

LA PROTEZIONE ATTIVA ANTINCENDIO

INAIL

Focus sulle misure S.6, S.7 e S.8
del Codice di prevenzione incendi

- CONTROLLO DELL'INCENDIO
- RIVELAZIONE ED ALLARME
- CONTROLLO DI FUMI E CALORE

2019



COLLANA RICERCHE

LA PROTEZIONE ATTIVA ANTINCENDIO

INAIL

Focus sulle misure S.6, S.7 e S.8
del Codice di prevenzione incendi

- CONTROLLO DELL'INCENDIO
- RIVELAZIONE ED ALLARME
- CONTROLLO DI FUMI E CALORE

2019

Pubblicazione realizzata da

Inail

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

Responsabili scientifici

Raffaele Sabatino¹, Mara Lombardi², Marco Cavriani³, Gaetano Fede⁴

Autori

Raffaele Sabatino¹, Mara Lombardi², Nicolò Sciarretta², Michele Mazzaro³, Piergiacomo Cancelliere³,
Luca Ponticelli³, Marco Di Felice⁴, Vincenzo Cascioli⁵, Filippo Così⁵, Luciano Nigro⁵

Collaboratori

Daniela Freda¹, Antonella Pireddu¹, Andrea Marino³

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

² Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - DICMA

³ Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

⁴ Consiglio Nazionale degli Ingegneri

⁵ Libero professionista

per informazioni

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

© 2019 Inail

ISBN 978-88-7484-171-4

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

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

La presente pubblicazione è il risultato della collaborazione tra Inail, Sapienza Università di Roma, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e Consiglio Nazionale degli Ingegneri nell'ambito dei progetti previsti nel Piano delle attività di ricerca dell'Inail per il triennio 2016/2018

INAIL



**CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI**

Indice

Prefazione	11
1. Obiettivi	13
2. Introduzione	14
3. La protezione antincendio	15
4. La normativa italiana	16
5. L'incidenza degli impianti di protezione attiva nel procedimento di prevenzione incendi	26
6. La figura del professionista antincendio	33
7. L'impiego dei prodotti per uso antincendio	35
8. Controllo dell'incendio	39
9. Le soluzioni fornite dal Codice: la misura antincendio S.6	49
10. Rivelazione ed allarme	54
11. Le soluzioni fornite dal Codice: misura antincendio S.7	61
12. Controllo di fumi e calore	65
13. Le soluzioni fornite dal Codice: la misura antincendio S.8	72
Caso studio 1: progetto di un impianto di spegnimento idrico ad idranti	75
Descrizione	75
<i>Studio della problematica di sicurezza antincendio</i>	76
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	76
<i>Obiettivi dello studio</i>	76
Progetto dell'impianto di spegnimento idrico ad idranti	77
Descrizione dell'impianto	80
Calcolo delle portate nelle varie tubazioni dell'impianto	81
Valutazione del circuito idraulico più sfavorito	82
Valutazione del circuito idraulico più favorito	85
Pressurizzazione dell'impianto	89
Caratteristiche della motopompa	92
Considerazioni a commento	93
Caso studio 2: progetto di un impianto di spegnimento automatico a sprinkler	94
Descrizione	94
<i>Studio della problematica antincendio</i>	95
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	95
<i>Obiettivi dello studio</i>	95
Progetto dell'impianto di spegnimento automatico a sprinkler	96
Descrizione dell'impianto	97
Dimensionamento delle tubazioni dell'impianto	99
Dati di calcolo	100
Risultati di calcolo per l'area più sfavorita	103
Risultati di calcolo per l'area più favorita	105
Individuazione dei punti di funzionamento dell'impianto	108
Pressurizzazione dell'impianto	109
Considerazioni a commento	110

Caso studio 3: determinazione della curva caratteristica di un impianto sprinkler in base all'area operativa sfavorita ed in corrispondenza del punto di calcolo	111
Descrizione	111
<i>Studio della problematica antincendio</i>	112
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	112
Obiettivi dello studio	112
Progetto dell'impianto di spegnimento automatico a sprinkler	112
Descrizione dell'impianto	113
Verifica idraulica dell'impianto	116
Verifica dell'alimentazione	122
Considerazioni a commento	124
Caso studio 4: progetto di un sistema antincendio water mist	125
Descrizione	125
<i>Studio della problematica antincendio</i>	126
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	126
<i>Obiettivi dello studio</i>	126
Premessa tecnico-normativa	127
I sistemi approvati	128
I sistemi testati	130
Guida per il progettista	131
Progetto del sistema water mist	133
La specifica tecnica	134
La scelta della tecnologia dell'impianto	135
Descrizione dell'impianto	137
Verifica idraulica dell'impianto	140
Pressurizzazione dell'impianto	141
Appendice	142
Considerazioni a commento	144
Caso studio 5: progetto di un impianto di spegnimento a gas inerte	145
Descrizione	145
<i>Studio della problematica antincendio</i>	146
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	146
<i>Obiettivi dello studio</i>	146
Progetto dell'impianto di spegnimento a gas inerte	147
Valutazione del rischio	148
Descrizione dell'impianto	148
Calcolo preliminare della quantità di estinguente necessario	151
Predimensionamento della rete di distribuzione e dei componenti dell'impianto	152
Verifica del predimensionamento con il programma VdS	153
Dimensionamento delle serrande di sovrappressione	153
Unità rivelazione e comando impianto	155
Considerazioni a commento	156
Caso studio 6: progetto di un impianto di spegnimento con aerosol a base di carbonato di potassio	157
Descrizione	157
<i>Studio della problematica antincendio</i>	158
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	158
<i>Obiettivi dello studio</i>	158
Progetto dell'impianto di spegnimento con aerosol a base di carbonato di potassio	159

Descrizione dell'impianto	159
Calcolo delle quantità di estinguente necessario	162
Unità gestione aerosol a microprocessore	163
Considerazioni a commento	164
Caso studio 7: progetto di un sistema di estinzione a servizio di serbatoi di liquidi infiammabili	165
Descrizione	165
<i>Studio della problematica antincendio</i>	166
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	166
<i>Obiettivi dello studio</i>	166
Progetto del sistema di estinzione a schiuma	166
Descrizione dell'impianto	167
Calcolo della portata di applicazione per la schiuma a media espansione	168
Considerazioni a commento	170
Caso studio 8: progetto di un impianto di spegnimento a deplezione dell'ossigeno	171
Descrizione	171
<i>Studio della problematica antincendio</i>	172
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	172
<i>Obiettivi dello studio</i>	173
Progetto dell'impianto di spegnimento a deplezione dell'ossigeno	173
Descrizione dell'impianto	173
Calcolo delle quantità di gas inerte da introdurre	178
Monitoraggio della concentrazione di ossigeno	178
Informazione e formazione del personale e procedure di emergenza	179
Considerazioni a commento	181
Caso studio 9: progetto di un IRAI a servizio di un piano magazzini	182
Descrizione	182
<i>Studio della problematica antincendio</i>	183
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	183
<i>Obiettivi dello studio</i>	183
Progetto dell'impianto di rivelazione e segnalazione allarme	184
Descrizione dell'impianto	185
Definizione dei criteri di progettazione dei sistemi	187
Dimensionamento dei componenti dei sistemi	190
Verifica ed esercizio dei sistemi	192
Verifica delle prestazioni dell'impianto in base al Codice	193
Considerazioni a commento	195
Caso studio 10: progetto di un IRAI a servizio di un albergo	196
Descrizione	196
<i>Studio della problematica antincendio</i>	198
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	198
<i>Obiettivi dello studio</i>	198
Progetto dell'impianto di rivelazione e segnalazione allarme	199
Verifica di compatibilità	199
Descrizione dell'impianto	201
Definizione dei criteri di progettazione dei sistemi	201
Dimensionamento dei componenti dei sistemi	203

Verifica ed esercizio dei sistemi	205
Verifica delle prestazioni dell'impianto in base al Codice	206
Considerazioni a commento	208
Caso studio 11: progetto di un sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SENFC)	209
Descrizione	209
<i>Studio della problematica antincendio</i>	210
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	210
<i>Obiettivi dello studio</i>	210
Il controllo, l'evacuazione e lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio	211
Progetto del sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SENFC)	211
Considerazioni sulla scelta del livello di prestazione	211
Descrizione dell'impianto	212
Valutazione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio	212
Determinazione del gruppo di dimensionamento	213
Calcolo della superficie utile totale di apertura e del numero degli ENFC	214
Verifica della corretta superficie totale delle aperture di afflusso di aria fresca	216
Considerazioni a commento	219
Caso studio 12: progetto di un sistema di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC)	220
Descrizione	220
<i>Studio della problematica antincendio</i>	221
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	221
<i>Obiettivi dello studio</i>	221
Il controllo, l'evacuazione e lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio	221
Progetto del sistema di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC)	222
Descrizione dell'impianto	222
Valutazione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio	223
Determinazione del gruppo di dimensionamento	223
Determinazione della portata volumetrica di aspirazione	224
Determinazione delle temperature dei fumi (media e locale)	224
Individuazione dei vari componenti del SEFFC	225
Individuazione dei dispositivi di attivazione, azionamento e controllo del SEFFC	234
Individuazione dello schema e della tipologia del SEFFC	234
Considerazioni a commento	236
Caso studio 13: progetto della protezione attiva in un deposito intensivo di sostanze infiammabili	237
Descrizione	237
<i>Studio della problematica antincendio</i>	238
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	238
<i>Obiettivi dello studio</i>	238
Progetto del sistema di estinzione a schiuma	239
Descrizione dell'impianto	242
Verifica della riserva idrica antincendio disponibile	243
Locale di alloggiamento riserva schiumogeno	243
Progetto dell'impianto di rivelazione e segnalazione allarme	245
Descrizione dell'impianto	246
Progetto del sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SENFC)	247
Descrizione dell'impianto	247
Caratteristiche e componenti del SENFC	250
Specifiche tecniche degli evacuatori naturali di fumo e calore	250
Procedure di emergenza	251
Gestione delle interferenze relative all'attivazione degli impianti di protezione	252
Considerazioni a commento	253

Appendice	254
A.1 Valutazione del tempo presumibile di attivazione degli erogatori sprinkler	255
Descrizione	255
<i>Valutazione del presumibile tempo di attivazione degli erogatori sprinkler</i>	256
<i>Variazione probabile, nel tempo, della potenza termica totale rilasciata dall'incendio</i>	259
Considerazioni a commento	261
A.2 Modellazione termica con FDS e CFAST - ipotesi incendio in un deposito di lavorati in legno - controllo automatico dell'incendio ed azione della rivelazione fumi	262
Descrizione	262
Studio della problematica di sicurezza antincendio	263
<i>Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi</i>	263
<i>Obiettivi dello studio</i>	263
Effetto dei sistemi automatici di controllo dell'incendio	264
Effetto dell'intervento manuale di controllo dell'incendio	264
Modellazione con FDS	265
Valutazione delle prestazioni dei rivelatori di fumo	265
Valutazione delle prestazioni degli sprinkler	268
Modellazione con CFAST e confronto con FDS	269
Sprinkler STANDARD - finestre aperte - FDS	271
Sprinkler STANDARD - finestre aperte - CFAST	272
Sprinkler STANDARD - finestre chiuse - FDS	274
Sprinkler STANDARD - finestre chiuse - CFAST	275
Sprinkler QUICK - finestre aperte - FDS	277
Sprinkler QUICK - finestre aperte - CFAST	278
Sprinkler QUICK - finestre chiuse - FDS	280
Sprinkler QUICK - finestre chiuse - CFAST	281
Considerazioni a commento	283
A.3 Valutazioni con la Fire Safety Engineering per l'adozione di un SEFFC quale misura alternativa alla compartimentazione in un'attività soggetta al Codice	284
Premessa	284
Descrizione	284
Inquadramento nel Codice	285
Obiettivi delle misure progettuali previste: SEFFC e sprinkler	285
La misura antincendio del controllo fumi e calore	285
Scenari di incendio	287
Risultanze delle verifiche effettuate con la F.S.E.	289
Le modellazioni con FDS	290
Considerazioni a commento	297
Bibliografia	298
Riferimenti principali normativa tecnica	299
Fonti immagini	302

Prefazione

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

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

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

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

In questo contesto si inserisce il Codice di prevenzione incendi (Co.P.I.), d.m. 3 agosto 2015 recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 16 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139", il quale, senza effettuare uno strappo rispetto al passato, si propone come promotore del cambiamento, privilegiando l'approccio prestazionale, in grado di garantire standard di sicurezza antincendio elevati mediante un insieme di soluzioni progettuali, sia conformi che alternative.

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

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

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

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

In definitiva, saranno 42 le *attività soggette*, comprese nel citato allegato 1, per le quali la Regola Tecnica Orizzontale (RTO) del Codice diverrà l'unico riferimento progettuale possibile.

Peraltro, è stato recentemente presentato al Comitato Centrale Tecnico Scientifico (CCTS) dei VV.F. un documento relativo alla proposta di aggiornamento del Codice.

Il documento, allo stato, è soggetto ad inchiesta pubblica al fine di far pervenire al medesimo CCTS I contributi da parte dei vari stakeholder (Ministeri, Enti, Ordini e Collegi professionali, ecc.).

Il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, a proposito del reale utilizzo del Codice, ha condotto un sondaggio che ha coinvolto più di 2000 ingegneri - il 6,3% "professionisti antincendio" attualmente iscritti negli elenchi del Ministero dell'Interno - in merito ai progetti e alle richieste di deroghe che hanno fatto ricorso al Codice come metodo di progettazione.

L'indagine, i cui risultati sono stati pubblicati dal CNI sul proprio sito (www.tuttoingegnere.it) il 17 ottobre 2016, ha rivelato un notevole interesse verso le nuove potenzialità introdotte dal Codice ma, allo stesso tempo, un utilizzo non diffuso dello stesso: oltre il 62% dei progettisti, infatti, pur avendo frequentato corsi di formazione incentrati sull'utilizzo del Codice, non ha provato ad utilizzarlo oppure ha rinunciato dopo un tentativo; di quelli che lo hanno adottato, pochi hanno fatto ricorso alle cosiddette soluzioni alternative.

Probabilmente a causa della percepita complessità dello strumento normativo, e conseguente aumento della responsabilità, il Codice è di fatto spesso ignorato a vantaggio del più "consolidato" metodo prescrittivo.

Al fine di illustrare le potenzialità del Codice e di fornire degli strumenti esplicativi, incentrati su esempi pratici di progettazione, che sembrano rappresentare un'esigenza particolarmente sentita dai professionisti intervistati nel sondaggio, è stata attivata una collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente - Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale - Università di Roma "Sapienza", il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici - Istituto Nazionale per

l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro, il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (C.N.VV.F.) ed il Consiglio Nazionale degli Ingegneri.

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

La presente pubblicazione si occupa delle tematiche relative alle misure *S.6 Controllo dell'incendio*, *S.7 Rivelazione ed allarme* e *S.8 Controllo di fumi e calore*.

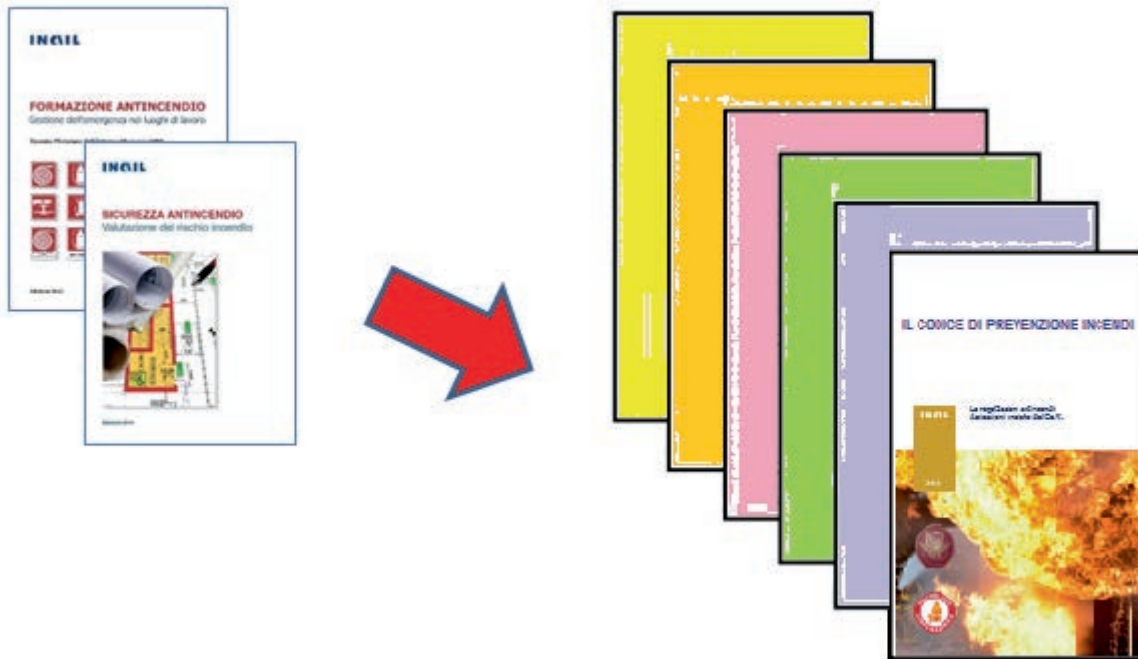
I risultati di tale attività potranno costituire, negli intenti dei promotori dell'attività di ricerca, uno strumento di supporto nella progettazione e gestione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro e uno spunto di riflessione per i professionisti antincendio e, anche a scopo didattico, un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

1. Obiettivi

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

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

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



Nella presente pubblicazione saranno descritte varie applicazioni inerenti la protezione attiva antincendio, passando in rassegna i principali impianti e sistemi di controllo e rivelazione dell'incendio, nonché di controllo di fumo e calore maggiormente in uso.

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

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

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

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

In ogni caso tutte le soluzioni tecniche illustrate non hanno avuto concreta realizzazione da parte degli autori che declinano qualsiasi responsabilità in merito alla loro concreta applicazione.

2. Introduzione

Il presente quaderno della collana è dedicato alle misure di protezione attiva e tratta i Capitoli S.6” Controllo dell’incendio”, S.7 ”Rivelazione ed allarme” ed S.8 “Controllo di fumi e calore” del Codice di prevenzione incendi.

Come noto, la mitigazione del rischio incendio sino a livelli che si possano considerare accettabili deve essere attuata attraverso la progettazione e la messa in atto di misure di prevenzione e di protezione.

Le misure di prevenzione sono sempre da preferire alle misure di protezione.

Per contro, le sole misure di prevenzione spesso non riescono a ridurre il rischio di incendio sino a livelli accettabili, pertanto è necessario ridurre il livello di rischio attraverso anche misure di protezione, ovvero quelle misure che svolgono la funzione di mitigazione degli effetti dell’incendio quando esso si manifesta nell’attività oggetto di progettazione.

Le misure di protezione si dividono in due grandi famiglie: misure di protezione passiva e misure di protezione attiva.

La prima famiglia ricomprende tutti i sistemi, accorgimenti costruttivi e materiali che possiedono una caratteristica intrinseca di comportamento all’incendio, come, ad esempio, i materiali caratterizzati da un grado di reazione al fuoco o gli elementi costruttivi che hanno una determinata classe di resistenza al fuoco.

La definizione di misura di protezione attiva, invece, vede nella letteratura tecnica di settore due differenti scuole di pensiero.

La prima definisce una misura di protezione attiva contro l’incendio qualsiasi sistema, presidio o prodotto che per funzionare in caso di incendio debba necessariamente ricevere una attivazione manuale da parte di un operatore o una attivazione automatica da parte di un impianto.

L’altra scuola di pensiero, cui gli autori si riferiscono, definisce una misura di protezione attiva qualsiasi misura che, attivandosi in caso di incendio, possa influenzare lo sviluppo dell’incendio: le misure attivandosi tenderanno a controllare o spegnere l’incendio come, ad esempio, gli impianti manuali di idranti o impianti automatici di controllo o spegnimento dell’incendio, ma anche impianti e sistemi destinati a gestire o controllare i prodotti della combustione, fumo e calore in caso di incendio.

Con questa definizione, le misure di protezione attiva hanno la capacità di poter agire sulla curva di tasso di rilascio termico (HRR) prevista nel compartimento o nell’attività, variandone il tasso di crescita, limitandone il valore massimo o, addirittura, riuscendo a portare tale HRR a zero qualora si fosse in grado di assicurare lo spegnimento dell’incendio.

In conclusione, le misure di protezione attiva sono quelle:

- capaci di sorvegliare gli ambienti di una attività per accorgersi prima possibile dell’insorgere di un incendio e di allarmare gli occupanti per l’esodo o per le misure gestionali previste in relazione all’emergenza incendio appena rilevata/rivelata (a seconda del tipo di impianto);
- che possono controllare, sia manualmente che automaticamente, lo sviluppo dell’incendio e, in casi specifici, riuscire anche a spegnerlo;
- che siano in grado di gestire il fumo ed il calore prodotti da un incendio.

Il capitolo S.6 del Codice è dedicato ai presidi ed impianti che possono controllare lo sviluppo di un incendio (estintori, reti di idranti ed impianti di controllo o spegnimento), il capitolo S.7 agli impianti di rivelazione ed allarme incendio (IRAI), mentre il capitolo S.8 è rivolto agli accorgimenti ed agli impianti di smaltimento del fumo e del calore.

Il presente quaderno contiene esempi di selezione e progettazione di alcune tipologie di impianti e presidi di protezione attiva.

3. La protezione antincendio

La protezione antincendio attiene al complesso di misure finalizzate alla riduzione della gravità dei danni provocati dall'evento incendio.

Come indicato al paragrafo precedente, tali misure si possono distinguere fra quelle dette di *protezione attiva* e di *protezione passiva*.

Principali misure di protezione attiva:

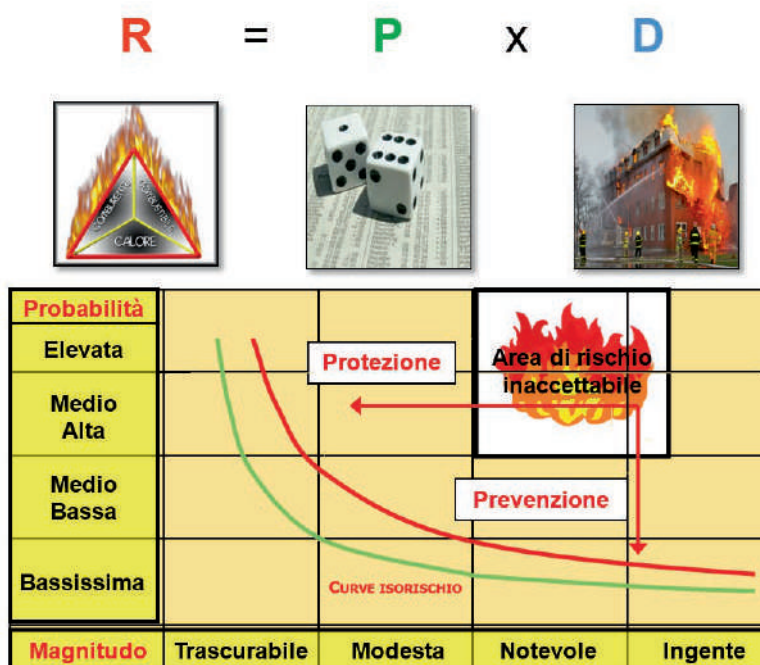
- Attrezzature ed impianti di estinzione degli incendi
- Sistemi di rivelazione e allarme incendio (IRAI)
- Evacuatori di fumo e di calore (SEFC)
- Segnaletica di sicurezza
- Illuminazione di sicurezza

Le misure di protezione attiva, pertanto, richiedono l'azione di un uomo o l'azionamento di un impianto e sono finalizzate alla rivelazione precoce dell'incendio, alla segnalazione e all'azione di spegnimento dello stesso. Le misure di protezione attiva, generalmente, influenzano l'evoluzione di un incendio alla loro entrata in funzione.

Principali misure di protezione passiva:

- Reazione al fuoco dei materiali
- Resistenza al fuoco
- Compartimentazione
- Distanze di sicurezza
- Vie di esodo (sistemi di vie d'uscita)

Le misure di protezione passiva, invece, non richiedono l'azione di un uomo o l'azionamento di un impianto ed hanno come obiettivo la limitazione degli effetti dell'incendio, nello spazio e nel tempo, al fine di garantire l'incolumità degli occupanti e dei soccorritori.



4. La normativa italiana

In Italia la normativa relativa agli impianti di protezione attiva ha registrato una rivoluzione epocale in concomitanza dell'entrata in vigore del cosiddetto *Decreto Impianti* d.m. 20 dicembre 2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi".



Al fine di inquadrare correttamente la problematica in questione, si ritiene necessario richiamare alcuni contenuti del d.m. 22 gennaio 2008 n. 37 e s.m.i. "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici."

Infatti, per tale decreto (d.m. 37/08) che si applica agli impianti collocati all'interno degli edifici o delle relative pertinenze, indipendentemente dalla destinazione d'uso, gli impianti di protezione attiva antincendio sono (art. 2 lett. h):

- gli impianti di alimentazione di idranti;
- gli impianti di estinzione di tipo automatico e manuale;
- gli impianti di rivelazione di gas, di fumo e d'incendio.

In base al Decreto Impianti, che si applica a quelli di nuova costruzione (esclusi quelli di cui al comma 3 dell'art. 2) e nel caso essi siano oggetto di interventi comportanti una *modifica sostanziale* (vedi punto 1.2 - regola tecnica), invece, i medesimi sono (punto 1 - regola tecnica):

- gli impianti di estinzione o controllo dell'incendio, di tipo automatico o manuale;
- gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendio;
- gli impianti di controllo del fumo e del calore (*non menzionati nel d.m. 37/08*).

Entrambi i decreti indicano le modalità inerenti:

1. la progettazione;
2. installazione;
3. l'esercizio (attività di manutenzione ordinaria e straordinaria);
4. la trasformazione e l'ampliamento;
5. la documentazione (dichiarazioni e manuali d'uso e manutenzione).

Progettazione degli impianti di protezione antincendio secondo il d.m. 37/08 (art. 5)

1 Per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettere omissis g), è redatto un **progetto**.

Fatta salva l'osservanza delle normative più rigorose in materia di progettazione, omissis, il progetto è redatto da un **professionista iscritto negli albi professionali** secondo la specifica competenza tecnica richiesta omissis

2 Il progetto per l'installazione, trasformazione e ampliamento, è redatto da un **professionista iscritto agli albi professionali** secondo le specifiche competenze tecniche richieste, nei seguenti casi:

.... omissis

h) impianti di protezione antincendio se sono inseriti in un'attività soggetta al rilascio del certificato prevenzione incendi e, comunque, quando gli idranti sono in numero pari o superiore a 4 o gli apparecchi di rilevamento sono in numero pari o superiore a 10.

3 I progetti degli impianti sono elaborati secondo la regola dell'arte. I progetti elaborati in conformità alla vigente normativa e alle indicazioni delle guide e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo, si considerano redatti secondo la regola dell'arte.

.... omissis

4 I progetti contengono almeno gli schemi dell'impianto e i disegni planimetrici nonché una relazione tecnica sulla consistenza e sulla tipologia dell'installazione, della trasformazione o dell'ampliamento dell'impianto stesso, con particolare riguardo alla tipologia e alle caratteristiche dei materiali e componenti da utilizzare e alle misure di prevenzione e di sicurezza da adottare. Nei luoghi a maggior rischio di incendio e in quelli con pericoli di esplosione, particolare attenzione è posta nella scelta dei materiali e componenti da utilizzare nel rispetto della specifica normativa tecnica vigente.

Si segnala che il d.m. 37/08 è anteriore al d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151 e che, pertanto, all'epoca della sua emanazione era vigente l'abrogato d.m. 16 febbraio 1982, in forza del quale, tutte le attività ivi previste erano soggette, indistintamente, al rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi.

Come noto, dall'emanazione del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, attualmente il rilascio del C.P.I. è previsto solamente per le attività collocate in categoria C.

Appare lecito, pertanto, far coincidere la previsione del d.m. 37/08, riferita alle "attività soggette al rilascio del certificato prevenzione incendi", alle nuove attività elencate nell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151.

Progettazione degli impianti di protezione antincendio secondo il Decreto Impianti**Progetto dell'impianto** (punto 1.2 - regola tecnica)

È l'insieme dei documenti indicati dalla norma assunta a riferimento per la progettazione di un nuovo impianto o di modifica di un impianto esistente.

Il progetto deve includere, in assenza di specifiche indicazioni della norma, almeno gli schemi e i disegni planimetrici dell'impianto, nonché una relazione tecnica comprendente i calcoli di progetto, ove applicabili, e la descrizione dell'impianto, con particolare riguardo alla tipologia ed alle caratteristiche dei materiali e dei componenti da utilizzare ed alle prestazioni da conseguire.

Progettazione (punto 2.1 - regola tecnica)

Per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti oggetto del presente decreto è redatto un progetto elaborato secondo la regola dell'arte, che deve essere adeguatamente integrato in caso di modifiche apportate in corso d'opera all'impianto di base del progetto. Il progetto è redatto da un tecnico abilitato.

Per impianti da realizzare secondo le norme pubblicate da organismi di standardizzazione internazionalmente riconosciuti nel settore antincendio, fatti salvi gli obblighi connessi all'impiego di prodotti soggetti a normativa comunitaria di armonizzazione, il progetto è redatto da professionista antincendio.

Il progetto dell'impianto, così come effettivamente realizzato, deve essere consegnato al responsabile dell'attività e da questo reso disponibile ai fini di eventuali controlli da parte delle autorità competenti.

Definizioni (punto 1.2 - regola tecnica)

Specifica dell'impianto è la sintesi dei dati tecnici che descrivono le prestazioni dell'impianto, le sue caratteristiche dimensionali (portate specifiche, pressioni operative, caratteristica e durata dell'alimentazione dell'agente estinguente, l'estensione dettagliata dell'impianto, ecc.) e le caratteristiche dei componenti da impiegare nella sua realizzazione (ad esempio tubazioni, erogatori, sensori, riserve di agente estinguente, aperture di evacuazione, aperture di afflusso, ecc.). La specifica comprende il richiamo della norma di progettazione che si intende applicare, la classificazione del livello di pericolosità, ove previsto, lo schema a blocchi dell'impianto che si intende realizzare, nonché l'attestazione dell'idoneità dell'impianto in relazione al pericolo di incendio presente nell'attività.

La previsione più importate introdotta dal Decreto Impianti è quella relativa, in fase di valutazione del progetto per le attività di categoria B e C, alla predisposizione della "specifica di impianto".

Il documento tecnico "specifica di impianto", già necessario in fase di valutazione del progetto di sicurezza antincendio, serve a dimostrare, attraverso un progetto di massima dell'impianto di protezione attiva, come lo stesso sia compatibile con la valutazione del rischio incendio dell'attività e conciliabile con i processi presenti oltre che con le attività degli occupanti.

La specifica rappresenta, pertanto, una sintesi del processo di valutazione dei rischi che effettua il progettista per l'individuazione dell'impianto di protezione attiva da porre a servizio dell'attività e della successiva fase necessaria alla individuazione delle prestazioni e delle caratteristiche dell'impianto.

Il **tecnico abilitato** è un professionista iscritto in albo professionale, che opera nell'ambito delle proprie competenze.

Il **professionista antincendio** è un professionista iscritto in albo professionale, che opera nell'ambito delle proprie competenze e che sia scritto negli appositi elenchi del Ministero dell'interno di cui all'art. 16 del d.lgs. 8 marzo 2006 n. 139 e s.m.i..

Si segnala che se il progetto è elaborato secondo la regola dell'arte (utilizzando norme tecniche UNI, CEI ecc.), lo stesso deve essere redatto da un tecnico abilitato.

Se il progetto è elaborato secondo norme pubblicate da organismi di standardizzazione internazionalmente riconosciuti nel settore antincendio, (es.: le NFPA - National Fire Protection Association), lo stesso deve essere redatto da un professionista antincendio.

Installazione degli impianti di protezione antincendio secondo il d.m. 37/08 (art. 6)

1 Le imprese realizzano gli impianti secondo la regola dell'arte, in conformità alla normativa vigente e sono responsabili della corretta esecuzione degli stessi. Gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo, si considerano eseguiti secondo la regola dell'arte.

.... omissis

Installazione degli impianti di protezione antincendio secondo il Decreto Impianti

Installazione (punto 2.1 - regola tecnica)

Gli impianti oggetto del presente decreto devono essere installati a regola d'arte, seguendo il progetto, le vigenti normative e le regolamentazioni tecniche applicabili.

Al termine dei lavori l'impresa installatrice dovrà fornire al responsabile dell'attività, oltre a quanto già previsto dalla normativa vigente, la documentazione finale richiamata dalla norma impiegata per la progettazione e installazione dell'impianto, nonché il manuale d'uso e manutenzione dello stesso.

Tale documentazione è tenuta, dal responsabile dell'attività, a disposizione per eventuali controlli da parte delle autorità competenti.

Definizioni (punto 1.2 - regola tecnica)

La **regola dell'arte** è lo stadio dello sviluppo raggiunto in un determinato momento storico dalle capacità tecniche relative a prodotti, processi o servizi, basato su comprovati risultati scientifici, tecnologici o sperimentali. Fermo restando il rispetto delle disposizioni legislative e regolamentari applicabili, la presunzione di regola dell'arte è riconosciuta alle norme emanate da Enti di normazione nazionali, europee o internazionali.

Manutenzione degli impianti di protezione antincendio secondo il d.m. 37/08 (art. 10)

1 La manutenzione ordinaria degli impianti (*interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso, nonché a far fronte ad eventi accidentali che comportano la necessità di primi interventi, che comunque non modificano la struttura dell'impianto su cui si interviene o la sua destinazione d'uso secondo le prescrizioni previste dalla normativa tecnica vigente e dal libretto di uso e manutenzione del costruttore*) non comporta la redazione del progetto.

.... omissis

Esercizio e manutenzione degli impianti di protezione antincendio secondo il Decreto Impianti**Esercizio e manutenzione** (punto 2.3 - regola tecnica)

L'esercizio e la manutenzione degli impianti oggetto del presente decreto devono essere effettuati secondo la regola dell'arte ed essere condotti in accordo alla regolamentazione vigente ed a quanto indicato nelle norme tecniche pertinenti e nel manuale d'uso e manutenzione dell'impianto.

Il manuale d'uso e manutenzione dell'impianto è fornito al responsabile dell'attività, dall'impresa installatrice o, per impianti privi dello stesso manuale, eseguiti prima dell'entrata in vigore del presente decreto, da un professionista antincendio.

Le operazioni da effettuare sugli impianti e la loro cadenza temporale sono quelle indicate dalle norme tecniche pertinenti, nonché dal manuale d'uso e manutenzione dell'impianto.

La manutenzione sugli impianti e sui componenti che li costituiscono è eseguita da personale esperto in materia, sulla base della regola dell'arte, che garantisce la corretta esecuzione delle operazioni svolte.

Definizioni (punto 1.2 - regola tecnica)

Manuale d'uso e manutenzione dell'impianto: documentazione, redatta in lingua italiana, che comprende le istruzioni necessarie per la corretta gestione dell'impianto e per il mantenimento in efficienza dei suoi componenti.

Le istruzioni sono predisposte dall'impresa installatrice dell'impianto, anche sulla base dei dati forniti dai fabbricanti dei componenti installati.

Considerando la manutenzione un'attività indispensabile per garantire le prestazioni nel tempo degli impianti di protezione attiva installati nella attività soggette, il Decreto Impianti prevede che il manuale d'uso e manutenzione, redatto in lingua italiana e comprendente le istruzioni necessarie per la corretta gestione dell'impianto e per il mantenimento in efficienza dei suoi componenti, venga predisposto dall'impresa installatrice e consegnato al responsabile dell'attività.

Per le definizioni di manutenzione (ordinaria e straordinaria) possono essere di ausilio le definizioni contenute nelle norme UNI EN 13306 e UNI 11063 cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

In riferimento alle attività eccedenti la manutenzione ordinaria, mentre il d.m. 37/08 si limita, all'art. 8 comma, a prescrivere che il committente è tenuto ad affidare anche i lavori di manutenzione straordinaria degli impianti ad imprese abilitate ai sensi dell'art. 3, il Decreto Impianti riporta la definizione delle modifiche sostanziali.

Definizioni (punto 1.2 - regola tecnica)

Modifiche sostanziali: trasformazione della tipologia dell'impianto originale o ampliamento della sua dimensione tipica oltre il 50% dell'originale, ove non diversamente definito da specifica regolamentazione o norma.

Dimensione tipica dell'impianto:

- i. per la rete idranti si rinvia a quanto riportato dalla norma UNI 10779;
- ii. per gli impianti di rivelazione ed allarme incendio s'intende il numero di rivelatori automatici o di punti di segnalazione manuale;
- iii. per gli impianti di estinzione o controllo si intende il numero di erogatori;
- iv. per gli impianti di estinzione di tipo speciale (ad esempio estinguenti gassosi, schiuma, polvere, ecc.) si intende la quantità di agente estinguente;
- v. per gli impianti di controllo del fumo e del calore si intende la superficie utile totale di evacuazione per i sistemi di evacuazione naturale e la portata volumetrica aspirata per i sistemi di evacuazione forzata.

Invero, tale dizione risulta essere già stata anticipata dal d.m. 7 agosto 2012 (Allegato IV) pur se in un ambito di oggettiva difficoltà interpretativa proprio in relazione alla definizione di modifica sostanziale degli impianti di protezione attiva.

Documentazione degli impianti di protezione antincendio secondo il d.m. 37/08 (artt. 7 e 13)

Dichiarazione di conformità e dichiarazione di rispondenza (art. 7)

- 1 Al termine dei lavori, previa effettuazione delle verifiche previste dalla normativa vigente, comprese quelle di funzionalità dell'impianto, l'impresa installatrice rilascia al committente la **dichiarazione di conformità** degli impianti realizzati nel rispetto delle norme di cui all'articolo 6. Di tale dichiarazione, resa sulla base del modello di cui all'allegato I, fanno parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati, nonché il progetto di cui all'articolo 5.

.... omissis

- 2 In caso di rifacimento parziale di impianti, il progetto, la dichiarazione di conformità, e l'attestazione di collaudo ove previsto, si riferiscono alla sola parte degli impianti oggetto dell'opera di rifacimento, ma tengono conto della sicurezza e funzionalità dell'intero impianto. Nella dichiarazione di cui al comma 1 e nel progetto di cui all'articolo 5 è espressamente indicata la compatibilità tecnica con le condizioni preesistenti dell'impianto.

.... omissis

- 6 Nel caso in cui la dichiarazione di conformità prevista dal presente articolo, salvo quanto previsto all'articolo 15, non sia stata prodotta o non sia più reperibile, tale atto è sostituito - per gli impianti eseguiti prima dell'entrata in vigore del presente decreto (27 marzo 2008) - da una **dichiarazione di rispondenza**, resa da un professionista iscritto all'albo professionale per le specifiche competenze tecniche richieste, che ha esercitato la professione, per almeno cinque anni, nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione, sotto personale responsabilità, in esito a sopralluogo ed accertamenti, ovvero, per gli impianti non ricadenti nel campo di applicazione dell'articolo 5, comma 2, da un soggetto che ricopre, da almeno 5 anni, il ruolo di responsabile tecnico di un'impresa abilitata di cui all'articolo 3, operante nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione.

Si segnala che per gli impianti di controllo del fumo e del calore (non menzionati nel d.m. 37/08), ove presente il progetto, è necessaria la dichiarazione, rilasciata dall'installatore, di *corretta installazione e funzionamento dell'impianto* (ai fini della "pratica VV.F." modello PIN 2.4 - 2018 DICH. IMP.).

Ove, invece, il progetto non fosse presente, è necessaria la dichiarazione, a firma del professionista antincendio, di *certificazione di rispondenza e di corretto funzionamento dell'impianto* (ai fini della "pratica VV.F." modello PIN 2.5 - 2018 CERT. IMP.).

Documentazione (art. 13)

L'art. 13 del d.m. 37/08 (obbligo di conservazione della documentazione amministrativa e tecnica degli impianti dell'edificio) è stato abrogato dalla legge 6 agosto 2008, n. 133;

Documentazione degli impianti di protezione antincendio secondo il Decreto Impianti

Documentazione degli impianti (punto 3 - regola tecnica)

La documentazione tecnica relativa agli impianti oggetto del presente decreto, **da presentare ai fini dei procedimenti di prevenzione incendi** di cui al decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151, è indicata nei successivi paragrafi 3.1 e 3.2.

Documentazione da presentare ai fini della valutazione dei progetti (punto 3.1 - regola tecnica)

Ai fini della valutazione del progetto dell'attività, di cui all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151, gli impianti di protezione attiva contro l'incendio previsti nella documentazione tecnica di cui all'allegato I del decreto del Ministero dell'interno 7 agosto 2012, dovranno essere documentati come segue:

- a) Impianti da realizzare secondo le norme pubblicate dall'Ente di Normalizzazione Europea: la documentazione da presentare è costituita dalla specifica dell'impianto che si intende realizzare;
- b) Impianti da realizzare secondo le norme pubblicate da organismi di standardizzazione internazionalmente riconosciuti nel settore antincendio: la documentazione da presentare è quella di cui alla precedente lettera a), a firma di professionista antincendio.

Documentazione da presentare ai fini dei controlli di prevenzione incendi (punto 3.2 - regola tecnica)

Ai fini degli adempimenti di cui all'articolo 4 del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151, gli impianti dovranno essere documentati come segue:

- a) Impianti realizzati secondo le pubblicate dall'Ente di normalizzazione Europea: per gli impianti ricadenti nel campo di applicazione norme del decreto interministeriale 22 gennaio 2008, n. 37 e successive modificazioni, la documentazione da presentare è costituita dalla dichiarazione di conformità resa ai sensi dell'articolo 7 del citato decreto. Il progetto e gli allegati obbligatori devono essere consegnati al responsabile dell'attività e da questi tenuti a disposizione delle autorità competenti per eventuali controlli. Per gli impianti non ricadenti nel campo di applicazione del decreto interministeriale 22 gennaio 2008, n. 37 e successive modificazioni, la documentazione da presentare è costituita dalla dichiarazione di corretta installazione e corretto funzionamento dell'impianto, di cui al decreto del Ministero dell'interno 7 agosto 2012, a firma dell'impresa installatrice, ovvero, per gli impianti privi della dichiarazione di conformità, ed eseguiti prima dell'entrata in vigore del presente decreto, dalla certificazione di rispondenza e di corretto funzionamento dell'impianto, di cui al sopra citato decreto, resa da un professionista antincendio. Il progetto e gli allegati dovranno essere consegnati al responsabile dell'attività e da questi tenuti a disposizione delle autorità competenti per eventuali controlli. Per gli impianti installati in attività per le quali sono stati utilizzati i criteri di valutazione del livello di rischio e di progettazione delle conseguenti misure compensative, previsti dal decreto del Ministro dell'interno del 9 maggio 2007, la documentazione di cui sopra dovrà essere integrata con la certificazione di rispondenza e di corretto funzionamento dell'impianto, a firma di professionista antincendio.
- b) Impianti realizzati secondo norme pubblicate da organismi di standardizzazione internazionalmente riconosciuti nel settore antincendio: la documentazione da presentare è quella di cui alla precedente lettera a), primo comma, integrata dalla certificazione di rispondenza e di corretto funzionamento dell'impianto, a firma di professionista antincendio.

Documentazione inerente l'esercizio (punto 3.3 - regola tecnica)

Le operazioni di controllo, manutenzione ed eventuale verifica periodica, eseguite sugli impianti oggetto del presente decreto, devono essere annotate in apposito **registro** istituito ai sensi del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modificazioni, ovvero, dell'articolo 6 del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151. Tale registro deve essere mantenuto aggiornato e reso disponibile ai fini dei controlli di competenza del Comando competente territorialmente.

Si segnala che per gli impianti di protezione attiva antincendio che ricadono nel campo di applicazione del d.m. 37/08, la dichiarazione di rispondenza di cui al comma 6 dell'art. 7, corrisponde alla *certificazione di rispondenza e di corretto funzionamento dell'impianto* (ai fini della "pratica VV.F." modello PIN 2.5 - 2018 CERT. IMP.), vedi punto 3.2 - regola tecnica del Decreto Impianti).

Peraltro, ove il professionista antincendio non avesse anche i requisiti previsti dal d.m. 37/08 (al medesimo comma citato) occorrerebbe produrre due dichiarazioni di rispondenza, una ai sensi del d.m. 37/08 ed un'altra (certificazione) ai sensi del Decreto Impianti.

Il punto 4 del Decreto Impianti fornisce le disposizioni relative alle *reti di idranti*, statuendo che per la progettazione, installazione ed esercizio delle reti di idranti può essere utilizzata la norma UNI 10779.

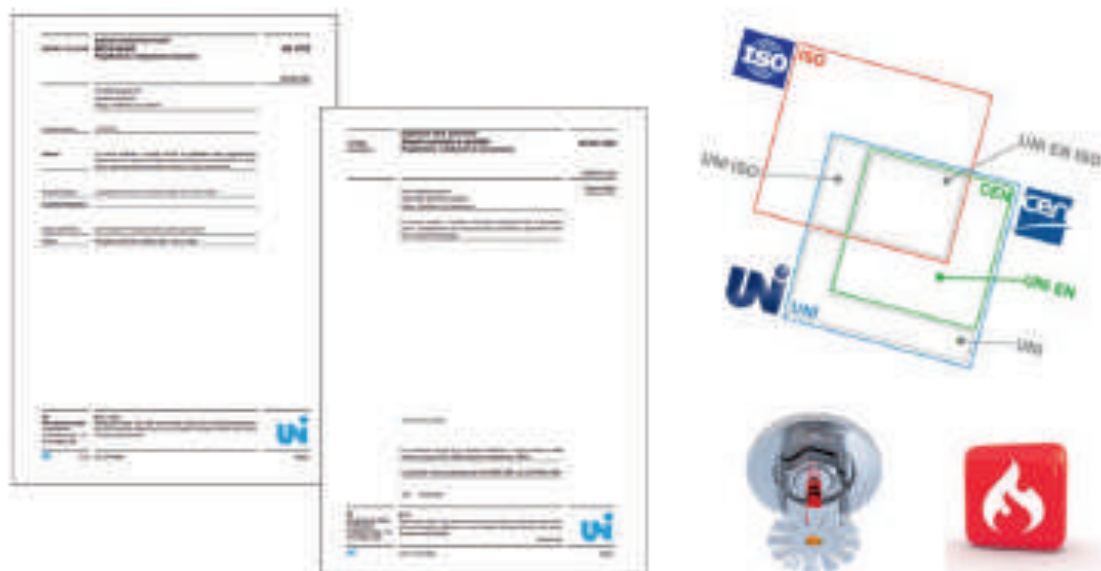
Il punto 5, invece, fornisce le disposizioni relative gli *impianti sprinkler*, rinviando per la progettazione, installazione e manutenzione di tali impianti al possibile utilizzo della norma UNI EN 12845.

Da ultimo, al punto 6, è stabilito che per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli altri impianti di estinzione o controllo dell'incendio (compresi quelli di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendio e gli impianti di controllo del fumo e del calore) si applicano le relative norme pubblicate dall'Ente di normalizzazione Europea o le norme pubblicate da organismi di standardizzazione internazionalmente riconosciuti nel settore antincendio, fatti salvi gli obblighi connessi all'impiego di prodotti soggetti a normativa comunitaria di armonizzazione.

Per gli impianti considerati al punto 6, possono essere applicate le norme di seguito elencate:

- UNI EN 15004 e UNI 11280 per gli impianti che utilizzano agenti estinguenti gassosi;
- UNI ISO 15779 per gli impianti ad aerosol condensato;
- UNI EN 12416-2 per gli impianti a polvere;
- UNI EN 13565-2 per gli impianti a schiuma;
- UNI CEN/TS 14816 per gli impianti spray ad acqua;
- UNI CEN/TS 14972 per gli impianti water mist, ad acqua nebulizzata;
- UNI EN 16750 per gli impianti a deplezione di ossigeno;
- UNI 9795 per gli impianti di rivelazione e segnalazione allarme incendio;
- UNI 9494-1 e 2 per gli impianti di controllo del fumo e del calore.

L'adozione di norme diverse da quelle pubblicate dall'Ente di Normalizzazione Europea dovrà essere seguita in ogni sua parte, fatti salvi gli obblighi connessi all'impiego di prodotti soggetti a normativa comunitaria di armonizzazione.



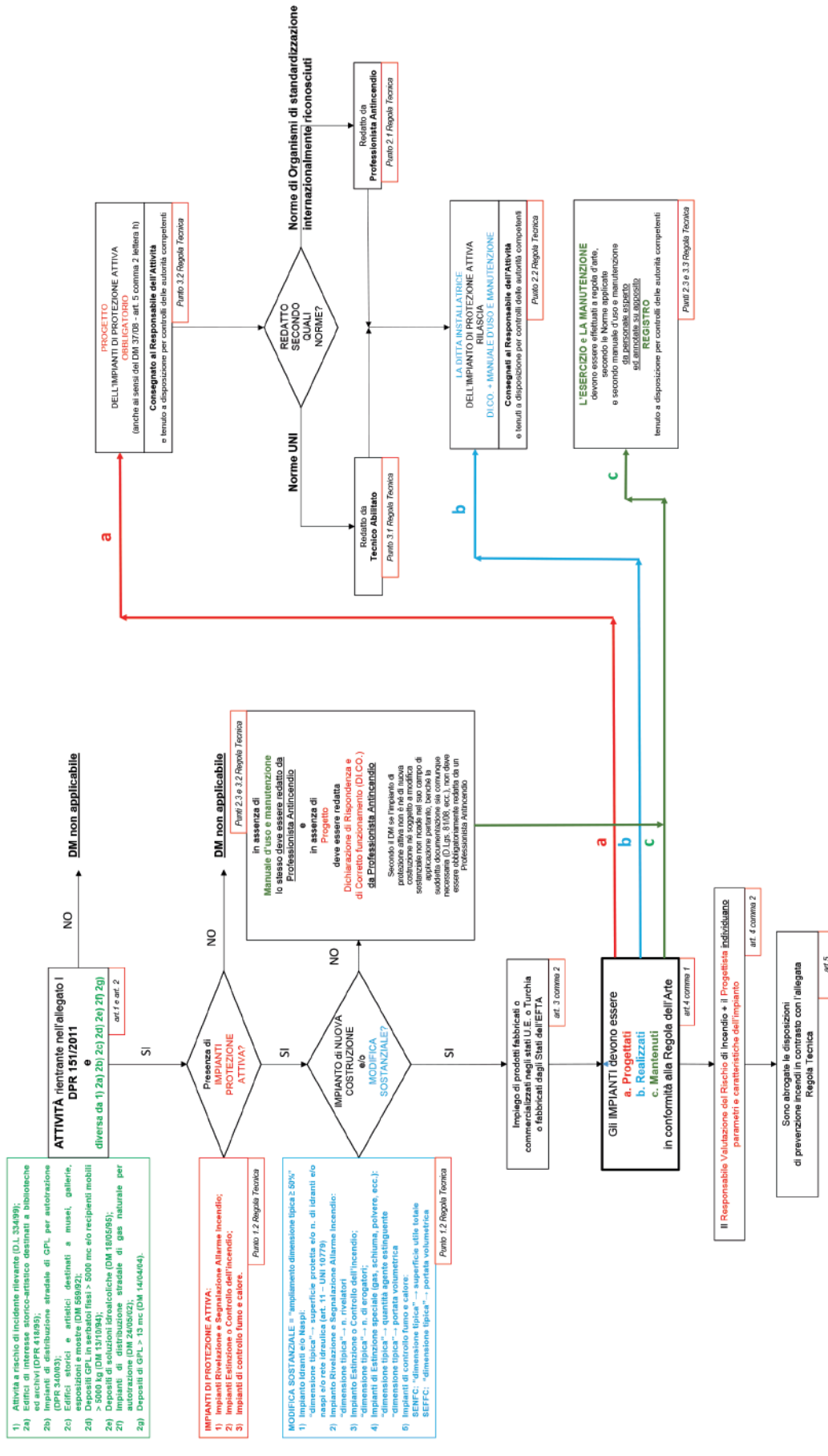
Osservazione

Nella revisione in atto del Codice¹ saranno riportate indicazioni mirate alla corretta predisposizione della specifica di impianto, quale documento necessario per la corretta valutazione del progetto di sicurezza antincendio da parte dei Comandi VV.F..

Generalmente, le norme adottate dall'ente di normazione nazionale riportano le indicazioni minime dei contenuti della documentazione per le fasi preliminare e definitiva del progetto di un impianto di protezione attiva; i contenuti minimi della specifica di impianto possono essere i medesimi richiesti dalla norma tecnica applicata nella fase di progetto preliminare.

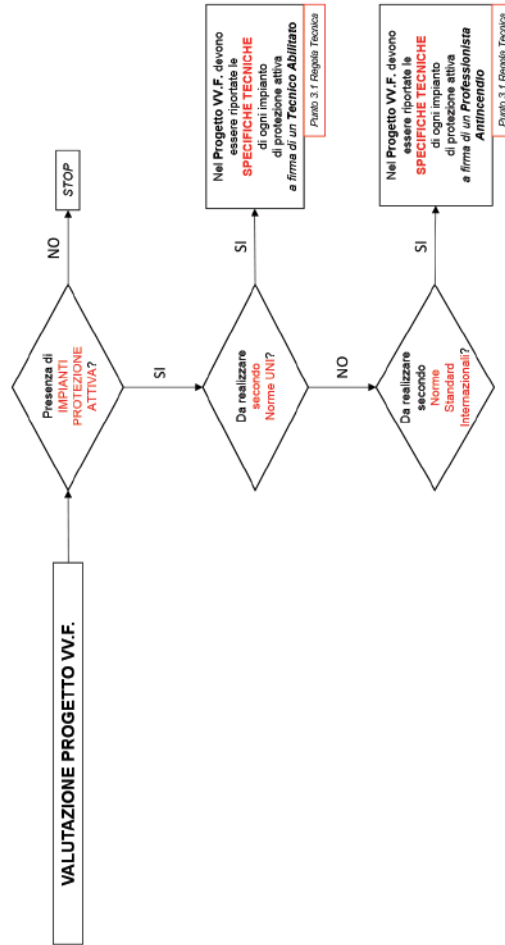
¹ Nella riunione del 9 aprile 2019 del Comitato Centrale Tecnico Scientifico (CCTS) dei VV.F. è stato presentato un documento relativo alla proposta di aggiornamento del d.m. 3 agosto 2015 recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 16 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139".

Il documento, allo stato, è soggetto ad inchiesta pubblica al fine di far pervenire al medesimo CCTS I contributi da parte dei vari stakeholder (Ministeri, Enti, Ordini e Collegi professionali, ecc.).



TRATTO DALLE LINEE GUIDA D.M. 20.12.2012 - "DECRETO IMPIANTI" (C.R.O.I.L. E C.N.I.)

DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE PER VALUTAZIONE PROGETTO VV.F.

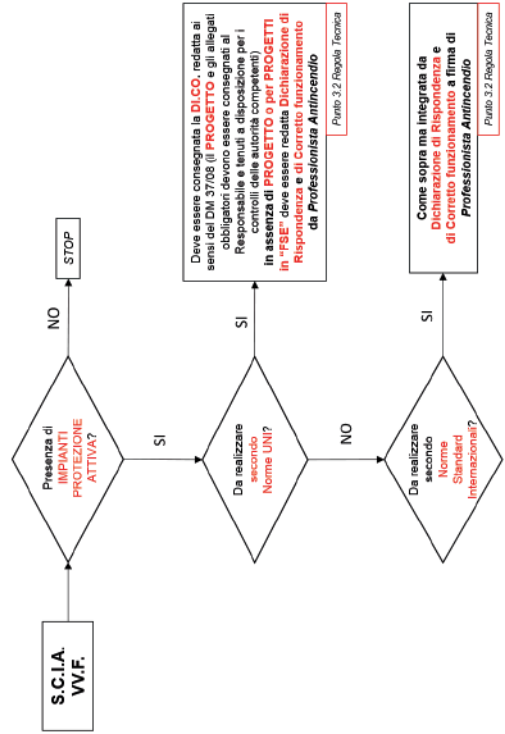


Punto 1.2 Regola Tecnica

Le **SPECIFICHE TECNICHE** di un impianto di protezione attiva comprendono:

1. il richiamo della norma di progettazione che si intende applicare;
2. la classificazione del livello di pericolosità;
3. lo schema a blocchi dell'impianto che si intende realizzare (ove previsto);
4. la sintesi dei dati tecnici che descrivono le prestazioni dell'impianto:
 - 4.1 le sue caratteristiche dimensionali:
 - 4.1.1 portate specifiche,
 - 4.1.2 pressioni operative,
 - 4.1.3 caratteristica e durata dell'alimentazione dell'agente estinguente,
 - 4.1.4 l'estensione dettagliata dell'impianto,
 - 4.1.5 ecc.
5. le caratteristiche dei componenti da impiegare nella sua realizzazione:
 - 5.1 sensori;
 - 5.2 erogatori;
 - 5.3 sensori;
 - 5.4 riserve di agente estinguente,
 - 5.5 aperture di evacuazione ed aperture di afflusso,
 - 5.6 ecc.
6. l'attestazione dell'idoneità dell'impianto in relazione al pericolo di incendio presente nell'attività.

DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE PER S.C.I.A. VV.F.



Punto 1.2 Regola Tecnica

Il **PROGETTO DI UN IMPIANTO** di protezione attiva comprende:

1. il richiamo della norma di progettazione che si intende applicare;
2. insieme dei documenti indicati dalla norma di riferimento per la progettazione di un nuovo impianto o modifica esistente;
3. gli schemi;
4. i disegni planimetrici dell'impianto;
5. la relazione tecnica;
6. i calcoli di progetto (ove applicabili);
7. la descrizione dell'impianto con particolare riguardo alle:
 - 7.1 le tipologie e caratteristiche dei materiali e dei componenti da utilizzare,
 - 7.2 prestazioni da conseguire.

“DECRETO IMPIANTI DI PROTEZIONE ATTIVA” VV.F.

(D.M. 20/12/2012)



Punto 1.2 Regola Tecnica

Il **MANUALE D'USO E MANUTENZIONE** di un impianto di protezione attiva è costituito dalla documentazione, redatta in lingua italiana, che comprende le istruzioni necessarie per la corretta gestione dell'impianto e per il mantenimento in efficienza dei suoi componenti.
Le istruzioni sono predisposte dall'impresa installatrice dell'impianto, anche sulla base dei dati forniti dai fabbricanti dei componenti installati.

TRATTO DALLE LINEE GUIDA D.M. 20.12.2012 - “DECRETO IMPIANTI” (C.R.O.I.L. E C.N.I.)



5. L'incidenza degli impianti di protezione attiva nel procedimento di prevenzione incendi

Le strategie di sicurezza antincendi, che si debbono attuare in un'attività al fine di mitigare il rischio incendio sino a livelli ritenuti accettabili, vengono concretizzate bilanciando opportunamente misure di protezione passiva e misure di protezione attiva.

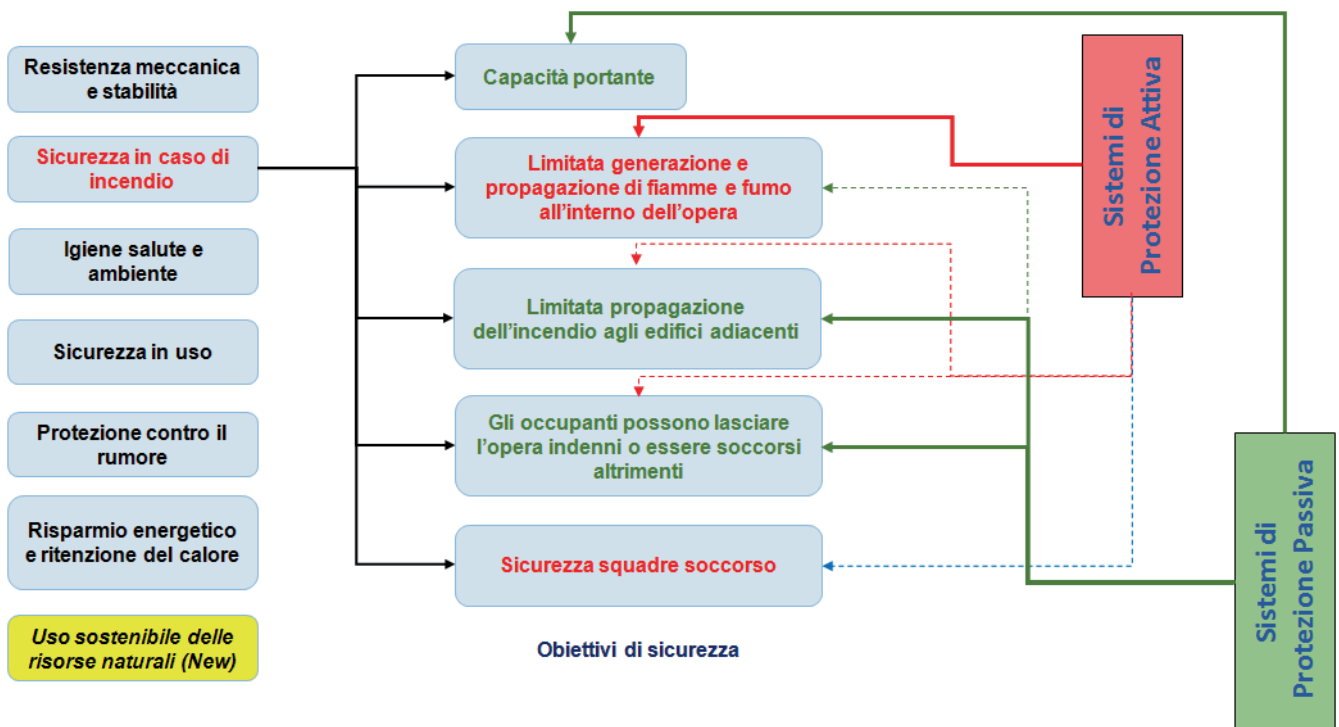
La normativa tecnica di sicurezza antincendi, emanata mediante decreti ministeriali, ha storicamente prediletto le misure di protezione passiva rispetto a quelle di protezione attiva.

Individuazione delle misure di protezione attiva nelle attività soggette

Il *Decreto Impianti* rappresenta una regola tecnica orizzontale nella quale sono trattate, specificatamente, le misure di protezione attiva, individuando le prestazioni e le caratteristiche che debbono avere questi impianti quando sono impiegati per garantire la sicurezza antincendio delle attività soggette alle visite ed ai controlli dei VV.F..

Gli impianti considerati rappresentano, sostanzialmente, accorgimenti intesi a ridurre le conseguenze degli incendi a mezzo di rivelazione, segnalazione allarme, controllo o estinzione evacuazione di fumo e calore.

Le metodologie legate alle misure di prevenzione si rivolgono a tutti i fattori che influenzano le cause di incendio, mentre le misure di protezione mirano a contenere, entro limiti accettabili, i danni alla persone ed ai beni coinvolti in un incendio che tende a svilupparsi pienamente nell'ambiente considerato.



INCIDENZA DEI SISTEMI DI PROTEZIONE ATTIVA E DI PROTEZIONE PASSIVA SULLA SICUREZZA ANTINCENDIO DELLE OPERE DA COSTRUZIONE

La figura, mutuando i requisiti di sicurezza antincendi previsti dalla Direttiva Prodotti da Costruzione, oggi Regolamento Prodotti da Costruzione², evidenzia, mediante linee marcate, per quali requisiti di sicurezza hanno più efficacia le misure di protezione attiva rispetto alle misure di protezione passiva, rammentando, mediante linee meno marcate, raffigurate con dei punti, che, anche se in modo meno sensibile, le misure di protezione, sia attiva che passiva, incidono sulla sicurezza delle opere da costruzione in caso di incendio.

In letteratura internazionale e nazionale, la definizione di misura di protezione attiva trova diverse interpretazioni.

Come evidenziato nel paragrafo 3, una prima definizione di misura di protezione attiva viene formulata indicando l'insieme di tutti i sistemi che si attivano, sia manualmente sia attraverso un sistema automatico in presenza di un incendio.

² Regolamento Prodotti da Costruzione - CPR, (UE) n. 305/2011, entrato in vigore il 1 luglio 2013.

La seconda definizione, invece, viene formulata tenendo conto dell'evoluzione temporale della curva di un incendio; secondo questa scuola di pensiero, vengono definite strategie di protezione attiva tutte quelle misure che, con la loro messa in funzione, vanno a modificare l'evoluzione temporale della curva dell'incendio.

Il *Decreto Impianti*, disciplina tutte le fasi necessarie alla corretta individuazione degli impianti di protezione attiva, la successiva installazione sino a stabilire procedure di manutenzione con l'intento di mantenere l'efficacia nel tempo della protezione offerta dagli stessi.

Il *Decreto Impianti* esplicita, pertanto, i requisiti necessari alla corretta progettazione, costruzione ed esercizio e manutenzione degli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.

Il *Decreto impianti* sancisce in quali condizioni è necessario installare impianti di protezione attiva contro l'incendio, ravvisando l'installazione di tali sistemi nelle tre circostanze di seguito elencate:

- disposizioni legislative specifiche di prevenzione incendi (regole tecniche);
- valutazione del rischio relativo all'incendio;
- indicazione specifica del C.N.VV.F. nell'ambito dei procedimenti di prevenzione incendi (d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151).

La previsione del *Decreto impianti* risulta essere in linea con quanto affermato dalla legislazione nazionale in relazione agli impianti tecnologici a servizio delle attività, introducendo, però, un elemento di novità nella definizione della regola dell'arte.

Nell'allegato tecnico, punto 1.2, si stabilisce che la regola dell'arte rappresenta lo *“stadio dello sviluppo raggiunto in un determinato momento storico delle capacità tecniche relative a prodotti, processi o servizi, basato su comprovati risultati scientifici, tecnologici o sperimentali”*.

La regola dell'arte e le altre norme tecniche internazionali

La maggiore novità del *Decreto Impianti* consiste nella presunzione che la regola dell'arte venga riconosciuta oltre che alle norme emanate da Enti di normazione nazionale ed europea, anche alla normativa tecnica divulgata da organismi internazionali.

Questa precisazione, consente, nelle attività soggette, di poter progettare, installare e mantenere un impianto di protezione attiva seguendo norme diffuse dalle NFPA, piuttosto che della FPA australiana, o da altro organismo internazionale accreditato.

L'unico vincolo sancito dal *Decreto Impianti* all'art. 3 è quello relativo alla commercializzazione dei prodotti in Unione Europea, imponendo che i prodotti dei sistemi di protezione attiva debbono rispondere ed essere conformi alle disposizioni comunitarie applicabili, oppure possono essere utilizzati prodotti legalmente fabbricati o commercializzati in uno degli Stati membri dell'Unione europea, in Turchia o in uno degli Stati firmatari dell'Associazione Europea di libero scambio (EFTA) e degli stati che fanno parte dell'accordo sullo spazio economico europeo (SEE).

Si segnala che ove sono prescritti nelle regole tecniche (es.: d.m. 18 settembre 2002 *“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private”*), sistemi automatici di rivelazione e segnalazione degli incendi, sistemi di allarme vocale per scopi di emergenza, impianti idranti, sprinkler ecc., queste tendono ad indicare, in maniera prescrittiva, alcune caratteristiche e prestazioni degli impianti.

A titolo esemplificativo, la citata regola tecnica per le strutture sanitarie, pur richiamando le norme UNI vigenti per i componenti, le modalità di installazione, i collaudi e le verifiche periodiche, le alimentazioni idriche e i criteri di calcolo idraulico delle tubazioni, specifica l'utilizzo dei presidi in napsi o idranti in relazione ai posti letto previsti per la struttura, segnatamente: napsi sino a 100 posti letto, idranti sino a 300 ed oltre i 300 posti prevede l'aggiunta della protezione esterna con idranti DN 70.

Il *Decreto Impianti*, all'art. 6, va a stralciare tutte le disposizioni di tipo prescrittivo sulle prestazioni e caratteristiche degli impianti di protezione attiva, rimandando per la loro progettazione alla regola dell'arte. Nell'allegato tecnico si specifica, inoltre, come individuare le prestazioni degli impianti idrici in attività soggette ed in possesso di una regola tecnica e quelle invece che non sono dotate di una regola tecnica di prevenzione incendi.

La progettazione degli impianti idrici viene totalmente demandata alla norma UNI 10779, e, non avendo indicato la data della norma tecnica, il progettista dovrà far riferimento alla edizione vigente all'atto della predisposizione del progetto.

Per le attività che hanno una regola tecnica, al fine di superare tutti gli aspetti prescrittivi sia di dimensionamento che di soluzione progettuale ormai superati dallo stato di avanzamento della regola dell'arte, l'allegato tecnico offre una tabella ove è possibile individuare le prestazioni caratteristiche di una rete idranti in funzione della complessità dell'attività da proteggere.

La tabella comparativa, riprodotta di seguito, per ciascuna attività ed in funzione della complessità/pericolosità della stessa, stabilisce il livello di protezione da assegnare alla rete idranti, le caratteristiche della alimentazione (secondo la norma UNI EN 12845) e, infine, quando è necessario estendere anche la protezione esterna dell'attività.

Per gli impianti in questione, il *Decreto impianti* prescrive che per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione si può ricorrere a norme europee o internazionali, raccomandando che nel caso si scelga una norma internazionale, essa debba essere adottata integralmente.



GRUPPO DI POMPAGGIO ANTINCENDIO

RETI DI IDRANTI ^[3]					
Attività	Disposizione vigente	Classificazione secondo disposizione vigente	Livello di pericolosità secondo la norma UNI 10779	Protezione esterna SI/NO ^[1] [4]	Caratteristiche minime dell'alimentazione idrica richiesta, secondo la norma UNI 12845
Scuole	DM 26.8.1992	Tipo 1/2/3	1	No	Singola
		Tipo 4/5	2	Si (solo per tipo 5)	Singola superiore
Edifici civile abitazione	DM 16.5.1987 n. 246	Tipo: b, c	1	No	Singola
		Tipo: d, e	2	Si	Singola superiore
Autorimesse	DM 1.2.1986	Fuori terra e 1° interrato (con capacità >50 veicoli)	2 (compart.to ≤ 2500 mq)	No	Singola
			2 (compart.to > 2500 mq e < 5000 mq)	Si	Singola
			3 (compart.to > 5000 mq)	Si	Singola superiore
		Oltre 1° interrato (con capacità >30 veicoli)	2 (compart.to ≤ 2000 mq)	No	Singola
			3 (compart.to > 2000 mq)	Si	Singola superiore
		Terrazzo	1	No	Singola
Strutture sanitarie	DM 18.9.2002	Da 25 a 100 posti letto	2	Si ^[2]	Singola
		Oltre 100 e fino a 300 posti letto	2	Si ^[2]	Singola superiore
		Oltre 300 posti letto	3	Si	Singola superiore
Uffici	DM 22.2.2006	Tipo 2 (da 101 a 300 presenze)	1	No	Singola
		Tipo 3 (da 301 a 500 presenze)	2	No	Singola
		Tipo 4 e 5 (oltre 500 e fino a 1000 presenze) (oltre 1000 presenze)	3	Si (solo per tipo 5)	Singola superiore
Locali di pubblico spettacolo	DM 19.8.1996	Teatri e cinematografi, teatri tenda e strutture similari, installati in modo permanente, con capienza ≤ 150 persone. Cinematografi, auditori e sale convegno, locali di trattenimento, discoteche e simili con capienza > 300 pers. e ≤ 600 pers.	1	No	Singola
		Teatri e cinematografi, teatri tenda e strutture similari, installati in modo permanente, con capienza > 150 persone. Cinematografi, auditori e sale convegno, locali di trattenimento, discoteche e simili con capienza > 600 persone.	1 (per locali con superficie ≤ 5000 mq)	Si (per Teatri e cinema-teatri, teatri tenda e strutture similari, installati in modo permanente, con capienza > 1000 persone)	Singola
			2 (per locali con superficie > 5000 mq ≤ 10000mq)	Si (per cinematografi, auditori e sale convegno, locali di trattenimento, discoteche e simili con capienza > 2000 persone)	Singola superiore (per teatri superiori a 2000 posti e per i restanti locali di superficie > 10.000 mq.)
			3 (per locali con superficie > 10.000 mq)	Si (per cinematografi, auditori e sale convegno, locali di trattenimento, discoteche e simili con capienza > 2000 persone)	Singola superiore
		Circhi, parchi di divertimento e spettacoli viaggianti	No	No Si (per i parchi divertimento)	----- Singola
		Teatri tenda e strutture similari installati in modo permanente	-----	No (prevedere solo l'installazione di un idrante con attacchi DN 70)	-----
Impianti sportivi	DM 18.3.1996	Al chiuso > 100 e < 1000 spettatori	1	No	Singola
		Al chiuso >1000 spettatori e ≤ 4000	2	No	Singola
		Al chiuso > 4000 spettatori	2	Si	Singola superiore
		All'aperto > 5000 spettatori ≤10000	2	No	Singola
		All'aperto > 10000 spettatori	2	Si	Singola superiore
Attività ricettive	DM 9.4.1994	Capacità > 25 e ≤ 100 posti letto	1	No	Singola
		Capacità > 100 e ≤ 500 posti letto	2	No	Singola
		Capacità > 500 posti letto o altezza oltre 32 m	2	Si	Doppia

NOTE:

- [1] La protezione esterna può essere realizzata, ove necessario, secondo le indicazioni del successivo paragrafo 4.2., punto 2.
- [2] Necessaria in presenza di difficoltà di accesso ai mezzi dei Vigili del Fuoco.
- [3] Per le disposizioni tecniche da applicare vedi anche quanto previsto dall'articolo 2, comma 3, del presente decreto.
- [4] Laddove sia richiesta la protezione esterna e sussistano, in relazione all'ubicazione dell'attività, eccezionali impedimenti alla sua realizzazione in conformità alla norma UNI10779, si potrà omettere la realizzazione della stessa protezione, prevedendo la predisposizione di cui al successivo paragrafo 4.2, comma 2, lettera a.

TAB. 1 - PRESTAZIONE DELLE RETI IDRANTI PER ALCUNE ATTIVITÀ SOGGETTE E DOTATE DI REGOLA TECNICA VERTICALE

Nel caso, invece, di attività non regolamentate da specifiche regole di prevenzione incendi, come evidenziato nella sezione precedente, la necessità di prevedere una rete idranti e le relative prestazioni, vengono stabilite dal progettista sulla base della valutazione del rischio di incendio o integrate in fase di valutazione della conformità del progetto antincendio dal Comando VV.F. competente per territorio.

Ad esempio, per la progettazione e l'esecuzione dell'impianto idranti si rimanda integralmente alla norma UNI 10779.

Responsabilità di titolari di attività e progettisti

Il *Decreto impianti* all'art. 4 evidenzia le responsabilità attribuite ai progettisti degli impianti di protezione attiva e quelle invece che ricadono sui responsabili delle attività.

È stabilito, pertanto, che il titolare delle attività è tenuto a mantenere invariati i *carichi antincendio* sulla base dei quali il progettista dell'impianto ha individuato le prestazioni e le caratteristiche per la progettazione e realizzazione dell'impianto di protezione attiva.

I responsabili delle attività hanno l'obbligo di mantenere le condizioni, parametri e caratteristiche assunte per valutare il rischio e su cui si basa il progetto degli impianti stessi (dati di input del progetto).

Il *Decreto impianti* prevede inoltre che il manuale d'uso e manutenzione, redatto in lingua italiana e comprendente le istruzioni necessarie per la corretta gestione dell'impianto e per il mantenimento in efficienza dei suoi componenti, venga predisposto dall'impresa installatrice e consegnato al responsabile dell'attività.

Considerando la manutenzione un'attività indispensabile per garantire le prestazioni nel tempo degli impianti di protezione attiva installati nella attività soggette, viene richiesto che per impianti privi del manuale ed eseguiti prima del 4 aprile 2013, data di entrata in vigore del *Decreto Impianti*, il manuale deve comunque essere predisposto e deve essere redatto da un professionista antincendio (vedi paragrafo seguente).

Documentazione richiesta nelle procedure di prevenzione incendi, ruolo dei professionisti antincendio

Il *Decreto impianti* stabilisce la documentazione minima richiesta nelle procedure di prevenzione incendi, indicando quella necessaria alla valutazione del progetto, art. 3 del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, e la documentazione invece da presentare al Comando VV.F. all'atto della SCIA/CPI, regolata invece all'art. 4 del citato d.p.r..

Per la valutazione del progetto, è prescritto che la documentazione da allegare al progetto di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva è rappresentata dalla *Specifica Tecnica dell'Impianto*.

Questa documentazione tecnica può essere predisposta da professionista abilitato nel caso l'impianto sia realizzato secondo una norma nazionale o europea, mentre deve essere sottoscritta da un professionista antincendio nel caso in cui l'impianto sia realizzato secondo una norma emanata da un ente internazionale.

La novità più importante è la richiesta della *Specifica Tecnica dell'Impianto*, documentazione che deve contenere:

- una sintesi dei dati tecnici che descrivono le prestazioni dell'impianto;
- le caratteristiche dimensionali (portate specifiche, pressioni operative, caratteristica e durata dell'alimentazione, dell'agente estinguente, estensione dettagliata dell'impianto, ecc.);
- le caratteristiche dei componenti da impiegare nella realizzazione (tubazioni, erogatori, sensori, riserve di estinguente, ecc.);
- il richiamo della norma di progetto che si intende applicare;
- la classificazione del livello di pericolosità, ove previsto;
- lo schema a blocchi dell'impianto da realizzare;
- l'attestazione dell'idoneità dell'impianto in relazione al pericolo di incendio presente nell'attività.

La *Specifica Tecnica* rappresenta una sintesi del processo di valutazione dei rischi che effettua il progettista per l'individuazione dell'impianto di protezione attiva da porre a servizio dell'attività e della successiva fase necessaria alla individuazione delle prestazioni e delle caratteristiche dell'impianto.

Dall'entrata in vigore del *Decreto Impianti*, non è più possibile ottenere una valutazione del progetto ai sensi dell'art. 3 del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151 indicando solamente la tipologia di impianto prevista e la norma che si utilizzerà per la sua progettazione e realizzazione, ma è necessario predisporre la documentazione tecnica articolata secondo i contenuti minimi descritti sopra.

Le norme tecniche di impianto negli ultimi anni vengono organizzate dedicando una sezione specifica alla documentazione di progetto, prevedendo una documentazione minima per la progettazione preliminare dell'impianto ed una documentazione per la progettazione definitiva.

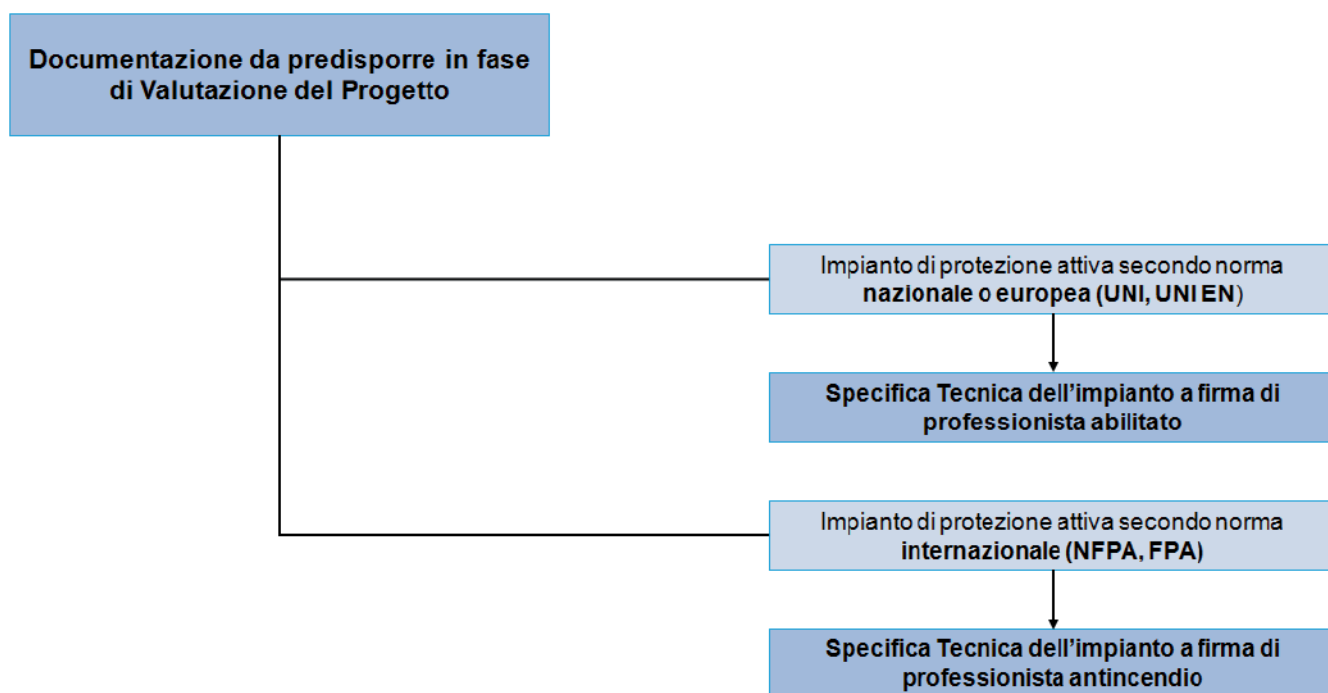
A titolo esemplificativo si può far riferimento alla norma UNI 9795 "*Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio*", dove, nell'appendice A, sezione A2 si indica la documentazione necessaria ad istruire la fase preliminare, ovvero il progetto preliminare o di massima dell'impianto.

Gli elaborati minimi richiesti in questa fase, che consistono in una relazione tecnico-descrittiva sulla tipologia e consistenza degli impianti, comprensiva dello schema a blocchi, un insieme di tavole grafiche del fabbricato

protetto ove si illustri il tipo di installazione e la classe di pericolo, l'estensione del sistema con l'indicazione di ogni area non protetta, la destinazione d'uso delle aree da proteggere ed una sezione trasversale dell'intera altezza dell'edificio con la posizione dei rivelatori, consente di predisporre correttamente la specifica tecnica richiesta in fase di valutazione di un progetto antincendio.

Alla stessa maniera, anche la norma UNI EN 12845, relativa agli impianti sprinkler, al punto 4.3 richiede, per la documentazione da predisporre in fase preliminare di un impianto sprinkler, gli stessi contenuti previsti dalla specifica tecnica di impianto sancita dal nuovo *Decreto Impianti*.

La figura seguente riassume la documentazione richiesta in fase di valutazione di progetto in funzione della norma adottata per la progettazione degli impianti di protezione attiva inseriti in attività soggette alla prevenzione incendi.



DOCUMENTAZIONE RICHIESTA IN FASE DI VALUTAZIONE DI UN PROGETTO PER UN IMPIANTO DI PROTEZIONE ATTIVA

La documentazione da predisporre per i controlli di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 4 del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, si differenzia, anche in questo caso, in relazione alla norma scelta per la progettazione ed esecuzione dell'impianto.

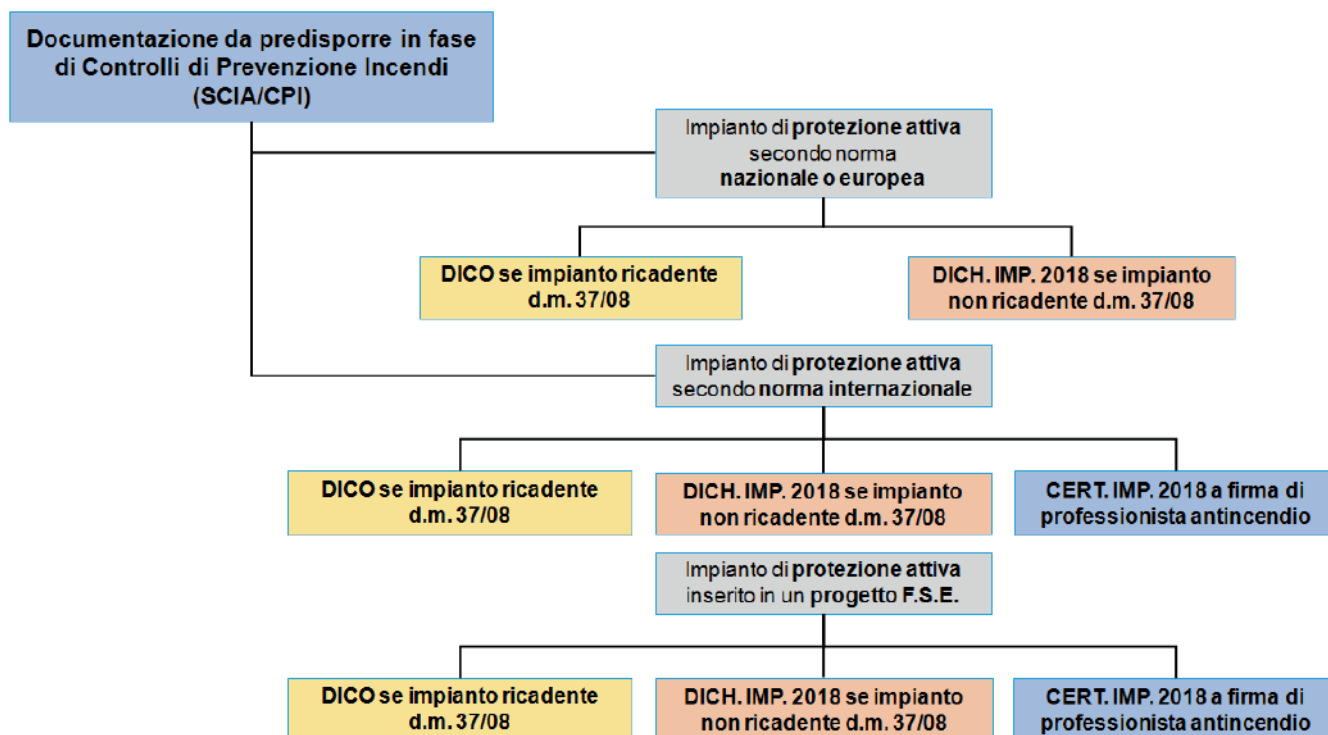
Nel caso di impianti realizzati secondo norme pubblicate dall'Ente di Normalizzazione EU è necessario depositare al Comando VV.F. la dichiarazione di conformità (DICO), per impianti soggetti al d.m. 37/08, mentre per impianti non soggetti al d.m. 37/2008, la dichiarazione di corretta installazione e corretto funzionamento dell'impianto (modello PIN 2.4 - 2018 DICH.IMP.).

Nel caso, invece, di impianto realizzato secondo una norma tecnica internazionale, oltre alle due documentazioni precedenti a cura dell'impresa installatrice, è necessario acquisire la certificazione di rispondenza e di corretto funzionamento dell'impianto (modello PIN 2.5 - 2018 CERT.IMP.) a firma di un professionista antincendio.

Il modello CERT.IMP. deve essere depositato, indipendentemente dalla norma tecnica impiegata, per impianti installati in attività per le quali sono stati utilizzati i criteri di valutazione del livello di rischio e di progettazione delle misure compensative previsti dal d.m. 9 maggio 2007 (F.S.E.).

In linea con quanto previsto nel d.m. 37/2008 con la dichiarazione di rispondenza, il *Decreto impianti*, per gli impianti privi della dichiarazione di conformità e realizzati prima del 4 aprile 2013, entrata in vigore del *Decreto impianti*, consente il deposito della sola certificazione di rispondenza e di corretto funzionamento dell'impianto (modello PIN 2.5 - 2018 CERT.IMP.), che debbono però essere predisposte da un professionista antincendio.

La figura seguente riassume da documentazione che è necessario predisporre nei controlli di prevenzioni incendi, ovvero per i procedimenti di SCIA/CPI.



DOCUMENTAZIONE DA ALLEGARE ALLA SCIA/CPI PER GLI IMPIANTI DI PROTEZIONE ATTIVA INSTALLATI A SERVIZIO DI UN'ATTIVITÀ SOGGETTA

In ultimo, viene sempre richiesto che il progetto, e gli allegati, siano consegnati al responsabile dell'attività, il quale non è tenuto ad inviarli al Comando VV.F., ma deve essere in grado di esibirli in caso di controlli. Dalla lettura delle documentazioni da predisporre sia in fase di valutazione che di controlli di prevenzione incendi, emerge un ruolo molto importante che il *Decreto impianti* conferisce al professionista antincendio; a questa figura professionale, per la quale è previsto un aggiornamento continuo in termini di tematiche legate alla sicurezza antincendi, viene richiesto di supportare e validare la progettazione di impianti con la scelta di norme internazionali e di validare le installazioni per progetti basati sui principi della Fire Safety Engineering (FSE), nonché di assumersi la responsabilità delle prestazioni degli impianti privi di progetto e dichiarazioni di installazione, prevedendo sia la predisposizione del modello CERT.IMP che la redazione del manuale di manutenzione.

Un altro ruolo di grande responsabilità viene attribuito al professionista antincendio laddove è previsto che il predetto professionista nei procedimenti di prevenzione incendi possa certificare i requisiti di affidabilità delle alimentazioni idriche ottenute da acquedotti e delle alimentazioni dei servizi di sicurezza.

6. La figura del professionista antincendio

Il settore della prevenzione incendi, come noto, negli ultimi anni ha subito, e sta subendo, una profonda trasformazione a livello normativo che ha registrato, parallelamente, un coinvolgimento sempre maggiore dei professionisti in tale ambito, con un conseguente incremento delle relative responsabilità professionali. Al professionista, infatti, è stato riconosciuto un ruolo di primaria importanza nel settore della prevenzione incendi che lo obbliga, necessariamente, ad acquisire delle competenze professionali sempre più qualificate, al fine di poter adempiere pienamente alle funzioni previste dalla Norma.

Si segnala, a tal proposito, che con la riforma delle attività soggette a controllo dei VV.F., introdotta con l'avvento del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, è stato affermato il principio di proporzionalità del rischio che prevede i controlli da parte dei VV.F. per le attività a maggior rischio (classificate in categoria C) e demanda ai tecnici abilitati ed ai professionisti antincendio i controlli nelle attività più semplici (classificate nelle categorie A e B), nelle quali i controlli dei VV.F. vengono effettuati per la maggior parte a campione.

Del resto, l'accresciuta responsabilizzazione del professionista si è compiuta, di fatto, con l'introduzione della Segnalazione Certificata di Inizio Attività (SCIA), firmata dal titolare dell'attività; con tale strumento, egli è delegato ad asseverare la conformità dell'attività ai requisiti di legge in materia di prevenzione incendi.

Inoltre, il professionista antincendio assevera mediante l'attestazione di rinnovo periodico, firmata dal titolare dell'attività, la funzionalità e l'efficienza degli impianti di protezione attiva, escluse le attrezzature mobili di estinzione, ed assicura il mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco dei prodotti e dei sistemi per la protezione di parti o elementi portanti delle opere di costruzione, se installati.



La figura del professionista "abilitato alla prevenzione incendi" (definito dall'art. 1 del d.m. 7 agosto 2012 con il termine di "professionista antincendio") prevede degli specifici requisiti professionali per l'iscrizione in appositi elenchi del Ministero dell'Interno, in base alla quale è autorizzato a rilasciare apposite certificazioni nel settore dell'antincendio.

Ovviamente, tale previsione normativa deriva dalla necessità che le certificazioni e le attestazioni redatte dal tecnico provenissero da soggetti professionalmente preparati.

A tale scopo il d.m. 5 agosto 2011 ha provveduto ad aggiornare le modalità e i requisiti per l'autorizzazione e l'iscrizione dei professionisti negli elenchi del Ministero dell'Interno, attualmente previsti dall'art. 16 del d.lgs. 8 marzo 2006 n. 139.

Peraltro, proprio a sottolineare la necessità di mantenere un livello elevato di professionalità specifica nel settore antincendio, la Norma prevede un percorso di formazione permanente (40 ore nel quinquennio) cui i professionisti antincendio debbono sottostare, pena la sospensione dell'iscrizione negli elenchi, fino all'avvenuta osservanza dell'obbligo formativo.

D'altra parte, la circolare prot. 1284 del 2 febbraio 2016 della Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica ha aggiornato il programma del corso base di prevenzione incendi, alla luce dell'introduzione del Codice.

In sostanza, come accennato al paragrafo precedente, mentre per attività progettuali ordinarie rimane sufficiente la competenza del *tecnico abilitato* iscritto al proprio albo professionale, per quelle più complesse,

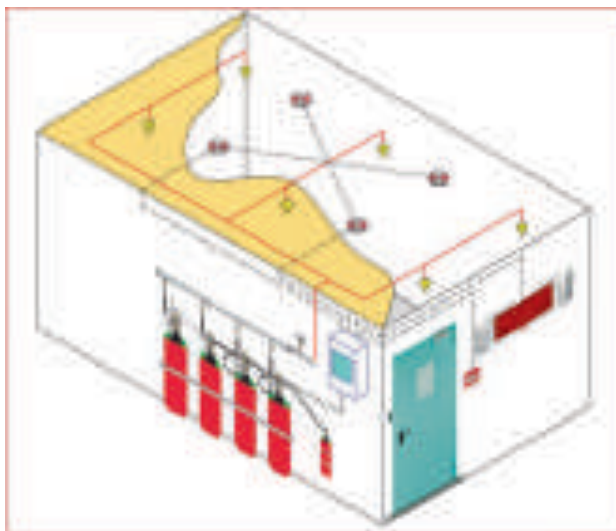
richiedenti competenze più qualificate, è previsto che esse possano essere istruite unicamente dal *professionista antincendio*.

Pertanto, la figura del professionista antincendio diviene centrale nell'ambito della progettazione mediante la FSE e in quei casi in cui necessita redigere il documento del Sistema di Gestione della Sicurezza Antincendio (SGSA) o laddove, per la progettazione di un impianto di protezione attiva (e la conseguente certificazione di corretta installazione e funzionamento) ci si riferisca a norme pubblicate da organismi di standardizzazione internazionalmente riconosciuti nel settore antincendio.

Il comma 2 del d.m. 5 agosto 2011, infatti, dispone che (solamente) i professionisti antincendio sono autorizzati alla redazione dei progetti elaborati con l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio di cui al d.m. 9 maggio 2007.

L'evoluzione normativa sembra condurre i professionisti antincendio verso lo svolgimento di una funzione di sussidiarietà nei confronti dello Stato che, necessariamente, richiede crescenti competenze professionali.

L'avvento del Codice, di fatto, prevede un trasferimento di responsabilità ancor più ampio che in passato, ad oggi, fondato su una scelta di tipo volontaria ma che, in una prospettiva a medio lungo termine, potrebbe realizzare una totale trasferimento di responsabilità in materia di prevenzione incendi, verso il professionista antincendio.



IMPIANTO DI SPEGNIMENTO CON ESTINGUENTI DI TIPO GASSOSO

7. L'impiego dei prodotti per uso antincendio

Il Codice all'art. 3 denominato "Impiego dei prodotti per uso antincendio" descrive, in maniera compiuta, le modalità e le connesse responsabilità per la selezione e l'impiego dei prodotti antincendio che, attraverso la loro prestazione, contribuiranno a garantire la sicurezza antincendio dell'attività.

Il citato articolo mette in evidenza la fondamentale importanza della corretta selezione dei prodotti antincendio, sia se destinati a sistemi di protezione passiva che a sistemi di protezione attiva, oltre a sottolineare la necessità dell'impiego in relazione all'effettivo utilizzo previsto.

In generale, i prodotti vengono immessi sul mercato nazionale ed europeo sotto la responsabilità del fabbricante; per questo motivo l'art. 3 del Codice richiede che i prodotti per uso antincendio debbono essere *identificati univocamente sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili*.

Ulteriore responsabilità del fabbricante è quella, come accennato, di qualificare il prodotto in relazione alle prestazioni richieste ed all'uso previsto.

Il fabbricante, pertanto, dovrà identificare il prodotto e fornire la documentazione tecnica ove siano specificate le prestazioni del prodotto e le modalità di uso, descrivendo compiutamente il campo di applicazione e le limitazioni di utilizzo.

In generale i prodotti antincendio da utilizzare nelle opere da costruzione possono ricadere nel campo di applicazione del CPR, Regolamento Prodotti da Costruzione (UE) n. 305/2011, entrato in vigore il 1 luglio 2013, oppure essere soggetti ad omologazione nazionale.

Nel primo caso, tutte le volte che un prodotto ricade nel campo di applicazione di una norma armonizzata secondo CPR 305/2011 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea (GUUE), il fabbricante dovrà adottare le indicazioni presenti nello standard armonizzato per la qualificazione del prodotto e l'individuazione delle prestazioni, per la relativa produzione di serie e, infine, per la predisposizione della documentazione tecnica, della marcatura CE e del rilascio della Dichiarazione di Prestazione (DoP).

Ad esempio, si consideri il caso delle cassette idranti da utilizzare negli impianti idrici di spegnimento, per tali prodotti è stato armonizzato il seguente standard europeo:

9.3.2018 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea C 92/139

Comunicazione della Commissione nell'ambito dell'applicazione del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio

(Pubblicazione di titoli e riferimenti di norme armonizzate ai sensi della normativa dell'Unione sull'armonizzazione)

In caso di conflitto, le disposizioni di cui al regolamento (UE) n. 305/2011 prevalgono su quelle delle norme armonizzate.

(Testo rilevante ai fini del SEE)

(2018/C 092/06)

OEN ⁽¹⁾	Riferimento e titolo della norma (e documento di riferimento)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza
CEN	EN 671-2:2012 Sistemi fissi di estinzione incendi — Sistemi equipaggiati con tubazioni — Parte 2: Idranti a muro con tubazioni flessibili	EN 671-2:2001	1.3.2013	1.7.2013

ESTRATTO DELLA COMUNICAZIONE 2018/C 092/06 DEL 9 MARZO 2018

La tabella precedente è stata estratta dalla Comunicazione che la Commissione Europea effettua annualmente in GUUE aggiornando l'elenco delle norme armonizzate secondo CPR.

La norma UNI EN 671-2 inerente gli idranti a muro con tubazioni flessibili, contiene l'allegato ZA denominato "Punti della norma Europea riguardante le disposizioni della direttiva UE relativa ai prodotti da costruzione", che al punto ZA.1 riporta gli elementi salienti per la verifica delle prestazioni degli idranti.

Il prospetto ZA.1 descrive le caratteristiche essenziali come la distribuzione dei mezzi estinguenti, l'affidabilità delle prestazioni, la capacità di estrarre la tubazione e la durabilità dell'affidabilità di funzionamento.

Per ciascuna caratteristica, infine, il prospetto ZA.1 indica il punto tecnico della norma da seguire per effettuare la verifica della prestazione ottenuta e da dichiarare.

Il prospetto ZA.2 stabilisce il sistema di verifica della costanza della prestazione per questa tipologia di prodotti, selezionando il sistema 1, ovvero è previsto che il fabbricante sottoponga a prova il proprio "idrante a muro" presso un laboratorio notificato in UE per ottenere lo "INITIAL TYPE TEST" ITT.

L'organismo notificato, dopo l'emissione del rapporto di prova ITT, si reca presso il sito produttivo ed effettua la prima verifica del sistema di controllo della produzione "FACTORY PRODUCTION CONTROL" FPC, attuato dal fabbricante per garantire che le prestazioni ottenute e dichiarate nello ITT siano garantite anche nella produzione di serie del prodotto medesimo.

L'organismo notificato annualmente verificherà lo FPC, sottoponendo il fabbricante a sorveglianza continua.

Il prospetto ZA.3, del quale è riportato nella figura seguente un estratto, riassume il sistema di attestazione di conformità per gli idranti.

Compiti		Contenuto del compito	Punti di valutazione di conformità da applicare
Compiti sotto la responsabilità del fabbricante	Controllo di produzione in fabbrica (FPC)	Parametri relativi alle caratteristiche essenziali del prospetto ZA.1 pertinenti per l'impiego previsto, che sono dichiarate	Da 6.3.1 a 6.3.3 e 6.3.6
	Ulteriori prove su campioni prelevati in fabbrica secondo il programma di prove prescritto	Le caratteristiche essenziali del prospetto ZA.1 pertinenti per l'impiego previsto che sono dichiarate	Da 6.3.1 a 6.3.3 e 6.3.6
Compiti sotto la responsabilità dell'organismo di certificazione del prodotto	Prove iniziali di tipo (ITT)	Le caratteristiche essenziali del prospetto ZA.1 pertinenti per l'impiego previsto che sono dichiarate	6.2
	Ispezione iniziale della fabbrica e dell'FPC	Parametri relativi alle caratteristiche essenziali del prospetto ZA.1 pertinenti per l'impiego previsto che sono dichiarate. Documentazione dell'FPC	6.3.4
	Sorveglianza continua, valutazione e approvazione dell'FPC	Parametri relativi alle caratteristiche essenziali del prospetto ZA.1 pertinenti per l'impiego previsto che sono dichiarate e documentazione dell'FPC	6.3.5

SISTEMA DI VERIFICA DELLA ATTESTAZIONE DI CONFORMITÀ PER GLI IDRANTI - UNI EN 671-2

Solo dopo la prima verifica dello FPC, un prodotto da costruzione per uso antincendio può essere marcato CE CPR, accompagnato dalla DoP, ed immesso sul mercato europeo.

La marcatura CE CPR prevede che sia sempre indicato l'identificativo dell'organismo notificato che ha emesso lo ITT e continua a sorvegliare lo FPC, così come indicato nella figura seguente.

 01234		Simbolo "CE" indicato nella Direttiva 93/68/CEE
Any Co Ltd 12 01234-CPD-00234		Numero di identificazione dell'organismo di certificazione del prodotto notificato Nome o marchio identificativo del fabbricante Nota Si può aggiungere l'indirizzo registrato del fabbricante. Ultime due cifre dell'anno di apposizione della marcatura Numero del Certificato CE di conformità
EN 671-2:2012 Idrante a muro con tubazione flessibile		N° della norma europea e anno della sua pubblicazione
- Diametro interno della tubazione: - Lunghezza della tubazione: - Tipo di lancia: - Diametro della lancia: Installazioni fisse per fornire agli occupanti di un edificio i mezzi per controllare ed estinguere un incendio nelle vicinanze.	45 mm 20 m A velo diffuso 13 mm	Descrizione del prodotto e suo impiego previsto

ESEMPIO DI MARCATURA CE CPR PER IDRANTI A MURO CON TUBAZIONE FLESSIBILE - UNI EN 671-2

La dichiarazione di prestazione, DoP, dovrà contenere le informazioni inerenti le caratteristiche essenziali, così come illustrato nella figura seguente:

<p>Distribuzione dei mezzi estinguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diametro della tubazione: Passa - Portata minima: 120 l/min (*****) a MPa Passa - Gittata effettiva: Passa - Getto frazionato: Passa <p>Affidabilità di funzionamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tubazione - Generalità: Passa - Lancia erogatrice - Generalità: Passa - Lancia erogatrice - Resistenza agli urti: Passa - Lancia erogatrice - Coppia di manovra: Passa - Valvola di intercettazione: Passa - Proprietà idrauliche - Prova di tenuta: Passa - Proprietà idrauliche - Sicurezza dei raccordi: Passa <p>Capacità di estrarre la tubazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo 1 Bobina: Passa - Tipo 1 e Tipo 3 Bobina - Supporti orientabili: Passa <p>Durabilità dell'affidabilità di funzionamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistenza alla corrosione esterna di parti rivestite: Passa - Resistenza alla corrosione delle condotte di passaggio dell'acqua: Passa - Prove di invecchiamento dei materiali plastici: Passa 	Informazioni sulle caratteristiche essenziali
---	---

CARATTERISTICHE ESSENZIALI DA INDICARE NELLA DoP - UNI EN 671-2

Per alcuni prodotti antincendio che non ricadono nel CPR, ad esempio prodotti per i quali non è ancora stata pubblicata in GUUE una norma armonizzata CPR, esiste ancora il regime di omologazione nazionale.

Ad oggi l'omologazione è ancora vigente nel settore della reazione al fuoco con i dd.mm. 26 giugno 1984, 3 settembre 2001 e 15 marzo 2005 e nel settore della protezione attiva solo per i presidi manuali quali gli estintori portatili (d.m. 7 gennaio 2006), quelli carrellati (d.m. 6 marzo 1992) e per i liquidi schiumogeni a bassa espansione (d.m. 13 novembre 1995).

Per i prodotti omologati, il fabbricante deve sottoporre a prova, presso un laboratorio autorizzato dal C.N.VV.F. ai sensi del d.m. 26 marzo 1985, richiedere l'omologazione alla Direzione Centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica (DCPST) allegando il rapporto di prova e la documentazione tecnica a corredo del prodotto con evidenza del campo di applicazione e delle limitazioni di uso.

La DCPST, analizzata la documentazione tecnica, rilascia l'omologazione del prodotto, autorizzando il fabbricante alla immissione sul mercato del prodotto omologato.

Il fabbricante si impegna a riprodurre il prodotto così come omologato e lo immette sul mercato accompagnato dalla dichiarazione di conformità.

L'istituto di omologazione nazionale non prevede alcuna sorveglianza del sistema di produzione per garantire la conformità del prodotto al prototipo omologato: rimane una responsabilità "auto dichiarata" dal fabbricante. Per i prodotti non ricadenti nel CPR e non soggetti ad omologazione nazionale, la responsabilità di qualificare il prodotto secondo le procedure applicabili rimane, comunque, in capo al fabbricante.

Il fabbricante, pertanto, è chiamato a verificare tutte le eventuali direttive o regolamenti europei applicabili (ad esempio bassa tensione, direttiva macchine, ecc.) ed a testare il prodotto presso enti terzi in modo da poter accompagnare il prodotto con una documentazione tecnica validata ed approvata da un istituto di prova terzo e qualificato.

In definitiva, l'assenza di norme armonizzate o di regime di omologazione nazionale applicabile, non esclude che il prodotto venga immesso sul mercato con garanzie di funzionamento, prestazioni e limiti di impiego almeno pari a quelle di prodotti antincendio ricadenti sotto il CPR o regime di omologazione nazionale.

Fatta la premessa sulla immissione sul mercato, si possono meglio apprezzare le ulteriori indicazioni contenute nell'art. 3 del Codice, in particolare la lettera c) del comma 1 recita che *i prodotti antincendio devono essere accettati dal responsabile dell'attività, ovvero dal responsabile dell'esecuzione dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione.*

Questa previsione richiede al responsabile dell'attività (o al responsabile della esecuzione dei lavori) di valutare i prodotti da impiegare nel progetto di sicurezza antincendio, negli impianti di protezione attiva, proprio sulla base della documentazione tecnica che deve essere predisposta dal fabbricante, proprio perché possano essere consapevolmente accettati e installati nell'attività.

Il comma 2 dell'art. 3 rimarca la necessità di utilizzare i prodotti conformemente all'uso previsto, indicando le modalità per individuare le prestazioni richieste, prevedendo che:

- a) devono essere conformi alle disposizioni comunitarie applicabili;
- b) devono essere conformi, qualora non ricadenti nel campo di applicazione di disposizioni comunitarie, alle apposite disposizioni nazionali applicabili, già sottoposte con esito positivo alla procedura di informazione di cui alla direttiva 98/34/CE e successive modifiche, che prevedono apposita omologazione per la commercializzazione sul territorio italiano e a tal fine il mutuo riconoscimento;
- c) qualora non contemplati nelle lettere a) e b), devono essere legittimamente commercializzati in uno degli Stati della Unione europea o in Turchia in virtù di specifici accordi internazionali stipulati con l'Unione europea, ovvero legalmente fabbricati in uno degli Stati firmatari dell'Associazione europea di libero scambio (EFTA), parte contraente dell'accordo sullo spazio economico europeo (SEE), per l'impiego nelle stesse condizioni che permettono di garantire un livello di protezione, ai fini della sicurezza dall'incendio, equivalente a quello previsto nelle norme tecniche allegate al presente decreto.

8. Controllo dell'incendio

La protezione antincendio può essere definita (vedi par. S.6.1):

- di base (attuata solo con estintori);
- manuale o automatica se finalizzata al controllo dell'incendio o fino alla completa estinzione (attuata manualmente o automaticamente).

Essa si attua attraverso i seguenti presidi antincendio (vedi par. S.6.5):

- estintori;
- reti di idranti;
- impianti automatici di controllo o di estinzione.

Si illustrano, in rapida carrellata e per gli scopi della presente pubblicazione, rimandando per gli ulteriori approfondimenti alla letteratura specialistica, i principali presidi antincendio esistenti.

Estintori

Riguardo agli estintori, che rappresentano mezzi di primo intervento utilizzati per i principi d'incendio, essi non risultano efficaci per incendi in fase più avanzata; si distinguono fra *portatili* (normalmente fino a 6 kg/6 l, vedi par. S.6.5.1) e *carrellati* (anche fino a 150 kg, vedi par. S.6.5.2).

Il parametro fondamentale caratterizzante la prestazione antincendio dell'estintore è la *capacità estinguente*, data dal numero che precede l'indicazione della classe di fuoco; essa rappresenta la capacità di spegnimento (definita dallo standard di omologazione) della classe di fuoco considerata.

La classe C si assegna a discrezione del fabbricante solo su estintori a polvere.

Non sono più previste, dagli standard di prova e caratterizzazione antincendio, prove per la misura della prestazione di spegnimento di incendi di gas: questo tipo di incendi non si spegne, bensì si intercetta.

Altri parametri sono connessi alla natura dell'estinguente, correlato alle classi d'incendio (vedi tab. S.6-3), che possono variare dalla polvere, alla CO₂, alla schiuma, all'acqua, ecc..



VARIE TIPOLOGIE DI ESTINTORI

Completano il quadro delle prestazioni degli estintori, gli effetti che potrebbe generare l'espulsione dell'agente estinguente sugli occupanti e sui beni presenti nei luoghi protetti con tale presidio.

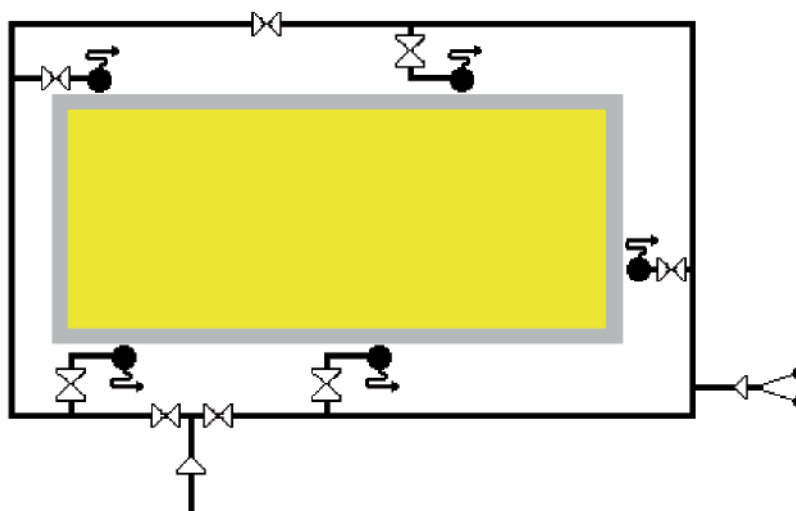
In linea generale, l'impiego degli estintori a polvere è fortemente sconsigliato in luoghi chiusi in quanto potrebbe generare una riduzione di visibilità tale da ridurre le capacità di esodo delle persone o inficiare l'esito di altre azioni di messa in sicurezza.

Anche in ambito ospedaliero sanitario e in tutti i luoghi ove si volessero preservare i beni (macchinari, attrezzature, ecc.) l'impiego di estintori a polvere è fortemente sconsigliato.

Reti di idranti

L'impianto di spegnimento idrico ad idranti (vedi par. S.6.3) è il più utilizzato per la lotta manuale agli incendi. Naturalmente, occorre prioritariamente verificare la compatibilità dell'estinguente idrico in funzione delle caratteristiche degli occupanti, della eventuale protezione dei beni, e della tipologia degli scenari d'incendio ipotizzati.

Le reti di idranti comprendono l'alimentazione idrica, la rete di tubazioni fisse, preferibilmente chiuse ad anello, ad uso esclusivo, gli attacchi di mandata per autopompa, le valvole e gli apparecchi erogatori.



SCHEMATIZZAZIONE DI UNA RETE IDRANTI

Si accenna brevemente alle caratteristiche della rete idrica di idranti, necessarie al fine di conferire all'impianto i requisiti richiesti in termini di affidabilità e funzionalità (vedi norma UNI 10779):

- ✓ Autonomia della rete di idranti da altre utilizzazioni (es.: reti sanitarie);
- ✓ Caratteristiche idrauliche di pressione e portata adeguate;
- ✓ Configurazione ad anello della rete di idranti;
- ✓ Protezione dell'intera attività;
- ✓ Possibilità di sezionamento dell'impianto;
- ✓ Disponibilità di riserva idrica e di pressione adeguata;
- ✓ Ridondanza del gruppo pompe (alimentazioni diversificate);
- ✓ Protezione della rete dalla corrosione e dagli agenti atmosferici (ad es.: dal gelo).



Idrante UNI 45



Naspo



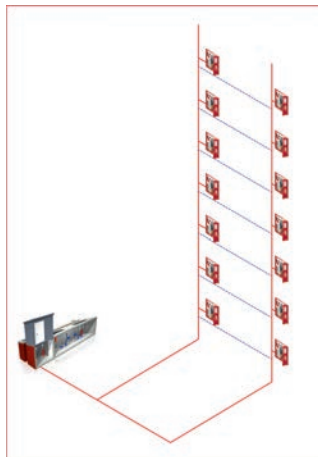
Idrante soprasuolo



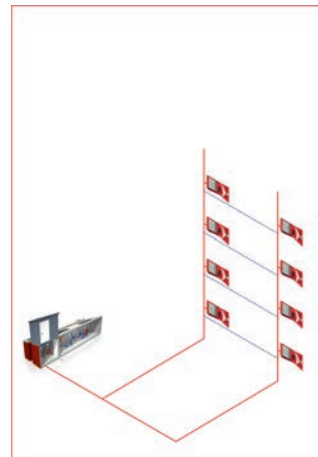
Idrante sottosuolo

VARIE TIPOLOGIE DI IDRANTI E NASPO

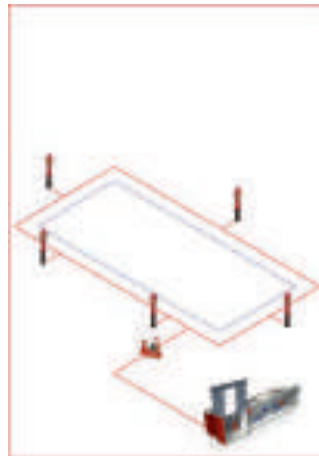
Le reti idriche con naspi rappresentano un'alternativa alle reti di idranti per le attività a rischio basso; sono solitamente collegate alla rete sanitaria e presentano tubazioni circolari semirigide in gomma.



Schema reti di idranti



Schema reti di naspi



Schema sistema di protezione esterna

ESEMPI DI RETI E IMPIANTI DI ESTINZIONE***Impianti automatici***

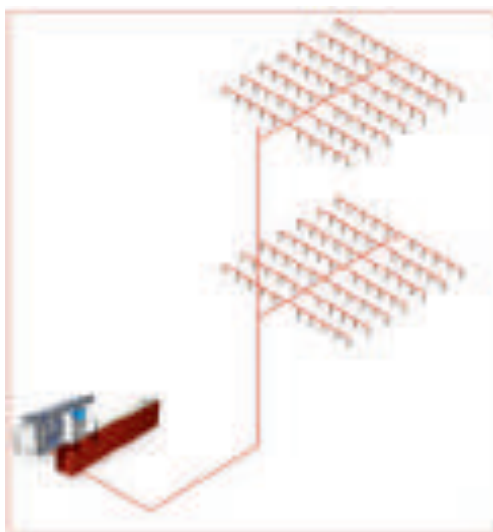
Gli impianti e i sistemi automatici di controllo o di estinzione dell'incendio comprendono (vedi parr. S.6.5.5 e S.6.5.6):

- sistemi sprinkler;
- impianti di spegnimento con estinguenti di tipo:
 - gassoso;
 - ad aerosol;
 - a polvere;
 - a schiuma;
 - ad acqua nebulizzata (water mist);
 - a diluvio;
 - a deplezione (riduzione) della concentrazione di ossigeno.

Il funzionamento di tali impianti prevede, di norma, l'interconnessione con un sistema di rivelazione (solitamente con rivelatori di fumo o termici).

Sistemi sprinkler

I sistemi sprinkler sono impianti automatici in grado di erogare acqua secondo diverse configurazioni; tali sistemi sono progettati per rilevare la presenza di un incendio ed estinguerlo nello stadio iniziale, oppure per tenere sotto controllo l'incendio così che l'estinzione possa essere completata con altri mezzi.



Come per le reti di idranti, anche i sistemi sprinkler non debbono essere installati nelle aree in cui il contatto con l'acqua possa costituire pericolo o presentare controindicazioni.

La presenza di un sistema sprinkler non esclude l'eventuale necessità di altri mezzi di estinzione degli incendi. In caso di contemporanea presenza di sistemi sprinkler e sistemi antincendio diversi (es.: rete di idranti, sistemi per il controllo di fumo e calore, ecc.) deve essere garantito il corretto funzionamento di tutti i sistemi antincendio presenti, evitando interferenze sia nell'attivazione dell'impianto che in quella di estinzione.

I sistemi sprinkler possono essere del tipo:

- ad umido (impianto permanentemente in pressione);
- a secco (impianto riempito solo in caso d'intervento: installazioni con pericolo di gelo);
- alternativi (funzionanti ad umido nei mesi caldi e a secco in quelli freddi);
- a preallarme (aventi un dispositivo in grado di differire la scarica, per escludere falsi allarmi);
- a diluvio (dotati di sprinkler aperti alimentati da valvole ad apertura rapida, in grado di fornire rapidamente grosse portate).

Un impianto automatico di estinzione ad acqua si compone di diverse componenti:

- alimentazione idrica (da acquedotto, da serbatoi di accumulo, da serbatoi in pressione);
- pompe di mandata;
- rete di tubazioni fisse principali
- rete di tubazioni fisse terminali;
- stazione di controllo e allarme;
- testine erogatori sprinkler.

L'erogazione di acqua può essere comandata da un impianto di rivelazione incendi, oppure essere provocata direttamente dalla apertura delle testine erogatrici, per fusione di un elemento metallico o per rottura, a determinate temperature, di un elemento termosensibile a bulbo che consente in tal modo la fuoriuscita d'acqua. Gli erogatori sprinkler funzionano a temperature predeterminate per scaricare l'acqua sopra le parti interessate dell'area sottostante; la temperatura di funzionamento delle testine, in genere, è selezionata perché si adatti alle ordinarie condizioni di temperatura dell'ambiente di installazione, garantendone quindi l'attivazione solo in prossimità dell'incendio.

Anche l'eventuale coordinamento con un impianto di gestione del fumo e del calore potrebbe guidare il progettista nel selezionare appropriate temperature di intervento delle testine.

Impianti di spegnimento con estinguenti di tipo gassoso

Fra gli estinguenti di tipo gassoso più comunemente utilizzati negli impianti di spegnimento c'è l'anidride carbonica (CO₂).

Le proprietà estinguenti della CO₂, provocando la diminuzione della concentrazione di ossigeno nell'ambiente, bloccano la combustione determinando, nel contempo, un raffreddamento delle aree interessate dalla stessa. Un impianto basato su tale di tipo di agente estinguente agisce nelle aree dove non è prevista la presenza di persone o quando la scarica avviene dopo l'abbandono dei locali da parte degli occupanti.

L'interventi di tali impianti avviene in maniera rapida su qualsiasi tipo di incendio consentendo, tra l'altro, un sollecito ripristino dello stato precedente l'incendio, senza rilasciare, dopo la scarica, residui di alcun tipo nei locali oggetto dell'evento.

Gli impianti di spegnimento con CO₂ rappresentano una sicura misura di protezione antincendio per molte applicazioni (fuochi di tipo superficiale o profondo, di tipo locale, anche mediante intervento manuale).

Esistono poi altri tipi di estinguenti, anch'essi gas inerti, (HFC 125, HFC 23, HFC 227, IG 55, IG 01, IG 100, ecc.).

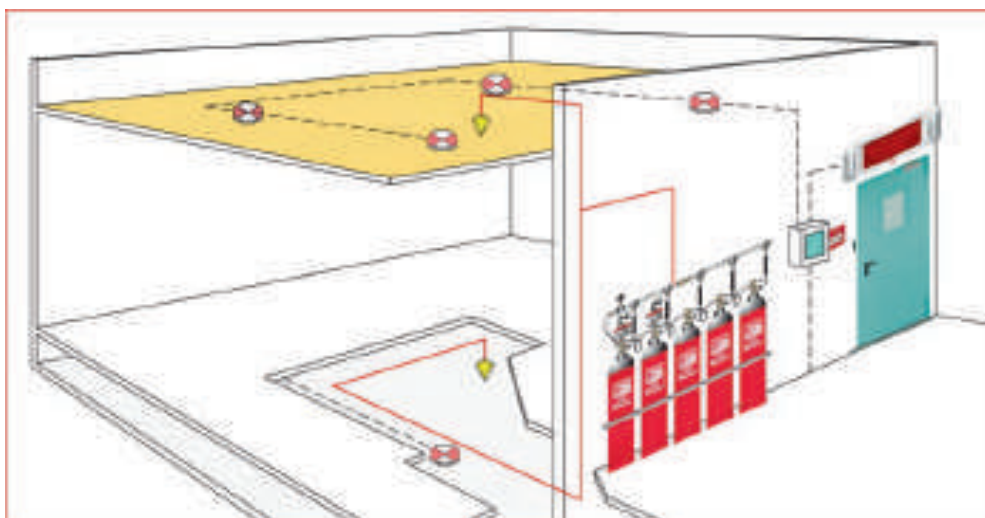
Agente estinguente	Gas componenti la miscela
HFC 125	pentafluoroetano
HFC 23	trifluorometano
HFC 227	eptafluoropropano
HCFC-123	diclorotrifluoroetano
IG-55	azoto e argon
IG-01	argon
IG-100	azoto
HCFC-22	clorotetrafluoroetano
HCFC-124	isopropenyl-1-metilcicloesene
IG-541	azoto, argon e anidride carbonica
FK-5-1-12	dodecafluoro-2-metil-pentan-3-one

Tali gas rappresentano degli efficaci agenti estinguenti per gli impianti cosiddetti a saturazione totale, utilizzabili su fuochi di tipo superficiale e derivanti da combustione di materiali solidi.

Un'importante peculiarità di tali sistemi, attivabili sia manualmente che automaticamente, risiede nella capacità di proteggere aree normalmente presidiate senza esporre gli occupanti, per esposizioni dell'ordine di grandezza di 5 minuti a concentrazioni fino al 10% circa.

Inoltre tali gas non determinano, al contrario della CO₂, un effetto nebbia riducente la visibilità nell'ambiente.

La scarica di tali gas si distribuisce rapidamente e non lascia residui dopo l'utilizzo; tali sistemi, pertanto, vengono largamente utilizzati, ad esempio, per la protezione di archivi che presentano un delicato livello di materiale conservato e di sale CED.



L'effetto estinguente si esplica, essenzialmente, riducendo la concentrazione di ossigeno nell'ambiente impedendo la combustione.

La CO₂, diversamente dagli altri estinguenti gassosi, genera anche un'azione estinguente per raffreddamento dovuta all'assorbimento di calore causato dal passaggio dalla fase liquida a quella gassosa.

I sistemi considerati sono utilizzabili su fuochi di classe A, B, C e su apparecchiature elettriche; essi tuttavia presentano, generalmente, una limitata capacità geometrica della riserva di estinguente (batteria di bombole o serbatoi) il che può incidere, talvolta, sulla scelta di tale tipo di impianto.

Impianti di spegnimento con estinguenti di tipo aerosol

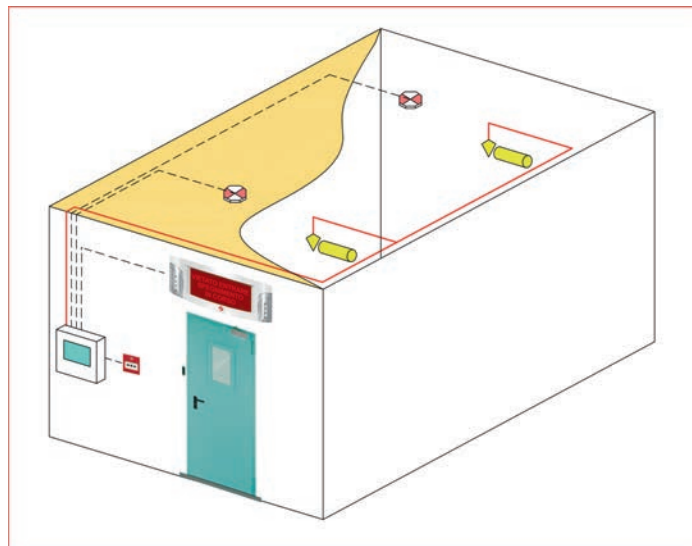
Gli impianti di spegnimento con estinguenti aerosol (EA), generalmente a base di sali di potassio, consistono in un sistema di particelle solide o liquide, finemente suddivise, sospese in ambiente gassoso generate tramite un processo di combustione di un composto solido.

Il composto aerosol è contenuto entro dispositivi (generatori) che lo creano, una volta attivati, attraverso un processo di combustione.

Una peculiarità di tali impianti di spegnimento è rappresentata dal fatto che, a differenza dei sistemi sopra descritti, non necessitano di batterie di bombole e nemmeno di ugelli erogatori, avvenendo l'attivazione mediante un dispositivo termico.

Lo spegnimento avviene attraverso saturazione dell'ambiente e, pertanto, la capacità estinguente viene calcolata sul volume da proteggere.

Trattasi di sistemi utilizzabili su fuochi di classe A, B e C che hanno larga applicazione nell'ambito dell'impiantistica in generale.



Impianti di spegnimento con estinguenti a polvere

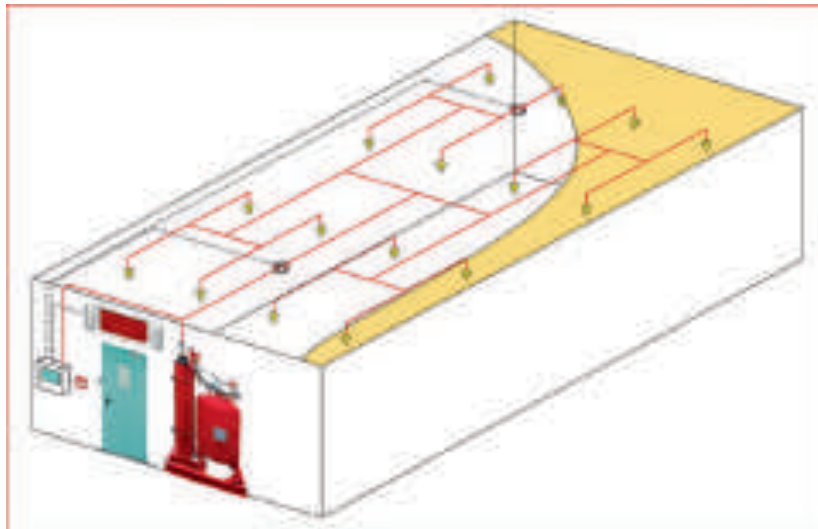
Gli impianti di spegnimento con estinguente a polvere prevedono una riserva di polvere chimica, analoga a quella utilizzata negli estintori portatili, che agisce principalmente bloccando la catena di reazione della fiamma.

In linea di massima, le polveri sono composte da una miscela a base di bicarbonato di sodio o di potassio, oppure di solfato o fosfato di ammonio, con l'aggiunta di additivi che aiutano a conservare le caratteristiche nelle fasi di immagazzinamento e ne migliorano le caratteristiche di fluidità e di idrorepellenza.

L'effetto estinguente della polvere si basa, sostanzialmente, sull'interruzione della reazione a catena nella zona della combustione più vicina alla fiamma; si tratta di una reazione endotermica che sottrae calore, agendo anche per soffocamento, in quanto genera anche CO₂.

L'utilizzo della polvere richiede, tuttavia, un'attività di pulizia, post scarica, piuttosto gravosa tanto da renderla sconsigliabile in presenza di talune attività.

