosione                      | n.a               | III [**]         | n.a                    | III [***]        | n.a            | IV               |
| TM2    | gas liquefatti o sotto pressione                                     | II                | III [**]         | III [***]              | III [***]        | III [***]      | IV               |
| TM3    | liquidi infiammabili   | II                | III [**]         | III [***]              | III [***]        | III [***]      | IV               |
| TM4    | sostanze solide infiammabili   | II                | III [**]         | III [***]              | III [***]        | III [***]      | IV               |
| TM5    | sostanze auto infiammabili   | II                | III [**]         | III [***]              | III [***]        | III [***]      | IV               |
| TM6    | sostanze che sviluppano gas infiammabili a contatto con l'acqua/aria | n.a               | III [**]         | n.a                    | III [***]        | n.a            | IV               |
| TM7    | sostanze comburenti, perossidi e organici                            | II                | III [**]         | III [**]               | III [***]        | III [***]      | IV               |
| TM8    | sostanze tossiche  | n.a               | III [**]         | n.a                    | III [**]         | n.a            | IV               |
| TM9    | sostanze infettive   | n.a               | III [**]         | n.a                    | III [**]         | n.a            | IV               |
| TM10   | sostanze corrosive   | n.a               | III [**]         | n.a                    | III [**]         | n.a            | IV               |
| TM11   | sostanze liquide   | II                | III [**]         | III [**]               | III [**]         | III [***]      | IV               |
| TM12   | sostanze solide  | II                | III [**]         | III [**]               | III [**]         | III [***]      | IV               |
| TM13   | RAEE   | n.a               | III [**]         | n.a                    | III [**]         | n.a            | IV               |

Dove:

- n.a - indica un tipo di stoccaggio non ammissibile;
- [\*\*] – indica l'obbligo di considerare il livello di rischio 2 secondo la UNI 10779 - "Impianti di estinzioni incendi";
- [\*\*\*] - indica l'obbligo di considerare il livello di rischio 3 secondo la UNI 10779 - "Impianti di estinzioni incendi".

Viene quindi escluso il livello di rischio 1, previsto dall'UNI 10779 che individua tre livelli di pericolosità:

- livello 1 - aree nelle quali la quantità e/o la combustibilità dei materiali presenti sono basse e presentano, comunque, basso rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza;
- livello 2 - aree nelle quali c'è una presenza non trascurabile di materiali combustibili, che presentano un moderato rischio di incendio come probabilità

d'innesco, velocità di propagazione e possibilità di controllo dello stesso da parte delle squadre di emergenza;

- livello 3 - sono le aree nelle quali c'è una notevole presenza di materiali combustibili e che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo da parte delle squadre di emergenza.

Infine, vengono aggiunte le seguenti prescrizioni:

- qualora  $R_{amb} > 80$  viene imposto l'utilizzo di un kit schiumogeno per la rete idranti, che dovrà essere utilizzato anche per valori di  $R_{amb} < 80$ , previa valutazione del rischio da parte del progettista. Inoltre, qualora risulti obbligatoria l'installazione di tale kit, ne deve essere assicurata l'istruzione alle squadre antincendio;
- qualora  $R_{amb} > 80$  si deve tener conto del sistema di disponibilità superiore definito al paragrafo G.2.10.2 del Codice di prevenzione incendi. Tale paragrafo deve essere considerato anche per valori di  $R_{amb} < 80$ , previa valutazione del rischio da parte del progettista;
- qualora sia previsto il rispetto del livello di prestazione IV, devono essere rispettate tutte le condizioni previste per i livelli di prestazione precedenti.

#### **5.5.7 S7 RILEVAZIONE ALLARME INCENDIO**

Vengono modificati i criteri di attribuzione, per i livelli di prestazione, secondo il rischio ambiente ed il tipo di stoccaggio considerato.

Tabella 5.5.7-1 Criteri d'attribuzione S7

| CODICE | DESCRIZIONE  | $R_{amb} \leq 20$ |                    | $20 < R_{amb} \leq 80$ |                    | $R_{amb} > 80$ |                    |
|--------|--|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|----------------|--------------------|
|        |  | APERTO            | COPERTO/<br>CHIUSO | APERTO                 | COPERTO/<br>CHIUSO | APERTO         | COPERTO/<br>CHIUSO |
| TM1    | sostanze che possono dare origine ad esplosione                      | n.a               | III                | n.a                    | III                | n.a            | IV                 |
| TM2    | gas liquefatti o sotto pressione                                     | III               | III                | III                    |                    | III [2]        | IV                 |
| TM3    | liquidi infiammabili   | III               | III                | III                    |                    | III [2]        | IV                 |
| TM4    | sostanze solide infiammabili   | III               | III                | III                    |                    | III [2]        | IV                 |
| TM5    | sostanze auto-<br>infiammabili                                       | III               | III                | III                    |                    | III [2]        | IV                 |
| TM6    | sostanze che sviluppano gas infiammabili a contatto con l'acqua/aria | n.a               | III                | n.a                    | III                | n.a            | IV                 |
| TM7    | sostanze comburenti, perossidi e organici                            | III               | III                | III                    |                    | III [2]        | IV                 |
| TM8    | sostanze tossiche  | n.a               | III                | n.a                    | III                | n.a            | IV                 |
| TM9    | sostanze infettive   | n.a               | III                | n.a                    | III                | n.a            | IV                 |
| TM10   | sostanze corrosive   | n.a               | III                | n.a                    | III                | n.a            | IV                 |
| TM11   | sostanze liquide   | II [1]            | III                | III                    |                    | III [2]        | IV                 |
| TM12   | sostanze solide  | II [1]            | III                | III                    |                    | III [2]        | IV                 |
| TM13   | R.A.E.E.   | n.a               | III                | n.a                    | III                | n.a            | IV                 |

Dove:

- [1] – viene considerato applicabile il livello di prestazione II, purché sia rispettata la condizione che impone un carico d'incendio specifico inferiore a 600 MJ/m<sup>2</sup>;
- [2] – il progettista deve valutare se inserire un impianto idoneo alla rilevazione dell'accensione delle sostanze.

### 5.5.8 S8 CONTROLLO DI FUMI E CALORE

Per quanto concerne il controllo dei fumi e del calore, vengono stabilite delle prescrizioni in più rispetto alla regola tecnica orizzontale:

1. è esclusa l'attribuzione del livello di prestazione I;
2. i locali di stoccaggio con ventilazione naturale insufficiente (ad es. locali interrati e locali ciechi), devono essere ventilati artificialmente.

### 5.5.9 S9 OPERATIVITA' ANTINCENDIO

Non vengono effettuate prescrizioni aggiuntive, ma vengono variati i criteri di attribuzione dei livelli di prestazione al variare del rischio ambiente.

Tabella 5.5.9-1 Livelli di prestazione S9

| LIVELLI DI PRESTAZIONE | $R_{amb} \leq 20$ | $20 < R_{amb} \leq 80$ | $R_{amb} > 80$ |
|------------------------|-------------------|------------------------|----------------|
| I                      | n.a               | n.a                    | n.a            |
| II                     | n.a               | n.a                    | n.a            |
| III                    | a                 | a                      | n.a            |
| IV                     | a                 | a                      | a              |
| V                      | a                 | a                      | a              |

[a] - ammesso  
[n.a] - non ammesso

### 5.5.10 S10 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO

È prevista la presenza dei seguenti impianti all'interno dell'attività:

- impianti e dispositivi di protezione attiva antincendio, tra cui si annoverano anche i sistemi di rilevazione ed allarme;
- impianto di aspirazione e trattamento dell'aria, afferente ai locali in cui si effettuano specifiche operazioni di trattamento sui rifiuti;
- impianto per l'approvvigionamento e la distribuzione interna di acqua per servizi igienici, lavaggio piazzali, mezzi e contenitori;
- impianto elettrico idoneo per ambienti ATEX (laddove necessario in seguito alla valutazione del rischio) per l'alimentazione delle varie attrezzature presenti (quali sistemi informatici, sistema di illuminazione, sistemi di videosorveglianza e di monitoraggio e controllo, sistemi di pesatura, contenitori auto compattanti...), realizzato in conformità alle norme vigenti;
- sistemi di convogliamento delle acque meteoriche dotati di pozzetti per il drenaggio, vasche di raccolta e di decantazione, muniti di separatori per oli e di separazione delle acque di prima pioggia, adeguatamente dimensionati;
- bacino di contenimento dell'acqua antincendio;
- adeguato sistema di raccolta e di trattamento dei reflui, conformemente a quanto previsto dalla normativa vigente in materia ambientale e sanitaria;
- impianto di illuminazione, anche di sicurezza, interna ed esterna, realizzato in conformità alle norme vigenti;
- riscaldamento del locale ad uso ufficio realizzato in conformità alle norme vigenti;



- allacciamento alla rete telefonica o altra modalità di comunicazione del personale in servizio presso l'impianto con l'esterno (es. sistemi di telefonia mobile...);
- impianto di produzione di acqua calda per i servizi igienici;
- impianto esterno di protezione contro le scariche atmosferiche;
- impianto di sicurezza e protezione dell'impianto.

Relativamente agli impianti di sicurezza, essi appaiono fondamentali in quanto dati statistici dimostrano come la maggior parte degli incendi, negli impianti di stoccaggio rifiuti, siano di natura dolosa. Una corretta protezione può, di conseguenza, ridurre tale fenomeno. L'impianto di sicurezza può essere composto da:

- sistema antintrusione perimetrale composto da recinzioni o muri di una determinata altezza;
- attività di vigilanza che controlli gli accessi e i depositi;
- installazione di sistemi di videosorveglianza.



# PARTE III - DISTANZE DI STOCCAGGIO AL COPERTO/CHIUSO

## CAPITOLO 6 CONSIDERAZIONI INIZIALI

Nel capitolo 5, non sono state inserite informazioni e/o limitazioni concernenti gli stoccaggi di rifiuti al chiuso e al coperto. Questo è dovuto all'assenza, nel materiale analizzato, di informazioni utili a definire tali limitazioni.

Il capitolo riporta le analisi effettuate con lo scopo di definire tali distanze.

### 6.1 ANALISI DEL FENOMENO DELL'INNESCO

La diffusione del fuoco è un fattore fondamentale per definire le distanze di separazione degli stoccaggi. In caso di incendio, infatti, l'oggetto che brucia emette calore nell'aria, diventando un emettitore di energia. Qualora nello stesso ambiente vi è un materiale combustibile, questo ricevendo l'energia termica diviene un recettore, e si surriscalda; ove l'energia termica presente nell'aria surriscaldi il recettore, sino a portare la sua temperatura a quella di accensione<sup>[8]</sup>, avviene l'innesco del recettore stesso.

Ci sono due principali metodi per ridurre il rischio di propagazione del fuoco tra pile:

- fornire un adeguato spazio libero (distanza di separazione) tra le pile;
- posizionare un'efficace barriera antincendio tra le pile.

Andando ad approfondire il primo metodo, vengono definite soglie da rispettare per la temperatura e l'irraggiamento, per definire il non innesco di un materiale al verificarsi di un evento:

- $T < 220^{\circ}\text{C}$  - rappresenta la soglia della temperatura di accensione del legno e della benzina, ovvero la minima temperatura di accensione tra i vari materiali;

---

<sup>[8]</sup> Con temperatura di accensione si intende la minima temperatura alla quale la miscela combustibile-comburente inizia a bruciare spontaneamente, in modo continuo, senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno.

| SOSTANZE        | Temperatura di accensione (°C)<br><i>valori indicativi</i> |
|-----------------|--|
| acetone         | 540  |
| benzina         | 250  |
| gasolio         | 220  |
| idrogeno        | 560  |
| alcool metilico | 455  |
| carta           | 230  |
| legno           | 220-250  |
| gomma sintetica | 300  |
| metano          | 537  |

Figura 6.1-1 Temperature di accensione

- $W < 12,6 \text{ kW/m}^2$  - l'irraggiamento è considerato capace di innescare un incendio qualora investa il bersaglio con una potenza maggiore a  $12,6 \text{ kW/m}^2$ . Tale soglia è considerata adeguatamente conservativa per limitare l'innescò di qualsiasi tipologia di materiale, in quanto rappresenta il valore limite convenzionale entro il quale non avviene innescò del legno in aria stazionaria.

La ricerca della corretta distanza di separazione al chiuso e al coperto si baserà quindi sul principio dell'innescò dei materiali, ovvero sarà considerata corretta la distanza di separazione che tra un materiale incendiato e un materiale stoccato (vicino a questo), permetta al secondo di non sviluppare un incendio, data la potenza termica irradiata dal primo.

## 6.2 CALCOLO ANALITICO

In primo luogo, sono state analizzate formule analitiche per cercare di definire la distanza di separazione per gli stoccaggi al chiuso.

### 6.2.1 POTENZA TERMICA TOTALE CHE PROVOCA L'IGNIZIONE PER IRRAGGIAMENTO

La norma americana NFPA 555 - "*Guide on methods for evaluating potential for room flashover*" - indica tre formule, che permettono di stimare i valori di  $RHR_{min}$ , ovvero la minima potenza termica che è in grado, per irraggiamento termico, di innescare i materiali combustibili. Tale calcolo, permette di stabilire la distanza a cui devono essere posti i materiali combustibili per non essere soggetti a ignizione.

Le tre differenti formule differiscono a seconda che i materiali siano facilmente infiammabili, normalmente resistenti all'ignizione, difficilmente infiammabili.

Prendendo in considerazione la prima tipologia di materiali, si ha:

$$R_{min} = 30 \cdot 10^{\left(\frac{D+0,08}{0,89}\right)} \quad [3]$$

dove:

- $R_{min}$  - è la potenza termica, espressa in kW, che provoca per irraggiamento l'ignizione del materiale;
- $D$  - è la distanza di separazione, espressa in metri, tra il combustibile che può essere innescato ed il materiale che sta bruciando.

La suddetta formula può essere utilizzata, come formula inversa, per ricavare la minima distanza a cui deve essere posto un materiale, per non auto-accendersi, qualora sia sottoposto ad una potenza termica di 50.000 kW (valore massimo della curva ultra-fast):

$$\left(0,89 \cdot \log \frac{RHR_{min}}{30}\right) - 0,08 = \left(0,89 \cdot \log \frac{50.000}{30}\right) - 0,08 = 2,79 \text{ m} \quad [4]$$

Tale valore è considerato troppo basso, per la sicurezza, se si considera che l'altezza di stoccaggio massima di ogni pila di rifiuti è posta a 4 m e che la sola proiezione di questa al suolo supererebbe la minima distanza trovata.

## 6.2.2 FLUSSO TERMICO CHE COLPISCE UN OGGETTO

Un'ulteriore formula analitica permette di valutare il flusso termico che, per irraggiamento, colpisce un oggetto combustibile, posto ad una data distanza, a partire da una potenza termica totale rilasciata.

$$q = \frac{\chi_R \cdot RHR_t}{4 \cdot \pi \cdot d^2} \quad [5]$$

dove:

- $q$  - è il flusso termico che per irraggiamento colpisce l'oggetto combustibile [kW/m<sup>2</sup>];
- $\chi_R$  - è la frazione di potenza termica totale rilasciata che viene trasmessa all'incendio per irraggiamento, pari a 0,35 [-];
- $d$  - è la distanza dell'oggetto combustibile dalla fiamma [m];
- $RHR_t$  - è la potenza termica totale rilasciata in un determinato istante [kW].

Anche in questo caso, tramite formula inversa, si può ricavare la distanza a cui deve trovarsi il bersaglio per essere irraggiato con un flusso termico inferiore a 12,6 kW/m<sup>2</sup>,

qualora sia presente una potenza termica totale rilasciata pari 50 MW (picco della curva ultra- fast).

$$d = \sqrt{\frac{\chi_R \cdot RHR_t}{4 \cdot \pi \cdot q}} = \sqrt{\frac{0,35 \cdot 50000}{4 \cdot \pi \cdot 12,6}} = 10,52 \text{ m} \quad [6]$$

Tale valore, contrariamente a quello riportato nell'equazione 4, viene considerato troppo a favore di sicurezza.

Inoltre, il calcolo non risulta attendibile in quanto differisce dai valori rilevati durante l'esecuzione di prove sperimentali ove è stato affermato che il calcolo risulta attendibile qualora:

$$\frac{d}{R} > 4 \quad [7]$$

in cui R è il raggio equivalente della base della fiamma espresso in metri, che è pari a:

$$R(t) = \sqrt{\frac{\left(\frac{t^2}{t_g^2} \cdot 1000\right)}{3,14 \cdot RHR_s}} \quad [8]$$

dove:

- $RHR_s$  – è la potenza termica rilasciata per unità di superficie, pari, per normativa, a 500 kW/m<sup>2</sup>;
- $t$  – è il tempo espresso in secondi, posto in questo caso a 531, pari al valore in cui viene raggiunto il picco massimo della reazione;
- $t_g$  - è il tempo necessario affinché la potenza termica rilasciata raggiunga il valore di 1000 kW, in questo caso pari a 75 s.

Di conseguenza in questo caso si ottiene:

$$R(t) = \sqrt{\frac{\left(\frac{531^2}{75^2} \cdot 1000\right)}{3,14 \cdot 500}} = 5,65 \text{ m} \quad [9]$$

$$\frac{10,52}{5,65} = 1,86 < 4 \quad [10]$$

Dato non attendibile.

## 6.3 SOFTWARE DI MODELLAZIONE: PYROSIM

Non essendo le formule analitiche utili alla determinazione delle distanze di separazione al chiuso e al coperto, si procede all'identificazione di tali valori tramite l'utilizzo di simulazioni effettuate con modelli fluidodinamici.

Tali simulazioni sono effettuate tramite il software PyroSim: un'interfaccia grafica per Fire Dynamics Simulator (FDS). FDS è un modello di calcolo di fluidodinamica computazionale (CFD), elaborato dai ricercatori del National Institute of Standards and Technology (NIST), che utilizza le equazioni di Navier-Stokes.

PyroSim, lavorando tramite interfaccia grafica, permette o di editare il modello direttamente al proprio interno (utilizzato solo per geometrie semplici) o di importare un modello tridimensionale editato tramite ulteriori software dedicati.

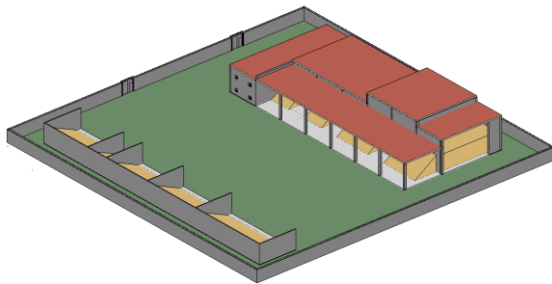


Figura 6.3-1 Modello editato in Revit



Figura 6.3-2 Modello editato su PyroSim

Una volta importato il modello, l'ambiente viene suddiviso in celle la cui dimensione è stabilita preventivamente. Vi è anche la possibilità di suddividere lo stesso foglio di lavoro in un dominio caratterizzato da zone con celle a dimensioni differenti: celle piccole per zone in cui si vuole una maggior precisione, celle grandi per zone distanti dalla zona di dettaglio.

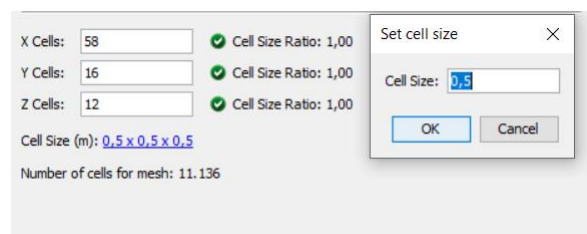


Figura 6.3-3 Impostazione dimensioni celle, da PyroSim

All'interno di ogni singola cella, vengono svolte le equazioni di conservazione della massa, della quantità di moto e dell'energia. Da qui la necessità di introdurre celle con dimensioni maggiori nelle zone di minore interesse, in quanto il software calcola, per ogni

cella e ad ogni istante, tali equazioni: più sono piccole le celle, più sono lunghi i tempi di simulazione.

Il modello di combustione utilizzato da FDS considera una singola specie di combustibile (composto da C, H, O ed N) che reagisce con l'ossigeno, in una fase controllata dalla miscela, per formare H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, fuliggine e CO. Sarà possibile inserire, all'interno del modello, la reazione e le caratteristiche tipiche dell'evento simulato.

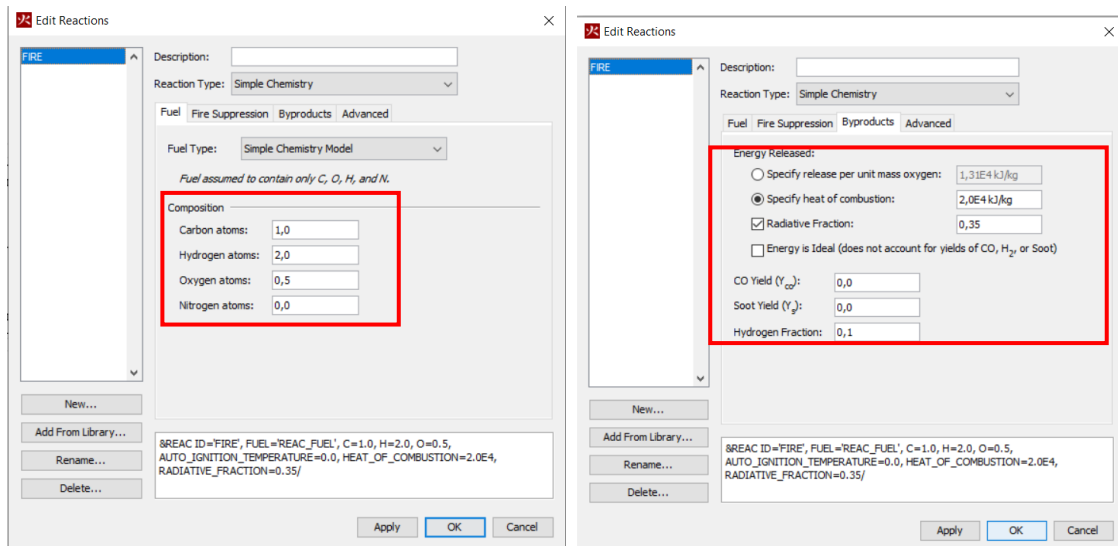


Figura 6.3-4 Esempio di valori di reazione inseriti su PyroSim

Dopo aver svolto le indagini e definito gli scenari di incendio, si prosegue andando a collocare il focolaio<sup>[9]</sup>, a cui è attribuito il modello di combustione, nella posizione esatta in cui si è ipotizzato l'evento.

Al focolaio deve essere, anche, assegnata una reazione e, a tal proposito, il professionista antincendio può decidere di:

- impiegare dati sperimentali ottenuti da misura diretta in laboratorio, secondo metodologia scientifica consolidata;
- usare dati pubblicati da fonti autorevoli e condivise, utilizzando un approccio ragionevolmente conservativo;

<sup>[9]</sup> È bene posizionare lo scenario tramite un cubo di dimensione 1x1x1 m, in quanto la potenza della reazione viene inserita in MJ/m<sup>2</sup>. Inserendo il cubo di dimensioni unitarie si suppone, quindi, che tutta la potenza sprigionata durante l'incendio sia contenuta nel cubo.



- impiegare delle metodologie di stima;
- impiegare i focolari predefiniti di cui al paragrafo M.2.7 del Codice di prevenzione incendi nell'ambito delle limitazioni ivi specificate.

Una volta definiti i parametri principali riguardanti l'evento, il software permette l'utilizzo di sensori che registrano le varie quantità nel modello; questi possono essere:

- i devices – ovvero, punti, nel dominio computazionale, in grado di misurare e riportare informazioni relative a molteplici parametri limitatamente al punto in cui sono stati posizionati;
- le slices – piani passanti per il dominio computazionale in grado di rappresentare, mediante una scala cromatica, informazioni relative a molteplici parametri.



# CAPITOLO 7

## DISTANZA DI SEPARAZIONE AL COPERTO

Il capitolo riporta le analisi effettuate per ricavare i valori delle distanze di separazione al coperto, ovvero, quelle distanze che devono sussistere fra i materiali combustibili stoccati all'interno di un fabbricato che non presenta tutte le chiusure verticali.

### 7.1 IPOTESI DI PARTENZA

Non potendo utilizzare le distanze ricavate dalle formule analitiche, vengono effettuate varie simulazioni, con modelli fluidodinamici, al fine di determinare le distanze di separazione al coperto: sarà ipotizzato l'incendio di uno stoccaggio di rifiuti e sarà verificato che quello adiacente, posta una distanza di separazione fra essi, non si inneschi.

Il materiale adiacente al focolare sarà considerato innescato qualora la sua temperatura raggiunga valori superiori a 220°C e/o l'irraggiamento sia superiore a 12,6 kW/m<sup>2</sup>.

Al fine di rendere le distanze più veritiere possibili, le simulazioni saranno verificate su due modelli di fabbricati differenti:

- modello A di dimensioni 16mx20m;
- modello B di dimensioni 10mx50m.

Le simulazioni si eseguiranno a partire da distanze di separazione di 5 m, in quanto:

- rappresenta la distanza di separazione minima che viene definita per gli stoccaggi all'aperto;
- risulta superiore alla proiezione dell'altezza dello stoccaggio.

### 7.2 DATI DI INPUT IN PYROSIM

Tutte le simulazioni vengono effettuate immettendo dei dati di input comuni a tutti i modelli, ovvero:

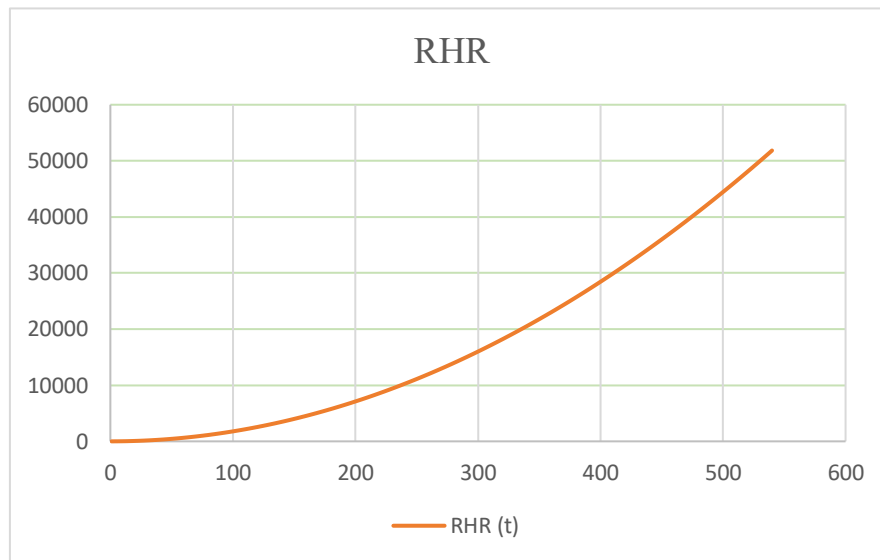
- reazione                    ultra-fast                    definita                    nel                    C.P.I.  
Viene riportato il calcolo effettuato per ottenere la curva RHR inserita nelle simulazioni.

$$RHR(t) = 1000 \left( \frac{t}{t_{\alpha}} \right)^2 \quad [11]$$

supponendo:

- $t_\alpha$  – tempo necessario affinché la potenza termica rilasciata raggiunga il valore di 1000 kW, pari a 75 s (da tabella M.2-2 del C.P.I);
- $t$  – tempo ipotizzato ad intervalli di 1 s.

Si ottiene la seguente curva che, al valore di 531 s, raggiunge una potenza pari a 50 MW;



*Figura 7.2-1 Curva RHR focolare predefinito ultra-fast*

- focolare modellato tramite un cubo di dimensioni 1mx1mx1m e posizionato, di volta in volta, all'altezza massima prevista dallo stoccaggio;
- superficie bruciante posta nella faccia “z superiore”<sup>[10]</sup> del focolare;
- devices di temperatura e irraggiamento posti a differenti distanze dal focolare, al fine di monitorare la possibilità di innesco alle rispettive distanze.

---

<sup>[10]</sup> Ciò è dovuto ai risultati di alcune simulazioni, che mostrano come la superficie bruciante, posta in “z superiore”, sia più a sfavore di sicurezza rispetto a quella posta nella faccia frontale (faccia “x”).

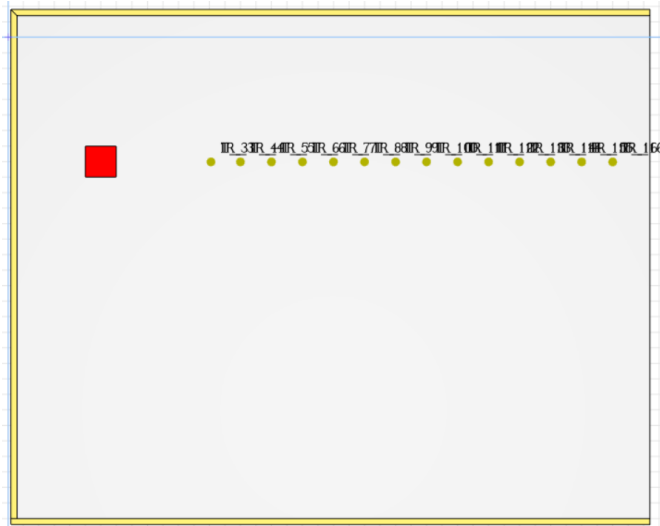


Figura 7.2-2 Posizione dei devices di temperatura e irraggiamento a distanza variabile dal focolaio

Nello stesso modo, vengono definiti anche i dati di input variabili fra le differenti simulazioni:

- altezza stoccaggio rifiuti – variabile dai 2 m ai 4 m;
- altezza fabbricato – variabile dai 5 m ai 9 m; inoltre, tutti i modelli oggetto di simulazione, sono stati realizzati con un tetto piano, in quanto ciò è a sfavore di sicurezza rispetto a dei tetti a doppia falda che presenterebbero, solo in parte, l'altezza minima del fabbricato;
- percentuale apertura parete – nuovo fattore introdotto per prendere in considerazione la presenza<sup>[11]</sup>, o meno, delle chiusure verticali.

Il coefficiente “Percentuale apertura pareti” indicato con il simbolo “ $P_p$ ”, è pari a:

$$P_p = \frac{A_p}{A_{PT}} \cdot 100 \quad [12]$$

dove:

- $A_p$  – è l’area delle pareti esterne assenti [ $m^2$ ];
- $A_{PT}$  – è l’area totale delle pareti esterne, esistenti e non [ $m^2$ ].

Viene riportato un esempio pratico a fini esplicativi.

---

<sup>[11]</sup> Molti centri di stoccaggio rifiuti sono caratterizzati dalla presenza di capannoni con assenza di tutte le chiusure verticali.

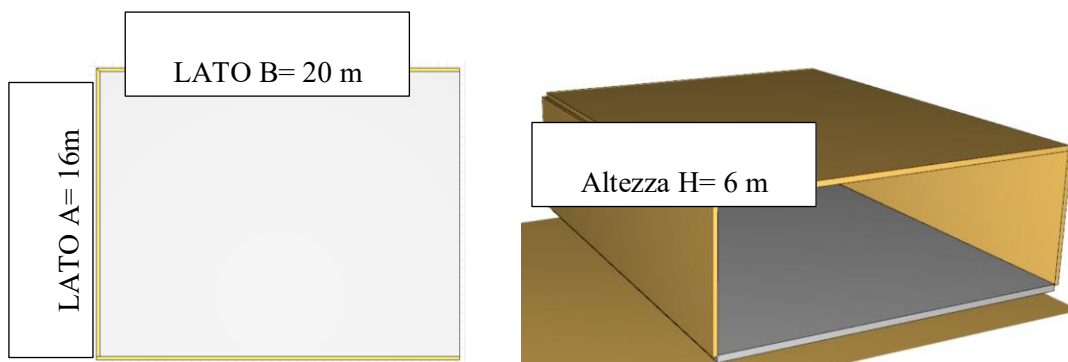


Figura 7.2-3 Esempio per il calcolo “Percentuale apertura pareti”

$$A_P = A \cdot H = 16 \cdot 6 = 96 \text{ m}^2 \quad [13]$$

$$A_{PT} = 2 \cdot A \cdot H + 2 \cdot B \cdot H = 2 \cdot 16 \cdot 6 + 2 \cdot 20 \cdot 6 = 432 \text{ m}^2 \quad [14]$$

$$P_P = \frac{A_P}{A_{PT}} \cdot 100 = \frac{96}{432} \cdot 100 = 22,2 \% \quad [15]$$

Al variare dei dati soprastanti, sono quindi state effettuate innumerevoli simulazioni al fine di ricavare le corrette distanze di separazione.

### 7.3 PERCENTUALE APERTURA PARETE > 50%

Le prime simulazioni sono state effettuate su modelli in cui si ipotizza una percentuale di apertura pareti superiore al 50%. In particolare, saranno verificati i valori limite su due differenti modelli: A e B.

#### 7.3.1 MODELLO A

Si riporta uno schema delle simulazioni svolte per il modello A.

Tabella 7.3.1-1 Simulazioni  $P_p > 50\%$ , modello A

| PERCENTUALE PARETE > 50 % |           |           |                   |              |
|---------------------------|-----------|-----------|-------------------|--------------|
| PERCENTUALE PARETE        | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO      | H STOCCAGGIO |
| [%]                       | [m]       | [m]       | [m]               | [m]          |
| 72%                       | 20        | 16        | 6                 | 4            |
| 50%                       | 20        | 16        | 6                 | 4            |
| 50%                       | 20        | 16        | 5 <sup>[12]</sup> | 4            |
| 50%                       | 20        | 16        | 5                 | 3            |

<sup>[12]</sup> Tale simulazione è stata effettuata fino ad un tempo di 335 s, in quanto dalla funzione “Plot Devices Result” di Pyrosim si era già visto che non erano rispettati i valori di temperatura.

Si riportano di seguito i valori estrapolati dai devices posti a varie distanze dal focolare (5 m, 6 m, 7 m, 8 m) e ad un'altezza di 4 m (altezza di stoccaggio), considerando che il fabbricato presenta un'altezza di 6 m.

Tabella 7.3.1-2 Risultati simulazione  $P_p > 50\%$ , modello A, altezza fabbricato 6 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=50%                  |               | P=72%       |               |
|-------------------------|------------------------|---------------|-------------|---------------|
|                         | H6_st4 <sup>[13]</sup> |               | H6_st4      |               |
|                         | TEMPERATURA            | IRRAGGIAMENTO | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO |
| [m]                     | [°C]                   | [kW/m2]       | [°C]        | [kW/m2]       |
| 5                       | 111                    | 0,78          | 54          | 0,57          |
| 6                       | 117                    | 0,71          | 53          | 0,5           |
| 7                       | 104                    | 0,66          | 50          | 0,44          |
| 8                       | 99                     | 0,61          | 51          | 0,41          |

Sono state effettuate delle altre simulazioni, ipotizzando un'altezza del fabbricato di 5 m e un'altezza massima di stoccaggio variabile (4 m e 3 m).

Tabella 7.3.1-3 Risultati simulazione  $P_p > 50\%$ , modello A, altezza fabbricato 5 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=50%       |               | P=50%       |               |
|-------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
|                         | H5_st4      |               | H5_st3      |               |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m2]       | [°C]        | [kW/m2]       |
| 5                       | <b>415</b>  | 11,4          | 55          | 0,3           |
| 6                       | <b>415</b>  | 10,2          | 49          | 0,25          |
| 7                       | <b>403</b>  | 9,83          | 51          | 0,21          |
| 8                       | <b>380</b>  | 9,11          | 50          | 0,18          |

Si nota come la massima altezza di stoccaggio, di 4 m, causi l'innesco del materiale stoccato nelle vicinanze; ciò non accade qualora l'altezza massima sia fissata a 3 m.

### 7.3.2 MODELLO B

Sono state effettuate le verifiche validate con il modello A sul modello B, con lo scopo di verificare se le soluzioni fossero veritiere su più modelli.

<sup>[13]</sup> Il codice H6\_st4 indica un'altezza del fabbricato di 6 m e un'altezza massima dello stoccaggio di 4 m.

Tabella 7.3.2-1 Simulazioni Pp > 50%, modello B

| PERCENTUALE PARETE > 50 % |           |           |              |              |
|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| PERCENTUALE PARETE        | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| [%]                       | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| 58%                       | 50        | 10        | 6            | 4            |
| 50%                       | 50        | 10        | 5            | 3            |

Anche in questo caso le verifiche risultano validate ed i dati ottenuti risultano essere i seguenti.

Tabella 7.3.2-2 Risultati simulazione Pp>50 %, modello B, altezza fabbricato 6 m-5 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=58%       |               | P=50%       |               |
|-------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
|                         | H6_st4      |               | H5_st3      |               |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m2]       | [°C]        | [kW/m2]       |
| 5                       | 49          | 0,55          | 115         | 1,03          |
| 6                       | 44          | 0,45          | 103         | 0,93          |
| 7                       | 44          | 0,38          | 107         | 0,84          |
| 8                       | 43          | 0,36          | 104         | 0,75          |
| 9                       | 43          | 0,34          | 94          | 0,67          |
| 10                      | 44          | 0,33          | 95          | 0,6           |

Nella colonna “Distanza di separazione” sono indicate le distanze dal focolare a cui i devices misurano i parametri di temperatura e irraggiamento.

### 7.3.3 RISULTATI

In conclusione, qualora la percentuale di apertura parete sia superiore al 50%, è ammessa **una distanza di separazione di 5 m**, ove siano rispettate le seguenti limitazioni di altezza fabbricato e altezza massima di stoccaggio.

Tabella 7.3.3-1 Risultati Pp>50%

| Condizioni per distanza di separazione di 5 m con Pp > 50% |                               |
|--|-------------------------------|
| Altezza fabbricato   | Altezza massima di stoccaggio |
| [m]  | [-]                           |
| 5  | 3                             |
| 6  | 4                             |
| 7  | 4                             |
| 8  | 4                             |
| 9  | 4                             |



## 7.4 PERCENTUALE APERTURA PARETE $30\% < P_p \leq 50\%$

Anche l'iter delle simulazioni per le percentuali di apertura parete comprese fra il 30% e il 50% è stato effettuato su due modelli.

### 7.4.1 MODELLO A

In primo luogo, si sono effettuate le verifiche sul modello A, impostando di volta in volta una  $P_p \leq 50\%$ , con il fine di andare a definire il range di percentuale all'interno del quale possono essere applicate le stesse restrizioni dimensionali.

Tabella 7.4.1-1 Simulazioni modello  $P_p < 50\%$  modello A

| SIMULAZIONI EFFETTUATE |           |           |              |              |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| PERCENTUALE PARETE     | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| [%]                    | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| 50%                    | 20        | 16        | 6            | 4            |
| 30%                    | 20        | 16        | 7            | 4            |
| 27%                    | 20        | 16        | 5            | 4            |
|                        |           |           | 6            |              |
|                        |           |           | 7            |              |
| 22%                    | 20        | 16        | 6            | 4            |
|                        |           |           | 7            |              |
| 20%                    | 20        | 16        | 7            | 4            |
| 15%                    | 20        | 16        | 7            | 4            |

Come mostrato nella tabella 7.4.1-1, la simulazione con  $P_p=50\%$  risulta verificata per distanze superiori o uguali a 5 m e con altezze del fabbricato di 6 m e 7 m. Vengono di seguito riportati i valori di temperatura ed irraggiamento misurati dai devices fino ad una distanza di 10 m dal focolaio.

Tabella 7.4.1-2 Risultati  $P_p=50\%$  modello A, altezza fabbricato 6 m.

| Distanza di separazione | $P_p=50\%$  |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
|                         | H6_st4      |                      |
|                         | Temperatura | Irraggiamento        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 111         | 0,78                 |
| 6                       | 117         | 0,71                 |
| 7                       | 104         | 0,66                 |
| 8                       | 99          | 0,61                 |
| 9                       | 97          | 0,57                 |
| 10                      | 94          | 0,54                 |

La simulazione con  $P_p=30\%$  risulta verificata per distanze di separazione uguali o superiori ai 5 m e per un'altezza di fabbricato pari a 7 m.

Tabella 7.4.1-3 Risultati  $P_p=30\%$  modello A, altezza fabbricato 7 m

| P=30%                   |             |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| H7_st4                  |             |                      |
| DISTANZA DI SEPARAZIONE | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 75          | 0,71                 |
| 6                       | 78          | 0,67                 |
| 7                       | 74          | 0,64                 |
| 8                       | 71          | 0,6                  |
| 9                       | 74          | 0,56                 |
| 10                      | 74          | 0,53                 |

La simulazione con  $P_p= 27\%$  non risulta verificata per un'altezza del fabbricato pari a 5 m, mentre ha esito positivo con altezze superiori ai 6 m.

Tabella 7.4.1-4 Risultati  $P_p =27\%$  modello A, altezza fabbricato 5 m, 6 m, 7 m

| Pp=27%                  |             |                      |             |                      |             |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|
| DISTANZA DI SEPARAZIONE | H5_st4      |                      | H6_st4      |                      | H7_st4      |                      |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | <b>624</b>  | <b>29,34</b>         | 59          | 0,64                 | 41          | 0,46                 |
| 6                       | <b>622</b>  | <b>27,28</b>         | 57          | 0,54                 | 41          | 0,42                 |
| 7                       | <b>646</b>  | <b>29,72</b>         | 55          | 0,47                 | 42          | 0,39                 |
| 8                       | <b>617</b>  | <b>26,02</b>         | 56          | 0,42                 | 42          | 0,36                 |
| 9                       | <b>542</b>  | <b>20,49</b>         | 53          | 0,39                 | 38          | 0,33                 |
| 10                      | <b>582</b>  | <b>26,53</b>         | 51          | 0,36                 | 38          | 0,31                 |

La simulazione con  $P_p= 22\%$  non risulta verificata per altezze di fabbricato pari a 6 m, mentre lo risulta per altezze superiori.

Tabella 7.4.1-5 Risultati  $P_p=22\%$  modello A, altezza fabbricato 6 m, 7 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | $P_p=22\%$  |                      |             |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|
|                         | H6_st4      |                      | H7_st4      |                      |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | <b>305</b>  | 2,31                 | 89          | 0,84                 |
| 6                       | <b>306</b>  | 2,24                 | 90          | 0,78                 |
| 7                       | <b>325</b>  | 2,29                 | 84          | 0,73                 |
| 8                       | <b>312</b>  | 2,24                 | 77          | 0,65                 |
| 9                       | <b>300</b>  | 2,24                 | 74          | 0,65                 |
| 10                      | <b>281</b>  | 1,91                 | 75          | 0,61                 |

La simulazione con  $P_p=20\%$  mostra come i valori di temperatura ed irraggiamento siano al di sotto delle soglie consentite a partire da una distanza di separazione di 5 m e per un'altezza di fabbricato di 7 m.

Tabella 7.4.1-6 Risultati  $P_p=20\%$  modello A, altezza fabbricato 7 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | $P=20\%$    |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
|                         | H7_st4      |                      |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 102         | 0,81                 |
| 6                       | 104         | 0,77                 |
| 7                       | 109         | 0,74                 |
| 8                       | 116         | 0,72                 |
| 9                       | 126         | 0,69                 |
| 10                      | 126         | 0,65                 |

Infine, è stata effettuata una simulazione con  $P_p=15\%$  e con altezza del fabbricato impostata a 7 m. Tale simulazione non risulta verificata.

Tabella 7.4.1-7 Risultati  $P_p=15\%$  modello A, altezza fabbricato 7 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | $P=15\%$    |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
|                         | H7_st4      |                      |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | <b>307</b>  | 1,97                 |
| 6                       | <b>315</b>  | 2,33                 |
| 7                       | <b>325</b>  | 2,92                 |
| 8                       | <b>318</b>  | 2,5                  |
| 9                       | <b>295</b>  | 2,25                 |
| 10                      | <b>308</b>  | 2,3                  |

Alla luce di quanto sopra esposto, il range di apertura parete viene posto tra il 20% e il 50%; tale valore verrà successivamente (vedi paragrafo 7.4.2) cambiato in  $30\% < P_p \leq 50\%$  in quanto le simulazioni sul modello B non saranno tutte verificate.

Una volta definito il range, si sono variate le altezze di stoccaggio per determinare tutti i valori ammissibili.

Tabella 7.4.1-8 Ulteriori simulazioni  $30\% < P_p \leq 50\%$  modello A

| SIMULAZIONI EFFETTUATE $30\% < P_p \leq 50\%$ |           |           |              |              |
|---|-----------|-----------|--------------|--------------|
| PERCENTUALE PARETE                            | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| [%]   | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| 50%   | 20        | 16        | 6            | 4            |
| 50%   | 20        | 16        | 6            | 3            |
| 30%   | 20        | 16        | 7            | 4            |
| 30%   | 20        | 16        | 6            | 4            |
| 30%   | 20        | 16        | 6            | 3            |
| 30%   | 20        | 16        | 5            | 2            |

Si nota, nel caso specifico, che non è ammessa nessuna altezza di stoccaggio, qualora l'altezza del fabbricato sia pari a 5 m<sup>[14]</sup>.

È invece ammessa un'altezza di stoccaggio pari a 3 m, qualora l'altezza del fabbricato sia posta a 6 m.

Tabella 7.4.1-9 Risultati  $P_p = 50\%$  e  $P_p = 30\%$ , modello A, altezza fabbricato 6 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=50%         |                | P=30%         |                | P=50%         |                | P=30%         |                |
|-------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|                         | H6_st4        |                | H6_st4        |                | H6_st3        |                | H6_st3        |                |
|                         | TEMPE RATUR A | IRRAGGI AMENTO | TEMPE RATUR A | IRRAGGI AMENTO | TEMPE RATUR A | IRRAGGI AMENTO | TEMPE RATUR A | IRRAGGI AMENTO |
| [m]                     | [°C]          | [kW/m2]        | [°C]          | [kW/m2]        | [°C]          | [kW/m2]        | [°C]          | [kW/m2]        |
| 5                       | 111           | 0,78           | <b>353</b>    | 6,19           | 23            | 0,26           | 168           | 0,95           |
| 6                       | 117           | 0,71           | <b>397</b>    | 8,47           | 22            | 0,15           | 161           | 0,88           |
| 7                       | 104           | 0,66           | <b>411</b>    | 9,4            | 22            | 0,09           | 164           | 0,89           |
| 8                       | 99            | 0,61           | <b>395</b>    | 8,46           | 21            | 0,06           | 165           | 0,88           |
| 9                       | 97            | 0,57           | <b>411</b>    | 9,39           | 21            | 0,04           | 165           | 0,89           |

Infine, a partire da un'altezza del fabbricato di 7 m, è sempre ammessa un'altezza di stoccaggio di 4m.

<sup>[14]</sup> La simulazione con un'altezza di stoccaggio pari a 1 m non è stata effettuata in quanto non considerata funzionale.

Tabella 7.4.1-10 Risultati  $P_p=30\%$ , modello A, altezza fabbricato 7 m

| P=30%                   |             |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| H7_st4                  |             |                      |
| DISTANZA DI SEPARAZIONE | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 75          | 0,71                 |
| 6                       | 78          | 0,67                 |
| 7                       | 74          | 0,64                 |
| 8                       | 71          | 0,6                  |
| 9                       | 74          | 0,56                 |
| 10                      | 74          | 0,53                 |

## 7.4.2 MODELLO B

Passiamo adesso ad effettuare delle simulazioni su un modello di dimensione 10 m x 50 m.

Tutte le simulazioni sono state effettuate con altezza del fabbricato pari a 7 m ed altezza di stoccaggio pari a 4 m, al fine di verificare i valori considerati al paragrafo 7.4.1.

Tabella 7.4.2-1 Simulazioni  $30\% < P_p \leq 50\%$  modello B

| SIMULAZIONI EFFETTUATE |           |           |              |              |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| PERCENTUALE PARETE     | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| [%]                    | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| 20%                    | 50        | 10        | 7            | 4            |
| 30%                    | 50        | 10        | 7            | 4            |
| 42%                    | 50        | 10        | 7            | 4            |
| 50%                    | 50        | 10        | 7            | 4            |

Si riportano i risultati ottenuti:

- $P_p=20\%$  - la verifica non risulta idonea per i valori di temperatura;

Tabella 7.4.2-2 Risultati simulazione  $P_p=20\%$  modello B, altezza fabbricato 7 m

| P=20%                   |             |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| H7_st4                  |             |                      |
| DISTANZA DI SEPARAZIONE | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | <b>221</b>  | 1,33                 |
| 6                       | <b>242</b>  | 1,42                 |
| 7                       | <b>258</b>  | 1,44                 |
| 8                       | <b>233</b>  | 1,33                 |
| 9                       | <b>248</b>  | 1,29                 |
| 10                      | <b>220</b>  | 1,18                 |

- $P_p=30\%$  - la verifica risulta validata a partire da una distanza di separazione di 5 m.

