



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica  
Dipartimento di ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**SISTEMI DI PROTEZIONE E PREVENZIONE ANTINCENDIO**  
**CASO STUDIO INTEGRATO: IMPIANTO AZIENDA A STAMPO INTERNAZIONALE**

**FIRE PROTECTION AND PREVENTION SYSTEMS**  
**INTEGRATED CASE STUDY: PLANT OF INTERNATIONAL BASED COMPANY**

Relatore: Chiar.mo

**Prof. Ing. Ciarapica Filippo Emanuele**

Tesi di Laurea di:

**Cappannini Joele**

**A.A. 2020 / 2021**







## INDICE

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>1</b>
<b>DESCRIZIONE STRUTTURA OSPITANTE.....</b>	<b>2</b>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPITOLO 1 – PERICOLO D’INCENDIO.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 INCENDIO .....</b>	<b>5</b>
1.1.1 Generalità sugli incendi.....	5
1.1.2 Classificazione tipi di incendi.....	6
1.1.3 Processo di combustione .....	7
1.1.3.1 Aria teorica di combustione.....	7
1.1.4 Fasi di sviluppo dell’incendio .....	7
1.1.4.1 Ignizione.....	8
1.1.4.2 Crescita .....	9
1.1.4.3 Incendio pienamente sviluppato / flashover .....	9
1.1.4.4 Decadimento.....	9
<b>1.2 FATTORI DI PERICOLO DI INCENDIO .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPITOLO 2 – VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INCENDIO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INCENDIO .....</b>	<b>12</b>
2.1.1 Obiettivi della valutazione del rischio di incendio .....	12
<b>2.2 VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI SICUREZZA ANTINCENDIO MEDIANTE APPROCCI DI NATURA     PPRESCRITTIVA E PRESTAZIONALE .....</b>	<b>12</b>
2.2.1 Analisi preliminare.....	13
2.2.1.1 Definizione del progetto.....	13
2.2.1.2 Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio e definizione delle soglie di prestazione.....	13
2.2.1.3 Individuazione degli elementi di rischio e determinazione degli scenari di incendio	13
2.2.2 Analisi quantitativa.....	15
2.2.2.1 Elaborazione delle soluzioni progettuali .....	15
2.2.2.2 Valutazione delle soluzioni progettuali .....	15
2.2.2.3 Selezione delle soluzioni progettuali idonee.....	15
<b>2.3 CLASSIFICAZIONE LIVELLI DI RISCHIO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE .....</b>	<b>16</b>
2.4.1 Misure di prevenzione .....	17
2.4.2 Misure di protezione .....	17
<b>2.5 SEGNALETICA DI SICUREZZA E VIE DI ESODO .....</b>	<b>17</b>
2.5.1 Segnaletica di sicurezza .....	18
2.5.2 Vie di esodo .....	21
2.5.2.1 Visibilità degli oggetti in presenza di fumo .....	21
2.5.2.2 Criteri generali di progettazione delle vie di esodo .....	22
<b>2.6 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPITOLO 3 – IMPIANTI ANTINCENDIO E MISURE DI PROTEZIONE .....</b>	<b>24</b>

<b>3.1 IMPIANTI ANTINCENDIO .....</b>	<b>24</b>
3.1.2 Quando si attiva un sistema antincendio .....	25
3.1.3 Cosa fare in caso di attivazione dell'allarme .....	25
<b>3.2 ALIMENTAZIONI IDRICHE .....</b>	<b>25</b>
3.2.2 Stoccaggio di acqua .....	26
3.2.2.1 Serbatoi idrici elevati o a gravità .....	26
3.2.2.2 Serbatoi idrici a pressione .....	27
3.2.2.3 Vasche idriche con sistemi di pompaggio.....	28
3.2.2.3.1 Vasche di accumulo interrate.....	28
3.2.2.3.2 Vasche di accumulo fuori terra .....	28
3.2.3 Stazione di pompaggio .....	29
3.2.3.1 Lay-out stazione di pompaggio .....	29
3.2.3.2 Scelta della pompa .....	30
3.2.3.2.1 Confronto pompa elettrica – pompa diesel .....	31
<b>3.3 COMPONENTI PIPING IMPIANTO ANTINCENDIO.....</b>	<b>32</b>
3.3.1 Tubazioni.....	33
3.3.1.2 Dimensionamento tubazioni.....	34
3.3.2 Giunti e sostegni .....	35
3.3.3 Filtri .....	40
3.3.4 Valvole .....	40
3.3.4.1 Valvole a saracinesca - intercettazione.....	41
3.3.4.2 Valvole a farfalla - intercettazione.....	41
3.3.4.3 Valvole di non ritorno - ritegno .....	42
3.3.4.4 Valvole di sicurezza .....	43
3.3.4.5 Valvole di riduzione .....	43
3.3.4.6 Sfiato - valvole di sfiato.....	44
3.3.4.7 Valvola di prova .....	45
3.3.4.8 Flussostato.....	46
3.3.4.9 Disconnettore .....	46
3.3.4.10 Attacco VVF.....	47
<b>3.4 SISTEMI DI PROTEZIONE .....</b>	<b>48</b>
3.4.1 Protezione passiva .....	48
3.4.1.1 Distanze di sicurezza .....	48
3.4.1.2 Resistenza al fuoco e compartimentazione .....	48
3.4.1.3 Vie di esodo .....	51
3.4.2 Protezione attiva.....	51
3.4.2.1 Estintori.....	51
3.4.2.2 Rete idrica antincendio.....	53
3.4.2.2.1 Idranti a muro UNI 45 e naspi.....	54
3.4.2.2.2 Idranti soprasuolo.....	55
3.4.2.2.3 Idranti sottosuolo .....	55
3.4.2.3 Sistemi di spegnimento automatici .....	56
3.4.2.3.1 Sistemi Sprinkler .....	56
3.4.2.3.1.1 Sprinkler.....	56
3.4.2.3.1.2 Funzionamento.....	58

3.4.2.3.1.3 Posizionamento .....	58
3.4.2.3.1.4 Dimensionamento .....	59
3.4.2.3.2 Altri sistemi automatici.....	60
3.4.2.4 Sistemi di rivelazione .....	60
3.4.2.5 Evacuatori di fumo e calore .....	61
<b>3.5 MANUTENZIONE .....</b>	<b>62</b>
<b>CAPITOLO 4 – CASO STUDIO: IMPIANTO ANTINCENDIO AZIENDA LOCALE.....</b>	<b>63</b>
<b>4.1 INTRODUZIONE.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2 NORMATIVA FM .....</b>	<b>63</b>
<b>4.3 DESCRIZIONE DEL FABBRICATO .....</b>	<b>64</b>
<b>4.4 IMPIANTO ANTINCENDIO.....</b>	<b>67</b>
4.4.1 Alimentazione impianto .....	67
4.4.2 Rete idranti.....	71
4.4.3 Sprinkler .....	75
<b>4.5 CONFORMITÀ NORMATIVA.....</b>	<b>79</b>
4.5.1 Sprinkler non di stoccaggio .....	79
4.5.2 Sprinkler di stoccaggio.....	82
<b>4.6 CALCOLO IDRAULICO.....</b>	<b>85</b>
<b>4.7 CONCLUSIONI .....</b>	<b>101</b>
4.7.1 Verifica riserva idrica .....	103

## INDICE FIGURE

*Figura 1.1 – Triangolo del fuoco*

*Figura 1.2 – Classi incendi*

*Figura 1.3 – Andamento qualitativo della temperatura di un combustibile nel tempo per determinati valori di flusso termico incidente*

*Figura 1.4 – Esempio di sostanze pericolose*

*Figura 2.1 – Albero degli eventi*

*Figura 2.2 – Prevenzione vs protezione*

*Figura 2.3 – Segnali antincendio*

*Figura 2.4 – Segnali di soccorso*

*Figura 2.5 – Visibilità di una segnalazione di esodo*

*Figura 3.1 – Schema serbatoio idrico elevato*

*Figura 3.2 – Schema serbatoio idrico pressurizzato con gruppo di pompaggio*

*Figura 3.3 – Schema serbatoio idrico interrato con gruppo di pompaggio*

*Figura 3.4 – Schema serbatoio idrico fuori terra con gruppo di pompaggio*

*Figura 3.5 – Stazione pompaggio*

*Figura 3.6 – Pompa centrifuga ad asse orizzontale*

*Figura 3.7 – Pompa centrifuga standard EN733 elettrica diesel Jockey*

*Figura 3.8 – Caratteristiche acciaio non legato UNI EN 10255 Serie media*

*Figura 3.9 – Normogramma per dimensionamento rete*

*Figura 3.10 – Tabella giunti – tipo di materiale*

*Figura 3.11 – Esempio giunto riduzione Globe*

*Figura 3.12 – Esempio giunto curva Globe*

*Figura 3.13 – Esempio giunto tee Globe*

*Figura 3.14 – Esempio giunto tappo Globe*

*Figura 3.15 – Esempio collari a staffa Tecnova*

*Figura 3.16 – Esempio filtro*

*Figura 3.17 – Valvola saracinesca*

*Figura 3.18 – Valvola a farfalla*

*Figura 3.19 – Valvola di non ritorno*

*Figura 3.20 – Valvola di sicurezza*

*Figura 3.21 – Valvola di riduzione*

*Figura 3.22 – Valvola di sfiato*

*Figura 3.23 – Valvola di prova*

*Figura 3.24 – Flussostato*

*Figura 3.25 – Disconnettore*

*Figura 3.26 – Attacco VVF*

*Figura 3.27 – Distanze di sicurezza*

*Figura 3.28 – Porte incernierate*

*Figura 3.29 – Porte scorrevoli*

*Figura 3.30 – Porte a ghigliottina*

*Figura 3.31 – Estintore portatile*

*Figura 3.32 – Estintore carrellato*

*Figura 3.33 – Superficie protetta in funzione del tipo di estintore*  
*Figura 3.34 – Tipo di estintore in funzione del tipo di materiale combustibile*  
*Figura 3.35 – Idrante UNI 45*  
*Figura 3.36 – Naspo UNI 25*  
*Figura 3.37 – Idrante DN 70*  
*Figura 3.38 – Idrante sottosuolo DN 80 e chiusino*  
*Figura 3.39 – Schema erogatore sprinkler*  
*Figura 3.40 – Impianto sprinkler*  
*Figura 3.41 – Impianto a schiuma in funzione*  
*Figura 3.42 – Rivelatore di fumo (1), di calore (2), di gas (3), di fiamma (4)*  
*Figura 3.43 – Funzionamento EFC*  
*Figura 4.1 – Planimetria generale stabilimento*  
*Figura 4.2 – Planimetria piano terra*  
*Figura 4.3 – Planimetria piano interrato*  
*Figura 4.4 – Planimetria piano primo*  
*Figura 4.5 – Planimetria copertura*  
*Figura 4.6 – Sezioni*  
*Figura 4.7 – Planimetria generale zona locale pompe*  
*Figura 4.8 – Planimetria locale pompe*  
*Figura 4.9 – Sezione X – X*  
*Figura 4.10 – Motopompa antincendio*  
*Figura 4.11 – Alimentazione anello antincendio*  
*Figura 4.12 – Protezione sprinkler locale pompe*  
*Figura 4.13 – Planimetria generale idranti*  
*Figura 4.14 – Planimetria completa idranti e naspi piano terra*  
*Figura 4.15 – Planimetria naspi piano terra*  
*Figura 4.16 – Planimetria sprinkler piano terra magazzino – laboratorio*  
*Figura 4.17 – Planimetria sprinkler piano terra zona uffici*  
*Figura 4.18 – Planimetria sprinkler piano primo zona uffici*  
*Figura 4.19 – Distanza orizzontale dai muri per sprinkler di stoccaggio*  
*Figura 4.20 – Raggio di scarica erogatori*  
*Figura 4.21 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 1*  
*Figura 4.22 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 2*  
*Figura 4.23 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 3*  
*Figura 4.24 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 4*  
*Figura 4.25 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 5*  
*Figura 4.26 – Motore Clarke*  
*Figura 4.27 – Giunto Randolph*  
*Figura 4.28 – Pompa Patterson*  
*Figura 4.29 – Grafico portata/prevalenza*



## INTRODUZIONE

Qualunque sia il settore o ambito a cui ci riferiamo, con il termine di sicurezza possiamo individuare una delle caratteristiche più ricercate, importanti ed essenzialmente indispensabili. Possiamo definire questa caratteristica come la “conoscenza che l’evoluzione di un sistema non produrrà stati indesiderati”; l’essere consapevoli che una certa scelta non produrrà danni futuri.

Parlare di sicurezza in termini assoluti è pressoché impossibile, esisterà sempre una minima probabilità che un evento dannoso si verifichi, è per questo che possiamo garantire una valutazione sensata della sicurezza solo tramite una conoscenza di tipo scientifico, basata su osservazioni ripetibili.

Conseguentemente al rapido e continuo progresso tecnologico registratosi negli ultimi anni soprattutto nei sistemi produttivi, vi è una forte intensificazione delle sperimentazioni sui materiali e sistemi sovente impiegati nelle attività a rischio al fine di valutare e prevedere uno dei rischi principali e dannosi che si potrebbe verificare, il rischio d’incendio. Molto spesso quest’ultimo risulta essere un rischio trascurato, dove però una corretta progettazione e manutenzione di un impianto o sistema antincendio può permettere il salvaguardarsi da ingenti danni economici e soprattutto garantire una non banale incolumità per le persone coinvolte in caso di tale pericolo.

Con il termine di impianto antincendio si individua l’insieme dei sistemi e dispositivi attui alla tempestiva rivelazione, segnalazione e spegnimento di un eventuale incendio.

La progettazione di un impianto antincendio deve essere svolta seguendo opportune normative. In questo settore, il Ministro dell’Interno, tramite il Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso pubblico e della Difesa Civile, hanno il compito di emanare le regole tecniche contenenti le misure di prevenzione e protezione contro gli incendi, che dovranno essere inevitabilmente rispettate nelle attività a rischio d’incendio.

In questa tesi inizialmente sarà definito il pericolo d’incendio; valutando le relazioni fondamentali nei processi di combustione e definendo le proprietà e qualità intrinseche di determinati materiali ed attrezzature, o metodologie e pratiche di lavoro che presentano il potenziale di causare un incendio. Successivamente verrà definita un’analisi del rischio di incendio; individuando i principali obiettivi. Verrà poi descritta la valutazione dell’entità dei rischi accertati, ed inevitabilmente verranno riportate nozioni base sulle misure di prevenzione e protezione, entrando nello specifico nei sistemi di protezione attiva.

Importante risulta essere la distinzione tra prevenzione e protezione del rischio d’incendio; poiché con il termine di “prevenzione” si intende il riferimento a tutti i possibili accorgimenti per ridurre la probabilità che un incendio avvenga e/o contenerne la sua propagazione, con il termine di “protezione” invece, si intendono l’insieme delle misure attuate per contenere il danno derivante dallo scoppio/propagazione di un incendio.

Conseguentemente alla definizione dell’incendio e dei diversi tipi di protezione, sarà riportato il caso studio di un impianto antincendio di un’importante azienda a stampo internazionale, la quale sarà mantenuta anonima per motivi di privacy.

L’azienda proprietaria dell’impianto che dovrà essere analizzato risulta essere coperta dall’assicurazione *FM (Factory Mutual) Global*, un ente assicurativo americano specializzato nei servizi di prevenzione delle perdite di grandi società in tutto il mondo.

Tale verifica, svolta durante l’attività lavorativa che il sottoscritto svolge in concomitanza con il percorso universitario, risultava essere necessaria al fine di analizzare le prestazioni dell’impianto al fine di creare un fascicolo idoneo completo dei calcoli idraulici; con l’obiettivo di andare a confrontare ed eventualmente evidenziare le discrepanze con il calcolo idraulico precedentemente effettuato da una ditta specializzata, verificando parallelamente la conformità normativa.

Per l'esecuzione del calcolo idraulico, dopo una dettagliata analisi dei particolari costruttivi e verifiche riguardanti la normativa FM, è stato utilizzato il programma *MEP BIM* offerto dalla società *Namirial*.

## **PRESENTAZIONE DELLA STRUTTURA OSPITANTE**

Come già riportato nell'introduzione, questa tesi è frutto del lavoro svolto in concomitanza con il percorso universitario, valutata poi come attività lavorativa in sostituzione del tirocinio, presso la società *INGEGNO S.R.L.*, pertanto è stato deciso di portare come argomento di tesi uno dei diversi lavori seguiti dal sottoscritto.

*INGEGNO S.R.L.* è una società di servizi in genere fondata nel 2014 da tecnici progettisti di estrazione impiantistica che opera nel campo della progettazione industriale e civile e nella fattispecie nei campi della prevenzione degli incendi, nella progettazione di impianti di estinzione incendi e nel campo della termotecnica edilizia e meccanica legata alla termotecnica.

All'interno della società sono presenti diverse figure tra le quali si possono contare due ingegneri meccanici con laurea magistrale, due periti industriali con specializzazione in meccanica, tre ingegneri edili. La società conta due sedi, una a Corinaldo (An) ed una ad Osimo (An).