Trattasi di sistemi utilizzabili su fuochi di classe A, B, C e D.



Impianti di spegnimento con estinguenti a schiuma

Gli impianti di spegnimento che utilizzano come estinguento la schiuma combattono l'incendio con una miscela acqua-schiuma, di tipologia e proporzioni variabili in funzione del combustibile presente, interponendosi fra questo e l'ossigeno presente nell'aria ed esplicando un'azione estinguente di soffocamento e raffreddamento. Tali impianti, a seconda del rapporto volume della miscela acqua-schiuma prima e dopo i generatori/erogatori, vengono classificati:

- a bassa espansione (rapporto di espansione fino a 1:20);
- a media espansione (rapporto di espansione fino a 1:200);
- ad alta espansione (rapporto di espansione fino a 1:1000).

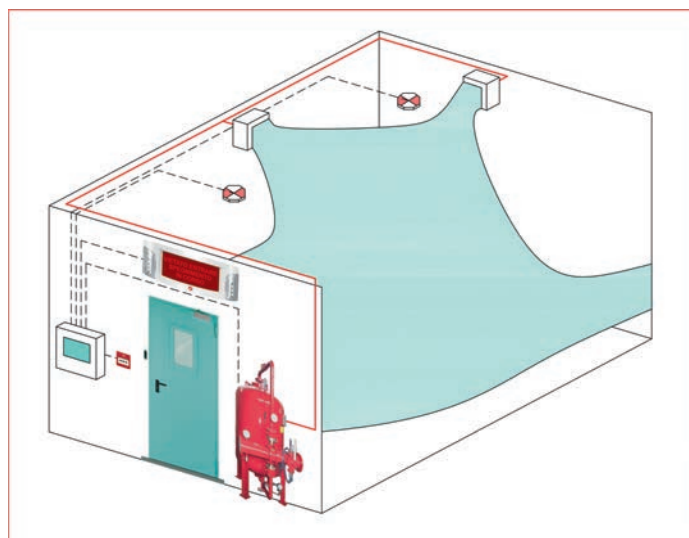
Gli schiumogeni utilizzati sono diversi in funzione del combustibile presente.

Gli impianti di spegnimento a schiuma sono concettualmente simili a quelli a diluvio, differendo per la presenza del serbatoio di schiumogeno e di sistemi di produzione (miscelatori) e scarico della schiuma (versatori).

Negli appositi dispositivi di miscelazione avviene la preparazione della miscela acqua-schiuma; essa avviene in genere in tre modi: per aspirazione dello schiumogeno con iniettori, per iniezione dello schiumogeno con l'ausilio di pompe e per spostamento del liquido, con serbatoi a membrana.

Il meccanismo di pressurizzazione è ottenuto mediante un gas inerte (azoto, CO₂).

Trattasi di sistemi utilizzabili in installazioni industriali su fuochi di classe A e B, anche se vengono selezionati quando lo scenario di incendio, dal quale si intende proteggersi, è rappresentato da fuochi di fluidi e liquidi infiammabili (classe B).



Impianti di spegnimento ad acqua nebulizzata (water mist)

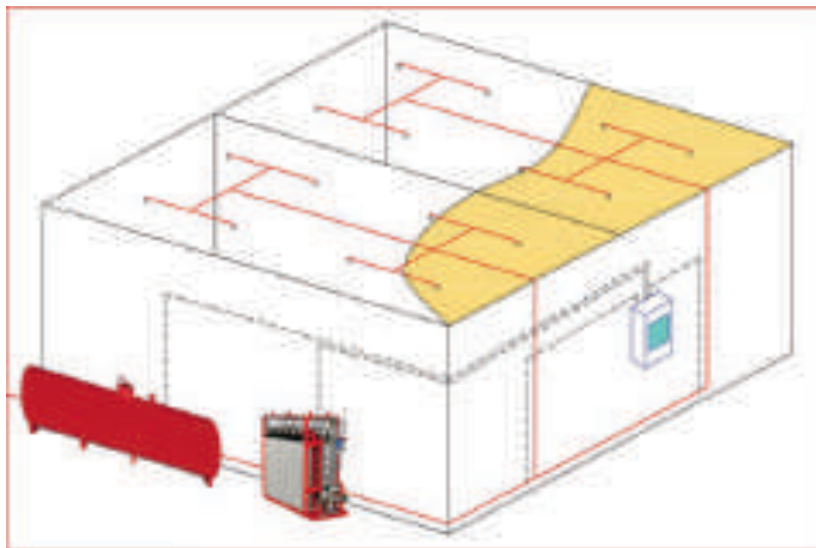
Gli impianti di spegnimento ad acqua nebulizzata, sia del tipo a saturazione totale che ad applicazione localizzata, costituiscono un'efficace alternativa ai sistemi di estinzione a gas, in quei casi dove i tradizionali impianti ad acqua non possono essere installati.

Il meccanismo di estinzione di tali impianti è assai rapido e si basa sull'accostamento aria-acqua finalizzato a garantire un'elevata protezione volumetrica o locale.

Il sistema, in sintesi, genera una nebbia, orientabile, di goccioline d'acqua tramite appositi dispositivi ed erogatori.

Il getto delle microgocce d'acqua prodotte assorbe il calore prodotto dalla combustione impedendo il proseguimento della stessa; il brusco passaggio di stato, da acqua a vapore, consente, inoltre, l'abbattimento delle temperature in gioco.

Inoltre, dato che le microgocce vaporizzano prima di bagnare il fuoco, quando il vapore si espande, esso priva il fuoco dell'ossigeno necessario a sostenere la combustione, con effetto soffocante in prossimità dell'incendio. Le microgocce in caduta assorbono i gas e i fumi, solubili in acqua, rendendo le particelle più pesanti abbattendole verso il basso; tale fenomeno assicura una migliore respirabilità ad altezza uomo, agevolando le procedure di evacuazione degli occupanti.



Per lo spegnimento di incendi prodotti da oli combustibili, si utilizzano sistemi ad acqua frazionata; questa, tramite particolari ugelli alimentati in pressione, viene diretta ad alta velocità, in un getto composto di microgocce che danno luogo ad un'emulsione in grado di neutralizzare le proprietà infiammabili del combustibile liquido.

Negli ultimi anni gli impianti water mist trovano applicazione anche nella protezione dei sistemi di cottura che utilizzano olii animali o vegetali, riuscendo a proteggere anche da incendi di classe F (*prEN 14972-16 November 2017 Fixed firefighting systems - Water mist systems - Part 16: Test protocol for industrial oil cookers for open nozzle systems*).

L'estinzione dell'incendio risulta pressoché immediata, a causa del raffreddamento e del soffocamento causati dal getto ad alta velocità dell'acqua frazionata e dalla grande quantità di vapore prodotto.

L'utilità di tale sistema risiede nella possibilità di ripartire l'acqua frazionata su superfici maggiori rispetto ad altri sistemi di estinzione.

Tali sistemi risultano utilizzabili anche su parti in tensione di apparecchiature elettriche.

Come più avanti evidenziato (caso studio 4) tali impianti, a differenza di altri impianti di spegnimento, necessitano, per la loro progettazione e realizzazione, il necessario riferimento a dei protocolli di prova, ciascuno dei quali riferito a particolari situazioni testate sperimentalmente; pertanto i parametri caratteristici di tali impianti vengono stabiliti, caso per caso, in funzione del compartimento servito, se per tipologia è stato realizzato un protocollo di prova.

Impianti di spegnimento ad acqua a diluvio

Gli impianti di spegnimento a diluvio sono impianti ad acqua costituiti da una rete di spegnimento con erogatori (frazionatori) e da una rete di rivelazione pneumatica provvista di rilevatori di temperatura facenti capo ad una stazione di controllo.

La rete di tubazioni è posta sotto il controllo della valvola a diluvio la quale viene aperta automaticamente in coordinazione con l'impianto di rivelazione.

Parallelamente all'apertura della valvola a diluvio, l'acqua scorre nelle tubazioni della rete scaricandosi attraverso tutti gli erogatori presenti ed attivando, nel contempo, il sistema di allarme.

Tali impianti sono installati per la protezione di attività che presentano un elevato rischio d'incendio e necessitano, per il loro funzionamento, di elevate e consistenti quantità di acqua, immediatamente disponibili.



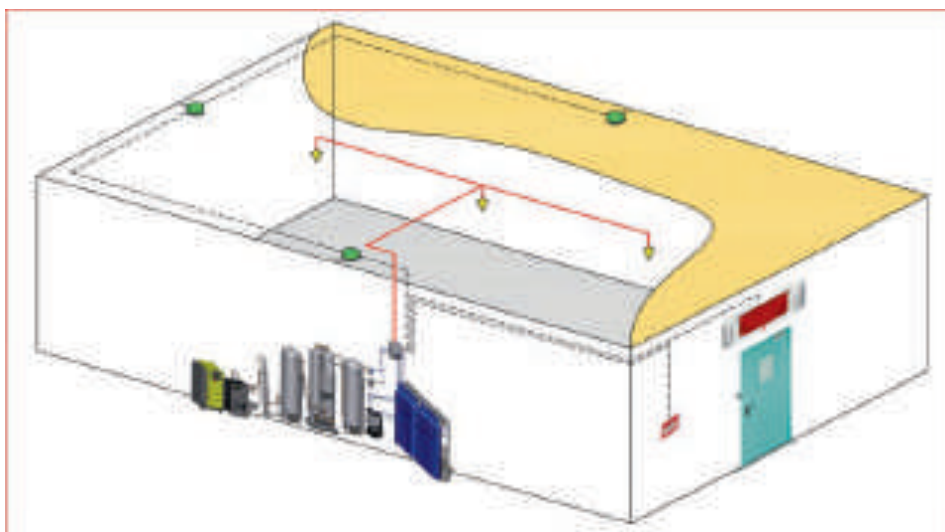
Impianti ORS (Oxygen Reduction System)

I sistemi di spegnimento a deplezione (riduzione) dell'ossigeno sono basati sulla riduzione continuativa della concentrazione dell'ossigeno presente negli ambienti da proteggere.

In condizioni normali, come noto, l'aria è una miscela composta per il 21% circa da ossigeno, per il 78% circa da azoto e per il rimanente 1% circa da altri elementi; con tali sistemi vengono modificate le proporzioni dei gas normalmente presenti nell'atmosfera.

Riducendo, quindi, la percentuale di ossigeno ad un valore prossimo al 15% in volume, si riesce ad ottenere un'atmosfera controllata, non pericolosa per gli occupanti, ma in grado di inibire l'innesco dell'evento incendio.

Tale atmosfera controllata si riesce ad ottenere immettendo nell'ambiente da proteggere gas inerte (in genere azoto); di conseguenza, l'atmosfera registrerà una percentuale di azoto che raggiungerà l'84 circa %.

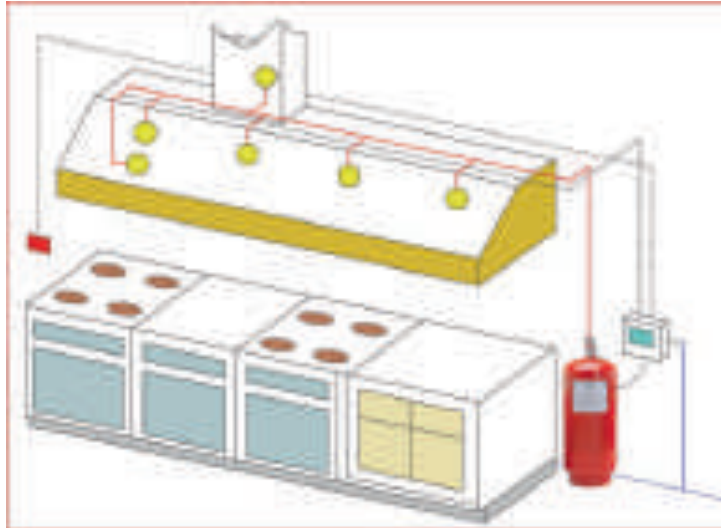


Impianti di spegnimento wet chemical

Si tratta di sistemi pensati per le esigenze antincendio connesse ai servizi di ristorazione.

Oli e grassi, in generale, portati alla temperatura di autoaccensione, possono provocare ingenti problematiche dal punto di vista dell'innesco dell'incendio.

Peraltro, lo spegnimento e l'eliminazione della fonte di calore necessita che i prodotti vengano raffreddati, al di sotto della temperatura di autoaccensione, in maniera da prevenire fenomeni di riaccensione.



Tali sistemi, agendo ad una pressione nominale generalmente superiore a 10 bar, sono in grado di garantire una scarica nebulizzata dell'agente estinguente della durata compresa fra i 30 e i 40 secondi.

L'agente chimico estinguente è costituito da prodotti bagnati, più agevoli da rimuovere, a scarica avvenuta, rispetto alla polvere secca.

Il sistema può essere azionato manualmente o automaticamente per il tramite, ad esempio, di dispositivi di rilevamento elettronici; il riferimento normativo è la norma UNI 11198.

9. Le soluzioni fornite dal Codice: la misura antincendio S.6

MISURA ANTINCENDIO: S.6 CONTROLLO DELL'INCENDIO



Il Codice tratta la problematica del controllo dell'incendio nel capitolo S.6.

S.6.1 PREMESSA

1. La presente misura antincendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per la sua protezione di base, attuata solo con estintori, e per la sua protezione manuale o protezione automatica finalizzata al controllo dell'incendio o anche, grazie a specifici impianti, alla sua completa estinzione.
2. I presidi antincendio considerati sono gli estintori d'incendio e i seguenti impianti di protezione attiva contro l'incendio, di seguito denominati impianti: la rete di idranti, gli impianti manuali o automatici di controllo o di estinzione, ad acqua e ad altri agenti estinguenti.
3. Gli estintori di incendio devono essere conformi alle vigenti disposizioni normative ed essere mantenuti a regola d'arte secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.
4. Gli impianti devono essere progettati, realizzati e mantenuti a regola d'arte secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.

Nota La definizione di regola d'arte è reperibile nel capitolo G.1.

Livelli di prestazione (tab. S.6-1)

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Protezione di base
III	Protezione di base e protezione manuale
IV	Protezione di base, protezione manuale e protezione automatica estesa a porzioni dell'attività
V	Protezione di base, protezione manuale e protezione automatica estesa a tutta l'attività

Nella tab. S.6-2 sono riportati i criteri, generalmente accettati, per l'attribuzione all'attività dei livelli di prestazione della presente misura antincendio.

Nel prosieguo del capitolo S.6 sono indicati:

- par. S.6.4: Classificazione degli incendi ed estinguenti;
 par. S.6.5: Presidi antincendio:
- par. S.6.5.1: Estintori d'incendio;
 - par. S. 6.5.2: Estintori d'incendio carrellati;
 - par. S. 6.5.3: Reti di idranti;
 - par. S. 6.5.4: Sistemi sprinkler;
 - par. S. 6.5.5: Altre tipologie impiantistiche.

Nei paragrafi dal S.6.6.1 al par. S.6.6.4 sono indicate le soluzioni conformi e al par. S.6.6.5 quelle alternative.

Nel par. S.6.7 sono indicate una serie di indicazioni complementari inerenti la progettazione, l'installazione e l'esercizio degli impianti oggetto della misura.

Il par. S.6.8 si occupa della segnaletica a servizio dei presidi antincendio.

Controllo dell'incendio nell'ambito delle nuove RTV (Sez. V) - individuazione dei livelli di prestazione**Uffici (V.4)**

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m.i. 8 giugno 2016, la misura *controllo dell'incendio* è disciplinata al par. V. 4.4.5, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.4-3 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Aree dell'attività	Classificazione dell'attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
TA, TM, TO, TT	II	III	III	III	III
TK	III [1]	III [1]	IV	IV	IV
TZ	Secondo le risultanze dell'analisi del rischio				
[1] livello IV qualora ubicati a quota inferiore a - 10 m o di superficie > 50 mq					

Alberghi (V.5)

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m. 9 agosto 2016, la misura *controllo dell'incendio* è disciplinata al par. V. 5.4.6, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.5-3 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Posti letto	Aree dell'attività	Classificazione dell'attività				
		HA	HB	HC	HD	HE
PA, PB	TA, TB, TC, TM, TO, TT	II	III	III	III	III
PC	TA, TB, TC, TM, TO, TT	III	III	III	III	III
PD, PE	TA, TB, TC, TM, TO, TT	III	III	IV	IV	V
Qualsiasi	TK	III [1]	III [1]	IV	IV	IV
Qualsiasi	TZ	Secondo le risultanze dell'analisi del rischio				
[1] livello IV qualora ubicati a quota inferiore a - 10 m o di superficie > 50 mq						

Autorimesse (V.6)

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m. 21 febbraio 2017, la misura *controllo dell'incendio* è disciplinata al par. V. 6.5.6, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.6-2 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Classificazione dell'attività	Classificazione dell'attività			
	SA SB		HC HD	SC
	HA	HB		
AA	II		II	V
AB	III		IV [1] [2]	
AC	IV [1]			
AD	IV [1]			
[1] Protezione automatica delle aree TA; [2] Livello III per autorimesse aperte				

Scuole (V.7)

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m. 7 agosto 2017, la misura *controllo dell'incendio* è disciplinata al par. V. 7.4.5, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.7-3 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Aree dell'attività	Classificazione dell'attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
TA, TM, TO, TT	II	III	III	III	III
TK	III [1]	III [1]	IV	IV	IV
TZ	Secondo le risultanze dell'analisi del rischio				
[1] livello IV qualora ubicati a quota di piano inferiore a - 5 m					

Attività commerciali (V.8)

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m. 23 novembre 2018, la misura *controllo dell'incendio* è disciplinata al par. V. 8.5.6, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.8-5 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Classificazione attività	Aree dell'attività	Classificazione dell'attività			
		HA	HB	HC	HD
AA	TA, TB1	II [1]		III	IV
AB	TA, TB1	III [2], [3]		III [3]	IV
AC	TA, TB1	III [3]		IV	V [5]
AD	TA, TB1	III [3]	IV	V [4], [5]	V [5]
AE	Qualsiasi	V [5]			
Qualsiasi	TK1, TM1, TM3	III [3]		IV	
Qualsiasi	TM2	IV			
Qualsiasi	TZ	Secondo valutazione del rischio			

[1] Livello di prestazione III per le attività con carico d'incendio specifico $q_f > 600$ MJ/mq
 [2] Livello di prestazione II per le attività con carico d'incendio specifico $q_f < 100$ MJ/mq
 [3] Livello di prestazione IV con carico d'incendio specifico $q_f > 900$ MJ/mq, oppure con carico d'incendio specifico $q_f > 600$ MJ/mq se ubicate in opere da costruzione con presenza di altre attività (fabbricato o edificio di tipo misto)
 [4] Livello di prestazione IV con carico d'incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/mq
 [5] Per le aree TK2, livello di prestazione III

Per la scelta del tipo di estintori, nelle aree TA, TB1 e TB2 è necessario tener conto degli effetti causati sugli occupanti dall'erogazione dell'agente estinguente.

Nota: Al fine dell'efficacia nei confronti dei principi di incendio di classe A o classe B, è preferibile l'utilizzo di estintori a base d'acqua (estintori idrici).

Controllo dell'incendio nell'ambito delle nuove RTV (Sez. V) - definizione dei parametri di progetto**Uffici (V.4)**

Ai fini della eventuale applicazione della norma UNI 10779, devono essere adottati i seguenti parametri progettuali minimi riportati in tab. V.4-4 e deve essere prevista la protezione interna.

Classificazione dell'attività	Livello di pericolosità minimo	Protezione esterna	Caratteristiche minime alimentazione idrica (UNI EN 12845) [3]
OA	1	Non richiesta	Singola
OB	2 [2]	Non richiesta	Singola
OC	3 [2]	Si [1]	Singola superiore

[1] Non richiesta per attività HA
 [2] Per eventuali aree TK presenti nelle attività classificate HA, è richiesto almeno il livello di pericolosità 1
 [3] L'alimentazione idrica può essere di tipo promiscuo secondo UNI 10779

Per la progettazione dell'eventuale impianto automatico di controllo o estinzione dell'incendio di tipo sprinkler secondo norma UNI EN 12845 devono essere adottati i parametri progettuali riportati in tab. V.4-5.

Aree dell'attività	Classificazione delle porzioni di attività nelle quali è previsto l'impianto sprinkler	Caratteristiche minime alimentazione idrica (UNI EN 12845)
TK	Secondo norma UNI EN 12845	Singola superiore [1]

[1] Per le eventuali aree TK inserite in attività OA, OB, alimentazione di tipo singolo

Alberghi (V.5)

Ai fini della eventuale applicazione della norma UNI 10779, devono essere adottati i seguenti parametri progettuali minimi riportati in tab. V.5-4 e deve essere prevista la protezione interna.

Classificazione dell'attività		Livello di pericolosità minimo [1]	Protezione esterna	Caratteristiche minime alimentazione idrica (UNI EN 12845) [1]
Posti letto	Quota dei piani			
PA, PB	HB, HC	1	Non richiesta	Singola
PC	HA, HB, HC	2	Non richiesta	Singola
PD, PE	HA, HB, HC	2	Si	Singola superiore
PA, PB, PC, PD, PE	HD, HE	2	Si	Doppia

[1] Per attività PA HB, PB HB, PC HA e per le eventuali aree TK che ricadono in attività PA HA, PA HB, PB HB, PC HA l'alimentazione idrica può essere di tipo promiscuo ed il livello di pericolosità può essere assunto pari ad 1

Per la progettazione dell'eventuale impianto automatico di controllo o estinzione dell'incendio di tipo sprinkler secondo norma UNI EN 12845 devono essere adottati i parametri progettuali riportati in tab. V.5-5.

Classificazione dell'attività			Classificazione delle porzioni di attività nelle quali è previsto l'impianto sprinkler	Caratteristiche minime alimentazione idrica (UNI EN 12845)
Posti letto	Aree dell'attività	Quota dei piani		
PD	TA, TB, TC, TM, TO, TT	HC, HD, HE	Secondo norma UNI EN 12845	Singola superiore
PE	TA, TB, TC, TM, TO, TT	HC, HD, HE		Doppia
Qualsiasi	TK	HA, HB, HC, HD, HE		Singola superiore [1]

[1] Per le eventuali aree TK inserite in attività HA, HB, HC, alimentazione di tipo singolo

Autorimesse (V.6)

Ai fini della eventuale applicazione della norma UNI 10779, devono essere adottati i seguenti parametri progettuali minimi riportati in tab. V.6-3 e deve essere prevista la protezione interna.

Classificazione dell'attività		Livello di pericolosità minimo	Protezione esterna	Caratteristiche minime alimentazione idrica (UNI EN 12845)
AA	HA, HB	-----	-----	-----
	HC, HD	1	Non richiesta	Singola [1]
AB	HA, HB	1	Non richiesta	Singola
	HC, HD	2	Si [2]	Singola
AC	HA, HB, HC, HD	2	Si [2]	Singola
AD	HA, HB, HC, HD	3	Si	Singola superiore

[1] È consentita l'alimentazione di tipo promiscuo secondo UNI 10779
 [2] La protezione esterna non è richiesta se adottato il livello di pericolosità 3

Per la progettazione dell'eventuale impianto automatico di controllo o estinzione dell'incendio di tipo sprinkler secondo norma UNI EN 12845 l'alimentazione idrica deve essere almeno di tipo singola superiore.

Scuole (V.7)

Ai fini della eventuale applicazione della norma UNI 10779, devono essere adottati i seguenti parametri progettuali minimi riportati in tab. V.7-4 e deve essere prevista la protezione interna.

Classificazione dell'attività	Livello di pericolosità minimo	Protezione esterna	Caratteristiche minime alimentazione idrica (UNI EN 12845)
OA, OB, OC	1	Non richiesta	Singola
OD, OE	2 [2]	Si [1]	Singola superiore

[1] Non richiesta per HA
[2] Per eventuali aree TK presenti nelle attività HA, è richiesto almeno il livello di pericolosità 1

Per la progettazione dell'eventuale impianto automatico di controllo o estinzione dell'incendio di tipo sprinkler secondo norma UNI EN 12845 devono essere adottati i parametri progettuali riportati in tab. V.7-5.

Aree dell'attività	Classificazione delle porzioni di attività nelle quali è previsto l'impianto sprinkler	Caratteristiche minime alimentazione idrica (UNI EN 12845)
TK	Secondo norma UNI EN 12845	Singola superiore [1]

[1] Per le eventuali aree TK inserite in attività OA, OB, OC, alimentazione di tipo singolo

Attività commerciali (V.8)

Nella aree TK2 con $q_f > 1200$ MJ/mq deve essere prevista la protezione mediante una *rete idranti all'aperto*. Ai fini della eventuale applicazione della norma UNI 10779, devono essere adottati i parametri di progettazione minimi riportati in tab.V.8-6:

Livello di pericolosità	Tipo di protezione	Caratteristiche alimentazione idrica (UNI EN 12845)
2	Capacità ordinaria	Singola

PARAMETRI PROGETTUALI PER RETE IDRANTI ALL'APERTO SECONDO UNI 10779

Ai fini della eventuale applicazione della norma UNI 10779, per le reti idranti ordinarie devono essere adottati i parametri di progettazione minimi riportati in tab. V.8-7:

Classificazione attività		Livello di pericolosità	Protezione esterna	Caratteristiche alimentazione idrica (UNI EN 12845)
Superficie	Quota dei piani			
AA	Qualsiasi	1 [1]	Non richiesta	Singola [2]
AB, AC	HA, HB, HC	2	Non richiesta	Singola
AB, AC	HD	2 [3]	Si	Singola superiore
AD	Qualsiasi	2 [3]	Si	Singola superiore
AE	Qualsiasi	3	Si	Doppia

[1] Per le attività HC o HD si indica il livello di pericolosità 2
[2] Per le attività AA+HA è ammessa alimentazione idrica di tipo promiscuo; per le attività HD si indica alimentazione idrica di tipo singola superiore
[3] Per le attività con carico di incendio specifico $q_f > 1200$ MJ/mq si indica il livello di pericolosità 3

PARAMETRI PROGETTUALI PER RETE IDRANTI ORDINARIE SECONDO UNI 10779

Per la progettazione dell'eventuale impianto automatico di controllo o estinzione dell'incendio di tipo sprinkler secondo norma UNI EN 12845 devono essere adottati i parametri riportati in tab. V.8-8:

Classificazione attività	Classificazione delle porzioni di attività nelle quali è previsto l'impianto sprinkler	Caratteristiche alimentazione idrica (UNI EN 12845)
AA, AB, AC, AD	Secondo norma UNI EN 12845	Singola superiore [1], [2]
AE		Doppia

[1] Per le eventuali aree TK1o TM inserite in attività AA o AB si indica alimentazione idrica di tipo singolo
[2] Per le eventuali aree TZ secondo valutazione del rischio

PARAMETRI PROGETTUALI IMPIANTO SPRINKLER SECONDO UNI EN 12845

Nota: Le RTV forniscono solo indicazioni complementari o sostitutive alle soluzioni conformi della RTO; il ricorso a soluzioni alternative è sempre ammesso anche per attività dotate di RTV.

10. Rivelazione ed allarme

Gli impianti di rivelazione³ incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI) hanno lo scopo di sorvegliare gli ambienti protetti e di segnalare tempestivamente un incendio, rilevando i fenomeni legati alla combustione, quali fumo e calore.

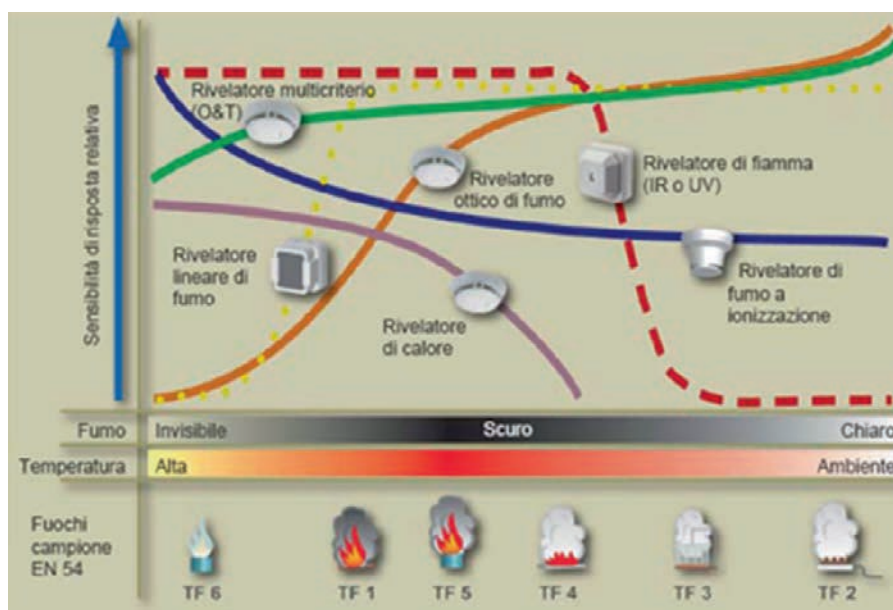
Tali impianti sono progettati al fine di attivare le misure protettive (impianti automatici di controllo o estinzione, compartimentazione, evacuazione di fumi e calore, ecc.) e gestionali (procedure contenute nel piano di emergenza) progettate in relazione all'attività sorvegliata.

L'evidente importanza degli IRAI nell'ambito della sicurezza antincendio, spiega la massiccia diffusione in moltissimi ambiti lavorativi e non solo.

Infatti, l'eventualità di segnalare, il più velocemente possibile, l'innesco di un incendio, fa aumentare la probabilità che lo stesso venga domato con la minima produzione dei danni possibili.

Conseguentemente, la sicurezza degli occupanti del luogo nel quale l'incendio si sia innescato è funzione della celerità della rivelazione e segnalazione che consente, il più rapidamente possibile, le operazioni di esodo.

Inoltre, la corretta diffusione dell'allarme incendio riduce fortemente i tempi di esodo degli occupanti.



SENSIBILITÀ AI FUOCHI STANDARD "EN-54" DELLE DIFFERENTI TIPOLOGIE DI RIVELATORI

Naturalmente è fondamentale che tali impianti siano correttamente progettati, nel rispetto della normativa tecnica applicabile; a tal proposito si rimanda ai paragrafi precedenti.

I sistemi di rivelazione ed allarme incendi si possono così definire funzionalmente:

- sistema di rivelazione incendi: "rivelare un incendio nel minor tempo possibile e fornire segnalazioni ed indicazioni";
- sistema di allarme incendi: "fornire segnalazioni ottiche o⁴ acustiche agli occupanti di un edificio".

Le due funzioni debbono essere combinate in un unico sistema.

Un'ulteriore differenziazione può essere fatta tra sistemi fissi *automatici* di rivelazione d'incendio, che hanno la funzione di rivelare e segnalare un incendio nel più breve tempo possibile, e sistemi fissi *manuali* di allarme incendio che consentono una segnalazione, nel caso l'incendio sia rilevato dagli occupanti.

Si illustrano, in rapida carrellata e per gli scopi della presente pubblicazione, rimandando per gli ulteriori approfondimenti alla letteratura specialistica, i principali componenti di un sistema IRAI.

³ La **rilevazione** è la misura di una grandezza legata ad un fenomeno causato dall'incendio; la **rivelazione**, invece, è l'apprendimento della notizia che si sta sviluppando l'incendio che viene rivelata al "sistema" (persona o impianto automatico) demandato all'intervento.

Le due definizioni sono spesso utilizzate in letteratura come sinonimi ed in alcune regole tecniche i due termini vengono utilizzati indifferentemente.

All'interno delle norme tecniche si fa riferimento al termine **rivelazione** e laddove è riportato il termine **rilevazione** esso va inteso come **rivelazione**.

⁴ Vedi par. G.1.24.2 - lett. e: la congiunzione "o" è usata come equivalente all'operatore logico "or" (le due condizioni possono valere sia alternativamente che contemporaneamente).

Secondo le previsioni della norma UNI 9795 "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio" prevede che un impianto di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio debba comprendere i seguenti componenti essenziali (vedi anche tab. S.7-3):

- rivelatori d'incendio;
- centrale di controllo e segnalazione;
- apparecchiatura di alimentazione;
- dispositivi d'allarme incendio;
- punti di segnalazione manuale.

Altri componenti, quali il comando del sistema automatico antincendio, i dispositivi di trasmissione dell'allarme incendio, la stazione di ricevimento dell'allarme incendio, ecc. svolgono funzioni secondarie (vedi anche tab. S.7-4).

Rivelatori d'incendio

Il dispositivo ha al suo interno un sensore che continuamente, o a intervalli ravvicinati, controlla un fenomeno chimico-fisico connesso all'incendio e fornisce un segnale correlato alla centrale di controllo e segnalazione. I rivelatori possono essere classificati in base al fenomeno chimico-fisico individuato; si distinguono pertanto:

1. rivelatori di fumo, sensibili alle particelle volatili e agli aerosol dei prodotti della combustione;
2. rivelatori di calore, sensibili all'aumento della temperatura;
3. rivelatori di fiamma, sensibili alla radiazione elettromagnetica emessa dalle fiamme di un incendio.

Esistono inoltre altre tipologie di rivelatori, per la descrizione dei quali si rimanda alla letteratura specializzata:

- ✓ rivelatori di gas, sensibili ai prodotti gassosi della combustione e della decomposizione termica;
- ✓ rivelatori multicriterio, sensibili a più di un fenomeno causati dall'incendio;
- ✓ rivelatori per condotte di ventilazione;
- ✓ rivelatori laser ad alta sensibilità;
- ✓ rivelatori ad aspirazione.



VARIE TIPOLOGIE DI RIVELATORI (DI FUMO, TERMICO, OTTICO-TERMICO, DI FIAMMA, LINEARE E DI GAS)

1. I rivelatori di fumo sono di due tipi:

- rivelatori ottici di fumo:
 - *a estinzione*, che utilizzano l'effetto fisico della riduzione dell'intensità luminosa di una sorgente di luce quando il relativo fascio viene colpito dal fumo;
 - *a diffusione*, che utilizzano lo stesso principio ma presentano uno schermo posto tra l'emettitore e il ricevitore; in condizioni normali, assenza di fumo, l'energia luminosa viene arrestata dallo schermo e non giunge sulla fotocellula.
- rivelatori ottici di fumo *a camera a ionizzazione*, che utilizzano una minima quantità di sostanza radioattiva (generalmente americio 241) che emette sia radiazione gamma che particelle alfa. Il materiale radioattivo fissa il valore della conducibilità elettrica della camera di rivelazione; se del fumo penetra nella camera, il valore di conducibilità cambia e si attiva il segnale di allarme.

2. I rivelatori di calore sono di due tipi:

- rivelatori termostatici, che sono dotati di un elemento sensibile tarato per una determinata temperatura. Tali rivelatori generano il segnale al raggiungimento di una temperatura prefissata (con l'ausilio, ad esempio, di un fusibile o di una lamina bimetallica). L'utilizzo di questo rivelatore risulta ideale dove si può prevedere, in caso d'incidente, un repentino innalzamento della temperatura;
- rivelatori termovelocimetrici, che dispongono di un elemento sensibile tarato per un determinato gradiente di temperatura, misurato in °C/sec.

Tali rivelatori generano una segnalazione di allarme non solamente al raggiungimento di una soglia prefissata, ma anche in base alla velocità di variazione della temperatura nell'ambiente.

Il vantaggio di questo sensore è quello di generare una segnalazione di allarme senza raggiungere le temperature tipiche dell'incendio poiché è l'aumento del gradiente di temperatura che genera l'allarme.

I rivelatori termovelocimetrici trovano un'applicazione ottimale in ambienti ad alta criticità per la presenza di polvere e per le emissioni di vapori e fumi.

In ambienti quali cucine o locali caldaie, dove repentini innalzamenti della temperatura sono del tutto normali, l'utilizzo di tali rivelatori risulta inadeguato.

3. I rivelatori ottici di fiamma sono dispositivi elettronici rivelatori di incendio che rispondono, istantaneamente, alle radiazioni termiche infrarosse emesse dal fuoco e sono progettati per ignorare altre fonti di luce e di radiazioni infrarosse rilevabili nell'ambiente, quali il sole, le lampade ecc.

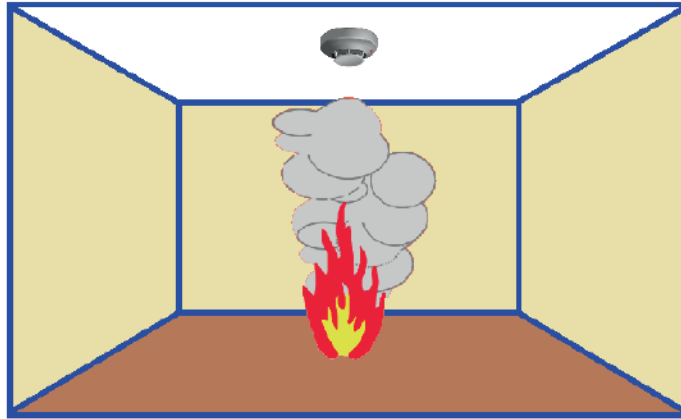
Tali rivelatori trovano un'ottimale applicazione nella protezione di ambienti dove sono allocati materiali contenenti carbonio e che bruciano con fiamma.

A livello progettuale, considerando quindi le ricadute sugli aspetti realizzativi, occorre considerare il più opportuno tra i diversi i metodi di rivelazione:

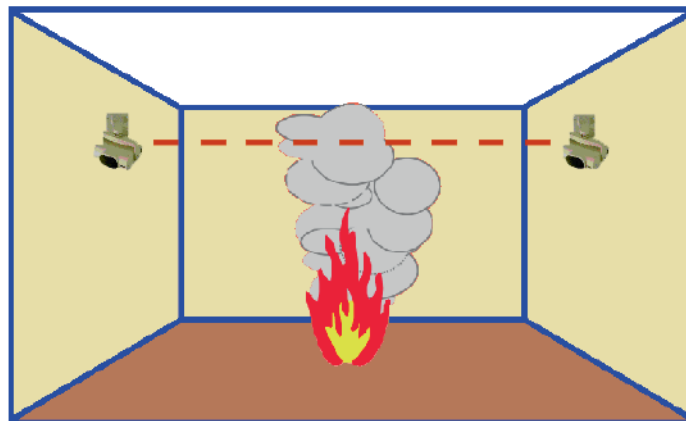
- statico: genera l'allarme se l'entità del fenomeno misurato supera il valore prestabilito per un tempo prefissato;
- differenziale: genera l'allarme se la differenza tra i livelli del fenomeno misurato in due, o più punti, supera il valore prestabilito per un periodo di tempo prefissato;
- velocimetrico: genera l'allarme se la velocità di variazione nel tempo del fenomeno misurato supera il valore prestabilito per un periodo di tempo prefissato.

La classificazione degli impianti può dipendere anche dal tipo di configurazione dei rivelatori:

- rivelatore puntiforme: risponde al fenomeno sorvegliato in prossimità di un punto fisso;
- rivelatore lineare: risponde al fenomeno sorvegliato in prossimità di una linea continua;
- rivelatore multipunto: risponde al fenomeno sorvegliato in prossimità di un certo numero di punti fissi.



I rivelatori puntiformi sono i più utilizzati in tutte le installazioni, dal civile al produttivo. Essi rispondono al fenomeno rivelato nelle vicinanze di una zona equiparabile a un punto fisso sorvegliato; fondamentale, pertanto, sarà accertarsi della inesistenza di ostacoli fra il rivelatore ed il possibile innesco. I rivelatori puntiformi presentano facilità d'installazione, trovando tuttavia un obiettivo limite nella dimensione delle aree da sorvegliare; in aree assai estese o piene di materiali allocati a pavimento, essi potrebbero risultare inadeguati.



I rivelatori lineari rispondono al fenomeno rivelato nell'ambito di un'area che segue un'ideale linea continua fissa. Essi funzionano sfruttando la riduzione dell'intensità luminosa causata dall'insorgenza del fumo. Infatti, i sensori contenuti nei dispositivi sono creati delle barriere orizzontali capaci di intercettare la corrente ascensionale dei fumi e gas caldi prodotti dalla combustione. I rivelatori lineari di fumo sono largamente utilizzati per la protezione di aree di smistamento di stazioni e aeroporti, di aree di produzione in ambito industriale e nei centri commerciali. Esiste anche la possibilità di installare tali rivelatori anche in senso verticale; ciò consente la protezione all'interno di campanili, torri e volumi simili, nonché la sorveglianza di cavedi, cunicoli e vani scala.

La scelta del tipo di rivelatori

La scelta dei rivelatori da utilizzare dovrà essere effettuata, in primis, in funzione del tipo di fuoco che, presumibilmente, ci si attende si possa sviluppare nell'ambiente e delle caratteristiche di quest'ultimo. Gli incendi si dividono tra *covanti* ed *aperti*; i primi sono caratterizzati dall'assenza della fiamma e non sono in grado di autoalimentarsi, i secondi sono in presenza di fiamma e si autoalimentano dopo l'accensione. L'analisi del tipo d'incendio, covante o aperto, in relazione al combustibile presente nell'ambiente da proteggere, può orientare verso un'oculata scelta del rivelatore d'incendio più idoneo.

Designazione TFn focolaio tipo	Tipo di fuoco	Caratteristiche				
		Sviluppo del calore	Correnti ascensionali	Emissione di fumo	Spettro di aerosol	Parte visibile
TF1	Fuoco aperto di cellulose (legno)	elevato	elevate	sì	principalmente invisibili	scura
TF2	Fuoco covante con pirolisi (legno)	trascurabile	deboli	sì	principalmente visibili	chiara, elevata dispersione
TF3	Fuoco covante con braci (cotone)	trascurabile	molto deboli	sì	principalmente invisibili	chiara, elevata dispersione
TF4	Fuoco aperto di materie plastiche (poliuretano)	elevato	elevate	sì	parzialmente invisibili	molto scura
TF5	Fuoco di combustibile liquido (n-eptano)	elevato	elevate	sì	principalmente invisibili	molto scura
TF6	Fuoco di combustibile liquido (alcol denaturato)	elevato	elevate	no	no	no

DESUNTO DALLE APPENDICI DELLA NORMA UNI EN 54-7

In linea generale, se in fase progettuale, in funzione dei combustibili presenti nell'ambiente da proteggere, si può prevedere un potenziale sviluppo *lento* dell'incendio, ci si potrà orientare verso rivelatori di fumo.

Viceversa, se si può prevedere un potenziale sviluppo rapido dell'incendio, i rivelatori più adatti potrebbero essere di tipo termico o di fiamma.

Inoltre, detto della differenza fra incendi covanti ed aperti, si segnala che l'azione esercitata dai fenomeni dell'incendio sull'elemento sensibile di rivelazione diminuisce con l'aumentare della distanza tra il focolaio d'incendio e il rivelatore; pertanto in ambienti che presentano una notevole altezza occorre considerare un ritardo nella segnalazione di allarme.

Altri fattori che condizionano la scelta e l'efficacia dei rivelatori sono rappresentati dalla polverosità dell'ambiente da proteggere, dalle influenze ambientali (correnti d'aria, umidità, escursioni termiche, ecc.), da possibili disturbi elettromagnetici, dalla presenza di campi elettrici, di vapori o di gas corrosivi, di fumi di lavorazioni ecc.

L'ulteriore vantaggio offerto dalla progettazione effettuata con il Codice, consiste nell'aver già dovuto appurare le modalità di crescita dell'incendio e dei materiali coinvolti, oltre che le caratteristiche geometriche dei locali dell'attività con l'analisi di rischio effettuata per poter determinare il parametro δ_α necessario a definire i profili di rischio R_{vita} (par. G.3.2).

Gli stessi elementi, pertanto, possono essere utilizzati per la scelta della tecnologia di rivelazione più idonea dei locali sorvegliati da un impianto IRAI.

La corretta scelta del rivelatore conferisce robustezza all'IRAI anche rispetto ai falsi allarmi: se, ad esempio, in autorimessa si scegliessero rivelatori di fumo, essendo il fumo un elemento di processo ordinario (gas di scarico delle autovetture) si genererebbero frequenti falsi allarmi.

Centrale di controllo e segnalazione

La centrale di controllo e segnalazione rappresenta il cuore dell'impianto IRAI; ad essa, infatti, sono collegati gli apparati di rivelazione e quelli di segnalazione.

La centrale va installata in ambiente presidiato o sorvegliato, in prossimità dell'ingresso, in locale provvisto di illuminazione di emergenza.

Il compito della centrale è quello di monitorare lo stato dell'impianto e di segnalare, localmente ed eventualmente in remoto, le condizioni di allarme incendio e quelle di malfunzionamento.

In sostanza, la centrale:

- riceve i segnali dai rivelatori stabilendo se essi corrispondono realmente ad una condizione di allarme incendio, individuando la zona allarmata e potenzialmente in pericolo;
- sorveglia il normale funzionamento del sistema, segnalando con dispositivi ottici e acustici eventuali allarmi e anomalie;
- inoltra il segnale di allarme ai dispositivi d'allarme incendio, alla stazione di ricevimento dell'allarme incendio e ai sistemi automatici antincendio.

Esistono due tipologie di centrale di controllo e segnalazione; centrali convenzionali e centrali analogiche indirizzate.

Le differenze principali fra i due sistemi attengono al diverso cablaggio e al tipo di sensori installati; la scelta del sistema è funzione delle dimensioni e delle prestazioni richieste dall'impianto IRAI.

Apparecchiatura di alimentazione

La normativa tecnica impone l'utilizzo di due alimentazioni, una *primaria* e una *secondaria*; l'alimentazione primaria, proveniente dalla rete pubblica, deve essere collegata a valle dell'interruttore generale e disporre di un circuito di alimentazione e organi di manovra e sezionamento dedicati esclusivamente all'impianto antincendio.

L'alimentazione secondaria è costituita da un alimentatore dedicato con batteria di accumulatori rispondente alla norma UNI EN 54-4.

L'alimentazione secondaria deve essere in grado di assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema, ininterrottamente, per un tempo pari alla somma dei tempi di intervento e di ripristino, e mai inferiore alle 24 ore.

Oltre le 24 ore l'alimentazione di riserva deve essere in grado di garantire il funzionamento di tutto il sistema per ulteriori 30 minuti.

Dispositivi d'allarme incendio

Tali dispositivi, da installare all'esterno della centrale di controllo e segnalazione, generano un allarme incendio, mediante sirene, campane, segnalazioni acustiche o visive (VAD Visual Alarm Device), ecc..

Le segnalazioni acustiche e luminose debbono essere distinguibili in modo chiaro ed inequivocabile rispetto ad altre segnalazioni esistenti nell'ambiente (es.: allarme guasto ascensore) e progettate al fine di evitare fenomeni di panico.



Punti di segnalazione manuale

L'azionamento del punto di segnalazione manuale richiede la rottura o lo spostamento di un elemento frangibile, installato sulla parte della superficie frontale del pulsante.

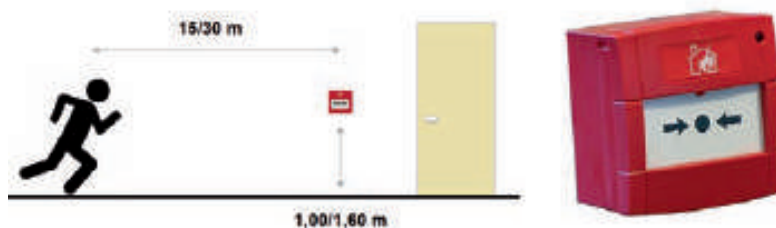
I punti di segnalazione manuale possono essere, pertanto:

- ad azionamento diretto, l'allarme è automatico: quando si rompe o si sposta l'elemento frangibile;
- ad azionamento indiretto, l'allarme richiede un azionamento manuale dopo la rottura o lo spostamento dell'elemento frangibile.

Un sistema fisso di segnalazione manuale d'incendio prevede, secondo la normativa tecnica, una suddivisione in zone dell'ambiente da sorvegliare che presentino una superficie inferiore ai 1600 m².

In ciascuna zona i punti di segnalazione manuale debbono essere raggiungibili mediante percorsi inferiori ai 30 m (rischio basso o medio) o ai 15 m (rischio alto).

Debbono essere installati almeno due pulsanti per zona, in posizione ben visibile e facilmente accessibile, ad un'altezza posta tra 1,00 m e 1,60 m.



Funzioni secondarie degli IRAI - componenti aggiuntivi (tab. S.7-4)

- ❖ Dispositivo di trasmissione dell'allarme incendio:

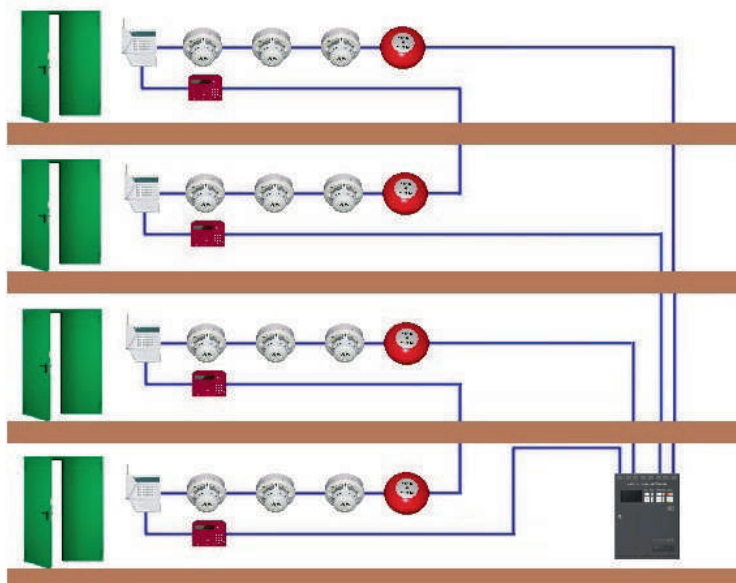
apparecchiatura intermedia (ad esempio combinatore telefonico o modem) che trasmette il segnale di allarme dalla centrale di controllo e segnalazione ad una stazione di ricezione dell'allarme stesso.
- ❖ Stazione di ricezione dell'allarme incendio:

centro dal quale possono essere avviate in qualsiasi momento le necessarie misure di protezione o di lotta all'Incendio.
- ❖ Comando del sistema automatico di protezione antincendio:

dispositivo automatico utilizzato per attivare il sistema automatico o le attrezzature di protezione contro l'incendio, dopo il ricevimento di un segnale emesso dalla centrale di controllo e segnalazione.
- ❖ Sistema automatico e attrezzature di protezione contro l'incendio, ad esempio:
 - *attivazione impianto fisso di spegnimento;*
 - *attivazione sistemi di evacuazione di fumo e calore;*
 - *attivazione fermi elettromagnetici di porte e serrande tagliafuoco;*
 - *azionamento impianto illuminazione di emergenza;*
 - *disattivazione impianti tecnici;*
 - *ecc.*
- ❖ Dispositivo di trasmissione del segnale di guasto:

apparecchiatura intermedia che trasmette un segnale di guasto dalla centrale di controllo e segnalazione ad una stazione di ricezione del segnale di guasto.
- ❖ Stazione di ricezione del segnale di guasto:

stazione dalla quale possono essere prese le necessarie misure correttive.
- ❖ Dispositivo di controllo e segnalazione allarmi vocali atto alla diffusione di informazioni volte ad informare e guidare gli occupanti l'area in allarme, al fine di evitare ambigue interpretazione dei segnali di allarme costituiti da toni acustici.
- ❖ Dispositivo di gestione ausiliaria nell'ambito dei sistemi per la gestione integrata di tutte le funzioni tecnologiche dell'edificio BMS (Building Management System).



11. Le soluzioni fornite dal Codice: misura antincendio S.7

MISURA ANTINCENDIO: S.7 RIVELAZIONE ED ALLARME



Il Codice tratta la problematica della rivelazione ed allarme nel capitolo S.7.

S.7.1 PREMESSA

1. Gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI), di seguito denominati impianti, nascono con l'obiettivo principale di rivelare un incendio quanto prima possibile e di lanciare l'allarme al fine di attivare le misure protettive (es. impianti automatici di controllo o estinzione, compartimentazione, evacuazione di fumi e calore,) e gestionali (es. piano e procedure di emergenza e di esodo) progettate e programmate in relazione all'incendio rivelato ed all'area ove tale principio di incendio si è sviluppato rispetto all'intera attività sorvegliata.
2. Gli impianti devono essere progettati, realizzati e mantenuti a regola d'arte secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.

Nota Le definizioni di regola d'arte, impianti di rivelazione e allarme degli incendi sono reperibili nel capitolo G.1.

Livelli di prestazione (tab. S.7-1)

Livello di prestazione	Descrizione
I	La rivelazione e allarme incendio è demandata agli occupanti
II	Segnalazione manuale e sistema d'allarme esteso a tutta l'attività
III	Rivelazione automatica estesa a porzioni dell'attività, sistema d'allarme, eventuale avvio automatico di sistemi di protezione attiva
IV	Rivelazione automatica estesa a tutta l'attività, sistema d'allarme, eventuale avvio automatico di sistemi di protezione attiva

Nella tab. S.7-2 sono riportati i criteri, generalmente accettati, per l'attribuzione all'attività dei livelli di prestazione della presente misura antincendio.

Nel par. dal S.7.4.1 sono indicate le soluzioni conformi e al par. S.7.4.2 quelle alternative.

Nel par. S.7.5 sono indicate una serie di indicazioni complementari inerenti la progettazione, l'installazione e l'esercizio degli impianti oggetto della misura.

Il par. S.7.7 si occupa della segnaletica a servizio degli impianti in questione.

Gli IRAI garantiranno le funzioni elencate nella tab. S.7-5, per il livello di prestazione richiesto:

Livello di prestazione	Aree sorvegliate	Funzioni minime degli IRAI		Funzioni di evacuazione e allarme	Funzioni di avvio protezione attiva ed arresto altri impianti
		Funzioni principali	Funzioni secondarie		
I	-	[1]		[2]	[3]
II	-	B, D, L, C	-	[5]	[3]
III	[8]	A, B, D, L, C,	E, F, G, H [4]	[5]	[3] o [7]
IV	Tutte	A, B, D, L, C,	E, F, G, H, M, N, O	[5] e [6]	[7]

- [1] Non sono previste funzioni, la rivelazione e l'allarme sono demandate agli occupanti.
 [2] 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.
 [3] Demandate a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
 [4] Non previste ove l'avvio dei sistemi di protezione attiva ed arresto altri impianti sia demandato a procedure operative nella pianificazione d'emergenza
 [5] 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, ...).
 [6] Per elevati affollamenti, geometrie complesse, sia previsto sistema EVAC secondo norme adottate dall'ente di normazione nazionale.
 [7] Automatiche su comando della centrale o mediante centrali autonome di azionamento (asservite alla centrale master), richiede le ulteriori funzioni E, F, G, H della tabella S.7-4.
 [8] Spazi comuni, vie d'esodo e spazi limitrofi, aree dei beni da proteggere, aree a rischio specifico.

Dove le funzioni, principali e secondarie, sono specificate nelle tabb. S.7-3 e S.7-4:

A, Rivelazione automatica dell'incendio
B, Funzione di controllo e segnalazione
D, Funzione di segnalazione manuale
L, Funzione di alimentazione
C, Funzione di allarme incendio

TAB. S.7-3: FUNZIONI PRINCIPALI DEGLI IRAI

E, Funzione di trasmissione dell'allarme incendio
F, Funzione di ricezione dell'allarme incendio
G, Funzione di comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio
H, Sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio
J, Funzione di trasmissione dei segnali di guasto
K, Funzione di ricezione dei segnali di guasto
M, Funzione di controllo e segnalazione degli allarmi vocali
N, Funzione di ingresso e uscita ausiliaria
O, Funzione di gestione ausiliaria (<i>building management</i>)

TAB. S.7-4: FUNZIONI SECONDARIE DEGLI IRAI

Alle specifiche procedure operative previste nella pianificazione d'emergenza potranno demandarsi, ad esempio, le funzioni di arresto di altri impianti tecnologici.

In ultimo si evidenzia che le funzioni principali debbono essere sempre implementate, mentre le funzioni secondarie debbono essere attuate solo se previste all'interno dell'attività.

Rivelazione ed allarme nell'ambito delle nuove RTV (Sez. V) - individuazione dei livelli di prestazione**Uffici (V.4)**

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m.i. 8 giugno 2016, la misura *rivelazione ed allarme* è disciplinata al par. V. 4.4.6, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.4-6 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Classificazione dell'attività	Classificazione dell'attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
OA	II [1]	II [1] [2]	II [1] [2]	III [2]	IV
OB	II [1] [2]	II [1] [2]	III [2]	IV	IV
OC	III [2]	III [2]	IV	IV	IV

[1] Se presenti, le aree TM, TK, TT devono essere sorvegliate da rivelazione automatica d'incendio (funzione A cap. S.7.)
 [2] Incremento di un livello di prestazione per attività aperte al pubblico

Alberghi (V.5)

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m. 9 agosto 2016, la misura *rivelazione ed allarme* è disciplinata al par. V. 5.4.7, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.5-6 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Classificazione dell'attività	Classificazione dell'attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
PA, PB	III	III	III [1]	III [1]	III [1]
PC	III	III	III [1]	IV	IV
PD, PE	IV	IV	IV	IV	IV

[1] Le funzioni E,F,G ed H devono essere automatiche su comando della centrale o con centrali autonome di azionamento asservite alla centrale master

Inoltre, per il livello di prestazione IV deve essere previsto un sistema EVAC.

Nelle aree TC, con presenza di apparecchi a fiamma libera (camini, stufe, ecc.) la funzione A di cui alla tab. S.7-5 deve comprendere anche i rivelatori di monossido di carbonio.

Scuole (V.7)

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m. 7 agosto 2017, la misura *rivelazione ed allarme* è disciplinata al par. V. 7.4.6, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.7-6 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Classificazione dell'attività	Classificazione dell'attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
OA	I [2]	II [1]	III	III	IV
OB	II [1]	II [1]	III	IV	IV
OC	III	III	IV	IV	IV
OD	III	III	IV	IV	IV
OE	IV				

[1] Se presenti, le aree TM, TK, TT devono essere sorvegliate da rivelazione automatica d'incendio (funzione A cap. S.7.)
 [2] Il livello di prestazione I può essere garantito anche dallo stesso impianto a campanelli usato normalmente per l'attività scolastica, purché sia convenuto e codificato, nella pianificazione di emergenza (cap. S.5), un particolare suono.

Attività commerciali (V.8)

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m. 23 novembre 2018, la misura *rivelazione ed allarme* è disciplinata al par. V. 8.5.7, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.8-9 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Classificazione dell'attività	Classificazione dell'attività			
	HA	HB	HC	HD
AA	III [1], [2]	III [2]		IV
AB, AC	III [2]	IV		
AD, AE	IV			

[1] Per attività con carico d'incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/mq o ubicata in un'opera da costruzione monopiano è consentito il livello di prestazione II
 [2] Le eventuali funzioni E, F, G ed H devono essere automatiche su comando della centrale o con centrali autonome di azionamento asservite alla centrale master

Per il livello di prestazione IV deve essere previsto il sistema EVAC esteso almeno alle aree TA.

Nota: Le RTV forniscono solo indicazioni complementari o sostitutive alle soluzioni conformi della RTO; il ricorso a soluzioni alternative è sempre ammesso anche per attività dotate di RTV.

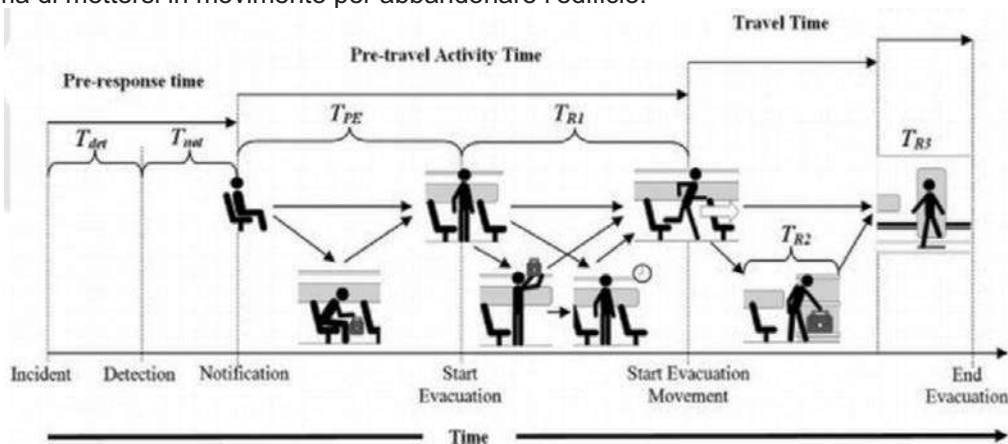
Osservazione

Un EVAC (*Emergency Voice Alarm Communications*) è un sistema di allarme vocale per scopi d'emergenza che avvisa gli occupanti di un pericolo che può richiedere la loro evacuazione dall'edificio, in condizioni di sicurezza e in maniera ordinato; esso funziona sia manualmente che automaticamente.

Pertanto le apparecchiature per avvisare gli occupanti dell'edificio devono funzionare dopo che il pericolo è stato individuato.

I sistemi vocali sono preferibili ai dispositivi sonori o campane per trasmettere una serie di avvertenze codificate che è difficile comunicare con dispositivi sonori o campane.

La diffusione vocale degli allarmi, infatti, consente di ridurre il tempo di attività di pre-movimento (PTAT *Pre Travel Activity Times*), ovvero il tempo che gli occupanti impiegano per percepire e riconoscere il segnale di allarme prima di mettersi in movimento per abbandonare l'edificio.



Al verificarsi di un'emergenza-incendio l'EVAC deve essere messo in condizione di diffondere l'allarme vocale, manualmente o automaticamente, dopo il ritardo pre-programmato, stabilito nella pianificazione di emergenza (vedi norma UNI ISO 7240-19: 2010 "Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza").

Un sistema di allarme vocale può essere utilizzato in un'ampia varietà di applicazioni, da piccoli negozi a siti produttivi, da palazzi uffici a grandi stadi, aeroporti e centri commerciali. Le quattro categorie previste dalla norma UNI ISO 7240-19 sono basate sulle modalità di evacuazione, sul rischio e sul livello di competenze del personale.

12. Controllo di fumi e calore

Nella progettazione della sicurezza antincendio la misura antincendio in questione gioca un ruolo fondamentale; a tal proposito il riferimento progettuale per i *sistemi per l'evacuazione di fumo e calore* (SEFC), durante tutte le fasi dell'incendio e sino a flashover, è costituito dalle norme UNI 9494 parti 1 e 2.

Peraltro (vedi par. S.8.1) tale misura antincendio si attua anche attraverso le *aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza* per allontanare i prodotti della combustione all'esterno dell'attività da proteggere durante le operazioni di estinzione dell'incendio da parte delle squadre di soccorso.

Come evidenziato al par. 8.1.2, i SEFC creano e mantengono uno strato d'aria sostanzialmente indisturbato nella porzione inferiore dell'ambiente protetto mediante l'evacuazione di fumo e calore prodotti dall'incendio. Inoltre concorrono a mantenere le vie di esodo libere da fumo, agevolando le operazioni antincendio, ritardando o prevenendo il flashover, limitando i danni agli impianti ed al contenuto dell'ambiente protetto causati dalle sostanze tossiche corrosive originate dalla combustione, riducendo gli effetti termici sulle strutture dell'ambiente protetto.

La protezione antincendio mediante tali sistemi assume un'importanza capitale considerato che, generalmente, in un incendio si registra il maggior numero di vittime dovuto ad intossicazione piuttosto che per l'esposizione diretta alle fiamme.

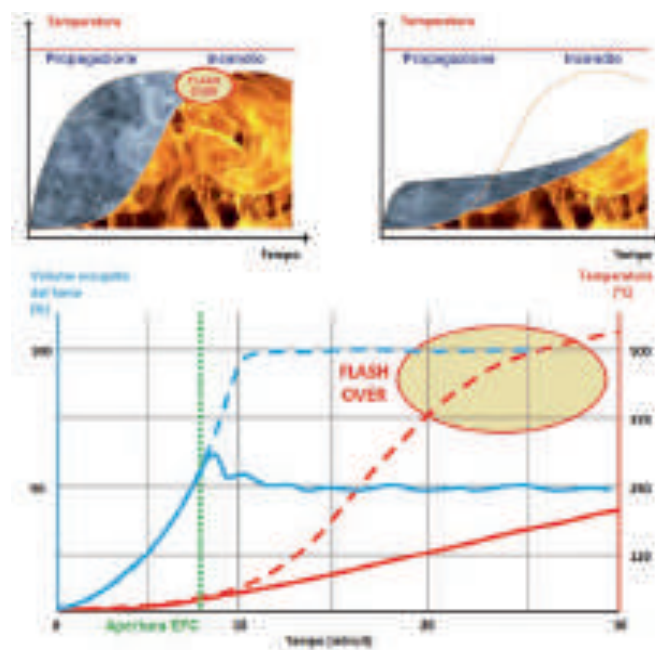
Inoltre, condizioni di visibilità praticamente nulla concorrono a determinare fenomeni di disorientamento tra gli occupanti, con conseguente aggravio della criticità delle operazioni di soccorso.

Come noto infatti, nel progredire di un incendio, a partire dalla fase di innesco, vengono prodotti quantità di fumo e calore, talvolta anche considerevoli.

Il fumo, invadendo i volumi a disposizione, ben presto azzerla la visibilità e ostacola la respirazione degli occupanti rendendo difficoltosa l'individuazione delle vie di esodo e più ostiche le operazioni di soccorso.

Peraltro il calore accumulato raggiunge in breve tempo valori di temperatura molto alti che, oltre ai potenziali danni agli occupanti del compartimento o addirittura di compartimenti separati da quello nel quale si sia innescato l'incendio, può anche danneggiare irreparabilmente le costruzioni e gli impianti, fino a provocare i cedimenti strutturali con esiti nefasti.

Si comprende, pertanto, come nella progettazione antincendio risulti fondamentale prevedere un sistema di ventilazione ed estrazione dei fumi.



VARIAZIONE NEL TEMPO DEL FLASHOVER A SECONDA DELL'INTERVENTO DEL SISTEMA EFC

Le due tipologie di impianti SEFC di evacuazione fumo e calore sono:

- sistemi naturali (SEFC) che mantengono a pavimento uno strato di aria libera al di sopra del quale galleggia lo strato di fumo e gas caldi che vengono convogliati all'esterno spinti dalla stratificazione termica dei gas caldi;

→ sistemi forzati (SEFFC) sono sistemi di estrazione meccanici costituiti da almeno un evacuatore fumo in grado di convogliare verso l'esterno i gas generati dall'incendio in modo indipendente dalla spinta di galleggiamento risultante dalla differenza di densità.

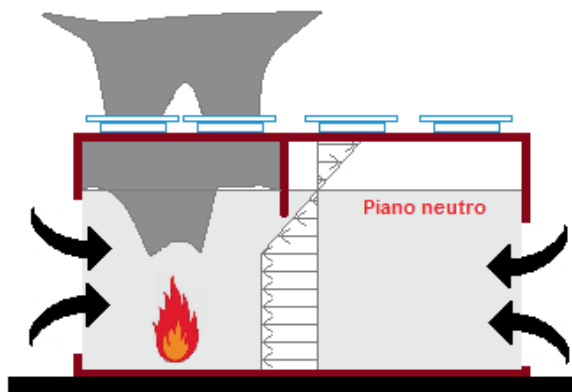
Sistemi ad evacuazione naturale (SENFC) - norma UNI 9494-1

Il principio fisico su cui si basa il funzionamento di un sistema ad evacuazione naturale di fumo e calore è quello della stratificazione dei fumi e dei gas caldi.

Il SENFC deve essere progettato al fine di raggiungere l'equilibrio fra l'aria in entrata e la quantità di fumo e calore in uscita e di garantire il rispetto della quota del piano neutro.

Durante l'incendio, infatti, si vengono a creare due zone, una di pressione e una di depressione; tali zone risultano separate da una superficie detta *piano neutro*.

Inferiormente al piano neutro permane una zona libera dai fumi, che interessa in quanto permette il sicuro esodo degli occupanti e l'intervento delle squadre di soccorso.



Tanto premesso, risulta evidente che la determinazione esatta delle superfici (e della relativa ubicazione) necessarie a garantire l'immissione dell'aria fresca appare fondamentale per la corretta progettazione e realizzazione del SENFC.

Gli evacuatori naturali di fumo e calore (ENFC) si debbono aprire in caso d'incendio, indipendentemente dalle condizioni ambientali (temperature rigide, condizioni di vento avverso, ecc.), al fine di agevolare la fuoriuscita dei fumi e dei gas caldi generati durante l'incendio.

Si distinguono, essenzialmente, due tipologie di ENFC:

- evacuatori da copertura (piane, inclinate o a shed);
- evacuatori da parete.



ENFC DA COPERTURA

La presenza del vento può peggiorare l'efficienza del ENFC, rendendo talvolta controindicata l'installazione. Per il corretto funzionamento del sistema, gli ENFC di un compartimento dovranno aprirsi contemporaneamente alle *prese d'aria al piede* presenti al fine di far entrare l'aria esterna fredda e pulita.

L'apertura contestuale permette una più rapida stratificazione dei fumi e dei gas caldi fino al raggiungimento dell'equilibrio e dell'altezza libera da fumo fissata.

L'apertura contemporanea degli evacuatori viene garantita mediante un controllo remoto; l'attivazione del ENFC, può avvenire con diverse modalità, eventualmente coesistenti:

- pneumatica, che prevede un box di azionamento manuale e delle tubazioni resistenti alle alte temperature e pressioni, che alimentano gli ENFC in caso di incendio o per la ventilazione ordinaria;
- elettrica, con attuatore pirotecnico; il segnale viene inviato dalla stazione di comando, si rompe l'ampolla termosensibile installata sul ENFC, provocando la foratura della cartuccia di CO₂ alloggiata sul ENFC.

La funzione dei SENFC, in definitiva, non sarà quella di far fuoriuscire la maggiore quantità di fumi caldi possibile, ma la quantità necessaria per scongiurare la creazione di moti turbolenti in ingresso e in uscita.



SISTEMA SENFC

Un altro dispositivo che può concorrere all'ottimale funzionamento del sistema è rappresentato dalle barriere al fumo mobili.

Atteso, infatti, che nel progredire dell'incendio i fumi ascisi in prossimità dei soffitti tendono poi a raffreddarsi e a scendere al di sotto della zona dove possono essere respirati, queste barriere favoriscono l'evacuazione degli effluenti prodotti dall'incendio, consentendo un sicuro esodo degli occupanti.



BARRIERE AL FUMO E AL FUOCO

Sistemi ad evacuazione forzata (SEFFC) - norma UNI 9494-2

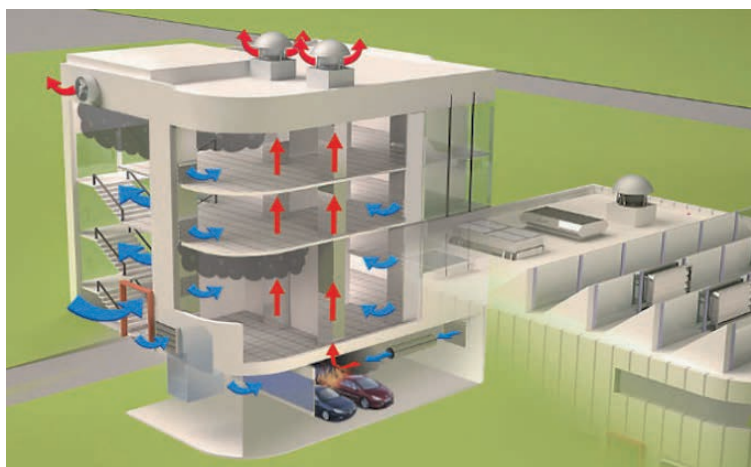
Laddove circostanze legate a vincoli architettonici (edifici multipiano, ambienti interrati, inaccessibilità della copertura, ecc.) o ambientali non permettano la realizzazione di un SENFC, i sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore rappresentano un'efficace alternativa per la soluzione del problema del convogliamento verso l'esterno dei fumi nocivi e dei gas caldi prodotti dall'incendio. Nei SEFFC, rispetto ai SENFC, la movimentazione dei fumi caldi si ottiene tramite ventilatori azionati elettricamente.

L'afflusso dell'aria esterna può essere tanto motorizzata quanto naturale per semplice depressione interna.

La progettazione delle due tipologie di sistemi parte da presupposti diversi; infatti, mentre nei SENFC la portata è funzione della temperatura dei fumi (portata autoregolante), nei SEFFC la portata è dimensionata nel progetto (portata fissa).

Conseguentemente, un SENFC all'aumentare della temperatura dei fumi aumenta l'efficienza, un SEFFC, all'opposto, all'aumentare della temperatura perde di efficienza.

Ovviamente, il SEFFC necessita di un impianto elettrico indipendente, che garantisca il funzionamento del sistema anche in caso di black out (alimentazione di sicurezza, vedi cap. S.10 del Codice).



SISTEMA SEFFC

Il dispositivo fondamentale nei SEFFC è costituito dal ventilatore che ha una vera e propria funzione di EFC; infatti, esso estrae i fumi e i gas caldi imprimendo loro una spinta addizionale, con l'obiettivo di garantire la creazione ed il mantenimento di uno strato libero da fumo.

Un'altra peculiarità dei SEFFC è quella di essere in grado di estrarre, a partire dalle prime fasi dell'incendio, anche i fumi freddi (temperature < 72 °C).

I SEFFC possono essere utilizzabili anche in impianti ibridi (dual purpose), svolgendo anche la funzione di aerazione ordinaria e miglioramento del confort ambientale.

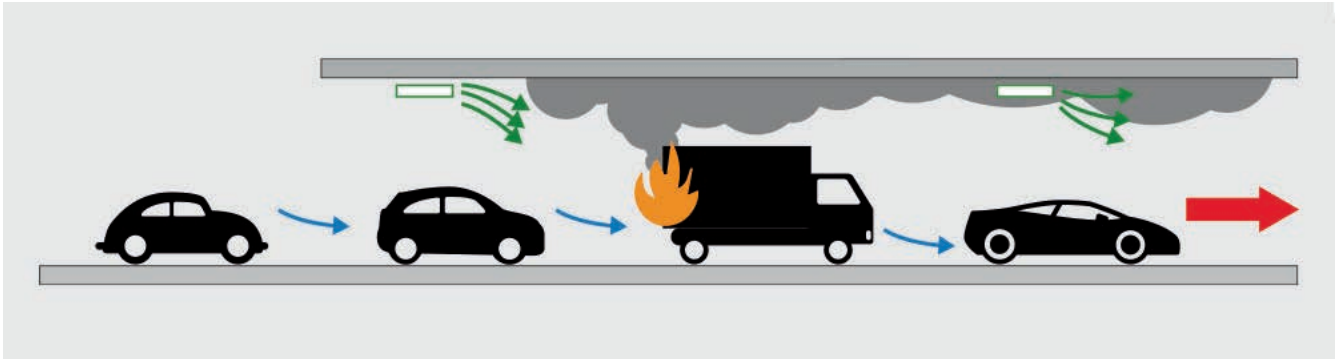
I ventilatori sono classificati in *assiali* e *centrifughi*, in funzione della forma del flusso e, in base alle caratteristiche di installazione, in ventilatori *a parete*, *a tetto* (torrini di estrazione) e *a impulso*.



Un sistema SEFFC comprende poi altri dispositivi quali condotte, cortine a soffitto, serrande e centrale di controllo.

I sistemi di ventilazione a impulso (jet fans)

I sistemi in questione sono largamente utilizzati al fine di assicurare un'adeguata ventilazione in ambienti chiusi, quali le autorimesse, senza dover realizzare delle impegnative opere impiantistiche a livello di canalizzazioni, che sono sostituite da appositi ventilatori a impulso detti anche jet fans sulla scia dell'esperienza maturata nelle gallerie stradali.



Un classico sistema di ventilazione a impulso, a servizio di un'autostrada, è costituito da:

- ventilatori a impulso o jet fans;
- ventole di estrazione principali;
- sistema di rivelazione dei fumi e calore;
- sistema di rivelazione del monossido di carbonio;
- attuatori e serrande di estrazione;
- canalizzazioni di uscita;
- pannello di controllo principale;
- interruttore generale di emergenza.

I rivelatori di fumo e di monossido di carbonio, in maniera costante, operano il monitoraggio dei parametri ambientali, fornendo le necessarie informazioni al sistema di controllo dei fumi, per il tramite del pannello di controllo principale che gestisce le interfacce collegate, in maniera da poter assicurare la perfetta efficienza del sistema.

Al ricevimento del segnale di allarme dai rivelatori, il pannello di controllo principale abilita il sistema fornendo portata e direzionalità al movimento dell'aria necessarie ai ventilatori.

I ventilatori a impulso, infatti, in funzione della posizione del focolaio d'incendio, presiedono al corretto convogliamento dei fumi all'interno dell'autostrada, mentre le ventole di estrazione principali garantiscono il richiesto livello di ricambio orario.

I ventilatori a impulso, grazie al getto d'uscita, producono un cono d'aria che, catturando il fumo, lo indirizza verso il punto di estrazione; tale fenomeno limita la diffusione dei fumi caldi e, di conseguenza, la propagazione dell'incendio.

I fumi vengono quindi avviati alle griglie di estrazione, tramite il percorso più breve, in maniera da evitare il rischio che, nel loro percorso, essi transitino in aree non interessate dall'incendio.

In definitiva, appare fondamentale la corretta determinazione, in sede progettuale, del numero e della localizzazione dei rivelatori di fumo e calore.

A tale scopo, nelle autostrade, sono spesso utilizzati rilevatori multifunzione che sono in grado di rilevare anche le emissioni iniziali di monossido di carbonio (ad esempio provenienti da un principio di incendio avente origine all'interno di un veicolo) e che, quindi, permettono al sistema di reagire praticamente in tempo reale.



INSTALLAZIONE SISTEMA JET FANS

Parimenti, anche il numero dei ventilatori deve essere correttamente ponderato in quanto un'eventuale sovrabbondanza potrebbe causare delle repentine turbolenze capaci di diffondere i fumi in maniera indiscriminata nell'ambiente.

Anche per tale motivo, è opportuno considerare una messa in funzione dei ventilatori parzializzata a seconda delle esigenze operative riscontrabili dal sistema.

Il vantaggio principale di un tale tipo di sistema di ventilazione è quello che il fumo viene controllato e indirizzato, in maniera preordinata, senza invadere l'intero compartimento antincendio ed evitando la contaminazione delle vie di esodo, che rimangono visibili e fruibili, anche ai fini dell'individuazione del focolaio d'incendio da parte delle squadre di soccorso.

L'azionamento dei jet fans deve essere opportunamente progettato e coordinato con le procedure di esodo. In generale, l'azionamento del jet fan verso una zona del compartimento deve avvenire solamente dopo aver verificato ed assicurato l'assenza di occupanti nella zona selezionata.

Al fine di stabilire posizione e portata dei jet fans, in funzione dei possibili scenari d'incendio di progetto è fondamentale uno studio fluidodinamico.

Pertanto il loro utilizzo rientra nell'ambito delle soluzioni alternative previste dal Codice per la misura S.8.

Osservazione

Al fine di considerare le modalità di ventilazione meccanica orizzontale dei fumi e calore in caso di incendio, la revisione del Codice introdurrà, nella misura S.8, gli SVOF (Sistemi di Ventilazione Orizzontale Forzata).

Gli SVOF hanno lo scopo di smaltire i prodotti della combustione al fine di rendere disponibile alle squadre di soccorso un punto di accesso libero dal fumo e dal calore sino ad un punto prossimo al focolaio d'incendio.

Nella predetta revisione viene sottolineato come gli SVOF non abbiano la funzione di creare un adeguato strato libero dai fumi durante lo sviluppo dell'incendio; essi, infatti, possono perturbare la stratificazione di fumo e calore, in particolare nel compartimento di primo innesco dell'incendio.

In conclusione gli SFOV, realizzati ad esempio con dei Jet Fan, non possono garantire il livello III di prestazione di S.8 (pertanto non sono considerati SEFC).

Smaltimento di fumo e calore d'emergenza

La misura antincendio di che trattasi può essere attuata mediante la realizzazione di *aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza* per allontanare i prodotti della combustione durante le operazioni di estinzione dell'incendio da parte delle squadre di soccorso (vedi par. S.8.1.1).

A differenza dei SEFC, infatti, lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza, non essendo un *sistema* di gestione dei fumi, non ha la funzione di creare un adeguato strato libero dai fumi durante lo sviluppo dell'incendio, ma solamente quella di agevolare le operazioni di estinzione da parte dei soccorritori.

Lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza viene operato per il tramite delle aperture di smaltimento dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'edificio.

Tali aperture (vedi par. S.8.1.2) coincidono generalmente con quelle già ordinariamente disponibili per la funzionalità dell'attività (es.: finestre, lucernari, porte, ecc.).

Al par. S.8.5 sono fornite le indicazioni per il dimensionamento, la realizzazione e la distribuzione delle aperture di smaltimento in relazione all'attività da proteggere.

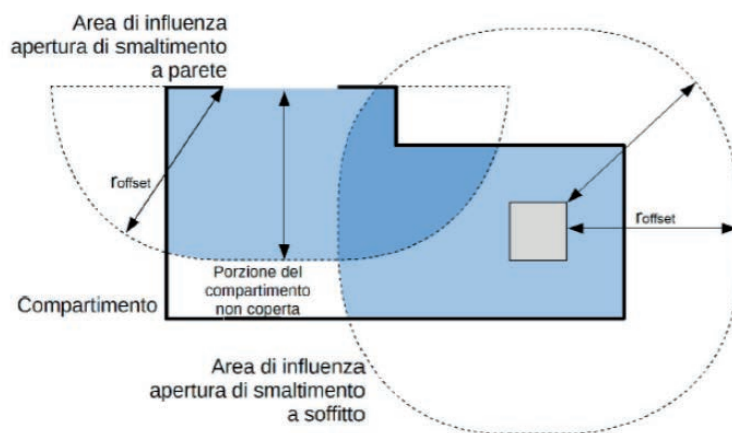
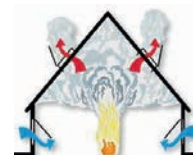


ILLUSTRAZIONE S.8-1 - VERIFICA DELL'UNIFORME DISTRIBUZIONE IN PIANTA DELLE APERTURE DI SMALTIMENTO

L'Appendice G della norma UNI 9494-1 (*smaltimento di fumo e calore di emergenza*) per SENFC e l'Appendice H della norma UNI 9494-2 (*requisiti dei sistemi meccanici per lo smaltimento di fumo e calore di emergenza*) per SEFFC, forniscono indicazioni per il dimensionamento dei sistemi di smaltimento del fumo e del calore in caso di emergenza ricorrendo a componenti EFC certificati e possono essere impiegate quale soluzioni alternative per il livello II di prestazione della misura S.8.

13. Le soluzioni fornite dal Codice: la misura antincendio S.8


MISURA ANTINCENDIO: S.8 CONTROLLO FUMI E CALORE

Il Codice tratta la problematica del controllo fumi e calore nel capitolo S.8.

S.8.1 PREMESSA

1. La misura antincendio di controllo di fumo e calore ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per consentire il controllo, l'evacuazione o lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio.
2. In generale, la misura antincendio di cui al presente capitolo si attua attraverso la realizzazione di:
 - a. *aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza* per allontanare i prodotti della combustione durante le operazioni di estinzione dell'incendio da parte delle squadre di soccorso;
 - b. *sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC)* per l'evacuazione controllata dei prodotti della combustione durante tutte le fasi dell'incendio.
3. I sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC), di seguito denominati impianti, devono essere progettati, realizzati e mantenuti a regola d'arte secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.

Nota Le definizioni di regola d'arte e di impianti di controllo fumo e calore sono reperibili nel capitolo G.1.

I presidi per il controllo di fumi e calore sono suddivisi, nel Codice, in due categorie (lett. a. e b. del comma 2 del par. S.8.1):

S.8.1.1 SMALTIMENTO DI FUMO E CALORE D'EMERGENZA

1. A differenza dei SEFC, correttamente dimensionati, lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza non ha la funzione di creare un adeguato strato libero dai fumi durante lo sviluppo dell'incendio, ma solo quello di facilitare l'opera di estinzione dei soccorritori.
2. Lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza è operato per mezzo di aperture di smaltimento dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'edificio. *Tali aperture coincidono generalmente con quelle già ordinariamente disponibili per la funzionalità dell'attività (es. finestre, lucernari, porte, ...).*

S.8.1.2 SISTEMI PER L'EVACUAZIONE DI FUMO E CALORE (SEFC)

1. I SEFC creano e mantengono uno strato d'aria sostanzialmente indisturbato nella porzione inferiore dell'ambiente protetto mediante l'evacuazione di fumo e calore prodotti dall'incendio.
2. I SEFC aiutano a mantenere le vie di esodo libere da fumo, agevolano le operazioni antincendio, ritardano o prevengono il flashover e quindi la generalizzazione dell'incendio, limitano i danni agli impianti ed al contenuto dell'ambiente protetto, riducono gli effetti termici sulle strutture dell'ambiente protetto.
3. Si distinguono: SEFC ad evacuazione naturale (SEFC) e SEFC ad evacuazione forzata (SEFFC).

Livelli di prestazione (tab. S.8-1)

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Deve essere possibile smaltire fumi e calore dell'incendio da piani e locali del compartimento durante le operazioni di estinzione condotte dalle squadre di soccorso
III	Deve essere mantenuto nel compartimento uno strato libero dai fumi che permetta: <ul style="list-style-type: none"> la salvaguardia degli occupanti e delle squadre di soccorso, la protezione dei beni, se richiesta. Fumi e calore generati nel compartimento non devono propagarsi ai compartimenti limitrofi

Nella tab. S.8-2 sono riportati i criteri, generalmente accettati, per l'attribuzione all'attività dei livelli di prestazione della presente misura antincendio.

Nei paragrafi S.8.4.1 e S.8.4.2 sono indicate le soluzioni conformi e nei paragrafi S.8.4.3 e S.8.4.4 quelle alternative.

Nel par. S.8.5 sono indicate le caratteristiche delle aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza, con riferimento al dimensionamento, realizzazione e gestione nell'ambito del piano di emergenza.

Nel par. S.8.6 sono indicate una serie di indicazioni complementari inerenti la progettazione, l'installazione e l'esercizio degli impianti oggetto della misura.

Il par. S.8.7 si occupa della segnaletica a servizio dei presidi antincendio.

Controllo fumi e calore nell'ambito delle nuove RTV (Sez. V) - individuazione dei livelli di prestazione

Autorimesse (V.6)

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m. 21 febbraio 2017, la misura controllo fumi e calore è disciplinata al par. V. 6.5.7, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.6-4 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Classificazione dell'attività		Classificazione dell'attività						
		SA			SB			SC
		AA	AB	AC	AD	AA	AB	
Fuori terra	HA HB HC HD	II						III
Interrate	HA HB	II	III	II	III			
	HC HD	III						

Inoltre è previsto che:

- l'altezza media delle aree TA non deve essere inferiore a 2 m;
- è considerata soluzione conforme per il livello di prestazione II (Capitolo S.8), lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza dimensionato in accordo con le indicazioni di cui ai successivi punti 5, 6, 7 e 8;
- il livello di prestazione III (Capitolo S.8) deve prevedere un sistema progettato, realizzato ed esercito a regola d'arte (paragrafo G.1.14) e con le indicazioni di cui al successivo punto 9;
- per le aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza deve essere impiegato il tipo di dimensionamento SE3, a prescindere dal valore del carico di incendio specifico q_f ;
- per autorimesse di tipo AA e HA aventi altezza media dei locali non inferiore a 2,20 m e per quelle di tipo AB e HB aventi altezza media dei locali non inferiore a 2,40 m, può essere impiegata la formula $SE = [(A \cdot q_f) / 20000 + A / 100]$, con il requisito aggiuntivo che almeno il 10% sia di tipo SEa, SEb o SEc;
- ciascuna apertura di smaltimento deve avere superficie minima pari a 0,2 m²;

- l'uniforme distribuzione in pianta delle aperture di smaltimento deve essere verificata impiegando il *metodo delle aree di influenza* (Capitolo S.8) ed imponendo contemporaneamente:
 - a) raggio di influenza r_{offset} pari a 20 m per *tutte* le tipologie di aperture di smaltimento;
 - b) raggio di influenza r_{offset} pari a 30 m per le sole aperture di smaltimento SEa, SEb, SEc.
- *Nota: Si intende garantire uniforme distribuzione anche delle aperture di smaltimento permanentemente aperte (SEa) o facilmente apribili (SEb, SEc).*
- *Nota: Qualora non sia verificata l'uniforme distribuzione in pianta delle aperture di smaltimento si impiega il livello di prestazione III.*
- in caso di installazione di un sistema di controllo di fumo e calore, deve essere previsto un quadro di comando e controllo in posizione protetta e segnalata presso il piano d'accesso per soccorritori, in grado di realizzare e segnalare il ciclo di apertura/chiusura del sistema naturale di controllo del fumo e calore o marcia/arresto del sistema forzato di controllo del fumo e calore.
 - *Nota: Le squadre di soccorso devono avere la possibilità di comandare il funzionamento dei Sistemi di controllo del fumo e calore durante l'incendio.*
 - *Nota: La funzione di controllo del fumo e calore e di aerazione ordinaria può essere svolta dallo stesso impianto a doppio impiego (dual-purpose).*

Attività commerciali (V.8)

A seguito dell'avvento della nuova RTV di cui al d.m. 23 novembre 2018, la misura *controllo fumi e calore* è disciplinata al par. V. 8.5.8, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.810 che fornisce i livelli di prestazione richiesti per le aree TA, in funzione della classificazione dell'attività:

Classificazione dell'attività	Condizione	Livello di prestazione
AA	Nessuna	II
AB, AC	Carico d'incendio specifico $q_f < 600$ MJ/mq e velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio $\delta_a < 3$ (Capitolo G.3)	II
AB, AC, AD, AE	Nessuna	III

Nota: Le RTV forniscono solo indicazioni complementari o sostitutive alle soluzioni conformi della RTO; il ricorso a soluzioni alternative è sempre ammesso anche per attività dotate di RTV.

Caso studio 1: progetto di un impianto di spegnimento idrico ad idranti

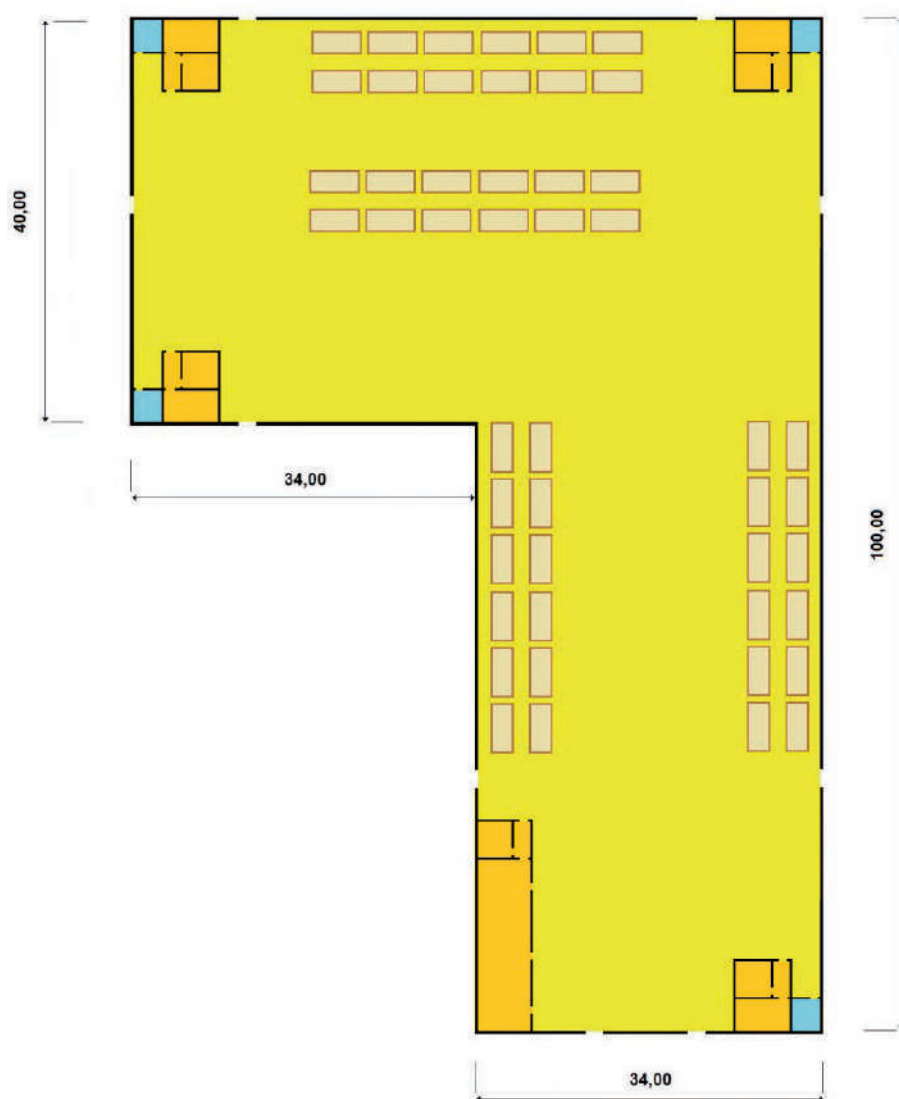
Descrizione

Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un capannone di nuova realizzazione, il progetto di un impianto di spegnimento idrico ad idranti secondo le prescrizioni di cui al cap. S.6.

Il capannone è sede di un'officina meccanica nella quale si eseguono lavorazioni sia manuali che con l'ausilio di appositi macchinari; gli addetti provvedono al montaggio finale dei semilavorati provenienti dall'esterno, assemblando i vari componenti e pervenendo al prodotto finito.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche del capannone	Vedi planimetria (A = 4760 m ²)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti prefabbricate in C.A.



Schema planimetrico del capannone

Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Numero addetti	28 (non è prevista la presenza di persone disabili)

Profilo di rischio R_{vita}	A3 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R_{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite di piano	9 aventi $L = 3,50$ m; $h = 2,30$ m (par. S.4.8.3)
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) ► Livello III di prestazione (par. S.6.6.2) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Presente H 24

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel capannone si è determinato, in via approssimativa, il valore del carico di incendio specifico q_f pari a $460,9$ MJ/m² (vedi par. S.2.9).

Compartimento antincendio capannone	Superficie in pianta lorda A (1) (m ²)	Materiale combustibile	m_i	Ψ_i	Quantità	u.m.	Potere calor. inf. H_i (MJ/kg)	u.m.	Carico d'incendio $q = \sum g_i H_i m_i \Psi_i$ (MJ)	Carico d'incendio specifico $q_f = q/A$ (MJ/m ²)	(kg _{eq} /m ²)
	4.760	pallets in legno	0,8	1	10.000	kg	18,48	MJ/kg	147.840		
		scatole di cartone	0,8	1	5.000	kg	18,48	MJ/kg	73.920		
		materiali plastici	1	1	25.000	kg	29,88	MJ/kg	747.000		
		arredi e banchi da lavoro	0,8	1	4.000	kg	18,48	MJ/kg	59.136		
		semilavorati in polipropilene	1	1	15.000	kg	46,00	MJ/kg	690.000		
		prodotti vernicianti	1	1	3.500	kg	29,40	MJ/kg	102.900		
		macchine da officina	1	1	300	m ²	170,00	MJ/m ²	51.000		
		componenti impianti tecnologici (2)	1	1	7.000	kg	46,00	MJ/kg	322.000		
									totale	2.193.796	460,9
											24,9

Note:

- 1 Nel caso di distribuzione non uniforme del carico di incendio è l'area in cui è concentrato il materiale combustibile;
- 2 Si consideri che la quantità di plastica è circa il 70% del peso complessivo dei componenti elettrici immagazzinati (cavi e componenti vari per impianti elettrici), che per la rimanente parte sono incombustibili.

Pertanto, il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ risulta pari a:

$$q_{f,d} = q_f \times \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n = 460,9 \times 1,60 \times 1,00 \times 0,61 = 451,3 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,60$ ($A = 4760$ m²);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n2} \times \delta_{n7} \times \delta_{n9} = 0,80 \times 0,90 \times 0,85 = 0,61$

A tale valore di $q_{f,d}$ corrisponde una classe minima di resistenza al fuoco pari a 45 (vedi par. S.2.4.3)⁵.

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, non normata, classificata al punto 54.1.B dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Officina meccanica per lavorazioni a freddo con oltre 25 addetti - fino a 50 addetti".

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare l'impianto antincendio, integrato dalla protezione di base (par. S.6.2), verificando che esso rappresenti una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (III) e che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 10779 per il livello di pericolosità (2).

Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = A3$	Attribuzione del livello di prestazione S.6	III
	$R_{beni} = 1$		

⁵ La necessità di installare un impianto idrico antincendio, così come un altro impianto di protezione attiva, può derivare anche dalla necessità di ridurre il $q_{f,d}$ e la conseguente classe di resistenza al fuoco nel caso di adozione del corrispondente livello III di prestazione. Tale considerazione può ritenersi valida per tutti i casi studio seguenti.

Progetto dell'impianto di spegnimento idrico ad idranti

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.6, alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI 10779:2014	Impianti di estinzione incendi - Reti di Idranti
UNI EN 12845:2015	Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler
UNI 11292:2019	Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio Caratteristiche costruttive e funzionali
UNI 9487:2006	Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1.2 MPa
UNI EN 671-2:2012	Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni Idranti a muro con tubazioni flessibili
UNI EN 671-3:2009	Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili
UNI EN 14339:2006	Idranti antincendio sottosuolo
UNI EN 14384:2006	Idranti antincendio a colonna soprasuolo
UNI EN 14540:2014	Tubazioni antincendio - Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi

ELENCO DELLE NORME UNI UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

I dati di progetto sono i seguenti:

- Il gestore dell'acquedotto comunale ha garantito, con continuità, una portata di 500 l/min e ha dichiarato, al punto di allaccio dell'impianto antincendio, un valore di pressione pari a 3 bar;
- Il capannone viene classificato attività a pericolo ordinario OH 3 (vedi prospetto 3 della norma UNI EN 12845) e area con livello di pericolosità 2 (vedi punti B.1.2 e B.3.1.2 dell'Appendice B della norma UNI 10779):

Livello di pericolosità 2

Aree nelle quali c'è una presenza non trascurabile di materiali combustibili e che presentano un moderato pericolo di incendio come probabilità d'innescio, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza.

Rientrano in tale classe tutte le attività di lavorazione in genere che non presentano accumuli particolari di merci combustibili e nelle quali sia trascurabile la presenza di sostanze infiammabili.

Nota: Le aree di livello 2 possono essere assimilate a quelle definite di classe OH 2,3 e 4 dalla norma UNI EN 12845 cui si può fare riferimento per ulteriori indicazioni.

Nelle aree di livello di pericolosità 2 può essere prevista sia la protezione interna sia la protezione esterna in relazione all'analisi di rischio eseguita.

L'alimentazione idrica deve garantire la portata specificata per almeno 60 min.

Protezione interna

Sono consentiti impianti sia ad idranti a muro sia a naspi.

Impianti con idranti a muro

La protezione può essere realizzata con l'installazione di idranti a muro.

L'impianto deve essere in grado di garantire il simultaneo funzionamento di non meno di 3 idranti a muro (o di tutti gli idranti a muro installati nel compartimento se meno di 3) nella posizione idraulicamente più sfavorevole con le prestazioni idrauliche minime definite al punto B.2.3.

Impianti con naspi

La protezione può essere assicurata con l'installazione di soli naspi. L'impianto deve essere dimensionato in modo da garantire il simultaneo funzionamento di non meno di 4 naspi (o tutti i naspi installati nel compartimento se meno di 4) nella posizione idraulicamente più sfavorita con le prestazioni idrauliche minime definite nel punto B.2.3 per prestazione elevata.

Compartimenti maggiori di 4000 m²

In assenza di protezione esterna, qualora nell'ambito dell'attività sia previsto almeno un compartimento antincendio di dimensioni complessive maggiori di 4000 m², il numero di idranti o naspi interni da considerare contemporaneamente operativi deve essere doppio rispetto a quanto sopra indicato, oppure tutti quelli presenti se in numero minore.

Protezione esterna

La protezione esterna, qualora necessaria, può essere realizzata con una rete idrica che alimenti idranti con attacchi di uscita DN 70 con le prestazioni idrauliche minime definite nel punto B.2.3 per prestazione normale. L'impianto, senza contemporaneità con la protezione interna, deve garantire il contemporaneo funzionamento di non meno di 4 attacchi di uscita (o di tutti gli attacchi di uscita installati se meno di 4) nella posizione idraulicamente più sfavorevole.

La realizzazione dell'impianto in questione rappresenta, ai sensi del par. S.6.1, una misura antincendio diretta al controllo dell'incendio; in virtù delle caratteristiche del capannone, alla rete ad idranti si attribuisce il livello di prestazione III, adottando una soluzione di tipo conforme (vedi par. S.6.6.2).

È altresì prevista, in considerazione dei materiali combustibili presenti, anche la protezione esterna; gli idranti sono così ripartiti:

- a) protezione interna: 13 idranti a muro DN 45, ubicati all'interno dell'attività in prossimità delle uscite del capannone e alimentati mediante diramazioni DN 40 in acciaio zincato, corredati da tubazioni flessibili e lancia erogatrice a getto pieno e frazionato, con ugello di diametro 12 mm e coefficiente K caratteristico di erogazione indicato dal costruttore pari a $79 \text{ l/minMPa}^{0,5}$;
- b) protezione esterna: 8 idranti a colonna soprasuolo, ubicati all'esterno del capannone ad una distanza di 6,5 m dal perimetro dell'edificio e alimentati mediante diramazioni DN 70 diametro DN 70, corredati da tubazioni flessibili e lancia erogatrice a getto pieno e frazionato con ugello di diametro di 16 mm e coefficiente K caratteristico di erogazione indicato dal costruttore pari a $145 \text{ l/minMPa}^{0,5}$.

La scelta di posizione e numero di idranti per la protezione interna è condizionata, oltre che dalla loro facile e sicura accessibilità (nei pressi delle UU.SS.), anche dalla necessità di garantire la copertura dell'intera attività con il getto di acqua dalla lancia, che dipende sia da un raggio di influenza che dalla effettiva raggiungibilità di ogni zona secondo la regola del filo teso (che considera gli ostacoli realmente presenti).

Per la protezione esterna la posizione ed il numero dipendono da restrizioni geometriche finalizzate a garantire il raffreddamento dell'intero perimetro accessibile e dalla possibilità di utilizzo in sicurezza.

Le diramazioni che alimentano gli idranti sono derivate da un circuito interrato, chiuso ad anello, posto all'esterno del capannone ad una distanza di 5 m dal perimetro dell'edificio, realizzato in PE, diametro 90 mm, resistente ad una pressione idrostatica PN pari a 5 MPa; all'interno del capannone e nei tratti fuori terra le tubazioni sono realizzate in acciaio zincato senza saldatura serie media.

La valutazione dei rischi di incendio ha classificato l'area sede dell'impianto come un'area da proteggere con un livello di pericolosità 2; l'ipotesi alla base del progetto della rete idrica prevede il funzionamento simultaneo dei quattro idranti a colonna soprasuolo idraulicamente più sfavoriti, per distanza e altimetria, senza il contemporaneo intervento degli idranti DN 45 predisposti per la protezione interna.

Peraltro, considerato che gli idranti a muro installati per la protezione interna del capannone necessitano di prestazioni di portata e pressione inferiori di quelle richieste dagli idranti a colonna, saranno assicurate anche le prestazioni idrauliche necessarie per il corretto funzionamento dei primi.

Secondo la norma UNI 10779 è prevista una rete di idranti, predisposta sia per la protezione interna che per quella esterna, avente le seguenti caratteristiche:

Area di rischio	Protezione interna	Protezione esterna	Durata (min)
Area con livello di pericolosità 2	120 l/min da 3 idranti DN 45 a 2 bar residui	300 l/min da 4 bocchette DN 70 a 3 bar residui	≥ 60

REQUISITI PREVISTI PER GLI IDRANTI DI UN IMPIANTO IN UN'AREA DI LIVELLO 2 (UNI10779)

Idranti a muro

n. idranti	Tipo	DN	ΔP (bar)	K (l/minMPa ^{0,5})	Q (l/min)
13	UNI EN 671-2 2 bar - DN45 120 l/min A muro	45	2	79	120

Idranti a colonna soprasuolo

n. idranti	Tipo	DN	ΔP (bar)	K (l/minMPa ^{0,5})	Q (l/min)
8	UNI EN 14384 3 bar - DN 70 300 l/min Soprasuolo	70	3	145	300

Tubazioni utilizzate nell'impianto antincendio

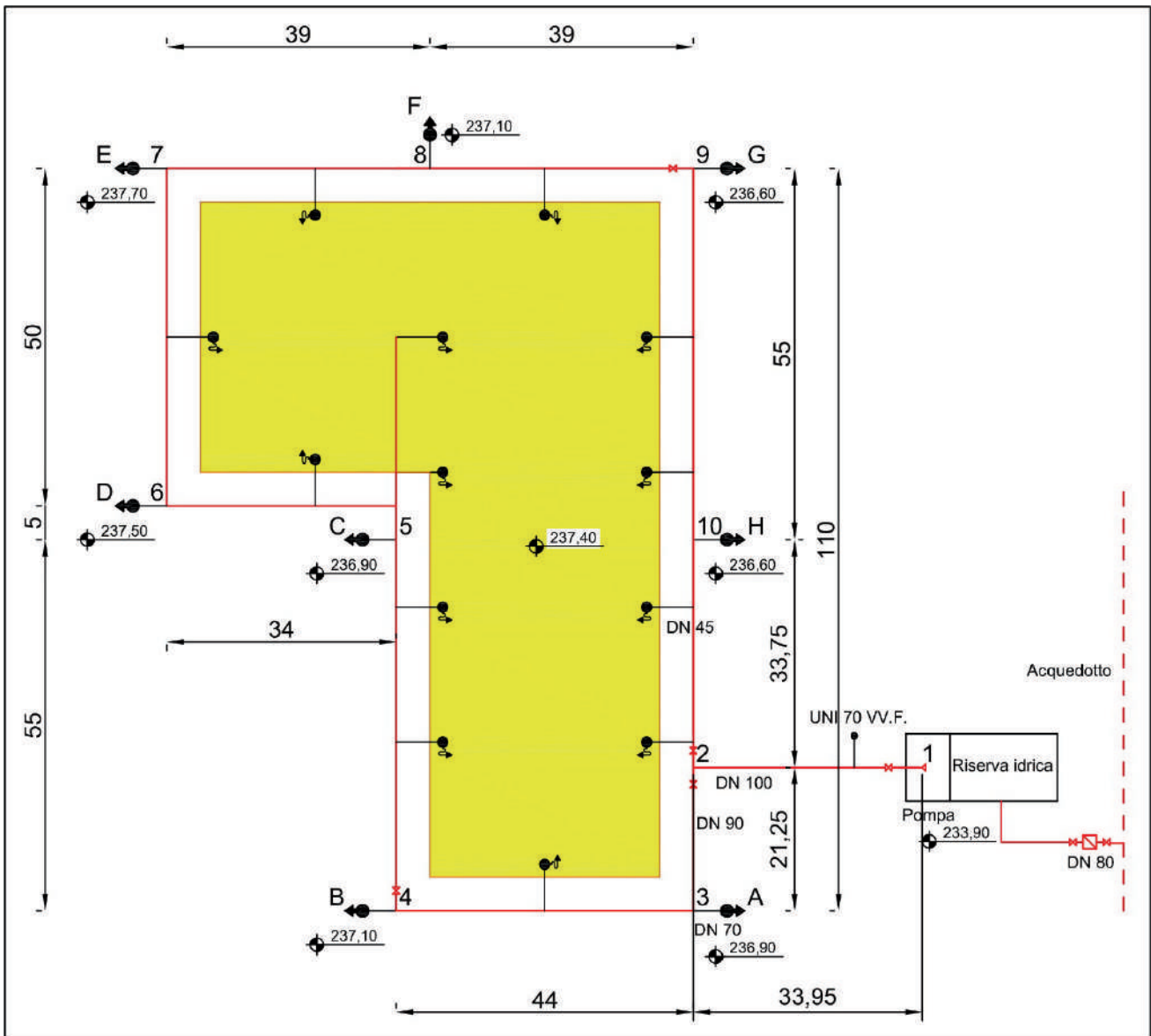
Materiale	C nuovo	C usato	β	n	α
Polietilene	150	120	0,001	4,80	1,80
Acciaio	120	84	0,0015	4,71	1,82

dove:

- ΔP è la pressione valutata al punto di connessione dell'idrante alla rete in fase di erogazione;
- K è il coefficiente caratteristico di erogazione, indicato dal costruttore, in funzione del diametro e dell'ugello della lancia erogatrice;
- C nuovo è la costante dipendente dalla natura della tubazione; per considerare l'invecchiamento nel tempo delle stesse si introduce anche la costante C usato;
- β , n e α sono i parametri della formula di Contessini della tubazione.

Descrizione dell'impianto

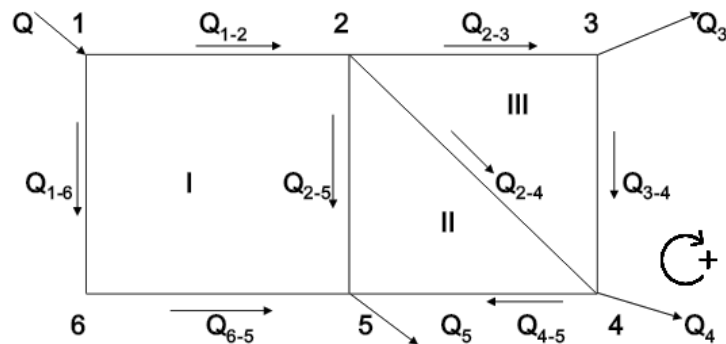
All'esterno del capannone si prevede di installare, in posizione agevolmente accessibile, un attacco di mandata UNI 70, a servizio dell'autopompa dei VV.F., opportunamente collegato alla rete idrica dell'impianto di spegnimento.



PLANIMETRIA DEL CAPANNONE - INDICAZIONE DEGLI IDRANTI A MURO E DI QUELLI A COLONNA SOPRASUOLO

Calcolo delle portate nelle varie tubazioni dell'impianto

Le portate circolanti nei vari tratti costituenti la rete idrica chiusa ad anello sono state calcolate con il metodo di Hardy-Cross.



In linea generale, il metodo può richiedere un certo numero di iterazioni di calcolo in quanto non risolve il sistema esatto delle equazioni del moto e di continuità, ma fornisce un'approssimazione di tale sistema.

Stabilito un verso di percorrenza nella maglia, si determinano arbitrariamente delle di portate *di tentativo* che verifichino le equazioni di continuità ai nodi ed alle tubazioni con funzione di distribuzione.

Contrassegnando con l'indice *i* la generica tubazione *i*-esima (di *m* componenti la maglia) si denominano Q_i le portate di tentativo delle tubazioni, la portata correttiva ΔQ si calcola attraverso la seguente espressione:

$$\Delta Q = - \frac{\sum_{i=1}^m \delta \beta L_i D_i^{-n} Q_i^{\alpha}}{\sum_{i=1}^m \alpha \beta L_i D_i^{-n} Q_i^{\alpha-1}}$$

dove:

- ΔQ , in m^3/s , è la portata correttiva ΔQ utilizzata per correggere le portate di tentativo Q_i ;
- L_i è la lunghezza, in m, del tratto di tubazione *i*-esimo;
- D_i è il diametro, in m, del tratto di tubazione *i*-esimo;
- δ vale +1 o -1 a seconda se la portata Q_i è concorde o meno rispetto al verso di percorrenza della maglia;
- β , n e α sono i parametri della formula di Contessini della tubazione *i*-esima, essendo la cadente piezometrica K_i , relativa al tronco *i*-esimo, pari a $\beta_i Q_i^{\alpha} D_i^{-n}$.

All'iterazione successiva, le portate corrette, che risulteranno ancora congruenti con le equazioni di continuità, assumeranno, a loro volta, il ruolo di portate di tentativo al fine di calcolare nuovamente, con l'ausilio dell'espressione precedente, le nuove portate correttive.

Si effettuano, pertanto, nuove iterazioni sino a quando sarà raggiunto un accettabile grado di approssimazione della soluzione, ovvero la convergenza del sistema, ossia sarà possibile interrompere le iterazioni quando il numeratore dell'equazione risulta inferiore ad una prefissata tolleranza (ad esempio il decimo di metro).

Il numeratore, la cui unità di misura è il metro, rappresenta, infatti, la somma delle differenze di carico fra gli estremi di ciascuna condotta percorsa dalla maglia (tale somma dovrebbe risultare pari a zero ove l'insieme delle portate di tentativo, o corrette nella precedente iterazione, rappresentasse una soluzione del problema).

Si vedano le tabelle riepilogative, relative ai circuiti idraulici oggetto dello studio, appresso riportate.

Valutazione del circuito idraulico più sfavorito

Al fine di determinare la curva di domanda del circuito idraulico sfavorito, occorre calcolare la pressione di calcolo (P_s) che la pompa deve fornire per garantire all'idrante a colonna soprasuolo E, idraulicamente più sfavorito per distanza e altimetria, la necessaria pressione di 3 bar (300 kPa), ipotizzando il funzionamento contemporaneo degli idranti a colonna sfavoriti F, D e C.

P_s , tenuto conto che $1 \text{ mmH}_2\text{O/m} = 9,8 \text{ Pa/m}$, risulta pari a:

$$P_s = 300 + \Delta P_{\text{tot}} + 9,8 h_s$$

dove:

- ΔP_{tot} è la somma delle perdite di carico *distribuite* $\Delta P_{\text{distr.}}$ e *localizzate* $\Delta P_{\text{loc.}}$, in kPa, rilevate nella tubazione a partire dall'idrante E fino al punto di installazione della pompa;
- h_s è il dislivello, in m, tra il punto di installazione dell'idrante E (posto a quota 237,70 m) e il manometro installato sulla mandata della pompa (posto a quota 233,90 m).

Le perdite di carico distribuite $\Delta P_{\text{distr.}}$ sono calcolate con la formula di Hazen Williams:

$$\Delta P_{\text{distr.}} = \frac{6,05 \cdot 10^9 \cdot Q^{1,85}}{D^{4,87} \cdot C^{1,85}}$$

dove:

- $\Delta P_{\text{distr.}}$ è la perdita di carico unitaria distribuita (causate dall'attrito), in millimetri di colonna d'acqua al metro di tubazione ($1 \text{ mmH}_2\text{O/m} = 9,80 \text{ Pa/m}$);
- Q è la portata nel tratto di tubazione considerato, in l/min;
- D è il diametro interno medio della tubazione, in mm;
- C è la costante dipendente dalla natura della tubazione.

Le perdite di carico localizzate $\Delta P_{\text{loc.}}$ si possono valutare introducendo il concetto di *lunghezza di tubazione equivalente*, in funzione dei diametri in gioco e delle caratteristiche del circuito idraulico; in tal modo le perdite concentrate saranno calcolate come se fossero delle perdite distribuite.

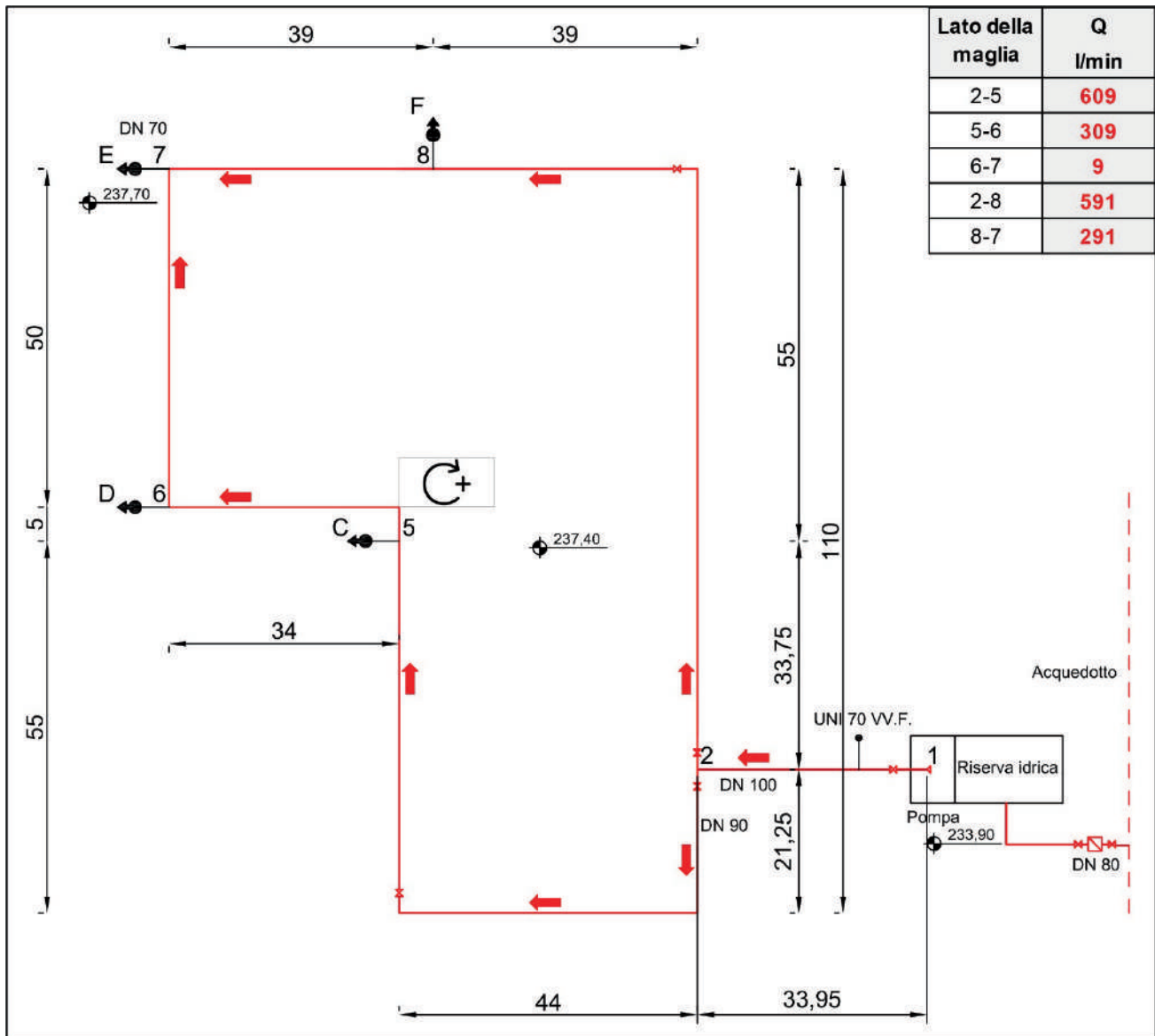
A tal fine si può utilizzare il seguente prospetto C.1 di cui all'Appendice C della norma UNI 10779.

Tipo di accessorio	DN *)											
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
	Lunghezza tubazione equivalente, m											
Curva a 45°	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1	2,7	3,3	3,9
Curva a 90°	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3,0	3,6	4,2	5,4	6,6	8,1
Curva a 90° a largo raggio a largo raggio	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7	3,9	4,8	5,4
Pezzo a T o a croce o raccordo a croce	1,5	1,8	2,4	3,0	3,6	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	15,0	18,0
Saracinesca	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
Valvola di non ritorno	1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4	13,5	16,5	19,5

Nota Il prospetto è valido per coefficiente di Hazen Williams C= 120 (accessori di acciaio), per accessori di ghisa (C= 100) i valori ivi specificati devono essere moltiplicati per 0,713; per accessori di acciaio inossidabile, di rame e di ghisa rivestita (C= 140) per 1,33; per accessori di plastica analoghi (C= 150) per 1,51.

**) Per valori intermedi dei diametri interni si fa riferimento al DN immediatamente successivo (maggiore).*

PROSPETTO C.1 (UNI 10779)



PLANIMETRIA - CIRCUITO IDRAULICO PIÙ SFAVORITO CON I RELATIVI QUATTRO IDRANTI A COLONNA SOPRASUOLO IN FUNZIONE

In prima approssimazione, agendo comunque in favore della sicurezza, è altresì possibile considerare le perdite localizzate, raddoppiando le perdite distribuite.

Inoltre, sempre in via cautelativa, si considera un ulteriore valore di pressione di 0.5 bar (50 KPa) rispetto al valore di pressione più alto.

In definitiva si ottiene:

$$P_s = 300 + \Delta P_{tot} + 50 + 9,8 (237,70 - 233,90) = 538,74 \text{ kPa}$$

essendo:

$$\Delta P_{tot} = \Delta P_{distr.} + \Delta P_{loc.}$$

con $\Delta P_{distr.}$ ricavato dal prospetto seguente:

Ramo	L	Q	D	C	$\Delta P_{distr./m}$	$\Delta P_{distr.}$
	m	l/min	mm	—	kPa/m	kPa
1-2	33,95	1200	100	120	0,78	26,46
2-5	120,25	609	90	120	0,37	44,64
5-6	39,00	309	90	120	0,11	4,13
6-7	50,00	9	90	120	0,00	0,01
7-E	1,50	300	70	120	0,34	0,51
						75,75

e $\Delta P_{loc.}$ pari a $\Delta P_{distr.} = 75,75$ kPa

L'equazione della domanda del circuito più sfavorito è:

$$P_{SFAV.} = \frac{h_s}{10} + \left(P_s - \frac{h_s}{10} \right) \left(\frac{Q^2}{Q_s^2} \right)$$

dove:

- $P_{SFAV.}$ è la pressione nel circuito idraulico più sfavorito, in kPa;
- Q è la portata circolante nel circuito idraulico più sfavorito, in l/min;
- Q_s è la portata di calcolo, in l/min, richiesta dall'impianto (che supponendo il funzionamento contemporaneo di 4 idranti a colonna soprasuolo, è pari a 1200 l/min);
- P_s è la pressione di calcolo, in kPa (che in corrispondenza della portata Q_s è pari a 538,74 kPa);
- h_s è il dislivello, in m, tra il punto di installazione dell'idrante E e il manometro installato sulla mandata della pompa, pari a 3,80 m.

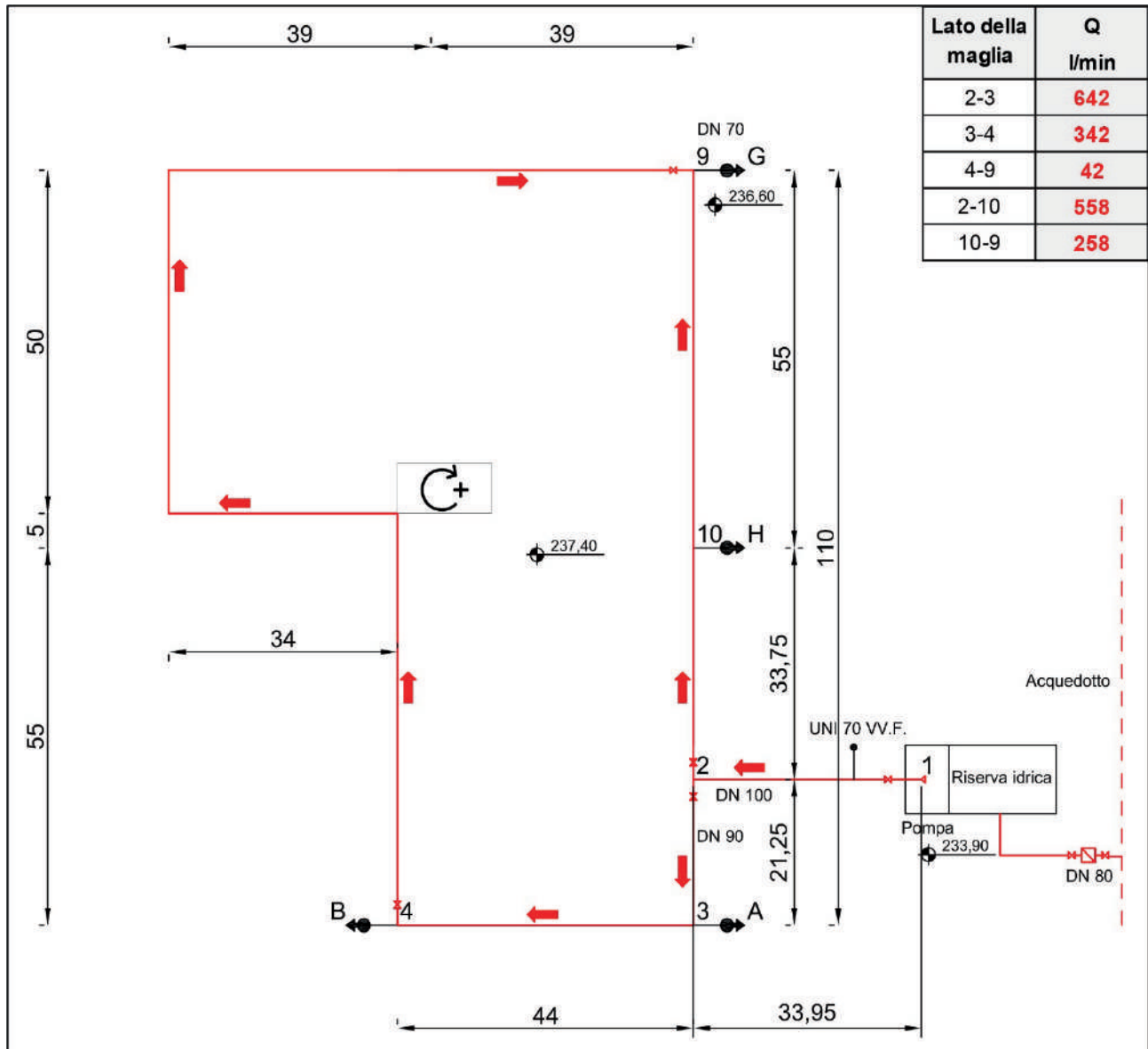
Per diversi valori della portata Q si ottengono i corrispettivi valori della pressione P con i quali si definisce la curva di domanda (rossa) riportata nel grafico riportato di seguito.

Valutazione del circuito idraulico più favorito

Nella rete in questione gli idranti più vicini alla pompa, ovviamente, erogano una portata superiore a quella di calcolo.

Di tale circostanza occorre tener conto al fine di determinare la capacità effettiva della riserva idrica.

A tale scopo, occorre calcolare la pressione di calcolo (P_F) che la pompa deve fornire per garantire all'idrante a colonna soprasuolo G, idraulicamente più sfavorito per distanza e altimetria, la necessaria pressione di 3 bar (300 kPa), ipotizzando il funzionamento contemporaneo degli idranti a colonna sfavoriti A, H e B.



PLANIMETRIA - CIRCUITO IDRAULICO PIÙ FAVORITO CON I RELATIVI QUATTRO IDRANTI A COLONNA SOPRASUOLO IN FUNZIONE

P_F , tenuto conto che $1 \text{ mmH}_2\text{O/m} = 9,8 \text{ Pa/m}$, risulta pari a:

$$P_F = 300 + \Delta P_{\text{tot}} + 50 + 9,8 h_f$$

dove:

- ΔP_{tot} è la somma delle perdite di carico *distribuite* $\Delta P_{\text{distr.}}$ e *localizzate* $\Delta P_{\text{loc.}}$, in kPa, rilevate nella tubazione a partire dall'idrante G fino al punto di installazione della pompa;
- 50 kPa rappresenta il valore del surplus di pressione considerato cautelativamente;
- h_f è il dislivello, in m, tra il punto di installazione dell'idrante G (posto a quota 236,60 m) e il manometro installato sulla mandata della pompa (posto a quota 233,90 m).