Tabella 7.4.2-3 Risultati simulazione  $P_p=30\%$  modello B, altezza fabbricato 7 m

| P=30%                   |             |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| H7_st4                  |             |                      |
| DISTANZA DI SEPARAZIONE | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 138         | 0,91                 |
| 6                       | 136         | 0,85                 |
| 7                       | 144         | 0,82                 |
| 8                       | 156         | 0,78                 |
| 9                       | 138         | 0,74                 |
| 10                      | 123         | 0,7                  |

- $P_p=42\%$  - la verifica risulta validata a partire da una distanza di separazione di 5 m.

Tabella 7.4.2-4 Valori  $P_p=42\%$  simulazione modello B, altezza fabbricato 7 m

| P=42%                   |             |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| H7_st4                  |             |                      |
| DISTANZA DI SEPARAZIONE | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 59          | 0,67                 |
| 6                       | 53          | 0,63                 |
| 7                       | 55          | 0,6                  |
| 8                       | 55          | 0,57                 |
| 9                       | 52          | 0,54                 |
| 10                      | 52          | 0,5                  |

- $P_p = 50\%$  - la verifica risulta validata a partire da una distanza di separazione di 5 m.

Tabella 7.4.2-5 Risultati simulazione  $P_p = 50\%$  modello B, altezza fabbricato 7 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=50%               |                                       |
|-------------------------|---------------------|---------------------------------------|
|                         | H7_st4              | H7_st4                                |
| [m]                     | TEMPERATURA<br>[°C] | IRRAGGIAMENTO<br>[kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 59                  | 0,67                                  |
| 6                       | 56                  | 0,63                                  |
| 7                       | 55                  | 0,6                                   |
| 8                       | 55                  | 0,57                                  |
| 9                       | 54                  | 0,54                                  |
| 10                      | 52                  | 0,51                                  |

Si è dimostrato, come anticipato al paragrafo precedente, che le limitazioni dimensionali che consentono l'utilizzo di una distanza di separazione di 5 m fra materiali combustibili, rientrano nel range  $30\% < P_p \leq 50\%$ .

Infine, sono state effettuate le prove per verificare se, anche nel modello B, sia permessa una distanza di separazione di 5 m, considerando un'altezza di stoccaggio di 3 m e un'altezza del fabbricato di 6 m.

Tabella 7.4.2-6 Simulazioni  $30\% < P_p \leq 50\%$ , modello B

| SIMULAZIONI EFFETTUATE $20\% < P_p \leq 50\%$ |           |           |              |             |
|---|-----------|-----------|--------------|-------------|
| PERCENTUALE PARETE                            | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | HSTOCCAGGIO |
| [%]   | [m]       | [m]       | [m]          | [m]         |
| 30%   | 50        | 10        | 6            | 3           |

Tali simulazioni devono essere effettuate per entrambi i valori limite, stante che la simulazione con percentuale di apertura parete 50% ed altezza di stoccaggio di 4 m, viene considerata verificata a prescindere, per come si è già visto nel paragrafo che precede.

Si riportano i dati della simulazione con  $P_p = 30\%$ .

Tabella 7.4.2-7 Risultati  $P_p = 30\%$  modello B, altezza fabbricato 6 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=30%               |                                       |
|-------------------------|---------------------|---------------------------------------|
|                         | H6_st3              | H6_st3                                |
| [m]                     | TEMPERATURA<br>[°C] | IRRAGGIAMENTO<br>[kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 171                 | 1,27                                  |
| 6                       | 169                 | 1,08                                  |
| 7                       | 155                 | 1,01                                  |

### 7.4.3 RISULTATI

Qualora la percentuale di apertura parete sia compresa fra il 30% e il 50%, è **ammessa una distanza di separazione di 5 m**, ove siano rispettate le seguenti limitazioni:

Tabella 7.4.3-1 Risultati  $30\% < P_p \leq 50\%$

| Condizioni per distanza di separazione di 5 m con $30\% < P_p \leq 50\%$ |                               |
|--|-------------------------------|
| Altezza fabbricato   | Altezza massima di stoccaggio |
| [m]  | [-]                           |
| 5  | Non ammissibile               |
| 6  | 3                             |
| 7  | 4                             |
| 8  | 4                             |
| 9  | 4                             |

### 7.5 PERCENTUALE APERTURA PARETE $12,5\% < P_p \leq 30\%$

Anche per tale range di apertura si sono effettuate varie simulazioni al fine di determinare le restrizioni dimensionali, ed anche in questo caso sono state effettuate su due modelli.

#### 7.5.1 MODELLO A

Sono state effettuate le seguenti verifiche, considerando i valori limite del range.

Tabella 7.5.1-1 Simulazioni  $12,5\% < P_p \leq 30\%$ , modello A

| SIMULAZIONI EFFETTUATE |           |           |              |              |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| PERCENTUALE PARETE     | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| 12,5%                  | 16        | 20        | 7            | 3            |
| 12,5%                  | 16        | 20        | 6            | 3            |
| 12,5%                  | 16        | 20        | 8            | 4            |
| 12,5%                  | 16        | 20        | 6            | 2            |
| 12,5%                  | 16        | 20        | 7            | 4            |
| 30%                    | 16        | 20        | 8            | 4            |
| 30%                    | 16        | 20        | 7            | 4            |

Non sono ammesse altezze di fabbricato pari a 5 m in quanto, come già dimostrato in precedenza, con  $P_p=30\%$  tale altezza non è ammessa nemmeno per un'altezza degli stoccaggi pari a 2 m.

Vengono riportati i risultati delle simulazioni effettuate con una percentuale apertura pareti del 12,5%, altezza del fabbricato pari a 6 m e altezza massima dello stoccaggio variabile (3 m e 2 m).



Tabella 7.5.1-2 Risultati  $P_p=12,5\%$ , modello A, altezza fabbricato 6 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=12,5%     |                      | P=12,5%     |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|
|                         | H6_st3      |                      | H6_st2      |                      |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 200         | 1,16                 | 126         | 1,4                  |

Per un'altezza di fabbricato pari a 7 m, è stata esclusa un'altezza di stoccaggio pari a 4 m in quanto, come già evidenziato nel paragrafo che precede, tale condizione non è valida per una percentuale di apertura parete del 20%. Si è proceduto quindi con un'altezza di stoccaggio di 3 m.

Tabella 7.5.1-3 Risultati  $P_p=12,5\%$ , modello A, altezza fabbricato 7 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=12,5%     |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
|                         | H7_st3      |                      |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 126         | 0,97                 |

Infine, è stata effettuata una simulazione per un'altezza di fabbricato di 8 m, ove risulta sempre ammessa una distanza di separazione di 5 m, qualora vi sia un'altezza di stoccaggio di 4 m.

Tabella 7.5.1-4 Risultati  $P_p=12,5\%$ , modello A, altezza fabbricato 8 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=12,5%     |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|
|                         | H8_st4      |                      |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO        |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m <sup>2</sup> ] |
| 5                       | 117         | 0,72                 |

Tale condizione risulta verificata anche per la  $P_p=30\%$  ed altezza del fabbricato di 7 m, come mostrato nel paragrafo precedente.

## 7.5.2 MODELLO B

Sono state effettuate le simulazioni già validate nel modello precedente, sul modello B.

Tabella 7.5.2-1 Simulazioni  $12,5\% < P_p \leq 30\%$ , modello B

| SIMULAZIONI EFFETTUATE |           |           |              |              |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| PERCENTUALE PARETE     | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| 12,5%                  | 50        | 10        | 6            | 2            |
| 12,5%                  | 50        | 10        | 7            | 3            |
| 12,5%                  | 50        | 10        | 8            | 4            |
| 12,5%                  | 50        | 10        | 8            | 3            |
| 20%                    | 50        | 10        | 8            | 3            |
| 25%                    | 50        | 10        | 8            | 3            |
| 12,5%                  | 50        | 10        | 9            | 4            |

Risultano già verificate in precedenza le simulazioni con valore limite pari a  $P_p=30\%$ .  
Nello specifico:

- $P_p=30\%$  - altezza fabbricato 6 m - altezza stoccaggio 2 m. Risultava già verificata la condizione di 6 m di altezza del fabbricato con 3 m di altezza di massimo stoccaggio (vedi tabella 7.4.2-6);
- $P_p=30\%$  - altezza fabbricato 7 m - altezza stoccaggio 3 m. Risultava già verificata la condizione con un'altezza di stoccaggio di 4 m (vedi tabella 7.4.2-1);
- $P_p=30\%$  - altezza fabbricato 8 m - altezza stoccaggio 4 m. Risultava già verificata la condizione con un'altezza di fabbricato di 7 m (vedi tabella 7.4.2-1);
- $P_p=30\%$  - altezza fabbricato 9 m - altezza stoccaggio 4 m. Risultava già verificata la condizione con un'altezza di fabbricato di 7 m (vedi tabella 7.4.2-1).

Si riportano quindi solamente i risultati corrispondenti a una  $P_p=12,5\%$ .

Sono rispettati i valori soglia per un'altezza di fabbricato di 6 m, con una massima altezza di stoccaggio 2 m e di un fabbricato di 7 m e con una massima altezza di stoccaggio di 3 m.

Tabella 7.5.2-2 Risultati  $P_p=12,5\%$ , modello B, altezza fabbricato 6m, 7 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=12,5%     |               | P=12,5%     |               |
|-------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
|                         | H6_st2      |               | H7_st3      |               |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m2]       | [°C]        | [kW/m2]       |
| 5                       | 44          | 0,65          | 161         | 1,22          |

Per i fabbricati con altezza di stoccaggio pari a 8 m, non sono invece ammesse altezze di stoccaggio di 4 m.

Tabella 7.5.2-3 Risultati  $P_p=12,5\%$ , modello B, altezza fabbricato 8 m

| P=12,5%                 |             |               |
|-------------------------|-------------|---------------|
| H8_st4                  |             |               |
| DISTANZA DI SEPARAZIONE | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m2]       |
| 5                       | 241         | 1,74          |

Si nota come viene superato il valore soglia di temperatura fissato a 220°C.

Vengono quindi effettuate delle prove diminuendo l'altezza di stoccaggio a 3 m.

Tabella 7.5.2-4 Simulazioni modello B altezza del fabbricato 8 m

| SIMULAZIONI EFFETTUATE |           |           |              |             |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|-------------|
| PERCENTUALE PARETE     | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | HSTOCCAGGIO |
| 12,5%                  | 50        | 10        | 8            | 3           |
| 20%                    |           |           | 8            | 3           |
| 25%                    |           |           | 8            | 3           |

Ottenendo i seguenti risultati.

Tabella 7.5.2-5 Risultati  $P_p=12,5\%$ ,  $P_p=20\%$ ,  $P_p=25\%$ , modello B, altezza fabbricato 8 m

| DISTANZA DI SEPARAZIONE | P=12,5%     |               | P=20%       |               | P=25%       |               |
|-------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
|                         | H8_st3      |               |             |               |             |               |
|                         | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m2]       | [°C]        | [kW/m2]       | [°C]        | [kW/m2]       |
| 5                       | 145         | 1,36          | 80          | 1             | 43          | 0,83          |

È applicabile una distanza di separazione di 5 m qualora l'altezza di stoccaggio sia 3 m e il fabbricato sia alto almeno 8 m.

Infine, sono state effettuate delle simulazioni per determinare se l'altezza di stoccaggio di 4 m è validata con un'altezza del fabbricato di 9 m. Con una percentuale di apertura del 30% tale condizione è garantita essendola già con un'altezza di stoccaggio di 8 m.

Vengono riportati i risultati per una  $P_p=12,5\%$ :

Tabella 7.5.2-6 Risultati  $P_p=12,5\%$ , modello B, altezza fabbricato 9 m

| P=12,5%                 |             |               |
|-------------------------|-------------|---------------|
| H9_st4                  |             |               |
| DISTANZA DI SEPARAZIONE | TEMPERATURA | IRRAGGIAMENTO |
| [m]                     | [°C]        | [kW/m2]       |
| 5                       | 76          | 0,54          |

Viene ammessa una distanza di separazione di 5 m per le condizioni citate sopra.

### 7.5.3 RISULTATI

Qualora la percentuale di apertura sia compresa fra il 12,5% e il 30% è **ammessa una distanza di separazione di 5 m**, ove siano rispettate le seguenti limitazioni.

Tabella 7.5.3-1 Risultati  $12,5\% < P_p \leq 30\%$

| Condizioni per distanza di separazione di 5 m con $12,5\% < P_p \leq 30\%$ |                               |
|--|-------------------------------|
| Altezza fabbricato   | Altezza massima di stoccaggio |
| [m]  | [-]                           |
| 5  | n.a                           |
| 6  | 2                             |
| 7  | 3                             |
| 8  | 3                             |
| 9  | 4                             |

Qualora il fabbricato presenti una percentuale apertura parete inferiore a 12,5%, deve essere trattato come fabbricato chiuso, e come tale devono essere dimensionate le distanze di separazione (vedi capitolo 8).

### 7.6 VERIFICA DIMENSIONI MESH

Tutte le simulazioni sono state effettuate con delle celle di dimensioni di 0,50 m poiché permettevano dei tempi di simulazione accettabili.

La verifica sulla correttezza delle dimensioni del dominio computazionale, viene effettuata, tramite la seguente formula:

$$\frac{D^*}{\delta_x} [m] \quad [16]$$

dove:

- $D^*$  - è il diametro caratteristico del fuoco;
- $\delta_x$  - è la dimensione nominale di una cella.

A sua volta  $D^*$  risulta essere pari a:

$$D^* = \left( \frac{Q}{C_P T_{\infty} \rho_{\infty} \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}} \quad [17]$$

dove:

- $Q$  - è il rilascio termico [kW];

- $\rho_{\infty}$  - è la densità dell'aria [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ];
- $T$  - è la temperatura [K];
- $C_p$  - è il calore specifico [ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ];
- $g$  - è l'accelerazione di gravità [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ].

Tali dimensioni sono state calcolate grazie a “FDS Mesh Size Calculator” inserendo, di volta in volta, i valori del dominio delle celle.

Viene riportato un esempio.

**Enter the x, y, z dimensions (meters) and your expected HRR**

|   |                                |            |                                 |
|---|--------------------------------|------------|---------------------------------|
| $X_{\min}$  | <input type="text" value="0"/> | $X_{\max}$ | <input type="text" value="52"/> |
| $Y_{\min}$  | <input type="text" value="0"/> | $Y_{\max}$ | <input type="text" value="18"/> |
| $Z_{\min}$  | <input type="text" value="0"/> | $Z_{\max}$ | <input type="text" value="10"/> |
| Heat Release Rate (Q) <input type="text" value="50000"/> kW                                       |                                |            |                                 |
| Density ( $\rho_{\infty}$ ) <input type="text" value="1.204"/> $\text{kg} / \text{m}^3$           |                                |            |                                 |
| Specific Heat ( $c_p$ ) <input type="text" value="1.005"/> $\text{kJ} / \text{kg} \cdot \text{K}$ |                                |            |                                 |
| Ambient Temperature ( $T_{\infty}$ ) <input type="text" value="293"/> K                           |                                |            |                                 |
| Gravity (g) <input type="text" value="9.81"/> $\text{m} / \text{s}^2$                             |                                |            |                                 |
| <input type="button" value="Calculate suggested cell sizes »"/>                                   |                                |            |                                 |

*Figura 7.6-1 Calcolatore dimensioni mesh*

Vengono così ottenute tre indicazioni in funzione della dimensione delle celle:

- griglia grossolana – con celle di dimensioni di 1,44 m;
- griglia moderata – con celle di dimensioni di 0,46 m;
- griglia fine – con celle di dimensioni di 0,28 m.

Avendo utilizzato per le simulazioni celle con dimensioni di poco superiori al modello “moderato” viene, anche, effettuata un’analisi di convergenza per vedere di quanto, i risultati ottenuti, si discostano dal modello “fine”.

Per analizzare l’indipendenza della soluzione dalla griglia di calcolo, si utilizza il parametro GCI (Grid Convergence Index):

$$GCI = \frac{F_S |\epsilon|}{r^p - 1} \quad [18]$$

in cui:

- $F_s$  – è il fattore di sicurezza, pari ad 1,25;
- $r$  – è l'indice di refinement, pari al rapporto tra le spaziatore della griglia;
- $p$  – è l'ordine di accuratezza dell'algoritmo;
- $\varepsilon$  - è un valore ottenuto dal rapporto fra i valori calcolati nelle varie griglie.

L'analisi viene effettuata per la simulazione con  $P_p=30\%$ , modello B, altezza del fabbricato 7 m e massima altezza di stoccaggio di 4 m.

Come prima cosa vengono lanciate 3 simulazioni con grandezza delle mesh differenti:

- $h_1$  - 0,25 m;
- $h_2$  - 0,5 m;
- $h_3$  - 1 m,

quindi si avrà:

$$r = \frac{h_3}{h_2} = \frac{h_2}{h_1} = \text{cost} = 2 \quad [19]$$

Sarà possibile calcolare l'ordine di accuratezza  $p$  come:

$$p = \frac{\log\left(\frac{f_3-f_2}{f_2-f_1}\right)}{\log r} \quad [20]$$

dove:

- $f_1$  – è il valore risultante dalla simulazione con dimensioni della cella pari a 0,25 m;
- $f_2$  – è il valore risultante dalla simulazione con dimensioni della cella pari a 0,5 m;
- $f_3$  – è il valore risultante dalla simulazione con dimensioni della cella pari a 1 m.

Una volta noto il fattore  $p$ , viene verificata la convergenza tra le celle con dimensioni 0,25 m e 0,5 m. Di conseguenza  $\varepsilon$  sarà pari a:

$$\frac{f_1-f_2}{f_1} \quad [21]$$

Al fine di verificare la convergenza, vengono valutati i valori che offrono la temperatura e l'irraggiamento più alti.

Tabella 7.6-1 Grid Convergence Index per valori di temperatura

| GCI TEMPERATURA |      |          |      |        |      |                       |               |      |      |
|-----------------|------|----------|------|--------|------|-----------------------|---------------|------|------|
| MESH 0,25       |      | MESH 0,5 |      | MESH 1 |      | GRID CONVEGENCE INDEX |               |      |      |
| Time            | T_5  | Time     | T_5  | Time   | T_5  | p                     | $\varepsilon$ | GCI  | GCI% |
| [s]             | [°C] | [s]      | [°C] | [s]    | [°C] | [-]                   | [-]           | [-]  | [%]  |
| 520             | 80   | 520      | 95   | 520    | 440  | 4,51                  | 0,19          | 0,01 | 1,09 |

Tabella 7.6-2 Grid Convergence Index per valori di irraggiamento

| GCI IRRAGGIAMENTO |         |          |         |        |         |                       |               |        |      |
|-------------------|---------|----------|---------|--------|---------|-----------------------|---------------|--------|------|
| MESH 0,25         |         | MESH 0,5 |         | MESH 1 |         | GRID CONVEGENCE INDEX |               |        |      |
| Time              | IR_5    | Time     | IR_5    | Time   | IR_5    | p                     | $\varepsilon$ | GCI    | GCI% |
| [s]               | [kW/m2] | [s]      | [kW/m2] | [s]    | [kW/m2] | [-]                   | [-]           | [-]    | [%]  |
| 523               | 0,75    | 523      | 0,84    | 523    | 13,08   | 7,07                  | 0,12          | 0,0011 | 0,11 |

Si evince come l'indice sia quasi pari all'1% nel caso della temperatura, e pari a 0,11% nel caso dell'irraggiamento.

Tale valore dovrebbe essere calcolato, ad ogni istante, per tutte le simulazioni, ma ciò equivarrebbe ad effettuarle con celle di dimensioni pari a 0,25 m. Di conseguenza, ammesso che le simulazioni dovrebbero essere effettuate con una maglia fine, vengono accettate quelle con dimensioni di 0,5 m, poiché i valori ottenuti risultano maggiori sia nel caso della temperatura che dell'irraggiamento.

Si ottiene così un maggior margine di sicurezza in quanto, se l'innescò fra i vari materiali non avviene a temperature e irraggiamenti maggiori, non avverrà sicuramente per valori inferiori.

## 7.7 RISULTATI SULLE DISTANZE DI SEPARAZIONE AL COPERTO

Le analisi sulle distanze di separazione al coperto, sono state effettuate su modelli fluidodinamici nel quale è stata inserita la reazione del focolare predefinito, con potenza termica pari a 50 MW; è questa la condizione da rispettare, qualora si vogliano utilizzare le distanze definite nella tabella 7.7-1.

Infatti, nel caso in cui, l'incendio sia controllato da combustibile, vengono imposte delle limitazioni dimensionali, al variare dei due fattori:

- $H$  = potere calorifico del materiale combustibile [MJ/kg];
- $A_f$  = superficie del combustibile esposta al fuoco [m<sup>2</sup>].

Saranno consentite le distanze di separazione, verificate nei capitoli precedenti, qualora la massima area di stoccaggio<sup>[15]</sup> sia pari a:

- 26 m<sup>2</sup> per 40 MJ/kg < H ≤ 50 MJ/kg;
- 34 m<sup>2</sup> per 33 MJ/kg < H ≤ 40 MJ/kg;
- 40 m<sup>2</sup> per 27 MJ/kg < H ≤ 33 MJ/kg;
- 50 m<sup>2</sup> per 23 MJ/kg < H ≤ 27 MJ/kg;
- 60 m<sup>2</sup> per 15 MJ/kg < H ≤ 23 MJ/kg;
- 90 m<sup>2</sup> per 10 MJ/kg < H ≤ 15 MJ/kg;
- 120 m<sup>2</sup> per H ≤ 10 MJ/kg.

Nel caso in cui l'incendio sia controllato dalla ventilazione, il progettista deve dimostrare che la potenza termica totale emanata sia inferiore a 50 MW.

Poste tali limitazioni, si definisce valida la distanza di separazione di 5 m qualora, al variare del fattore “percentuale apertura parete”, siano rispettate le limitazioni sull'altezza del fabbricato e sull'altezza dello stoccaggio.

Tabella 7.7-1 Limitazioni altezza fabbricato e altezza stoccaggio per una distanza di separazione di 5 m al variare della percentuale di apertura pareti

| DISTANZA DI SEPARAZIONE 5 m |                                |                            |                      |
|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Altezza fabbricato          | Massima altezza stoccaggio [m] |                            |                      |
|                             | 12,5% < P <sub>p</sub> ≤ 30%   | 30% < P <sub>p</sub> ≤ 50% | P <sub>p</sub> > 50% |
| [m]                         | [-]                            | [-]                        | [-]                  |
| 5                           | n.a                            | n.a                        | 3                    |
| 6                           | 2                              | 3                          | 4[1]                 |
| 7                           | 3                              | 4[1]                       | 4[1]                 |
| 8                           | 3                              | 4[1]                       | 4[1]                 |
| 9                           | 4                              | 4[1]                       | 4[1]                 |

[n.a] Non Ammissibile  
 [1] O l'altezza di quattro balle impilate tra loro, nel caso di rifiuti imballati

A seguito delle analisi effettuate nasce l'esigenza di definire la “percentuale apertura parete”, che verrà inserita nel capitolo “definizioni” della regolamentazione verticale.

<sup>[15]</sup> Tale valore deriva dal calcolo della potenza termica totale rilasciata da un incendio avente sviluppo controllato dal combustibile (vedi formula 28 dell'elaborato).



## CAPITOLO 8

### STOCCAGGIO AL CHIUSO

Per i fabbricati che dispongono di tutte le pareti si deve introdurre, nelle simulazioni, un ulteriore fattore di input, ovvero, la percentuale di apertura che garantisce lo smaltimento di fumo e calore e che dà luogo, nel linguaggio comune, ai “Sistemi Naturali Evacuazione Fumo e Calore” – SNEFC -, quei sistemi naturali che a causa del forte sbalzo termico tra l’interno dell’attività dove si sviluppa l’incendio e l’esterno, tendono a rompersi per permettere la fuoriuscita dei fumi.

I SENFC sono realizzati per funzionare nella fase di “pre-flashover”<sup>[16]</sup>, in cui si ipotizza che la quantità di fumo possa essere controllata e smaltita all'esterno.

#### 8.1 CONSIDERAZIONI NORMATIVE

Sia il Codice di prevenzione incendi che la norma UNI 9494 “Evacuatori Fumo e Calore”, fanno riferimento ad una superficie minima da garantire ad un’attività, per permettere l’evacuazione di tutti i fumi in caso di incendio.

##### 8.1.1. CODICE DI PREVENZIONE INCENDI S8 “CONTROLLO DI FUMI E CALORE”

Nel capitolo S8 del Codice di prevenzione incendi, al paragrafo S.8.5.2 - “Dimensionamento” - viene indicata la superficie utile minima complessiva di aperture che un fabbricato deve avere al variare della sua superficie in pianta e del carico di incendio contenuto nel locale.

| 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 $\text{m}^2$     |                                      |                                 |                                   |
| [2] Con A superficie lorda di ciascun piano del compartimento in $\text{m}^2$ |                                      |                                 |                                   |

Figura 8.1.1-1 Tipi di dimensionamento per le aperture di smaltimento (Tabella S.8-5 del C.P.I)

<sup>[16]</sup> Il termine flashover viene definito nella norma NFPA 101 come “Una fase dello sviluppo di un incendio al chiuso nella quale tutte le superficie esposte raggiungono la temperatura di accensione più o meno contemporaneamente e il fuoco si propaga rapidamente a tutto il compartimento”. Con il termine pre-flashover si intende la fase precedente al flashover.

Il Codice prevede quindi, una percentuale di aperture in funzione della superficie del locale, che varia da una percentuale del 2,5% (A/40) ad una massima del 4%(A/25).

### 8.1.2 NORMA UNI 9494 - “EVACUATORI DI FUMO E CALORE” -

La Norma UNI 9494 stabilisce la quantità minima di SENFC tramite la definizione dell’altezza libera da fumo. Questa deve superare di almeno 0,5 m le merci ed i materiali da proteggere e non può mai essere inferiore a 2,5 m.

La Norma introduce il concetto di SUT - “Superficie Utile Totale” -, corrispondente alla somma delle superfici utili di apertura degli ENFC, installati in uno stesso compartimento a soffitto. Tale superficie viene ricavata tramite il prospetto 2 della sopracitata norma, al variare di:

- T (min) – durata convenzionale dello sviluppo dell’incendio. A favore di sicurezza si considera la durata massima proposta dalla norma, ovvero superiore a 20 min.
- GD (gruppo di dimensionamento) – cambia al variare della velocità di propagazione. Anche in questo caso, a favore di sicurezza si considera una velocità di tipo “alto”.

| T (min)           | Gruppo di dimensionamento (GD)         |                     |                 |
|-------------------|--|---------------------|-----------------|
|                   | Velocità di propagazione dell’incendio |                     |                 |
|                   | bassa                                  | media <sup>a)</sup> | alta            |
| ≤5                | 1                                      | 2                   | 3               |
| ≤10               | 2                                      | 3                   | 4               |
| ≤15               | 3                                      | 4                   | 5               |
| ≤20 <sup>a)</sup> | 4                                      | 5 <sup>a)</sup>     | 5 <sup>b)</sup> |
| >20               | 5                                      | 5 <sup>b)</sup>     | 5 <sup>b)</sup> |

Figura 8.1.2-2 Gruppo di dimensionamento da norma UNI 9494

Determinato il gruppo di dimensionamento è possibile calcolare la superficie utile efficace, cioè la somma delle superfici utili di apertura degli evacuatori naturali installati a soffitto nel medesimo compartimento, in funzione dell’altezza del locale e dell’altezza desiderata libera da fumi.

Si riportano gli esempi della superficie minima utile nel caso dei modelli A e B supponendo, ad esempio, un’altezza del locale di 9 m ed un’altezza dello strato libero da fumi di 4,5 m (0,5 m sopra l’altezza di stoccaggio):

prospetto 2  $SUT_{EFC}$  per ogni compartimento a soffitto (Continua)

| Altezza del locale <sup>h)</sup><br>(m) | Altezza dello strato di fumo (m) | Altezza dello strato libero da fumo (m) | $SUT(m^2)$                |      |      |      |      |
|---|----------------------------------|---|---------------------------|------|------|------|------|
|   |                                  |   | Gruppo di dimensionamento |      |      |      |      |
| <i>h</i>                                | <i>z</i>                         | <i>y</i>                                | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 8,5                                     | 6,0                              | 2,5                                     | 1,4                       | 1,8  | 2,4  | 3,2  | 4,4  |
|   | 5,5                              | 3,0                                     | 2,0                       | 2,6  | 3,4  | 4,5  | 6,2  |
|   | 5,0                              | 3,5                                     | 2,7                       | 3,7  | 4,8  | 6,2  | 8,3  |
|   | 4,5                              | 4,0                                     | 3,3                       | 4,9  | 6,5  | 8,4  | 11,0 |
|   | 4,0                              | 4,5                                     | 4,1                       | 6,1  | 8,7  | 11,1 | 14,4 |
|   | 3,5                              | 5,0                                     | 5,0                       | 7,5  | 11,0 | 14,5 | 18,7 |
|   | 3,0                              | 5,5                                     | 5,9                       | 9,1  | 13,5 | 18,9 | 24,1 |
|   | 2,5                              | 6,0                                     | 7,5                       | 10,9 | 16,6 | 24,4 | 31,2 |
|   | 2,0                              | 6,5                                     | 10,2                      | 13,2 | 20,5 | 30,5 | 40,8 |
|   | 1,5                              | 7,0                                     | 13,9                      | 16,2 | 25,7 | 38,9 | 54,6 |
| 1,0                                     | 7,5                              | 20,0                                    | 22,0                      | 33,7 | 52,0 | 76,5 |      |
| 9,0                                     | 6,5                              | 2,5                                     | 1,3                       | 1,7  | 2,3  | 3,1  | 4,3  |
|   | 6,0                              | 3,0                                     | 1,9                       | 2,5  | 3,3  | 4,3  | 5,9  |
|   | 5,5                              | 3,5                                     | 2,5                       | 3,6  | 4,5  | 5,9  | 7,9  |
|   | 5,0                              | 4,0                                     | 3,2                       | 4,6  | 6,2  | 7,9  | 10,5 |
|   | 4,5                              | 4,5                                     | 3,9                       | 5,7  | 8,2  | 10,4 | 13,6 |
|   | 4,0                              | 5,0                                     | 4,7                       | 7,0  | 10,3 | 13,6 | 17,5 |
|   | 3,5                              | 5,5                                     | 5,5                       | 8,4  | 12,5 | 17,5 | 22,4 |
|   | 3,0                              | 6,0                                     | 6,9                       | 10,0 | 15,2 | 22,7 | 28,5 |
|   | 2,5                              | 6,5                                     | 9,1                       | 11,6 | 18,3 | 27,3 | 36,5 |
|   | 2,0                              | 7,0                                     | 12,1                      | 14,1 | 22,2 | 33,7 | 47,2 |
|   | 1,5                              | 7,5                                     | 16,4                      | 17,9 | 27,5 | 42,5 | 62,6 |
|   | 1,0                              | 8,0                                     | 23,3                      | 25,4 | 35,7 | 56,2 | 83,9 |

Figura 8.1.2-3 Prospetto 2, da norma UNI 9494

Tale superficie corrisponde ad:

- una percentuale del 4,25% per il modello A;
- una percentuale del 2,7 % per il modello B.

Di conseguenza, a sfavore di sicurezza, le prime simulazioni saranno effettuate con una percentuale di apertura pari al 2,5%, ovvero, il quarantesimo della superficie in pianta previsto dal Codice per un compartimento con carico di incendio inferiore a 600 MJ/m<sup>2</sup> ed un valore simile a quello previsto dalla norma UNI 9494 per il modello A.

## 8.2 MODELLAZIONE

Si sono modellate le aperture che permettessero l'evacuazione dei fumi tramite il comando "Hole", previsto dal software PyroSim.

Nello specifico, le aperture sono state modellate come finestre nella parte alta dell'edificio, in quanto dei lucernai sarebbero stati a favore di sicurezza.

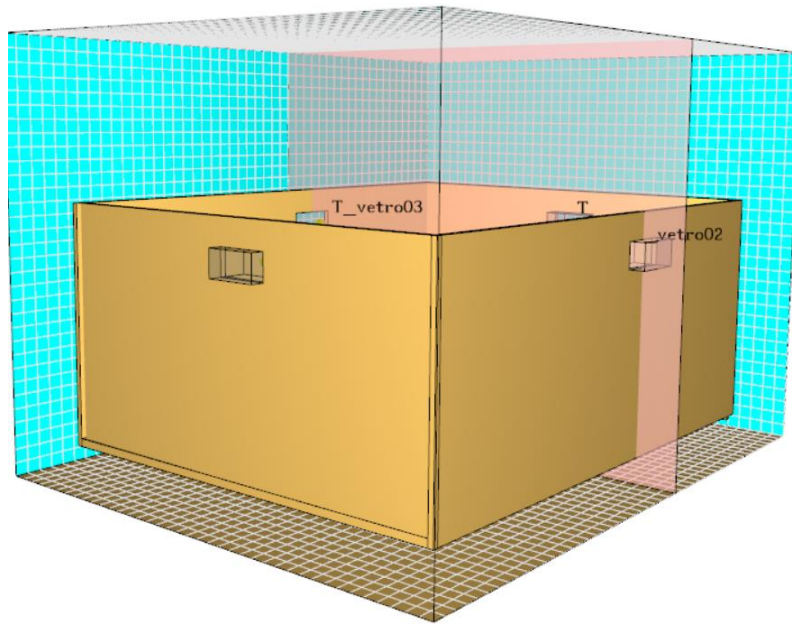


Figura 8.2-1 Modello A da Pyrosim con pareti finestrate

Come si nota nell'immagine, ad ogni buco è stato associato un device di temperatura, denominato "T\_vetro". Tale device è servito a sua volta per attivare un "control", un parametro che determina l'apertura del vetro solo oltre una soglia.

Tale soglia è stata posta a 180°C, poiché è riconosciuto che un vetro normale si rompe, per shock termico, quando la variazione fra temperatura esterna ed interna supera i 70°C. A favore di sicurezza è ulteriormente stato posto il valore di 180°C.

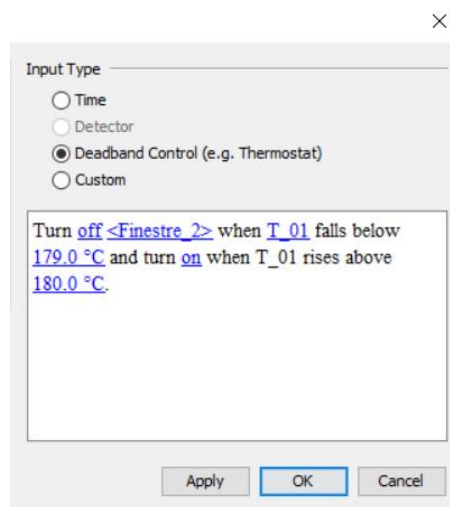


Figura 8.2-2 Impostazione controllo, da Pyrosim.

Per evitare che all'oscillare della temperatura i "buchi" si aprano e chiudano, una volta calcolato il tempo necessario per raggiungere i 180°C (tramite il controllo in figura 8.2-2), è stato attribuito ad ogni singola finestra un controllo che comandi l'apertura nel tempo di raggiungimento dei 180°C.

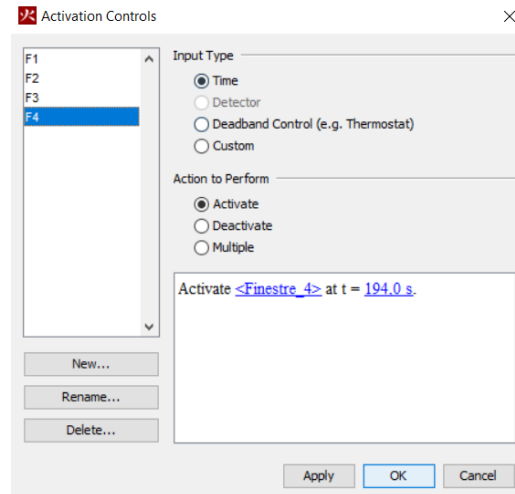


Figura 8.2-3 Impostazione controllo tramite tempo, da Pyrosim

Inoltre, essendo stato modellato un edificio con la presenza di tutte le pareti, si è deciso di modellare delle masse, all'interno di esso, che simulassero la presenza degli stoccaggi, poiché questi potrebbero far variare i risultati del moto dei fumi prodotti dall'evento.

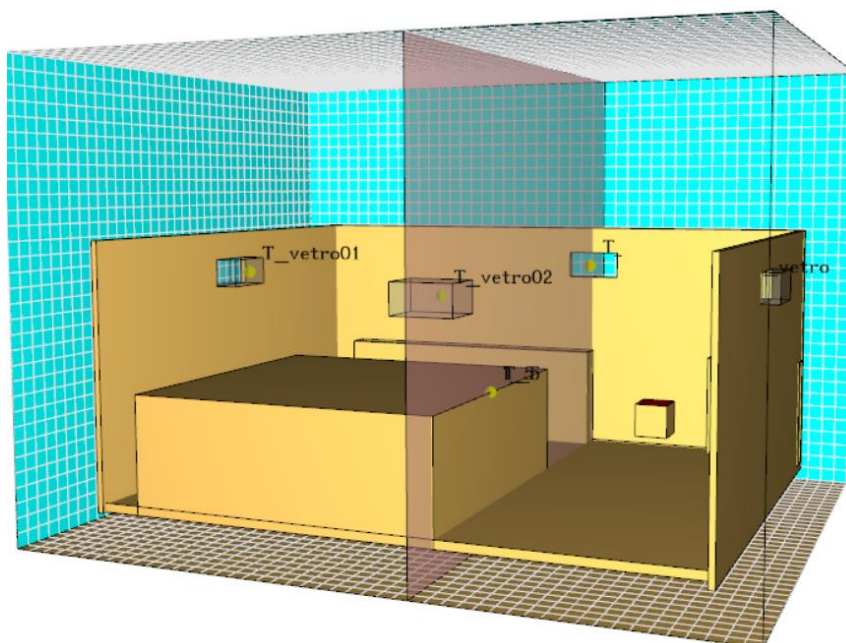


Figura 8.2-4 Modello con masse, da Pyrosim

Dall'immagine soprastante si nota anche la presenza di due slices sovrapposte per misurare, lungo il piano, i valori di temperatura e di velocità a 5 m di distanza dal focolare.

Infine, prima di procedere a tutte le simulazioni necessarie, è stata effettuata una misura della dispersione di flusso termico tramite device di tipo solido a differenza di quello utilizzato fino ad ora (di tipo gas). Risulta come l'irraggiamento dovuto alla fase gassosa sia di gran lunga superiore a quello dovuto alla fase solida, di conseguenza, a favore di sicurezza, si tiene conto dei valori determinati dal "gas-phase devices".

### 8.3 SUT = 2,5%

Come anticipato nei paragrafi precedenti, si è prima impostata una superficie totale utile, pari a un quarantesimo della superficie del locale.

Le simulazioni vengono effettuate inizialmente sul modello A, considerando una massima altezza del fabbricato di 9 m ed una massima altezza di stoccaggio di 4 m.

Tabella 8.3-1 Simulazione A/40=2,5% modello A, altezza fabbricato 9 m e altezza stoccaggio 4 m

| SIMULAZIONI EFFETTUATE |           |           |              |              |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| SUPERFICIE UTILE       | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| [%]                    | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| A/40=2,5%              | 20        | 16        | 9            | 4            |

La simulazione mostra come si verifichi l'innesco del materiale stoccato nelle vicinanze; ciò si evidenzia, anche, dai risultati ottenuti tramite la slice di temperatura tracciata a una distanza di 5 m dal bruciatore.

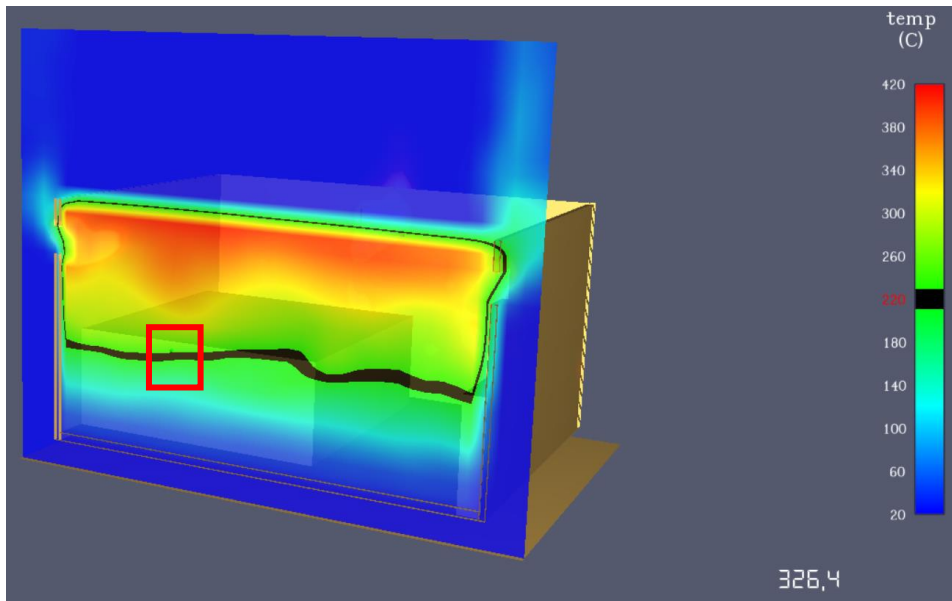


Figura 8.3-1 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m (SUT=2,5%)

Nel piano passante, ad una distanza di 5 m dal bruciatore, tramite una scala cromatica di colori, vengono indicate le temperature raggiunte in ogni punto. La linea di contorno nera, nella figura che precede, indica il contorno dello spazio che ha raggiunto la temperatura di 220°C. All'interno del riquadro rosso della figura, sono contenuti i devices di temperatura e irraggiamento che monitorano la temperatura; si noti come già a un  $t=326,4$  s, si raggiungono le temperature necessarie per l'innesco.

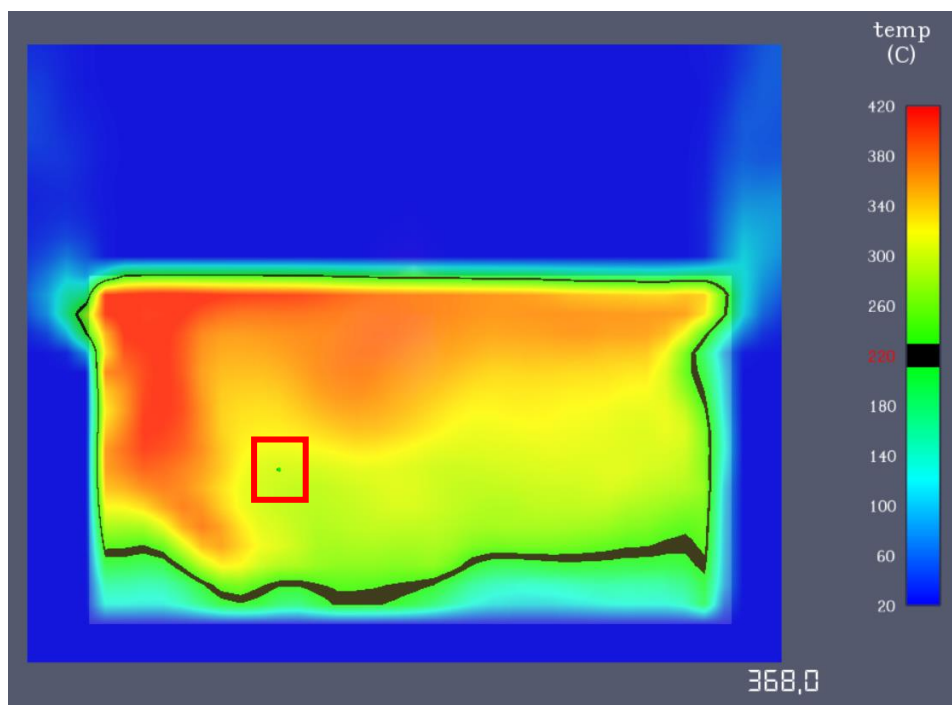


Figura 8.3-2 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m (SUT=2,5%)

Andando avanti nella simulazione, si nota come la temperatura di accensione minima raggiunga, addirittura, la quota del pavimento. Infatti, visualizzando la restituzione grafica dei risultati (figura sottostante), si evidenzia come l'altezza dei fumi riempia il locale e non sia garantito un adeguato spazio libero dagli stessi.

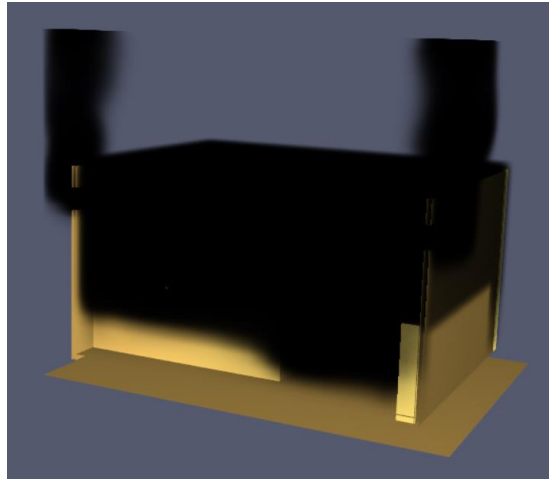


Figura 8.3-3 Visualizzazione Smoke 3D per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m (SUT=2,5%)

I medesimi risultati si raggiungono anche variando l'altezza di stoccaggio a 2 m.

Tabella 8.3-2 Simulazione A/40=2,5% modello A, altezza fabbricato 9 m e altezza stoccaggio 2 m

| SIMULAZIONI EFFETTUATE |           |           |              |              |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| SUPERFICIE UTILE       | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | HS TOCCAGGIO |
| [%]                    | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| A/40=2,5%              | 20        | 16        | 9            | 2            |

Anche in questo caso viene superata la soglia di 220°C, ad un t= 450,1 s.

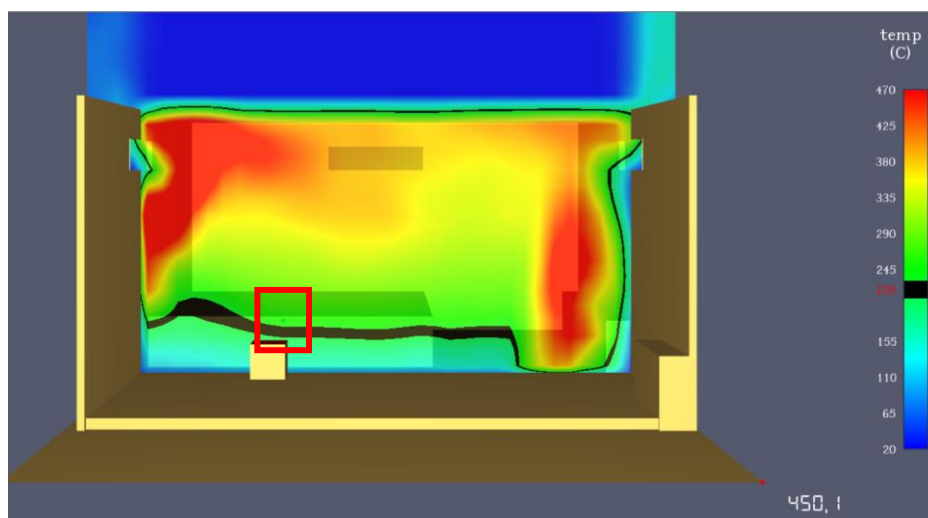


Figura 8.3-4 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 2 m (SUT=2,5%)



Non essendo tali risultati ammissibili, si deduce come il locale abbia bisogno di una maggiore superficie di aerazione.

### 8.4 SUT = 5%

Per il caso di superficie totale utile, pari ad un ventesimo della superficie in pianta, vengono effettuate più simulazioni partendo da un'altezza di fabbricato di 9 m e variando l'altezza di stoccaggio.