L'esperienza dei componenti è ventennale in quanto tutti derivano da periodi di praticantato e collaborazione continuativa in precedenti studi. I clienti che annoverano la società spaziano dall'industria metalmeccanica, industria chimica, industria cartaria, industria plastica oltre che a privati proprietari di abitazioni civili e fabbricati destinati ad uffici e terziario quali hotel e ristoranti.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

In seguito saranno riportate le normative tipiche utilizzate nel settore dell'antiincendio.

### Impianti di estinzione degli incendi

Impianti di estinzione ad acqua

- D.M. 03/08/2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs 139/2006.
- UNI 10779 - Impianti di estinzione incendi – Reti di idranti.
- UNI EN 12845 - Installazioni fisse antincendio – Sistemi automatici sprinkler.
- NFPA 13 - Standard for the installation of sprinkler systems.
- NFPA 20 - Standard for the installation of stationery pump for fire protection.
- D.M. 20/12/2012 - Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- UNI/TS 111559 - Reti idranti a secco.
- NFPA 750 - Standard of water mist fire protection systems.
- UNI CEN/TS 14816 - Installazioni fisse antincendio – Sistemi spray ad acqua.
- UNI CEN/TS 14927 - Installazioni fisse antincendio – Sistemi ad acqua nebulizzata.
- UNI ISO 15779 - Installazioni fisse antincendio – Sistemi estinguenti ad aerosol condensato.

Impianti di estinzione a gas, schiuma e polvere

- D.M. 03/08/2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs 139/2006.
- D.M. 20/12/2012 - Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- UNI EN 15004-1 - Installazioni fisse antincendio – Sistemi a estinguenti gassosi.
- NFPA 2001 - Standard for clean agent fire extinguishing systems.
- NFPA 11 A - Standard for medium and high expansion foam systems.
- NFPA 12 - Standard on carbon dioxide extinguishing systems.
- NFPA 15 - Standard for water spray fixed systems for fire protection.
- NFPA 16 - Standard for the installation of foam-water sprinkler systems.
- NFPA 17 - Standard for dry chemical extinguishing systems.
- UNI EN 12094 - Sistemi fissi di lotta contro l'incendio – Impianti di estinzione a gas.
- UNI EN 12416 - Sistemi fissi di lotta contro l'incendio – Sistemi a polvere.
- UNI EN 13565-2 - Sistemi fissi di lotta contro l'incendio – Sistemi a schiuma.

### Evacuatori di fumo e calore

- UNI 9494 - Sistemi per il controllo di fumo e calore.
- NFPA 91 - Edition standard for exhaust systems for air conveying of materials.
- NFPA 92 - Standard for smoke control systems.
- UNI EN 12101 - Sistemi per il controllo di fumo e calore.

### Impianti di rivelazione automatica d'incendio

- UNI 9795 - Sistemi fissi automatici di rivelazione e segnalazione allarme incendio.

NFPA 71 - Edition National Fire Alarm Code.

**Resistenza al fuoco**

D.M. 16/02/2007 - Classificazione resistenza al fuoco di prodotti ed elementi opere costruttive.

D.M. 09/03/2007 - Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni.

UNI EN 1990 - Eurocodice

## CAPITOLO 1 – PERICOLO DI INCENDIO

### 1.1 INCENDIO

#### 1.1.1 Generalità sugli incendi

L'incendio può essere definito come una reazione ossidativa non controllata che tende a svilupparsi senza limitazioni nello spazio e nell'arco temporale, dando luogo a calore, fumo, gas e luce.

Un incendio può avvenire per diversi tipi di cause, da condizioni di tipo naturale che per mano dell'uomo.

Per far sì che un incendio avvenga è necessario che siano presenti tre elementi fondamentali riportati nel "triangolo del fuoco" [figura 1.1 – triangolo del fuoco]:

- Combustibile: materiale in grado di combinarsi chimicamente con l'ossigeno.
- Comburente (generalmente ossigeno): sostanza che alimenta la combustione mediante ossidazione del combustibile.
- Elemento innescante: sorgente che rilascia un adeguato valore di energia termica per dare avvio al processo di combustione.

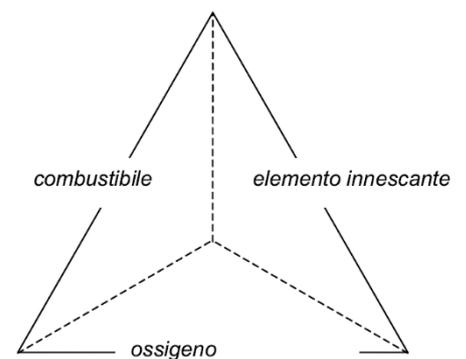


Figura 1.1 – Triangolo del fuoco

È fondamentale che vi sia coesistenza di tutti e tre gli elementi per innescare il processo di combustione.

Poiché la combustione risulta essere una reazione a catena, la sorgente di calore fornisce energia ad una sostanza combustibile che si decompone in radicali liberi (responsabili della propagazione della combustione).

Questi ultimi tendono ad iniziare la catena quando, colpendo molecole di ossigeno o molecole di combustibile, emettono altri radicali, prodotti intermedi o finali.

Pertanto è bene parlare di "tetraedro del fuoco" inserendo il processo di reazione a catena all'interno del "triangolo del fuoco".

I vari possibili metodi per lo spegnimento di un incendio possono essere suddivisi in:

- Esaurimento, allontanamento o separazione del combustibile;
- Soffocamento, riduzione del comburente al di sotto della soglia minima;
- Raffreddamento mediante sottrazione del calore.

Come ben noto gli incendi risultano essere una delle principali cause di rischio per le attività umane, cosicché nel corso del tempo sono state create diverse metodologie per prevenirli e combatterli limitando al minimo i conseguenti danni.

La prevenzione incendi è la funzione di interesse pubblico che permette secondo opportuni criteri normativi di salvaguardare la vita umana e tutelare i beni dell'ambiente attraverso la promozione, lo studio e la sperimentazione di norme, misure e provvedimenti.

Durante gli incendi in ambienti confinati, la capacità di prevedere la quantità e la direzione dei gas di combustione e delle temperature raggiunte risultano essere di grande rilievo nel campo della prevenzione incendi; infatti, la temperatura dei prodotti della combustione è la principale responsabile dei moti della propagazione dell'incendio.

In funzione della velocità di combustione, gli incendi possono essere suddivisi in incendi a sviluppo lento, medio o rapido, a seconda che nella fase iniziale si abbia una intensa emissione di potenza termica, di fiamma e di prodotti della combustione. Inoltre possono manifestarsi principalmente in due modi:

- Incendi con produzione di fiamma; tipicamente generati mediante reazioni chimiche che si svolgono in una fase prevalentemente gassosa e lo sviluppo dell'incendio è contraddistinto dall'emissione di una radiazione elettromagnetica infrarossa e visibile, con elevata emissione di fumo di color nero.
- Incendi covanti; la combustione procede in assenza di fiamma sulla superficie del combustibile, che si trova a temperature non troppo elevate.

### 1.1.2 Classificazione tipi di incendi

Procedere ad una classificazione degli incendi e individuare le relative classi di fuoco è fondamentale nell'ambito della prevenzione incendi.

Secondo la normativa *UNI EN* è possibile classificare 5 tipologie di incendi:

- Classe A: Fuochi da materiali solidi  
Tutti gli incendi scaturiti da materiali solidi, come ad esempio legna, carta, carbone, gomma e tutti i derivati. La combustione può essere con fiamma o senza fiamma;
- Classe B: Fuochi da liquidi  
Tutti gli incendi scaturiti da materiali liquidi, come ad esempio benzine, alcol, idrocarburi, oli minerali;
- Classe C: Fuochi da gas  
Tutti gli incendi scaturiti da metano, GPL, idrogeno, butano, propano. Si trattano di incendi molto pericolosi, poiché esiste il rischio di esplosione se l'incendio non viene estinto prima di intercettare il gas;
- Classe D: Fuochi da metalli  
Tutti gli incendi scaturiti da alluminio, magnesio, sodio, potassio;
- Ex Classe E  
Rientrano tutti gli incendi scaturiti da apparecchiature elettriche (al momento riconducibili a classi A e B);
- Classe F  
Tutti gli incendi scaturiti da oli combustibili di natura animale o vegetale.

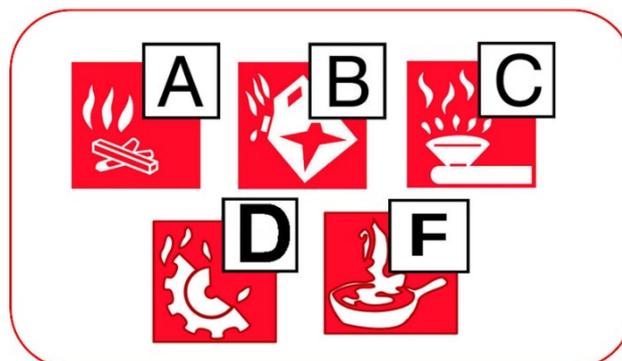


Figura 1.2 – Classi incendi

### 1.1.3 Processo di combustione

La combustione è una reazione incontrollata che avviene velocemente e con forte sviluppo di energia termica e luce, può essere semplicemente rappresentata in modo schematico dal “*triangolo del fuoco*” riportato nel precedente paragrafo.

Quando la combustione ha inizio generalmente, il combustibile si trova allo stato gassoso, oppure, se allo stato liquido, ha raggiunto una temperatura tale da emettere una quantità sufficiente di vapori infiammabili che, mescolandosi al comburente in determinate concentrazioni, danno luogo a miscele combustibili che in presenza di una adeguata energia di innesco avviano la combustione.

In base alla velocità che regola il processo, possiamo avere:

- Normale combustione, quando l'ossidazione non è molto rapida;
- Deflagrazione, quando l'ossidazione procede velocemente;
- Detonazione, se il processo è praticamente istantaneo.

La velocità di ossidazione è un fattore che dipende dalla velocità di vaporizzazione con cui si forma il combustibile, e costituisce l'elemento determinante e caratterizzante del fenomeno poiché da essa dipende l'energia termica sviluppata.

#### 1.1.3.1 Aria teorica di combustione

Per far sì che il rilascio di energia termica in un processo di combustione sia massimo, è importante che la sua combustione sia completa; infatti, in caso contrario, la reazione si arresterà ad uno stadio intermedio originando una limitata energia termica e vari composti chimici intermedi.

Per determinare la massa d'aria teorica richiesta per la combustione completa di un materiale è possibile esaminare le reazioni chimiche di ossidazione del carbonio e dell'idrogeno, in quanto essi sono contenuti in quasi tutte le sostanze combustibili.

Reazione ossidazione del carbonio  $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 393,5 \text{ Kj/mol}$

Reazione ossidazione dell'idrogeno  $H_2 + 0,5 O_2 \rightarrow H_2O + 241,8 \text{ Kj/mol}$

Quindi per 12g di C e 4g di H sono necessari 22,4 L di ossigeno per una combustione completa.

Tenendo conto che l'ossigeno è contenuto in aria a circa il 21% otteniamo:

$$V_{aria} = 4,76 V_{O_2}$$

#### 1.1.4 Fasi di sviluppo dell'incendio

Nell'evoluzione di un incendio possono essere distinte quattro fasi caratteristiche:

- Ignizione.
- Crescita.
- Incendio pienamente sviluppato.
- Decadimento.

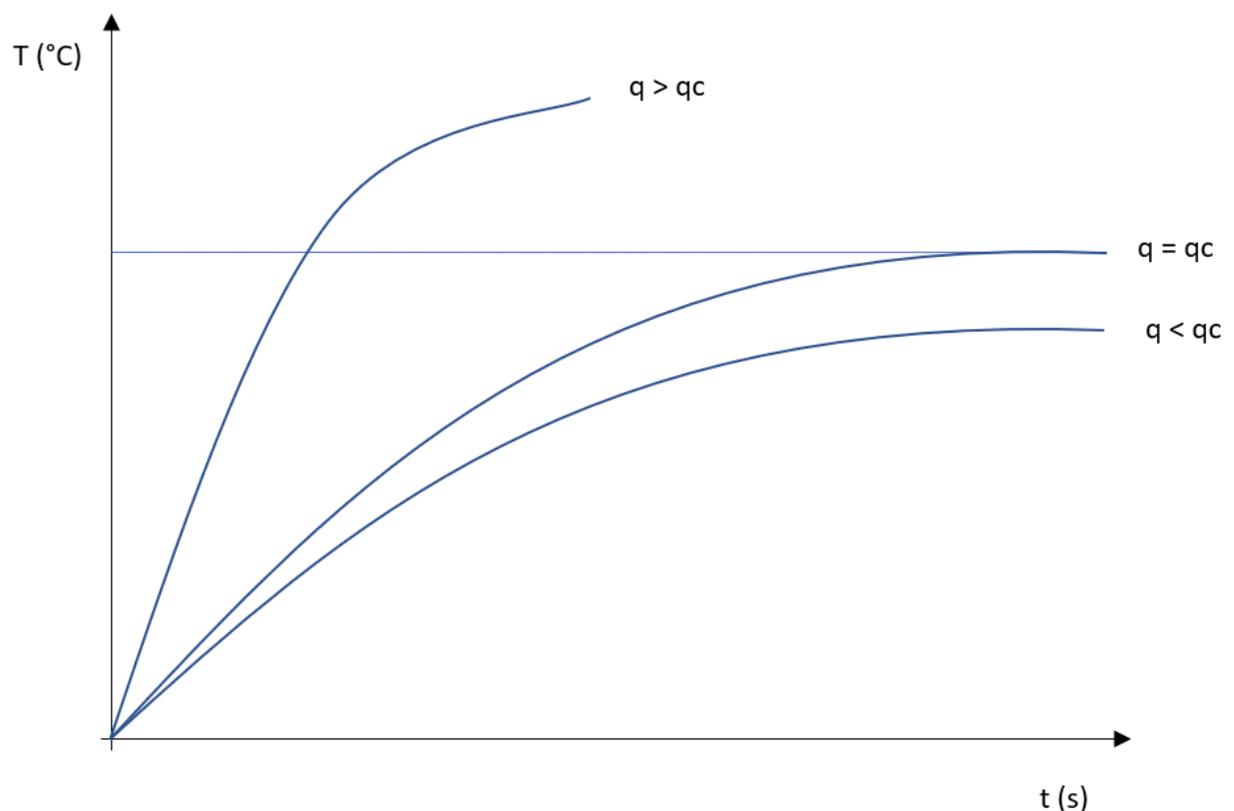
Molti incendi tuttavia non seguono questa schematizzazione.

### 1.1.4.1 Ignizione

L'ignizione è la fase preliminare del processo di combustione.

In questa fase una sorgente termica esterna interessa per un determinato tempo il combustibile e, se rilascia una sufficiente energia termica, tende a riscaldare il materiale fino al valore della temperatura di ignizione.

L'energia termica necessaria al raggiungimento della temperatura di ignizione in un combustibile solido è fortemente influenzata dalla sua pezzatura (rapporto tra massa e superficie del combustibile esposta all'aria) in quanto, a piccoli valori di pezzatura, l'energia termica in grado di produrre l'innescò è di bassa quantità.



*Figura 1.3 – Andamento qualitativo della temperatura di un combustibile nel tempo per determinati valori di flusso termico incidente*

La durata della fase di ignizione dipende dai seguenti fattori:

- Infiammabilità e caratteristiche superficiali del combustibile;
- Contenuto di umidità e porosità, pezzatura;
- Velocità decomposizione combustibile;
- Possibilità dissipazione del calore nel combustibile;
- Possibilità di propagazione della fiamma.

La probabilità di intervenire con successo su un principio di incendio è elevata nella fase di ignizione poiché la temperatura nel locale è bassa.

#### **1.1.4.2 Crescita**

Dopo la fase di ignizione, in determinate condizioni, l'incendio cresce in funzione della tipologia, stato fisico, massa, distribuzione del combustibile nell'ambiente ed in modo del tutto indipendente dalle caratteristiche di ventilazione del locale; in particolare se l'oggetto che brucia è isolato, la combustione non si può propagare.

La temperatura media nel locale è ancora relativamente bassa, ma si raggiungono localmente in prossimità delle zone che bruciano delle temperature elevate.

In questa fase lo sviluppo dell'incendio produce:

- Riduzione visibilità a causa dell'emissione dei prodotti di combustione;
- Produzione gas tossici, irritanti e corrosivi;
- Aumento velocità di combustione nel tempo;
- Aumento temperatura e potenza termica irradiata nell'ambiente.

I materiali in prossimità dell'incendio tendono a raggiungere la loro temperatura di ignizione.

#### **1.1.4.3 Incendio pienamente sviluppato / flashover**

In questa fase lo sviluppo dell'incendio subisce una brusca variazione in quanto vengono interessati tutti gli oggetti combustibili presenti nel locale poiché, anche quelli più distanti dalle fiamme, raggiungono la temperatura di ignizione.

Possiamo definire il *flashover* come la transizione di un incendio in crescita ad uno pienamente sviluppato nel quale tutti i materiali combustibili che stanno nel compartimento sono coinvolti all'incendio.

Lo sviluppo dell'incendio è fortemente influenzato dall'entità della superficie di ventilazione, quindi dalla presenza e distribuzione delle varie aperture.

Durante questa fase all'interno del locale si registra il maggior rilascio di energia termica e viene raggiunta la massima velocità di combustione; mentre la temperatura all'interno del locale non risulta essere uniforme ed il pavimento e le parti inferiori dei muri raggiungono temperature inferiori di quelle nelle parti superiori e soffitto.