Analogamente a quanto visto per il circuito idraulico più sfavorito, si ottiene:

$$P_F = 300 + \Delta P_{tot} + 50 + 9,8 (236,60 - 233,90) = 460,06 \text{ kPa}$$

essendo:

$$\Delta P_{tot} = \Delta P_{distr.} + \Delta P_{loc.}$$

con $\Delta P_{distr.}$ ricavato dal prospetto seguente:

Ramo	L	Q	D	C	$\Delta P_{distr./m}$	$\Delta P_{distr.}$
	m	l/min	mm	—	kPa/m	kPa
1-2	33,95	1200	100	120	0,78	26,46
2-10	33,75	558	90	120	0,32	10,66
10-9	55,00	258	90	120	0,08	4,17
9-G	1,50	300	70	120	0,34	0,51
						41,80

e $\Delta P_{loc.}$ pari a $\Delta P_{distr.} = 41,8 \text{ kPa}$

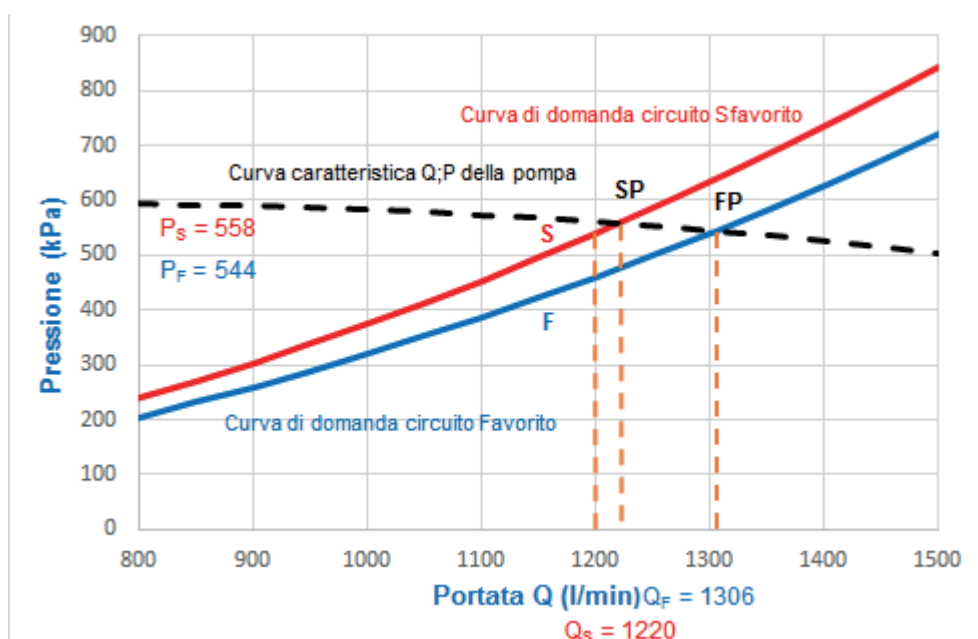
Analogamente al circuito più sfavorito, l'equazione della domanda per quello più favorito è:

$$P_{FAV.} = \frac{h_f}{10} + \left(P_F - \frac{h_f}{10} \right) \left(\frac{Q^2}{Q_F^2} \right)$$

dove:

- $P_{FAV.}$ è la pressione nel circuito idraulico più favorito, in kPa;
- Q è la portata circolante nel circuito idraulico più favorito, in l/min;
- Q_F è la portata di calcolo, in l/min, richiesta dall'impianto (che supponendo il funzionamento contemporaneo di 4 idranti a colonna soprasuolo, è pari a 1200 l/min);
- P_F è la pressione di calcolo, in kPa (che in corrispondenza della portata Q_F è pari a 460,06 kPa);
- h_f è il dislivello, in m, tra il punto di installazione dell'idrante G e il manometro installato sulla mandata della pompa, pari a 2,70 m.

Nuovamente, per diversi valori della portata Q si ottengono i corrispettivi valori della pressione P con i quali si definisce la curva di domanda (blu) riportata nel grafico riportato di seguito.



INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO FISSO DI SPEGNIMENTO

Dall'intersezione della curva caratteristica portata-prevalenza (nera tratteggiata) di un'elettropompa ritenuta idonea a garantire le richieste prestazioni idrauliche, con le curve di domanda dei circuiti sfavorito e favorito si individuano i punti SP e FP caratterizzati dai seguenti valori:

Circuito idraulico	Punto di funzionamento	Portata (l/min)	Pressione (kPa)
Sfavorito	SP	1220	558
Favorito	FP	1306	544

Essi individuano gli effettivi valori di portata e di pressione che, in relazione alle caratteristiche della rete idrica e della pompa scelta, si stabiliscono nell'impianto di spegnimento nelle diverse condizioni di funzionamento. Si evidenzia che la portata massima che circola nel circuito ($Q_{FP} = 1306$ l/min) è maggiore della portata di calcolo (1200 l/min).

La capacità utile del serbatoio si calcola utilizzando tale portata massima circolante nel circuito.

In considerazione del fatto che la portata Q_A di rinalzo garantita dall'acquedotto è pari a 500 l/min, al fine di poter garantire l'alimentazione idrica dell'impianto per un tempo $t_f \geq 60$ min, in qualsiasi condizione di funzionamento, occorre prevedere un volume d'acqua almeno pari a:

$$V = (Q_{FP} - Q_A) \times t_f = (1306 - 500) \times 60 = 48360 \text{ l} = 48,36 \text{ mc}$$

Suddetto valore, risultando maggiore del 50% del valore nominalmente richiesto (78,36 mc), osserva altresì le indicazioni di cui al punto A.1.7 dell'Appendice A della norma UNI 10779 (alimentazioni con rinalzo).

PRIMA ITERAZIONE																			
Caratteristiche della rete						Correzione delle portate													
Lato della maglia	L	D	S	β	α	n	K = βLD^n		Q'	Q'	δ	δKQ^{α}	$\alpha KQ^{\alpha-1}$	ΔQ	Q	Q	Q	velocità	
	m	m	m ²	-	-	-	l/min	m ³ /s	m ³ /s	l/min	m ³ /s		m ³ /s	m ³ /s	l/min	m ³ /s	m ³ /s	U	
2-5	120,25	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	12581,1703	700	0,012	1	4,1709	643,5036	-0,0015	610	0,010	1,60	0,81	1,60	
5-6	39,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	4080,3795	400	0,007	1	0,4940	133,3829	-0,0015	310	0,005	0,03	0,03	0,81	
6-7	50,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	5231,2558	100	0,002	1	0,0522	56,4102	-0,0015	10	0,000	0,00	0,00	0,03	
2-8	127,75	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	13365,8586	500	0,008	-1	-2,4181	522,3052	0,0015	590	0,010	1,55	0,005	1,55	
8-7	39,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	4080,3795	200	0,003	-1	-0,1419	76,6083	0,0015	290	0,005	0,76	0,005	0,76	
	376,00																		

SECONDA ITERAZIONE																			
Caratteristiche della rete						Correzione delle portate													
Lato della maglia	L	D	S	β	α	n	K = βLD^n		Q'	Q'	δ	δKQ^{α}	$\alpha KQ^{\alpha-1}$	ΔQ	Q	Q	Q	velocità	
	m	m	m ²	-	-	-	l/min	m ³ /s	m ³ /s	l/min	m ³ /s		m ³ /s	m ³ /s	l/min	m ³ /s	m ³ /s	U	
2-5	120,25	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	12581,1703	610	0,010	1	3,2521	576,1366	0,0000	609	0,010	1,60	0,81	1,60	
5-6	39,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	4080,3795	310	0,005	1	0,3116	108,6742	0,0000	309	0,005	0,81	0,005	0,81	
6-7	50,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	5231,2558	10	0,000	1	0,0008	8,6746	0,0000	9	0,000	0,02	0,000	0,02	
2-8	127,75	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	13365,8586	590	0,010	-1	-3,2610	596,5514	0,0000	591	0,010	1,55	0,010	1,55	
8-7	39,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	4080,3795	290	0,005	-1	-0,2776	103,2318	0,0000	291	0,005	0,76	0,005	0,76	
	376,00																		

CIRCUITO IDRAULICO PIÙ SFAVORITO - CALCOLO DELLE PORTATE CIRCOLANTI NEI VARI TRATTI COSTITUENTI LA RETE IDRICA CHIUSA AD ANELLO - PRIMA E SECONDA ITERAZIONE

PRIMA ITERAZIONE																			
Caratteristiche della rete						Correzione delle portate													
Lato della maglia	L	D	S	β	α	n	K = βLD^n		Q'	Q'	δ	δKQ^{α}	$\alpha KQ^{\alpha-1}$	ΔQ	Q	Q	Q	velocità	
	m	m	m ²	-	-	-	l/min	m ³ /s	m ³ /s	l/min	m ³ /s		m ³ /s	m ³ /s	l/min	m ³ /s	m ³ /s	U	
2-3	21,25	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	2223,2837	700	0,012	1	0,7371	113,7169	-0,0009	646	0,011	1,69	0,011	1,69	
3-4	44,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	4603,5051	400	0,007	1	0,5573	150,4832	-0,0009	346	0,006	0,91	0,006	0,91	
4-9	222,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	23226,7759	100	0,002	1	0,2319	250,4612	-0,0009	46	0,001	0,12	0,001	0,12	
2-10	33,75	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	3531,0977	500	0,008	-1	-0,6388	137,9867	0,0009	554	0,009	1,45	0,009	1,45	
10-9	55,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	5754,3814	200	0,003	-1	-0,2001	108,0374	0,0009	254	0,004	0,67	0,004	0,67	
	376,00																		

SECONDA ITERAZIONE																			
Caratteristiche della rete						Correzione delle portate													
Lato della maglia	L	D	S	β	α	n	K = βLD^n		Q'	Q'	δ	δKQ^{α}	$\alpha KQ^{\alpha-1}$	ΔQ	Q	Q	Q	velocità	
	m	m	m ²	-	-	-	l/min	m ³ /s	m ³ /s	l/min	m ³ /s		m ³ /s	m ³ /s	l/min	m ³ /s	m ³ /s	U	
2-3	21,25	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	2223,2837	646	0,011	1	0,6375	106,6139	-0,0001	642	0,011	1,68	0,011	1,68	
3-4	44,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	4603,5051	346	0,006	1	0,4288	133,9305	-0,0001	342	0,006	0,90	0,006	0,90	
4-9	222,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	23226,7759	46	0,001	1	0,0568	134,0535	-0,0001	42	0,001	0,11	0,001	0,11	
2-10	33,75	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	3531,0977	554	0,009	-1	-0,7689	149,8329	0,0001	558	0,009	1,46	0,009	1,46	
10-9	55,00	0,090	0,006	0,001	1,80	4,80	5754,3814	254	0,004	-1	-0,3081	130,8936	0,0001	258	0,004	0,68	0,004	0,68	
	376,00																		

CIRCUITO IDRAULICO PIÙ FAVORITO - CALCOLO DELLE PORTATE CIRCOLANTI NEI VARI TRATTI COSTITUENTI LA RETE IDRICA CHIUSA AD ANELLO - PRIMA E SECONDA ITERAZIONE

Pressurizzazione dell'impianto

Pertanto, poiché l'acquedotto comunale non assicura la pressione minima richiesta e la portata d'acqua necessari per il corretto funzionamento dell'impianto, si dovrà inoltre prevedere la realizzazione di un *serbatoio di capacità ridotta* (vedi punto A.1.7 dell'Appendice A della norma UNI 10779), che sarà riscalzato dall'acquedotto mediante tubazione avente un diametro pari a 80 mm.

Il rinalzo d'acqua nella riserva idrica avviene, in maniera automatica e contemporaneamente al funzionamento della pompa di surpressione; il meccanismo è governato da due apposite valvole a galleggiante.

Le prestazioni idrauliche richieste dal progetto della rete idranti saranno assicurate da un gruppo di pompaggio con pompe di surpressione e pompa di mantenimento aventi idonee caratteristiche; le pompe saranno installate in posizione sotto battente e saranno collegate alla riserva idrica mediante tubazione di aspirazione avente diametro 150 mm.

Si segnala che la norma UNI EN 12845 (vedi punto 10.6.1) esprime una preferenza verso la realizzazione di impianti sotto battente e con pompe ad asse orizzontale, in quanto il motore e la pompa possono essere rimossi indipendentemente (vedi punto 10.1).

La pompa di mantenimento della pressione è installata in parallelo a quelle di surpressione e sarà azionata mediante un dispositivo automatico di comando regolato in maniera che essa entri in funzione prima delle pompe di surpressione e si blocchi una volta che la pressione nell'impianto sia ristabilita.

Il gruppo di pompaggio dovrà essere alimentato da alimentazione di sicurezza con le caratteristiche della tab. S.10-2.

Dai dati forniti dal costruttore, si evince che i rendimenti (η) della pompa per le portate richieste sono i seguenti:

$$\eta_F = 0,64 \text{ e } \eta_S = 0,61$$

Essendo la potenza assorbita dalla pompa (N), in kW, esprimibile mediante la relazione:

$$N = (\rho \times Q \times P) / (\eta \times 102)$$

dove:

- ρ è la densità dell'acqua pari a 1000 kg/m³;
- P è la pressione espressa in mH₂O;
- Q è la portata in m³/s

Sostituendo i dati relativi ai punti di funzionamento SP e FP, in definitiva, si ottiene:

$$N_F = (\rho \times Q_{FP} \times P_{FP}) / (\eta_F \times 102) = (1000 \times 1306/60 \times 544/9,8) / 0,64 \times 102 = 18,50 \text{ kW}$$

$$N_S = (\rho \times Q_{SP} \times P_{SP}) / (\eta_S \times 102) = (1000 \times 1220/60 \times 558/9,8) / 0,61 \times 102 = 18,61 \text{ kW}$$

Il motore della pompa dovrà quindi presentare un valore della potenza elettrica non inferiore a N_{MAX} (\cong 19 Kw), al fine di poter assicurare il regolare funzionamento dell'impianto con le prestazioni idrauliche richieste.

È necessario accertarsi, a questo punto, che sia soddisfatta la condizione prevista al punto 10.6.2.1 della norma UNI EN 12845.

$$N.P.S.H._{pompa} + 1 \text{ mH}_2\text{O} < N.P.S.H._{disp}$$

Dove il valore $N.P.S.H._{pompa}$ (Net Positive Suction Head), in mH₂O, rappresenta il valore minimo che deve avere la pressione dell'acqua all'imbocco della pompa e che risulta necessario affinché l'innesco avvenga correttamente e sia garantito il regolare funzionamento dell'impianto, scongiurando problemi di cavitazione, con l'erogazione del valore della portata di progetto.

È un valore fornito dal costruttore della pompa ed è calcolato mediante prove sperimentali.

La cavitazione è un fenomeno potenzialmente assai pericoloso determinato dai cambiamenti di stato, da liquido a vapore, che possono formarsi all'interno della girante della pompa.

La vaporizzazione del fluido, detta cavitazione, avviene quando la pressione sulla bocca di aspirazione scende al di sotto del valore della tensione di vapore; ciò accade per varie motivazioni, ad esempio temperature del fluido troppo elevate, depressioni nell'aspirazione o valori di $N.P.S.H._{disp}$ insufficienti.

Questo evento, avviene per la maggior parte nelle pompe centrifughe, le cui pale ricurve creano una diminuzione di pressione che favorisce il passaggio di stato da liquido a vapore.

Le bolle di vapore determinano una serie di micro esplosioni contro la girante nel punto di passaggio dalla zona di aspirazione, a bassa pressione, a quella di mandata, ad alta pressione, provocando il danneggiamento della pompa. La tubazione di aspirazione possiede le seguenti caratteristiche idrauliche (vedi anche punto 10.6.2.2 della norma UNI EN 12845):

Lunghezza equivalente (m)	Diametro (m)	Portata		Velocità (m/s)
		(l/min)	(mc/s)	
2,70	0,150	1306	0,022	1,25

La perdita di carico nella tubazione di aspirazione ΔP si ricava applicando la solita formula di Hazen Williams cui si somma la perdita di carico localizzata all'imbocco della tubazione nella riserva idrica, valutabile con la formula di Borda Carnot:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{distr.}} + 0,5 \frac{u^2}{2g} = 0,03 + 0,08 = 0,11 \text{ mH}_2\text{O}$$

Il valore *disponibile* per la pompa alla massima portata di funzionamento dell'impianto di estinzione (N.P.S.H._{disp.}), in relazione alle condizioni di installazione previste (sotto battente), è pari a:

$$\text{N.P.S.H.}_{\text{disp.}} = \frac{P_s - P_v}{\rho g} + h - \Delta P - \frac{u^2}{2g}$$

dove:

- P_s è la pressione assoluta dell'acqua nella riserva idrica (a livello del mare) 101,3 kPa;
- P_v è la tensione di vapore dell'acqua, valore pari a 7,35 kPa (0,75 mH₂O) valutata alla temperatura di 40 °C che è quella massima prevista (vedi punto 10.4 della norma UNI EN 12845);
- ρ è la densità dell'acqua pari a 1000 kg/m³;
- g è l'accelerazione di gravità pari a 9,8 m/s²;
- $h = + 1,2$ m è il dislivello fra il pelo libero dell'acqua nella riserva idrica e la quota dell'asse di installazione della pompa (per installazioni sopra battente il verso è negativo);
- ΔP , in mH₂O, è la perdita di carico complessiva nella tubazione di aspirazione;
- u è la velocità dell'acqua, in m/s, alla massima portata prevista nella tubazione di aspirazione; tale valore deve essere minore di 1,8 m/s quando la pompa sta funzionando alla massima portata richiesta fissato (vedi punto 10.6.2.2 della norma UNI EN 12845).

E sostituendo si ottiene:

$$\text{N.P.S.H.}_{\text{disp.}} = \frac{1,013 - 0,0735}{1000 \times 9,8} 10^5 + 1,2 - 0,11 - \frac{1,25^2}{2 \times 9,8} = 10,6 \text{ mH}_2\text{O}$$

Scegliendo quindi una pompa che in corrispondenza della portata massima richiesta per l'area più favorevole (vedi prospetto 14 della norma UNI EN 12845), presenti un valore *necessario* N.P.S.H._{pompa} dell'altezza netta assoluta di carico all'aspirazione pari a 3,2 mH₂O (31,38 kPa), le condizioni di funzionamento della pompa all'aspirazione possono considerarsi soddisfacenti anche in relazione alla citata condizione:

$$\text{N.P.S.H.}_{\text{pompa}} < \text{N.P.S.H.}_{\text{disp.}} - 1 \text{ mH}_2\text{O}$$



DIAGRAMMI CARATTERISTICI INDICANTI IL FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Si segnala, da ultimo, che le caratteristiche costruttive e funzionali del locale sede dell'impianto di pressurizzazione dovranno osservare le disposizioni della norma UNI 11292, compresa l'installazione di un idoneo kit per la protezione sprinkler del locale.

Caratteristiche della motopompa

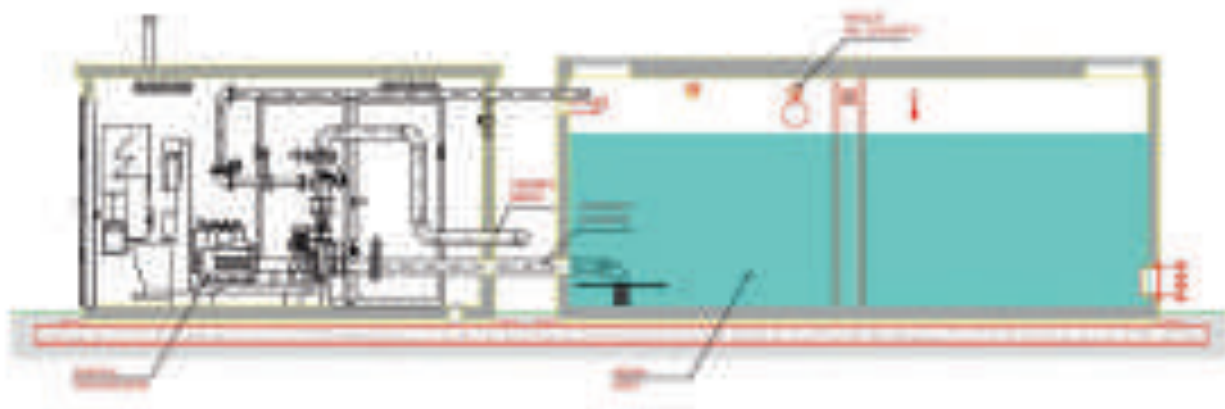
Nell'ipotesi di blackout dell'energia elettrica, con caduta di pressione a valle, al fine di garantire con continuità le prestazioni idrauliche richieste dall'impianto di spegnimento, è previsto l'intervento automatico di una motopompa, azionata da motore diesel, che dovrà avere potenza elettrica non inferiore a $N_{MAX} = 19 \text{ kW}$. Tale motore dovrà avere un serbatoio di capacità tale da poter assicurare il funzionamento dell'impianto di spegnimento, a pieno carico, per un intervallo di tempo t_c di almeno 4 ore (vedi punto 10.9.6 della norma UNI EN 12845).

Il consumo (C_c) specifico di combustibile, come si evince dalla scheda tecnica del motore, risulta pari a $0,247 \text{ kg/kWh}$ e, di conseguenza, l'energia elettrica (E) che il motore dovrà erogare nel periodo di funzionamento previsto sarà pari a:

$$E = N_{MAX} \times t_c = 19 \times 4 = 76 \text{ kWh}$$

Essendo la densità media del gasolio pari a $0,835 \text{ kg/l}$, ne consegue che il volume minimo di carburante richiesto (V_g) dovrà essere pari a:

$$V_g = \frac{N_{MAX}}{0,83} \times C_c = \frac{76}{0,835} \times 0,247 = 23 \text{ l}$$



ESEMPIO INSTALLAZIONE IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE E RISERVA IDRICA - NORMA UNI 11292

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata trattato un esempio di progettazione della misura S.6 “Controllo dell’Incendio” relativa ad una attività adibita ad officina meccanica con oltre 25 addetti (attività soggetta ricadente al punto 54.1.B dell’allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151).

La progettazione è stata effettuata selezionando la soluzione conformi per il livello III di prestazione individuato. La soluzione proposta traslascia la corretta selezione e installazione dei presidi manuali e si concentra sulla progettazione dell’impianto necessario al controllo manuale dell’incendio: la rete idranti.

❖ *Commento dei risultati*

Il Codice richiede che la tipologia delle lavorazioni svolte, dei macchinari, impianti di processo o servizio, dei materiali combustibili presenti e le caratteristiche degli occupanti, siano note all’atto della progettazione della sicurezza antincendio dell’attività.

Queste informazioni sono infatti fondamentali per la determinazione dei profili di rischio e degli altri indicatori di pericolosità specifici dell’attività oggetto di progettazione.

Le medesime informazioni, pertanto, possono essere impiegato per la corretta applicazione dello standard considerato presunzione di regola dell’arte per la progettazione di una rete idranti: la norma UNI 10779.

Nell’esempio il primo passo progettuale è rappresentato dalla determinazione del livello di protezione e dalla copertura (interna o esterna) dell’impianto, parametri determinati grazie proprio alle risultanze della valutazione del rischio già effettuata per la progettazione col Codice.

La scelta del livello di prestazione e della copertura determinano le successive configurazioni e la prestazione dell’impianto manuale di controllo dell’incendio:

- garantire le prestazioni idrauliche nella zona sfavorita (affinché l’effetto antincendio minimo richiesto dalla norma risulti assicurato);
- verificare le condizioni che si vengono a creare nella zona favorita (affinché l’effetto antincendio risulti superiore alle prescrizioni della norma);
- verificare la riserva idrica in base alle condizioni della zona favorita (affinché la riserva idrica risulti sovradimensionata rispetto alla zona sfavorita).

Si segnala, inoltre, che al par. S.6.6.2.6 del Codice si specifica che la protezione esterna, previa valutazione del Comando VV.F. competente, può essere sostituita dalla rete pubblica ove utilizzabile anche per il servizio antincendio, a condizione che la stessa sia rispondente alle seguenti indicazioni:

- gli idranti devono essere posti nelle immediate vicinanze dell’attività stessa; si considera accettabile un percorso sempre fruibile di 100 metri fra un idrante della rete pubblica ed il confine dell’attività;
- la rete deve essere in grado di erogare la portata totale prevista per la protezione esterna specificata; tale prestazione deve essere attestata dal progettista tramite dati forniti dall’ente erogatore o da prove pratiche di erogazione.

Una tale scelta, se compatibile con la valutazione del rischio incendio, comporterebbe comunque il dimensionamento dell’impianto di protezione interna con numero di idranti contemporaneamente operativi doppio rispetto a quello minimo previsto in funzione del livello di pericolosità individuato, essendo l’unico compartimento servito di superficie superiore a 4000 mq.

Nel caso specifico la portata specifica di progetto sarebbe stata pari a $6 \times 120 \text{ l/min} = 720 \text{ l/min}$, con pressione residua all’idrante più sfavorito pari a 2 bar; ciò avrebbe richiesto una minore riserva e minore potenza del gruppo di pompaggio.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Nella progettazione dell’impianto è necessario considerare, oltre all’incompatibilità di alcune sostanze che bruciando non possono essere controllate dall’acqua (si pensi, ad esempio, agli incendi che coinvolgano polveri di alluminio e comunque, più genericamente, ai fuochi di metalli) la necessità di valutare la compatibilità anche in relazione alla eventuale protezione dei beni (processi, impianti, materiali in deposito o lavorazione) che si intendono proteggere o alle caratteristiche degli occupanti dell’attività considerata.

Caso studio 2: progetto di un impianto di spegnimento automatico a sprinkler

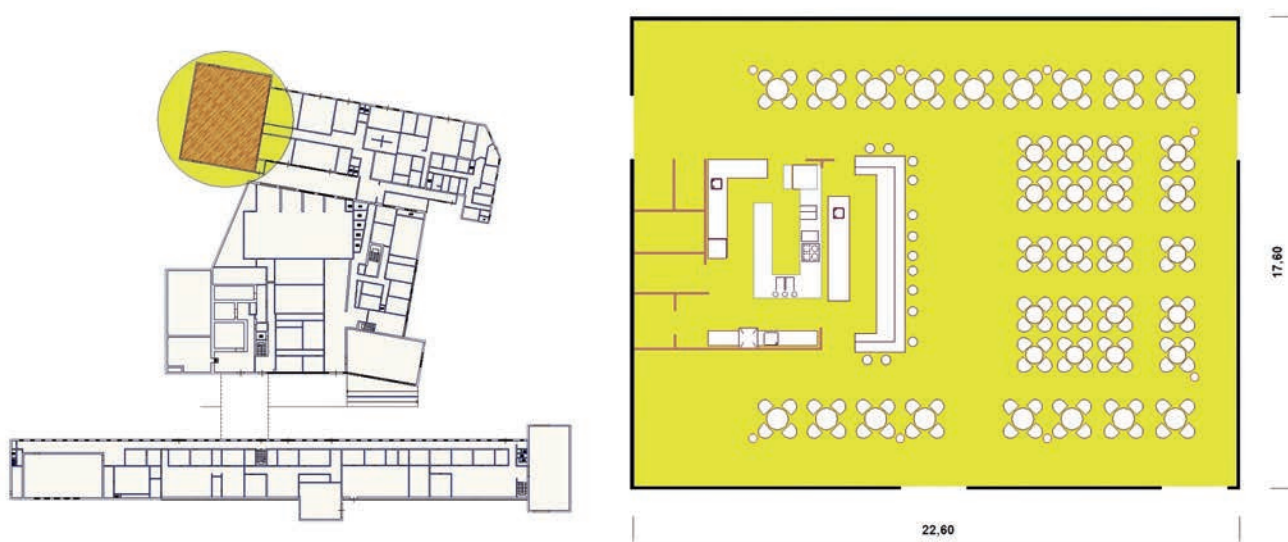
Descrizione

Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di una sala mensa di nuova realizzazione, il progetto di un impianto di spegnimento automatico a sprinkler secondo le prescrizioni di cui al cap. S.6.

La sala mensa è a servizio di un Centro Ricerche e ospita 160 lavoratori.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche della sala mensa	Vedi planimetria (A = 398 m ²)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in C.A.



Inserimento e schema planimetrico della sala mensa

Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Numero addetti	160 persone a sedere (è prevista la presenza di persone disabili)
Profilo di rischio R_{vita}	A2 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R_{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite di piano	4 aventi L = 2,50 m; h = 2,30 m (par. S.4.8.3)
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) e Impianto sprinkler (UNI EN 12845) ► Livello IV di prestazione (par. S.6.6.3) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Non presente H 24

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nella sala mensa si è determinato, in via approssimativa, il valore del carico di incendio specifico q_f pari a 483,9 MJ/m² (vedi par. S.2.9).

Compartimento antincendio sala mensa	Superficie in pianta lorda A (1) (m ²)	Materiale combustibile	m _i	Ψ _i	Quantità	u.m.	Potere calor. inf.	Potere calor. inf.	u.m.	Carico d'incendio q = Σ g _i H _i m _i Ψ _i (MJ)	Carico d'incendio specifico q _f = q / A	
							Hi (MJ/kg)	Hi (MJ/cad)			(MJ/m ²)	(kg _{eq} /m ²)
	398	pallets in legno	0,8	1	300 kg		18,48		MJ/kg	4.435		
		scatole di cartone	0,8	1	500 kg		18,48		MJ/kg	7.392		
		alimenti	1	1	650 kg		32,00		MJ/kg	20.800		
		tavoli	1	1	37 n			420,00	MJ/cad	15.540		
		sedie	1	1	165 n			65,00	MJ/cad	10.725		
		elettrodomestici	1	1	7 n			450,00	MJ/cad	3.150		
		materiale ligneo	0,8	1	4.500 kg		29,88		MJ/kg	107.568		
		componenti impianti tecnologici (2)	1	1	500 kg		46,00		MJ/kg	23.000		
									totale	192.610	483,9	26,2

Note:

- 1 Nel caso di distribuzione non uniforme del carico di incendio è l'area in cui è concentrato il materiale combustibile;
 - 2 Si consideri che la quantità di plastica è circa il 70% del peso complessivo dei componenti elettrici immagazzinati (cavi e componenti vari per impianti elettrici), che per la rimanente parte sono incombustibili.
- Nel compartimento sono presenti elementi composti; essi sono stati considerati come materiali singoli e, per essi, si utilizza il potere calorifico medio.

Pertanto, il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ risulta pari a:

$$q_{f,d} = q_f \times \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_{qn} = 483,9 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,46 = 222,1 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,00$ (A = 398 m²);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n3} \times \delta_{n9} = 0,54 \times 0,85 = 0,46$

A tale valore di $q_{f,d}$ corrisponde una classe minima di resistenza al fuoco pari a 30 (vedi par. S.2.4.3).

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività che non rientra tra quelle soggette ai controlli di prevenzione incendi di cui al d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151; si intende, tuttavia, utilizzare le norme tecniche del Codice (ai sensi del comma 4 dell'art. 2) come riferimento per la progettazione antincendio della sala mensa.

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare l'impianto sprinkler, integrato dalla protezione di base e manuale (par. S.6.2), secondo le previsioni del par. 6.5.4, verificando che esso rappresenti una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (IV) e che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI EN 12845 per la classe di pericolo (OH 1).

Attribuzione dei profili di rischio	R _{vita} = A2	Attribuzione del livello di prestazione S.6	IV
	R _{beni} = 1		

Progetto dell'impianto di spegnimento automatico a sprinkler

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.6, alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI EN 12845:2015	Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler
UNI 11292:2019	Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio Caratteristiche costruttive e funzionali Caratteristiche costruttive e funzionali
UNI EN 12259-1:2007	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 1: Sprinkler
UNI EN 12259-2:2006	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2: Valvole di allarme ad umido
UNI EN 12259-3:2006	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 3: Valvole di allarme a secco
UNI EN 12259-4:2002	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 4: Allarmi a motore ad acqua
UNI EN 12259-5:2003	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 5: Indicatori di flusso

ELENCO DELLE NORME UNI UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

La sala viene classificata attività a pericolo ordinario OH 1 in accordo ai prospetti 3 e A.2 della norma UNI EN 12845.

Nota: Le aree di classe LH e OH 1 dalla norma UNI EN 12845 possono essere assimilate a quelle di livello di pericolosità 1 definite dalla norma UNI 10779:

Livello di pericolosità 1

Aree nelle quali la quantità e/o la combustibilità dei materiali presenti sono basse e che presentano comunque basso pericolo di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza.

Rientrano in tale classe tutte le attività di lavorazione di materiali prevalentemente incombustibili ed alcune delle attività di tipo residenziale, di ufficio, ecc., a basso carico d'incendio.

Descrizione dell'impianto

L'impianto sprinkler da realizzare sarà del tipo ad umido (rete a maglia aperta a collettore centrale), quindi con le tubazioni a valle della stazione di controllo permanentemente piene di acqua in pressione, non stimandosi l'esistenza di un pericolo di congelamento dell'acqua all'interno delle tubazioni stesse.

Gli erogatori a soffitto saranno installati secondo le previsioni della norma UNI EN 12845, in modo da rispettare le seguenti distanze minime e massime e la copertura delle aree protette.

A supporto dell'impianto è stato previsto un attacco di mandata per l'autopompa dei VV.F. con connessione al collettore principale.

A valle della valutazione del rischio, eseguita nello specifico secondo i dettami della norma UNI EN 12845, si riportano di seguito i parametri considerati e i consequenziali dati di progetto:

Descrizione attività: Sala mensa	
Altezza soffitto: 3,80 m	Tipo impianto: a umido
Pendenza Soffitto (%): 0,00	
Deposito Annesso: No	
Sprinkler utilizzati: Standard Spray Pendent	
Classe di pericolo: OH 1 (punto 6.2.3 norma UNI EN 12845)	

		Parametro		Valore		
Dati di progetto		Area operativa		72,00 m ²		
		Densità di scarica		5,00 l/min/m ²		
		Portata minima		360,00 l/min		
		n° erogatori operativi		6		
		Area specifica protetta massima		12,00 m ²		
		Area specifica protetta di progetto		12,00 m ²		
		Portata specifica		60,00 l/min		
		Pressione min testine		0,35 bar		
		Pressione min di progetto testine		0,56 bar		
		Coefficiente di efflusso K		80 bar		
		Diametro testine		1/2"		
		Durata di scarica		60 min		
n° testine	Tipo	DN	Temp.	Portata	Pressione	K
36	SP Pendent	1/2"	68 °C	60 l/min	0,56 bar	80 bar

La relazione che lega la portata di scarica minima (Q_{min}) delle testine alla pressione minima all'erogatore (P_{min}) è la seguente:

$$Q_{min} = K \times P_{min}^{0,5}$$

dove K è il coefficiente di efflusso, funzione dell'erogatore prescelto (determinato dal fabbricante della testina).

L'impianto in questione sarà gestito da una stazione di controllo realizzata secondo le previsioni della serie delle norme EN 12259, con la seguente dotazione:

- una valvola d'intercettazione;
- una valvola di controllo e allarme;
- una campana idraulica di allarme;
- una valvola principale di scarico;
- due manometri (uno a monte e uno a valle);
- apparecchiature di prova.

Le tubazioni utilizzate nell'impianto avranno diametro non inferiore a DN 25 e pressione nominale non inferiore a PN 10, così come tutti i componenti accessori.

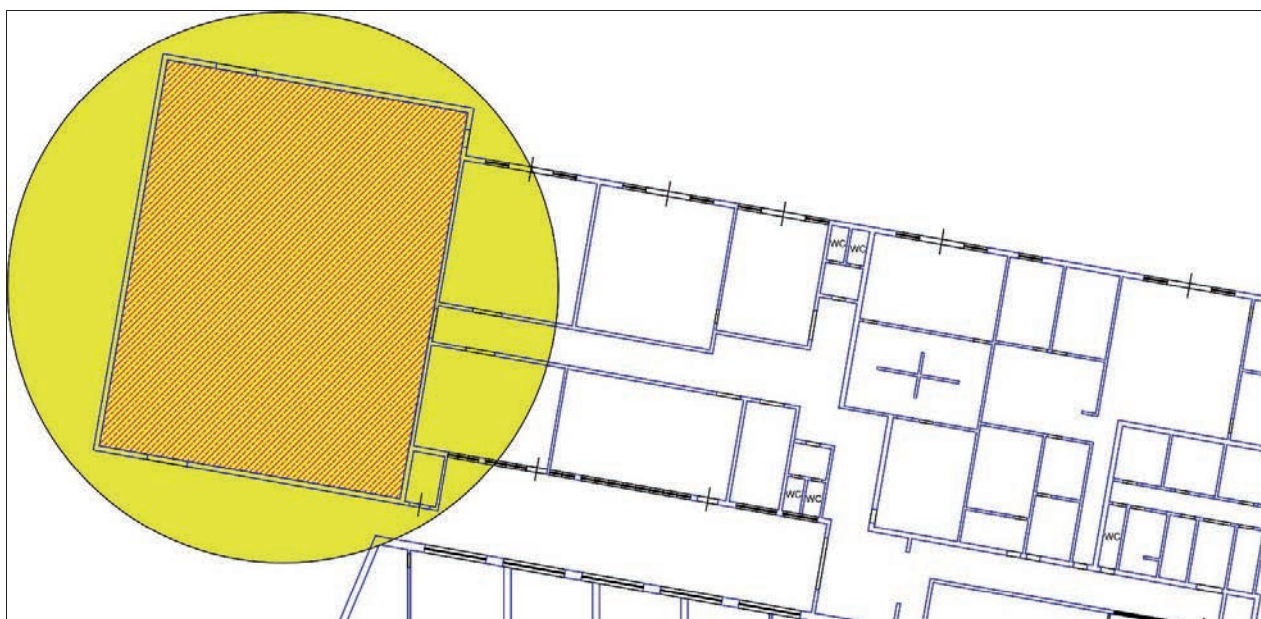
Le specifiche da rispettare in merito alla posa ed ai sostegni delle medesime, sono elencate al punto 17 della norma UNI EN 12845.

Tubazioni utilizzate nell'impianto sprinkler:

Materiale	C
Acciaio non legato UNI EN 10255 - Serie Media (AM0)	120

dove C è il coefficiente di scabrezza, costante dipendente dalla natura della tubazione.

L'impianto in questione è planimetricamente inserito come in figura:



INSERIMENTO PLANIMETRICO DELLA SALA MENSA

Dimensionamento delle tubazioni dell'impianto

Il dimensionamento dell'impianto, e la verifica dei circuiti idraulici, si esegue in funzione dei riscontri geometrici rilevati (lunghezze dei rami della rete, diametri nominali delle tubazioni e dislivelli) e di quelli idraulici (portata minima e pressione minima degli erogatori, considerandone il numero minimo in funzione contemporaneamente).

La procedura di calcolo è quella prevista al punto 13 della norma UNI EN 12845.

Obiettivo del dimensionamento è quello di garantire a tutti i terminali considerati attivi, le prestazioni idrauliche minime di progetto; a tal fine, per ciascuno sarà considerata l'effettiva portata in funzione del relativo coefficiente di efflusso (K), indice della capacità di erogare acqua a parità di pressione con cui la stessa raggiunge l'ugello.

La procedura di calcolo utilizzata (con l'ausilio di un idoneo software⁶) conduce alla determinazione delle caratteristiche idrauliche della rete:

- portata e perdite (distribuite e concentrate) dei rami della rete;
- prevalenza e portata delle aree operative idraulicamente favorite e sfavorite.

Occorrerà inoltre verificare che la velocità massima raggiunta dall'acqua in tutti i rami della rete non superi, in nessun tratto, il valore di 10,00 m/sec.

Si determineranno, infine, le caratteristiche dell'alimentazione più idonea per l'ottimale funzionamento dell'impianto.

L'individuazione dell'area operativa *più sfavorita* è necessaria al fine di individuare quale dovrà essere la pressione minima di cui necessiterà l'alimentazione idrica, sia che provenga da acquedotto o da gruppo di pompaggio; vedi punto 13.4.3.1 della norma UNI EN 12845.

L'individuazione dell'area operativa *più favorita* è necessaria per determinare la portata dell'alimentazione idrica, sia che provenga da acquedotto o da gruppo di pompaggio, e per il dimensionamento della riserva idrica; vedi punto 13.4.3.2 della norma UNI EN 12845.

Saranno quindi considerati, nelle rispettive aree di calcolo, i terminali che, nel loro funzionamento simultaneo, dovranno garantire all'erogatore sfavorito le minime condizioni idrauliche.

In pratica, per ciascuna delle due aree determinate si imposta la prevalenza residua minima da assicurare al terminale di erogazione idraulicamente più sfavorito, nell'ipotesi che tutti i terminali della rete erogino simultaneamente una portata minima pari a quella da destinare all'area operativa considerata.

Inoltre, per ogni tratto dell'impianto, in funzione della portata corrispondente, si calcola la perdita di pressione, tramite la formula di Hazen-Williams per le perdite distribuite, e utilizzando il metodo della lunghezza equivalente per quelle concentrate.

La perdita determinata viene sommata a quella già calcolata per i tratti precedenti; procedendo a ritroso fino all'alimentazione, si determinano le caratteristiche minime di portata e prevalenza sia per l'area operativa posta in posizione idraulicamente più favorevole, sia per quella posta in posizione idraulicamente più sfavorevole.

Si vedano le tabelle riepilogative, relative ai circuiti idraulici oggetto dello studio, appresso riportate.

⁶ Nell'ambito di questo e dei successivi casi studio è stato utilizzato il software "CPI win Impianti" della Namirial S.p.A.

Dati di calcolo

Per l'individuazione degli elementi della rete si è proceduto alla numerazione dei nodi e dei tratti (tratti di tubazione congiungenti due nodi); la numerazione dei nodi è impostata automaticamente dal programma di calcolo in funzione dell'ordine con cui essi sono stati disegnati.

Le tubazioni utilizzate per la costruzione della rete antincendio sono riportate nella seguente tabella:

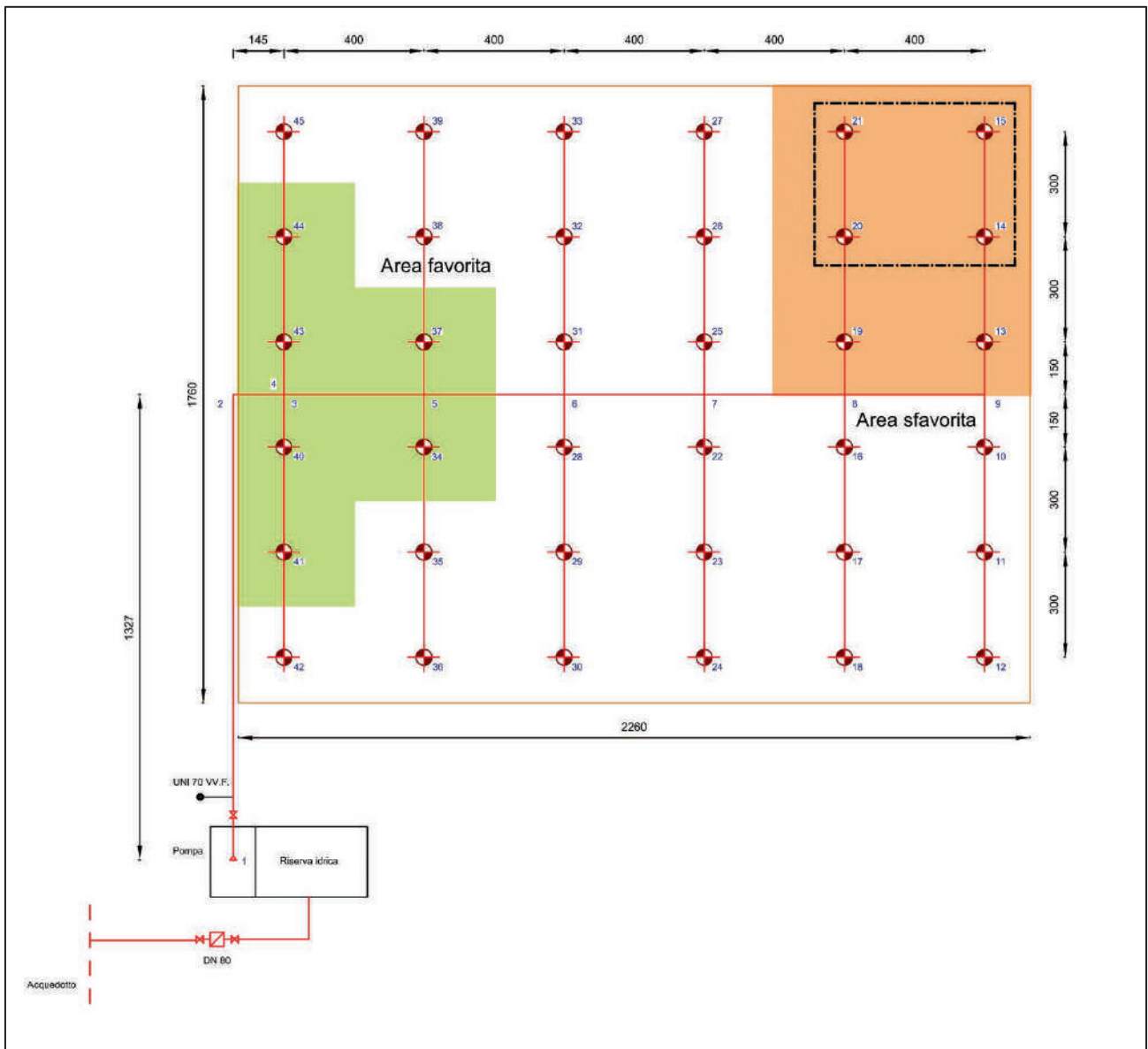
Ramo	Lunghezza m	Dislivello m	Ramo	Lunghezza m	Dislivello m	Ramo	Lunghezza m	Dislivello m
1	13,27	0,00	2	1,45	0,00	3	3,00	3,00
4	4,00	0,00	5	4,00	0,00	6	4,00	0,00
7	4,00	0,00	8	4,00	0,00	9	1,50	0,00
10	3,00	0,00	11	3,00	0,00	12	1,50	0,00
13	3,00	0,00	14	3,00	0,00	15	1,50	0,00
16	3,00	0,00	17	3,00	0,00	18	1,50	0,00
19	3,00	0,00	20	3,00	0,00	21	1,50	0,00
22	3,00	0,00	23	3,00	0,00	24	1,50	0,00
25	3,00	0,00	26	3,00	0,00	27	1,50	0,00
28	3,00	0,00	29	3,00	0,00	30	1,50	0,00
31	3,00	0,00	32	3,00	0,00	33	1,50	0,00
34	3,00	0,00	35	3,00	0,00	36	1,50	0,00
37	3,00	0,00	38	3,00	0,00	39	1,50	0,00
40	3,00	0,00	41	3,00	0,00	42	1,50	0,00
43	3,00	0,00	44	3,00	0,00			

Sono stati considerati anche i pezzi speciali inseriti in ciascun ramo della rete e il dislivello geodetico che esiste tra i nodi della rete stessa.

La seguente tabella mostra la tipologia e il numero dei pezzi speciali, inseriti nella rete, che generano perdite di carico concentrate; in particolare le lettere indicano:

- A = Curve a 45°
- B = Curve a 90°
- C = Curve larghe a 90°
- D = Pezzi a T o a croce
- E = Saracinesche
- F = Valvole di non ritorno
- G = Valvole a farfalla

Ramo	Pezzi speciali	L. eq. m	Ramo	Pezzi speciali	L. eq. m	Ramo	Pezzi speciali	L. eq. m
1		0,00	2	B	1,50	3	B	1,50
4	D	2,90	5		0,00	6		0,00
7		0,00	8		0,00	9		0,00
10		0,00	11		0,00	12	D	2,40
13		0,00	14		0,00	15		0,00
16		0,00	17		0,00	18	D	2,40
19		0,00	20		0,00	21		0,00
22		0,00	23		0,00	24		0,00
25		0,00	26		0,00	27		0,00
28		0,00	29		0,00	30		0,00
31		0,00	32		0,00	33	D	2,40
34		0,00	35		0,00	36	D	2,40
37		0,00	38		0,00	39	D	2,40
40		0,00	41		0,00	42	D	2,40
43		0,00	44		0,00			



PLANIMETRIA - CIRCUITI IDRAULICI DELL'IMPIANTO

Le perdite di carico distribuite H_d da considerare sono calcolate con la formula di Hazen Williams:

$$H_d = \frac{6,05 \cdot 10^9 \cdot Q^{1,85}}{D^{4,87} \cdot C^{1,85}}$$

dove:

- H_d è la perdita di carico unitaria distribuita (causate dall'attrito), in millimetri di colonna d'acqua al metro di tubazione ($1 \text{ mmH}_2\text{O/m} = 9,80 \text{ Pa/m}$);
- Q è la portata nel tratto di tubazione considerato, in l/min;
- D è il diametro interno medio della tubazione, in mm;
- C è la costante dipendente dalla natura della tubazione.

Le perdite di carico localizzate H_c si possono valutare introducendo il concetto di *lunghezza di tubazione equivalente*, in funzione dei diametri in gioco e delle caratteristiche del circuito idraulico; in tal modo le perdite concentrate saranno calcolate come se fossero delle perdite distribuite.

A tal fine si può utilizzare il seguente prospetto 23 di cui al punto 13.2.4 della norma UNI EN 12845.

Raccordi e valvole	L eq. tubazione diritta in acciaio per il valore C di 120 ^{a)} (m)										
	Diametro nominale (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
Gomito filettato a 90° (standard)	0,76	0,77	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	4,3	5,7	7,4
Gomito saldato 90° (r/d = 1,5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,1	1,4	2,0	2,6	3,4
Gomito filettato a 45° (standard)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,0	1,3	1,6	2,3	3,1	3,9
Raccordo a T o croce filettata standard (flusso attraverso la ramificazione)	1,3	1,5	2,1	2,4	2,9	3,8	4,8	6,1	8,6	11,0	14,0
Valvola a saracinesca - flusso dritto	-	-	-	-	0,38	0,51	0,63	0,81	1,1	1,5	2,0
Valvola di allarme o di non ritorno (tipo a clapet)	-	-	-	-	2,4	3,2	3,9	5,1	7,2	9,4	12,0
Valvola di allarme o di non ritorno (tipo a fungo)	-	-	-	-	12,0	19,0	19,7	25,0	35,0	47,0	62,0
Valvola a farfalla	-	-	-	-	2,2	2,9	3,6	4,6	6,4	8,6	9,9
Valvola a globo	-	-	-	-	16,0	21,0	26,0	34,0	48,0	64,0	84,0

a) Queste lunghezze equivalenti possono essere convertite, dove necessario per le tubazioni con altri valori di C moltiplicando per i seguenti fattori:

Valore C	100	110	120	130	140
Fattore	0,714	0,85	1,00	1,16	1,33

PROSPETTO 23 (UNI EN 12845)

Nell'impianto sono stati considerati in funzione, nelle rispettive aree di calcolo, i seguenti tipi di erogatori, per i quali è indicata l'appartenenza ad una delle due aree idrauliche di calcolo:

Ramo	Tipo	DN "	K	Temperatura °C	Portata l/min	Pressione minima bar	Tipo area
34	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Favorita
37	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Favorita
40	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Favorita
41	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Favorita
43	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Favorita
44	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Favorita
13	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Sfavorita
14	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Sfavorita
15	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Sfavorita
19	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Sfavorita
20	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Sfavorita
21	SP Pendent	1/2	80	68	60,00	0,56	Sfavorita

Risultati di calcolo per l'area più sfavorita

Ramo	Nodi	L m	Pezzi speciali	L eq. m	DN/DE mm - inch	DI mm	Pressione NI bar	Pressione NF bar	Dislivello m	Hd bar	Hc bar	H Dislivello bar	Portata l/min	Velocità m/sec
1	2-1	13,27		0,00	50 mm [2"]	53,10	1,84	1,58	0,00	0,27	0,00	0,00	378,48	2,85
2	2-3	1,45	B	1,50	50 mm [2"]	53,10	1,58	1,52	0,00	0,03	0,03	0,00	378,48	2,85
3	3-4	3,00	B	1,50	50 mm [2"]	53,10	1,52	1,13	3,00	0,06	0,03	0,29	378,48	2,85
4	4-5	4,00	D	2,90	50 mm [2"]	53,10	1,13	0,99	0,00	0,08	0,06	0,00	378,48	2,85
5	5-6	4,00		0,00	50 mm [2"]	53,10	0,99	0,91	0,00	0,08	0,00	0,00	378,48	2,85
6	6-7	4,00		0,00	50 mm [2"]	53,10	0,91	0,83	0,00	0,08	0,00	0,00	378,48	2,85
7	7-8	4,00		0,00	50 mm [2"]	53,10	0,83	0,75	0,00	0,08	0,00	0,00	378,48	2,85
8	8-9	4,00		0,00	50 mm [2"]	53,10	0,75	0,73	0,00	0,02	0,00	0,00	187,77	1,41
12	13-9	1,50	D	2,40	40 mm [1 1/2"]	41,90	0,73	0,66	0,00	0,03	0,04	0,00	187,77	2,27
13	14-13	3,00		0,00	32 mm [1 1/4"]	36,00	0,66	0,66	0,00	0,05	0,00	0,00	122,66	2,01
14	15-14	3,00		0,00	25 mm [1"]	27,30	0,61	0,61	0,00	0,05	0,00	0,00	60,00	1,71
18	8-19	1,50	D	2,40	40 mm [1 1/2"]	41,90	0,81	0,75	0,00	0,03	0,04	0,00	190,71	2,31
19	19-20	3,00		0,00	32 mm [1 1/4"]	36,00	0,74	0,68	0,00	0,05	0,00	0,00	124,62	2,04
20	20-21	3,00		0,00	25 mm [1"]	27,30	0,68	0,63	0,00	0,05	0,00	0,00	60,98	1,74

Legenda

DN = Diametro Nominale
 DI = Diametro Interno
 Press NI = Pressione nodo iniziale
 Press NF = Pressione nodo finale
 Hd = Perdite distribuite
 Hc = Perdite concentrate
 H Dislivello = Perdite per variazione di quota
 Velocità = velocità dell'acqua nel ramo

Sono stati considerati attivi, nell'area idraulica esaminata, i seguenti erogatori:

Ramo	Quota m	K	Pressione Effettiva bar	Portata reale l/min
13	3,00	80	0,66	65,11
15	3,00	80	0,56	60,00
20	3,00	80	0,63	63,64
14	3,00	80	0,61	62,66
19	3,00	80	0,68	66,09
21	3,00	80	0,58	60,98

Relativamente ai nodi della rete si ha:

Ramo	Tipo	Quota m	Pressione Effettiva bar	Portata reale l/min	Ramo	Tipo	Quota m	Pressione Effettiva bar	Portata reale l/min
1	Gruppo pompe	0,00	1,84	378,48	2	Nodo	0,00	1,58	378,48
5	Nodo	3,00	0,99	378,48	6	Nodo	3,00	0,91	378,48
7	Nodo	3,00	0,83	378,48	8	Nodo	3,00	0,75	378,48
9	Nodo	3,00	0,73	187,77					

L'equazione della curva dell'impianto, per l'area più sfavorita è:

$$P_{\text{SFAV.}} = \frac{h_s}{10} + \left(P_s - \frac{h_s}{10} \right) \left(\frac{Q^2}{Q_s^2} \right)$$

dove:

- $P_{\text{SFAV.}}$, è la pressione nell'area più sfavorita, in kPa;
- Q è la portata circolante nell'area più sfavorita, in l/min;
- Q_s è la portata di calcolo, in l/min, richiesta dall'impianto (che dai calcoli risulta pari a 378,48 l/min);
- P_s è la pressione di calcolo, in kPa (che in corrispondenza della portata Q_s è pari a 184 + 50 kPa⁷);
- h_s è il dislivello, in m, tra il punto di installazione dell'erogatore posto più in alto e il manometro installato sulla mandata della pompa, pari a 3,00 m.

⁷ Considerando un valore di pressione superiore di 0,5 bar (50 kPa), rispetto al valore di pressione più alto, (vedi punto 10.7.3 della norma UNI EN 12845), sono garantite le prestazioni minime di pressione e portata per qualunque area di calcolo.

Risultati di calcolo per l'area più favorita

Ramo	Nodi	L m	Pezzi speciali	L eq. m	DN/DE mm - inch	DI mm	Pressione NI bar	Pressione NF bar	Dislivello m	Hd bar	Hc bar	H Dislivello bar	Portata l/min	Velocità m/sec
1	2-1	13,27		0,00	50 mm [2"]	53,10	1,29	1,04	0,00	0,25	0,00	0,00	363,33	2,73
2	2-3	1,45	B	1,50	50 mm [2"]	53,10	1,04	0,98	0,00	0,03	0,03	0,00	363,33	2,73
3	3-4	3,00	B	1,50	50 mm [2"]	53,10	0,98	0,61	3,00	0,06	0,03	0,29	363,33	2,73
4	4-5	4,00	D	2,90	50 mm [2"]	53,10	0,61	0,59	0,00	0,01	0,01	0,00	121,92	0,92
33	5-34	1,50	D	2,40	40 mm [1 1/2"]	41,90	0,59	0,58	0,00	0,00	0,01	0,00	60,96	0,74
36	37-5	1,50	D	2,40	40 mm [1 1/2"]	41,90	0,59	0,58	0,00	0,00	0,01	0,00	60,96	0,74
39	40-4	1,50	D	2,40	40 mm [1 1/2"]	41,90	0,61	0,58	0,00	0,01	0,02	0,00	120,70	1,46
40	41-40	3,00		0,00	32 mm [1 1/4"]	36,00	0,58	0,56	0,00	0,01	0,00	0,00	60,00	0,98
42	43-4	1,50	D	2,40	40 mm [1 1/2"]	41,90	0,61	0,58	0,00	0,01	0,02	0,00	120,70	1,46
43	44-43	3,00		0,00	32 mm [1 1/4"]	36,00	0,58	0,56	0,00	0,01	0,00	0,00	60,00	0,98

Legenda

DN = Diametro Nominale
 DI = Diametro Interno
 Press NI = Pressione nodo iniziale
 Press NF = Pressione nodo finale
 Hd = Perdite distribuite
 Hc = Perdite concentrate
 H Dislivello = Perdite per variazione di quota
 Velocità = velocità dell'acqua nel ramo

Sono stati considerati attivi, nell'area idraulica esaminata, i seguenti erogatori:

Ramo	Quota m	K	Pressione Effettiva bar	Portata reale l/min
34	3,00	80	0,58	60,96
40	3,00	80	0,58	60,70
43	3,00	80	0,58	60,70
37	3,00	80	0,58	60,96
41	3,00	80	0,56	60,00
44	3,00	80	0,56	60,00

Relativamente ai nodi della rete si ha:

Ramo	Tipo	Quota m	Pressione Effettiva bar	Portata reale l/min	Ramo	Tipo	Quota m	Pressione Effettiva bar	Portata reale l/min
1	Gruppo pompe	0,00	1,29	363,33	2	Nodo	0,00	1,04	363,33
5	Nodo	3,00	0,59	121,92					

Analogamente all'area più sfavorita, l'equazione della curva dell'impianto per l'area più favorita è:

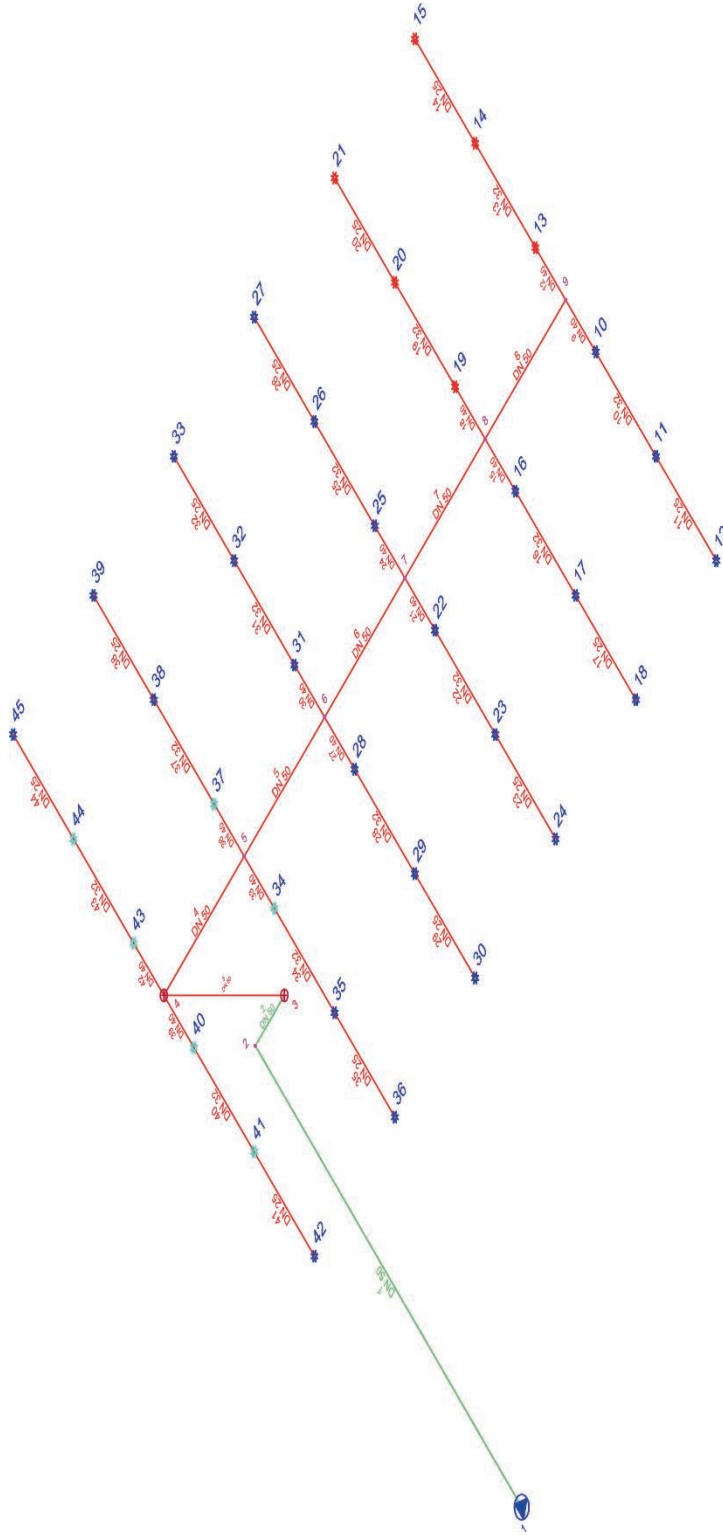
$$P_{FAV.} = \frac{h_f}{10} + \left(P_F - \frac{h_f}{10} \right) \left(\frac{Q}{Q_F} \right)^2$$

dove:

- $P_{FAV.}$, è la pressione nell'area più favorita, in kPa;
- Q è la portata circolante nell'area più favorita, in l/min;
- Q_F è la portata di calcolo, in l/min, richiesta dall'impianto (che dai calcoli risulta pari a 363,33 l/min);
- P_F è la pressione di calcolo, in kPa (che in corrispondenza della portata Q_F è pari a 129 + 50 kPa);
- h_f è il dislivello, in m, tra il punto di installazione dell'erogatore posto più in alto e il manometro installato sulla mandata della pompa, pari a 3,00 m.

Ramo	DN/DE mm - inch	DI mm	Ramo	DN/DE mm - inch	DI mm	Ramo	DN/DE mm - inch	DI mm	Ramo	DN/DE mm - inch	DI mm	Ramo	DN/DE mm - inch	DI mm
1	50 mm [2"]	53,10	2	50 mm [2"]	53,10	3	50 mm [2"]	53,10	4	50 mm [2"]	53,10	5	50 mm [2"]	53,10
5	50 mm [2"]	53,10	6	50 mm [2"]	53,10	7	50 mm [2"]	53,10	8	50 mm [2"]	53,10	9	40 mm [1 1/2"]	41,90
13	32 mm [1 1/4"]	36,00	10	32 mm [1 1/4"]	36,00	11	25 mm [1"]	27,30	12	40 mm [1 1/2"]	41,90	17	25 mm [1"]	27,30
21	40 mm [1 1/2"]	41,90	14	25 mm [1"]	27,30	15	40 mm [1 1/2"]	41,90	16	32 mm [1 1/4"]	36,00	25	32 mm [1 1/4"]	36,00
29	25 mm [1"]	27,30	18	40 mm [1 1/2"]	41,90	19	32 mm [1 1/4"]	36,00	20	25 mm [1"]	27,30	33	40 mm [1 1/2"]	41,90
37	32 mm [1 1/4"]	36,00	22	32 mm [1 1/4"]	36,00	23	25 mm [1"]	27,30	24	40 mm [1 1/2"]	41,90	41	25 mm [1"]	27,30
41	25 mm [1"]	27,30	26	25 mm [1"]	27,30	27	40 mm [1 1/2"]	41,90	28	32 mm [1 1/4"]	36,00	44	25 mm [1"]	27,30
			30	40 mm [1 1/2"]	41,90	31	32 mm [1 1/4"]	36,00	32	25 mm [1"]	27,30			
			34	32 mm [1 1/4"]	36,00	35	25 mm [1"]	27,30	36	40 mm [1 1/2"]	41,90			
			38	25 mm [1"]	27,30	39	40 mm [1 1/2"]	41,90	40	32 mm [1 1/4"]	36,00			
			42	40 mm [1 1/2"]	41,90	43	32 mm [1 1/4"]	36,00	44	25 mm [1"]	27,30			

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DIAMETRI DELLE TUBAZIONI DELL'IMPIANTO



ASSONOMETRIA DEI CIRCUITI IDRAULICI DELL'IMPIANTO

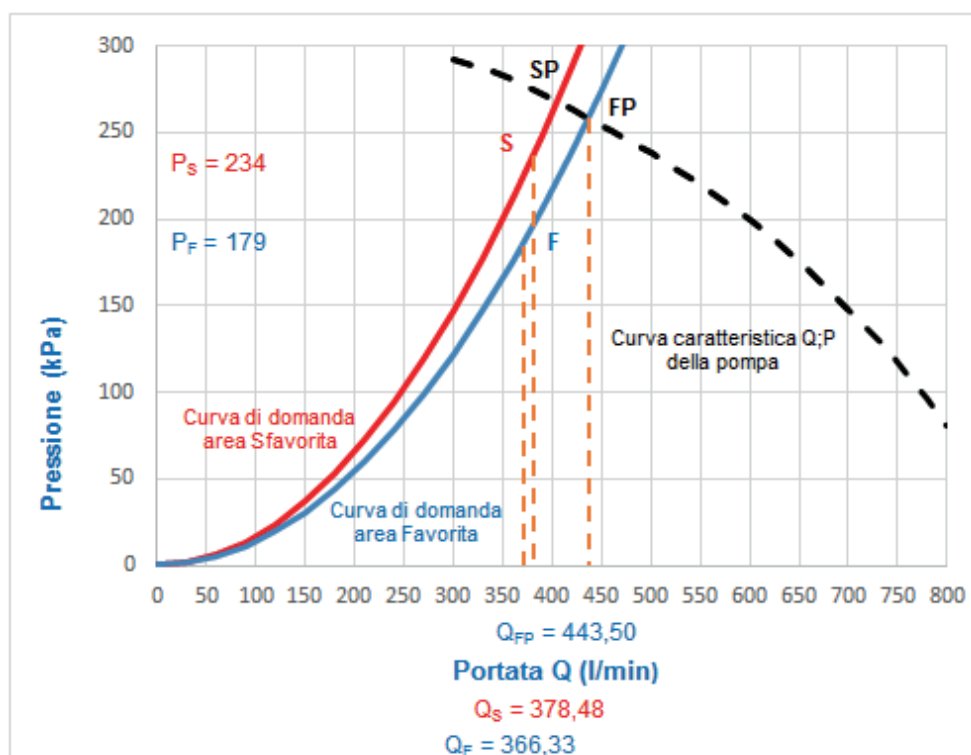
Individuazione dei punti di funzionamento dell'impianto

In relazione all'area sfavorita, per diversi valori della portata Q si ottengono i corrispettivi valori della pressione P con i quali si definisce la curva di domanda (rossa) riportata nel grafico seguente.

Al fine di determinare la curva di domanda per l'area più sfavorita, occorre calcolare la pressione di calcolo (P_s) che la pompa deve fornire per garantire al terminale idraulicamente più sfavorito per distanza e altimetria, la pressione necessaria, ipotizzando il funzionamento contemporaneo di quelli afferenti alla predetta area sfavorita.

Dualmente, in riferimento all'area favorita, per diversi valori della portata Q si ottengono i corrispettivi valori della pressione P con i quali si definisce la curva di domanda (blu) riportata nel grafico seguente.

Gli erogatori più vicini alla pompa, ovviamente, erogano una portata superiore a quella di calcolo; di tale circostanza occorre tener conto al fine di determinare la capacità effettiva della riserva idrica.



INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO SPRINKLER

I punti contrassegnati con S e F sono le condizioni nominali di pressione e portata rispettivamente per l'area sfavorita e favorita.

Dall'intersezione della curva caratteristica portata-prevalenza (nera tratteggiata) di un'elettropompa ritenuta idonea a garantire le richieste prestazioni idrauliche, con le curve di domanda relative all'area sfavorita e a quella favorita si individuano i punti SP e FP caratterizzati dai seguenti valori:

Area	Punto di funzionamento	Portata (l/min)	Pressione (kPa)
Sfavorita	SP	406,30	269
Favorita	FP	443,50	255

Essi individuano gli effettivi valori di portata e di pressione che, in relazione alle caratteristiche della rete idrica e della pompa scelta, si stabiliscono nell'impianto di spegnimento nelle diverse condizioni di funzionamento.

La pompa dovrà, pertanto, essere caratterizzata da una curva caratteristica tale che le prevalenze in corrispondenza delle portate delle due aree operative, siano uguali (o superiori) alle prevalenze minime dell'impianto, anche quando l'alimentazione nella riserva idrica di alimentazione giunga al livello minimo.

La capacità della riserva idrica viene calcolata moltiplicando la portata dell'area favorita FP per il tempo di funzionamento da assicurare (funzione del livello di pericolo del compartimento).

Al fine di poter garantire l'alimentazione idrica dell'impianto per un tempo $t_f \geq 60$ min, in qualsiasi condizione di funzionamento, occorre prevedere un volume d'acqua almeno pari a:

$$V = Q_{FP} \times t_f = 443,50 \times 60 = 26610 \text{ l} = 26,6 \text{ mc}$$

Pressurizzazione dell'impianto

Le prestazioni idrauliche richieste dal progetto dell'impianto sprinkler saranno assicurate da un gruppo di pompaggio con pompa di surpressione e pompa di mantenimento aventi idonee caratteristiche; l'alimentazione scelta, pertanto, sarà di tipo singolo (vedi punto 9.6.1 lett. s) della norma UNI EN 12845).

Si ricorda che la norma UNI EN 12845 (vedi punto 10.6.1) esprime una preferenza verso la realizzazione di impianti sotto battente e con pompe ad asse orizzontale, in quanto motore e la pompa possono essere rimossi indipendentemente (vedi punto 10.1) facilitando le operazioni di verifica e manutenzione.

Tuttavia, le condizioni del contesto esigono per la riserva idrica una realizzazione di tipo interrato; conseguentemente, si opterà per una pompa verticale immersa (VTP Vertical Turbine Pumps), che la norma UNI EN 12845 considera tra le macchine utilizzabili, consigliandone l'impiego, ove non sia possibile l'installazione di pompe centrifughe orizzontali sotto battente.

La pompa verticale a flusso assiale VTP è infatti progettata affinché la parte idraulica resti immersa (quindi sotto battente), pescando l'acqua che si trova, in questo caso, sotto il piano di calpestio.

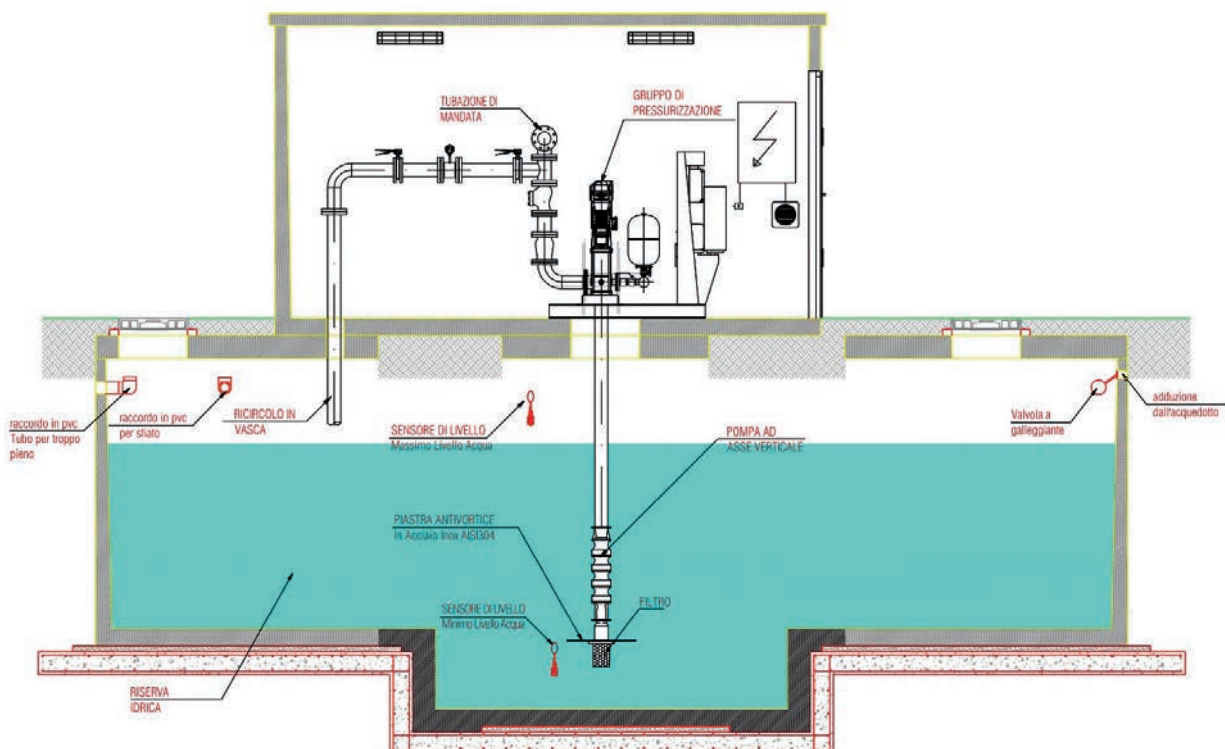
In definitiva, lo schema idraulico di installazione prevederà una riserva di accumulo interrata con il vano pompe posto immediatamente sopra di essa; un tale gruppo di pressurizzazione, sarà in grado di garantire che le pompe si trovino sempre e comunque sottobattente, con le giranti immerse nell'acqua da sollevare ed il gruppo comando in superficie.

Utilizzando un tale tipo di installazione si prevencono, peraltro, i problemi di cavitazione.

La pompa di mantenimento della pressione è installata in parallelo a quella di surpressione e sarà azionata mediante un dispositivo automatico di comando regolato in maniera che essa entri in funzione prima della pompa principale e si blocchi una volta che la pressione nell'impianto sia ristabilita.

Il gruppo di pompaggio dovrà essere alimentato mediante linea elettrica di sicurezza protetta dagli effetti dell'incendio almeno per il tempo di scarica di progetto.

Si segnala, da ultimo, che le caratteristiche costruttive e funzionali del locale sede dell'impianto di pressurizzazione dovranno osservare le disposizioni della norma UNI 11292, compresa l'installazione di un idoneo kit per la protezione sprinkler del locale.



ESEMPIO INSTALLAZIONE IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE E RISERVA IDRICA - NORMA UNI 11292

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato effettuato il progetto di un impianto di spegnimento automatico a sprinkler a servizio di una sala mensa di nuova realizzazione.

L'impianto in questione, integrato dalla protezione di base e manuale, si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (IV) risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI EN 12845 per la classe di pericolo (OH⁸ 1).

L'impianto sprinkler è del tipo ad umido (rete a maglia aperta a collettore centrale), quindi con le tubazioni a valle della stazione di controllo permanentemente piene di acqua in pressione.

L'individuazione dell'area operativa *più sfavorita* ha consentito di individuare quale dovrà essere la pressione minima di cui necessiterà l'alimentazione idrica.

L'individuazione dell'area operativa *più favorita* ha consentito, invece, di determinare la portata dell'alimentazione idrica e i parametri necessari al dimensionamento della riserva idrica.

L'esempio trattato, dovendo garantire il livello IV di prestazione, richiede che siano considerati contemporaneamente attivi sia l'impianto idranti che lo sprinkler.

Pertanto, si dovrà tener conto della tipologia delle alimentazioni idriche presenti e delle caratteristiche del gruppo di pompaggio; si rimanda per ulteriori approfondimenti alla norma UNI EN 12845 (punto 9.6.4 "Alimentazioni idriche combinate" e punto 8.3).

❖ *Commento dei risultati*

In merito alle modalità di selezione degli sprinkler, si evidenzia una distinzione in base alla tipologia di erogazione:

- gli sprinkler del tipo rivolti verso l'alto (Upright) sono meno soggetti ai danni meccanici e alla raccolta di corpi estranei nei raccordi degli sprinkler; essi facilitano anche il completo drenaggio dell'acqua dalle tubazioni di alimentazioni agli sprinkler;
- gli sprinkler del tipo rivolti verso il basso (Pendent) possiedono una capacità di erogare densità d'acqua maggiori ad una velocità superiore, immediatamente al di sotto e adiacente all'asse dello sprinkler; conseguentemente, essi presentano migliori capacità di controllo dell'incendio per alcune applicazioni quali la protezione negli scaffali e, in generale, delle aree di deposito.

Si segnala inoltre come al punto S.6.5.4 del Codice venga sottolineata l'esigenza di valutare la compatibilità di funzionamento dei sistemi sprinkler con altri sistemi o impianti di protezione attiva; è necessario, in particolare, garantire la corretta attivazione dei sistemi di controllo dei fumi e del calore ove presenti e dei sistemi sprinkler.

Il progettista, in ogni caso, in funzione degli obiettivi di sicurezza che debbono essere raggiunti, dovrà effettuare le opportune valutazioni e, sulla base di evidenze mutate dalla letteratura scientifica di settore oppure eseguendo prove sperimentali mirate, prescrivere la necessità di provvedere prima all'attivazione del sistema sprinkler e quindi allo smaltimento dei fumi e del calore, o viceversa.

L'esempio trattato risalta gli aspetti di versatilità progettuale offerti dal Codice in quanto strumento scelto per garantire la sicurezza antincendio anche di un'attività non soggetta alle visite ed ai controlli del CNVVF.

La valutazione del rischio, che è alla base di ogni progettazione effettuata col Codice, restituisce i parametri significativi e gli indicatori di pericolosità utili alla corretta applicazione della norma tecnica di riferimento per gli impianti sprinkler.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Si rammenta che l'acqua potrebbe non essere compatibile con l'incendio da controllare, o con i beni da proteggere, e che la presenza di impianti sprinkler non esclude la necessità di altri sistemi o impianti di estinzione dell'incendio.

Gli impianti sprinkler rappresentano la soluzione maggiormente utilizzata negli ambiti di attività civili ed industriali per la protezione automatica contro l'incendio.

La presenza dell'acqua come agente estinguente consente una versatilità molto ampia sia nei confronti degli eventuali beni da proteggere sia per la compatibilità della scarica con l'eventuale presenza di occupanti.

⁸ OH sta per Ordinary Hazard

Caso studio 3: determinazione della curva caratteristica di un impianto sprinkler in base all'area operativa sfavorita ed in corrispondenza del punto di calcolo

Descrizione

Ci si propone di effettuare, per la protezione antincendio di un' autorimessa privata di nuova realizzazione, lo studio di un impianto di spegnimento automatico a sprinkler secondo le prescrizioni di cui al cap. S.6.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche dell' autorimessa	Vedi planimetria (A = 1920 m ² , H = 6,00 m)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in C.A.

Schema planimetrico dell' autorimessa protetta dall' impianto sprinkler

Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Densità di affollamento	68 autoveicoli ► 136 persone ⁹ (è prevista la presenza di persone disabili)
Profilo di rischio R _{vita}	A2 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite di piano	2 aventi L = 5,50 m; h = 2,70 m
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) e Impianto sprinkler (UNI EN 12845) ► Livello IV di prestazione (par. S.6.6.3) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Non presente H 24

Per l' autorimessa in questione, al fine di determinare il carico d' incendio specifico q_p , si è utilizzato il valore statistico per le autorimesse (tratto dal software ClaRaF, *Classificazione di Resistenza al Fuoco delle costruzioni, elaborato dall' Area Protezione Passiva della D.C.P.S.T. dei VV.F.*) di 200 MJ/m², moltiplicato per un coefficiente di adeguamento al frattile 80% pari a 1,40.

⁹ Nella revisione del Codice per le autorimesse private sarà considerato un occupante a veicolo.

Pertanto, per il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ si ottiene:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n \times q_f = 1,40 \times 1,00 \times 0,41 \times 200 \times 1,40 = 160 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,40$ ($A = 1920 \text{ m}^2$);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n5} \times \delta_{n9} = 0,48 \times 0,85 = 0,41$

A tale valore di $q_{f,d}$ non corrisponde alcun requisito per la classe minima di resistenza al fuoco (vedi par. S.2.4.3).

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività classificata al punto 75.2.B dell'Allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluripiano e meccanizzati, con superficie compresa tra 1000 mq e 3000 mq".

Obiettivi dello studio

L'autorimessa in questione, sulla base della RTV V.6 Autorimesse, di cui al d.m. 21 febbraio 2017, è classificabile come SA/AB/HA e, pertanto, il corrispondente livello di prestazione per il controllo dell'incendio risulta essere il III (tab. V.6-2).

Tuttavia, sulla base delle risultanze della valutazione del rischio, considerato che gli ambienti limitrofi all'autorimessa sono presenti attività con elevato affollamento, si opta per il livello di prestazione IV.

Tanto premesso, si vuole verificare l'impianto sprinkler (alimentato da acquedotto), integrato dalla protezione di base e manuale (par. S.6.2), secondo le previsioni del par. 6.5.4, verificando che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI EN 12845 per la classe di pericolo (OH 2).

Saranno pertanto di seguito determinate, le curve caratteristiche dell'impianto sprinkler (con tubazioni in acciaio) in base all'area operativa sfavorita ed al punto di calcolo (in corrispondenza della sezione stradale).

Progetto dell'impianto di spegnimento automatico a sprinkler

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.6, alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI EN 12845:2015	Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler
UNI 11292:2019	Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio Caratteristiche costruttive e funzionali Caratteristiche costruttive e funzionali
UNI EN 12259-1:2007	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 1: Sprinkler
UNI EN 12259-2:2006	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2: Valvole di allarme ad umido
UNI EN 12259-3:2006	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 3: Valvole di allarme a secco
UNI EN 12259-4:2002	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 4: Allarmi a motore ad acqua
UNI EN 12259-5:2003	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 5: Indicatori di flusso

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

L'autorimessa viene classificata attività a pericolo ordinario OH 2 in accordo al prospetto A.2 della norma UNI EN 12845.

Nota: Le aree di classe OH 2,3 e 4 dalla norma UNI EN 12845 possono essere assimilate a quelle di livello di pericolosità 2 definite dalla norma UNI 10779.

Livello di pericolosità 2

Aree nelle quali c'è una presenza non trascurabile di materiali combustibili e che presentano un moderato pericolo di incendio come probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza.

Rientrano in tale classe tutte le attività di lavorazione in genere che non presentano accumuli particolari di merci combustibili e nelle quali sia trascurabile la presenza di sostanze infiammabili.

Nelle aree di livello di pericolosità 2 può essere prevista sia la protezione interna sia la protezione esterna in relazione all'analisi di rischio eseguita.

Descrizione dell'impianto

L'impianto sprinkler da realizzare sarà del tipo ad umido (rete a maglia aperta a collettore centrale), quindi con le tubazioni a valle della stazione di controllo permanentemente piene di acqua in pressione, non stimandosi l'esistenza di un pericolo di congelamento dell'acqua all'interno delle tubazioni stesse.

A supporto dell'impianto è stato previsto un attacco di mandata per l'autopompa dei VV.F. con connessione al collettore principale.

A valle della valutazione del rischio, eseguita nello specifico secondo i dettami della norma UNI EN 12845, si riportano di seguito i parametri considerati e i conseguenziali dati di progetto:

Descrizione attività: Autorimessa	
Altezza soffitto: 6,00 m	Tipo impianto: a umido
Pendenza Soffitto (%): 0,00	
Deposito Annesso: No	
Sprinkler utilizzati: Upright	
Classe di pericolo: OH 2 (punto 6.2.3 norma UNI EN 12845)	

		Parametro		Valore		
Dati di progetto		Area operativa		144,00 m ²		
		Densità di scarica		5,00 l/min/m ²		
		Portata minima		720,00 l/min		
		n° erogatori operativi		12		
		Area specifica protetta massima		12,00 m ²		
		Area specifica protetta di progetto		12,00 m ²		
		Portata specifica		60,00 l/min		
		Pressione min testine		0,35 bar		
		Pressione min di progetto testine		0,56 bar		
		Coefficiente di efflusso K		80 bar		
		Diametro testine		1/2"		
Durata di scarica		60 min				
n° testine	Tipo	DN	Temp.	Portata	Pressione	K
160	CU Upright	1/2"	68 °C	60 l/min	0,56 bar	80 bar

Tubazioni utilizzate nell'impianto sprinkler:

Materiale	C
Acciaio	120

dove C è la costante dipendente dalla natura della tubazione.

Per il posizionamento delle testine è scelta una disposizione regolare.

La massima area coperta da ciascuno sprinkler " $A_{max, coperta}$ " è pari a $12,0 \text{ m}^2$ e la distanza massima è di $4,0 \text{ m}$ (vedi prospetto 19, al punto 12.2 della norma UNI EN 12845).

Conseguentemente, il numero di sprinkler da prevedere nell'area operativa si deduce dal seguente rapporto:

$$n = \frac{A_{operativa}}{A_{max, coperta}} = \frac{144}{12} = 12$$

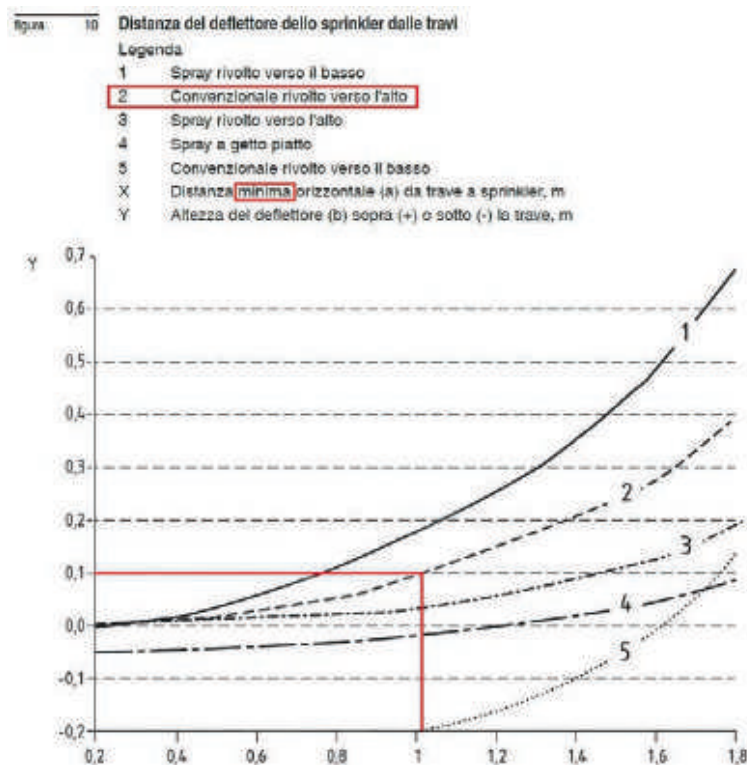
Si impiegano erogatori convenzionali (C, $k = 80$) (vedi prospetto 37a, al punto 14.2.1 della norma UNI EN 12845) con posizionamento verticale (U).

Il deflettore viene posto a 10 cm al di sopra dell'intradosso delle travi (alte $0,50 \text{ m}$ e larghe $0,30 \text{ m}$).

Dal grafico di fig. 10, vedi punto 12.4.6 della citata norma, di seguito riportato, si evince una distanza minima dal bordo della trave di $1,01 \text{ metri}$ ($< 1,35 \text{ m}$ dei disponibili).

L'interasse trasversale tra le testine è di $3,00 \text{ metri}$, mentre quello longitudinale è di $4,00 \text{ metri}$.

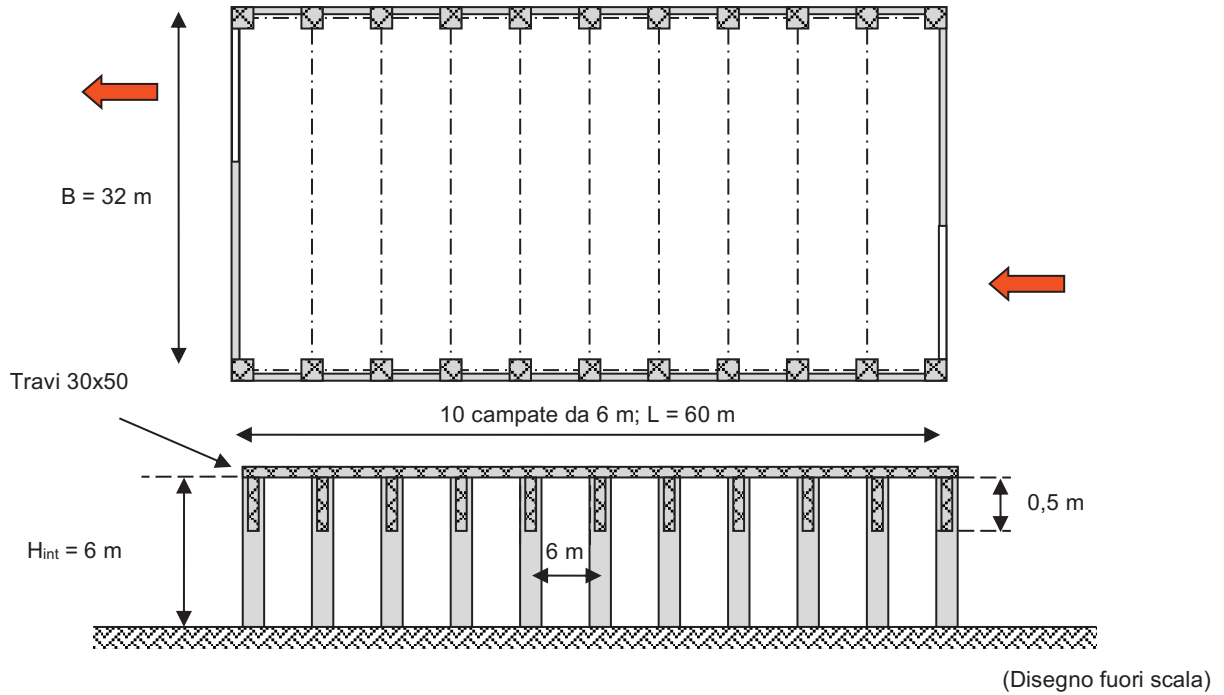
L'area coperta "A" è pari a 12 m^2 .



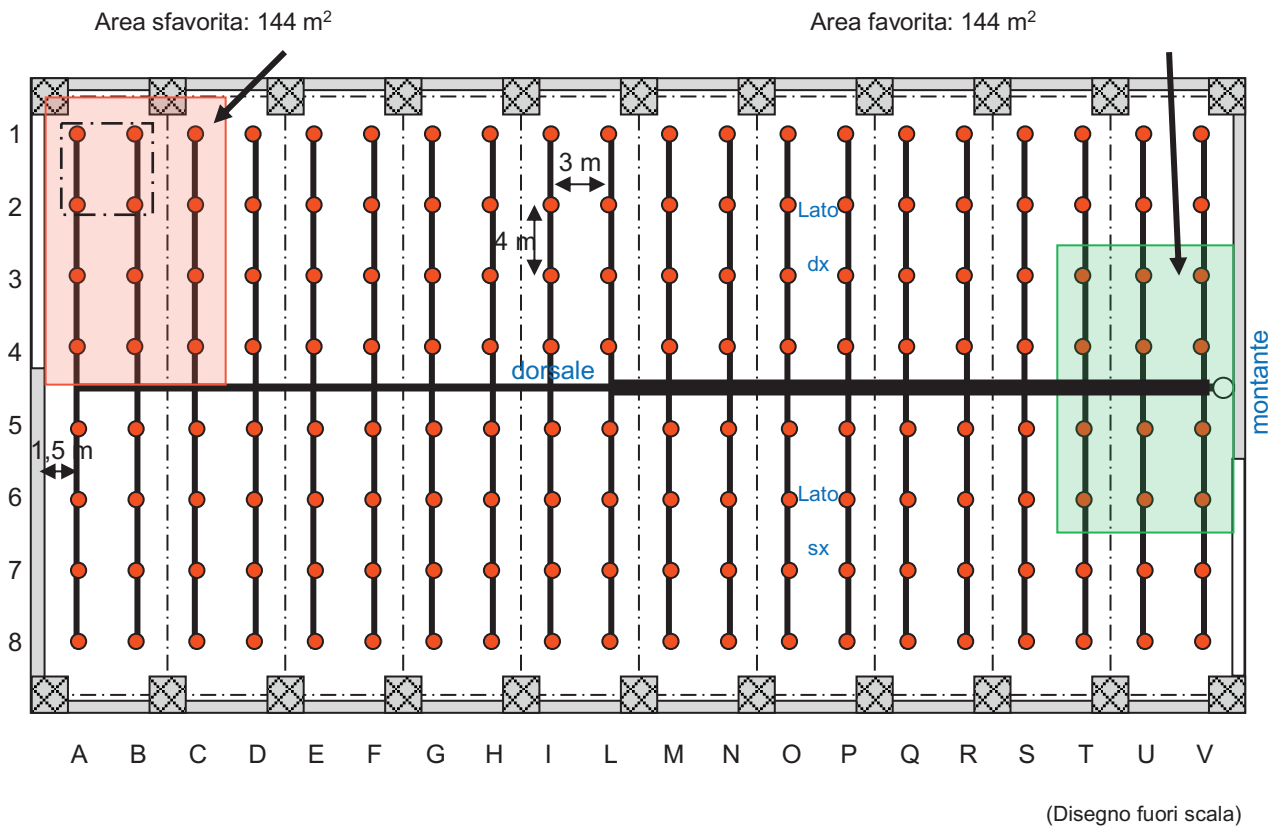
L'impianto in questione sarà gestito da una stazione di controllo realizzata secondo le previsioni della serie delle norme EN 12259, con la seguente dotazione:

- una valvola d'intercettazione;
- una valvola di controllo ed allarme;
- una campana idraulica di allarme;
- una valvola principale di scarico;
- due manometri (uno a monte e uno a valle);
- apparecchiature di prova.

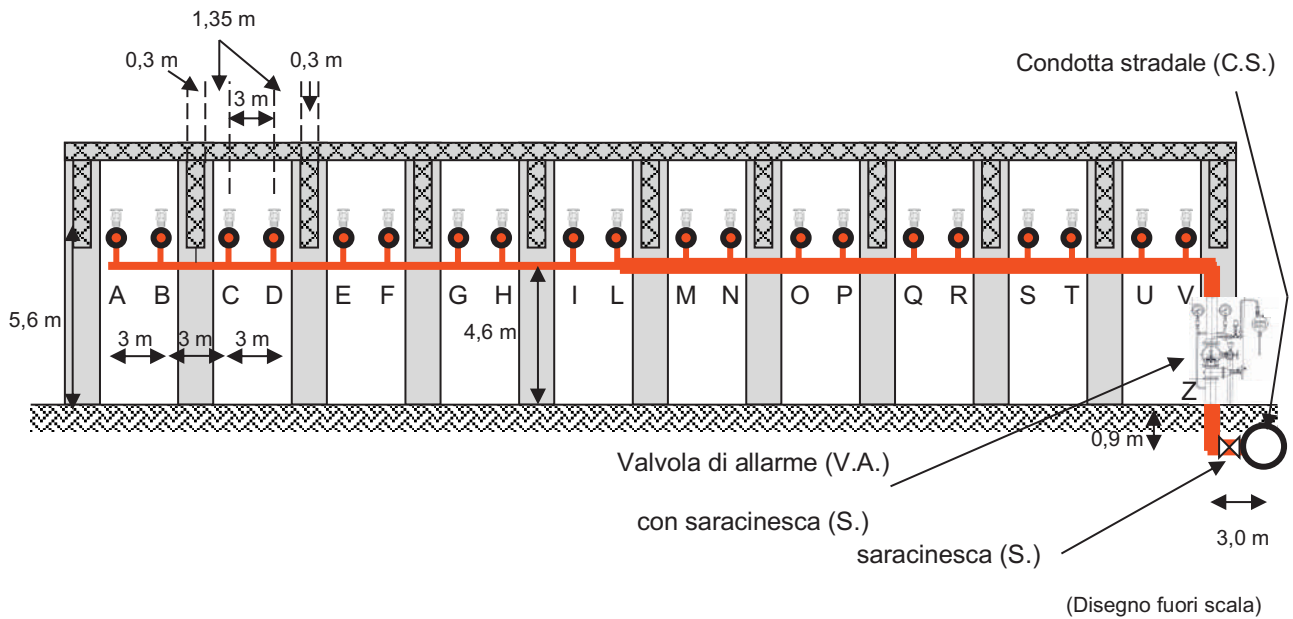
Le tubazioni utilizzate nell'impianto avranno diametro non inferiore a DN 20 e pressione nominale non inferiore a PN 10, così come tutti i componenti accessori. Le specifiche da rispettare in merito alla posa ed ai sostegni delle medesime, sono elencate al punto 17 della norma UNI EN 12845.



PIANTA E SEZIONE DELL'AUTORIMESSA



DISTRIBUZIONE DELL'IMPIANTO SPRINKLER CON INDICAZIONE DELLE AREE SFAVORITA E FAVORITA



SEZIONE DELL'IMPIANTO SPRINKLER

Verifica idraulica dell'impianto

Il dimensionamento dell'impianto e la verifica dei circuiti idraulici si eseguono in funzione dei riscontri geometrici rilevati (lunghezze dei rami della rete, diametri nominali delle tubazioni e dislivelli) e di quelli idraulici (portata minima e pressione minima degli erogatori, considerandone il numero minimo in funzione contemporaneamente).

La procedura di calcolo è quella prevista al punto 13 della norma UNI EN 12845.

Obiettivo del dimensionamento è quello di garantire a tutti i terminali considerati attivi, le prestazioni idrauliche minime di progetto; a tal fine, per ciascuno sarà considerata l'effettiva portata in funzione del relativo coefficiente di efflusso (K), indice della capacità di erogare acqua a parità di pressione con cui la stessa raggiunge l'ugello.

La procedura di calcolo utilizzata conduce alla determinazione delle caratteristiche idrauliche della rete:

- portata e perdite (distribuite e concentrate) dei rami della rete;
- prevalenza e portata delle aree operative idraulicamente favorite e sfavorite.

Occorrerà inoltre verificare che la velocità massima raggiunta dall'acqua in tutti i rami della rete non superi, in nessun tratto, il valore di 10,00 m/sec.

Si determineranno, infine, le caratteristiche dell'alimentazione più idonea per l'ottimale funzionamento dell'impianto.

Si ipotizza di trascurare l'altezza cinetica $v^2/2g$.

La relazione che lega la portata di scarica minima (Q_{min}) delle testine alla pressione minima all'erogatore (P_{min}) è la seguente:

$$Q_{min} = K \times P_{min}^{0,5}$$

dove K è il coefficiente di efflusso, funzione dell'erogatore prescelto.

Le perdite di carico distribuite $\Delta P_{distr.}$ da considerare, sono calcolate con la formula di Hazen Williams:

$$\Delta P_{distr.} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

dove:

- $\Delta P_{\text{distr.}}$ è la perdita di carico unitaria distribuita (causate dall'attrito), in bar;
- Q è la portata nel tratto di tubazione considerato, in l/min;
- D è il diametro interno medio della tubazione, in mm;
- C è la costante dipendente dalla natura della tubazione.

Le perdite di carico localizzate $\Delta P_{\text{loc.}}$ si possono valutare introducendo il concetto di *lunghezza di tubazione equivalente*, in funzione dei diametri in gioco e delle caratteristiche del circuito idraulico; in tal modo le perdite concentrate saranno calcolate come se fossero delle perdite distribuite.

A tal fine si può utilizzare il seguente prospetto 23 di cui al punto 13.2.4 della norma UNI EN 12845.

1) Calcolo delle caratteristiche idrauliche dell'erogatore 1°

$$Q_{1A} = A_{\text{coperta}} \cdot D_{\text{densità di scarica}} = 12,0 \cdot 5,0 = 60,0 \text{ l/min}$$

$$Q_{1A} = k_{1A} \sqrt{p_{1A}} \text{ da cui:}$$

$$p_{1A} = \frac{Q_{1A}^2}{k_{1A}^2} = \frac{60^2}{80^2} = 0,56 \text{ bar}$$

2) Calcolo delle caratteristiche idrauliche lungo il tratto 1A - 2A (Ø 20)

$$Q_{1A-2A} = 60,0 \text{ l/min}$$

$$L_{\text{eq},1A-2A} = L_{1A-2A} = 4,0 \text{ m}$$

$$V_{1A-2A} = \frac{Q_{1A-2A}}{A_{1A-2A}} = \frac{4 \cdot Q_{1A-2A}}{\pi \cdot \Phi_{1A-2A}^2} = \frac{1000}{60} \cdot \frac{4 \cdot 60,0}{\pi \cdot 20^2} = 3,18 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_{1A-2A} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q_{1A-2A}^{1,85}}{C_{1A-2A}^{1,85} \cdot \Phi_{1A-2A}^{4,87}} \cdot L_{\text{eq},1A-2A} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot 60,0^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 20^{4,87}} \cdot 4,0 = 0,31 \text{ bar}$$

3) Calcolo delle caratteristiche idrauliche dell'erogatore 2°

$$p_{2A} = p_{1A} + \Delta p_{1A-2A} = 0,56 + 0,31 = 0,87 \text{ bar}$$

$$Q_{2A} = k_{2A} \sqrt{p_{2A}} = 80 \sqrt{0,87} = 74,6 \text{ l/min}$$

4) Calcolo delle caratteristiche idrauliche lungo il tratto 2A - 3A (Ø 25)

$$Q_{2A-3A} = Q_{1A-2A} + Q_{2A} = 60,0 + 74,6 = 134,6 \text{ l/min}$$

$$L_{\text{eq},2A-3A} = L_{2A-3A} = 4,0 \text{ m}$$

$$V_{2A-3A} = \frac{Q_{2A-3A}}{A_{2A-3A}} = \frac{4 \cdot Q_{2A-3A}}{\pi \cdot \Phi_{2A-3A}^2} = \frac{1000}{60} \cdot \frac{4 \cdot 134,6}{\pi \cdot 25^2} = 4,57 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_{2A-3A} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q_{2A-3A}^{1,85}}{C_{2A-3A}^{1,85} \cdot \Phi_{2A-3A}^{4,87}} \cdot L_{\text{eq},2A-3A} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot 134,6^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 25^{4,87}} \cdot 4,0 = 0,47 \text{ bar}$$

5) Calcolo delle caratteristiche idrauliche dell'erogatore 3°

$$p_{3A} = p_{2A} + \Delta p_{2A-3A} = 0,87 + 0,47 = 1,34 \text{ bar}$$

$$Q_{3A} = k_{3A} \sqrt{p_{3A}} = 80 \sqrt{1,34} = 92,6 \text{ l/min}$$

6) Calcolo delle caratteristiche idrauliche lungo il tratto 3A - 4A (Ø 32)

$$Q_{3A-4A} = Q_{2A-3A} + Q_{3A} = 134,6 + 92,6 = 227,2 \text{ l/min}$$

$$L_{eq,2A-3A} = L_{2A-3A} = 4,0 \text{ m}$$

$$V_{3A-4A} = \frac{Q_{3A-4A}}{A_{3A-4A}} = \frac{4 \cdot Q_{3A-4A}}{\pi \cdot \Phi_{3A-4A}^2} = \frac{1000}{60} \cdot \frac{4 \cdot 227,2}{\pi \cdot 32^2} = 4,71 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_{3A-4A} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q_{3A-4A}^{1,85}}{C_{3A-4A}^{1,85} \cdot \Phi_{3A-4A}^{4,87}} \cdot L_{eq,3A-4A} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot 227,2^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 32^{4,87}} \cdot 4,0 = 0,37 \text{ bar}$$

7) Calcolo delle caratteristiche idrauliche dell'erogatore 4°

$$p_{4A} = p_{3A} + \Delta p_{3A-4A} = 1,34 + 0,37 = 1,71 \text{ bar}$$

$$Q_{4A} = k_{4A} \sqrt{p_{4A}} = 80 \sqrt{1,71} = 104,6 \text{ l/min}$$

8) Calcolo delle caratteristiche idrauliche lungo il tratto 4A - dorsale (Ø 32)

$$Q_{4A-dorsale} = Q_{3A-4A} + Q_{4A} = 227,2 + 104,6 = 331,8 \text{ l/min}$$

$$L_{eq,2A-3A} = L_{4A-dorsale} + L_{eq} (2 \text{ raccordi a "T"}) = 3,0 + 2 \times 2,1 = 7,2 \text{ m}$$

$$V_{4A-dorsale} = \frac{Q_{4A-dorsale}}{A_{4A-dorsale}} = \frac{4 \cdot Q_{4A-dorsale}}{\pi \cdot \Phi_{4A-dorsale}^2} = \frac{1000}{60} \cdot \frac{4 \cdot 331,8}{\pi \cdot 32^2} = 6,88 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_{4A-dorsale} = \gamma \cdot H + \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q_{4A-dorsale}^{1,85}}{C_{4A-dorsale}^{1,85} \cdot \Phi_{4A-dorsale}^{4,87}} \cdot L_{eq,4A-dorsale} = \frac{9806 \cdot 1,0}{101300} + \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot 331,8^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 32^{4,87}} \cdot 7,2 = 0,10 + 1,33 = 1,43 \text{ bar}$$

9) Calcolo delle caratteristiche idrauliche in corrispondenza della diramazione A

$$p_A = p_{4A} + \Delta p_{4A-dorsale} = 1,71 + 1,43 = 3,14 \text{ bar}$$

10) Calcolo delle caratteristiche idrauliche dalla diramazione A alla diramazione B (Ø 65)

$$Q_{A-B} = Q_{4A-dorsale} = 331,8 \text{ l/min}$$

$$L_{eq,A-B} = L_{A-B} = 3,0 \text{ m}$$

$$V_{A-B} = \frac{Q_{A-B}}{A_{A-B}} = \frac{4 \cdot Q_{A-B}}{\pi \cdot \Phi_{A-B}^2} = \frac{1000}{60} \cdot \frac{4 \cdot 331,8}{\pi \cdot 65^2} = 1,67 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_{A-B} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q_{A-B}^{1,85}}{C_{A-B}^{1,85} \cdot \Phi_{A-B}^{4,87}} \cdot L_{eq,A-B} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot 331,8^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 65^{4,87}} \cdot 3,0 = 0,02 \text{ bar}$$

11) Calcolo delle caratteristiche idrauliche della diramazione B

$$p_B = p_{4A} + \Delta p_{4A-diramazione} + \Delta p_{A-B} = 1,71 + 1,43 + 0,02 = 3,16 \text{ bar}$$

Per il calcolo delle caratteristiche idrauliche lungo la diramazione B si possono seguire due strade: il calcolo rigoroso o il metodo dell'erogatore equivalente.

11.1) Il calcolo rigoroso consiste nella determinazione della portata fluente attraverso l'erogatore estremo 1B compatibile con la pressione (nota) all'inizio della diramazione B e pari a 3,16 bar. Ripercorrendo pertanto sinteticamente i passi dal punto 1) al punto 9) e variando per tentativi la portata attraverso lo sprinkler 1B si ha:

Tratto	L _{eq} (m)	Q (l/min)	C	Ø (mm)	P (bar)	K	A (m ²)	V (m/s)	ΔH (m)
1B		60,2			0,57	80			
1B-2B	4,00	60,2	120	20	0,31		0,000314	3,19	
2B		74,9			0,88	80			
2B-3B	4,00	135,1	120	25	0,47		0,000491	4,59	
3B		92,8			1,35	80			
3B-4B	4,00	228,0	120	32	0,37		0,000804	4,72	
4B		104,8			1,72	80			
4B-dorsale	7,20	332,8	120	32	1,44		0,000804	6,90	1,0
B		332,8			3,16				

La portata complessivamente fluente attraverso la diramazione B compatibile con la pressione a monte di 3,16 bar è di 332,8 l/min.

Tale portata è ovviamente superiore a quella caratterizzante la diramazione A (pari a 331,8 l/min) in virtù della maggiore pressione residua.

- 11.2) Il metodo dell'erogatore equivalente consiste nel sostituire alla diramazione B un erogatore caratterizzato da un coefficiente di efflusso "k_{eq}" pari a quello della diramazione A geometricamente identica alla B.

Dalla relazione approssimata:

$$p_A = \gamma \cdot H + \frac{Q_A^2}{k_{eq}^2} = 3,14 \text{ bar} \text{ si ricava } k_A:$$

$$k_{eq} = \frac{Q_A}{\sqrt{p_A - \gamma \cdot H}} = \frac{331,8}{\sqrt{3,14 - \frac{9806}{101300} \cdot 1,0}} = 190,2$$

Dall'espressione della pressione in B:

$$p_B = \gamma \cdot H + \frac{Q_B^2}{k_{eq}^2} \text{ si ricava } Q_B:$$

$$Q_B = k_{eq} \cdot \sqrt{p_B - \gamma \cdot H} = 190,2 \cdot \sqrt{3,16 - \frac{9806}{101300} \cdot 1,0} = 332,9 \text{ l/min}$$

Come si vede l'errore commesso non è significativo (332,9 l/min anziché 332,8 l/min).

12) Calcolo delle caratteristiche idrauliche dalla diramazione B alla diramazione C (Ø 65)

$$Q_{B-C} = Q_{A-B} + Q_B = 331,8 + 332,8 = 664,6 \text{ l/min}$$

$$L_{eq,B-C} = L_{B-C} = 3,0 \text{ m}$$

$$V_{B-C} = \frac{Q_{B-C}}{A_{B-C}} = \frac{4 \cdot Q_{B-C}}{\pi \cdot \Phi_{B-C}^2} = \frac{1000}{60} \cdot \frac{4 \cdot 664,6}{\pi \cdot 65^2} = 3,34 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_{B-C} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q_{B-C}^{1,85}}{C_{B-C}^{1,85} \cdot \Phi_{B-C}^{4,87}} \cdot L_{eq,B-C} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot 664,6^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 65^{4,87}} \cdot 3,0 = 0,06 \text{ bar}$$

13) Calcolo delle caratteristiche idrauliche della diramazione C

$$p_C = p_B + \Delta p_{B-C} = 3,16 + 0,06 = 3,22 \text{ bar}$$

Per il calcolo delle caratteristiche idrauliche lungo la diramazione C si possono seguire le medesime due strade proposte per la diramazione B.

- 13.1) Con il calcolo rigoroso si determina la portata fluente attraverso l'erogatore estremo 1C compatibile con la pressione (nota) all'inizio della diramazione C e pari a 3,22 bar.

Ripercorrendo pertanto sinteticamente i passi dal punto 1) al punto 9) e variando per tentativi la portata attraverso lo sprinkler 1C si ha:

Tratto	L _{eq} (m)	Q (l/min)	C	Ø (mm)	P (bar)	K	A (m ²)	V (m/s)	ΔH (m)
1C		60,9			0,58	80			
1C-2C	4,00	60,9	120	20	0,32		0,000314	3,23	
2C		75,8			0,90	80			
2C-3C	4,00	136,6	120	25	0,48		0,000491	4,64	
3C		93,8			1,38	80			
3C-4C	4,00	230,5	120	32	0,38		0,000804	4,78	
4C		106,0			1,75	80			
4C-dorsale	7,20	336,4	120	32	1,47		0,000804	6,97	1,0
C		336,4			3,22				

La portata complessivamente fluente attraverso la diramazione C compatibile con la pressione a monte di 3,22 bar è di 336,4 l/min.

Tale portata è ovviamente superiore a quella caratterizzante la diramazione A (pari a 331,8 l/min) e la diramazione B (pari a 332,8 l/min) in virtù della maggiore pressione residua presente.

- 13.2) Con il metodo dell'erogatore equivalente si sostituisce alla diramazione C un erogatore caratterizzato da un coefficiente di efflusso "k_{eq}" pari a quello delle diramazioni A e B geometricamente identiche alla C.
Dall'espressione della pressione in C:

$$p_c = \gamma \cdot H + \frac{Q_c^2}{k_{eq}^2} \quad \text{si ricava } Q_c:$$

$$Q_c = k_{eq} \cdot \sqrt{p_c - \gamma \cdot H} = 190,2 \cdot \sqrt{3,22 - \frac{9806}{101300} \cdot 1,0} = 336,1 \text{ l/min}$$

Come si vede l'errore commesso non è significativo (336,1 l/min anziché 336,4 l/min).

14) Calcolo delle caratteristiche idrauliche lungo il tratto dalla diramazione C alla sezione L (Ø 65)

$$Q_{C-L} = Q_{B-C} + Q_C = 664,6 + 336,4 = 1001,0 \text{ l/min}$$

$$L_{eq,C-L} = L_{C-L} = 21,0 \text{ m}$$

$$V_{C-L} = \frac{Q_{C-L}}{A_{C-L}} = \frac{4 \cdot Q_{C-L}}{\pi \cdot \Phi_{C-L}^2} = \frac{1000}{60} \cdot \frac{4 \cdot 1001,0}{\pi \cdot 65^2} = 5,03 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_{C-L} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q_{C-L}^{1,85}}{C_{C-L}^{1,85} \cdot \Phi_{C-L}^{4,87}} \cdot L_{eq,C-L} = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot 1001,0^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 65^{4,87}} \cdot 3,0 = 0,95 \text{ bar}$$

15) Calcolo delle caratteristiche idrauliche lungo il tratto dalla sezione L alla sezione Z posta a monte della valvola di controllo ed allarme (Ø 80)

$$Q_{L-Z} = Q_{C-L} = 1001,0 \text{ l/min}$$

$$L_{eq,L-Z} = L_{L-Z} + L_{eq}(1 \text{ deviazione a "L"} + 1 \text{ Valvola di controllo} + 1 \text{ Saracinesca}) = 34,6 + 2,4 + 3,9 + 0,63 = 41,53 \text{ m}$$

$$V_{L-Z} = \frac{Q_{L-Z}}{A_{L-Z}} = \frac{4 \cdot Q_{L-Z}}{\pi \cdot \Phi_{L-Z}^2} = \frac{1000}{60} \cdot \frac{4 \cdot 1001,0}{\pi \cdot 80^2} = 3,32 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_{L-Z} = \gamma \cdot \Delta H + \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q_{L-Z}^{1,85}}{C_{L-Z}^{1,85} \cdot \Phi_{L-Z}^{4,87}} \cdot L_{eq,L-Z} = \frac{9806}{101300} \cdot 4,6 + \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot 1001,0^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 80^{4,87}} \cdot 41,53 = 0,44 + 0,69 = 1,13 \text{ bar}$$

16) Calcolo delle caratteristiche idrauliche lungo il tratto dalla sezione Z alla condotta stradale (Ø 80)

$$Q_{Z-CS} = Q_{L-Z} = 1001,0 \text{ l/min}$$

$$L_{eq,Z-CS} = L_{Z-CS} + L_{eq} (1 \text{ deviazione a "L" + 1 Saracinesca}) = 3,9 + 2,4 + 0,63 = 6,93 \text{ m}$$

$$V_{Z-CS} = V_{L-Z} = 3,32 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_{Z-CS} = \gamma \cdot \Delta H + \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot Q_{Z-CS}^{1,85}}{C_{Z-CS}^{1,85} \cdot \Phi_{Z-CS}^{4,87}} \cdot L_{eq,Z-CS} = \frac{9806}{101300} \cdot 0,9 + \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot 1001,0^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 80^{4,87}} \cdot 6,93 =$$

$$= 0,09 + 0,11 = 0,20 \text{ bar}$$

17) Calcolo delle caratteristiche idrauliche in corrispondenza della sezione stradale (punto di calcolo)

$$Q_{CS} = 1001,0 \text{ l/min}$$

$$p_{CS} = p_C + \Delta p_{C-L} + \Delta p_{L-Z} + \Delta p_{Z-CS} = 3,22 + 0,95 + 1,13 + 0,20 = 5,51 \text{ bar}$$

18) Calcolo della caratteristica dell'impianto in corrispondenza della portata nulla

$$Q_0 = 0,0 \text{ l/min}$$

$$p_0 = \gamma \cdot \Delta H = \frac{9806}{101300} \cdot 6,5 = 0,63 \text{ bar}$$

Verifica dell'alimentazione

Si effettua la verifica dell'alimentazione controllandone la compatibilità con il punto di calcolo e la disponibilità di erogazione di una portata aggiuntiva per i mezzi di soccorso.

Quest'ultima possibilità, non contemplata dalla norma UNI EN 12845, è richiesta dalla norma NFPA 101 e costituisce una buona pratica di progettazione.

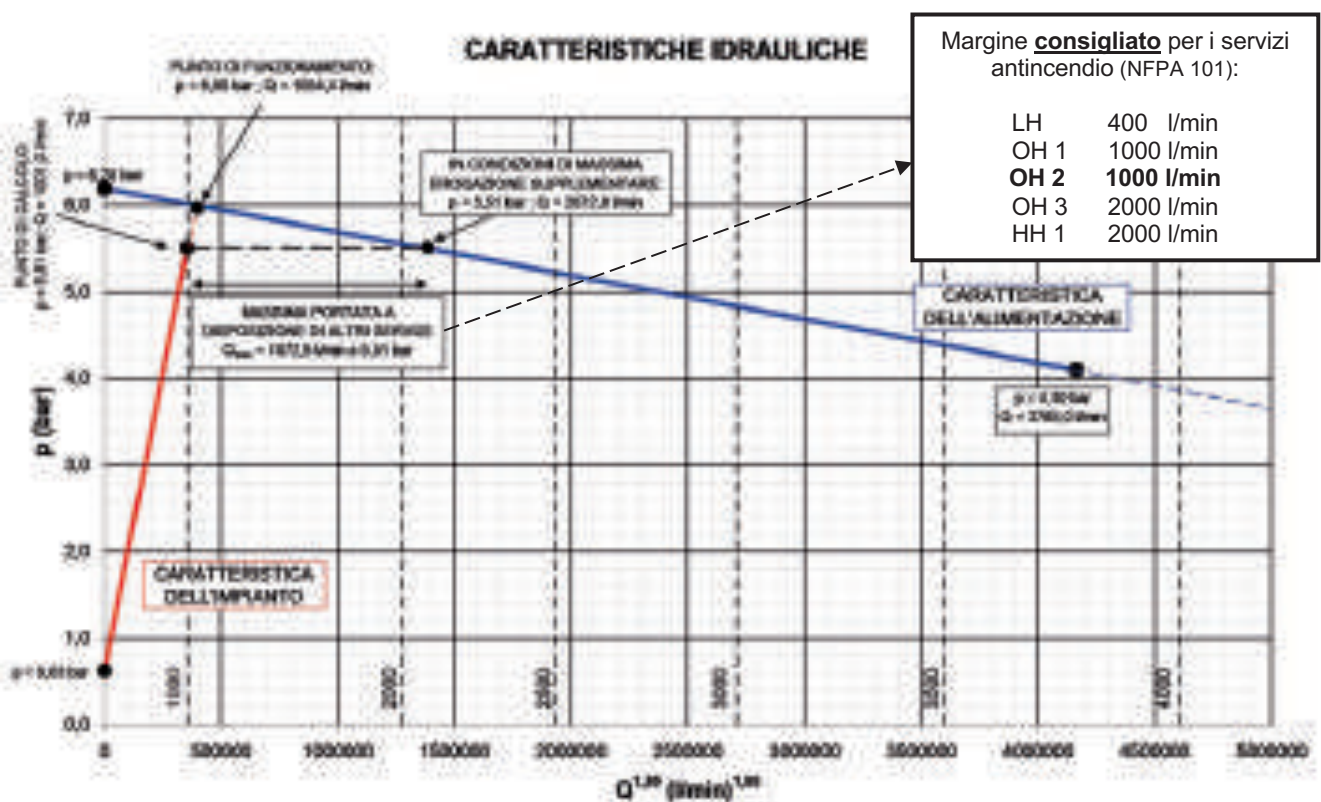
Caratteristica dell'alimentazione (da acquedotto):

$$Q = 0,0 \text{ l/min} \quad p_{st} = 6,20 \text{ bar}$$

$$Q = 3785,0 \text{ l/min} \quad p_{res} = 4,10 \text{ bar}$$

Il grafico seguente mostra la verifica dell'alimentazione.

Si noti che il punto di calcolo ($Q = 1001,0 \text{ l/min}$; $p = 5,51 \text{ bar}$) giace al di sotto della caratteristica dell'alimentazione e che, in caso di utilizzo di idranti supplementari dalle squadre antincendio, è consentita l'erogazione di una portata extra pari al più a $1072,8 \text{ l/min}$ superiore ai 1000 l/min consigliati.



Verifica dell'impianto in corrispondenza del punto di funzionamento

Si tratta di verificare l'impianto sprinkler nelle condizioni di reale funzionamento fornite dall'intercetta tra la curva caratteristica dell'impianto e quella dell'alimentazione.

È necessario accertarsi che le velocità in condotta non eccedano i limiti imposti dalla norma (6 m/s in corrispondenza della valvola di controllo e allarme e 10 m/s negli altri punti dell'impianto) e che le pressioni siano compatibili con i materiali.

Le caratteristiche idrauliche richieste in corrispondenza della derivazione dalla condotta stradale sono:

$$Q = 1054,4 \text{ l/min} \quad p_{res} = 6,00 \text{ bar}$$

Nella tabella riportata di seguito sono effettuati i calcoli idraulici dell'impianto nelle condizioni di reale funzionamento:

Tratto	L _{eq} m	Q l/min	C	Ø mm	p bar	K	A m ²	V m/s	ΔH m
1A		63,3			0,63	80			
1A-2A	4,00	63,3	120	20	0,34		0,000314	3,36	
2A		78,7			0,97	80			
2A-3A	4,00	142,1	120	25	0,51		0,000491	4,82	
3A		97,4			1,48	80			
3A-4A	4,00	239,5	120	32	0,41		0,000804	4,96	
4A		110,0			1,89	80			
4A-dorsale	7,20	349,5	120	32	1,57		0,000804	7,24	1,0
A		349,5			3,46				
A-B	3,00	349,5	120	65	0,02		0,003318	1,76	
B		349,5			3,48				
1B		63,5			0,63	80			
1B-2B	4,00	63,5	120	20	0,34		0,000314	3,37	
2B		79,0			0,97	80			
2B-3B	4,00	142,5	120	25	0,52		0,000491	4,84	
3B		97,7			1,49	80			
3B-4B	4,00	240,2	120	32	0,41		0,000804	4,98	
4B		110,3			1,90	80			
4B-dorsale	7,20	350,6	120	32	1,58		0,000804	7,26	1,0
B		350,6			3,48				
B-C	3,00	700,0	120	65	0,07		0,003318	3,52	
C		700,0			3,55				
1C		64,2			0,64	80			
1C-2C	4,00	64,2	120	20	0,35		0,000314	3,41	
2C		79,9			1,00	80			
2C-3C	4,00	144,1	120	25	0,53		0,000491	4,89	
3C		98,8			1,52	80			
3C-4C	4,00	242,9	120	32	0,42		0,000804	5,03	
4C		111,5			1,94	80			
4C-dorsale	7,20	354,4	120	32	1,61		0,000804	7,34	1,0
C		354,4			3,55				
C-L	21,00	1054,4	120	65	1,05		0,003318	5,30	
L-Z	41,53	1054,4	120	80	1,20		0,005027	3,50	4,6
Z-CS	6,93	1054,4	120	80	0,21		0,005027	3,50	0,9
CS		1054,4			6,00				

Il procedimento esposto va ripetuto per tutte le aree sfavorevoli e favorevoli ipotizzate.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata determinata la curva caratteristica di un impianto sprinkler, a servizio di un'autorimessa ad uso privato, in base all'area operativa sfavorita ed in corrispondenza del punto di calcolo. Sono quindi state determinate le curve caratteristiche dell'impianto sprinkler (con tubazioni in acciaio) in base all'area operativa sfavorita ed al punto di calcolo (in corrispondenza della sezione stradale).

Il dimensionamento dell'impianto, e la verifica dei circuiti idraulici, è stato eseguito in funzione dei riscontri geometrici rilevati (lunghezze dei rami della rete, diametri nominali delle tubazioni e dislivelli) e di quelli idraulici (portata minima e pressione minima degli erogatori, considerandone il numero minimo in funzione contemporaneamente).

Sono state determinate, infine, le caratteristiche dell'alimentazione più idonea per l'ottimale funzionamento dell'impianto, ed eseguita la verifica della stessa controllandone la compatibilità con il punto di calcolo e la disponibilità di erogazione di una portata aggiuntiva per i mezzi di soccorso.

❖ *Commento dei risultati*

Il livello minimo del controllo dell'incendio per l'autorimessa oggetto del presente caso studio richiederebbe il livello III di prestazione che, in soluzione conforme, significa installare una rete idranti.

La valutazione del rischio richiesta dal Codice ha giustificato la scelta progettuale di elevare il livello di prestazione del controllo dell'incendio al IV livello di prestazione prevedendo un sistema automatico di protezione al fine di garantire un adeguato livello di sicurezza per tutta l'attività oggetto di progettazione. Nell'esempio, inoltre, è stato impostato un calcolo idraulico che può essere eseguito attraverso l'impiego di un semplice foglio di calcolo, senza pertanto ricorrere a software di calcolo specifici.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

La nuova norma UNI EN 12845:2015 ha apportato importanti novità introducendo l'utilizzo di tecnologie come gli sprinkler ESFR Early Suppression Fast Response e CMSA Control Mode Specific Applications, per le quali precedentemente era necessario utilizzare norme internazionali come le americane NFPA e Factory Mutual. Tale previsione normativa è molto impattante rispetto al caso di singolo impianto, sia ai fini del dimensionamento del gruppo di pompaggio che della riserva idrica.

Ambedue utilizzati soprattutto in ambienti di deposito, si differenziano tra loro soprattutto per lo scopo a cui sono destinati; mentre i CMSA sono progettati e devono essere utilizzati per il controllo dell'incendio, in particolare a protezione di rischi speciali o comunque di tipo elevato (HH) laddove si prevede un importante e veloce sviluppo

dell'incendio, gli ESFR sono gli unici sprinkler che hanno come finalità la suppressione, ovvero un livello più vicino a quello dello spegnimento.

Gli ESFR vengono utilizzati soprattutto nei depositi intensivi ad alto impilamento e in moltissimi casi consentono una soluzione alternativa agli sprinkler spray intermedi, quando obbligatori (sicuramente problematici da un punto di vista strettamente logistico).

Con l'avvento della norma UNI EN 12845:2015, la previsione del Decreto Impianti che limita la possibilità di utilizzare norme internazionalmente riconosciute solo al professionista antincendio viene superata, e gli impianti con ESFR e CMSA possono essere progettati anche da tecnici semplicemente abilitati, non necessariamente professionisti antincendio.

Caso studio 4: progetto di un sistema antincendio water mist

Descrizione

Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un edificio storico impiegato per attività di ufficio, il progetto di un sistema water mist a servizio del piano sottotetto, del piano seminterrato destinato ad depositi e archivi di piccole dimensioni e dell'autorimessa sita al piano interrato, secondo le prescrizioni di cui al cap. S.6.

L'area di sottotetto non è utilizzata per alcuna attività di deposito ma solamente come volume tecnico, con strutture combustibili.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche piano sottotetto	A = 1470 m ² ; h = 2,20 m
Dimensioni geometriche piano seminterrato	A = 1880 m ² ; h = 2,50 m
Dimensioni geometriche piano interrato	A = 1640 m ² ; h = 2,40 m
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in muratura



Schema in sezione dell'edificio

Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Un compartimento per piano
Numero persone presenti	320 (è prevista la presenza di persone disabili)
Profilo di rischio R_{vita}	A2 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R_{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) e Sistema water mist (vedi tabb. 1 e 2) ► Livello IV di prestazione (par. S.6.6.3) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.3)
Squadra interna emergenza	Non presente H 24

Per il sottotetto, il piano seminterrato e quello interrato, al fine di determinare i carichi d'incendio specifici q_f orientativi, sono stati utilizzati i valori statistici tratti dal software ClaRaF:

Compartimento	Superficie compartimento (mq)	q_f (MJ/m ²)	frattile 80%	δ_n	$q_{f,d}$ (MJ/m ²)	Classe
Sottotetto	1470	420	1,22	0,55	394,55	30
Deposito e archivi	1880	500	1,75		673,75	60
Autorimessa	1640	200	1,75		269,50	15

In funzione della superficie dei compartimenti in esame, si è posto il fattore δ_{q1} pari a 1,40, il fattore δ_{q2} lo si è posto pari a 1,00 ed il fattore $\delta_n = \delta_{n4} \times \delta_{n7} \times \delta_{n9} = 0,72 \times 0,90 \times 0,85 = 0,55$.