Tabella 8.4-1 Simulazioni A/20=5% modello A, altezza fabbricato 9 m, mesh con dimensioni 0,5 m

| SIMULAZIONI EFFETTUATE |           |           |              |              |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| SUPERFICIE UTILE       | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | HS TOCCAGGIO |
| [%]                    | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| A/20=5%                | 20        | 16        | 9            | 4            |
| A/20=5%                | 20        | 16        | 9            | 3            |
| A/20=5%                | 20        | 16        | 9            | 2            |

In questo caso le condizioni utilizzate non risultano ammissibili; vengono di seguito mostrate le tre slices di temperatura, poste a distanza 5 m dal bruciatore, ottenute dalle simulazioni, dove la linea nera racchiude le temperature che hanno già superato i 220°C.

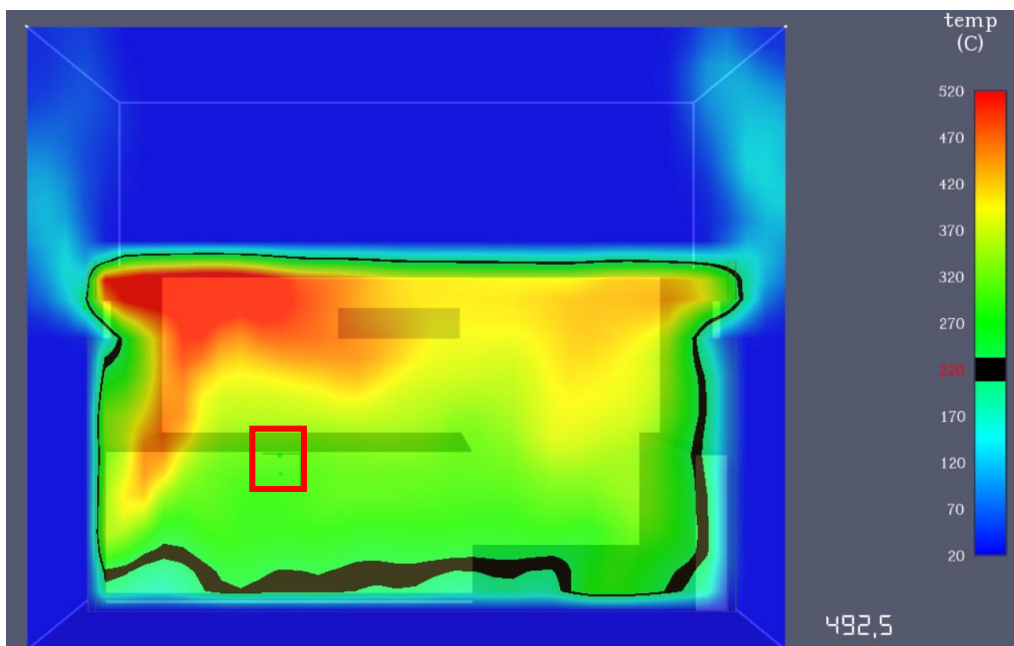


Figura 8.4-1 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9m e altezza di stoccaggio di 4m (SUT=5%)

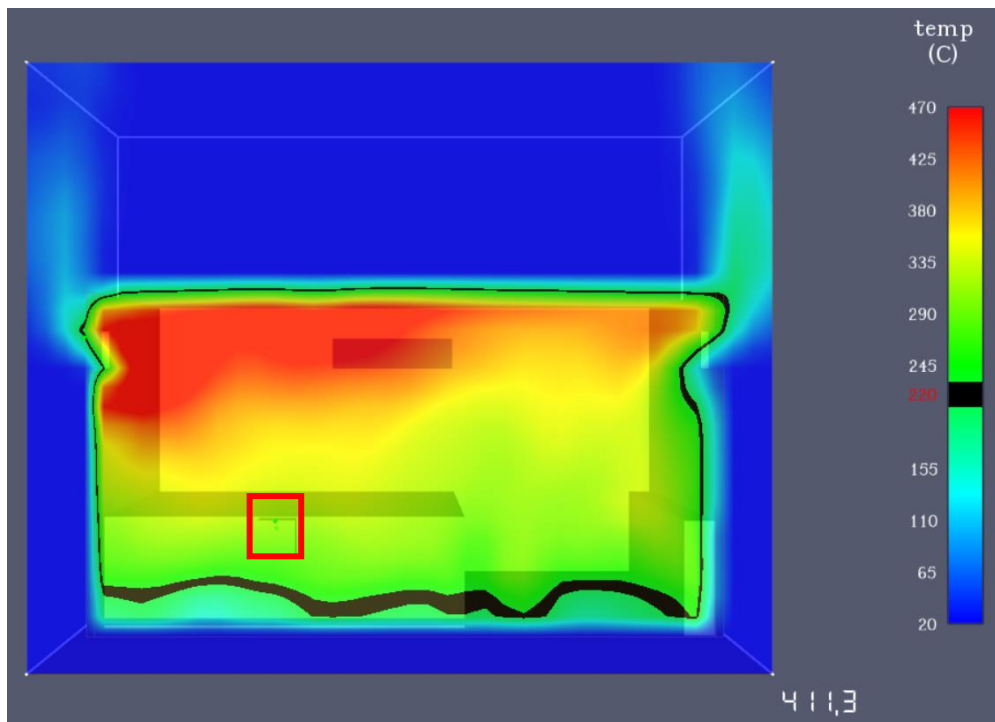


Figura 8.4-2. Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 3 m (SUT=5%)

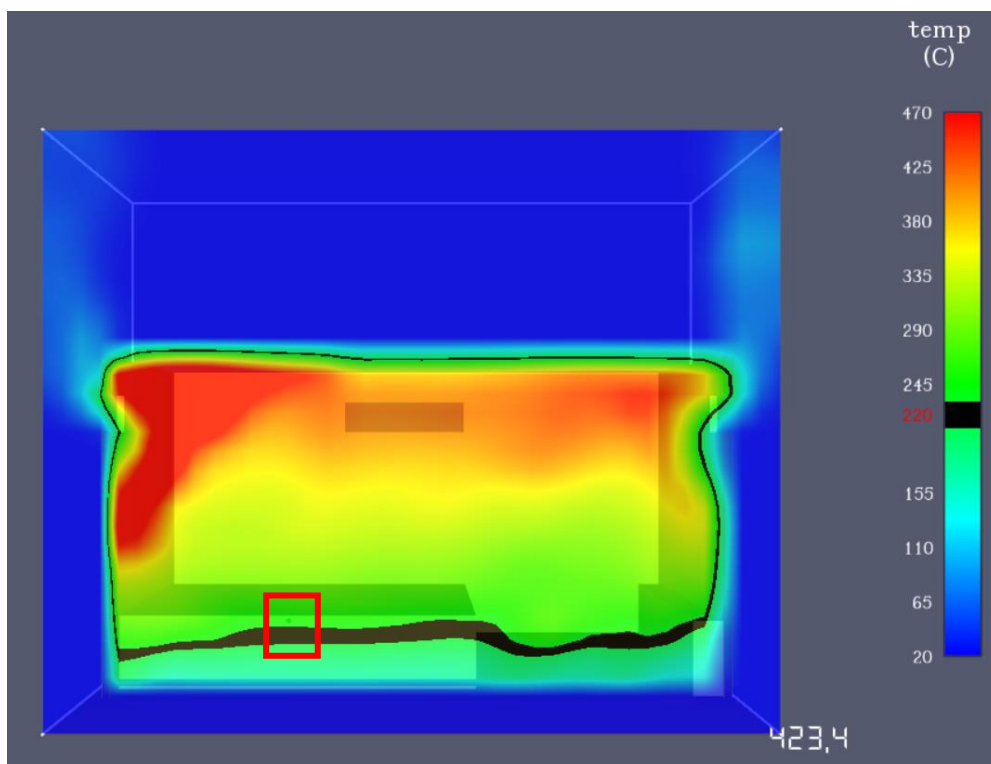


Figura 8.4-3 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 2 m (SUT=5%)

Non essendosi, con le superiori condizioni, ottenuta la verifica auspicata, si procede alla simulazione con un ampliamento delle aperture di aereazione.

## 8.5 SUT = 10%

Sono state effettuate le seguenti simulazioni sul modello A.

Tabella 8.5-1 Simulazioni A/10=10% modello A, dimensioni mesh 0,5 m

| SIMULAZIONI EFFETTUATE |           |           |              |              |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| SUPERFICIE UTILE       | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| [%]                    | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| A/10=10%               | 20        | 16        | 9            | 4            |
| A/10=10%               | 20        | 16        | 9            | 3            |
| A/10=10%               | 20        | 16        | 9            | 2            |

Anche in questo caso non si ottengono risultati positivi.

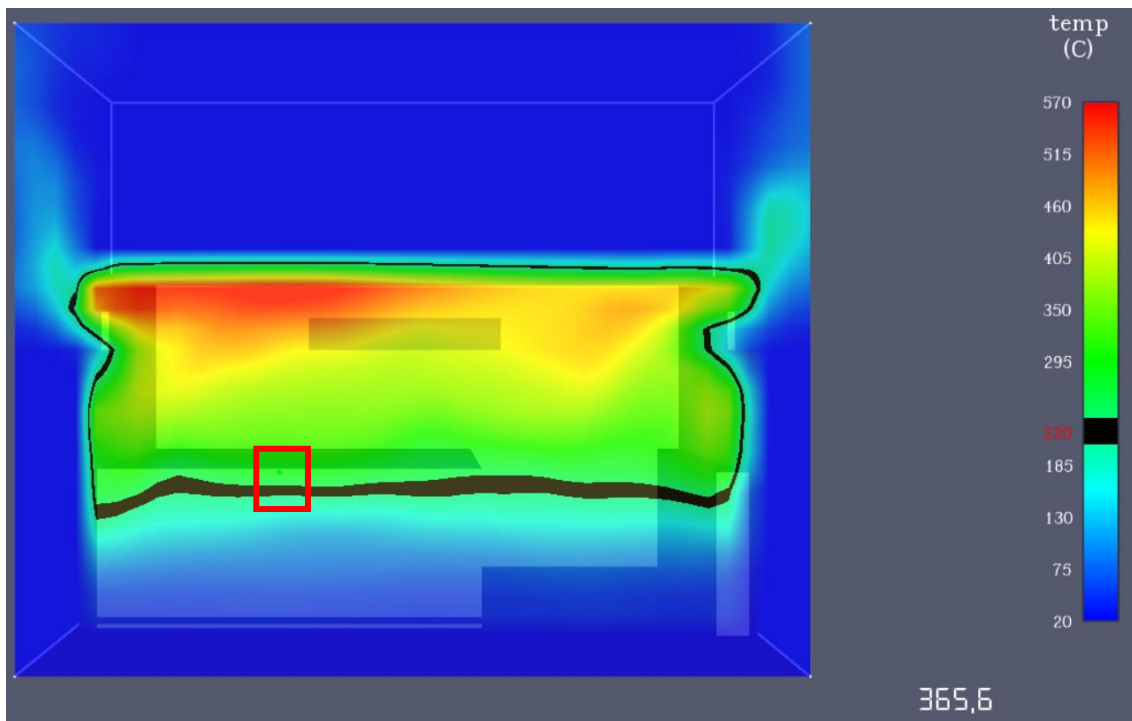


Figura 8.5-1 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9m e altezza di stoccaggio di 4m (SUT=10%)

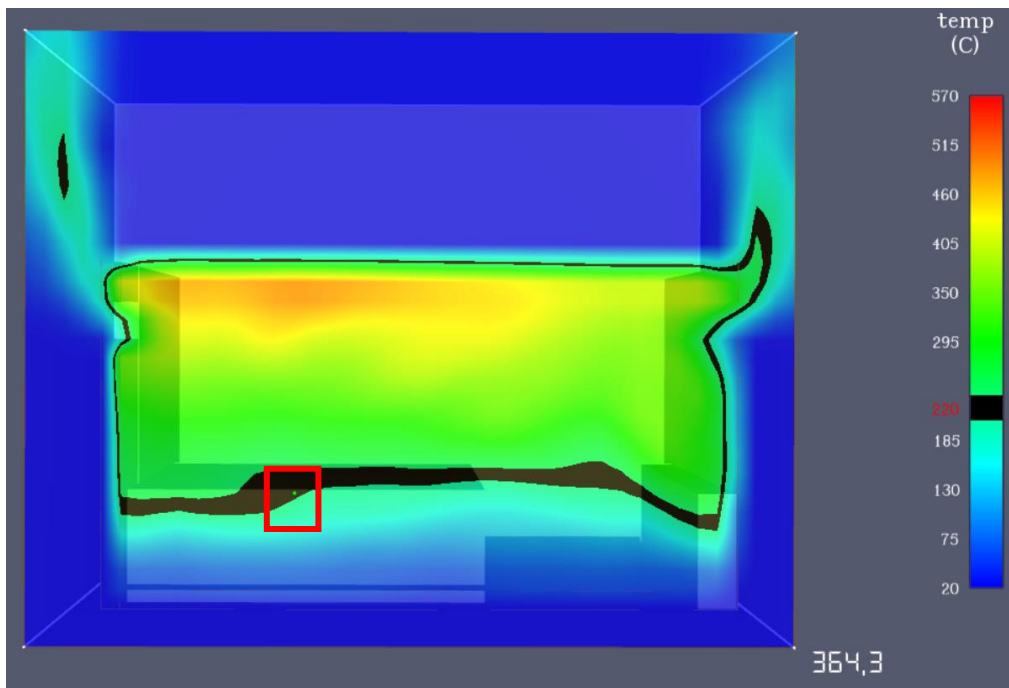


Figura 8.5-2 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 3 m (SUT=10%)

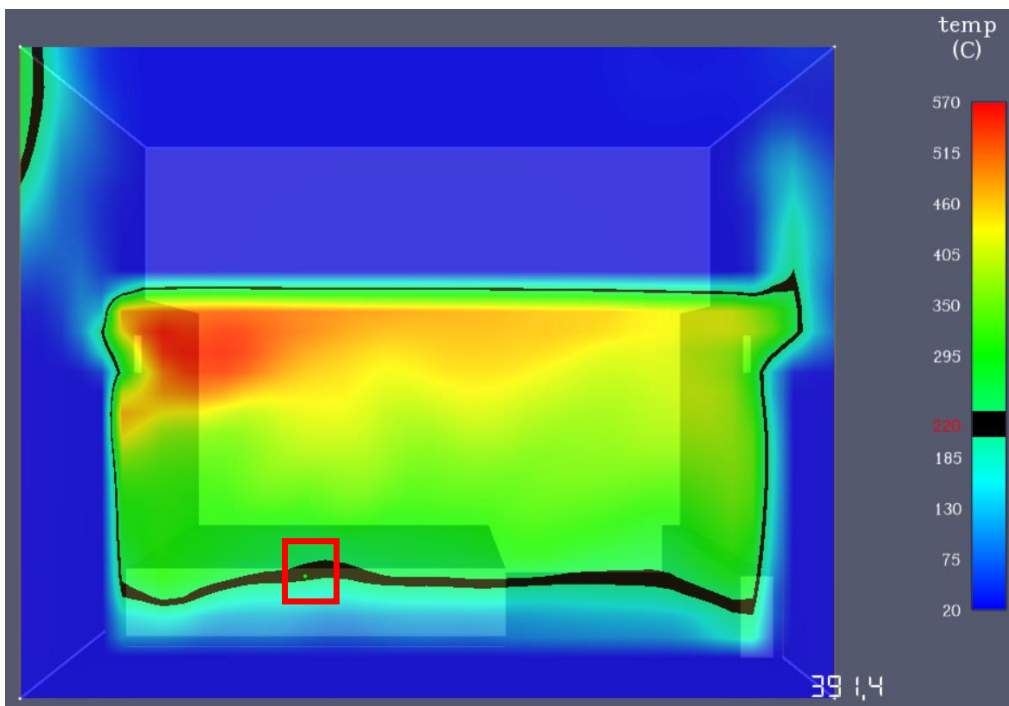


Figura 8.5-3 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 2 m (SUT=10%)

Tutte e tre le slices che precedono, a tempi differenti, mostrano come il device raggiunga e superi la temperatura di 220°C ad una distanza di 5 m dal bruciatore.

A questo punto, per valutare la veridicità delle soluzioni, non essendo verificata nessuna di queste, si è proceduto a variare il dominio computazionale, utilizzando celle di dimensioni di 0,25 m anziché di 0,5 m.

Viene effettuato un confronto fra i differenti valori di temperatura ottenuti dal sensore posto a 5 m dal bruciatore, al variare del dominio computazionale.

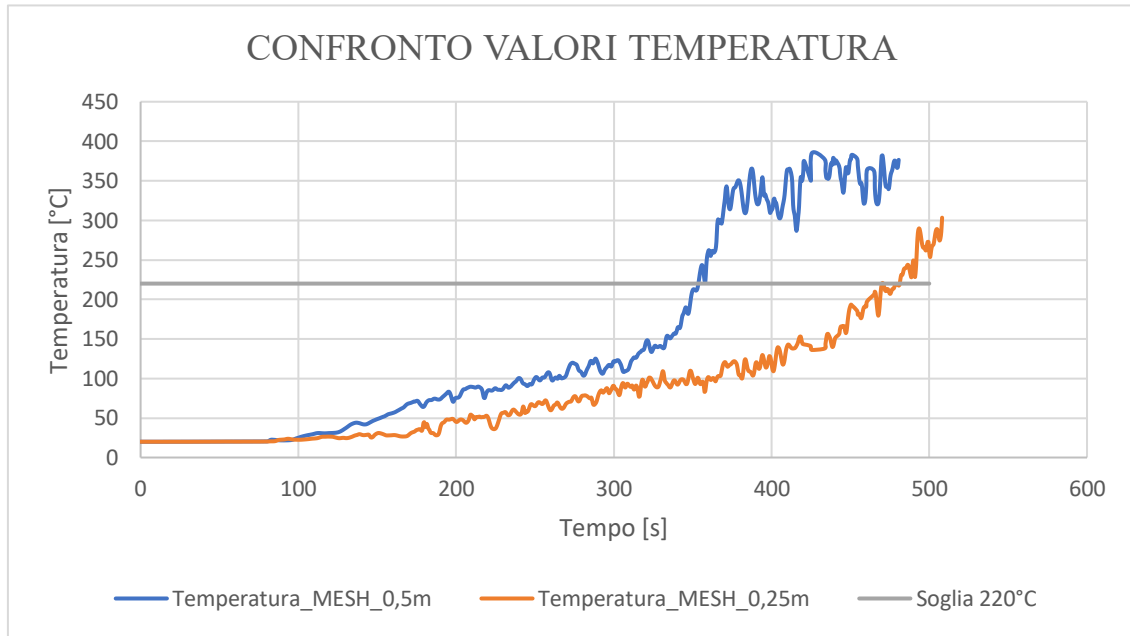


Figura 8.5-4 Grafico confronto valori di temperatura in due simulazioni con mesh di dimensioni 0,5m e 0,25m

Si nota, come, pur superando il valore soglia di 220°C, la simulazione effettuata con celle più piccole dia risultati molto più bassi.

Di conseguenza, non reputando attendibile i risultati ottenuti dalle simulazioni con celle di dimensioni 0,5m, le stesse vengono ri-effettuate con celle di dimensioni di 0,25 m<sup>[17]</sup>.

Tabella 8.5-2 Simulazioni A/10=10% modello A, dimensioni mesh 0,25 m

| SIMULAZIONI EFFETTUATE A/10 MESH 0,25 |           |           |              |             |
|---------------------------------------|-----------|-----------|--------------|-------------|
| SUPERFICIE UTILE                      | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | HSTOCCAGGIO |
| [%]                                   | [m]       | [m]       | [m]          | [m]         |
| A/10=10%                              | 20        | 16        | 9            | 4           |
| A/10=10%                              | 20        | 16        | 9            | 3           |
| A/10=10%                              | 20        | 16        | 9            | 2           |

<sup>[17]</sup> Le simulazioni con A= 2,5% e A=5% non vengono ripetute, in quanto se non risulta verificata la condizione di A=10% non lo saranno nemmeno le simulazioni più restrittive.

Non si ripete la simulazione con altezza di stoccaggio pari a 4 m, essendo già stata dimostrata, la non corrispondenza della stessa, nel grafico 8.5-4.

Si riportano i risultati per un'altezza di stoccaggio pari a 3 m e 2 m.

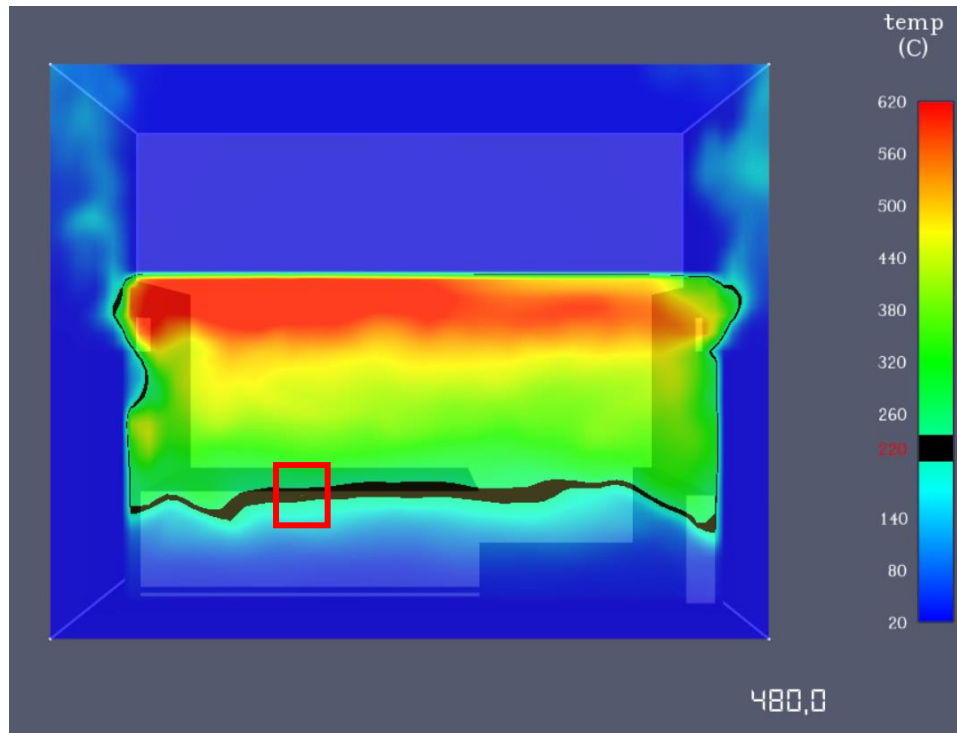


Figura 8.5-5 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 3 m, mesh 0,25 m (SUT=10%)

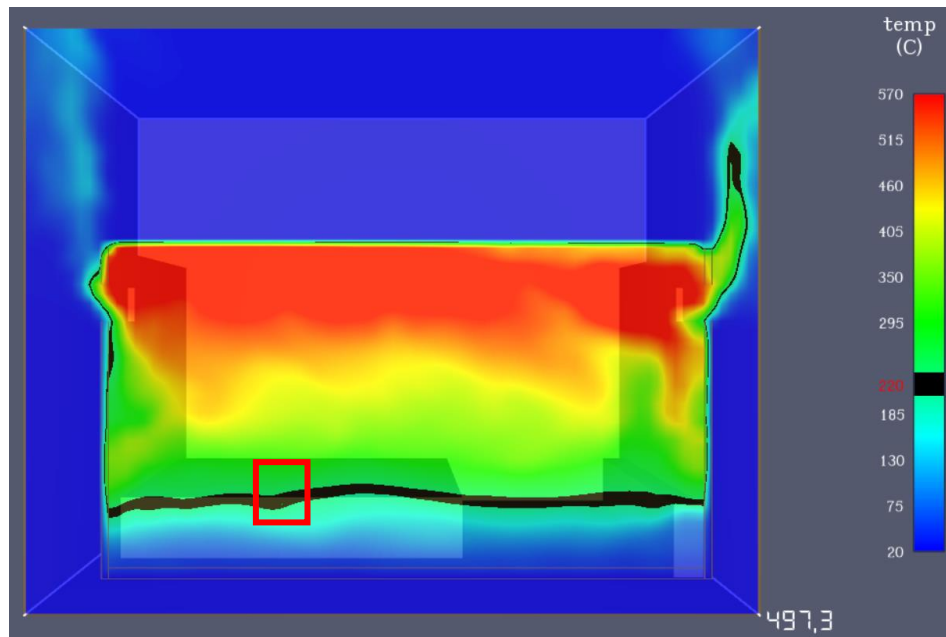


Figura 8.5-6 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 22 m, mesh 0,25 m (SUT=10%)

Dalle figure soprastanti si nota come le condizioni di non innesco non sono verificate; si procede quindi ad ampliare le superfici per l'evacuazione di fumo e calore.

### 8.6 SUT = 12,5%

Anche con una percentuale di apertura pari a 12,5% vengono effettuate delle simulazioni con celle di dimensioni di 0,25 m.

Tabella 8.6-1 Simulazioni A/8=12,5% modello A, dimensioni mesh 0,25 m

| SIMULAZIONI EFFETTUATE A/8 MESH 0,25 |           |           |              |              |
|--------------------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| SUPERFICIE UTILE                     | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| [%]                                  | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| A/8=12,5%                            | 20        | 16        | 9            | 4            |

Si riportano i risultati ottenuti.

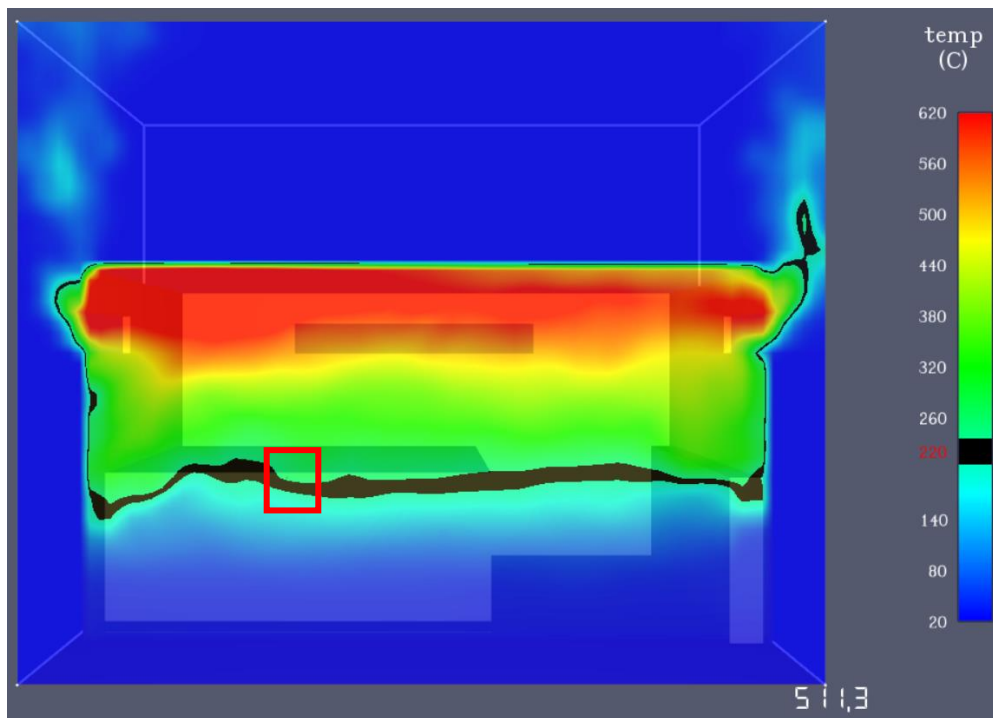


Figura 8.6-1 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m, mesh 0,25 m (SUT=12,5%)

Alla luce di quanto precede, non ottenendosi risultati con alcuna delle condizioni sopra utilizzate, si è pervenuti alla conclusione che le stesse potessero essere troppo restrittive.

Si procede, quindi, a ri-effettuare le simulazioni includendo delle aperture permanenti alla base del modello, che permettano il ricambio dell'aria così come previsto dalla norma

UNI 9494 – “L’aria esterna di ricambio deve affluire nel locale ad altezza del pavimento in modo naturale, tramite apposite aperture”-.

## 8.7 SIMULAZIONI CON APERTURA DI RICAMBIO ARIA

In primo luogo, sono state modellate le griglie di areazione permanenti alla base del modello. La superficie di tali griglie è pari alla superficie della SUT ipotizzata.

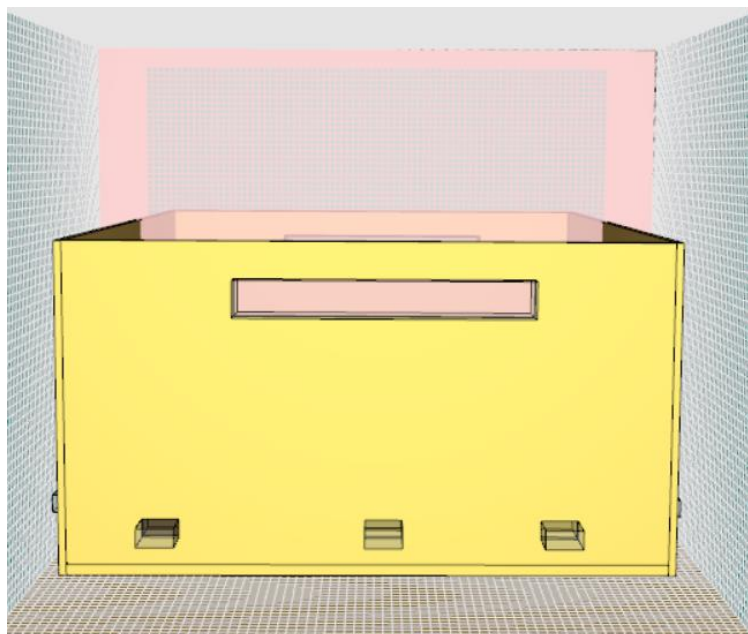


Figura 8.7-1 Modellazione griglie per ricambio dell’aria

Viene, quindi, effettuata la prima simulazione su un modello con percentuale di areazione pari ad un decimo della superficie in pianta.

Tabella 8.7-1 Simulazioni A/10=10 % modello A, dimensioni mesh 0,25 m, con ricambio dell’aria

| SIMULAZIONI EFFETTUATE A/8 MESH 0,25 |           |           |              |              |
|--------------------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| SUPERFICIE UTILE                     | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| [%]                                  | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| A/10=10%                             | 20        | 16        | 9            | 4            |

Viene riportata di seguito la slice che indica i valori di temperatura al tempo t= 540 s.



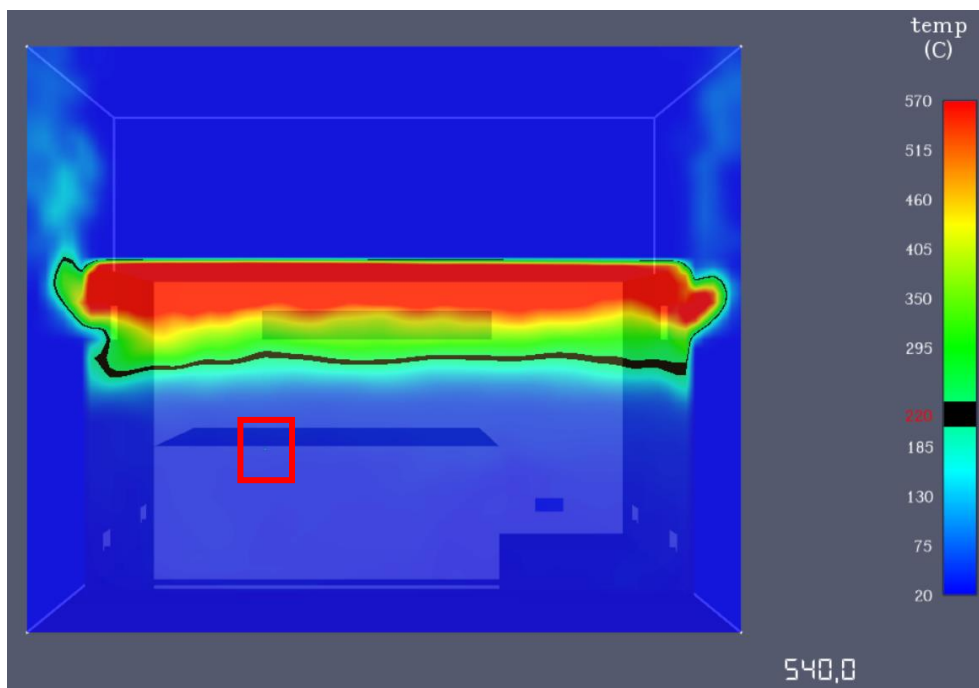


Figura 8.7-2. Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m, mesh 0,25 m (SUT=10%).

È subito visibile come i fumi non stratificano al di sotto dell'altezza di stoccaggio e come i rifiuti stoccati ad una distanza di 5 m dal bruciatore non raggiungano l'innesco a causa della temperatura.

A questo punto sono state nuovamente effettuate le simulazioni con valori di SUT pari, rispettivamente, ad un quarantesimo ed un ventesimo, per valutare se sono ammesse soluzioni meno restrittive.

Tabella 8.7-2 Simulazioni A/20 e A/40 modello A, dimensioni mesh 0,25 m, con ricambio dell'aria

| SIMULAZIONI EFFETTUATE MESH 0,25 CON RICAMBIO DELL'ARIA |           |           |              |              |
|---|-----------|-----------|--------------|--------------|
| SUPERFICIE UTILE  | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | HS TOCCAGGIO |
| [%]   | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| A/20= 5%  | 20        | 16        | 9            | 4            |
| A/40= 2,5%  | 20        | 16        | 9            | 4            |

**Le simulazioni risultano verificate;** si mostrano di seguito le slices della temperatura ottenute.

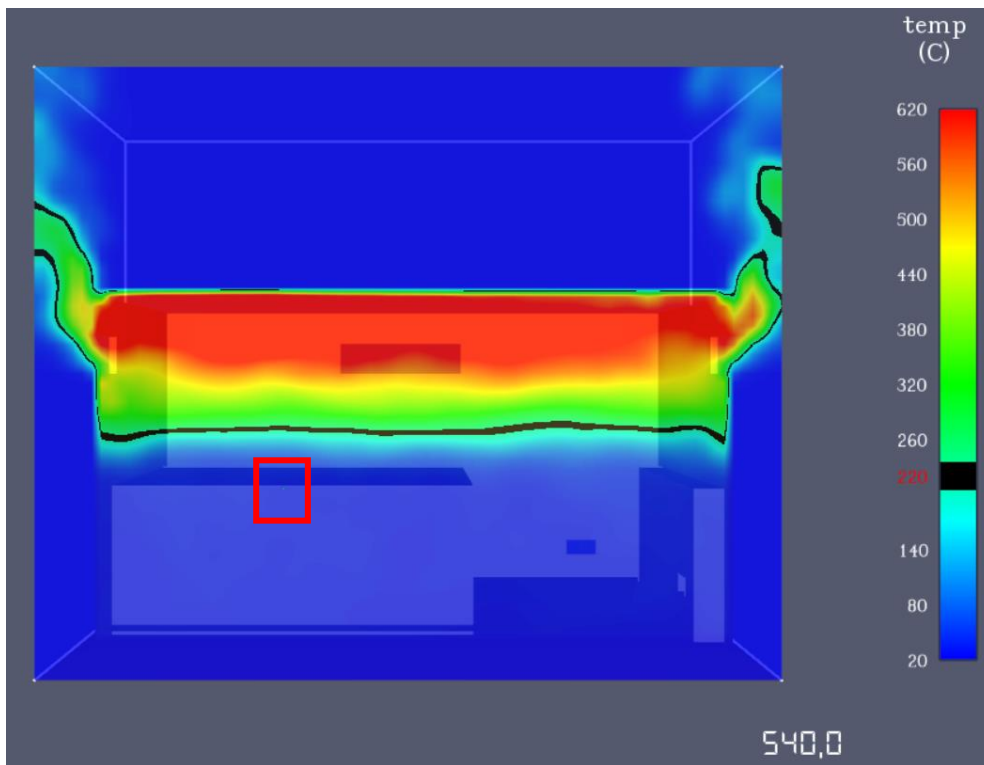


Figura 8.7-3. Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m, mesh 0,25 m (SUT=5%)

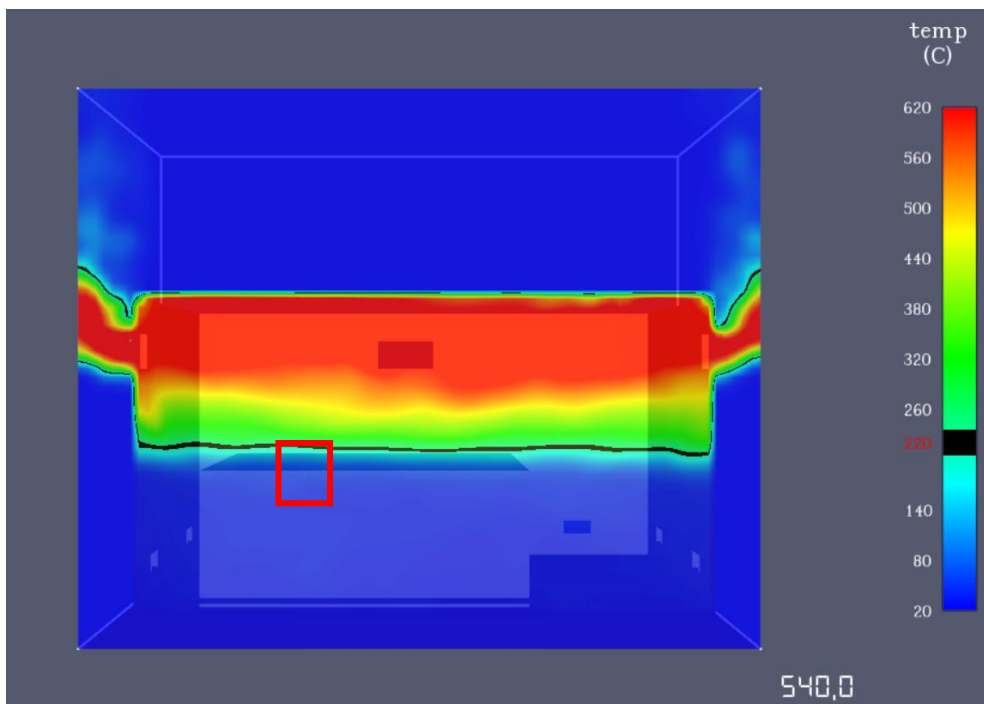


Figura 8.7-4 Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9m e altezza di stoccaggio di 4 m, mesh 0,25 m (SUT=2,5%)

In entrambi i casi, il materiale stoccato a 5 m di distanza, con altezza massima di stoccaggio di 4 m, risulta non innescarsi a causa delle temperature.

L'innesco non avviene nemmeno per il fenomeno dell'irraggiamento. Infatti, dai valori misurati da devices posti ad una distanza di 5 m dal focolare e ad un'altezza di 4 m, si nota come non viene mai superato il valore soglia di 12,6 kW/m<sup>2</sup>.

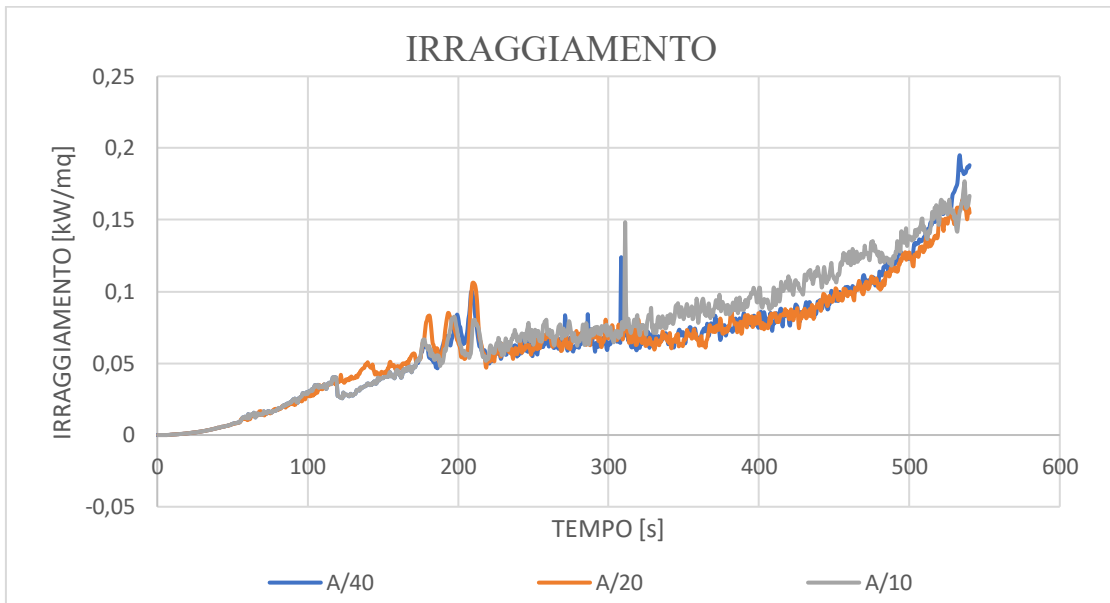


Figura 8.7-5 Valori di irraggiamento di un bersaglio posto a 5 m dal focolare al variare della superficie utile totale, modello A

I dati ottenuti vengono validati anche con il modello B, di dimensioni 10 m x 50 m.

Tabella 8.7-3 Simulazioni modello B, dimensioni mesh 0,25 m, con ricambio dell'aria

| SIMULAZIONI EFFETTUATE CON RICAMBIO DELL'ARIA CON MESH 0,25 m |           |           |              |              |
|---|-----------|-----------|--------------|--------------|
| SUPERFICIE UTILE  | LUNGHEZZA | LARGHEZZA | H FABBRICATO | H STOCCAGGIO |
| [%]   | [m]       | [m]       | [m]          | [m]          |
| A/10= 10%   | 50        | 10        | 9            | 4            |
| A/20= 5%  | 50        | 10        | 9            | 4            |
| A/40= 2,5%  | 50        | 10        | 9            | 4            |

I modelli appaiono tutti verificati. Vengono di seguito riportati dei grafici che sintetizzano l'andamento delle temperature e dell'irraggiamento a 5 m dal focolare ed a 4 m d'altezza (massima altezza ipotizzata per lo stoccaggio).

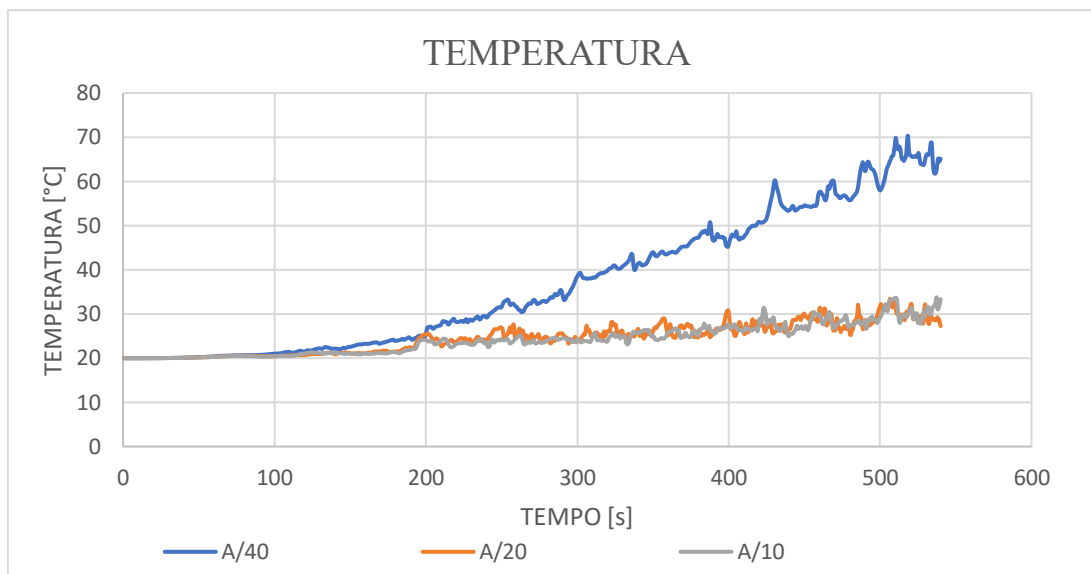


Figura 8.7-6 Valori di temperatura di un bersaglio posto a 5m dal focolare al variare della superficie utile totale, modello B

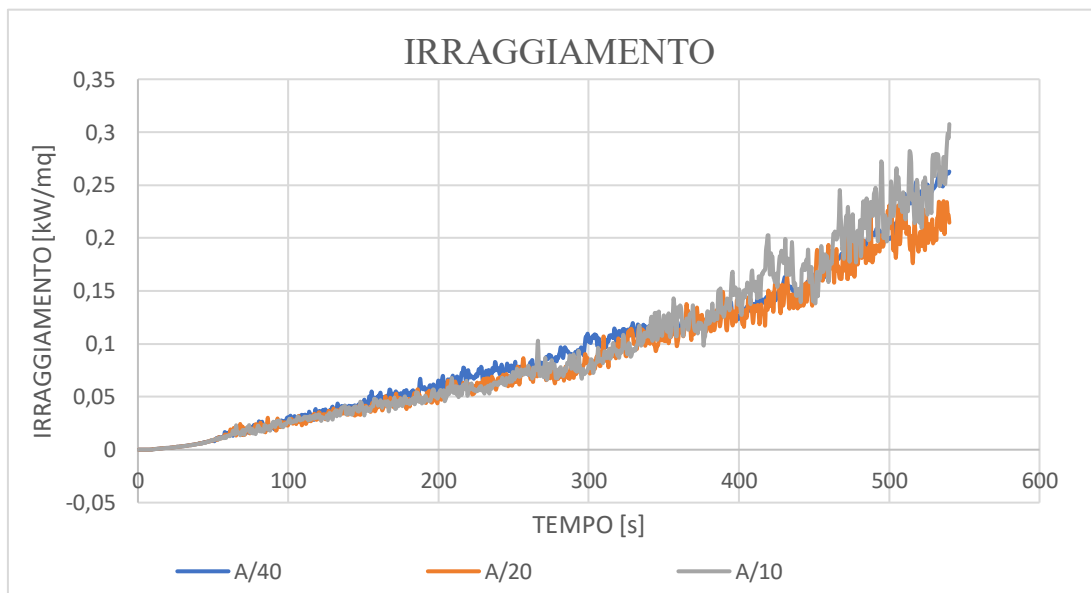


Figura 8.7-7 Valori di irraggiamento di un bersaglio posto a 5m dal focolare al variare della superficie utile totale, modello B

Di conseguenza risulta valida la distanza di separazione di 5 m qualora il modello sia dimensionato con la SUT prevista dalla norma UNI 9494.

## 8.8 RISULTATI SULLA DISTANZA DI SEPARAZIONE AL CHIUSO

In conclusione, per le distanze di separazione al chiuso, è **permessa una distanza di separazione di 5 m**, qualora:

- siano mantenute tutte le limitazioni dimensionali concernenti massima lunghezza, massima larghezza e massima altezza di stoccaggio;
- il locale abbia un'adeguata ventilazione; tale condizione viene raggiunta qualora il progettista rispetti il livello di prestazione III del capitolo S8 del Codice di prevenzione incendi.

Anche in questo caso, valgono le ipotesi avanzate al paragrafo 7.7; il progettista deve verificare che la potenza termica, emanata dal combustibile, sia inferiore a 50 MW se l'incendio risulti controllato dalla ventilazione; se invece viene controllato dal combustibile, dovrà imporre delle limitazioni dimensionali sull'area occupata dallo stoccaggio.



## PARTE IV - REGOLA TECNICA VERTICALE V9

### REGOLE TECNICHE VERTICALI

#### Capitolo V9<sup>[18]</sup>. Attività di stoccaggio rifiuti

---

Scopo e campo di applicazione

---

Definizioni

---

Classificazioni

---

Profili di rischio

---

Strategia antincendio

---

Riferimenti

---

---

<sup>[18]</sup> Le regole tecniche verticali vengono numerate in ordine progressivo in fase di redazione del decreto. Attualmente sono 8 le RTV inserite nella sezione “V” del Codice di prevenzione incendi; per tale motivo viene assegnato il numero 9.