Le temperature che possono essere raggiunte in tale fase dipendono principalmente dalla massa e tipologia dei materiali combustibili presenti, dalle superfici di ventilazione e dalle caratteristiche delle pareti di delimitazione locale.

#### **1.1.4.4 Decadimento**

Dopo l'ignizione completa di tutti i materiali combustibili presenti nell'ambiente, l'incendio tende a rallentare per il progressivo esaurimento di combustibile e, in assenza di apporti esterni, avviene l'estinzione graduale del flusso termico generato.

La velocità di combustione diminuisce essendo il combustibile privato delle sue parti volatili; anche la temperatura inizia a diminuire.

## 1.2 FATTORI DI PERICOLO DI INCENDIO

Per la valutazione dell'incendio è necessario determinare i fattori di pericolo, ovvero definire le proprietà e qualità intrinseche di determinati materiali ed attrezzature, o metodologie e pratiche di lavoro o di utilizzo di ambienti di lavoro, che presentano il potenziale di causare un incendio.

I fattori di pericolo d'incendio possono essere suddivisi secondo tre tipologie principali:

- Materiali e sostanze combustibili o infiammabili: come per esempio grandi quantitativi di materiali cartacei, materie plastiche e derivati dalla lavorazione del petrolio, liquidi e vapori infiammabili ecc.
- Sorgenti d'innesco: come per esempio fiamme libere, scintille, superfici a temperatura elevata ecc.
- Fattori trasversali: come per esempio territorio ad alta sismicità, vicinanza con altre attività a rischio, metodologie di lavoro non corrette ecc.

Successivamente [figura 1.4] vengono riportate alcune delle sostanze infiammabili più comuni:

Nome comune generico	Classificazione pericolo	Principali caratteristiche di pericolosità	Massima quantità presente [t]
<b>IDROGENO</b>	Estremamente infiammabile  F+	<b>R12</b> Estremamente infiammabile	Serbatoio società 1.4
<b>SILANO</b>	Estremamente infiammabile  F+	<b>R12</b> Estremamente infiammabile <b>R17</b> Spontaneamente infiammabile	Carro bombolaio società 3
<b>ALCOOL ISOPROPILICO</b>	Facilmente infiammabile  F	<b>R11</b> Facilmente infiammabile <b>R36</b> Irritante per gli occhi <b>R67</b> L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini	50 (20 dell'autocisterna e 30 del serbatoio di isopropano esausto presso l'area esterna di trattamento acque)
<b>METANO</b>	Estremamente infiammabile  F+	<b>R12</b> Estremamente infiammabile	Cabina consegna. Arrivo a 48 bar

Figura 1.4 – Esempio sostanze pericolose –  
Classificazione pericolo fatta in base al D.Lgs. 52/97  
e D.M. della sanità 28/04/1997

Sostanzialmente possiamo individuare tre tipi di classi di combustibili, distinguendoli in combustibili solidi, liquidi e gassosi in base allo stato fisico in cui si trovano a temperatura e pressione ambiente:

- Combustibili solidi; solitamente questi tipi di combustibili risultano essere i più presenti nei più comuni luoghi. Sicuramente uno dei solidi naturali più importante e rilevante nell'analisi del rischio di incendio risulta essere il legno. Nella valutazione dei rischi correlati a dei combustibili

solidi molto rilevante è la caratteristica della pezzatura (di cui se ne è parlato anche in precedenza).

- Combustibili liquidi; in linea di massima possono essere naturali, individuati come derivati del petrolio (olio, benzina...), ma potrebbero anche essere combustibili liquidi artificiali. Per quanto riguarda i combustibili liquidi molto rilevante risulta essere il valore della temperatura di infiammabilità e il campo di infiammabilità. Quest'ultimo risulta esprimere il rapporto tra combustibile e comburente, nel quale la miscela, se innescata, brucia.
- Combustibili gassosi; i combustibili gassosi sono generalmente molto puri, miscelati con aria, quindi bruciano senza dare origine a sostanze incombuste e a fumi. Tra i più comuni combustibili gassosi naturali, sicuramente i più diffusi risultano essere gli idrocarburi gassosi, tra cui: metano, etano, propano ecc.

È inoltre importante identificare le persone esposte al rischio d'incendio, tenendo conto dell'affollamento massimo prevedibile, ovvero la presenza di:

- Pubblico occasionale;
- Persone che non hanno familiarità con i luoghi di lavoro in genere e con le vie di uscita di emergenza in particolare;
- Persone con mobilità, vista o udito limitato;
- Persone incapaci di reagire prontamente in caso di emergenza;
- Ecc.

Ovviamente riportare tutto l'insieme di materiali e sostanze combustibili, così come l'insieme delle lavorazioni e altri fattori di pericolo, risulta essere particolarmente dispersivo e generico; pertanto verrà limitato il paragrafo a questa breve introduzione tenendo a mente che esistono infiniti fattori di pericolo che possono causare un incendio.

## **CAPITOLO 2 – VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INCENDIO**

### **2.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INCENDIO**

Un procedimento molto importante per la messa in sicurezza di luoghi lavorativi e non, risulta essere la fase di valutazione del rischio di incendio.

Specialmente nelle attività lavorative risulta essere di rilevante importanza valutare il rischio incendio e individuarne le misure tecniche che si ritengono idonee a compensarlo; in particolare risulta necessario procedere alla:

- Individuazione dei pericoli di incendio;
- Descrizione delle condizioni ambientali;
- Valutazione qualitativa del rischio di incendio;
- Compensazione del rischio di incendio;
- Gestione dell'emergenza.

Tale valutazione dovrà effettuarsi inizialmente quando si procede ad una preliminare riduzione o eliminazione dei pericoli di incendio e successivamente, qualora siano necessari degli interventi di adeguamento che dovranno essere precisamente individuati, in modo che l'insieme delle misure preventive, protettive ed organizzative siano sufficienti a ridurre al minimo possibile i rischi di incendio.

#### **2.1.1 Obiettivi della valutazione del rischio di incendio**

Grazie alla valutazione del rischio di incendio possiamo quindi identificare i possibili scenari che potrebbero svilupparsi a seguito di uno scoppio di un incendio, ricavare una classificazione dei vari livelli di rischio, effettuare una valutazione dei rischi accertati, individuare le misure di prevenzione e protezione adeguate e quindi programmare le misure antincendio ritenute più opportune.

### **2.2 VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI SICUREZZA ANTINCENDIO MEDIANTE APPROCCI DI NATURA PRESCRITTIVA E PRESTAZIONALE**

Per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, le specifiche regole di prevenzione e protezione emanate dal Ministero dell'Interno tendono a stabilire i requisiti minimi che esse devono possedere, e quindi lasciano al progettista margini di discrezionalità sulle misure di sicurezza da intraprendere.

Generalmente è possibile effettuare una macro distinzione tra approcci di natura prescrittiva, che sostanzialmente fanno riferimento a tutti i possibili casi che possono verificarsi, o di natura prestazionale.

L'approccio di tipo prestazionale è stato introdotto come di completamento rispetto a quello prescrittivo, infatti mediante tale approccio il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio viene mostrato in relazione alla verosimile situazione che potrebbe riscontrarsi in caso di incendio.

Tramite il metodo prestazionale andremo a definire in modo puntuale i fattori di sicurezza utilizzati e ci consentirà di andare ad individuare, di caso in caso, le soluzioni che risultano essere più vantaggiose in termini economici evitando così l'installazione di misure ridondanti ma di realizzarle dove effettivamente servono.

Per l'applicazione di tale metodo verrà quindi effettuata una accurata simulazione dell'incendio che può prodursi in relazione all'attività, e vengano valutati i possibili scenari che esso è in grado di provocare durante il suo sviluppo; questo tipo di analisi è resa possibile grazie al forte sviluppo degli strumenti informatici e dalle valutazioni dettagliate delle proprietà dei prodotti.

Pertanto il professionista procederà ad acquisire dettagliate informazioni riguardanti le caratteristiche dell'edificio, tipologie e distribuzione nei locali delle sostanze combustibili, prestazioni dei vari impianti, numero e suddivisione degli occupanti nei vari locali ecc.; dopodiché passerà alla progettazione delle misure di prevenzione e protezione, la cui progettazione dovrà comporsi di un'analisi preliminare e un'analisi quantitativa.

L'analisi preliminare è composta dai seguenti punti:

- Definizione del progetto;
- Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio e definizione delle soglie di prestazione;
- Individuazione degli elementi di rischio e determinazione degli scenari di incendio.

L'analisi quantitativa invece comprende le seguenti fasi:

- Elaborazione delle soluzioni progettuali;
- Valutazione delle soluzioni progettuali;
- Selezione delle soluzioni progettuali idonee.

È inoltre importante che il professionista tenda ad esporre i dati, i parametri e i metodi di calcolo che saranno utilizzati, evitando ogni forma di carenze di informazioni e di adeguate giustificazioni delle scelte effettuate.

## **2.2.1 Analisi preliminare**

### **2.2.1.1 Definizione del progetto**

Si procede alla descrizione dettagliata del progetto per consentire la facile identificazione delle condizioni dei vari ambienti dell'attività presa in esame; considerando la loro destinazione d'uso, eventuali vincoli progettuali, pericoli d'incendio ecc.

### **2.2.1.2 Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio e definizione delle soglie di prestazione**

Gli obiettivi di sicurezza, seppur definiti dal contesto normativo, dovranno essere comunque riportati in fase di elaborazione di progetto.

Il professionista dovrà quindi indicare quali sono le grandezze, come temperatura, flusso termico, visibilità ecc., che dovranno essere valutate per dimostrare il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza che sono stati definiti; successivamente verranno poi riportati i livelli di prestazione e le soglie massime delle suddette grandezze.

### **2.2.1.3 Individuazione degli elementi di rischio e determinazione degli scenari di incendio**

Si passerà quindi alla determinazione degli elementi di rischio, i quali sono stati riportati all'interno del capitolo *1.2 fattori di pericolo d'incendio*, e la determinazione dei possibili scenari che possono scaturire da un incendio; pertanto verranno considerate tutte le situazioni ragionevolmente prevedibili come accatastamento materiali combustibili, modifiche vie di esodo ecc.

La valutazione di un possibile scenario prevede almeno la dettagliata descrizione di:

- Caratteristiche dell'edificio;

- Caratteristiche del materiale combustibile presente;
- Descrizione del luogo dove si ipotizza l'innesco dell'incendio;
- Massimo affollamento ipotizzabile;
- Condizioni di esercizio prevedibili;
- Variazione nel tempo della potenza termica rilasciata nelle varie fasi dell'incendio;
- Variazione nel tempo della portata massica di fumo;
- Stima dei valori di flusso termico e della temperatura;
- Prestazione attesa da ogni singola misura di sicurezza;
- Indicazione della fase di incendio che si sta esaminando;
- Altri elementi ritenuti utili.

Una volta definiti tutti i criteri prestazionali è possibile svolgere una simulazione dell'incendio individuando strutture utili, come ad esempio uno specifico "albero degli eventi", in cui a partire da ogni evento iniziale si andranno a considerare le possibili conseguenze, da quella preferibile alla più gravosa.

Solitamente possiamo svolgere il processo in maniera quantitativa, se sono presenti dati statistici, o qualitativa. Ovviamente il professionista che si occuperà dell'analisi dovrà tenere conto dell'analisi storica degli incendi che hanno interessato attività simili e dovrà descrivere:

- Evento che ha caratterizzato l'inizio dell'incendio e condizioni dell'ambiente circostante.
- Propagazione incendio e prodotti della combustione.
- Azioni eseguite degli operatori interni all'ambiente per l'estinzione dell'incendio.
- Distribuzione e comportamento degli occupanti.

Nella *figura 2.1* viene riportato un esempio di albero degli eventi, che tende a mostrare la sequenza di eventi intercorrenti tra l'accensione dell'incendio e il risultato finale associato ai vari scenari di incendio, considerando probabilità e conseguenze dell'incendio. L'esempio è stato creato appositamente per questa tesi e non fa riferimento a nessun caso reale, tant'è che sono stati omessi i vari valori e sono stati inseriti parametri indicativi di esempio.

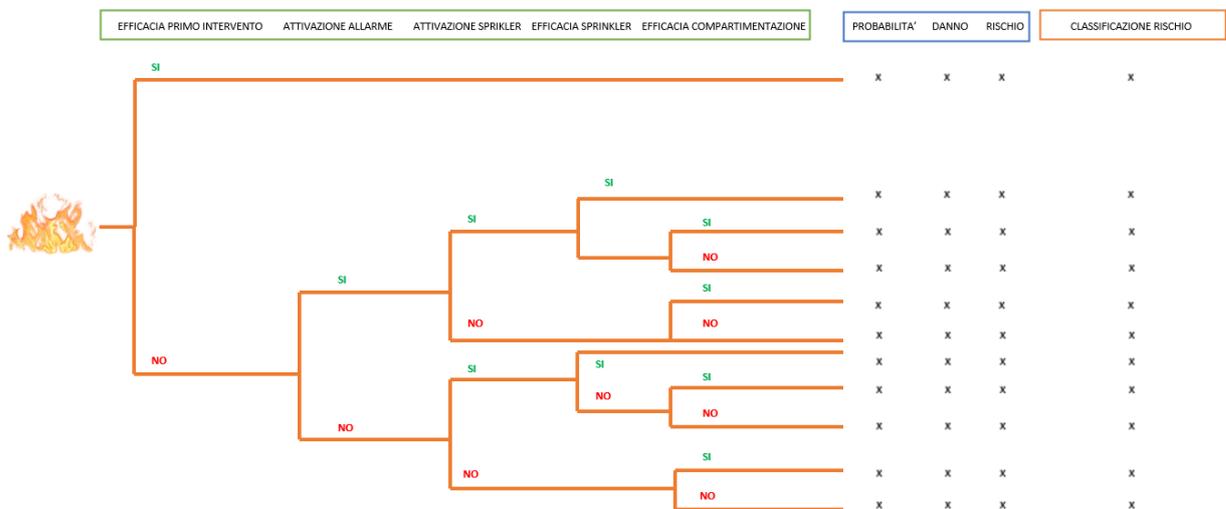


Figura 2.1 – Albero degli eventi

Una volta che sono stati identificati i principali scenari di incendio, la seconda fase consiste nell'andare a ridurre al minimo i possibili scenari di incendio che possono scaturire.

Quindi solitamente il progettista tende a considerare escludibili determinati scenari spiegandone il motivo; come risultato avremo un albero degli eventi che considera solo gli scenari più gravosi possibili.

Importante risulterà essere la scelta degli scenari da parte del progettista poiché dovranno rispettare determinate condizioni:

- 1- Gli scenari scelti come più gravosi dovranno avere un livello di rischio non inferiore a quello compiutamente descritto dall'insieme di tutti gli scenari.
- 2- Gli scenari scelti come più gravosi dovranno garantire lo stesso grado di sicurezza anche nei confronti di tutti gli altri scenari di incendio.

Molto influente sulla scelta degli scenari inoltre risulta essere l'obiettivo che il professionista antincendio intende raggiungere; ovvero, ad esempio, se l'obiettivo è garantire la sicurezza degli occupanti durante la fase di esodo potrebbe considerare degli scenari differenti rispetto al caso in cui dovrà garantire l'integrità strutturale.

### **2.2.2 Analisi quantitativa**

Una volta effettuata l'analisi preliminare si procederà alla definizione dei metodi di contrasto che si intendono adottare e le misure organizzative di gestione dell'emergenza.

#### **2.2.2.1 Elaborazione delle soluzioni progettuali**

Verranno elaborate una o più soluzioni progettuali volte a soddisfare gli obiettivi prestabiliti.

#### **2.2.2.2 Valutazione delle soluzioni progettuali**

Dopo aver stabilito le varie soluzioni progettuali, queste ultime dovranno essere analizzate mediante opportuni metodi di calcolo.

In tale analisi è importante tenere conto della variazione nel tempo di alcune grandezze indicative; inoltre è opportuno introdurre appositi coefficienti di sicurezza nei valori limiti di soglia delle varie grandezze precedentemente stabiliti.

L'applicazione degli opportuni modelli di calcolo dovrà essere conforme alla normativa specifica o alla letteratura di riferimento e dovrà essere riconosciuta affidabile; successivamente i risultati ottenuti saranno adeguatamente interpretati e giustificati dal professionista.

#### **2.2.2.3 Selezione delle soluzioni progettuali idonee**

Il professionista selezionerà la soluzione più idonea, ovvero quella che darà una risposta più positiva al soddisfacimento dei requisiti di sicurezza prefissati.

## **2.3 CLASSIFICAZIONE LIVELLI DI RISCHIO**

Una volta effettuata la valutazione dei rischi è possibile procedere alla classificazione dei vari ambienti all'interno dell'edificio considerato in *(sarà riportata la definizione riferita ai luoghi di lavoro all'interno del D.M. 10/03/1998)*:

-Basso: "si intendono a rischio di incendio basso i luoghi di lavoro, o parte di essi, in cui sono presenti sostanze a basso tasso di infiammabilità e le condizioni locali e di esercizio offrono scarse possibilità di sviluppo di principio di incendio ed in cui, in caso di incendio, la probabilità di propagazione dello stesso è da ritenersi limitata". Considerando inoltre quei luoghi non classificabili come a rischio medio o

elevato, dove, in genere, risultano presenti materiali infiammabili in quantità limitata o sostanze scarsamente infiammabili e dove le condizioni di esercizio offrono limitate possibilità di sviluppo di un incendio o di una eventuale propagazione.