In definitiva, i valori del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ e della classe di riferimento per il livello di prestazione III per la misura S.2 sono riportati, rispettivamente, nella penultima e ultima colonna della tabella.

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Le attività di che trattasi, inserite nell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, sono le seguenti:

Attività principale:

- n. 71.1.A: "Aziende ed uffici, con oltre 300 persone presenti (fino a 500 persone)".

Attività secondarie:

- n. 70.1.B "Locali adibiti a depositi con quantitativi di merci e materiali combustibili superiori complessivamente a 5000 kg, di superficie lorda da 1000 mq a 3000 mq";
- n. 75.2.B "Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluripiano e meccanizzati, con superficie compresa tra 1000 mq e 3000 mq";
- n. 74.2.B "Impianti per la produzione del calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 350 kW (fino a 700 kW)".

Obiettivi dello studio

Le aree dell'ufficio oggetto degli interventi, sulla base della RTV V.4 Uffici, di cui al d.m.i. 8 giugno 2016, sono classificabili come TZ e, pertanto, il corrispondente livello di prestazione per il controllo dell'incendio risulta essere dipendente dalla specifica valutazione dei rischi (tab. V.4-3); considerato che negli ambienti limitrofi all'edificio sono presenti attività con elevato affollamento, si opta per il livello di prestazione IV.

Analoghe considerazioni sono valide per l'autorimessa che, sulla base della RTV V.6 Autorimesse, di cui al d.m. 21 febbraio 2017, è classificabile come SA/HA/AB e, pertanto, il corrispondente livello di prestazione per il controllo dell'incendio risulta essere il III (tab. V.6-2).

Tuttavia, sulla base delle risultanze della valutazione del rischio, si opta per il livello di prestazione IV.

Tanto premesso, si vuole progettare l'impianto antincendio, integrato dalla protezione di base e manuale (par. S.6.2), secondo le previsioni del par. 6.5.5.

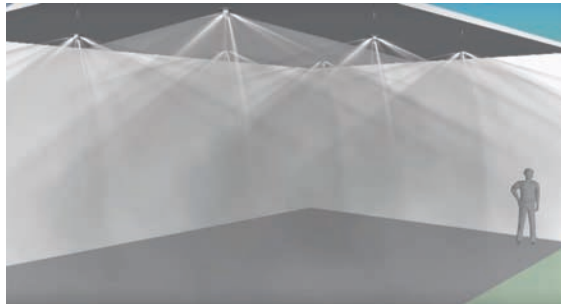
Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = A2$	Attribuzione del livello di prestazione S.6	IV
	$R_{beni} = 1$		

Per l'edificio in questione, a norma del par. S.6.6.3.1, sono verificate tutte le soluzioni conformi previste per il livello di prestazione III.

Ad integrazione di dette prescrizioni, per il raggiungimento del livello di prestazione IV, in ossequio al disposto del par. S.6.6.3, l'edificio sarà protetto, inoltre, mediante un sistema di spegnimento water mist.

Premessa tecnico-normativa

Nel recente passato si è diffusa, anche in Italia, la tecnologia water mist nelle sue varianti principali che sono rappresentate dalla protezione di spazi “per macchinari” in genere, i cosiddetti “machinery spaces”, generalmente protetti mediante sistemi a diluvio, e la protezione di spazi “per impieghi civili”, tipicamente rappresentati da edifici adibiti ad uffici, hotel, musei, archivi di documenti, specie se ubicati in edifici storici, generalmente protetti mediante sistemi con ugelli water mist di tipo automatico, anche conosciuti come “water mist sprinkler systems”.



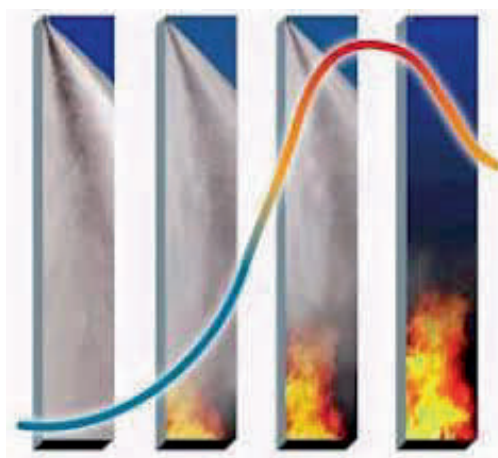
Nel presente caso studio si cercherà di percorrere l'intero iter di specificazione prima e di progettazione di un sistema water mist.

Si partirà quindi dalla *specificata tecnica* del sistema di protezione, che è richiesta nell'ambito del procedimento di prevenzione incendi in cui l'edificio dovesse essere inserito, ma che può anche essere la base per il lancio di una gara d'appalto fra i fornitori specializzati finalizzata all'acquisizione sul mercato del sistema water mist più appropriato per l'applicazione in oggetto.

Si rammenta, che la *specificata tecnica* è quel documento introdotto dal d.m. 20 dicembre 2012, anche noto come Decreto Impianti, di cui si è trattato nel capitolo 4 della presente pubblicazione, che ha lo scopo di rendere chiari i presupposti tecnici e normativi alla base della realizzazione, nell'ambito di un progetto di adeguamento della sicurezza antincendio di un edificio, di un sistema di protezione secondo quanto richiesto dalle norme tecniche specifiche per il sistema selezionato. Il Codice richiama a valle dei capitoli di protezione attiva S.6, S.7 ed S.8 l'obbligo di predisporre la specifica di impianto per tutti i progetti di prevenzione incendi sottoposti a valutazione da parte del competente Comando VV.F..

Nel caso del sistema water mist la specifica tecnica ha un'importanza particolare poiché la specificazione del sistema, a differenza degli altri impianti di protezione, ha delle caratteristiche assolutamente peculiari derivanti dalla speciale condizione nella quale si trovano normativamente i sistemi water mist che, com'è probabilmente già noto, non hanno la possibilità di definizione delle caratteristiche progettuali tramite diretta applicazione di una normativa tecnica (come ad esempio i sistemi sprinkler tradizionali) ma debbono necessariamente fare riferimento a test in scala reale, che occorre superare per la loro specificazione.

Nella presente premessa tecnico-normativa si darà una spiegazione il più possibile completa di questa condizione, prima di entrare nel concreto del caso studio.



In linea generale, la progettazione dei sistemi water mist può essere considerata più come una selezione accurata di sistemi disponibili sul mercato che una ingegnerizzazione di un sistema convenzionale, del quale sono note le caratteristiche generali ma che deve essere dimensionato in maniera appropriata.

Ecco perché la conoscenza dei prodotti disponibili sul mercato, e delle approvazioni che essi hanno ricevuto, è ancora più importante rispetto ad impianti tradizionali.

Per chi non possiede grande familiarità con questi sistemi è bene sottolineare che, allo stato attuale delle conoscenze, non è possibile identificare uno o più parametri sulla base dei quali definire le caratteristiche che un sistema water mist debba avere per essere adatto al controllo o spegnimento dell'incendio tipico di un determinato ambiente.

Le modalità di interazione del sistema con l'incendio sono infatti tali da non consentire una semplice trattazione del fenomeno in termini di portate specifiche, di concentrazioni volumetriche o di altri parametri semplicemente individuabili.

Le caratteristiche del sistema water mist, in base alla tecnologia utilizzata, che risultano soddisfacenti nella lotta contro l'incendio di un determinato scenario, possono essere definite solo attraverso test d'incendio in scala reale nei quali vengono identificati i parametri funzionali del sistema che soddisfa i requisiti di accettabilità fissati dall'obiettivo di sicurezza che si intende raggiungere.

Così, ad esempio, per sapere quanti ugelli occorre impiegare per spegnere l'incendio di un compartimento nel quale sia installata una macchina operatrice, che portata debbano avere tali ugelli, a quale pressione debbono operare, come debbono essere alimentati, l'unico modo è quello di realizzare il sistema e provarlo in condizioni d'incendio reale.

Se il sistema risulta capace di controllare ed estinguere l'incendio, si potrà affermare che quello specifico sistema, realizzato con le caratteristiche definite nel corso del test, è adatto a controllare quel determinato incendio.



In pratica si può dire che il sistema water mist viene valutato in termini di prestazione che è in grado di fornire (il controllo o lo spegnimento di un particolare scenario d'incendio) piuttosto che di caratteristiche dimensionali; le specifiche di progetto sono pertanto definite solo dal superamento della prova specifica che, ovviamente, deve essere effettivamente rappresentativa dello scenario d'incendio che si vuole raffigurare.

In tal modo il sistema water mist può essere definito come un sistema progettato secondo metodologia "performance based".

La prova del sistema deve essere effettuata presso un laboratorio avente almeno un riconoscimento internazionale nel settore della sicurezza antincendi. I risultati debbono essere riportati in un "test report" predisposto da un'autorità indipendente (ente terzo), ove siano specificate almeno le finalità della prova, i risultati conseguiti ed i dati salienti del sistema utilizzato, da impiegare ai fini della riproduzione del sistema in esame.

La fattibilità di una determinata protezione dipende quindi, in maniera diretta e sostanziale, dal fatto che, per quella determinata configurazione di ambiente e carico combustibile, siano stati condotti test in scala reale cui poter fare riferimento.

I rapporti di prova di tali test poi, se sottoposti a particolari organizzazioni aventi ruolo istituzionale di certificazione dei sistemi, possono portare anche all'effettiva "omologazione" dei sistemi come più avanti specificato. Per completezza è importante segnalare che si stanno attualmente conducendo diversi studi, anche in ambito internazionale, per cercare di riprodurre il comportamento dei sistemi water mist in presenza d'incendio mediante modelli di simulazione fluidodinamica evoluti.

Si stanno facendo notevoli progressi in tal senso ma è bene chiarire che nessuno degli standard di progettazione ed installazione dei sistemi water mist ad oggi pubblicati riconosce questo approccio alternativo alla progettazione dei sistemi, e pertanto la metodologia che considera affidabili per il conseguimento degli obiettivi fissati solo i sistemi testati su incendi in scala reale non ha al momento alcuna alternativa.

I sistemi approvati

Il procedimento che si è sommariamente descritto al punto precedente è quello che può condurre all'omologazione (listing) o all'approvazione (approval) di un sistema water mist per una specifica applicazione. Le altre condizioni necessarie per il completamento del procedimento sono la disponibilità di un protocollo di prova per ogni determinato scenario che si intende testare e la definizione di un criterio di superamento del test (pass/fail criteria) che può essere di spegnimento in alcuni casi o di controllo/soppressione in altri.

In altre parole, per giungere all'omologazione di un sistema per un determinato scenario d'incendio, occorre che i test in scala reale siano svolti in osservanza ad un protocollo di prova formalmente stabilito, con i criteri tipici della normazione volontaria, caratterizzata dal consenso fra tutte le parti interessate, per quello scenario. Nel protocollo vengono generalmente definiti anche i limiti di applicabilità del sistema che abbia superato il protocollo stesso, sia in termini dimensionali dell'area o del volume da proteggere, sia in termini specifici di caratteristiche dell'incendio possibile.

I sistemi che hanno superato il protocollo "XX" presso il laboratorio riconosciuto "YY" potranno essere approvati dall'autorità "ZZ" per quel determinato scenario rappresentato dal protocollo prescelto.

Sebbene non siano ancora state fissate regole specifiche, la serietà del laboratorio che ha svolto le prove e l'autorevolezza dell'Ente che ha pubblicato il protocollo sono fattori essenziali per la valorizzazione dell'approvazione che il sistema riceve.

La tab. 1 riporta le normative tecniche ad oggi pubblicate sull'argomento; si tratta delle normative applicabili in campo terrestre cui si possono affiancare, con le dovute precauzioni, le normative pubblicate dall'IMO - International Maritime Organization, per le installazioni in campo navale.

tab. 1 - Principali standard di riferimento disponibili (2018)		
GENERAL INSTALLATION (NO FIRE TESTS)		
Ultima edizione 2018	NFPA 750 (USA)	<i>Standard on Water Mist Fire Protection Systems</i>
Publicato 2013	Factory Mutual data sheet 4-2	<i>Water mist systems</i>
Publicato 1999	AS 4587 (Australia)	<i>Water mist fire protection systems - System design, installation and commissioning</i>
Publicato 2010	CEN TS 14792 ⁽¹⁾	<i>Fire Fighting systems - water mist systems - design and installation</i>

Nota (1) : lo standard europeo è in fase di nuova edizione (vedere nel seguito)

La tab. 2 riporta invece i principali Enti che approvano sistemi water mist per impieghi "terrestri" mentre per i sistemi sviluppati in ambito marino gli Enti di omologazione sono essenzialmente i registri navali quali il Rina, Il Bureau Veritas, Il Lloyd, ecc..

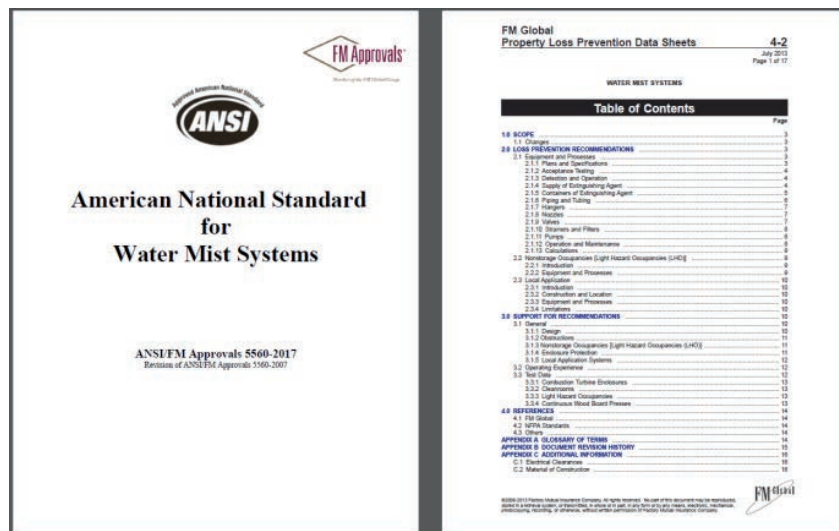
tab. 2 - Principali Enti di approvazione/omologazione (2018)		
APPROVAL BODIES (FIRE TEST STANDARD)		
FM Approval	Test standard 5560	<i>Water Mist Fire Protection Systems</i>
Underwriter's Laboratories	Test Standard 2167	<i>Standard for Water Mist Nozzles for Fire Protection Service</i>
VdS Germany	Test Standard VdS 2562 e 2100	<i>Water mist fire protection systems - testing</i>
BRE/FIRAS/LPC	BSI 8489 ⁽¹⁾	<i>Fire Fighting systems - water mist systems - design and installation and testing</i>
Non ancora definito	EN 14972 ⁽²⁾	<i>Serie di norme europee in fase di sviluppo</i>

Nota (1) : norma principale cui seguono diverse norme specifiche
Nota (2): lo standard europeo è in fase di nuova edizione (vedere nel seguito)

Si parlerà quindi di sistemi approvati da uno degli Enti di approvazione che operano nel settore water mist, secondo uno dei protocolli di prova pubblicati; tali sistemi, applicati nell'ambito del campo di utilizzo specificato nel documento di approvazione, sono "fattibili" certamente, e richiedono solo l'accortezza, da parte del progettista, di verificare che essi siano effettivamente utilizzati secondo i parametri ed i limiti fissati dall'approvazione ricevuta.

Ma si potranno ritrovare anche sistemi che sono stati testati secondo uno dei protocolli effettivamente disponibili, pubblicati da uno degli Enti riconosciuti, ma che non hanno poi raggiunto lo stadio di "approvazione" vera e propria.

In questi casi i sistemi saranno documentati dal solo test report e sarà il progettista a dover verificare se, e in che misura, il test report consente di desumere i parametri di progetto validi per l'applicazione che deve essere messa in opera.



I sistemi testati

Lo standard europeo fin qui pubblicato ha previsto, oltre alla procedura di test e di approvazione di un dato sistema secondo uno dei protocolli in esso inserito, anche la possibilità di realizzare un sistema water mist secondo una serie di prove di accettabilità specificamente realizzate.

Si parlerà in questo caso di sistemi "testati" in maniera specifica invece che di sistemi "approvati" e la loro applicazione dovrà essere espressamente convenuta con l'autorità avente giurisdizione nel caso in esame.

Vi sono infatti tutta una serie di applicazioni possibili per le quali non è stato mai definito un protocollo di prova condiviso ed accettato, o per le quali l'interesse è ridotto a casi specifici che non giustificano l'impegno di una approvazione completa.

In questi casi è possibile condurre dei test specifici che rendono il sistema testato accettabile per quella specifica applicazione sulla base dell'accordo fra le parti interessate.

Ovviamente questa seconda opzione è meno generalizzabile della precedente, in quanto di norma i sistemi approvati subiscono delle prove molto approfondite, volte a conferire ai sistemi stessi un'applicabilità più ampia di quella riservata ad uno specifico scenario.

Si pensi ai sistemi per aree "machinery space", che sono destinati a coprire in pratica tutte le aree con presenza di liquidi infiammabili o combustibili ad eccezione dei depositi, o ai sistemi per aree di rischio ordinario I e II (OH 1 ed OH 2) che hanno la stessa applicabilità dei sistemi sprinkler tradizionali per aree di uguale classificazione.

I sistemi testati sono invece sistemi che vengono provati in modo diffuso ma in genere rispetto ad un solo scenario specifico ed hanno quindi un'applicabilità alquanto più limitata.

Tali considerazioni non debbono però fare pensare che i sistemi "testati" possano essere dei sistemi "fatti in casa"; tutt'altro.

Lo standard europeo CEN/TS 14792 riporta, nell'appendice B, a tal proposito una procedura di prova generalizzata applicabile a tutti i test sui sistemi water mist, che detta le regole da seguire per la conduzione dei suddetti test.

L'applicazione di tale procedura e l'autorevolezza dell'Ente terzo che conduce la prova e predispone il rapporto di prova, che deve sempre essere presente, conferiscono anche ai sistemi testati una considerevole affidabilità.

La fattibilità del sistema, ed i suoi limiti di applicazione, in questo caso vengono dedotti dal rapporto di prova messo a disposizione ed al progettista rimane l'onere di vigilare, ancor più attentamente, sul rispetto dei limiti

di applicabilità del sistema che in questo caso sono in genere più restrittivi, e che debbono essere sempre riportati dal rapporto di prova stesso.



Guida per il progettista

Ma come fa il progettista ad orientarsi in tutto questo coacervo di normative ed approvazioni per evitare di sbagliare e, soprattutto, per evitare di assumersi la responsabilità di un'installazione water mist per la quale in realtà non vi è supporto a livello normativo?

In questo sarà grandemente di aiuto il nuovo “pacchetto” normativo che si sta predisponendo con la nuova edizione della norma EN 14972 che sarà uno standard di particolare estensione, comprendente sia il vecchio documento di progettazione ed installazione, ma che sarà esteso ad una serie di 16 ulteriori documenti che hanno il merito di incorporare tutti i protocolli oggi pubblicati dagli Enti (solo la UL non ha aderito al primo accordo di pubblicazione, ma probabilmente lo farà nel seguito).

A questo punto la domanda *“esiste un protocollo di prova per il sistema che devo realizzare”* che sta alla base delle decisioni del progettista, si semplifica notevolmente perché basterà controllare, fra l'elenco dei protocolli di prova inclusi nella norma EN 14972, qui sotto riportati per completezza, ed eventualmente verificare se per caso si possa ricorrere ai protocolli inclusi nello Standard 2167 dell'UL, e la questione primaria è risolta.

EN 14972, *Fixed firefighting systems - Water mist systems*, consists of the following parts:

- Part 1: Design, installation, inspection and maintenance;
- Part 2: Test protocol for shopping areas for automatic nozzle systems; 1)
- Part 3: Test protocol for office, school class rooms and hotel for automatic nozzle systems; 1)
- Part 4: Test protocol for non-storage occupancies for automatic nozzle systems; 1)
- Part 5: Test protocol for car garages for automatic nozzle systems; 1)
- Part 6: Test protocol for false floors and false ceilings for automatic nozzle systems; 1)
- Part 7: Test protocol for commercial low hazard occupancies for automatic nozzle systems; 1)
- Part 8: Test protocol for machinery in enclosures exceeding 260 m³ for open nozzle systems; 1)
- Part 9: Test protocol for machinery in enclosures not exceeding 260 m³ for open nozzle systems; 1)
- Part 10: Test protocol for atrium protection with sidewall nozzles for open nozzle systems; 1)
- Part 11: Test protocol for cable tunnels for open nozzle systems; 1)
- Part 12: Test protocol for commercial deep fat cooking fryers for open nozzle systems; 1)
- Part 13: Test protocol for wet benches and other similar processing equipment for open nozzle systems; 1)
- Part 14: Test protocol for combustion turbines in enclosures exceeding 260 m³ for open nozzle systems; 1)
- Part 15: Test protocol for combustion turbines in enclosures not exceeding 260 m³ for open nozzle systems
- Part 16: Test protocol for industrial oil cookers for open nozzle systems; 1)
- Part 17: Test protocol for residential occupancies for automatic nozzle systems.

1) *document current in the “preparation” stage*

Se la domanda trova risposta nell'elenco di cui sopra, di cui è riportata nel seguito una versione più estesa che ha lo scopo di meglio chiarire cosa comprendono i diversi protocolli a livello di applicazioni reali (vedi appendice al presente caso studio), allora la questione diventerà prevalentemente commerciale.

Si dovrà cioè ricercare sul mercato il/i fabbricante/i di sistemi water mist che hanno sostenuto le prove riportate nel protocollo di prova selezionato ed hanno ottenuto un'approvazione specifica per quel protocollo (opzione preferita) ovvero hanno disponibile un test report “supportato” da un autorevole Ente di certificazione che abbia assistito ai test citati.

Se così non è si entra nel campo dei sistemi testati per applicazioni specifiche che costituisce un campo per gli specialisti del settore, e la questione esula dagli scopi della presente pubblicazione.

Una volta definito lo scenario d'incendio, ed il protocollo di prova che lo rappresenta in maniera adeguata, responsabilità questa in carico al progettista, che deve affrontare in autonomia o avvalendosi delle informazioni che i produttori di sistemi gli possono fornire (senza affidarsi completamente ad essi!), il passo più importante è compiuto.

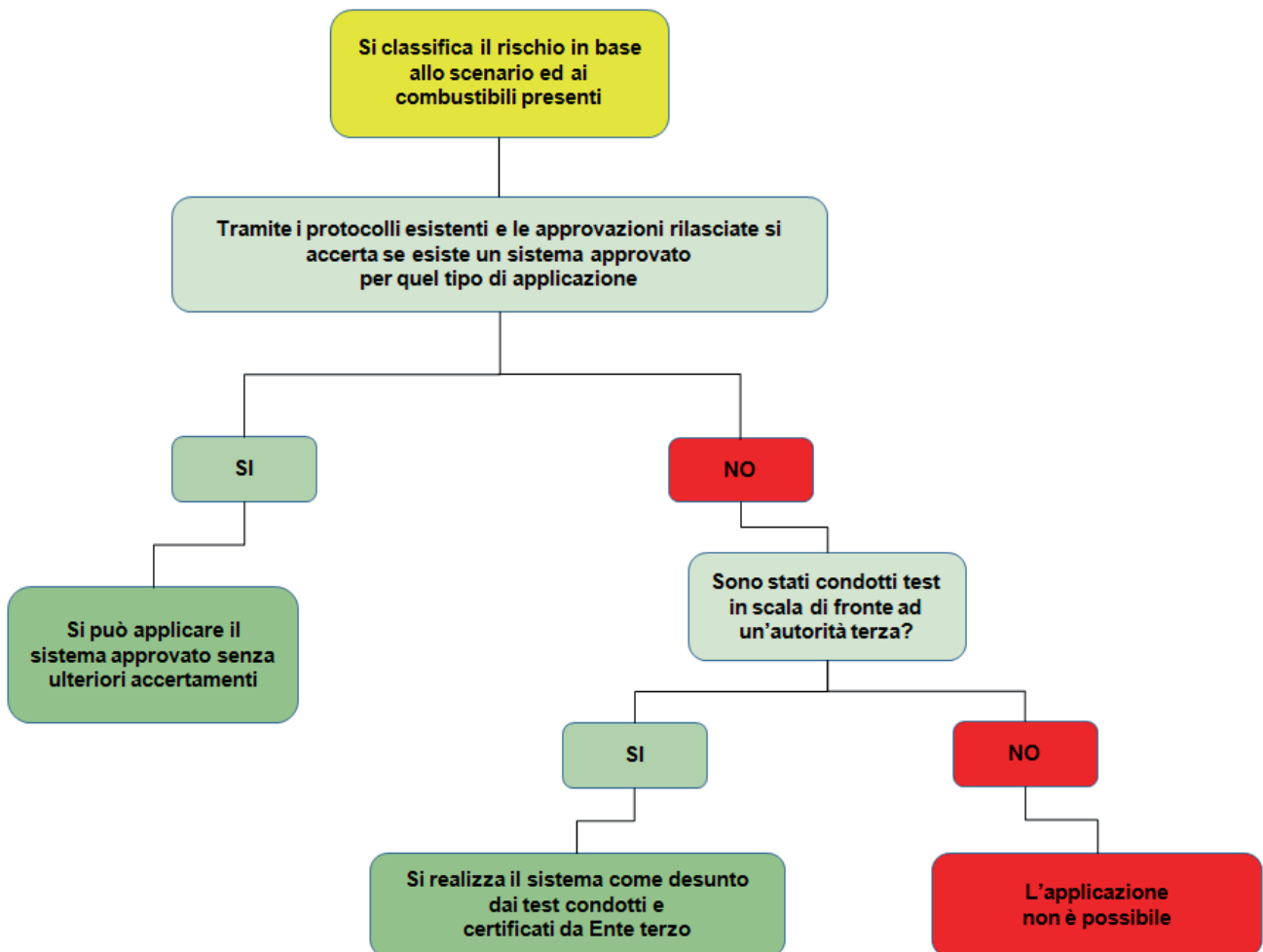
Si tratterà infatti, a quel punto, di trovare sul mercato il meglio che i fabbricanti di sistemi water mist hanno nella loro produzione, un sistema che abbia superato quel determinato protocollo e magari abbiano anche ottenuto per quel protocollo e per quel sistema l'approvazione ufficiale da FM Approvals, dal VdS, o da altro Ente.

Individuato il sistema water mist che può essere utilizzato per fronteggiare il pericolo d'incendio che si deve affrontare, allora la progettazione del sistema si risolve "semplicemente" nel riprodurre, per il caso in esame, il sistema che è stato considerato accettabile, con i parametri di progetto per esso fissati dal fabbricante.

In questo caso infatti il manuale di utilizzo del sistema DIOM (Design, Installation and Operation Manual), che deve essere emesso dal fabbricante, riveste un ruolo fondamentale nella progettazione poiché esso è l'unico documento che contiene i parametri di progetto effettivi dell'installazione.

Tanto è vero che il manuale di utilizzo è parte integrante sia dei procedimenti di approvazione sia delle procedure di test particolari, proprio perché è l'unico sistema di identificazione completa del sistema stesso. Il progettista del sistema dovrà quindi essere in possesso di tale manuale, o almeno di un suo estratto su cui siano riportati tutti i principali parametri, se vuole procedere alla progettazione del sistema.

Il diagramma qui sopra riportato sintetizza il procedimento che si è cercato di illustrare; occorre constatare, in definitiva, che un sistema water mist che non sia stato testato in alcun modo, è semplicemente un sistema water mist che non si può realizzare perché non si saprebbe come progettarlo.



ITER DA SEGUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA WATER MIST

Progetto del sistema water mist

Tornando al presente caso studio occorre, per prima cosa, prendere in considerazione l'analisi del livello di pericolo cui si è esposti e conseguentemente, la ricerca dei protocolli che possano validamente rappresentarlo. Si è detto che l'edificio è adibito ad uffici con un'area di sottotetto non utilizzato per alcuna attività di deposito ma solo come volume tecnico, con strutture combustibili, ed un'area riservata ad autorimessa.

L'area degli uffici è classificabile come area OH 1 per la normativa europea oppure come area Light Hazard per la normativa americana.

I protocolli disponibili, facendo riferimento all'elenco dei protocolli che saranno parte della normativa europea, sono il protocollo n. 3, denominato genericamente uffici, scuole ed hotel, il protocollo n. 4 che è rappresentativo delle aree "non-storage", come considerate da FM Approvals, ed il protocollo n. 7 che richiama le cosiddette aree low hazard.

La scelta fra i suddetti protocolli deve essere fatta dal progettista (il produttore interpellato tenderà infatti a proporre il proprio sistema e non necessariamente il sistema più adatto!) sulla base delle conoscenze che lo stesso ha dei protocolli.

Le poche note riportate in appendice al presente caso studio possono già rappresentare una prima guida sui protocolli.

Si è visto nell'appendice citata che una differenza significativa è quella relativa all'area operativa che è di 72 m² per le aree di ufficio secondo il protocollo n. 3 (Part 3) mentre è di circa 140 m² (Part 4) secondo il protocollo ex FM così come per il protocollo Light Hazard.

Addirittura, FM richiama il concetto delle 9 testine come ulteriore misura di sicurezza (Part 4) imponendo la verifica delle 9 testine o delle testine che ricadono nei 140 m² scegliendo fra le due la più severa.

In definitiva, se gli uffici presentano aree aperte di grandi dimensioni, sarebbe preferibile considerare un sistema con area operativa di 140 m² mentre, per uffici in cui siano presenti molti locali separati, con dimensioni di poche decine di metri quadrati ciascuno, allora anche il protocollo uffici con 72 m² di area operativa potrebbe risultare accettabile, fermo restando che la scelta è soggettiva e rimane una prerogativa del progettista.

Per il caso in esame, una scelta appropriata potrebbe essere quella di adottare il protocollo n. 4 per *non-storage occupancies* secondo FM Approvals, con area operativa di 140 m² ma senza la ulteriore limitazione dei 9 ugelli e di fare riferimento al protocollo n. 5 per parking garages del VdS, per la parte di edificio adibito ad autorimessa.

In realtà per l'autorimessa si potrebbe anche ricorrere all'applicazione di un protocollo marino valido per i "ro-ro decks"¹⁰ (i ponti delle navi traghetto), o per le "ro-ro vessels", specie se si hanno altezze dei soffitti diverse da quelle specificate dal protocollo VdS; si rimanda a tal proposito alle pubblicazioni IMO (International Maritime Organization) es.: IMO MSC. 1/Circ. 1272 e 1430.

L'ultima variabile che deve fissare il progettista è la dimensione e la caratteristica dell'alimentazione; nel caso in esame la durata è stabilita già adesso dalla norma EN 14972 in 60 minuti per essere allineati con la durata che sarebbe richiesta dall'impianto sprinkler tradizionale nel caso dovesse essere utilizzato nelle stesse aree. La tipologia di alimentazione è invece qualcosa di più complesso poiché essa dipende dal fabbricante del sistema e non è legata al protocollo di prova bensì dipende dalla tecnologia che il fabbricante ha adottato.

Tanto per fare un esempio concreto, nel caso in esame, l'alimentazione potrebbe essere realizzata mediante pompe elettriche, eventualmente collegate anche a gruppo elettrogeno o a gruppo di continuità, oppure da pompe diesel.

Tuttavia, almeno per il caso del protocollo per non-storage, c'è un fabbricante specifico che impiega un sistema di alimentazione con pompa pneumatica bifase, azionata tramite pacco bombole di azoto compresso.

Si vede quindi che sia la pressione di esercizio del sistema, che può essere bassa (fra i 9 ed i 12 bar) oppure alta (nell'ordine dei 100 bar) sia la tipologia di alimentazione, debbono essere identificati insieme al fabbricante del sistema, mentre la durata è un tipico requisito normativo.

¹⁰ Ro-Ro, ovvero a caricazione orizzontale o rotabile, è il termine utilizzato per indicare una nave-traghetto vera e propria, progettata e costruita per il trasporto con modalità di imbarco e sbarco di veicoli gommati (sulle proprie ruote), e di carichi, disposti su pianali o in contenitori, caricati e scaricati per mezzo di veicoli dotati di ruote in modo autonomo e senza ausilio di mezzi meccanici esterni.

La specifica tecnica

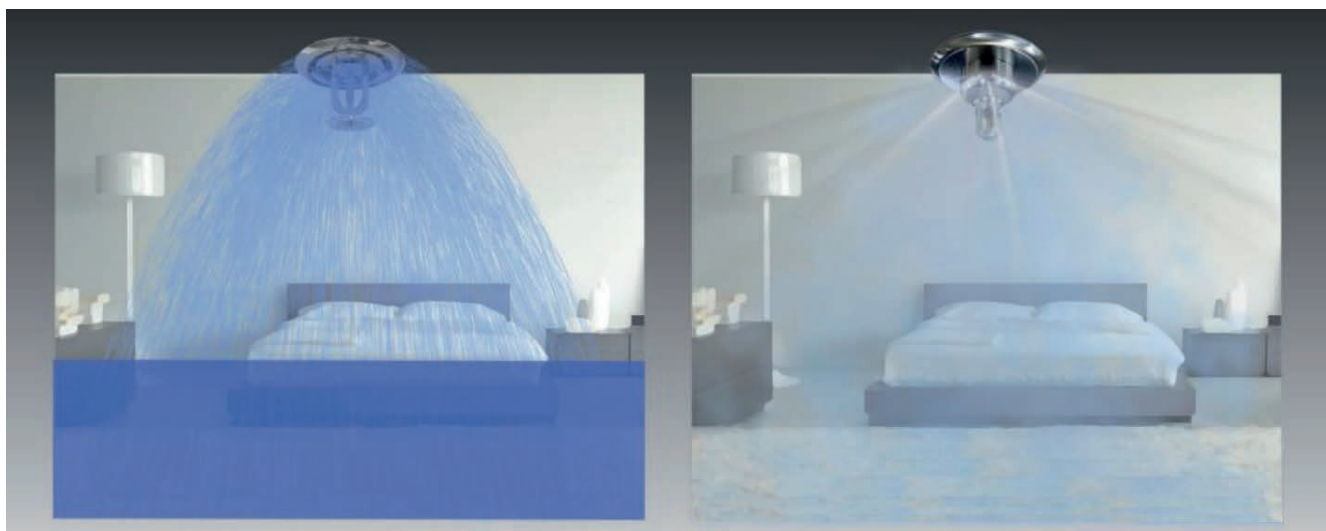
Tutti i dati che sono stati fin qui descritti, e quindi la selezione del protocollo di prova, la durata dell'alimentazione, la classificazione del livello di pericolo e la descrizione anche dimensionale delle aree da proteggere sono dati che **debbono** far parte della specifica tecnica del sistema da inserire nel progetto di prevenzione incendi e che sono necessari all'autorità competente per l'approvazione del sistema.

Ulteriori informazioni sulla specificazione tecnica dei sistemi water mist come dei sistemi antincendio in generale possono essere ricavate dalla pubblicazione UMAN intitolata "Linee Guida - La Specifica Tecnica d'Impianto" reperibile dal link qui di seguito indicato:

http://www.anima.it/system/files/UMAN_lineeguida_GRIGIA_05-2018_DEF.pdf

Si ricorda che, in ogni caso, la specifica tecnica d'impianto, che deve essere firmata da professionista antincendio trattandosi in questo caso di normative tecniche sia europee sia di carattere internazionale, deve contenere la dichiarazione del progettista che attesta che "l'impianto specificato è idoneo per la protezione del livello di pericolo presente nelle aree da proteggere" che è la principale responsabilità del progettista in questi casi.

A sostegno di tale dichiarazione il progettista dovrà acquisire la documentazione tecnica che il fornitore dell'impianto gli consegnerà e che comprende essenzialmente la dimostrazione che il sistema proposto ha superato con successo i test di cui ai protocolli che il progettista ha specificato e che ha anche, se del caso, ottenuto per questo l'approvazione specifica da parte di uno degli Enti di certificazione prima citati o da altro Ente altrettanto autorevole.



**CONFRONTO TRA L'AZIONE DI UN IMPIANTO SPRINKLER TRADIZIONALE E UN SISTEMA WATER MIST
(NEL SECONDO CASO IL RISPARMIO D'ACQUA PUÒ GIUNGERE FINO AL 90%)**

La scelta della tecnologia dell'impianto

Fin qui si è trattato il sistema da un punto di vista *prestazionale* e non si sono specificate dimensioni o distribuzioni.

Ciò implica il fatto che si sia potuta lasciare indefinita la scelta della tecnologia e, per un ulteriore approfondimento, anche del fabbricante del sistema.

Si è solo detto che si vuole realizzare un sistema water mist, secondo normativa europea o NFPA che sia di tipo "water mist sprinkler" da installare in aree sottotetto, depositi, archivi, e autorimessa.

L'unica ulteriore scelta che si può fare in questa fase, è quella di specificare se si vuole un sistema *approvato* in maniera esplicita oppure ci si "accontenta" anche di un sistema *testato*.

Per fare un parallelo che meglio chiarisce questo punto, è come se si fosse scelto un impianto sprinkler e si fosse fin qui detto che si vuole, per proteggere le aree di interesse, l'installazione appunto di un impianto sprinkler, aggiungendo che esso dovrà essere realizzato secondo la norma europea 12845 oppure NFPA 13; un po' poco per un progettista, ma soprattutto insufficiente per soddisfare i requisiti fissati per la specifica tecnica secondo il d.m. 20 dicembre 2012.

Se si prosegue nel parallelo, a questo punto, nella progettazione sprinkler saremmo in grado di scegliere il tipo di sistema, ad esempio un impianto ad umido, di definire la densità di scarica e l'area operativa per ciascun area da proteggere, di sviluppare una distribuzione di riferimento, un lay-out delle tubazioni principali e una serie di disegni di progetto, calcoli idraulici e computi metrici atti a promuovere una gara di fornitura cui potrebbero sostanzialmente partecipare tutti gli interessati.

Nel *mondo* water mist nulla di tutto questo può essere fatto senza scegliere innanzitutto la tecnologia, ad esempio ad alta o a bassa pressione, ma soprattutto senza scegliere un fabbricante di riferimento.

Infatti, qualsiasi informazione ulteriore si volesse fornire, essa dipende dalle caratteristiche costruttive che il sistema disponibile dal fabbricante A o dal fabbricante B presenta nella versione che ha superato i protocolli di prova assegnati nella fase di specificazione tecnica.

La caratteristica di erogazione, la spaziatura degli ugelli, la pressione operativa, la dimensione delle tubazioni, e quant'altro caratterizza un sistema di questo tipo saranno infatti presumibilmente diverse per il fabbricante A e per il fabbricante B e quindi non è possibile sviluppare un progetto di tipo generico, ma solo il progetto che impiega la tecnologia ed i componenti del fabbricante A o del fabbricante B salvo poi indicare che il sistema A o il sistema B (o anche C, D oppure E) sono accettabili con le loro specifiche caratteristiche, purché il sistema proposto soddisfi gli stessi requisiti, in termini di superamento dei protocolli assegnati, soddisfatti dal sistema del fabbricante A indicato come riferimento principale.

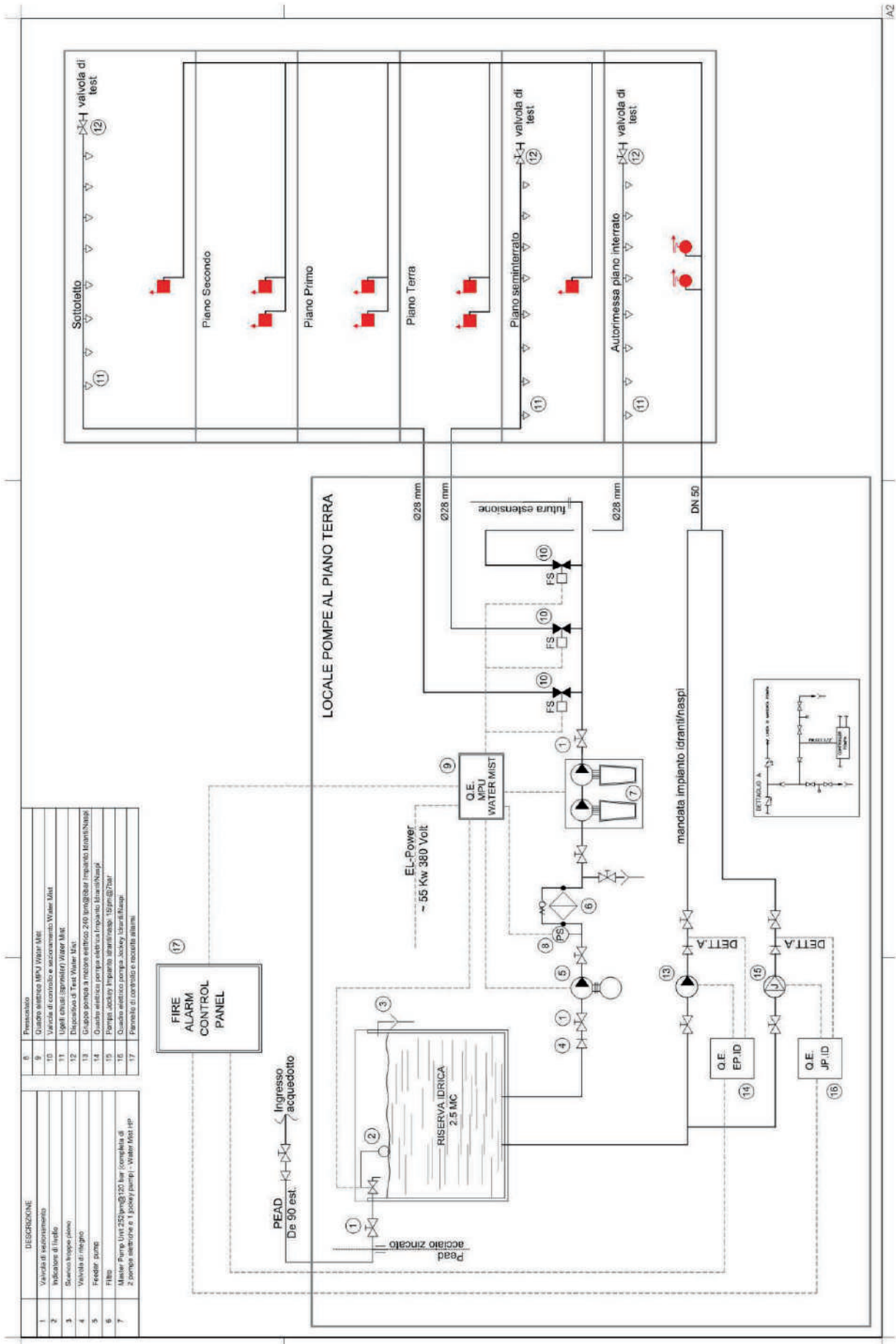
Come si vede, al progettista di un sistema water mist spetta un compito sensibilmente diverso da quello che solitamente spetta al progettista di un impianto antincendio di altro tipo.

Nel seguito si prova a percorrere le diverse fasi del procedimento.

Si è detto che sono note le aree che si vuole proteggere, la caratteristica del livello di pericolo presente in ciascuna area, il riferimento normativo da impiegare ed i protocolli di prova che si possono utilizzare come riferimento.

Se si definisce anche la tecnologia, ad esempio water mist sprinkler ad alta pressione, allora è anche possibile definire uno schema funzionale del sistema (Instrumentation Diagram P&I) che si potrebbe presentare come quello riportato di seguito.

La caratteristica "ad alta pressione" del sistema indicato si evince, nello schema, dal fatto che la rete degli idranti/naspi interni all'edificio è distintamente separata rispetto alla rete di distribuzione water mist che, essendo una rete ad alta pressione, non può alimentare la rete idranti.



DESCRIZIONE	
1	Valvola di regolamentazione
2	Indicatore di livello
3	Servizio troppo pieno
4	Valvola di riempimento
5	Fredder pump
6	Filtro
7	Mistler Pump Lynx 250 bar @ 120 bar (complesso di 2 pompe elettriche e 1 jockey pump) - Vabov Mist-HP
Presenziale	
8	Quadro elettrico MPU Water Mist
9	Valvola di controllo e accorciamento Water Mist
10	Leghi chiusi (grondati) Water Mist
11	Dispositivo di Test Water Mist
12	Dispositivo di Test Water Mist
13	Gruppo pompa a motore elettrico 240 mm Ø (Sist. Impianto Idrico) Impianti Napsi
14	Quadro elettrico pompa elettrica Impianto Idrico Napsi
15	Pompa jockey Impianto Idrico Napsi
16	Quadro elettrico pompa jockey Impianti Napsi
17	Pannello di controllo e segnalazione allarme

SCHEMA FUNZIONALE DEL SISTEMA WATER MIST

Se il compito assegnato al progettista è limitato a questa specificazione tecnica, allora si può essere soddisfatti del livello di dettaglio raggiunto ed affidare agli impiantisti, ed ai fabbricanti da loro rappresentati (si noti che un rapporto formale fra impiantista e fabbricante del sistema è espressamente richiesto dalla normativa sia NFPA 750 sia EN 14972 europea; questo rapporto si concretizza nel rendere disponibile all'impiantista il già citato *DIOM*).

Se però si richiede al progettista una maggiore definizione del sistema, allora è inevitabile procedere nella progettazione avendo scelto il sistema proposto da un determinato "Manufacturer" e quindi sviluppare ogni dettaglio dell'impianto secondo le indicazioni che, attraverso il *DIOM*, il fabbricante stesso avrà fornito al progettista.

Gli accordi commerciali o di riservatezza o di non-competizione che potranno essere richiesti dai vari Manufacturer per questa operazione sono fuori dagli scopi della presente trattazione; è però chiara la natura particolare del sistema che deve essere interamente definito in termini di fabbricante, modelli delle apparecchiature e dettagli di posa per poter essere progettato ad un livello al quale altri impianti possono essere portati, in sede di progettazione, senza aver definito alcuna specifica fornitura.

Se si torna ad esempio al sistema sprinkler sopra citato, è sufficiente l'applicazione della normativa di riferimento adottata, sia questa la norma UNI EN 12845 nel caso in esame, e da questa semplice considerazione è possibile dedurre ogni singolo particolare dell'installazione da realizzare.

Nella tradizione nazionale, questo consente di progettare in dettaglio il sistema, di stendere un computo metrico, di richiedere delle offerte per la semplice fornitura dei materiali ed installazione e, in definitiva, di acquisire il sistema dal mercato senza nessun'altra considerazione particolare.

Per il sistema water mist la scelta del progettista dovrà essere completa, già nella fase di progetto per gara d'appalto e quindi si potrà attivare una gara "per sistemi a prestazioni equivalenti" ma non per sistemi analoghi, perché il sistema di ciascun fabbricante può essere diverso anche in maniera sostanziale dal sistema di un altro fabbricante.

Per completare la progettazione di cui si è accennato sarà quindi necessario, per il progettista, procedere con la scelta del fabbricante ed utilizzare le informazioni che questo gli fornirà per la definizione particolareggiata dell'impianto.

Descrizione dell'impianto

Nell'esempio qui sviluppato si fa l'ipotesi di impiegare un sistema prodotto dalla XXX[®], uno dei fabbricanti di impianti water mist ad alta pressione disponibili sul mercato, semplicemente perché di XXX[®] si hanno a disposizione le informazioni tecniche necessarie.

Ma avrebbe benissimo potuto essere un sistema YYY[®], oppure ZZZ[®], sempre per rimanere nei sistemi ad alta pressione, ma anche WWW[®] a bassa, o KKK[®], a bassa pressione, o JJJ[®] ad alta o bassa pressione ecc. ecc.

Una volta espletata una gara per l'acquisizione dell'impianto, sarà verosimilmente un problema confrontare le diverse offerte pervenute perché saranno offerte piuttosto diverse fra di loro, unite dalla comunità di obiettivi da raggiungere che i diversi sistemi dovranno avere e che spetterà al progettista verificare.

Egli non potrà cioè semplicemente confrontare fra loro quantità diverse o prezzi diversi per oggetti o componenti del tutto simili, ma avrà di fronte apparecchiature probabilmente piuttosto diverse fra di loro, accomunate semplicemente dal concetto che essi, se correttamente selezionati, "faranno lo stesso lavoro".

Nell'ipotesi quindi che si debba dettagliare completamente il lay-out dell'impianto, la dimensione delle tubazioni e le caratteristiche della distribuzione tutta, ivi inclusa la stazione di pompaggio, si dovrà gioco forza contattare uno dei fabbricanti dotati delle approvazioni specificate o quantomeno che abbiano superato con successo i protocolli di prova che sono stati posti alla base della specificazione predisposta.

Questo si può fare richiedendo al fabbricante selezionato tutto il materiale illustrativo sia dei sistemi da realizzare (probabilmente verrà dato un *DIOM* per ogni sistema e per ogni tipologia di pericolo da coprire) sia dei test che sono stati superati, dell'Ente che ha svolto i suddetti test e, meglio ancora, delle approvazioni che i sistemi proposti hanno avuto per le applicazioni in oggetto.

Nel caso in esame, si parte dall'autorimessa: il fabbricante XXX® propone un sistema che ha ricevuto una "omologazione di tipo" (type approval) per le cosiddette ro-ro vessels; il sistema possiede quindi dei certificati di omologazione emessi dai vari registri navali, ad esempio dal DNV (Det Norske Veritas) norvegese, che riporta i dati di progetto dell'impianto e le spaziature tramite una tabella del tipo qui sotto illustrato:

System Type	Nozzle	Maximum spacing ⁱ⁾ (m)	Min. press. at nozzle (bar)	Min. coverage area
Deck height up to 2,5 m				
Sprinkler	UUU-PPP-035-B	5	100	See note ⁱⁱⁱ⁾
Deck height up to 5,0 m ⁱⁱ⁾				
Sprinkler	UUU-RRR-160-B	4	100	See note ⁱⁱⁱ⁾
<i>i) Distance to bulkheads should be half spacing</i> <i>ii) Installations whith height above 5 m will be considered case by case</i> <i>iii) According to Principal Requirements of IMO MSC. 1/Circ. 1430 for type B or type C systems (as applicable)</i>				

Si ricava quindi che, per altezze dei soffitti fino a 2,5 m, il sistema proposto ha spaziatura fino a 5 x 5 m e pressione operativa di 100 bar.

Se si vuole a questo punto conoscere il tipo di ugello da impiegare, occorre rifarsi nuovamente al certificato del DNV che riporta:

Sprinkler/spray head type	K _{factor} (lpm/bar ^{0,5})	Flow (lpm)	Pressure (bar)	Drawings
UUU-PPP-035-B	3,35	33,5	100	20110810-UUU
UUU-RRR-160-B	4,20	42	100	20110810-UUU
<i>Spray heads are to be made of naval brass or stainless steel.</i> <i>Maximum operating pressure is 165 bar.</i> <i>Nozzles are to be installed in a pendant (downward) position.</i>				

Da questi dati si è evince che, per il sistema XXX®, gli ugelli da individuare sono il tipo UUU-PPP-035-B; che essi presentano un K_{factor} metrico di 3,35, che operano a 100 bar e che erogheranno 33,5 lpm ciascuno; la spaziatura che ad essi si dovrà dare è, al più, di 5 x 5 m.

Con questi dati è già possibile sviluppare una distribuzione dell'impianto nell'autorimessa.

Nel fare ciò si dovrà ovviamente anche tener conto della distanza degli ugelli dal soffitto, che ad esempio il DIOM del sistema fissa in 150 mm normalmente e 250 mm al più in punti particolari, e delle eventuali ostruzioni che possono essere presenti.

Ma a questo punto la distribuzione è realizzabile dal progettista, per il sistema XXX®: rimane suo il compito di fornire le indicazioni che un sistema diverso dovrà soddisfare per essere accettabile e quindi, come accennato in precedenza, dovrà essere ad esempio un sistema ad alta pressione, di tipo omologato secondo standard navale oppure approvato secondo VdS.

Rimane la questione del dimensionamento dell'alimentazione idrica che l'impianto deve avere; è chiaro che l'alimentazione idrica globale sarà poi il risultato delle diverse alimentazioni richieste.

Ma ogni sistema dovrà dare un dimensionamento e poi si potrà definire l'alimentazione comune.

Il dimensionamento dell'alimentazione idrica dipende in maniera proporzionale dalla dimensione dell'area operativa che si adotta per la verifica idraulica del sistema; l'area operativa al momento è quella suggerita dal protocollo di approvazione e confermata anche dagli standard adottati.

Per l'autorimessa, in campo terrestre, l'area operativa è di 140 m² praticamente in accordo a tutti gli standard applicabili (144 m² per lo standard europeo, 139 m² per lo standard NFPA).

Nella condizione che si sta esaminando quindi la specifica di dimensionamento sarebbe per gli ugelli citati, operanti a 100 bar, con un numero operativo di ugelli che stanno all'interno dell'area operativa di 140 m² circa. Si suppone che la spaziatura degli ugelli possa essere prossima a quella ideale, ma non veramente di 5 x 5 m, e che nell'area operativa più sfavorita siano presenti 8 ugelli.

La portata risultante in questo caso sarà di 8 ugelli operativi a 100 bar = 8 x 33,5 = 268 lpm.

Occorrerà quindi una pompa capace di erogare fino a 280 lpm per tener conto del bilanciamento idraulico dell'impianto che inevitabilmente porta a portate superiori a quella teorica calcolabile.

L'alimentazione idrica potrà essere derivata direttamente da un acquedotto capace di garantire i circa 300 lpm richiesti (cosa abbastanza comune per un acquedotto cittadino) oppure dovrà essere predisposta una vasca di aspirazione da 280 x 60 = 17 m³ circa.

Il procedimento è a questo punto chiaro e può essere duplicato per le altre aree; come detto, per le aree di sottotetto e di archivio *piccolo* si decide di adottare il protocollo n. 4 per *non-storage occupancies* secondo FM Approvals, con area operativa di 140 m² ma senza la ulteriore limitazione dei 9 ugelli.

Nel definire *piccolo* un archivio si può adesso meglio specificare questo attributo; piccolo, per un sistema come quello in esame, vuol dire essenzialmente che è inferiore all'estensione dell'area operativa e che quindi può essere protetto anche se tutti gli ugelli contenuti al suo interno si aprono contemporaneamente.

Il documento FM per il sistema del fabbricante XXX[®] che si sta considerando riporta che gli ugelli da adoperare sono il tipo UUU-PPP-061-B poiché hanno superato i test di approvazione con una ben specifica pressione operativa, come di seguito specificato:

Tratto dal certificato di approvazione: "*Based on the test results the required minimum nozzle pressure will be 65 bar and the maximum nozzle spacing will be 4.5 meters (2.25 meters from walls)*".

E quindi quegli ugelli, che sono caratterizzati da un K_{factor} metrico di 3,61, erogheranno un minimo di 30 lpm circa per ognuno.

Tenendo conto dell'area operativa anche in questo caso di 140 m², la portata sarà, per 8 ugelli assunti come quelli presenti nell'area operativa, di circa 240 lpm (inferiore a quanto richiesto dal sistema per l'autorimessa).

Si segnala che, per questa categoria di pericolo, inquadrabile secondo lo standard NFPA nella categoria Light Hazard e nella normativa sprinkler europea nella categoria OH 1 l'area operativa proposta è molto diversa (praticamente quella NFPA è il doppio di quella europea).

Questa condizione è da tener ben presente nella progettazione del sistema ed è una scelta che il progettista deve fare perché sistemi che soddisfano l'una o l'altra condizione sono sostanzialmente diversi a livello di alimentazione!

Non è possibile fornire alcuna indicazione di carattere generale per questa scelta, ma è bene riportare alcune informazioni: l'area operativa è una misura della capacità del sistema di affrontare un incendio che si estende in maniera significativa.

Se si opera su aree "densamente" compartimentate, anche con semplici pareti in cartongesso, allora un'area operativa piccola (i 72 m² della normativa europea) è accettabile; se le aree sono molto grandi, larghi open space o grandi sottotetti, allora impiegare un'area di 72 m² può risultare discutibile.

In ogni caso vale poi anche la regola del numero minimo di ugelli, data l'ampia copertura di un singolo ugello water mist, che alcuni vorrebbero indicare in 4 ugelli, altri in 5 ugelli e che precauzionalmente sarebbe opportuno considerare sempre non inferiore a 6 perché è possibile che uno di essi sia ostruito in qualche modo e poter contare su almeno 5 ugelli operativi è "una buona cosa" finché non si accumuleranno sufficienti dati su interventi effettivi di impianti water mist in caso d'incendio che possano confermare le ipotesi fatte a livello normativo.

Nel caso in esame questo problema non si pone, in quanto l'alimentazione idrica è già piuttosto *robusta* per l'autorimessa e quindi si può affermare che l'alimentazione idrica dei sistemi water mist da installare a protezione dell'edificio che si sta analizzando, consistente in una pompa da circa di 280 lpm con una riserva da circa 17 m³, rappresenta un'alimentazione adeguata per tutti gli impianti inclusi nel progetto.

La pompa dovrà poi essere in grado di fornire almeno 130 - 140 bar in mandata, per soddisfare le perdite di carico della rete di tubazioni e garantire comunque i circa 100 bar richiesti agli ugelli più remoti.

Verifica idraulica dell'impianto

Rimane a questo punto da verificare il sistema da un punto di vista idraulico, onde poter dimensionare correttamente le tubazioni di alimentazione.

Tornando al parallelo con la progettazione di un sistema sprinkler che si è accennato prima, si potrebbe immaginare che, una volta note le caratteristiche idrauliche del sistema, con portata specifica per ogni ugello e pressione operativa, il tutto sia verificabile con i metodi dell'idraulica dei sistemi antincendio.

In realtà questo non è vero per i sistemi water mist, specie per i sistemi ad alta pressione, perché il calcolo delle tubazioni non può essere fatto con la semplice metodologia dei sistemi sprinkler che fanno riferimento alla formula di Hazen-Williams per il calcolo delle perdite di carico nelle tubazioni.

I sistemi water mist ad alta pressione fanno riferimento, per il calcolo delle perdite di carico, alla formula di Darcy-Weisbach qui di seguito riportata, tratta dallo standard NFPA 750:

Darcy-Weisbach equation (SI Units)

$$\Delta p_m = 2,252 \frac{f L \rho Q^2}{d^5}$$

$$\text{Reynolds number} = 21,22 \frac{Q \rho}{d \mu}$$

$$\text{Relative roughness} = \varepsilon/d$$

where:

Δp_m = friction loss (bar gauge)

L = length of pipe (m)

f = friction factor (bar/m)

Q = flow (l/min)

d = internal pipe diameter (mm)

ε = pipe wall roughness (mm)

ρ = weight density of fluid (kg/m³)

μ = absolute (dynamic) viscosity [centipoise (cP)]

Darcy-Weisbach equation (U.S. Customary Units)

$$\Delta p = 0,000216 \frac{f L \rho Q^2}{d^5}$$

$$\text{Reynolds number} = 50,6 \frac{Q \rho}{d \mu}$$

$$\text{Relative roughness} = \varepsilon/D$$

where:

Δp = friction loss (psi gauge)

L = length of pipe (ft)

f = friction factor (psi/ft)

Q = flow (gpm)

d = internal pipe diameter (in.)

D = internal pipe diameter (ft)

ε = pipe wall roughness (ft)

ρ = weight density of fluid (lb/ft³)

μ = absolute (dynamic) viscosity [centipoise (cP)]

Il problema della formula di Darcy-Weisbach è il calcolo del fattore di attrito f attraverso il numero di Reynolds che contiene la velocità nella tubazione, che a sua volta, è funzione della portata e quindi entra direttamente nel calcolo, che di conseguenza diventa "iterativo".

I programmi di calcolo delle perdite di carico, dovendo inoltre tener conto delle perdite concentrate nei pezzi speciali, che sono anch'essi tipici di ciascun "Manufacturer", sono programmi proprietari di ciascun fabbricante e non sono normalmente disponibili per il progettista.

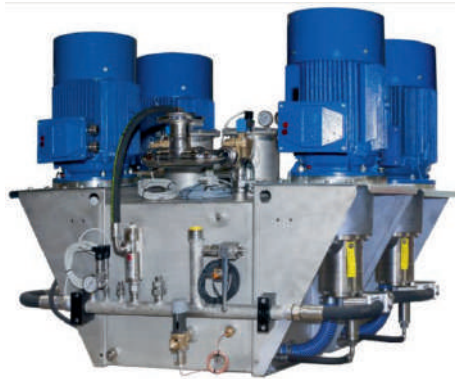
Per eseguire il calcolo delle perdite di carico, ed una conseguente verifica delle tubazioni impiegate, occorre utilizzare un programma di verifica tubazioni di tipo evoluto (quelli per intendersi di calcolo delle reti).

Pressurizzazione dell'impianto

Una volta che il calcolo di verifica è stato eseguito, il sistema può essere definito in ogni sua parte e rimane da definire il sistema di pompaggio che è costituito essenzialmente da una unità di pompaggio ad alta pressione che è di solito data dallo stesso fabbricante del sistema prescelto.

Nel caso in esame, seguendo quanto fin qui fatto, si utilizzerebbe una pompa di produzione XXX® tipo modulare come quella riportata di seguito.

Nel caso particolare di cui si tratta, l'unità sarebbe una unità a 3 motori capace di erogare appunto circa 300 lpm a pressione variabile fra i 130 ed i 150 bar.



STAZIONE DI POMPAGGIO

Rimane un ultimo punto da esaminare, che è quello relativo alla tipologia di alimentazione.

Nella tecnologia sprinkler si è abituati a considerare l'alimentazione dell'impianto come alimentazione singola o singola superiore o addirittura, in certi casi, come alimentazione doppia.

L'alimentazione singola superiore prevede, generalmente, la presenza di una pompa azionata da motore elettrico ed una pompa azionata da motore diesel sebbene sia anche consueto considerare come alimentazione superiore un'alimentazione nella quale siano presenti due gruppi elettrici alimentati da sorgenti diverse quali, ad esempio, la rete elettrica pubblica ed una rete interna di emergenza facente capo ad un gruppo elettrogeno di adeguate dimensioni.

Nella tecnologia water mist la questione è un po' più complessa.

Nei sistemi a bassa pressione, che sono sostanzialmente dei sistemi sprinkler, operanti a pressione leggermente superiore a quella degli sprinkler tradizionali (10 - 12 bar per i sistemi water mist a bassa pressione più comuni sul mercato invece dei 6-8 dei sistemi tradizionali) la situazione è sostanzialmente analoga a quella dei sistemi sprinkler perché è relativamente facile acquistare sul mercato una unità di pompaggio diesel operante a 10 - 12 bar.

Lo stesso non vale per i sistemi water mist ad alta pressione.

Qui le pompe sono più complesse e soprattutto non si sono ancora proposti sul mercato dei fornitori di gruppi di pompaggio diesel ad alta pressione per impianti water mist, probabilmente perché il mercato non ne chiede ancora abbastanza da sostenere una linea di produzione.

Le soluzioni che si trovano sul mercato sono pertanto le più varie e debbono essere valutate dal progettista in maniera tale da essere certo di soddisfare i requisiti fissati.

Richiedere una alimentazione idrica doppia per un impianto water mist ad alta pressione è una cosa che deve essere accuratamente valutata, stante i costi delle unità di pompaggio; si giustifica solo per impianti rilevanti ed infatti è richiesta dal d.m. 20 dicembre 2012, solo per gli alberghi, nei casi in cui si superino le 500 camere o i 1000 posti letto.

Negli altri casi l'alimentazione potrà essere singola, e quindi una sola pompa, oppure singola superiore essendo questa rappresentata o da due unità di pompaggio, magari entrambe elettriche ma alimentate da sorgenti diverse, quali gruppi elettrogeni o gruppi di continuità, o da una singola unità elettrica, alimentata però da una doppia sorgente di alimentazione elettrica che riduca il rischio di interruzione per mancanza appunto di energia.

La questione non è consolidata ma influenza in maniera significativa i costi dell'impianto e non può essere lasciata all'iniziativa dei fornitori.

Anche per la specificazione delle caratteristiche dell'alimentazione diventa essenziale la figura del progettista che deve correttamente specificare il sistema senza eccedere nei requisiti che, per i sistemi water mist, si possono tradurre in significativi aggravii di costo.

Appendice

Qui di seguito una guida di carattere non-normativo, che può essere usata dal progettista per orientarsi fra i protocolli disponibili.

I limiti di impiego dei singoli protocolli sono da ricercare nel documento originale del CEN, man mano che verrà pubblicato, o nel documento di origine come edito dall'Ente che ha inizialmente proposto il protocollo.

Part 1: Design, installation, inspection and maintenance

Si tratta chiaramente della parte generale dello standard che ha lo scopo di guidare gli utenti nella progettazione, installazione e manutenzione dei sistemi water mist.

Part 2: Test protocol for shopping areas for automatic nozzle systems

Il protocollo cosiddetto "shopping areas" è l'originale protocollo pubblicato dal VdS per le aree di deposito classificabili come OH 3 secondo la normativa europea 12845. Ha numerose limitazioni fra le quali l'area di deposito non superiore a 50 m² per ogni "isola" e l'altezza di stoccaggio sempre al di sotto dei 2,4 m. La sua applicazione è diretta alle aree di vendita dei supermercati e centri commerciali, purché senza scaffalature di altezza superiore a 2,4 m. L'area operativa raccomandata per queste applicazioni è di 216 m².

Part 3: Test protocol for office, school class rooms and hotel for automatic nozzle systems

Il protocollo qui indicato è il primo e più celebre protocollo del CEN sulle aree di ufficio e di classificazione tipica OH 1 secondo la norma europea 12845. Si tratta di un protocollo piuttosto "blando" poiché prevede la classificazione OH 1 dell'area, che è tipica di scuole, uffici, abitazioni, alberghi, ecc. ma sempre di "modesto carico combustibile (un moderno ufficio con presenza di computer, stampanti e grande densità di carta va piuttosto inclusa nel successivo protocollo indicato alla parte 4 o alla parte 7. Non prevede la presenza di aree di deposito nell'attività anche perché l'area operativa raccomandata per queste applicazioni è di soli 72 m².

Part 4: Test protocol for non-storage occupancies for automatic nozzle systems

Il protocollo qui indicato è il protocollo forse più noto nel settore; si tratta del protocollo per applicazioni "Light Hazard" – ora dette appunto "non-storage, hazard category 1" di FM Approvals; rispetto al protocollo di cui sopra, si differenzia poiché include, nei test da superare, anche il test per la camera di albergo con i letti a castello e soprattutto prevede, in linea con la realtà americana, un'area operativa di 140 m² e non di soli 72 m². Il campo di applicazione è analogo al protocollo per aree di ufficio e simili, come sopra descritto, ma la sua validità può essere considerata "più robusta" rispetto alla soluzione europea. Nella versione per approvazione FM vi è poi anche la limitazione ad almeno 9 ugelli operativi, che invece spesso non viene inserita nelle applicazioni non soggette ad approvazione FM per le quali rimane l'area operativa come sopra indicata.

Part 5: Test protocol for car garages for automatic nozzle systems

Il protocollo sopra indicato è chiaro nella sua validità; si tratta di protezione delle autorimesse secondo il protocollo a suo tempo pubblicato dal VdS tedesco. L'area operativa da considerare è quella dei 144 m² normalmente impiegata per le aree di parcheggio nella norma europea 12845 e la sua validità è fortemente condizionata dall'altezza dei soffitti per cui è importante verificare attentamente per quale altezza il protocollo è stato superato.

Part 6: Test protocol for false floors and false ceilings for automatic nozzle systems

Il protocollo sopra detto è tipico per le aree indicate, che completano in qualche modo il protocollo di cui alla parte 3 sulle aree di ufficio che spesso sono corredate di falsi soffitti e di pavimenti sopraelevati. Anche questo è un protocollo che ha origini nel VdS tedesco e dovrebbe essere stato superato insieme a quello della parte 3 per poter impiegare il sistema in tutte le zone dell'edificio da proteggere, anche quelle appunto con pavimento sopraelevato o in controsoffitto. Naturalmente il protocollo nulla ha a che vedere con la necessità di protezione del sottopavimento o del controsoffitto che dipende, come per i sistemi sprinkler, dalla pericolosità del loro contenuto. L'area operativa, anche in questi casi, è indicata in 72 m² come per il protocollo degli uffici.

In generale il protocollo ex FM approvals di cui alla parte 4 è considerato sostitutivo di entrambi i protocolli della parte 3 e della parte 6.

Part 7: Test protocol for commercial low hazard occupancies for automatic nozzle systems

Si tratta in questo caso di un protocollo pubblicato inizialmente dal BRE inglese e che somiglia molto al protocollo per le aree di ufficio, con un livello di carico d'incendio un po' maggiore di quello che è stato inserito nello scenario che sta alla base del protocollo della parte 3 sugli uffici ed aree simili. Il protocollo Low Hazard viene in genere considerato di maggior difficoltà ad essere superato e soprattutto richiama una classificazione del livello di pericolo un po' superiore, sebbene non dichiarata, rispetto al livello OH 1 del protocollo uffici. Questa differenza andrebbe materializzata con l'adozione di un'area operativa di 144 m² invece dei 72 m² richiesti dal protocollo degli uffici.

Part 8: Test protocol for machinery in enclosures exceeding 260 m³ for open nozzle systems

Il protocollo riportato in questo caso è quello che è già inserito nello standard 5560 di FM approvals e riguarda le aree dove sono presenti macchinari in genere (quindi con presenza di liquidi infiammabili e combustibili, parti in gomma e plastica, cavi elettrici ecc. quali compressori, generatori diesel, presse, macchine operatrici varie ma anche trasformatori, celle prova motori, e simili) impiegati come macchinari tal quali e quindi senza merci in lavorazione o stoccaggio. Si tratta di un protocollo per impianti a diluvio, con ugelli aperti ed è caratterizzato da un volume, un'altezza massima del locale, un livello massimo di aperture tollerabili, ecc. In questo caso la dimensione è definita come superiore a 260 m³ ed è quindi limitata solo dalla dimensione per la quale il sistema sarà stato testato.

Part 9: Test protocol for machinery in enclosures not exceeding 260 m³ for open nozzle systems

Si tratta dello stesso protocollo di cui sopra, ma per volumi non eccedenti i 260 m³.

Part 10: Test protocol for atrium protection with sidewall nozzles for open nozzle systems

Questo protocollo è particolare perché riguarda la protezione di volumi molto grandi di edifici con un sistema particolare, basata sull'impiego di ugelli a diluvio a getto orizzontale, aventi la funzione di controllare il possibile incendio di queste aree senza tuttavia interessare l'area a soffitto che sarebbe troppo lontana dalla sorgente dell'incendio per poterlo contrastare. Attenzione alla "larghezza" dell'area che può essere protetta ed al sistema di rivelazione impiegato nel test, che deve essere simile a quello che si impiega nella realtà operativa.

Part 11: Test protocol for cable tunnels for open nozzle systems

È un protocollo il cui titolo si spiega da solo. Riguarda i sistemi di protezione dei tunnel cavi ed è basato sul protocollo originariamente voluto dal VdS tedesco. Importantissimi in questo caso i parametri tipici del tunnel cavi quali l'altezza del tunnel e la sezione trasversale, poiché su di questi dati si basa il protocollo stesso.

Part 12: Test protocol for commercial deep fat cooking fryers for open nozzle systems

Si tratta di un protocollo piuttosto particolare, che riguarda specificatamente i sistemi di protezione delle friggitrice a immersione; è stato originariamente sviluppato dalla UL (il noto protocollo UL 300) ed è stato adottato in quanto di interesse stante la diffusione delle friggitrice in molti ambienti e la loro oggettiva pericolosità. Una caratteristica importante da verificare nell'applicazione del protocollo è la verifica della tipologia di olio che è stata impiegata nei test e che deve essere compatibile, come proprietà di pericolo, con l'olio impiegato nel caso di interesse. Per la sicurezza della protezione ha grande importanza la posizione degli ugelli sopra l'olio che non deve assolutamente essere sparso in giro dalla scarica dell'impianto.

Part 13: Test protocol for wet benches and other similar processing equipment for open nozzle systems

Si tratta anche qui di un protocollo molto specifico, per sistemi ad ugelli aperti da installare a protezione delle apparecchiature di produzione dei semi-conduttori. È stato sviluppato originariamente da FM Approvals (è anch'esso parte dello standard 5560) ed è stato inserito nel novero dei sistemi per i quali sarà disponibile una norma europea poiché di sicuro interesse a livello industriale.

Part 14: Test protocol for combustion turbines in enclosures exceeding 260 m³ for open nozzle systems

Questo protocollo è analogo a quello prima citato, per la parte 8, ma in questo caso il macchinario che viene preso in considerazione è un macchinario specifico rappresentato dalle turbine a combustione. Qui l'impiego è specifico, legato alle sole turbine a combustione, per le quali è importante considerare il volume del compartimento che le racchiude, l'altezza limite ed è rilevante il tempo che definisce la durata della protezione. Questo protocollo riguarda le turbine in "enclosure" al di sopra dei 260 m³.

Part 15: Test protocol for combustion turbines in enclosures not exceeding 260 m³ for open nozzle systems

Questo protocollo è analogo al precedente ma per volumi dell'"enclosure" non eccedenti i 260 m³.

Part 16: Test protocol for industrial oil cookers for open nozzle systems

Si tratta di un protocollo piuttosto particolare, che riguarda specificatamente i sistemi di protezione delle grandi friggitrice industriali; è stato originariamente sviluppato da FM Approvals ed è stato adottato in quanto di interesse in molti paesi industrializzati dove le linee di friggitura sono molto presenti. Una caratteristica importante da verificare nell'applicazione del protocollo è la verifica della tipologia di olio che è stata impiegata nei test e che deve essere compatibile, come proprietà di pericolo, con l'olio impiegato nel caso di interesse

Part 17: Test protocol for residential occupancies for automatic nozzle systems

Questo è il protocollo europeo per i sistemi water mist da impiegare nelle abitazioni. Si origina dal protocollo pubblicato nel Regno Unito dal BSI e nei paesi scandinavi dall'INSTA. È un protocollo specifico, limitato all'applicazione nei sistemi water mist a protezione di abitazioni secondo la regolamentazione tipicamente residenziale.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Il procedimento di progettazione di un sistema water mist è stato illustrato sia in termini generali sia nel caso particolare in cui si voglia impiegare un sistema ad alta pressione per la protezione di un edificio per uffici con presenza di un sottotetto, di depositi e archivi di piccole dimensioni e di un'autorimessa.

La progettazione del sistema water mist si sviluppa in modo piuttosto peculiare, rispetto ad altri sistemi di controllo dell'incendio tradizionali.

Se si ha come obiettivo la sola specificazione tecnica del sistema, è allora possibile operare in linea generale, definendo principalmente la classificazione dei livelli di pericolo ed i protocolli di prova cui fare riferimento per la verifica dei sistemi proposti.

Se si vuole sviluppare il progetto in modo più dettagliato, allora si richiede una diretta collaborazione con un fabbricante del sistema che deve fornire i parametri principali per il progetto dell'impianto, facendo bene attenzione a quanto viene proposto ed al fatto che si tratti della soluzione realmente adatta al caso che si sta analizzando.

❖ *Commento dei risultati*

Una volta che il sistema è stato completamente definito si potrà procedere alla sua installazione, verificando che quanto contenuto nel progetto, sia effettivamente realizzato e soprattutto verificando, prima della realizzazione dell'impianto, che tutte le documentazioni inerenti i componenti del sistema ed i certificati di superamento dei test specificati, siano effettivamente disponibili e coerenti con quanto ipotizzato in sede di specificazione tecnica.

Se tutto il procedimento è stato condotto correttamente, allora è ragionevole assumere che l'impianto sarà in grado di svolgere la funzione per la quale è stato concepito, essendo un sistema realmente testato su scenari d'incendio in scala reale, ben oltre quello che viene normalmente fatto per altri impianti più "tradizionali" ai quali si attribuisce una efficacia derivante spesso solo dal fatto che "si è sempre fatto così" con un riscontro derivante essenzialmente dalla lunga esperienza maturata.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Rimane da sottolineare un punto che traspare dal caso studio e che viene chiaramente indicato nelle norme tecniche di riferimento dei sistemi water mist: si tratta di sistemi che debbono essere progettati e realizzati da persone esperte, che abbiano maturato una significativa esperienza nel settore, senza fare mai assunzioni od estrapolazioni che non siano supportate da documentazioni provenienti da fonti internazionalmente riconosciute.

Per trovare ulteriori informazioni sull'argomento si raccomanda di fare riferimento alla normativa citata nel testo ed alle pubblicazioni dell'NFPA e della SFPE quali *l'Handbook of Fire Protection Engineering* edito da NFPA e *l'Handbook of Fire Safety Engineering* edito dall'SFPE.

Da ultimo si vuole citare il riferimento già menzionato sito internet della IWMA - *International Water Mist Association* - www.iwma.net - che costituisce una ottima fonte di informazioni sull'argomento.

Caso studio 5: progetto di un impianto di spegnimento a gas inerte

Descrizione

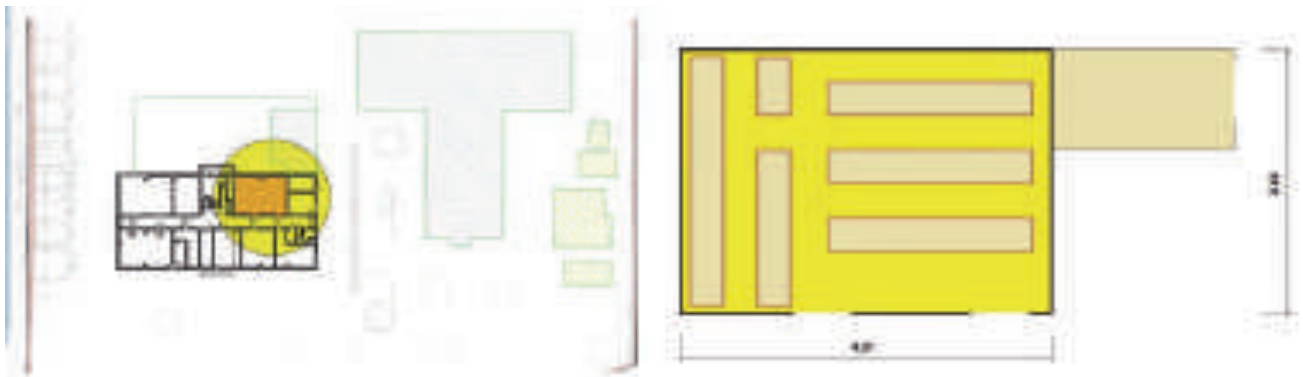
Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un archivio, il progetto di un impianto di spegnimento a gas inerte (azoto IG 100) secondo le prescrizioni di cui al cap. S.6.

L'archivio è a servizio di un Centro Ricerche e ospita una quantità di materiale cartaceo (faldoni contenenti documentazione tecnica), disposti in apposite scaffalature; la scelta dell'impianto automatico a gas nasce dalle esigenze di non compromettere i beni protetti che, in questo caso specifico, sono rappresentati dalle informazioni contenute nei fascicoli cartacei dell'archivio.

L'eventuale impiego di acqua, infatti, potrebbe compromettere irrimediabilmente il suddetto materiale.

Il locale archivio risulta, in base alla valutazione dei rischi, soggetto ad un rilevante rischio d'incendio che, secondo le indicazioni fornite dalla norma UNI EN 15004-8 è ascrivibile alla Classe A.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche del locale archivio	Vedi planimetria (A = 48 m ² ; h = 3,30 m)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in C.A.
 <p>Inserimento e schema planimetrico del locale archivio</p>	
Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Numero addetti	3 saltuari (non è prevista la presenza di persone disabili)
Profilo di rischio R _{vita}	A2 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite dal locale	2 aventi L = 1,20 m; h = 2,10 m
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) e Impianto spegnimento gas (UNI EN15004) ► Livello IV di prestazione (par. S.6.6.3) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Non presente H 24

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nell'archivio si è determinato, in via approssimativa, il valore del carico di incendio specifico q_f pari a 2173,1 MJ/m² (vedi par. S.2.9).

Compartimento antincendio	Superficie in pianta lorda A (1) (m ²)	Materiale combustibile	m_i	Ψ_i	Quantità	u.m.	Potere calor. inf. H_i (MJ/kg)	u.m.	Carico d'incendio $q = \sum g_i H_i m_i \Psi_i$ (MJ)	Carico d'incendio specifico $q_f = q / A$ (MJ/m ²)	(kg _{eq} /m ²)
archivio	48	materiale cartaceo	0,8	1	3.200	kg	19,48	MJ/kg	49.869	2.173,1	117,6
		scatole di cartone	0,8	1	700	kg	19,48	MJ/kg	10.909		
		materiali plastici	1	1	300	kg	29,88	MJ/kg	8.964		
		arredi per ufficio	0,8	1	160	kg	18,48	MJ/kg	2.365		
		componenti impianti tecnologici (2)	1	1	700	kg	46,00	MJ/kg	32.200		
totale									104.307	2.173,1	117,6

Note:

- 1 Nel caso di distribuzione non uniforme del carico di incendio è l'area in cui è concentrato il materiale combustibile;
- 2 Si consideri che la quantità di plastica è circa il 70% del peso complessivo dei componenti elettrici immagazzinati (cavi e componenti vari per impianti elettrici), che per la rimanente parte sono incombustibili.

Pertanto, il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ risulta pari a:

$$q_{f,d} = q_f \times \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n = 2173,1 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,61 = 1329,9 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,00$ ($A = 48 \text{ m}^2$);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n4} \times \delta_{n9} = 0,72 \times 0,85 = 0,61$

A tale valore di $q_{f,d}$ corrisponde una classe minima di resistenza al fuoco pari a 120 (vedi par. S.2.4.3).

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, non normata, non classificabile al punto 34.1.B dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "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 5000 kg e fino a 50000 kg", in quanto la quantità di materiale cartaceo è inferiore a 5000 Kg.

Si intende, tuttavia, utilizzare le norme tecniche del Codice (ai sensi del comma 4 dell'art. 2) come riferimento per la progettazione antincendio dell'archivio, considerato che l'attività non ricade entro i limiti di assoggettabilità previsti nell'allegato I del citato decreto.

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare l'impianto antincendio, integrato dalla protezione di base e manuale (par. S.6.2), secondo le previsioni del par. 6.5.5 e verificando che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno delle norme UNI EN 15004-1 e UNI EN 15004-8.

Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = A2$	Attribuzione del livello di prestazione S.6	IV
	$R_{beni} = 1$		

Progetto dell'impianto di spegnimento a gas inerte

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.6, alle seguenti principali norme tecniche e direttive procedurali:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI EN 15004-1:2008	Installazioni fisse antincendio - Sistemi a estinguenti gassosi - Parte 1: Progettazione, installazione e manutenzione
UNI EN 15004-8:2018	Installazioni fisse antincendio - Sistemi a estinguenti gassosi - Parte 8: Proprietà fisiche e progettazione dei sistemi a estinguenti gassosi per l'agente estinguente IG-100
UNI 9795:2013	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio
UNI 12094-1:2004	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Requisiti e metodi di prova per dispositivi elettrici automatici di comando e gestione spegnimento e di ritardo
UNI 12094-2:2004	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Requisiti e metodi di prova per dispositivi non elettrici automatici di comando e gestione spegnimento e di ritardo
UNI 12094-3:2004	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Requisiti e metodi di prova per dispositivi manuali di azionamento e di bloccaggio
UNI 12094-4:2004	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Parte 4: Requisiti e metodi di prova per complesso valvola di scarica e rispettivi attuatori
UNI 12094-5:2006	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Parte 5: Requisiti e metodi di prova per valvole direzionali e loro attuatori in alta e bassa pressione
UNI 12094-6:2006	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Parte 6: Requisiti e metodi di prova per dispositivi non elettrici di messa fuori servizio
UNI 12094-8:2006	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Parte 8: Requisiti e metodi di prova per raccordi
UNI 12094-10:2004	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Requisiti e metodi di prova per manometri e pressostati
PED	Direttiva PED 2014/68/UE, rifusione della 97/23/CE Pressure Equipment Directive (d.lgs. 26 del 15 febbraio 2016)
TPED	Direttiva TPED 2010/35/UE, attrezzature a pressione trasportabili (d.lgs. 78 del 12 Giugno 2012)
VdS	Progettazione e verifica idraulica del sistema eseguita secondo le procedure ed il programma di calcolo computerizzato VDS "Verband der Schadenverhuetung"

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE E DIRETTIVE PROCEDURALI UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

La progettazione dell'impianto in esame, secondo le indicazioni delle norme UNI EN 15004-1 e UNI EN 15004-8, si articola secondo le seguenti fasi:

- a) valutazione del rischio;
- b) calcolo preliminare della quantità di estinguente necessario;
- c) predimensionamento della rete di distribuzione e dei componenti dell'impianto;
- d) verifica dei dati ottenuti mediante software di calcolo idraulico certificato.

Valutazione del rischio

Per una corretta progettazione dell'impianto è necessario, prioritariamente, effettuare l'analisi del rischio, finalizzata all'individuazione delle tipologie di combustibile presenti, della relativa concentrazione minima di progetto necessaria per l'estinguente e alla conseguente quantità del medesimo da stoccare; il rischio è suddiviso dalla norma nelle seguenti tre classi (vedi tab. 4 della norma UNI EN 15004-8 - Azoto IG100) sono:

- Classe A: legno, carta, plastiche (PMMA, PP, ABS);
- Classe A Rischio Elevato (vedi nota 4 della norma);
- Classe B: liquidi infiammabili.

Descrizione dell'impianto

Scelta dell'estinguente

Per la protezione attiva antincendio dell'archivio, si prevede la realizzazione di un impianto di spegnimento a gas inerte, dotato di una propria rete di distribuzione del gas alimentata da una batteria di bombole.

Per il gas inerte la scelta è caduta sull'azoto IG 100, ossia azoto puro al 100%, poiché questo, durante la scarica, non genera nebbia o altri prodotti di decomposizione che potrebbero risultare pericolosi per l'incolumità delle persone e per la protezione dei beni protetti.

Inoltre, in virtù della bassa concentrazione di estinzione, l'azoto fa registrare una concentrazione residua di ossigeno maggiore dopo la scarica, rispetto all'azione di altri gas inerti.

Si segnala, infatti, che l'efficacia di un impianto di spegnimento a gas dipende, in larga parte, dal mantenimento della concentrazione dell'agente estinguente scaricato all'interno del locale protetto per un periodo che, secondo la norma UNI EN 15004-1, deve avere una durata minima di dieci minuti.

Procedura di scarica

L'Appendice G della norma UNI EN 15004-1 tratta delle precauzioni di sicurezza richieste e degli effetti tossicologici o fisiologici associati all'esposizione, non necessaria, agli agenti estinguenti oggetto della stessa.

Il tempo massimo di esposizione assunto dalle precauzioni di sicurezza, di cui si occupa la norma, è di cinque minuti; tempi di esposizione maggiori possono comportare effetti fisiologici o tossicologici non trattati dalla medesima.

La scarica di un impianto con gas estinguente per lo spegnimento di un incendio potrebbe rappresentare un rischio in quanto gas allo stato naturale; in linea di principio, pertanto, si deve evitare l'esposizione non necessaria agli agenti a base di gas inerti che determinano atmosfere carenti di ossigeno; peraltro, la scarica potrebbe causare un livello di rumore sufficientemente alto ma, generalmente, non sufficiente da causare lesioni traumatiche.

Rimandando alla citata Appendice G per gli ulteriori approfondimenti, nel caso in esame, nel locale archivio non si prevede la presenza fissa di addetti; pertanto, la gestione dell'impianto di spegnimento sarà di tipo automatico; è peraltro prevista l'installazione di un allarme pre-scarica (25-30 secondi) e di un dispositivo per il ritardo temporale della scarica, finalizzato all'evacuazione del personale eventualmente presente nell'archivio.

La centrale di rivelazione e spegnimento incendi prevede un doppio consenso, per l'azionamento dell'impianto di spegnimento: questo, infatti, sarà subordinato all'intervento contemporaneo di almeno due rivelatori ottici di fumo diversi presenti nel locale (vedi punto 6.4 della norma UNI EN 15004-1).

L'attivazione di un solo rivelatore provocherà uno *stato di preallarme*, mentre l'attivazione di un secondo rivelatore provocherà uno *stato di allarme confermato* e la conseguente attivazione della scarica dell'estinguente.

La centrale dovrà gestire i rivelatori e gli attuatori, secondo quanto di seguito specificato; in particolare, a seguito di:

- A) Stato di preallarme di una zona di rivelazione di fumo o di calore (ogni tipologia di rivelatore avrà una propria zona):
- la centrale avvisa di un probabile inizio d'incendio tramite avvisatori ottici acustici che segnaleranno uno stato di "ALLARME INCENDIO" con conseguente necessità di evacuazione del locale e segnalazione remota alla sala controllo.
- B) Stato di allarme confermato di due zone nello stesso locale: almeno un rivelatore di fumo in allarme e contemporaneo allarme di un rivelatore termovelocimetrico; lo stato di allarme confermato determina una condizione temporizzata, che consente l'evacuazione degli eventuali addetti presenti nel locale ed una, eventuale, ricognizione del personale addetto alla sicurezza:
- la centrale avvisa di un probabile incendio con propagazione in corso che segnaleranno uno stato di "VIETATO ENTRARE - SPEGNIMENTO IN CORSO";
 - la centrale inizia la procedura di temporizzazione per il comando di spegnimento incendi nel locale.
 - la disattivazione del sistema di condizionamento dell'aria;
 - la conferma della chiusura delle porte tagliafuoco presenti;
 - la chiusura delle aperture di ventilazione naturale dotate di comandi ad azionamento automatico;
 - la centrale invia il segnale elettrico per lo sgancio dell'estinguente al gruppo di bombole dopo 20-25 secondi dall'inizio della temporizzazione;
 - l'attivazione dello sgancio dell'estinguente.

Lo stato di preallarme determina:

- l'attivazione della condizione di preallarme del modulo di spegnimento presente nella centrale di rivelazione e spegnimento;
- l'attivazione dei pannelli ottici e acustici, installati all'interno del locale, che segnaleranno uno stato di "ALLARME INCENDIO" con conseguente necessità di evacuazione del locale;
- la chiusura delle porte tagliafuoco presenti;
- la trasmissione dello stato di preallarme al sistema di supervisione aziendale.

All'esterno del locale protetto si prevede di installare, in posizione accessibile e ben visibile, un pulsante a rottura vetro per l'attivazione manuale della scarica ed uno a rottura vetro per l'interdizione della stessa.

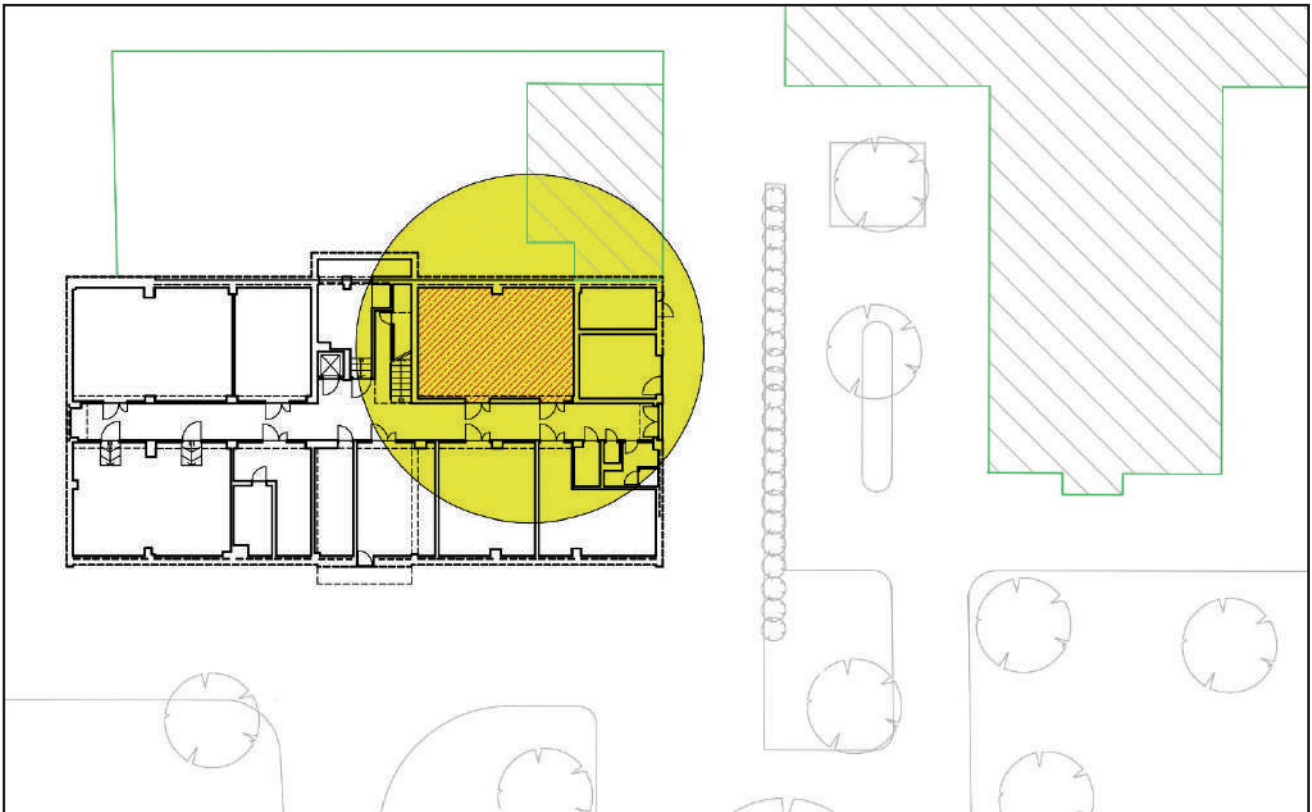
Pertanto, nel caso in cui la scarica venga comandata mediante la pressione del pulsante di attivazione manuale, posto al di fuori della porta di accesso principale del locale, si attueranno tutte le procedure di sigillatura dell'ambiente e di blocco del sistema di condizionamento dell'aria, ma la scarica verrà comandata immediatamente, senza l'intervento di nessuna temporizzazione o procedura preliminare.

Una volta avvenuta la scarica, trascorso il tempo necessario per l'estinzione dell'incendio, si renderà necessario evacuare i gas residui dell'incendio (l'estinguente utilizzato non lascia nessun residuo dopo la scarica), al fine di ripristinare le normali condizioni di sicurezza nell'ambiente.

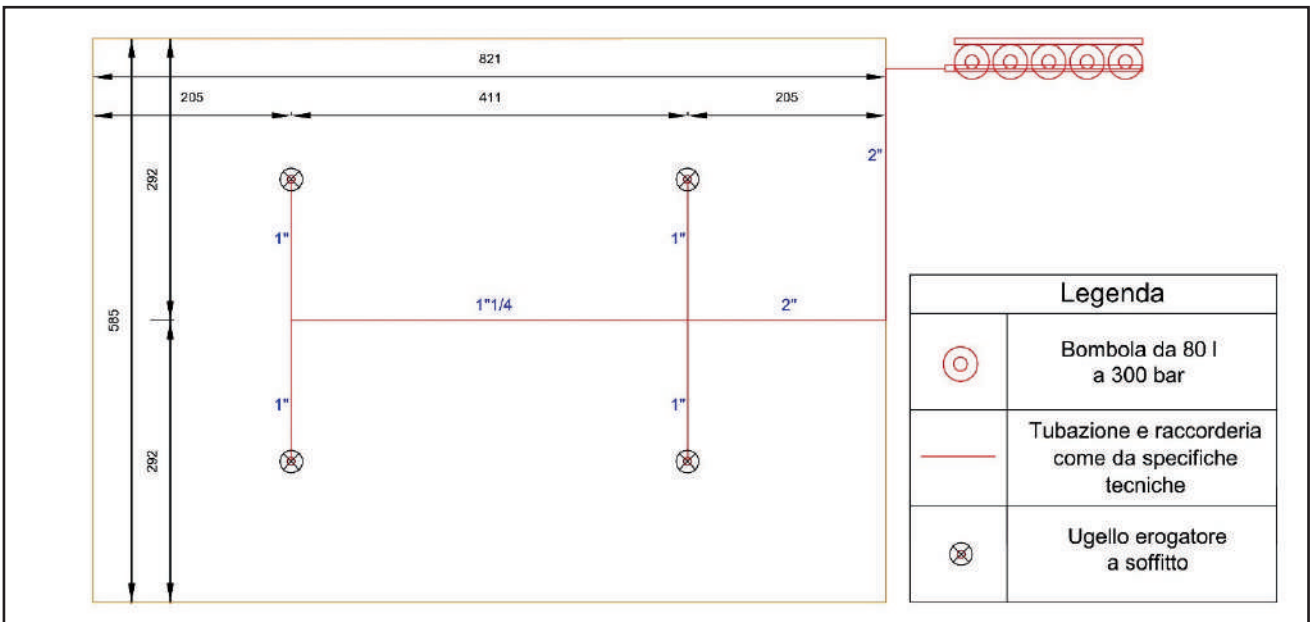
Tale procedura dovrà essere eseguita dal personale intervenuto (V.V.F.) o dagli addetti alla gestione delle emergenze antincendio aziendali, attraverso la naturale ventilazione del locale. Le persone non debbono rientrare nel volume protetto fino a che non ne sia stata verificata la sicurezza.

Tutte le indicazioni progettuali inerenti le operazioni da effettuare dovranno essere opportunamente trattate nella predisposizione della misura S.5 "Gestione della sicurezza antincendio".

L'impianto in questione è planimetricamente inserito come in figura:



INSERIMENTO PLANIMETRICO DEL LOCALE ARCHIVIO



PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO DI SPEGNIMENTO

Calcolo preliminare della quantità di estinguente necessario

Secondo le previsioni di cui al punto 4 della norma UNI EN 15004-8 (e punto 7.6.3 della norma UNI EN 15004-1), la quantità di IG100 necessaria può essere calcolata mediante la seguente equazione:

$$Q = \frac{V}{v} \times \ln \frac{100}{(100 - c)} \quad (\text{Kg})$$

dove:

- Q è la quantità di saturazione totale, in Kg;
 - V è il volume da proteggere (volume chiuso meno le strutture fisse impermeabili all'estinguente), in mc;
 - v è il volume specifico, in mc/Kg:
 - $v = k_1 + k_2 T$
- con $k_1 = 0,79968$ e $k_2 = 0,00293$ per l'azoto IG100 alla pressione di 1,013 bar e T temperatura minima prevista nel locale, in ° C
- c è la concentrazione di progetto in % in volume.

Nel caso in esame, ipotizzati $c = 40,3$ % e $T = 20$ °C si ottiene:

$$Q = \frac{V}{v} \times \ln \frac{100}{(100 - c)} = \frac{158,4}{0,85828} \times \ln \frac{100}{(100 - 40,3)} = 95,2 \text{ Kg}$$

Per ottenere la quantità di progetto in volume di IG100, in mc da scaricare alla concentrazione c, tale valore Q deve essere moltiplicato per il volume specifico di riferimento, alla pressione di 1,013 bar e alla temperatura di 20°C; tale valore è ricavabile dalla tab. 3 della norma UNI EN 15004-8 ed è pari a 0,8583 (mc/kg):

$$Q = 95,2 \times 0,8583 = 81,7 \text{ mc}$$

Introducendo un fattore di sicurezza pari 1,15 (vedi punto 7.9.1.2 della norma UNI EN 15004-1) si determina quindi la quantità di estinguente effettiva tale da garantire che il 95% della quantità di gas di progetto venga scaricato nel locale nel tempo previsto di scarica (60 secondi):

$$Q_{\text{eff}} = 95,2 \times 1,15 = 109,5 \text{ Kg}$$

Volendo utilizzare bombole da 80 l (a 300 bar), il numero necessario sarà (una bombola da 80 l contiene 24,88 Kg di gas a $T = 15$ °C):

$$n = Q_{\text{eff}} / 24,88 = 4,4 \cong 5 \text{ bombole}$$

La quantità effettiva di gas da stoccare sarà, in definitiva, pari a:

$$Q_{\text{fin}} = 5 \times 24,88 = 124,4 \text{ Kg}$$

Verifica della concentrazione di ossigeno nel locale a scarica avvenuta

Pure avendo già fatto cenno alle proprietà di efficienza dell'azoto IG 100 rispetto ad altri gas inerti, in termini di concentrazione residua di ossigeno dopo la scarica, rimane necessario determinare la concentrazione di ossigeno risultante, all'interno del locale protetto, al termine della scarica del gas estinguente.

A tal fine, mutuando la formula di cui al punto 4.2 dell'Appendice C della norma UNI EN 15004-1, si osserva che la concentrazione del gas estinguente, a scarica avvenuta, può essere determinata mediante la seguente relazione:

$$C_{fin} = 100 \left(1 - \frac{O_{fin}}{O_{in}} \right) \quad (\%)$$

dove:

- C_{fin} è la concentrazione finale del gas nel locale, in %;
- O_{fin} è la concentrazione finale di ossigeno nel locale, in %;
- O_{in} è la concentrazione iniziale di ossigeno nel locale, in %.

Peraltro, come visto in precedenza, la quantità di saturazione (in Kg) del gas estinguente è data dalla relazione:

$$Q = \frac{V}{v} \times \ln \frac{100}{(100 - c)} \quad (\text{Kg})$$

Per cui, ponendo $Q = Q_{fin}$ e $c = C_{fin}$, si ottiene:

$$C_{fin} = 100 \left(\frac{e^a - 1}{e^a} \right) \quad (\%)$$

dove:

- $a = Q_{fin} \times v/V$, in mc/mc.

e

$$O_{fin} = O_{in} \frac{(100 - C_{fin})}{100} \quad (\%)$$

Numericamente quindi, all'interno dell'archivio, dopo la scarica, risulterà pertanto:

$$a = Q_{fin} \times v/V = 124,4 \times 0,85828/158,4 = 0,6741 \text{ mc/mc}$$

$$C_{fin} = 100 \left(\frac{e^a - 1}{e^a} \right) = 100 \left(\frac{e^{0,6741} - 1}{e^{0,6741}} \right) = 49,03\%$$

$$O_{fin} = O_{in} \frac{(100 - C_{fin})}{100} = 20,95 \frac{(100 - 49,03)}{100} = 10,68\%$$

L'utilizzo di estinguenti a base di gas inerti richiede una concentrazione di ossigeno non minore del 12% (equivalente al livello del mare) per zone normalmente occupate; tale concentrazione corrisponde ad una concentrazione dell'agente non maggiore del 43%.

Considerato che l'archivio non è normalmente occupato e che comunque si prevede l'installazione di un allarme pre-scarica e di un dispositivo per il ritardo temporale della scarica, finalizzato all'evacuazione del personale eventualmente presente, i dati ottenuti possono ritenersi accettabili.

Predimensionamento della rete di distribuzione e dei componenti dell'impianto

In relazione all'ambiente da proteggere si prevede che l'impianto sia costituito da una batteria di cinque bombole, situata in locale attiguo all'archivio, aventi capacità di 80 litri e riempite ad una pressione di 300 bar. Durante la scarica la pressione iniziale di stoccaggio viene ridotta mediante l'impiego di orifizi calibrati.

Il gas estinguente viene scaricato nel locale protetto mediante una rete di distribuzione e ugelli a bassa pressione; l'impianto sarà pertanto costituito dai seguenti componenti principali:

- deposito di stoccaggio bombole;
- bombole da 80 l per azoto a 300 bar;
- collettore per azoto a cinque posti bombola provvisto di valvole di ritegno;
- riduttori di pressione ASA 6000 per riduzioni da 300 bar a 60 bar;
- kit di smistamento con relative valvole;
- ugelli in alluminio con diaframma interno calibrato.

I componenti saranno costruiti, collaudati ed installati in conformità alla specifica normativa vigente.

La rete di distribuzione del gas inerte IG100 dovrà essere utilizzata utilizzando acciaio inox per alte pressioni zincato schedula 40 e raccorderia ASA 3000; la stessa sarà realizzata con tubazione di diametro opportuno (vedi disegno di progetto), al fine di garantire lo svuotamento delle bombole nel tempo previsto dalla norma tecnica.

Le dimensioni degli ugelli erogatori sarà pari a 3/4".

Il Door Fan Integrity Test

La norma UNI EN 15004-1 prevede l'esecuzione della Door Fan Integrity Test, ossia la prova obbligatoria con la quale viene simulato il comportamento del gas dopo una scarica, al fine di determinare le perdite del locale e valutare il tempo in cui la concentrazione del gas rimane ad un livello sufficiente.

A tale proposito, al punto 7.8.2 della citata norma, si prevede che è essenziale determinare il periodo probabile durante il quale verrà mantenuta la concentrazione di spegnimento, definito come tempo di permanenza.

Questo deve essere determinato mediante una prova di scarico completa, basata sui seguenti criteri:

- all'inizio del tempo di permanenza la concentrazione in tutto il volume protetto è la concentrazione di progetto;
- alla fine del tempo di permanenza la concentrazione della sostanza estinguente al 10% 50% e 90% dell'altezza del locale protetto non deve essere inferiore all'85% della concentrazione di progetto;
- il tempo di permanenza non deve essere minore di dieci minuti, se non diversamente specificato dall'autorità (*organizzazione, ufficio o persona responsabile dell'approvazione dell'attrezzatura, degli impianti o delle procedure*).

Verifica del predimensionamento con il programma VdS

Per l'impianto in esame, come del resto avviene di norma per gli impianti a gas estinguente, al fine di verificare il corretto dimensionamento della rete di distribuzione, degli ugelli e della relativa forometria, si opererà un'apposita verifica utilizzando un calcolo computerizzato VdS "Verband der Schadenverhuetung" (Koeln Germania) (<https://vds.de/>), in accordo con le normative vigenti.

Dimensionamento delle serrande di sovrappressione

Fermo restando che la resistenza strutturale del volume protetto dovrebbe poter sopportare la sovrappressione provocata dalla scarica del gas estinguente, occorre considerare l'installazione di idonei dispositivi per far fronte al fenomeno, senza i quali, potenzialmente, potrebbero verificarsi considerevoli danni alle strutture del locale.

La sovrappressione che si crea all'interno del volume protetto, durante la scarica del gas estinguente, può essere attenuata mediante l'utilizzo di serrande di sovrappressione dotate di alette mobili e molle pre-tarate che consentono l'evacuazione della sovrappressione in eccesso, trattenendo la pressione calcolata; il sistema deve garantire la saturazione dell'ambiente, a scarica avvenuta, per almeno dieci minuti.

Le indicazioni del C.E.A. (Comité Européen des Assurances) per la verifica della pressurizzazione dell'ambiente da proteggere e, conseguentemente, per la valutazione dei dispositivi da approntare per la riduzione della pressione, suggeriscono la seguente relazione per determinare la superficie A di sfogo della pressione:

$$A = \frac{M \times v}{\sqrt{P \times S_H}} \quad (m^2)$$

dove:

- M è la portata massima prevista dal sistema, in kg/s, in relazione al tipo di estinguente (IG 100) ed alla durata della scarica (60 secondi); si assume una portata massima pari al 3% della quantità totale presente nelle bombole: $M = Q_{fin} \times 0,03 = 124,4 \times 0,03 = 3,73 \text{ kg/s}$
- v è il volume specifico, in mc/Kg; per l'azoto IG100 a 1,013 bar e 20 ° C: $v = 0,8583 \text{ mc/Kg}$;
- P è la massima sovrappressione ammissibile nel locale; si assume pari a 500 Pa;
- S_H è il volume specifico della miscela omogenea aria - estinguente nelle condizioni di riferimento, calcolato come segue:

$$S_H = \frac{c \times v}{100} + \frac{(100 - c)}{100} S_{air} \text{ (mc/Kg)}$$

dove:

- S_{air} è il volume specifico dell'aria a 1,013 bar e 20 ° C: 0,8305 mc/kg;
- c è la concentrazione di progetto in % in volume: 40,3 %;
- v è il volume specifico, in mc/Kg; per l'azoto IG100 a 1,013 bar e 20 ° C: $v = 0,8583 \text{ mc/Kg}$.

Numericamente quindi, all'interno dell'archivio, risulterà pertanto:

$$S_H = \frac{c \times v}{100} + \frac{(100 - c)}{100} S_{air} = \frac{40,3 \times 0,8583}{100} + \frac{(100 - 40,3)}{100} 0,8305 = 0,8417 \text{ mc/Kg}$$

$$A = \frac{M \times v}{\sqrt{P \times S_H}} = \frac{3,73 \times 0,8583}{\sqrt{500 \times 0,8417}} = 0,156 \text{ m}^2$$

La superficie A di sfogo della pressione così determinata consente di stabilire il numero di serrande di sovrappressione necessarie.

L'area totale richiesta risulta dalla somma dell'area equivalente alle aperture naturali (rilevata dal Door Fan Integrity Test "ELA", vedi punto E.3 dell'Appendice E della norma UNI EN 15004-1) e dell'area aggiuntiva effettiva da garantire mediante l'installazione delle serrande di sovrappressione "FVA", risultando:

$$A = FVA + ELA$$

Ipotizzando che la superficie di sfogo naturale rilevata dal Door Fan Integrity Test "ELA" sia risultata pari a 0,027 m², il valore minimo dell'area effettiva da garantire mediante l'installazione delle serrande risulterà:

$$FVA = 0,156 - 0,027 = 0,129 \text{ m}^2$$

Il numero e le dimensioni delle serrande da prevedere derivano dalla disponibilità dei modelli presenti sul mercato e dalle caratteristiche tecniche dei dispositivi dichiarate dal costruttore.

Ad esempio, scegliendo un modello 300 x 300 mm, (area totale dell'apertura prevista pari a 0,09 m², mentre l'area effettiva è pari a $A_{eff} = 0,076 \text{ m}^2$) si determina il numero di serrande necessarie:

$$N_s = FVA / A_{eff} = 0,129 / 0,076 = 1,7 \cong 2 \text{ serrande}$$

Unità rivelazione e comando impianto

L'ubicazione della centrale del sistema dovrà garantire la massima sicurezza di funzionamento del sistema. Si prevede la posa all'esterno del locale archivio (in maniera da poter intervenire immediatamente anche in modalità manuale), in posizione permanentemente e facilmente accessibile, protetta, per quanto possibile, dal pericolo di incendio diretto, da danneggiamenti meccanici e manomissioni.

La centrale dovrà risultare compatibile con il tipo di rivelatori installati ed in grado di espletare le eventuali funzioni supplementari come:

- attivazione temporizzata dello spegnimento;
- attivazione dei pannelli ottici acustici;
- blocco della scarica estinguente (abort switch) sia tramite pulsante che tramite apertura delle porte di accesso al locale;
- sgancio attuatori (chiusura finestre e porte);
- posizionamento manuale / automatico dello spegnimento tramite deviatore a chiave posto sulla unità.

Il sistema di rivelazione dovrà essere dotato di due fonti di alimentazione di energia elettrica, primaria e secondaria, ciascuna delle quali in grado di assicurare da sola il corretto funzionamento dell'impianto. L'alimentazione secondaria sarà costituita da due accumulatori elettrici da 12 V in grado di garantire una riserva minima di energia pari a 72 ore.

Alla centrale saranno collegati:

- rilevatori ottici di fumo puntiformi;
- rilevatori termovelocimetrici puntiformi;
- sgancio elettromagneti di ritenuta (chiusura finestre o porte aperte);
- pulsante di allarme manuale;
- selettore a chiave di inibizione scarica manuale / scarica automatica (abort switch);
- pulsante di scarica manuale (colore giallo, sigillato e sotto vetro);
- sistemi di allarme acustici (tabelle ottico acustiche preallarme con diciture trasparenti rosse);
- avvisatore ottico-acustico di allarme incendio;
- gli attuatori dello spegnimento;
- pressostati di allarme bassa pressione bombole gas IG 100;
- pressostato di allarme - scarica avvenuta - collettore IG 100.

Tutti gli allarmi e le segnalazioni di anomalie dell'impianto dovranno essere gestiti mediante apposita procedura operativa da sviluppare nella predisposizione della misura S.5 "Gestione della sicurezza antincendio".

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato effettuato il progetto di un impianto di spegnimento a gas inerte (azoto IG 100) a servizio di un archivio.

L'impianto in questione, integrato dalla protezione di base e manuale, si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (IV), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno delle norme UNI EN 15004-1 e UNI EN 15004-8.

Per la protezione attiva antincendio dell'archivio, la scelta dell'estinguente è caduta sull'azoto IG 100, ossia azoto puro al 100%, poiché questo, durante la scarica, non genera nebbia o altri prodotti di decomposizione che potrebbero risultare pericolosi per l'incolumità delle persone e per la protezione dei beni protetti.

Inoltre, in virtù della bassa concentrazione di estinzione, l'azoto fa registrare una concentrazione residua di ossigeno maggiore dopo la scarica, rispetto all'azione di altri gas inerti.

❖ *Commento dei risultati*

La progettazione dell'impianto si è articolata secondo le seguenti fasi:

- a) valutazione del rischio;
- b) calcolo preliminare della quantità di estinguente necessario;
- c) predimensionamento della rete di distribuzione e dei componenti dell'impianto;
- d) verifica dei dati ottenuti mediante software di calcolo idraulico certificato.

La scelta di utilizzare estinguenti gassosi (come anche aerosol o polvere), deve considerare, oltre che le questioni di compatibilità dell'agente estinguente con la tipologia dei combustibili presenti nell'attività, anche degli effetti che l'erogazione di queste sostanze estinguenti possono avere sugli occupanti dell'ambiente da proteggere.

Si segnala, a tal proposito, che l'efficacia di un impianto di spegnimento a gas dipende, in larga parte, dal mantenimento della concentrazione dell'agente estinguente scaricato all'interno del locale protetto per un periodo che, secondo la norma UNI EN 15004-1, deve avere una durata minima di dieci minuti.

Se la concentrazione di ossigeno nell'aria diminuisce, o se aumenta la concentrazione di qualsiasi altro gas, si giunge rapidamente ad una situazione che presenta un rischio significativo di asfissia.

Per tale motivo, la riduzione di ossigeno al di sotto del 21%, in presenza di occupanti, va gestita con la massima attenzione.

È pertanto essenziale fornire a chiunque risulti potenzialmente soggetto a tale rischio, le informazioni e la formazione necessarie in materia di sicurezza, ovvero i mezzi di prevenzione e le procedure da rispettare per evitare gli incidenti, nonché le procedure di soccorso da mettere in atto in caso di incidente.

Le stesse accortezze debbono essere adottate anche dal personale che effettua le verifiche periodiche e la manutenzione di questi sistemi.

Al fine di evitare scariche accidentali di estinguenti, a garanzia degli occupanti i volumi protetti, può essere utile che l'attivazione degli impianti a gas inerti venga assistita da un impianto IRAI a consenso doppio incrociato.

Per quanto riguarda i limiti di concentrazione ed esposizione delle persone al gas estinguente inerte si applica quanto stabilito negli Stati Uniti dall'EPA (Environmental Protection Agency) e dal Protocollo di Reinhardt.

Dalle risultanze di tali protocolli, emerge che nel caso di aree normalmente occupate, non è possibile ridurre la concentrazione di ossigeno al di sotto del 12% per più di 5 minuti se si vuole ammettere la presenza umana all'interno dell'ambiente, all'atto della scarica estinguente.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Nella revisione del Codice sarà prevista un'indicazione specifica per le modalità di progettazione di tutti i sistemi automatici di inibizione controllo o spegnimento di un incendio.

L'indicazione invita il progettista a prendere in considerazione qualunque eventuale pericolo per gli occupanti dovuto dalla scarica degli agenti estinguenti; si deve evitare l'esposizione non necessaria degli occupanti agli agenti estinguenti del sistema.

Le precauzioni di sicurezza richieste non devono riguardare anche gli effetti tossicologici o fisiologici associati ai prodotti della combustione causati dall'incendio.

Caso studio 6: progetto di un impianto di spegnimento con aerosol a base di carbonato di potassio

Descrizione

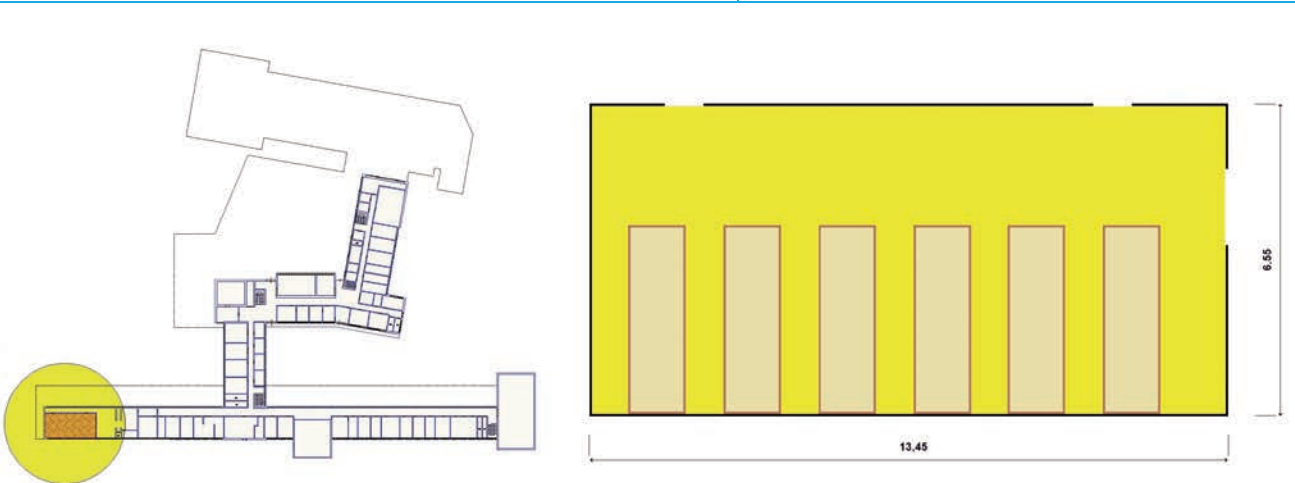
Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un CED, il progetto di un impianto di spegnimento con aerosol a base di carbonato di potassio secondo le prescrizioni di cui al cap. S.6.

Il CED è a servizio di un Centro Ricerche e ospita una quantità di server, disposti in appositi armadi rack.

Il locale CED risulta, in base alla valutazione dei rischi, soggetto ad un rilevante rischio d'incendio, considerata la possibilità di cortocircuiti e sovraccarichi del sistema.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche del locale CED	Vedi planimetria (A = 90 m ²)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in C.A.



Inserimento e schema planimetrico del locale CED

Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Numero addetti	6 saltuari (non è prevista la presenza di persone disabili)
Profilo di rischio R _{vita}	A2 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite dal locale	2 aventi L = 1,20 m e 1 avente L = 2,40 m; h = 2,10 m
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) e Impianto spegnimento gas (UNI ISO15779) ► Livello IV di prestazione (par. S.6.6.3) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Non presente H 24

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel locale CED si è determinato, in via approssimativa, il valore del carico di incendio specifico q_f pari a 2269,3 MJ/m² (vedi par. S.2.9).

Compartimento antincendio CED	Superficie in pianta lorda A (1) (m ²)	Materiale combustibile	m_i	Ψ_i	Quantità	u.m.	Potere calor. inf. H_i (MJ/kg)	u.m.	Carico d'incendio $q = \sum g_i H_i m_i \Psi_i$ (MJ)	Carico d'incendio specifico $q_f = q / A$ (MJ/m ²)	(kg _{eq} /m ²)
	90	materiale cartotecnico	0,8	1	150	kg	19,48	MJ/kg	2.338		
		materiali plastici	1	1	500	kg	29,88	MJ/kg	14.940		
		arredi per ufficio	0,8	1	200	kg	18,48	MJ/kg	2.957		
		componenti impianti tecnologici (2)	1	1	4.000	kg	46,00	MJ/kg	184.000		
								totale	204.234	2.269,3	122,8

Note:

- 1 Nel caso di distribuzione non uniforme del carico di incendio è l'area in cui è concentrato il materiale combustibile;
- 2 Si consideri che la quantità di plastica è circa il 70% del peso complessivo dei componenti elettrici immagazzinati (cavi e componenti vari per impianti elettrici), che per la rimanente parte sono incombustibili.

Pertanto, il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ risulta pari a:

$$q_{f,d} = q_f \times \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n = 2269,3 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,61 = 1384,3 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,00$ ($A = 90 \text{ m}^2$);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n4} \times \delta_{n9} = 0,72 \times 0,85 = 0,61$

A tale valore di $q_{f,d}$ corrisponde una classe minima di resistenza al fuoco pari a 120 (vedi par. S.2.4.3).

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, non normata, non classificabile al punto 64.1.B dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Centri informatici di elaborazione e/o archiviazione dati, da 25 a 50 addetti", in quanto il numero di addetti è inferiore a 25.

Si intende, tuttavia, utilizzare le norme tecniche del Codice (ai sensi del comma 4 dell'art. 2) come riferimento per la progettazione antincendio del CED, considerato che l'attività non ricade entro i limiti di assoggettabilità previsti nell'allegato I del citato decreto.

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare l'impianto antincendio, integrato dalla protezione di base e manuale (par. S.6.2), secondo le previsioni del par. 6.5.5 e verificando che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI ISO 15779.

Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = A2$	Attribuzione del livello di prestazione S.6	IV
	$R_{beni} = 1$		

Progetto dell'impianto di spegnimento con aerosol a base di carbonato di potassio

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.6, alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI ISO 15779:2012	Installazioni fisse antincendio - Sistemi estinguenti ad aerosol condensato - Requisiti e metodi di prova per componenti e progettazione, installazione e manutenzione dei sistemi - Requisiti generali
NFPA 2010 IMO MSC.1/Circ. 1270 del 4 giugno 2008	Standard for fixed aerosol fire extinguishing systems Revised guidelines for the approval of fixed aerosol fire-extinguishing
UNI 9795:2013	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

Descrizione dell'impianto

L'impianto da realizzare prevede un sistema di spegnimento basato sull'impiego, come agente estinguente, di un aerosol a base di carbonato di potassio sviluppato da una miscela solida definita *compound*, contenuta in erogatori in acciaio dotati di griglie per l'espulsione nell'ambiente (generatori di aerosol).

Secondo le indicazioni della norma UNI ISO 15779 si definiscono:

- *agente estinguente ad aerosol*: un mezzo di estinzione composto da particelle finemente suddivise, generalmente dell'ordine di grandezza del micron di diametro, sospese in una sostanza gassosa generata e distribuita mediante un processo di combustione di un composto solido formante aerosol;
- *generatore di aerosol*: un contenitore non pressurizzato che, quando attivato, genera un agente estinguente ad aerosol condensato.

Considerate le peculiarità del locale da proteggere, si prevedono due tipologie di installazione per i generatori di aerosol: una parte alloggerà nel controsoffitto ed un'altra nel sottopavimento flottante.

Il locale CED è dotato di sistema di ventilazione naturale e meccanico al fine di assicurare la normale aerazione; su tali sistemi di aerazione sono previste delle apposite serrande meccaniche, con comandi di chiusura automatica gestiti dalla centrale di rivelazione incendi, in grado di garantire la chiusura totale del locale prima della scarica dei generatori ad aerosol (vedi punto 7.2 della norma UNI ISO 15779).

Gli aerosol rappresentano un sistema di estinzione degli incendi per mezzo di una dispersione ultrafine di particelle solide sospese in un gas inerte.

Essi comprendono micro particelle (il 55 - 60% del compound) sospese all'interno di un gas inerte (azoto, anidride carbonica e vapore acqueo) con un rapporto grandemente alto fra la superficie esposta e la massa di reazione.

L'agente estinguente ad aerosol è costituito principalmente da carbonato di potassio allo stato solido, a rapida espansione; a seguito di una rapida reazione esotermica, esso viene attivato, sublimando in aerosol.

L'aerosol, per effetto della pressione generata dalla reazione esotermica all'interno dell'erogatore, fuoriesce dallo stesso, immettendosi all'interno del volume protetto.

L'azione estinguente dell'aerosol immesso nell'ambiente inibisce la reazione di combustione a livello molecolare senza depauperare il quantitativo di ossigeno consentendo, pertanto, accettabili condizioni di vivibilità agli eventuali occupanti presenti nell'attività.

In ogni caso, la scarica in presenza di occupanti deve considerare eventuali effetti di irritazione delle mucose esposte e delle vie respiratorie.

Procedura di scarica

Pur non presentando livelli di tossicità dannosi per l'uomo e per l'ambiente, l'uso del sistema estinguente ad aerosol deve avvenire, come per tutti gli estinguenti a saturazione, nel rispetto di procedure che garantiscano la massima sicurezza (vedi punto 7.8 della norma UNI ISO 15779).

Nel locale CED non si prevede la presenza fissa di addetti; pertanto, la gestione dell'impianto di spegnimento sarà di tipo automatico; è peraltro prevista la presenza di segnalazioni ottiche e acustiche in grado di avvertire, con congruo anticipo, gli eventuali addetti presenti dell'approssimarsi della scarica di estinguente.

La centrale di rivelazione e spegnimento incendi prevede un doppio consenso, per l'azionamento dell'impianto di spegnimento: questo, infatti, sarà subordinato all'intervento contemporaneo di almeno due rilevatori ottici di fumo diversi presenti nel locale (vedi punto 7.9 della norma UNI ISO 15779).

L'attivazione di un solo rivelatore provocherà uno *stato di preallarme*, mentre l'attivazione di un secondo rivelatore provocherà uno *stato di allarme confermato* e la conseguente attivazione della scarica di aerosol.

Lo stato di preallarme determina:

- l'attivazione della condizione di preallarme del modulo di spegnimento presente nella centrale di rivelazione e spegnimento;
- l'attivazione dei pannelli ottici e acustici, installati all'interno del locale, che segnaleranno uno stato di "ALLARME INCENDIO" con conseguente necessità di evacuazione del locale;
- la chiusura delle porte tagliafuoco presenti;
- la trasmissione dello stato di preallarme al sistema di supervisione aziendale.

Lo stato di allarme confermato (e attivazione scarica) determina una condizione temporizzata, che consente l'evacuazione degli eventuali addetti presenti nel locale ed una, eventuale, ricognizione del personale addetto alla sicurezza.

In particolare avviene:

- l'attivazione condizione di allarme del modulo di spegnimento;
- l'attivazione dei pannelli ottici e acustici, installati all'interno del locale, che segnaleranno uno stato di "VIETATO ENTRARE - SPEGNIMENTO IN CORSO";
- la disattivazione del sistema di condizionamento dell'aria;
- la conferma della chiusura delle porte tagliafuoco presenti;
- la chiusura delle aperture di ventilazione naturale dotate di comandi ad azionamento automatico;
- il ritardo della scarica di 60 secondi;
- l'attivazione del canale di spegnimento; tale segnale verrà convogliato ai generatori, attraverso un'unità gestione aerosol a microprocessore, interfaccia necessaria per l'attuazione degli erogatori ad aerosol.

All'esterno del locale protetto si prevede di installare, in posizione accessibile e ben visibili, un pulsante a rottura vetro per l'attivazione manuale della scarica ed uno a rottura vetro per l'interdizione della stessa.

Pertanto, nel caso in cui la scarica dei generatori aerosol venga comandata mediante la pressione del pulsante di attivazione manuale, posto al di fuori della porta di accesso principale del locale, si attueranno tutte le procedure di sigillatura dell'ambiente e di blocco del sistema di condizionamento dell'aria, ma la scarica verrà comandata immediatamente, senza l'intervento di nessuna temporizzazione o procedura preliminare.