---

## V.9.1 Scopo e campo di applicazione

1. La presente regola tecnica verticale reca disposizioni di prevenzione incendi riguardanti i depositi di rifiuti con superficie superiore a 3.000 m<sup>2</sup> o contenenti materiale combustibile superiore a 20.000 kg. [1]

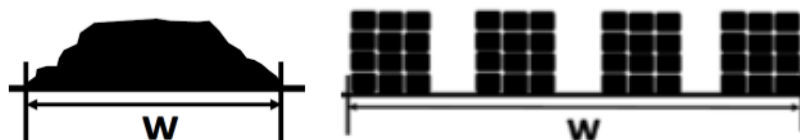
Nota: [1] Corrisponde all'attività di cui all'Allegato I del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151, individuata con il numero 81.

---

## V.9.2 Definizioni

1. Si rimanda per le definizioni di rifiuto, rifiuto urbano, rifiuto speciale, rifiuto pericoloso, trattamento e smaltimento, alle definizioni indicate nell'Allegato IV del D.lgs. 152/06.

2. Stoccaggio: attività, anche temporanea, di conservazione di sostanze con l'intento d'impiegarle all'interno dell'azienda, di trasportarle o di consegnarle a terzi.



*Figura V.9.2-1: Esempio stoccaggio rifiuti sciolti e imballati*

3. Stoccaggio all'aperto: stoccaggio di materiale a cielo aperto.
4. Stoccaggio al coperto: stoccaggio di materiale sotto tettoia, ovvero, in un fabbricato che non presenta tutte le chiusure perimetrali.
4. Stoccaggio al chiuso: stoccaggio di materiale all'interno di un edificio, che non presenta né le caratteristiche di stoccaggio all'aperto né quelle di stoccaggio coperto.
5. Stoccaggio in contenitori: stoccaggio all'aperto, al chiuso o al coperto in contenitori adatti per il materiale.
6. Stoccaggio in baia: stoccaggio di materiali all'aperto, al chiuso o al coperto delimitato da almeno due pareti.



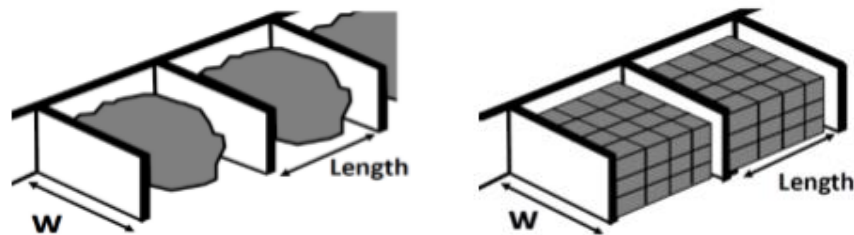


Figura V.9.2-2: Esempio stoccaggio in baia di rifiuti sciolti e imballati

7. Altezza di stoccaggio: distanza fra il pavimento ed il bordo superiore della più alta unità di stoccaggio.

8. Percentuale apertura pareti “Pp”: percentuale di parete verticale assente nel fabbricato rispetto al perimetro totale dello stesso.

Sono definite “aree a rischio specifico” tutte le aree in cui si effettua trattamento, smaltimento e/o recupero rifiuti.

---

### V.9.3 Classificazioni

1. Ai fini della presente regola tecnica, le attività di stoccaggio rifiuti sono classificate come segue:

a) in relazione alla superficie lorda utile A:

AA:  $3.000 \text{ m}^2 < A \leq 5.000 \text{ m}^2$ ;

AB:  $5.000 \text{ m}^2 < A \leq 10.000 \text{ m}^2$ ;

AC:  $A > 10.000 \text{ m}^2$ ;

b) in relazione all’ubicazione:

UA: centro urbanizzato;

Nota Ad esempio attività inserita in un centro abitato.

UB: insediamenti industriali e artigianali;

UC: insediamenti agricoli, coltivazione della terra, coltivazione di bestiame;

UD: zone isolate, non abitate;

UE: zone alluvionabili, zone esondabili, zone instabili;

UF: zone nelle vicinanze di falde acquifere;

UG: habitat protetti.

2. Le aree dell'attività direttamente funzionali sono classificate come segue:

TA: area lavorazione trattamento rifiuti;

TC: aree adibite ad uffici e servizi;

TK1: aree collegate ad aree TA, ove si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione;

TK2: aree esterne all'opera da costruzione, coperte o scoperte, destinate, anche temporaneamente, allo stoccaggio, alla movimentazione ed al carico/scarico;

TM1: aree in cui si detengono sostanze che possono dare origine ad esplosioni;

TM2: aree in cui si detengono gas liquefatti o sotto pressione;

TM3: aree in cui si detengono sostanze liquide infiammabili;

TM4: aree in cui si detengono sostanze solide infiammabili;

TM5: aree in cui si detengono sostanze auto-infiammabili;

TM6: aree in cui si detengono sostanze che sviluppano gas infiammabili a contatto con l'acqua/aria;

TM7: aree in cui si detengono sostanze comburenti, perossidi ed organici;

TM8: aree in cui si detengono sostanze tossiche;

TM9: aree in cui si detengono sostanze infettive;

TM10: aree in cui si detengono sostanze corrosive;

TM11: aree in cui si detengono sostanze liquide combustibili non rientranti nelle classificazioni precedenti;

TM12: aree in cui si detengono sostanze solide combustibili non rientranti nelle classificazioni precedenti;

TM13: aree in cui si detengono sostanze R.A.E.E.;

TZ: altre aree non ricomprese nelle precedenti.

3. Ai fini della presente regola tecnica i rifiuti vengono classificati come segue:

a) in relazione alla tipologia:

RA: combustibili solidi;

RB: combustibili liquidi;  
RC: sostanze che possono dare origine ad esplosioni;  
RD: comburenti;  
RE: liquidi infiammabili e/o soggetti ad accensione spontanea;  
RF: solidi infiammabili e/o soggetti ad accensione spontanea;  
RG: irritante;  
RH: nocivo;  
RI: tossico e/o che sprigiona gas e prodotti tossici;  
RL: cancerogeno;  
RM: corrosivo;  
RN: infettivo;  
RO: mutageno;  
RP: ecotossico;  
RQ: R.A.E.E;

c) in relazione ai quantitativi:

QA:  $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$ ;

QB:  $600 \text{ MJ/m}^2 < q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$ ;

QC:  $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$ ;

4. le strutture che non presentano tutte le pareti perimetrali vengono classificate in relazione alla percentuale apertura pareti:

PA:  $P_p > 50\%$ ;

PB:  $30 \% < P_p \leq 50\%$ ;

PC:  $12,5 \% < P_p \leq 30 \%$ .

---

## V.9.4 Profili di rischio

1. I profili di rischio  $R_{vita}$  e  $R_{beni}$  sono determinati secondo la metodologia di cui al capitolo G.3.

2. Il profilo di rischio  $R_{ambiente}$  è attribuito per l'intera attività tramite la seguente procedura:

a) vengono attribuiti dei punteggi per:

- U: ubicazione dell'attività;
- R: tipologia di rifiuto contenuta nell'attività;
- Q: quantità di rifiuto contenuta nell'attività;
- S: superficie utile lorda dell'attività;

Le tabelle V.9.4-1, V.9.4-2, V.9.4-3, V.9.4-4, guidano il progettista nell'attribuzione dei punteggi.

| UBICAZIONE   |  | PUNTEGGIO |
|--|--|-----------|
| UA   | in centro urbanizzato  | 1         |
| UB   | insediamenti industriali ed artigianali                                  | 0,4       |
| UC   | insediamenti agricoli, coltivazione della terra, allevamento di bestiame | 0,6       |
| UD   | zone isolate, non abitate  | 0,3       |
| UE   | zone alluvionabili, zone esondabili, zone instabili                      | 0,9       |
| UF   | zone nelle vicinanze di falde acquifere                                  | 0,5       |
| UG   | habitat protetti   | 0,8       |
| Nel caso di attività soggetta a più classificazioni deve essere considerata la classificazione più conservativa. |  |           |

Tabella V.9.4-1: Punteggi ubicazione

| TIPOLOGIE DI RIFIUTI   |   | PUNTEGGIO |
|--|---|-----------|
| RA   | combustibili solidi                                       | 6         |
| RB   | combustibili liquidi                                      | 6         |
| RC   | Possono dare origini ad esplosioni                        | 10        |
| RD   | comburenti  | 8         |
| RE   | liquidi infiammabili e/o soggetti ad accensione spontanea | 8         |
| RF   | solidi infiammabili e/o soggetti ad accensione spontanea  | 9         |
| RG   | irritante   | 5         |
| RH   | nocivo  | 7         |
| RI   | tossico e/o che sprigiona gas e prodotti tossici          | 7         |
| RL   | cancerogeno   | 7         |
| RM   | corrosivo   | 5         |
| RN   | infettivo   | 7         |
| RO   | mutageno  | 7         |
| RP   | ecotossico  | 3         |
| RQ   | R.A.E. E  | 5         |
| Nel caso in cui un tipo di rifiuto è soggetto a più classificazioni si deve far riferimento alla classificazione più conservativa. |   |           |

Tabella V.9.4-2: Punteggi tipologie rifiuti

| CARICO D'INCENDIO |                    | PUNTEGGIO |
|-------------------|--------------------|-----------|
| QA                | $q_f < 600$        | 3         |
| QB                | $600 < q_f < 1200$ | 5         |
| QC                | $q_f > 1200$       | 10        |

Tabella V.9.4-3: Punteggi carico d'incendio

| SUPERFICIE |     |
|------------|-----|
| AA         | 1   |
| AB         | 1,5 |
| AC         | 2   |

Tabella V.9.4-4: Punteggi superficie

b) viene calcolato il punteggio totale tramite la seguente formula:

$$U \times \frac{\sum_{n=1}^{\infty} (R \times Q \times S)_n}{n}$$

dove “n” indica il numero di rifiuti presenti nell’attività.

c) viene definito il fattore  $R_{\text{ambiente}}$  in base al punteggio come segue:

$R_{\text{amb}}$  basso:  $R_{\text{amb}} \leq 20$

$R_{\text{amb}}$  medio:  $20 < R_{\text{amb}} \leq 80$

$R_{\text{amb}}$  alto:  $R_{\text{amb}} > 80$

## V.9.5 Strategia antincendio

1. Devono essere applicate tutte le misure antincendio della regola tecnica orizzontale (RTO), attribuendo i livelli di prestazione secondo i criteri in essa definiti, fermo restando quanto indicato al successivo punto 3.
2. Devono essere applicate le prescrizioni del capitolo V.1, in merito alle aree a rischio specifico e, ove pertinenti, le prescrizioni delle altre regole tecniche verticali.
3. Nei paragrafi che seguono sono riportate le indicazioni complementari o sostitutive delle soluzioni conformi, previste dai corrispondenti livelli di prestazione della RTO.

### V.9.5.2 Resistenza al fuoco

1. Le aree TM devono rispettare le limitazioni riportate nella tabella V.9.5.2-1.

| Livelli di prestazione           | Ramb=0 | Ramb ≤20 | 20 < Ramb ≤ 80 | Ramb > 80 |
|----------------------------------|--------|----------|----------------|-----------|
| I                                | a      | n.a      | n.a            | n.a       |
| II                               | a      | a        | n.a            | n.a       |
| III                              | a      | a        | a              | a         |
| IV                               | a      | a        | a              | a         |
| V                                | a      | a        | a              | a         |
| n.a - Non ammesso<br>a – ammesso |        |          |                |           |

Tabella V.9.5.2-1: Classi minima di resistenza al fuoco

### V.9.5.3 Compartimentazione

1. Le aree TM devono rispettare le seguenti limitazioni.

- a) TM1, TM8, TM9, TM11, TM14 devono essere stoccati obbligatoriamente al chiuso;
- b) le aree TM1, TM2, TM4, se stoccate al chiuso, devono essere poste in compartimenti a sé stanti;
- c) le aree TM3, TM4, TM7 devono essere protette da scariche atmosferiche;
- d) le aree TM3 devono avere un sistema di raccolta e poggiare su una pavimentazione impermeabile.

2. Tutte i rifiuti devono essere stoccati, se previsto da normativa, negli appositi contenitori.

3. Le aree TA, TC, TM e TK devono essere tra loro compartimentate.

4. È obbligatoria la presenza di bacini di contenimento, per rifiuti liquidi, con un volume almeno pari al 100% del volume del singolo serbatoio che vi insiste o, nel caso di più serbatoi, almeno pari al 110% del volume del serbatoio avente volume maggiore.

### V.9.3.8 Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio

1. Vengono imposte le seguenti limitazioni per gli stoccaggi:

- a) La massima altezza di stoccaggio per rifiuti sciolti non deve superare i 4 m;



Figura V.9.3.8-1: Esempio altezza massima di stoccaggio per rifiuti sciolti, con  $h=4$  m

- b) la massima altezza di stoccaggio per i rifiuti imballati è la minima altezza fra 4 m e l'altezza di quattro balle impilate fra loro;



Figura V.9.3.8-2: Esempio altezza massima di stoccaggio per rifiuti imballati

- c) la parete verticale che separa i vari rifiuti stoccati, sia per rifiuti sciolti che imballati, deve superare l'altezza massima di questi di almeno 1 m;

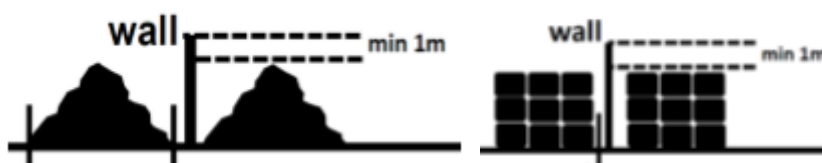


Figura V.9.3.8-3: Esempio superamento chiusura verticale per rifiuti sciolti e imballati

- d) la larghezza massima di accumulo per stoccaggi all'aperto è pari a:
- 20 m qualora sia accessibile da due lati;
  - 10 m qualora sia accessibile da un solo lato;
  - 10 m qualora sia in baia;
- e) la lunghezza massima di accumulo per stoccaggi è pari a 50 m;
- f) è consentito un massimo quantitativo di accumulo pari a  $450 \text{ m}^3$ ;

- g) i rifiuti possono essere accumulati tramite una catasta caratterizzata da una pendenza massima di 45°.

#### V.9.5.3.11.2 Procedura per la determinazione tabellare della distanza di separazione

1. Per gli stoccaggi all'aperto, le distanze di separazione tra gli stessi, e tra stoccaggi ed edifici circostanti, devono essere calcolate in funzione della larghezza dello stoccaggio.

Nel caso in cui l'altezza dello stoccaggio sia 4 m, le pile di rifiuti sciolti abbiano un angolo di riposo di 45 gradi e l'emettitore ed il recettore siano paralleli fra essi, le distanze di separazione sono definite come segue:

- a) per tipologie di rifiuti con temperatura massima di combustione intorno a 950°C:

| DISTANZE DI SEPARAZIONE MATERIALI CON TEMPERATURA DI COMBUSTIONE INTORNO AI 950°C |   |                   |   |                   |
|---|---|-------------------|---|-------------------|
| Lunghezza stoccaggio<br>[m]   | Distanza di separazione con ulteriori rifiuti |                   | Distanza di separazione con edifici circostanti |                   |
|   | Rifiuti sciolti                               | Rifiuti imballati | Rifiuti sciolti                                 | Rifiuti imballati |
| 5   | 5   | 9                 | 6   | 8                 |
| 10  | 7,5   | 13                | 9   | 11                |
| 15  | 9   | 15,5              | 11,4  | 13,3              |
| 20  | 10  | 17,3              | 13  | 15                |
| 25  | 10,7  | 18,5              | 14,2  | 16                |
| 30  | 11,3  | 19,7              | 15  | 17                |
| 35  | 11,8  | 20,6              | 15,5  | 17,8              |
| 40  | 12,2  | 21,5              | 16  | 18,5              |
| 45  | 12,5  | 22,1              | 16,5  | 19                |
| 50  | 12,7  | 22,5              | 17  | 19,5              |

Tabella V.9.5.3.11.2-1: Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai 950°C

- b) per tipologie di rifiuti con temperatura massima di combustione intorno a 1200°C:



| DISTANZE DI SEPARAZIONE MATERIALI CON TEMPERATURA DI COMBUSTIONE INTORNO AI 1200°C |   |                   |   |                   |
|--|---|-------------------|---|-------------------|
| Lunghezza stoccaggio<br>[m]  | Distanza di separazione con ulteriori rifiuti |                   | Distanza di separazione con edifici circostanti |                   |
|  | Rifiuti sciolti                               | Rifiuti imballati | Rifiuti sciolti                                 | Rifiuti imballati |
| 5  | 11  | 14                | 12,5  | 12,5              |
| 10   | 15  | 19,6              | 18  | 17                |
| 15   | 19  | 24                | 22  | 20,7              |
| 20   | 22  | 27,4              | 25  | 24                |
| 25   | 24  | 30                | 28  | 26,6              |
| 30   | 25,6  | 32,3              | 30,4  | 28,7              |
| 35   | 27  | 34,7              | 32,5  | 30,7              |
| 40   | 28,6  | 36,7              | 34,5  | 32,5              |
| 45   | 30  | 38,4              | 36  | 34                |
| 50   | 31,5  | 40                | 37,5  | 35,1              |

Tabella V.9.5.3.11.2-2: Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai 1200°C

c) qualora la lunghezza dello stoccaggio non è tabulata, viene calcolata tramite i grafici mostrati nelle figure V.9.5.3.11.2-1 e V.9.5.3.11.2-2.

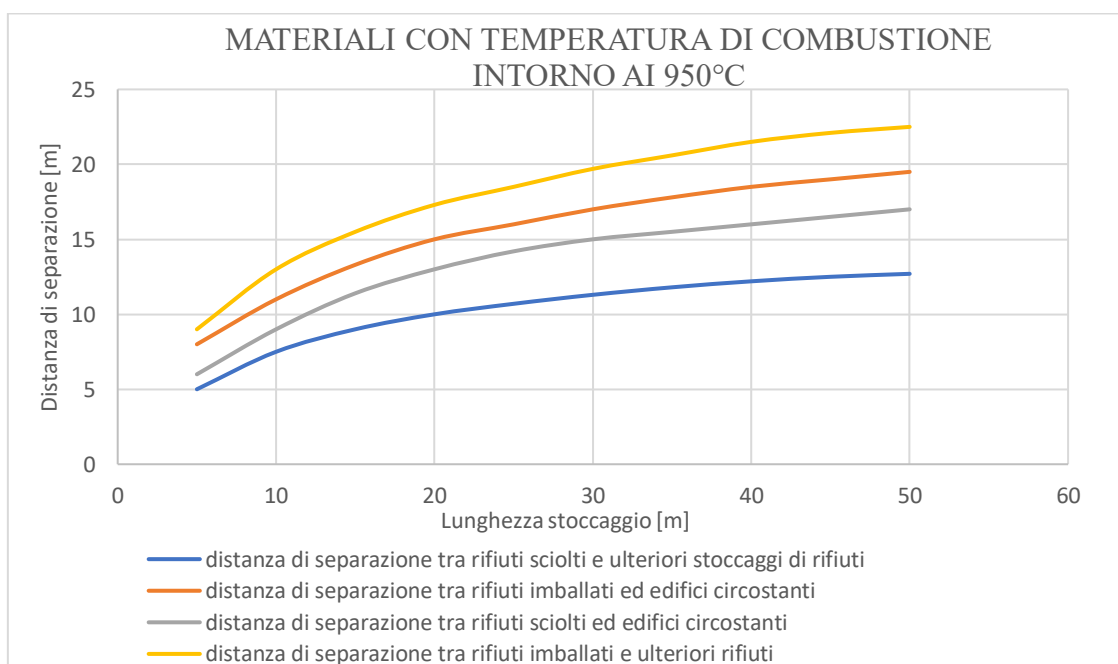


Figura V.9.5.3.11.2-1: Grafico per il calcolo delle distanze di separazione per i materiali con temperatura di combustione intorno ai 950°C

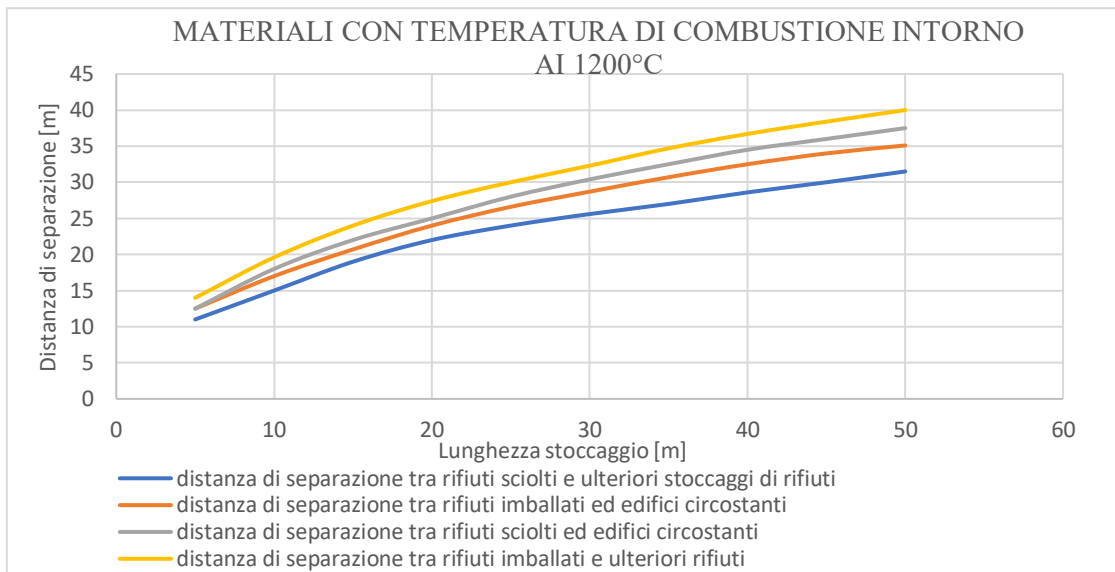


Figura V.9.5.3.11.2-1: Grafico per il calcolo delle distanze di separazione per i materiali con temperatura di combustione intorno ai 1200°C

Nota Vengono utilizzati i termini di lunghezza, ma la faccia bruciante potrebbe trovarsi sia sul lato corto (larghezza) che su quello lungo (lunghezza), di conseguenza entrambi devono essere presi in considerazione, ponendo le corrette distanze di separazione su qualsiasi lato.

2. Per gli stoccaggi al coperto ed al chiuso, le distanze di separazione, tra materiale stoccato ed edifici circostanti, vengono calcolate con il metodo tabellare riportato al paragrafo S.3.8.11.

3. Per gli stoccaggi al coperto, le distanze di separazione tra gli stoccaggi, devono essere calcolate in funzione della “Pp-Percentuale apertura pareti”, pari a:

$$P_p = \frac{A_p}{A_{PT}} \cdot 100$$

dove:

- $A_p$  – è l’area delle pareti assenti definita come la larghezza della parete per l’altezza della struttura [m<sup>2</sup>];
- $A_{PT}$  – è l’area totale delle pareti, assenti e non, pari alla somma delle aree delle singole pareti [m<sup>2</sup>].

Nota Ad esempio, per un fabbricato rettangolare con due pareti di larghezza pari a 20 m, una parete con lunghezza pari a 16 m ed un’altezza pari a 6 m, la percentuale apertura pareti si calcola come segue:

$$A_P = A \cdot H = 16 \cdot 6 = 96 \text{ m}^2$$

$$A_{TP} = 2 \cdot A \cdot H + 2 \cdot B \cdot H = 2 \cdot 16 \cdot 6 + 2 \cdot 20 \cdot 6 = 432 \text{ m}^2$$

$$P_P = \frac{A_P}{A_{TP}} \cdot 100 = \frac{96}{432} \cdot 100 = 22,2 \%$$

In base alla percentuale di apertura parete, è ammessa una distanza di separazione fra materiali stoccati di 5 m qualora:

- a) oltre alle limitazioni dimensionali riportate al paragrafo V.9.3.8, per il caso di incendio controllato dal combustibile l'area su cui insistono gli stoccaggi sia:
- i. 26 m<sup>2</sup> per 40 MJ/kg < H ≤ 50 MJ/kg;
  - ii. 34 m<sup>2</sup> per 33 MJ/kg < H ≤ 40 MJ/kg;
  - iii. 40 m<sup>2</sup> per 27 MJ/kg < H ≤ 33 MJ/kg;
  - iv. 50 m<sup>2</sup> per 23 MJ/kg < H ≤ 27 MJ/kg;
  - v. 60 m<sup>2</sup> per 15 MJ/kg < H ≤ 23 MJ/kg;
  - vi. 90 m<sup>2</sup> per 10 MJ/kg < H ≤ 15 MJ/kg;
  - vii. 120 m<sup>2</sup> per H ≤ 10 MJ/kg.

Dove con H si intende il potere calorifico del materiale stoccato, espresso in [MJ/kg].

Nel caso in cui l'incendio sia controllato dalla ventilazione, il progettista deve dimostrare che il combustibile liberi, nell'ambiente, una potenza termica totale inferiore a 50 MW.

- b) vengano rispettate le limitazioni riportate nella tabella V.9.5.3.11.2-3.

| DISTANZA DI SEPARAZIONE 5 m   |                                |                            |                      |
|---|--------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Altezza fabbricato  | Massima altezza stoccaggio [m] |                            |                      |
|   | 12,5% < P <sub>p</sub> ≤ 30%   | 30% < P <sub>p</sub> < 50% | P <sub>p</sub> > 50% |
| [m]   | [-]                            | [-]                        | [-]                  |
| 5   | n.a                            | n.a                        | 3                    |
| 6   | 2                              | 3                          | 4                    |
| 7   | 3                              | 4                          | 4                    |
| 8   | 3                              | 4                          | 4                    |
| 9   | 4                              | 4                          | 4                    |
| [n.a] Non Ammissibile<br>Per fabbricati con P <sub>p</sub> inferiore al 12,5% valgono le condizioni di stoccaggio al chiuso |                                |                            |                      |

Tabella V.9.5.3.11.2-3: Limitazioni per distanza di separazione di 5 m al chiuso

4. Per gli stoccaggi al chiuso, la distanza può essere posta pari a 5 m qualora ricorrano le seguenti condizioni:

- a) siano rispettate tutte le limitazioni dimensionali riportate al paragrafo V.9.3.8;
- b) sia rispettato il livello di prestazione III del capitolo S.8;
- c) sia previsto quanto detto al punto 3, lettera a).

Nota Si può ricorrere per tale dimostrazione al calcolo di  $RHR_{max}$  riportato al paragrafo M2.

### V.9.5.5 Gestione della sicurezza antincendio

1. L'attività deve essere dotata di misure di gestione dell'emergenza (Capitolo S.5) secondo i livelli di prestazione previsti in tabella:

| CODICE                           | DESCRIZIONE  | Ramb $\leq 20$ |                  | 20 < Ramb $\leq 80$ |                 | Ramb > 80 |                 |
|----------------------------------|--|----------------|------------------|---------------------|-----------------|-----------|-----------------|
|                                  |  | APERTO         | COPERTO / CHIUSO | APERTO              | COPERTO/ CHIUSO | APERTO    | COPERTO/ CHIUSO |
| TM1                              | sostanze che possono dare origine ad esplosione                      | n.a            | II               | n.a                 | II              | n.a       | III             |
| TM2                              | gas liquefatti o sotto pressione                                     | II             |                  | II                  |                 | III       |                 |
| TM3                              | liquidi infiammabili   | II             |                  | II                  |                 | III       |                 |
| TM4                              | sostanze solide infiammabili   | II             |                  | II                  |                 | III       |                 |
| TM5                              | sostanze auto-<br>infiammabili                                       | II             |                  | II                  |                 | III       |                 |
| TM6                              | sostanze che sviluppano gas infiammabili a contatto con l'acqua/aria | n.a            | II               | n.a                 | II              | n.a       | II              |
| TM7                              | sostanze comburenti, perossidi e organici                            | II             |                  | II                  |                 | III       |                 |
| TM8                              | sostanze tossiche  | n.a            | II               | n.a                 | II              | n.a       | III             |
| TM9                              | sostanze infettive   | n.a            | II               | n.a                 | II              | n.a       | III             |
| TM10                             | sostanze corrosive   | n.a            | II               | n.a                 | II              | n.a       | III             |
| TM11                             | sostanze liquide   | II             |                  | II                  |                 | III       |                 |
| TM12                             | sostanze solide  | II             |                  | II                  |                 | III       |                 |
| TM13                             | R.A.E.E.   | n.a            | II               | n.a                 | II              | n.a       | III             |
| [n.a] Stoccaggio non ammissibile |  |                |                  |                     |                 |           |                 |

Tabella V.9.5.5-1: Livelli di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio

2. I dispositivi di protezione, nei depositi di sostanze pericolose, devono essere verificati periodicamente.
3. Per la gestione di un deposito di prodotti chimici, occorre designare un addetto che deve avere una formazione adeguata e va sempre notificata all'autorità competente.
4. Per tutte le sostanze pericolose, presenti nell'attività, si devono disporre le relative schede dei dati di sicurezza, da aggiornare costantemente e da rendere accessibili al personale.
5. Deve essere redatta una lista di stoccaggio con l'indicazione del sito di deposito, nonché del tipo e della quantità di sostanze pericolose stoccate.
6. Deve essere presente almeno un lava occhi ed, eventualmente, una doccia di emergenza per tutto il corpo.
7. Deve essere prevista la formazione degli addetti antincendio per quanto concerne il punto V.9.5.6 comma 2.

#### **V.9.5.6 Controllo dell'incendio**

1. L'attività deve essere dotata di misure di controllo dell'incendio secondo i livelli di prestazione previsti nella Tabella V.9.5.6.-1.

| CODICE | DESCRIZIONE  | Ramb ≤20 |                  | 20<Ramb ≤80 |                 | Ramb >80  |                 |
|--------|--|----------|------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------------|
|        |  | APERTO   | COPERTO / CHIUSO | APERTO      | COPERTO/ CHIUSO | APERTO    | COPERTO/ CHIUSO |
| TM1    | sostanze che possono dare origine ad esplosione                      | n.a      | III [**]         | n.a         | III [***]       | n.a       | IV [1]          |
| TM2    | gas liquefatti o sotto pressione                                     | II       | III [**]         | III [***]   | III [***]       | III [***] | IV [1]          |
| TM3    | liquidi infiammabili   | II       | III [**]         | III [***]   | III [***]       | III [***] | IV [1]          |
| TM4    | sostanze solide infiammabili   | II       | III [**]         | III [***]   | III [***]       | III [***] | IV [1]          |
| TM5    | sostanze auto infiammabili   | II       | III [**]         | III [***]   | III [***]       | III [***] | IV [1]          |
| TM6    | sostanze che sviluppano gas infiammabili a contatto con l'acqua/aria | n.a      | III [**]         | n.a         | III [***]       | n.a       | IV [1]          |
| TM7    | sostanze comburenti, perossidi e organici                            | II       | III [**]         | III [**]    | III [***]       | III [***] | IV [1]          |
| TM8    | sostanze tossiche  | n.a      | III [**]         | n.a         | III [**]        | n.a       | IV [1]          |
| TM9    | sostanze infettive   | n.a      | III [**]         | n.a         | III [**]        | n.a       | IV [1]          |
| TM10   | sostanze corrosive   | n.a      | III [**]         | n.a         | III [**]        | n.a       | IV [1]          |
| TM11   | sostanze liquide   | II       | III [**]         | III [**]    | III [**]        | III [***] | IV [1]          |
| TM12   | sostanze solide  | II       | III [**]         | III [**]    | III [**]        | III [***] | IV [1]          |
| TM13   | RAEE   | n.a      | III [**]         | n.a         | III [**]        | n.a       | IV [1]          |

n.a – tipologia non ammissibile

[1] – devono essere rispettate tutte le condizioni previste per i livelli di prestazioni precedenti.

[\*\*] - indica l'obbligo di considerare il livello di rischio 2 secondo la UNI 10779 "Impianti di estinzioni incendi"

[\*\*\*] - indica l'obbligo di considerare il livello di rischio 3 secondo la UNI 10779 "Impianti di estinzioni incendi"

Tabella V.9.5.6-1: Livelli di prestazione per il controllo dell'incendio

2. È obbligatorio un kit di addizione schiumogeno per la rete idranti qualora  $R_{amb} > 80$ . Nel caso in cui  $R_{amb} \leq 80$  deve essere valutata la sua installazione, previa valutazione del rischio da parte del progettista.

3. Qualora  $R_{amb} > 80$  si deve tener conto di quanto detto al paragrafo G.2.10.2. Nel caso in cui  $R_{amb} \leq 80$  devono essere valutate le condizioni riportate al paragrafo sopra citato, tramite una valutazione del rischio da parte del progettista.

4. Qualora sia previsto il rispetto del livello di prestazione IV, devono essere rispettate tutte le condizioni previste per i livelli di prestazione precedenti.

#### **V.9.5.7 Rivelazione allarme**

1. L'attività deve essere dotata di misure di rivelazione allarme secondo i livelli di prestazione previsti nella tabella V.9.5.7-1.

| CODICE | DESCRIZIONE  | Ramb ≤20 |                    | 20<Ramb ≤80 |                    | Ramb >80 |                    |
|--------|--|----------|--------------------|-------------|--------------------|----------|--------------------|
|        |  | APERTO   | COPERTO/<br>CHIUSO | APERTO      | COPERTO/<br>CHIUSO | APERTO   | COPERTO/<br>CHIUSO |
| TM1    | sostanze che possono dare origine ad esplosione                      | n.a      | III                | n.a         | III                | n.a      | IV                 |
| TM2    | gas liquefatti o sotto pressione                                     | III      | III                | III         |                    | III [2]  | IV                 |
| TM3    | liquidi infiammabili   | III      | III                | III         |                    | III [2]  | IV                 |
| TM4    | sostanze solide infiammabili   | III      | III                | III         |                    | III [2]  | IV                 |
| TM5    | sostanze autoinfiammabili  | III      | III                | III         |                    | III [2]  | IV                 |
| TM6    | sostanze che sviluppano gas infiammabili a contatto con l'acqua/aria | n.a      | III                | n.a         | III                | n.a      | IV                 |
| TM7    | sostanze comburenti, perossidi e organici                            | III      | III                | III         |                    | III [2]  | IV                 |
| TM8    | sostanze tossiche  | n.a      | III                | n.a         | III                | n.a      | IV                 |
| TM9    | sostanze infettive   | n.a      | III                | n.a         | III                | n.a      | IV                 |
| TM10   | sostanze corrosive   | n.a      | III                | n.a         | III                | n.a      | IV                 |
| TM11   | sostanze liquide   | II [1]   | III                | III         |                    | III [2]  | IV                 |
| TM12   | sostanze solide  | II [1]   | III                | III         |                    | III [2]  | IV                 |
| TM13   | R.A.E.E.   | n.a      | III                | n.a         | III                | n.a      | IV                 |

n.a – tipologia non ammissibile

[1] – viene considerato applicabile il livello di prestazione II purché sia rispettata la condizione che impone un carico d'incendio inferiore a 600 MJ/m<sup>2</sup>;

[2] – il progettista deve valutare se inserire un impianto idoneo alla rilevazione dell'accensione delle sostanze.

Tabella V.9.5.7-1: Livelli di prestazione per rivelazione allarme

### V.9.5.8 Controllo fumi e calore

3. È esclusa l'attribuzione del livello di prestazione I.



4. I locali di stoccaggio con ventilazione naturale insufficiente (ad es. locali interrati e locali ciechi) devono essere ventilati artificialmente.

### V.9.5.9 Operatività antincendio

1. Si devono rispettare le limitazioni riportate nella tabella V.9.5.9-1.

Tabella V.9.5.9-1: Livelli di prestazione S9 al variare del rischio ambiente.

| LIVELLI DI PRESTAZIONE               | Ramb ≤20 | 20<Ramb ≤80 | Ramb >80 |
|--------------------------------------|----------|-------------|----------|
| I                                    | n.a      | n.a         | n.a      |
| II                                   | n.a      | n.a         | n.a      |
| III                                  | a        | a           | n.a      |
| IV                                   | a        | a           | a        |
| V                                    | a        | a           | a        |
| [a] - ammesso<br>[n.a] - non ammesso |          |             |          |

### V.9.5.10 Sicurezza impianti tecnologici

1. Devono essere obbligatoriamente previsti:
- a) impianti e dispositivi di protezione attiva antincendio, tra cui si annoverano anche i sistemi di rilevazione e allarme incendio, da realizzare in esito alla valutazione del rischio;
  - b) impianto di aspirazione e trattamento dell'aria afferente ai locali in cui si effettuano specifiche operazioni di trattamento sui rifiuti;
  - c) impianto per l'approvvigionamento e la distribuzione interna di acqua per servizi igienici, lavaggio piazzali, mezzi e contenitori;
  - d) impianto elettrico idoneo per ambienti ATEX (laddove necessario in seguito alla valutazione del rischio) e per l'alimentazione delle varie attrezzature presenti (quali ad esempio sistemi informatici, sistema di illuminazione, sistemi di videosorveglianza e di monitoraggio e controllo, sistemi di pesatura, contenitori auto compattanti, ecc), realizzato in conformità alle norme vigenti;
  - e) sistemi di convogliamento delle acque meteoriche dotati di pozzetti per il drenaggio, vasche di raccolta e di decantazione, muniti di separatori per oli e di separazione delle acque di prima pioggia, adeguatamente dimensionati;
  - f) bacino di contenimento dell'acqua antincendio;
  - g) adeguato sistema di raccolta e di trattamento dei reflui, conformemente a quanto previsto dalla normativa vigente in materia ambientale e sanitaria;
  - h) impianto di illuminazione, anche di sicurezza, interna ed esterna, realizzato in conformità alle norme vigenti;
  - i) riscaldamento del locale ad uso ufficio realizzato in conformità alle norme vigenti;

- j) allacciamento alla rete telefonica, o altra modalità di comunicazione del personale in servizio presso l'impianto con l'esterno (es. sistemi di telefonia mobile...);
- k) impianto di produzione di acqua calda per i servizi igienici;
- l) Impianto esterno di protezione contro le scariche atmosferiche;
- m) impianto di sicurezza e protezione dell'impianto previsto tramite:
  - i. sistema antintrusione perimetrale composto da recinzioni o muri di una determinata altezza;
  - ii. attività di vigilanza che controlli gli accessi e i depositi;
  - iii. installazione di sistemi di videosorveglianza.

---

## V.9.6 Riferimenti

1. Cioce. “Classificazione e gestione dei rifiuti speciali”. Viterbo, 13 dicembre 2011.
2. De Cet G., “Analisi di effluenti tossici prodotti da incendio di stoccaggi di rifiuti”. Università degli studi di Padova. A.a. 2017/2018.
3. Forum, Waste Industry Safety and Health. “Reducing fire risk at waste management sites”. 2017.
4. Forum, Waste Industry Safety and Health. “Reducing fire risk at waste management sites.” 2014.
5. Gruppo di lavoro “Stoccaggio di sostanze pericolose.” Cantoni della Svizzera nord-occidentale, 2018.
6. La Malfa, A., “Ingegneria della sicurezza antincendio.” Roma, 2003.
7. Linea guida CFPA-E numero 32:2014. “Trattamento e stoccaggio di rifiuti e materie prime secondarie .” Copenhagen, Maggio 2014.
8. Robotto A., “Incendi in impianti di trattamento rifiuti - legalità e pianificazione per la prevenzione”. Torino, giugno 2018.
9. Schwer, Leonard E. “Estimating Discretization Error using GCI.” Windsor, 2008.
10. Tiozzo Cannella F., “Incendi in depositi di rifiuti: sviluppo di un metodo ad indici per la gestione del rischio”. Università degli studi di Padova. A.a. 2017/2018.
11. Circolare ministeriale n. 4064 del 15/03/2018 recante “Linee guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione dei rischi”.
12. Circolare ministeriale n. 1121 del 21/01/2019 recante “Linee guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione dei rischi” .
13. Decisione 2014/955/CE – “Relativa all’elenco dei rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE”.
14. Direttiva 91/689/CEE – “Relativa ai rifiuti pericolosi”.
15. Direttiva 2008/98/CE – “Relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive”.
16. Decisione 2000/532/CE – “Relativa ai rifiuti”.
17. D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i – “Norme in materia ambientale”.

18. D.lgs. n. 205/2010 – “Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE”.
19. D.lgs 81/08 - "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro". 9/04/2008.
20. D.M. 12/04/2019 - “Modifiche al campo di applicazione del Codice di prevenzione incendi”.
21. D.M 01/07/2014 - "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività di demolizioni di veicoli e simili, con relativi depositi, di superficie superiore a 3000 m<sup>2</sup>".
22. D.M. 03/08/2015 – “Norme tecniche di prevenzione incendi”.
23. D.M. 18/10/2019 – “Nuovo Codice di prevenzione incendi”.
24. NFPA 1 - "Fire Code".
25. NFPA 101 – “Life Safety Code”.
26. NFPA 555 - "Guide on methods for evaluething potential for room flashover".

# PARTE V - APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO

## CAPITOLO 9

### INTRODUZIONE AL CASO STUDIO

Nella parte finale del presente lavoro, si è deciso di effettuare una valutazione del progetto su un caso studio specifico, rappresentato da un'attività, non realmente esistente, che al suo interno contenga delle configurazioni geometriche che si riscontrano, usualmente, per questa attività<sup>[19]</sup>.

#### 9.1. DESCRIZIONE

L'attività è inserita all'interno di un contesto urbano, nello specifico nella città di Torino.

Il lotto si estende per circa 6491 m<sup>2</sup>, nello specifico ha una larghezza di 79,4 m ed una lunghezza di 81,3 m. È recintato con un muro perimetrale alto 3,1 m che si interrompe solo per i due ingressi: pedonale e carrabile.

All'interno si svolge solo ed esclusivamente l'attività di stoccaggio rifiuti, ad eccezione un piccolo fabbricato nella quale sono posti gli uffici (zona A).

All'ingresso del lotto, subito dopo l'ingresso pedonabile, vi è un piccolo gabbiotto all'interno del quale vi è una postazione di controllo.

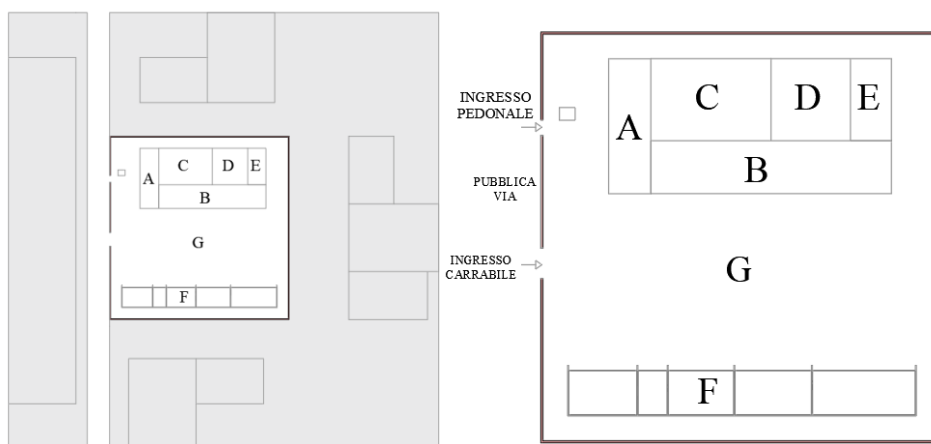


Figura 9.1-1 Inquadramento lotto, fuori scala

<sup>[19]</sup> Al fine di ipotizzare un caso più realistico possibile, si è fatto riferimento a delle pratiche antincendio visionate, grazie a una consultazione archivistica, presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Torino.

Si individuano sei zone ben precise, all'interno delle quali, ad esclusione del già detto fabbricato A, sono stoccati materiali. Gli stoccaggi sono effettuati all'aperto, al chiuso e al coperto, infatti:

- i fabbricati B, C ed E non presentano tutte le pareti perimetrali (stoccaggio al coperto);
- il fabbricato D presenta tutte le pareti (stoccaggio al chiuso);
- il fabbricato F non presenta pareti (stoccaggio all'aperto).

Infine, con G si indica l'intero lotto, all'interno del quale, si svolgono attività di movimentazione materiali.

Di seguito si riporta una tabella che definisce le caratteristiche geometriche dell'attività.

Tabella 9.1-1 Descrizione geometrica caso studio

| DESCRIZIONE ATTIVITA' |                       |           |           |         |        |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|--------|
| FABBRICATO            | DESCRIZIONE           | LARGHEZZA | LUNGHEZZA | ALTEZZA | AREA   |
| [-]                   | [-]                   | [m]       | [m]       | [m]     | [mq]   |
| A                     | Uffici                | 8,34      | 26,74     | 6,2     | 223    |
| B                     | Stoccaggio al chiuso  | 50        | 10        | 6,2     | 500    |
| C                     | Stoccaggio al chiuso  | 23,85     | 16,16     | 7       | 385,4  |
| D                     | Stoccaggio al chiuso  | 15,74     | 16,16     | 9       | 254,4  |
| E                     | Stoccaggio al chiuso  | 7,9       | 16,16     | 8       | 127,7  |
| F                     | Stoccaggio all'aperto | 69,15     | 10        | 5       | 691,5  |
| G                     | Intero lotto          | 79,8      | 81,34     | -       | 6490,9 |

All'interno dell'attività sono contenuti i seguenti rifiuti;

- fabbricato B – plastica, carta, prodotti tessili;
- fabbricato C – legno e ferro;
- fabbricato D – liquidi infiammabili;
- fabbricato E - pneumatici;
- fabbricato F – gomma, gesso, vetro, ghiaia e ceramica.

All'interno del caso studio si ipotizza vi sia la presenza di:

- 8 lavoratori negli uffici;
- 6 lavoratori nella movimentazione e sistemazione degli stoccaggi.

## 9.2 ARTICOLAZIONE CASO STUDIO

Il caso studio verrà sviluppato nel seguente modo:

- in primo luogo, sarà applicata la normativa cogente, ad oggi per questo tipo di attività e, quindi, le sezioni “G” ed “S” del D.M. 03/08/2015 per le attività soggette e non normate, e le RTV se presenti attività soggette e normate;
- successivamente, sarà applicata la RTV riportata nella parte IV di tale elaborato; in questo modo saranno individuate le differenze, e quindi gli aspetti migliorativi, che la regola tecnica verticale apporta dal punto di vista della prevenzione incendi;
- infine, saranno effettuate delle simulazioni tramite software fluidodinamici al fine di dimostrare che le casistiche reali sono a favore di sicurezza rispetto a quanto definito nella regola tecnica verticale.

A fini semplificativi, non è stato applicato il procedimento di prevenzione incendi agli uffici.





## CAPITOLO 10

### RTO – CODICE DI PREVENZIONE INCENDI

Trattiamo adesso l'applicazione delle sezioni G ed S del D.M. 03/08/2015 e s.m.i., alle attività soggette contenute nel caso studio.

#### 10.1 DESCRIZIONE ATTIVITA' SOGGETTE

Viene riportata la posizione, i quantitativi e la tipologia dei materiali stoccati all'interno del sito in esame.

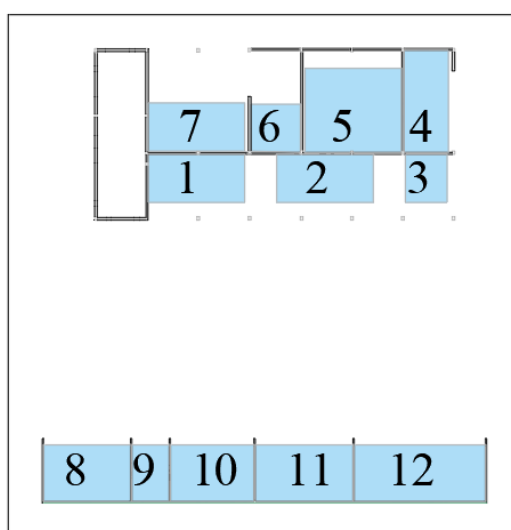


Figura 10.1-1 Posizione rifiuti stoccati

Tabella 10.1-1 Descrizione materiali stoccati

| DESCRIZIONE STOCCAGGI |                                 |         |        |        |          |          |                   |
|-----------------------|---------------------------------|---------|--------|--------|----------|----------|-------------------|
| RIFIUTO               | DESCRIZIONE                     | ALTEZZA | AREA   | VOLUME | DENSITA' | PESO     | POTERE CALORIFICO |
| [-]                   | [-]                             | [m]     | [mq]   | [mc]   | [kg/mc]  | [kg]     | [MJ/kg]           |
| 1                     | Plastica (PVC elastico espanso) | 4       | 112,5  | 450    | 1350     | 607500   | 34                |
| 2                     | Carta                           | 4       | 112,5  | 450    | 875      | 393750   | 17                |
| 3                     | Tessuti e stoffe                | 4       | 48,6   | 194,4  | 1000     | 194400   | 21                |
| 4                     | Pneumatici                      | 4       | 110    | 440    | 1200     | 528000   | 25,12             |
| 5                     | Olio combustibile fluido        | 0,915   | 196,21 | 718,13 | 847,3    | 608470,4 | 21                |
| 6                     | Ferro                           | 4       | 56     | 224    | 2700     | 604800   | 6                 |
| 7                     | Legno                           | 4       | 112,5  | 450    | 500      | 225000   | 17                |
| 8                     | Ghiaia                          | 4       | 117    | 468    | 1570     | 734760   | 42                |
| 9                     | Vetro                           | 4       | 52,2   | 208,8  | 2800     | 584640   | 6                 |
| 10                    | Gomma                           | 4       | 119,25 | 477    | 1200     | 572400   | 6                 |
| 11                    | Ceramica                        | 4       | 136,8  | 547,2  | 2000     | 1094400  | 6                 |
| 12                    | Gesso                           | 4       | 183,6  | 734,4  | 1500     | 1101600  | 6                 |

Secondo l'elenco della attività soggette al D.P.R. 01/08/2011, n. 151, All. I, risultano essere soggette a valutazione, da parte del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, le attività riportate nella tabella sottostante.