- Medio: “si intendono a rischio medio i luoghi di lavoro, o parte di essi, in cui sono presenti sostanze infiammabili e/o condizioni locali e/o di esercizio che possono favorire lo sviluppo di incendi, ma nei quali, in caso di incendio, la probabilità di propagazione dello stesso è da ritenersi limitata”.

- Elevato: “si intendono a rischio di incendio elevato i luoghi di lavoro, o parte di essi, in cui per presenza di sostanze altamente infiammabili e/o condizioni locali e/o di esercizio sussistono notevoli probabilità di sviluppo di incendi e nella fase iniziale sussistono forti probabilità di propagazione delle fiamme, ovvero non è possibile la classificazione come luogo a rischio incendio basso o medio”. Considerando inoltre quei luoghi in cui sono utilizzati prodotti infiammabili ovvero ove risultano depositate o manipolate sostanze e materiali altamente infiammabili in grandi quantità.

È possibile consultare diversi esempi di luoghi di lavoro nei manuali *ispesl*.

## 2.4 MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Altra fase della valutazione dei rischi risulta essere l'individuazione delle misure di prevenzione e protezione, in funzione dei rischi accertati e al fine di migliorare le condizioni di sicurezza.

Quindi, in conclusione, l'insieme delle misure antincendio, in particolare:

- Delle misure necessarie per l'eliminazione, ovvero la riduzione, dei rischi, con i relativi tempi di attuazione, al fine di ottenere un miglioramento del livello di sicurezza antincendio nei luoghi considerati;
- Di attuazione delle misure di sicurezza adottate, unitamente ai tempi di esecuzione;
- Di verifica dell'efficienza delle misure adottate;
- Del riesame periodico della valutazione del rischio d'incendio, tenendo conto dei risultati della verifica delle misure poste in essere;
- Del riesame della valutazione del rischio d'incendio, in occasione di modifiche sensibili dei luoghi.

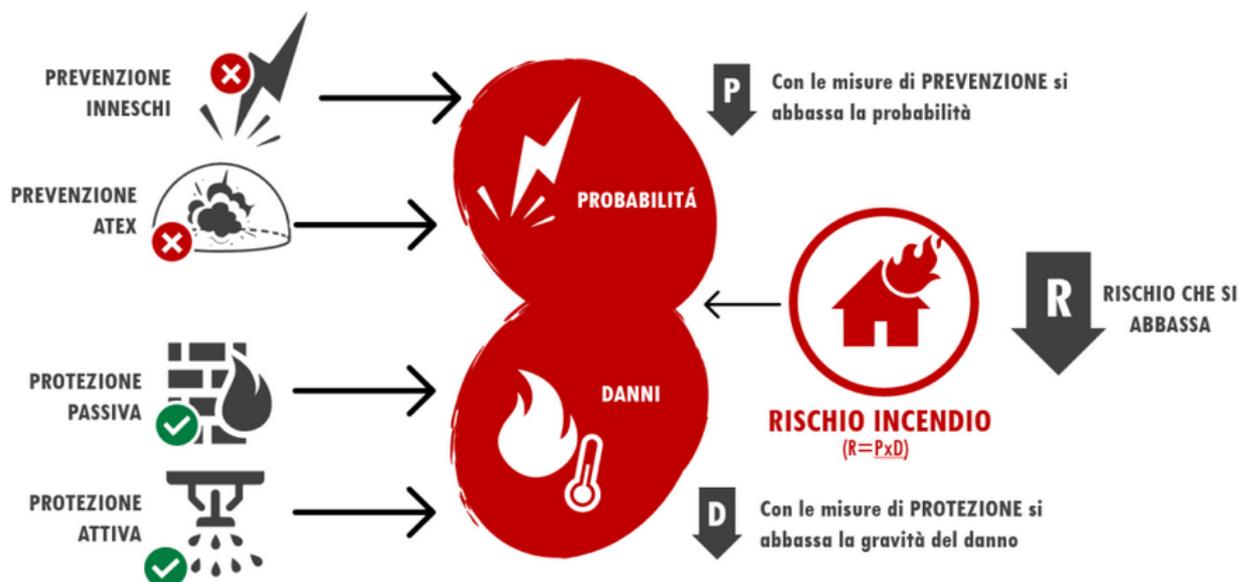


Figura 2.2 – Prevenzione vs protezione

### 2.4.1 Misure di prevenzione

Come “misura di prevenzione” si individua “qualunque misura, tecnica e/o gestionale, orientata a limitare le probabilità: di innesco di un incendio e formazione di atmosfere esplosive (ATEX)”.

Generalmente all’interno di un luogo di lavoro, come già affermato in precedenza, il datore di lavoro ha l’obbligo di redigere una valutazione dei rischi, come stabilito dal testo unico sulla sicurezza sul lavoro, che comprende valutazione e prevenzione di un incendio.

Inoltre, per specifiche attività, è necessario l’ottenimento del Certificato di Prevenzione Incendi (CPI), il quale prevede una fase di progettazione, realizzazione delle opere di adeguamento e certificazione finale.

Con la prevenzione quindi, si vuole ridurre al minimo il rischio di incendio.

Per calcolare il rischio si moltiplica la frequenza per la magnitudo  $R = F \times M$

La frequenza indica la probabilità che l’evento si verifichi in un determinato intervallo di tempo, la magnitudo indica l’entità dei possibili danni; con la prevenzione si va a ridurre la frequenza.

Il datore di lavoro dovrà quindi predisporre regolari verifiche per garantire l’efficienza dei dispositivi antincendio per eliminare eventuali cause o danni ad impianti che potrebbero pregiudicare l’incendio.

In seguito saranno riportate le misure di prevenzione più comuni:

#### Misure di tipo tecnico

- Realizzazione di impianti elettrici realizzati a regola d’arte;
- Messa a terra di impianti, strutture e masse metalliche;
- Realizzazione di impianti di protezione contro le scariche atmosferiche conformemente alle regole dell’arte;
- Ventilazione degli ambienti in presenza di vapori, gas o polveri infiammabili;
- Ecc.

#### Misure di tipo organizzativo – gestionale

- Rispetto dell’ordine e della pulizia;
- Controlli sulle misure di sicurezza adottate;
- Rispetto delle norme di esercizio e dei divieti, limitazioni, ecc.
- Informazione e formazione della squadra di emergenza;
- Ecc.

### 2.4.2 Misure di protezione

Lo step successivo alle misure di prevenzione è la determinazione delle misure di protezione; le quali saranno descritte nel *capitolo 3*.

## 2.5 SEGNALETICA DI SICUREZZA E VIE DI ESODO

Estremamente importante ai fini della sicurezza antincendio all’interno dei luoghi di lavoro risulta essere l’applicazione di un’adeguata cartellonistica e segnalazione di sicurezza e di emergenza.

Quando, ad esempio, viene a crearsi un potenziale rischio d’incendio, è obbligatorio effettuare alcune considerazioni riguardanti l’aspetto emotivo degli individui presenti all’interno del luogo interessato;

infatti le persone coinvolte potrebbero essere soggette a forme d'ansia o mancanza di lucidità che in alcune situazioni potrebbero risultare fatali.

Al fine di impedire queste situazioni sgradevoli, o per facilitare la tempestività di intervento dei soggetti incaricati o per numerose altre motivazioni; l'applicazione di un'opportuna cartellonistica e segnalazione di sicurezza, quindi precisa e immediatamente percepibile, potrebbe risultare determinante.

Poiché tale argomento è estremamente vasto, la tesi verrà limitata alla definizione di alcune regole basi per l'installazione della cartellonistica e alcuni cenni sulla determinazione delle vie di esodo.

### **2.5.1 Segnaletica di sicurezza**

La segnaletica di sicurezza e di emergenza costituisce un aspetto fondamentale nella presentazione di un'azienda; infatti se in un'azienda questo aspetto sarà ben definito e curato, possiamo ritenere che vi sia dietro una gestione organizzata che conosce i problemi della sicurezza e ha attuato quanto necessario per definire un messaggio destinato ad essere letto in condizioni di emergenza.

Tuttavia, nella maggioranza dei casi, si rileva un'importante trascuratezza in merito al problema della segnalazione; sarà compito di un opportuno personale ispettivo garantire una certa conformità normativa.

Le prescrizioni generali riguardanti i cartelli segnaletici sono riportate all'interno degli *allegati XXIV e XXV del D. Lgs. 81 del 09/04/2008*, in generale si enuncia;

*"I cartelli dovranno essere sistemati tenendo conto di eventuali ostacoli, ad un'altezza e in una posizione appropriata rispetto all'angolo di visuale, all'ingresso alla zona interessata in caso di rischio generico, ovvero nelle immediate adiacenze di un rischio specifico o dell'oggetto che s'intende segnalare e in luogo bene illuminato e facilmente accessibile e visibile."*

Importante quindi definire che non vi può essere una zona o un ambiente nella quale la visibilità sia cattiva, tale da diventare pericolosa.

L'illuminazione inoltre dovrà essere opportunamente integrata, e comunque gli ambienti dovranno essere protetti da un sistema di illuminazione di emergenza conforme alla norma UNI 1838, in grado di evidenziare perfettamente la cartellonistica installata.

In alternativa, potranno installarsi sistemi di segnaletica luminosa, consigliabili dove avremo un'importante presenza di persone e/o pubblico.

Riassumendo, dietro ad un cartello in una posizione idonea, vi è una logica pianificazione della sicurezza, della gestione dell'emergenza, dell'informazione del personale, ecc.; ed è assolutamente importante perché dietro ad ogni cartello correttamente installato vi è una sensibilità che ci consentirà di percepire immediatamente a cosa serve, ad esempio, un interruttore in una situazione di emergenza.

In seguito saranno riportati alcuni cartelli tra i più comuni:

Segnali antincendio

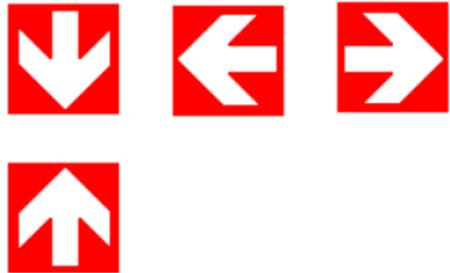
	Descrizione
	Lancia antincendio
	Scala
	Estintore
	Telefono per gli interventi antincendio
	Direzione da seguire (Cartello da aggiungere a quelli che precedono)

Figura 2.3 – Segnali antincendio

Segnali di soccorso

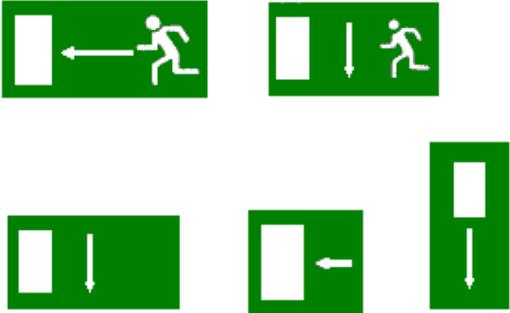
	Descrizione
	Percorso uscita di emergenza
	Direzione da seguire (Segnali di informazione addizionali ai pannelli che seguono)
	Pronto Soccorso
	Barella
	Doccia di sicurezza
	Lavaggio per occhi
	Telefono per salvataggio e pronto soccorso

Figura 2.4 – Segnali di soccorso

## 2.5.2 Vie di esodo

Riportando un piccolo riassunto del paragrafo precedente, un corretto impianto di illuminazione di sicurezza ha la funzione di:

- Illuminare con adeguati valori di illuminamento, le vie di esodo, gli spazi calmi e le uscite di emergenza per consentire alle persone di dirigersi rapidamente verso le uscite dell'edificio senza urtare ostacoli ed in modo sicuro;
- Permettere la rapida localizzazione e il conseguente immediato utilizzo dei dispositivi e delle attrezzature previste per la lotta contro l'incendio.

Un impianto di illuminazione inoltre dovrà soddisfare il funzionamento automatico ed immediato per un tempo sufficiente e non inferiore a 60 min al mancare dell'energia elettrica di rete; è inoltre importante che venga alimentato con cavi resistenti al fuoco, con basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi, che nel loro percorso dovrebbero attraversare ambienti con limitato rischio di incendio.

### 2.5.2.1 Visibilità degli oggetti in presenza di fumo

L'occhio umano è sensibile alla potenza del fascio di radiazioni che lo colpisce ed ha la capacità di attribuire alla luce un colore che dipende dalla lunghezza d'onda delle radiazioni.

I requisiti che deve possedere un ambiente per avere le migliori condizioni di visibilità degli oggetti in esso contenuti sono:

- Livello di illuminamento sufficientemente elevato;
- Assenza di fenomeni di abbagliamento;
- Uniforme illuminamento;
- Adeguato colore della luce impiegata;
- Giusta proporzione tra luce diretta e diffusa.

Molti fattori durante un emergenza legata al rischio di incendio possono incidere sulla visibilità dell'occhio umano, generalmente:

- Dimensioni particelle che costituiscono il fumo in relazione alla lunghezza d'onda della radiazione luminosa della sorgente di luce che illuminano il locale;
- Colore del fumo ed effetto irritante;
- Valore densità ottica del fumo presente nell'ambiente;
- Luminanza e colore della luce che illumina l'interno del cartello di emergenza;
- Materiale con cui viene realizzato il cartello di emergenza;
- Ecc.

Nella *figura 2.5* è riportato un esempio raffigurante la massima distanza alla quale sarà visibile una segnalazione di esodo in presenza di fumo, in funzione della seguente formula:

$$S = \frac{C}{\sigma * \rho_{smoke}}$$

Dove:

S: visibilità di un oggetto

C: costante adimensionale (=8 se segnalazione retroilluminata, =3 altrimenti)

$\sigma$ : coefficiente massico di estinzione della luce

$\rho_{smoke}$ : massa volumica di fumo ad un determinato istante t

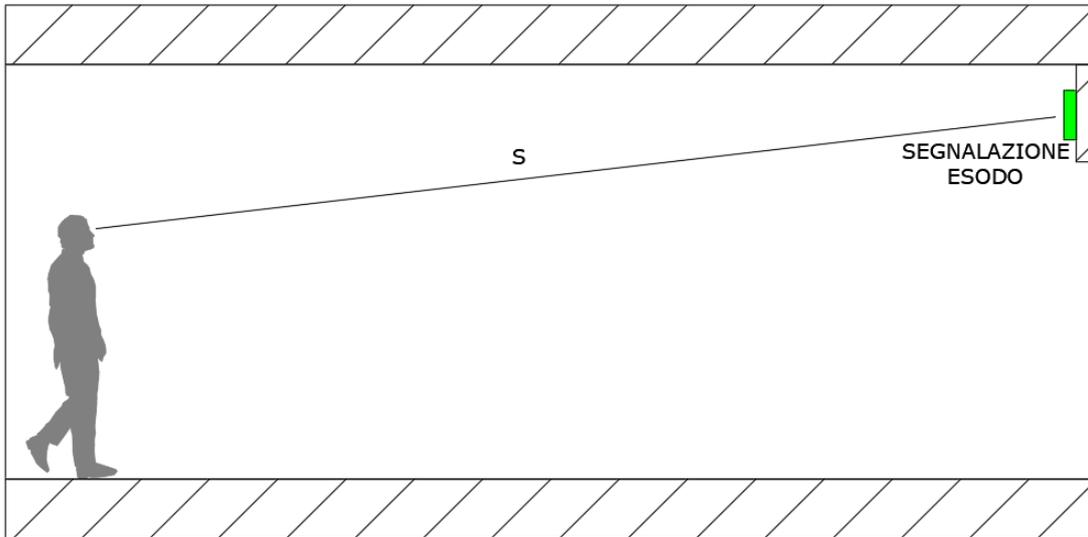


Figura 2.5 – Visibilità di una segnalazione di esodo

Pertanto verranno riportati nel paragrafo successivo dei criteri per evitare che questi fattori possano rendere difficoltosa la visibilità delle vie di emergenza.

### 2.5.2.2 Criteri generali di progettazione delle vie di esodo

Ovviamente per il corretto dimensionamento delle vie di esodo è importante che il professionista proceda alla valutazione dei rischi, determinando quindi di caso in caso quali criteri progettuali adottare.

In linea di massima possono essere individuate diversi criteri progettuali.

All'interno di un edificio gli apparecchi di illuminazione devono essere installati ad un'altezza di 2,3 m dal pavimento per evitare di essere nascosti dalle persone stesse durante un'emergenza.

Possono essere riportate, inoltre, diverse prescrizioni contenute nel D. Lgs. 81/2008; in particolare, bisogna tenere presente che i cartelli segnaletici delle vie di esodo devono:

- Essere di tipo permanente e colore verde;
- Avere forma quadrata o rettangolare;
- Essere di dimensioni tale che la loro superficie A, e la distanza massima L, alla quale devono essere ancora riconoscibili, soddisfino la seguente relazione che è valida fino a valori di L di circa 50 m:

$$L < \sqrt{2000 * A}$$

In particolare, riportando l'esempio di un generico edificio multipiano, i cartelli segnaletici dovranno essere installati:

- Lungo percorsi orizzontali;
- Sopra le porte di accesso/uscita ai vani scala;
- Sopra le porte di uscita che immettono in altri percorsi orizzontali;
- All'interno dei vani scala e in prossimità di ciascun pianerottolo o cambio di livello;
- Ad ogni cambio di direzione;
- Ad ogni uscita che conduce in un luogo sicuro.