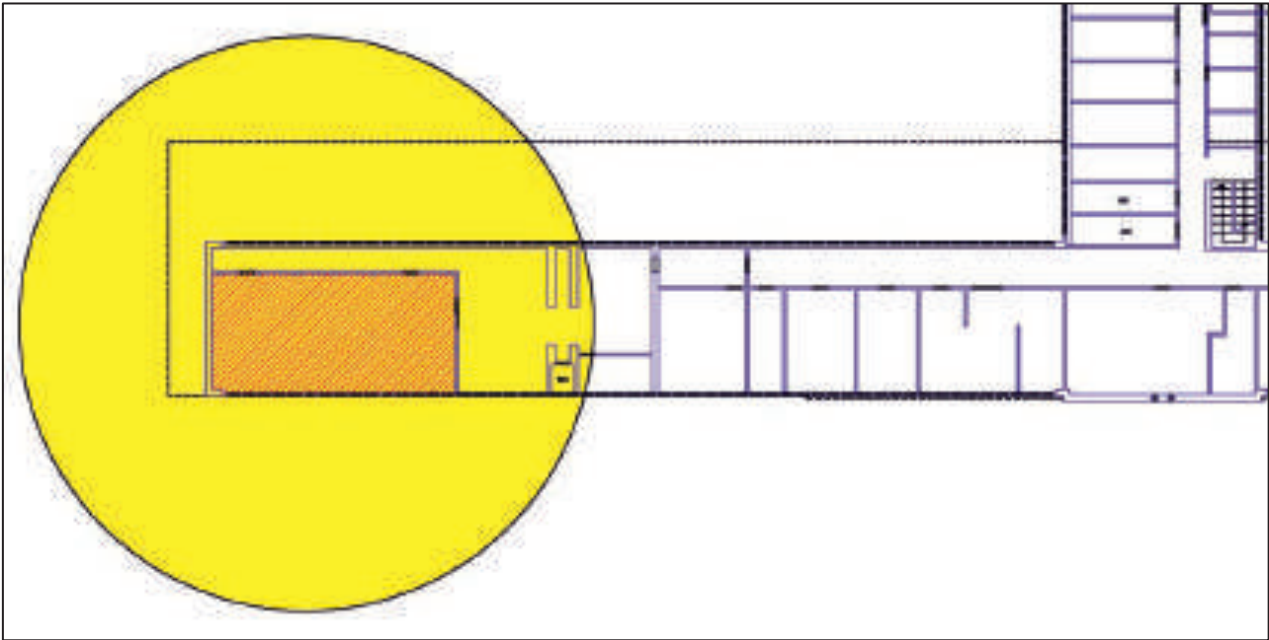
Una volta avvenuta la scarica, trascorso il tempo necessario per l'estinzione e l'inertizzazione dell'incendio (15 - 30 minuti, a seconda di quanto prescritto dal produttore), si renderà necessario evacuare i gas residui, dell'incendio stesso e dell'aerosol, dai volumi protetti, al fine di ripristinare le normali condizioni di sicurezza nell'ambiente.

Tale procedura dovrà essere eseguita dal personale intervenuto (V.V.F.) o dagli addetti alla gestione delle emergenze antincendio aziendali, attraverso la naturale ventilazione del locale.

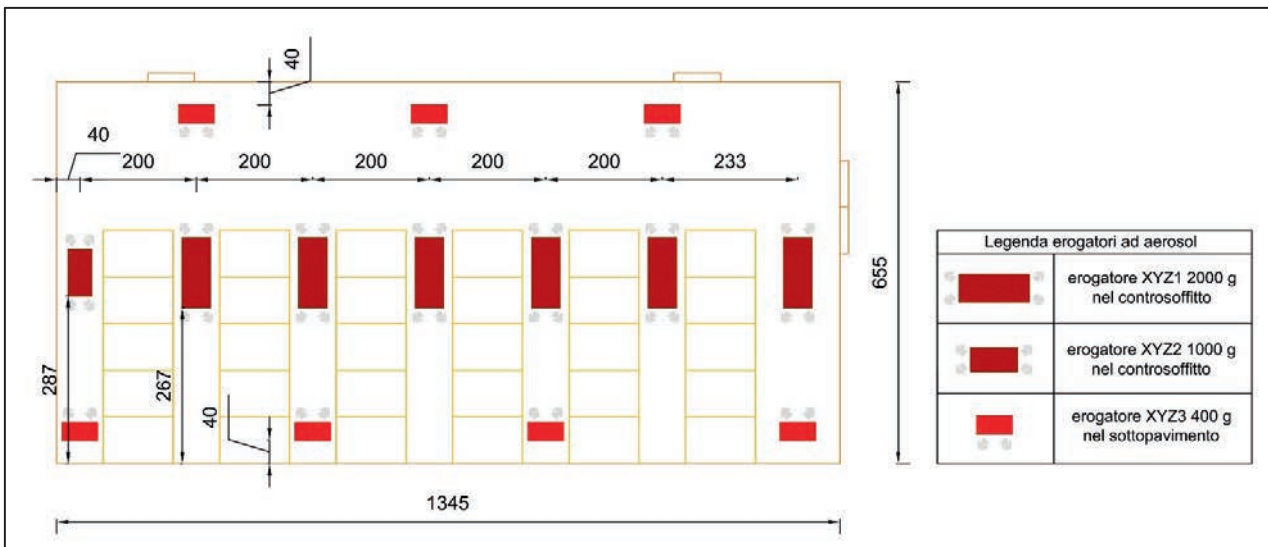
Successivamente, sarà possibile procedere alla rimozione del leggerissimo particolato di scarica che resterà depositato in ambiente, per mezzo di ordinari sistemi di soffiaggio d'aria compressa o aspirazione.

La rimozione del leggerissimo particolato dovrà avvenire in tempi rapidi, in considerazione dell'umidità presente nel locale oggetto della scarica.

L'impianto in questione è planimetricamente inserito come in figura:



INSERIMENTO PLANIMETRICO DEL LOCALE CED



PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO DI SPEGNIMENTO

Calcolo delle quantità di estinguente necessario

Secondo le previsioni di cui al punto 7.3 della norma UNI ISO 15779, la massa effettiva dell'agente estinguente nel sistema deve essere almeno sufficiente per assicurare una protezione contro il singolo pericolo o insieme di pericoli di maggiore entità, simultaneamente.

La massa di agente estinguente necessaria per ottenere il coefficiente di estinzione di progetto deve essere calcolata dall'equazione:

$$m = \rho \times V$$

dove:

- m è la quantità di saturazione totale, in grammi;
- ρ è il coefficiente di estinzione di progetto, in g/m³ (può essere necessario regolarlo per compensare eventuali condizioni particolari che potrebbero influire negativamente sull'efficienza di estinzione (altitudine, temperatura, ventilazione e tenuta delle aperture del locale), vedi punto 7.4 della norma;
- V è il volume protetto, in metri cubi (può includere aree di lavoro o pericoli connessi adiacenti).

Il coefficiente di estinzione di progetto deve essere specificato dal fabbricante nel manuale di progettazione.

Oltre a queste quantità di saturazione totale calcolate, quantità aggiuntive di agente estinguente possono essere richieste dalle norme nazionali per compensare eventuali condizioni particolari che potrebbero influire negativamente sull'efficacia di estinzione o, se richiesto, dalle caratteristiche fisiche dell'agente estinguente. Ove richiesto, la quantità di riserva deve essere multipla della quantità principale, nella misura che l'autorità (*organizzazione, ufficio o persona responsabile dell'approvazione dell'attrezzatura, degli impianti o delle procedure*) consideri necessaria.

Si considera, inoltre, un coefficiente di sicurezza pari a 1,3 rappresentato da un moltiplicatore del coefficiente di estinzione per determinare il *coefficiente di progetto* dell'aerosol (vedi al punto 7.3.2 della norma UNI ISO 15779).

La previsione di distribuzione dell'aerosol nell'ambiente deve essere la più uniforme possibile, al fine di garantire i tempi di saturazione e la concentrazione ottimali.

Si è decisa, come detto, una doppia installazione delle unità estinguenti, in conformità ai relativi raggi di azione riportati nelle schede tecniche di ciascun prodotto, prevedendone alcuni, a soffitto, dedicati alla protezione del locale (XYZ1 e XYZ2) ed altri, nel sottopavimento flottante (XYZ3).

I generatori saranno distribuiti nel locale secondo il seguente calcolo, vedi punto 7.5.5 della norma UNI ISO 15779:

$$m = 1,3 \times \rho \times V$$

dove:

- m è la massa totale dell'estinguente aerosol (compound) utile allo spegnimento, esclusa la massa del refrigerante, in grammi;
- ρ è il coefficiente di estinzione di progetto, in g/m³;
- 1,3 è il coefficiente di sicurezza (vedi anche punto 6.2.4.1 della norma UNI ISO 15779);
- V è il volume protetto, in metri cubi (del locale e dell'intercapedine del pavimento flottante).

Gli erogatori ad aerosol utilizzati nell'impianto di spegnimento posseggono le seguenti principali caratteristiche, reperite nelle rispettive schede tecniche del produttore:

Erogatore	Installazione	ρ	Dimensioni (mm)	Lancio (mm)	Raggio d'azione (mm)
XYZ1	a controsoffitto	38	300 x 300 x 200	3100	4000
XYZ2	a controsoffitto	38	300 x 170 x 200	3100	4000
XYZ3	sottopavimento	60	300 x 80 (diam.)	3100	4000

Calcolo per il locale:

Utilizzando erogatori, con installazione a controsoffitto, 6 XYZ1 da 2000 g ($\rho = 38 \text{ g/m}^3$) e 1 XYZ2 da 1000 g ($\rho = 38 \text{ g/m}^3$) di portata utile di aerosol di potassio generato, il numero di erogatori necessari sarà dato da:

$$V = 90 \times 2,85 = 256,5 \text{ mc}$$

$$m = 1,3 \times 38 \times 256,5 = 12671 \text{ g}$$

$$n \rightarrow n \cong 6 \text{ XYZ1 e } 1 \text{ XYZ2 (13000 g di agente estinguente)}$$

Calcolo per il pavimento flottante:

Utilizzando erogatori, con installazione sottopavimento, 7 XYZ3 da 400 g ($\rho = 60 \text{ g/m}^3$) di portata utile di aerosol di potassio generato, il numero di erogatori necessari sarà dato da:

$$V = 90 \times 0,37 = 33,3 \text{ mc}$$

$$m = 1,3 \times 60 \times 33,3 = 2597 \text{ g}$$

$$n \rightarrow n \cong 7 \text{ XYZ3 (2800 g di agente estinguente)}$$

Il prodotto estinguente garantisce, in questo modo, una concentrazione di spegnimento che rispetti quanto riportato nel calcolo dimensionale e nelle caratteristiche tecniche indicate dal produttore, munite dei certificati di prova rilasciati dall'autorità competente.

Unità gestione aerosol a microprocessore

L'unità di gestione aerosol è l'interfaccia per la gestione delle unità di spegnimento ad aerosol; essa è in grado di dialogare con la centrale di rivelazione incendi, avendo un apposito ingresso per il comando di attivazione della scarica.

L'unità di gestione dispone di un microprocessore per l'attivazione sequenziale di otto linee capaci di gestire fino a otto erogatori ciascuna per un massimo di 64 generatori ad aerosol.

L'unità di gestione provvede al controllo di linea su ciascuna uscita, essendo dotata di un relè di guasto ed uno generale di allarme.

La configurazione dell'unità prevede la gestione di una zona di spegnimento (per un massimo di otto linee attivazione).

L'unità di gestione dispone, inoltre, di un pannello di controllo per lo stato alimentazione (LED alimentazione e stato di guasto), lo stato sistema (LED unità Ok, disattivazione/test, allarme, scarica avvenuta) e lo stato linee di attivazione (LED linee da 1 a 8).

È prevista anche una chiave elettromeccanica per l'abilitazione e la disattivazione delle linee di scarica.

L'unità di gestione dispone di un ingresso di alimentazione e di due ingressi per l'attivazione, uno isolato rispetto alla centrale di comando ed uno non isolato con possibilità, per quest'ultimo, di utilizzare la tensione di comando per attivare le linee di uscita.

La sezione d'uscita è composta da otto linee di attivazione singolarmente limitate in corrente (max 0,7 A), un relè generale di allarme ed uno di guasto, entrambi con contatto libero da tensione.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato effettuato il progetto di un impianto di spegnimento con aerosol a base di carbonato di potassio a servizio di un CED.

L'impianto in questione, integrato dalla protezione di base e manuale, si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (IV), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI ISO 15779.

Per la protezione attiva antincendio del CED, la scelta dell'estinguente è caduta su un aerosol a base di carbonato di potassio sviluppato da una miscela solida definita *compound*, contenuta in erogatori in acciaio dotati di griglie per l'espulsione nell'ambiente (generatori di aerosol).

Considerate le peculiarità del locale da proteggere, si prevedono due tipologie di installazione per i generatori di aerosol: una parte alloggerà nel controsoffitto ed un'altra nel sottopavimento flottante.

L'azione estinguente dell'aerosol immesso nell'ambiente inibisce la reazione di combustione a livello molecolare senza depauperare il quantitativo di ossigeno consentendo, pertanto, accettabili condizioni di vivibilità agli eventuali occupanti presenti nell'attività.

❖ *Commento dei risultati*

Non essendo necessarie tubazioni per il trasporto dell'aerosol, essendo questo prodotto all'interno dei generatori, tali impianti, non richiedendo un'installazione particolarmente invasiva, sono particolarmente adatti alla protezione di alcune attività (es.: museali) rispetto ad altre tipologie di impianti di spegnimento a saturazione.

A parità di dimensioni del locale da proteggere il sistema ad aerosol risulta, pertanto, il più economico fra i sistemi a saturazione attualmente a disposizione.

Inoltre, considerato che il meccanismo di estinzione si basa sulla catalisi negativa dovuta alla dispersione dei sali di potassio nell'ambiente protetto, non è necessario garantire un locale a tenuta, come invece sempre richiesto negli impianti a gas (vedi esempio precedente).

Peraltro, gli impianti di spegnimento con aerosol presentano altri vantaggi non provocando sovrappressioni degne di nota all'interno del locale protetto, non creando accumuli di cariche elettrostatiche e lasciando residui facilmente rimovibili, garanzia di un rapido ripristino delle attività ordinarie.

Durante le fasi di installazione degli impianti in questione particolare cura deve essere osservata nell'ubicazione dei generatori di aerosol.

Generalmente l'attivazione di tali generatori avviene con comando elettrico su una carica esplosiva, pertanto è necessario rispettare una distanza minima fra il dispersore e il materiale combustibile presente negli ambienti protetti.

La verifica di tale distanza deve rappresentare una condizione di esercizio da verificare, con continuità, attraverso lo sviluppo di una procedura operativa da inserire nella predisposizione della misura S.5 "Gestione della sicurezza antincendio".

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

La norma tecnica indicata dal Codice quale soluzione conforme per gli impianti ad aerosol è una norma ISO direttamente adottata dall'ente di normalizzazione nazionale (UNI ISO 15779: 2012).

Si segnala che a livello europeo, in sede CEN, sono in fase di approvazione due documenti normativi per la definizione di uno standard comunitario per gli impianti aerosol:

- FprEN 15276-1, October 2018 "Fixed firefighting systems - Condensed aerosol extinguishing systems - Part 1: Requirements and test methods for components";
- FprEN 15276-2, October 2018 "Fixed firefighting systems - Condensed aerosol extinguishing systems - Part 2: Design, installation and maintenance".

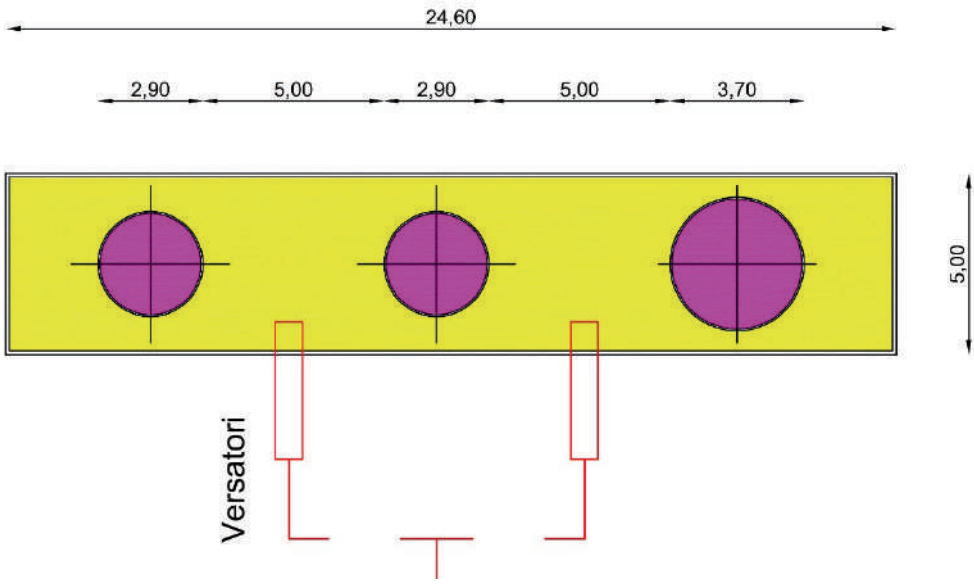

Caso studio 7: progetto di un sistema di estinzione a servizio di serbatoi di liquidi infiammabili

Descrizione

Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un bacino di contenimento a servizio di alcuni serbatoi per lo stoccaggio di vernici e di scarti di lavorazione, il progetto di un sistema di estinzione a schiuma, utilizzando liquido schiumogeno a media espansione.

Il bacino di contenimento, inserito nel contesto di un grande officina per la verniciatura e ubicato in posizione isolata rispetto ai fabbricati, è a servizio di tre serbatoi cilindrici, ad asse verticale, aventi capacità massima di stoccaggio complessiva pari a 136 m³.

Dati salienti:

Superficie in pianta del bacino di contenimento	Vedi planimetria (S = 123 m ²)
Natura del bacino di contenimento	Setto in C.A. (h = 0,55 m)
 <p style="text-align: center;">Schema planimetrico del bacino di contenimento</p>	
Principali parametri inerenti la vernice stoccata	
Densità relativa	0,91 ± 0,5 Kg/l (UNI 8910)
Punto di infiammabilità	> 21 °C (UNI 8909)
Classificazione e indicazioni di pericolo Reg. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.	Flam. Liq. 3 H226; H304 H336 H411
Etichettature di pericolo Reg. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.	

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività classificata al punto 12.3.C dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici, di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva superiore a 50 mc" che, in base all'art. 2 del Codice, esula dal campo di applicazione del medesimo.

Tuttavia, nel presente esempio, ai soli fini didattici, allo scopo di illustrare i criteri per la progettazione di un sistema di estinzione a schiuma, si applicherà ugualmente il Codice come strumento di progettazione, dimostrando, ancora una volta, la grande flessibilità di questa metodologia, anche in relazione ad attività che, solo per ragioni amministrative, sono ancora fuori dal campo di applicazione del d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i..

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare l'impianto antincendio, integrato dalla protezione di base e manuale (par. S.6.2), secondo le previsioni del par. 6.5.5 e verificando che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI EN 13565-2.

Attribuzione dei profili di rischio	R _{vita} = A4	Attribuzione del livello di prestazione S.6	IV
	R _{beni} = 1		

Progetto del sistema di estinzione a schiuma

Si farà riferimento alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI EN 13565-2:2018	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 2: Progettazione, costruzione e manutenzione
UNI EN 1568-1:2018	Mezzi di estinzione incendi - Liquidi schiumogeni concentrati - Parte 1: Specifiche per liquidi schiumogeni concentrati a media espansione per applicazione superficiale su liquidi immiscibili con acqua

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

I sistemi di estinzione a schiuma svolgono la propria funzione similmente agli impianti a diluvio, utilizzando però una soluzione di acqua e liquido schiumogeno che si espande a contatto con l'aria.

Tale sistemi di estinzione sono molto utilizzati nei siti industriali per l'estinzione di combustibili liquidi e solidi; la crescente diffusione delle schiume estinguenti è anche dovuta al basso costo ed alla semplicità di utilizzo. Peraltro, a vantaggio delle schiume, è da considerare anche il fatto di non danneggiare le aree e i materiali circostanti l'incendio e di risultare asportabile con facilità dall'area di utilizzo.

La miscela schiumogena sarà erogata mediante appositi dispositivi che producono una schiuma compatta ed estesa che dovrà ricoprire la superficie dell'area di intervento.

La schiuma, galleggiando sulla superficie dei prodotti interessati dalle fiamme, forma uno strato continuo, impermeabile ai vapori, in grado di separare il combustibile dal comburente.

L'effetto estinguente della schiuma è quindi di tipo meccanico; a questa proprietà si deve aggiungere il considerevole effetto raffreddante dovuto alla grande quantità di acqua contenuta nella miscela, che riduce la quantità di vapori emessi dal combustibile, riducendo la temperatura al di sotto del valore necessario affinché la combustione prosegua.

Sul mercato esistono vari tipi di schiuma in funzione del combustibile in esame, del tipo di incendio e del tipo di intervento che si intende attuare.

La schiuma può essere utilizzata sia nell'ambito di sistemi fissi che per apparecchiature di estinzione mobili; per ottenere un adeguato effetto estinguente, la schiuma deve essere erogata secondo determinate portate minime, al di sotto delle quali non è possibile garantire l'estinzione dell'incendio.

I sistemi di spegnimento a schiuma vengono classificati in base alle caratteristiche delle schiume erogate e al rapporto di espansione indicante i litri di schiuma che si ottengono da ogni litro di sostanza schiumogena prima dell'aggiunta dell'aria.

Convenzionalmente gli impianti a schiuma si suddividono, a seconda del rapporto di espansione, in:

- impianti a schiuma a bassa espansione (0 - 20 litri);
- impianti a schiuma a media espansione (20 - 200 litri);
- impianti a schiuma ad alta espansione (200 - 1000 litri).

Si segnala che la bassa e la media espansione possono essere ottenute sia con sistemi fissi che con apparecchiature mobili, l'alta espansione, lavorando a saturazione, utilizza solamente generatori fissi di schiuma.

Indipendentemente dalla tipologia, gli impianti a schiuma sono costituiti da:

- ✓ un sistema di controllo realizzato tramite una valvola principale (a diluvio);
- ✓ un dispositivo di comando automatico, basato su rivelatori d'incendio automatici o manuali;
- ✓ un'alimentazione idrica del gruppo di produzione e alimentazione della soluzione di schiumogeno o della schiuma;
- ✓ un gruppo di produzione e alimentazione della soluzione di schiumogeno o della schiuma;
- ✓ un sistema di miscelazione, atto a creare la miscela acqua - liquido schiumogeno necessaria;
- ✓ una rete di tubazione di alimentazione della soluzione di schiumogeno agli erogatori/versatori.
- ✓ gli erogatori/versatori, nei quali si forma la schiuma per aerazione della soluzione schiumogena;
- ✓ un dispositivo di allarme azionato in modo automatico dall'impianto quando entra in fase di scarico.

Descrizione dell'impianto

I tre serbatoi metallici sono raggruppati all'interno di un unico bacino di contenimento; essi presentano le seguenti capacità geometriche e capacità massime di stoccaggio (riferite all'effettiva capacità di stoccaggio):

Serbatoio	Capacità geometrica (m ³)	Capacità MAX di stoccaggio (m ³)
1	64,48	62
2	39,61	37
3	39,61	37

Il bacino di contenimento ha un volume pari alla metà del volume totale stoccato nei tre serbatoi (136 m³) e, quindi, pari a 68 m³.

Ipotizzando un'altezza del bacino di 55 cm, si ottiene per la superficie dello stesso un valore S pari a 123 m². Come detto, per la protezione del bacino di contenimento si intende adottare un sistema MEF (medium expansion foam).

Le caratteristiche del liquido schiumogeno individuato sono le seguenti:

Caratteristiche liquido schiumogeno MEF		Riferimento norma UNI EN 1568-1
Rapporto di espansione	1 : 70	Annex A
Liquido schiumogeno tipo	AFFF (AR)	
Rapporto di miscelazione	3 % V/V	

Legenda:

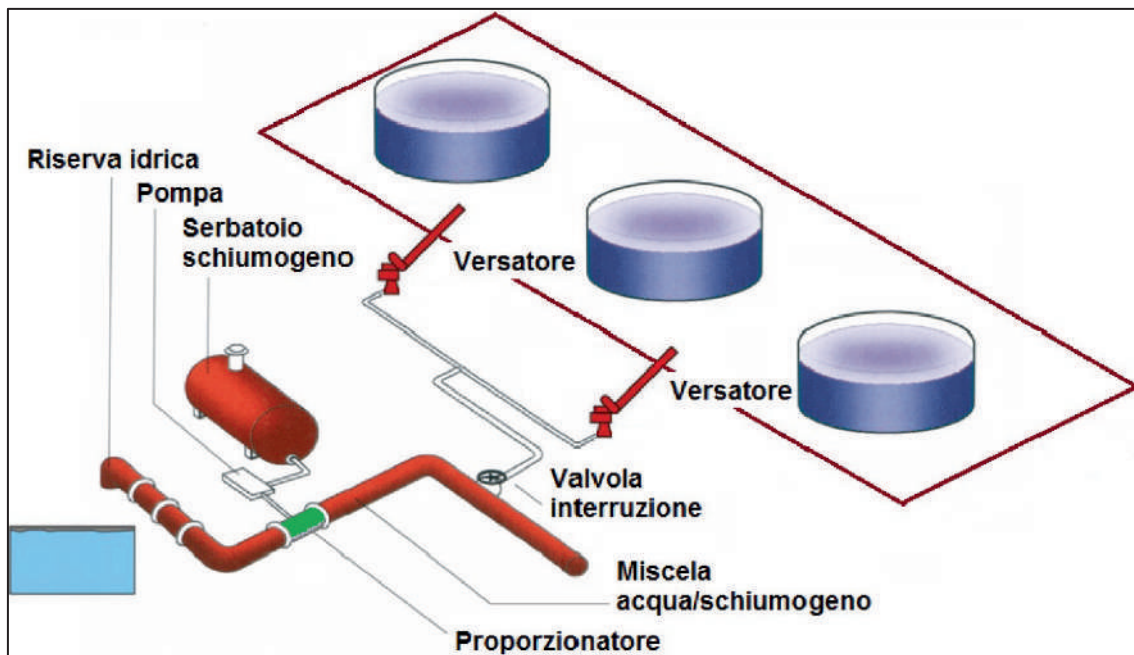
- AFFF: Aqueous Film Forming Foam (prodotto filmante a base sintetica) Liquido schiumogeno idoneo per interventi rapidi su incendi di idrocarburi e altre sostanze non polari e per impianti sprinkler a schiuma.
- AR: Alcohol Resistant Film Forming FluoroProtein (prodotto a base proteinica).

I liquidi schiumogeni di tipo filmante per alcoli AFFF (AR), utilizzabili a bassa e media espansione, sono idonei per interventi su incendi di liquidi polari e di idrocarburi.

I prodotti cosiddetti filmanti sono quelli in cui la somma della tensione superficiale e interfacciale su cicloesano del prodotto è inferiore alla tensione superficiale del cicloesano puro.

I prodotti filmanti sono caratterizzati dal formare un film acquoso, a differenza di altri schiumogeni in cui è la schiuma stessa a spegnere l'incendio.

L'impianto in questione è planimetricamente schematizzato come in figura:



SCHEMA DELL'IMPIANTO DI SPEGNIMENTO

Calcolo della portata di applicazione per la schiuma a media espansione

Secondo le previsioni di cui al punto 4.1.2 della norma UNI EN 13565-2, la portata di applicazione (q) per la schiuma a media espansione deve essere calcolata dall'equazione:

$$q = q_{th} \times f_c \times f_o \times f_h$$

dove:

- q è la portata di applicazione minima per la miscela acqua-schiuma, in $l/(min \times m^2)$;
- q_{th} è la portata di applicazione *nominale* per la miscela acqua-schiuma, pari a $4,0 l/(min \times m^2)$;
- f_c è il fattore di correzione per la classe di concentrato schiumogeno secondo la norma EN 1568-3 e 4 (vedi prospetti 2 e 3 della norma UNI EN 13565-2);
- f_o è il fattore di correzione per il tipo di oggetto (vedi prospetti 4 e 7 della norma UNI EN 13565-2);
- f_h è il fattore di correzione per la distanza degli ugelli nei sistemi a diluvio esterni (vedi punto 4.1.2 della norma UNI EN 13565-2); tale fattore non è applicabile per i sistemi a media espansione.

Nel caso in esame si avrà:

- f_c è dichiarato dal produttore dello schiumogeno; esso si ipotizza pari a 2,25;
- f_o è ricavabile dal prospetto 7 della norma UNI EN 13565-2 considerati:
 - ✓ tipo di combustibile: WI-V (non miscibile con acqua e con punto di infiammabilità $< 40 \text{ }^\circ\text{C}$);
 - ✓ superficie in pianta del bacino di contenimento S: 123 m^2 .

pertanto il fattore f_o sarà pari a 1 mentre il periodo operativo di 15 minuti.

Table 7 — Correction factors f_c – Outdoor spill and banded/diked areas with operating times (t)

Hazard	Fuel type	Handlines		Monitors		Fixed foam pouring systems	
		Low Exp.	Medium Exp.	Non-aspirated	Aspirated – Low Exp.	Low Exp. pouring	Medium Exp. pouring
Spill fires (< 25 mm fuel depth)	WI-V & WM	< 400 m ² 1,0 t: 15 min > 400 m ² NA	< 400 m ² 1,0 t: 15 min > 400 m ² NA	Consult the foam manufacturer	1,5 t: 30 min	0,75 t: 15 min	0,75 t: 15 min
Bund/dike fuel in depth fires (>25 mm fuel depth) Process/loading areas – increased splashing and escalation risk	WI-V	< 400 m ² 1,0 t: 30 min > 400 m ² NA	< 400 m ² 1,0 t: 30 min > 400 m ² NA	Consult the foam manufacturer	< 400 m ² 1,5 t: 30 min > 400 m ² < 2 000 m ² 2,0 t for 45 min > 2 000 m ² 2,25 t: 60 min	< 400 m ² 1,0 t: 20 min > 400 m ² < 2 000 m ² 1,00 t: 45 min > 2 000 m ² 1,25 t: 45 min	< 400 m ² 1,0 t: 15 min > 400 m ² < 2 000 m ² 1,00 t: 30 min > 2 000 m ² 1,25 t: 30 min a
Bund/dike fuel in depth (>25 mm fuel depth) Process/loading areas – increased splashing and escalation risk	WM	< 400 m ² 1,0* t: 30 min (AR foams only) > 400 m ² NA	< 400 m ² 1,5* t: 20 min (AR foams only) > 400 m ² NA	NA	NA	< 400 m ² 1,0* t: 20 min (AR foams only) > 400 m ² < 2 000 m ² 1,0* t: 45 min (AR foams only) > 2,000m ² 1,25 t: 45 min	< 400m ² 1,0* t: 15 min (AR foams only) > 400 m ² < 2 000 m ² 1,0* t: 30 min (AR foams only) > 2 000 m ² 1,25 t: 30 min a

NOTE NA denotes that this type of protection is not considered suitable for this application unless independently validated tests have established its suitability and effectiveness.

Process/loading areas the expansion ratio should be < 80:1. Medium expansion use should be limited to ground level use, or where there is containment.

WM = Water miscible (shall be AR type foams). WM Minimum correction factor * is dependent on fuel type. The application rate may increase – if determined by fire test. The use of gentle foam application is very important.

Fuel types:
WI-V = Water immiscible – Volatile (Flashpoints less than 40 °C)

PROSPETTO 7 NORMA UNI EN 13565-2

In definitiva la portata di applicazione (q) risulta pari a:

$$q = 4 \times 2,25 \times 1 = 9 \text{ l}/(\text{min} \times \text{m}^2)$$

ed il quantitativo totale di miscela di liquido schiumogeno ed acqua necessario sarà dato da:

$$Q_{\text{tot}} = q \times S = 9 \times 123 = 1107 \text{ l}/\text{min}$$

Il liquido schiumogeno individuato presenta un rapporto di miscelazione pari al 3%; pertanto le quantità di riserva idrica e di schiumogeno necessarie per la fornitura del corretto dosaggio dello schiumogeno nel periodo operativo risultano pari, rispettivamente a:

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{tot}} \times 0,97 = 1073,79 \text{ l}/\text{min} \rightarrow V_{\text{max}} = Q_{\text{max}} \times 15 = 16106,85 \text{ l} \cong 16,5 \text{ m}^3 \text{ d'acqua}$$

$$Q_{\text{liq. sch.}} = Q_{\text{tot}} \times 0,03 = 33,21 \text{ l}/\text{min} \rightarrow V_{\text{liq. sch.}} = Q_{\text{liq. sch.}} \times 15 = 498,15 \text{ l} \cong 0,5 \text{ m}^3 \text{ di liquido schiumogeno}$$

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato effettuato il progetto di un sistema di estinzione a schiuma, utilizzando liquido schiumogeno a media espansione a servizio di un bacino di contenimento di alcuni serbatoi per lo stoccaggio di vernici e di scarti di lavorazione.

Si ribadisce come sia stata simulata, ai fini didattici, la progettazione utilizzando il Codice per un'attività non ancora ricompresa nel campo di applicazione.

L'impianto in questione, integrato dalla protezione di base e manuale, si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (IV), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI EN 13565-2.

La miscela schiumogena sarà erogata mediante appositi dispositivi che producono una schiuma compatta ed estesa che dovrà ricoprire la superficie dell'area di intervento.

La schiuma galleggiando sulla superficie dei prodotti interessati dalle fiamme, forma uno strato continuo, impermeabile ai vapori, in grado di separare il combustibile dal comburente.

❖ *Commento dei risultati*

I sistemi di estinzione a schiuma svolgono la propria funzione similmente agli impianti a diluvio, utilizzando però una soluzione di acqua e liquido schiumogeno che si espande a contatto con l'aria.

Tale sistemi di estinzione sono molto utilizzati nei siti industriali per l'estinzione di combustibili liquidi e solidi; la crescente diffusione delle schiume estinguenti è anche dovuta al basso costo ed alla semplicità di utilizzo. Peraltro, a vantaggio delle schiume, è da considerare anche il fatto di non danneggiare le aree e i materiali circostanti l'incendio e di risultare asportabile con facilità dall'area di utilizzo.

I bacini di contenimento sono generalmente protetti mediante una rete di versatori di schiuma a media espansione.

Rispetto ai versatori a bassa espansione, quelli a media espansione prevedono un consumo idrico di circa 1/10; ciò li rende più idonei all'intervento nei bacini, che nel caso di intervento con schiuma a bassa espansione, verrebbero rapidamente allagati vanificando l'effetto dei muretti di suddivisione.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Dal punto di vista di compatibilità ambientale, il settore dei liquidi schiumogeni sta investendo nella ricerca di prodotti che, nel garantire le prestazioni antincendio, possano offrire un impatto sulle matrici ambientali quanto più contenuto possibile.

Il Codice, infatti, prevede che si valuti sempre anche il rischio ambientale in caso di incendio e che nella progettazione si attuino misure adeguate per la riduzione dello stesso ad un livello ritenuto accettabile.

Caso studio 8: progetto di un impianto di spegnimento a deplezione dell'ossigeno

Descrizione

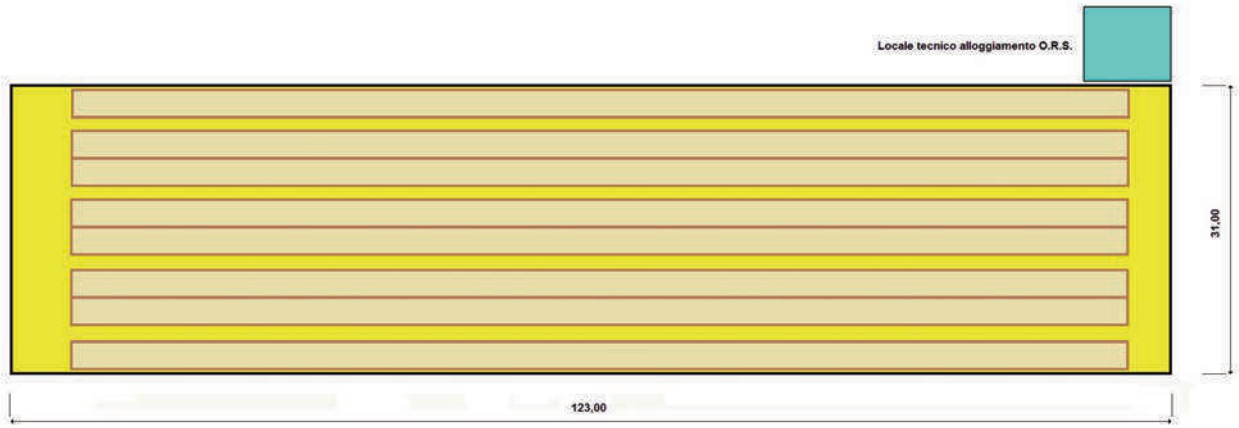
Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un magazzino automatizzato, il progetto di un impianto di controllo dell'incendio a deplezione (riduzione) dell'ossigeno¹¹ secondo le prescrizioni di cui al cap. S.6.

Il magazzino automatizzato è a servizio di un'azienda che svolge attività di produzione di sacchi in carta ed imballaggi flessibili in plastica.

Il magazzino ha dimensioni in pianta di (123 x 31) m (per una superficie lorda in pianta di circa 3813 m²) per un'altezza di 21,92 m delle scaffalature e di 23,67 m delle pareti di tamponamento (volume complessivo pari a circa 90000 m³).

Il magazzino è composto da 8 file di scaffali in acciaio sui quali vengono depositati i bancali; tra gli scaffali sono ricavate 4 corsie di manovra dei traslo-elevatori che permettono la movimentazione automatica dei bancali da e per l'annesso corpo servizi.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche del magazzino automatizzato	Vedi planimetria (A = 3813 m ² ; h = 23,67 m)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in acciaio
 <p style="text-align: center;">Schema planimetrico del magazzino automatizzato</p>	
Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Numero addetti	All'interno del magazzino non è prevista la presenza continuativa di persone
Profilo di rischio R _{vita}	A3 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite dal locale	8 aventi L = 1,50 m; h = 2,10 m
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) e Impianto a deplezione dell'ossigeno (ÖNORM, UNI EN 16750, ecc.) ► Livello IV di prestazione (par. S.6.6.3) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello IV di prestazione (par. S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Controllo fumi e calore	Livello III di prestazione (par. S.8.3 e S.8.4.2)
Operatività antincendio	Livello IV di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.3)
Squadra interna emergenza	Presente H 24

¹¹ Nella revisione del Codice tali impianti sono classificati come impianti ad inibizione.

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel magazzino automatizzato e valutato che in condizioni di massimo riempimento, saranno stoccati 13500 pallets, si è determinato, in via approssimativa, il valore del carico di incendio specifico q_f pari a 61700,2 MJ/m² (vedi par. S.2.9).

Compartimento antincendio deposito	Superficie in pianta lorda A (1) (m ²)	Materiale combustibile	m_i	Ψ_i	Quantità	Numero pallets	u.m.	Potere calor. inf. Hi (MJ/kg)	u.m.	Carico d'incendio $q = \sum g_i H_i m_i \Psi_i$ (MJ)	Carico d'incendio specifico $q_f = q / A$ (MJ/m ²)	(kg _{eq} /m ²)
	3.813											
		pallets - bobine di plastica										
		pallets in legno	0,8	1	25	6.676	kg	18,48	MJ/kg	2467450		
		bobina rotolo sacco di plastica	1	1	516	6.676	kg	45,88	MJ/kg	158048158		
		cartone imballo	0,8	1	13	6.676	kg	16,97	MJ/kg	1178234		
		pallets - sacchi di carta										
		pallets in legno	0,8	1	25	3.294	kg	18,48	MJ/kg	1217462		
		sacchetti di carta	0,8	1	474	3.294	kg	16,97	MJ/kg	21196969		
		falde di cartone	0,8	1	1	3.294	kg	16,97	MJ/kg	44719		
		cornice in legno	0,8	1	5	3.294	kg	18,48	MJ/kg	243492		
		pallets - sacchi di plastica										
		pallets in legno	0,8	1	21	3.530	kg	18,48	MJ/kg	1095938		
		sacchetti di carta	1	1	295	3.530	kg	45,88	MJ/kg	47777138		
		falde di cartone	0,8	1	8	3.530	kg	16,97	MJ/kg	383386		
		componenti impianti tecnologici (2)	1	1	35.000			46,00	MJ/kg	1610000		
		totale								235262947	61.700,2	3.338,8
Note:					Totale pallets:	13.500						

1 Nel caso di distribuzione non uniforme del carico di incendio è l'area in cui è concentrato il materiale combustibile;

2 Si consideri che la quantità di plastica è circa il 70% del peso complessivo dei componenti elettrici immagazzinati (cavi e componenti vari per impianti elettrici), che per la rimanente parte sono incombustibili.

Pertanto, il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ risulta pari a:

$$q_{f,d} = q_f \times \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n = 61700,2 \times 1,60 \times 1,00 \times 0,40 = 39639,5 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,60$ ($A = 3813 \text{ m}^2$);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n4} \times \delta_{n7} \times \delta_{n8} \times \delta_{n9} \times \delta_{n10} = 0,72 \times 0,90 \times 0,90 \times 0,85 \times 0,81 = 0,40$

L'elevatissima consistenza specifica del carico d'incendio, in rapporto alla resistenza al fuoco della struttura metallica del magazzino, rende impossibile la garanzia della resistenza strutturale; tuttavia, i requisiti dell'attività in oggetto rientrano comunque nelle condizioni per il ricorso, per la resistenza al fuoco, ad una soluzione conforme al livello di prestazione I (assenza di conseguenze esterne per il collasso strutturale). Appurato che l'eventuale ribaltamento del magazzino, nell'ipotesi di collasso completo della struttura, sarà sempre contenuto entro i limiti di proprietà dell'azienda, con ampio margine nei confronti della potenziale interferenza rispetto agli edifici confinanti, il par. S.2.4.1.2 stabilisce, infatti, che non è richiesta alle strutture alcuna prestazione minima di resistenza al fuoco.

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, non normata, classificabile al punto 70.2.C dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Locali adibiti a depositi con quantitativi di merci e materiali combustibili superiori complessivamente a 5000 kg, di superficie lorda superiore a 3000 mq".

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare l'impianto antincendio, integrato dalla protezione di base e manuale (par. S.6.2), secondo le previsioni del par. 6.5.5 "Altre tipologie impiantistiche" che considera, fra i sistemi automatici di controllo o estinzione dell'incendio, anche gli impianti a deplezione (riduzione della concentrazione) di ossigeno.

Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = A3$	Attribuzione del livello di prestazione S.6	IV
	$R_{beni} = 1$		

Per il magazzino automatizzato, a norma del par. S.6.6.3.1, sono verificate tutte le soluzioni conformi previste per il livello di prestazione III.

Ad integrazione di dette prescrizioni, per il raggiungimento del livello di prestazione IV, il magazzino automatizzato sarà protetto, inoltre, mediante impianto di controllo dell'incendio a deplezione (riduzione) dell'ossigeno.

Pertanto, in luogo del classico sistema automatico di controllo o estinzione dell'incendio, il magazzino sarà dotato di un impianto ad inibizione totale della combustione che fa ricorso al controllo automatico in continuo dell'atmosfera all'interno del volume del magazzino stesso.

Progetto dell'impianto di spegnimento a deplezione dell'ossigeno

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.6, alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI EN 16750:2017	Installazioni fisse antincendio - Sistemi a riduzione di ossigeno - Progettazione, installazione, pianificazione e manutenzione
Circolare M.I. prot. 7059 del 21 maggio 2012	Tecnologia antincendio con impianto a riduzione di ossigeno
ÖNORM F 3007 (standard austriaci)	Sistema di riduzione dell'ossigeno
ÖNORM F 3008 (standard austriaci)	Sistema di riduzione dell'ossigeno - centrale di controllo CIE UNIT
ÖNORM F 3073 (standard austriaci)	Pianificazione, progettazione, montaggio, messa in funzione e manutenzione di impianti di riduzione dell'ossigeno
TRVB S 155	Requisiti di progettazione, realizzazione e funzionamento per i sistemi di riduzione dell'ossigeno tramite azoto all'interno di fabbricati dal punto di vista della tecnica antincendio
BSI PAS 95:2011	Impianto ipossico per la prevenzione incendi in ambienti presidiati

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

Descrizione dell'impianto

Il sistema di riduzione dell'ossigeno, detto anche Oxygen Reduction Systems (O.R.S.), si basa sul principio del mantenimento in continuo di un'atmosfera controllata, la cui percentuale di ossigeno è costantemente inferiore alla soglia di accensione di ciascuno dei materiali presenti all'interno del volume da proteggere.

Tale condizione impedisce la chiusura del triangolo del fuoco, privando il materiale del quantitativo minimo di comburente necessario all'ignizione ed al mantenimento della combustione.

Esso costituisce, pertanto, un sistema integrato di *prevenzione* e *protezione* dall'incendio in quanto, anche in presenza di fonti di innesco, la combustione non si sostiene e non si propaga.

Il sistema non ha bisogno di alcuna attivazione (manuale o automatica) ma necessita di un impianto di monitoraggio e iniezione in continuo di azoto per il mantenimento della percentuale di ossigeno al di sotto della soglia prestabilita, a compensazione delle naturali diluizioni con aria esterna costituiti dagli ingressi d'aria attraverso le aperture di movimentazione dei pallets e trafilamenti dovuti alla non perfetta tenuta delle pareti di tamponamento del magazzino automatizzato.

In definitiva, l'atmosfera protetta presenterà un tenore di azoto maggiorato (circa pari all' 84%).

Principio di funzionamento

L'impianto di inibizione a deplezione dell'ossigeno prevede l'utilizzo di macchine elettriche che si basano sul principio della separazione molecolare per la produzione dell'atmosfera autoestingente.

In una prima fase, cosiddetta di *pull down* (costituzione atmosfera autoestingente nell'ambiente da proteggere) le macchine vengono azionate per raggiungere la soglia di sicurezza nel minor tempo possibile; dopodiché alcune di esse si fermano restando in stand by.

Tramite la centrale di controllo e un apposito software, l'ambiente viene costantemente monitorato.

Dal momento che viene rilevato un aumento del tasso di ossigeno che si discosta da quello desiderato, la centrale di controllo, grazie ad una logica di rotazione, attiva alcune macchine per il tempo necessario alla diminuzione dell'ossigeno rilevato.

Grazie a questo sistema si ottiene una riduzione dei costi energetici di esercizio, in quanto le apparecchiature si alternano ciclicamente ottimizzando le ore di funzionamento, diminuendo usura e manutenzione.

Sistema di controllo e comando

L'immissione dell'azoto all'interno del locale da proteggere viene regolata da un sistema di gestione, comando e controllo collegato ad una serie di sensori (campionatori di ossigeno in continuo) integrati in un sistema di rivelazione fumi ad aspirazione e campionamento.

L'analisi dell'atmosfera interna al magazzino viene pertanto eseguita in continuo su più punti e più livelli all'interno del volume da proteggere, con la garanzia di un ottimo livello di monitoraggio.

La percentuale di ossigeno calcolata per questo impianto è pari al 13,1%, determinata considerando il margine dell'1% al di sotto della soglia di accensione della carta (14,1% di O₂).

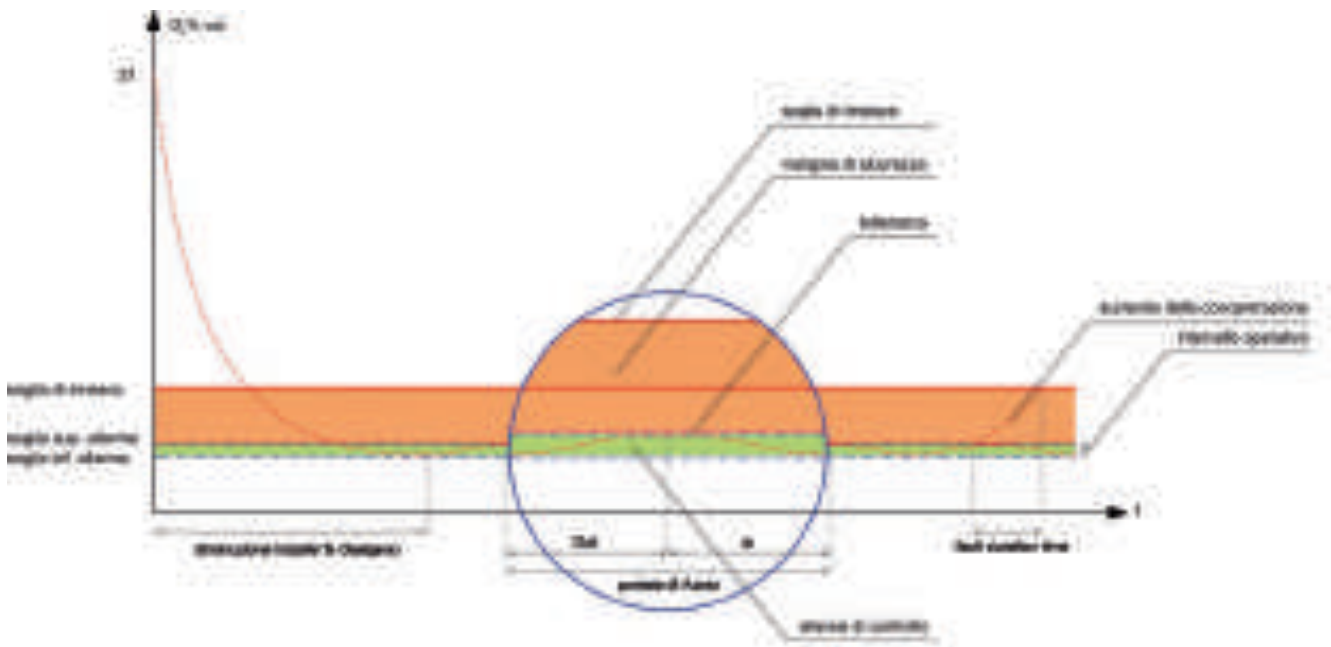
La carta costituisce infatti il materiale con la minore soglia di accensione tra tutti i materiali che si prevede di stoccare all'interno del magazzino (vedi tab. A.1 "Soglie di innesco" della norma UNI EN 16750):

n.	Materiale	Soglia di innesco % in vol. O ₂ (temperatura di riferimento 20°C se non diversamente specificato)
Plastica come materiale di imballo e componenti di prodotti (ad esempio imballi)		
1	PE - HD (Imballi, materiali da costruzione)	16,0
2	PP (imballi, materiali da costruzione)	16,0
3	PMMA	15,9
4	ABS	16,0
5	PVC (cavi)	16,9
Materiali cellulosici in forma di materiale da imballo o componenti di prodotto (ad esempio libri, archivi)		
8	Pino (pallet, legno non trattato)	17,0
11	Carta (fogli densità 80 g/m ² , carta bianca non trattata)	14,1
Solventi		
21	Acetone	13,0 (30 °C)
22	Metanolo	11,0 (30 °C)
23	n-Eptano	13,0 (30°C)

ESTRATTO TAB. A.1 DELLA NORMA UNI EN 16750:2017 "SOGLIE DI INNESCO"

L'O.R.S. lavora con continuità nell'intervallo operativo (fascia verde della figura seguente) il cui limite superiore è più basso rispetto all'allarme di massima concentrazione superiore di O_2 , cui si aggiunge la tolleranza di misura e, sopra questa, almeno lo 0,75% prima di arrivare alla soglia di innesco di progetto (linea rossa marcata in figura).

Il sistema di controllo deve essere dotato anche di una soglia inferiore di allarme per non far scendere a livelli troppo bassi la concentrazione di ossigeno nel volume protetto (soglia necessaria, ad esempio, quando possono essere presenti occupanti).



CONTROLLO DELLA CONCENTRAZIONE DI OSSIGENO NEL VOLUME PROTETTO

Locale di alloggiamento macchinari ed alimentazione elettrica ordinaria e di sicurezza

Compressori, serbatoi di accumulo e generatori di azoto saranno alloggiati all'interno del locale compartimentato REI 60, ubicato all'angolo nord-est del magazzino automatizzato.

Gli impianti sono modulari e ridondanti, per consentire l'alternanza di esercizio ed offrire garanzia di funzionamento anche in caso di guasto di una sezione dell'impianto.

L'alimentazione elettrica ordinaria dei macchinari è garantita da una linea preferenziale e dedicata che si deriva direttamente dal quadro generale dell'attività.

In caso di mancanza di tensione di rete, è comunque disponibile l'alimentazione di sicurezza tramite un gruppo elettrogeno installato nell'apposito locale dell'annesso corpo servizi.

Tale gruppo è dimensionato per alimentare in continuo e senza sosta il sistema di riduzione dell'ossigeno.

Allo scopo di pervenire ad un grado di sicurezza maggiore del volume protetto, il magazzino automatizzato sarà protetto mediante impianto IRAI con tecnologia ad aspirazione e campionamento, integrato con l'impianto O.R.S..

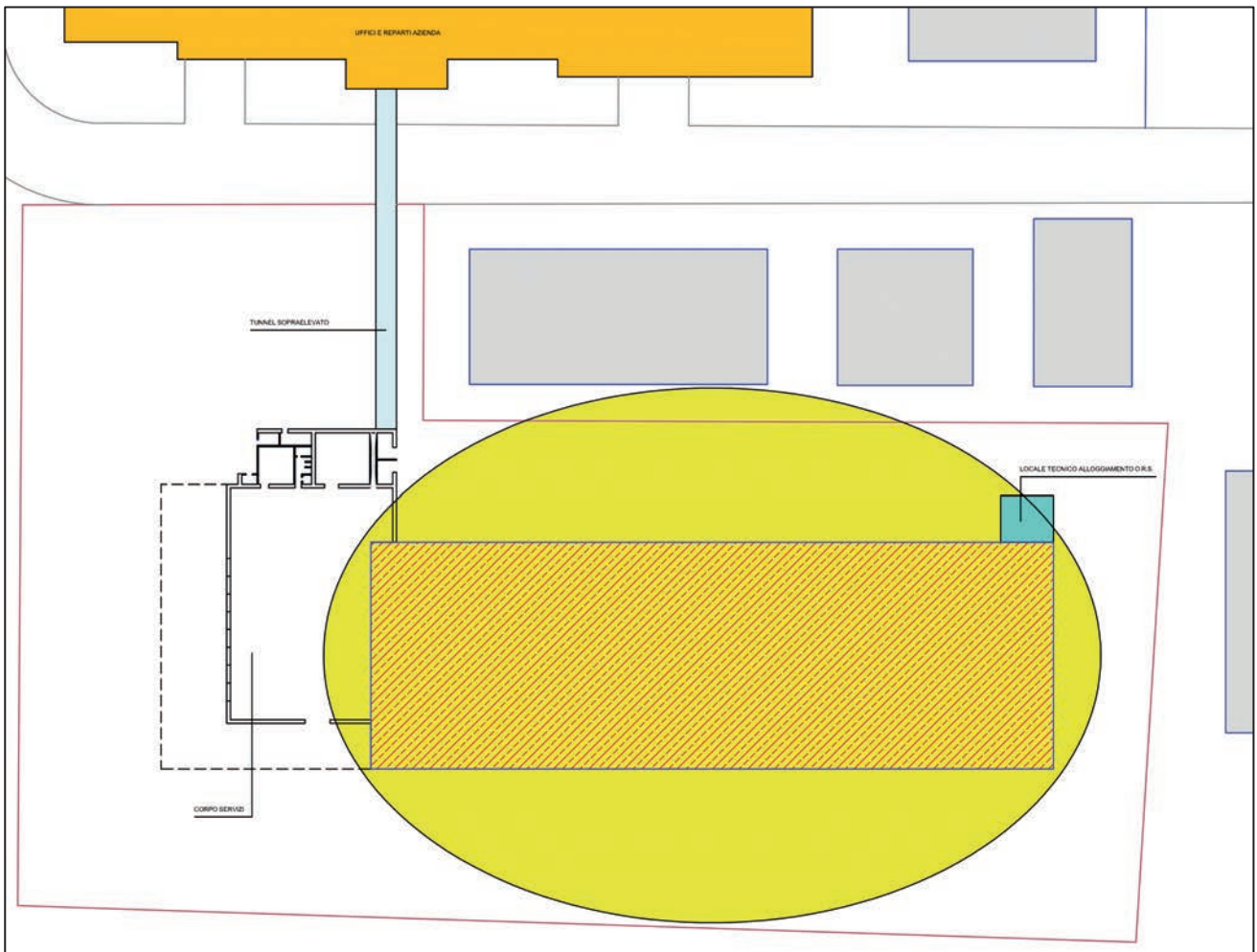
Con tale accorgimento sarà possibile individuare l'eventuale insorgenza di fumo, dovuta a possibili principi di combustione lenta, non altrimenti rilevabili tempestivamente.

La norma UNI EN 16750 consiglia che l'ambiente protetto sia sorvegliato da tecnologia ad aspirazione e campionamento richiamando la norma di riferimento per tali sistemi (EN 54-20).

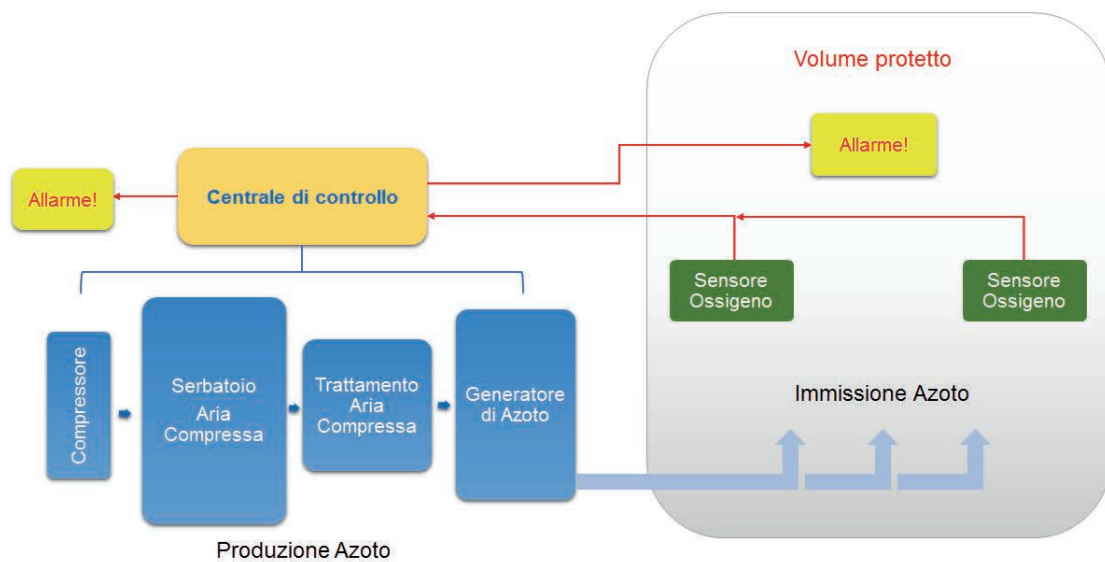
I componenti installati a servizio del magazzino automatizzato, in base ai dati di progetto, sono:

- due generatori di azoto, ai sensi delle normative ÖNORM F3007 e Direttiva 97/23/CE:
 - *Impianto costituito da due generatori di azoto modello modulari, ovvero cadauno costituito da un master + slave al fine di garantire la ridondanza richiesta dalle normative ÖNORM, 140%;*
- due centrali di controllo ai sensi delle normative delle normative ÖNORM:
 - *Costituite da master + slave*
- sei rivelatori e misuratori di ossigeno ad aspirazione ai sensi della normativa ÖNORM F3008:
 - *Ciascun rilevatore e misuratore di ossigeno presenta al suo interno due sensori di ossigeno con tecnologia a zirconio;*
- modulo d'ingresso/uscita (I/O) monitorati ai sensi delle normative ÖNORM F3007, ÖNORM F3008;
- modulo visualizzazione remota ai sensi della normativa ÖNORM F3007 installati ad ogni accesso al volume protetto;
- pannello ottico/acustico ai sensi della normativa ÖNORM F3007 installati ad ogni accesso al volume protetto;
- avvisatori ottici e acustici ai sensi della normativa ÖNORM F3007 installati ad ogni accesso al volume protetto;
- alimentatore supplementare ai sensi della normativa ÖNORM F3007;
- batterie alimentazione supplementare ai sensi della normativa ÖNORM F300;
- termostato di sicurezza ai sensi della normativa ÖNORM F3008;
- cavi twistati e schermati ai sensi delle norme EN 50200 PH30 e CEI 20-29;
- collettore singolo a tre posizioni con valvole ad azionamento automatico e ingresso supplementare ai sensi della normativa ÖNORM F3007;
- tubazioni in acciaio al carbonio zincato a caldo ai sensi della normativa ÖNORM F3007;
- ugello di scarico ai sensi della normativa ÖNORM F3007;
- modulo comunicazione remota - sistema di autodiagnosi;
- sinottico dell'impianto;
- tele gestione e tele assistenza.

L'impianto in questione è planimetricamente inserito come in figura:



INSERIMENTO PLANIMETRICO DEL MAGAZZINO AUTOMATIZZATO



SCHEMA A BLOCCHI DELL'IMPIANTO DI SPEGNIMENTO A DEPLEZIONE DELL'OSSIGENO

Calcolo delle quantità di gas inerte da introdurre

Il calcolo della quantità di gas inerte da introdurre nelle aree da proteggere viene regolamentato dalla normativa Önorm F3073 che richiede un software di calcolo certificato.

In fase di progettazione, al fine di determinare il quantitativo d'aria a ridotto tenore di ossigeno da immettere nell'aria protetta, viene tenuto conto dei seguenti fattori:

- la concentrazione di progetto che si vuole ottenere come obiettivo, in base ai materiali da proteggere;
- le perdite di atmosfera autoestinguente che possono verificarsi nelle normali condizioni operative (in dipendenza, ad esempio, dalla movimentazione delle merci e da perdite fisiologiche strutturali);
- la concentrazione di ossigeno residuo che deve essere presente all'interno del volume da proteggere in base alla soglia di accensione % vol. O₂ del materiale combustibile presente;
- il periodo di operatività per il mantenimento dell'atmosfera autoestinguente all'interno del volume protetto;
- il sistema di generazione che deve essere costantemente monitorato e ridondante ai sensi della norma tecnica TRVB 155S, ovvero dovranno essere installati almeno due generatori che producano maggior quantitativo di atmosfera autoestinguente rispetto a quella necessaria rispetto al normale fabbisogno.

L'affidabilità del sistema di generazione è ottenuto mediante i monitoraggi delle posizioni operative delle valvole di intercettazione situate sul collettore, dallo stato di funzionamento del sistema di produzione di gas inerte e del flusso time by time del gas immesso nel volume protetto ai sensi della normativa ÖNORM F3007.

Il sistema, per poter funzionare, necessita di corrente elettrica; per questo motivo il sistema di produzione deve essere adeguatamente collegato anche alla alimentazione di sicurezza costituita da un idoneo gruppo elettrogeno in grado di mantenere in attività una parte di impianto in caso di mancanza di corrente elettrica dalle rete pubblica ai sensi della normativa ÖNORM F3007.

Monitoraggio della concentrazione di ossigeno

Il controllo e il mantenimento delle condizioni di sicurezza che impediscano il sorgere ed il propagarsi di un incendio viene svolto in maniera puntuale ed efficace da sensori di ossigeno, ai sensi della norma tecnica TRVB 155S che in fase di progettazione/costruzione dell'impianto vengono posti in maniera tale da avere una copertura completa di tutta l'area da proteggere.

Il numero e la tipologia di sensori ossigeno è determinato in base a determinati aspetti e condizioni a contorno dell'area da proteggere:

- condizioni idro-climatiche dell'area da proteggere;
- flussi d'aria preferenziali all'interno del compartimento;
- area dei compartimenti da proteggere;
- area di impatto negativo, come potrebbe essere quella in corrispondenza dei varchi di entrata per i materiali da stoccare o per il personale addetto alle ispezioni ed ai controlli;
- tutti gli apparecchi di misura debbono risultare idonei alle condizioni ambientali dell'area da proteggere (temperatura, umidità, contaminazione, scarichi catalitici, ecc.).

A tale proposito si dovrà tenere conto delle sensibilità reciproche e degli effetti sulla precisione nella determinazione degli intervalli di manutenzione sugli apparecchi di misura.

Sistema di rivelazione fumi ad aspirazione

In abbinamento all'impianto di inibizione dell'incendio a deplezione dell'ossigeno, sia la norma tecnica TRVB 155S, che la norma UNI EN 16750, richiedono un impianto di rivelazione fumi ad aspirazione con sensori di fumo ASD (Aspirating Smoke Detection).

Il sistema di riduzione dell'ossigeno è predisposto per l'installazione del sistema di rivelazione fumi ad aspirazione, in quanto utilizza la medesima tubazione, una o due linee indipendenti, di aspirazione di campionamento per l'analisi del tenore di ossigeno nell'ambiente da proteggere anche per la rivelazione di fumo tramite il sistema di aspirazione.

L'impianto è costituito da una centrale di rivelazione antincendio, da rivelatori di fumo ad aspirazione e da tubazioni di campionamento indipendenti per ciascun rivelatore.

L'aria dello spazio da proteggere viene aspirata per una precisa e sensibile analisi.

Se il rivelatore di fumo ad aspirazione percepisce particelle di fumo al di là di una soglia preimpostata, la centrale di rivelazione antincendio emetterà una serie di segnali ed avvisi come da prescrizioni della norma UNI EN 54-20.

Allarmi e notifiche

Ogni spostamento dalle normali condizioni operative e tutti i guasti rilevanti che colpiscono il sistema di riduzione dell'ossigeno comportano l'attivazione immediata di un segnale di avviso e di allarme sulla centrale di controllo come prescritto dalla normativa ÖNORM.

Questi errori sono riconosciuti dalla centrale di controllo e segnalati entro 120 secondi dalla loro comparsa; minore è il tempo impiegato nella trasmissione e segnalazione degli allarmi, maggiore sarà l'efficacia per la messa in atto delle misure di emergenza.

Gli allarmi, gli avvisi e gli errori di processo vengono gestiti dalla centrale di controllo, che mostra tramite chiari segnali luminosi o acustici i seguenti eventi:

- allarmi innescati dal raggiungimento delle soglie di ossigeno inferiore o superiore;
- guasti od errori di sistemi;
- malfunzionamenti di sistema;
- malfunzionamento o guasti punti di misurazione della concentrazione di ossigeno.

Gli allarmi sia luminosi, sia acustici vengono trasmessi sia nel volume protetto che nelle aree esterne a tutti i varchi principali che permettono l'accesso pedonale all'area con ridotta concentrazione di ossigeno.

La concentrazione di ossigeno è perpetuamente analizzata, monitorata e indicata tramite moduli di visualizzazione remota installati nei pressi di tutti i varchi principali che permettono l'accesso pedonale all'area con ridotta concentrazione di ossigeno.

Se il superamento della soglia superiore potrebbe comportare un aumento del rischio di innesco di un incendio, per contro, l'abbassamento del tenore di ossigeno al di sotto della soglia inferiore potrebbe rappresentare un rischio per gli eventuali occupanti presenti.

Informazione e formazione del personale e procedure di emergenza

Un altro fondamentale aspetto, caratteristico degli O.R.S., è quello relativo alla salute e sicurezza dovuta alla presenza, in condizioni ordinarie, di occupanti all'interno di atmosfere con concentrazioni di ossigeno al di sotto del 21%, vedi tabella¹², dove sono riportati i sintomi che un occupante può manifestare in caso di permanenza in un'atmosfera siffatta e i tempi di permanenza massimi ammessi.

Concentrazione di ossigeno a livello del mare (vol %)	Sintomi	Tempo massimo di esposizione
20,9 - 17	Nessun effetto rilevato	-
17 - 15	Effetti sulla visione notturna	-
15 - 13	Aumento della respirazione e dei battiti cardiaci	-
13 - 11	Riduzione delle capacità cognitive e motorie, fatica e mal di testa	1 ora
11 - 10	Vertigini e disorientamento	20 minuti
10 - 8	Stato di incoscienza e torpore	2 minuti
5 - 0	Convulsioni, apnea, arresto cardiaco e morte	No esposizione ammessa

¹² Chiti S. Test methods for hypoxic air fire prevention systems and overall environmental impact of applications, MSc thesis, Modena: University of Modena; 2009

In relazione agli aspetti di sicurezza degli occupanti in volumi protetti da un O.R.S., l'Allegato B della norma UNI EN 16750 fornisce indicazioni minime da attuare nel caso in cui fosse necessario ammettere nel volume protetto occupanti come, ad esempio, personale addetto.

Eventuali occupanti in atmosfera con ossigeno ridotto sono considerati alla stregua di persone che respirano ad alta quota.

La norma individua quattro classi di rischio, riportati nella tabella seguente:

Classe di Rischio	Concentrazione di O ₂ c % in volume
0	20,9 > c ≥ 17,0
1	17,0 > c ≥ 15,0
2	15,0 > c ≥ 13,0
3	c < 13,0

L'allegato B si completa con una sezione dove vengono descritte le misure di protezione tecniche e strutturali da attuare, come l'apposizione di idonea cartellonistica di avvertimento degli accessi al volume dove l'ossigeno è ridotto rispetto alle condizioni ordinarie, imponendo, inoltre, che nel caso di abbassamento del valore oltre la soglia di allarme inferiore, venga diffuso un allarme sonoro di allerta degli occupanti cui deve seguire l'abbandono dei luoghi, in accordo al GSA implementato.

L'Allegato B si completa con misure organizzative, riassunte nella tab. 5.

La tab. 5 in funzione della classe di rischio indica le misure minime di sicurezza da attuare per gli occupanti.

In fase di realizzazione del O.R.S., vengono fornite le informazioni in merito al sistema ad almeno due operatori della committenza, nominate a cura del gestore.

Il gestore dovrà provvedere affinché l'accesso alle aree a ridotta concentrazione di ossigeno venga proibito alle persone non autorizzate e che non abbiano ricevuto un'adeguata formazione in merito, come da prescrizione della norma tecnica TRVB 155S oppure della norma UNI EN 16750.

Apposita segnaletica sarà predisposta, a cura del gestore dell'impianto, e dovrà essere posizionata in corrispondenza di ogni entrata principale del volume protetto per evitare che persone non autorizzate ci accedano.

Il personale avente autorizzazione all'accesso al magazzino automatizzato riceverà specifiche istruzioni e regole di comportamento.

Tali istruzioni riguarderanno sostanzialmente le procedure di accesso al volume protetto, i codici di comportamento da mantenere quando si è all'interno dell'area stessa, i tempi di massima permanenza e di pausa da rispettare durante l'arco delle giornate lavorative.

L'annesso corpo servizi dovrà essere dotato di un sistema di monitoraggio della percentuale di ossigeno presente, mediante allarmi ottici ed acustici, considerati i rischi, a carico dei lavoratori presenti, connessi al trasporto di materiali tra le volumetrie comunicanti, contro il rischio di atmosfere potenzialmente asfissianti.

Dovrà essere prevista una procedura per il fuori servizio dell'impianto e, in sede di certificazione dell'impianto, la *specifica tecnica* dovrà riportare anche il tempo di fuori servizio, entro il quale l'atmosfera interna ritorna a valori potenzialmente suscettibili di alimentare l'incendio

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato effettuato il progetto di un impianto di controllo dell'incendio a deplezione (riduzione) dell'ossigeno, detto anche Oxygen Reduction Systems (O.R.S.), a servizio di un magazzino automatizzato.

L'impianto in questione, integrato dalla protezione di base e manuale, si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (IV), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della normativa tecnica di settore.

Il sistema di riduzione dell'ossigeno si basa sul principio del mantenimento in continuo di un'atmosfera controllata, la cui percentuale di ossigeno è costantemente inferiore alla soglia di accensione di ciascuno dei materiali presenti all'interno del volume da proteggere.

Tale condizione impedisce la chiusura del triangolo del fuoco, privando il materiale del quantitativo minimo di comburente necessario all'ignizione ed al mantenimento della combustione.

Esso costituisce, pertanto, un sistema integrato di *prevenzione* e *protezione* dall'incendio in quanto, anche in presenza di fonti di innesco, la combustione non si sostiene e non si propaga.

❖ *Commento dei risultati*

La progettazione dell'impianto ha previsto:

- a) il calcolo della quantità di gas inerte da introdurre nelle aree da proteggere;
- b) il controllo e il mantenimento delle condizioni di sicurezza;
- c) l'informazione e formazione del personale e procedure di emergenza.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

In linea teorica, l'impianto a deplezione (riduzione) di ossigeno permette di eliminare completamente la possibilità di sviluppo dell'incendio; la filosofia di tale sistema, infatti, pur necessitando di particolari cautele d'impiego, prima che essere mirata al controllo dell'incendio, per le sue peculiarità, mira all'eliminazione alla radice della possibilità di innesco.

Nella revisione del Codice, nel cap. S.6, viene introdotta una novità per ambiti protetti da impianto automatico di inibizione controllo o spegnimento dell'incendio.

Come noto, il livello IV di prestazione prevede che siano implementati sia protezione di base con estintori che la protezione manuale con rete idranti.

Nella nuova versione del Codice, per gli ambiti protetti da un impianto automatico di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio ove la presenza di occupanti non sia continuativa, come è il caso dei magazzini automatizzati, la protezione di base e quella manuale potranno non essere implementate.

Caso studio 9: progetto di un IRAI a servizio di un piano magazzini

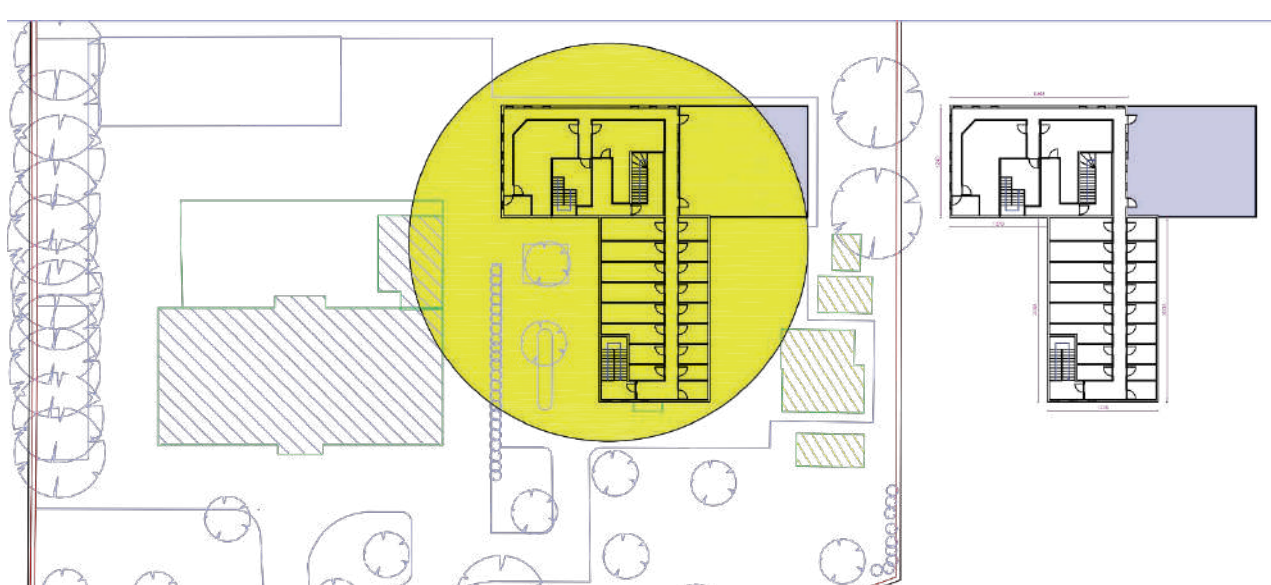
Descrizione

Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un piano adibito a magazzini, il progetto di un impianto di rivelazione automatica e di segnalazione ottico/acustica allarme incendi secondo le prescrizioni di cui al cap. S.7.

Sarà prevista anche la possibile inserzione manuale dell'allarme, nonché la ripetizione dello stesso nel locale guardiania ubicato al piano terra della palazzina, vigilato H 24.

Il piano in questione, il terzo di una palazzina adibita a laboratori, è a servizio di un Centro Ricerche e ospita una quantità di materiale cartaceo (faldoni contenenti documentazione tecnica) e di strumentazione tecnica, disposti in apposite scaffalature.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche del terzo piano	Vedi planimetria (A = 465 m ² ; h = 3,20 m)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in acciaio
	
Inserimento e schema planimetrico del piano adibito a magazzini	
Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Numero addetti	2 saltuari (non è prevista la presenza di persone disabili)
Profilo di rischio R _{vita}	A2 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite dal piano	3 verso i vani scala e 1 sul terrazzo
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) ► Livello III di prestazione (par. S.6.6.2) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Non presente H 24

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel piano in questione si è determinato, in via approssimativa, il valore del carico di incendio specifico q_f pari a 667,6 MJ/m² (vedi par. S.2.9).

Compartimento antincendio	Superficie in pianta lorda A (1) (m ²)	Materiale combustibile	m _i	Ψ _i	Quantità	u.m.	Potere calor. inf. H _i (MJ/kg)	u.m.	Carico d'incendio q = Σ g _i H _i m _i Ψ _i (MJ)	Carico d'incendio specifico q _f = q / A (MJ/m ²)	(kg _{eq} /m ²)
archivio	465	materiale cartaceo	0,8	1	3.800	kg	19,48	MJ/kg	59.219		
		scatole di cartone	0,8	1	1.000	kg	19,48	MJ/kg	15.584		
		materiali plastici	1	1	1.800	kg	29,88	MJ/kg	53.784		
		arredi per ufficio	0,8	1	1.200	kg	18,48	MJ/kg	17.741		
		strumentazioni tecniche	0,8	1	5.500	kg	18,48	MJ/kg	81.312		
		componenti impianti tecnologici (2)	1	1	1.800	kg	46,00	MJ/kg	82.800		
		totale						310.440	667,6	36,1	

Note:

- 1 Nel caso di distribuzione non uniforme del carico di incendio è l'area in cui è concentrato il materiale combustibile;
- 2 Si consideri che la quantità di plastica è circa il 70% del peso complessivo dei componenti elettrici immagazzinati (cavi e componenti vari per impianti elettrici), che per la rimanente parte sono incombustibili.

Pertanto, il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ risulta pari a:

$$q_{f,d} = q_f \times \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n = 667,6 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,68 = 454 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,00$ (A = 465 m²);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n2} \times \delta_{n9} = 0,80 \times 0,85 = 0,68$

A tale valore di $q_{f,d}$ corrisponde una classe minima di resistenza al fuoco pari a 45 (vedi par. S.2.4.3).

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, non normata, non classificabile al punto 34.1.B dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "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 5000 kg e fino a 50000 kg", in quanto la quantità di materiale cartaceo è inferiore a 5000 Kg.

Si intende, tuttavia, utilizzare le norme tecniche del Codice (ai sensi del comma 4 dell'art. 2) come riferimento per la progettazione antincendio del piano adibito a magazzini, considerato che l'attività non ricade entro i limiti di assoggettabilità previsti nell'allegato I del citato decreto.

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare l'impianto IRAI secondo le previsioni del par. 7.4.1, verificando che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9795.

Attribuzione dei profili di rischio	R _{vita} = A2	Attribuzione del livello di prestazione S.7	III
	R _{beni} = 1		

Progetto dell'impianto di rivelazione e segnalazione allarme

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.7, alle seguenti principali norme tecniche e direttive procedurali:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI 9795:2013	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio
UNI EN 54-1:2011	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio Introduzione
UNI EN 54-2:2007	Centrale di controllo e segnalazione
UNI EN 54-3:2014	Dispositivi sonori di allarme incendio
UNI EN 54-4:2007	Apparecchiatura di alimentazione
UNI EN 54-5:2018	Rivelatori di calore - Rivelatori puntiformi
UNI EN 54-7:2018	Rivelatori di fumo - Rivelatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione
UNI EN 54-10:2006	Rivelatori di fiamma - Rivelatori puntiformi
UNI EN 54-11:2006	Punti di allarme manuali
UNI EN 54-12:2015	Rivelatori di fumo - Rivelatori lineari che utilizzano un raggio ottico luminoso
UNI EN 54-13:2017	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Valutazione della compatibilità e connettività dei componenti di un sistema
UNI EN 54-16:2008	Sistemi di rivelazione automatica d'incendio. Apparecchi di controllo e di segnalazione per i sistemi di allarme vocale
UNI EN 54-17:2006	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Isolatori di corto circuito
UNI EN 54-20:2006	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Rilevatori di fumo ed aspirazione
UNI EN 54-23:2010	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Dispositivi visuali di allarme incendio
UNI EN 54-24:2008	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Componenti di sistemi di allarme vocale. Altoparlanti
UNI EN 54-25:2008	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Componenti che utilizzano collegamenti via radio
UNI 11224:2011	Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi
UNI/TR 11607:2015	Linea guida per la progettazione, l'installazione, la messa in servizio, l'esercizio e la manutenzione degli avvisatori acustici e luminosi di allarme incendio
UNI 11744:2019	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio Caratteristica del segnale acustico unificato di pre-allarme e allarme incendio

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

Si segnala, da ultimo, il documento UNI CEN/TS 54-14 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Linee guida per la pianificazione, la progettazione, l'installazione, la messa in servizio, l'esercizio e la manutenzione", recepito come *specifica tecnica* (e non come norma vera e propria).

Il documento affianca, senza sostituirla, la norma UNI 9795.

Come riportato al punto 4.1 della norma UNI 9795, i sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio hanno la funzione di rivelare automaticamente un principio d'incendio e segnalarlo nel minore tempo possibile.

La funzione D, permette altresì la segnalazione nel caso l'incendio sia rivelato dagli occupanti.

In entrambi i casi, il segnale di allarme incendio è trasmesso e visualizzato in corrispondenza di una centrale di controllo e segnalazione ed eventualmente ritrasmesso ad una centrale di ricezione allarmi e intervento. Un segnale di allarme acustico o luminoso può essere necessario anche nell'ambiente interessato dall'incendio ed eventualmente in quelli circostanti per soddisfare gli obiettivi del sistema.

Scopo di tali sistemi è quello di:

- favorire un tempestivo esodo delle persone;
- attivare i piani di intervento ed i sistemi di protezione contro l'incendio;
- favorire l'eventuale sgombero dei beni che possono essere messi in salvo senza pregiudicare la sicurezza delle persone;
- gestire l'arresto di eventuali impianti tecnologici e di servizio non necessari ai fini dell'emergenza incendio (ad esempio gli impianti di condizionamento).

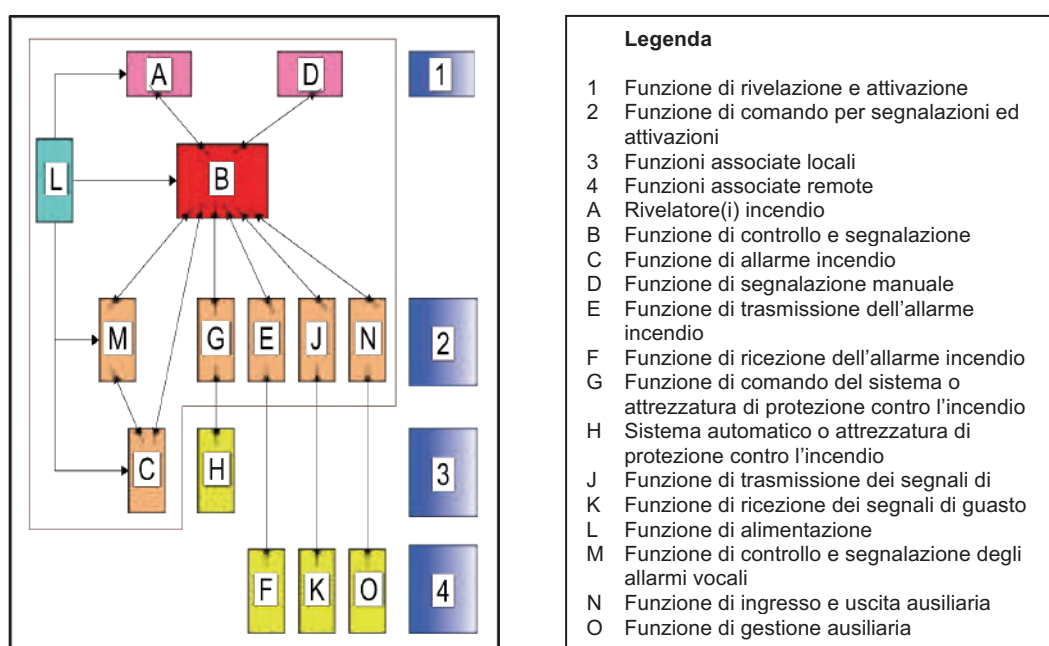
Per raggiungere tali obiettivi è necessario realizzare dei sistemi in grado di rivelare, tempestivamente, qualsiasi principio di incendio e predisporre, a monte, un'efficace pianificazione degli interventi.

Descrizione dell'impianto

La configurazione minima dei sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio, specificata nelle norme UNI 9795 e UNI EN 54-1, è costituita da:

- rivelatori automatici d'incendio;
- centrale di controllo e segnalazione;
- dispositivi di allarme acustici e luminosi;
- apparecchiatura di alimentazione;
- punti di segnalazione manuale.

Nei successivi punti saranno descritti i componenti utilizzati nel sistema.



UNI 9795 - FIG. 1: SISTEMA DI RIVELAZIONE E ALLARME INCENDIO: FUNZIONI E APPARECCHIATURE ASSOCIATE

La progettazione dell'impianto in esame si articola secondo le seguenti fasi:

- a) definizione dei criteri di progettazione dei sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio;
- b) dimensionamento dei componenti dei sistemi;
- c) verifica ed esercizio dei sistemi.



CENTRALE DI CONTROLLO E SEGNALAZIONE (UNI EN 54-2 E UNI EN 54-4)



RIVELATORE PUNTIFORME AUTOMATICO D'INCENDIO (UNI EN 54-5 SE DI CALORE E UNI EN 54-7 SE DI FUMO)



DISPOSITIVI DI ALLARME ACUSTICI O LUMINOSI (UNI EN 54-3 PER GLI AVVISATORI ACUSTICI UNI EN 54-23 PER I DISPOSITIVI VISUALI DI ALLARME, SONO PRESENTI IN COMMERCIO DISPOSITIVI CHE INTEGRANO ENTRAMBE LE FUNZIONI)



PUNTI DI SEGNALAZIONE MANUALE (UNI EN 54-11)

Definizione dei criteri di progettazione dei sistemi

L'area sorvegliata (vedi definizione al punto 3 della norma UNI 9795) determinata dal progettista e che in questo caso ricomprende tutti i locali del magazzino poiché di tratta di beni da proteggere (vedi tab. S.7-5 nota [8]), interamente tenuta sotto controllo dal sistema di rivelazione, è stata suddivisa in *zone* (vedi definizione al punto 3 della norma UNI 9795), in modo che, quando un rivelatore interviene, sia possibile individuarne facilmente la zona di appartenenza.

Le zone sono delimitate in modo che sia possibile localizzare rapidamente e senza incertezze il focolaio d'incendio.

Sono quindi rispettate le previsioni di cui ai punti 5.1 e 5.2 della citata norma.

Centrale di controllo e segnalazione

L'ubicazione della centrale (al piano terra della palazzina, nel locale guardiania) è individuata in modo da garantire la massima sicurezza di funzionamento del sistema stesso, in un luogo compatibile con le sue caratteristiche costruttive, protetto, per quanto possibile, dal pericolo di incendio diretto, da danneggiamenti meccanici e manomissioni, esente da atmosfera corrosiva, tale inoltre da consentire il continuo controllo in loco della centrale stessa da parte del personale di sorveglianza oppure il controllo a distanza (punto 5.5.1). In ogni caso il locale è:

- sorvegliato da rivelatori automatici d'incendio;
- dotato di illuminazione di sicurezza ad intervento immediato e automatico in caso di assenza di energia elettrica di rete.

La centrale di controllo e segnalazione del sistema, conforme alla norma UNI EN 54-2, è compatibile con tutti i dispositivi installati e in grado di espletare le funzioni supplementari a essa richieste (ad esempio: comando di trasmissione di allarmi a distanza, comando di attivazione di impianti di spegnimento d'incendio, ecc.)

I segnali provenienti dai punti manuali di allarme e quelli automatici sono identificati separatamente.

Infine, la centrale è installata in modo tale che tutte le apparecchiature di cui è composta siano permanentemente e facilmente accessibili per le operazioni di manutenzione e sostituzioni (punto 5.5.2).

Le tecnologie elettroniche e dell'informazione mettono oggi a disposizione sul mercato soluzioni economiche dove ciascun punto di rivelazione ha un determinato indirizzo, rendendo ormai quasi superate gli impianti convenzionali analogici dove l'intervento di un rivelatore porta in allarme l'intera zona.

Rivelatori automatici d'incendio

In relazione ai criteri di scelta dei rivelatori e dei relativi criteri di installazione si rimanda alle previsioni di cui ai punti 5.3 e 5.4 della norma UNI 9795.

Per l'impianto in esame (soffitto di copertura piano senza travi a vista) sono stati scelti *rivelatori puntiformi di fumo*, conformi alla norma UNI EN 54-7, secondo le indicazioni di cui al punto 5.4.3 della norma UNI 9795 (prospetto 5 e fig. 8).

La tecnologia di rivelazione scelta è compatibile con il fenomeno più significativo nel caso di innesco di un incendio nei locali delle aree sorvegliate.

Per stabilire la distanza dei rivelatori puntiformi di fumo dal soffitto o dalla copertura delle zone, saranno utilizzati i valori minimi e massimi indicati nel prospetto 7 della norma UNI 9795, considerando l'inclinazione rispetto all'orizzontale ($\alpha = 0^\circ$).

La distanza tra i rivelatori e le pareti del vano sorvegliato non è minore di 0,5 m, esclusi i casi di corridoi, cunicoli, condotti tecnici o comunque ambienti aventi larghezza minore di 1 m.

La distanza tra i rivelatori e la superficie laterale di correnti o travi, posti al disotto del soffitto, oppure di elementi sospesi (per esempio: condotti di ventilazione, cortine, ecc.), non è minore di 0,5 m.

Al fine di evitare ostacoli al passaggio del fumo, nessuna parte di macchinario o di impianto e l'eventuale merce in deposito si dovrà trovare a meno di 0,5 m a fianco o al disotto di ogni rivelatore (punto 5.4.3.9).

I rivelatori, ad eccezione di quelli posti a sorveglianza di un oggetto, non sono installati dove possono venire investiti direttamente dal flusso d'aria immesso dagli impianti di condizionamento, aerazione e ventilazione (punto 5.4.3.12).

In presenza di tali impianti, il posizionamento dei rivelatori rispetta quanto indicato nel punto 5.4.4 della norma UNI 9795.

Dispositivi di allarme acustici e luminosi (punto 5.5.3 della norma UNI 9795)

I dispositivi di allarme di incendio, acustici (conformi alla norma UNI EN 54-3) o luminosi (conformi alla norma UNI EN 54-23) saranno distribuiti all'interno e all'esterno dell'area sorvegliata in conformità alle previsioni contenute nella norma UNI/TR 11607.

Le segnalazioni acustiche sono affiancate o sostituite da segnalazioni ottiche nei seguenti casi:

- in ambienti in cui il livello di rumore è superiore a 95 dB(A);
- in ambienti in cui gli occupanti utilizzano protezioni acustiche individuali o possiedono disabilità dell'udito;
- per persone utilizzanti dispositivi quali audio guide (per esempio nei musei);
- in installazioni dove le segnalazioni acustiche siano controindicate o non efficaci;
- in edifici in cui il segnale acustico interessi solo un limitato numero di occupanti.

Le segnalazioni acustiche o ottiche in questione saranno chiaramente riconoscibili come tali e non confondibili con altre segnalazioni.

Il sistema di segnalazione di allarme esterno sarà concepito in modo da evitare rischi indebiti di panico.

Si segnala, infine, che anche a livello nazionale sono stati definiti i "pattern" dei segnali di preallarme e allarme incendio nella norma tecnica UNI 11744; in questo caso è previsto il solo segnale di allarme sarà costituito da un tono continuo alla frequenza di 970 Hz \pm 50 Hz.

Punti di segnalazione manuale (punto 6 della norma UNI 9795)

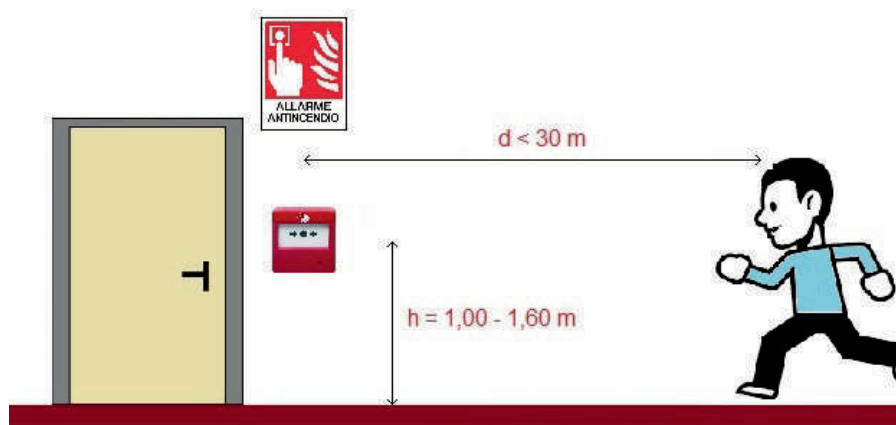
In ogni zona sono installati almeno due punti di segnalazione allarme manuale e, in totale, il numero di pulsanti di segnalazione manuale è tale che almeno uno di essi è raggiunto da ogni parte della zona stessa con un percorso non maggiore di 30 m (attività con rischio di incendio medio).

Alcuni dei punti di segnalazione manuale previsti sono installati lungo le vie di esodo.

In ogni caso i pulsanti di segnalazione manuale sono posizionati in prossimità di tutte le uscite di sicurezza.

I punti di segnalazione manuale sono conformi alla norma UNI EN 54-11 e sono installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, ad un'altezza compresa fra 1 m e 1,6 m.

Ciascun punto di segnalazione manuale è segnalato con apposito cartello.



Sono protetti contro l'azionamento accidentale, i danni meccanici e la corrosione e, in caso di azionamento, è possibile individuare sul posto il punto di segnalazione manuale azionato.

I guasti o l'esclusione dei rivelatori automatici non debbono mettere fuori servizio quelli di segnalazione manuale e viceversa.

Apparecchiatura di alimentazione (punto 5.6 della norma UNI 9795)

Il sistema di rivelazione sarà dotato di un'apparecchiatura di alimentazione costituita da due sorgenti di alimentazione, in conformità alla norma UNI EN 54-4.

L'alimentazione primaria sarà derivata dalla rete di distribuzione pubblica; nel caso in cui l'alimentazione primaria vada fuori servizio, l'alimentazione di sicurezza la sostituirà automaticamente in un tempo non maggiore di 15 secondi.

Al ripristino dell'alimentazione primaria, questa si sostituirà a quella di sicurezza nell'alimentazione del sistema. L'alimentazione primaria del sistema costituita dalla rete principale è effettuata tramite una linea esclusivamente riservata a tale scopo, dotata di propri organi di sezionamento, di manovra e di protezione, immediatamente a valle dell'interruttore generale.

L'alimentazione di sicurezza dovrà essere in grado di assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema ininterrottamente, nel caso di interruzione dell'alimentazione primaria o di anomalie assimilabili e risponderà alla norma UNI EN 54-4.

Tale autonomia dovrà essere uguale ad un tempo pari alla somma dei tempi necessari per la segnalazione, l'intervento ed il ripristino del sistema e, in ogni caso, non meno di 24 h; inoltre, deve essere in atto un contratto di assistenza e manutenzione ed esistere un'organizzazione interna adeguata.

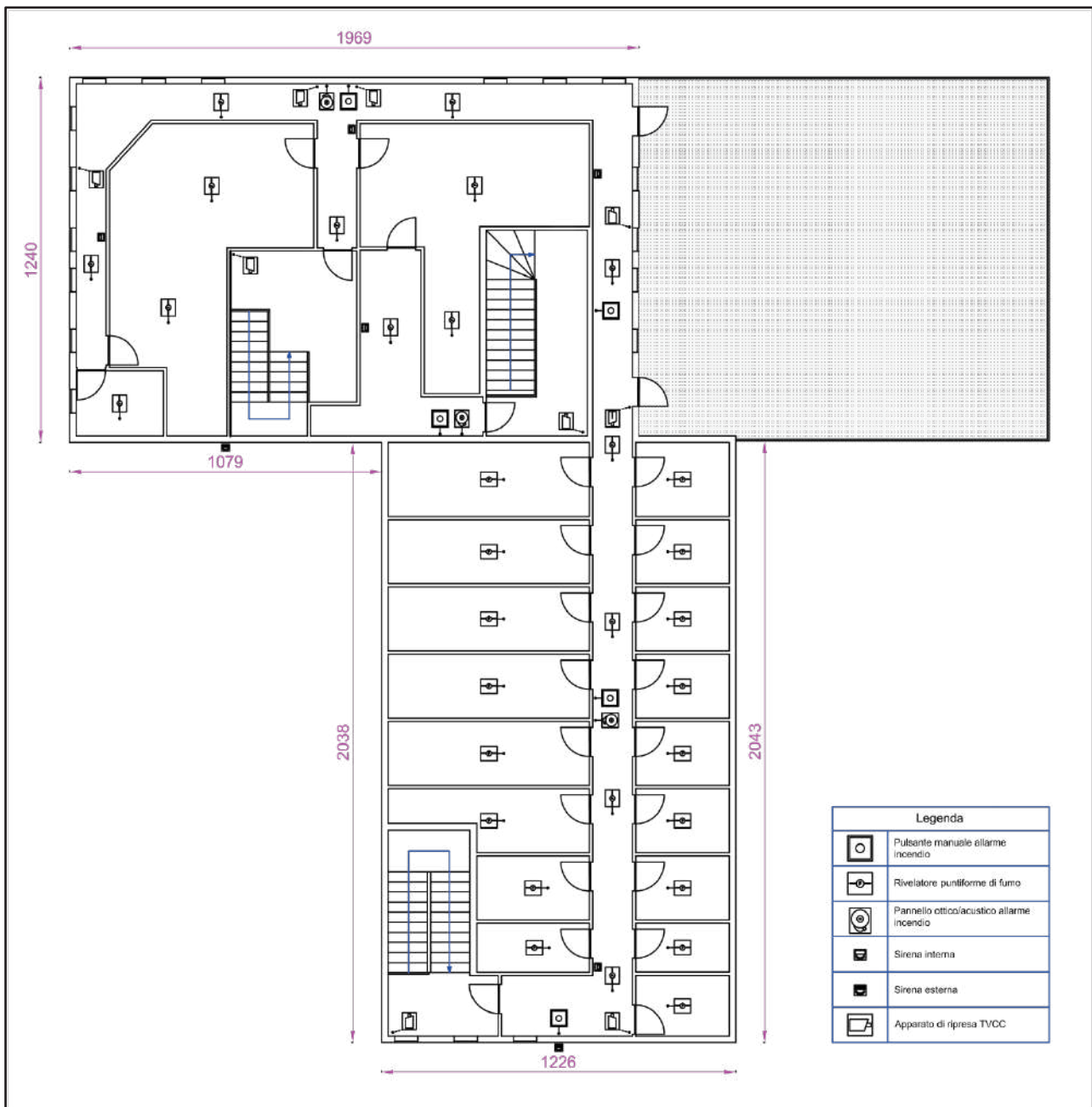
L'alimentazione di sicurezza, allo scadere delle 24 h, deve assicurare in ogni caso il funzionamento di tutto il sistema per almeno 30 minuti, a partire dalla segnalazione di un eventuale allarme.

Quando l'alimentazione di sicurezza è costituita da una o più batterie di accumulatori, occorre che:

- le batterie siano installate il più vicino possibile alla centrale di controllo e segnalazione;
- nel caso in cui le batterie possano sviluppare gas pericolosi, il locale/vano dove sono collocate sia ventilato adeguatamente;
- la rete a cui è collegata la ricarica delle batterie, se alimenta anche il sistema, sia in grado di assicurare l'alimentazione necessaria contemporanea di entrambi.

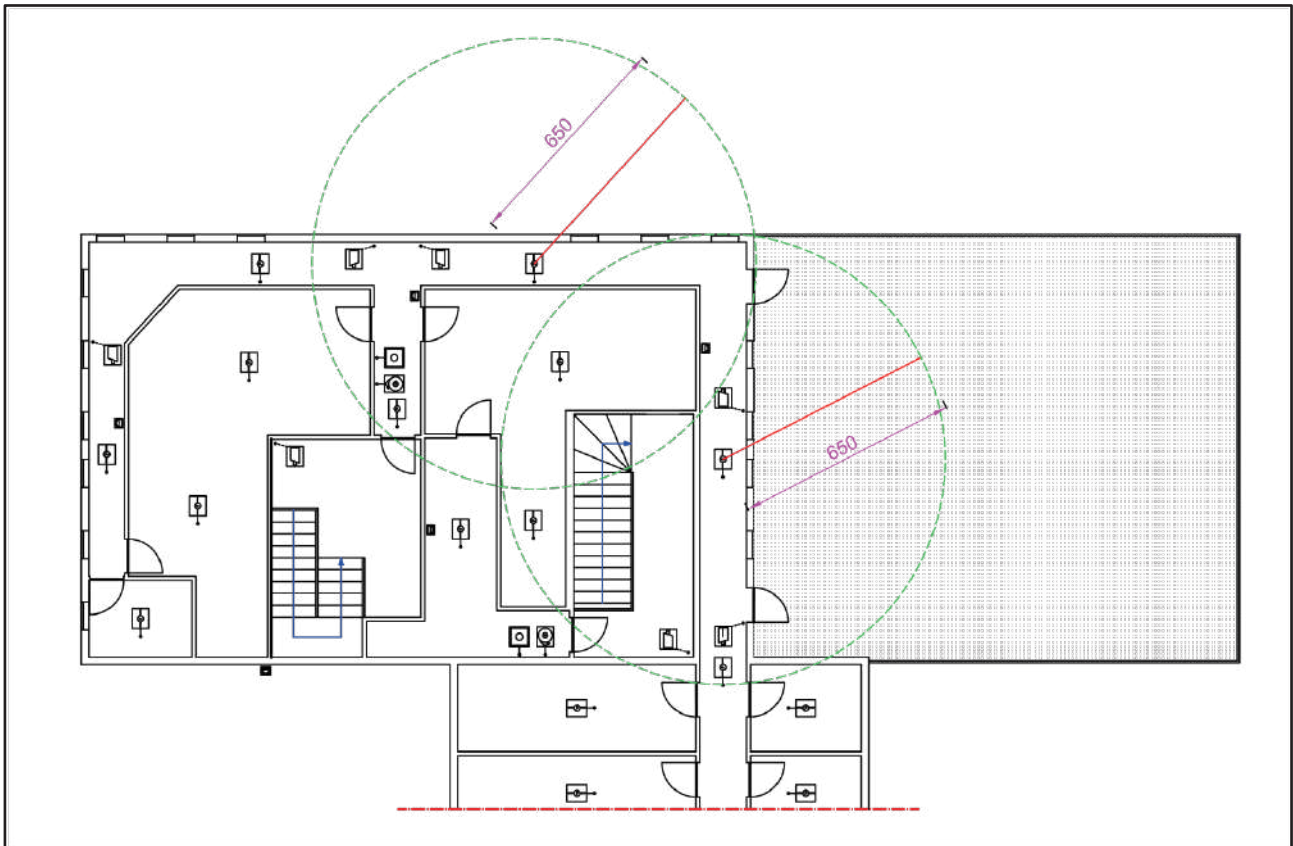
Dimensionamento dei componenti dei sistemi

Secondo le previsioni della norma UNI 9795 e sulla base delle scelte operate in merito alla definizione delle aree, delle aree specifiche sorvegliate, delle zone, della geometria dei locali, dei rivelatori individuati e dei relativi raggi di copertura, l'impianto in questione è planimetricamente inserito come in figura:



PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO DI RIVELAZIONE AUTOMATICA E DI SEGNALAZIONE OTTICO/ACUSTICA ALLARME INCENDI

Il numero dei rivelatori è stato determinato in modo da non superare i valori dei raggi di copertura riportati nel prospetto 5 della norma UNI 9795, in funzione dell'inclinazione del soffitto ($\alpha = 0^\circ$) e dell'altezza dei locali. In ciascun locale appartenente all'area sorvegliata deve essere installato almeno un rivelatore.



RAGGI DI COPERTURA DEI RIVELATORI PUNTIFORMI DI FUMO

Il segnale di allarme incendio è trasmesso e visualizzato in corrispondenza della centrale di controllo e segnalazione (posta nel locale guardiania, presidiata H 24) ed eventualmente ritrasmesso ad una centrale di ricezione allarmi e intervento.

Si prevede di installare e replicare un segnale di allarme acustico/ottico, per soddisfare gli obiettivi del sistema, nei corridoi del piano.

Per le connessioni del sistema rivelazione incendio e la posa dei cavi saranno rispettate le previsioni di cui al punto 7 della norma UNI 9795.

Verifica ed esercizio dei sistemi

Per l'impianto in esame, le operazioni inerenti alla verifica, da effettuare secondo la UNI 11224, comprendono:

- l'accertamento della rispondenza del sistema al progetto esecutivo;
- il controllo che i componenti siano conformi alla parte pertinente della serie UNI EN 54;
- il controllo che la posa in opera sia stata eseguita in conformità alla presente norma;
- l'esecuzione di prove di funzionamento, di allarme incendio, di avaria e di segnalazione di fuori servizio.

A verifica avvenuta, secondo la norma UNI 11224, deve essere rilasciata un'apposita dichiarazione in merito all'esercizio dei sistemi; il responsabile del sistema (*responsabile dell'attività o persona da lui preposta delegata secondo la legislazione vigente*) deve provvedere a:

- sorvegliare continuamente i sistemi;
- effettuare la manutenzione, richiedendo, dove necessario, le opportune istruzioni al fornitore;
- tenere a magazzino un'adeguata scorta di pezzi di ricambio;
- tenere un apposito registro, firmato dai responsabili, costantemente aggiornato, su cui sono annotati:
 - i lavori svolti sui sistemi o nell'area sorvegliata (per esempio: ristrutturazione, variazioni di attività, modifiche strutturali, ecc.), qualora essi possano influire sull'efficienza dei sistemi stessi;
 - le prove eseguite; i guasti, le relative cause e gli eventuali provvedimenti attuati per evitarne il ripetersi;
 - gli interventi in caso di incendio precisando: cause, modalità ed estensione del sinistro, numero di rivelatori entrati in funzione, punti di segnalazione manuale utilizzati e ogni altra informazione utile per valutare l'efficienza dei sistemi.

Per quanto riguarda il controllo iniziale e la manutenzione dei sistemi si applica la norma UNI 11224.

I contenuti minimi delle attività di sorveglianza, verifica e manutenzione devono essere richiamati nella predisposizione della misura S.5 "Gestione della sicurezza antincendio".

Verifica delle prestazioni dell'impianto in base al Codice

S.7.1 PREMESSA

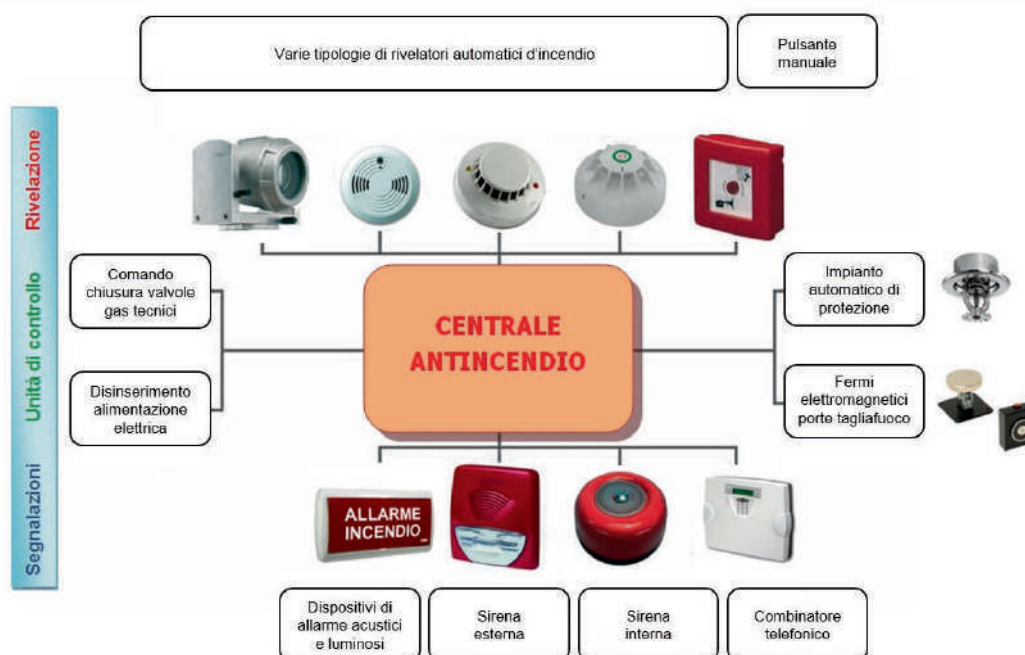
1. Gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI), di seguito denominati impianti, nascono con l'obiettivo principale di rivelare un incendio quanto prima possibile e di lanciare l'allarme al fine di attivare le misure protettive (es. impianti automatici di controllo o estinzione, compartimentazione, evacuazione di fumi e calore,) e gestionali (es. piano e procedure di emergenza e di esodo) progettate e programmate in relazione all'incendio rivelato ed all'area ove tale principio di incendio si è sviluppato rispetto all'intera attività sorvegliata.
2. Gli impianti devono essere progettati, realizzati e mantenuti a regola d'arte secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.

Nota Le definizioni di regola d'arte, impianti di rivelazione e allarme degli incendi sono reperibili nel capitolo G.1.

Il livello di prestazione dell'impianto in esame si era stabilito, nelle premesse, dovesse essere il III.

Livello di prestazione	Descrizione
I	La rivelazione e allarme incendio e demandata agli occupanti
II	Segnalazione manuale e sistema d'allarme esteso a tutta l'attività
III	Rivelazione automatica estesa a porzioni dell'attività, sistema d'allarme, eventuale avvio automatico di sistemi di protezione attiva
IV	Rivelazione automatica estesa a tutta l'attività, sistema d'allarme, eventuale avvio automatico di sistemi di protezione attiva

A norma del comma 2 del par. S.7.4.1, sono considerate soluzioni conformi, per il livello di prestazione III, gli IRAI (Impianti Rivelazione Automatica e Segnalazione Incendi) progettati, installati e gestiti in conformità alla vigente regolamentazione e alle norme e documenti tecnici adottati dall'ente di normazione nazionale. Le soluzioni conformi sono descritte in relazione alle funzioni previste dalle norme adottate dall'ente di normazione nazionale.



SCHEMATIZZAZIONE DI UN IRAI

L'impianto in questione dovrà garantire tutte le funzioni elencate nella tab. S.7-5, per il livello di prestazione III:

Livello di prestazione	Aree sorvegliate	Funzioni minime degli IRAI		Funzioni di evacuazione e allarme	Funzioni di avvio protezione attiva ed arresto altri impianti
		Funzioni principali	Funzioni secondarie		
I	-	[1]		[2]	[3]
II	-	B, D, L, C	-	[5]	[3]
III	[8]	A, B, D, L, C,	E, F, G, H [4]	[5]	[3] o [7]
IV	Tutte	A, B, D, L, C,	E, F, G, H, M, N, O	[5] e [6]	[7]

[1] Non sono previste funzioni, la rivelazione e l'allarme sono demandate agli occupanti.
 [2] 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.
 [3] Demandate a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
 [4] Non previste ove l'avvio dei sistemi di protezione attiva ed arresto altri impianti sia demandato a procedure operative nella pianificazione d'emergenza
 [5] 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, ...).
 [6] Per elevati affollamenti, geometrie complesse, sia previsto sistema EVAC secondo norme adottate dall'ente di normazione nazionale.
 [7] Automatiche su comando della centrale o mediante centrali autonome di azionamento (asservite alla centrale master), richiede le ulteriori funzioni E, F, G, H della tabella S.7-4.
 [8] Spazi comuni, vie d'esodo e spazi limitrofi, aree dei beni da proteggere, aree a rischio specifico.

Dove le funzioni, principali e secondarie, sono specificate nelle tabb. S.7-3 e S.7-4:

A, Rivelazione automatica dell'incendio
B, Funzione di controllo e segnalazione
D, Funzione di segnalazione manuale
L, Funzione di alimentazione
C, Funzione di allarme incendio

TAB. S.7-3: FUNZIONI PRINCIPALI DEGLI IRAI

E, Funzione di trasmissione dell'allarme incendio
F, Funzione di ricezione dell'allarme incendio
G, Funzione di comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio
H, Sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio
J, Funzione di trasmissione dei segnali di guasto
K, Funzione di ricezione dei segnali di guasto
M, Funzione di controllo e segnalazione degli allarmi vocali
N, Funzione di ingresso e uscita ausiliaria
O, Funzione di gestione ausiliaria (<i>building management</i>)

TAB. S.7-4: FUNZIONI SECONDARIE DEGLI IRAI

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato effettuato il progetto di un impianto di rivelazione automatica e di segnalazione ottico/acustica allarme incendi (IRAI), a servizio di un piano di palazzina, adibita a laboratori, destinato a magazzino.

L'impianto in questione si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (III), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9795.

Scopo del sistema IRAI è quello di:

- favorire un tempestivo esodo delle persone;
- attivare i piani di intervento ed i sistemi di protezione contro l'incendio;
- favorire l'eventuale sgombero dei beni che possono essere messi in salvo senza pregiudicare la sicurezza delle persone;
- gestire l'arresto di eventuali impianti tecnologici e di servizio non necessari ai fini dell'emergenza incendio (ad esempio gli impianti di condizionamento).

La configurazione minima dei sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio, specificata nelle norme UNI 9795 e UNI EN 54-1, è costituita da:

- rivelatori automatici d'incendio;
- centrale di controllo e segnalazione;
- dispositivi di allarme acustici e luminosi;
- apparecchiatura di alimentazione;
- punti di segnalazione manuale.

❖ *Commento dei risultati*

Il Codice nel cap. S.7 imposta la progettazione degli IRAI sulla base dei risultati della valutazione del rischio. Gli indicatori di pericolosità ed i profili di rischio consentono di selezionare il livello di prestazione.

Per ciascun livello di prestazione la soluzione conforme richiede un numero minimo di funzioni da implementare e, naturalmente, l'applicazione dello standard tecnico nazionale UNI 9795.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

I sistemi di rivelazione sono in continua evoluzione al fine di individuare la migliore tecnologia e configurazione per la rivelazione immediata di un principio di incendio nell'area sorvegliata dall'IRAI.

Sono allo studio sistemi di rivelazione che basano la sorveglianza nei confronti di un principio di incendio attraverso l'analisi delle immagini video provenienti da un'apposita video camera.

A livello ISO, infatti, è stata pubblicata la specifica tecnica ISO/TS 7240-29:2017 "Fire detection and alarm systems - Part 29: Video fire detectors" nella quale sono identificate le specifiche di prodotto e le prestazioni per la sorveglianza video degli incendi.

Peraltro, la possibilità di utilizzare immagini video ha l'ulteriore vantaggio di impiegare gli stessi componenti anche ai fini della sicurezza antintrusione, a scopo di "security".

Ciascuna tecnologia di rivelazione, inoltre, deve indicare anche gli eventuali limiti di applicazione per evitare che nelle aree sorvegliate elementi di processo possano dar luogo a falsi allarmi (ad es.: nelle cucine il vapore potrebbe ingannare i rivelatori di fumo; sarebbe pertanto meglio sorvegliare questi ambienti con rivelatori di calore del tipo termovelocimetrico).

Caso studio 10: progetto di un IRAI a servizio di un albergo

Descrizione

Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un albergo, il progetto di un impianto IRAI secondo le prescrizioni di cui al cap. S.7.

L'attività in questione è inserita in un edificio composto di 4 piani fuori terra, presentando una capienza di 144 posti letto in 72 camere.

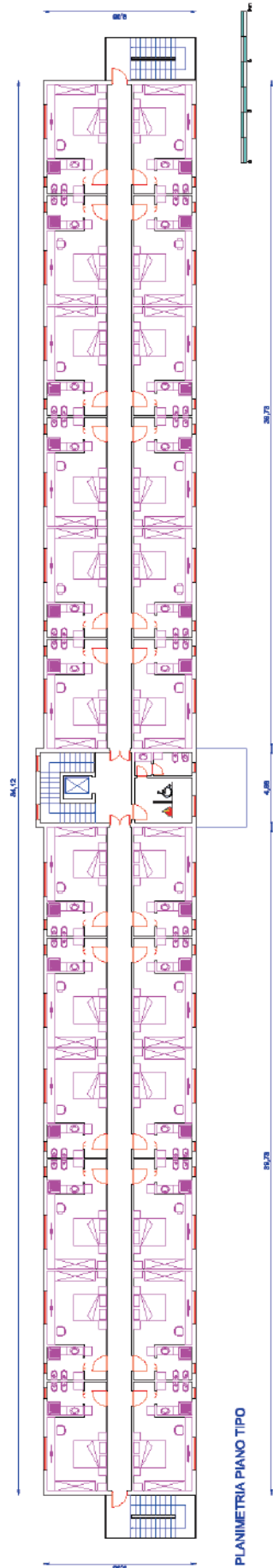
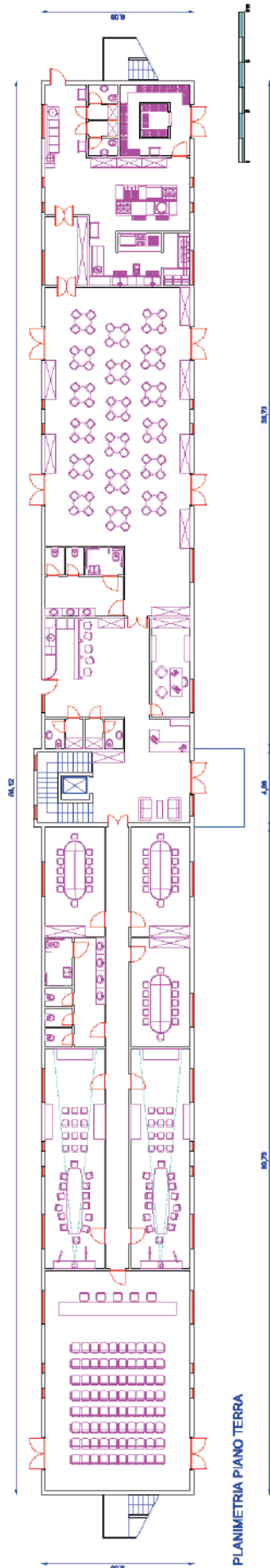
Dati salienti:

Dimensioni geometriche del piano tipo	Vedi planimetria (A = 720 m ² ; h = 3,00 m)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in C.A.



Inserimento dell'edificio sede dell'albergo

Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Ogni piano costituisce unico compartimento
Numero max presenti (albergo e sale riunioni)	160 (è prevista la presenza di persone disabili)
Profilo di rischio R _{vita} attività ricettiva - alberghiera	Ciii2 (par. G.3.2.1) con $\delta_{occ} = Ciii$ e $\delta_{\alpha} = 2$
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite dal piano	Vedi planimetrie
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) ► Livello III di prestazione (par. S.6.6.2) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello IV di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.3)
Squadra interna emergenza	Presente H 24



Schemi planimetrici del piano terra e del piano tipo

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente si è determinato, in via approssimativa, il calcolo del carico di incendio specifico di progetto q_f relativamente al singolo compartimento, ovvero al piano tipo dell'edificio, prevalentemente costituito da aree classificate, sulla base della RTV V.5 Attività ricettive turistico-alberghiere, di cui al d.m. 9 agosto 2016, come TC (spazi di riposo) con superficie pari a circa 720 m².

Il Codice prevede, al comma 2 del par. S.2.9, la possibilità di determinare il carico di incendio specifico q_f attraverso una valutazione statistica del carico di incendio per la specifica attività.

In tal caso, si deve far riferimento a valori con probabilità di superamento inferiore al 20% (vedi anche par. S.2.9.1).

A tal proposito, a vantaggio della sicurezza, si utilizzano i valori di cui alla tab. S.2-7 per l'attività in questione:

$$q_f \text{ medio} = 310 \text{ MJ/m}^2 \text{ e } q_f \text{ 80\% frattile} = 377 \text{ MJ/m}^2$$

Pertanto, il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ risulta pari a:

$$q_{f,d} = q_f \times \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n = 377 \times 1,20 \times 1,00 \times 0,496 = 224 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,20$ ($A = 720 \text{ m}^2$);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n2} \times \delta_{n7} \times \delta_{n9} \times \delta_{n10} = 0,80 \times 0,90 \times 0,85 \times 0,81 = 0,496$

A tale valore di $q_{f,d}$ corrisponde una classe minima di resistenza al fuoco pari a 30 (vedi par. S.2.4.3).

Peraltro, la citata RTV (par. V.5.4.2), essendo l'attività classificata in relazione alla massima quota dei piani (altezza antincendio) come attività di tipo HA, prevede che le strutture portanti e separanti dell'attività, ai piani fuori terra, debbano avere, come soluzione conforme, una classe minima di resistenza al fuoco pari a 30 minuti (vedi tab. V.5-1).

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Le attività di che trattasi, inserite nell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, sono le seguenti:

Attività principale:

- Attività 66.4.C "Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico - alberghiere, studentati, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 100 posti-letto".

Attività secondarie:

- n. 74.2.B "Impianti per la produzione del calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 350 kW (fino a 700 kW)".
- n. 49.1.A "Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva da 25 a 350 kW".

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare l'impianto IRAI secondo le previsioni del par. 7.4.1, verificando che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9795.

Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = C_{iii2}$	Attribuzione del livello di prestazione S.7	III
	$R_{beni} = 1$		

Su veda anche la citata RTV (par. V.5.4.7) che, per attività PC/HA, richiede il livello di prestazione III per la misura S.7 (tab. V.5-6).

Progetto dell'impianto di rivelazione e segnalazione allarme

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.7, alle principali norme tecniche e direttive procedurali di cui alla tabella del precedente caso studio.

Come riportato al punto 4.1 della norma UNI 9795, i sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio hanno la funzione di rivelare automaticamente un principio d'incendio e segnalarlo nel minore tempo possibile.

La funzione D, permette altresì la segnalazione nel caso l'incendio sia rivelato dagli occupanti.

In entrambi i casi, il segnale di allarme incendio è trasmesso e visualizzato in corrispondenza di una centrale di controllo e segnalazione ed eventualmente ritrasmesso ad una centrale di ricezione allarmi e intervento.

Scopo di tali sistemi è quello di:

- favorire un tempestivo esodo delle persone;
- attivare i piani di intervento ed i sistemi di protezione contro l'incendio;
- favorire l'eventuale sgombero dei beni che possono essere messi in salvo senza pregiudicare la sicurezza delle persone;
- gestire l'arresto di eventuali impianti tecnologici e di servizio non necessari ai fini dell'emergenza incendio (ad esempio gli impianti di condizionamento).

Per raggiungere tali obiettivi è necessario realizzare dei sistemi in grado di rivelare, tempestivamente, qualsiasi principio di incendio e predisporre, a monte, un'efficace pianificazione degli interventi.

Verifica di compatibilità

La progettazione orientata alle funzioni da implementare, è un indicatore della complessità degli impianti di rivelazione ed allarme incendio.

Sarà pertanto necessario assicurare che tutte le funzioni implementate in un IRAI, partendo dalle funzioni fondamentali B – Controllo e Segnalazione, L – Alimentazione, A – Rivelazione automatica, D – Segnalazione manuale e C – Allarme incendio, possano operare come sistema organico ed integrato e che, soprattutto, l'attivarsi di una funzione specifica non vada a determinare il decremento o addirittura la mancata efficienza ed efficacia delle altre funzioni presenti.

L'IRAI per poter svolgere correttamente la rivelazione del principio di incendio e le funzioni necessarie alla corretta sorveglianza degli ambienti, nonché provvedere all'attuazione delle necessarie azioni verso gli altri impianti tecnologici, deve ricorrere alla interconnessione di prodotti costituiti da sistemi elettronici complessi.

Il Codice si affida, come strumento principe per la verifica della compatibilità di un impianto di rivelazione ed allarme incendio, alla norma europea UNI EN 54-13 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 13: Valutazione della compatibilità e connettività dei componenti di un sistema".

Il documento tecnico UNI EN 54-13 intende specificare i requisiti per la compatibilità e la possibilità di connettere componenti di un IRAI, ciascuno dei quali già rispondete alla propria norma di prodotto facente parte della serie delle norme EN 54 (ad esempio EN 54-2 per le centrali di controllo e segnalazione, EN 54-7 per i sensori puntiformi di fumo, ecc.).

Nel caso di prodotti non coperti da norme specifiche, la EN 54-13 consente la verifica di compatibilità e di connessione in conformità alle specifiche del fabbricante. In ultimo, e non per importanza, l'applicazione di questo documento tecnico specifica i requisiti per l'integrità di un IRAI quando è collegato ad altri sistemi.

La norma stabilisce la necessità che tutti i componenti che costituiscono l'IRAI siano "compatibili e collegabili" e che, nel contempo, siano sempre garantiti i requisiti relativi alla prestazione del sistema complessivo.

La classificazione dei componenti di un IRAI in accordo alle previsioni della norma EN 54-13, prevede componenti di tipo 1 e componenti di tipo 2.

I componenti di tipo 1 sono i dispositivi che svolgono le funzioni A, B, C, D, E, G, J, L, M per la rivelazione e la segnalazione di incendio così come definito nella norma EN 54-1, ma possono entrare a far parte di questa classificazione anche dispositivi che svolgono altre funzioni e dichiarati di tipo 1 dal fabbricante.

I componenti di tipo 2, invece, sono prodotti diversi dal tipo 1 che devono essere collegati ad un componente di tipo 1.

L'Allegato B "Classificazione delle funzioni del sistema" della UNI EN 54-13, è stato predisposto come ausilio alla classificazione dei componenti di tipo 1 e di tipo 2.

Tutti i rivelatori di calore, fumo, gas di tipo puntiforme o lineare, punti di allarme manuale devono essere classificati come componenti di tipo 1. Inoltre, l'allegato B predetto evidenzia che anche tutte le tipologie di componenti che consentono ai rivelatori di funzionare, quali gli isolatori di corto circuito, l'interfaccia per collegare i rivelatori cablati in derivazione ad un circuito, devono anch'essi essere classificati di tipo 1.

Fanno parte dei componenti di tipo 1 anche quelli in grado di emettere una segnalazione per allertare le persone, come dispositivi sonori o vocali e componenti di allarmi vocali.

Anche i componenti che servono a richiedere aiuto esterno, solitamente il soccorso dei VV.F., sono classificati come componenti di tipo 1.

Completano la categoria dei componenti di tipo 1 i dispositivi che attivano direttamente attrezzature, quali i ferma porta magnetici, serrande di chiusura, sistemi di ventilazione e di gestione dei fumi, oltre ai dispositivi che sono responsabili dell'attivazione di sistemi di estinzione o controllo degli incendi, di sblocco dei sistemi di controllo degli accessi.

Componenti di tipo 1 sono anche i dispositivi per ricevere informazioni di incendio da altri tipi di rivelazione, come un dispositivo che segnala l'intervento di un impianto sprinkler, mentre qualsiasi dispositivo che svolga una funzione di uscita può essere classificato come componente di tipo 2.

La definizione della tipologia di componenti per l'indicazione remota mediante pannelli o pannelli per i VV.F., viene lasciata a regolamenti nazionali o locali.

L'indicazione remota mediante stampanti o le interfacce al sistema di gestione dell'edificio possono essere classificate, invece, come componenti di tipo 2.

I requisiti di connettività e di compatibilità per i componenti di tipo 1 risultano essere più stringenti in termini di affidabilità e prestazioni rispetto ai componenti di tipo 2.

Il Diagramma di flusso per la valutazione della compatibilità/connettività di una o più configurazioni di un IRAI è contenuto nell'Allegato E della norma UNI EN 54-13.

La valutazione prevede una prima fase propedeutica, denominata "Valutazione Teorica", dove è necessario effettuare il controllo del contenuto della documentazione relativa all'elenco dei dispositivi impiegati, alla identificazione della configurazione da valutare e alla documentazione software.