Tabella 10.1-2 Attività soggette presenti nel caso studio

| N  | Descrizione  | CATEGORIA |
|----|--|-----------|
| 12 | Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici, di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva superiore a 1 m   | C         |
| 34 | Depositi di carta, cartoni e prodotti cartotecnici, archivi di materiale cartaceo, biblioteche, depositi per la cernita della carta usata, di stracci di cascami e di fibre tessili per l'industria della carta, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg  | C         |
| 36 | Depositi di legnami da costruzione e da lavorazione, di legna da ardere, di paglia, di fieno, di canne, di fascine, di carbone vegetale e minerale, di carbonella, di sughero e di altri prodotti affini con quantitativi in massa superiori a 50.000 kg, con esclusione dei depositi all'aperto con distanze di sicurezza esterne superiori a 100 m | B         |
| 38 | Stabilimenti ed impianti ove si producono, lavorano e/o detengono fibre tessili e tessuti naturali e artificiali, tele cerate, linoleum e altri prodotti affini, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg  | C         |
| 43 | Stabilimenti ed impianti per la produzione, lavorazione e rigenerazione della gomma e/o laboratori di vulcanizzazione di oggetti di gomma, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg; depositi di prodotti della gomma, pneumatici e simili, con quantitativi in massa superiori a 10.000 kg  | C         |
| 44 | Stabilimenti, impianti, depositi ove si producono, lavorano e/o detengono materie plastiche, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg  | C         |

Tutte le attività sopra elencate, appartenendo alle categorie B o C, richiedono la valutazione progetto da parte del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

Inoltre, si evidenzia come l'attività n. 12 sia soggetta a regola tecnica verticale secondo il D.M. 31 luglio 1934 - *“Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi”*; sarà quindi necessario, per questa attività, valutare l'interferenza.

Tutte le altre attività invece, non avendo una specifica regolamentazione, verranno valutate tramite RTO del Codice.

## 10.2 (G3) DETERMINAZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO DELLE ATTIVITÀ

Al fine di identificare e descrivere il rischio incendio dell'attività, si definiscono le seguenti tipologie di profilo di rischio:

- $R_{\text{Beni}}$ : profilo di rischio relativo alla salvaguardia dei beni economici;
- $R_{\text{Ambiente}}$ : profilo di rischio relativo alla tutela dell'ambiente;
- $R_{\text{Vita}}$ : profilo di rischio relativo alla salvaguardia della vita umana.

### PROFILO DI RISCHIO $R_{\text{VITA}}$

Per la definizione del profilo di  $R_{\text{vita}}$  di ciascun compartimento, la valutazione spetta al progettista antincendio, il quale potrà seguire le indicazioni riportate nel Capitolo G.3.2 del Codice di prevenzione incendi.

| Caratteristiche prevalenti degli occupanti $\delta_{\text{occ}}$ |   | Esempi  |
|--|---|---|
| A  | Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio                   | Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, centro sportivo privato, 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 pubblico |
| C  | Gli occupanti possono essere addormentati: [1]  |   |
| Ci   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• in attività individuale di lunga durata</li> </ul> | Civile abitazione   |
| Cii  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• in attività gestita di lunga durata</li> </ul>     | Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti  |
| Ciii   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• in attività gestita di breve durata</li> </ul>     | 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

Figura 10.2-1 Caratteristiche prevalenti degli occupanti (Tabella G.3-1 del C.P.I)

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

Figura 10.2-2 Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio (Tabella G.3-2 del C.P.I)

| Caratteristiche prevalenti degli occupanti $\delta_{occ}$ |  | Velocità caratteristica prevalente dell'incendio $\delta_\alpha$ |            |                 |                       |
|---|--|--|------------|-----------------|-----------------------|
|   |  | 1<br>lenta   | 2<br>media | 3<br>rapida     | 4<br>ultra-<br>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         | Non ammesso [1] | Non ammesso           |
| E   | Occupanti in transito  | E1   | E2         | E3              | Non ammesso [1]       |

[1] Per raggiungere un valore ammesso,  $\delta_\alpha$  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.

Figura 10.2-3 Determinazione  $R_{Vita}$  (Tabella G.3-4 del C.P.I)

Tutti i compartimenti presentano il medesimo  $R_{Vita}$ , pari ad A3.

### (G.3.3) PROFILO DI $R_{BENI}$

La valutazione del profilo di  $R_{beni}$  va eseguita per l'intera attività e viene, anch'essa, calcolata seguendo il metodo tabellare suggerito dal Codice di prevenzione incendi riassunto nella tabella sottostante.

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

Figura 10.2-4. Determinazione di  $R_{beni}$  (Tabella G.3-6)

Si definisce il rischio beni, pari all'unità, in quanto l'opera non risulta né una costruzione strategica né vincolata.

#### (G.3.4) PROFILO DI $R_{AMBIENTE}$

Essendo applicate tutte le strategie antincendio definite dai profili di  $R_{vita}$ , il  $R_{beni}$  viene ritenuto automaticamente non significativo, per cui esso non comporta misure antincendio aggiuntive.

## 10.3 (S1) REAZIONE AL FUOCO

### (S.1.2) LIVELLI DI PRESTAZIONE

| Livello di prestazione | Descrizione  |
|------------------------|--|
| I                      | Il contributo all'incendio dei materiali non è valutato            |
| II                     | I materiali contribuiscono in modo significativo all'incendio      |
| III                    | I materiali contribuiscono in modo moderato all'incendio           |
| IV                     | I materiali contribuiscono in modo quasi trascurabile all'incendio |

Per contributo all'incendio si intende l'energia rilasciata dai materiali che influenza la crescita e lo sviluppo dell'incendio in condizioni pre e post incendio generalizzato (flashover) secondo EN 13501-1.

Figura 10.3-1 Livelli di prestazione per la reazione al fuoco (Tabella S.1-1 del C.P.I)

Il livello di prestazione viene attribuito tramite i seguenti criteri di attribuzione:

| 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.

Figura 10.3-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività (Tabella S.1-2 del C.P.I)

Il livello di prestazione per le vie di esodo è il livello I poiché esse hanno un  $R_{vita}$  pari ad A3.

| 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. |

Figura 10.3-3 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività (Tabella S.1-3 del C.P.I)

Il livello di prestazione I non impone nessuna soluzione conforme.

## 10.4 (S2) RESISTENZA AL FUOCO

### (S.2.2) LIVELLI DI PRESTAZIONE

I livelli di prestazione di resistenza al fuoco sono definiti nella Tabella S.2-1 del Codice P.I., sotto riportata.

| 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.         |

Figura 10.4-1 Livelli di prestazione per la resistenza al fuoco (Tabella S.2-1 del C.P.I)

Per la generalità delle attività soggette e prive di RTV, i criteri di attribuzione sono definiti come indicato nella tabella sottostante.

| Livello di prestazione | Criteri di attribuzione  |
|------------------------|--|
| I                      | <p>Opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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;</li> <li>• adibite ad attività afferenti ad un solo responsabile dell'attività e con profilo di rischio <math>R_{beni}</math> pari ad 1;</li> <li>• non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.</li> </ul>   |
| 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"> <li>• compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti;</li> <li>• 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;</li> <li>• adibite ad attività afferenti ad un solo responsabile dell'attività e con i seguenti profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, A3, A4;</li> <li>○ <math>R_{beni}</math> pari ad 1;</li> </ul> </li> <li>• densità di affollamento <math>\leq 0,2</math> persone/m<sup>2</sup>;</li> <li>• non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità;</li> <li>• aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.</li> </ul> |
| III                    | Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.   |
| IV, V                  | Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per opere da costruzione destinate ad attività di particolare importanza.  |

Figura 10.4-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.2-2 del C.P.I)

Le attività di deposito ricadono nel livello di prestazione II, essendo verificate tutte le condizioni.

#### (S.2.4.2) SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE II

1. Viene interposta una distanza di separazione su spazio a cielo libero, verso le altre opere da costruzione, come previsto per il livello di prestazione I.
2. La classe minima di resistenza al fuoco viene calcolata in base al calcolo del carico d'incendio specifico.

#### (S.3.11) DETERMINAZIONE DELLA DISTANZA DI SEPARAZIONE

Secondo quanto previsto nella soluzione del livello di prestazione I, deve essere interposta una distanza di separazione su spazio a cielo libero verso le altre opere da costruzione. Il valore di tale distanza è ricavato secondo le procedure indicate al paragrafo S.3.11 del Codice di P.I.

Si riporta, per l'attività soggetta, il calcolo della distanza di separazione “d” in spazio a cielo libero, tra ambiti della stessa attività o tra attività diverse, che consente di limitare, ad una soglia prefissata  $E_{soglia} = 12,6 \text{ kW/m}^2$ , l'irraggiamento termico dell'incendio sul bersaglio.

Si determinano gli elementi radianti, il piano radiante di riferimento per la distanza oggetto di analisi, e le relative piastre radianti come descritto al paragrafo S.3.11.1 del Codice di P.I.

Per l'i-esima piastra radiante, la distanza di separazione  $d_i$  è calcolata con la seguente relazione:

$$d_i = \alpha_i p_i + \beta_i \quad [22]$$

con:

- $d_i$  - distanza di separazione [m];
- $p_i$  - percentuale di foratura per l'i-esima piastra radiante;
- $\alpha_i, \beta_i$  - coefficienti ricavati alternativamente dalle tabelle S.3-7 o S.3-8, in relazione al carico di incendio specifico  $q_f$  nella porzione d'edificio retrostante l'i-esima piastra radiante ed alle dimensioni della piastra radiante  $B_i$  ed  $H_i$ .

Per ciascuna piastra radiante si esegue il calcolo della percentuale di foratura  $p_i$ :

$$p_i = S_{rad,i} / S_{pr,i} \quad [23]$$

con:

- $p_i$  - percentuale di foratura;
- $S_{rad,i}$  - superficie complessiva delle proiezioni degli elementi radianti comprese nella i-esima piastra radiante;
- $S_{pr,i}$  - superficie complessiva della i-esima piastra radiante.

Tabella 10.4-1 Distanze di separazione

| S.3.11.1 spazio a cielo libero |                   |                   |       |          |         |       |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------|----------|---------|-------|
| Compartimenti                  | Srad              | Spr               | $p_i$ | $\alpha$ | $\beta$ | $d_i$ |
| [-]                            | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [-]   | [-]      | [-]     | [m]   |
| B                              | 310,00            | 310,00            | 1     | 7,5      | 6,7     | 14,20 |
|                                | 63,49             | 63,49             | 1     | 6,6      | 3,1     | 9,70  |
| C                              | 130,00            | 129,28            | 1     | 9,5      | 3,9     | 13,45 |
| E                              | 181,09            | 166,95            | 1     | 9,5      | 3,9     | 14,20 |



Il calcolo è stato effettuato anche per la zona F: risulta necessaria una distanza di separazione pari a 15 m.

Viene riportata un'immagine che mostra come le distanze di separazione siano rispettate.

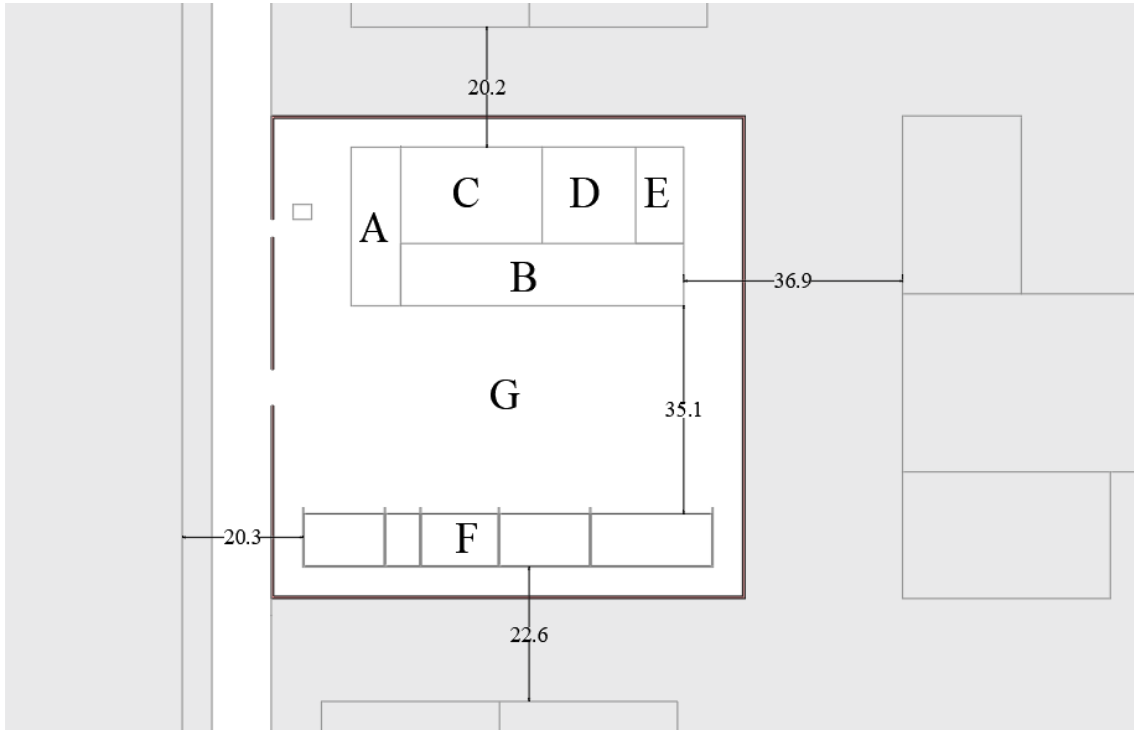


Figura 10.4-3 Rappresentazione distanze

**(S.2.9) CALCOLO DEL CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO**

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

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [24]$$

dove:

- $q_{f,d}$  – è il carico d'incendio specifico di progetto [ $MJ/m^2$ ];
- $\delta_{q1}$  – è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento ed i valori sono definiti nella tabella S.2-4;

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

Figura 10.4-4 Parametri per la definizione del fattore  $\delta_{q1}$  (Tabella S.2-4)

- $\delta_{q2}$  - è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento ed i valori sono definiti nella tabella S.2-5.

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

Figura 10.4-5 Parametri per la definizione del fattore  $\delta_{q2}$  (Tabella S.2-5)

- $\delta_{ni} = \prod_i$   
 $\delta_{ni}$  - è il fattore che tiene conto delle differenti misure antincendio del compartimento ed i valori sono definiti nella tabella S.2-6.

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

Figura 10.4-6 Parametri per la definizione del fattore  $\delta_{ni}$  (Tabella S.2-6)

- $q_f$  [MJ/m<sup>2</sup>] - è il valore nominale del carico d'incendio specifico da determinarsi secondo la formula:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \varphi_i}{A} \quad [26]$$

dove:

- $g_i$  - è la massa dell'i-esimo materiale combustibile [kg];

- $H_i$  – è il potere calorifico inferiore dell’i-esimo materiale combustibile [MJ/kg];
- $m_i$  – è il fattore di partecipazione alla combustione dell’i-esimo materiale combustibile;
- $\psi_i$  – è il fattore di limitazione della partecipazione alla combustione dell’i-esimo materiale combustibile.

Vengono riportati i calcoli effettuati per il carico d’incendio specifico per i fabbricati contenenti materiale stoccato:

Tabella 10.4-2 Carico d’incendio specifico

| Carico d’incendio specifico |         |             |         |       |          |                   |                      |
|-----------------------------|---------|-------------|---------|-------|----------|-------------------|----------------------|
| Compartimento               | Rifiuti | $g_i$       | $H_i$   | $m_i$ | $\psi_i$ | A                 | qf                   |
| [-]                         | [-]     | [kg]        | [MJ/kg] | [-]   | [-]      | [m <sup>2</sup> ] | [MJ/m <sup>2</sup> ] |
| B                           | 1       | 607500      | 34,00   | 1     | 1        | 500,00            | 60185                |
|                             | 2       | 393750      | 17,00   | 0,8   | 1        |                   |                      |
|                             | 3       | 194400      | 21,00   | 1     | 1        |                   |                      |
| C                           | 4       | 528000      | 25,12   | 1     | 1        | 110,00            | 120576               |
| D                           | 5       | 608470,3628 | 21,00   | 1     | 0,85     | 254,36            | 42700                |
| E                           | 6       | 604800      | 6,00    | 1     | 1        | 385,42            | 28793                |
|                             | 7       | 225000      | 17,00   | 0,8   | 1        |                   |                      |
|                             | 8       | 734760      | 6,00    | 1     | 1        |                   |                      |
| F                           | 9       | 584640      | 6,00    | 1     | 1        | 691,50            | 58893                |
|                             | 10      | 572400      | 42,00   | 1     | 1        |                   |                      |
|                             | 11      | 1094400     | 6,00    | 1     | 1        |                   |                      |
|                             | 12      | 1101600     | 6,00    | 1     | 1        |                   |                      |

Si riporta il carico d’incendio specifico di progetto per i relativi compartimenti:

Tabella 10.4-3 Carico d’incendio specifico di progetto

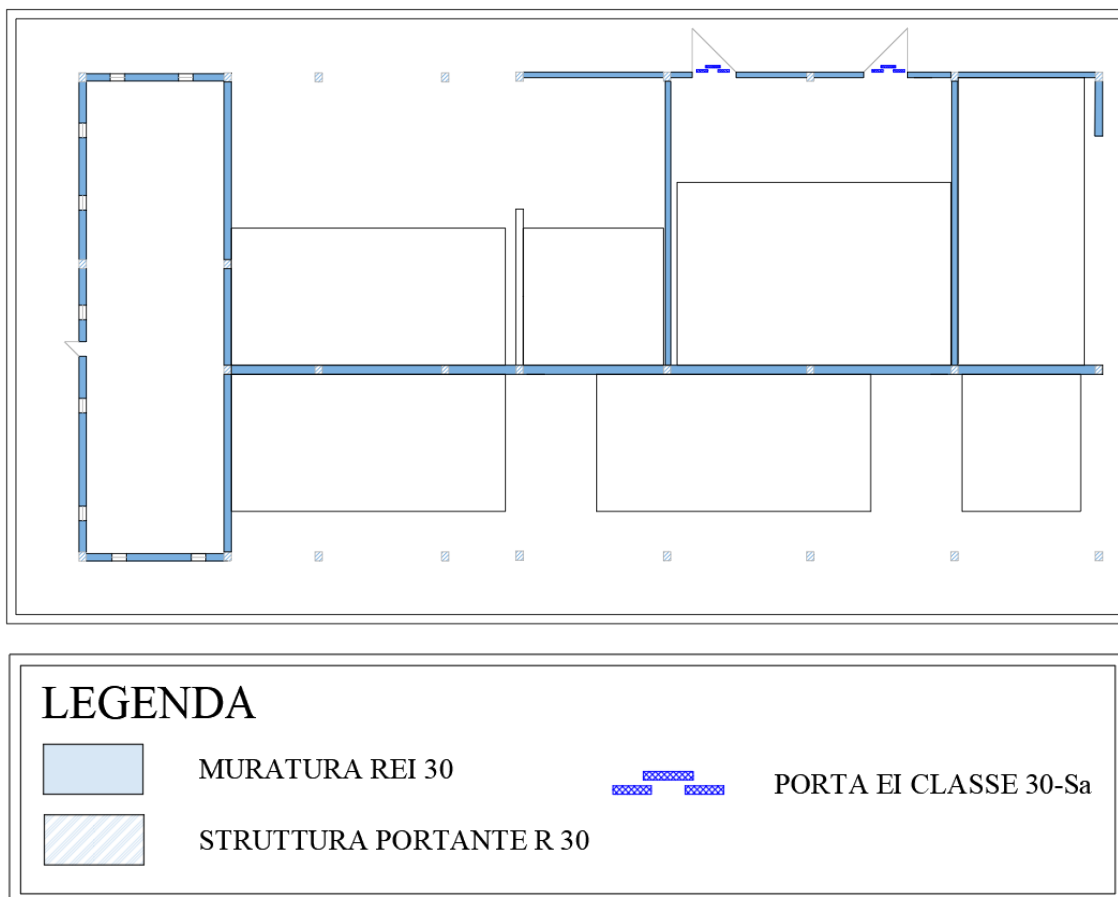
| Carico d’incendio specifico di progetto |                      |            |            |                       |                      |
|---|----------------------|------------|------------|-----------------------|----------------------|
| Compartimento                           | qf                   | $\delta_1$ | $\delta_2$ | $\delta_n$            | qfd                  |
| [-]                                     | [MJ/m <sup>2</sup> ] | [-]        | [-]        | [-]                   | [MJ/m <sup>2</sup> ] |
| B                                       | 60185                | 1          | 1,2        | 0,612 <sup>[20]</sup> | 44200                |
| C                                       | 120576               | 1          | 1,2        | 0,612                 | 88551                |
| D                                       | 42700                | 1          | 1,2        | 0,612                 | 31359                |
| E                                       | 97424                | 1          | 1,2        | 0,612                 | 71548                |
| F                                       | 29094                | 1,2        | 1,2        | 0,72 <sup>[21]</sup>  | 30164                |

<sup>[20]</sup> Scaturisce da:  $\delta_2 \cdot \delta_7 \cdot \delta_9 = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0,612$ .

<sup>[21]</sup> Scaturisce da:  $\delta_2 \cdot \delta_7 = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72$ .

Come previsto da soluzione conforme, i compartimenti sono previsti con strutture REI 30.

Viene di seguito mostrata un'immagine delle strutture REI 30, ove le colonne evidenziate in azzurro hanno classe R 30.



*Figura 10.4-7 Compartimentazione REI 30, fuori scala*

## 10.5. (S3) COMPARTIMENTAZIONE

La finalità della compartimentazione è di limitare la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti verso altre attività o all'interno della stessa attività.

I compartimenti sono riassunti nella tabella sotto riportata:

Tabella 10.5-1 Compartimenti presenti nell'attività

| Compartimenti |                   |
|---------------|-------------------|
| Nome          | Superficie        |
| [-]           | [m <sup>2</sup> ] |
| B             | 500,0             |
| C             | 385,4             |
| E             | 127,7             |

### (S.3.2) LIVELLI DI PRESTAZIONE

| Livelli di prestazione | Descrizione   |
|------------------------|---|
| I                      | Nessun requisito  |
| II                     | È contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• la propagazione dell'incendio verso altre attività;</li> <li>• la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività.</li> </ul>                   |
| III                    | È contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• la propagazione dell'incendio verso altre attività;</li> <li>• la propagazione dell'incendio e dei fumi freddi all'interno della stessa attività.</li> </ul> |

Figura 10.5-1 Livelli di prestazione per la compartimentazione (Tabella S.3-1 del C.P.I)

Nella tabella seguente sono riportati i criteri generalmente accettati per l'attribuzione dei singoli livelli di prestazione.

| 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 o dell'esplosione, ...).<br>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. |

Figura 10.5-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.3-2 del C.P.I)

### (S.3.4.1) SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE II

1. Al fine di limitare la propagazione dell'incendio verso altre attività, viene impiegata la seguente soluzione conforme:

- interporre distanze di separazione su spazio a cielo libero tra le diverse attività contenute in opere da costruzione, così come descritto nel paragrafo S.3.8 del Codice di prevenzioni incendi. Tale condizione è stata rispettata al paragrafo precedente (vedi figura 10.4-3).

2. Al fine di limitare la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività, viene impiegata la seguente soluzione conforme:

- suddividere la volumetria dell'opera da costruzione, contenente l'attività, in compartimenti antincendio così come descritto nei paragrafi S.3.5 ed S.3.6 e con le caratteristiche di cui al paragrafo S.3.7 del Codice di prevenzione incendi.

Tutti i compartimenti presentano le seguenti caratteristiche:

- compartimenti mono piano;
- compartimenti fuori terra;
- assenza di filtri e filtri a prova di fumo;
- non sono compartimenti a prova di fumo;
- la classe di resistenza al fuoco è pari a REI 30 (vedi figura 10.4-7);
- sono rispettati i criteri concernenti l'ubicazione, presenti al paragrafo S.3.9 del Codice di prevenzione incendi;
- non sono presenti comunicazioni con ulteriori attività.

## 10.6 (S4) ESODO

### (S.4.2) LIVELLI DI PRESTAZIONE

| 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.  |

Figura 10.6-1 Livelli di prestazione per l'esodo (Tabella S.4-1 del C.P.I)

Nella tabella sottostante sono riportati i criteri per l'attribuzione all'attività dei singoli livelli di prestazione.

| 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, ...) |

Figura 10.6-2 Criteri di attribuzione per i livelli di prestazione (Tabella S.4-2 del C.P.I)

L'attività soggetta corrisponde al livello di prestazione I.

#### (S.4.4.1) SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE I

Devono essere rispettati tutti i punti previsti nei paragrafi S.4.5, S.4.6, S.4.7, S.4.8, S.4.9, S.4.10 e S.4.11 del Codice di prevenzione incendi.

#### LUOGO SICURO

L'attività è adiacente alla pubblica via, considerata luogo sicuro. Vi è inoltre un luogo sicuro anche all'intero del lotto, in quanto sono rispettati i seguenti requisiti:

- è direttamente collegata alla pubblica via;
- sono rispettate le distanze di separazione previste nel paragrafo S.3;
- la distanza del luogo sicuro supera la massima altezza del fabbricato;
- la superficie lorda del luogo sicuro tiene conto delle superfici minime considerate nella tabella sottostante.

| Tipologia  | Superficie minima per occupante |
|--|---------------------------------|
| Occupante deambulante  | 0,70 m <sup>2</sup> /persona    |
| Occupante su sedia a ruote   | 1,77 m <sup>2</sup> /persona    |
| Occupante allettato  | 2,25 m <sup>2</sup> /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, ...). |                                 |

Figura 10.6-3 Superfici minime per occupante (Tabella S.4-36 del C.P.I)

Considerando infatti la presenza di 14 lavoratori deambulanti, il luogo sicuro necessita di una superficie di 9,8 m<sup>2</sup>.

L'immagine mostra il luogo sicuro posto all'interno del lotto avente superficie di 460 m<sup>2</sup>.

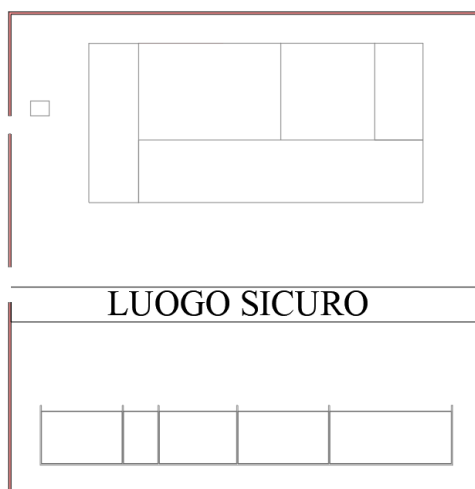


Figura 10.6-4 Luogo sicuro all'interno del lotto

## VIE D'ESODO

Le vie d'esodo dell'attività consentono la salvaguardia della vita di tutti gli occupanti e non sono protette e/o a prova di fumo. Infine, non vi sono rampe che superino una pendenza del 20%.

## PORTE LUNGO LE VIE D'ESODO

Le porte, lungo le vie d'esodo, rispettano i seguenti requisiti:

- sono facilmente identificabili ed apribili da parte di tutti gli occupanti;
- l'apertura delle stesse non ostacola il deflusso degli occupanti lungo le vie d'esodo;
- si aprono su piani orizzontali di profondità, almeno pari alla larghezza complessiva del varco.

## SEGNALETICA D'ESODO

Il sistema d'esodo è caratterizzato da segnaletica di sicurezza che permette il facile riconoscimento da parte degli occupanti.

## ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

Lungo le vie d'esodo, è installato un impianto di illuminazione di sicurezza che assicura un illuminamento orizzontale al suolo, sufficiente a consentire l'esodo degli occupanti, in conformità alle indicazioni della norma UNI EN 1838.

## VIE D'ESODO ED USCITE INDIPENDENTI

Sono previste più di due vie d'esodo indipendenti e più di 3 uscite, sempre indipendenti, così come previsto nella tabella S.4-15 del Codice di prevenzione incendi.

| <b>R<sub>vita</sub></b>   | <b>Affollamento dell'ambito servito</b> | <b>Numero minimo uscite indipendenti</b> |
|---|---|--|
| 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 <sup>2</sup>              |   |  |

Figura 10.6-5 Numero minimo di uscite indipendenti da locale o spazio a cielo libero (Tabella S.4-15 del C.P.I)



## CORRIDOI CIECHI

I corridoi ciechi rispettano le massime lunghezze previste dalla normativa.

| R <sub>vita</sub>  | Max affollamento | Max lunghezza L <sub>cc</sub> | R <sub>vita</sub> | Max affollamento | Max lunghezza L <sub>cc</sub> |
|--|------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| A1   |                  | ≤ 45 m                        | B1, E1            |                  | ≤ 25 m                        |
| A2   | ≤ 100 occupanti  | ≤ 30 m                        | B2, E2            |                  | ≤ 20 m                        |
| A3   |                  | ≤ 15 m                        | B3, E3            | ≤ 50 occupanti   | ≤ 15 m                        |
| A4   |                  | ≤ 10 m                        | Cii1, Ciii1       |                  | ≤ 20 m                        |
| D1   | ≤ 50 occupanti   | ≤ 20 m                        | Cii2, Ciii2       |                  | ≤ 15 m                        |
| D2   |                  | ≤ 15 m                        | Cii3, Ciii3       |                  | ≤ 10 m                        |
| I valori delle massime lunghezze di corridoio cieco di riferimento L <sub>cc</sub> possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10. |                  |                               |                   |                  |                               |

Figura 10.6-6 Condizioni per il corridoio cieco (Tabella S.4-18 del C.P.I)

Nel fabbricato C è presente un solo corridoio cieco.

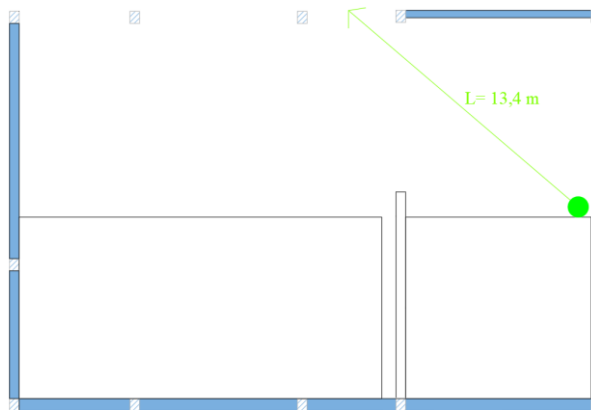


Figura 10.6-7 Corridoio cieco

## LUNGHEZZE D'ESODO

Sono rispettate le massime lunghezze d'esodo previste dalla normativa.

| R <sub>vita</sub>   | Max lunghezza d'esodo L <sub>es</sub> | R <sub>vita</sub> | Max lunghezza d'esodo L <sub>es</sub> |
|---|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 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                                |
| I valori delle massime lunghezze d'esodo di riferimento possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10. |                                       |                   |                                       |

Figura 10.6-8 Massime lunghezze d'esodo (Tabella S.4-25 del C.P.I)

## ALTEZZA VIE D'ESODO

Tutte le altezze d'esodo sono superiori a 2 m.

## LARGHEZZA DELLE VIE D'ESODO

Le larghezze delle vie d'esodo sono superiori a 900 mm come indicato dalla normativa.

| Larghezza | Criterio   |
|-----------|--|
| ≥ 1200 mm | Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti  |
| ≥ 1000 mm | Affollamento dell'ambito servito > 300 occupanti   |
| ≥ 900 mm  | Affollamento dell'ambito servito ≤ 300 occupanti<br>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<br>(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<br>(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.

Figura 10.6-9 Larghezze minime per vie d'esodo orizzontali (Tabella S.4-28)

### (S.4.11) ESODO PER ATTIVITA' ALL'APERTO

Sono rispettate le condizioni di corridoi ciechi, lunghezze e larghezze massime d'esodo, previste per le attività all'aperto.

## **10.7 (S5) GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO**

### (S.5.2.) LIVELLI DI PRESTAZIONE

| 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 |

Figura 10.7-1 Livelli di prestazione per la gestione della sicurezza antincendi (Tabella S.5-1 del C.P.I)

Nella tabella sottostante sono riportati i criteri generalmente accettati per l'attribuzione dei singoli livelli di prestazione.

| Livello di prestazione | Criteri di attribuzione   |
|------------------------|---|
| I                      | Attività ove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ R<sub>vita</sub> compresi in A1, A2;</li> <li>○ R<sub>beni</sub> pari a 1;</li> <li>○ R<sub>ambiente</sub> non significativo;</li> </ul> </li> <li>• non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità;</li> <li>• tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m;</li> <li>• carico di incendio specifico q<sub>i</sub> ≤ 1200 MJ/m<sup>2</sup>;</li> <li>• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul>           |
| 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"> <li>• profilo di rischio R<sub>beni</sub> compreso in 3, 4;</li> <li>• se aperta al pubblico: affollamento complessivo &gt; 300 occupanti;</li> <li>• se non aperta al pubblico: affollamento complessivo &gt; 1000 occupanti;</li> <li>• numero complessivo di posti letto &gt; 100 e profili di rischio R<sub>vita</sub> compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3;</li> <li>• si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo &gt; 25 occupanti;</li> <li>• si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo &gt; 25 occupanti.</li> </ul> |

Figura 10.7-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.5-2 del C.P.I)

L'attività ricade in un livello di prestazione II.

#### (S.5.4.1) SOLUZIONI CONFORMI

| Struttura organizzativa minima                          | Compiti e funzioni   |
|---|--|
| Responsabile dell'attività                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• organizza la GSA in esercizio;</li> <li>• organizza la GSA in emergenza;</li> <li>• [1] predispone, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza;</li> <li>• [1] provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature.</li> </ul>  |
| [1] Coordinatore degli addetti del servizio antincendio | <p>Addetto al servizio antincendio, individuato dal responsabile dell'attività, che:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sovrintende ai servizi relativi all'attuazione delle misure antincendio previste;</li> <li>• coordina operativamente gli interventi degli addetti al servizio antincendio e la messa in sicurezza degli impianti;</li> <li>• si interfaccia con i responsabili delle squadre dei soccorritori;</li> <li>• segnala al responsabile dell'attività eventuali necessità di modifica delle procedure di emergenza.</li> </ul> |
| [1] Addetti al servizio antincendio                     | Attuano la GSA in esercizio ed in emergenza.   |
| <b>GSA in esercizio</b>                                 | Come prevista al paragrafo S.5.7, escluse le prescrizioni del paragrafo S.5.7.7, con possibilità di prevedere il centro di gestione delle emergenze di cui al paragrafo S.5.7.6.   |
| <b>GSA in emergenza</b>                                 | Come prevista al paragrafo S.5.8   |
| [1] Solo se attività lavorativa                         |  |

Figura 10.7-3 Soluzioni conformi per il livello di prestazione II (Tabella S.5-4 del C.P.I)

## 10.8 (S6) CONTROLLO DELL'INCENDIO

### (S.6.2.) LIVELLI DI PRESTAZIONE

| 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     |

Figura 10.8-1 Livelli di prestazione per il controllo dell'incendio (Tabella S.6-1 del C.P.I)

Nella tabella seguente sono riportati i criteri per l'attribuzione all'attività dei singoli livelli di prestazione:

| Livello di prestazione | Criteri di attribuzione   |
|------------------------|---|
| I                      | Non ammesso nelle attività soggette   |
| II                     | <p>Ambiti dove siano verificate tutte le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, B1, B2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2;</li> <li>○ <math>R_{beni}</math> pari a 1, 2;</li> <li>○ <math>R_{ambiente}</math> non significativo;</li> </ul> </li> <li>• tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 32 m;</li> <li>• carico di incendio specifico <math>q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2</math>;</li> <li>• per compartimenti con <math>q_f &gt; 200 \text{ MJ/m}^2</math>: superficie lorda <math>\leq 4000 \text{ m}^2</math>;</li> <li>• per compartimenti con <math>q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2</math>: superficie lorda qualsiasi;</li> <li>• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul> |
| 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.  |

Figura 10.8-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.6-2 del C.P.I)

L'attività ricade in un livello di prestazione III.

### (S.6.4.1) SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE II

Sono installati estintori d'incendio a protezione dell'intera attività, secondo le indicazioni del paragrafo S.6.6.

## ESTINTORI DI CLASSE A

| Profilo di rischio R <sub>vita</sub> | 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                        |                        |

Figura 10.8-3 Criteri per l'installazione degli estintori di classe A (Tabella S.6-5 del C.P.I.)

Nello specifico sono stati inseriti 10 estintori polivalenti nei compartimenti B, C, E ed F, caratterizzati, ciascuno, da capacità estinguente pari a 21 A-144BC e carica nominale pari a 6 kg.

### (S.6.4.2) SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE III

Verrà installata una rete di idranti, esterna ed interna, secondo quanto previsto dal paragrafo S.6.8.2 del Codice di prevenzione incendi, conformemente alla norma UNI 10779, ovvero:

- 5 idranti interni DN45 con raggio d'azione di 20 m;
- 6 idranti esterni soprassuolo DN70 con raggio d'azione di 30 m e dotati di apposite barriere per la protezione contro possibili urti.

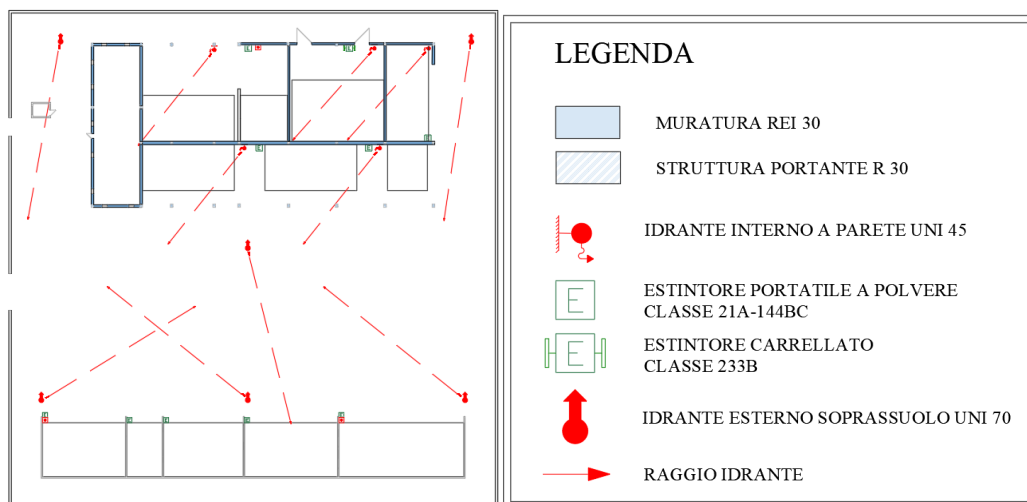


Figura 10.8-4 Posizione estintore, rete idranti interna ed esterna

## 10.9. (S7) RIVELAZIONE ED ALLARME

### (S.7.2.) LIVELLI DI PRESTAZIONE

| Livello di prestazione | Descrizione  |
|------------------------|--|
| I                      | Rivelazione e diffusione dell'allarme di incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività.                       |
| II                     | Rivelazione manuale dell'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.   |

Figura 10.9-1 Livelli di prestazione per rivelazione ed allarme incendi (Tabella S.7-1 del C.P.I)

Nella tabella sottostante sono riportati i criteri, generalmente accettati, per l'attribuzione all'attività dei singoli livelli di prestazione:

| 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"> <li>● profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2;</li> <li>○ <math>R_{beni}</math> pari a 1;</li> <li>○ <math>R_{ambiente}</math> non significativo;</li> </ul> </li> <li>● attività non aperta al pubblico;</li> <li>● densità di affollamento <math>\leq 0,2</math> persone/m<sup>2</sup>;</li> <li>● non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità;</li> <li>● tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m;</li> <li>● carico di incendio specifico <math>q_f \leq 600</math> MJ/m<sup>2</sup>;</li> <li>● superficie lorda di ciascun compartimento <math>\leq 4000</math> m<sup>2</sup>;</li> <li>● non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>● non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul> |
| II                     | <p>Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, B1, B2;</li> <li>○ <math>R_{beni}</math> pari a 1;</li> <li>○ <math>R_{ambiente}</math> non significativo;</li> </ul> </li> <li>● densità di affollamento <math>\leq 0,7</math> persone/m<sup>2</sup>;</li> <li>● tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m;</li> <li>● carico di incendio specifico <math>q_f \leq 600</math> MJ/m<sup>2</sup>;</li> <li>● non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>● non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul>   |
| 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 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,...).   |

Figura 10.9-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.7-2 del C.P.I)

L'attività ricade in un livello di prestazione III.

(S.7.4.3) SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE III

| 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], N, 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<sub>vita</sub> in Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, D1 e D2, aree dei beni da proteggere, aree a rischio specifico.

Figura 10.9-3 Soluzioni conformi per la rilevazione e allarme incendio (Tabella S.7-3 del C.P.I)

Saranno previsti all'interno dell'attività le seguenti funzioni:

- A – rilevatori di fumo puntiformi, posizionati nei fabbricati B, C, ed E;
- B – centrale di controllo e segnalazione, posizionata nel gabbiotto di controllo posto all'entrata;
- C – dispositivi di allarme incendio, campane e sirene posizionate in tutto il lotto, in grado di trasmettere i relativi segnali;
- D – punti manuali di segnalazione, posizionati in tutto il lotto;
- L – apparecchiatura per l'alimentazione di riserva, in caso di incendio;
- E – apparecchiatura di trasmissione segnale, posizionata nel gabbiotto all'entrata;
- F – stazione di ricevimento dell'allarme incendio.

Viene riportata un'immagine che mostra la posizione dei dispositivi nel fabbricato principale.

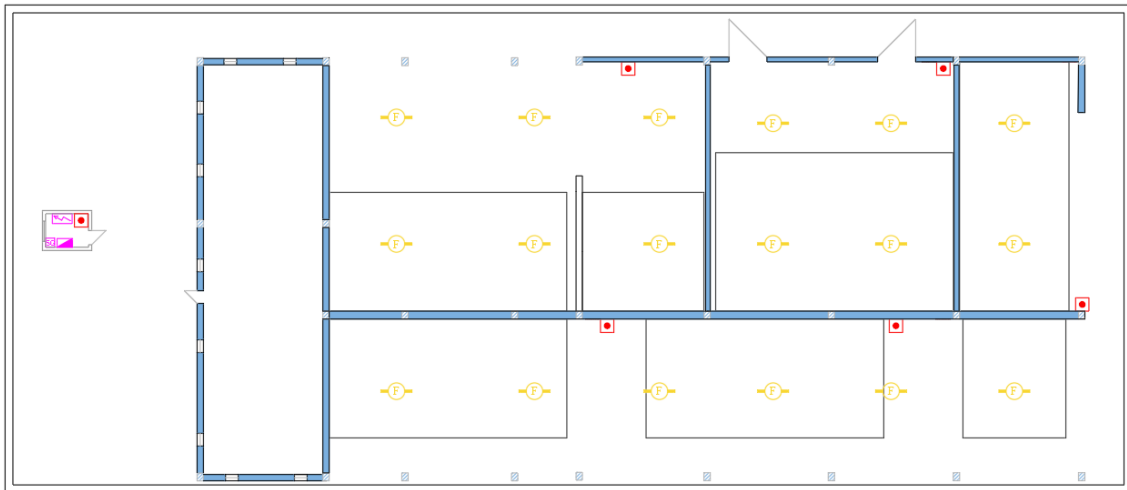


Figura 10.9-4 Posizione dispositivi, fuori scala

## 10.10 (S8) CONTROLLO DI FUMI E CALORE

### (S.8.2.) LIVELLI DI PRESTAZIONE

| 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"> <li>• la salvaguardia degli occupanti e delle squadre di soccorso,</li> <li>• la protezione dei beni, se richiesta.</li> </ul> Fumi e calore generati nel compartimento non devono propagarsi ai compartimenti limitrofi. |

Figura 10.10-1 Livelli di prestazione per il controllo di fumi e calore (Tabella S.8-1 del C.P.I)

Nella tabella sottostante sono riportati i criteri per l'attribuzione all'attività dei singoli livelli di prestazione.



| Livello di prestazione | Criteri di attribuzione  |
|------------------------|--|
| I                      | Compartimenti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• non adibiti ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto;</li> <li>• carico di incendio specifico <math>q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2</math>;</li> <li>• per compartimenti con <math>q_f &gt; 200 \text{ MJ/m}^2</math>: superficie lorda <math>\leq 25 \text{ m}^2</math>;</li> <li>• per compartimenti con <math>q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2</math>: superficie lorda <math>\leq 100 \text{ m}^2</math>;</li> <li>• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul> |
| 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, ...).   |

Figura 10.10-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.8-2 del C.P.I)

L'attività ricade in un livello di prestazione II.

#### (S.8.4.2) SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE II

Viene prevista la possibilità di effettuare lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza, secondo quanto previsto al paragrafo S.8.5 del Codice di prevenzione incendi.

Le aperture di smaltimento sono realizzate in modo che:

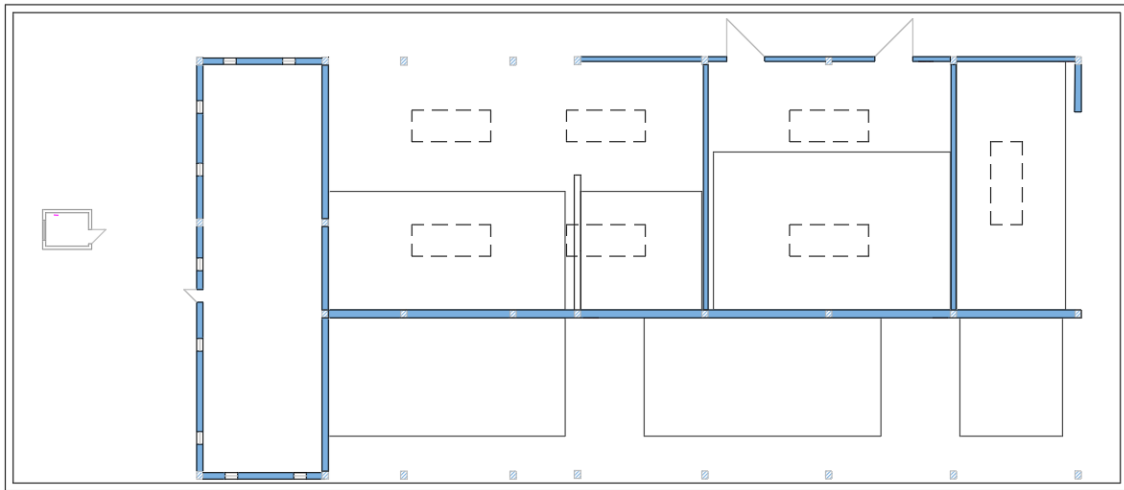
- sia possibile smaltire fumo e calore da tutti gli ambiti del compartimento;
- fumo e calore smaltiti non interferiscano con il sistema delle vie d'esodo e non propaghino l'incendio verso altri locali, piani o compartimenti.