## 2.6 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

Il professionista antincendio in conclusione dovrà redigere un'opportuna documentazione di progetto e permettere di esaminare compiutamente la valutazione del rischio incendio svolta; pertanto, la documentazione nel suo complesso deve dimostrare che sono stati analizzati i vari aspetti attraverso la descrizione delle scelte operate e dimostrare il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Inoltre la documentazione di progetto deve essere integrata nell'analisi preliminare dal sommario tecnico e nell'analisi quantitativa dalla relazione tecnica e dal programma per la gestione della sicurezza antincendio con le specifiche modalità di attuazione delle misure previste.

Ovviamente la relazione tecnica deve essere caratterizzata da un'opportuna chiarezza espositiva e completezza di contenuti, in particolare dovrà comprendere la trattazione particolareggiata almeno dei seguenti punti:

- 1- Definizione degli obiettivi della valutazione;
- 2- Relazione descrittiva dell'ambiente e degli scenari di incendio di progetto;
- 3- Spiegazione delle scelte operate e dei parametri di input utilizzati facendo specifico riferimento alla letteratura tecnica condivisa o prove sperimentali;
- 4- Origine e caratteristiche dei modelli numerici di calcolo impiegati;
- 5- Illustrazione di tutti gli elementi che consentano di evidenziare l'adeguatezza delle scelte effettuate e di accertare che ne sono stati superati i valori dei limiti di soglia stabiliti nei criteri di accettazione.

Dovranno poi essere resi disponibili gli elaborati di calcolo, con i relativi dati di input, riguardanti le valutazioni effettuate.

## CAPITOLO 3 – IMPIANTI ANTINCENDIO E MISURE DI PROTEZIONE

### 3.1 IMPIANTI ANTINCENDIO

Per “impianto antincendio” si intende l’insieme degli elementi tecnici di un sistema edilizio aventi la funzione di prevenire, limitare, eliminare o segnalare eventuali incendi.

Solitamente l’applicazione di opportuni sistemi di protezione antincendio risulta essere obbligata da un’opportuna normativa di riferimento, in relazione alla destinazione d’uso e alle caratteristiche dimensionali e funzionali dell’edificio, come, ad esempio, accadeva anche per delle adeguate misure di prevenzione descritte nel capitolo precedente.

È possibile distinguere due categorie fondamentali di impianti antincendio; impianti di segnalazione e impianti per l’estinzione dell’incendio.

Generalmente la rivelazione degli incendi avviene grazie ad opportuni sensori in grado di segnalare la presenza di fumo o fonti di calore, lo spegnimento invece avviene mediante dispositivi quali idranti, naspi ed estintori mobili.

Per locali di dimensioni maggiori come magazzini o edifici industriali, potrebbe essere utilizzata una rete idraulica in pressione, a funzionamento automatico, governata da un sistema di rivelazione incendio e munita di ugelli di diffusione (*sprinkler*).

In linea di massima è possibile descrivere schematicamente un impianto antincendio composto da:

- Rete idrica di adduzione: dove possiamo prevedere diversi tipi di alimentazioni per l’impianto. È costituita da delle tubazioni generalmente interrato ed altri elementi di piping, con l’obiettivo di garantire le prestazioni dell’impianto antincendio nelle zone che si vogliono proteggere;
- Gruppi di attacco per gli automezzi dei Vigili del Fuoco;
- Sistemi di protezione e rivelazione antincendio.

Oltre all’aggiunta di centraline di controllo, sirene di allarme e combinatori telefonici per allertare tempestivamente soggetti all’interno del locale e soccorsi.

Di rilevante importanza risulta essere l’effettuare un’adeguata progettazione di un impianto in modo da garantire:

- Indipendenza da ogni altra rete di acqua;
- Dotazione di elementi di piping per garantire il sezionamento della rete in occasione di interventi come manutenzione, modifiche, ampliamenti.
- Alimentazione continua in pressione della rete;
- Dotazione di un serbatoio di acqua di capacità adeguata alla dimensione della rete;
- Struttura della rete chiusa ad anello per consentire l’alimentazione da più provenienze e contenere le perdite di carico.

Possiamo inoltre effettuare una classificazione degli impianti in: impianti ad umido, cioè con tubazioni di adduzione contenenti acqua tenuta costantemente in pressione, o impianti a secco, quando, per evitare fenomeni di geli, le tubazioni contengono pressione.

Altro tipo di impianto è l’impianto a diluvio, solitamente utilizzato a protezione dei locali classificati come rischio grave, costituito normalmente da una rete vuota con ugelli sempre aperti.

### **3.1.2 Quando si attiva un sistema antincendio**

Una buona progettazione dovrebbe far sì che i sistemi antincendio vengano ad attivarsi al primo segnale di pericolo.

La rivelazione avverrà per mezzo di opportuni sensori posizionati in punti strategici dell'edificio o dell'ambiente da proteggere; tali sensori dovranno essere attivi 24h su 24 per monitorare la minima variazione nella composizione dell'aria o di temperatura interna di un ambiente.

Tipicamente per lanciare l'allarme vengono poi utilizzati segnali visivi e acustici, come sirene.

### **3.1.3 Cosa fare in caso di attivazione dell'allarme**

Una volta attivato il sistema di rilevazione, l'allarme entra in azione e l'impianto attua le contromisure al quale è programmato.

Molto comuni sono la presenza di falsi allarmi dovuti a comportamenti non corretti degli occupanti del locale, come il fumo di una sigaretta, portando a dei pericoli per la sicurezza e incolumità delle persone; infatti la fuga repentina che può verificarsi dal suono di una sirena di allarme rischia di ferire e travolgere chi sta provando a scappare in maniera non corretta.

Dunque, se l'impianto di sicurezza si attiva, bisogna mettersi ai ripari con prudenza e adottare norme di buon senso come:

- Non cadere nel panico e non cedere a paure;
- Non violare le procedure di evacuazione, ma seguire opportune istruzioni preliminarmente fornite fino al raggiungimento del punto di raccolta esterno;
- Agevolare le manovre dei soccorsi;
- Non improvvisarsi eroi.

## **3.2 ALIMENTAZIONI IDRICHE**

Negli impianti di spegnimento ad acqua, uno degli aspetti più importanti che un progettista dovrà considerare, in particolare per l'affidabilità richiesta, risulta essere la scelta di un'opportuna alimentazione idrica.

L'alimentazione idrica deve essere scelta in maniera opportuna poiché dovrà essere in grado di assicurare la quantità d'acqua necessaria per il tempo richiesto (in funzione del livello di pericolosità previsto dall'opportuna normativa, in base ai sistemi che stiamo considerando; ex. UNI 10779 reti idranti, UNI 12845 reti sprinkler) nonché la pressione necessaria per avere al sistema antincendio una pressione residua sufficiente.

In genere, i sistemi di alimentazioni idriche antincendio possono essere realizzati mediante sia reti idriche pubbliche sia reti idriche private; tuttavia una rete pubblica, intesa come una rete che serve un numero di utenze rilevanti costituita da una maglia di tubazioni più o meno ramificate, che fanno capo ad una o più sorgenti idriche aventi ciascuna caratteristiche da accertare, è una soluzione scarsamente utilizzata poiché comunemente non in grado di soddisfare la domanda dell'impianto.

Per alimentazione idrica privata andremo ad intendere invece un'alimentazione idrica costruita e gestita in proprio, con l'obiettivo di alimentare esclusivamente i sistemi antincendio, o comunemente i sistemi antincendio e la rete di acqua industriale, che serve uno o più insediamenti sulla base di eventuali accordi di mutuo soccorso.

Quest'ultima formula potrebbe garantire significativi vantaggi in termini di investimenti, soprattutto in aree densamente popolate.

Una rete idrica privata tuttavia, a causa delle frequenti mancanze di manutenzione, potrebbe garantire un livello di sicurezza inferiore alla rete idrica pubblica.

Possiamo effettuare un'altra classificazione in base alla normativa UNI EN 12845 che prevede 4 tipi di alimentazioni idriche, restringibili a due categorie:

- Alimentazione di tipo singolo, prevede che il rifornimento idrico provenga da una delle seguenti alternative: collegamento ad un acquedotto, collegamento ad un acquedotto con una o più pompe di surpressione, serbatoio a pressione, serbatoio a gravità, serbatoio di accumulo o fonte inesauribile con una o più pompe.
- Alimentazione superiore di tipo singolo, quando si hanno a disposizione rifornimenti idrici più affidabili, sono presenti le seguenti possibilità: tronco di acquedotto alimentato da entrambe le estremità che deve rispettare una serie di condizioni, alimentazione di tipo doppio (due alimentazioni singole l'una indipendente dall'altra), alimentazione di tipo combinato (alimentazioni superiori di tipo singolo o di tipo doppio, progettate per alimentare più di un sistema antincendio, ex. Rete combinata sprinkler + idranti).

### **3.2.2 Stoccaggio di acqua**

Importante che il tecnico verifichi accuratamente le condizioni in fase di progetto e, qualora l'acquedotto non garantisse le necessarie prestazioni, preveda una riserva idrica di dimensioni opportune ed un eventuale gruppo di pompaggio; generalmente possiamo classificare 3 tipi di alimentazioni:

- Serbatoi idrici elevati o a gravità;
- Serbatoi idrici a pressione;
- Vasche idriche con sistemi di pompaggio

#### **3.2.2.1 Serbatoi idrici elevati o a gravità**

L'utilizzo di questi tipi di serbatoi risulta essere sempre meno frequente per l'alto costo di realizzazione.

L'affidabilità di questi sistemi è indubbia; infatti generalmente non richiede nessuna spinta per l'acqua che raggiunge grazie all'effetto della colonna piezometrica pressioni dell'ordine di 4-5 bar e pertanto è esente da interruzioni di erogazione per black out elettrico o per mancato avviamento delle pompe.

Per questo tipo di impianti di alimentazione sono richiesti usuali sistemi accessori quali:

- Sistema di reintegro a livello di 1 lpm per ogni metro cubo di capacità;
- Bocchello di ventilazione;
- Indicatore di livello visibile da terra e un segnale ottico acustico riportato ad un luogo presidiato;
- Sistema di troppo pieno.

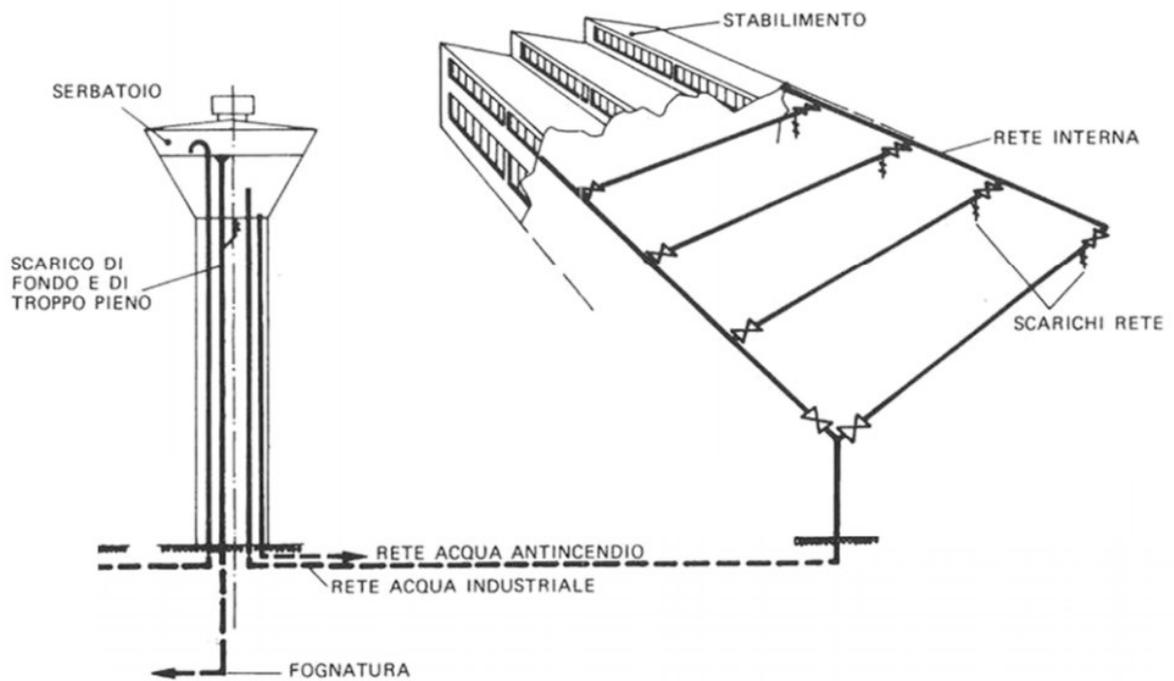


Figura 3.1 – Schema serbatoio idrico elevato

### 3.2.2.2 Serbatoi idrici a pressione

Questi tipi di serbatoi utilizzano il principio dell'autoclave, nella quale avremo un cuscino d'aria regolato da un apposito compressore che fornisce la spinta necessaria per garantire la fuoriuscita di acqua dal serbatoio.

Essendo un sistema pressurizzato, l'adozione di questo tipo di alimentazione non risulta essere conveniente in caso di un impianto con richiesta idrica notevole, in quanto l'elevata pressione necessaria comporterebbe l'adozione di un serbatoio in lamiera progettato per resistere a pressioni superiori ad 8 bar, dal costo di acquisto e manutenzione quindi molto elevato.

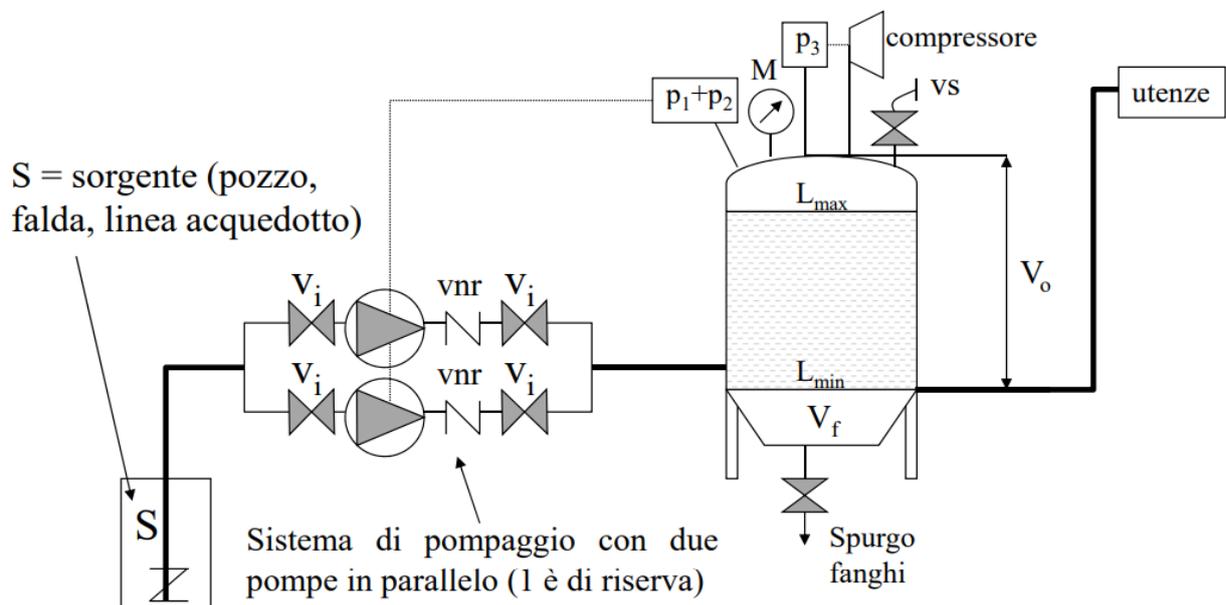


Figura 3.2 – Schema serbatoio idrico pressurizzato con gruppo di pompaggio

### 3.2.2.3 Vasche idriche con sistemi di pompaggio

Rappresentano il tipo più comune di alimentazione idrica antincendio, poiché presentano di grande funzionalità ed affidabilità; si possono generalmente suddividere in vasche di accumulo interrate e vasche di accumulo fuori terra.