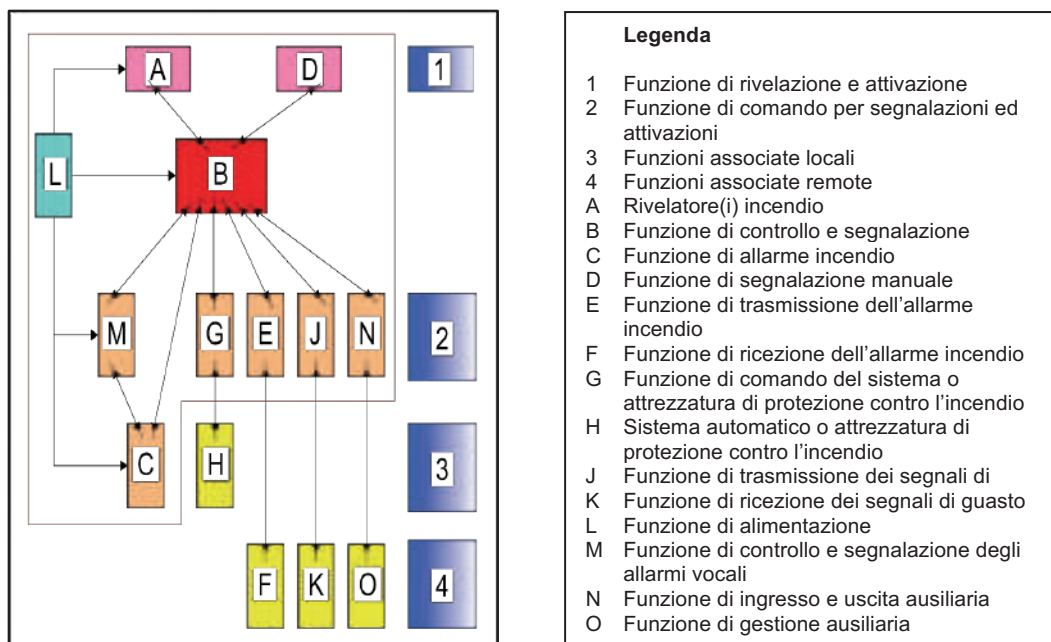
È necessario proseguire con il controllo della conformità di ogni singolo componente alla serie delle norme EN 54 di riferimento o alle specifiche del fabbricante in assenza di queste ultime, e alle modalità di alimentazione di tutti i dispositivi facenti parte della configurazione in esame.

La verifica documentale si concentra, successivamente, sul controllo della conformità dei percorsi di trasmissione, indicati nella norma con la sigla TP (Transmission Path).

La norma EN 54-13 fornisce al punto 5, i "Metodi di valutazione e prove" per valutare la compatibilità e la connettività per ogni componente e per il suo tipo di percorso di trasmissione.

Selezionate le prove, si dovrà procedere alla esecuzione e, in caso di esito positivo al protocollo di prova stabilito, sarà possibile dimostrare la compatibilità della configurazione in esame.

Viceversa, qualora le prove fallissero, la norma EN 54-13 imporrebbe di riattivare il processo di valutazione, dopo le modifiche opportune, tornando alla fase teorica.



UNI 9795 - FIG. 1: SISTEMA DI RIVELAZIONE E ALLARME INCENDIO: FUNZIONI E APPARECCHIATURE ASSOCIATE

Descrizione dell'impianto

La configurazione minima dei sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio, specificata nelle norme UNI 9795 e UNI EN 54-1, ed è stata descritta al medesimo paragrafo del caso studio precedente.

Al piano terra dell'edificio, le comunicazioni tra l'albergo, la sala ristorante e la zona sale riunioni sono protette da porte REI 90 (normalmente aperte). Parimenti, ai piani superiori, la comunicazione tra il vano scala e i corridoi che portano alle camere avviene mediante porte REI 90 (normalmente aperte).

Le ante delle porte in questione saranno dotate di dispositivi di ritegno (blocco elettromagnetico a pavimento a rilascio in mancanza di alimentazione, con pulsante di prova e sgancio) che consente lo sgancio della porta in caso di allarme o di intervento di un rivelatore d'incendio posto in una delle zone adiacenti.

Tutti i sistemi automatici di chiusura delle porte saranno integrati e coordinati con l'impianto IRAI.

La progettazione dell'impianto, come nel caso studio precedente, può articolarsi secondo le seguenti fasi:

- a) definizione dei criteri di progettazione dei sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio;
- b) dimensionamento dei componenti dei sistemi;
- c) verifica ed esercizio dei sistemi.

Definizione dei criteri di progettazione dei sistemi

L'*area sorvegliata* (vedi definizione al punto 3 della norma UNI 9795), interamente tenuta sotto controllo dal sistema di rivelazione, è stata suddivisa in *zone* (vedi definizione al punto 3 della norma UNI 9795), in modo che, quando un rivelatore interviene, sia possibile individuarne facilmente la zona di appartenenza.

Le zone sono delimitate in modo che sia possibile localizzare rapidamente e senza incertezze il focolaio d'incendio.

Pertanto, ogni zona dovrà comprendere non più di un piano dell'edificio, fatta eccezione per il vano scala - ascensore.

Sono quindi rispettate le previsioni di cui ai punti 5.1 e 5.2 della citata norma.

Centrale di controllo e segnalazione

La centrale di controllo e segnalazione del sistema, conforme alla norma UNI EN 54-2, cui fanno capo tutte le linee di rivelazione incendio a servizio dell'edificio è installata al piano terra nella reception, luogo avente le seguenti caratteristiche (punto 5.5.1):

- vicino all'ingresso principale dell'edificio;
- facilmente e permanentemente accessibile;
- costantemente presidiato;
- protetto, per quanto possibile, dal pericolo di incendio diretto;
- sorvegliato da rivelatori automatici d'incendio;
- protetto contro danneggiamenti meccanici e manomissioni;
- esente da atmosfera corrosiva;
- dotato di illuminazione di emergenza a intervento immediato e automatico in caso di assenza di energia elettrica di rete;
- tale da consentire il continuo controllo in loco della centrale stessa da parte del personale di sorveglianza oppure il controllo a distanza (punto 5.5.1).

I segnali provenienti dai punti manuali di allarme e quelli automatici sono identificati separatamente.

Il sistema sarà del tipo analogico autoindirizzante al fine di garantire l'identificazione univoca del pulsante ed il segnale di manutenzione pulsante.

Rivelatori automatici d'incendio

In relazione ai criteri di scelta dei rivelatori e dei relativi criteri di installazione si rimanda alle previsioni di cui ai punti 5.3 e 5.4 della citata norma.

Per l'impianto in esame (soffitto di copertura piano senza travi a vista) sono stati scelti *rivelatori puntiformi di fumo*, conformi alla norma UNI EN 54-7, secondo le indicazioni di cui al punto 5.4.3 della norma UNI 9795 (prospetto 5 e fig. 8).

Nella zona cucine-ristorante saranno installati anche *rivelatori puntiformi di calore*, conformi alla norma UNI EN 54-5, secondo le indicazioni di cui al punto 5.4.2 della norma UNI 9795 (prospetto 1 e fig. 2).

Per stabilire la distanza dei rivelatori puntiformi di fumo dal soffitto o dalla copertura delle zone, saranno utilizzati i valori minimi e massimi indicati nel prospetto 7 della norma UNI 9795, considerando l'inclinazione rispetto all'orizzontale ($\alpha = 0^\circ$).

La distanza tra i rivelatori e le pareti del vano sorvegliato non è minore di 0,5 m, esclusi i casi di corridoi, cunicoli, condotti tecnici o comunque ambienti aventi larghezza minore di 1 m.

La distanza tra i rivelatori e la superficie laterale di correnti o travi, posti al disotto del soffitto, oppure di elementi sospesi (per esempio: condotti di ventilazione, cortine, ecc.), non è minore di 0,5 m.

Al fine di evitare ostacoli al passaggio del fumo, nessuna parte di macchinario o di impianto e l'eventuale merce in deposito si dovrà trovare a meno di 0,5 m a fianco o al disotto di ogni rivelatore puntiforme di fumo (punto 5.4.3.9).

I rivelatori puntiformi di fumo, ad eccezione di quelli posti a sorveglianza di un oggetto, non sono installati dove possono venire investiti direttamente dal flusso d'aria immesso dagli impianti di condizionamento, aerazione e ventilazione (punto 5.4.3.12).

In presenza di tali impianti, il posizionamento dei rivelatori rispetta quanto indicato nel punto 5.4.4 della norma UNI 9795.

Per stabilire la corretta installazione dei rivelatori puntiformi di calore saranno rispettate le previsioni di cui al punto 5.4.2.4 e seguenti della norma UNI 9795.

Dispositivi di allarme acustici e luminosi (punto 5.5.3 della norma UNI 9795)

I dispositivi di allarme di incendio, acustici (conformi alla norma UNI EN 54-3) o luminosi (conformi alla norma UNI EN 54-23) saranno distribuiti all'interno e all'esterno dell'area sorvegliata in conformità alle previsioni contenute nella norma UNI/TR 11607.

Le segnalazioni acustiche sono affiancate o sostituite da segnalazioni ottiche nei seguenti casi:

- in ambienti in cui il livello di rumore è superiore a 95 dB(A);
- in ambienti in cui gli occupanti utilizzano protezioni acustiche individuali o possiedono disabilità dell'udito;
- per persone utilizzanti dispositivi quali audio guide (per esempio nei musei);
- in installazioni dove le segnalazioni acustiche siano controindicate o non efficaci;
- in edifici in cui il segnale acustico interessi solo un limitato numero di occupanti.

Le segnalazioni acustiche o ottiche in questione saranno chiaramente riconoscibili come tali e non confondibili con altre segnalazioni.

Il sistema di segnalazione di allarme esterno sarà concepito in modo da evitare rischi indebiti di panico.

Si segnala, infine, che anche a livello nazionale sono stati definiti i "pattern" dei segnali di preallarme e allarme incendio nella norma tecnica UNI 11744; in questo caso è previsto il solo segnale di allarme sarà costituito da un tono continuo alla frequenza di 970 Hz \pm 50 Hz.

Punti di segnalazione manuale (punto 6 della norma UNI 9795)

In ogni zona sono installati almeno due punti di segnalazione allarme manuale e, in totale, il numero di pulsanti di segnalazione manuale è tale che almeno uno di essi è raggiunto da ogni parte della zona stessa con un percorso non maggiore di 30 m (attività con rischio di incendio medio).

Alcuni dei punti di segnalazione manuale previsti sono installati lungo le vie di esodo.

In ogni caso i pulsanti di segnalazione manuale sono posizionati in prossimità di tutte le uscite di sicurezza. La segnalazione di allarme proveniente da un qualsiasi pulsante determinerà una segnalazione attraverso i dispositivi di diffusione visuale e sonora di allarme di incendio installati nell'edificio e, naturalmente, presso la reception, in maniera da consentire la pianificazione dell'emergenza e dell'esodo dall'edificio.

I punti di segnalazione manuale sono conformi alla norma UNI EN 54-11 e sono installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, ad un'altezza compresa fra 1 m e 1,6 m.

Ciascun punto di segnalazione manuale è segnalato con apposito cartello.

Sono protetti contro l'azionamento accidentale, i danni meccanici e la corrosione e, in caso di azionamento, è possibile individuare sul posto il punto di segnalazione manuale azionato. I guasti o l'esclusione dei rivelatori automatici non debbono mettere fuori servizio quelli di segnalazione manuale e viceversa.

Apparecchiatura di alimentazione (punto 5.6 della norma UNI 9795)

Il sistema di rivelazione sarà dotato di un'apparecchiatura di alimentazione costituita da due sorgenti di alimentazione, in conformità alla norma UNI EN 54-4.

L'alimentazione primaria sarà derivata dalla rete di distribuzione pubblica; nel caso in cui l'alimentazione primaria vada fuori servizio, l'alimentazione di sicurezza la sostituirà automaticamente in un tempo non maggiore di 15 secondi.

Al ripristino dell'alimentazione primaria, questa si sostituirà a quella di sicurezza nell'alimentazione del sistema. L'alimentazione primaria del sistema costituita dalla rete principale è effettuata tramite una linea esclusivamente riservata a tale scopo, dotata di propri organi di sezionamento, di manovra e di protezione, immediatamente a valle dell'interruttore generale.

L'alimentazione di sicurezza dovrà essere in grado di assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema ininterrottamente, nel caso di interruzione dell'alimentazione primaria o di anomalie assimilabili.

Tale autonomia dovrà essere uguale ad un tempo pari alla somma dei tempi necessari per la segnalazione, l'intervento ed il ripristino del sistema e, in ogni caso, non meno di 24 h; inoltre, deve essere in atto un contratto di assistenza e manutenzione ed esistere un'organizzazione interna adeguata.

L'alimentazione di sicurezza, allo scadere delle 24 h, deve assicurare in ogni caso il funzionamento di tutto il sistema per almeno 30 minuti, a partire dalla segnalazione di un eventuale allarme.

Quando l'alimentazione di sicurezza è costituita da una o più batterie di accumulatori, occorre che:

- le batterie siano installate il più vicino possibile alla centrale di controllo e segnalazione;
- nel caso in cui le batterie possano sviluppare gas pericolosi, il locale/vano dove sono collocate sia ventilato adeguatamente;
- la rete a cui è collegata la ricarica delle batterie, se alimenta anche il sistema, sia in grado di assicurare l'alimentazione necessaria contemporanea di entrambi.

Dimensionamento dei componenti dei sistemi

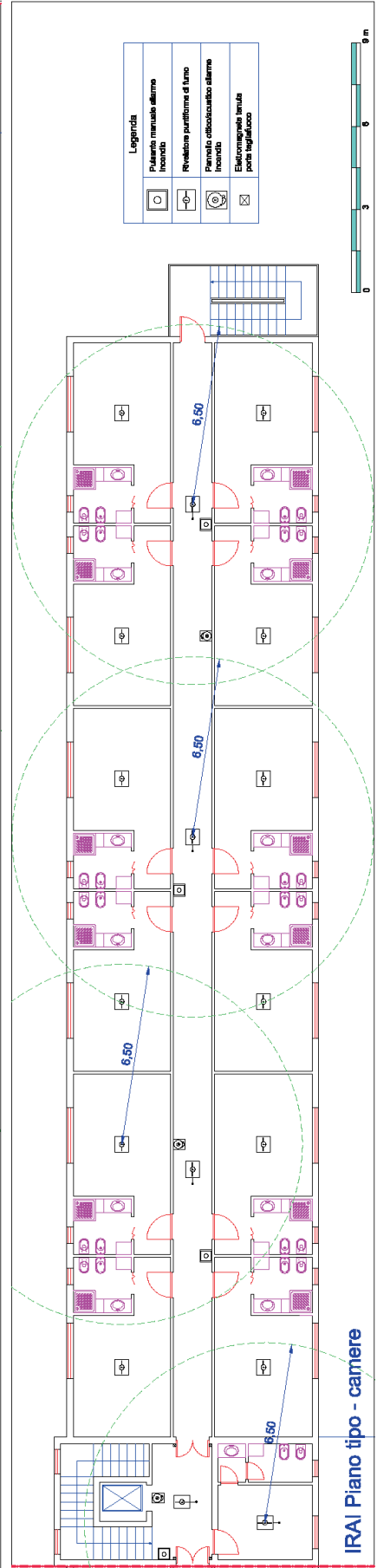
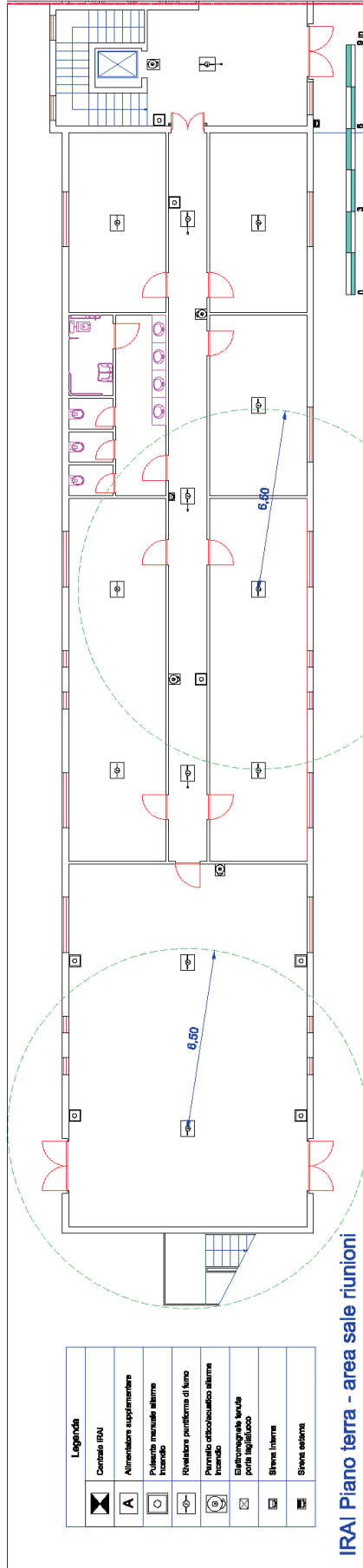
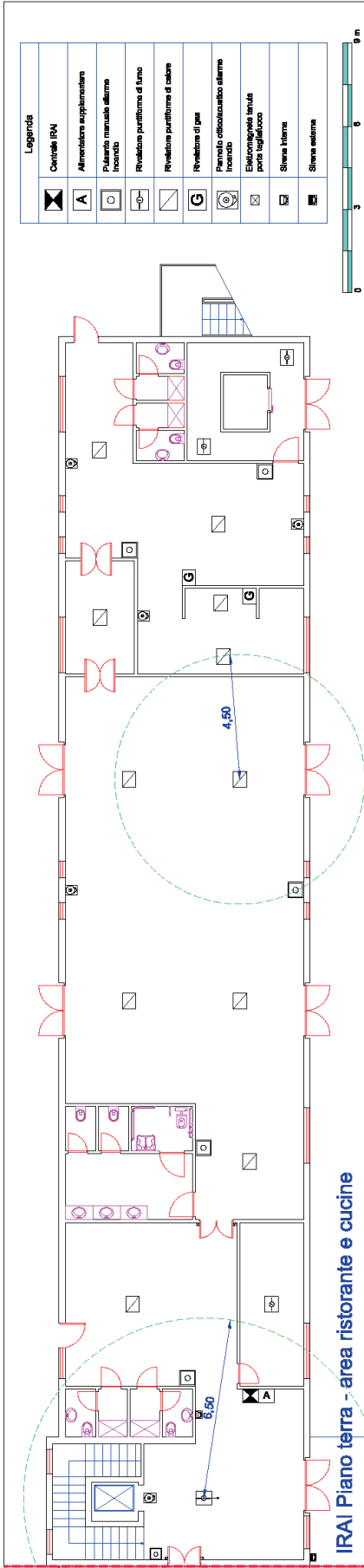
Secondo le previsioni della norma UNI 9795 e sulla base delle scelte operate in merito alla definizione delle aree, delle aree specifiche sorvegliate, delle zone, della geometria dei locali, dei rivelatori individuati e dei relativi raggi di copertura, l'impianto in questione è planimetricamente inserito come nelle figure seguenti.

Il numero dei rivelatori è stato determinato in modo da non superare i valori dei raggi di copertura riportati nei prospetti 5 e 1 della norma UNI 9795 (rispettivamente per quelli di fumo e quelli di calore).

In ciascun locale appartenente all'area sorvegliata deve essere installato almeno un rivelatore.

Il segnale di allarme incendio è trasmesso e visualizzato in corrispondenza della centrale di controllo e segnalazione (posta nel locale guardiania, presidiata H 24) ed eventualmente ritrasmesso ad una centrale di ricezione allarmi e intervento.

Si prevede di installare e replicare un segnale di allarme acustico/ottico, per soddisfare gli obiettivi del sistema, nei corridoi del piano.



Piano	Centrale IRAI	Alimentatore supplementare	Pulsante allarme	Rivelatore fumo	Rivelatore fumo controsoffitto	Rivelatore calore	Rivelatore gas ¹³	Pannello ottico/acustico	Elettromagnete (coppia)	Sirena esterna	Sirena interna
Terra	1	1	12	13	3	11	2	8	2	1	2
Primo	–	–	7	26	6	–	–	5	2	–	–
Secondo	–	–	7	26	6	–	–	5	2	–	–
Terzo	–	–	7	26	6	–	–	5	2	–	–
Totali	1	1	33	91	21	11	2	23	8	1	2

CONSISTENZA DELL'IMPIANTO

Verifica ed esercizio dei sistemi

Per l'impianto in esame, le operazioni inerenti alla verifica, da effettuare secondo la UNI 11224, comprendono:

- l'accertamento della rispondenza del sistema al progetto esecutivo;
- il controllo che i componenti siano conformi alla parte pertinente della serie UNI EN 54;
- il controllo che la posa in opera sia stata eseguita in conformità alla presente norma;
- l'esecuzione di prove di funzionamento, di allarme incendio, di avaria e di segnalazione di fuori servizio.

A verifica avvenuta, secondo la norma UNI 11224, deve essere rilasciata un'apposita dichiarazione in merito all'esercizio dei sistemi; il responsabile del sistema (*responsabile dell'attività o persona da lui preposta delegata secondo la legislazione vigente*) deve provvedere a:

- sorvegliare continuamente i sistemi;
- effettuare la manutenzione, richiedendo, dove necessario, le opportune istruzioni al fornitore;
- tenere a magazzino un'adeguata scorta di pezzi di ricambio;
- tenere un apposito registro, firmato dai responsabili, costantemente aggiornato, su cui sono annotati:
 - i lavori svolti sui sistemi o nell'area sorvegliata (per esempio: ristrutturazione, variazioni di attività, modifiche strutturali, ecc.), qualora essi possano influire sull'efficienza dei sistemi stessi;
 - le prove eseguite; i guasti, le relative cause e gli eventuali provvedimenti attuati per evitarne il ripetersi;
 - gli interventi in caso di incendio precisando: cause, modalità ed estensione del sinistro, numero di rivelatori entrati in funzione, punti di segnalazione manuale utilizzati e ogni altra informazione utile per valutare l'efficienza dei sistemi.

Per quanto riguarda il controllo iniziale e la manutenzione dei sistemi si applica la norma UNI 11224. I contenuti minimi delle attività di sorveglianza, verifica e manutenzione devono essere richiamati nella predisposizione della misura S.5 "Gestione della sicurezza antincendio".

¹³ La rivelazione gas generalmente viene gestita come funzione ausiliaria degli IRAI anche se tecnicamente si configura come una misura di prevenzione da eventuali incendi o esplosioni dovuti a fughe di gas.

Verifica delle prestazioni dell'impianto in base al Codice

S.7.1 PREMESSA

3. Gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI), di seguito denominati impianti, nascono con l'obiettivo principale di rivelare un incendio quanto prima possibile e di lanciare l'allarme al fine di attivare le misure protettive (es. impianti automatici di controllo o estinzione, compartimentazione, evacuazione di fumi e calore,) e gestionali (es. piano e procedure di emergenza e di esodo) progettate e programmate in relazione all'incendio rivelato ed all'area ove tale principio di incendio si è sviluppato rispetto all'intera attività sorvegliata.
4. Gli impianti devono essere progettati, realizzati e mantenuti a regola d'arte secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.

Nota Le definizioni di regola d'arte, impianti di rivelazione e allarme degli incendi sono reperibili nel capitolo G.1.

Il livello di prestazione dell'impianto in esame si era stabilito, nelle premesse, dovesse essere il III.

Livello di prestazione	Descrizione
I	La rivelazione e allarme incendio e demandata agli occupanti
II	Segnalazione manuale e sistema d'allarme esteso a tutta l'attività
III	Rivelazione automatica estesa a porzioni dell'attività, sistema d'allarme, eventuale avvio automatico di sistemi di protezione attiva
IV	Rivelazione automatica estesa a tutta l'attività, sistema d'allarme, eventuale avvio automatico di sistemi di protezione attiva

Per l'attività in questione, a seguito dell'avvento della citata RTV di cui al d.m. 9 agosto 2016, la misura *rivelazione ed allarme* è disciplinata al par. V. 5.4.7, più specificatamente, essa deve riferirsi alla tab. V.5-6 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività (PC/HA):

Classificazione dell'attività	Classificazione dell'attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
PA, PB	III	III	III [1]	III [1]	III [1]
PC	III	III	III [1]	IV	IV
PD, PE	IV	IV	IV	IV	IV

[1] Le funzioni E,F,G ed H devono essere automatiche su comando della centrale o con centrali autonome di azionamento asservite alla centrale master

Viene pertanto confermato il livello di prestazione III.

A norma del comma 2 del par. S.7.4.1, sono considerate soluzioni conformi, per il livello di prestazione III, gli IRAI (Impianti Rivelazione Automatica e Segnalazione Incendi) progettati, installati e gestiti in conformità alla vigente regolamentazione e alle norme e documenti tecnici adottati dall'ente di normazione nazionale. Le soluzioni conformi sono descritte in relazione alle funzioni previste dalle norme adottate dall'ente di normazione nazionale.

L'impianto in questione dovrà garantire tutte le funzioni elencate nella tab. S.7-5, per il livello di prestazione III:

Livello di prestazione	Aree sorvegliate	Funzioni minime degli IRAI		Funzioni di evacuazione e allarme	Funzioni di avvio protezione attiva ed arresto altri impianti
		Funzioni principali	Funzioni secondarie		
I	-	[1]		[2]	[3]
II	-	B, D, L, C	-	[5]	[3]
III	[8]	A, B, D, L, C,	E, F, G, H [4]	[5]	[3] o [7]
IV	Tutte	A, B, D, L, C,	E, F, G, H, M, N, O	[5] e [6]	[7]

[1] Non sono previste funzioni, la rivelazione e l'allarme sono demandate agli occupanti.
 [2] 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.
 [3] Demandate a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
 [4] Non previste ove l'avvio dei sistemi di protezione attiva ed arresto altri impianti sia demandato a procedure operative nella pianificazione d'emergenza
 [5] 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, ...).
 [6] Per elevati affollamenti, geometrie complesse, sia previsto sistema EVAC secondo norme adottate dall'ente di normazione nazionale.
 [7] Automatiche su comando della centrale o mediante centrali autonome di azionamento (asservite alla centrale master), richiede le ulteriori funzioni E, F, G, H della tabella S.7-4.
 [8] Spazi comuni, vie d'esodo e spazi limitrofi, aree dei beni da proteggere, aree a rischio specifico.

Dove le funzioni, principali e secondarie, sono specificate nelle tabb. S.7-3 e S.7-4:

A, Rivelazione automatica dell'incendio
B, Funzione di controllo e segnalazione
D, Funzione di segnalazione manuale
L, Funzione di alimentazione
C, Funzione di allarme incendio

TAB. S.7-3: FUNZIONI PRINCIPALI DEGLI IRAI

E, Funzione di trasmissione dell'allarme incendio
F, Funzione di ricezione dell'allarme incendio
G, Funzione di comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio
H, Sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio
J, Funzione di trasmissione dei segnali di guasto
K, Funzione di ricezione dei segnali di guasto
M, Funzione di controllo e segnalazione degli allarmi vocali
N, Funzione di ingresso e uscita ausiliaria
O, Funzione di gestione ausiliaria (<i>building management</i>)

TAB. S.7-4: FUNZIONI SECONDARIE DEGLI IRAI

La soluzione conforme per il livello di prestazione III in relazione alla gestione degli altri impianti tecnologici a servizio dell'attività, propone in alternativa la gestione manuale o automatica su controllo della centrale.

Il progettista, nel presente caso studio, implementerà il controllo e l'arresto degli impianti tecnologici dell'albergo in maniera automatica.

In particolare è previsto, attraverso la funzione ausiliaria N, l'arresto degli impianti di condizionamento (HVAC) ed il controllo dell'ascensore (non antincendio) che, in caso di allarme, si porterà al piano designato per l'esodo rimanendo bloccato ed a porte aperte.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato effettuato il progetto di un impianto di rivelazione automatica e di segnalazione ottico/acustica allarme incendi (IRAI), a servizio di un albergo.

L'impianto in questione si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (III), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 975.

Si vedano le conclusioni evidenziate nel precedente caso studio.

❖ *Commento dei risultati*

Si vedano le conclusioni evidenziate nel precedente caso studio.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Si vedano le conclusioni evidenziate nel precedente caso studio.

Caso studio 11: progetto di un sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SEFC)

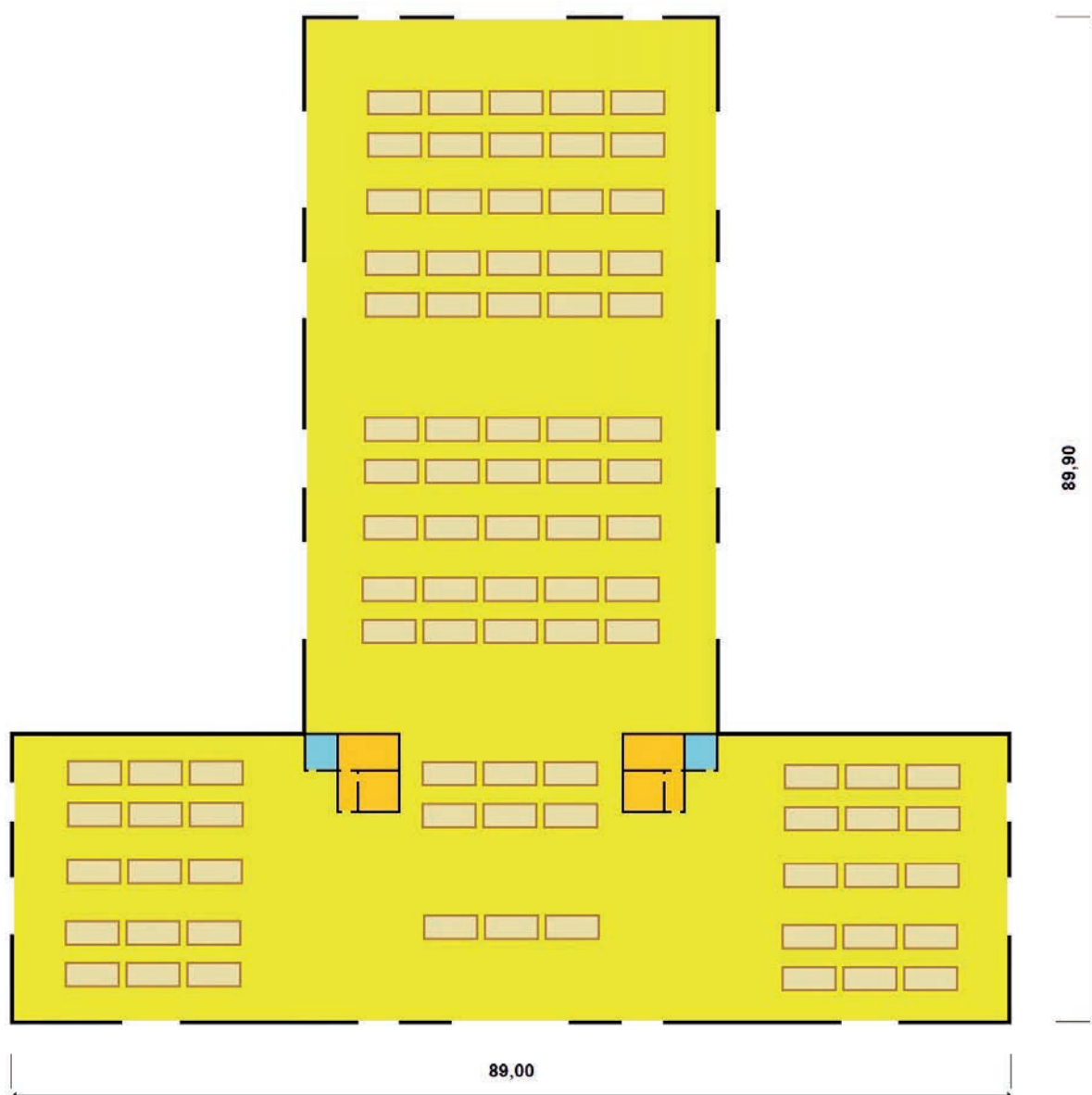
Descrizione

Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un capannone di nuova realizzazione, il progetto di un sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SEFC) secondo le prescrizioni di cui al cap. S.8.

Il capannone è sede di un deposito, con annessa rivendita all'ingrosso, di cavi elettrici che presenta una quantità di materiale stoccato pari a circa 58000 Kg.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche del capannone	Vedi planimetria (A = 4678 m ² ; h = 6,00 m)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti prefabbricate in C.A.



Schema planimetrico del capannone

Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Numero addetti	13 (non è prevista la presenza di persone disabili)

Profilo di rischio R_{vita}	A3 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R_{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite di piano	10 aventi L = 3,50 m; h = 2,00 m (par. S.4.8.3)
Finestre	64 aventi L = 1,25 m; h = 1,90 m (2,55 m h davanzale) (par. S.8.5.2)
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) ► Livello III di prestazione (par. S.6.6.2) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1) Impianto SENFC (UNI 9494-1) ► Livello III di prestazione (par. S.8.4.2)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Non presente H 24
Ubicazione geografica del sito	Ariano Irpino (AV)

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel capannone si è determinato, in via approssimativa, il valore del carico di incendio specifico q_f pari a 866,8 MJ/m² (vedi par. S.2.9).

Compartimento antincendio capannone	Superficie in pianta lorda A (1) (m ²)	Materiale combustibile	m_i	Ψ_i	Quantità	u.m.	Potere calor. inf. H_i (MJ/kg)	u.m.	Carico d'incendio $q = \sum g_i H_i m_i \Psi_i$ (MJ)	Carico d'incendio specifico $q_f = q/A$ (MJ/m ²)	(kg _{eq} /m ²)
	4.678	pallets in legno	0,8	1	12.500	kg	18,48	MJ/kg	184.800		
		scatole di cartone	0,8	1	7.000	kg	18,48	MJ/kg	103.488		
		cavi elettrici	1	1	58.000	kg	46,00	MJ/kg	2.668.000		
		arredi e banchi da esposizione	0,8	1	6.500	kg	18,48	MJ/kg	96.096		
		materiali plastici	1	1	9.800	kg	46,00	MJ/kg	450.800		
		componenti impianti tecnologici (2)	1	1	12.000	kg	46,00	MJ/kg	552.000		
								totale	4.055.184	866,8	46,9

Note:

- Nel caso di distribuzione non uniforme del carico di incendio è l'area in cui è concentrato il materiale combustibile;
- Si consideri che la quantità di plastica è circa il 70% del peso complessivo dei componenti elettrici immagazzinati (cavi e componenti vari per impianti elettrici), che per la rimanente parte sono incombustibili.

Pertanto, il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ risulta pari a:

$$q_{f,d} = q_f \times \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n = 866,8 \times 1,60 \times 1,00 \times 0,61 = 848,8 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,60$ ($A = 4678,3 \text{ m}^2$);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n2} \times \delta_{n8} \times \delta_{n9} = 0,80 \times 0,90 \times 0,85 = 0,61$

A tale valore di $q_{f,d}$ corrisponde una classe minima di resistenza al fuoco pari a 60 (vedi par. S.2.4.3).

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, non normata, classificata al punto 47.1.B dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Stabilimenti ed impianti per la fabbricazione di cavi e conduttori elettrici isolati, con quantitativi in lavorazione e/o in deposito da 10000 a 100000 kg. Depositi e/o rivendite di cavi elettrici isolati con quantitativi da 10000 a 100000 Kg".

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare il sistema SENFC, verificando che esso rappresenti una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (III), vedi par. S.8.2, e che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9494-1.

Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = A3$	Attribuzione del livello di prestazione S.8	III
	$R_{beni} = 1$		

Il controllo, l'evacuazione e lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio

La misura antincendio di controllo di fumi e calore consente di:

- mantenere, nella parte inferiore dell'ambiente, quello strato di aria indisturbato che agevola il regolare esodo dei presenti e lo svolgimento delle operazioni da parte delle squadre di soccorso;
- evitare la propagazione dei fumi e dei gas di combustione ai compartimenti circostanti;
- prevenire, o almeno ritardare, il raggiungimento del flashover, scongiurando la propagazione dell'incendio agli ambienti circostanti;
- limitare i danni all'edificio, specie in riferimento ai componenti strutturali.

Progetto del sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SEFC)

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.8, alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI 9494-1:2017	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SEFC)
UNI 9494-3:2014	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore
UNI EN 12101-1:2006	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Specifiche per le barriere al fumo
UNI EN 12101-2:2017	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Evacuatori naturali di fumo e calore
TR 12101-4	Sistemi di evacuazione Fumo e Calore installati
TR 12101-5	Linea guida relativa alle raccomandazioni funzionali ed ai metodi di calcolo degli SEFC
UNI EN 12101-7:2011	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 7: Serrande per il controllo del fumo
UNI EN 12101-8:2011	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 8: Serrande per il controllo dei fumi
UNI EN 12101-10:2006	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 10: Apparecchiature di alimentazione

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DEI SISTEMI SEFC

Considerazioni sulla scelta del livello di prestazione

Il caso studio in oggetto presenta 64 finestre, vedi par. S.8.5, che possono essere classificate come aperture di smaltimento tipo SEd, vedi tab. S.8-3 (con comando manuale da posizione non protetta).

La superficie utile minima S_{sm} (vedi par. S.8.5.3) delle aperture di smaltimento, in m^2 , che assicura un efficace smaltimento di fumo e calore di emergenza è pari a:

$$S_{sm} = A \times q_f / 40000 + A / 100 = 4678,3 \times 866,8 / 40000 + 4678,3 / 100 = 148,2 \text{ m}^2$$

dove:

- A è la superficie lorda del piano del compartimento, in m^2 ;
- q_f è il carico di incendio specifico.

Si osserva che la superficie totale delle aperture di smaltimento, pari a:

$$S_{ap} = 64 \times 1,25 \times 1,90 + 10 \times 3,50 \times 2,80 = 250 \text{ m}^2$$

risultando maggiore della superficie utile minima S_{sm} ($148,2 \text{ m}^2$) consentirebbe al capannone, qualora vengano realizzate le misure applicabili previste al par. S.8.5, una soluzione conforme per il raggiungimento del livello di prestazione II, che ha in obiettivo quello di agevolare lo svolgimento delle operazioni di estinzione da parte delle squadre di soccorso.

Si segnala, in proposito, che non è sufficiente rispettare la superficie utile minima, ma bisogna osservare anche le altre condizioni, tra cui quelle inerenti le modalità di apertura e di distribuzione uniforme delle aperture.

Il progettista, viceversa, sulla base della valutazione del rischio ed avendo ricevuto dalla committenza l'indicazione di proteggere i beni in caso di incendio, ha operato per la scelta del livello III di prestazione e, quindi, per l'installazione di un SENFC.

Descrizione dell'impianto

La progettazione del sistema SENFC si articola secondo le seguenti fasi:

- a) valutazione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio (t_c);
- b) determinazione del gruppo di dimensionamento;
- c) calcolo della superficie utile totale di apertura e del numero degli ENFC;
- d) verifica della corretta superficie totale delle aperture di afflusso di aria fresca.

Prioritariamente occorre determinare:

- l'altezza del locale (punto 6.3 della norma UNI 9494-1);
- la velocità di propagazione dell'incendio;
- l'altezza dal pavimento libera dai fumi (y) (punto 6.4 della norma UNI 9494-1);
- il tempo di allarme e il tempo di intervento (punti 6.6.2.1 e 6.6.2.2 della norma UNI 9494-1).

L'altezza del locale, essendo la copertura dell'edificio orizzontale, è pari all'altezza libera interna $h = 6,00$ m. Nel caso in esame si ipotizza, considerati i combustibili presenti e la loro disposizione, una velocità di propagazione dell'incendio di tipo alta; per il valore (minimo) dell'altezza y dal pavimento libera dai fumi si fissa un valore ($\geq 2,50$ m) di $3,00$ m; conseguentemente, lo spessore z dello strato di fumo a soffitto risulterà pari a:

$$h - y = 6,00 - 3,00 = 3,00 \text{ m}$$

Secondo le definizioni della norma UNI 9494-1:

- ❖ *la barriera al fumo è un dispositivo atto a convogliare, mantenere e/o prevenire la migrazione del fumo e degli effluenti prodotti dall'incendio;*
- ❖ *il serbatoio di fumo (o compartimento a soffitto) è il volume all'interno di un ambiente limitato o chiuso dal soffitto e dalle barriere al fumo o da elementi strutturali per trattenere il fumo che stratifica in caso d'incendio; il serbatoio di fumo può coincidere con il compartimento antincendio o essere parte di esso.*

Valutazione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio

La durata convenzionale di sviluppo dell'incendio (t_c) indica l'intervallo di tempo compreso tra l'inizio dell'incendio e l'istante nel quale viene attuata un'azione di spegnimento.

Ipotizzando la presenza nel capannone di un sistema fisso automatico di rivelazione e di segnalazione di allarme incendio che avvia automaticamente il SENFC, è possibile considerare:

- il tempo di allarme, che intercorre fra l'inizio dell'incendio e la segnalazione di allarme, pari a zero (vedi punto 6.6.2.1 della norma UNI 9494-1);
- il tempo di intervento, che intercorre tra la segnalazione di allarme e l'inizio dell'azione di spegnimento, considerato che gli addetti al servizio antincendio non sono presenti continuamente nell'arco delle 24 h (ma solamente durante l'esercizio dell'attività) e tenuto anche conto del tempo medio di intervento della squadra di soccorso esterno dei VV.F. (vedi prospetto C.1 della norma UNI 9494-1), concordato con il locale Comando VV.F., pari a 25 minuti, vedi punto 6.6.2.2 della norma UNI 9494-1.

Pertanto, la durata convenzionale t_c di sviluppo d'incendio, data dalla somma dei due suddetti tempi, risulta pari a:

$$t_c = 0 + 25 = 25 \text{ minuti}$$

Il dimensionamento del SENFC, secondo le previsioni della norma UNI 9494-1, presuppone che il locale abbia una superficie $\leq 1600 \text{ m}^2$ o che venga suddiviso, mediante idonee barriere al fumo (conformi al punto 6.4), in serbatoi di fumo aventi superficie massima A_s pari a 1600 m^2 .

Nessun lato del serbatoio di fumo dovrà essere maggiore di 60 m.

Ulteriori suddivisioni (ad esempio elementi strutturali chiusi) della superficie di serbatoio di fumo non influiscono in nessun modo sul dimensionamento (vedi fig. 5 al punto 6.5).

Nel caso in esame, essendo la superficie del capannone maggiore del massimo indicato ($A_s = 1600 \text{ m}^2$), occorrerà suddividere la medesima in cinque serbatoi di fumo, non potendosi accettare una suddivisione in tre

serbatoi che non rispetterebbe la previsione del lato maggiore, per tutti i serbatoi individuati, di 60 m (vedi planimetria seguente).

A tale scopo si prevede di utilizzare delle barriere di fumo (conformi alla norma UNI EN 12101-1) con una prestazione al fuoco non inferiore a DH 60 ossia, secondo le previsioni di cui alle tabelle S.2-9 e S.2-34, la barriera dovrà possedere la capacità di mantenere, per almeno 60 minuti, la stabilità alle elevate temperature della curva nominale d'incendio standard.

In particolare si distingueranno i seguenti serbatoi di fumo:

Serbatoio di fumo	A _s (m ²)	Destinazione d'uso
1	1182,15	deposito
2	1182,15	deposito
3	962	rivendita
4	676	deposito
5	676	deposito

Determinazione del gruppo di dimensionamento

La superficie convenzionale dell'incendio corrisponde alla dimensione che potrebbe assumere il focolaio prima dell'inizio delle operazioni di spegnimento (durante la fase di crescita).

La superficie del focolaio è funzione della velocità di propagazione dell'incendio e della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio t_c.

Il gruppo di dimensionamento (GD), grandezza ausiliaria per il dimensionamento del sistema SENFC, si determina secondo le indicazioni di cui al prospetto 1 della norma UNI 9494-1 e del punto C.3 dell'Appendice C, che rinvia alla norma UNI EN 12845.

A tal proposito il capannone in esame potrebbe, in via cautelativa, essere classificato come attività ad alto pericolo HHP1 (vedi prospetto A.3 della norma UNI EN 12845).

Si potrebbe affermare che, in definitiva, la norma si pone come obiettivo quello di "confinare" la propagazione dell'incendio alla superficie convenzionale.

t _c (minuti) vedi punto 6.6.2	Gruppo di dimensionamento (GD)		
	Velocità di propagazione dell'incendio		
	bassa	media ^{a)}	alta
≤ 5	1	2	3
≤ 10	2	3	4
≤ 15	3	4	5
≤ 20 ^{a)}	4	5 ^{a)}	5 ^{b)}
≥ 20	5	5 ^{b)}	5 ^{b)}

*a) La scelta di **GD 5** (in grassetto) combinazione di tempo ≤ 20 min e velocità media non richiede particolari giustificazioni.*

b) In questi casi la sola installazione di Sistemi di Evacuazione di Fumo e Calore dimensionati con GD 5 non sono sufficienti. Per raggiungere gli obiettivi di protezione di questa norma è quindi necessario adottare misure aggiuntive (per esempio sistemi automatici di spegnimento) e/o dimensionare il SENFC con criteri più restrittivi.

PROSPETTO 1 (UNI 9494-1)

Attenzione!

Nel caso in esame è stato individuato un gruppo di dimensionamento GD 5 ^{b)}; pertanto sarà necessario adottare delle misure aggiuntive come l'installazione di un sistema automatico di spegnimento (es.: sprinkler).

Calcolo della superficie utile totale di apertura e del numero degli ENFC

Dato che la dimensione del focolaio non è funzione della superficie del compartimento (vedi punto 6.6.3 della norma UNI 9494-1) in cui l'incendio si sviluppa, la SUT è indicata come *valore minimo*, in m², per ogni serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) di qualsiasi superficie da 600 m² fino a 1600 m².

Per ogni serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) il valore di SUT è funzione dell'altezza del locale nel compartimento stesso (h in metri), dell'altezza libera da fumo (y in metri) e del gruppo di dimensionamento GD (vedi prospetto 2).

Altezza del locale ^{a)} (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
3,0	0,5	2,5	4,8	6,2	8,2	11,0	15,4
3,5	1,0	2,5	3,4	4,4	5,8	7,8	10,9
	0,5	3,0	6,7	8,7	11,3	15,0	20,4
4,0	1,5	2,5	2,8	3,6	4,7	6,4	8,9
	1,0	3,0	4,8	6,2	8,0	10,6	14,4
4,5	2,0	2,5	2,4	3,1	4,1	5,5	7,7
	1,5	3,0	3,9	5,0	6,5	8,7	11,8
	1,0	3,5	5,9	8,4	10,7	13,9	18,6
5,0	2,5	2,5	2,2	2,8	3,6	4,9	6,9
	2,0	3,0	3,4	4,4	5,7	7,5	10,2
	1,5	3,5	4,8	6,8	8,7	11,4	15,2
	1,0	4,0	7,1	10,3	13,8	17,7	23,4
5,5	3,0	2,5	2,0	2,5	3,3	4,5	6,3
	2,5	3,0	3,0	3,9	5,1	6,7	9,1
	2,0	3,5	4,2	5,9	7,5	9,8	13,1
	1,5	4,0	5,8	8,5	11,3	14,6	19,1
	1,0	4,5	8,2	12,2	17,4	22,2	28,8
6,0	3,5	2,5	1,8	2,3	3,1	4,2	5,8
	3,0	3,0	2,7	3,6	4,6	6,1	8,3
	2,5	3,5	3,7	5,3	6,7	8,8	11,8
	2,0	4,0	5,0	7,3	9,8	12,6	16,5
	1,5	4,5	6,7	10,0	14,2	18,1	23,5
	1,0	5,0	9,3	14,0	20,5	27,2	35,0

a) in caso di valori intermedi deve essere scelto il valore superiore.

PROSPETTO 2 (UNI 9494-1)

Pertanto, per i vari serbatoi di fumo si avrà, riepilogativamente:

Serbatoio di fumo	A _s (m ²)	SUT (m ²)	m ² /ENFC	n. minimo ENFC	A _s (m ²)	SUT utile (m ²)
1	1182,15	8,3	150	8	1,04	11,52
2	1182,15	8,3	150	8	1,04	11,52
3	962	8,3	150	7	1,19	10,08
4	676	8,3	150	5 -> 6	1,66	8,64
5	676	8,3	150	5 -> 6	1,66	8,64

Per ognuno dei serbatoi di fumo, infatti, si verifica che, fissata la frazione di superficie di pertinenza di ciascun ENFC in 150 m^2 , il numero minimo di ENFC da installare è pari al rapporto fra A_s e 150 m^2 (colonna 5 della tab. precedente).

È quindi possibile calcolare la superficie utile di apertura A_a degli ENFC come rapporto fra la SUT e il numero minimo di ENFC da installare (colonna 6 della tab. precedente).

Per ragioni tecnico economiche, di manutenzione e di intercambiabilità dei componenti, è opportuno acquistare la stessa tipologia di ENFC; nel caso in esame si opta per un ENFC avente superficie geometrica A_v pari a $(0,93 \times 1,93 = 1,80 \text{ m}^2)$ e superficie utile di apertura A_a pari a $(0,80 \times 1,80 = 1,44 \text{ m}^2)$, valendo un coefficiente C_v di efflusso pari a 0,8.

Nei compartimenti a soffitto 4 e 5 sarà pertanto necessario aumentare il numero minimo degli ENFC (da 5 a 6) previsti per raggiungere la SUT richiesta.

Per ognuno dei serbatoi di fumo si verifica che, fissata la frazione di superficie di pertinenza di ogni ENFC in 150 m^2 , il valore della superficie utile totale di evacuazione SUT utile risulterà, ovviamente, maggiore del valore individuato nel prospetto di $8,3 \text{ m}^2$:

$$\text{SUT utile} = A_a \times n. \text{ ENFC} > \text{SUT} (= 8,3 \text{ m}^2)$$

La classe di resistenza al calore degli ENFC scelti è pari a B600 30 (vedi norma UNI EN 12101-2:2004 Appendice G.4); l'indicazione 600 rappresenta la temperatura, in °C, alla quale l'evacuatore è stato sottoposto certificato e che non lo deforma (per il tempo individuato), in maniera da non comprometterne la funzionalità.

Secondo le previsioni della norma UNI 9494-1 è necessario altresì verificare che le condizioni di installazione e l'azionamento degli ENFC rispondano ai criteri di cui al punto 6.9.2.1 e al punto 7.

In particolare, la dimensione e la posizione degli ENFC (vedi planimetria seguente) deve garantire che non ci sia trascinarsi di aria attraverso lo strato di fumo (fenomeno denominato *plugholing*), per evitare il quale debbono essere rispettate entrambe le condizioni seguenti:

1. la superficie utile di apertura A_a sia inferiore alla superficie utile di apertura critica $A_{a \text{ crit}}$:

$$A_a < A_{a \text{ crit}} = 1,4 \times z^2$$

dove z è lo spessore dello strato di fumo, in metri.

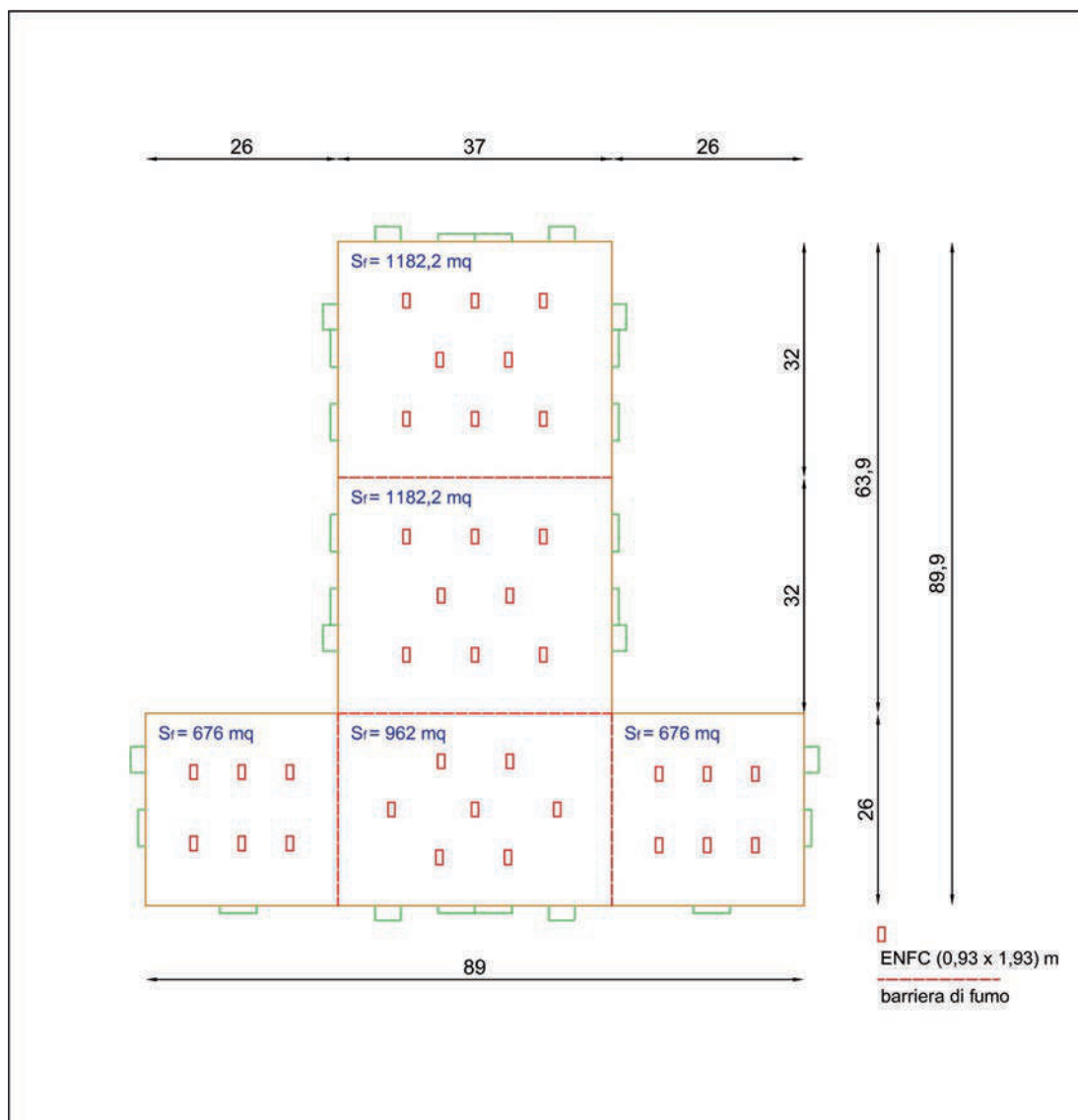
2. quando la distanza fra i bordi di due ENFC d_b contigui è minore di tre volte lo spessore z , la somma delle due superficie utili di apertura A_a deve essere minore della superficie utile di apertura critica $A_{a \text{ crit}}$:

$$A_{a1} + A_{a2} < A_{a \text{ crit}}$$

Nel caso in esame, con $z = 3,00 \text{ m}$ e $d_b < (3 \times z)$ risulta:

$$1,44 < 12,6 \text{ m}^2$$

$$2 \times 1,44 < 12,6 \text{ m}^2$$



PLANIMETRIA DEL CAPANNONE - INDICAZIONE DEGLI ENFC E DELLE BARRIERE DI FUMO

L'installazione delle barriere al fumo, che permette di circoscrivere il perimetro dei compartimenti a soffitto, dovrà essere conforme alle disposizioni di cui al punto 7.4 della norma UNI 9494-1, cui si rimanda.

Il sistema automatico, a scomparsa, è progettato per garantire la tenuta e l'impermeabilità al fumo, con una prestazione al fuoco DH 60 (60 minuti a 1000 °C).

Seguendo le indicazioni di cui al punto 6.4 della norma UNI 9494-1, la barriera al fumo, essendo $y < 4,00 \text{ m}$, dovrà scendere al di sotto dello strato di fumo al soffitto per 0,50 m e pertanto, nel caso in esame, esse dovranno avere un'altezza h_b pari a 3,50 m.

Verifica della corretta superficie totale delle aperture di afflusso di aria fresca

Facendo riferimento al punto 6.7 della norma UNI 9494-1, al fine di garantire la completa efficacia del SENFC, occorre verificare se, nella parte interna delle pareti perimetrali dell'ambiente da proteggere, si riscontri la necessità di installare, in prossimità del pavimento, idonee aperture per l'afflusso di aria fresca o, allo scopo, siano sufficienti le porte presenti (almeno per l'area che rimane distante almeno un metro dallo strato inferiore di fumo).

La sezione delle aperture da realizzare nell'ambiente è quella necessaria per garantire l'afflusso di aria in uno solo dei serbatoi di fumo (compartimenti a soffitto) ed in particolare quello avente il massimo valore di SUT. Il rapporto R_s fra la superficie totale corretta delle aperture di afflusso di aria fresca dal basso nella zona libera dai fumi (SCT) e la superficie utile totale di apertura (SUT) deve essere maggiore o uguale a 1,5.

Il fattore R_s può essere ridotto a 1 se la SUT di ogni serbatoio di fumo (compartimento a soffitto), dimensionata in conformità con il prospetto 2, viene aumentata del 50%.

Questa riduzione di R_s è consentita se l'aria di ricambio affluisce in modo orizzontale in prossimità del pavimento e se lo spigolo superiore delle aperture per il ricambio dell'aria dista almeno 2,00 m dal limite inferiore dello strato di fumo.

Nel caso di studio si assume R_s pari a 1,5.

Si segnala che le aperture debbono essere mantenute nella loro posizione di massima apertura durante il funzionamento del SENFC e che la centralina, cui il sistema fa capo, assicuri la possibilità che tali aperture si aprano contemporaneamente all'attivazione del SENFC.

Per determinare la superficie corretta di un'apertura per l'afflusso di aria si deve correggere la superficie geometrica di passaggio aria dell'apertura con il fattore c_z riportate nel prospetto 3 della citata norma.

Nel capannone per la SCT richiesta, considerando il serbatoio di fumo avente dimensioni maggiori (punto 6.7 della norma UNI 9494-1), tenuto conto che il fattore c_z di correzione per le porte vale 0,65 e assumendo il fattore R_s pari a 1,5, si ottiene:

$$\text{SCT richiesta} = 1,5 \times 11,52 = 17,28 \text{ m}^2$$

Le porte presenti nel capannone hanno dimensioni 3,50 x 2,00 m e, pertanto, risulta verificata la condizione (punto 6.9.4.1 della norma UNI 9494-1) relativa alla necessità di avere lo spigolo superiore delle aperture per il ricambio dell'aria distante almeno un metro dallo strato inferiore di fumo ($y = 3,00 \text{ m}$).

Si vuole infatti evitare che l'aria immessa non disturbi quanto accumulato all'interno del serbatoio di fumo, evitando, in tal modo, che i gas caldi si raffreddino e scendano o che si inneschino dei moti turbolenti, per effetto Venturi, in grado di richiamare i fumi a strati più bassi del serbatoio.

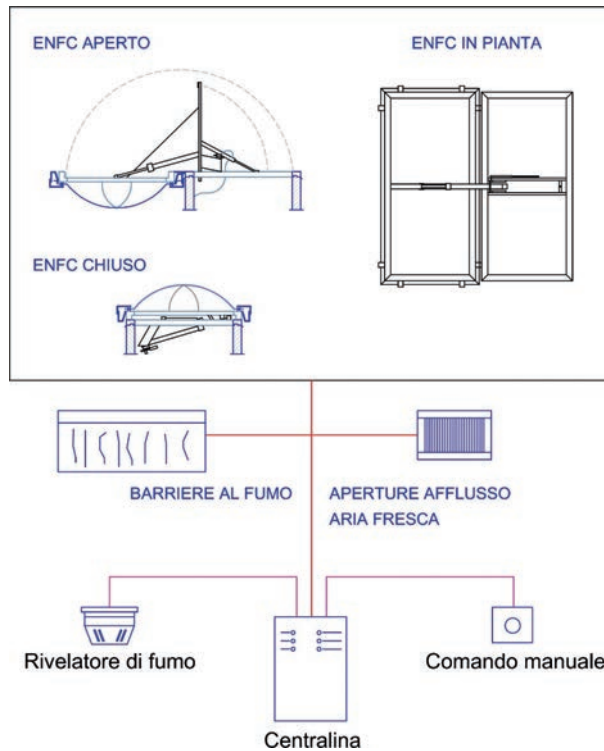
Si ottiene pertanto:

$$\text{SCT presente} = 0,65 \times [10 \times (3,50 \times 2,00)] = 45,5 \text{ m}^2$$

Risultando SCT presente » SCT richiesta, la verifica è largamente soddisfatta.

Ove la verifica non risultasse positiva, sarebbe possibile installare delle griglie di aerazione nella parte inferiore delle pareti, aventi superficie tale da poter garantire il necessario afflusso di aria fresca.

In ogni caso, cautelativamente, il progettista decide di prevedere una serie di aperture per l'afflusso di aria fresca nella parte inferiore delle pareti del capannone.



SCHEMA DI UN SENFC

È necessario, per il corretto funzionamento del SENFC, un comando (automatico e manuale) che attivi il sistema, che apra tutti gli ENFC del compartimento a soffitto nel quale l'incendio è in fase di crescita, e che faccia scendere le barriere al fumo che creano il serbatoio del fumo; tali comandi debbono essere progettati anche per l'azionamento delle aperture individuate per l'afflusso di aria.

Ove tali aperture fossero progettate per essere azionate anche manualmente dovrà prevedersi, nel piano di emergenza aziendale, la procedura ad uso dal personale che ne deve assicurare l'azionamento. Questa procedura può essere attuata solo in caso di squadra di emergenza sempre presente (H24).

Da ultimo si rammenta che, al fine di garantire il livello di prestazione III del SENFC, essendo presente un sistema IRAI, deve essere soddisfatta la prescrizione tecniche aggiuntiva di cui al par. 8.4.2.2.a che richiede la presenza di funzioni di comunicazione e controllo dello stato dell'impianto SEFC.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato effettuato il progetto di un sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SEFC) a servizio di un capannone di nuova realizzazione.

L'impianto in questione si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (III), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9494-1.

La progettazione del sistema SEFC si articola secondo le seguenti fasi:

- a) valutazione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio (t_c);
- b) determinazione del gruppo di dimensionamento;
- c) calcolo della superficie utile totale di apertura e del numero degli ENFC;
- d) verifica della corretta superficie totale delle aperture di afflusso di aria fresca.

❖ *Commento dei risultati*

La misura antincendio di controllo di fumi e calore consente di:

- mantenere, nella parte inferiore dell'ambiente, quello strato di aria indisturbato che agevola il regolare esodo dei presenti e lo svolgimento delle operazioni da parte delle squadre di soccorso;
- evitare la propagazione dei fumi e dei gas di combustione ai compartimenti circostanti;
- prevenire, o almeno ritardare, il raggiungimento del flashover, scongiurando la propagazione dell'incendio agli ambienti circostanti;
- limitare i danni all'edificio, specie in riferimento ai componenti strutturali.

Ai fini dell'efficacia del SEFC occorre valutare attentamente la validità degli input progettuali utilizzati (velocità di propagazione dell'incendio, distribuzione delle aperture di smaltimento, configurazione e stoccaggio dei materiali combustibili, ecc.).

Infatti, un'errata quantificazione degli stessi potrebbe comportare un'insufficiente quantificazione degli ENFC e pregiudicare l'efficacia del sistema.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Nella RTV Autorimesse (d.m. 21 febbraio 2017) la misura antincendio più complessa da gestire è quella relativa al Controllo di fumi e calore; ciò è dovuto al fatto che le altezze in gioco sono generalmente esigue.

Tale misura si prefigge come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'autorimesse per consentire il controllo, l'evacuazione o lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso d'incendio,

Il livello di prestazione aumenta con la complessità dell'attività e con l'affollamento, a partire dalla possibilità di smaltimento di fumo e calore d'emergenza (livello di prestazione II: allontanare i prodotti della combustione durante le operazioni di estinzione dell'incendio da parte delle squadre di soccorso) fino ad un sistema per l'evacuazione di fumo e calore SEFC (livello di prestazione III: evacuazione controllata dei prodotti della combustione durante tutte le fasi dell'incendio, in modo da mantenere nel compartimento uno strato libero dai fumi che consenta la salvaguardia anche degli occupanti).

A differenza dei SEFC, quindi, lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza non ha la funzione di creare un adeguato strato libero dai fumi durante lo sviluppo dell'incendio, ma solo quello di facilitare l'opera di estinzione dei soccorritori.

Esso si attua tramite le aperture di smaltimento (punto S.8.5.2 del Codice) dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'edificio, che coincidono generalmente con quelle già ordinariamente disponibili per la funzionalità dell'attività (finestre, porte, lucernari, ecc.).

In funzione della valutazione del rischio, una parte della superficie utile delle aperture di smaltimento dovrebbe essere realizzata con una modalità SEa, SEb, SEc (permanentemente aperte o facilmente apribili); il livello di prestazione richiesto è descritto nella tab. V.6-4.

Per le autorimesse pubbliche interrato di superficie inferiore a 5000 m² e per quelle private di superficie fino a 10000 m², è sufficiente garantire lo smaltimento di fumi e calore d'emergenza (livello di prestazione II), per le autorimesse più complesse, invece, il livello di prestazione richiesto è III, quindi è necessario garantire anche i percorsi di esodo liberi dai fumi per gli occupanti anche nel compartimento di primo innesco.

Caso studio 12: progetto di un sistema di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC)

Descrizione

Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di una falegnameria oggetto di una completa ristrutturazione, il progetto di un sistema di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC) secondo le prescrizioni di cui al cap. S.8.

Non si è potuto procedere alla realizzazione di un sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SEFC) in quanto la costruzione che ospita la falegnameria risulta seminterrata.

La falegnameria è suddivisa in una zona adibita alla lavorazione del legno e una a deposito; la quantità di materiale stoccato è pari a circa 45000 Kg.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche della costruzione	Vedi planimetria (A = 1230 m ² ; h = 3,50 m)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in C.A.

Schema planimetrico della falegnameria

Quantità di materiale	Vedi di seguito
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Numero addetti	16 (non è prevista la presenza di persone disabili)
Profilo di rischio R _{vita}	A2 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite di piano	8 aventi L = 4,20 m; h = 2,70 m (par. S.4.8.3)
Finestre	36 aventi L = 1,10 m; h = 1,10 m (2,20 m h davanzale) (par. S.8.5.2)
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) ► Livello III di prestazione (par. S.6.6.2) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.4.1) Impianto SEFFC (UNI 9494-2) ► Livello III di prestazione (par. S.8.4.2)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Non presente H 24
Ubicazione geografica del sito	Alessandria

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel capannone si è determinato, in via approssimativa, il valore del carico di incendio specifico q_f pari a 1057,1 MJ/m² (vedi par. S.2.9).

Compartimento antincendio capannone	Superficie in pianta lorda A (1) (m ²)	Materiale combustibile	m _i	Ψ _i	Quantità	u.m.	Potere	u.m.	Carico	Carico d'incendio		
							calor. inf. Hi (MJ/kg)		d'incendio q = Σ g _i H _i m _i Ψ _i (MJ)	specifico qf = q / A (MJ/m ²)	(kg _{eq} /m ²)	
	1.230	pallets in legno	0,8	1	2.500	kg	18,48	MJ/kg	36.960			
		scatole di cartone	0,8	1	2.000	kg	18,48	MJ/kg	29.568			
		cavi elettrici	1	1	3.500	kg	46,00	MJ/kg	161.000			
		arredi e scaffalature	0,8	1	12.000	kg	18,48	MJ/kg	177.408			
		legname	0,8	1	45.000	kg	18,48	MJ/kg	665.280			
		componenti impianti tecnologici (2)	1	1	5.000	kg	46,00	MJ/kg	230.000			
									totale	1.300.216	1.057,1	57,2

Note:

- 1 Nel caso di distribuzione non uniforme del carico di incendio è l'area in cui è concentrato il materiale combustibile;
- 2 Si consideri che la quantità di plastica è circa il 70% del peso complessivo dei componenti elettrici immagazzinati (cavi e componenti vari per impianti elettrici), che per la rimanente parte sono incombustibili.

Pertanto, il valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ risulta pari a:

$$q_{f,d} = q_f \times \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n = 1057,1 \times 1,40 \times 1,00 \times 0,61 = 905,7 \text{ MJ/m}^2$$

dove:

- $\delta_{q1} = 1,40$ (A = 1230 m²);
- $\delta_{q2} = 1,00$ (Classe di rischio II - tab. S.2-5)
- $\delta_n = \delta_{n2} \times \delta_{n8} \times \delta_{n9} = 0,80 \times 0,90 \times 0,85 = 0,61$

A tale valore di $q_{f,d}$ corrisponde una classe minima di resistenza al fuoco pari a 90 (vedi par. S.2.4.3).

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, non normata, classificata al punto 37.1.B dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Stabilimenti e laboratori per la lavorazione del legno con materiale in lavorazione e/o in deposito in quantità da 5000 a 50000 kg".

Obiettivi dello studio

Si vuole progettare il sistema SEFFC, verificando che esso rappresenti una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (III), vedi par. S.8.2, e che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9494-2.

Attribuzione dei profili di rischio	R _{vita} = A2	Attribuzione del livello di prestazione S.8	III
	R _{beni} = 1		

I controllo, l'evacuazione e lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio

La misura antincendio di controllo di fumi e calore consente di:

- mantenere, nella parte inferiore dell'ambiente, quello strato di aria indisturbato che agevola il regolare esodo dei presenti e lo svolgimento delle operazioni da parte delle squadre di soccorso;
- evitare la propagazione dei fumi e dei gas di combustione ai compartimenti circostanti;
- prevenire, o almeno ritardare, il raggiungimento del flashover, scongiurando la propagazione dell'incendio agli ambienti circostanti;
- limitare i danni all'edificio, specie in riferimento ai componenti strutturali.

Progetto del sistema di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC)

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.8, alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI 9494-2:2017	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC)
UNI 9494-3:2014	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore
UNI EN 12101-1:2006	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Specifiche per le barriere al fumo
UNI EN 12101-3:2015	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Specifiche per gli evacuatori forzati di fumo e calore
TR 12101-4	Sistemi di evacuazione Fumo e Calore installati
TR 12101-5	Linea guida relativa alle raccomandazioni funzionali ed ai metodi di calcolo degli SEFC
UNI EN 12101-7:2011	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 7: Serrande per il controllo del fumo
UNI EN 12101-8:2011	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 8: Serrande per il controllo dei fumi
UNI EN 12101-10:2006	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 10: Apparecchiature di alimentazione

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DEI SISTEMI SEFFC

Descrizione dell'impianto

L'obiettivo di un SEFFC è quello di garantire uno strato d'aria libera da fumi, sopra il quale possa galleggiare lo strato di fumi e gas caldi prodotti dall'incendio, che saranno avviati all'esterno dell'attività tramite ventilazione meccanica.

La progettazione del SEFFC, che si basa sul processo di analisi e valutazione del rischio per l'attività da proteggere, si articola secondo le seguenti fasi:

- a) valutazione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio (t);
- b) determinazione del gruppo di dimensionamento;
- c) determinazione della portata volumetrica di aspirazione;
- d) determinazione delle temperature dei fumi (media e locale);
- e) individuazione dei vari componenti del SEFFC:
 - ventilatori per SEFFC;
 - punti di estrazione del fumo e calore;
 - punti di afflusso dell'aria esterna;
 - condotte di controllo del fumo;
 - serrande di controllo del fumo;
 - barriere al fumo;
 - condotte per l'immissione dell'aria esterna;
 - serrande per l'immissione dell'aria esterna;
 - ventilatori di immissione dell'aria esterna.
- f) individuazione dei dispositivi di attivazione, azionamento e controllo del SEFFC.

Prioritariamente occorre determinare:

- l'altezza del locale (punto 6.2 della norma UNI 9494-2);
- la velocità di propagazione dell'incendio;
- l'altezza dal pavimento libera dai fumi (y) (punto 6.4 della norma UNI 9494-2);
- il tempo di allarme e il tempo di intervento (punti 6.6.2 e 6.6.3 della norma UNI 9494-2).

L'altezza del locale, essendo la copertura dell'edificio orizzontale, è pari all'altezza libera interna $h = 3,50$ m.

Nel caso in esame si ipotizza, considerati i combustibili presenti, una velocità di propagazione dell'incendio di tipo media (vedi punto F.3 dell'Appendice F); per il valore (minimo) dell'altezza y dal pavimento libera dai fumi si fissa un valore pari a quello minimo previsto dalla norma ($\geq 2,50$ m), conseguentemente, lo spessore z dello strato di fumo a soffitto risulterà pari a $h - y = 3,50 - 2,50 = 1,00$ m.

Valutazione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio

La durata convenzionale di sviluppo dell'incendio (t) indica l'intervallo di tempo compreso tra l'inizio dell'incendio e l'istante nel quale viene attuata un'azione di spegnimento.

Ipotizzando la presenza nel capannone di un sistema fisso automatico di rivelazione e di segnalazione di allarme incendio che avvia automaticamente il SEFFC, è possibile considerare:

- il tempo di allarme, che intercorre fra l'inizio dell'incendio e la segnalazione di allarme, pari a zero (vedi punto 6.6.2 della norma UNI 9494-2);
- il tempo di intervento, che intercorre tra la segnalazione di allarme e l'inizio dell'azione di spegnimento, considerato che gli addetti al servizio antincendio non sono presenti continuamente nell'arco delle 24 h (ma solamente durante l'esercizio dell'attività) e tenuto anche conto del tempo medio di intervento della squadra di soccorso esterno dei VV.F. (vedi prospetto F.1 della norma UNI 9494-2).

Pertanto, la durata convenzionale t di sviluppo d'incendio, data dalla somma dei due suddetti tempi, risulta pari a:

$$t = 0 + 9 = 9 \text{ minuti}$$

Il dimensionamento del SEFFC, secondo le previsioni della norma UNI 9494-2, presuppone che il locale abbia una superficie ≤ 1600 m² o che venga suddiviso, mediante idonee barriere al fumo (conformi al punto 6.4), in serbatoi di fumo aventi superficie massima A_s pari a 1600 m².

Nessun lato del serbatoio di fumo dovrà essere maggiore di 60 m.

Ulteriori suddivisioni (ad esempio elementi strutturali chiusi) della superficie di serbatoio di fumo non influiscono in nessun modo sul dimensionamento (vedi punto 6.5).

Nel caso in esame, la superficie della falegnameria risulta inferiore al massimo indicato ($A_s = 1600$ m²); si prevede pertanto un unico serbatoio di fumo, che rispetta anche la prescrizione dei lati aventi lunghezza < 60 m (vedi planimetria seguente).

Determinazione del gruppo di dimensionamento

Il gruppo di dimensionamento del sistema, corrispondente alla superficie dell'incendio descritta nell'Appendice B, si ricava dal prospetto 1 della norma UNI 9494-2 in funzione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio e della velocità di propagazione attesa.

Colonna	1	2	3	4
Riga	Tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio	Velocità di propagazione dell'incendio		
		bassa	media	alta
1	≤ 5	1	2	3
2	≤ 10	2	3	4
3	≤ 15	3	4	5
4	≤ 20	4	5	—

PROSPETTO 1 (UNI 9494-2)

In realtà, dall'incrocio riga (2) e colonna (3) sarebbe risultato un gruppo di dimensionamento pari a 3; tuttavia ipotizzando la presenza di materiali immagazzinati nel compartimento con altezze maggiore di 1,50 m, il gruppo di dimensionamento deve essere aumentato di una unità (punto 6.6.4).

Nel caso di estrazione forzata (SEFFC) concorre al dimensionamento del sistema anche il rilascio termico specifico (HRR per unità di superficie, solitamente 300 kW/m²); tale valore è stato considerato nel prosieguo dell'esempio (punto 6.6.5). La norma tecnica può essere utilizzata, con i dovuti accorgimenti, anche in

condizioni differenti da quelle generalmente ipotizzate (vedi, ad esempio, il punto 6.8 o l'Appendice A della norma 9494-2). In ogni caso, è possibile far ricorso all'approccio ingegneristico (vedi par. S.8.4.4.).

Determinazione della portata volumetrica di aspirazione

La portata volumetrica di aspirazione (espressa in m³/h) per ogni serbatoio a soffitto (compartimento a soffitto) si ottiene dall'incrocio di righe e colonne del prospetto 2:

Riga	Altezza dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	29000	46000	75000	128000	223000 ¹⁾
2	3	34000	55000	88000	146000	248000
3	4	43000	72000	115000	181000	303000
4	5	50000	85000	143000	229000	366000
5	6	59000	96000	16000	276000	436000
6	7	73000	105000	183000	311000	512000
7	8	88000	121000	197000	342000	580000
8	9	106000	143000	208000	368000	633000
9	10	123000	166000	231000	387000	681000

1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (flashover) che rendono il sistema SEFFC inefficace nella creazione di uno strato libero da fumo per proteggere le persone presenti nel locale. È quindi necessario modificare il progetto per ottenere un gruppo di dimensionamento minore.

PROSPETTO 2 (UNI 9494-2)

Determinazione delle temperature dei fumi (media e locale)

La temperatura media dei fumi $\Theta_{F,media}$ (espressa in °C) si ottiene dall'incrocio di righe e colonne del prospetto 3:

Riga	Altezza dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	160	210	290	400	560
2	3	130	170	230	310	430
3	4	100	120	150	210	290
4	5	80	100	120	160	210
5	6	70	90	100	120	170
6	7	60	80	90	110	140
7	8	50	70	90	100	120
8	9	50	60	80	90	110
9	10	40	60	70	90	100

PROSPETTO 3 (UNI 9494-2)

La temperatura locale dei fumi (espressa in °C) si ottiene dall'incrocio di righe e colonne del prospetto 4:

Riga	Altezza dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	196	268	371	516	722 ¹⁾
2	3	156	209	287	397	554
3	4	121	148	193	265	367
4	5	103	122	148	196	268
5	6	90	108	127	155	209
6	7	74	99	114	135	170
7	8	64	87	106	122	146
8	9	56	75	101	113	133
9	10	50	67	91	107	123

1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (flashover) che rendono il sistema SEFFC inefficace nella creazione di uno strato libero da fumo per proteggere le persone presenti nel locale. È quindi necessario modificare il progetto per ottenere un gruppo di dimensionamento minore.

PROSPETTO 4 (UNI 9494-2)

Individuazione dei vari componenti del SEFFC

Saranno illustrati i componenti principali del SEFFC oggetto del caso in esame.

Alcuni componenti del SEFFC dovranno essere scelti in funzione delle prestazioni da garantire, in maniera da resistere alle sollecitazioni cui saranno soggetti durante il funzionamento in caso d'incendio.

Le dimensioni dovranno soddisfare i requisiti prestazionali dell'impianto, con particolare riferimento alle classi minime di temperatura (prospetto 5), in funzione delle condizioni di funzionamento di cui al prospetto 4.

Componenti	Temperatura locale dei fumi				Norme di riferimento
	≤ 200 °C	≤ 300 °C	≤ 400 °C	≤ 600 °C	
Ventilatori per SEFFC	F200	F300	F400	F600	UNI EN 12101-3
Condotte di controllo del fumo (singolo compartimento)	E ₃₀₀ 30 S	E ₃₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	UNI EN12101-7
Condotte di controllo del fumo (compartimenti multipli)	EI xxx S				
Serrande di controllo del fumo (singolo compartimento)	E ₃₀₀ 30 S	E ₃₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	UNI EN 12101-8
Serrande di controllo del fumo (compartimenti multipli)	EI xxx S				
Barriere al fumo	D 30				UNI EN 12101-1
Cavi di segnale					CEI 20-105
Cavi di potenza					UNI EN 13S01-1 UNI EN 13501-3

PROSPETTO 5 (UNI 9494-2)

Per i prodotti con classe EI xxx S, il termine "xxx*" indica la classe di resistenza al fuoco (da 15 a 240 minuti) del compartimento antincendio nel quale il prodotto è installato e S indica la tenuta al fumo.

Per le condotte di immissione dell'aria esterna valgono gli stessi requisiti delle condotte di controllo del fumo, siano esse per singolo compartimento o per compartimento multiplo.

Per le serrande di controllo dell'immissione dell'aria esterna valgono gli stessi requisiti delle serrande di controllo del fumo, siano esse per singolo compartimento o per compartimento multiplo (punto 6.10.2).

Ventilatori per SEFFC (punto 6.10.3)

I ventilatori di estrazione (EFFC) sono macchine che, tramite la movimentazione meccanica delle masse di fumo, lo estraggono dal compartimento dove si è sviluppato l'incendio, al fine di arrivare all'obiettivo di garantire uno strato libero dal fumo predeterminato.

I ventilatori dovranno essere conformi alla norma UNI EN 12101-3 (recepita dal d.m. 16 febbraio 2007 - tab. A.7.6 e, nel Codice, in tab. S.2-35) e classificati come previsto al prospetto 5.

Dovranno inoltre soddisfare i requisiti di progetto (portata e prevalenza, modalità di installazione e prestazioni specifiche).

Il/i ventilatore/i dovrà/dovranno essere dimensionato/i in base alle prescrizioni della norma tecnica (UNI 9494-2) e garantire una portata (espressa in m³/h) uguale, o maggiore, alla massa di fumo da estrarre.

La prevalenza del ventilatore (espressa in Pa), che rappresenta la forza con la quale lo stesso aspira il fumo dal serbatoio a soffitto, compensa le perdite di carico che il fumo incontra fino all'allontanamento verso l'esterno del compartimento.

È possibile, generalmente, ipotizzare che una prevalenza di 300 Pa risulti sufficiente a vincere le perdite di carico del sistema.

In funzione della portata e della prevalenza potrà essere determinata la tipologia del motore del ventilatore e, di conseguenza, il relativo assorbimento elettrico.

L'assorbimento elettrico del ventilatore per SEFFC rappresenta un dato importante in quanto determina la potenza elettrica (espressa in kW) da garantire in caso di incendio; si rammenta, a tal proposito, che un SEFFC è un impianto di protezione attiva ai sensi del *Decreto Impianti* (d.m. 20 dicembre 2012) e deve essere dotato di alimentazione sussidiaria, in mancanza di energia elettrica primaria.

La massa di fumo da estrarre e convogliare all'esterno del compartimento è pari a 128000 m³/h.



TORRINO ESTRATTORE ARIA CON SCARICO VERTICALE

Punti di estrazione del fumo e calore (punto 6.10.4)

I punti di estrazione (o aspirazione) possono essere costituiti da:

- nei sistemi ad aspirazione diretta è l'apertura di estrazione fumo del ventilatore;
- semplici aperture realizzate sulle condotte di controllo del fumo per singolo compartimento;
- elementi terminali installati sulle condotte di controllo del fumo per singolo compartimento;
- serrande di controllo del fumo (per singolo compartimento o compartimenti multipli) installate sulla superficie delle condotte di controllo del fumo.

Nel caso di impiego di elementi terminali come griglie o diffusori, il materiale utilizzato ed il sistema di fissaggio/installazione debbono garantire la resistenza alle temperature locali dei fumi previste (vedi prospetto 4) per evitare che il distacco di alcuni componenti comprometta il funzionamento della singola apertura di aspirazione o dell'intero SEFFC.

In particolare modo è da porre particolare attenzione alla presenza di eventuali componenti in materiale non metallico (PVC, nylon, ecc.).

Nel caso che le aperture di aspirazione fumo e calore siano costituite da serrande di controllo del fumo, i rispettivi requisiti di classe di temperatura debbono essere almeno uguali a quelli della condotta di controllo del fumo sul quale sono installate.

In tutti i casi (SEFFC ad aspirazione diretta, canalizzata o centralizzata) per ciascun serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) deve essere verificata l'equazione:

$$V_{TOT} = \sum V_i \quad (\text{con } i \text{ da } 1 \text{ a } N)$$

dove:

- V_{TOT} è la portata volumetrica totale di aspirazione dal serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) ricavata dal prospetto 2;
- V_i è la portata volumetrica per l'i-esimo punto di aspirazione;
- N è il numero delle aperture di aspirazione.

In ogni punto di aspirazione la portata volumetrica aspirata V_i non dovrà essere maggiore del valore di $V_{i \max}$ che viene determinato, utilizzando il nomogramma di fig. 5 del punto 6.10.4, in base ai seguenti fattori:

- $\theta_{F,media}$ è la temperatura media dei fumi (vedi prospetto 3);
- Δd_s è la distanza di aspirazione dallo strato inferiore del fumo (vedi fig. 4 del punto 6.10.4).

La distanza minima (S_{min}) tra due punti di aspirazione vicini è determinata mediante la seguente formula:

$$S_{min} \geq 0,015 (V_i)^{1/2}$$

Le dimensioni del punto di aspirazione debbono rispettare la condizione $D_{AB} < \Delta d_s / 2$ (dove D_{AB} è il diametro del punto di estrazione).

Nel caso in esame, ipotizzando che le prese di estrazione siano ubicate sulla faccia superiore delle canalizzazioni, si avrà:

$$\begin{aligned} V_{TOT} &= 128000 \text{ m}^3/\text{h} \\ \theta_{F,media} &= 400 \text{ }^\circ\text{C} \\ \Delta d_s &= 0,80 \text{ m} \end{aligned}$$

e, pertanto, un valore per $V_{i \max}$ pari a 17900 m^3/h circa che determina il numero delle aperture di aspirazione necessarie ($V_i = 16000 \text{ m}^3/\text{h}$):

$$N = V_{TOT} / V_i = 128000/16000 = 8$$

Da ultimo si dovrà verificare che:

$$S_{min} \geq 0,015 (V_i)^{1/2} = 0,015 (16000)^{1/2} = 1,90 \text{ m}$$

e che:

$$D_{AB} < \Delta d_s / 2 = 0,80/2 = 0,40 \text{ m}$$

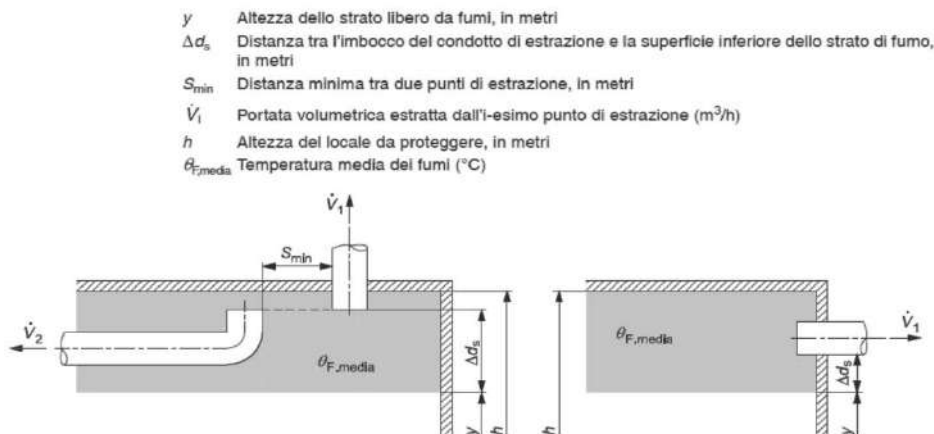


FIG. 4 NORMA UNI 9494-2

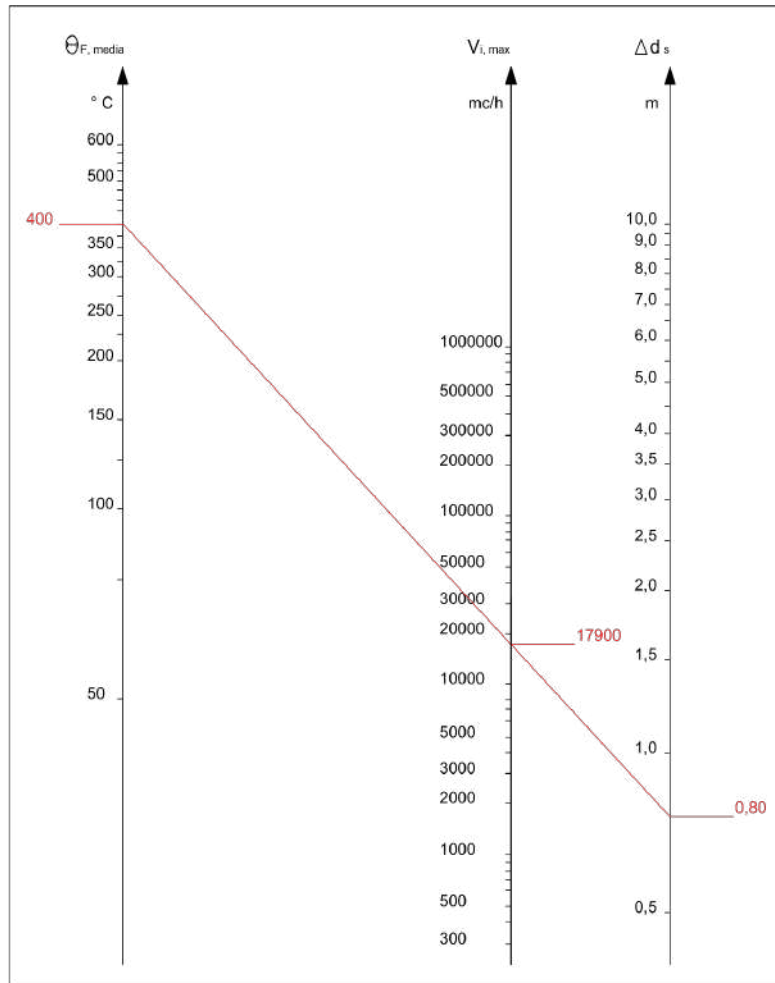
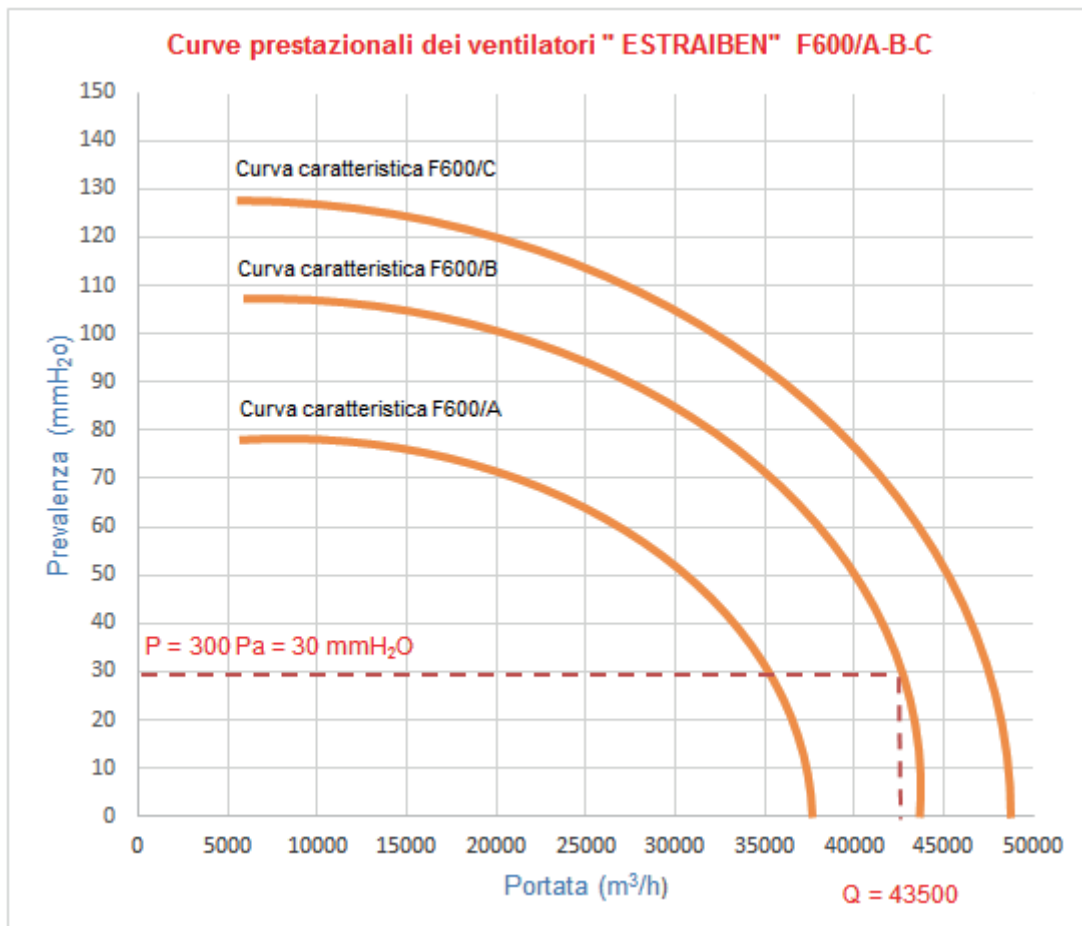


FIG. 5 NORMA UNI 9494-2

Tanto premesso, si è individuata una tipologia di torino centrifugo, a flusso verticale, omologazione F600 (temperatura 600 °C e funzionamento minimo di 60 minuti).

Con prevalenza 300 Pa, la portata nominale risulta (vedi diagramma seguente, curva F600/B) pari a 43500 m³/h circa; la potenza è pari a 11 kW e l'assorbimento a 22,4 A.



Occorrerà prevedere tre torrini (128000 / 43500) con condotte che dovranno avere due punti di aspirazione a servizio di un torrino con i restanti due a servizio di tre punti di aspirazione (vedi planimetria seguente). Il calcolo aeraulico delle condotte dovrà essere effettuato garantendo nei punti di prelievo un'aspirazione che non superi il $V_{i\ max}$ e che non sia inferiore al V_i individuato.

Come riferimento per il calcolo aeraulico può essere adottata la norma UNI 10381-1:1996 "Impianti aeraulici. Condotte. Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera", benché ritirata.

Punti di afflusso dell'aria esterna (punto 6.10.5)

Il SEFFC deve garantire un adeguato afflusso di aria di ricambio che entri nel compartimento (rigorosamente al di sotto dello strato di fumo) per subentrare ai fumi estratti dall'ambiente.

I punti di afflusso dell'aria esterna possono essere costituiti da:

- aperture installate su una o più pareti del compartimento che confinano con l'ambiente esterno;
- aperture installate su canali destinati all'afflusso dell'aria esterna tramite un apposito ventilatore.

L'afflusso dell'aria esterna di ricambio può quindi essere di tipo *naturale* (aperture di ingresso continuamente aperte, ad apertura manuale o automatica (porte, finestre, ecc.) o *forzato* (presenza di un impianto dedicato mediante ventilazione meccanica).

È importante che l'aria esterna immessa non disturbi il moto della massa dei fumi accumulati nel serbatoio provocandone il mescolamento e il raffreddamento, e di conseguenza una pericolosa discesa; a tal fine la norma prevede che lo spigolo superiore di ciascuna apertura abbia una distanza di almeno 1,00 m dal limite inferiore dello strato di fumo e la velocità massima di immissione sia pari a 2 m/s.

Laddove non possa essere rispettato il limite di distanza di 1,00 m, la velocità di reintegro dovrà essere al massimo di 1m/s.

- La minima superficie efficace A_{EF} per le aperture di afflusso dell'aria esterna (in m^2) si calcola dividendo la portata volumetrica aspirata dal serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) (prospetto 2) per la velocità massima ammissibile per l'ingresso dell'aria di ricambio.

Nel caso di immissione naturale, l'apertura geometrica utilizzata A_{AE} deve essere moltiplicata per un fattore C_r correttivo, che la norma pone (prospetto 6):

- 0,65 per porte e cancelli
- da 0,65 a 0,3 per finestre ad apertura normale o vasistas

$$A_{EF} = A_{AE} \times C_r$$

Le aperture per l'afflusso dell'aria esterna debbono essere posizionate facendo attenzione alla distanza che le separa dal punto in cui il fumo viene espulso (sia esso un ventilatore per SEFFC o un canale di espulsione) per prevenire il suo rientro nel compartimento stesso.

Questa condizione può essere ritenuta valida se le aperture sono posizionate ad almeno 2,50 m in altezza tra l'afflusso e l'espulsione e la distanza orizzontale sia di almeno 8,00 m (punto 6.10.5.3).

Nel caso di immissione forzata, le aperture possono essere costituite da semplici aperture realizzate sulle condotte di immissione dell'aria esterna, da elementi terminali (a scopo estetico o funzionale) installati sulle medesime condotte, da serrande per il controllo dell'immissione dell'aria esterna (per singolo compartimento o compartimenti multipli) installate sulla superficie delle condotte predisposte (punto 6.10.5.4).

In tale ipotesi, essendo la portata voluta garantita da un ventilatore, la norma non prevede fattori correttivi.

- La minima superficie per le aperture di afflusso dell'aria esterna (in m^2) si calcola dividendo la portata aspirata dal serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) (prospetto 2) per la velocità massima ammissibile per l'ingresso dell'aria di ricambio.

Nel caso di immissione forzata va evitata la pressurizzazione dei locali da proteggere; a tal fine è necessario correggere la portata di mandata in funzione della densità dei fumi estratti in modo da avere il bilanciamento in massa delle portate fluenti.

Al fine di evitare fenomeni di rientro dei fumi, il posizionamento dei punti di aspirazione dell'aria esterna deve seguire le medesime prescrizioni valide per le aperture di afflusso di tipo naturale.

- La portata di reintegro si ottiene moltiplicando la portata volumetrica di aspirazione per il rapporto tra il valore di densità dei fumi di cui al prospetto 7 e la densità dell'aria esterna a 20 ° C (1,2041 kg/m^3)

Nel caso in esame, si ha:

Ipotesi immissione forzata

Con riferimento alle temperature di cui al prospetto 3, il prospetto 7 riporta le corrispondenti densità:

Riga	Altezza dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	0,81	0,73	0,63	0,52	0,42
2	3	0,88	0,80	0,70	0,61	0,50
3	4	0,96	0,90	0,83	0,73	0,63
4	5	1,00	0,96	0,90	0,81	0,73
5	6	1,03	0,97	0,95	0,90	0,80
6	7	1,06	1,00	0,97	0,92	0,85
7	8	1,09	1,03	0,97	0,96	0,90
8	9	1,09	1,06	1,00	0,97	0,92
9	10	1,13	1,06	1,03	0,97	0,95

PROSPETTO 7 (UNI 9494-2)

La portata di reintegro, nell'ipotesi di una temperatura esterna pari a 20 ° C, dovrà essere pari a:

$$Q = 128000 \times 0,52/1,2041 = 55280 \text{ m}^3/\text{h}$$

A tale scopo, sarà necessario installare due ventilatori di immissione in copertura dotati di condotte che immettano l'aria fresca nella parte bassa del compartimento servito.
Se le condotte attraversano il serbatoio di fumo a soffitto, dovranno essere resistenti alla temperatura media dei fumi.

Condotte di controllo del fumo (punto 6.10.6)

Le condotte di controllo del fumo debbono essere realizzate con sezioni ciascuna conforme alla norma UNI EN 12101-7 (vedi tabb. S.2-30 e S.2-31).

Questi componenti dell'impianto permettono di collegare ad un unico ventilatore per SEFFC una o più aperture di estrazione fumo e calore, e si dividono tra condotte di controllo del fumo per singolo compartimento e per compartimenti multipli.

Le prime si utilizzano all'interno del compartimento origine dell'incendio; in questo caso, la condotta è attraversata esclusivamente dal fumo aspirato dallo stesso compartimento.

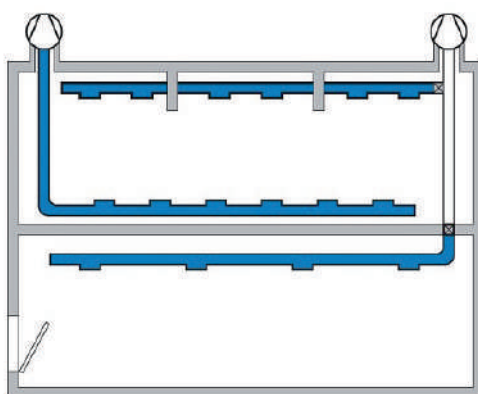
Le seconde si utilizzano quando la condotta attraversa un compartimento diverso da quello nel quale ha avuto origine l'incendio.

Per le condotte di immissione dell'aria esterna valgono gli stessi requisiti delle condotte di controllo del fumo, siano esse per singolo compartimento o per compartimento multiplo.

Nel caso in esame, vedi prospetto 5, le condotte dovranno essere di tipo E₆₀₀ 30 S (temperatura 600 °C e funzionamento minimo di 30 minuti).



CONDOTTE DI CONTROLLO DEL FUMO



CONDOTTE DI CONTROLLO DEL FUMO PER COMPARTO SINGOLO

Serrande di controllo del fumo (punto 6.10.7)

Le serrande di controllo del fumo debbono essere conformi alla norma UNI EN 12101-8 (vedi tabb. S.2-32 e S.2-33).

Questi componenti dell'impianto, collegati al sistema di controllo, hanno lo scopo di consentire l'estrazione del fumo esclusivamente dal serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) interessato dall'incendio.

Le serrande sono utilizzate prevalentemente in SEFFC ad aspirazione centralizzata; la loro applicazione prevede due principali tipi di installazione:

- in condotta, cioè nel punto di giunzione tra due tratti successivi di condotte di controllo del fumo;
- sulla superficie di una condotta per il controllo del fumo.

Tutte le serrande debbono essere collegate al sistema di controllo in maniera da permettere di cambiare il loro stato, aperto o chiuso, in funzione dello scenario di incendio verificatosi.

In particolare, le serrande di tipo "MA" (con posizione modificabile) si utilizzano laddove nel progetto sia previsto un efficace intervento delle squadre di soccorso che attivino o modifichino, entro 25 minuti dall'inizio dell'incendio, lo scenario del SEFFC.

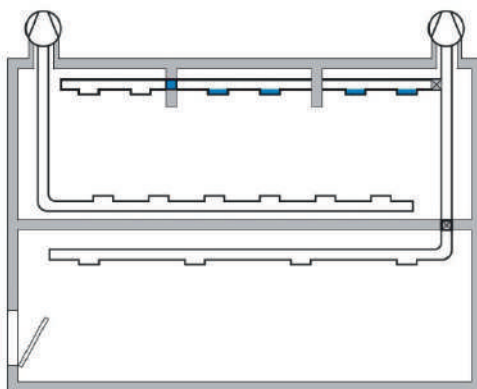
Negli altri casi possono essere utilizzate le serrande di tipo "AA" (per sistemi di attivazione automatica).

Per le serrande di controllo dell'immissione dell'aria esterna valgono gli stessi requisiti delle serrande di controllo del fumo, siano esse per singolo compartimento o per compartimento multiplo.

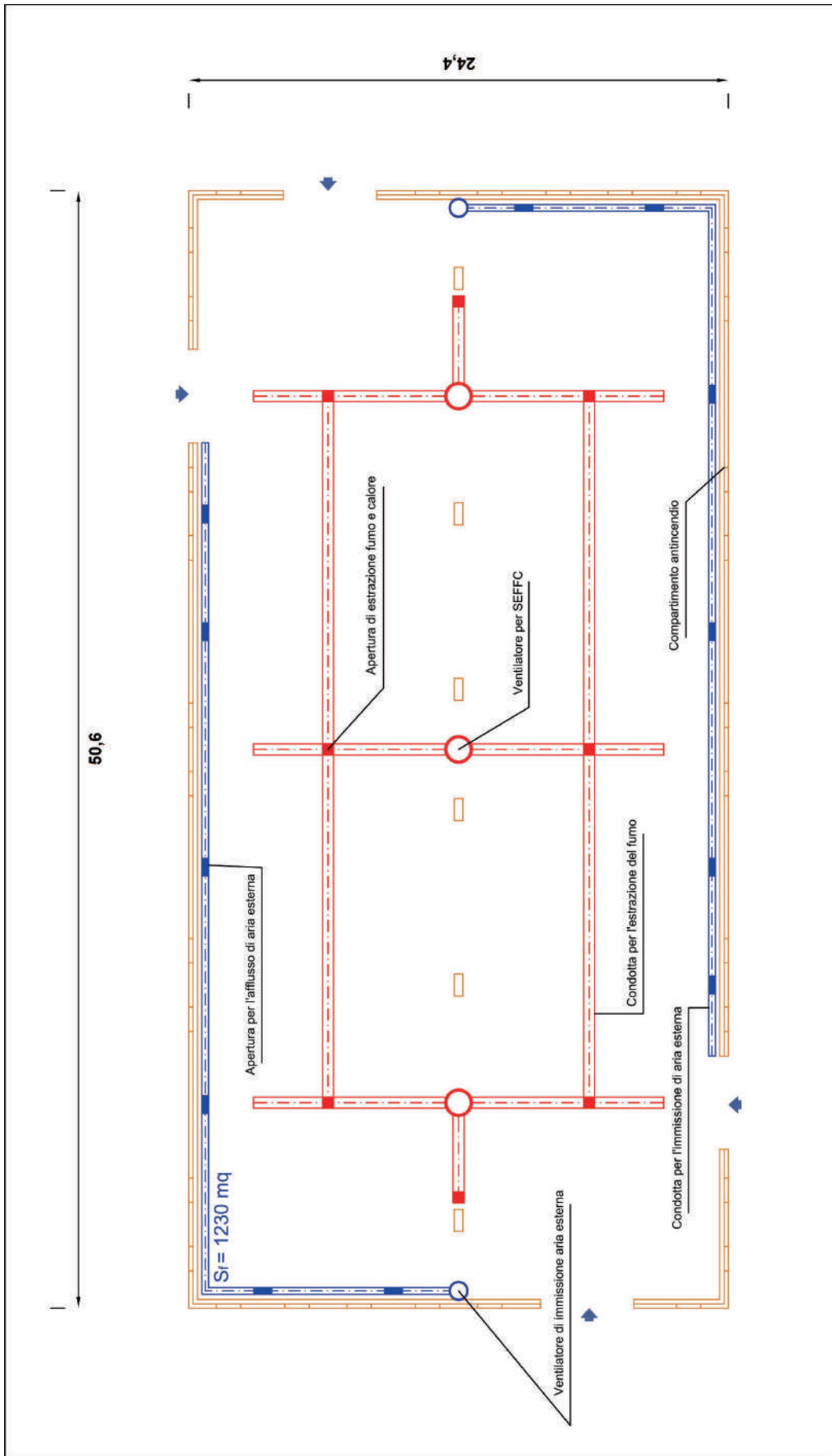
Nel caso in esame, vedi prospetto 5, le condotte dovranno essere di tipo E₆₀₀ 30 S (temperatura 600 °C e funzionamento minimo di 30 minuti).



SERRANDA PER IL CONTROLLO DEL FUMO



SERRANDE PER IL CONTROLLO DEL FUMO PER COMPARTO SINGOLO



PLANIMETRIA DELLA FALEGNAMERIA - INDICAZIONE DEI COMPONENTI PRINCIPALI DEL SEFFC

Individuazione dei dispositivi di attivazione, azionamento e controllo del SEFFC

La procedura di attivazione del SEFFC può avvenire tramite l'intervento di:

- un segnale di allarme generato dall'Impianto di Rivelazione ed Allarme Incendio (IRAI) conforme alla norma UNI 9795;
- un comando manuale remoto.

Alcuni componenti del SEFFC, quali ad esempio i serramenti per l'afflusso dell'aria esterna, possono essere attivati anche manualmente.

La norma UNI 9494-2, in riferimento ai *Dispositivi di azionamento e di controllo* del SEFFC, al punto 6.10.12 distingue tra il *sistema di comando e controllo* e l'*impianto di alimentazione elettrica*.

Il *sistema di comando e controllo* deve essere in grado di realizzare e segnalare il ciclo di attivazione del SEFFC e, in particolare di tutti gli elementi attivi dello stesso.

Il sistema di comando e controllo deve inoltre consentire la sorveglianza e, in particolare, il monitoraggio dello stato del SEFFC garantendone il funzionamento nel tempo.

Ove presente un sistema IRAI (conforme alla norma UNI 9795), il sistema di comando e controllo deve essere ad esso collegato ricevendo la segnalazione di incendio in ogni specifico serbatoio a soffitto; inoltre deve essere soddisfatta la prescrizione tecnica aggiuntiva di cui al par. 8.4.2.2.a che richiede la presenza di funzioni di comunicazione e controllo dello stato dell'impianto SEFC.

Al punto 6.10.12.1 sono forniti alcuni vincoli in merito alla tipologia di collegamento tra la centrale di controllo e i moduli di campo preposti al controllo dei singoli dispositivi:

- il collegamento deve essere costituito da uno o più anelli chiusi o da un collegamento a stella, al fine di assicurare il funzionamento anche nell'ipotesi di interruzione delle linee di comando;
- non è ammesso il collegamento costituito da uno a più anelli aperti.

In riferimento all'*impianto di alimentazione elettrica*, dedicato esclusivamente al SEFFC, è previsto (vedi punto 6.10.12.2) che, ai fini della determinazione della continuità dell'alimentazione elettrica, la disponibilità del servizio potrà essere attestata dall'Ente erogatore mediante dati statistici degli anni precedenti; è ritenuta accettabile un'indisponibilità di 60 ore/anno.

Individuazione dello schema e della tipologia del SEFFC

In conclusione, facendo riferimento all'Appendice D della norma UNI 9494-2, si accenna allo schema ed alla tipologia del SEFFC da utilizzare nel caso in esame.

In generale, le varie tipologie di SEFFC possono essere classificate sulla base delle seguenti caratteristiche:

- 1) tipologia di aspirazione/evacuazione fumo e calore (sistemi con aspirazione diretta nell'ambiente, canalizzata per singolo serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) o centralizzata per più serbatoi di fumo);
- 2) interazione con la compartimentazione antincendio (sistemi atti a estrarre il fumo e calore da un singolo compartimento antincendio o da compartimenti multipli);
- 3) tipologia di immissione dell'aria esterna (sistemi con afflusso naturale o forzato);
- 4) natura dell'impianto SEFFC (solo estrazione fumi o doppia funzione).

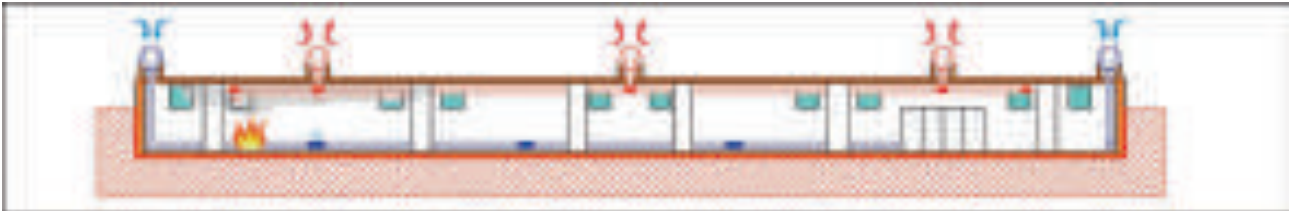
Un SEFFC può essere descritto da una sigla di quattro lettere così definita nella citata Appendice D:

SEFFC - 1,2,3,4

dove:

- 1 è funzione della tipologia di aspirazione (D diretta, M canalizzata, C centralizzata);
- 2 è funzione dell'interazione con la compartimentazione antincendio (S per singolo comparto, M per comparti multipli);
- 3 è funzione della tipologia di immissione dell'aria esterna (N naturale, F forzata);
- 4 è funzione della natura dell'impianto (S esclusivamente SEFFC, D doppia funzione HVAC+SEFFC); con HVAC che sta per Heating, Ventilation and Air Conditioning.

Nel caso in esame sarà sufficiente prevedere un SEFFC – MSFS.



SEZIONE DELLA FALEGNAMERIA - INDICAZIONE DEI COMPONENTI PRINCIPALI DEL SEFFC

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato effettuato il progetto di un sistema di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC) a servizio di una falegnameria.

L'impianto in questione si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (III), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9494-2.

La progettazione del SEFFC, che si basa sul processo di analisi e valutazione del rischio per l'attività da proteggere, si articola secondo le seguenti fasi:

- a) valutazione della durata convenzionale di sviluppo dell'incendio (t);
- b) determinazione del gruppo di dimensionamento;
- c) determinazione della portata volumetrica di aspirazione;
- d) determinazione delle temperature dei fumi (media e locale);
- e) individuazione dei vari componenti del SEFFC:
 - ventilatori per SEFFC;
 - punti di estrazione del fumo e calore;
 - punti di afflusso dell'aria esterna;
 - condotte di controllo del fumo;
 - serrande di controllo del fumo;
 - barriere al fumo;
 - condotte per l'immissione dell'aria esterna;
 - serrande per l'immissione dell'aria esterna;
 - ventilatori di immissione dell'aria esterna.
- f) individuazione dei dispositivi di attivazione, azionamento e controllo del SEFFC.

❖ *Commento dei risultati*

L'obiettivo di un SEFFC è quello di garantire uno strato d'aria libera da fumi, sopra il quale possa galleggiare lo strato di fumi e gas caldi prodotti dall'incendio, che saranno avviati all'esterno dell'attività tramite ventilazione meccanica.

I vantaggi nell'installazione di un SEFFC sono:

- indipendenza dalle condizioni meteorologiche che possono influire nel funzionamento dei sistemi naturali;
- installazione di impianti centralizzati in grado di proteggere più di un compartimento;
- riduzione del numero di aperture in copertura e limitate dimensioni dei fori da praticare in copertura se i ventilatori o le espulsioni sono immaginate a tetto (o addirittura assenti se i ventilatori si trovano all'interno);
- ventilatori progettati per l'utilizzo in doppia funzione (ventilazione locali ed evacuazione fumi);
- evacuazione dei fumi (anche freddi) senza la necessità di aspettare che la temperatura degli stessi divenga elevata.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Uno degli aspetti di maggiore interesse degli impianti meccanici per la gestione del fumo e calore è la loro possibilità di essere impiegati anche in condizioni ordinarie per la ventilazione dei locali.

Questi impianti, infatti, possono essere considerati a doppio scopo (dual purpose) potendo offrire in condizioni ordinarie un servizio alla attività.

Nella progettazione di sistemi di protezione antincendio dual purpose il progettista è tenuto a dimostrare che in condizioni di emergenza il sistema non si occuperà più delle funzioni ordinarie assicurando le prestazioni relative alla sicurezza antincendio.

Caso studio 13: progetto della protezione attiva in un deposito intensivo di sostanze infiammabili

Descrizione


Ci si propone di effettuare, nell'ambito della protezione antincendio di un deposito intensivo di prodotti solventi inserito in un sito produttivo, il progetto degli impianti di protezione attiva relativo a:

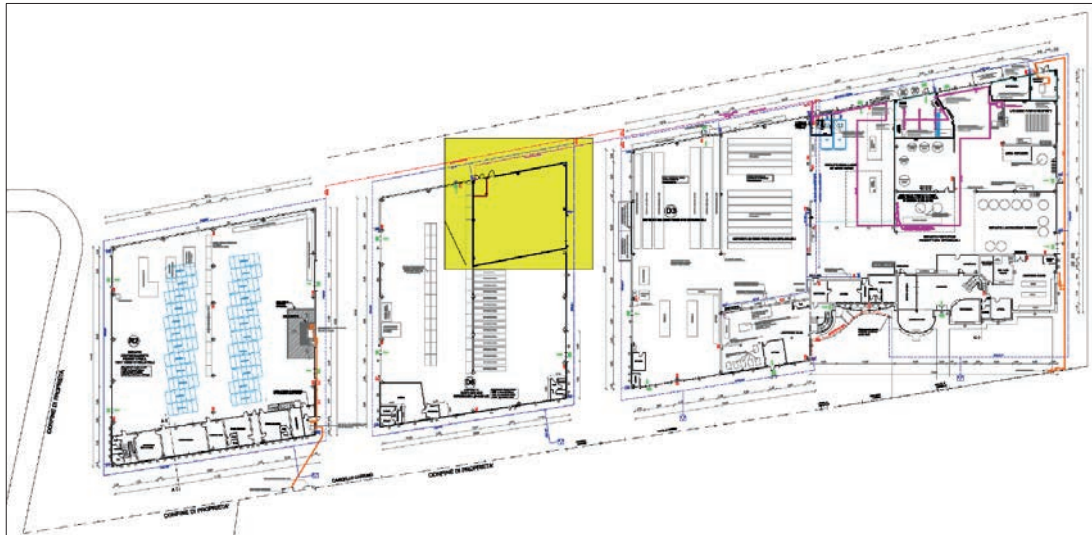
- impianto di spegnimento a schiuma;
- sistema IRAI;
- sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SENFC).

Nel deposito intensivo saranno allocati fusti metallici contenenti liquidi di categoria A (temperatura di infiammabilità $< 21\text{ }^{\circ}\text{C}$); suddetti fusti, di capacità pari a circa 200 l, saranno disposti su scaffali, secondo la disposizione indicata nello schema di seguito allegato.

Tale lay-out di stoccaggio consentirà un'agevole e sicura movimentazione dei fusti con l'ausilio di un muletto. Il deposito ha una superficie lorda in pianta di circa 300 m² per un'altezza di 7,00 m sotto trave (volume complessivo pari a circa 2100 m³) e costituisce compartimento antincendio in virtù delle separazioni previste.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche del deposito	Vedi planimetria (A = 300 m ² ; h = 7,00 m)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in C.A.
 <p style="text-align: center;">Inserimento del sito produttivo sede del deposito intensivo</p>	
Quantità di materiale	Vedi di seguito
Resistenza al fuoco	Livello II di prestazione (par. S.2.2 e par. S.2.4.2)
Compartimenti antincendio	Unico compartimento
Numero addetti	All'interno del deposito non è prevista la presenza fissa di persone
Profilo di rischio R _{vita}	A4 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Uscite dal locale	2 aventi L = 1,20 m; h = 2,10 m e 1 avente L = 6,00 m; h = 3,00
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) e Impianto a schiuma (UNI EN 13565 e 1568) ► Livello IV di prestazione (par. S.6.6.3) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello IV di prestazione (par. S.7.4.1) Impianto SENFC (UNI 9494-1) ► Livello III di prestazione (par. S.8.4.2)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello III di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1)
Controllo fumi e calore	Livello III di prestazione (par. S.8.3 e S.8.4.2)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Presente H 24
Ubicazione geografica del sito	Treviso



INDIVIDUAZIONE DEL DEPOSITO ALL'INTERNO DEL SITO PRODUTTIVO

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel deposito e valutato che in condizioni di massimo riempimento, saranno stoccati circa 700 fusti, si è determinato, in via approssimativa, il valore del carico di incendio specifico q_f pari a 19974,9 MJ/m² (vedi par. S.2.9).

Compartimento antincendio deposito intensivo	Superficie in pianta lorda A (1) (m ²)	Materiale combustibile	m_i	Ψ_i	Quantità	u.m.	Potere calor. inf. H_i (MJ/kg)	u.m.	Carico d'incendio $q = \sum g_i H_i m_i \Psi_i$ (MJ)	Carico d'incendio specifico $q_f = q / A$ (MJ/m ²)	(kg _{eq} /m ²)
	300	prodotti vernicianti	1	1	140.000	kg	42,00	MJ/kg	5880000		
		scaffali in metallo	1	1	23	n	850,00	MJ	19550		
		bacini di contenimento	1	1	1.200	kg	56,00	MJ/kg	67200		
		scatole di cartone	0,8	1	200	kg	16,97	MJ/kg	2715		
		componenti impianti tecnologici (2)	1	1	500		46,00	MJ/kg	23000		
		totale							5992465	19.974,9	1.080,9

1 Nel caso di distribuzione non uniforme del carico di incendio è l'area in cui è concentrato il materiale combustibile;

2 Si consideri che la quantità di plastica è circa il 70% del peso complessivo dei componenti elettrici immagazzinati (cavi e componenti vari per impianti elettrici), che per la rimanente parte sono incombustibili.

Conseguentemente, in virtù dei parr. S.6.3, S.7.3 e S.8.3 relativi alle misure inerenti al *Controllo dell'incendio, Rivelazione ed allarme* e *Controllo di fumi e calore*, sono stati individuati i rispettivi livelli di prestazione riportati nella tabella precedente.

Studio della problematica antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, non normata, classificabile al punto 12.3.C¹⁴ dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici, di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva superiore a 50 mc".

Obiettivi dello studio

Lo stoccaggio intensivo di liquidi infiammabili rappresenta un rischio d'incendio considerevole; gli impianti di spegnimento a schiuma possono costituire una soluzione capace di minimizzare realmente tale rischio. La protezione attiva conseguita mediante tale impianto permette inoltre di perseguire simultaneamente due effetti: oltre ad estinguere rapidamente l'incendio, infatti, rispetto ad altri impianti automatici, consente un più sicuro intervento dei soccorritori, a causa della limitata possibilità di propagazione dei fumi nell'ambiente. Obiettivo del caso studio è la progettazione di tre impianti di protezione attiva, nel rispetto degli ambiti di intervento, prendendo in considerazione le eventuali problematiche connesse alle reciproche interferenze.

¹⁴ Si vedano le considerazioni effettuate, in riferimento al campo di applicazione del Codice, nel caso studio 7.

Progetto del sistema di estinzione a schiuma

Si vuole progettare l'impianto antincendio, integrato dalla protezione di base e manuale (par. S.6.2), secondo le previsioni del par. 6.5.5 e verificando che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI EN 13565-2.

Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = A4$	Attribuzione del livello di prestazione S.6	IV
	$R_{beni} = 1$		

Si farà riferimento alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI EN 13565-2:2018	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 2: Progettazione, costruzione e manutenzione
UNI EN 1568-2:2018	Mezzi di estinzione incendi - Liquidi schiumogeni concentrati - Parte 2: Specifiche per liquidi schiumogeni concentrati ad alta espansione per applicazione superficiale su liquidi immiscibili con acqua

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

I sistemi di estinzione a schiuma svolgono la propria funzione similmente agli impianti a diluvio, utilizzando però una soluzione di acqua e liquido schiumogeno che si espande a contatto con l'aria. Tale sistemi di estinzione sono molto utilizzati nei siti industriali per l'estinzione di combustibili liquidi e solidi; la crescente diffusione delle schiume estinguenti è anche dovuta al basso costo ed alla semplicità di utilizzo. Peraltro, a vantaggio delle schiume, è da considerare anche il fatto di non danneggiare le aree e i materiali circostanti l'incendio e di risultare asportabile con facilità dall'area di utilizzo.

La miscela schiumogena sarà erogata mediante appositi dispositivi che producono una schiuma compatta ed estesa che dovrà ricoprire la superficie dell'area di intervento.

La schiuma galleggiando sulla superficie dei prodotti interessati dalle fiamme, forma uno strato continuo, impermeabile ai vapori, in grado di separare il combustibile dal comburente.

L'effetto estinguente della schiuma è quindi di tipo meccanico; a questa proprietà si deve aggiungere il considerevole effetto raffreddante dovuto alla grande quantità di acqua contenuta nella miscela, che riduce la quantità di vapori emessi dal combustibile, riducendo la temperatura al di sotto del valore necessario affinché la combustione prosegua.



IMPIANTO DI SPEGNIMENTO A SCHIUMA IN FUNZIONE

È prevista, a protezione del deposito, l'installazione di un sistema fisso di spegnimento a schiuma ad alta espansione, a saturazione totale, conforme alla norma UNI EN 13565-2.

Per gli impianti a saturazione totale, la norma indica i tempi massimi di sommersione; nel caso in esame, in base al tipo di pericolo rilevabile, tale tempo massimo, per la completa sommersione del deposito, è quantificato in 2 minuti (vedi prospetto 9):

Pericolo	Tempo massimo di sommersione
Liquidi combustibili con punto di infiammabilità minore di 40 °C	2 min
Liquidi combustibili con punto di infiammabilità maggiore di 40 °C	3 min
Combustibili a bassa densità (es.: gomma espansa, plastica espansa, carta in rotoli o carta crespa)	3 min
Combustibili ad alta densità (es.: carta in rotoli, carta rivestita)	5 min
Combustibili ad alta densità (es.: carta non rivestita)	4 min
Pneumatici	3 min
Combustibili in cartoni, sacchi e fusti in fibra	4 min

Nota: i combustibili miscelabili con acqua non sono inclusi in questa tabella e potrebbero richiedere portate di applicazione maggiori

PROSPETTO 9 NORMA UNI EN 13565-2

In virtù della presenza di liquidi infiammabili con punto di infiammabilità minore di 40°C, si adotterà una schiuma ad alta espansione (rapporto di espansione 1:800 - rapporto di dosaggio liquido schiumogeno 3%). Si illustrano di seguito, sommariamente, le *specifiche tecniche* dell'impianto, ai sensi del par. S.6.7.

Le caratteristiche principali del sistema fisso di spegnimento a schiuma sono le seguenti (vedi planimetria e sezioni del deposito):

- area operativa: 300 m², corrispondente alla superficie utile del deposito;
- altezza locale (sotto trave): 7,00 m;
- altezza massima di impilamento nel deposito: 5,00 m;
- margine di sicurezza incremento altezza impilamento per calcolo volume schiuma: 0,5 m.

La portata di scarica è data dalla seguente espressione:

$$R = \frac{V}{T} \times CN \times CL$$

dove:

- R è la portata di scarica di schiuma (m³/min);
- V è il volume di sommersione (m³);
- T è il tempo di sommersione (min);
- CN è il coefficiente di compensazione per il normale ritiro della schiuma, minimo 1,15;
- CL è il coefficiente di compensazione per la riduzione della schiuma dovuta alle perdite vicino a porte e finestre, minimo 1,2.

Il volume minimo di schiuma necessario per la completa sommersione del deposito è dato da:

$$V = 300 \times (5,00 + 0,50) = 1650 \text{ m}^3$$

Pertanto, la portata minima di schiuma da produrre dovrà essere pari a:

$$R = \frac{1650}{2} \times 1,15 \times 1,2 = 1138,5 \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Descrizione dell'impianto

Miscelazione e stoccaggio schiuma

All'interno del vano tecnico (vedi planimetria) sarà allocato il serbatoio per il liquido schiumogeno avente capacità minima pari a 720 litri, completo di accessori, valvole di intercettazione, collegamento a miscelatore tarato, tubazioni e giunti antivibranti.

L'acqua mette in pressione il serbatoio e spinge lo schiumogeno che attraverso un miscelatore, di tipo venturimetrico, viene aspirato e immesso (in percentuale costante di schiumogeno aspirata al variare della portata) nella tubazione, a valle, per l'alimentazione della rete di distribuzione.

Le dimensioni indicative del serbatoio saranno le seguenti:

Capacità l	Miscelatore	H mm	Ø mm	L mm	Peso kg
1000	2 1/2" - 3" - 4"	1500	1000	760	216

Il liquido schiumogeno sarà del tipo sintetico per impianti a schiuma ad alta espansione con rapporto di miscelazione al 3% e rapporto di espansione 1:800, conforme alla norma UNI EN 1568-2.

Requisiti indicativi dello schiumogeno:

- peso specifico 1,03 kg/litro;
- PH a 20°C = 6,5 - 7,5;
- punto di scorrimento > - 5°C.



SERBATOIO LIQUIDO SCHIUMOGENO E GENERATORE DI SCHIUMA

Generatori ad alta espansione

Saranno installati 4 generatori di schiuma ad alta espansione con portata 400 l/min a 5 bar, ugelli schiuma in ottone, rapporto espansione fino a 1:800, diametro 950 mm e produzione schiuma circa 300 m³/min.

Rete di distribuzione dell'impianto a schiuma nel deposito

La rete di distribuzione sarà realizzata in tubazioni in acciaio zincato (serie media), completa di raccorderia e pezzi speciali rullati omologati, finitura verniciata o zincata; compresi collari, staffe e mensole in acciaio per il sostegno delle tubazioni, completi di tassello o morsetto di ancoraggio e barra filettata, compreso quanto altro necessario per avere una posa eseguita a regola d'arte.

Verifica della riserva idrica antincendio disponibile

L'alimentazione dell'impianto a schiuma farà ricorso all'alimentazione idrica esistente, dotata di gruppo di pompaggio secondo la norma UNI EN 12845 e riserva idrica interrata.

L'impianto di spegnimento a schiuma avrà una linea di alimentazione dedicata dell'acqua, derivata direttamente dal collettore di mandata delle pompe.

Occorre verificare se la riserva idrica esistente, avente una capacità utile pari a 60 m³, riesce a garantire l'alimentazione contemporanea dell'impianto a schiuma (per il deposito) e della rete idranti con la contemporaneità di 4 idranti DN 45, con autonomia di 60 minuti, in conformità alla classificazione del livello di pericolosità 3 della norma UNI 10779.