Nello specifico, tutti i fabbricati, essendo parzialmente aperti, sono caratterizzati da aperture di smaltimento sufficienti per evacuare i fumi. Saranno, comunque, posizionati dei lucernai nei vari compartimenti. Nella tabella sottostante si riportano i dati relativi alle aperture.

Tabella 10.10-1 Superficie di smaltimento

| SUPERFICIE DI SMALTIMENTO |       |                            |                     |
|---------------------------|-------|----------------------------|---------------------|
| FABBRICATO                | AREA  | SUPERFICIE PARETE MANCANTE | SUPERFICIE LUCERNAI |
| [-]                       | [mq]  | [mq]                       | [mq]                |
| B                         | 500,0 | 250                        | 30                  |
| C                         | 385,4 | 96,4                       | 40                  |
| E                         | 127,7 | 44,7                       | 10,5                |

Viene mostrata di seguito la posizione dei lucernai.






| LEGENDA   |                         |
|---|-------------------------|
|  | MURATURA REI 30         |
|  | LUCERNAIO               |
|  | STRUTTURA PORTANTE R 30 |

Figura 10.10-3 Posizione lucernai, fuori scala

## 10.11 (S9) OPERATIVITÀ ANTINCENDIO

### (S.9.2.) LIVELLI DI PRESTAZIONE

| Livello di prestazione | Descrizione   |
|------------------------|---|
| I                      | Nessun requisito  |
| II                     | Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio   |
| III                    | Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio<br>Pronta disponibilità di agenti estinguenti<br>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<br>Pronta disponibilità di agenti estinguenti<br>Possibilità di controllare o arrestare gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza<br>Accessibilità protetta per i Vigili del fuoco a tutti i piani dell'attività<br>Possibilità di comunicazione affidabile per soccorritori |

Figura 10.11-1 Livelli di prestazione per l'operatività antincendio (Tabella S.9-1 del C.P.I)

Nella tabella sottostante sono riportati i criteri per l'attribuzione all'attività dei singoli livelli di prestazione.

| 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"> <li>• profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ R<sub>vita</sub> compresi in A1, A2, B1, B2;</li> <li>○ R<sub>beni</sub> pari a 1;</li> <li>○ R<sub>ambiente</sub> non significativo;</li> </ul> </li> <li>• densità di affollamento <math>\leq 0,2</math> persone/m<sup>2</sup>;</li> <li>• tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m;</li> <li>• carico di incendio specifico <math>q_f \leq 600</math> MJ/m<sup>2</sup>;</li> <li>• per compartimenti con <math>q_f &gt; 200</math> MJ/m<sup>2</sup>: superficie lorda <math>\leq 4000</math> m<sup>2</sup>;</li> <li>• per compartimenti con <math>q_f \leq 200</math> MJ/m<sup>2</sup>: superficie lorda qualsiasi;</li> <li>• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul> |
| III                    | Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.   |
| IV                     | <p>Opere da costruzione dove sia verificata <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• profilo di rischio R<sub>beni</sub> compreso in 3, 4;</li> <li>• se aperta al pubblico: affollamento complessivo <math>&gt; 300</math> occupanti;</li> <li>• se non aperta al pubblico: affollamento complessivo <math>&gt; 1000</math> occupanti;</li> <li>• numero totale di posti letto <math>&gt; 100</math> e profili di rischio R<sub>vita</sub> compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3;</li> <li>• si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo <math>&gt; 25</math> occupanti;</li> <li>• si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo <math>&gt; 25</math> occupanti.</li> </ul>  |

Figura 10.11-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.9-2 del C.P.I)

L'attività ricade in un livello di prestazione III.

#### (S.9.4.2) SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE III

È permanentemente assicurata la possibilità di avvicinare i mezzi di soccorso antincendio, adeguati al rischio, a distanza  $\leq 50$  m dagli accessi per soccorritori dell'attività.

I sistemi di controllo e comando dei servizi di sicurezza, destinati a funzionare in caso di incendio, sono ubicati in posizione segnalata e facilmente raggiungibile durante l'incendio.

Gli organi di intercettazione, controllo, arresto e manovra degli impianti tecnologici e di processo al servizio dell'attività, rilevanti ai fini dell'incendio (es. impianto elettrico, adduzione gas naturali, impianti di ventilazione, impianti di produzione, ...), sono ubicati in posizione segnalata e facilmente raggiungibile durante l'incendio.

## 10.12 (S10) SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO

### (S.10.2.) LIVELLI DI PRESTAZIONE

| Livello di prestazione | Descrizione   |
|------------------------|---|
| I                      | Impianti progettati, realizzati, <b>eserciti e mantenuti in efficienza</b> secondo la regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, con requisiti di sicurezza antincendio specifici. |

*Figura 10.12-1 Livelli di prestazione per la sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio (Tabella S.10-1 del C.P.I)*

Il livello di prestazione I deve essere attribuito a tutte le attività.

### (S.10.4.1) SOLUZIONI CONFORMI

Gli impianti tecnologici e di servizio sono progettati, installati, verificati, esercitati e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme di buona tecnica applicabili. Tali impianti garantiscono gli obiettivi di sicurezza antincendio.

Ai fini del livello di prestazione I è previsto che:

- gli impianti elettrici possiederanno caratteristiche strutturali, tensione d'alimentazione e possibilità d'intervento, individuate nel piano d'emergenza, tali da non costituire pericolo durante le operazioni di estinzione incendio;
- un dispositivo di sezionamento d'emergenza, dell'impianto elettrico dell'attività, sarà posizionato in zona segnalata e facilmente accessibile;
- in funzione delle caratteristiche dell'attività, le condutture elettriche saranno realizzate con materiali in grado di ridurre al minimo l'emissione di fumi;
- il quadro elettrico dell'attività, sarà ubicato in posizione segnalata, non accessibile al pubblico, ma facilmente raggiungibile dal personale addetto;
- gli impianti saranno suddivisi in più circuiti terminali, in modo da poter intervenire con tempestività sul guasto, evitando condizioni di panico o pericolo all'interno dell'attività;
- i circuiti di sicurezza, destinati al funzionamento durante l'emergenza, saranno protetti contro l'incendio mediante cavi resistenti all'incendio;
- gli impianti che abbiano una funzione per la gestione dell'emergenza, avranno alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime indicate nella tabella che segue.

| Utenza  | Interruzione                       | Autonomia  |
|---|------------------------------------|------------|
| Illuminazione di sicurezza, IRAI, sistemi di comunicazione in emergenza                         | Interruzione breve ( $\leq 0,5$ s) | > 30' [1]  |
| Scale e marciapiedi mobili utilizzati per l'esodo [3], ascensori antincendio, SEFC              | Interruzione media ( $\leq 15$ s)  | > 30' [1]  |
| Sistemi di controllo o estinzione degli incendi   | Interruzione media ( $\leq 15$ s)  | > 120' [2] |
| Ascensori di soccorso   | Interruzione media ( $\leq 15$ s)  | > 120'     |
| Altri Impianti  | Interruzione media ( $\leq 15$ 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 l'esodo   |                                    |            |

Figura 10.12-2 Autonomia minima ed interruzione dell'alimentazione elettrica di sicurezza (Tabella S.10-2 del C.P.I)

### 10.13 D.M. 31/07/1934

L'attività n. 12 viene trattata con la propria regola tecnica verticale prevista dal D.M 31/07/1934 - *“Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi”*.

#### (TITOLO II) CLASSIFICAZIONE – EQUIVALENZA – POTENZIALITA'

I liquidi contenuti nel fabbricato D appartengono alla categoria C - *“Oli minerali combustibili (cioè residui della distillazione, per combustione), nonché liquidi aventi un punto di infiammabilità da 65°C a 125°C compresi, ed oli minerali lubrificanti (nonché oli minerali bianchi), con un punto di infiammabilità superiore a 125°C”*, e vengono inclusi alla classe 9<sup>a</sup> - *“Depositi con serbatoi fuori terra (o interrati), o magazzini di merce imballata; capacità totale da 25 a 1.000 mc (oli combustibili).”*

#### (TITOLO III) DISPOSIZIONI GENERALI

Il comma 20 del titolo III afferma: *“I fabbricati e i locali per stabilimenti, depositi e magazzini dove si producono, manipolano, o conservano oli minerali, loro derivati, miscele carburanti e residui (esclusi gli ambienti adibiti ad ufficio, abitazione e simili), debbono essere costruiti con materiali incombustibili e resistenti al fuoco.”*; per tale motivo gli oli combustibili sono inseriti in un compartimento REI 30 e sono posti all'interno degli appositi fusti di contenimento.

Il comma 31 impone che i depositi di oli minerali debbano avere i mezzi sufficienti per provvedere allo spegnimento dell'incendio; per tale ragione, il compartimento D è caratterizzato sia da una rete idrica interna, che da un impianto idrico alimentato da una

condotta d'acqua sotto pressione, al fine di raffreddare gli involucri metallici da cui tali serbatoi sono costituiti.

Inoltre, come previsto dal comma 34, è posto all'interno del compartimento un estintore carrellato con capacità estinguente 233 B.

#### (TITOLO IV) DISPOSIZIONI PARTICOLARI

Il deposito di oli minerali è circondato da un recinto, costruito da materiale incombustibile, alto non meno di 3,1 m.

La distanza di separazione con i fabbricati esterni rispetta i limiti imposti dalla “Tabella delle zone di protezione e delle distanze di rispetto da osservare”, contenuta nella norma.

| Classe del deposito | Caratteristiche degli impianti  | Categ. dei liquidi | Zona di protezione (metri) | Distanza di rispetto tra i fabbricati esterni e |  |
|---------------------|---|--------------------|----------------------------|---|--|
|                     |   |                    |                            | il perimetro dei serbatoi (metri)               | il perim. dei magazz. di liquidi e dei locali di travaso (metri) |
| 1                   | 2   | 3                  | 4                          | 5   | 6  |
| 1*                  | a) Depositi con serbatoi fuori terra; ordinari  | A                  | 20                         | 75  | 25   |
|                     |   | B                  | 10                         | 50  | 15   |
|                     | b) Depositi con serbatoi fuori terra; sicurezza di 3° grado                             | A                  | 10                         | 50  | 25   |
|                     |   | B                  | 5                          | 35  | 15   |
| 2*                  | c) Depositi con serbatoi fuori terra, oppure interrati; sicurezza di 2° grado           | A                  | 10                         | 37, 50  | 25   |
|                     |   | B                  | 5                          | 25  | 15   |
|                     | d) Depositi con serbatoi interrati; sicurezza di 1° grado                               | A                  | 5                          | 25  | 25   |
|                     |   | B                  | 5                          | 15  | 15   |
| 3*                  | a) Depositi con serbatoi fuori terra; ordinari  | A                  | 15                         | 60  | 25   |
|                     |   | B                  | 5                          | 40  | 15   |
|                     | b) Depositi con serbatoi fuori terra; sicurezza di 3° grado                             | A                  | 10                         | 37, 50  | 25   |
|                     |   | B                  | 5                          | 25  | 15   |
| 4*                  | c) Depositi con serbatoi fuori terra, oppure interrati; sicurezza di 2° grado           | A                  | 10                         | 25  | 25   |
|                     |   | B                  | 5                          | 15  | 15   |
|                     | d) Depositi con serbatoi interrati; sicurezza di 1° grado                               | A                  | 5                          | 15  | 25   |
|                     |   | B                  | 5                          | 10  | 15   |
| 5*                  | a) Depositi con serbatoi fuori terra; ordinari  | A                  | 10                         | 50  | 15   |
|                     |   | B                  | 5                          | 25  | 10   |
|                     | b) Depositi con serbatoi fuori terra; sicurezza di 3° grado                             | A                  | 5                          | 15  | 15   |
|                     |   | B                  | 5                          | 10  | 10   |
| 6*                  | c) Depositi con serbatoi fuori terra, oppure interrati; sicurezza di 2° grado           | A                  | 5                          | 10  | 15   |
|                     |   | B                  | 5                          | 7   | 10   |
|                     | d) Depositi con serbatoi interrati; sicurezza di 1° grado                               | A                  | 3                          | 5   | 15   |
|                     |   | B                  | 3                          | 4   | 10   |
| 7*                  | Depositi con serbatoi interrati; sicurezza di 1° grado (1)                              | A e B              | 2                          | 3   | 5 (2)  |
| 8*                  | Depositi di merce imballata; sicurezza di 2° grado (5)                                  | A e B              | 5                          | (Non esistono serbatoi)                         | 15 (3)   |
| 9*                  | Serbatoi interrati per distributori di benzina e miscele; sicurezza di 1° grado (4)     | A                  | --                         | --  | (Non esistono nè magazz. nè locali di travaso)                   |
| 10*                 | Depositi di merce imballata; sicurezza di 2° grado (5)                                  | A e B              | --                         | (Non esistono serbatoi)                         | 5 (3)  |
| 11*                 | Depositi con serbatoi fuori terra, o interrati, oppure magazzini di merce imballata (6) | C                  | 3                          | 4   | 5  |
| 12*                 | Depositi con serbatoi fuori terra o interrati, oppure magazzini di merce imballata (6)  | C                  | 1, 50                      | 2   | 3  |
| 13*                 | Serbatoi interrati per distributori di residui distillati                               | C                  | --                         | --  | (Non esistono nè magazz. nè locali di travaso)                   |

Figura 10.13-1 Distanza di separazione da altri fabbricati

Il locale si trova ad una distanza di circa 15 m dai fabbricati esterni.

#### **10.14. VALUTAZIONE DELL'INTERFERENZA NELL'ATTIVITA' N. 12**

Non risulta interferenza fra i vari fabbricati.

Infatti:

- non sono presenti comunicazioni tra il fabbricato D e gli ulteriori fabbricati;
- sono rispettate le distanze di separazione imposte dalla norma;
- la compartimentazione dei fabbricati adiacenti risulta la medesima del fabbricato D.

Inoltre, si dimostra che l'attività n. 12 risulta essere funzionale anche alle soluzioni previste dal D.M. 03/08/2015 e s.m.i..

Infatti, il compartimento D:

- prevede una compartimentazione REI 30;
- è caratterizzato da una distanza di separazione che prevede un irraggiamento del bersaglio inferiore a  $12,6 \text{ kW/m}^2$ ;
- rispetta tutte le condizioni per l'esodo, previste nel capitolo S4; in particolare vi è la presenza di un corridoio cieco di lunghezza pari a 7,5 m e quindi inferiore ai 15 m previsti dal Codice;
- prevede un estintore carrellato ed una protezione tramite rete idrica;
- rispetta tutte le prescrizioni del capitolo S7;
- presenta due lucernai con superficie pari a  $20 \text{ m}^2$ , che superano la SE, pari a  $10 \text{ m}^2$ , prevista dal Codice al capitolo S8;
- assicura l'accessibilità per i mezzi di soccorso antincendio, la pronta disponibilità di agenti estinguenti e la possibilità di controllare, o arrestare, gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza;
- rispetta i punti previsti nel paragrafo S.10 del D.M. 03/08/2015 e s.m.i..

Si riporta un'immagine delle soluzioni adottate per il compartimento D.

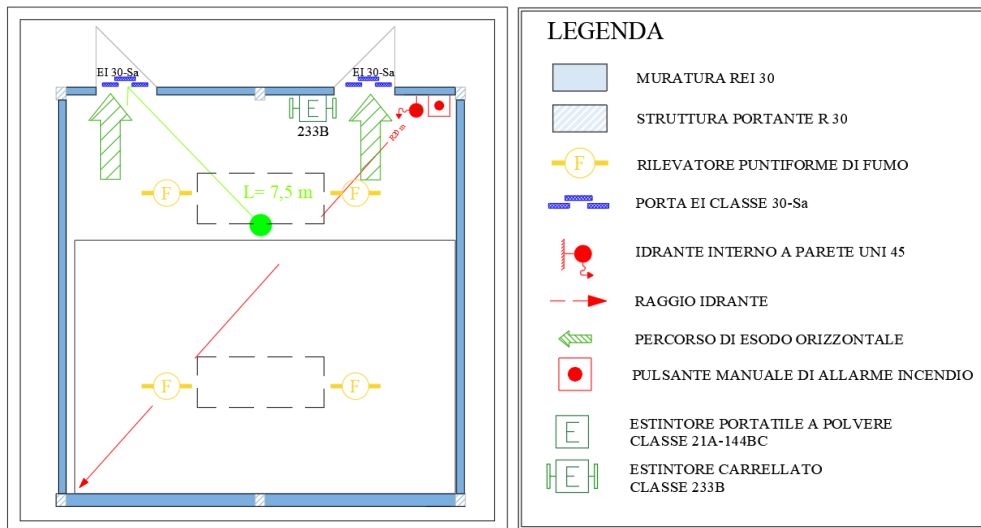


Figura 10.14-1 Soluzioni compartimento D, fuori scala

## 10.15. VALUTAZIONE “V1” E “V2”

Le attività non vengono considerate all'interno del campo di applicazione della V1 “Aree a rischio specifico” in quanto:

- il  $R_{amb}$  non è significativo;
- le aree con carico d'incendio specifico superiori a  $1200 \text{ MJ/m}^2$  risultano essere normalmente occupate dai lavoratori.

Il compartimento D è da approfondire, tramite un'analisi “ATEX: atmosfere esplosive”, secondo quanto previsto dal titolo 11 del D.lgs 81/08.



# CAPITOLO 11

## APPLICAZIONE RTV

Trattiamo adesso l'applicazione, al caso studio, della regola tecnica verticale riportata nella parte IV del lavoro in oggetto.

### 11.1 (V.9.1) SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Viene riportato un elenco dei quantitativi di materiali contenuti nell'attività soggetta.

*Tabella 11.1 Materiali stoccati nell'attività*

| DESCRIZIONE STOCCAGGI |                          |         |        |        |          |          |                   |
|-----------------------|--------------------------|---------|--------|--------|----------|----------|-------------------|
| RIFIUTO               | DESCRIZIONE              | ALTEZZA | AREA   | VOLUME | DENSITA' | PESO     | POTERE CALORIFICO |
| [-]                   | [-]                      | [m]     | [mq]   | [mc]   | [kg/mc]  | [kg]     | [MJ/kg]           |
| 1A                    | Plastica (PVC)           | 4       | 34     | 68     | 1350     | 91800    | 34                |
| 1B                    | Plastica (PVC)           | 4       | 34     | 68     | 1350     | 91800    | 34                |
| 2                     | Carta                    | 4       | 60     | 120    | 875      | 105000   | 17                |
| 3                     | Tessuti e stoffe         | 4       | 60     | 120    | 1000     | 120000   | 21                |
| 4                     | Pneumatici               | 4       | 110    | 440    | 1200     | 528000   | 25,12             |
| 5                     | Olio combustibile fluido | 0,915   | 196,21 | 718,13 | 847,3    | 608470,4 | 21                |
| 6                     | Ferro                    | 4       | 56     | 112    | 2700     | 302400   | 6                 |
| 7                     | Legno                    | 4       | 112    | 224    | 500      | 112000   | 17                |
| 8                     | Ghiaia                   | 4       | 117    | 234    | 1570     | 367380   | 6                 |
| 9                     | Vetro                    | 4       | 52,2   | 104,4  | 2800     | 292320   | 6                 |
| 10                    | Gomma                    | 4       | 119,25 | 238,5  | 1200     | 286200   | 42                |
| 11                    | Ceramica                 | 4       | 136,8  | 273,6  | 2000     | 547200   | 6                 |
| 12                    | Gesso                    | 4       | 183,6  | 367,2  | 1500     | 550800   | 6                 |

Nello specifico, sono contenute nel sito più di 3000 tonnellate di materiale combustibile e, di conseguenza, l'attività risulta soggetta al controllo dei Vigili del Fuoco in quanto si estende per 6491 m<sup>2</sup> e contiene 3278 tonnellate di materiale combustibile (attività 81 cat.C).

### 11.2 (V.9.2) DEFINIZIONI

Facendo riferimento alla figura 11.2-1, l'attività presenta:

- stoccaggi all'aperto – zona F;
- stoccaggi al coperto – zone B, C, F;
- stoccaggi al chiuso – zona D;

- stoccaggi in baia – i rifiuti indicati con i numeri 6,7, 8, 9, 10, 11 e 12 risultano stoccati in baia;
- stoccaggio in contenitori – il rifiuto identificato con il numero 5, nella zona D, risulta essere stoccato in contenitori;
- percentuale apertura parete – i fabbricati B, C ed E risultano avere una percentuale apertura parete;
- rifiuti sciolti – tutti i rifiuti ad eccezione dei nn. 4 e 5 risultano sciolti;
- rifiuti imballati – i rifiuti nn. 4 e 5 risultano imballati.

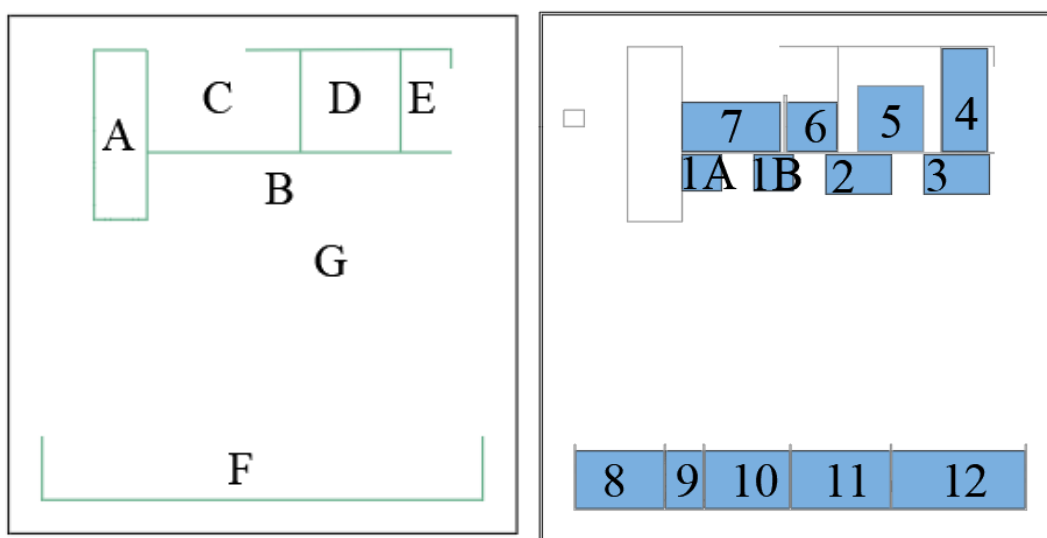


Figura 11.2-1 Rappresentazione fabbricati presenti e aree di stoccaggio nel caso studio

Non sono presenti aree in cui si effettuano trattamento, smaltimento e/o recupero rifiuti.

### 11.3 (V.9.3) CLASSIFICAZIONI

Si riportano le classificazioni presenti nell'attività:

- superficie lorda utile  $AB = 6491 \text{ m}^2$ ;
- ubicazione  $UA =$  centro urbanizzato;
- tipologie di rifiuto presenti:
  - $RA =$  combustibili solidi (rifiuti nn. 1, 2, 3, 4, 6, 7 e 10);
  - $RE =$  liquidi infiammabili (rifiuto n. 5).
- quantitativi  $QC =$  tutti superiori a  $1200 \text{ MJ/m}^2$ ;

- aree di attività presenti:
  - TC = area adibita ad uffici e servizi (zona A);
  - TM3 = deposito di sostanze liquidi infiammabili (zona D);
  - TM12 = deposito di sostanze solide combustibili (zone B, C, E, F);
  - TK2 = aree scoperte esterne all'opera da costruzione, destinate alla movimentazione ed al carico/scarico (zona G).
- percentuale apertura pareti:
  - fabbricato B pari a 50%;
  - fabbricato C pari a 25%;
  - fabbricato E pari a 35%.

## 11.4 (V.9.4) PROFILI DI RISCHIO

Dall'applicazione della sezione G3 (vedi paragrafo 10.2) risulta:

- $R_{vita} = A3$  in tutti i compartimenti;
- $R_{beni} =$  non significativo.

Si effettua il calcolo per  $R_{amb}$  tramite procedura tabellare, ricordando i punteggi presenti in questo caso:

- $UA=1$ ;
- $RA=6$ ;
- $RE=8$ ;
- $QC=10$ ;
- $AB=1,5$ .

$$R_{amb} = UA \times \frac{(7 \times RA \times QC \times S) + (RE \times QC \times S)}{8} = 1 \times \frac{(7 \times 6 \times 10 \times 1,5) + (8 \times 10 \times 1,5)}{8} = 93,75 \quad [27]$$

$$R_{amb} = 93,75 > 80$$

## 11.5 (V.9.5) STRATEGIA ANTINCENDIO

### (V.9.5.2) RESISTENZA AL FUOCO

Essendo  $R_{amb} > 80$ , è ammesso il livello di prestazione III.

Vengono riportati i carichi d'incendio specifici.

Tabella 11.5-1 Carico d'incendio specifico

| Carico d'incendio specifico |         |          |         |     |          |                   |                      |
|-----------------------------|---------|----------|---------|-----|----------|-------------------|----------------------|
| Compartimento               | Rifiuti | gi       | Hi      | mi  | $\psi_i$ | A                 | qf                   |
| [-]                         | [-]     | [kg]     | [MJ/kg] | [-] | [-]      | [m <sup>2</sup> ] | [MJ/m <sup>2</sup> ] |
| B                           | 1A e 1B | 183600   | 34,00   | 1   | 1        | 500,00            | 20381                |
|                             | 2       | 105000   | 17,00   | 0,8 | 1        |                   |                      |
|                             | 3       | 120000   | 21,00   | 1   | 1        |                   |                      |
| C                           | 4       | 528000   | 25,12   | 1   | 1        | 110,00            | 120576               |
| D                           | 5       | 608470,4 | 21,00   | 1   | 0,85     | 254,36            | 42700                |
| E                           | 6       | 302400   | 6,00    | 1   | 1        | 385,42            | 14379                |
|                             | 7       | 112000   | 17,00   | 0,8 | 1        |                   |                      |
|                             | 8       | 367380   | 6,00    | 1   | 1        |                   |                      |
| F                           | 9       | 292320   | 6,00    | 1   | 1        | 691,50            | 14547                |
|                             | 10      | 286200   | 42,00   | 1   | 1        |                   |                      |
|                             | 11      | 547200   | 6,00    | 1   | 1        |                   |                      |
|                             | 12      | 550800   | 6,00    | 1   | 1        |                   |                      |

Ed i carichi d'incendio specifici di progetto.

Tabella 11.5-2 Carichi d'incendio specifico di progetto

| Carico d'incendio specifico di progetto |                      |            |            |                    |                      |
|---|----------------------|------------|------------|--------------------|----------------------|
| Compartimento                           | qf                   | $\delta_1$ | $\delta_2$ | $\delta_n$         | qfd                  |
| [-]                                     | [MJ/m <sup>2</sup> ] | [-]        | [-]        | [-]                | [MJ/m <sup>2</sup> ] |
| B                                       | 20381                | 1          | 1,2        | 0,26 <sup>22</sup> | 6466                 |
| C                                       | 120576               | 1          | 1,2        | 0,26               | 38254                |
| D                                       | 42700                | 1          | 1,2        | 0,26               | 13547                |
| E                                       | 14379                | 1          | 1,2        | 0,26               | 4562                 |

Di conseguenza, essendo i carichi specifici di progetto tutti superiori a 1200 MJ/m<sup>2</sup>, saranno previste strutture REI 240.

<sup>22</sup> Scaturisce da:  $\delta_2 \cdot \delta_5 \cdot \delta_9 \cdot \delta_{10} = 0,8 \cdot 0,48 \cdot 0,85 \cdot 0,81 = 0,26$ .

| 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                                  |

Figura 11.5-1 Classe minima di resistenza al fuoco (Tabella S.2-3 del C.P.I)

### V.9.5.3 COMPARTIMENTAZIONE

Le aree TC, TM e TK saranno tra loro compartimentate, infatti:

- gli uffici (TC) avranno una compartimentazione REI 30;
- le aree di stoccaggio TM avranno una compartimentazione REI 240 e saranno rispettate distanze di separazione tali, da consentire anche una compartimentazione con le aree di movimentazione TK.

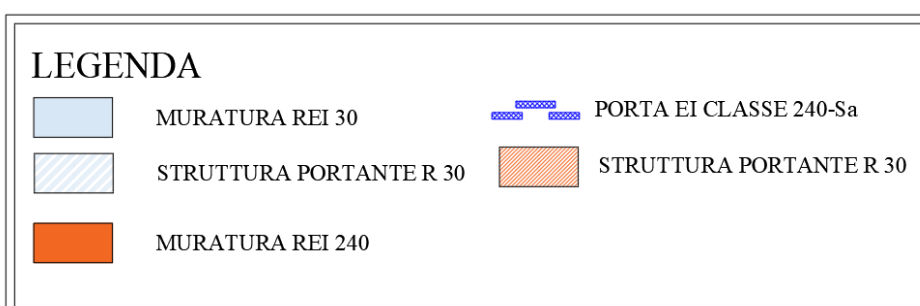
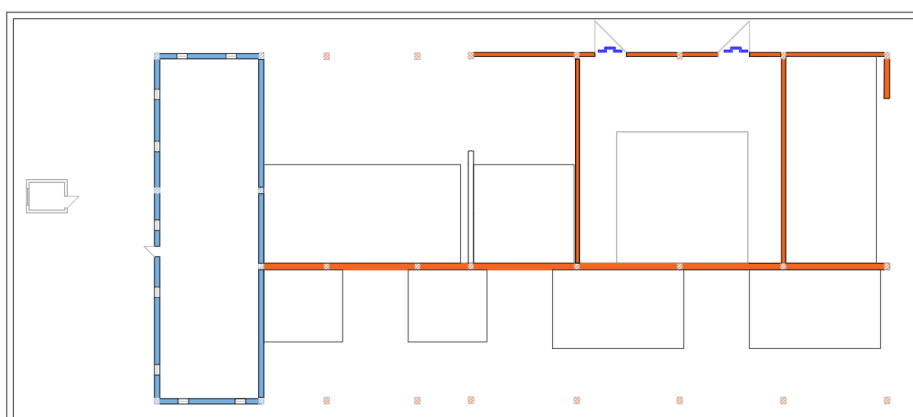


Figura 11.5-2 Compartimentazione fabbricato principale, fuori scala

L'area TM3 sarà protetta da scariche atmosferiche e sarà caratterizzata da un sistema di raccolta. In essa saranno infatti posti, sopra una pavimentazione impermeabile, dei bacini di raccolta con un volume pari al 100% del volume del singolo contenitore, all'interno del quale, è contenuto il liquido infiammabile.

Tutti i rifiuti sono caratterizzati dalle seguenti limitazioni dimensionali:

- massima altezza di stoccaggio pari a 4 m per i rifiuti sciolti;
- massima altezza di stoccaggio per i rifiuti in contenitori (RE) pari a 0,9 m (altezza contenitore);
- l'altezza delle pareti stoccate in baia supera di 1 m la massima altezza di stoccaggio dei rifiuti;
- le larghezze di accumulo sono tutte inferiori a 10 m;
- le lunghezze di accumulo sono tutte inferiori a 20 m;
- i massimi quantitativi di accumulo sono pari a 440 m<sup>3</sup>;
- i rifiuti sciolti sono accumulati tramite una catasta con pendenza massima di 45°C.

#### (V.9.5.3.11.2) PROCEDURA PER LA DETERMINAZIONE TABELLARE DELLA DISTANZA DI SEPARAZIONE

Le distanze di separazione all'aperto vengono calcolate da procedura tabellare.

Tabella 11.5-3 Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai 950°C

| Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai 950°C |                      |   |   |
|---|----------------------|---|---|
| Rifiuti   | Lunghezza stoccaggio | Distanza di separazione con ulteriori rifiuti | Distanza di separazione con edifici circostanti |
| [-]   | [m]                  | Rifiuti sciolti                               | Rifiuti sciolti                                 |
| Vetro   | 5,8                  | 5,8   | 7   |
| Ghiaia  | 13                   | 7,8   | 9,9   |
| Ceramica  | 15,4                 | 9   | 11,7  |
| Gesso   | 20,4                 | 10,2  | 13,3  |

Tabella 11.5-4 Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai 1200°C

| Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai 1200°C |                      |   |   |
|--|----------------------|---|---|
| Rifiuti  | Lunghezza stoccaggio | Distanza di separazione con ulteriori rifiuti | Distanza di separazione con edifici circostanti |
| [-]  | [m]                  | Rifiuti sciolti                               | Rifiuti sciolti                                 |
| Gomma  | 13,55                | 17,2  | 20  |

La distanza di separazione per i rifiuti stoccati al coperto ed al chiuso, viene calcolata secondo la procedura tabellare riportata nel paragrafo S.3.8.11 della RTO.

Vengono riportate le distanze di separazione verso edifici circostanti.

Tabella 13.5-5 Distanze di separazione verso edifici circostanti

| S.3.11.1 spazio a cielo libero |                   |                   |      |          |         |       |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|------|----------|---------|-------|
| Compartimenti                  | Srad              | Spr               | pi   | $\alpha$ | $\beta$ | di    |
| [-]                            | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [-]  | [-]      | [-]     | [m]   |
| B                              | 310,00            | 310,00            | 1    | 7,5      | 6,7     | 14,20 |
|                                | 63,49             | 63,49             | 1    | 6,6      | 3,1     | 9,70  |
| C                              | 130,00            | 129,28            | 1    | 9,5      | 3,9     | 13,45 |
| D                              | 2,52              | 141,66            | 0,02 | 2,5      | 1,0     | 1,05  |
| E                              | 181,09            | 166,95            | 1    | 9,5      | 3,9     | 14,20 |

Le distanze tra gli stoccaggi al coperto, del fabbricato B, vengono poste a 5 m per rispettare le limitazioni dimensionali previste al punto 3, lettere a) e b), della RTV.

Tabella 11.5-6 Limitazioni distanza di separazione tra stoccaggi al coperto

| Distanza di separazione fra rifiuti stoccati al coperto |     |                           |                            |
|---|-----|---------------------------|----------------------------|
| Compartimento   | Pp  | Minima altezza stoccaggio | Massima altezza stoccaggio |
| [-]   | [-] | [m]                       | [m]                        |
| B   | 50% | 6,2                       | 4                          |
| C   | 25% | 7                         | 4                          |
| E   | 35% | 8                         | 4                          |

## ESODO

Per l'esodo sono rispettate tutte le prescrizioni indicate al paragrafo S.4, relative alla soluzione conforme del livello di prestazione I. Tali soluzioni sono le medesime riportate al paragrafo 10.6.

Varia la lunghezza del corridoio cieco per il compartimento D, che risulta comunque inferiore a 15 m.

## (V.9.5.5) GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO

Come previsto dalla normativa, essendo  $R_{amb} > 80$ , l'attività ricade nel livello di prestazione III.

| <b>Struttura organizzativa minima</b>                   | <b>Compiti e funzioni</b>  |
|---|--|
| Responsabile dell'attività                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>organizza la GSA in esercizio;</li> <li>organizza la GSA in emergenza;</li> <li>[1] predisporre, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza;</li> <li>[1] provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature;</li> <li>[1] nomina le figure della struttura organizzativa;</li> <li>istituisce l'<i>unità gestionale GSA</i> (paragrafo S.5.7.7).</li> </ul>   |
| [1] Coordinatore unità gestionale GSA                   | Coordina le attività di cui al paragrafo S.5.7.7.  |
| [1] Coordinatore degli addetti del servizio antincendio | <p>Addetto al servizio antincendio, individuato dal responsabile dell'attività, che:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sovrintende ai servizi relativi all'attuazione delle misure antincendio previste;</li> <li>programma la turnazione degli addetti del servizio antincendio;</li> <li>coordina operativamente gli interventi degli addetti al servizio antincendio e la messa in sicurezza degli impianti;</li> <li>si interfaccia con i responsabili delle squadre dei soccorritori;</li> <li>segnala al <i>coordinatore dell'unità gestionale GSA</i> eventuali necessità di modifica delle procedure di emergenza.</li> </ul> |
| [1] Addetti al servizio antincendio                     | Attuano la GSA in esercizio ed in emergenza.   |
| <b>GSA in esercizio</b>                                 | Come prevista al paragrafo S.5.7   |
| <b>GSA in emergenza</b>                                 | Come prevista al paragrafo S.5.8   |
| [1] Solo se attività lavorativa                         |  |

Figura 11.5-3 Soluzioni conformi livello di prestazione III S5 (Tabella S.5-5 del C.P.I)

Sono verificate tutte le soluzioni conformi riportate in figura.

#### (V.9.5.6) CONTROLLO DELL'INCENDIO

La regola tecnica verticale attribuisce, per un valore  $R_{amb} > 80$ , il livello III di prestazione per l'area TM12 all'aperto ed il livello di prestazione IV per le aree TM3 e TM12 al chiuso/coperto.

Al fine di soddisfare i livelli di prestazione III e IV, deve essere prima soddisfatto il livello di prestazione II, che prevede l'installazione, nell'attività, di estintori. Saranno installati 10 estintori polivalenti con capacità estinguente 21A-144BC ed un estintore carrellato, nel compartimento D, di capacità estinguente 233B.

Per soddisfare le soluzioni conformi del livello III, verrà installata una rete idranti interna ed esterna al servizio di tutte le aree che avrà un livello di rischio 3 secondo l'UNI 10779 - "Impianti di estinzioni incendi".

Sarà installato un kit di addizione schiuma, per la rete idranti, e garantita una disponibilità superiore dell'impianto tramite una migliore affidabilità ed una maggiore manutenibilità.



Ai fini di soddisfare il livello di prestazione IV saranno installati dei sistemi automatici di estinzione. Nello specifico:

- sistemi sprinkler con estinguente ad acqua nei compartimenti B, C ed E, progettati secondo la norma tecnica UNI EN 12845;
- sistema sprinkler con estinguente a schiuma nel compartimento D, progettato secondo la norma tecnica UNI EN 13565-2.

Gli SPK comprendono i seguenti componenti principali: alimentazione idrica; rete di tubazioni fisse, principali e terminali; stazione di controllo ed allarme; valvole; erogatori sprinkler

#### (V.9.5.7) RIVELAZIONE ALLARME

La sezione V.9.5.7 prevede un livello di prestazione pari a IV per lo stoccaggio TM3 ed un livello di prestazione pari a III per gli ulteriori stoccaggi, indipendentemente dal fatto che siano all'aperto, al coperto o al chiuso.

Per le aree TM12, vengono mantenute le prescrizioni effettuate con la regola tecnica, già riportate al paragrafo 10.9; si riportano invece, di seguito, quelle previste per il livello di prestazione IV:

1. devono essere rispettate le prescrizioni del livello III;
2. devono essere previste delle funzioni secondarie per consentire, sia il controllo e l'avvio automatico di sistemi di protezione attiva, sia il controllo e l'arresto degli impianti tecnologici, di servizio o di processo, non destinati a funzionare in caso di incendio.

#### (V.9.5.8) EVACUAZIONE FUMI E CALORE

Si applica il livello di prestazione II, le cui soluzioni conformi sono le medesime riportate al paragrafo 10.10.

#### (V.9.5.9) OPERATIVITÀ ANTINCENDIO

Si applica il livello di prestazione IV. Sarà quindi previsto:

1. il rispetto di tutte le prescrizioni previste per il livello di prestazione III, riportate al paragrafo 10.11;
2. l'accostabilità a tutti i piani dell'autoscala.

#### (V.9.5.10) SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

L'attività ricade nel livello di prestazione I e, quindi, oltre alle prescrizioni riportate al paragrafo 10.12, saranno previsti:

1. sistemi di convogliamento delle acque meteoriche dotati di pozzetti per il drenaggio, vasche di raccolta e di decantazione muniti di separatori per oli e di separazione delle acque di prima pioggia, adeguatamente dimensionati;
2. bacino di contenimento dell'acqua antincendio;
3. sistema di raccolta e di trattamento dei reflui, conformemente a quanto previsto dalla normativa vigente in materia ambientale e sanitaria;
4. impianto di illuminazione interno ed esterno, anche di sicurezza, realizzato in conformità alle norme vigenti;
5. impianto esterno di protezione contro le scariche atmosferiche;
6. impianto di sicurezza per la protezione dell'impianto, da realizzare con un sistema antintrusione perimetrale, composto da recinzioni o muri di una determinata altezza, e con l'installazione di sistemi di videosorveglianza.

#### DM 31/07/1934 E VALUTAZIONE INTERFERENZE

Per quanto concerne il compartimento D, contenente liquidi infiammabili, è valido quanto esposto nel paragrafo 10.13 anche nel caso di applicazione della RTV.

Nello stesso modo, risultano veritiere le affermazioni, riportate al paragrafo 10.14, sull'assenza di interferenza tra le due attività, con la differenza che la compartimentazione prevista per il compartimento D è di REI 240 e non più di REI 30.

Terminata l'analisi del caso studio, vengono riportate delle rappresentazioni grafiche contenenti le soluzioni apportate con l'applicazione della RTV.

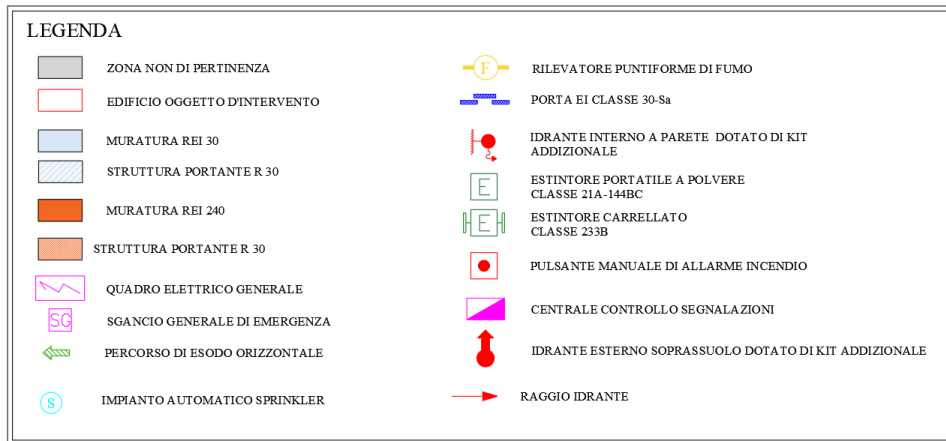


Figura 11.5-4 Legenda

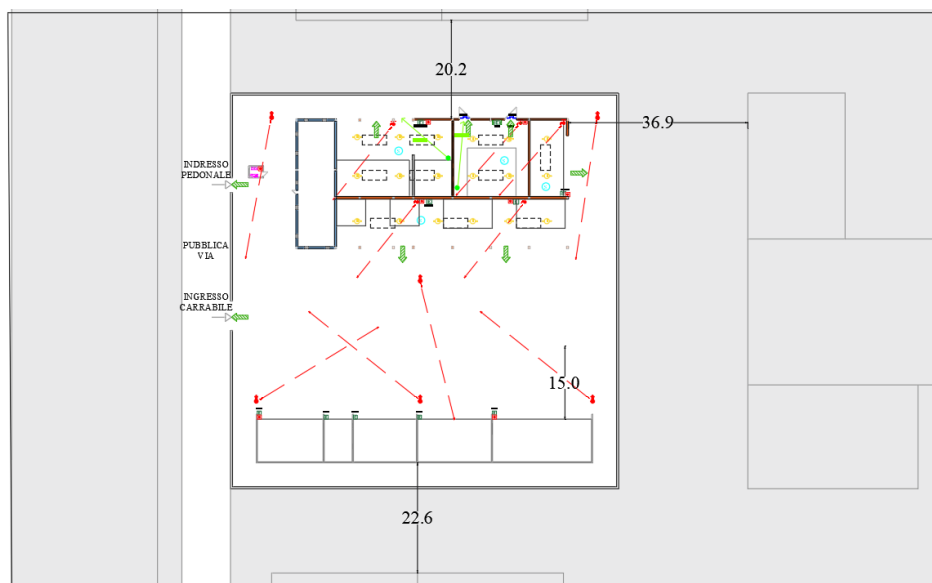


Figura 11.5-5 Contesto, fuori scala

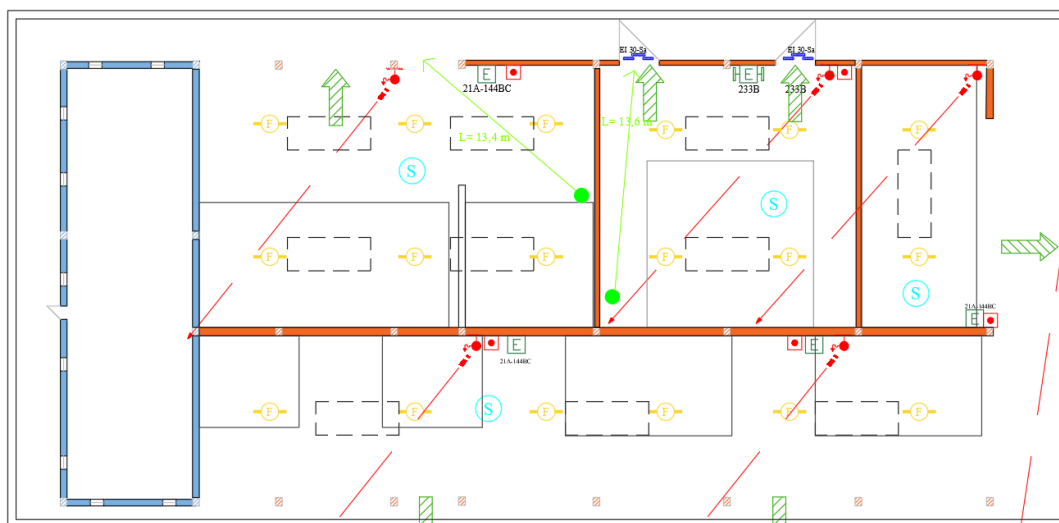


Figura 11.5-6 Particolare fabbricato coperto/chiuso, fuori scala



## CAPITOLO 12

### CONFRONTO RTO – RTV

Si evidenziano le differenti soluzioni cui si perviene con l'applicazione delle due regole tecniche, orizzontale e verticale.

Per semplicità si parlerà di:

- caso 1 – qualora si faccia riferimento all'applicazione della regola tecnica orizzontale, riportata al capitolo 10;
- caso 2 – qualora si faccia riferimento all'applicazione della regola tecnica verticale, riportata al capitolo 11.

#### 12.1 DIFFERENZE

Una prima grande diversità si nota guardando il grafico sottostante, che mostra i livelli di prestazione assegnati ad ogni strategia per i due differenti metodi utilizzati.

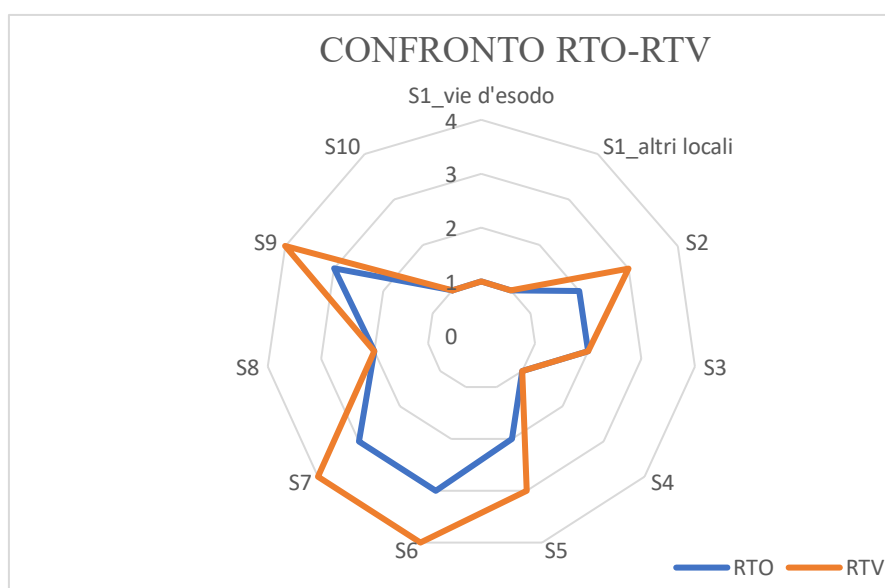


Figura 12.1-1 Confronto livelli di prestazione attribuiti al caso studio

Nella predetta immagine si nota come la linea arancione, che rappresenta i livelli di prestazione adottati con la regola tecnica verticale, si discosti per alcune strategie dalla linea blu, che rappresenta, invece, i livelli attribuiti alla regola tecnica orizzontale. L'assegnazione di livelli di prestazione più alti, comporta, per il caso 2, un numero maggiore di misure preventive e, di conseguenza, una riduzione dei danni che un incendio può causare.