#### 3.2.2.3.1 Vasche di accumulo interrate

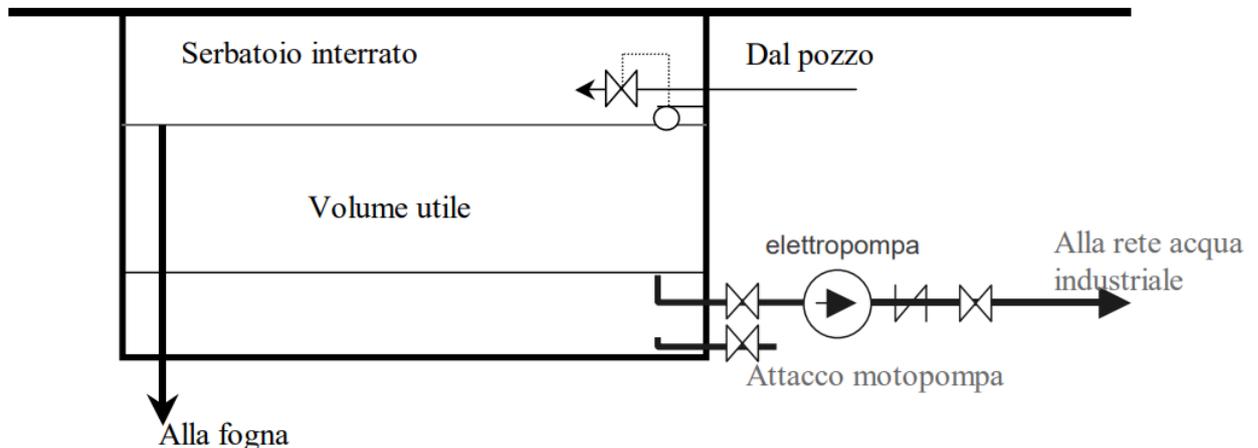


Figura 3.3 – Schema serbatoio idrico interrato con gruppo di pompaggio

La scelta di vasche di accumulo interrate solitamente è obbligata per motivi di spazio disponibile o di impatto architettonico o ambientale.

Solitamente la vasca viene realizzata in calcestruzzo armato e gettato in opera.

Nel caso di una perdita di tenuta dell'acqua causata dall'invecchiamento della struttura o da una mancata manutenzione preventiva è possibile recuperare la funzionalità con l'applicazione di speciali guaine in *pvc* o *pead* dal costo limitato.

In genere, anche se non obbligato dalla normativa, è sempre consigliata la copertura per minimizzare i problemi di pulizia, formazione di alghe e di sicurezza; solitamente le coperture possono essere realizzate in vari modi ma la soluzione della carrabile resta la migliore e più frequente.

Anche per questo sistema sono richiesti gli usuali sistemi accessori quali:

- Sistema di reintegro a livello di 1 lpm per ogni metro cubo di capacità;
- Due botole di accesso per consentire una buona ventilazione in caso di interventi di manutenzione all'interno della vasca;
- Indicatore di livello visibile ed un segnale ottico acustico riportato ad un luogo presidiato;
- Sistema di troppo pieno.

#### 3.2.2.3.2 Vasche di accumulo fuori terra

Possiamo individuare diversi tipi di scelte progettuali, la più comune risulta essere l'adozione di serbatoi metallici zincati di forma cilindrica.

I principali problemi riguardanti le vasche di accumulo fuori terra risultano essere legati, oltre ad un impatto architettonico, alla realizzazione di un'opportuna rete di collegamento con le pompe del gruppo di pompaggio e alla costruzione di un locale adibito ad ospitare le pompe.

Un altro aspetto non trascurabile riguarda la resistenza meccanica del suolo dove deve essere realizzata la platea di calcestruzzo per il collocamento del serbatoio.

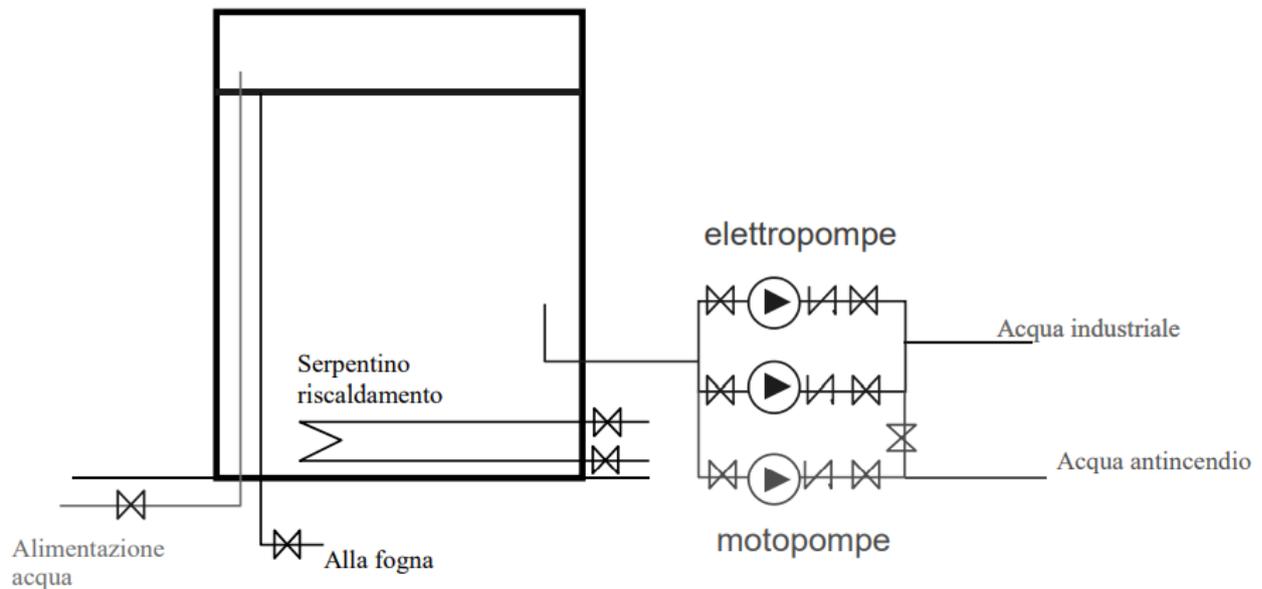


Figura 3.4 – Schema serbatoio idrico fuori terra con gruppo di pompaggio

### 3.2.3 Stazione di pompaggio

Oltre alla vasca di accumulo, va comunemente individuata la sala pompe o stazione di pompaggio, dove sono ospitate le pompe automatiche con tutti i necessari accessori.

Riportando un esempio, in riferimento alla normativa UNI EN 12845 per sistemi sprinkler, vengono citati i seguenti punti per un corretto posizionamento della stazione:

- La stazione deve essere ubicata in uno specifico vano compartimentato, almeno REI 120, e avere almeno una parete attestata su spazio scoperto;
- Nel caso in cui vi sono anche idranti, secondo la UNI 10779, è consentita l'ubicazione della stazione in locali comuni ad altri impianti tecnologici, purché con carico d'incendio minore di 100 MJ/mq;
- La temperatura interna alla stazione non deve scendere sotto i +4°C se presenti solo elettropompe e non sotto i +10°C se presenti motopompe. L'areazione dei locali deve consentire una temperatura massima di +40°C;
- Dimensionamento dell'impianto;
- I tipi di pompe da utilizzare nei gruppi di spegnimento, con riferimento alla norma EN 12259-12 che definirà i criteri costruttivi e prestazionali delle pompe e introdurrà l'obbligo della certificazione e conseguente marcatura CE.

#### 3.2.3.1 Lay-out stazione di pompaggio

La scelta dell'unità di pompaggio dipenderà in modo diretto dal lay-out che andremo ad adottare all'interno della stazione.



Figura 3.5 – Stazione pompaggio

La sala pompe può essere realizzata applicando diversi schemi:

- Sala pompe complanare alla riserva idrica, entrambe fuori terra;
- Sala pompe complanare alla riserva idrica, entrambe interrate;
- Sala pompe sovrapposta alla riserva idrica.

La soluzione tecnica migliore e più conveniente risulta essere la soluzione della sala pompe complanare alla riserva idrica, entrambe fuori terra; infatti in questa disposizione non sarà soggetta ad allagamenti causati da perdite ed è facilmente assicurabile un'adeguata ventilazione.

Avremo anche un vantaggio pratico poiché per via della complanarità sarà possibile installare pompe centrifughe ordinarie, operanti sotto battente.

### 3.2.3.2 Scelta della pompa

Con riferimento alla normativa *UNI EN 12845*, vengono individuate alcune classi di pericolo, di seguito descritte, sulle quali vengono tabellate le caratteristiche di portata e prevalenza che le pompe devono soddisfare:

LH : pericolo lieve; riferito ad attività che presentano basso carico d'incendio, bassa combustibilità e con compartimenti antincendio non più grandi di 126mq con una resistenza al fuoco di almeno 30 minuti;

OH : pericolo ordinario; suddiviso in quattro gruppi, si riferisce ad attività che presentano alto carico d'incendio, alta combustibilità ed in grado di sviluppare in brevi tempi un violento incendio;

HHP : pericolo alto reparto di processo;

HHS : pericolo alto reparto di stoccaggio.

In base al livello di rischio nel quale classificheremo il locale, la normativa predispone diversi valori di durata, portata e pressione, sui quali dovrà essere dimensionato l'impianto; effettuando poi un opportuno calcolo idraulico si ricaverà il valore complessivo di portata e pressione con i quali andremo a scegliere la pompa adeguata e la riserva idrica necessaria.

Generalmente la normativa prevede che, ove possibile, vengano usate delle pompe centrifughe ad asse orizzontale con installazione sotto-battente e, se non possibile, si utilizzino pompe orizzontali sopra-battente o pompe verticali a flusso assiale.



Figura 3.6 – Pompa centrifuga ad asse orizzontale

Una volta determinata la pompa in base alle caratteristiche dell'impianto ecc., altro problema importante risulta essere l'individuazione del numero di unità da adottare; la soluzione ideale prevede l'uso di un singolo gruppo pompe dimensionato per l'intera domanda idrica dell'impianto, e un gruppo di scorta o riserva con medesimo dimensionamento in modo da ottenere una riserva al 100% della capacità nominale.

Per la scelta delle pompe, tuttavia, non vanno dimenticati requisiti fondamentali come:

- Rispetto del NPSH (*net positive suction head*), per evitare situazioni di cavitazione;
- Velocità di rotazione tra il 15 – 20% inferiore alla velocità massima raggiungibile;
- Caratteristiche del quadro elettrico di controllo e avviamento dei suoi singoli componenti;
- Disponibilità ricambi;

### 3.2.3.2.1 Confronto pompa elettrica – pompa diesel

Partendo dal presupposto che la pompa elettrica risulta sicuramente la soluzione migliore, per via di un maggiore livello di affidabilità e maggiore semplicità di avviamento, tutto a condizione che sia disponibile alimentazione elettrica.

La pompa diesel è preferibile invece, quando le potenze richieste sono maggiori al centinaio di kW e la distanza tra cabina elettrica e sala pompe è maggiore ai 100m.

Nell'utilizzo di una pompa elettrica è bene verificare le protezioni di carico, che sono tipiche invece dell'utilizzo industriale dei motori, e che sono volte ad evitare guasti alle apparecchiature proteggendole dai sovraccarichi.

Raramente negli impianti di pompaggio con unità elettriche sono accoppiati da generatori diesel; questa soluzione infatti somma le incertezze di avviamento del gruppo di pompaggio, con quelle tipiche del gruppo diesel di generazione.

Come descritto nella norma *UNI EN 12845* non più di una pompa di alimentazione deve essere azionata da motore elettrico; quindi se questi sistemi di alimentazione idrica, per un gruppo con più pompe, solo una è azionata da motore elettrico, le altre devono essere azionate da motore diesel.



Figura 3.7 – Pompa centrifuga standard EN733 elettrica diesel Jockey

### 3.3 COMPONENTI PIPING IMPIANTO ANTINCENDIO

Nel seguente paragrafo saranno riportate le componentistiche fondamentali (*piping*) che compongono una rete antincendio.

Per il dimensionamento dell'impianto, e quindi per la scelta dei vari componenti da utilizzare, si fa riferimento ad un opportuna normativa (vedere capitolo *referimenti normativi*); inoltre sempre in base alla normativa di riferimento, verranno riportate delle caratteristiche tipiche dell'elemento considerato.

### 3.3.1 Tubazioni

Le tubazioni risultano essere una delle componenti fondamentali per il trasporto di acqua (generalmente; ma potrebbero trasportare anche CO<sub>2</sub> ed altri fluidi in base al tipo di impianto) al servizio dei dispositivi antincendio.

Come già riportato in precedenza, per contraddistinguere una tubazione possiamo individuare alcune caratteristiche quali:

- Diametro nominale DN;  
Indica un valore approssimato del diametro interno [mm] della tubazione, da normativa avremo dei valori unificati del DN da 1 a 2500.
- Diametro interno;
- Spessore;  
Viene determinato in base alle condizioni di esercizio in termini di pressione, temperatura e fenomeni corrosivi; viene definito attraverso la pressione nominale (normativa *UNI EN*) o Schedule Number (normativa *ANSI*).
- Lunghezza;
- Tipo di costruzione;
- Materiale.

In base alla normativa di riferimento dovranno essere riportate alcune di queste caratteristiche per l'individuazione della tubazione; ad esempio nella normativa *UNI EN* le caratteristiche da riportare sono il diametro nominale DN, la pressione nominale PN, tipo di materiale e tipologia costruttiva.

In linea di massima la procedura che andremo ad adottare per la scelta di una tubazione, prevede che una volta determinato il tipo di materiale e tipologia costruttiva, si andrà ad individuare il diametro interno e quindi il DN (in funzione della portata e velocità del fluido), la PN (in funzione della pressione di esercizio, aggressività e temperatura del fluido), ed infine lo spessore minimo della tubazione attraverso la seguente formula empirica:

$$s = \frac{PN \cdot d_e}{20 \sigma_{am} + PN}$$

Per quanto riguarda la determinazione del tipo di materiale, quest'ultimo verrà scelto in base alle caratteristiche chimico-fisiche del fluido da trasportare, dalla pressione e temperatura del fluido, dalle condizioni in cui le tubazioni dovranno essere installate ecc.

I tipi di materiali più comunemente impiegati nell'ambito delle reti antincendio risultano essere:

- Acciaio;
- Ghisa;
- Polietilene;
- Rame;
- PVC;
- Resina;
- Polipropilene.

In cui in base alla normativa di riferimento possiamo classificare:

- ACCIAIO non legato UNI EN 10224 Serie 1 Fuori Terra;
- ACCIAIO non legato UNI EN 10224 Serie 1 per Interrati;

- ACCIAIO non legato UNI 8863 Serie Leggera;
- ACCIAIO non legato UNI 8863 Serie Media;
- ACCIAIO non legato UNI 8863 Serie Pesante;
- ACCIAIO non legato UNI EN 10255 Tipo L - Serie Leggera;
- ACCIAIO non legato UNI EN 10255 Serie Media;
- ACCIAIO non legato UNI EN 10255 Serie Pesante;
- ...
- GHISA grigia classe A UNI 5339 – 69;
- GHISA grigia classe B UNI 5340 – 69;
- GHISA grigia classe LA UNI 5338 – 69;
- Ghisa Sferoidale UNI-ISO 2531Tipo 1;
- ...
- POLIETILENE PE 100 PN 16 SDR 11 UNI 12201-2;
- POLIETILENE PE 100 PN 25 SDR 7,4 UNI 12201-2;
- ...

In cui per ogni tipo di tubazione possiamo individuare tabelle che ci permettono di ricavare informazioni riguardanti alcune caratteristiche della tubazione, come nell'esempio riportato in *figura 3.8* riferito all'ACCIAIO non legato UNI EN 10255 Serie Media.

DN	DI [mm]	Filettatura ["]	Spessore [mm]	Massa [kg/m]
10	12.6	3/8 "	2.3	0.839
15	16.1	1/2 "	2.6	1.21
20	21.7	3/4 "	2.6	1.56
25	27.3	1 "	3.2	2.41
32	36	1 1/4 "	3.2	3.1
40	41.9	1 1/2 "	3.2	3.56
50	53.1	2 "	3.6	5.03
65	68.9	2 1/2 "	3.6	4.42

*Figura 3.8 – Caratteristiche acciaio non legato UNI EN 10255 Serie media*

Per le tubazioni, inoltre, risulta essere importante riportare i valori di scabrezza (tubo nuovo o usato a seconda dei casi).

Così come per la scelta del tipo di materiale, anche per la tipologia costruttiva (tubi saldati o non, lisci o filettati, con o senza rivestimento) avremo dei fattori da tenere in considerazione come la natura del fluido, portata, pressione di esercizio, modalità di installazione del tubo ecc.

### **3.3.1.2 Dimensionamento tubazioni**

Per il dimensionamento delle tubazioni antincendio il progettista può direttamente utilizzare programmi di calcolo come quello che utilizzato nel capitolo successivo, in cui in base al valore di portata e pressione degli erogatori/sistemi di protezione va a calcolare il valore di pressione e portata totale dell'impianto, della riserva idrica, valori di velocità e DN dei vari tratti.

In modo alternativo, il progettista, sempre noto il valore di portata e pressione da servire, può utilizzare la procedura tipica per il dimensionamento di una rete ad acqua; come ad esempio mediante il metodo del ramo principale in cui individuando il ramo principale, una volta ricavato in maniera iterativa il punto di separazione delle acque PSA (poiché solitamente le reti antincendio sono delle reti chiuse a maglie in

modo da garantire maggior sicurezza), e fissando il valore della velocità/perdite da normativa, riesce attraverso l'uso di appositi normogrammi (figura 3.9) nel dimensionamento del ramo principale e rami secondari che compongono la rete.