Verifica del volume della riserva idrica

Volume di riserva idrica per erogazione schiuma nel deposito:

$$400 \text{ l/min} \times 4 \text{ generatori} = 1600 \text{ l/min} = 96 \text{ m}^3/\text{h}$$

L'erogazione dell'impianto schiuma per 15 minuti necessita quindi di una riserva idrica di:

$$96 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,25 \text{ h} = 24 \text{ m}^3 \text{ da esaurire in 15 minuti}$$

Il volume della riserva idrica per l'alimentazione della rete idranti è pari a:

$$4 \times \text{DN 45} = 4 \times 2 \text{ l/s} = 8 \text{ l/s} = 28,8 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (} 28 \text{ m}^3 \text{ da esaurire in 60 minuti)}$$

Quindi tenendo conto delle contemporaneità:

• rete idranti (n. 4 idranti DN 45)	m ³	28,8
• impianto schiuma (saturazione del deposito)	m ³	24,0
Totale riserva idrica richiesta	m³	52,8

Si conferma pertanto che la riserva idrica esistente di 60 m³ risulta adeguata a soddisfare il fabbisogno dei singoli impianti e delle combinazioni di contemporaneità.

Locale di alloggiamento riserva schiumogeno

Come indicato in planimetria, il serbatoio di riserva della schiuma ed il miscelatore dell'impianto di spegnimento a schiuma saranno collocati in apposito locale compartimentato, con strutture REI 120, accesso dall'esterno e dotato, per analogia, dei requisiti prescritti dalla norma UNI 11292 sui locali di alloggiamento dei sistemi di pompaggio.

Nel locale sarà mantenuta una temperatura compresa tra 4°C < T < 40°C, mediante utilizzo di riscaldamento elettrico con termostato tarato con range 10°C < T < 40°C.

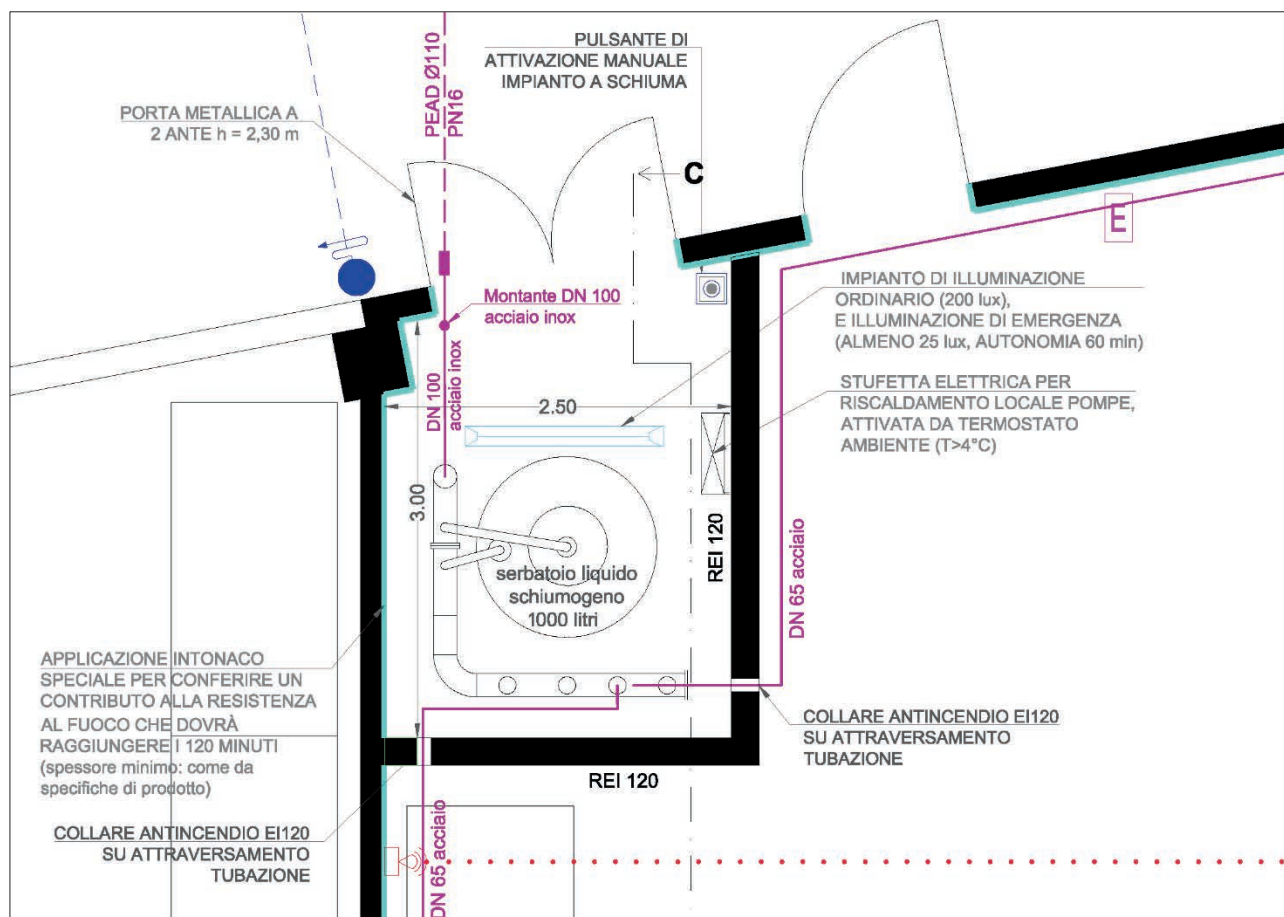
Un ulteriore termostato di sicurezza, collegato agli altri allarmi del gruppo, dovrà avvertire il gestore dell'impianto che la temperatura all'interno del locale ha raggiunto valori non consentiti.

Sarà garantita un'adeguata ventilazione mediante un'apertura grigliata, ricavata sulla porta di accesso.

Nel locale dovrà essere realizzato un impianto elettrico di illuminazione (200 lux), comprensivo di illuminazione di emergenza (minimo 25 lux a terra, con autonomia di 60 minuti).

L'accesso al locale dovrà essere interdetto alle persone non autorizzate; tuttavia, gli addetti antincendio potranno accedervi senza difficoltà in ogni momento.

Gli spazi disponibili e l'ubicazione del serbatoio, accessori compresi, dovranno consentire le operazioni di manutenzione e controllo in maniera agevole.



PARTICOLARE LOCALE DI ALLOGGIAMENTO RISERVA SCHIUMOGENO

Il locale di alloggiamento riserva schiumogeno e miscelatore dovrà rispettare le seguenti specifiche tecniche:

- solaio di copertura del locale con struttura a travetti in latero cemento (spessore 24 cm), intonacatura su entrambi i lati (spessore minimo 20 mm), copriferro di armatura principale minimo 30 mm;
- pareti in elevazione costituite da pannelli prefabbricati tipo sandwich (5 + 10 + 5 cm);
- protezione dal fuoco di pareti, pilastri e solai con intonaco ignifugo premiscelato (conducibilità termica λ pari a 0,116 W/mK) ad applicazione meccanizzata, da impastare con sola acqua, costituito da silici amorfe naturali espanse, leganti a base gesso e additivi funzionali, con un consumo di 6,5 kg/mq per cm di spessore, applicato, nello spessore in funzione delle prescrizioni del produttore dal lato esposto al fuoco dei predetti elementi costruttivi portanti, in modo da conferire loro caratteristiche di resistenza al fuoco pari a R/REI/EI 120.

Spessori di intonaco ignifugo necessari per l'applicazione del prodotto scelto:

Elemento	spessore (mm)	Classe	Intonaco ignifugo (mm)
Nervatura tegoli in C.A.P. 8x40 cm	20	R120	25
Soletta spessore 5 cm			11
Pilastri in C.A. 35x40 cm	20	R120	11
Solaio a lastre tipo predalles H = 24 cm	20	R120	11
Pareti in pannelli prefabbricati tipo sandwich spessore 5+10+5 cm	20	EI120	11

Lo stesso trattamento sarà riservato anche alle due pareti divisorie interne del deposito.

Progetto dell'impianto di rivelazione e segnalazione allarme

Si vuole progettare l'impianto IRAI secondo le previsioni del par. 7.4.1, verificando che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI ISO 9795.

Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = A4$	Attribuzione del livello di prestazione S.7	IV
	$R_{beni} = 1$		

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.7, alle seguenti principali norme tecniche e direttive procedurali:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI 9795:2013	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio
UNI EN 54-1:2011	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio Introduzione
UNI EN 54-2:2007	Centrale di controllo e segnalazione
UNI EN 54-3:2014	Dispositivi sonori di allarme incendio
UNI EN 54-4:2007	Apparecchiatura di alimentazione
UNI EN 54-5:2018	Rivelatori di calore - Rivelatori puntiformi
UNI EN 54-7:2018	Rivelatori di fumo - Rivelatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione
UNI EN 54-10:2006	Rivelatori di fiamma - Rivelatori puntiformi
UNI EN 54-11:2006	Punti di allarme manuali
UNI EN 54-12:2015	Rivelatori di fumo - Rivelatori lineari che utilizzano un raggio ottico luminoso
UNI EN 54-13:2017	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Valutazione della compatibilità e connettività dei componenti di un sistema
UNI EN 54-16:2008	Sistemi di rivelazione automatica d'incendio. Apparecchi di controllo e di segnalazione per i sistemi di allarme vocale
UNI EN 54-17:2006	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Isolatori di corto circuito
UNI EN 54-20:2006	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Rilevatori di fumo ed aspirazione
UNI EN 54-23:2010	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Dispositivi visuali di allarme incendio
UNI EN 54-24:2008	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Componenti di sistemi di allarme vocale. Altoparlanti
UNI EN 54-25:2008	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Componenti che utilizzano collegamenti via radio
UNI 11224:2011	Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi
UNI/TR 11607:2015	Linea guida per la progettazione, l'installazione, la messa in servizio, l'esercizio e la manutenzione degli avvisatori acustici e luminosi di allarme incendio
UNI 11744:2019	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio Caratteristica del segnale acustico unificato di pre-allarme e allarme incendio

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

Si rinvia ai casi studio 9 e 10 per ulteriori dettagli.

Come riportato al punto 4.1 della norma UNI 9795, i sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio hanno la funzione di rivelare automaticamente un principio d'incendio e segnalarlo nel minore tempo possibile. La funzione D, permette altresì la segnalazione nel caso l'incendio sia rivelato dagli occupanti. In entrambi i casi, il segnale di allarme incendio è trasmesso e visualizzato in corrispondenza di una centrale di controllo e segnalazione ed eventualmente ritrasmesso ad una centrale di ricezione allarmi e intervento. Un segnale di allarme acustico o luminoso può essere necessario anche nell'ambiente interessato dall'incendio ed eventualmente in quelli circostanti per soddisfare gli obiettivi del sistema.

Scopo di tali sistemi è quello di:

- favorire un tempestivo esodo delle persone;
- attivare i piani di intervento ed i sistemi di protezione contro l'incendio;
- favorire l'eventuale sgombero dei beni che possono essere messi in salvo senza pregiudicare la sicurezza delle persone;
- favorire l'eventuale sgombero dei beni che possono essere messi in salvo senza pregiudicare la sicurezza delle persone.

Per raggiungere tali obiettivi è necessario realizzare dei sistemi in grado di rivelare, tempestivamente, qualsiasi principio di incendio e predisporre, a monte, un'efficace pianificazione degli interventi.

Descrizione dell'impianto

La configurazione minima dei sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio, specificata nelle norme UNI 9795 e UNI EN 54-1, è costituita da:

- rivelatori automatici d'incendio;
- centrale di controllo e segnalazione;
- dispositivi di allarme acustici e luminosi;
- apparecchiatura di alimentazione;
- punti di segnalazione manuale.

L'impianto di rivelazione e allarme del deposito è compreso nel progetto generale di rivelazione e allarme degli edifici ricadenti nel sito produttivo e sarà pertanto integrato e gestito dalla centrale di monitoraggio e controllo ubicata nel locale server dell'edificio principale.

Nel deposito saranno installate due barriere lineari (vedi planimetria al paragrafo precedente), cablate con cavi a norma CEI EN 50200 (PH 30 resistenti al fuoco 30 minuti).

I rivelatori lineari di fumo saranno di tipo indirizzato, a norma UNI EN 54-12, di tipo ottico, idonei alle caratteristiche degli ambienti da sorvegliare.

Le barriere lineari dovranno essere alimentate (sia il trasmettitore che il ricevitore) con cavo CEI EN 50200 2 x 1,5 mm² resistente al fuoco 30 minuti.

Tutti i cavi di cablaggio dell'impianto, installati in posizione di possibile esposizione al fuoco, saranno a norma CEI EN 50200 (PH 30 resistenti al fuoco 30 minuti), installati entro canale o tubo metallico.

Saranno inoltre installati pulsanti manuali, a copertura dell'attività, ai sensi della norma UNI 9795.

L'intervento del sistema di rivelazione potrà attivare (in funzione del sistema di gestione adottato dall'azienda) automaticamente sia l'erogazione del sistema di spegnimento a schiuma che l'apertura del sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SENFC).

In alternativa si potrà adottare l'attivazione manuale dei due sistemi subordinandola alla preventiva ricognizione da parte degli addetti antincendio.

Nel locale di alloggiamento riserva schiumogeno dovrà essere previsto il rinvio dei segnali di stato e allarme dell'impianto di spegnimento a schiuma (attivazione impianto, minima temperatura ambiente locale gruppo < 10°C, ecc.) alla centrale di monitoraggio e controllo ubicata nel locale server.

I segnali di allarme dovranno essere replicati in remoto in zona sorvegliata, oppure, mediante combinatore telefonico, inviati al servizio di sorveglianza ed al responsabile reperibile.

Un altro elemento da considerare è che la schiuma ad alta espansione, rimuovendo l'aria dallo spazio chiuso, richiede l'installazione di opportuni sistemi di sfogo in copertura.

Progetto del sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SEFC)

Si vuole progettare il sistema SENFC, verificando che esso rappresenti una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (III), vedi par. S.8.2, e che siano altresì garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9494-1.

Attribuzione dei profili di rischio	$R_{vita} = A4$	Attribuzione del livello di prestazione S.8	III
	$R_{beni} = 1$		

La misura antincendio di controllo di fumi e calore consente di:

- mantenere, nella parte inferiore dell'ambiente, quello strato di aria indisturbato che agevola il regolare esodo dei presenti e lo svolgimento delle operazioni da parte delle squadre di soccorso;
- evitare la propagazione dei fumi e dei gas di combustione ai compartimenti circostanti;
- prevenire, o almeno ritardare, il raggiungimento del flashover, scongiurando la propagazione dell'incendio agli ambienti circostanti;
- limitare i danni all'edificio, specie in riferimento ai componenti strutturali.

Si farà riferimento, oltre che alle prescrizioni di cui al cap. S.8, alle seguenti principali norme tecniche:

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI 9494-1:2017	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SEFC)
UNI 9494-3:2014	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore
UNI EN 12101-1:2006	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Specifiche per le barriere al fumo
UNI EN 12101-2:2017	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Evacuatori naturali di fumo e calore
TR 12101-4	Sistemi di evacuazione Fumo e Calore installati
TR 12101-5	Linea guida relativa alle raccomandazioni funzionali ed ai metodi di calcolo degli SEFC
UNI EN 12101-7:2011	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 7: Serrande per il controllo del fumo
UNI EN 12101-8:2011	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 8: Serrande per il controllo dei fumi
UNI EN 12101-10:2006	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 10: Apparecchiature di alimentazione

ELENCO NON ESAUSTIVO DELLE NORME TECNICHE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE DEI SISTEMI SEFC

Descrizione dell'impianto

Per consentire la riduzione dei tempi dell'evacuazione delle persone in caso di incendio e per mantenere basse le temperature dell'ambiente in caso di incendio, nel deposito sarà realizzato un sistema di evacuazione naturale del fumo e del calore (SEFC) a norma UNI 9494-1.

Le caratteristiche e il dimensionamento del SENFC vengono di seguito calcolate e identificate in conformità alla norma UNI 9494-1 che, come precisato al par. 6.8, non esclude la possibilità di utilizzo dei criteri di dimensionamento anche per locali di superfici inferiori ai 600 m², anche se al di fuori del campo di applicazione della norma.

Si elencano di seguito i parametri di dimensionamento adottati, rinviando al caso studio 11 per ulteriori dettagli:

- superficie del deposito $S = 300 \text{ m}^2$
- altezza del locale $h = 7,00 \text{ m}$
- altezza massima di impilamento $h_{imp} = 5,00 \text{ m}$

Durata convenzionale di sviluppo dell'incendio (par. 6.6.2 norma UNI 9494-1):

- tempo di allarme $t_1 = 0$ minuti (presenza di un IRAI con allarme H24)
- tempo di intervento $t_2 = 16$ minuti (arrivo squadra di soccorso VV.F., vedi prospetto C.1 norma UNI 9494-1, in relazione all'ubicazione geografica del sito, pari a 16 minuti, vedi punto 6.6.2.2 della norma UNI 9494-1);

→ Durata convenzionale di sviluppo dell'incendio: $t = t_1 + t_2 = 16$ minuti

Gruppo di dimensionamento (par. 6.6.3 della norma UNI 9494-1):

- gruppo di pericolo del deposito HHS (par. 6.2.3 norma UNI 1284)
- velocità di propagazione dell'incendio alta (liquidi infiammabili - prospetto C.2 norma UNI 9494-1)

→ Gruppo di dimensionamento: GD = 5 (prospetto 1 della norma UNI 9494-1)

t_c (minuti) vedi punto 6.6.2	Gruppo di dimensionamento (GD)		
	Velocità di propagazione dell'incendio		
	bassa	media ^{a)}	alta
≤ 5	1	2	3
≤ 10	2	3	4
≤ 15	3	4	5
≤ 20 ^{a)}	4	5 ^{a)}	5 ^{b)}
≥ 20	5	5 ^{b)}	5 ^{b)}

a) La scelta di **GD 5** (in grassetto) combinazione di tempo ≤ 20 min e velocità media non richiede particolari giustificazioni.
 b) In questi casi la sola installazione di Sistemi di Evacuazione di Fumo e Calore dimensionati con GD 5 non sono sufficienti. Per raggiungere gli obiettivi di protezione di questa norma è quindi necessario adottare misure aggiuntive (per esempio sistemi automatici di spegnimento) e/o dimensionare il SENFC con criteri più restrittivi.

PROSPETTO 1 (UNI 9494-1)

Nel caso in esame è stato individuato un gruppo di dimensionamento GD 5 ^{b)}; pertanto sarà necessario adottare delle misure aggiuntive come l'installazione di un sistema automatico di spegnimento (è stato, infatti, installato un impianto a schiuma).

- altezza del locale: $h = 7,00$ m
- altezza dello strato di fumo: $z = 4,00$ m
- altezza dello strato libero da fumo: $y = 3,00$ m

→ SUT = 7,20 m² (prospetto 2 norma UNI 9494-1)

Altezza del locale ^{a)} (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
..... omissis							
7,00	4,5	2,5	1,6	2,1	2,7	3,7	5,1
	4,0	3,0	2,4	3,1	4,0	5,3	7,2
	3,5	3,5	3,2	4,5	5,7	7,4	9,9
	3,0	4,0	4,1	6,0	8,0	10,2	13,5
	2,5	4,5	5,2	7,7	11,0	14,0	18,2
	2,0	5,0	6,6	9,9	14,5	19,2	24,7
	1,5	5,5	8,4	12,8	19,1	26,7	34,2
	1,0	6,0	11,9	17,3	26,3	38,5	49,4
..... omissis							

b) in caso di valori intermedi deve essere scelto il valore superiore.

PROSPETTO 2 (UNI 9494-1)

Scelta degli EFC

- ✓ Dimensioni geometriche EFC di progetto: $A_v = 1,20 \times 2,40 = 2,88 \text{ m}^2$
- ✓ Coefficiente di efflusso EFC di progetto: $C_v = 0,70$

La superficie geometrica degli EFC di progetto, moltiplicata per il coefficiente di efflusso dei dispositivi da adottare ($C_v = 0,70$), fornisce la seguente superficie utile di evacuazione:

$$\text{SUT utile} = A_a \times n. \text{ ENFC} = 2,88 \times 0,70 \times n = 2,016 \times n \text{ m}^2 (> \text{SUT} = 7,2 \text{ m}^2)$$

da cui si ricava che il numero minimo EFC da installare sarà pari a: $7,20 / 2,016 = 3,57$

Si prevede quindi l'installazione di 4 EFC (vedi tab. seguente) di tipo a battente singoli disposti in posizione regolare come indicato nella planimetria seguente.

SUT adottata (m ²)	7,20
Superficie geometrica EFC di progetto (m ²)	1,20 x 2,40 = 2,88
n° EFC da installare (a battente)	4 (1,20 x 2,40 m)
Coefficiente di efflusso EFC di progetto C_v	0,70
Superficie utile presente (m ²)	4 x 2,88 x 0,70 = 8,06 > 7,20

La superficie per l'afflusso di aria fresca SCT richiesta = 1,5 SUT sarà pari a $1,5 \times 7,20 = 10,80 \text{ m}^2$

L'apertura per l'afflusso di aria fresca, della dimensione sopra calcolata, potrà essere ricavata mediante l'apertura completa del portone di accesso al deposito.

Per le considerazioni effettuate nel caso studio 11, legate a possibili fenomeni di turbolenza di cui al punto 6.9.4.1 della norma UNI 9494-1, l'altezza del portone, pari a 3,00 m, risulta accettabile.

Si ottiene pertanto:

- Superficie geometrica del portone: $3,00 \times 6,00 = 18,00 \text{ m}^2$
- Coefficiente di correzione (C_z) per porte e portoni: 0,65 (prospetto 3 norma UNI 9494-1)

da cui:

$$\rightarrow \text{SCT presente} = 0,65 \times 18,00 = 11,70 \text{ m}^2 (> 10,80 \text{ m}^2)$$

Quindi l'apertura completa del portone, con serramento a soffietto, consentirà di garantire la superficie corretta totale di afflusso di aria esterna richiesta dalla norma.

Il consenso di apertura è dato dalla centrale di comando e controllo del SENFC in grado di assicurare che il portone si apra contemporaneamente all'attivazione del SENFC.

Caratteristiche e componenti del SENFC

Con riferimento alle considerazioni sopra riportate, si identificano i seguenti componenti principali del sistema:

- n. 1 serbatoio di fumo (compartimento a soffitto) coincidente con il compartimento antincendio del deposito, di superficie pari a 300 m^2 ;
- n. 4 evacuatori di fumo e calore, del tipo a battente (singolo), certificato per installazione da tetto in esecuzione orizzontale.

L'impianto sarà dotato di comando remoto e di controllo del sistema, compreso un pulsante di comando manuale locale per l'apertura contemporanea di tutti gli evacuatori e un pannello ottico-acustico che si attiva in caso di azionamento del sistema.

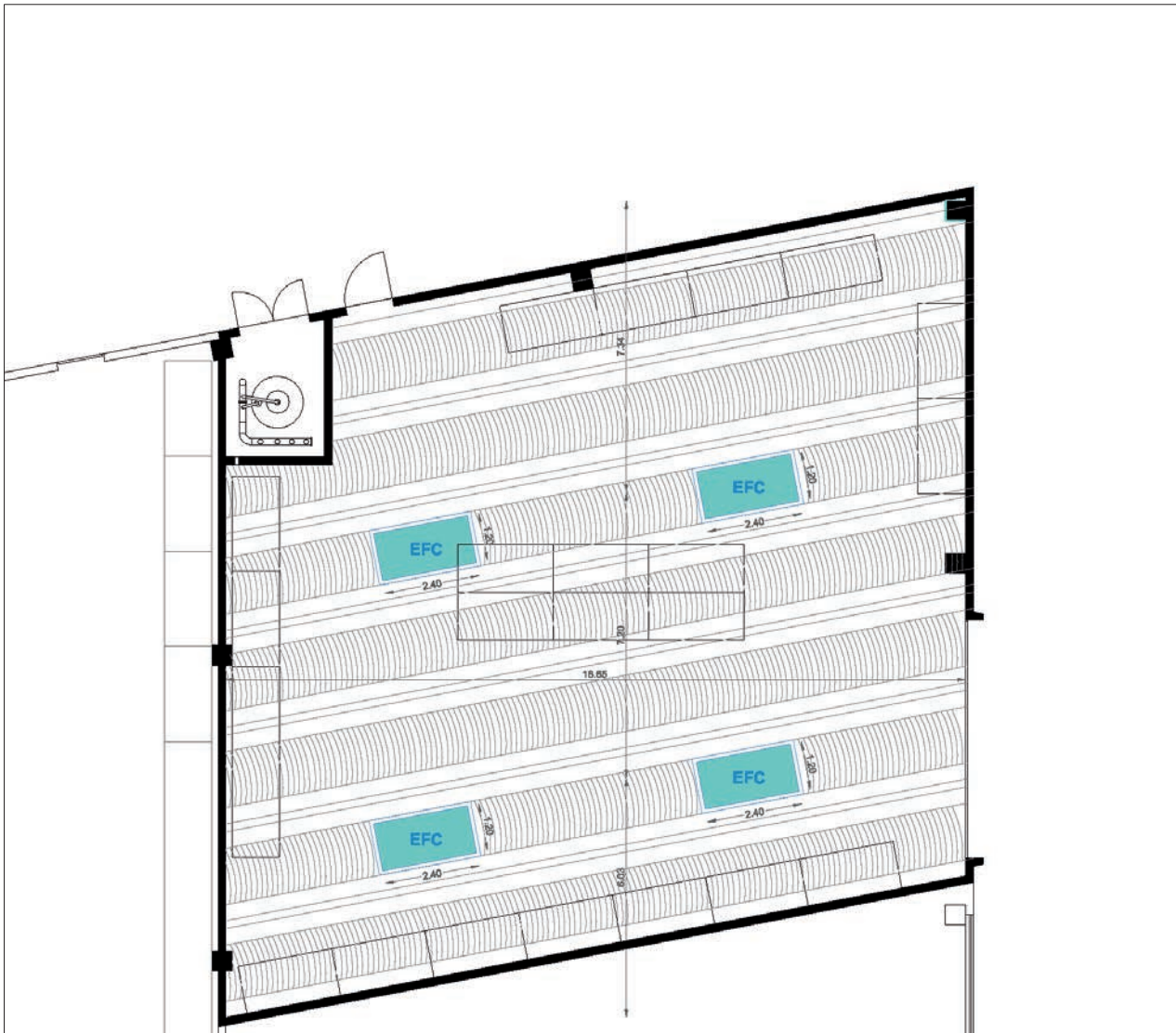
Sul portone di accesso al deposito, dotato di dispositivo di blocco per il mantenimento in posizione di apertura, sarà installato un apposito cartello riportante la scritta: *"Apertura per l'afflusso di aria esterna: aprire in caso di attivazione del sistema di evacuazione naturale di fumo e calore"*.

La centrale di comando e controllo del SENFC sarà equipaggiata da due batterie tampone.

Specifiche tecniche degli evacuatori naturali di fumo e calore

Gli ENFC presenteranno le seguenti caratteristiche:

- evacuatori con cupola in PMMA o PC rinforzato (alveolare a doppia parete), stabilizzato e protetto dagli UV, classe 1 di reazione al fuoco (B-s1,d0);
- telaio e controtelaio in profili estrusi di lega di alluminio naturale anticorrosione EN-AW 6060 T4-T5-T6 (UNI EN 12020-2), assemblato mediante cianfrinatura, completo di speciali cerniere, guarnizione di tenuta a scatto e guarnizione in EPDM, classe M1 F1 (UNI EN 13501-1);
- struttura telescopica di supporto del sistema di apertura in lamiera di acciaio presso piegata a C.N.C., spessore 2-3 mm, FE 360 D S235J2 (UNI EN 10025), smaltata a polveri RAL 2010;
- un cilindro telescopico a doppio effetto a 4 stadi, 1° stadio alesaggio 80-100 mm, 2° stadio alesaggio 63 mm, 3° stadio alesaggio 50 mm, 4° stadio alesaggio 32 mm con deceleratore, (consente l'apertura e la richiusura da terra mediante box remoto);
- valvola termica selettiva dotata di elemento termosensibile con taratura a 68°C azionabile a distanza a mezzo di attuatore elettromagnetico, comandato da apposita centrale, con azionamento manuale (pulsante di emergenza) o automatico (impianto IRAI);
- tubi di alimentazione cilindro telescopico - valvola selettiva in PTFE a parete sottile ricoperto da doppia treccia in filo d'acciaio inox AISI 304;
- dispositivo di apertura manuale dall'esterno, per manutenzione e controlli periodici;
- sistema di blocco in posizione di massima apertura, per impedire la richiusura accidentale sotto l'azione del vento in caso d'incendio;
- classificazione: affidabilità Re300, apertura sotto carico SL 1000, bassa temperatura ambientale T(0), carico vento WL1500, resistenza al calore B300;
- trasmittanza termica $U_f \leq 7,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ (UNI EN ISO 10077-1);
- angolo di apertura = 145° ;
- dimensioni geometriche nette evacuatori $120 \times 240 \text{ cm}$ (dimensioni minime);
- superficie geometrica singole aperture (A_v): $2,88 \text{ m}^2$ (superficie minima);
- coefficiente di efflusso EFC di progetto: $C_v = 0,70$;
- superficie utile singoli evacuatori (A_a): $2,016 \text{ m}^2$ (superficie minima).

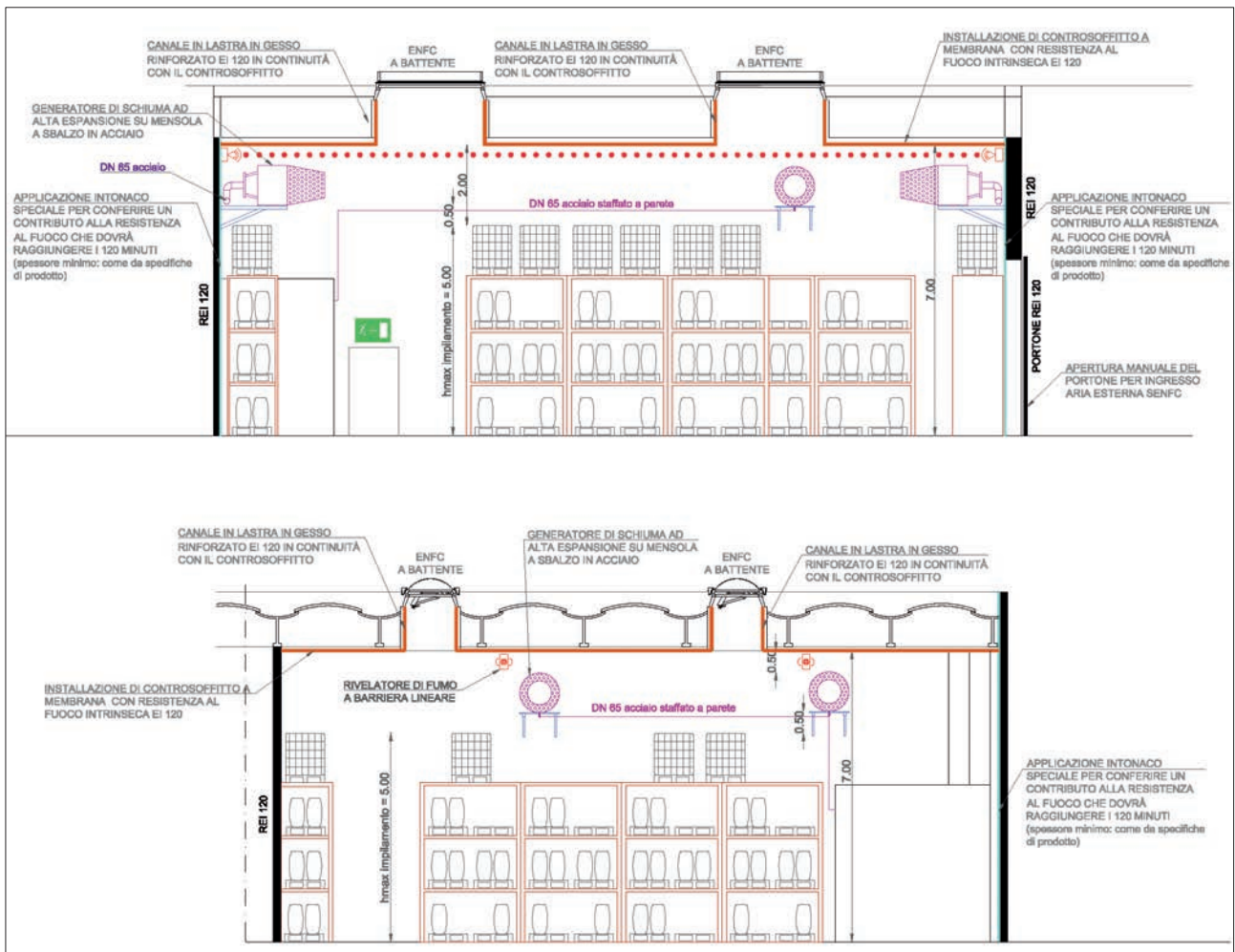


COPERTURA DEL DEPOSITO CON ALLOCAZIONE DEGLI ENFC

Procedure di emergenza

La procedura di attivazione del sistema, in caso di emergenza, prevede in sintesi:

- l'intervento dell'IRAI, o altro comando manuale o automatico, emette un segnale di allarme incendio;
- gli addetti antincendio effettuano una ricognizione sul posto per verificare l'attendibilità del segnale e la presenza di un principio d'incendio;
- in caso di presenza di un incendio, il personale attiva manualmente il sistema di evacuazione di fumo e calore (salvo scelta aziendale di attivazione automatica del SEFC asservita ad IRAI);
- contestualmente all'attivazione del sistema, il personale provvede ad aprire completamente il portone di accesso al deposito, verificando che il portone stesso rimanga in posizione di apertura completa, con eventuale ricorso ad un dispositivo di blocco;
- con l'intervento del sistema di evacuazione si attivano anche la sirena e le targhe ottiche indicanti la condizione di esercizio del SENFC;
- con l'attivazione del SENFC viene inviato un segnale alla centrale di controllo, ubicata nel locale server del capannone principale; lo stesso segnale viene eventualmente rinviato in remoto alla vigilanza;
- gli addetti antincendio metteranno in atto le procedure previste dal piano di emergenza: tentativo di controllo o estinzione dell'incendio, verifica ed assistenza all'esodo degli occupanti, assistenza o soccorso a disabili e infortunati;
- in caso di arrivo dei V.V.F., gli addetti antincendio informeranno i soccorritori della presenza del SENFC e delle sue caratteristiche di esercizio, nonché dell'eventuale presenza di persone bisognose di assistenza.



SEZIONI TRASVERSALI DEL DEPOSITO

Gestione delle interferenze relative all'attivazione degli impianti di protezione

Per evitare possibili interferenze tra l'erogazione della schiuma ed i movimenti d'aria convettivi generati dagli evacuatori di fumo e calore, si dovrà coordinare e ritardare l'attivazione del SENFC presente nel deposito, rispetto al sistema di spegnimento a schiuma.

Infatti, la tempestiva attivazione dell'impianto di spegnimento a schiuma, comandato manualmente o dall'impianto IRAI, garantirà il controllo e l'estinzione dell'incendio prima che lo stesso possa sviluppare una potenza di rilascio tale da creare una stratificazione di fumi caldi sotto la copertura.

Sarà pertanto predisposto idoneo piano di emergenza, con i protocolli operativi e di comportamento del personale generico e degli addetti antincendio, per l'attivazione e la gestione dell'impianto di spegnimento a schiuma.

Tutto il personale sarà formato ed informato sulle modalità di attivazione e funzionamento degli impianti e sui comportamenti da tenere in caso di incendio e, in ogni caso, i contenuti minimi delle attività di sorveglianza, verifica e manutenzione devono essere richiamati nella predisposizione della misura S.5 "Gestione della sicurezza antincendio".

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio, nell'ambito della protezione antincendio di un deposito intensivo di prodotti solventi, è stato effettuato il progetto di un impianto di spegnimento a schiuma, di un sistema IRAI e di un sistema di evacuazione naturale di fumo e calore (SEFC).

- ✓ L'impianto di spegnimento a schiuma, integrato dalla protezione di base e manuale, si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (IV), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI EN 13565-2.
- ✓ L'impianto IRAI si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (IV), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9795.
- ✓ L'impianto SEFC si è verificato rappresentare una soluzione conforme per il livello di prestazione richiesto (III), risultando anche garantite le prestazioni previste all'interno della norma UNI 9494-1.

❖ *Commento dei risultati*

Nel caso studio si è illustrato un esempio completo per la progettazione dei sistemi di protezione attiva contro l'incendio.

La metodologia di progettazione prestazionale offerta dal Codice viene evidenziata nel caso studio a partire dalla misura S.6 che, per il livello IV di prestazione prevede la protezione dell'ambito considerato di un impianto di inibizione, controllo o spegnimento dell'incendio.

La valutazione del rischio guida il progettista alla selezione della migliore configurazione dell'impianto automatico di controllo dell'incendio: la presenza di liquidi infiammabili conduce alla selezione di un impianto a schiuma.

La tipologia di impianto scelta, al fine di offrire una pronta risposta all'insorgere di un principio di incendio, necessita di essere comandata ed attivata da un impianto IRAI.

In ultimo, ai fini della protezione dei beni, e per il ripristino della *business continuity* dell'attività, si è prevista l'installazione di un SEFC.

L'esempio trattato evidenzia, infine, l'importanza dello studio delle interferenze di attivazione degli impianti di protezione attiva considerati, risultando necessario integrare le misure S.6 S.7 ed S.8 con una adeguata *Gestione della sicurezza antincendio*, misura S.5.

Per evitare possibili interferenze tra l'erogazione della schiuma ed i movimenti d'aria convettivi generati dagli evacuatori di fumo e calore, si dovrà coordinare e ritardare l'attivazione del SEFC presente nel deposito, rispetto al sistema di spegnimento a schiuma.

Infatti, la tempestiva attivazione dell'impianto di spegnimento a schiuma, comandato manualmente o dall'impianto IRAI, garantirà il controllo e l'estinzione dell'incendio prima che lo stesso possa sviluppare una potenza di rilascio tale da creare una stratificazione di fumi caldi sotto la copertura.

Sarà pertanto predisposto idoneo piano di emergenza, con i protocolli operativi e di comportamento del personale generico e degli addetti antincendio, per l'attivazione e la gestione dell'impianto di spegnimento a schiuma.

I contenuti minimi delle attività di sorveglianza, verifica e manutenzione devono essere richiamati nella predisposizione della misura S.5 "Gestione della sicurezza antincendio".

Appendice

A.1 Valutazione del tempo presumibile di attivazione degli erogatori sprinkler

Descrizione

In riferimento alla struttura esaminata nel caso studio 2, immaginata stavolta adibita a deposito di materiale cartaceo, ci si propone di valutare il presumibile tempo di attivazione degli erogatori sprinkler e la variazione temporale della potenza termica rilasciata dall'incendio, durante il funzionamento dell'impianto.

Riepilogo dei dati salienti:

Dimensioni geometriche del deposito	Vedi planimetria (A = 398 m ²)
Temperatura ambiente	20 °C

22,60

17,60

Schema planimetrico del deposito

A valle della valutazione del rischio, eseguita nello specifico secondo i dettami della norma UNI EN 12845, si riassumono i parametri considerati e i conseguenziali dati di progetto:

Descrizione attività: Deposito	
Altezza soffitto: 3,80 m	Tipo impianto: a umido
Pendenza Soffitto (%): 0,00	
Sprinkler utilizzati: Standard Spray Pendent	
Classe di pericolo: OH 3 (punto 6.2.3 norma UNI EN 12845)	

Dati di progetto	Parametro		Valore			
	Area operativa		216,00 m ²			
	Densità di scarica		5,00 l/min/m ²			
	Portata minima		1080,00 l/min			
	n° erogatori operativi		18			
	Area specifica protetta massima		12,00 m ²			
	Area specifica protetta di progetto		12,00 m ²			
	Portata specifica		60,00 l/min			
	Pressione min testine		0,35 bar			
	Pressione min di progetto testine		0,56 bar			
	Coefficiente di efflusso K		80 bar			
	Diametro testine		1/2"			
Durata di scarica		60 min				
n° testine	Tipo	DN	Temp.	Portata	Pressione	K
36	SP Pendent	1/2"	68 °C	60 l/min	0,56 bar	80 bar

Valutazione del presumibile tempo di attivazione degli erogatori sprinkler

Il coefficiente tempo di risposta (RTI: Response Time Index) rappresenta la misura, in ms^{0,5}, della sensibilità termica dello sprinkler (tali coefficienti classificano la termosensibilità dell'erogatore secondo le previsioni della norma di prodotto UNI EN 12259-1).

Si ipotizza, in favore della sicurezza, che l'incendio potenzialmente verificabile nel deposito, considerate la consistenza e la disposizione del materiale combustibile, abbia uno sviluppo rappresentato da un tempo di crescita dell'incendio t_a pari a 300 s (incendio a sviluppo medio $\delta\alpha = 2$, tab. G.3-3).

Si ipotizza, altresì, la peggiore situazione possibile, che preveda un incendio che si propaghi a partire da uno scaffale perimetrale il cui asse verticale intersechi il soffitto del deposito in un punto, in relazione al quale, la distanza r dall'erogatore più prossimo sia pari a 2,30 m.

La variazione temporale della temperatura $T_{\text{sprink}}(t)$ di un erogatore avvolto dai gas caldi del ceiling jet si può determinare tramite la seguente equazione (vedi norma BS PD 7974-4):

$$\frac{dT_{\text{sprink}}}{dt} = \frac{u_{\text{jet}}^{0,5} (T_{\text{jet}} - T_{\text{sprink}})}{RTI}$$

Il tempo presumibile, trascorso il quale si attiverà il suddetto erogatore interessato dall'incendio, si può quindi calcolare risolvendo, per iterazioni, la precedente, ottenendo:

$$T_{\text{sprink}}(t_{i+1}) = T_{\text{sprink}}(t_i) + [T_{\text{jet}}(t_{i+1}) - T_{\text{sprink}}(t_i)] \times (1 - e^{-1/t}) + [T_{\text{jet}}(t_{i+1}) - T_{\text{jet}}(t_i)] \times t \times (e^{-1/t} + 1/t - 1) \quad (1)$$

dove:

- RTI è coefficiente tempo di risposta, in $\text{ms}^{0,5}$, che fornisce, in sintesi, la misura di quanto rapidamente la temperatura T_{sprink} dell'erogatore raggiunge quella di attivazione; di norma, un erogatore sprinkler è tanto più sensibile quanto più la propria massa è ridotta e, pertanto, è minore il proprio RTI¹⁵;
- T_{jet} è la temperatura, in °C, dei gas caldi del ceiling jet calcolata con l'equazione di Alpert:

$$T_{\text{jet}} = T_a + \frac{5,38 \times \text{HRR}/r^{0,666}}{H}$$

dove i parametri T_a , HRR, r ed H sono, rispettivamente, la temperatura ambiente, la potenza termica totale (in kW), la distanza lungo il soffitto, misurata radialmente fra il punto nel quale la verticale per il centro della base delle fiamme interseca soffitto e quello ove viene valutata la T_{jet} e la distanza misurata verticalmente fra il punto più basso che brucia ed il soffitto.

- u_{jet} è la velocità, in m/s, dei gas caldi del ceiling jet calcolata con l'equazione di Alpert:

$$u_{\text{jet}} = \frac{0,2 \times \text{HRR}^{0,333} \times H^{0,5}}{r^{0,833}}$$

- t è la costante di tempo, in s, dell'erogatore sprinkler calcolata con l'equazione seguente:

$$t = m \times \frac{c_p}{h \times A}$$

dove i parametri m, c_p ed A (massa, calore specifico ed area investita dai gas caldi) sono relativi alle caratteristiche dell'erogatore sprinkler, ed h è il coefficiente di convezione dei gas caldi che lo avvolgono. La costante di tempo t , in via sperimentale, può determinarsi mediante l'espressione seguente:

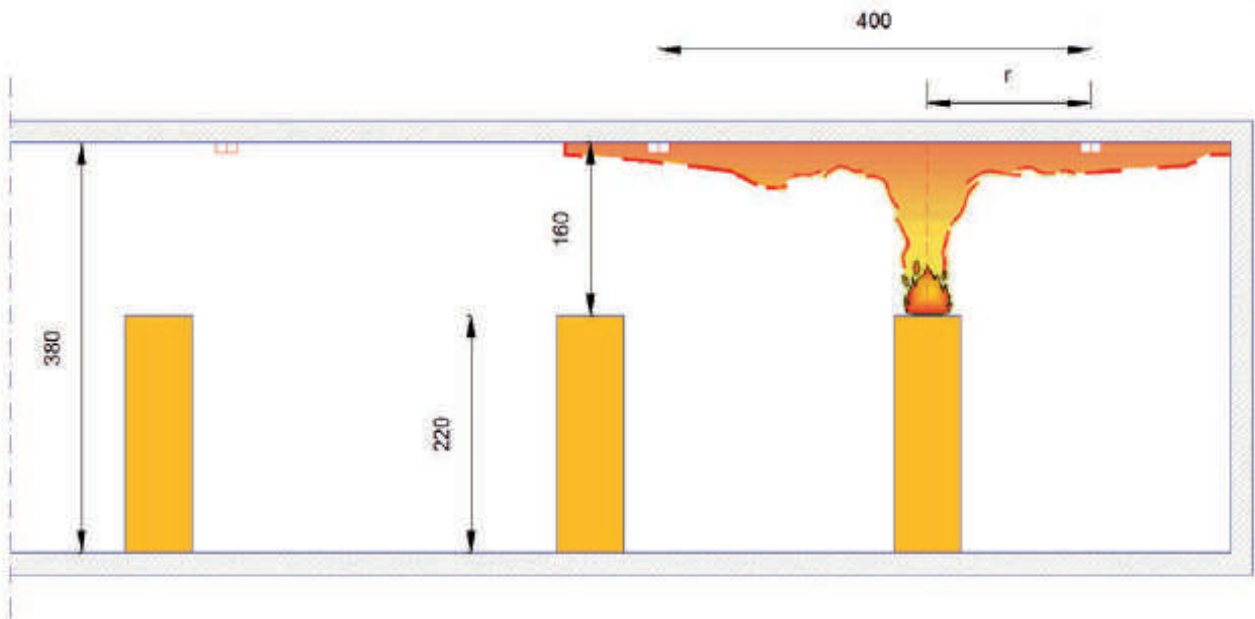
$$t = \frac{RTI}{u_{\text{jet}}^{0,5}}$$

L'espressione con cui si determina T_{jet} conserva la sua validità per rapporti $r/H > 0,18$; invece, quella relativa a u_{jet} , fino a che $r/H > 0,15$.

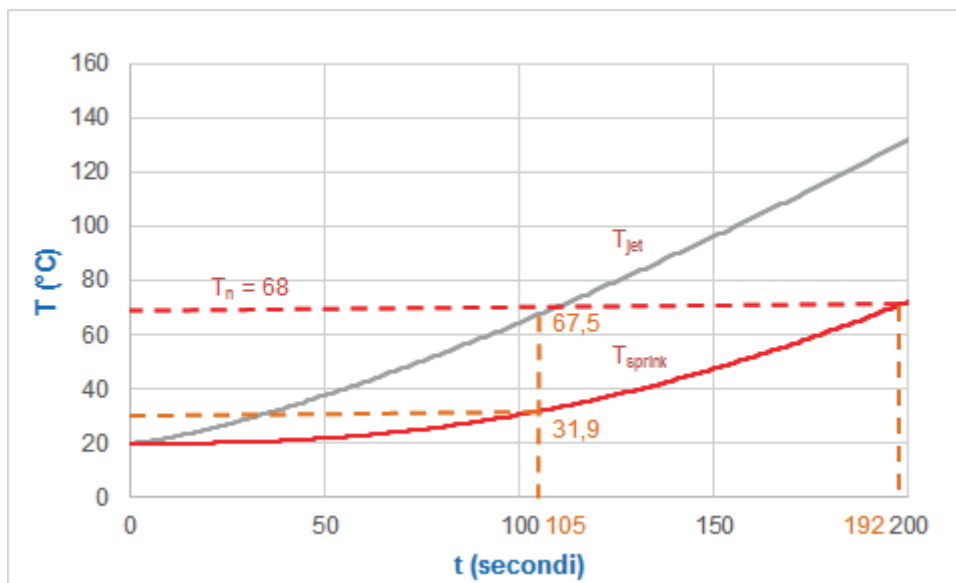
Si segnala che la potenza termica totale, in kW, si suppone mantenersi costante; tale condizione si può ritenere valida per incendi che presentano limitati valori di HRR ed uno sviluppo non eccessivamente rapido.

¹⁵ RTI è fornito dal fabbricante della testina sprinkler

Nel caso in esame, verificato preliminarmente che $H = 3,80 - 2,20 = 1,60$ m ($r/H = 2,30/1,60 > 0,18$) i parametri necessari per l'effettuazione dei calcoli sono i seguenti.



DISPOSIZIONE DEL MATERIALE COMBUSTIBILE E DEGLI EROGATORI SPRINKLER NEL DEPOSITO



VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA DEI GAS NEL CEILING JET E DELL'EROGATORE SPRINKLER NEL CORSO DELL'INCENDIO

Con l'ausilio di un foglio di calcolo excel, dalla espressione (1) si ottiene che, ad esempio, trascorsi 105 secondi la temperatura T_{jet} dei gas nel ceiling jet corrisponde a 67,5 °C, mentre la temperatura T_{sprink} raggiunta dall'erogatore sprinkler ha raggiunto i 31,9 °C.

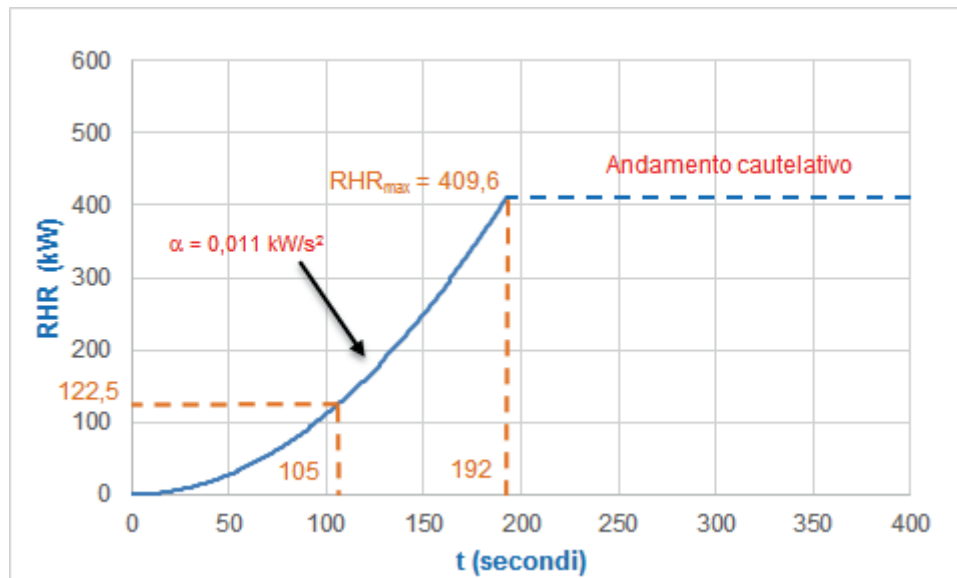
La temperatura nominale di esercizio dell'erogatore ($T_n = 68^\circ\text{C}$) raggiunta la quale esso si attiva iniziando ad erogare la portata d'acqua di progetto, sarà raggiunta trascorsi circa 192 secondi, allorché la potenza termica totale rilasciata nell'ambiente sarà di 409,6 kW.

Per distanze r inferiori a quella considerata, ad esempio 1,50 m, la temperatura di attivazione T_n di 68°C sarebbe raggiunta dall'erogatore trascorsi circa 160 secondi.

Variazione probabile, nel tempo, della potenza termica totale rilasciata dall'incendio

Trascorsi 105 secondi, la HRR rilasciata (vedi paragrafo E.4 della citata Appendice E della norma UNI EN 1991-1-2, per $t < t_A$) risulterà pari a:

$$HRR(105) = 1000 \times t^2 / t_a^2 = 1000 \times 105^2 / 300^2 = 122,5 \text{ kW}$$



VARIAZIONE NEL TEMPO PRESUMIBILE DELLA POTENZA TERMICA TOTALE RILASCIATA IN AMBIENTE PRIMA E DOPO L'ENTRATA IN FUNZIONE DELL'EROGATORE SPRINKLER (A 192 SECONDI)

Al fine di valutare la diminuzione temporale presumibile della potenza termica totale rilasciata in ambiente nel corso del funzionamento dell'erogatore sprinkler, si può utilizzare, tenendo necessariamente conto dei limiti di applicazione di cui si dirà appresso, la seguente espressione sperimentale (vedi norma BS PD 7974-3¹⁶):

$$HRR(t) = HRR(t = t_A) \times e^{\frac{-(t - t_A)}{3d^{-1,85}}}$$

dove:

- d è la densità di scarica dell'erogatore sprinkler, in mm/s;
- t è il tempo, in s.

L'espressione prevede che a partire dall'istante t_A , nel quale si attiva l'erogatore sprinkler, la potenza termica rilasciata dall'incendio non cresca più e si mantenga costante per 30 secondi, per poi diminuire nel tempo con una velocità pari a circa 2000 kW/min.

Si segnala che:

- essa è da utilizzare esclusivamente in situazioni ove il rischio d'incendio non sia di tipo elevato; ciò in quanto viene ipotizzato che l'attivazione dell'erogatore consenta l'erogazione di una portata di acqua sufficiente a produrre la diminuzione della potenza termica;
- essa è stata ricavata a seguito di prove sperimentali, effettuate su scala ridotta, e conserva una sua validità per valori della densità di scarica $> 0,07$ mm/s;
- essa presuppone che solo il primo erogatore sprinkler che si attiva, contribuisca a modificare il valore della potenza termica; l'azione eventuale di altri erogatori non viene considerata.

Nel caso in esame, in coerenza con le ipotesi alla base della formulazione sperimentale sopra esposta, occorre ipotizzare che, a seguito dell'intervento dell'impianto di controllo dell'incendio, la potenza termica rilasciata dall'incendio (409,6 kW) non aumenti oltre, mantenendosi costante per i successivi 30 secondi (quindi fino a 222 secondi) per poi decrescere nel tempo.

¹⁶ Approccio Ingegneristico alla Sicurezza Antincendio, A. e S. La Malfa, Legislazione Tecnica, 2014

Ammettendo tali ipotesi, si otterrebbe che dopo 450 secondi dall'inizio dell'incendio (dopo 258 secondi di erogazione dell'acqua), la potenza termica totale rilasciata nel deposito avrebbe presumibilmente il valore di 172 kW:

$$HRR(t_c) = HRR(t_A) \times e^{-\frac{(t_B - t_A)}{3 d^{-1,85}}}$$

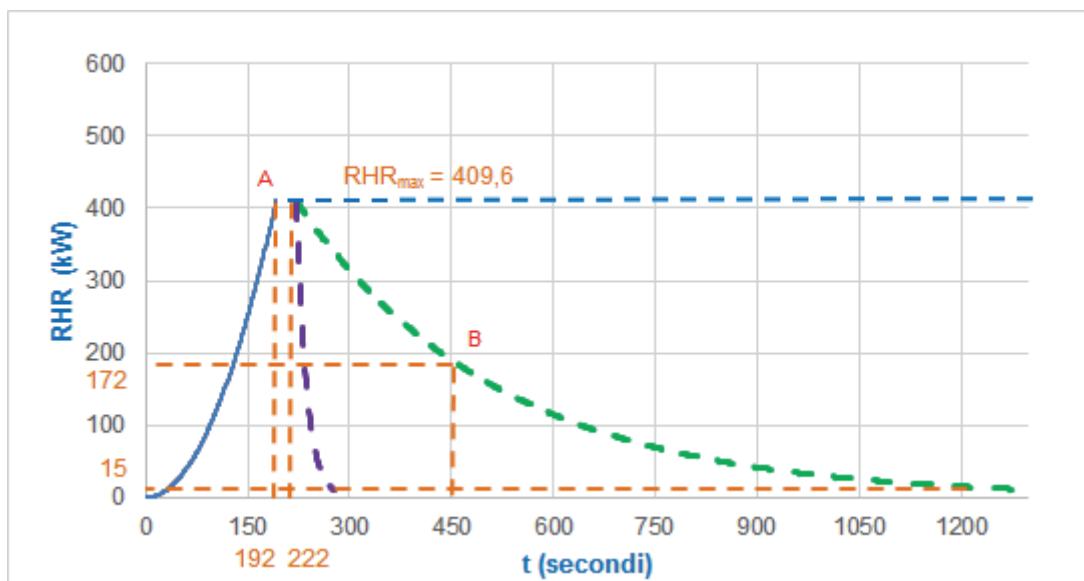
essendo:

- $HRR(t_A) = 409,6 \text{ kW}$;
- $d = 25/60 = 0,0833 \text{ mm/s}$;
- $t_A = 222 \text{ s}$;
- $t_B = 450 \text{ s}$.

Osservando, nel diagramma seguente, l'andamento della curva tratteggiata verde che descrive, nelle ipotesi assunte, il ramo decrescente, si registra un andamento particolarmente "lento" ed una conseguente "lenta" riduzione della potenza termica.

Si osserva, peraltro, che utilizzando degli erogatori con un'elevata densità di scarica (ad esempio pari a 25 mm/min), la nuova curva (viola tratteggiata) di riduzione assume un andamento decisamente più compresso nel tempo.

A titolo di esempio, per raggiungere un valore di 15 kW di potenza termica residua (incendio praticamente estinto) nel caso in esame occorrono ben 1206 secondi, ipotizzando invece l'utilizzo di erogatori con $d = 25 \text{ mm/min}$ ne occorrono solamente 272.



VARIAZIONE NEL TEMPO PRESUMIBILE DELLA POTENZA TERMICA TOTALE RILASCIATA IN AMBIENTE IPOTIZZANDO L'UTILIZZO DI EROGATORI SPRINKLER CON DIVERSA DENSITÀ DI SCARICA

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stato valutato il presumibile tempo di attivazione degli erogatori sprinkler e la variazione temporale della potenza termica rilasciata dall'incendio, durante il funzionamento dell'impianto sprinkler a servizio di un deposito di materiale cartaceo.

❖ *Commento dei risultati*

Valutati i limiti del modello di calcolo utilizzato, cautelativamente si può ipotizzare che, supposto che la potenza termica totale rilasciata nel deposito aumentando fino al valore di 409,6 kW (raggiunto dopo 192 secondi) essa rimanga costante, almeno per un tempo entro il quale risulti verosimile che l'incendio venga estinto completamente, tramite l'intervento della squadra di emergenza.

Si segnala, come ordine di grandezza, che si può ritenere ben progettato un impianto sprinkler in grado di attivarsi quando, nell'ambiente, la potenza termica totale rilasciata dall'incendio abbia raggiunto un valore vicino ai 500 kW.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Nel caso trattato si evidenzia come il ricorso ai principi della sicurezza antincendio possa essere fatto non solo per impostazione di progetti complessi legati alla sicurezza delle persone per l'esodo o alla resistenza al fuoco delle strutture.

Alcuni parametri, come il tempo di intervento degli sprinkler, possono essere necessari per stimare il livello di protezione offerto dall'impianto di protezione adottato e, qualora non adeguato, spingere il progettista alla selezione di componenti più performanti.

A.2 Modellazione termica con FDS e CFAST - ipotesi incendio in un deposito di lavorati in legno - controllo automatico dell'incendio ed azione della rivelazione fumi

Descrizione

All'interno dell'appendice A del volume Inail "La resistenza al fuoco degli elementi strutturali", appartenente alla collana ricerche "Il Codice di prevenzione incendi", nel caso A.1 è stato eseguito lo studio dell'andamento nel tempo della potenza termica HRR(t) che l'incendio rilascia all'interno di un edificio adibito a deposito di lavorati in legno (oggetti di arredamento e simili).

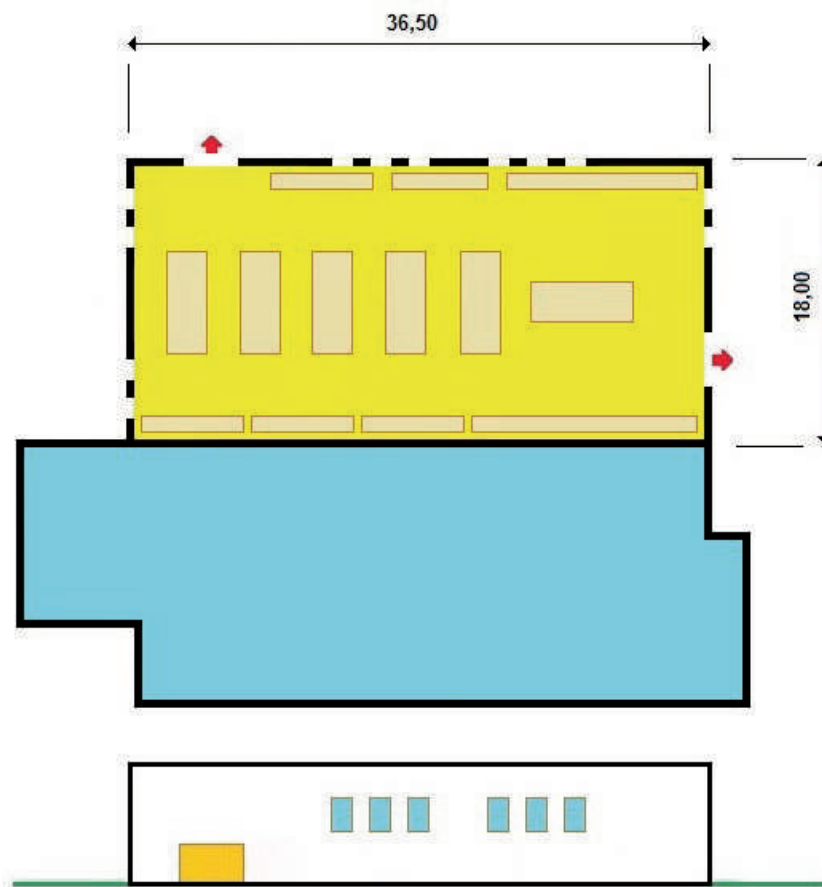
Lo scopo del caso studio era l'ottenimento della curva naturale d'incendio mediante l'impiego di un modello d'incendio numerico avanzato.

Nel presente esempio ci si propone lo studio dell'effetto di un sistema automatico di controllo dell'incendio sullo sviluppo della curva naturale di incendio, valutando il concomitante effetto del sistema di rivelazione di incendio.

Allo scopo vengono riprese le caratteristiche edilizie e dei materiali già utilizzate nel caso studio sopra richiamato, con l'aggiunta dell'impianto sprinkler.

Dati salienti:

Dimensioni geometriche del deposito	l = 36,50 m; L = 18 m; H = 7,50 m ($A_r = 657 \text{ m}^2$)	
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in C.A.	
	Densità pareti in CLS	$\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$
	Calore specifico	$c_p = 913 \text{ J/kg K}$
	Conduktività termica	$\lambda = 1,45 \text{ W/m K}$



Schema planimetrico e prospetto del deposito

Quantità di materiale	$Q_T = 140000$ kg (potere calorifico H pari a 17,5 MJ/kg)
Compartimenti antincendio	Unico compartimento; peraltro l'edificio risulta adiacente, e pertanto non separato, ad un'altra attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi. Livello III di prestazione (par. S.3.2.1)
Numero addetti	5 (non è prevista la presenza di persone disabili)
Profilo di rischio R_{vita}	A2 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R_{beni}	1 (par. G.3.3.1)
Tipologia di esodo	Simultaneo (par. S.4.1.2.a)
Livello di prestazione per l'esodo	I (par. S.4.2)
Percorsi di esodo ai piani	$L_{es} < 60$ m (tab. S 4.10)
Vie di esodo orizzontali	Indipendenti (par. S.4.8.1)
Uscite dal compartimento	2 aventi $L = 3,50$ m; $h = 2,35$ m (par. S.4.8.3)
Finestre	12 aventi $L = 1,35$ m; $h = 2,10$ m (3,10 m h davanzale)
Protezione attiva	Rete di idranti (UNI 10779) e Impianto sprinkler (UNI 12845) ► Livello IV di prestazione (par. S.6.6.3) Impianto IRAI (UNI 9795) ► Livello III di prestazione (par. S.7.2.1 e S.7.4.1)
Sistema di gestione della sicurezza	Livello II di prestazione (par. S.5.3.1 e par. S.5.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3.1 e par. S.9.4.2)
Squadra interna emergenza	Non presente H 24

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel deposito si è determinato (in via approssimata) il valore del carico di incendio specifico q_f pari a: (vedi par. S.2.9).

$$q_f = Q_T \times H \times m / A_f = 140000 \times 17,5 \times 0,80 / 657 = 2983,26 \text{ MJ/m}^2$$

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, non normata, classificata al punto 37.2.C dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Stabilimenti e laboratori per la lavorazione del legno con materiale in lavorazione e/o in deposito in quantità oltre i 50000 kg".

Obiettivi dello studio

Si vuole costruire la probabile curva naturale dell'incendio ipotizzando l'azione del sistema automatico di controllo degli incendi (impianto sprinkler), seguendo le prescrizioni di cui al par. M.2.6, e si vuole altresì valutare il tempo di intervento del sistema IRAI.

In questo studio la funzione di rivelazione automatica dell'incendio del sistema IRAI si basa, in alternativa, su rivelatori di fumo lineari oppure su rivelatori di fumo puntiformi disposti a solaio.

Il fine di questa doppia ipotesi è quello di valutare se i tempi di intervento di due tipologie diverse di sensori possono essere confrontabili tra loro.

La definizione quantitativa delle varie fasi dell'incendio si riferisce alla curva HRR(t) qualitativa che segue; tale metodologia può essere utilizzata per:

- costruire le curve naturali per la valutazione della capacità portante in condizioni d'incendio delle opere da costruzione;
- valutare la portata di fumo emessa durante l'incendio per la progettazione dei sistemi per l'evacuazione di fumo e calore;
- valutare il tempo di intervento del sistema IRAI, al fine di stimare il tempo di allarme t_A , necessario per la determinazione del tempo RSET in problematiche di life safety.

La stima della suddetta curva naturale costituisce, pertanto, il fondamentale input per l'applicazione del metodo analitico avanzato per la valutazione della resistenza al fuoco di un'intera struttura.

Per quanto attiene alla descrizione quantitativa dei parametri significativi della curva HRR(t), si rimanda alla lettura del caso A.1 dell'appendice A del volume Inail "La resistenza al fuoco degli elementi strutturali",

L'esemplificazione in questione prevede che l'incendio si sviluppi ponendo in essere l'azione di contrasto di un impianto automatico di controllo dell'incendio.

A tal proposito, si rammenta quanto previsto al par. M.2.6.2:

Effetto dei sistemi automatici di controllo dell'incendio

Così come prescritto al comma 2 del par. M.2.6.2, il progettista è tenuto a valutare l'affidabilità dei sistemi di controllo dell'incendio impiegati per modificare la curva HRR.

Nell'ipotesi che ciò sia fatto, in presenza di sistemi automatici (es.: sprinkler), HRR(t) non raggiunge il valore di HRR_{max} , che avrebbe potuto raggiungere in base ai combustibili presenti ed all'ambiente; HRR può quindi essere assunto costante e pari a $HRR(t_x)$ raggiunto all'istante t_x dell'entrata in funzione dell'impianto.

Tale valore permane per un intervallo di tempo pari alla durata di alimentazione prevista, entro cui si presume che l'incendio controllato venga estinto con l'intervento manuale dalla squadra antincendio.

Il valore del tempo t_x dell'entrata in funzione dell'impianto può essere ottenuto attraverso modelli di incendio avanzati quali modelli a zone o modelli CFD, nei quali viene introdotto un sensore virtuale per ogni testina sprinkler presente nell'impianto.

In tali software, il modello termico della testina sprinkler tiene conto sia della temperatura nominale di rottura dell'ampolla (misurata in °C) che dell'inerzia termica della stessa.

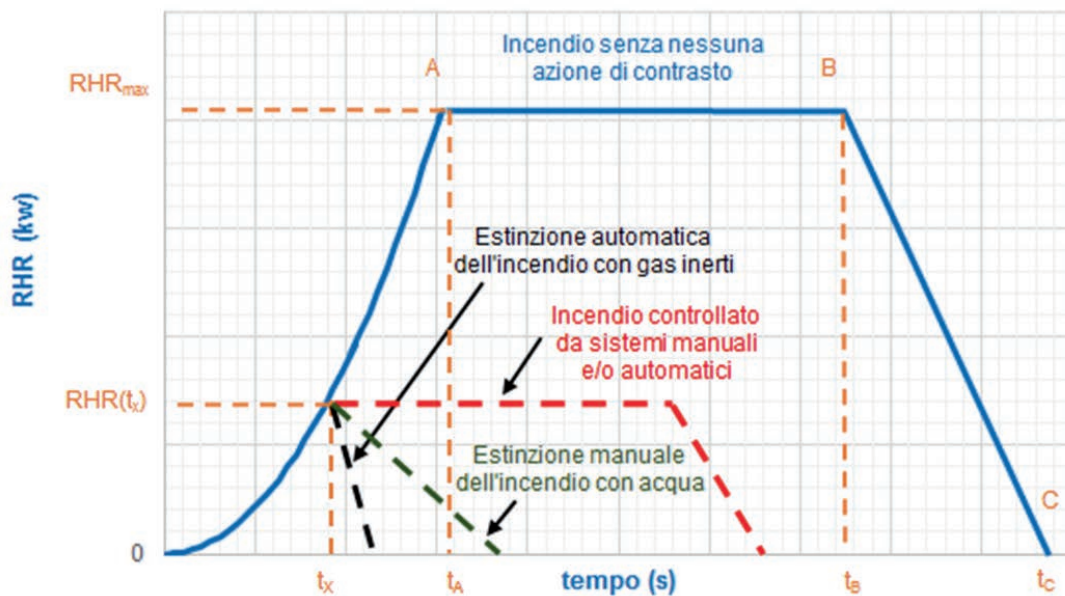
Quest'ultima viene modellata tramite due parametri, denominati RTI (Response Time Index, misurato in $(ms)^{1/2}$) e C FACTOR (fattore di conduzione, misurato in $(m/s)^{1/2}$).

Il primo parametro rappresenta il tempo di risposta dell'elemento sensibile all'incremento di temperatura locale dei gas, mentre il secondo considera l'effetto del raffreddamento dovuto al calore dissipato a partire dall'elemento termosensibile dello sprinkler verso la struttura ove esso è montato.

Se nell'attività sono previsti sistemi automatici di estinzione completa dell'incendio (es.: water mist), il loro effetto deve essere valutato caso per caso in relazione alla loro efficacia e all'affidabilità di funzionamento.

Effetto dell'intervento manuale di controllo dell'incendio

A differenza dell'attivazione dei sistemi automatici, l'intervento manuale effettuato dalla squadra antincendio non può essere considerato in fase progettuale ai fini della modifica dell'andamento della curva.



VARIAZIONE DELLA CURVA HRR(T) PER EFFETTO DELL'INTERVENTO DI SISTEMI MANUALI O AUTOMATICI DI CONTROLLO DELL'INCENDIO

Per ottenere la curva naturale d'incendio nel deposito di legno è necessario impiegare la funzione HRR definita al punto precedente attraverso modelli di incendio avanzati quali modelli a zone o modelli CFD.

Si sottolinea che il calcolo della curva naturale d'incendio risulta fondamentale quando il professionista antincendio voglia impiegare il metodo dell'ingegneria della sicurezza antincendio, ad esempio, per procedere alla verifica del livello di prestazione III di resistenza al fuoco degli elementi strutturali mediante le soluzioni alternative indicate al par. S.2.4.8 del Codice.

Modellazione con FDS

La curva HRR(t) calcolata nel caso A.1 dell'appendice A del volume "La resistenza al fuoco degli elementi strutturali" è stata utilizzata quale input di una modellazione FDS, nella quale si è ipotizzato un singolo compartimento, avente caratteristiche geometriche desunte dalla tabella iniziale del presente caso studio. Il software Fire Dynamics Simulator (FDS), versione 6.7.0, è realizzato e rilasciato open source dal NIST.

FDS è un modello di simulazione *di campo*; tali modelli suddividono l'ambiente da esaminare in un gran numero di volumi elementari (dette *celle*); in ogni nodo di questo reticolo tridimensionale, il modello risolve numericamente una forma delle equazioni di Navier-Stokes appropriata per flussi a bassa velocità, aventi spinta termica, con enfasi sul trasporto di calore e di fumo generati da un incendio.

Le derivate parziali delle equazioni di conservazione della massa, della quantità di moto e dell'energia sono approssimate come differenze finite e la soluzione viene aggiornata nel dominio del tempo su una griglia tridimensionale costituita da celle parallelepipedo.

La radiazione termica viene calcolata utilizzando la tecnica dei volumi finiti sulla stessa griglia del solutore del flusso; per simulare il movimento del fumo, la scarica degli sprinkler e lo spray di liquido combustibile, vengono utilizzate le particelle lagrangiane.

L'applicazione di FDS è limitata alla modellazione di incendi aventi basse velocità di flusso, per cui non può essere usato ad esempio per modellare esplosioni, flussi vicino alla velocità del suono (il numero di Mach deve essere inferiore a 0,3) o flussi su ugelli strozzati.

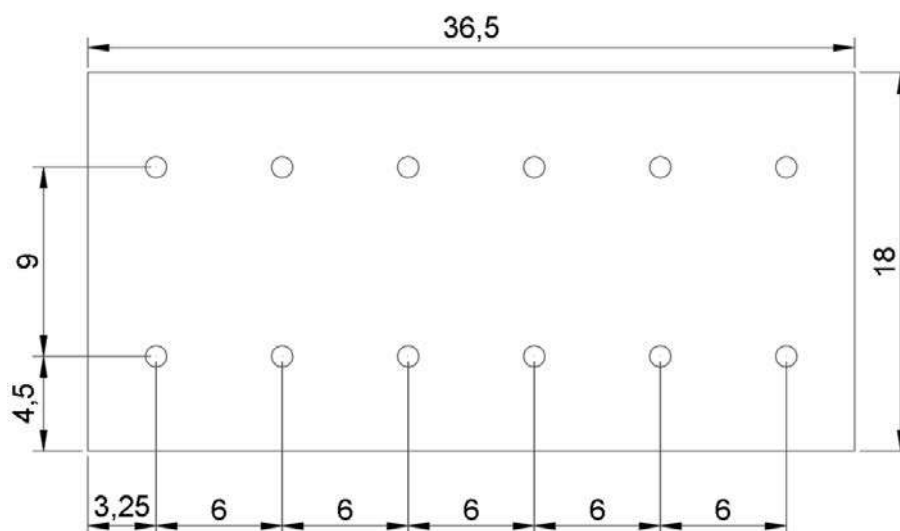
Nella modellazione si è ipotizzato uno spessore delle pareti (realizzate in CLS) pari a 30 cm.

Come descritto negli obiettivi del presente studio, nel modello sono stati implementati sia dei sensori virtuali utilizzati come rivelatori di fumo afferenti ad un impianto IRAI, che altri sensori utilizzati come sprinkler.

Valutazione delle prestazioni dei rivelatori di fumo

Nel modello sono stati implementati dei sensori virtuali, posizionati a solaio, che sono stati utilizzati come rivelatori di fumo puntiformi; la disposizione di tali sensori è stata effettuata ipotizzando un solaio piatto (senza travi sporgenti), seguendo la norma UNI 9795.

In particolare è stato seguito il "Prospetto 5", in cui per un'altezza dei locali compresa tra 6 e 8 m, si raccomanda un raggio di copertura di 6,5 m per ciascun rivelatore puntiforme di fumo; di conseguenza sono stati disposti 12 rivelatori puntiformi sul solaio, a matrice 6 x 2, con lo schema riportato nella figura seguente. Si noti che anche una disposizione 5 x 2 dei sensori avrebbe garantito la copertura richiesta nel prospetto sopra citato, ma si è scelto di non disporre i rivelatori in mezzeria, dato che nello scenario in oggetto il focolaio si trova al centro del locale (per continuità con il caso A.1 dell'appendice A del volume "La resistenza al fuoco degli elementi strutturali").



DISPOSIZIONE DEI RIVELATORI DI FUMO PUNTIFORMI A SOLAIO

I parametri utilizzati per tali rivelatori non sono rappresentativi di un reale sensore commerciale, ma sono stati estrapolati dalla "User Guide" del programma FDS (Table 16.1), per la loro tipologia (rivelatori ottici fotoelettrici), secondo la tabella seguente.

Detector	α_e	β_e	α_c, L	β_c
Cleary Photoelectric P1	1.8	-1.0	1.0	-0.8

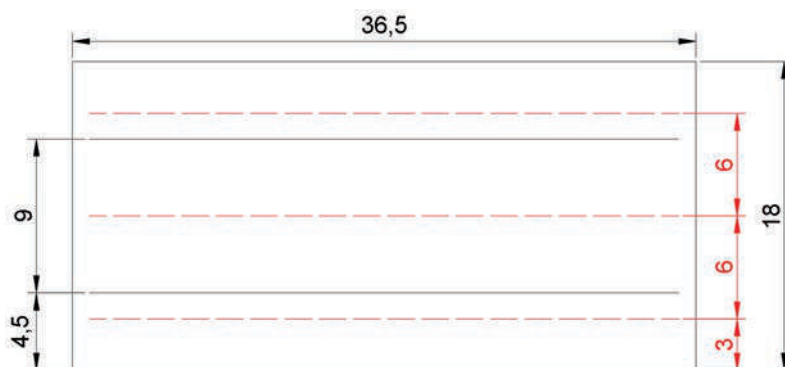
Oltre ai suddetti rivelatori puntiformi di fumo, sono stati implementati anche dei rivelatori lineari di fumo, considerandone diversi posizionamenti in altezza.

Infatti, la norma UNI 9795 permette l'installazione dei rivelatori lineari di fumo (punto 5.4.5.4) con una collocazione entro il 10% dell'altezza del locale da proteggere, ovvero entro il 25% rispetto all'altezza di colmo, con l'installazione addizionale del 50% dei rivelatori normalmente previsti.

Oltre a tale punto, è stato rispettato il requisito della larghezza massima dell'area coperta pari a 15 m (punto 5.4.5.3); di conseguenza sono stati disposti una serie di rivelatori lineari secondo la tabella seguente:

Numero rivelatori	Quota di installazione	Criterio
2	7,25 m	entro il 10% dell'altezza del locale
2	7 m	entro il 10% dell'altezza del locale
2	6,75 m	entro il 10% dell'altezza del locale
3	6,5 m	entro il 25% dell'altezza del locale, +50% rivelatori previsti
3	6,25 m	entro il 25% dell'altezza del locale, +50% rivelatori previsti
3	6 m	entro il 25% dell'altezza del locale, +50% rivelatori previsti
3	5,75 m	entro il 25% dell'altezza del locale, +50% rivelatori previsti

In pianta, i rivelatori lineari sono stati disposti con le distanze riportate nella figura seguente, considerando le linee nere piene per le quote ove sono previsti 2 rivelatori e le linee rosse tratteggiate ove ne sono previsti 3. Nella modellazione effettuata con il software FDS, ogni rivelatore lineare è stato modellato come attivo al superamento della soglia del 33% di oscuramento ottico da parte del fumo.



DISPOSIZIONE DEI RIVELATORI DI FUMO LINEARI PER LE DIVERSE QUOTE

Le analisi sono state eseguite considerando le finestre sia chiuse che aperte; in entrambi i casi, il primo rivelatore di fumo puntiforme si è attivato a 79,6 s dall'inizio della modellazione, mentre il secondo a 83,1 s. L'attivazione dei sensori di fumo lineari si è dimostrata particolarmente dipendente dalla quota di installazione, mentre risulta meno dipendente dal fatto che le finestre fossero chiuse o aperte.

Nei grafici riportati nella pagina seguente viene mostrato il tempo di attivazione in funzione dell'altezza di installazione dei rivelatori lineari rispetto al piano di calpestio, sia considerando l'attivazione del primo rivelatore lineare, che considerando l'attivazione di almeno due rivelatori.

Nella legenda dei due grafici vengono mostrati 4 casi, poiché in questo esempio è stata effettuata anche una differenziazione del tipo di sprinkler (QUICK o STANDARD¹⁷), che però non influisce sul tempo di attivazione dei rivelatori, in quanto gli sprinkler si aprono successivamente all'attivazione dei rivelatori di fumo.

Dal grafico dell'attivazione del primo rivelatore lineare, emerge che per quote inferiori a 6,5 m il tempo di attivazione è simile, in quanto il focolaio si trova proprio sotto al rivelatore di fumo lineare centrale, che quindi si attiva per primo con il fumo prodotto dall'incendio. Infatti per rispettare la UNI 9795 (punto 5.4.5.4), per quote

¹⁷ Gli erogatori sprinkler STANDARD hanno un tempo di reazione che va dai 3 ai 4 minuti i sistemi QUICK (a risposta rapida), invece, si attivano più rapidamente. La scelta fra i due tipi di erogatore dipende dalla valutazione dei rischi eseguita dal progettista.

inferiori a 6,5 m i rivelatori lineari sono sempre 3 e uno di questi si trova al centro, mentre per quote superiori a 6,7 m ne bastano 2, ma nessuno di questi è in posizione centrale.

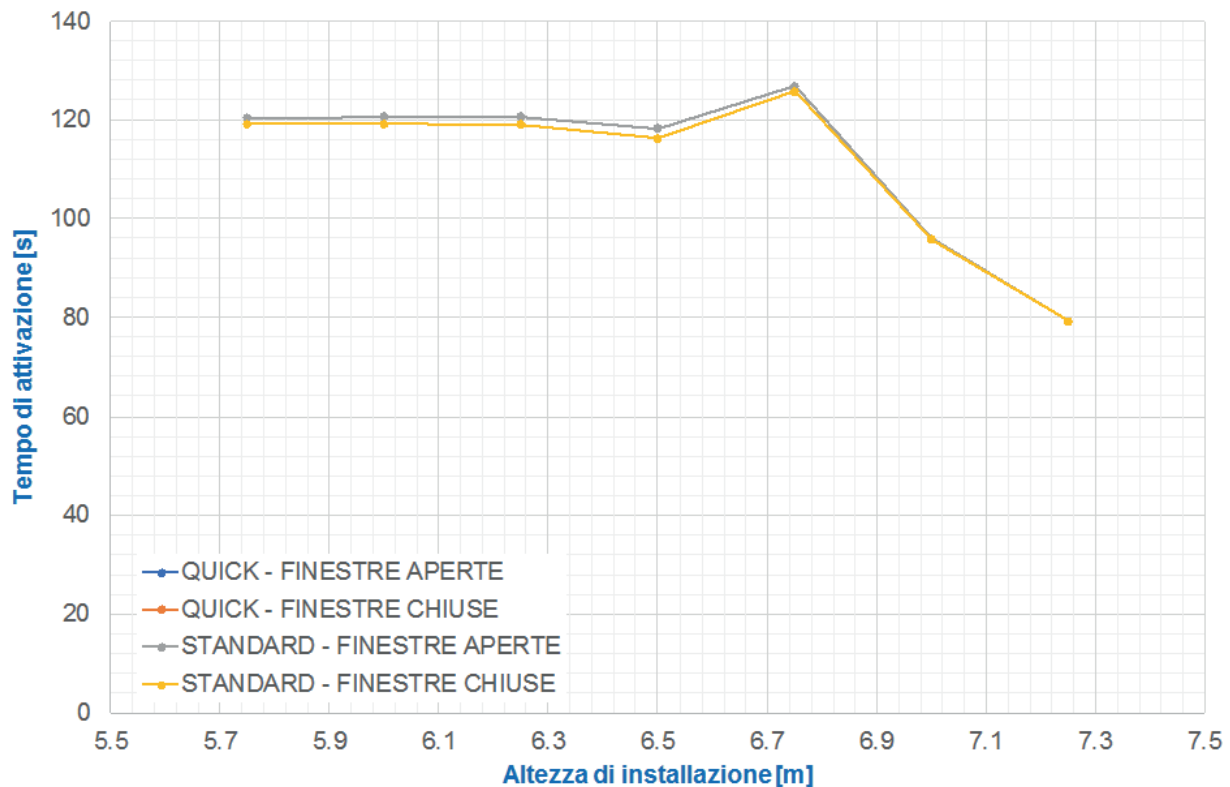
Per evitare falsi allarmi, negli impianti IRAI spesso si preferisce effettuare un preallarme all'attivazione del primo sensore, mentre l'allarme vero e proprio viene avviato quando si attiva anche un secondo rivelatore.

Per tale motivo è necessario valutare con maggiore attenzione il grafico dell'attivazione del secondo rivelatore lineare. Il secondo grafico mostra quindi che il tempo di attivazione decresce all'aumentare della quota di installazione.

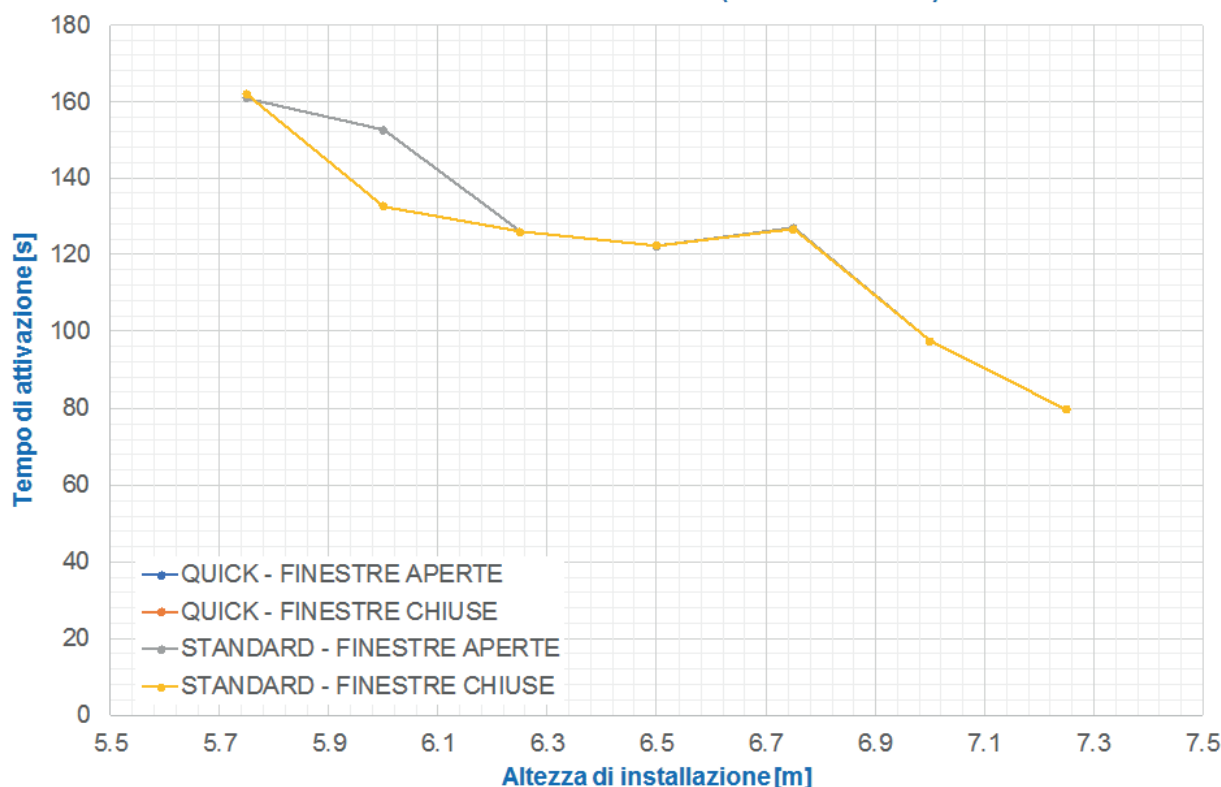
Tale andamento è spiegabile con l'evidenza che la concentrazione del fumo aumenta a partire dall'intradosso del solaio.

Nel caso in oggetto, dato che le finestre sono posizionate ad una quota inferiore a quella minima per l'installazione dei rivelatori di fumi lineari (l'architrave delle finestre si trova ad una quota pari a 5,2 m), non si nota una stretta dipendenza tra tempo di attivazione e apertura/chiusura delle finestre.

Se ad esempio vi fossero stati torrioni statici di aerazione disposti sul solaio, si sarebbe evidenziata una differenza consistente tra i casi con i torrioni chiusi o aperti.



ATTIVAZIONE DEI RIVELATORI DI FUMO LINEARI PER LE DIVERSE QUOTE (PRIMO SENSORE)



ATTIVAZIONE DEI RIVELATORI DI FUMO LINEARI PER LE DIVERSE QUOTE (SECONDO SENSORE)

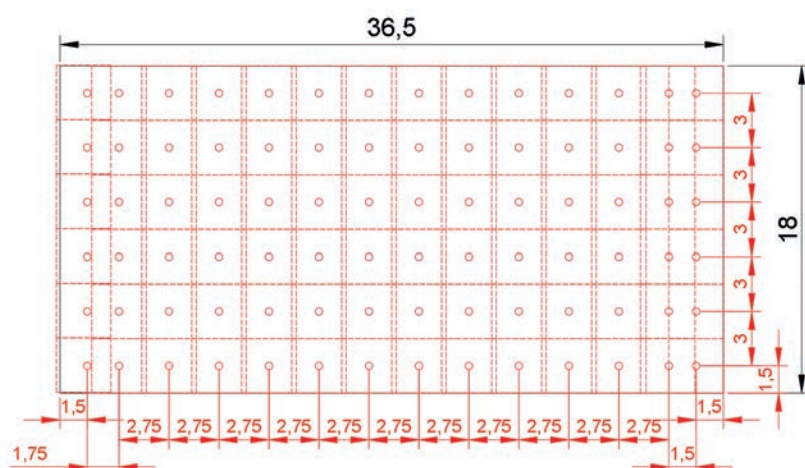
Nel caso in oggetto si è utilizzato un solo scenario di incendio, ma in un progetto reale si consiglia di valutare il tempo di attivazione dell'impianto IRAI con più scenari, con lo spostamento del focolaio, anche se il carico di incendio fosse uniformemente distribuito. Tale studio andrebbe effettuato per valutare la variabilità del tempo di attivazione cambiando la posizione del focolaio rispetto ai rivelatori di fumo ed alle aperture di smaltimento dei fumi.

Lo studio di diversi scenari, variando parametri significativi, rappresenta la tecnica che nel campo delle simulazioni va sotto il nome di "analisi di sensitività"; l'analisi di sensitività costituisce la base di partenza per la validazione del modello impiegato per la progettazione e per evidenziarne i limiti di applicazione.

Valutazione delle prestazioni degli sprinkler

Nel modello sono stati implementati dei sensori virtuali, posizionati a solaio, che sono stati utilizzati come sprinkler; la disposizione di tali sensori è stata effettuata ipotizzando un solaio piatto (senza travi sporgenti), seguendo la norma UNI EN 12845. In particolare è stato seguito il "Prospetto 19", in cui per una classe di pericolo HHS (High Hazard Storage - stoccaggio ad alto rischio) ed una disposizione regolare, la distanza massima tra gli sprinkler è pari a 3,7 m e la massima area per sprinkler è pari a 9 m² e, di conseguenza, sono stati disposti 84 sprinkler sul solaio, a matrice 14 x 6, con lo schema riportato nella figura seguente.

Si noti che anche una disposizione 13 x 6 degli sprinkler avrebbe garantito la copertura richiesta nel prospetto sopra citato, ma, così come per i rilevatori puntiformi, si è scelto di non disporre gli sprinkler in mezzera, dato che nello scenario in oggetto il focolaio si trova al centro del locale.



DISPOSIZIONE DEGLI SPRINKLER A SOLAIO

I parametri utilizzati per gli sprinkler non sono rappresentativi di un reale ugello commerciale, ma sono stati estrapolati dalla pubblicazione "C/VM2 Verification method: Framework for fire safety design" del New Zealand Building Code (Table 3.2), secondo la tabella seguente:

Tipologia	STANDARD response (sprinkler)	QUICK response (sprinkler)
RTI (Response Time Index)	135 (m·s) ^{1/2}	50 (m·s) ^{1/2}
C FACTOR	0,85 (m/s) ^{1/2}	0,65 (m/s) ^{1/2}
Temperatura di attivazione	68°C	68°C

Avendo previsto la modellazione sia con porte chiuse, che aperte e sia con sprinkler STANDARD, che QUICK, in totale si sono calcolati quattro scenari, ottenendo i valori di tempo di attivazione t_x e di HRR_{max} mostrati nella seguente tabella (riferiti ad una curva HRR avente velocità MEDIA). I tempi sono stati aumentati di 10 s rispetto all'attivazione per considerare il ritardo di discesa delle gocce d'acqua sui legnami.

Tipologia sprinkler	STANDARD response (sprinkler)		QUICK response (sprinkler)	
	Aperte	Chiuse	Aperte	Chiuse
Condizione apertura finestre				
$t_x + 10$ s	404,8	395,8	378,9	358,8
HRR_{max}	1820,7	1740,6	1595,2	1430,4

Dai risultati mostrati nella tabella precedente, si evidenzia che con gli sprinkler di tipo STANDARD si ottiene un tempo di attivazione t_x (e un corrispondente HRR_{max}) superiore rispetto ai casi con sprinkler di tipo QUICK, in quanto l'inerzia termica di questi ultimi è inferiore e quindi si ha un tempo di risposta più basso.

Nei casi con le finestre aperte si nota una risposta più lenta, in quanto in queste condizioni il fumo esce dalle finestre e si stratifica lentamente sul solaio. Questo porta a tempi maggiori di riscaldamento degli sprinkler e quindi a un tempo di attivazione t_x (e quindi un corrispondente HRR_{max}) più alto.

Modellazione con CFAST e confronto con FDS

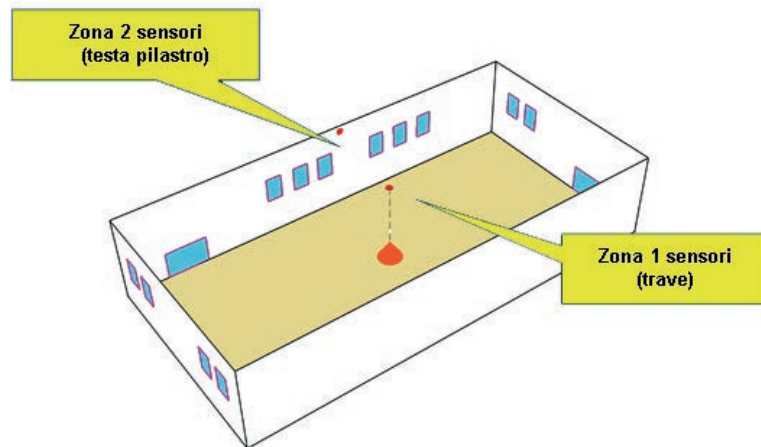
Le curve HRR aventi i valori di HRR_{max} mostrati nella tabella precedente sono state immesse quale input di 4 modellazioni CFAST.

In ognuna di queste si è ipotizzato un singolo compartimento, avente caratteristiche geometriche desunte dalla tabella iniziale del presente caso studio.

Il software Consolidated Fire and Smoke Transport Model (CFAST), versione 7.3.0, è realizzato e rilasciato open source dal NIST.

CFAST è un modello di simulazione *a zone*; tali modelli suddividono ogni locale in un piccolo numero di volumi di controllo (dette zone o *layer*), lo stato di ciascuno dei quali è ipotizzato uniforme al suo interno, ovvero, i valori di temperatura e concentrazione dei prodotti della combustione sono uguali in ciascun punto all'interno del medesimo volume.

L'applicazione di CFAST è limitata alla modellazione di incendi in ambiente confinato di geometria semplice. Nella modellazione si è ipotizzato uno spessore delle pareti (realizzate in CLS) pari a 30 cm.



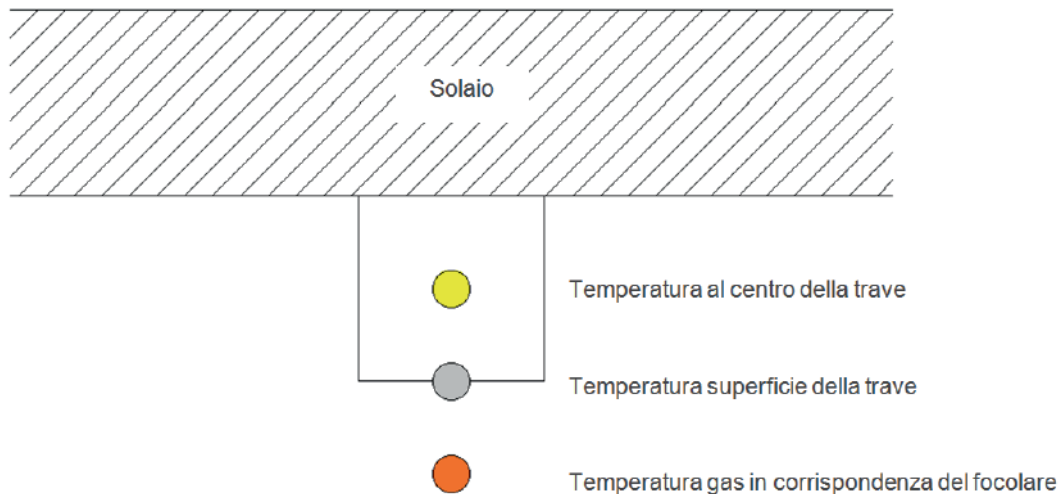
MODELLO IN CFAST DEL DEPOSITO DI LAVORATI IN LEGNO - POSIZIONE DEL FOCOLAIO E DEI SENSORI

Nei paragrafi seguenti i risultati del software CFAST saranno confrontati con quelli del software FDS per ognuno dei quattro scenari. In ciascuno dei quattro scenari, per valutare la temperatura degli elementi strutturali principali, sono state considerate: una zona 1 con tre sensori di temperatura sul solaio (modellando una trave posta in corrispondenza del focolaio) e una zona 2 con tre sensori in corrispondenza di un pilastro, a quota z pari a 7 m, sito sulla parete lunga.

I sensori sono stati posizionati nei punti riportati con dei pallini rossi all'interno della figura precedente.

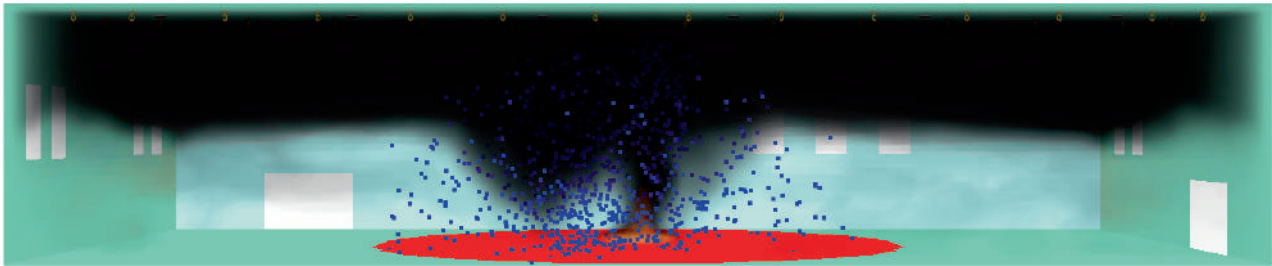
Per ognuno dei quattro scenari, nel grafico seguente viene mostrata la temperatura del gas nell'intorno della trave (ipotizzata in CLS, avente spessore 30 cm), a confronto con la temperatura assunta sulla superficie e al centro della trave stessa, come si evince dallo schema di seguito riportato, relativo alla zona 1.

Uno schema analogo è stato seguito per il pilastro a contatto con la parete, relativo alla zona 2.

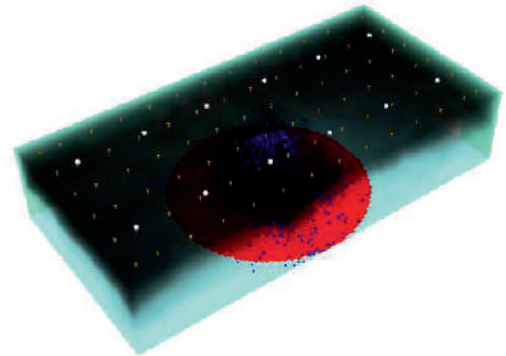
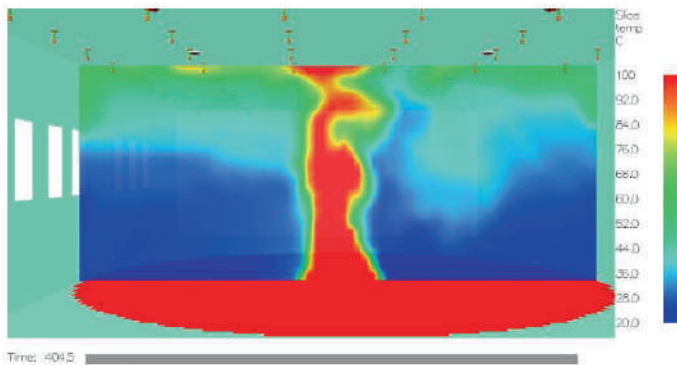


DISPOSIZIONE DEI SENSORI NEL MODELLO IN CFAST SULLA TRAVE RISPETTO AL SOLAIO - ZONA 1

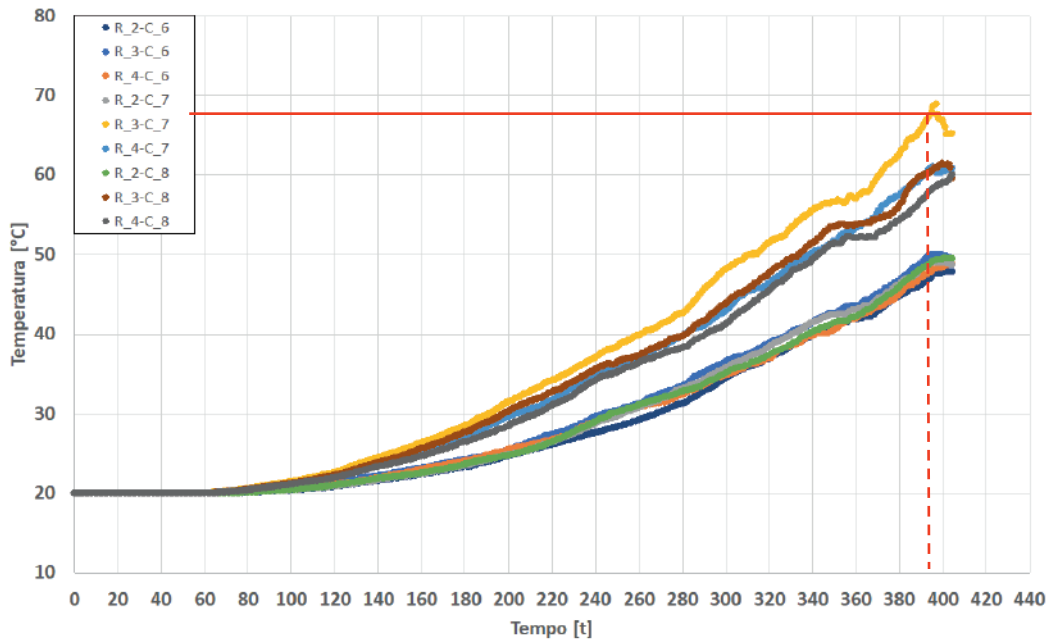
Sprinkler STANDARD - finestre aperte - FDS



VISTA IN SEZIONE DEL FUMO AL TEMPO T = 404,5 s - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE APERTE



SLICE FILE DELLA TEMPERATURA DEL FOCOLAIO (A SINISTRA) E VISTA ISOMETRICA DEL FUMO (A DESTRA) AL TEMPO T = 404,5 s



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEGLI SPRINKLER - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE APERTE

Dal grafico precedente si evince che la temperatura di attivazione degli sprinkler (68°C) viene raggiunta trascorso un tempo pari a circa 394,8 s (circa 6,5 min).

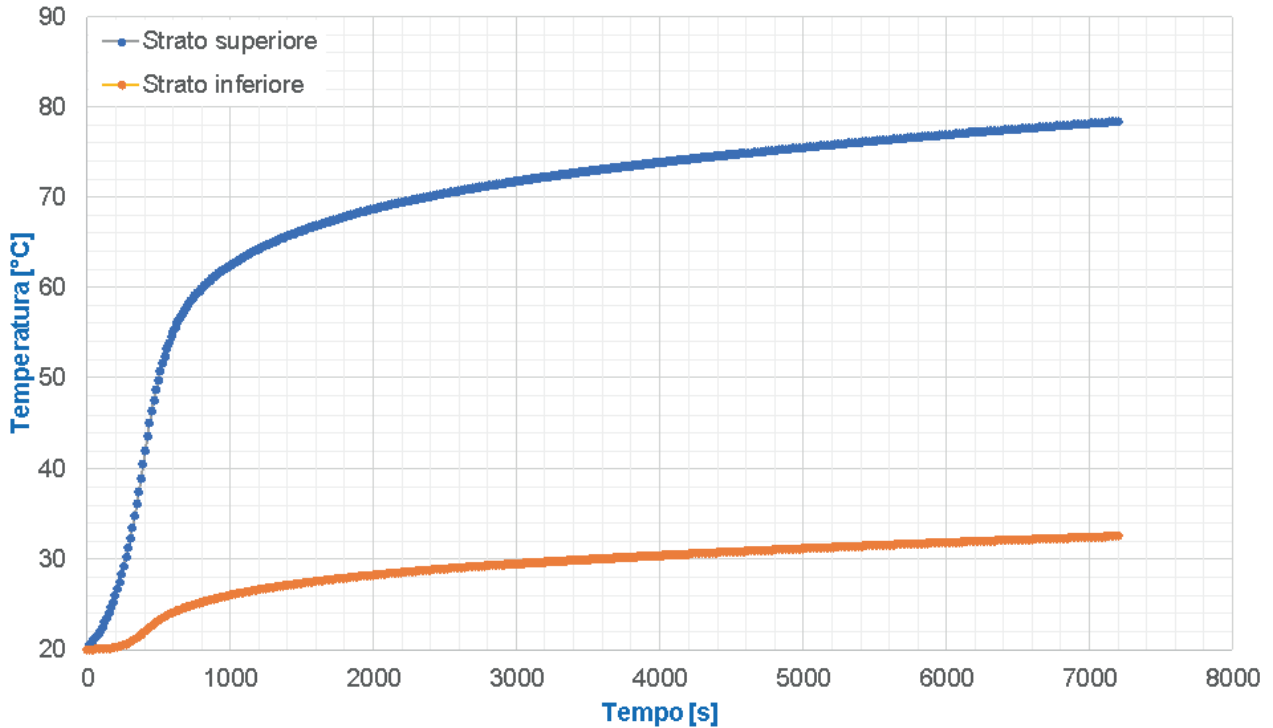
Anche l'immagine ottenuta come slice file della temperatura del focolaio mostra che in prossimità del solaio si ha una colorazione verde, che corrisponde ad una temperatura nell'intorno di quella di attivazione degli sprinkler (68°C).

Dalle viste dei fumi (isometrica e in sezione longitudinale) è possibile valutare che il livello inferiore dello strato dei fumi si trova all'altezza dell'asse neutro delle finestre.

Tale asse ideale è situato tra la parte alta della finestra (zona in cui escono i fumi caldi) e la sua parte bassa (zona in cui entra l'aria fresca).

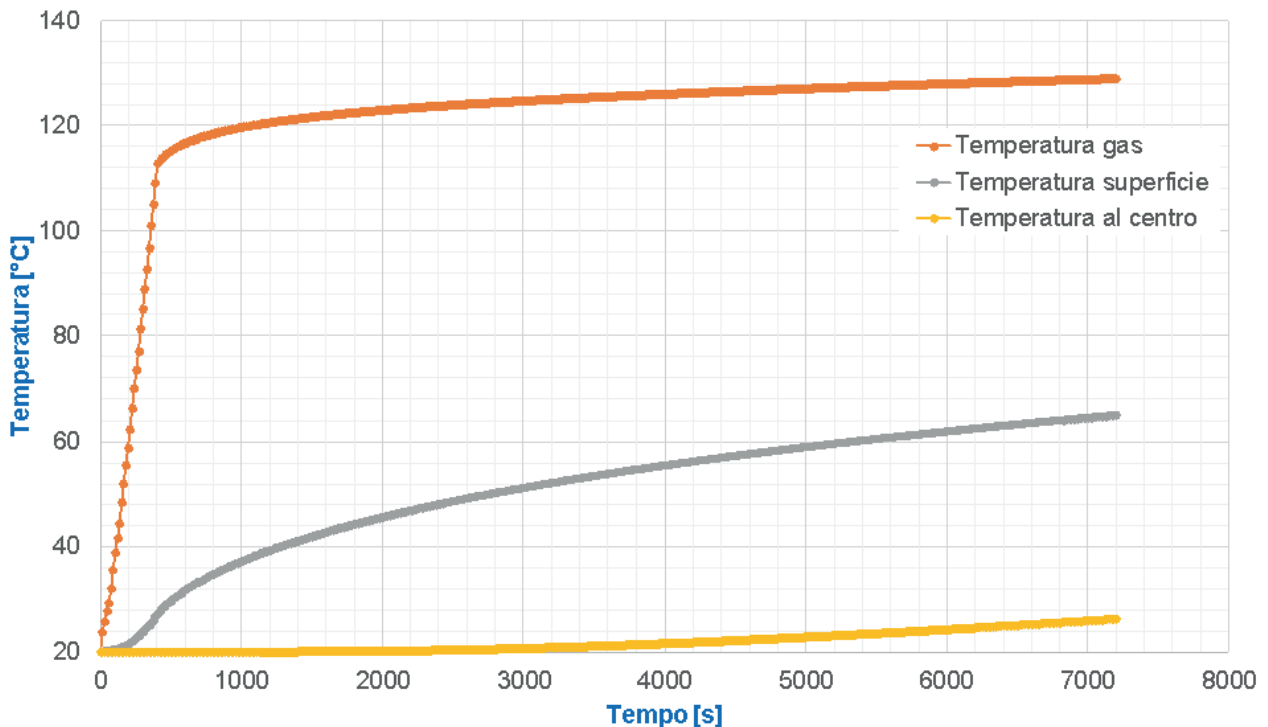
Sprinkler STANDARD - finestre aperte - CFAST

Dal grafico seguente, risultato della modellazione in CFAST con sprinkler STANDARD e finestre aperte, si evince che la temperatura convenzionale per il flashover (600°C) non viene raggiunta per lo strato superiore. Poiché CFAST è un modello *a zone*, la temperatura dello strato superiore qui riportata rappresenta la temperatura media dello strato superiore dei fumi.



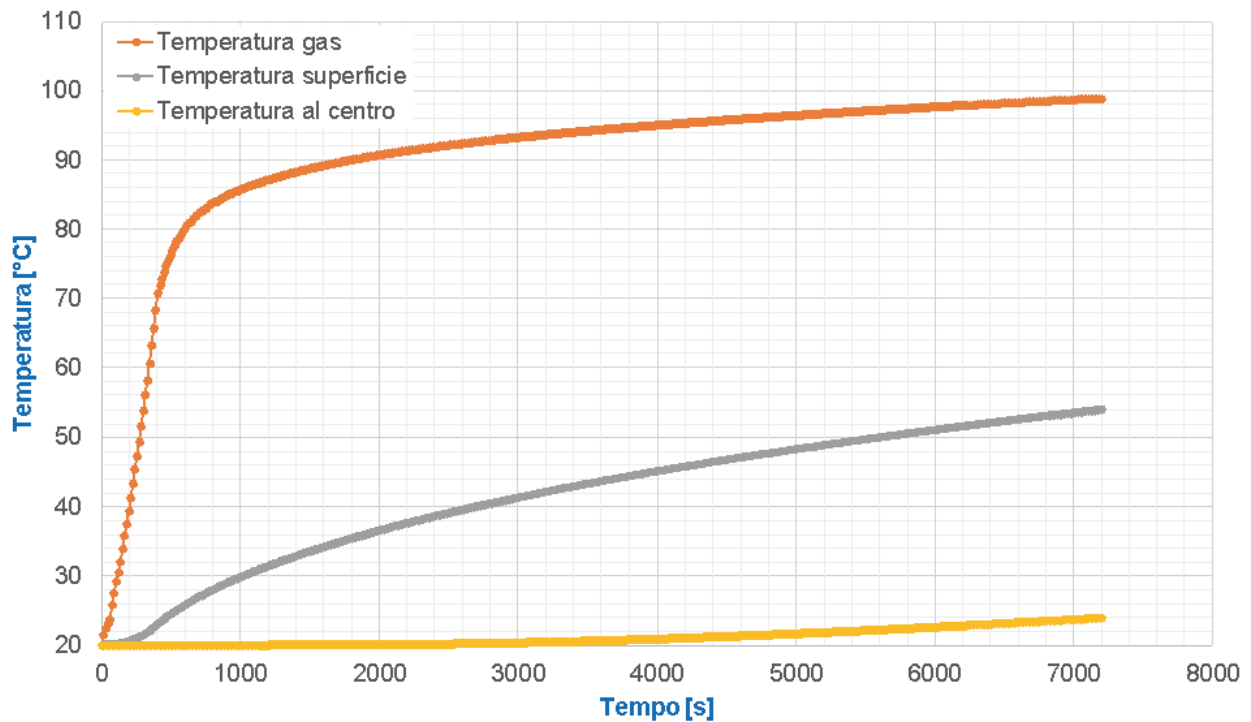
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DELLE ZONE - MODELLO IN CFAST - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE APERTE

Dal grafico seguente è possibile rilevare che il sensore posto al centro della trave, in asse al focolaio, risente dell'inerzia termica della trave, ma la temperatura della superficie rimane molto contenuta (inferiore a 70°C).



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEI SENSORI ZONA 1 DEL MODELLO IN CFAST - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE APERTE

Nel grafico seguente viene mostrata la temperatura del gas relativa ai sensori posti in corrispondenza di un pilastro, a quote $z = 7$ m.



**ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEI SENSORI ZONA 2 - PILASTRO (QUOTA $z = 7$ M) DEL MODELLO IN CFAST
SCENARIO STANDARD CON FINESTRE APERTE**

Dai grafici si può desumere che i sensori posti sul pilastro e sulla trave mostrano andamenti molto simili, in quanto il modello è a due zone (superiore ed inferiore) ed essi si trovano nella stessa zona (superiore). Si rileva che l'andamento delle temperature è diverso, per effetto di due contributi:

- il sensore della temperatura gas posto in vicinanza della trave risente dell'effetto della zona del plume, ovvero della zona nell'intorno della fiamma, modellata con un profilo termico specifico da CFAST;
- il sensore della temperatura della superficie della trave ha un maggiore contributo dell'irraggiamento rispetto a quello posto sulla superficie del pilastro.

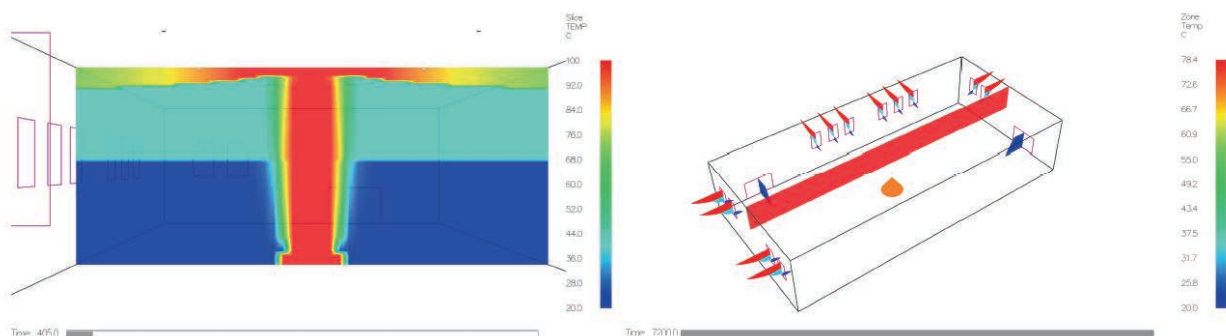
Nell'immagine di destra, tra le due seguenti, è possibile notare che effettuando la visualizzazione dello slice file della temperatura del focolaio per un tempo $t = 405$ s (in prossimità del tempo di attivazione dello sprinkler) il campo termico è molto simile a quello visualizzato con FDS, in termini di valori medi.

Ovviamente la slice file ottenuta con FDS mostra degli andamenti turbolenti, che in CFAST non è possibile calcolare, data la natura dei due software (CFAST è un software a zone e FDS è un software di campo).

Si osserva inoltre che la linea di separazione tra zona superiore ed inferiore si trova circa a metà della finestra, come era possibile notare anche per le immagini ottenute con FDS.

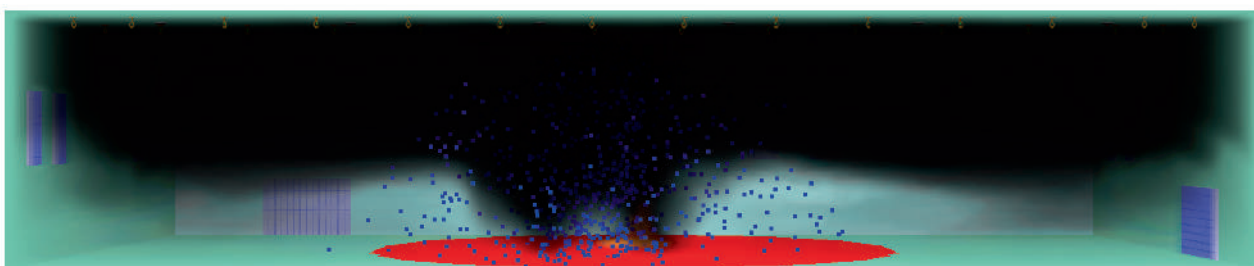
Nell'immagine di sinistra, è possibile notare che per un tempo $t = 7200$ s (termine della modellazione con CFAST) la temperatura della zona superiore è pari a $78,4$ °C.

Inoltre è possibile individuare i flussi di fumo caldo uscenti dalle finestre (modellati con dei triangoli rossi) e quelli di aria fresca entranti nelle porte e nella parte bassa delle finestre (modellati con triangoli e trapezi blu).

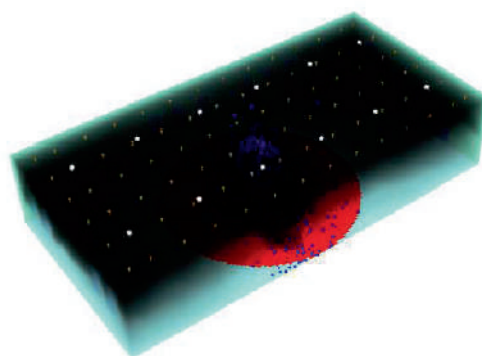
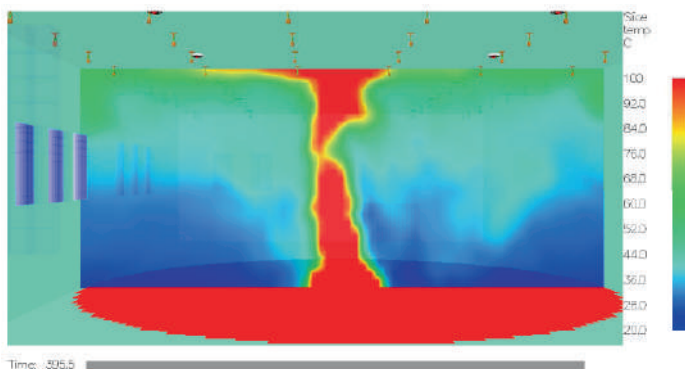


SLICE FILE DELLA TEMPERATURA DEL FOCOLAIO (A SINISTRA) E TEMPERATURA DELLA ZONA SUPERIORE (A DESTRA)

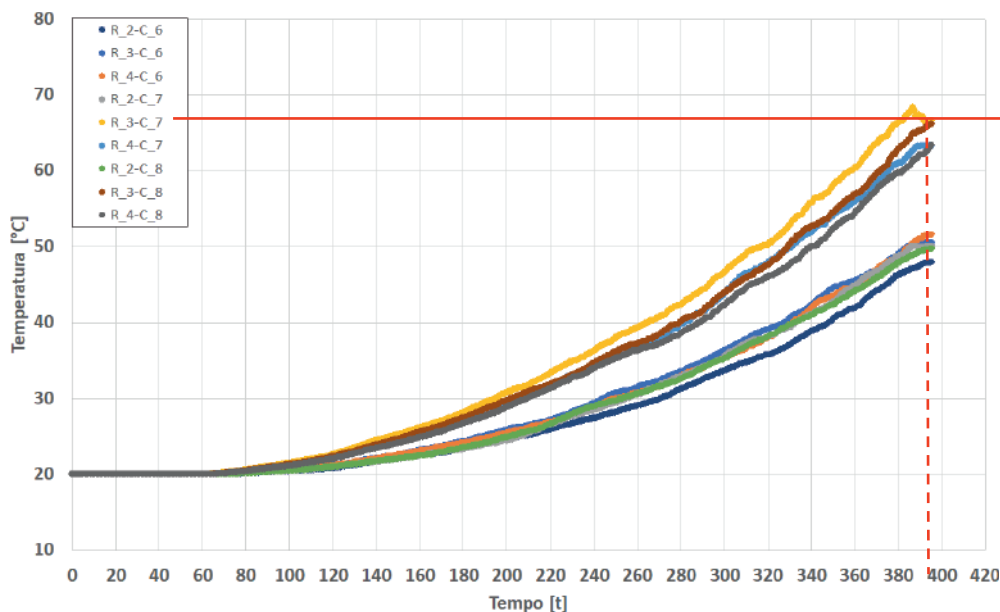
Sprinkler STANDARD - finestre chiuse – FSD



VISTA IN SEZIONE DEL FUMO AL TEMPO T = 395,5 s - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE CHIUSE



SLICE FILE DELLA TEMPERATURA DEL FOCOLAIO (A SINISTRA) E VISTA ISOMETRICA DEL FUMO (A DESTRA) AL TEMPO T = 395,5 s



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEGLI SPRINKLER - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE CHIUSE

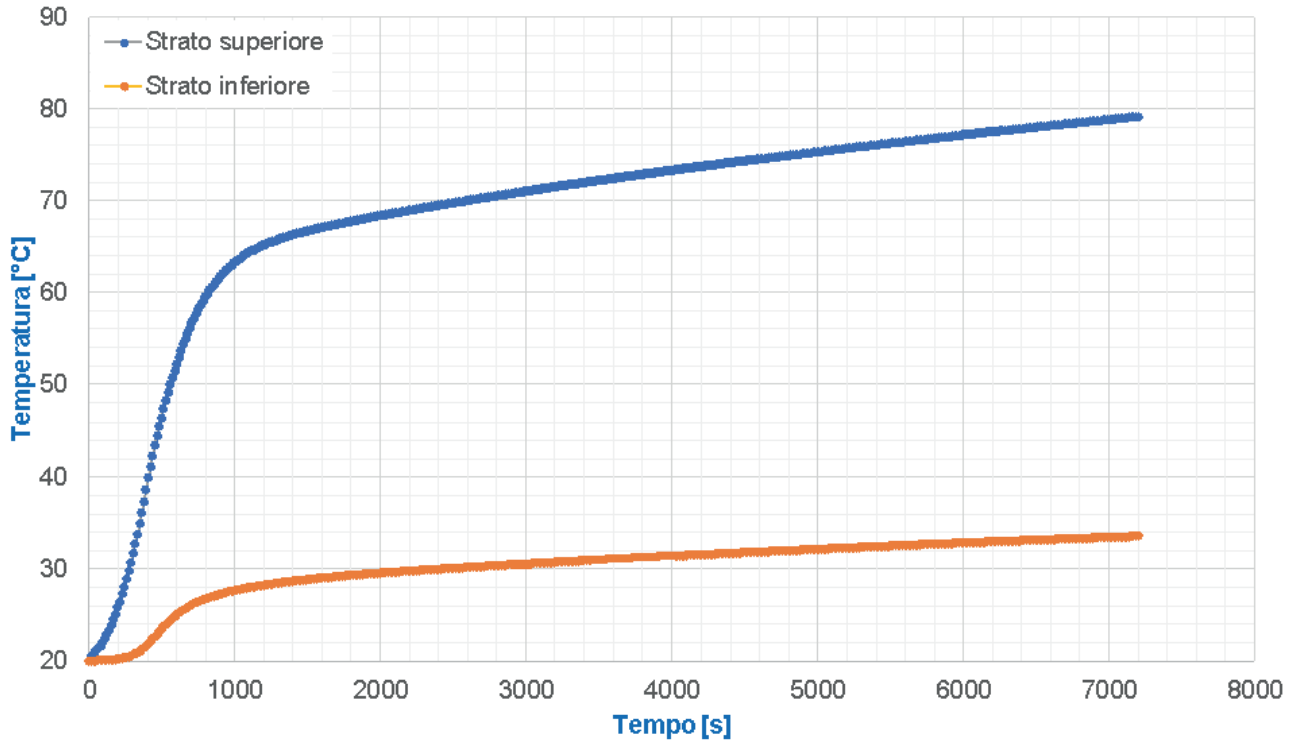
Dal grafico precedente si evince che la temperatura di attivazione degli sprinkler (68°C) viene raggiunta trascorso un tempo pari a circa 385,8 s (circa 6,5 min).

Anche l'immagine ottenuta come slice file della temperatura del focolaio mostra che in prossimità del solaio si ha una colorazione verde, che corrisponde ad una temperatura nell'intorno della temperatura di attivazione degli sprinkler (68°C).

Dalle viste dei fumi (isometrica e in sezione longitudinale) è possibile valutare che il livello inferiore dello strato dei fumi si trova circa sotto alla soglia delle finestre: essendo esse chiuse, il fumo non viene smaltito verso l'esterno.

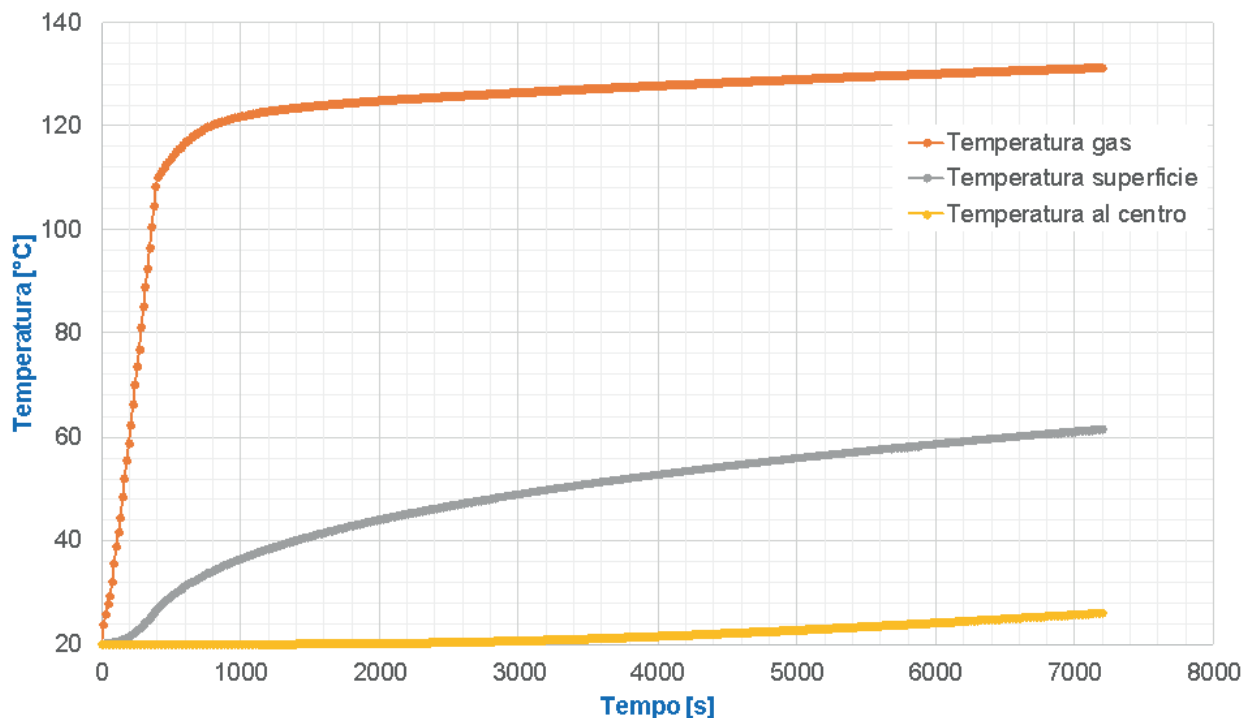
Sprinkler STANDARD - finestre chiuse - CFAST

Dal grafico seguente, risultato della modellazione in CFAST con sprinkler STANDARD e finestre chiuse, si evince che la temperatura convenzionale per il flashover (600°C) non viene raggiunta per lo strato superiore. Poiché CFAST è un modello *a zone*, la temperatura dello strato superiore qui riportata rappresenta la temperatura media dello strato superiore dei fumi.