Analizziamo le differenze fra le varie soluzioni conformi previste per i due casi.

### G.3 RISCHIO AMBIENTE

Il rischio ambiente, che determina l'assegnazione dei livelli di prestazione nel caso 2, varia da "non significativo" nel primo caso, ad "alto rischio" nel secondo.

Lo stesso caso studio risulta avere un rischio ambiente così variabile, poiché la regola tecnica orizzontale non obbliga il progettista alla sua applicazione. Diversamente, quello ad alto rischio determina, nella regola tecnica verticale, non solo l'obbligo di essere considerato dal progettista, ma l'aumento di misure preventive per evitare che gli eventi possano impattare sulla popolazione.

Si fa notare, che anche se il rischio ambiente nel caso 1, fosse stato considerato "significativo", vi sarebbero state comunque delle differenze, tra il caso 1 e 2, nell'assegnazione dei livelli di prestazione, in quanto:

- le strategie 1 e 2 non prevedono limitazioni al variare del rischio ambiente, di conseguenza si sarebbero potuti applicare anche i livelli di prestazione I e II;
- la strategia 5 non prevede il livello di prestazione I, qualora vi sia il rischio ambiente significativo, ma non viene definito se applicare il livello II o III;
- le strategie 6, 7 e 9 escludono i primi due livelli di prestazione per  $R_{amb}$  significativo, ma non danno indicazioni su quale livello di prestazione utilizzare.

### S.2 RESISTENZA AL FUOCO

L'assegnazione della classe di compartimentazione varia totalmente tra i due approcci. La RTO consente una compartimentazione REI 30, contro una compartimentazione REI 240 prevista dal livello di prestazione III della RTV.

Questo accade anche se i quantitativi effettivi di materiali contenuti nell'attività, e quindi i carichi d'incendio, sono inferiori nel caso analizzato con RTV.

### S.3 COMPARTIMENTAZIONE

Il capitolo S.3 è quello che prevede la maggiore variabilità delle misure preventive, in quanto impone delle limitazioni alla geometria ed ai quantitativi di materiale stoccato.

Nella regola tecnica orizzontale si fa riferimento alle distanze di separazione con edifici circostanti, ma non si trattano:

- massime altezze di stoccaggio;

- massime larghezze di stoccaggio;
- massime lunghezze di stoccaggio;
- massimi quantitativi di stoccaggio;
- distanze di separazione tra materiali stoccati.

Le limitazioni imposte dalla RTV causano invece:

- una riduzione dei quantitativi. Ad esempio, se per la plastica, applicando la RTO si parte con un quantitativo di materiale pari a 450 m<sup>3</sup>, con le limitazioni della RTV si arriva a limitare detto quantitativo a soli 68 m<sup>3</sup>. Questo comporta un vero e proprio cambiamento anche nel carico d'incendio;
- una variazione delle distanze di separazione. Ad esempio, per il corpo F, mentre la massima distanza di separazione consentita dalla RTO è di 15 m, la RTV obbliga a distanze maggiori.

#### S.6. CONTROLLO DELL'INCENDIO

Un forte cambiamento, per gli stoccaggi al chiuso ed al coperto, è apportato dagli impianti di estinzione automatica. Essi, prevedendo la presenza di estinguenti, rappresentano la misura protettiva più forte, in quanto possono fare la differenza, nell'immediato, permettendo un controllo dell'incendio nei primi minuti dall'innescò. Tale differenza verrà approfondita al capitolo 13.





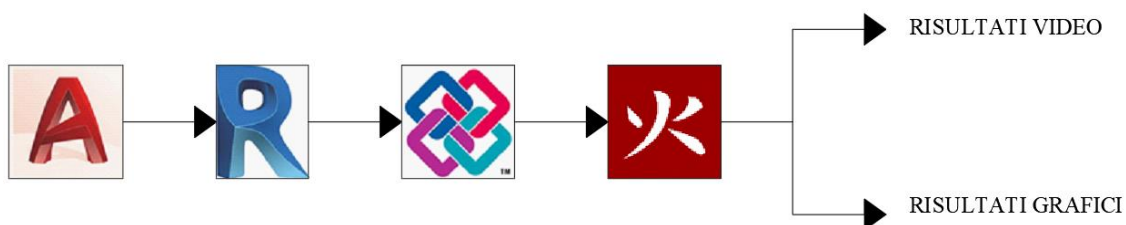
## CAPITOLO 13

### ANALISI CONTROLLO DELL'INCENDIO

Il capitolo tratta l'approfondimento, effettuato tramite simulazioni fluidodinamiche, della differente soluzione progettuale attuata per la strategia S6: "Controllo dell'incendio" nel caso studio.

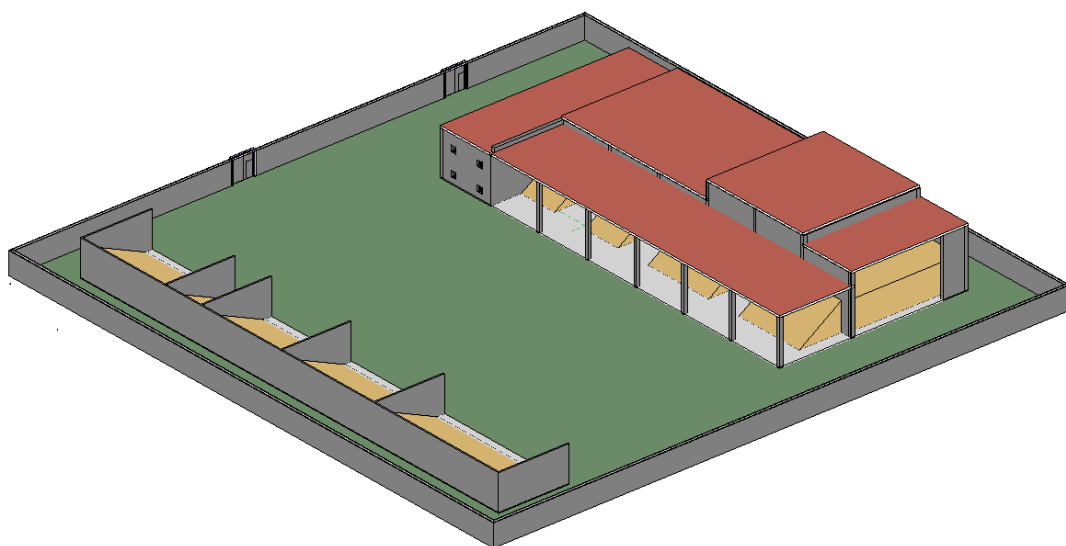
#### 13.1 METODOLOGIA

Viene illustrato uno schema semplificato della metodologia utilizzata.



*Figura 13.1-1 Workflow*

La rappresentazione 2D, effettuata con il software Autocad, è stata importata nel software Revit, entrambi appartenenti alla software-house Autodesk. Il caso studio è stato modellato in Revit, in quanto la geometria risultava più complessa rispetto alle simulazioni effettuate nei capitoli precedenti.



*Figura 13.1-2 Modellazione caso studio, caso 2, effettuata con Revit*

Successivamente, tale modello è stato esportato in formato “.ifc”, al fine di garantire l’interoperabilità tra il software Revit e il software PyroSim.

Una volta importato il file in PyroSim, sono state impostati tutti i parametri riguardanti il particolare caso studio, raggiungendo così i risultati richiesti; questi sono stati ottenuti, sia tramite restituzione grafica che tramite valori numerici, a sua volta elaborati grazie al software Excel.

Nello specifico sono stati elaborati due modelli, con applicazione, rispettivamente, della regola tecnica orizzontale e di quella verticale.

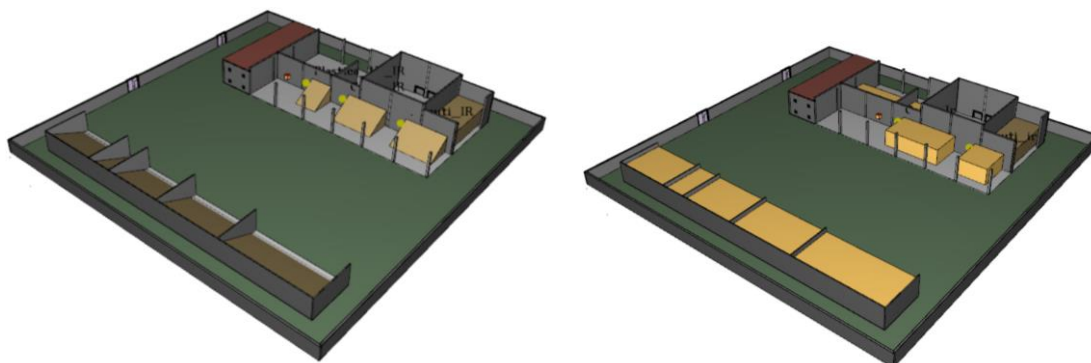


Figura 13.1-3 Modellazione caso studio con differenti quantitativi di materiale

La differenza principale consiste nella modellazione del volume dei rifiuti.

## 13.2 CURVA RHR

Diversamente dalle simulazioni precedenti, ove veniva utilizzato il focolare predefinito, fornito dal Codice di prevenzioni incendi, in questo caso, le curve HRR sono state costruite ipotizzando un caso reale, con conoscenza del materiale combustibile.

Il primo passo, per entrambe le simulazioni, è stato quello di definire se la combustione fosse regolata dal combustibile o dalla ventilazione. In entrambi i casi risulta essere regolata dal combustibile, come ovvio, data la grande superficie d’areazione presente.

Successivamente, è stato calcolato il valore massimo di potenza termica emessa dal combustibile tramite la seguente formula:

$$RHR = \varphi \cdot A_f \cdot H / L_v \quad [28]$$

dove:

- $\varphi$  – è il flusso termico incidente sulla superficie del combustibile, pari a 70 kW/m<sup>2</sup>;
- $H$  – è il potere calorifico, considerato pari a 34 MJ/m<sup>2</sup>, nel caso specifico quello della plastica;
- $A_f$  – è la superficie del combustibile esposta al fuoco, variabile per le due simulazioni, in quanto diversa è l'area di estensione dello stoccaggio, pari a 112,5m<sup>2</sup> nel caso di RTO, e 34m<sup>2</sup> per il caso di RTV;
- $L_v$  – è la quantità di calore necessaria per produrre la pirolisi di un Kg di combustibile, pari, per la plastica, a 2 MJ/kg;

ottenendo i seguenti valori:

- $RHR_{RTO}$  – pari a 133,875 MW;
- $RHR_{RTV}$  – pari a 47,6 MW.

Nota la potenza massima rilasciata, sono state calcolate le fasi di propagazione di incendio stazionario e di decadimento, con le formule fornite nel capitolo M.2 del Codice di prevenzione incendi.

Si ottengono i seguenti risultati.

Tabella 13.2-1 Calcolo curva RHR per regola tecnica orizzontale

| FASI CURVA RTO |           |        |                 |             |                               |        |         |
|----------------|-----------|--------|-----------------|-------------|-------------------------------|--------|---------|
| Calcolo tA     |           |        | Calcolo tB e tC |             |                               |        |         |
| $RHR_{max}$    | $t\alpha$ | tA     | qf              | 70%qfAf     | $(1/3)*1000*(tA^3/t\alpha^2)$ | tB     | tC      |
| [kW]           | [s]       | [s]    | [kJ/m2]         | [kJ]        | [kW s]                        | [s]    | [s]     |
| 133875         | 150       | 1735,6 | 20655000000     | 1,62658E+12 | 77449609,1                    | 121511 | 1529858 |
|                |           |        |                 | 2           |                               | 57     | 6       |

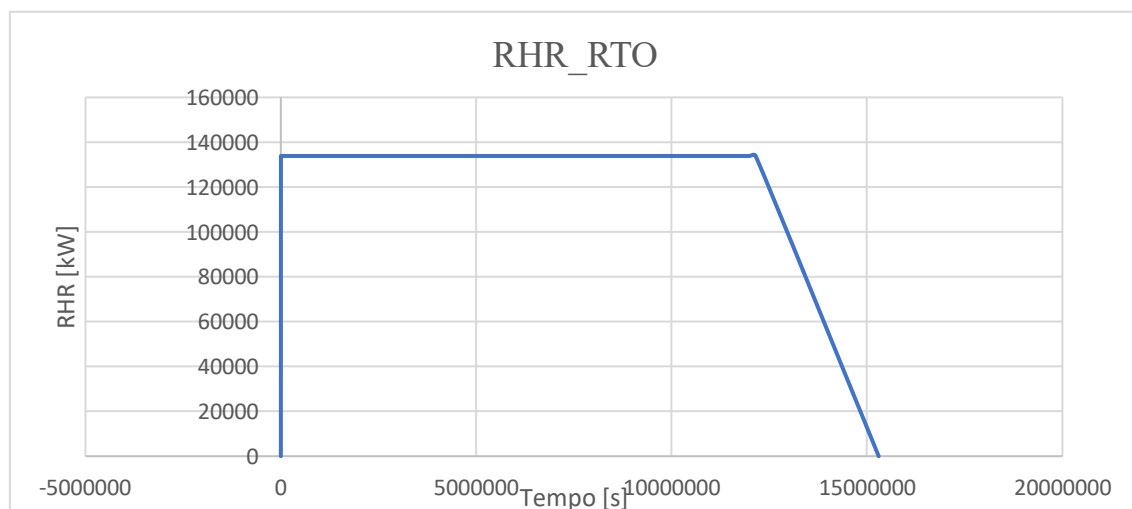


Figura 13.2-1 RHR caso 1

Tabella 13.2-2 Calcolo curva RHR per regola tecnica verticale

| FASE CURVA RTV     |                |          |                      |            |  |            |            |
|--------------------|----------------|----------|----------------------|------------|--|------------|------------|
| Calcolo tA         |                |          | Calcolo tB e tC      |            |  |            |            |
| RHR <sub>max</sub> | t <sub>α</sub> | tA       | qf                   | 70%qfAf    | (1/3)*1000*(tA <sup>3</sup> /t <sub>α</sub> <sup>2</sup> ) | tB         | tC         |
| [kW]               | [s]            | [s]      | [kJ/m <sup>2</sup> ] | [kJ]       | [kW s]   | [s]        | [s]        |
| 47600              | 150            | 1034,891 | 91800000             | 2184840000 | 16420275,27  | 2184840690 | 2184880033 |

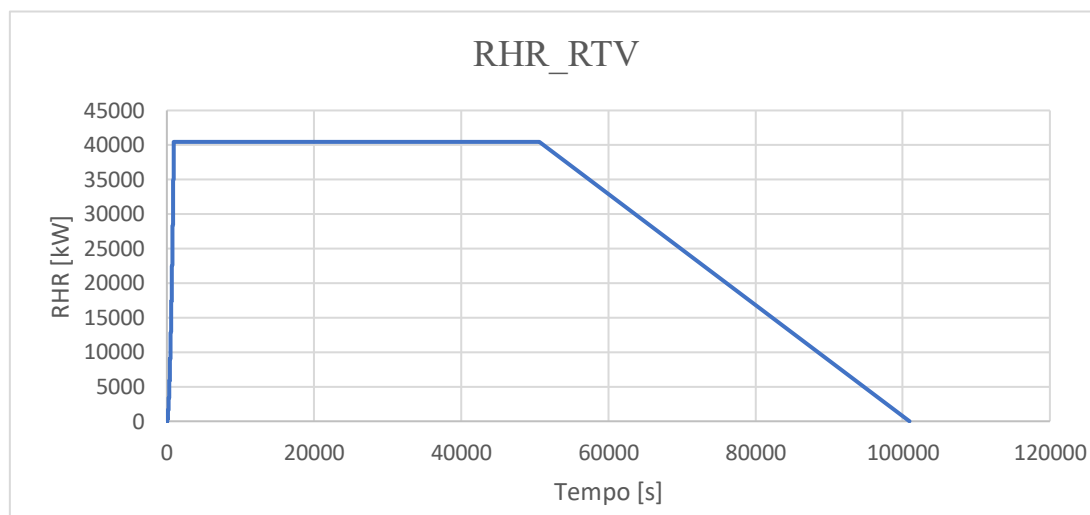
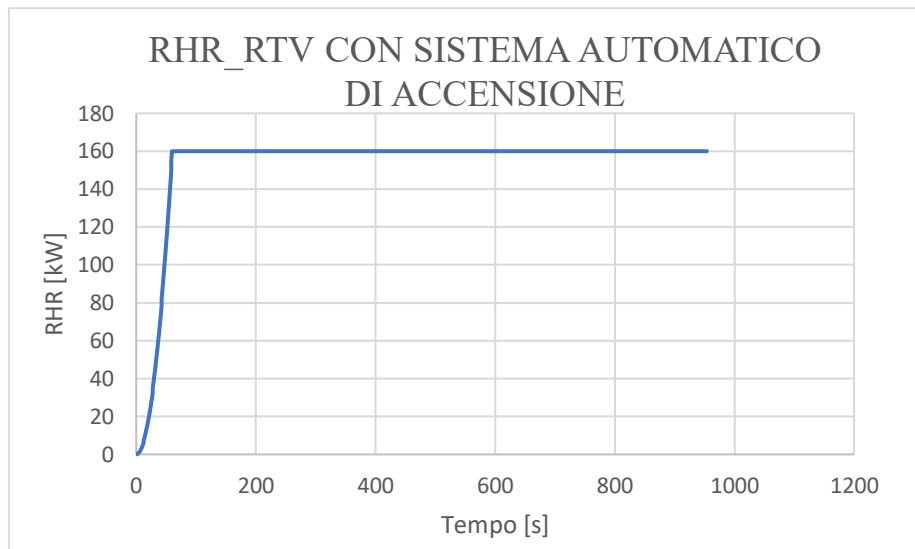


Figura 13.2-2 RHR caso 2

Per la curva RHR, dovuta alla regola tecnica verticale, è stato necessario ricavare il tempo  $t_x$  a cui l'impianto sprinkler si attiva, in quanto il Codice prevede che, in caso di sistema a spegnimento automatico, “..l'andamento della potenza termica rilasciata  $RHR(t)$  non raggiunge il valore massimo  $RHR_{max}$ , calcolato secondo quanto previsto al paragrafo M.2.6.3, che avrebbe potuto raggiungere in relazione alle condizioni del combustibile ed a quelle ambientali, ma può essere assunta costante e pari al valore di  $RHR(t_x)$  raggiunto all'istante  $t_x$  di entrata in funzione dell'impianto automatico. Tale valore permane per un intervallo di tempo pari alla durata di alimentazione prevista per l'impianto, entro cui si presume che l'incendio controllato venga definitivamente estinto mediante l'intervento manuale.”

Nello specifico il valore  $t_x$  è stato posto pari a 60 s, si è ottenuto quindi la seguente curva.



*Figura 13.2-3 RHR con sistema automatico di accensione*

Infine, è stata effettuata una ricerca sui valori di potenza di combustione e sulle quantità di particolato di anidride carbonata e fuliggine che la plastica emette<sup>[23]</sup>.

Una volta inseriti tutti questi valori all'interno del software PyroSim è stato possibile effettuare le simulazioni.

### **13.3 ANALISI DEI RISULTATI**

Dalla restituzione video dei risultati, si nota come il caso studio al quale è stata applicata la RTV risulta migliorativo rispetto alla RTO.

Si riportano le curve RHR reali estratte dal software per entrambe le simulazioni.

---

<sup>[23]</sup> Tali valori sono stati ricavati del manuale SFPE Handbook of Fire Protection Engineering.

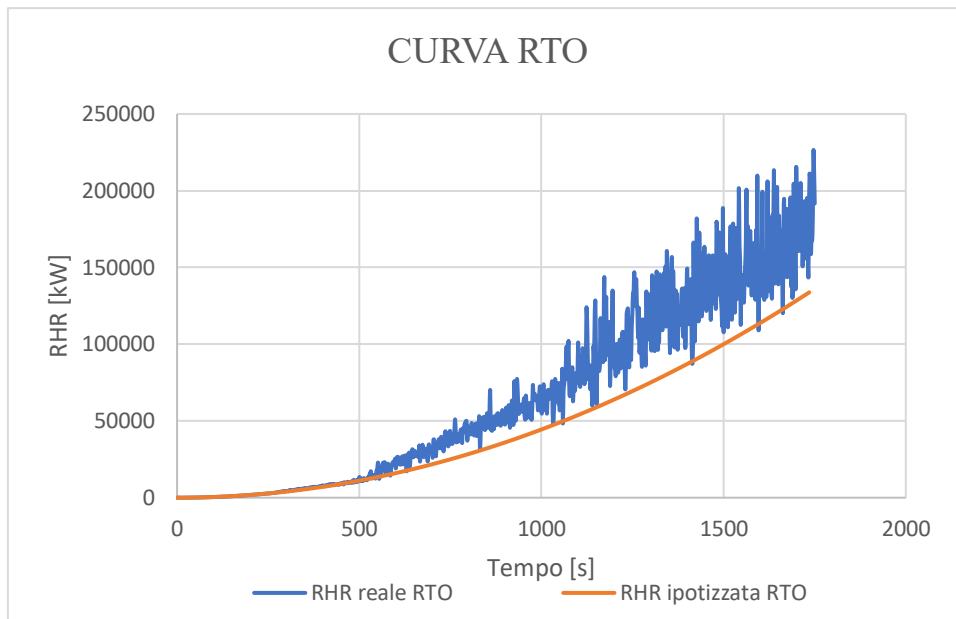


Figura 13.3-1 Confronto curva RHR caso 1

Come si può vedere, la curva reale rispecchia molto l'andamento della fase di propagazione costruita nel precedente capitolo, ma si nota come i valori di potenza termica massima rilasciata siano maggiori rispetto a quelli ipotizzati.

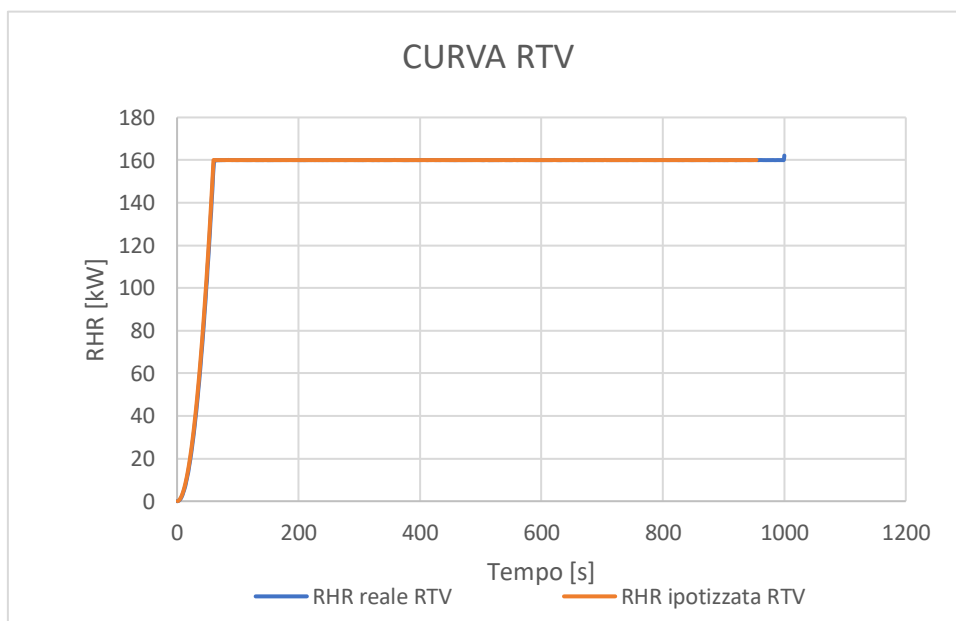
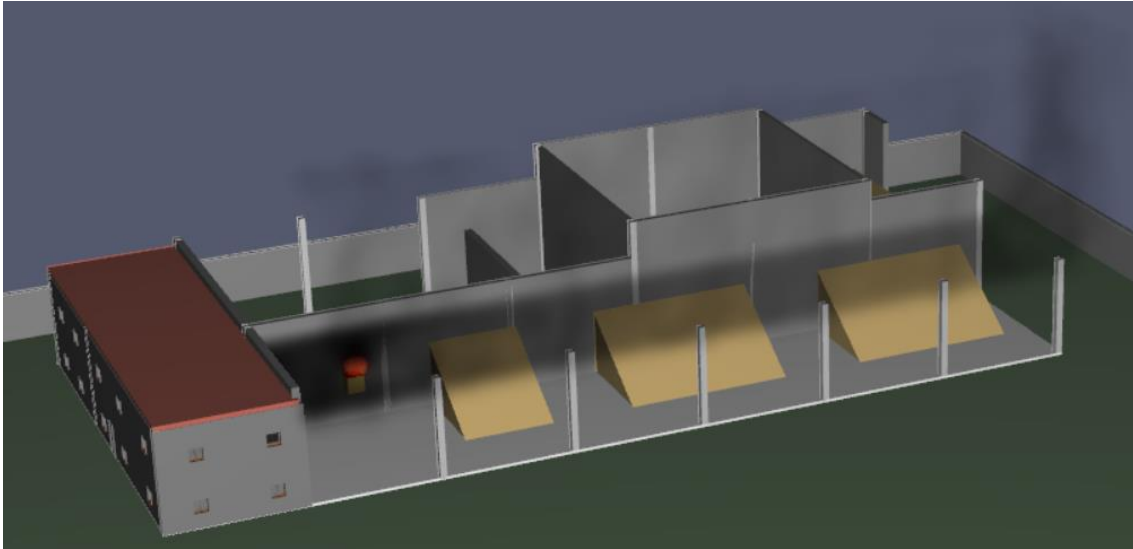


Figura 13.3-2 Confronto curva RHR caso RTV

Diversamente, nel caso dell'applicazione della RTV , le due curve appaiono così simili da sembrare, addirittura, coincidenti<sup>[24]</sup>.

Successivamente, analizzando l'andamento dei fumi, si nota come nel caso di RTV vi sia una ridotta quantità di questi, dovuta allo spegnimento dell'incendio con l'impianto sprinkler.



*Figura 13.3-3 Andamento dei fumi simulazione fluidodinamica caso 2*

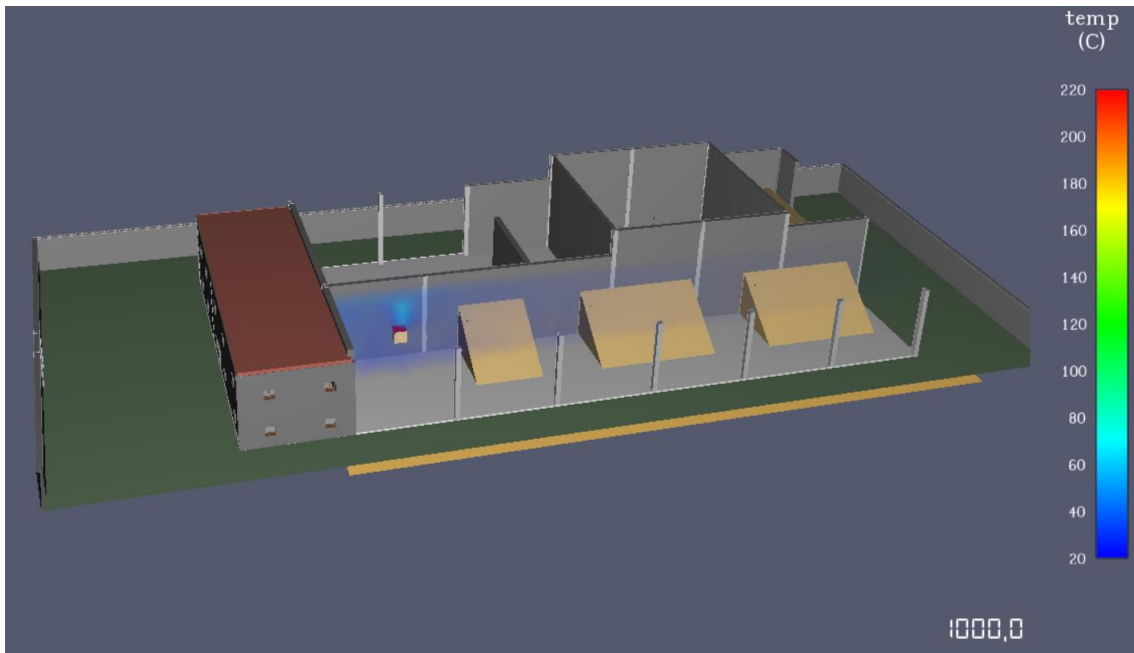


*Figura 13.3-4 Andamento dei fumi simulazione caso 1*

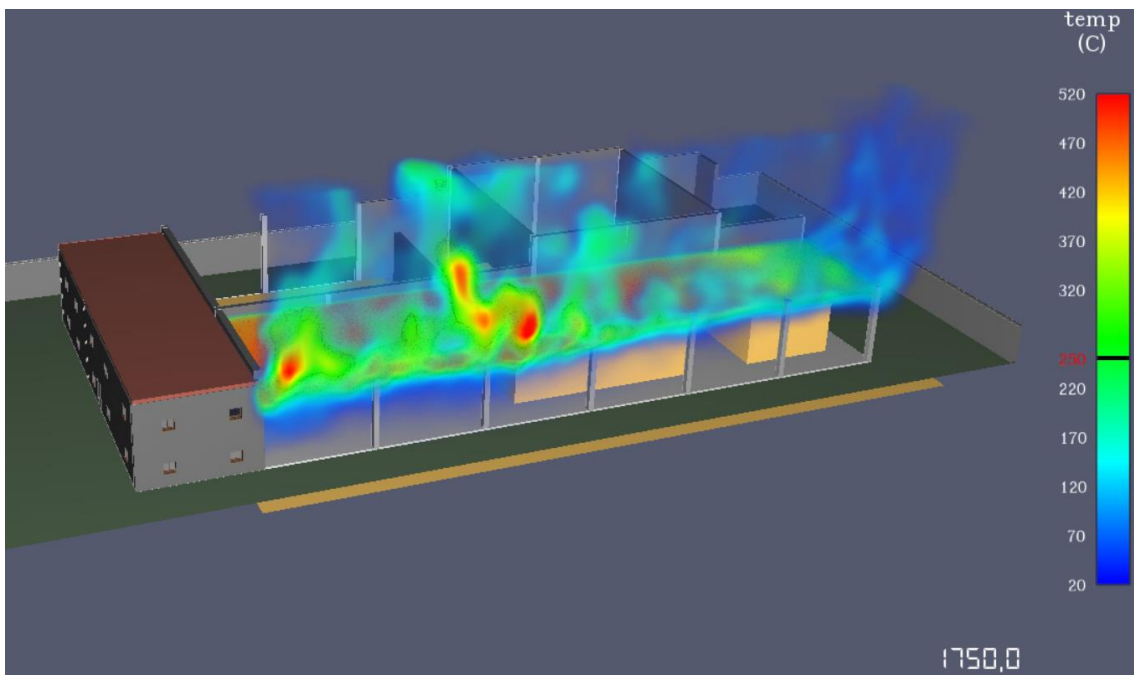
Oltre alla quantità, anche le temperature dei fumi sviluppati sono molto differenti.

---

<sup>[24]</sup> Analizzando i valori estrapolati da PyroSim su un foglio excell le curve pur avendo valori molto vicini presentano delle differenze.



*Figura 13.3-5 Temperatura dei fumi - simulazione caso 2*



*Figura 13.3-6. Temperatura dei fumi caso 1*

Si intuisce, come le temperature raggiunte dai fumi, incidano notevolmente sulle temperature sviluppate all'interno del locale. Si riportano le slices di temperatura grazie alla quale si analizzano i risultati.



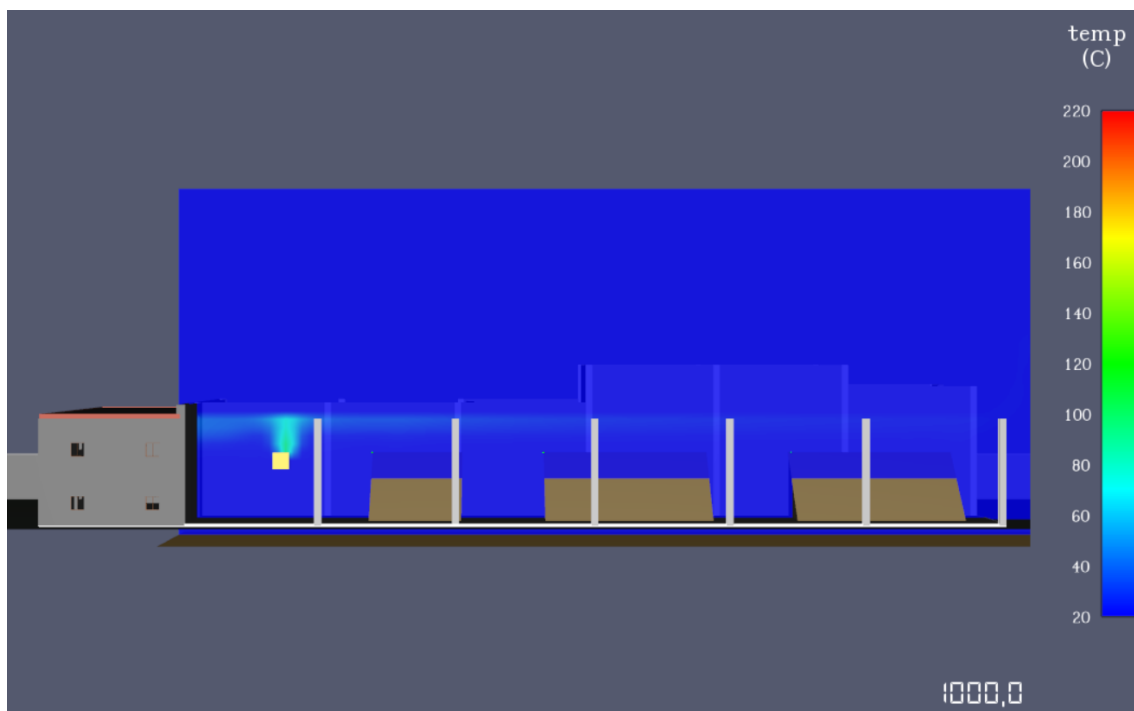


Figura 13.3-7 Slice di temperatura a  $y=1,5$  m simulazione caso 2

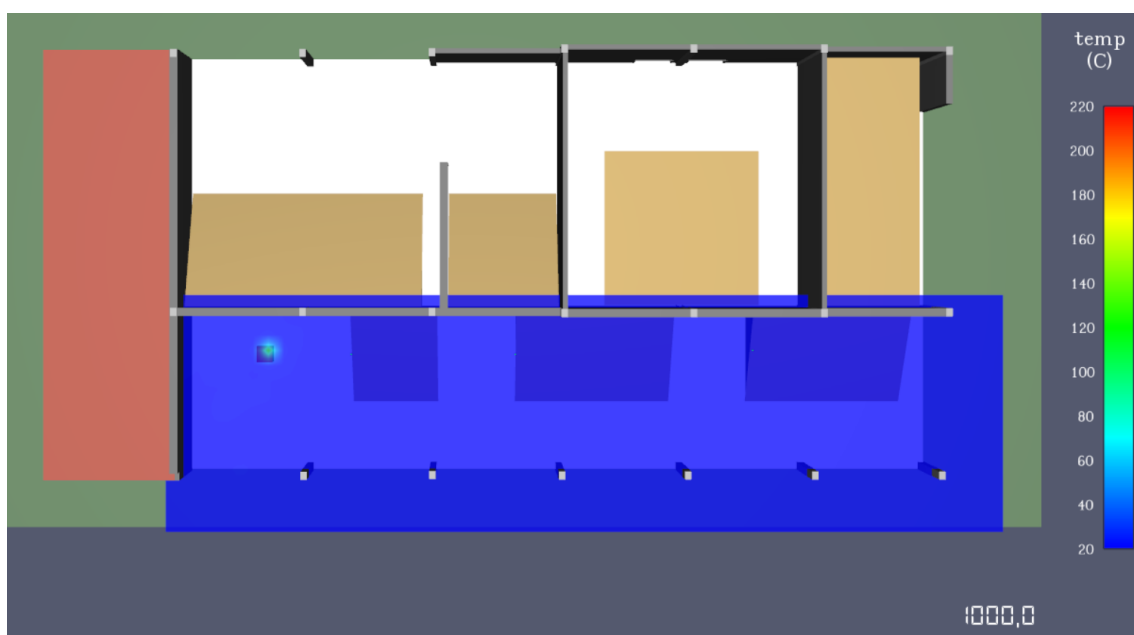


Figura 13.3-8 Slice di temperatura a  $z=4$  m simulazione caso 2

Nel caso di applicazione della RTV, sia la slice passante per il piano Y, che quella passante per il piano Z, mostrano una temperatura uniforme di circa 20°C. Tale temperatura non causa l'innesco del materiale adiacente al focolare.

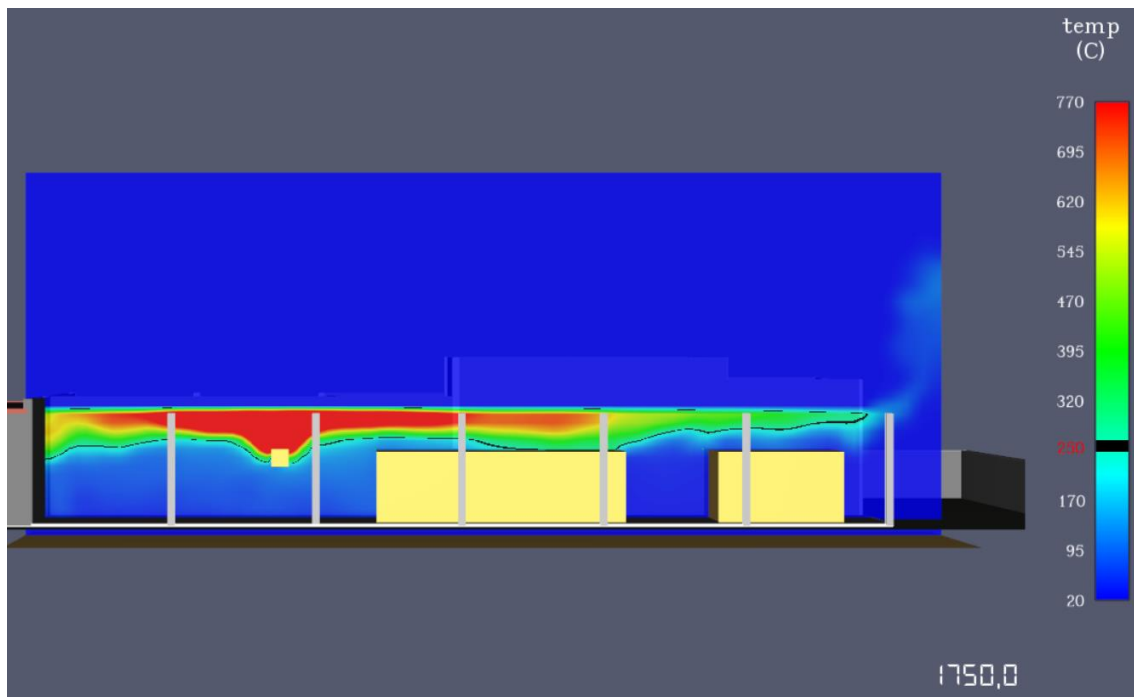


Figura 13.3-9 Slice di temperatura a  $y=1,5$  m simulazione caso 1

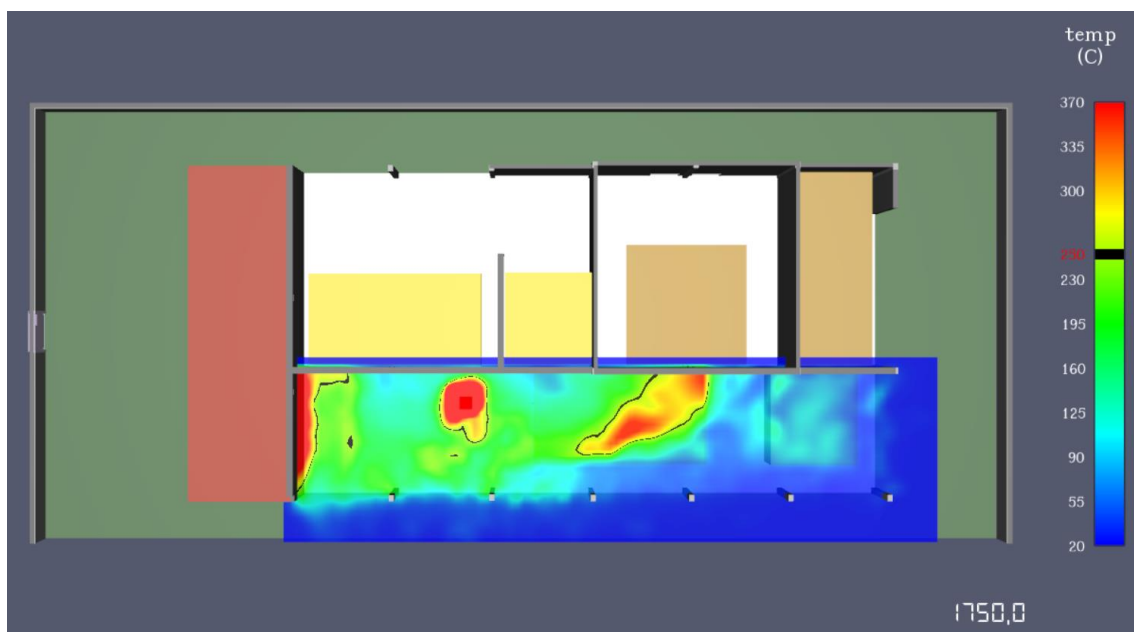


Figura 13.3-10 Slice di temperatura a  $z=4$  m simulazione caso 1

Differente è la situazione nel caso di applicazione della RTO. In entrambe le slices è stato evidenziato il valore di  $250^{\circ}\text{C}$ , corrispondente alla temperatura di accensione della carta; si noti come lo stoccaggio adiacente al focolare viene innescato.

Oltre alle slices, nelle simulazioni, all'origine di ogni stoccaggio ed all'altezza di 4 m, sono stati posti dei devices di temperatura ed irraggiamento. Si riportano i risultati.

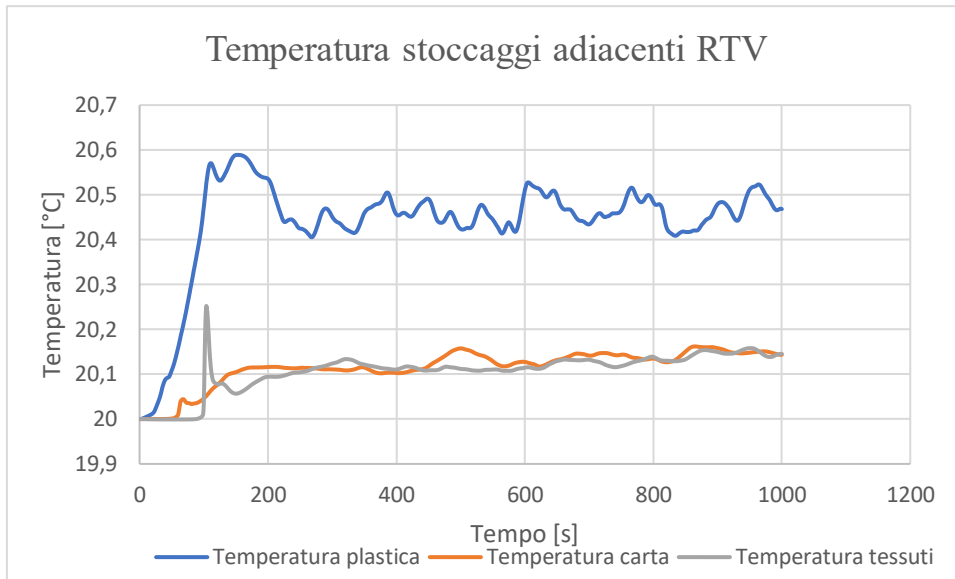


Figura 13.3-11 Risultati devices di temperatura - simulazione caso RTV

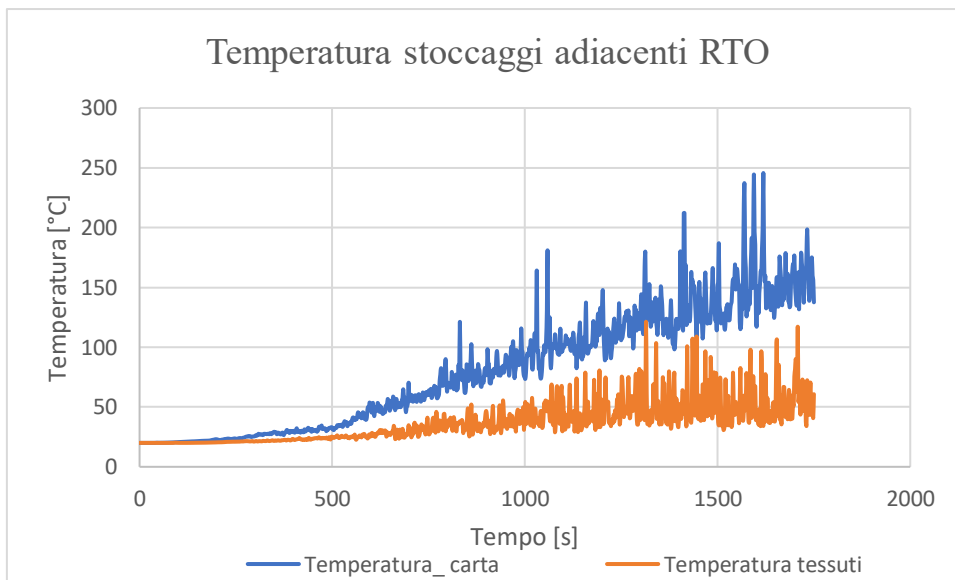


Figura 13.3-12 Risultati devices di temperatura - simulazione caso RTO

I devices di temperatura confermano i risultati illustrati nelle slices, ovvero, nel caso in cui il caso studio sia risolto con la regolamentazione orizzontale, vi è l'innesco degli stoccaggi siti nell'immediata vicinanza.

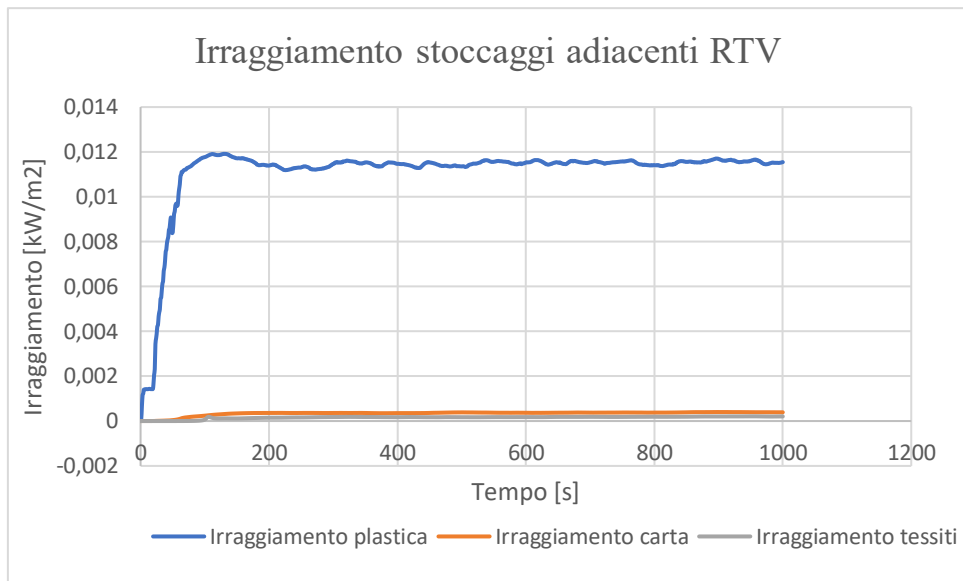


Figura 13.3-13 Risultati devices di irraggiamento - simulazione caso RTV

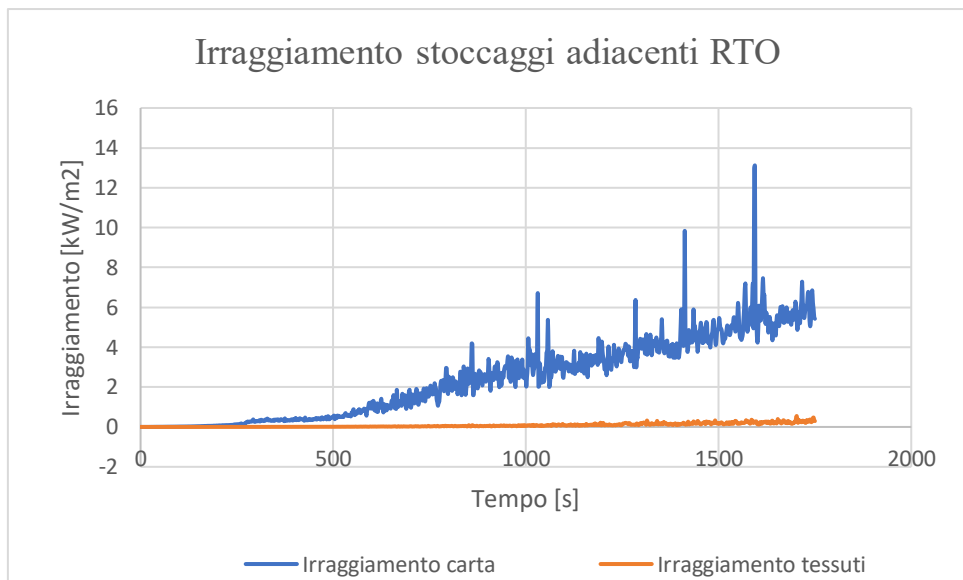


Figura 13.3-14 Risultati devices di irraggiamento - simulazione caso RTO

I devices dell'irraggiamento mostrano come la carta, materiale stoccato alla distanza di 5 m dal bruciatore (caso 1), supera il valore soglia di  $12,6 \text{ kW/m}^2$ ; diversamente accade nel caso di applicazione di RTV ove i valori risultano essere di due ordini inferiori rispetto ai precedenti.