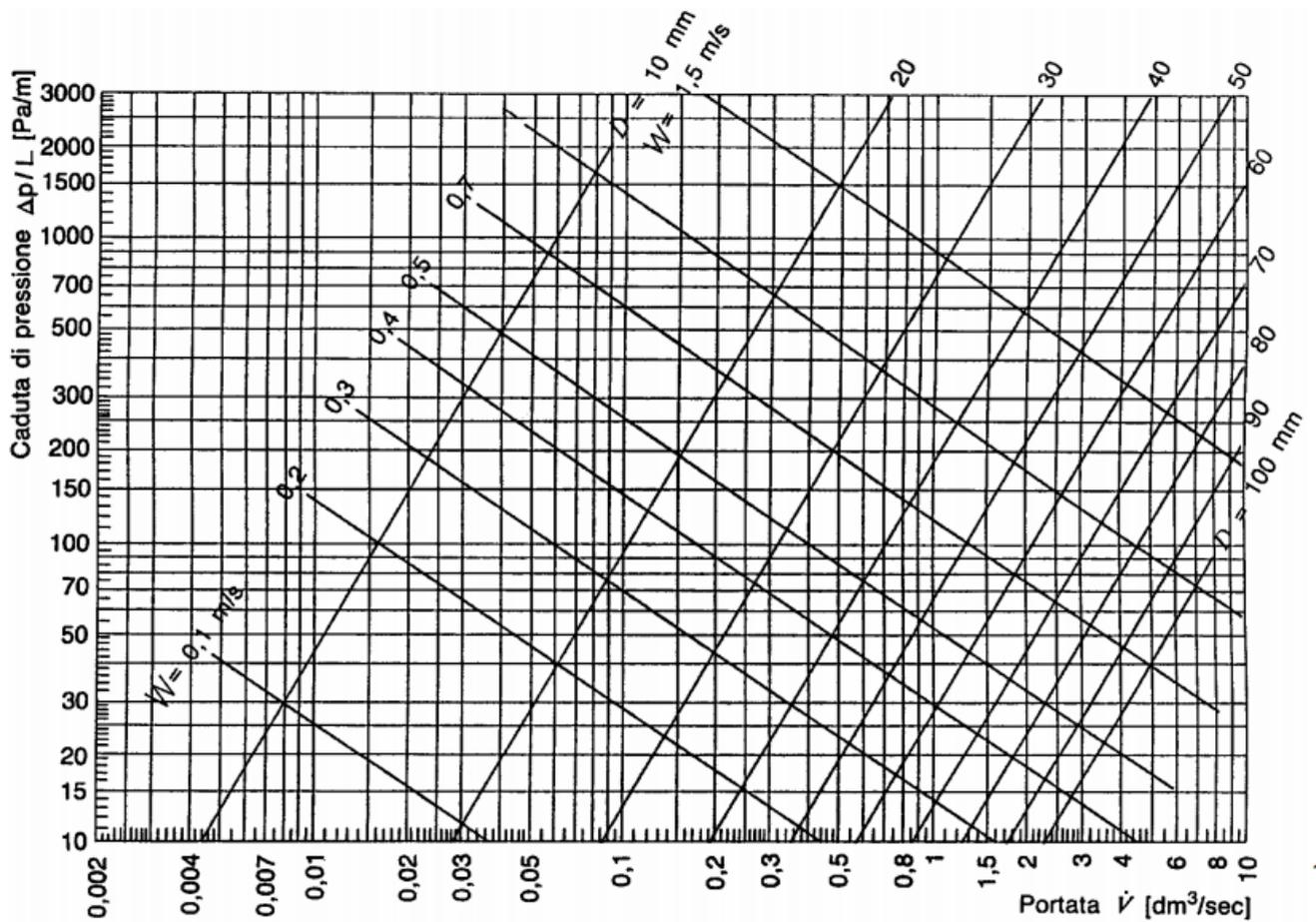


Figura 3.9 – Normogramma per dimensionamento rete

### 3.3.2 Giunti e sostegni

Per collegare i vari tratti di tubazione vengono utilizzati dei giunti che potrebbero essere di diverso tipo, anche in funzione del materiale delle tubazioni.

Solitamente i tipi di giunti più comuni sono:

- Con saldature di testa;
- A bicchiere;
- A flangia;
- A manicotto;
- A bocchettone;
- Gibault;
- Express;
- Victaulik;
- Adattabile.

Tipo di giunzione	Materiale costituente il tubo			
	Acciaio	Acciaio inox	Ghisa	Plastica
Saldatura di testa	*	*		
Giunto a bicchiere cilindrico saldato	*			* (1)
Giunto a bicchiere sferico saldato	*			
Giunto a manicotto a tasca saldato	*	*		* (1)
Giunto a flange	*	*	*	*
Giunto a bocchettone filettato	*	*		* (2)
Giunto a manicotto filettato	*	*		*
Giunto a bicchiere non saldato			*	
Giunto Gibault	*		*	
Giunto Express			*	
Giunto Victaulic	*			
Giunto adattabile	*		*	*

(1) Saldatura effettuata mediante collante con interposizione di anello di gomma.

(2) Per diametri fino a 60 mm si impiegano anche bocchettoni con anello di serraggio.

Figura 3.10 – Tabella giunti-tipo di materiale

Inoltre, per realizzare una rete, indispensabile risulta essere l'applicazione di raccordi per formare:

- Riduzioni;  
*esempio figura 3.11*
- Curve: gomiti, gomiti a 180°;  
*esempio figura 3.12*
- Diramazioni: Tee, croci e distribuzioni;  
*esempio figura 3.13*
- Chiusura: tappi o calotte.  
*esempio figura 3.14*

Giunto

Fornitore	GLOBE	
Codice	1401210	
Sigla	R-1	
Descrizione	Riduzione concentrica rullata verniciata [ DN 32 - 25 ] - Diametro in pollici 1,25 (42) x 1 (33) - Materiale acciaio	
Componente	RIDUZIONE	Proprietà prodotto
Sottotipo	Riduzione	<input type="checkbox"/> E' una presa a staffa
Destinazione	SOLO TUBI	<input type="checkbox"/> E' un giunto ridotto
Certificazione	FM - UL	Angolo curva <input type="text" value="0.00"/>
Genere	RULLATURA	Lunghezza candela [mm]
Materiale	ALTRO MATERIALE	<input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0.00"/>
Struttura	RIGIDO	<b>Prezzi</b>
Finitura	VERNICIATO	45.81 €
Attacchi	1 1/4" - 1"	

Figura 3.11 – Esempio giunto riduzione globe

Giunto

Fornitore	GLOBE	
Codice	F105100	
Sigla	E-1	
Descrizione	Curva 90° rullata verniciata [ DN 25 - 25 ] - Diametro in pollici 1" (33) - Materiale acciaio	
Componente	CURVA	Proprietà prodotto
Sottotipo	Curva 90	<input type="checkbox"/> E' una presa a staffa
Destinazione	SOLO TUBI	<input type="checkbox"/> E' un giunto ridotto
Certificazione	FM - UL	Angolo curva <input type="text" value="90.00"/>
Genere	RULLATURA	Lunghezza candela [mm]
Materiale	ALTRO MATERIALE	<input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0.00"/>
Struttura	RIGIDO	<b>Prezzi</b>
Finitura	VERNICIATO	4.93 €
Attacchi	1" - 1"	

Figura 3.12 – Esempio giunto curva globe

Giunto

Fornitore	GLOBE	
Codice	F 107100	
Sigla	T-1	
Descrizione	TEE mono-diametro rollata verniciata [ DN 25 - 25 - 25 ] - Diametro in pollici 1" (33) - Materiale acciaio	
Componente	TEE	Proprietà prodotto
Sottotipo	Tee	<input type="checkbox"/> E' una presa a staffa
Destinazione	SOLO TUBI	<input type="checkbox"/> E' un giunto ridotto
Certificazione	FM - UL	Angolo curva <input type="text" value="0.00"/>
Genere	RULLATURA	Lunghezza candela [mm]
Materiale	ALTRO MATERIALE	<input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0.00"/>
Struttura	RIGIDO	<b>Prezzi</b>
Finitura	VERNICIATO	6.95 €
Attacchi	1" - 1" - 1"	

Figura 3.13 – Esempio giunto Tee globe

Giunto

Fornitore	GLOBE	
Codice	F 155100	
Sigla	SK-1	
Descrizione	Tappo rollato verniciato [ DN 25 ] - Diametro in pollici 1" (33) - Materiale acciaio	
Componente	TAPPO	Proprietà prodotto
Sottotipo	Tappo	<input type="checkbox"/> E' una presa a staffa
Destinazione	SOLO TUBI	<input type="checkbox"/> E' un giunto ridotto
Certificazione	FM - UL	Angolo curva <input type="text" value="0.00"/>
Genere	RULLATURA	Lunghezza candela [mm]
Materiale	ALTRO MATERIALE	<input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0.00"/>
Struttura	RIGIDO	<b>Prezzi</b>
Finitura	VERNICIATO	3.49 €
Attacchi	1"	

Figura 3.14 – Esempio giunto tappo globe

Per fissare le tubazioni alla struttura vengono predisposti, a spaziature a seconda della normativa, degli opportuni sostegni; i quali possono essere di diverso tipo come antivibranti, collari, fascette, piedi di sostegno ecc.

### COLLARI A STAFFA

**COLLARI IN ACCIAIO ZINCATO CON DADO M10 OPPURE TASSELLO IN ACCIAIO ZINCATO O IN NYLON**

Cod. ident.: XFX

CDG



VRP



CAV



**VORPA**

Articolo	Descrizione	Pezzi per busta	Per tubi mm	Attacco	Larghezza per spessore mm
1480	CDG 40	2	40	M10	30 X 2,5
481	CDG 50	2	50	M10	30 X 2,5
482	CDG 63	2	63	M10	30 X 2,5
483	CDG 76	2	76	M10	30 X 2,5
484	CDG 90	2	90	M10	30 X 2,5
476	CDG 100	2	100	M10	30 X 2,5
485	CDG 110	2	110	M10	30 X 2,5
486	CDG 125	2	125	M10	30 X 2,5
488	CDG 140	2	140	M10	30 X 2,5
487	CDG 160	2	160	M10	30 X 2,5
1487	CDG 180	2	180	M10	30 X 2,5
489	CDG 200	1	200	M10	30 X 2,5
1489	CDG 220	1	220	M10	30 X 2,5
1490	CDG 250	1	250	M10	30 X 2,5
1491	CDG 300	1	300	M10	30 X 2,5

---

**COLLARI IN ACCIAIO INOX 304 CON DADO M8-M10 OPPURE TASSELLO "TOP" O NYLON (FINO A 300 mm.)**

Cod. ident.: XFX

VR



VRM



CAV INOX



**VORPA**

Articolo VR	Descrizione	Pezzi per busta	Per tubi mm	Attacco	Larghezza per spessore mm
3410	INOX A2 16-20	2	3/8	M8	20 X 1,5
3411	INOX A2 18-24	2	1/2	M8	20 X 1,8
3412	INOX A2 25-30	2	3/4	M8	20 X 1,8
3413	INOX A2 30-36	2	1"	M8	20 X 1,8
3414	INOX A2 38-44	2	1" 1/4	M8	20 X 1,8
3415	INOX A2 44-50	2	1" 1/2	M8	20 X 1,8
3416	INOX A2 56-62	2	2"	M8	20 X 1,8
3417	INOX A2 76-80	2	2" 1/2	M10	24 X 1,5
3418	INOX A2 90-100	2	3"	M10	24 X 1,5
3421	INOX A2 100-110	2	100-110	M10	24 X 1,5
3419	INOX A2 110-120	2	4"	M10	24 X 1,5
3420	INOX A2 125-130	2	125-130	M10	24 X 1,5
3422	INOX A2 140-150	2	5"	M10	24 X 1,5
3423	INOX A2 152-160	2	6"	M10	24 X 1,5
3427	INOX A2 180	2	180	M10	24 X 1,5
3424	INOX A2 200	2	200	M10	30 X 1,5
3428	INOX A2 220	2	220	M10	30 X 1,5
3425	INOX A2 250	1	250	M10	30 X 1,5
3426	INOX A2 300	1	300	M10	30 X 1,5
3429	INOX A2 350	1	350	M10	30 X 2,0
4430	INOX A2 400	1	400	M10	30 X 2,0

Figura 3.15 – Esempio collari a staffa tecnova

### 3.3.3 Filtri

I filtri rappresentano un altro importante componente all'interno dell'impianto, poiché hanno lo scopo di trattenere le impurità ed i detriti all'interno delle tubazioni indirizzando il flusso del fluido verso un opportuno cestello filtrante intercambiabile.

Pertanto il cestello, attraverso delle manutenzioni periodiche, dovrà essere svuotato e rimesso al suo posto garantendo così la non otturazione delle tubazioni per via di un accumulo di impurità.

Ovviamente il cambio di direzione del flusso del fluido comporterà determinate perdite di carico, seppur in valori molto limitati, che saranno forniti direttamente dai produttori grazie opportuni diagrammi.

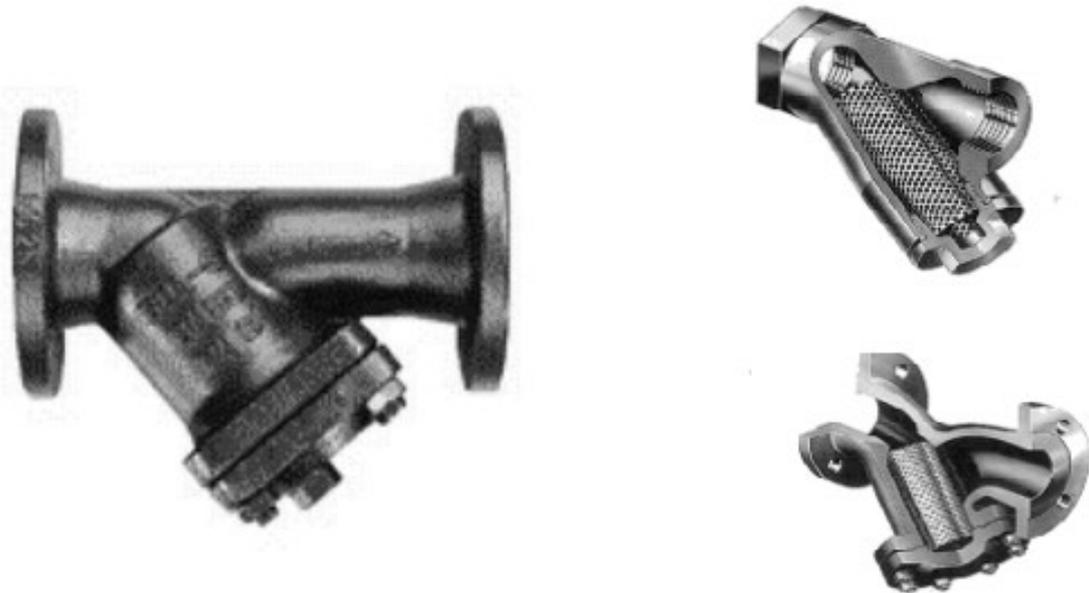


Figura 3.16 – Esempio filtro

### 3.3.4 Valvole

Le valvole sono degli elementi comuni ai diversi tipi di impianti antincendio, poiché svolgono le seguenti funzioni:

- Intercettazione;  
A valvola aperta garantiscono il passaggio del fluido apportando una piccola perdita di carico, a valvola chiusa impediscono il passaggio del fluido con tenuta perfetta.
- Regolazione;  
Per modulare la portata del fluido al variare dell'apertura dell'organo di regolazione.
- Non ritorno;  
Per evitare che il fluido torni in una direzione specifica.
- Sicurezza;  
Per evitare che si raggiungano valori di pressione pericolosi all'interno della tubazione o serbatoio.

### 3.3.4.1 Valvole a saracinesca - intercettazione

Le valvole a saracinesca vengono comunemente impiegate come valvole di intercettazione; non possono essere utilizzate come regolazione poiché l'otturatore potrebbe causare forti turbolenze nel flusso e conseguentemente una rapida erosione degli organi di tenuta, e rumorose vibrazioni in chiusura.

Le saracinesche vengono solitamente realizzate in ghisa o in acciaio e sono costituite principalmente da:

- Corpo;
- Otturatore; può essere a sezione dritta (ghigliottina) o sezione inclinata (cuneo) a seconda dell'impiego in alte o basse portate.
- Stelo.

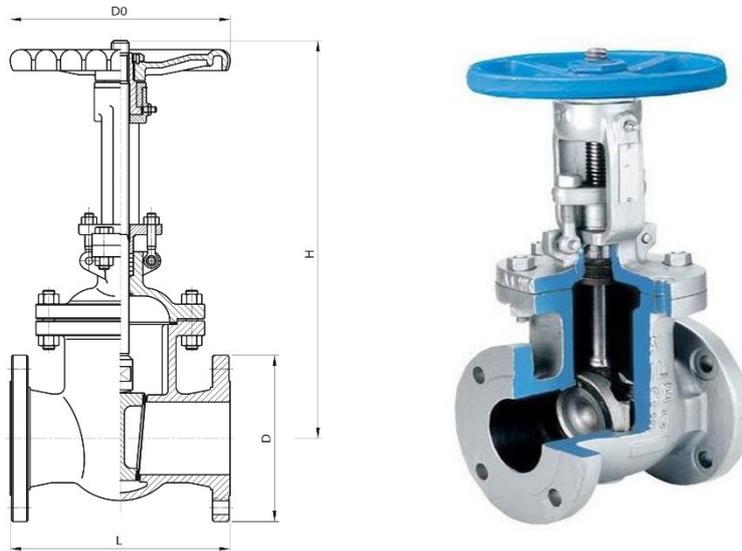


Figura 3.17 – Valvola saracinesca

Il funzionamento prevede che il corpo alloggia i meccanismi adatti per il movimento dell'otturatore, in modo che l'abbassamento vada ad ostacolare il flusso del fluido.