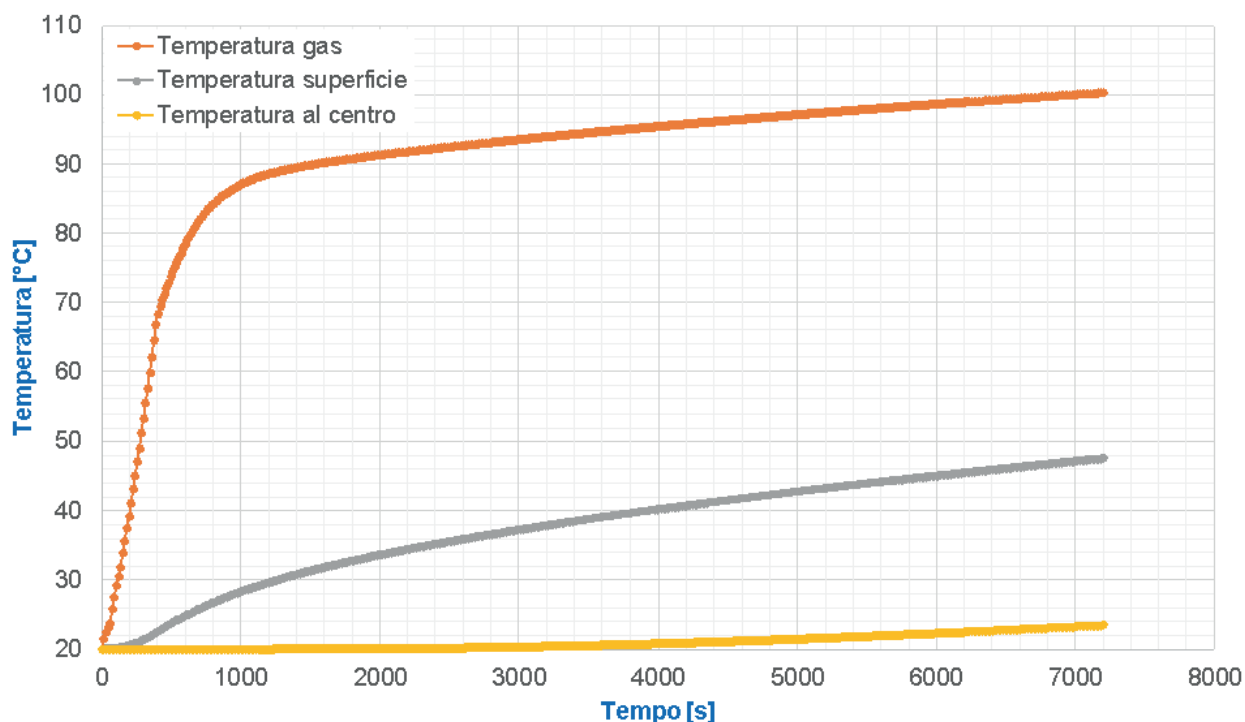
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DELLE ZONE - MODELLO IN CFAST - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE CHIUSE

Dal grafico seguente è possibile rilevare che il sensore posto al centro della trave, in asse al focolaio, risente dell'inerzia termica della trave, ma la temperatura della superficie rimane molto contenuta (inferiore a 65°C).



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEI SENSORI ZONA 1 DEL MODELLO IN CFAST - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE CHIUSE

Nel grafico seguente viene mostrata la temperatura del gas relativa ai sensori posti in corrispondenza di un pilastro, a quote $z = 7$ m.



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEI SENSORI ZONA 2 - PILASTRO (QUOTA $z = 7$ M) DEL MODELLO IN CFAST
SCENARIO STANDARD CON FINESTRE CHIUSE

Dai grafici si può desumere che i sensori posti sul pilastro e sulla trave mostrano andamenti molto simili, in quanto il modello è a due zone (superiore ed inferiore) ed essi si trovano nella stessa zona (superiore). Si rileva che l'andamento delle temperature è diverso, per effetto di due contributi:

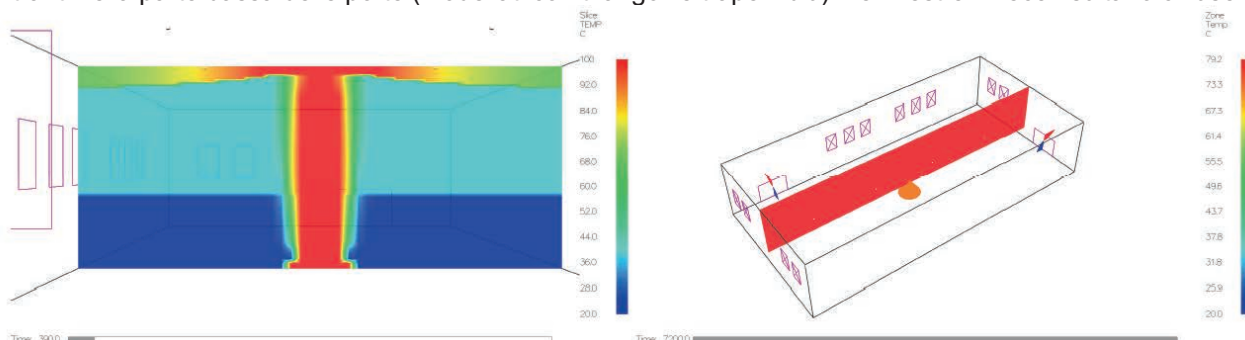
- il sensore della temperatura gas posto in vicinanza della trave risente dell'effetto della zona del plume, ovvero della zona nell'intorno della fiamma, modellata con un profilo termico specifico da CFAST;
- il sensore della temperatura della superficie della trave ha un maggiore contributo dell'irraggiamento rispetto a quello posto sulla superficie del pilastro.

Nell'immagine di destra, tra le due seguenti, è possibile notare che effettuando la visualizzazione dello slice file della temperatura del focolaio per un tempo $t = 390$ s (in prossimità del tempo di attivazione dello sprinkler) il campo termico è molto simile a quello visualizzato con FDS, in termini di valori medi.

Ovviamente la slice file ottenuta con FDS mostra degli andamenti turbolenti, che in CFAST non è possibile calcolare, data la natura dei due software (CFAST è un software a zone e FDS è un software di campo).

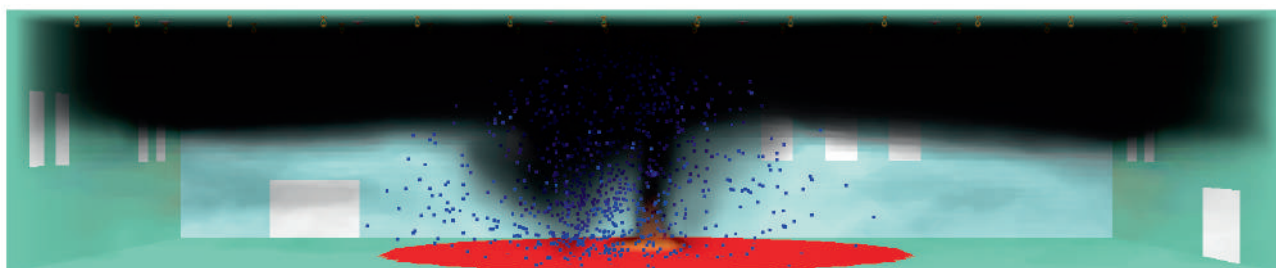
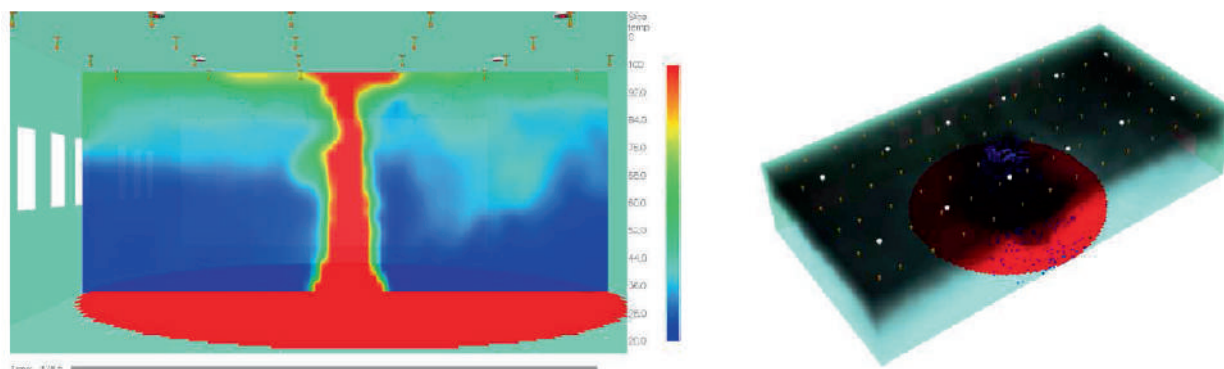
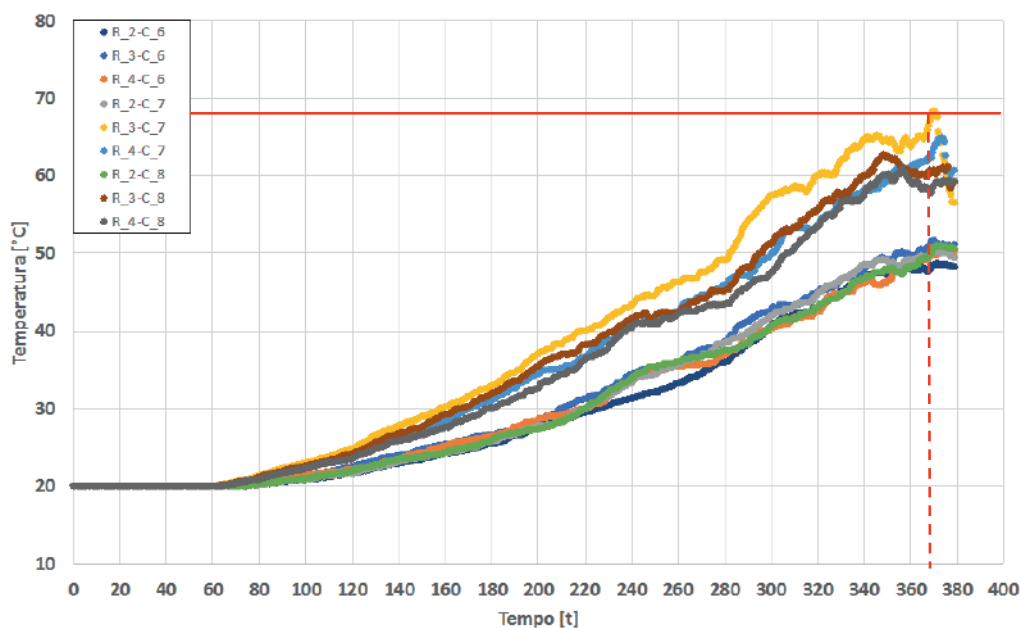
Si osserva inoltre che la linea di separazione tra zona superiore ed inferiore si trova circa sotto alla soglia della finestra, come era possibile notare anche per le immagini ottenute con FDS.

Nell'immagine di sinistra, è possibile notare che per un tempo $t = 7200$ s (termine della modellazione con CFAST) la temperatura della zona superiore è pari a $79,2$ °C; inoltre per le porte è possibile individuare i flussi di fumo caldo uscenti dalle porte nella parte alta delle finestre (modellati con dei triangoli rossi) e quelli di aria fresca entranti nella parte bassa delle porte (modellati con triangoli e trapezi blu). Le finestre invece risultano chiuse.



SLICE FILE DELLA TEMPERATURA DEL FOCOLAIO (A SINISTRA) E TEMPERATURA DELLA ZONA SUPERIORE (A DESTRA)

Sprinkler QUICK - finestre aperte - FDS

VISTA IN SEZIONE DEL FUMO AL TEMPO $t = 378,5$ s - SCENARIO QUICK CON FINESTRE APERTESLICE FILE DELLA TEMPERATURA DEL FOCOLAIO (A SINISTRA) E VISTA ISOMETRICA DEL FUMO (A DESTRA) AL TEMPO $t = 378,5$ s

ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEGLI SPRINKLER – SCENARIO QUICK CON FINESTRE APERTE

Dal grafico precedente si evince che la temperatura di attivazione degli sprinkler (68°C) viene raggiunta trascorso un tempo pari a circa $368,9$ s (circa 6 min).

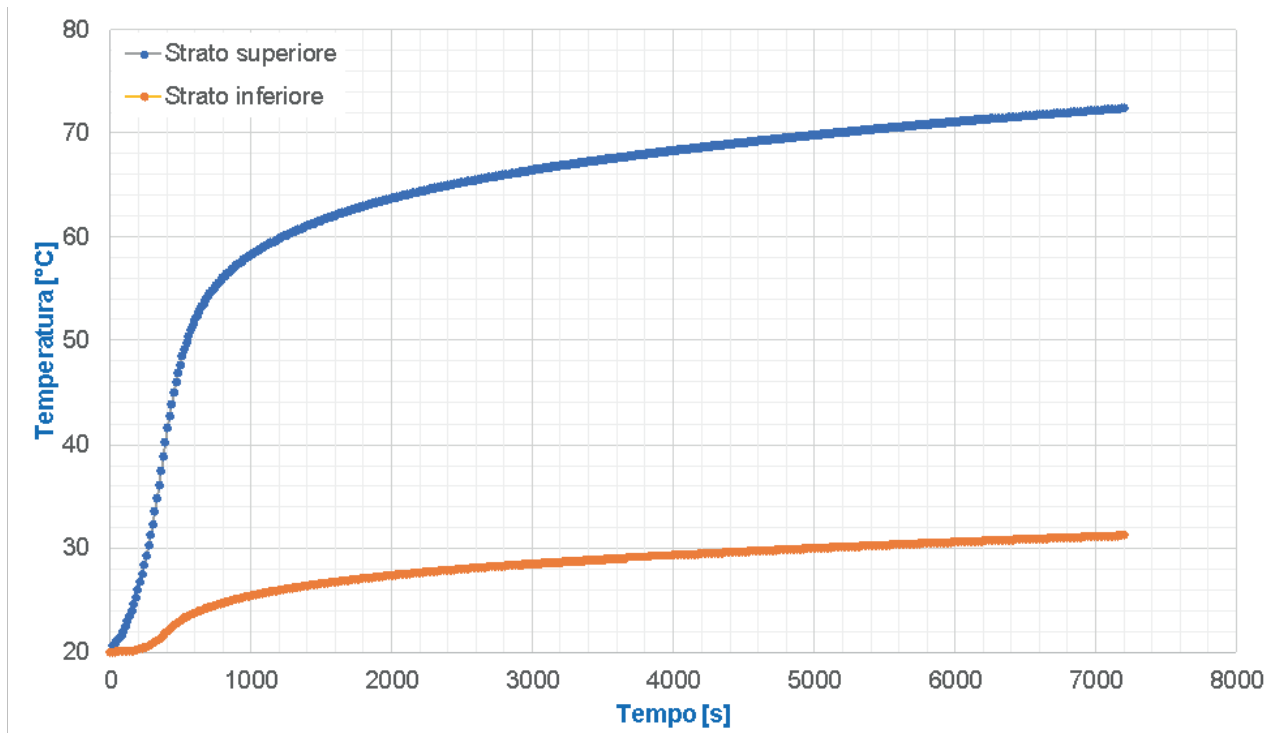
Anche l'immagine ottenuta come slice file della temperatura del focolaio mostra che in prossimità del solaio si ha una colorazione verde, che corrisponde ad una temperatura nell'intorno della temperatura di attivazione degli sprinkler (68°C).

Dalle viste dei fumi (isometrica e in sezione longitudinale) è possibile valutare che il livello inferiore dello strato dei fumi si trova all'altezza dell'asse neutro delle finestre.

Tale asse ideale è situato tra la parte alta della finestra (zona in cui escono i fumi caldi) e la sua parte bassa (zona in cui entra l'aria fresca).

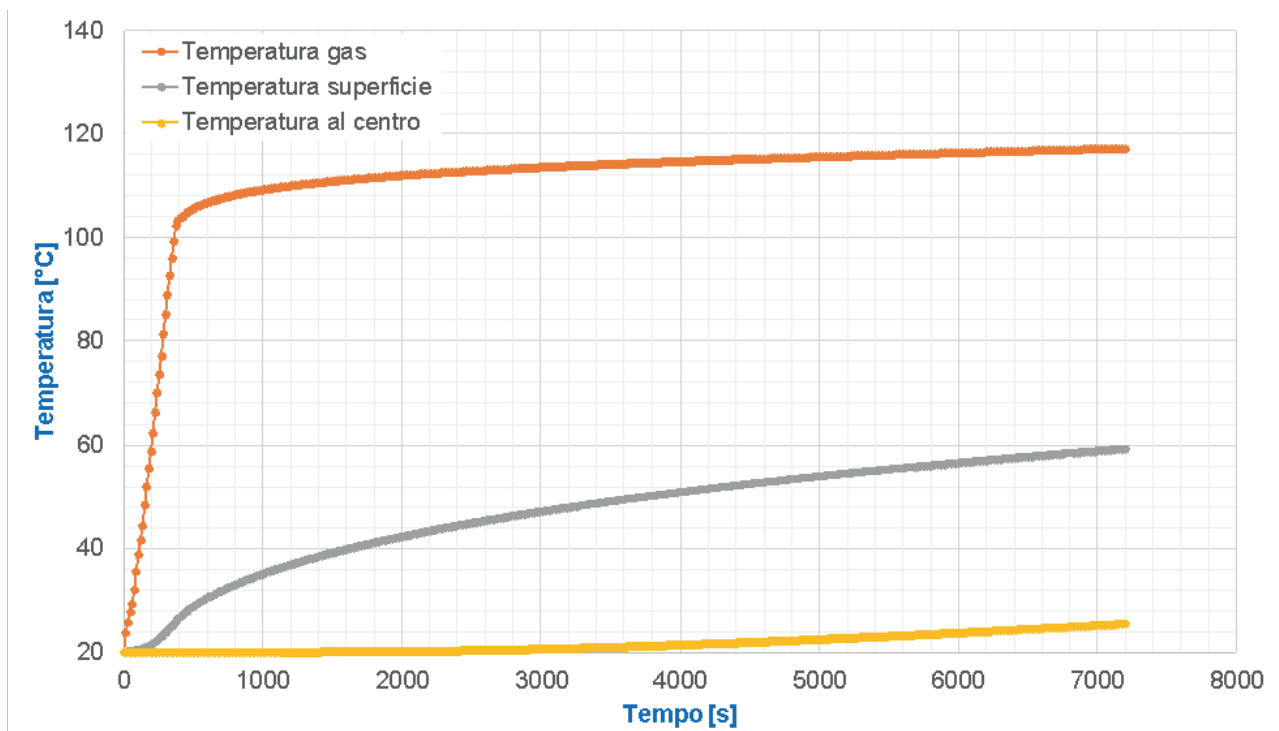
Sprinkler QUICK - finestre aperte - CFAST

Dal grafico seguente, risultato della modellazione in CFAST con sprinkler tipo QUICK e finestre aperte, si evince che la temperatura convenzionale per il flashover (600°C) non viene raggiunta per lo strato superiore. Poiché CFAST è un modello *a zone*, la temperatura dello strato superiore qui riportata rappresenta la temperatura media dello strato superiore dei fumi.



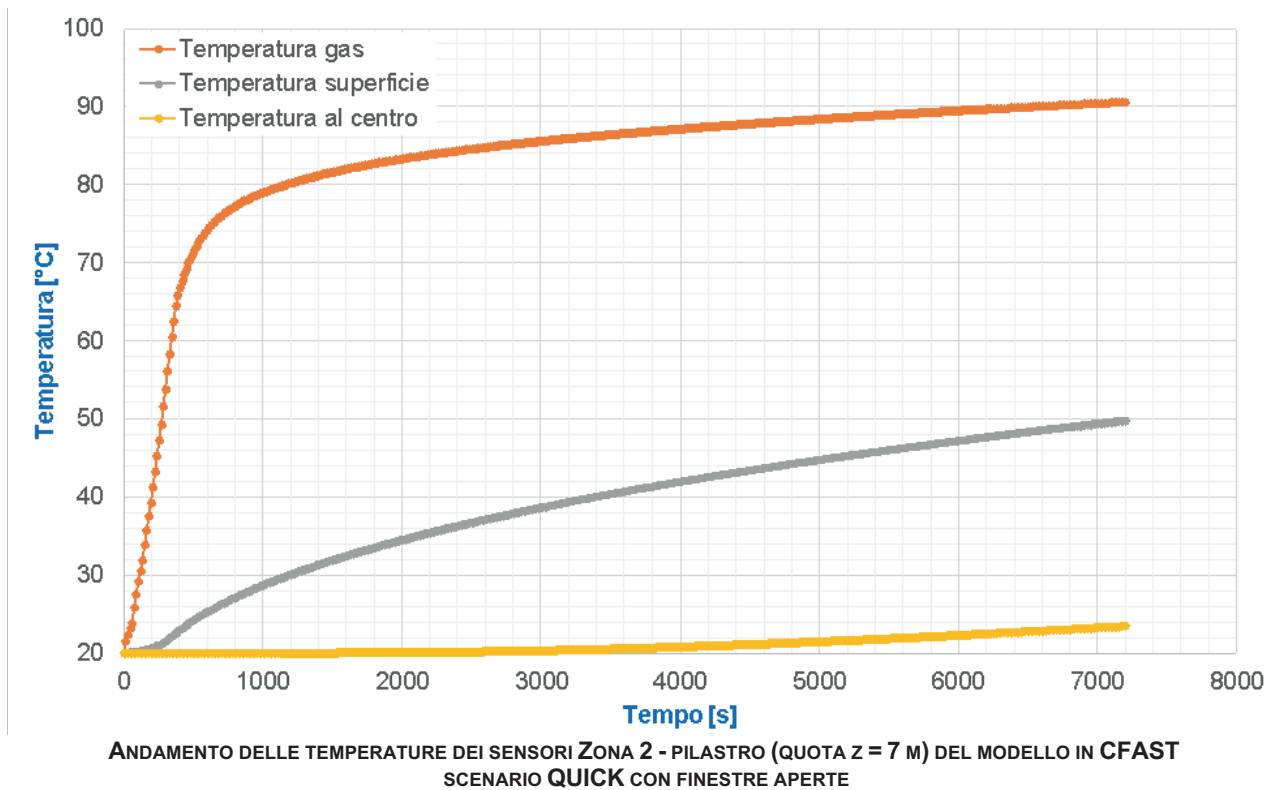
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DELLE ZONE - MODELLO IN CFAST - SCENARIO QUICK CON FINESTRE APERTE

Dal grafico seguente è possibile rilevare che il sensore posto al centro della trave, in asse al focolaio, risente dell'inerzia termica della trave, ma la temperatura della superficie rimane molto contenuta (inferiore a 60°C).



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEI SENSORI ZONA 1 DEL MODELLO IN CFAST
SCENARIO QUICK CON FINESTRE APERTE

Nel grafico seguente viene mostrata la temperatura del gas relativa ai sensori posti in corrispondenza di un pilastro, a quote $z = 7$ m.



Dai grafici si può desumere che i sensori posti sul pilastro e sulla trave mostrano andamenti molto simili, in quanto il modello è a due zone (superiore ed inferiore) ed essi si trovano nella stessa zona (superiore). Si rileva che l'andamento delle temperature è diverso, per effetto di due contributi:

- il sensore della temperatura gas posto in vicinanza della trave risente dell'effetto della zona del plume, ovvero della zona nell'intorno della fiamma, modellata con un profilo termico specifico da CFAST;
- il sensore della temperatura della superficie della trave ha un maggiore contributo dell'irraggiamento rispetto a quello posto sulla superficie del pilastro.

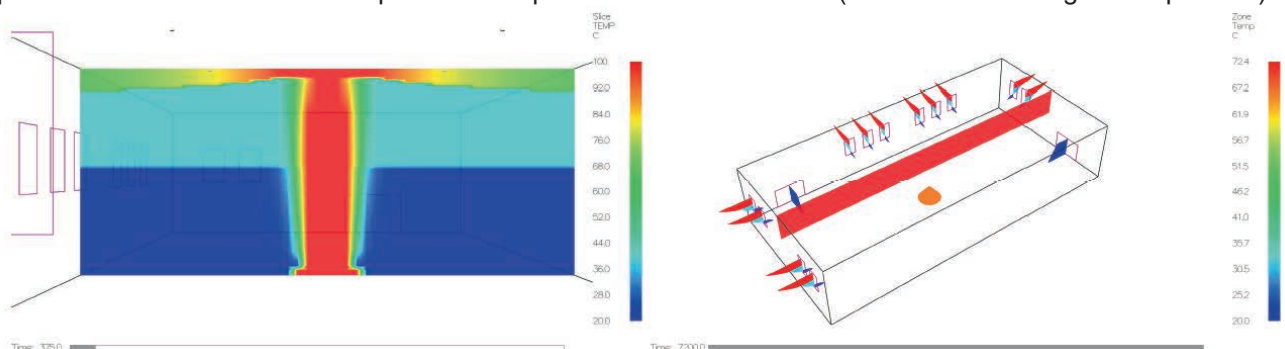
Nell'immagine di destra, tra le due seguenti, è possibile notare che effettuando la visualizzazione dello slice file della temperatura del focolaio per un tempo $t = 375$ s (in prossimità del tempo di attivazione dello sprinkler) il campo termico è molto simile a quello visualizzato con FDS, in termini di valori medi.

Ovviamente la slice file ottenuta con FDS mostra degli andamenti turbolenti, che in CFAST non è possibile calcolare, data la natura dei due software (CFAST è un software a zone e FDS è un software di campo).

Si osserva inoltre che la linea di separazione tra zona superiore ed inferiore si trova circa a metà della finestra, come era possibile notare anche per le immagini ottenute con FDS.

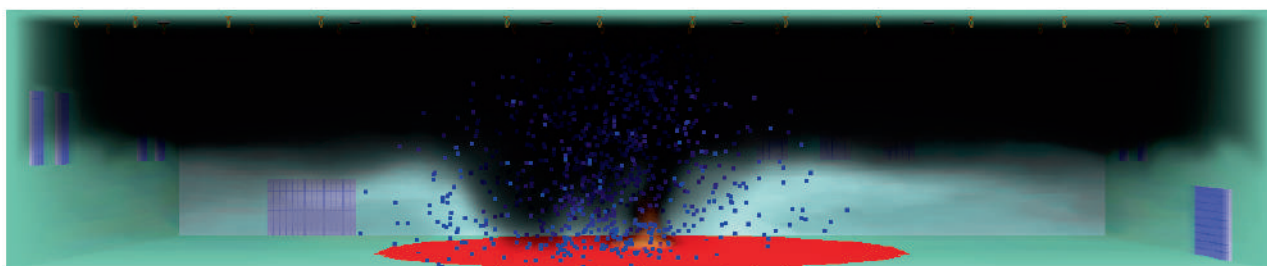
Nell'immagine di sinistra, è possibile notare che per un tempo $t = 7200$ s (termine della modellazione con CFAST) la temperatura della zona superiore è pari a $72,4$ °C.

Inoltre è possibile individuare i flussi di fumo caldo uscenti dalle finestre (modellati con dei triangoli rossi) e quelli di aria fresca entranti nelle porte e nella parte bassa delle finestre (modellati con triangoli e trapezi blu).

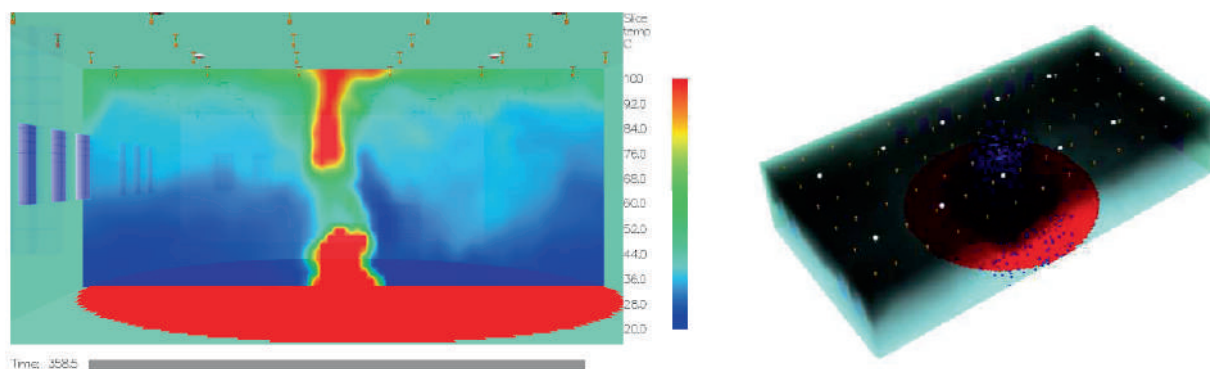


SLICE FILE DELLA TEMPERATURA DEL FOCOLAIO (A SINISTRA) E TEMPERATURA DELLA ZONA SUPERIORE (A DESTRA)

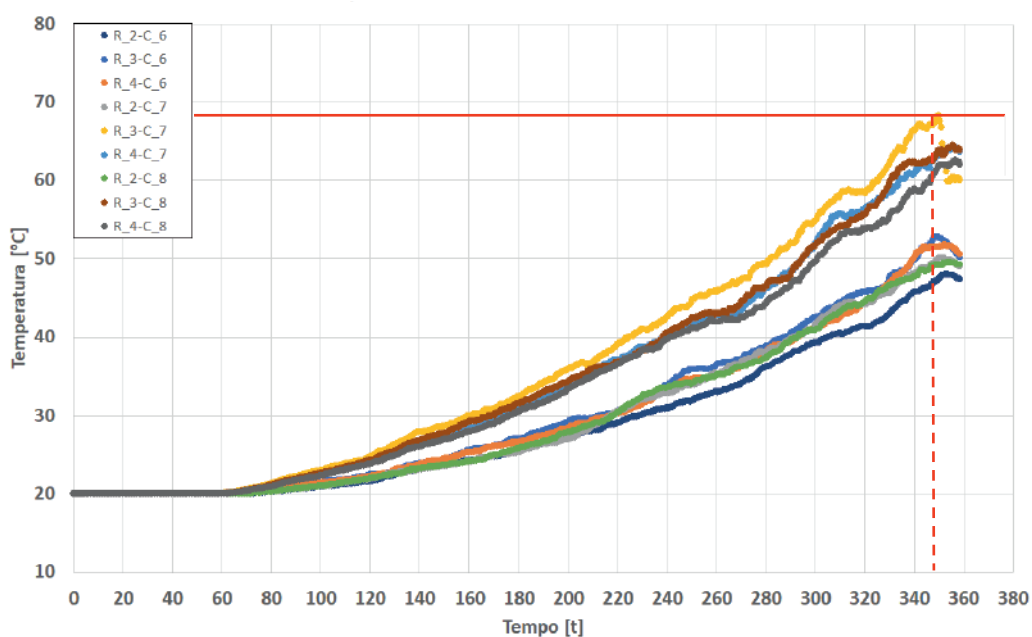
Sprinkler QUICK - finestre chiuse - FDS



VISTA IN SEZIONE DEL FUMO AL TEMPO T = 358,5 s - SCENARIO QUICK CON FINESTRE CHIUSE



SLICE FILE DELLA TEMPERATURA DEL FOCOIAIO (A SINISTRA) E VISTA ISOMETRICA DEL FUMO (A DESTRA) AL TEMPO T = 358,5 s



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEGLI SPRINKLER – SCENARIO QUICK CON FINESTRE CHIUSE

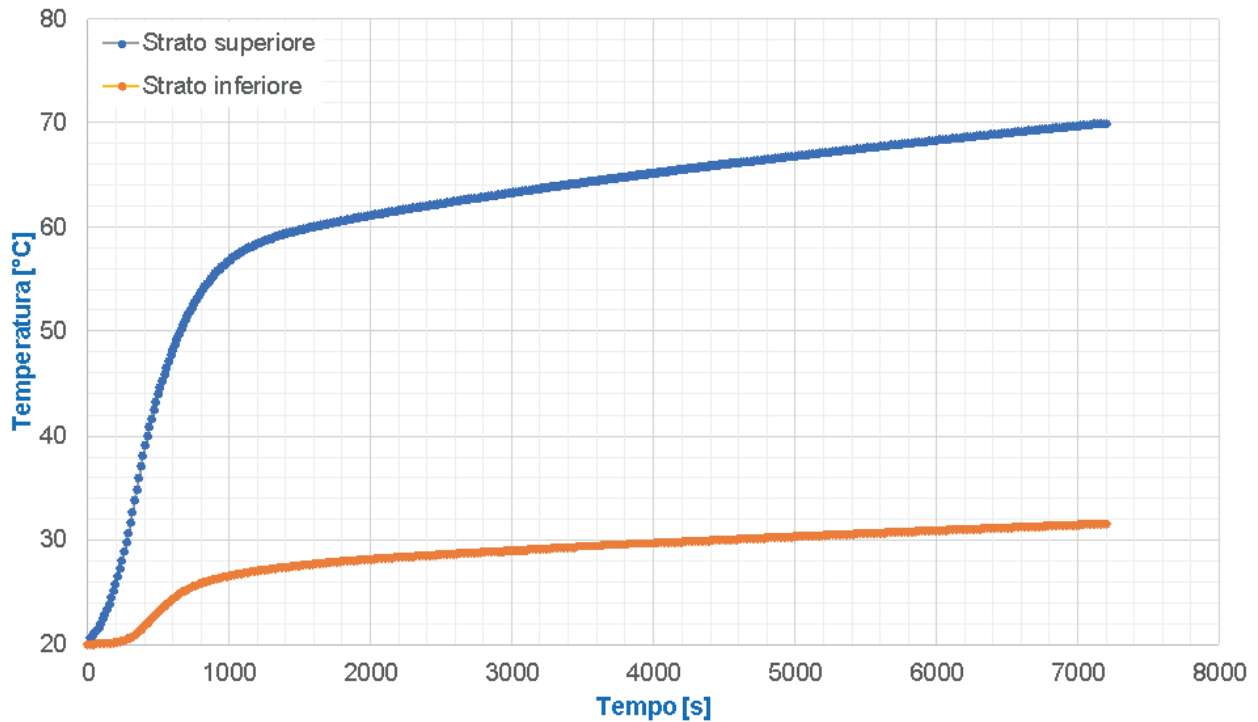
Dal grafico precedente si evince che la temperatura di attivazione degli sprinkler (68°C) viene raggiunta trascorso un tempo pari a circa 348,8 s (circa 6 min).

Anche l'immagine ottenuta come slice file della temperatura del focolaio mostra che in prossimità del solaio si ha una colorazione verde, che corrisponde ad una temperatura nell'intorno della temperatura di attivazione degli sprinkler (68°C).

Dalle viste dei fumi (isometrica e in sezione longitudinale) è possibile valutare che il livello inferiore dello strato dei fumi si trova circa sulla soglia delle finestre: essendo esse chiuse, il fumo non viene smaltito verso l'esterno.

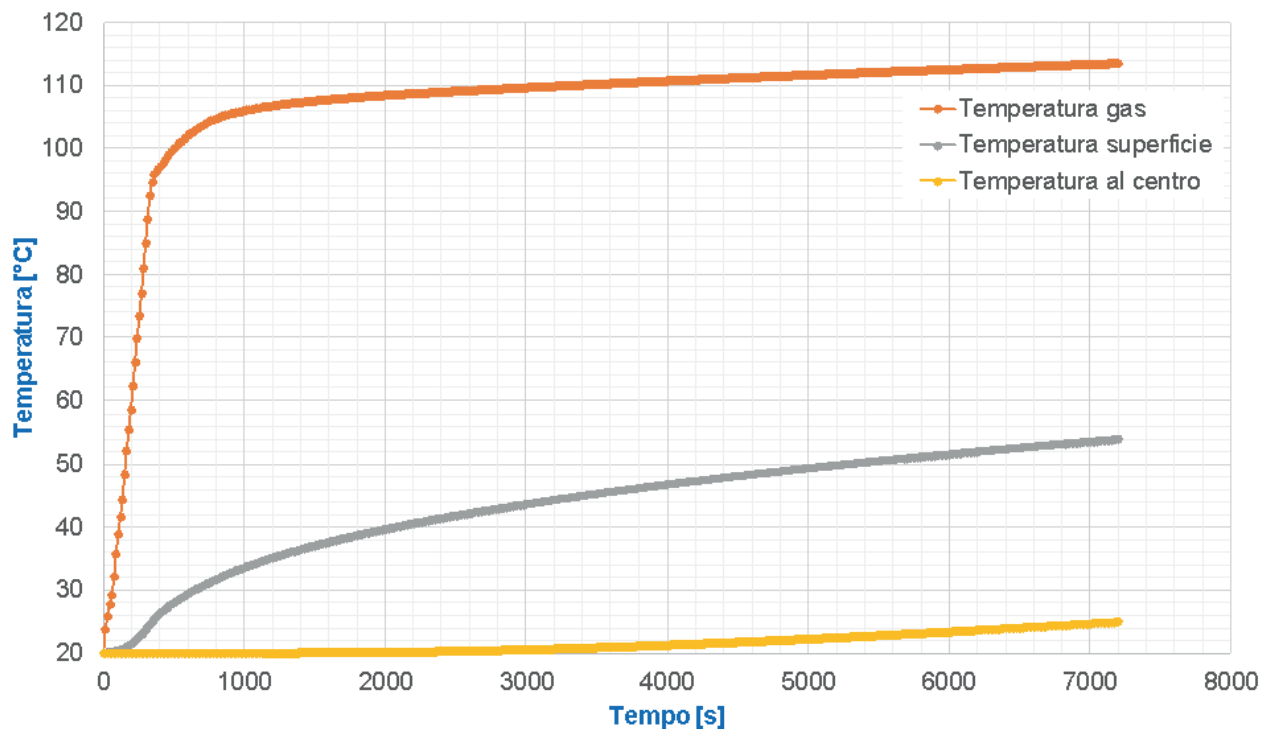
Sprinkler QUICK - finestre chiuse - CFAST

Dal grafico seguente, risultato della modellazione in CFAST con sprinkler tipo QUICK e finestre chiuse, si evince che la temperatura convenzionale per il flashover (600°C) non viene raggiunta per lo strato superiore. Poiché CFAST è un modello *a zone*, la temperatura dello strato superiore qui riportata rappresenta la temperatura media dello strato superiore dei fumi.



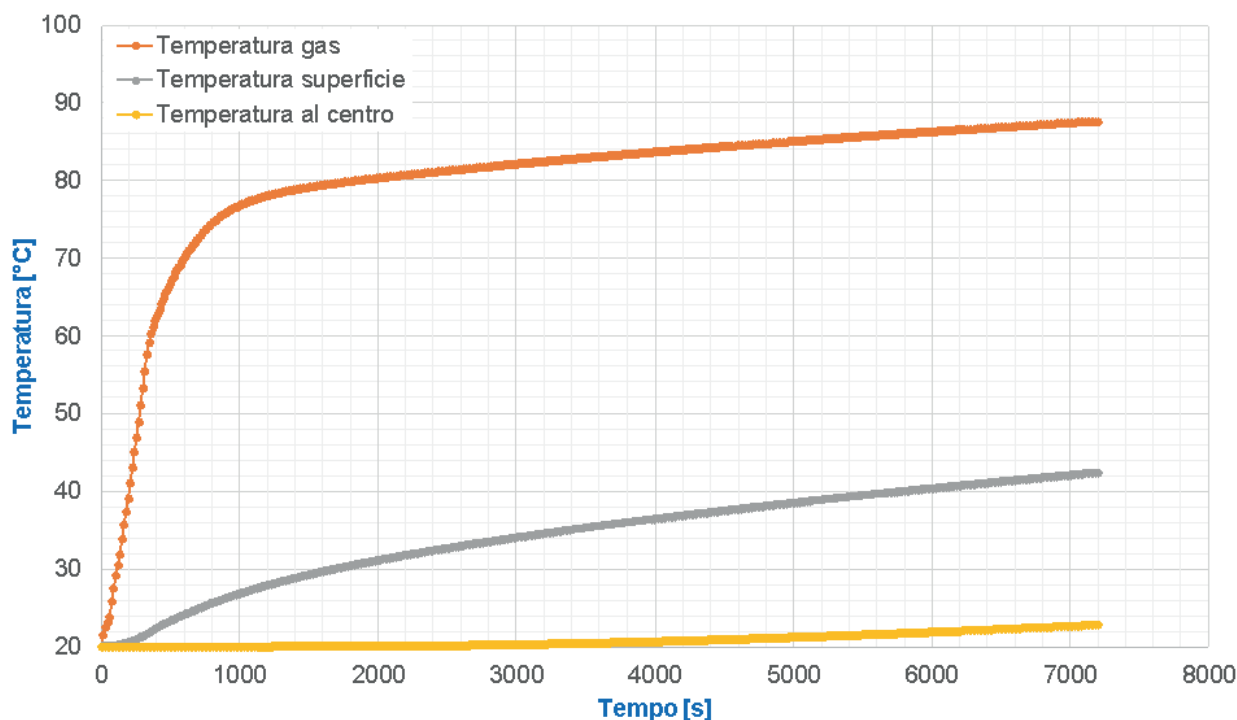
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DELLE ZONE - MODELLO IN CFAST - SCENARIO QUICK CON FINESTRE CHIUSE

Dal grafico seguente è possibile rilevare che il sensore posto al centro della trave, in asse al focolaio, risente dell'inerzia termica della trave, ma la temperatura della superficie rimane molto contenuta (inferiore a 55°C).



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEI SENSORI ZONA 1 DEL MODELLO IN CFAST - SCENARIO QUICK CON FINESTRE CHIUSE

Nel grafico seguente viene mostrata la temperatura del gas relativa ai sensori posti in corrispondenza di un pilastro, a quote $z = 7$ m.



ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE DEI SENSORI ZONA 2 - PILASTRO (QUOTA $z = 7$ M) DEL MODELLO IN CFAST
SCENARIO QUICK CON FINESTRE CHIUSE

Dai grafici si può desumere che i sensori posti sul pilastro e sulla trave mostrano andamenti molto simili, in quanto il modello è a due zone (superiore ed inferiore) ed essi si trovano nella stessa zona (superiore). Si rileva che l'andamento delle temperature è diverso, per effetto di due contributi:

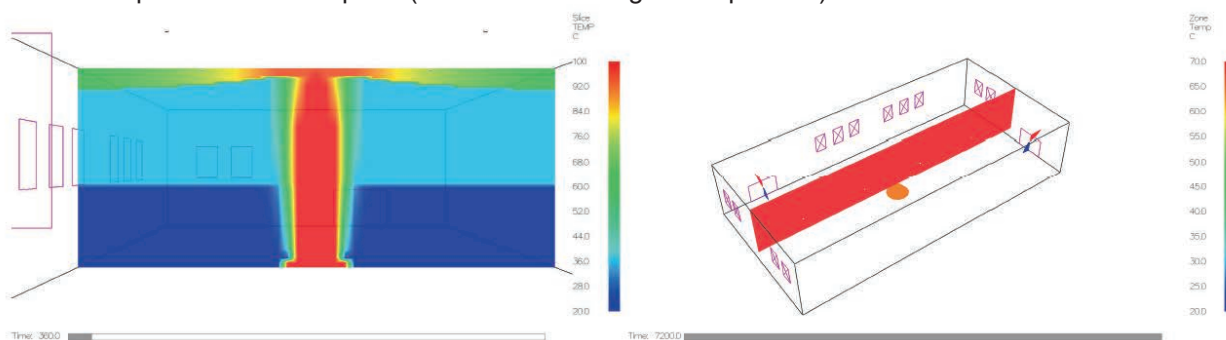
- il sensore della temperatura gas posto in vicinanza della trave risente dell'effetto della zona del plume, ovvero della zona nell'intorno della fiamma, modellata con un profilo termico specifico da CFAST;
- il sensore della temperatura della superficie della trave ha un maggiore contributo dell'irraggiamento rispetto a quello posto sulla superficie del pilastro.

Nell'immagine di destra, tra le due seguenti, è possibile notare che effettuando la visualizzazione dello slice file della temperatura del focolaio per un tempo $t = 360$ s (in prossimità del tempo di attivazione dello sprinkler) il campo termico è molto simile a quello visualizzato con FDS, in termini di valori medi.

Ovviamente la slice file ottenuta con FDS mostra degli andamenti turbolenti, che in CFAST non è possibile calcolare, data la natura dei due software (CFAST è un software a zone e FDS è un software di campo).

Si osserva inoltre che la linea di separazione tra zona superiore ed inferiore si trova circa sulla soglia della finestra, come era possibile notare anche per le immagini ottenute con FDS.

Nell'immagine di sinistra, è possibile notare che per un tempo $t = 7200$ s (termine della modellazione con CFAST) la temperatura della zona superiore è pari a $70,0$ °C; inoltre per le porte è possibile individuare i flussi di fumo caldo uscenti dalle porte nella parte alta delle finestre (modellati con dei triangoli rossi) e quelli di aria fresca entranti nella parte bassa delle porte (modellati con triangoli e trapezi blu). Le finestre invece risultano chiuse.



SLICE FILE DELLA TEMPERATURA DEL FOCOLAIO (A SINISTRA) E TEMPERATURA DELLA ZONA SUPERIORE (A DESTRA)

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

All'interno dell'appendice A del volume Inail "La resistenza al fuoco degli elementi strutturali", nel caso A.1, è stato effettuato lo studio dell'andamento nel tempo della potenza termica $HRR(t)$ che l'incendio rilascia all'interno di un edificio; si è pertanto costruita la probabile curva $HRR(t)$ relativa all'incendio che si sviluppa all'interno dell'edificio, seguendo le prescrizioni di cui al par. M.2.6 e al d.m. 31 luglio 2012, e si è determinata la quantità di legname bruciata trascorsi 60 minuti.

Nel presente caso studio, la suddetta curva $HRR(t)$ è stata impiegata come base, tagliandone la potenza massima ad un determinato valore di HRR_{max} corrispondente all'intervento di un sistema di controllo automatico dell'incendio (sprinkler).

Utilizzando tale ipotesi, prevista dal paragrafo M.2.6.2 (nell'ipotesi di garantire l'affidabilità del sistema di controllo automatico dell'incendio), in caso di sistemi automatici (es.: sprinkler), $HRR(t)$ non raggiunge il valore di HRR_{max} , che poteva raggiungere in base a combustibile e ambiente; HRR può quindi essere assunto costante e pari a $HRR(t_x)$ raggiunto all'istante t_x dell'entrata in funzione dell'impianto.

La modellazione va quindi estesa fino al tempo riferito all'autonomia della riserva idrica ipotizzata per il sistema di controllo automatico dell'incendio.

Operativamente la curva $HRR(t)$ è stata introdotta quale input di una modellazione FDS (modello di campo, in cui sono stati inseriti gli sprinkler come sensori virtuali, al fine di ottenere il valore del tempo t_x dell'entrata in funzione dell'impianto, quindi la corrispondente $HRR(t_x)$ raggiunta.

Successivamente la curva $HRR(t)$, modificata dal fatto che il plateau viene raggiunto ad un valore massimo $HRR(t_x)$, è stata introdotta quale input di una modellazione CFAST (modello a zone)

Tale operazione è stata ripetuta per entrambi i software con 4 diversi scenari, considerando due variabili che possono assumere ciascuna due diversi valori:

- sprinkler di tipo STANDARD o QUICK
- finestre aperte o chiuse

Nella modellazione FDS sono stati introdotti anche due diverse tipologie di impianto IRAI, l'una avente sensori di tipo rivelatori di fumo puntiformi, l'altra avente sensori di tipo rivelatori di fumo lineari.

Per questi ultimi, pur rispettando la norma di progetto UNI 9795, è stato ottenuto il tempo di attivazione al variare dell'altezza di installazione.

❖ *Commento dei risultati*

Dalle risultanze degli scenari, per quanto riguarda l'effetto dell'impianto di controllo automatico dell'incendio, si desume che gli andamenti delle temperature rilevate sono molto contenuti rispetto al caso in cui gli sprinkler non erano presenti (scenario discusso all'interno del citato caso A.1; tuttavia, per gli scenari con sprinkler di tipo QUICK, i grafici della temperatura dei sensori applicati alle strutture manifestano valori inferiori rispetto a quelli ottenuti con gli scenari in cui gli sprinkler erano di tipo STANDARD, in quanto questi ultimi presentano un'inerzia termica maggiore e tempi di intervento più lunghi.

Si è evidenziata anche una modesta dipendenza rispetto all'apertura delle finestre, ottenendo tempi di attivazione degli sprinkler più lunghi nel caso in cui le finestre fossero aperte.

Per quanto attiene all'impianto IRAI, nel caso in oggetto, si è evidenziata una dipendenza poco accentuata rispetto all'apertura o chiusura delle finestre, in quanto la stratificazione dei fumi (e quindi l'intervento dell'impianto IRAI) avviene prima che il fumo arrivi al livello dell'architrave delle finestre ipotizzate.

Si è invece verificata una accentuata dipendenza del tempo di attivazione dell'impianto IRAI con sensori costituiti da rivelatori lineari di fumo, rispetto alla loro altezza di installazione.

Dalle modellazioni effettuate è emerso che al diminuire della quota di installazione dei rivelatori lineari, corrisponde un aumento del tempo di attivazione dell'impianto IRAI.

L'impianto con sensori costituiti da rivelatori puntiformi di fumo ha manifestato tempi di intervento molto simili all'impianto IRAI avente sensori costituiti da rivelatori lineari di fumo installati in prossimità del solaio.

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Si segnala che la modellazione termica è disaccoppiata dalla modellazione termomeccanica delle strutture e, quindi, prescinde dalla verifica di resistenza al fuoco di queste ultime; occorre pertanto verificare successivamente la capacità strutturale a resistere alle temperature a cui esse sono sottoposte.

Nei casi presentati è sicuramente conveniente ragionare in termini di approccio prestazionale con curva naturale, poiché le temperature calcolate nella modellazione termica consentono di escludere anche l'innescarsi del flashover, aumentando il livello di sicurezza complessivo dell'attività.

A.3 Valutazioni con la Fire Safety Engineering per l'adozione di un SEFFC quale misura alternativa alla compartimentazione in un'attività soggetta al Codice

Premessa

Ci si occupa della misura S.8 del Codice, ovvero della misura *Controllo di fumi e calore*.

Come noto, le modalità per attuare questo obiettivo sono molteplici ed in soccorso ci vengono gli studi e le ricerche nazionali ed internazionali.

Ogni singolo progetto antincendio è caratterizzato da aspetti peculiari che lo contraddistinguono e pertanto non è possibile definire né un metodo unico e valido per la totalità delle casistiche, né è possibile stabilire a priori quale sia la più efficace configurazione del SEFC.

Facendo ricorso all'esperienza del singolo progettista o alla letteratura tecnica, è comunque possibile ipotizzare una serie di configurazioni del SEFC che possano garantire gli obiettivi della sicurezza antincendio. La progettazione del SEFC deve rispettare le normative di settore, che possono essere nazionali o internazionali.

La Fire Safety Engineering può venire in soccorso al progettista in una fase intermedia tra:

- ✓ l'impostazione delle misure antincendio generali;
- ✓ la progettazione esecutiva del SEFC.

Con apposite modellazioni CFD è infatti possibile:

- dimostrare di aver correttamente individuato la misura generale del SEFC;
- modellare numerosi scenari di incendio e differenti configurazioni del SEFC per rilevare le eventuali carenze e proporre le opportune azioni correttive (analisi di sensitività);
- eseguire la verifica del criterio $ASET > RSET$, che è alla base dell'ingegneria antincendio per la verifica della sicurezza delle persone (con riferimento in primis agli occupanti ma estendibile anche ai soccorritori).

Descrizione

Ai fini del presente caso studio, si prende a riferimento una teorica attività civile, soggetta ai controlli di prevenzione incendi e rientrante nel campo di applicazione del Codice, ad esempio un'attività scolastica, alberghiera o uffici.

L'attività in oggetto è ospitata in un fabbricato multipiano, che si sviluppa attorno ad una corte centrale, che lo interessa per un'altezza pari ai piani terreno e primo.

I locali dei primi due piani si affacciano sugli spazi di comunicazione (che costituiscono anche vie di fuga), che a loro volta si aprono su detta corte interna.

Le particolarità di questa corte sono le seguenti:

- le porzioni laterali della copertura sono vetrate fisse, che pertanto costituiscono una prima "barriera" rispetto all'evacuazione dei fumi verso l'esterno;
- la porzione centrale della copertura è apribile, come vedremo nel seguito; è quindi essenziale tener conto della configurazione della copertura nell'ambito degli scenari di incendio modellati con il software CFD.

I vari locali dell'attività, che si affacciano sulla corte ai piani terreno e primo, hanno le seguenti caratteristiche:

- sono previste vie di esodo verso la corte, quindi è necessario che queste siano fruibili durante l'incendio;
- l'impianto di condizionamento e ventilazione ordinaria è stato realizzato usando segmenti di condotta conformi alla norma UNI EN 12101-7 e ventilatori di aspirazione conformi alla norma UNI EN 12101-3, pertanto il sistema potrà essere impiegato, in caso di emergenza, per l'evacuazione dei fumi dai compartimenti interessati;
- i locali con maggior rischio o maggior carico di incendio, sono anche provvisti di impianto automatico di controllo degli incendi di tipo sprinkler, del quale occorre analizzare l'efficacia e le interazioni con l'impianto di ventilazione.

Inquadramento nel Codice

Si ipotizzi che nell'ambito della progettazione con il Codice, ci si sia trovati di fronte alla necessità di individuare una soluzione alternativa; si consideri in particolare un locale a rischio specifico, situato al piano terra, per il quale il Codice (ed eventualmente la pertinente RTV) richiama di garantire il livello III di prestazione per la misura della compartimentazione, in quanto esso si affaccia direttamente sul sistema di esodo generale dell'attività.

Per motivi sia architettonici che funzionali, non è possibile rispettare la soluzione conforme riferita al livello III della misura S.3, che richiede che venga contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio:

- ❖ *la propagazione dell'incendio verso altre attività;*
- ❖ *la propagazione dell'incendio e dei fumi freddi all'interno della stessa attività.*

Con riferimento al punto S.3.4.3 del Codice è possibile individuare una soluzione alternativa, in quanto ammessa per qualunque livello di prestazione.

La nota al citato punto menziona i sistemi SEFC tra le possibili misure adottabili per la soluzione alternativa. Il metodo di verifica della soluzione alternativa deve rientrare tra le tre tipologie descritte al punto G.2.6 del Codice, ovvero tra i metodi di progettazione ordinari.

Sulla base di questo impianto normativo, il progetto prevede quanto segue:

- la dimostrazione dell'efficacia della soluzione alternativa utilizzando, al posto della compartimentazione fisica, un apposito SEFFC ed un impianto sprinkler;
- il metodo progettuale è l'ingegneria antincendio applicata secondo i paragrafi M del Codice.

Obiettivi delle misure progettuali previste: SEFFC e sprinkler

Gli obiettivi principali del SEFFC sono:

- a) estrarre o allontanare i fumi dal primo compartimento in modo da creare uno strato inferiore libero dai fumi che possa consentire l'evacuazione degli occupanti e l'operatività dei soccorritori;
- b) ridurre il volume dei fumi caldi in modo da diminuire il calore nel primo compartimento, sia per la sicurezza delle persone che per la stabilità delle strutture portanti;
- c) impedire che i fumi ed il calore si propaghino ai compartimenti limitrofi o anche a quelli lontani dal primo compartimento;
- d) non interferire (reciprocamente) con gli altri eventuali sistemi di protezione attiva;
- e) assicurare le prestazioni di progetto e mantenerle per un lasso di tempo pre-determinato.

Gli obiettivi principali del sistema automatico di estinzione sono:

- a) contenere la propagazione dell'incendio;
- b) ridurre la potenza termica emessa dall'incendio e quindi l'impatto sulle strutture del fabbricato;
- c) impedire il flashover.

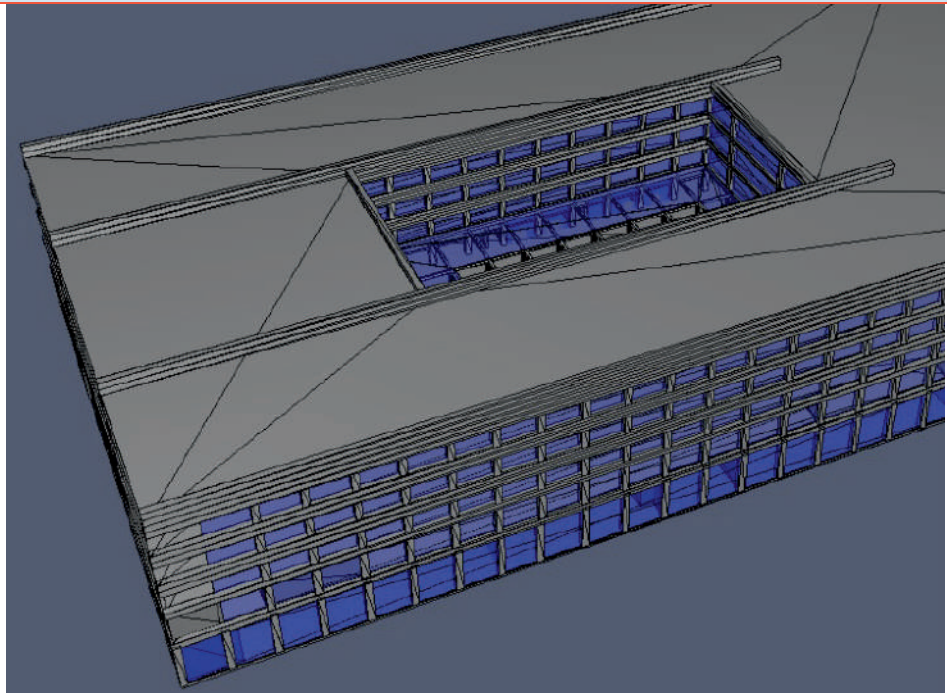
La misura antincendio del controllo fumi e calore

Considerati gli obiettivi di sicurezza enunciati, la misura verificata con le modellazioni CFD è stata la seguente:

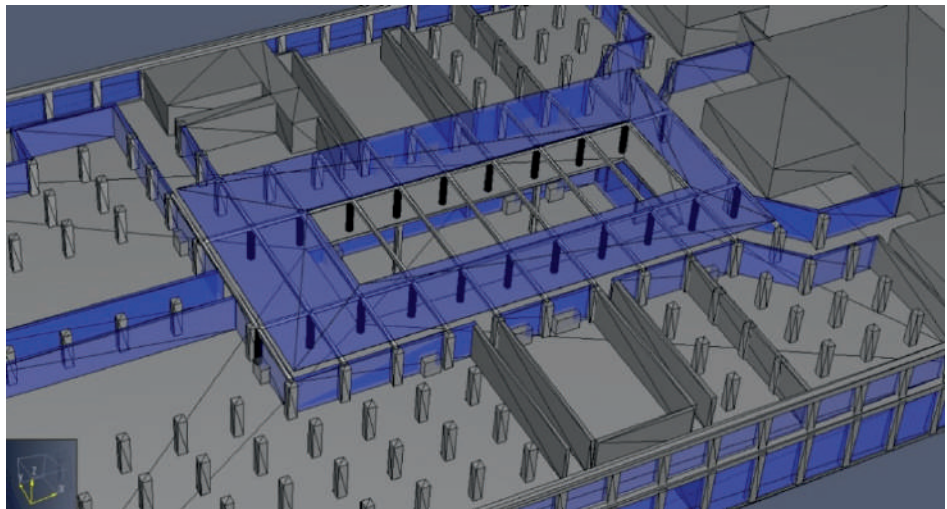
1. al fine di creare e mantenere, nel primo compartimento oggetto dell'incendio, uno strato libero dai fumi, è necessario installare un sistema di estrazione dei fumi a soffitto del locale a rischio specifico che costituisce il citato "primo compartimento";
2. al fine di consentire il corretto funzionamento dell'estrazione fumi è necessario anche immettere aria esterna nel primo compartimento. Si ritiene che la configurazione ideale sia rappresentata dall'aria esterna che penetra dalle porte che si affacciano sugli spazi distributivi, sia perché sono nella parte bassa del volume, sia perché è opportuno che i punti di ingresso dell'aria esterna e le vie di esodo coincidano;
3. al fine di impedire che i fumi fuoriescano dal primo compartimento, si tiene conto delle velette soprastanti le porte o, in alternativa, di apposite cortine (fisse o automatiche) che costituiscano barriera ai fumi (quindi con prestazioni D_{600} o DH) o compartimentazione (quindi con prestazioni E, EW oppure EI con l'aggiunta dello sprinkler);
4. un aiuto per il raggiungimento del precedente obiettivo è costituito dal mantenere attiva la ventilazione (ordinaria) in mandata di tutti gli altri compartimenti non oggetto dell'incendio, in particolare nelle configurazioni in cui la copertura della corte è in posizione chiusa (ad esempio nella stagione invernale).

Modello tridimensionale costruito con il BIM e importato in FDS

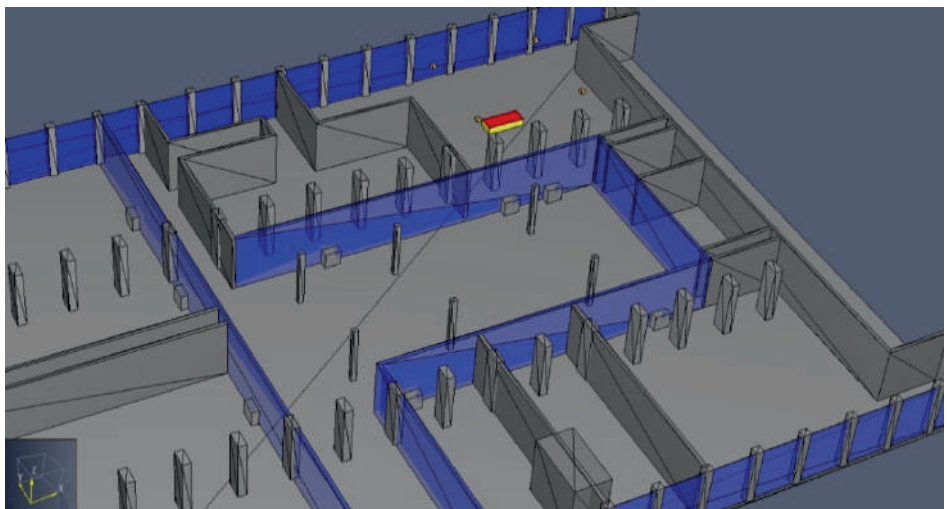
Vista esterna con tutti i piani visualizzati



Vista interna del solo piano primo



Vista interna del solo piano terra



Scenari di incendio

Ai fini di un ipotetico progetto completo del quale, in questa sede, se ne riporta solamente uno stralcio, sarebbe necessario valutare la propagazione dei fumi tra i piani con riferimento a diverse posizioni del focolaio, in particolare almeno le 4 posizioni descritte di seguito:

1. incendio in un locale non compartimentato al piano terra;
2. incendio nelle aree distributive al piano terra;
3. incendio in un locale non compartimentato al piano primo;
4. incendio nelle aree distributive al piano primo.

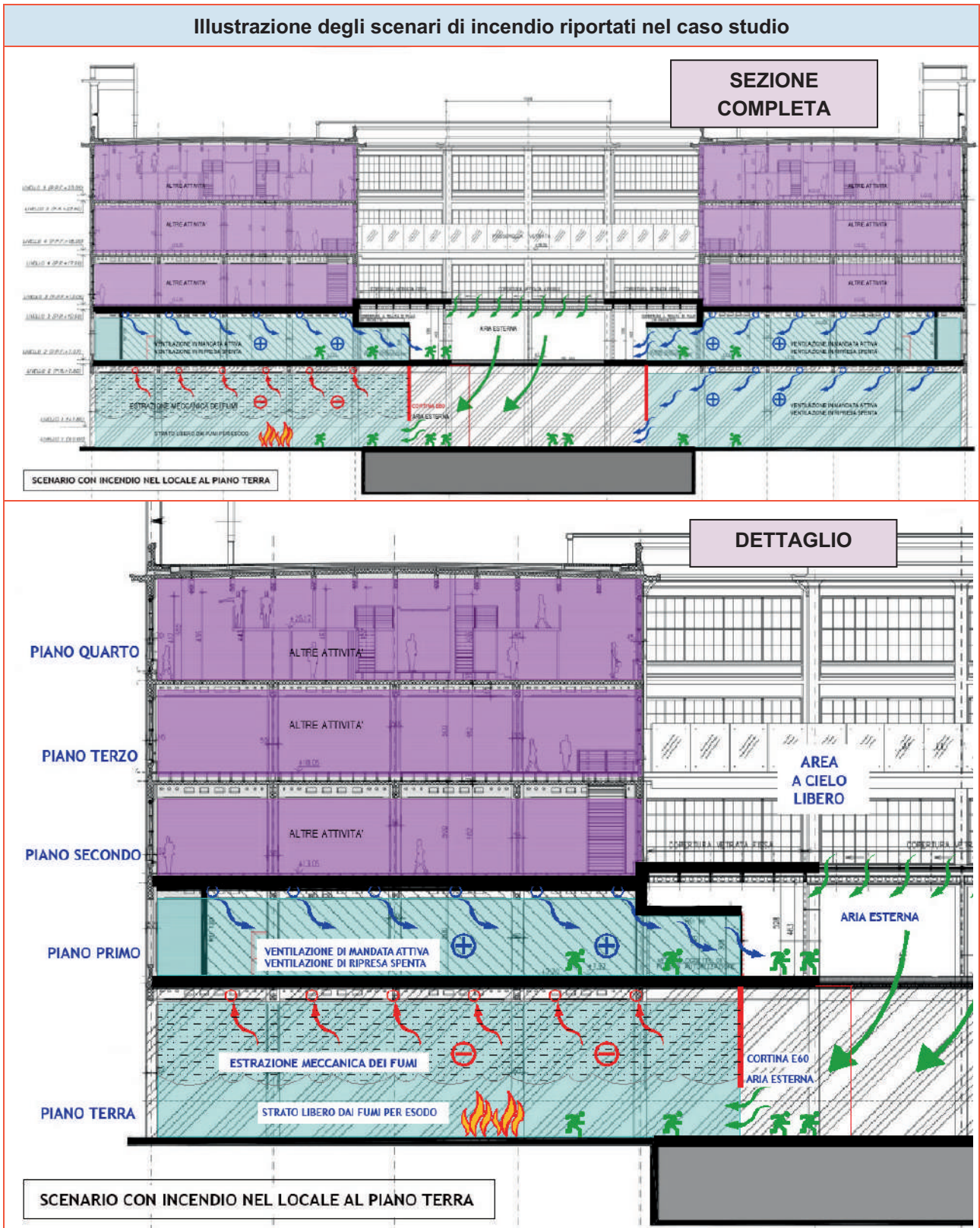
In questo caso studio vengono illustrati unicamente gli scenari del primo tipo, ovvero con il focolaio in un locale al piano terra, al fine di valutare il raggiungimento degli obiettivi precedentemente citati.

Tutti gli scenari di incendio sono stati analizzati con il software di fluidodinamica computazionale denominato FDS, ovvero *Fire Dynamics Simulator*, sia con l'impianto sprinkler attivo che con l'impianto spento, per un'analisi più completa; in questa sede, per motivi di spazio, vengono illustrati unicamente gli scenari senza l'impianto sprinkler (A e B), che rappresentano quelli più critici in termini di potenza dell'incendio, di valori di temperatura e di prodotti della combustione generati.

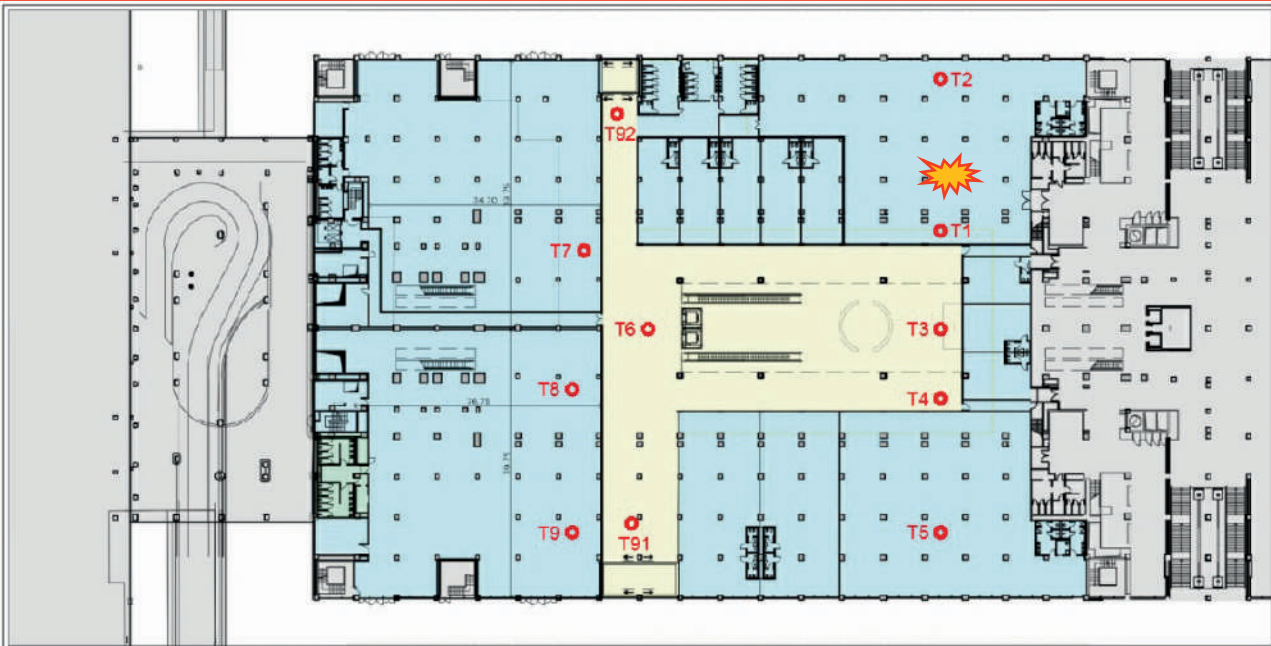
Tabella degli scenari riportati nel caso studio		
Codice scenario in FDS	Q3-09	Q3-12
Nome semplificato	A	B
n. celle	1064000	
Incendio	Posizione	nel locale "01" al piano terra
	HRR massima	5 MW ¹⁸
	Velocità di crescita	tipo fast (1 MW dopo 150 s)
	Reazione	focolaio predefinito del Codice
	Y _{soot}	0,07
SEFFC	Estrazione fumi	attiva fin dall'istante t = 0 secondi
	Tipo estrazione fumi	non presente
	Portata estrazione fumi	n. 8 bocchette 50 x 50 cm (semplificazione per FDS)
	Volume ambiente protetto	7000 m ³
	n° ricambi / ora in estrazione	16 m ³ /s = 57600 m ³ /h (2 m ³ /s per ogni bocchetta)
	Ingresso aria esterna	7000 m ³
	Superficie ingresso aria esterna	8,2 circa
Impianto sprinkler	n. 2 porte di 2 x 2 = 4 m ² ciascuna (azionata da GSA)	
Corte vetrata	8 m ²	
Impianto sprinkler	non attivo	
Corte vetrata	porzione centrale aperta: 530 m ²	

¹⁸ Focolaio predefinito di cui alla tab. M.2-2 del cap. M.2, par. M.2.7

Illustrazione degli scenari di incendio riportati nel caso studio




Incendio in un locale al piano terra - posizione delle sonde e del focolaio



PROGETTO - Pianta piano terra +0.00

Nelle posizioni riportate in pianta sono ubicate:

❖ Sonde di temperatura T_i

❖ Posizione del focolaio 

Risultanze delle verifiche effettuate con la F.S.E.

Di seguito si riportano le conclusioni dell'intera serie di scenari, compresi quelli qui non riportati:

- nei casi con l'incendio nelle aree distributive, i fumi sarebbero evacuati direttamente dalla porzione apribile della copertura vetrata del cortile (smaltimento fumi e calore di tipo naturale);
- nei casi con l'incendio all'interno di un qualsiasi locale, un apposito SEFFC progettato ai sensi della norma UNI 9494-2, serve a mantenere le vie di fuga sgombre dai fumi. Contemporaneamente, in tutti i quattro casi, si potrà valutare l'opportunità o meno di mantenere attiva la ventilazione in sola mandata in tutti i locali non oggetto dell'incendio, al fine di incrementare l'efficacia del sistema (necessario in particolare nella stagione invernale con la corte completamente coperta);
- il solo impianto sprinkler non garantisce che le vie di fuga vengano mantenute sgombre dai fumi in caso di incendio in un locale non compartimentato rispetto agli spazi comuni. Tale impianto permette però una riduzione delle temperature all'interno del locale oggetto dell'incendio e, nel contempo, consente il confinamento del focolaio tenendolo sotto controllo;
- l'apertura della copertura vetrata del cortile non è condizione sufficiente per garantire che le vie di esodo e gli spazi comuni aperti siano nelle condizioni tali da poter essere percorsi per l'evacuazione e per l'operatività dei soccorritori. Le simulazioni eseguite, infatti, hanno dimostrato che, senza SEFFC, i fumi invadono tali ambiti;
- in tutti gli scenari di incendio analizzati che prevedono l'attivazione dell'evacuazione meccanica dei fumi, questi non fuoriescono dai locali oggetto dell'incendio, per il tempo necessario alla corretta gestione dell'emergenza, per cui tutti gli spazi comuni e le vie di esodo sono percorribili in sicurezza per le persone (occupanti e soccorritori).

Le modellazioni con FDS

Allo scopo di dimostrare quantitativamente l'efficacia della misura proposta, sono state condotte diverse simulazioni di incendio mediante FDS.

Nel caso in cui la soluzione alternativa venga analizzata con l'ingegneria antincendio, lo studio deve seguire i criteri "standard" definiti nei capitoli M del Codice.

In particolare:

- si può utilizzare il focolaio predefinito per le attività civili, di cui al punto M.2.7 (tab. M.2-2 di seguito riportata), se non si intende procedere a verifiche più approfondite;
- si debbono verificare le soglie di prestazione per la vita umana, di cui al punto M.3.5 (tab. M.3-2 di seguito riportata).

Parametro	Focolare predefinito	
	per attività civile	per altre attività
Velocità caratt. di crescita dell'incendio t_e	150 s (fast)	75 s (ultra-fast)
RHR _{max} totale RHR _{max} per m ² di superficie del focolare	5 MW 250-500 kW/m ² [1]	50 MW 500 -1000 kW/m ² [1]
Resa in particolato Y_{soot}	Pre flashover: 0,07 kg/kg [2,3] Post flashover: 0,14 kg/kg [2,3]	Pre flashover: 0,18 kg/kg [4] Post flashover: 0,36 kg/kg [4]
Resa in monossido di carbonio Y_{CO}	Pre flashover: 0,10 kg/kg [5] Post flashover: 0,40 kg/kg [5]	
Calore di combustione effettivo ΔH_c	20 MJ/kg [3]	
Resa in biossido di carbonio Y_{CO_2}	1,5 kg/kg [3,6]	
Resa in acqua Y_{H_2O}	0,82 kg/kg [3,6]	
Frazione di RHR(t) in irraggiamento (Radiative fraction)	35% [3]	
<p>[1] Da impiegare in alternativa all'RHR_{max} totale, considerando la massima superficie del focolare, pari al compartimento antincendio nel caso di carico di incendio uniformemente distribuito, ma che può essere un valore inferiore nel caso d'incendio localizzato.</p> <p>[2] Robbins A.P, Wade C.A, Study Report No.185 "Soot Yield Values for Modelling Purposes – Residential Occupancies", BRANZ, 2008</p> <p>[3] "CVM2 Verification method: Framework for fire safety design", New Zealand Building Code</p> <p>[4] "SFPE handbook of fire protection engineering", NFPA, 4^a ed., 2008. Tabella 3-4.16, pag. 3-142, da polyurethane flexible foams.</p> <p>[5] Stec A.A, Hull T.R, "Fire Toxicity", Woodhead Pub., 2010. § 2.4 con $\Phi = 1,25$ (underventilated fire)</p> <p>[6] In alternativa alle rese Y_{CO_2} e Y_{H_2O}, si può imporre nel codice di calcolo il combustibile generico $CH_2O_{0,5}$.</p>		

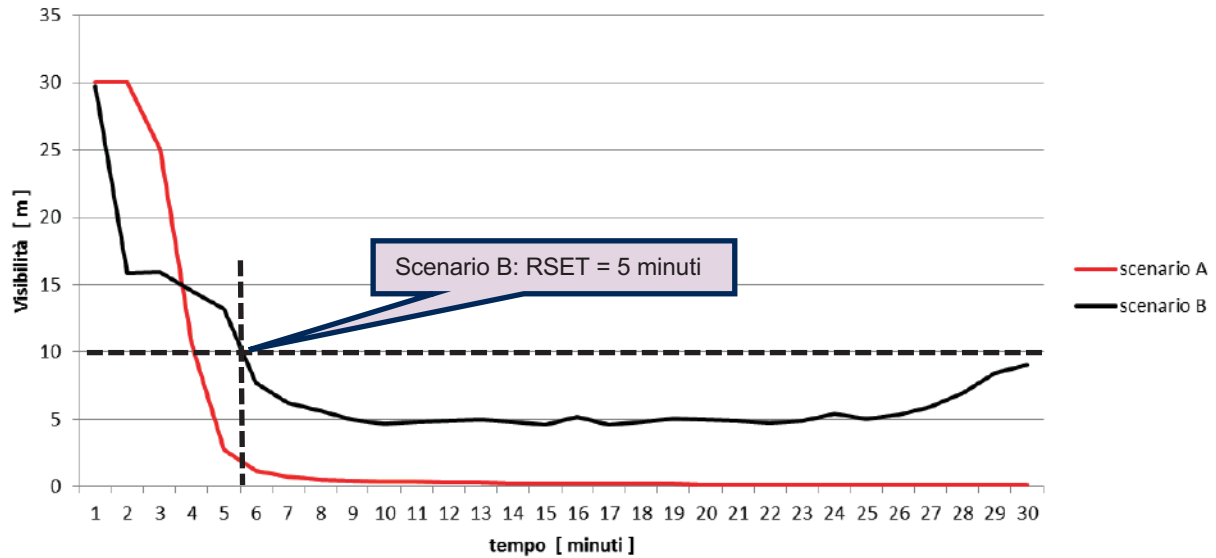
Tabella M.2-2: Focolari predefiniti

Modello	Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Oscuramento della visibilità da fumo	Visibilità minima di pannelli riflettenti, non retroilluminati, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 10 m Occupanti in locali di superficie lorda < 100m ² : 5 m	ISO 13571-2012.
		Soccorritori: 5 m Soccorritori in locali di superficie lorda < 100m ² : 2,5 m	[1]
Gas tossici	FED, fractional effective dose e FEC, fractional effective concentration per esposizione a gas tossici e gas irritanti, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 0,1	ISO 13571-2012, limitando a 1,1% gli occupanti incapaci al raggiungimento della soglia
		Soccorritori: nessuna valutazione	--
Calore	Temperatura massima di esposizione	Occupanti: 60°C	ISO 13571-2012
		Soccorritori: 80°C	[1]
Calore	Irraggiamento termico massimo da tutte le sorgenti (incendio, effluenti dell'incendio, struttura) di esposizione degli occupanti	Occupanti: 2,5 kW/m ²	ISO 13571-2012, per esposizioni maggiori di 30 minuti, senza modifica significativa dei tempi di esodo (2,5 kW/m ²).
		Soccorritori: 3 kW/m ²	[1]
<p>[1] Ai fini di questa tabella, per soccorritori si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per hazardous conditions.</p>			

Tabella M.3-2: Esempio di soglie di prestazione impiegabili con il metodo di calcolo avanzato

Scenari di incendio in un locale al piano terra - verifiche all'interno del locale

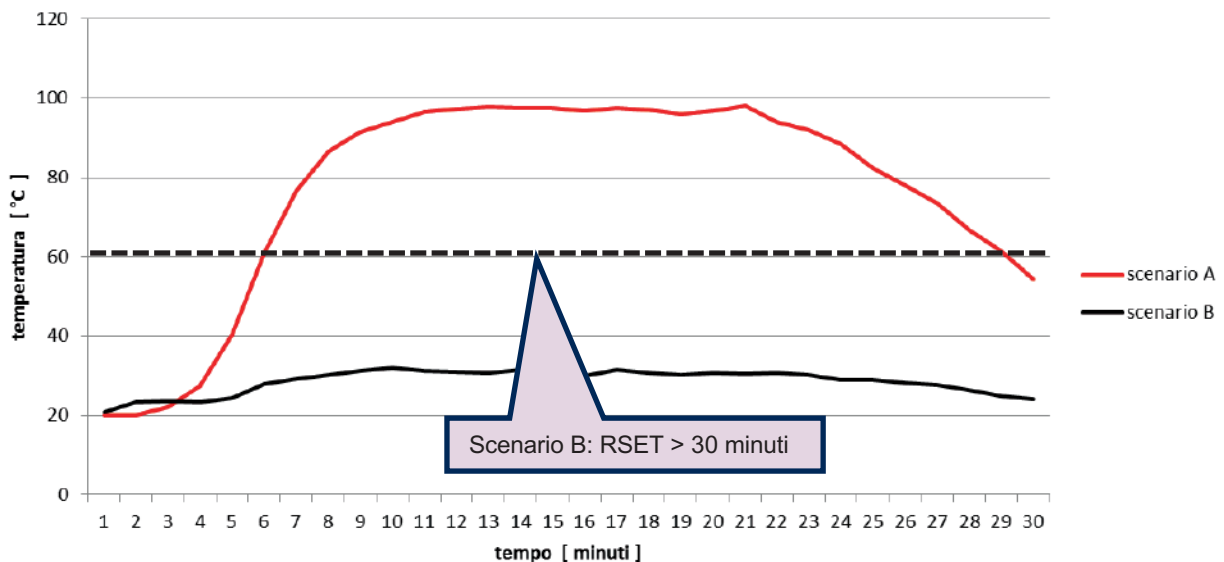
Sonda V-2. Visibilità all'interno del locale con incendio



Considerazioni: l'attivazione della ventilazione forzata in estrazione all'interno del locale, fornisce agli occupanti il tempo utile ad evacuare il locale, in quanto la visibilità scende sotto i 10 m quando sono ormai trascorsi più di 5 minuti (criterio $AST > RSET + t_{margine}$).

È stato verificato che anche nello scenario con la copertura della corte in posizione chiusa, l'ingresso dell'aria di riscontro dalle uscite di sicurezza del piano terra garantisce comunque l'efficacia del SEFFC.

Sonda T-2. Temperatura all'interno del locale con incendio

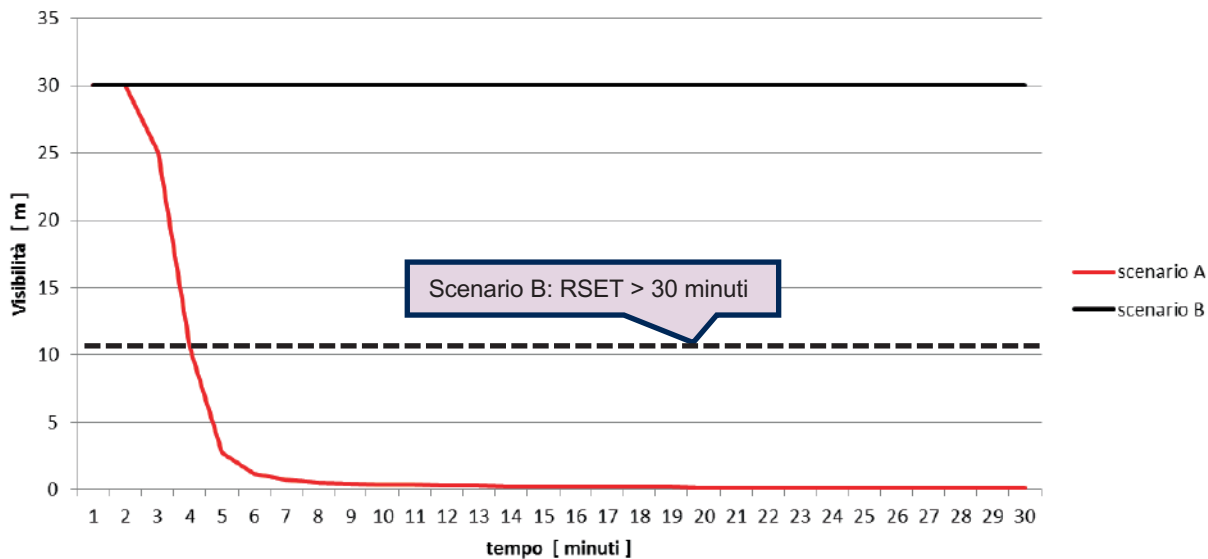


Considerazioni: la presenza della ventilazione forzata in estrazione all'interno del locale permette l'allontanamento dei fumi più caldi, determinando un abbassamento delle temperature nel locale oggetto dell'incendio.

Le temperature all'interno del locale non risultano critiche per le persone, anche in assenza di impianto sprinkler.

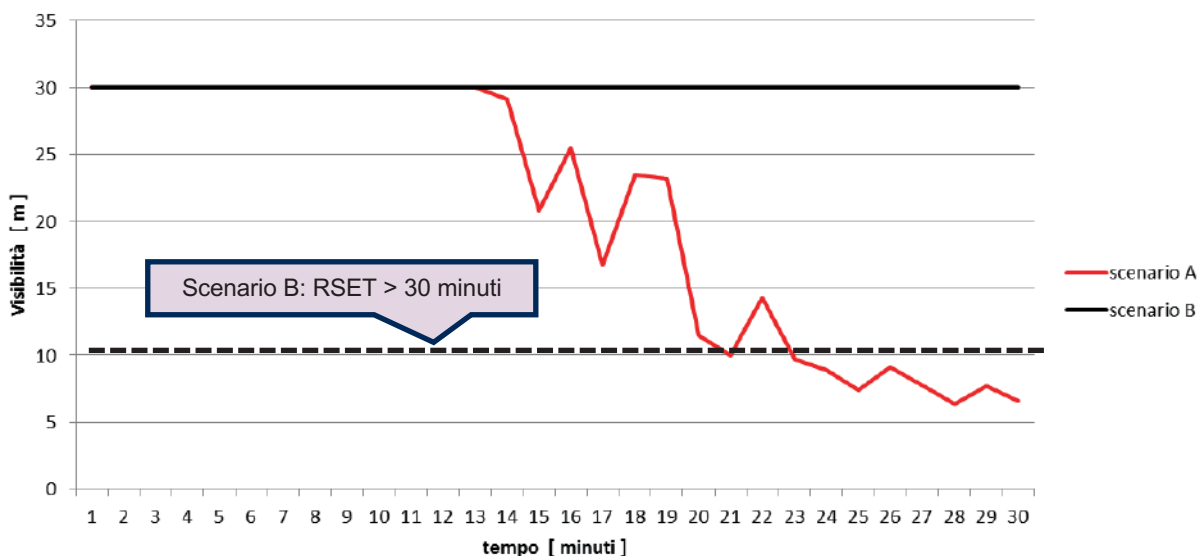
Scenari di incendio in un locale al piano terra - verifiche negli spazi adiacenti

Sonda V-3. Visibilità nella galleria al piano terra



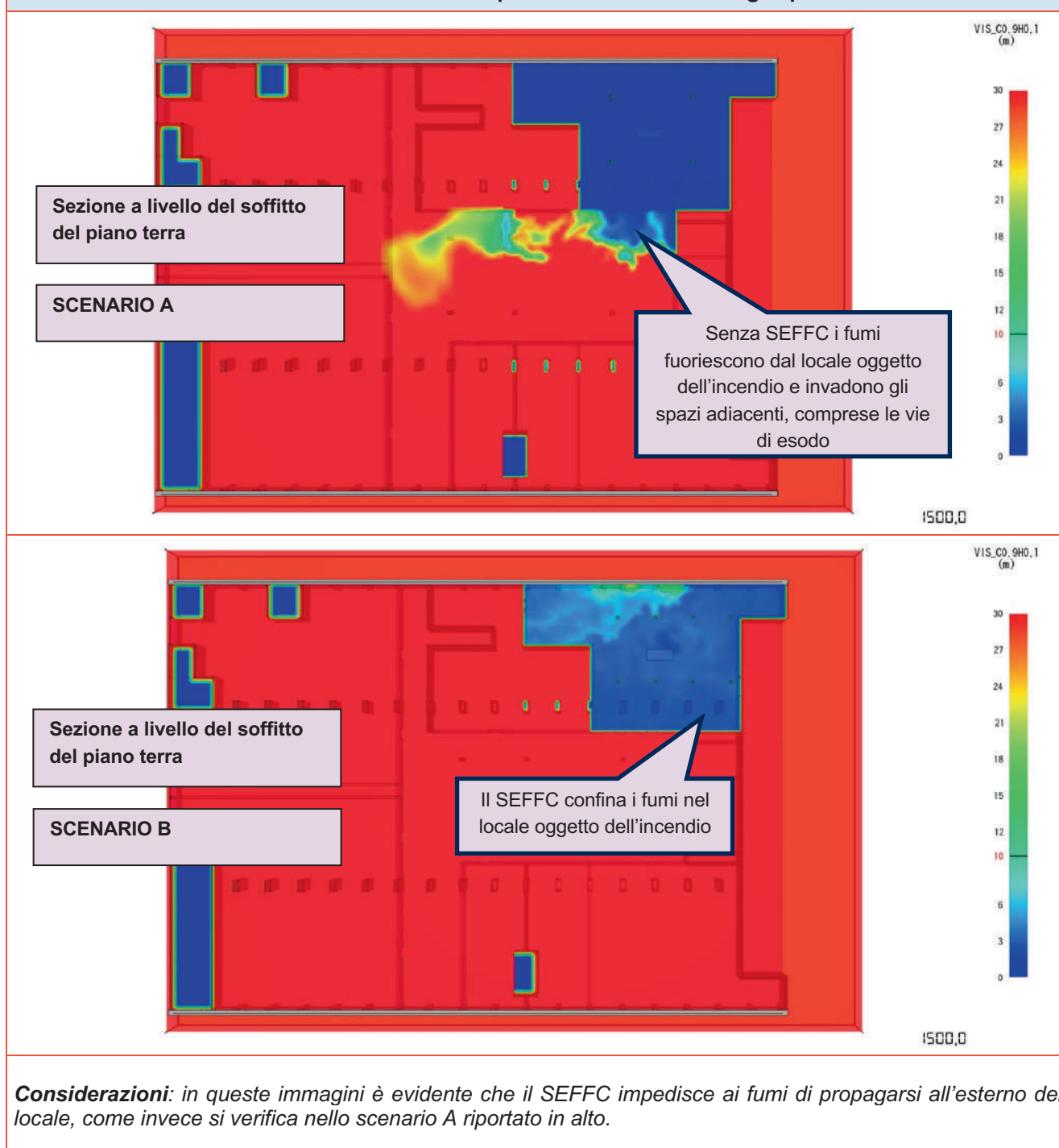
Considerazioni: la presenza della ventilazione forzata con la configurazione di progetto, impedisce ai fumi di propagarsi ai locali adiacenti. Nello scenario privo di SEFFC (A) non è possibile garantire la stessa prestazione, anche considerando la corte interna con la copertura aperta per lo smaltimento dei fumi.

Sonda V11. Visibilità nella galleria al piano primo



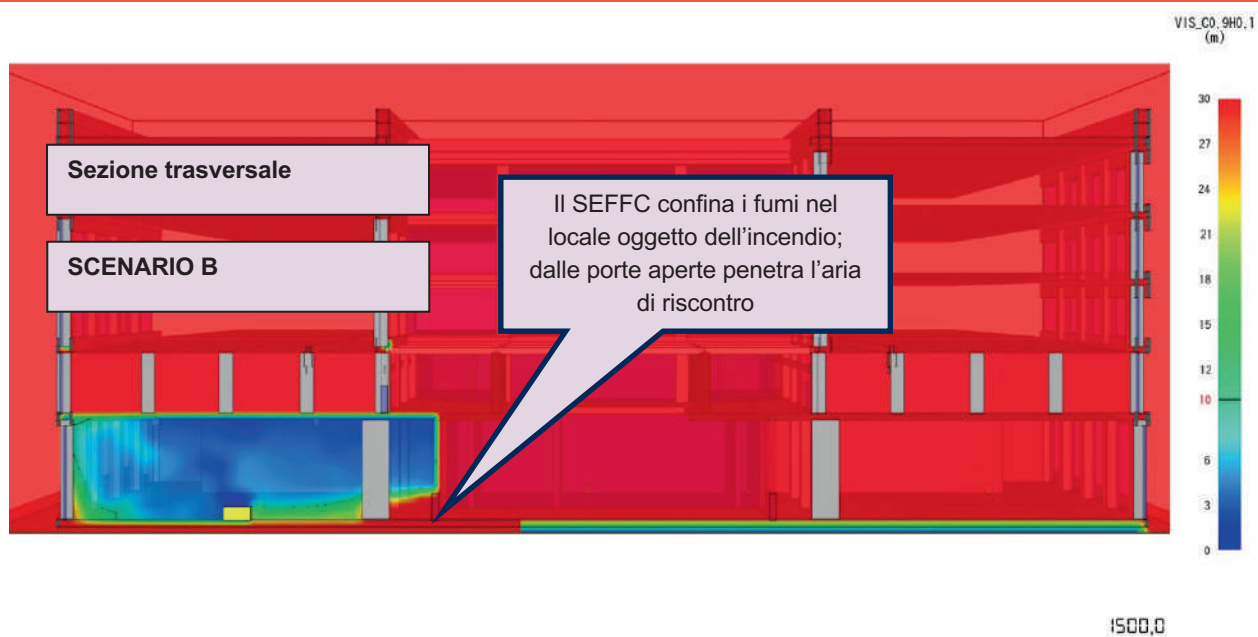
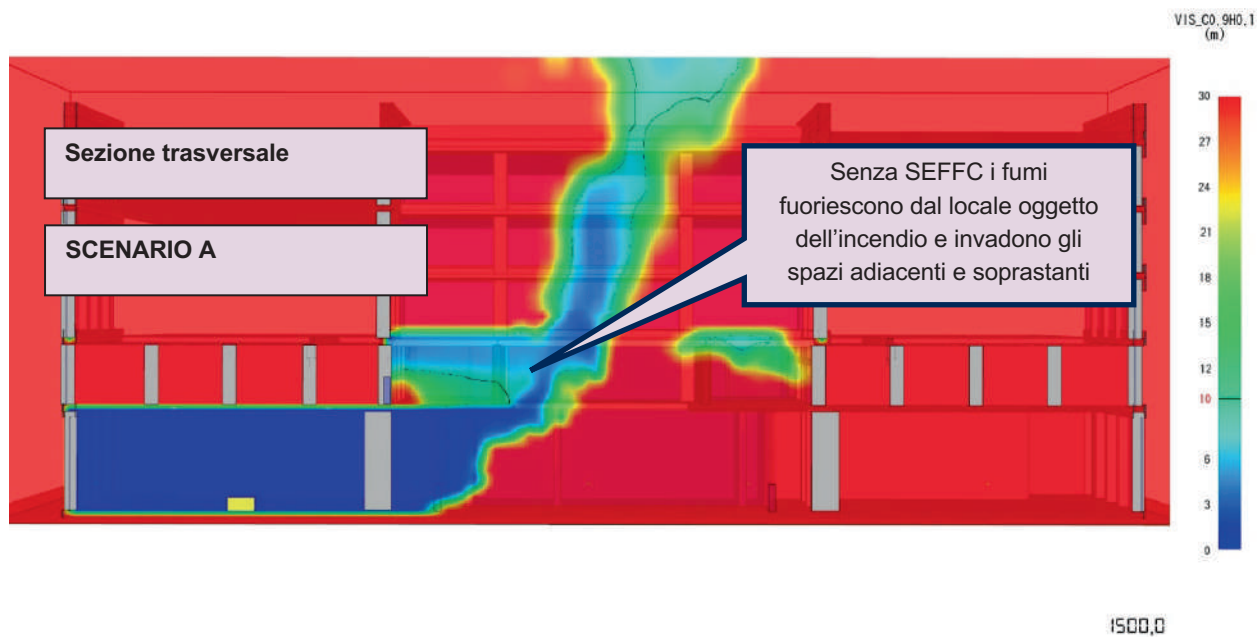
Considerazioni: la presenza della ventilazione forzata con la configurazione di progetto impedisce ai fumi di propagarsi al piano soprastante. Nello scenario privo di SEFFC (A) non è possibile garantire la stessa prestazione, anche considerando la corte interna con la copertura aperta per lo smaltimento dei fumi.

Scenari di incendio in un locale al piano terra - verifiche negli spazi adiacenti



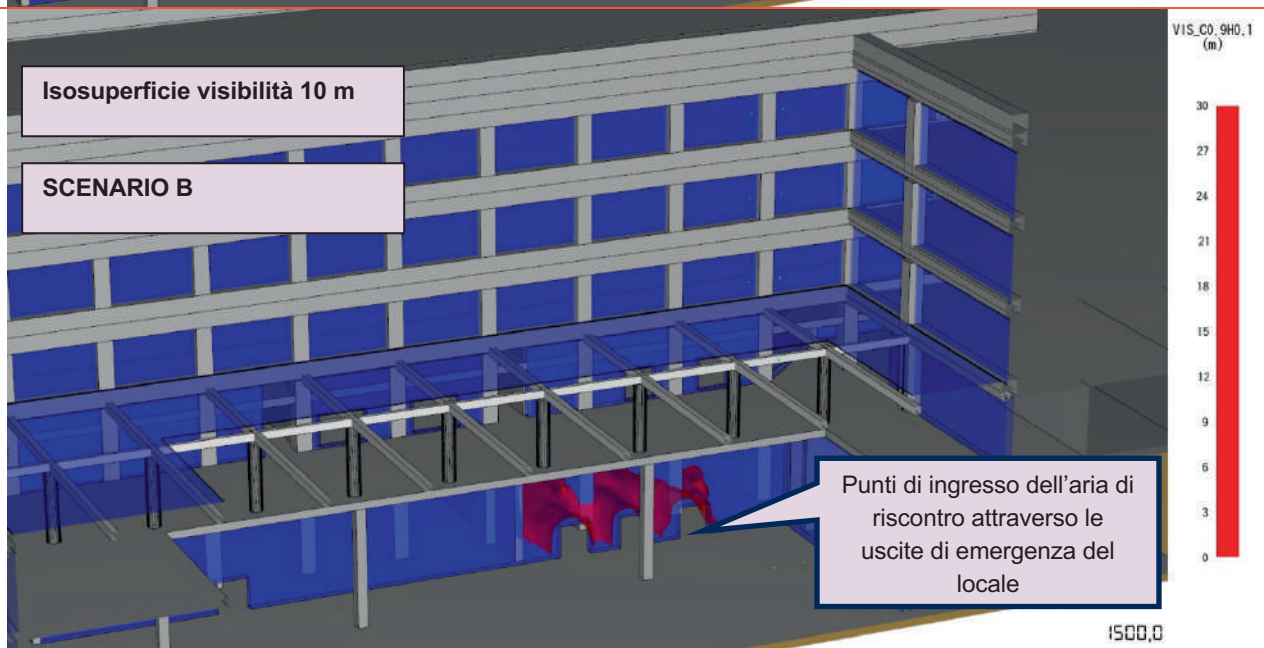
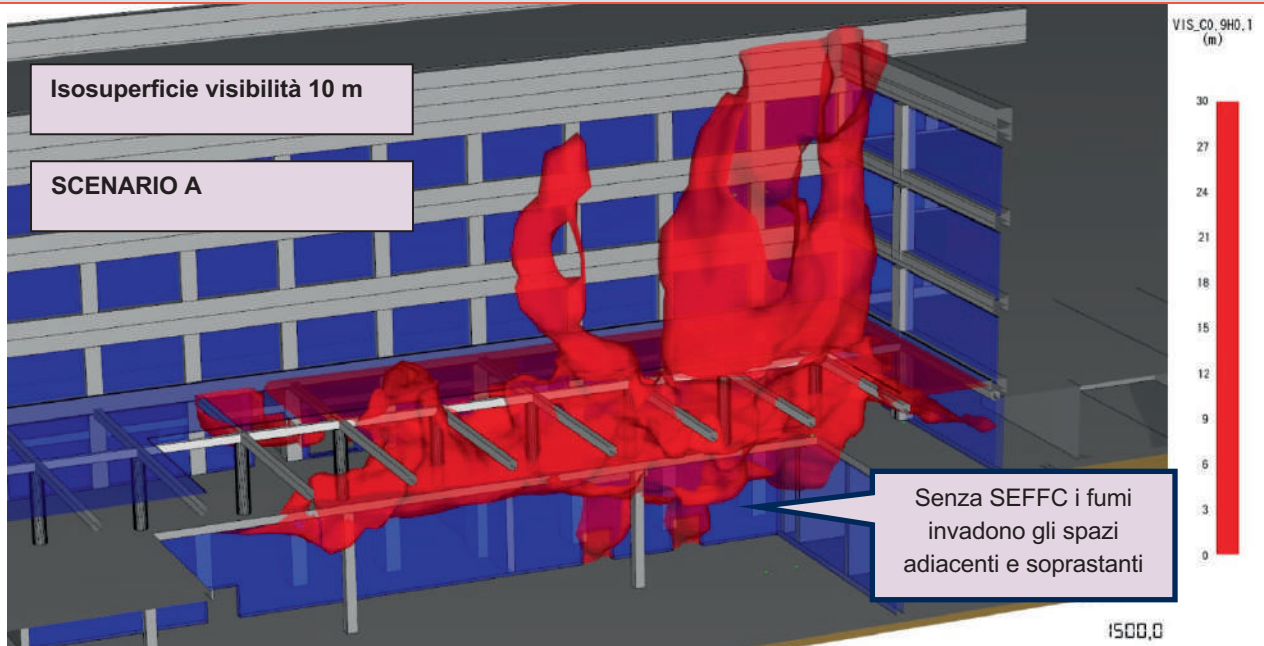
Considerazioni: in queste immagini è evidente che il SEFFC impedisce ai fumi di propagarsi all'esterno del locale, come invece si verifica nello scenario A riportato in alto.

Scenari di incendio in un locale al piano terra - verifiche negli spazi adiacenti



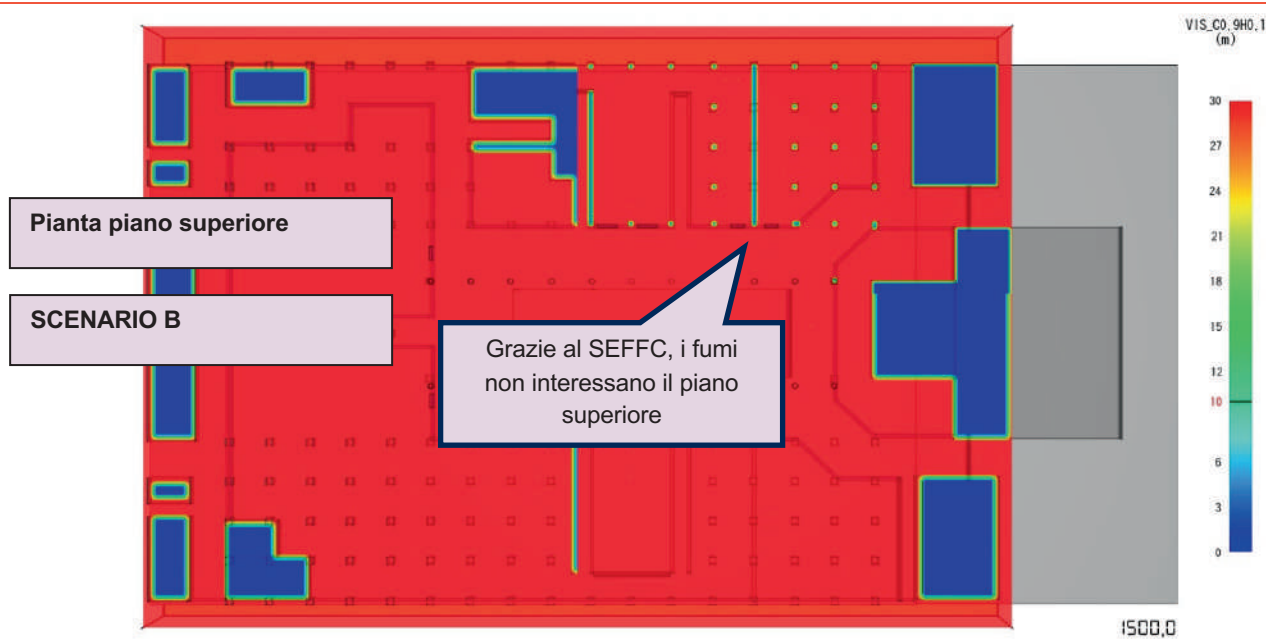
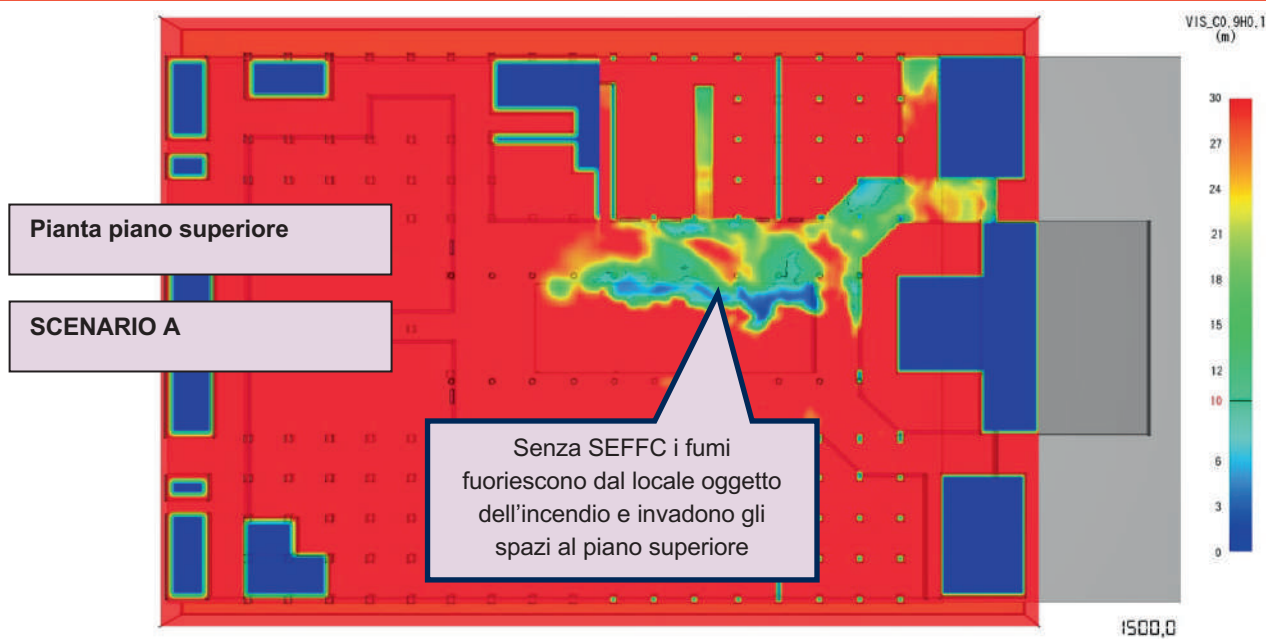
Considerazioni: il confronto tra la propagazione dei fumi nei due scenari permette di valutare l'efficacia del SEFFC come misura alternativa, in quanto esso permette ai fumi di restare confinati nel locale oggetto dell'incendio, anche con le porte tenute in posizione di apertura.

Scenari di incendio in un locale al piano terra - verifiche negli spazi adiacenti



Considerazioni: in queste immagini è evidente che l'aria di riscontro del SEFFC penetra nel locale attraverso le porte che costituiscono uscite di emergenza.

Scenari di incendio in un locale al piano terra - verifiche negli spazi soprastanti



Considerazioni: in queste immagini è evidente che il SEFFC impedisce ai fumi di propagarsi al piano primo, come invece si verifica nello scenario A riportato in alto.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata valutata, con l'ausilio della Fire Safety Engineering, l'adozione di un SEFFC quale misura alternativa alla compartimentazione in un'attività civile soggetta al Codice, ospitata in un fabbricato multipiano.

Il tema della superficie massima dei compartimenti, sebbene già notevolmente "migliorato" con la pubblicazione del Codice (sono possibili compartimenti generalmente di superficie maggiore rispetto alle norme tradizionali), è uno di quegli aspetti che non sempre è possibile affrontare con le soluzioni conformi. Questa problematica è particolarmente inerente in quegli edifici che, per funzione o per scelta architettonica, sono pensati come un unico compartimento (magari anche multipiano come nel caso in oggetto), dove non è tecnicamente fattibile, o esteticamente accettabile, installare delle compartimentazioni fisiche.

Basti pensare ai grandi centri commerciali, agli aeroporti, alle infrastrutture di trasporto e così via.

❖ *Commento dei risultati*

Nell'ambito della filosofia propria della Fire Safety Engineering, applicata allo specifico progetto, è possibile dimostrare il soddisfacimento degli obiettivi primari della sicurezza antincendio pur adottando configurazioni e soluzioni che si discostano dal disposto normativo (ovvero dalle prescrizioni o dalle soluzioni conformi della RTO e della RTV eventualmente applicabile).

❖ *Eventuali sviluppi ulteriori*

Uno dei principali apporti innovativi (e rivoluzionari) del Codice è la flessibilità, ovvero la possibilità concessa al progettista di adottare, e dimostrare quantitativamente, soluzioni diverse (alternative), che garantiscano livelli di sicurezza contro gli incendi pari o superiori.

L'introduzione delle soluzioni alternative è una strada che verrà sempre più seguita dai progettisti, poiché in futuro se ne amplierà il campo di applicazione, ovvero sarà possibile affrontare con soluzioni alternative molti di quei casi che attualmente si configurano come soluzioni in deroga.

Ovviamente, questo cambio di prospettiva richiede una maggiore competenza da parte del progettista, che non svolge più una prestazione di "ragioneria antincendio" bensì di vera e propria progettazione, che necessariamente si dovrà avvalere di basi scientifiche.

Quello che fino a pochi anni fa era inimmaginabile, o che richiedeva obbligatoriamente il ricorso alla deroga, oggi è possibile, grazie al Codice, pur restando nell'ambito del rispetto normativo tecnico-procedurale.

Bibliografia

1. Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
2. Decreto del Presidente della Repubblica del 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
3. Decreto Ministeriale 3 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139;
4. M. Malizia, Il Codice di prevenzione incendi:
<http://www.vigilfuoco.it/sitiVVF/ascolipiceno/viewPage.aspx?s=85&p=40401>;
5. L. Nassi, A. Cipriani, Protezione antincendio, Supporti Didattici per lo svolgimento dell'attività formativa alle Aziende da parte dei Comandi Provinciali dei VV.F., 1997;
6. Federchimica e Assogastecnici, Pericoli relativi ai gas inerti e alla carenza di ossigeno, 2009;
7. R. Sabatino, Formazione antincendio - Gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro, Inail 2012;
8. P. Cancelliere, "Come si applica la normativa sugli impianti di rivelazione ed allarme incendio", Antincendio, 9/2013;
9. P. Cancelliere, "Gli impianti di protezione attiva: come incidono nel procedimento di prevenzione incendi", Antincendio, 12/2013;
10. Approccio Ingegneristico alla Sicurezza Antincendio, A. e S. La Malfa, Legislazione Tecnica, 2014;
11. R. Sabatino, Sicurezza antincendio - Valutazione del rischio incendio, Inail 2014;
12. Esempi di Progettazione Antincendio, A., S. e R. La Malfa, V. Vanzini, Legislazione Tecnica, 2015;
13. E. Cinalli, Le specifiche tecniche degli impianti di protezione attiva contro l'incendio, 2015;
14. P. Cancelliere, M. F. Conti, M. Imbrisco, L. Palmeri, L. De Angelis, P. Castelli, M. Caciolai, R. Lala, L. Ponticelli, S. Schiaroli, M. Mazzaro, P. De Nictolis, A. De Rosa, R. Emmanuele, L. De Angelis, G. Biggi, P. Castelli, L. Nassi, M. Castore, F. A. Ponziani, C. Mastrogioseppe, C. Barbera, A. Bascià, F. Petrocco, E. Gissi - Codice di prevenzione incendi commentato a cura di F. Dattilo e C. Pulito con la prefazione del Capo del Corpo Nazionale VV.F. G. Giomi, EPC 09/2016;
15. Linee guida all'applicazione del d.m. 20 dicembre 2012 (elaborate dalla C.R.O.I.L.), 2015 e 2016;
16. M. Battaglia, L'evoluzione del ruolo del professionista nella prevenzione incendi, Ingegno 2016;
17. ISO/TS 11602-1 "Fire protection - Portable and wheeled fire extinguishers - Part 1: Selection and installation";
18. P. Cancelliere, M. Mazzaro, G. Biggi, M. Caciolai, M. De Vincentis, F. Orrù, M. F. Conti, P. Maurizi, A. Del Gallo, E. Trabucco, A. Bascià, G. Basile, R. Lala, N. Michele, G. Costa, E. Gissi, C. Barbera, A. Petitto - Esempi applicativi del codice di prevenzione incendi a cura di F. Dattilo e C. Pulito con la prefazione del Capo del Corpo Nazionale VV.F. G. Giomi, EPC 05/2017;
19. G. Galeotti, F. Battistini, F. Mosconi, Impianto a schiuma ad alta espansione UNI EN 13565 Protezione di un deposito di stoccaggio automatizzato di liquidi infiammabili a mezzo di soppressione a schiuma, Ingegno, 04/2018;
20. R. Sabatino, M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, Il Codice di prevenzione incendi - Applicazioni pratiche, Inail 2018;
21. P. Cancelliere, "Verifica di compatibilità e della connettività di un impianto di rivelazione e allarme incendio", Rivista Unificazione e Certificazione, 2/2018;
22. P. Cancelliere, M. Di Felice, "Sistema a riduzione di ossigeno così è stato protetto un magazzino intensivo automatizzato", Antincendio, 4/2019.

Riferimenti principali normativa tecnica

Sigla	Oggetto della norma tecnica
UNI 10779:2014	Impianti di estinzione incendi - Reti di Idranti
UNI EN 12845:2015	Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler
UNI 11292:2019	Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio Caratteristiche costruttive e funzionali
UNI 9487:2006	Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1.2 MPa
UNI EN 671-2:2012	Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni Idranti a muro con tubazioni flessibili
UNI EN 671-3:2009	Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili
UNI EN 14339:2006	Idranti antincendio sottosuolo
UNI EN 14384:2006	Idranti antincendio a colonna soprasuolo
UNI EN 14540:2014	Tubazioni antincendio - Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi
UNI EN 12259-1:2007	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 1: Sprinkler
UNI EN 12259-2:2006	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2: Valvole allarme ad umido
UNI EN 12259-3:2006	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 3: Valvole di allarme a secco
UNI EN 12259-4:2002	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 4: Allarmi a motore ad acqua
UNI EN 12259-5:2003	Installazioni fisse antincendio Componenti per sistemi sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 5: Indicatori di flusso
NFPA 750 (USA)	Standard on Water Mist Fire Protection Systems
Factory Mutual data sheet 4-2	Water mist systems
AS 4587 (Australia)	Water mist fire protection systems - System design, installation and commissioning
CEN TS 14792	Fire Fighting systems - water mist systems - design and installation
UNI EN 15004-1:2008	Installazioni fisse antincendio - Sistemi a estinguenti gassosi - Parte 1: Progettazione, installazione e manutenzione
UNI EN 15004-8:2008	Installazioni fisse antincendio - Sistemi a estinguenti gassosi - Parte 8: Proprietà fisiche e progettazione dei sistemi a estinguenti gassosi per l'agente estinguente IG-100
UNI 9795:2013	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio
UNI 12094-1:2014	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Requisiti e metodi di prova per dispositivi elettrici automatici di comando e gestione spegnimento e di ritardo
UNI 12094-2:2004	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Requisiti e metodi di prova per dispositivi non elettrici automatici di comando e gestione spegnimento e di ritardo
UNI 12094-3:2004	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Requisiti e metodi di prova per dispositivi manuali di azionamento e di bloccaggio
UNI 12094-4:2004	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Parte 4: Requisiti e metodi di prova per complesso valvola di scarica e rispettivi attuatori

UNI 12094-5:2006	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Parte 5: Requisiti e metodi di prova per valvole direzionali e loro attuatori in alta e bassa pressione
UNI 12094-6:2006	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Parte 6: Requisiti e metodi di prova per dispositivi non elettrici di messa fuori servizio
UNI 12094-8:2006	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Parte 8: Requisiti e metodi di prova per raccordi
UNI 12094-10:2006	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Requisiti e metodi di prova per manometri e pressostati
PED	Direttiva PED 2014/68/UE, rifusione della 97/23/CE Pressure Equipment Directive (d.lgs. 26 del 15 febbraio 2016)
TPED	Direttiva TPED 2010/35/UE, attrezzature a pressione trasportabili (d.lgs. 78 del 12 Giugno 2012)
VdS	Progettazione e verifica idraulica del sistema eseguita secondo le procedure ed il programma di calcolo computerizzato VDS "Verband der Schadenverhuetung"
UNI ISO 15779:2012	Installazioni fisse antincendio - Sistemi estinguenti ad aerosol condensato - Requisiti e metodi di prova per componenti e progettazione, installazione e manutenzione dei sistemi - Requisiti generali
NFPA 2010 IMO MSC.1/Circ. 1270 del 4 giugno 2008	Standard for fixed aerosol fire extinguishing systems Revised guidelines for the approval of fixed aerosol fire-extinguishing
UNI EN 13565-2:2018	Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 2: Progettazione, costruzione e manutenzione
UNI EN 1568-1:2018	Mezzi di estinzione incendi - Liquidi schiumogeni concentrati - Parte 1: Specifiche per liquidi schiumogeni concentrati a media espansione per applicazione superficiale su liquidi immiscibili con acqua
UNI EN 1568-2:2018	Mezzi di estinzione incendi - Liquidi schiumogeni concentrati - Parte 1: Specifiche per liquidi schiumogeni concentrati ad alta espansione per applicazione superficiale su liquidi immiscibili con acqua
ÖNORM F 3007 (standard austriaci)	Sistema di riduzione dell'ossigeno
ÖNORM F 3008 (standard austriaci)	Sistema di riduzione dell'ossigeno - centrale di controllo CIE UNIT
ÖNORM F 3073 (standard austriaci)	Pianificazione, progettazione, montaggio, messa in funzione e manutenzione di impianti di riduzione dell'ossigeno
TRVB S 155	Requisiti di progettazione, realizzazione e funzionamento per i sistemi di riduzione dell'ossigeno tramite azoto all'interno di fabbricati dal punto di vista della tecnica antincendio
BSI PAS 95:2011	Impianto ipossico per la prevenzione incendi in ambienti presidiati
UNI EN 16750:2017	Installazioni fisse antincendio - Sistemi a riduzione di ossigeno - Progettazione, installazione, pianificazione e manutenzione
Circolare M.I. prot. 7059 del 21 maggio 2012	Tecnologia antincendio con impianto a riduzione di ossigeno
UNI 9795:2013	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio
UNI EN 54-1:2011	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Introduzione
UNI EN 54-2:2007	Centrale di controllo e segnalazione
UNI EN 54-3:2014	Dispositivi sonori di allarme incendio
UNI EN 54-4:2007	Apparecchiatura di alimentazione
UNI EN 54-5:2018	Rivelatori di calore - Rivelatori puntiformi

UNI EN 54-7:2018	Rivelatori di fumo - Rivelatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione
UNI EN 54-10:2006	Rivelatori di fiamma - Rivelatori puntiformi
UNI EN 54-11:2006	Punti di allarme manuali
UNI EN 54-12:2015	Rivelatori di fumo - Rivelatori lineari che utilizzano un raggio ottico luminoso
UNI EN 54-13:2017	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Valutazione della compatibilità e connettività dei componenti di un sistema
UNI EN 54-16:2008	Sistemi di rivelazione automatica d'incendio. Apparecchi di controllo e di segnalazione per i sistemi di allarme vocale
UNI EN 54-17:2006	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio Isolatori di corto circuito
UNI EN 54-20:2006	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio Rivelatori di fumo ed aspirazione
UNI EN 54-23:2010	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio Dispositivi visuali di allarme incendio
UNI EN 54-24:2008	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio Componenti di sistemi di allarme vocale. Altoparlanti
UNI EN 54-25:2008	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio Componenti che utilizzano collegamenti via radio
UNI/TR 11607:2015	Linea guida per la progettazione, l'installazione, la messa in servizio, l'esercizio e la manutenzione degli avvisatori acustici e luminosi di allarme incendio
UNI 11744:2019	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio Caratteristica del segnale acustico unificato di pre-allarme e allarme incendio
UNI 11224:2011	Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi
UNI 9494-1:2017	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SEFC)
UNI 9494-2:2017	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC)
UNI 9494-3:2014	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore
UNI EN 12101-1:2006	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Specifiche per le barriere al fumo
UNI EN 12101-2:2017	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Specifiche per gli evacuatori naturali di fumo e calore
UNI EN 12101-3:2015	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Specifiche per gli evacuatori forzati di fumo e calore
TR 12101-4	Sistemi di evacuazione Fumo e Calore installati
TR 12101-5	Linea guida relativa alle raccomandazioni funzionali ed ai metodi di calcolo degli SEFC
UNI EN 12101-6:2005	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 6: Specifiche per i sistemi a differenza di pressione - Kit
UNI EN 12101-7:2011	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 7: Condotte per il controllo dei fumi
UNI EN 12101-8:2011	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 8: Serrande per il controllo dei fumi
UNI EN 12101-10:2006	Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 10: Apparecchiature di alimentazione

Fonti immagini

Immagine	Fonte
Copertina	Servizio documentazione VV.F.
pag. 13	Autori
pag. 15	Autori
pag. 16	Autori
pag. 21	Autori
pag. 22	Autori
pag. 23	Autori
pag. 25a e 25b	Autori
pag. 26	Autori
pag. 28	Autori
pag. 29	Norma UNI 10779
pag. 31	Autori
pag. 32	Autori
pag. 33	Autori
pag. 34	Autori
pag. 35	G.U. Unione Europea
pag. 36	Norma UNI EN 671-2
pag. 37a e 37b	Norma UNI EN 671-2
pag. 39	Autori
pag. 40a e 40b	Autori
pag. 41a, 41b e 41c	Autori
pag. 42	Autori
pag. 43	Autori
pag. 44	Autori
pag. 45a e 45b	Autori
pag. 46	Autori
pag. 47a e 47b	Autori
pag. 48	Autori
pag. 54	Autori
pag. 55	Notifier Italia s.r.l.
pag. 57a e 57b	Autori
pag. 59a	Notifier Italia s.r.l.
pag. 59b	Autori
pag. 60	Autori
pag. 64	Autori
pag. 65	AerNova s.r.l.
pag. 66a	Autori
pag. 66b	AerNova s.r.l.
pag. 67a e 67b	Bovema Italia s.r.l.
pag. 68a e 68b	Bovema Italia s.r.l.
pag. 69	AerNova s.r.l.
pag. 70	Bovema Italia s.r.l.
pag. 71	d.m. 3 agosto 2015 - G.U. n. 192 del 20.8.2015 - S.O. n. 51
pag. 75	Autori
pag. 80	Autori
pag. 81	Autori

pag. 83	Autori
pag. 85	Autori
pag. 86	Autori
pag. 88a e 88b	Autori
pag. 91a, 91b e 91c	Autori
pag. 92	Edil Impianti 2 s.r.l.
pag. 94	Autori
pag. 98	Autori
pag. 101	Autori
pag. 107	Programma di calcolo Namirial
pag. 108	Autori
pag. 109	Edil Impianti 2 s.r.l.
pag. 111	Autori
pag. 114	Norma UNI EN 12845
pag. 115a e 115b	Autori
pag. 116	Autori
pag. 122	Autori
pag. 125	Autori
pag. 127a	Ultra Fog Fire Extinguishing System
pag. 127b	Autori
pag. 128	Autori
pag. 130	FM Approvals
pag. 131	Autori
pag. 132	Autori
pag. 134	Ultra Fog Fire Extinguishing System
pag. 136	Autori
pag. 141	Ultra Fog Fire Extinguishing System
pag. 145	Autori
pag. 150a e 150b	Autori
pag. 157	Autori
pag. 161a e 161b	Autori
pag. 165a	Autori
pag. 165b	Pittogrammi CLP
pag. 168	Autori
pag. 169	Norma UNI EN 13565-2
pag. 171	Autori
pag. 175	Autori
pag. 177a e 177b	Autori
pag. 182	Autori
pag. 185	Norma UNI 9795
pag. 186a e 186b	Notifier Honeywell Italia
pag. 186c e 186d	Notifier Honeywell Italia
pag. 188	Autori
pag. 190	Autori
pag. 191	Autori
pag. 193	Autori
pag. 196	Autori
pag. 197a e 197b	Autori
pag. 200	Norma UNI 9795
pag. 204a, 204b e 204c	Autori

pag. 204	Norma UNI 9795
pag. 216	Norma UNI 9795
pag. 218	Norma UNI 9795
pag. 220	Autori
pag. 226	Bovema Italia s.r.l.
pag. 227	Norma UNI EN 9494-2
pag. 228	Norma UNI EN 9494-2
pag. 229	Autori
pag. 231a	Bovema Italia s.r.l.
pag. 231b	AerNova s.r.l.
pag. 232a e 232b	AerNova s.r.l.
pag. 233	Autori
pag. 235	Autori
pag. 237	Autori
pag. 228	Autori
pag. 239	Teros - Soluções Contra Incêndio
pag. 241	Autori
pag. 242a	Wofu Fire & Security Equipment Co., Ltd
pag. 242b	Emme Antincendio s.r.l.
pag. 244	Autori
pag. 251	Autori
pag. 252	Autori
pag. 255	Autori
pag. 258a e 258b	Autori
pag. 259	Autori
pag. 260	Autori
pag. 262	Autori
pag. 264	Autori
pag. 265	Autori
pag. 266	Autori
pag. 267	Autori
pag. 268	Autori
pag. 269	Autori
pag. 270a e 270b	Autori
pag. 271a, 271b e 271c	Autori
pag. 272a e 272b	Autori
pag. 273a e 273b	Autori
pag. 274a, 274b e 274c	Autori
pag. 275a e 275b	Autori
pag. 276a e 276b	Autori
pag. 277a, 277b e 277c	Autori
pag. 278a e 278b	Autori
pag. 279a e 279b	Autori
pag. 280a, 280b e 280c	Autori
pag. 281a e 281b	Autori
pag. 282a e 282b	Autori
pag. 286a, 286b e 286c	Autori
pag. 288a e 288b	Autori
pag. 289	Autori
pag. 290a e 290b	d.m. 3 agosto 2015 - G.U. n. 192 del 20.8.2015 - S.O. n. 51

pag. 291a e 291b	Autori
pag. 292a e 292b	Autori
pag. 293a e 293b	Autori
pag. 294a e 294b	Autori
pag. 295a e 295b	Autori
pag. 296a e 296b	Autori

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento per la disponibilità all'utilizzo gratuito del software necessario alla stesura della pubblicazione a Namirial S.p.A.; nell'ambito casi studio trattati, è stato utilizzato il modulo CPI win IMPIANTI. Si ringraziano, inoltre, per la gentile messa a disposizione di immagini e fotografie:

- AerNova s.r.l.
- Bovema Italia s.r.l.
- Notifier Italia s.r.l.
- Ultra Fog - Fire Extinguishing System
- Isolcell S.p.A.
- Edil Impianti 2 s.r.l.