I grafici mostrano, anche, come le condizioni di temperatura ed irraggiamento diminuiscono all'aumentare della distanza.

Infine, è stata valutata anche la velocità con cui i fumi fuoriescono dal locale.

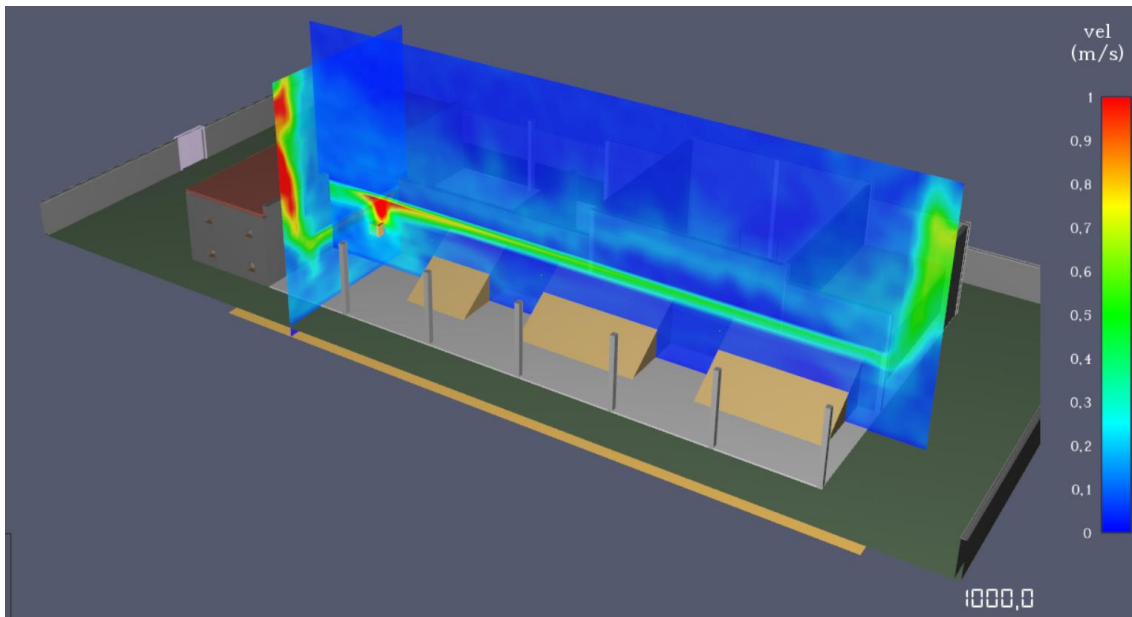


Figura 13.3-15 Slices di velocità a  $y= 1,5$  m e  $x= 0,5$  m - simulazione caso 2

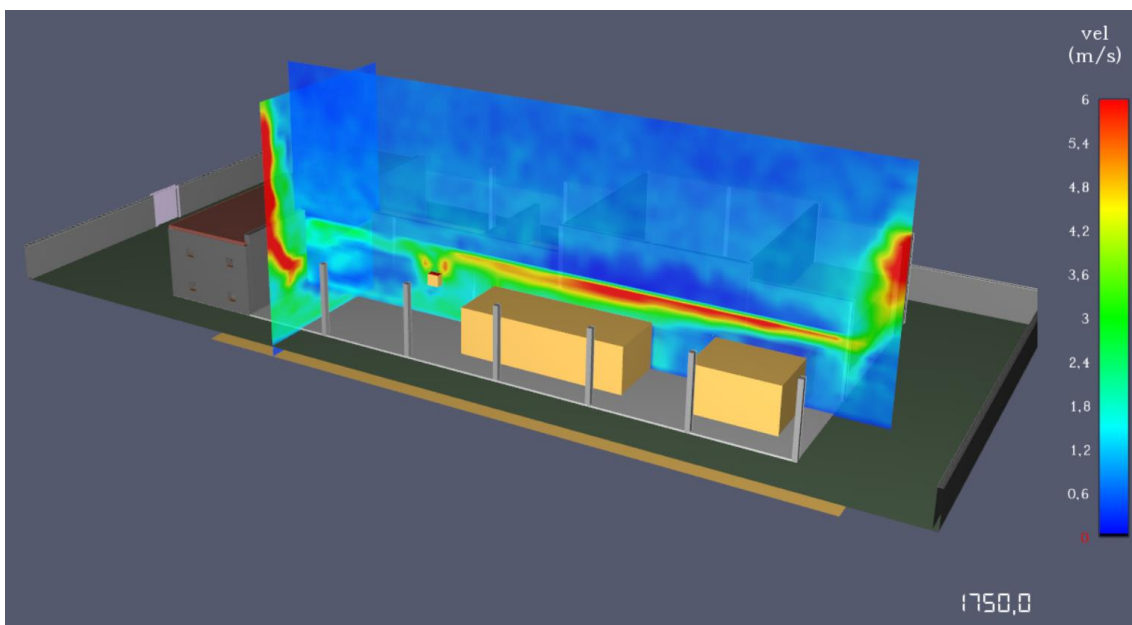


Figura 13.3-16 Slices di velocità a  $y= 1,5$  m e  $x= 0,5$  m - simulazione caso 2

Ovviamente, la velocità risulta maggiore nel caso in cui vi sono più fumi; inoltre, tali valori di velocità sono giustificati dalla geometria aperta del locale.



## PARTE VI - CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

L'esigenza di definire una RTV è nata sia da un'indagine dei dati statistici, che documenta come in Italia, di anno in anno, sia aumentato il numero di incendi nelle attività di stoccaggio rifiuti, sia dall'indagine della normativa di settore, che ha rilevato l'assenza di una specifica regolamentazione in materia.

Si è definita la regola tecnica verticale per lo stoccaggio dei rifiuti, al fine di poterla inserire nella sezione V del D.M. 03/08/2015 – “Codice di prevenzione incendi” -.

L'elaborazione è stata resa più difficile dall'entrata in vigore, in corso d'opera, del “Nuovo Codice di prevenzione incendi” (D.M. 18/10/2019, in vigore dal 01/11/2019) che, variando le strategie antincendio, ha reso necessarie ulteriori modifiche.

Definita la struttura della nuova RTV, ispirata a quella delle regole già contenute nel Codice, le analisi bibliografiche e normative hanno permesso di esplicitare definizioni e classificazioni riguardanti l'attività e i rifiuti in essa contenuti. Queste sono risultate fondamentali per la definizione del profilo di rischio ambiente e per la conseguente determinazione delle misure preventive da adottare.

Nello specifico, maggiori criticità sono state riscontrate nella trattazione delle misure preventive previste per la strategia S3 - “Compartimentazione”-, effettuata tramite simulazioni fluidodinamiche con il software PyroSim. In particolare, sono state esplicitate le corrette distanze di separazione, da interporre fra vari stoccaggi, al variare dei seguenti parametri: percentuale apertura pareti, superficie di smaltimento fumi e calore, altezza del fabbricato e altezza degli stoccaggi.

Per una corretta analisi delle varie casistiche, si è reso necessario effettuare innumerevoli simulazioni nella quali la problematica principale riscontrata è stata quella dei tempi, richiedendo a volte, ogni singola simulazione, anche due giorni; ciò nonostante esse sono state comunque portate tutte a termine e l'esito delle stesse ha consentito di definire le giuste distanze di separazione per gli stoccaggi all'aperto, al chiuso e al coperto.

Una volta definita e strutturata la regola tecnica verticale, tramite l'applicazione ad un caso studio è stato dimostrato come essa appaia migliorativa rispetto all'unica via percorribile ad oggi, ovvero, l'applicazione della sola RTO.

Infatti:

- per la prima volta, la trattazione del profilo  $R_{ambiente}$ , obbliga il progettista ad imporre misure di protezione e prevenzione, attive e passive, anche per l'ambiente e non soltanto per la salvaguardia della vita e dei beni;
- si è dimostrato come le limitazioni dimensionali, poste agli stoccaggi, riducano la probabilità di innesco;
- si è altresì dimostrato, grazie ad una simulazione fluidodinamica, come, una volta innescato, la propagazione dell'incendio vari e si riduca con l'utilizzo delle diverse distanze di separazione. Viene, infatti, impedito l'innesco dei materiali stoccati nelle vicinanze del focolare;
- sono state introdotte misure di rilevazione allarme che permettono di individuare un innesco nell'immediato;
- sono state, infine, previste misure gestionali, di controllo dell'incendio e di evacuazione dei fumi, che facilitano le azioni di spegnimento dell'incendio ai soccorritori.

Sintetizzando, si può affermare, come l'applicazione al caso studio della RTV definita, risulti ottimale per la prevenzione, la propagazione e la gestione complessiva dell'incendio.

In conclusione, la RTV permette ed obbliga il tecnico abilitato all'applicazione delle soluzioni senza dover effettuare, di volta in volta, una valutazione del rischio, essendo questa stata effettuata già a monte, il tutto in perfetta armonia con l'approccio prescrittivo della normativa di riferimento.

Il lavoro svolto, non avendo presunzione di definitività, offre spunti per elaborazioni future che consentano di trovare soluzioni ulteriori finalizzate ad una più ampia tutela della vita, dei beni e dell'ambiente.

Sarebbe utile, ad esempio, nel prosieguo dell'attività sperimentale:

- effettuare delle ulteriori simulazioni sul reale impatto che l'incendio di alcune tipologie di rifiuti possa avere sull'ambiente, con lo scopo, eventualmente, di variare, i punteggi assegnati per la determinazione del rischio ambiente;
- eseguire i medesimi studi sulle distanze di separazione al chiuso ed al coperto, per potenze termiche superiori a 50 MW, e, quindi, oltre il limite imposto dall'attuale RTV;
- estendere la validazione della RTV con casi studio "worst case" al fine di verificarne la coerenza con gli obiettivi di prevenzione incendi prefissati.



## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- (1) Ascenzi G., Villi G., Vulpiani G., “Ingegneria della sicurezza antincendio: guida all'utilizzo di FDS”. Palermo, ottobre 2010. Dario flaccovio editore.
- (2) Balduzzi, B. “La stima della curva RHR”. Mantova, 20 Novembre 2015.
- (3) Cioce. “Classificazione e gestione dei rifiuti speciali”. Viterbo, 13 dicembre 2011.
- (4) Corbella G., “Scenari di incendio in edifici industriali”. Politecnico di Milano. A.a. 2013/2014.
- (5) Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, “Chimica e fisica degli incendi”.
- (6) Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, “Supporti didattici per lo svolgimento dell’attività formativa alle Aziende da parte dei Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco”.
- (7) De Cet G., “Analisi di effluenti tossici prodotti da incendio di stoccaggi di rifiuti”. Università degli studi di Padova. A.a. 2017/2018.
- (8) Fazzari, F. “Ingegneria della Sicurezza Antincendio”.
- (9) Forum, Waste Industry Safety and Health. “Reducing fire risk at waste management sites”. 2017.
- (10) Forum, Waste Industry Safety and Health. “Reducing fire risk at waste management sites.” 2014.
- (11) Geron, M., “Simulazioni Numeriche e Fenomenologie di Flussi Tridimensionali in un Aerospike Lineare.” Tesi Dottorato di ricerca.
- (12) Giacalone, C. “Sicurezza antincendio nelle facciate”.
- (13) Giasi G., “Simulazioni e Realtà Virtuale applicati alla FSE”. Politecnico di Torino. A.a 2018/2019
- (14) Gruppo di lavoro “Stoccaggio di sostanze pericolose.” Cantoni della Svizzera nord-occidentale, 2018.
- (15) J.Hurley M., “The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering”. fifth edition, 2016.
- (16) La Malfa A., La Malfa S., La Malfa R., “Ingegneria della sicurezza antincendio.” Roma, Marzo 2017.
- (17) La Malfa, A., “Ingegneria della sicurezza antincendio.” Roma, 2003.

- (18) Linea guida CFPA-E numero 32:2014. “Trattamento e stoccaggio di rifiuti e materie prime secondarie .” Copenhagen, Maggio 2014.
- (19) Robotto A., “Incendi in impianti di trattamento rifiuti - legalità e pianificazione per la prevenzione”. Torino, giugno 2018.
- (20) Schwer, Leonard E. “Estimating Discretization Error using GCI.” Windsor, 2008.
- (21) Tattoni, S., “Il nuovo quadro normativo sulla progettazione delle strutture di calcestruzzo armato”. Cagliari.
- (22) Tiozzo Cannella F., “Incendi in depositi di rifiuti: sviluppo di un metodo ad indici per la gestione del rischio”. Università degli studi di Padova. A.a. 2017/2018.
- (23) Thundering Engineering. “PyroSim User Manual”. Springer.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

- (1) Circolare ministeriale n. 4064 del 15/03/2018 recante “Linee guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione dei rischi”.
- (2) Circolare ministeriale n. 1121 del 21/01/2019 recante “Linee guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione dei rischi” .
- (3) Commissione parlamentare “Commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali ad esse correlati.” 17 gennaio 2018.
- (4) Decisione 2014/955/CE – “Relativa all’elenco dei rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE”.
- (5) Direttiva 91/689/CEE – “Relativa ai rifiuti pericolosi”.
- (6) Direttiva 2008/98/CE – “Relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive”.
- (7) Decisione 2000/532/CE – “Relativa ai rifiuti”.
- (8) D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i – “Norme in materia ambientale”.
- (9) D.lgs. n. 205/2010 – “Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE”.
- (10) D.lgs 81/08 - "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro". 9/04/2008.
- (11) D.M. 12/04/2019 - “Modifiche al campo di applicazione del Codice di prevenzione incendi”.
- (12) D.M 01/07/2014 - "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività di demolizioni di veicoli e simili, con relativi depositi, di superficie superiore a 3000 m²”.
- (13) D.M. 20/12/2012 - "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installate nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi"
- (14) D.M 31/07/1934 - "Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi ”.

- (15)D.M. 03/08/2015 – “Norme tecniche di prevenzione incendi”.
- (16)D.M. 18/10/2019 – “Nuovo Codice di prevenzione incendi”.
- (17) D.P.R 01/08/2011 - "Nuovo regolamento di prevenzione incendi".
- (18)D.P.R. 29/07/1982 – “Norme per l'attuazione degli articoli 15, ultimo comma, e 17, penultimo comma, della legge 24 novembre 1981, n. 689 , concernente modifiche al sistema penale”.
- (19)Legge Regionale Regione Piemonte del 10/01/2018 – “Norme in materia di gestione dei rifiuti e servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani e modifiche alle leggi regionali 26 aprile 2000, n. 44 e 24 maggio 2012, n. 7”.
- (20)NFPA 1 - "Fire Code".
- (21)NFPA 101 – “Life Safety Code”.
- (22)NFPA 555 - "Guide on methods for evaluething potential for room flashover".
- (23)UNI 10779 - "Impianti di estinzione incendi reti idranti". Novembre 2014.
- (24)UNI EN 1838 – “Illuminazione di emergenza”. Luglio 2013.
- (25)UNI EN 13565-2- “Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma – “. Novembre 2018.
- (26)UNI 9494-1 - "Evacuatori di fumo e calore". Aprile 1999.
- (27)UNI 9494-2 - "Sistemi per il controllo di fumo e calore parte 2". Giugno 2012.
- (28)UNI 12845 - "Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione". 27/08/2015.

## RIFERIMENTI SITOGRAFICI

- (1) *"La valutazione del rischio incendio negli ammassi dei rifiuti: esempi sulle misure di prevenzione e protezione"*. Ordine degli ingegneri di Catania. (Settembre 2019).  
[https://www.ingenio-web.it/22750-la-valutazione-del-rischio-incendio-negli-ammassi-dei-rifiuti-esempi-sulle-misure-di-prevenzione-e-protezione%20Citt%C3%A0%20Metropolitana%20di%20Torino.%20s.d.%20http://eds.cittametropolitana.torino.it/ippc/ditte\\_autor\\_cm.php](https://www.ingenio-web.it/22750-la-valutazione-del-rischio-incendio-negli-ammassi-dei-rifiuti-esempi-sulle-misure-di-prevenzione-e-protezione%20Citt%C3%A0%20Metropolitana%20di%20Torino.%20s.d.%20http://eds.cittametropolitana.torino.it/ippc/ditte_autor_cm.php)
- (2) *FDS Mesh Size Calculator*. (consultato Ottobre 2019).  
<https://www.utfireresearch.com/fds-mesh>
- (3) *Fire&Explosione investigation*. (consultato Ottobre 2019).  
<https://fireinvestigationitaly.wordpress.com/il-comportamento-al-fuoco-dei-materiali/il-comportamento-al-fuoco-dei-materiali-il-vetro/>
- (4) Giovanni, Bellomia. *Nuovo d.m. 12 aprile 2019: rivoluzione al via nella prevenzione incendi. I dettagli sulle novità*. 7 Giugno 2019. (consultato Settembre 2019).  
<https://www.ingenio-web.it/23457-nuovo-dm-12-aprile-2019-rivoluzione-al-via-nella-prevenzione-incendi-i-dettagli-sulle-novita>
- (5) Mannino, Claudia. *Incendi impianti rifiuti*. (consultato Settembre 2019).  
<https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=161jpf5rE6AzK0-xis9Euh7DJA1g&ll=41.75150794654188%2C11.906282499999975&z=6>
- (6) Stefano Maglia, Linda Maestri. *Stoccaggio rifiuti: le Linee Guida per la prevenzione del rischio incendio della Circolare 1121/2019*. 2019. (consultato Settembre 2019).  
<https://www.tuttoambiente.it/commenti-premium/stoccaggio-rifiuti-linee-guida-prevenzione-incendi-circolare-1121-2019/>



## INDICE DELLE FIGURE

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 4.1-1</b> Suddivisione geografica Italia: dalla “Commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali ad esse correlati” del 17 gennaio 2018. .... | 19 |
| <b>Figura 4.1-2</b> Rappresentazione eventi sino al mese di agosto 2017: da commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali ad esso correlati. ....     | 20 |
| <b>Figura 4.1-3</b> Istogramma incendi impianti di trattamento e/o stoccaggio rifiuti in provincia di Torino.....  | 21 |
| <b>Figura 5.5.3-1</b> Rappresentazione altezza di stoccaggio per rifiuti sciolti con $h=4\text{m}$ .....   | 33 |
| <b>Figura 5.5.3-2</b> Rappresentazione altezza di stoccaggio per rifiuti imballati .....   | 34 |
| <b>Figura 5.5.3-3</b> Rappresentazione partizione sporgente di 1 m per rifiuti sciolti e imballati. ....   | 34 |
| <b>Figura 5.5.3-4</b> Rappresentazione massima larghezza di stoccaggio per rifiuti sciolti e imballati .....   | 34 |
| <b>Figura 5.5.3-5</b> Rappresentazione massima larghezza di stoccaggio per rifiuti sciolti e imballati in baia.....  | 34 |
| <b>Figura 5.5.3-6</b> Lunghezze e distanza di separazione della catasta di rifiuti con temperatura massima di combustione intorno a $950^{\circ}\text{C}$ . Da WISG “REDUCING FIRE RISK AT WASTE MANAGEMENT SITES”.....      | 35 |
| <b>Figura 5.5.3-7</b> Lunghezze e distanza di separazione della catasta di rifiuti con temperatura massima di combustione intorno a $1200^{\circ}\text{C}$ . Da WISG “REDUCING FIRE RISK AT WASTE MANAGEMENT SITES”.....     | 36 |
| <b>Figura 6.1-1</b> Temperature di accensione .....  | 46 |
| <b>Figura 6.3-1</b> Modello editato in Revit.....  | 56 |
| <b>Figura 6.3-2</b> Modello editato su PyroSim .....   | 49 |
| <b>Figura 6.3-3</b> Impostazione dimensioni celle, da PyroSim.....   | 49 |
| <b>Figura 6.3-4</b> Esempio di valori di reazione inseriti su PyroSim .....  | 50 |
| <b>Figura 7.2-1</b> Curva RHR focolare predefinito ultra-fast .....  | 54 |
| <b>Figura 7.2-2</b> Posizione dei devices di temperatura e irraggiamento a distanza variabile dal focolaio.....  | 55 |
| <b>Figura 7.2-3</b> Esempio per il calcolo “Percentuale apertura pareti” .....   | 56 |
| <b>Figura 7.6-1</b> Calcolatore dimensioni mesh.....   | 71 |
| <b>Figura 8.1.1-1</b> Tipi di dimensionamento per le aperture di smaltimento (Tabella S.8-5 del C.P.I). ....   | 75 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 8.1.2-2</b> Gruppo di dimensionamento da norma UNI 9494. ....   | 76 |
| <b>Figura 8.1.2-3</b> Prospetto 2, da norma UNI 9494 .....  | 77 |
| <b>Figura 8.2-1</b> Modello A da Pyrosim con pareti finestrate .....  | 78 |
| <b>Figura 8.2-2</b> Impostazione controllo, da Pyrosim. ....  | 78 |
| <b>Figura 8.2-3</b> Impostazione controllo tramite tempo, da Pyrosim. ....  | 79 |
| <b>Figura 8.2-4</b> Modello con masse, da Pyrosim .....   | 79 |
| <b>Figura 8.3-1</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m (SUT=2,5%) .....              | 81 |
| <b>Figura 8.3-2</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m (SUT=2,5%). ....              | 81 |
| <b>Figura 8.3-3</b> Visualizzazione Smoke 3D per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m (SUT=2,5%) .....          | 82 |
| <b>Figura 8.3-4</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 2 m (SUT=2,5%). ....              | 82 |
| <b>Figura 8.4-1</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9m e altezza di stoccaggio di 4m (SUT=5%).....                   | 83 |
| <b>Figura 8.4-2</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 3 m (SUT=5%).....                 | 84 |
| <b>Figura 8.4-3</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 2 m (SUT=5%).....                 | 84 |
| <b>Figura 8.5-1</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9m e altezza di stoccaggio di 4m (SUT=10%).....                  | 85 |
| <b>Figura 8.5-2</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 3 m (SUT=10%).....                | 86 |
| <b>Figura 8.5-3</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 2 m (SUT=10%).....                | 86 |
| <b>Figura 8.5-4</b> Grafico confronto valori di temperatura in due simulazioni con mesh di dimensioni 0,5m e 0,25m.....                   | 87 |
| <b>Figura 8.5-5</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 3 m, mesh 0,25 m (SUT=10%).....   | 88 |
| <b>Figura 8.5-6</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 22 m, mesh 0,25 m (SUT=10%).....  | 88 |
| <b>Figura 8.6-1</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m, mesh 0,25 m (SUT=12,5%)..... | 89 |
| <b>Figura 8.7-1</b> Modellazione griglie per ricambio dell'aria .....   | 90 |



|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 8.7-2</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m, mesh 0,25 m (SUT=10%).....                   | 91  |
| <b>Figura 8.7-3</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9 m e altezza di stoccaggio di 4 m, mesh 0,25 m (SUT=5%).....                    | 92  |
| <b>Figura 8.7-4</b> Slice di temperatura per un'altezza di fabbricato di 9m e altezza di stoccaggio di 4 m, mesh 0,25 m (SUT=2,5%).....                   | 92  |
| <b>Figura 8.7-5</b> Valori di irraggiamento di un bersaglio posto a 5 m dal focolare al variare della superficie utile totale, modello A.....             | 93  |
| <b>Figura 8.7-6</b> Valori di temperatura di un bersaglio posto a 5m dal focolare al variare della superficie utile totale, modello B.....                | 94  |
| <b>Figura 8.7-7</b> Valori di irraggiamento di un bersaglio posto a 5m dal focolare al variare della superficie utile totale, modello B.....              | 94  |
| <b>Figura V.9.2-1:</b> Esempio stoccaggio rifiuti sciolti e imballati.....  | 98  |
| <b>Figura V.9.2-2:</b> Esempio stoccaggio in baia di rifiuti sciolti e imballati .....  | 99  |
| <b>Figura V.9.3.8-1:</b> Esempio altezza massima di stoccaggio per rifiuti sciolti, con h=4 m.....  | 105 |
| <b>Figura V.9.3.8-2:</b> Esempio altezza massima di stoccaggio per rifiuti imballati, con h=4m.....   | 105 |
| <b>Figura V.9.3.8-3:</b> Esempio superamento chiusura verticale per rifiuti sciolti e imballati.....  | 105 |
| <b>Figura V.9.5.3.11.2-1:</b> Grafico per il calcolo delle distanze di separazione per i materiali con temperatura di combustione intorno ai 950°C .....  | 107 |
| <b>Figura V.9.5.3.11.2-1:</b> Grafico per il calcolo delle distanze di separazione per i materiali con temperatura di combustione intorno ai 1200°C ..... | 108 |
| <b>Figura 9.1-1</b> Inquadramento lotto, fuori scala.....   | 119 |
| <b>Figura 10.1-1</b> Posizione rifiuti stoccati.....  | 123 |
| <b>Figura 10.2-1</b> Caratteristiche prevalenti degli occupanti (Tabella G.3-1 del C.P.I).....  | 125 |
| <b>Figura 10.2-2</b> Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio (Tabella G.3-2 del C.P.I) .....   | 126 |
| <b>Figura 10.2-3</b> Determinazione $R_{Vita}$ (Tabella G.3-4 del C.P.I) .....  | 126 |
| <b>Figura 10.2-4</b> Determinazione di $R_{beni}$ (Tabella G.3-6).....  | 127 |
| <b>Figura 10.3-1</b> Livelli di prestazione per la reazione al fuoco (Tabella S.1-1 del C.P.I).....   | 127 |
| <b>Figura 10.3-2</b> Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività (Tabella S.1-2 del C.P.I) .....                    | 127 |
| <b>Figura 10.3-3</b> Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività (Tabella S.1-3 del C.P.I) .....                     | 128 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 10.4-1</b> Livelli di prestazione per la resistenza al fuoco (Tabella S.2-1 del C.P.I) .....                       | 128 |
| <b>Figura 10.4-2</b> Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.2-2 del C.P.I).....                       | 129 |
| <b>Figura 10.4-3</b> Rappresentazione distanze.....  | 131 |
| <b>Figura 10.4-4</b> Parametri per la definizione del fattore $\delta q_1$ (Tabella S.2-4).....                              | 131 |
| <b>Figura 10.4-5</b> Parametri per la definizione del fattore $\delta q_2$ (Tabella S.2-5).....                              | 132 |
| <b>Figura 10.4-6</b> Parametri per la definizione del fattore $\delta n_i$ (Tabella S.2-6) .....                             | 132 |
| <b>Figura 10.4-7</b> Compartimentazione REI 30, fuori scala. ....  | 134 |
| <b>Figura 10.5-1</b> Livelli di prestazione per la compartimentazione (Tabella S.3-1 del C.P.I).....                         | 135 |
| <b>Figura 10.5-2</b> Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.3-2 del C.P.I).....                       | 135 |
| <b>Figura 10.6-1</b> Livelli di prestazione per l'esodo (Tabella S.4-1 del C.P.I) .....                                      | 136 |
| <b>Figura 10.6-2</b> Criteri di attribuzione per i livelli di prestazione (Tabella S.4-2 del C.P.I).....                     | 136 |
| <b>Figura 10.6-3</b> Superfici minime per occupante (Tabella S.4-36 del C.P.I).....  | 137 |
| <b>Figura 10.6-4</b> Luogo sicuro all'interno del lotto.....   | 137 |
| <b>Figura 10.6-5</b> Numero minimo di uscite indipendenti da locale o spazio a cielo libero (Tabella S.4-15 del C.P.I) ..... | 138 |
| <b>Figura 10.6-6</b> Condizioni per il corridoio cieco (Tabella S.4-18 del C.P.I).....                                       | 139 |
| <b>Figura 10.6-7</b> Corridoio cieco .....   | 139 |
| <b>Figura 10.6-8</b> Massime lunghezze d'esodo (Tabella S.4-25 del C.P.I).....   | 139 |
| <b>Figura 10.6-9</b> Larghezze minime per vide d'esodo orizzontali (Tabella S.4-28).....                                     | 140 |
| <b>Figura 10.7-1</b> Livelli di prestazione per la gestione della sicurezza antincendi (Tabella S.5-1 del C.P.I).....        | 140 |
| <b>Figura 10.7-2</b> Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.5-2 del C.P.I).....                       | 141 |
| <b>Figura 10.7-3</b> Soluzioni conformi per il livello di prestazione II (Tabella S.5-4 del C.P.I).....                      | 141 |
| <b>Figura 10.8-1</b> Livelli di prestazione per il controllo dell'incendio (Tabella S.6-1 del C.P.I)...                      | 142 |
| <b>Figura 10.8-2</b> Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.6-2 del C.P.I).....                       | 142 |
| <b>Figura 10.8-3</b> Criteri per l'installazione degli estintori di classe A (Tabella S.6-5 del C.P.I)..                     | 143 |
| <b>Figura 10.8-4</b> Posizione estintore, rete idranti interna ed esterna .....  | 143 |
| <b>Figura 10.9-1</b> Livelli di prestazione per rivelazione ed allarme incendi (Tabella S.7-1 del C.P.I) .....               | 144 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 10.9-2</b> Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.7-2 del C.P.I).....                                      | 144 |
| <b>Figura 10.9-3</b> Soluzioni conformi per la rilevazione e allarme incendio (Tabella S.7-3 del C.P.I)<br>.....                            | 145 |
| <b>Figura 10.9-4</b> Posizione dispositivi, fuori scala.....  | 146 |
| <b>Figura 10.10-1</b> Livelli di prestazione per il controllo di fumi e calore (Tabella S.8-1 del C.P.I)<br>.....                           | 146 |
| <b>Figura 10.10-2</b> Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.8-2 del C.P.I).....                                     | 147 |
| <b>Figura 10.10-3</b> Posizione lucernai, fuori scala. ....   | 148 |
| <b>Figura 10.11-1</b> Livelli di prestazione per l’operatività antincendio (Tabella S.9-1 del C.P.I) .                                      | 148 |
| <b>Figura 10.11-2</b> Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione (Tabella S.9-2 del C.P.I).....                                     | 149 |
| <b>Figura 10.12-1</b> Livelli di prestazione per la sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio 1<br>(Tabella S.10-1 del C.P.I)..... | 150 |
| <b>Figura 10.12-2</b> Autonomia minima ed interruzione dell'alimentazione elettrica di sicurezza<br>(Tabella S.10-2 del C.P.I).....         | 151 |
| <b>Figura 10.13-1</b> Distanza di separazione da altri fabbricati.....  | 152 |
| <b>Figura 10.14-1</b> Soluzioni compartimento D. fuori scala .....  | 154 |
| <b>Figura 11.2-1</b> Rappresentazione fabbricati presenti e aree di stoccaggio nel caso studio.....   | 156 |
| <b>Figura 11.5-1</b> Classe minima di resistenza al fuoco (Tabella S.2-3 del C.P.I).....  | 159 |
| <b>Figura 11.5-2</b> Compartimentazione fabbricato principale, fuori scala.....   | 159 |
| <b>Figura 11.5-3</b> Soluzioni conformi livello di prestazione III S5 (Tabella S.5-5 del C.P.I) .....                                       | 162 |
| <b>Figura 11.5-4</b> Legenda .....  | 165 |
| <b>Figura 11.5-5</b> Contesto, fuori scala.....   | 165 |
| <b>Figura 11.5-6</b> Particolare fabbricato coperto/chiuso, fuori scala.....  | 165 |
| <b>Figura 12.1-1</b> Confronto livelli di prestazione attribuiti al caso studio.....  | 167 |
| <b>Figura 13.1-1</b> Workflow.....  | 171 |
| <b>Figura 13.1-2</b> Modellazione caso studio, caso 2, effettuata con Revit.....  | 171 |
| <b>Figura 13.1-3</b> Modellazione caso studio con differenti quantitativi di materiale. ....  | 172 |
| <b>Figura 13.2-1</b> RHR caso 1 .....   | 173 |
| <b>Figura 13.2-2</b> RHR caso 2.....  | 174 |
| <b>Figura 13.2-3</b> RHR con sistema automatico di accensione .....   | 175 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 13.3-1</b> Confronto curva RHR caso 1.....   | 176 |
| <b>Figura 13.3-2</b> Confronto curva RHR caso RTV.....                                       | 176 |
| <b>Figura 13.3-3</b> Andamento dei fumi simulazione fluidodinamica caso 2.....               | 177 |
| <b>Figura 13.3-4</b> Andamento dei fumi simulazione caso 1.....                              | 177 |
| <b>Figura 13.3-5</b> Temperatura dei fumi - simulazione caso 2.....                          | 178 |
| <b>Figura 13.3-6</b> Temperatura dei fumi caso 1.....  | 178 |
| <b>Figura 13.3-7</b> Slice di temperatura a $y=1,5$ m simulazione caso 2.....                | 179 |
| <b>Figura 13.3-8</b> Slice di temperatura a $z= 4$ m simulazione caso 2.....                 | 179 |
| <b>Figura 13.3-9</b> Slice di temperatura a $y=1,5$ m simulazione caso 1.....                | 180 |
| <b>Figura 13.3-10</b> Slice di temperatura a $z=4$ m simulazione caso 1.....                 | 180 |
| <b>Figura 13.3-11</b> Risultati devices di temperatura - simulazione caso RTV.....           | 181 |
| <b>Figura 13.3-12</b> Risultati devices di temperatura - simulazione caso RTO.....           | 181 |
| <b>Figura 13.3-13</b> Risultati devices di irraggiamento - simulazione caso RTV.....         | 182 |
| <b>Figura 13.3-14</b> Risultati devices di irraggiamento - simulazione caso RTO.....         | 182 |
| <b>Figura 13.3-15</b> Slices di velocità a $y= 1,5$ m e $x= 0,5$ m - simulazione caso 2..... | 183 |
| <b>Figura 13.3-16</b> Slices di velocità a $y= 1,5$ m e $x= 0,5$ m - simulazione caso 2..... | 183 |

# INDICE DELLE TABELLE

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabella 2.1-1</b> Categorie di rischio per le attività soggette al controllo dei VVF.....   | 4  |
| <b>Tabella 2.1-2</b> Iter legislativo per l'ottenimento del parere di conformità al variare della categoria.....   | 4  |
| <b>Tabella 2.1-3</b> Approcci previsti dal Codice di prevenzione incendi .....   | 6  |
| <b>Tabella 2.3-1</b> Classificazioni tipo RTV contenute nel Codice di prevenzioni incendi.....   | 9  |
| <b>Tabella 2.3-2</b> Classificazione aree attività contenute nel Codice di prevenzione incendi .....   | 9  |
| <b>Tabella 3.2.1-1</b> Classificazione rifiuti pericolosi da Allegato I, parte IV D.lgs n.152/06 .....   | 15 |
| <b>Tabella 4.1-1</b> Dati estratti dall'analisi statistica effettuata dalla commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali ad esse correlati ..... | 20 |
| <b>Tabella 4.1-2</b> Raccolta dati incendi nella provincia di Torino dal 2017 ad oggi. ....  | 21 |
| <b>Tabella 5.1-1</b> Elenco attività soggette riscontrabili nelle attività di stoccaggio rifiuti. ....   | 23 |
| <b>Tabella 5.1-2</b> Attività 72 da D.P.R n.151.....   | 24 |
| <b>Tabella 5.1-3</b> Definizione attività 81. ....   | 24 |
| <b>Tabella 5.3-1</b> Classificazione in base alla superficie .....   | 26 |
| <b>Tabella 5.3-2</b> Classificazione in base alle aree dell'attività.....  | 26 |
| <b>Tabella 5.3-3</b> Classificazione in base all'ubicazione .....  | 27 |
| <b>Tabella 5.3-4</b> Classificazione in base alla tipologia di rifiuto.....  | 27 |
| <b>Tabella 5.3-5</b> Classificazione in base alle quantità .....   | 28 |
| <b>Tabella 5.4.1-1</b> Classificazione $R_{ambiente}$ .....  | 29 |
| <b>Tabella 5.4.1.1-1</b> Punteggi tipologia rifiuto .....  | 30 |
| <b>Tabella 5.4.1.1-2</b> Punteggi carico d'incendio.....   | 30 |
| <b>Tabella 5.4.1.1-3</b> Punteggio ubicazione.....   | 31 |
| <b>Tabella 5.4.1.1-4</b> Punteggio superficie .....  | 31 |
| <b>Tabella 5.5.2-1</b> Criteri di attribuzione livello di prestazione II.....  | 32 |
| <b>Tabella 5.5.5-1</b> Criteri di attribuzione S5.....   | 37 |
| <b>Tabella 5.5.6-1</b> Criteri di attribuzione S6.....   | 39 |
| <b>Tabella 5.5.7-1</b> Criteri d'attribuzione S7.....  | 41 |
| <b>Tabella 5.5.9-1</b> Livelli di prestazione S9 .....   | 42 |
| <b>Tabella 7.3.1-1</b> Simulazioni $P_p > 50\%$ , modello A .....  | 56 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabella 7.3.1-2</b> Risultati simulazione $P_p > 50\%$ , modello A, altezza fabbricato 6 m. ....     | 57 |
| <b>Tabella 7.3.1-3</b> Risultati simulazione $P_p > 50\%$ , modello A, altezza fabbricato 5 m. ....     | 57 |
| <b>Tabella 7.3.2-1</b> Simulazioni $P_p > 50\%$ , modello B.....  | 58 |
| <b>Tabella 7.3.2-2</b> Risultati simulazione $P_p > 50\%$ , modello B, altezza fabbricato 6 m-5 m ..... | 58 |
| <b>Tabella 7.3.3-1</b> Risultati $P_p > 50\%$ .....   | 58 |
| <b>Tabella 7.4.1-1</b> Simulazioni modello $P_p < 50\%$ modello A.....                                  | 59 |
| <b>Tabella 7.4.1-2</b> Risultati $P_p = 50\%$ modello A, altezza fabbricato 6 m. ....                   | 59 |
| <b>Tabella 7.4.1-3</b> Risultati $P_p = 30\%$ modello A, altezza fabbricato 7 m. ....                   | 60 |
| <b>Tabella 7.4.1-4</b> Risultati $P_p = 27\%$ modello A, altezza fabbricato 5 m,6 m,7 m.....            | 60 |
| <b>Tabella 7.4.1-5</b> Risultati $P_p = 22\%$ modello A, altezza fabbricato 6 m,7 m.....                | 61 |
| <b>Tabella 7.4.1-6</b> Risultati $P_p = 20\%$ modello A, altezza fabbricato 7 m. ....                   | 61 |
| <b>Tabella 7.4.1-7</b> Risultati $P_p = 15\%$ modello A, altezza fabbricato 7 m. ....                   | 61 |
| <b>Tabella 7.4.1-8</b> Ulteriori simulazioni $30 < P_p \leq 50\%$ modello A. ....                       | 62 |
| <b>Tabella 7.4.1-9</b> Risultati $P_p = 50\%$ e $P_p = 30\%$ , modello A, altezza fabbricato 6 m.....   | 62 |
| <b>Tabella 7.4.1-10</b> Risultati $P_p = 30\%$ , modello A, altezza fabbricato 7 m. ....                | 63 |
| <b>Tabella 7.4.2-1</b> Simulazioni $30\% < P_p \leq 50\%$ modello B .....                               | 63 |
| <b>Tabella 7.4.2-2</b> Risultati simulazione $P_p = 20\%$ modello B, altezza fabbricato 7 m. ....       | 64 |
| <b>Tabella 7.4.2-3</b> Risultati simulazione $P_p = 30\%$ modello B, altezza fabbricato 7 m. ....       | 64 |
| <b>Tabella 7.4.2-4</b> Valori $P_p = 42\%$ simulazione modello B, , altezza fabbricato 7 m.....         | 64 |
| <b>Tabella 7.4.2-5</b> Risultati simulazione $P_p = 50\%$ modello B, altezza fabbricato 7 m. ....       | 65 |
| <b>Tabella 7.4.2-6</b> Simulazioni $30 < P_p \leq 50\%$ , modello B.....                                | 65 |
| <b>Tabella 7.4.2-7</b> Risultati $P_p = 30\%$ modello B, altezza fabbricato 6 m. ....                   | 65 |
| <b>Tabella 7.4.3-1</b> Risultati $30\% < P_p \leq 50\%$ .....   | 66 |
| <b>Tabella 7.5.1-1</b> Simulazioni $12,5\% < P_p \leq 30\%$ , modello A .....                           | 66 |
| <b>Tabella 7.5.1-2</b> Risultati $P_p = 12,5\%$ , modello A, altezza fabbricato 6 m. ....               | 67 |
| <b>Tabella 7.5.1-3</b> Risultati $P_p = 12,5\%$ , modello A, altezza fabbricato 7 m. ....               | 67 |
| <b>Tabella 7.5.1-4</b> Risultati $P_p = 12,5\%$ , modello A, altezza fabbricato 8 m. ....               | 67 |
| <b>Tabella 7.5.2-1</b> Simulazioni $12,5\% < P_p \leq 30\%$ , modello B.....                            | 68 |
| <b>Tabella 7.5.2-2</b> Risultati $P_p = 12,5\%$ , modello B, altezza fabbricato 6m, 7 m. ....           | 68 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabella 7.5.2-3</b> Risultati $P_p=12,5\%$ , modello B, altezza fabbricato 8 m.....   | 69  |
| <b>Tabella 7.5.2-4</b> Simulazioni modello B altezza del fabbricato 8 m. ....  | 69  |
| <b>Tabella 7.5.2-5</b> Risultati $P_p=12,5\%$ , $P_p=20\%$ , $P_p=25\%$ , modello B, altezza fabbricato 8 m.....   | 69  |
| <b>Tabella 7.5.2-6</b> Risultati $P_p=12,5\%$ , modello B, altezza fabbricato 9 m.....   | 69  |
| <b>Tabella 7.5.3-1</b> Risultati $12,5\% < P_p \leq 30\%$ .....  | 70  |
| <b>Tabella 7.6-1</b> Grid Convergence Index per valori di temperatura .....  | 73  |
| <b>Tabella 7.6-2</b> Grid Convergence Index per valori di irraggiamento .....  | 73  |
| <b>Tabella 7.7-1</b> Limitazioni altezza fabbricato e altezza stoccaggio per una distanza di separazione di 5 m al variabile della percentuale di apertura pareti..... | 74  |
| <b>Tabella 8.3-1</b> Simulazione $A/40=2,5\%$ modello A, altezza fabbricato 9 m e altezza stoccaggio 4 m. ....   | 80  |
| <b>Tabella 8.3-2</b> Simulazione $A/40=2,5\%$ modello A, altezza fabbricato 9 m e altezza stoccaggio 2 m. ....   | 82  |
| <b>Tabella 8.4-1</b> Simulazioni $A/20=5\%$ modello A, altezza fabbricato 9 m, mesh con dimensioni 0,5 m. ...  | 83  |
| <b>Tabella 8.5-1</b> Simulazioni $A/10=10\%$ modello A, dimensioni mesh 0,5 m. ....  | 85  |
| <b>Tabella 8.5-2</b> Simulazioni $A/10=10\%$ modello A, dimensioni mesh 0,25 m. ....   | 87  |
| <b>Tabella 8.6-1</b> Simulazioni $A/8=12,5\%$ modello A, dimensioni mesh 0,25 m. ....  | 89  |
| <b>Tabella 8.7-1</b> Simulazioni $A/10=10\%$ modello A, dimensioni mesh 0,25 m, con ricambio dell'aria. ....   | 90  |
| <b>Tabella 8.7-2</b> Simulazioni $A/20$ e $A/40$ modello A, dimensioni mesh 0,25 m, con ricambio dell'aria.....  | 91  |
| <b>Tabella 8.7-3</b> Simulazioni modello B, dimensioni mesh 0,25 m, con ricambio dell'aria.....  | 93  |
| <b>Tabella V.9.4-1:</b> Punteggi ubicazione.....   | 102 |
| <b>Tabella V.9.4-2:</b> Punteggi tipologie rifiuti.....  | 102 |
| <b>Tabella V.9.4-3:</b> Punteggi carico d'incendio.....  | 102 |
| <b>Tabella V.9.4-4:</b> Punteggi superficie .....  | 103 |
| <b>Tabella V.9.5.2-1:</b> Classi minima di resistenza al fuoco. ....   | 104 |
| <b>Tabella V.9.5.3.11.2-1:</b> Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai $950^\circ\text{C}$ .....                                   | 106 |
| <b>Tabella V.9.5.3.11.2-2:</b> Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai $1200^\circ\text{C}$ .....                                  | 107 |
| <b>Tabella V.9.5.3.11.2-3:</b> Limitazioni per distanza di separazione di 5 m al chiuso .....  | 109 |
| <b>Tabella V.9.5.5-1:</b> Livelli di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio. ....   | 110 |
| <b>Tabella V.9.5.6-1:</b> Livelli di prestazione per il controllo dell'incendio .....  | 112 |
| <b>Tabella V.9.5.7-1:</b> Livelli di prestazione per rivelazione allarme.....  | 114 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabella V.9.5.9-1:</b> Livelli di prestazione S9 al variare del rischio ambiente.....                      | 115 |
| <b>Tabella 9.1-1</b> Descrizione geometrica caso studio.....  | 120 |
| <b>Tabella 10.1-1</b> Descrizione materiali stoccati .....  | 123 |
| <b>Tabella 10.1-2</b> Attività soggette presenti nel caso studio.....   | 124 |
| <b>Tabella 10.4-1</b> Distanze di separazione.....  | 130 |
| <b>Tabella 10.4-2</b> Carico d'incendio specifico.....  | 133 |
| <b>Tabella 10.4-3</b> Carico d'incendio specifico di progetto. ....   | 133 |
| <b>Tabella 10.5-1</b> Compartimenti presenti nell'attività .....  | 135 |
| <b>Tabella 10.10-1</b> Superficie di smaltimento .....  | 147 |
| <b>Tabella 11.1</b> Materiali stoccati nell'attività.....   | 155 |
| <b>Tabella 11.5-1</b> Carico d'incendio specifico.....  | 158 |
| <b>Tabella 11.5-2</b> Carichi d'incendio specifico di progetto .....  | 158 |
| <b>Tabella 11.5-3</b> Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai 950°C ..... | 160 |
| <b>Tabella 11.5-4</b> Distanze di separazione materiali con temperatura di combustione intorno ai 1200°C ...  | 160 |
| <b>Tabella 13.5-5</b> Distanze di separazione verso edifici circostanti. ....                                 | 161 |
| <b>Tabella 11.5-6</b> Limitazioni distanza di separazione tra stoccaggi al coperto.....                       | 161 |
| <b>Tabella 13.2-1</b> Calcolo curva RHR per regola tecnica orizzontale .....                                  | 173 |
| <b>Tabella 13.2-2</b> Calcolo curva RHR per regola tecnica verticale.....                                     | 174 |