Solitamente grazie alle saracinesche riusciamo a garantire un'ottima intercettazione del fluido e un risparmio di energia di pompaggio per via delle basse perdite di carico.

Hanno un notevole impiego nell'intercettazione di un tratto della rete antincendio per poter eseguire operazioni di manutenzione.

### 3.3.4.2 Valvole a farfalla - intercettazione

Le valvole a farfalla sono un altro tipo di valvole comunemente impiegate nell'intercettazione; può avere anche alcuni impieghi come valvola di regolazione.

A differenza dalle valvole a saracinesca l'otturatore è costituito da un disco che ruota attorno ad un asse normale a quello del tubo, ostruendone il passaggio.

Le valvole a farfalla vengono solitamente realizzate in ghisa sferoidale o in acciaio e sono costituite principalmente da:

- Comando a volantino/o a leva;
- Disco.

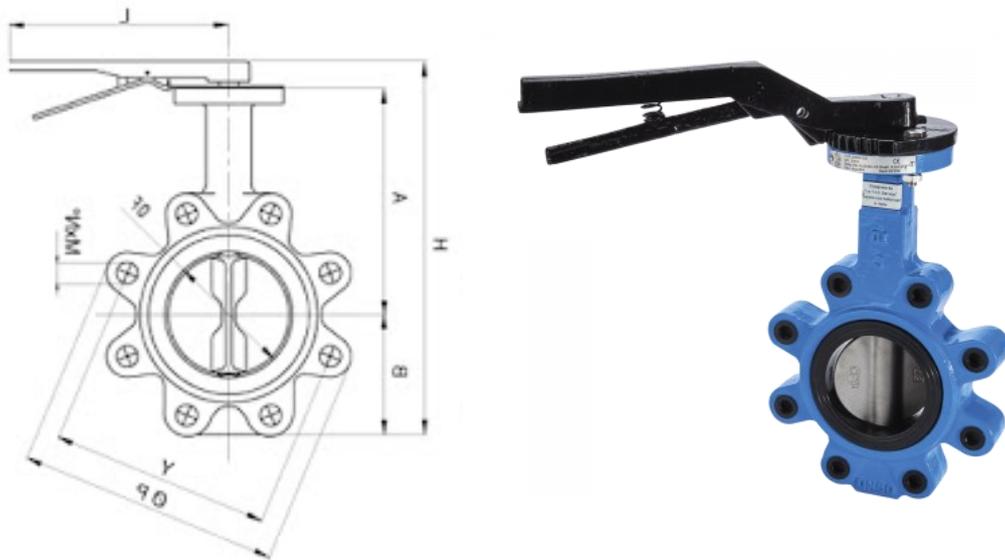


Figura 3.18 – Valvola a farfalla

Solitamente grazie alle valvole a farfalla riusciamo ad avere un'ottima compattezza, leggerezza, facilità di esercizio, risparmio di energia di pompaggio per via delle basse perdite di carico e efficiente gestione dell'energia dovuta alla facilità di isolamento termico della valvola.

Hanno un notevole impiego in presenza di grandi diametri e pressioni modeste.

### 3.3.4.3 Valvole di non ritorno - ritegno

Le valvole di non ritorno vengono impiegate per consentire il flusso del fluido in una sola direzione.

Ne esistono di diverso tipo tra cui le più comuni sono quella a battente (Clepet), ad ugello di Venturi, a farfalla di sicurezza con chiusura a contrappeso e a membrana.

Le valvole di non ritorno sono costituite principalmente da un disco, sfera o altro elemento vincolato da una guida che viene spinto da una molla contro la base della valvola.

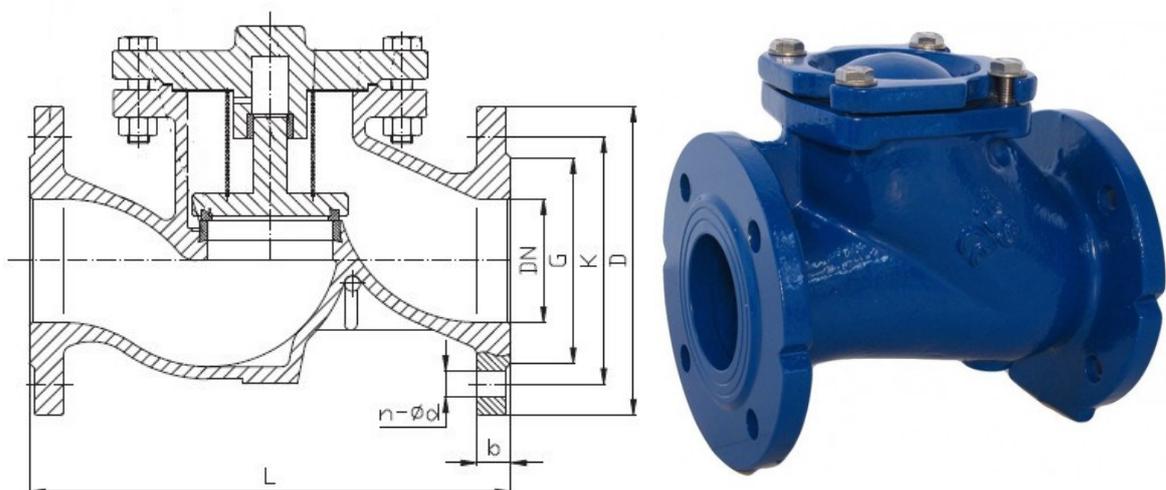


Figura 3.19 – Valvola di non ritorno

#### 3.3.4.4 Valvole di sicurezza

Le valvole di sicurezza vengono impiegate per aumentare il livello di sicurezza di un impianto; infatti hanno la funzione di consentire il passaggio del fluido verso una condotta di scarico, una volta raggiunto un determinato valore di pressione.

Il valore della pressione di sicurezza potrà essere “impostato” a seconda del meccanismo del tipo di valvola; tipicamente i metodi più utilizzati sono a molla, a peso diretto o a leva con contrappeso.



Figura 3.20 – Valvola di sicurezza

Questi tipi di valvole hanno un notevole impiego per la messa in sicurezza di zone della rete in cui la pressione potrebbe diventare troppo elevata (ex. Serbatoi); per quanto riguarda l’installazione è importante che venga seguita opportunamente la specifica normativa onde evitare di compromettere la funzionalità della valvola.

#### 3.3.4.5 Valvole di riduzione

Le valvole di riduzione sono delle particolari valvole per ridurre la pressione all’interno delle tubazioni.

Solitamente sono costituite da:

- Disco di regolazione;
- Molla di contrasto;
- Membrana elastica;
- Stelo con otturatore.

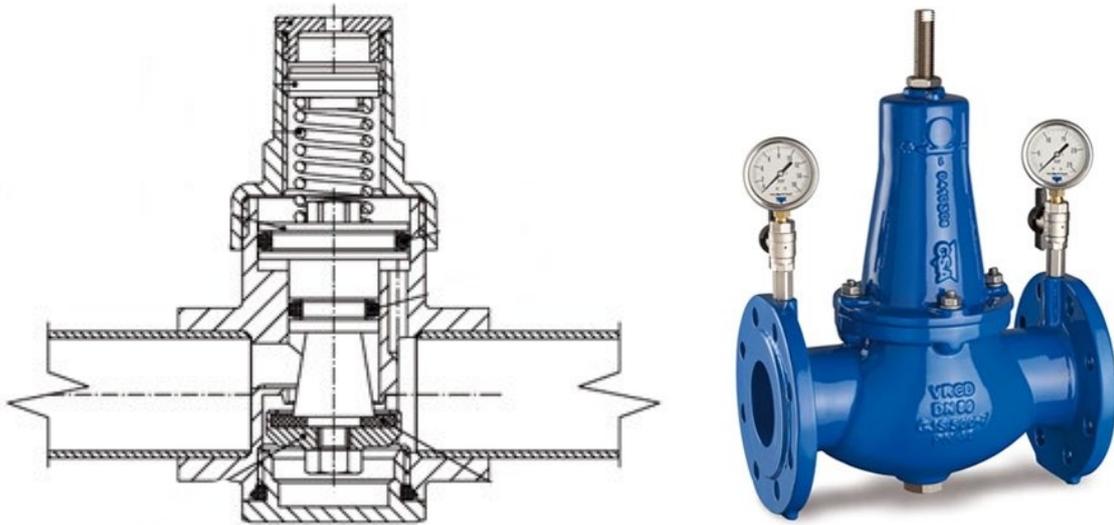


Figura 3.21 – Valvola di riduzione

Queste valvole possono essere comandate:

- Meccanicamente; si ruota una manopola per aumentare/dimunire il flusso/pressione.
- Elettronicamente; apparecchiatura gestisce il flusso d'aria tramite degli elementi elettromeccanici, che possono essere presenti sul regolatore di pressione o essere un elemento a parte.

### 3.3.4.6 Sfiato - valvole di sfiato

Le valvole di sfiato hanno la funzione di espellere l'aria dalle condotte in pressione per garantire la regolarità del flusso idrico.

La presenza di aria all'interno della tubazione può essere originata dalla presenza di bolle (legge di Henry) che si vengono a creare a seguito di variazioni di pressioni e/o temperatura; l'aria all'interno della tubazione può portare a diversi problemi quali:

- Riduzione sezione di deflusso e conseguente riduzione della portata idrica;
- Fenomeni di colpo d'ariete;
- Disinnesco delle pompe nelle condotte prementi;
- Corrosione interna delle tubazioni metalliche.

Per tali motivi è bene applicare questi dispositivi, i quali li possiamo suddividere in:

- Sfiato libero: utilizzato in condotte a basse pressioni ed è costituito da una tubazione di piccolo diametro collegata all'esterno della condotta con l'estremità libera rivolta verso l'alto.
- Sfiato in pressione: apparecchio dotato di una o più sfere che in base alla pressione in condotta si abbassano o alzano, permettendo la fuoriuscita e chiusura dell'aria.

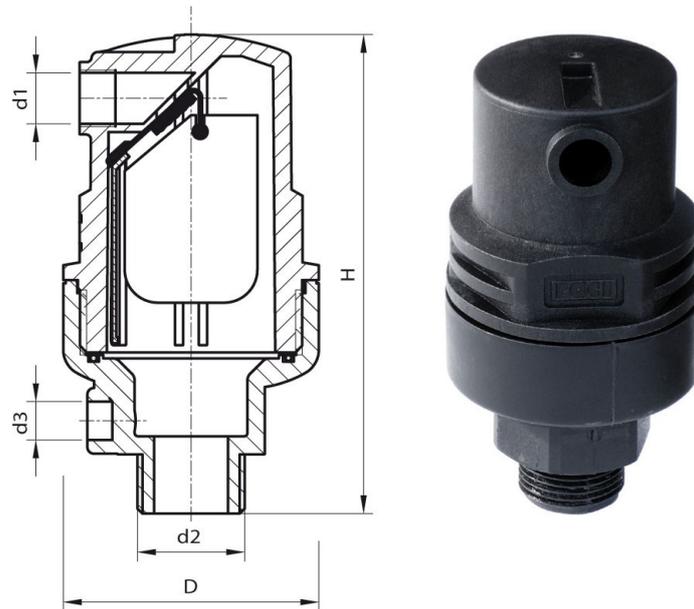


Figura 3.22 – Valvola di sfiato

### 3.3.4.7 Valvola di prova

Dispositivo utilizzato per la prova e manutenzione di un impianto, solitamente sprinkler.

Generalmente è composta da altri elementi di piping, quali:

- Valvola a sfera con leva;
- Sprinkler di prova;
- Manometro.

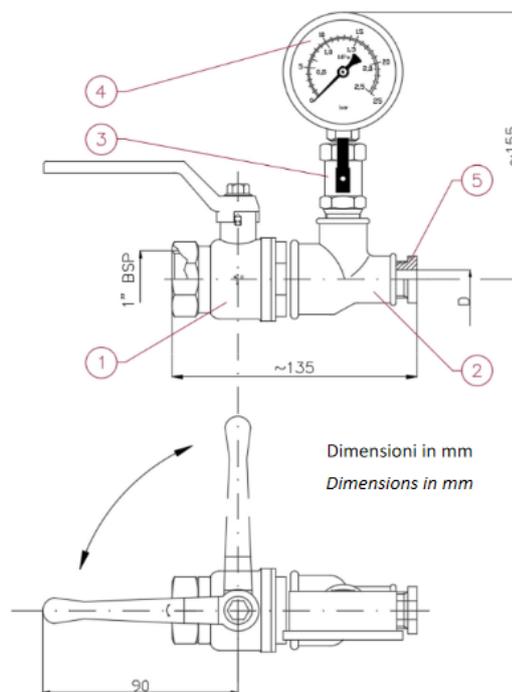


Figura 3.23 – Valvola di prova

### 3.3.4.8 Flussostato

Il flussostato è un dispositivo a due stati (aperto e chiuso) utilizzato per rilevare un determinato valore di portata di un fluido.

Esistono diversi tipi di flussostati, tra cui i più comuni sono quelli elettro-meccanici; il funzionamento prevede che l'elemento meccanico immerso nel fluido aziona un vero e proprio interruttore mediante leverismo.

Variando la lunghezza del braccio di leva o della molla di contrasto è possibile modificare la soglia di intervento del dispositivo.

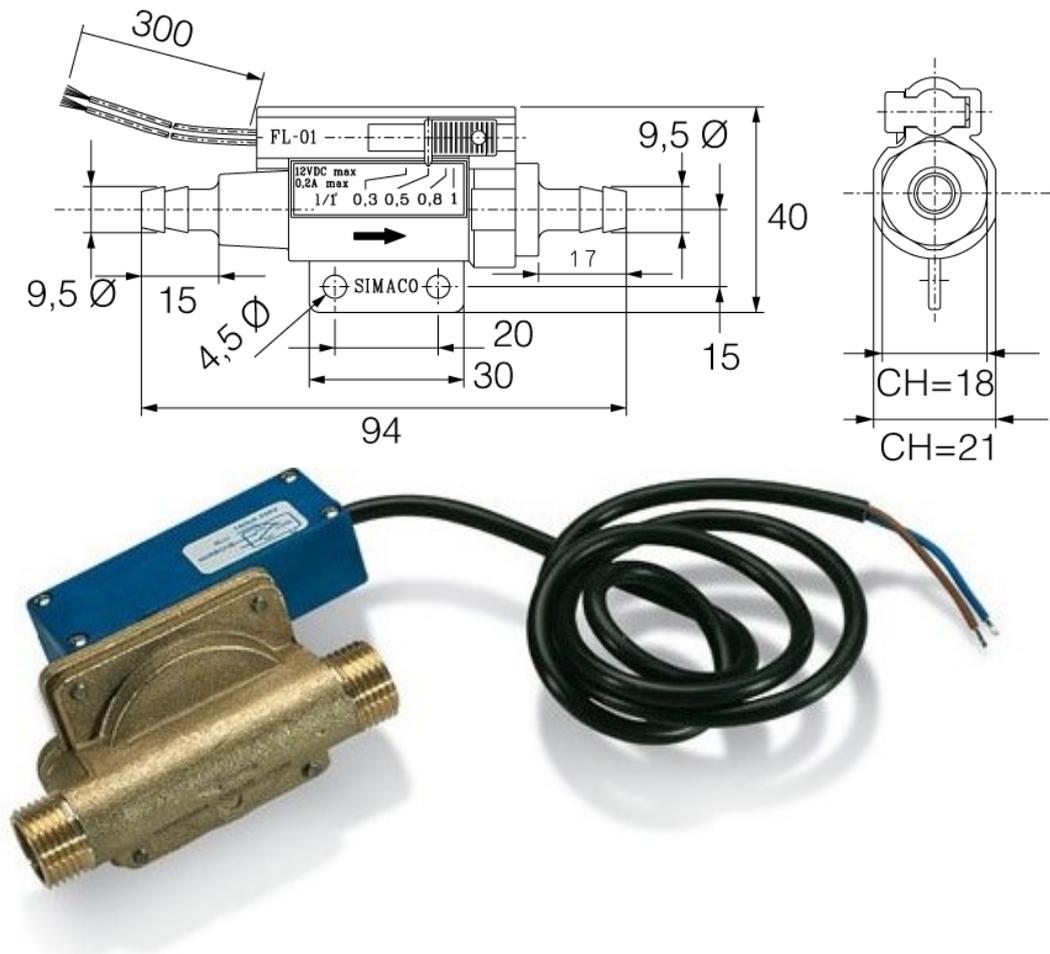


Figura 3.24 - Flussostato

### 3.3.4.9 Disconnettore

Il disconnettore è una valvola di sicurezza destinata ad evitare il ritorno dell'acqua nella rete pubblica di distribuzione dell'acqua potabile, quando in quest'ultima la pressione è temporaneamente minore di quella della rete privata che ha o può aver perso le sue caratteristiche sanitarie ed igieniche originarie.

La funzione di disconnessione è svolta anche in caso di guasto del disconnettore.

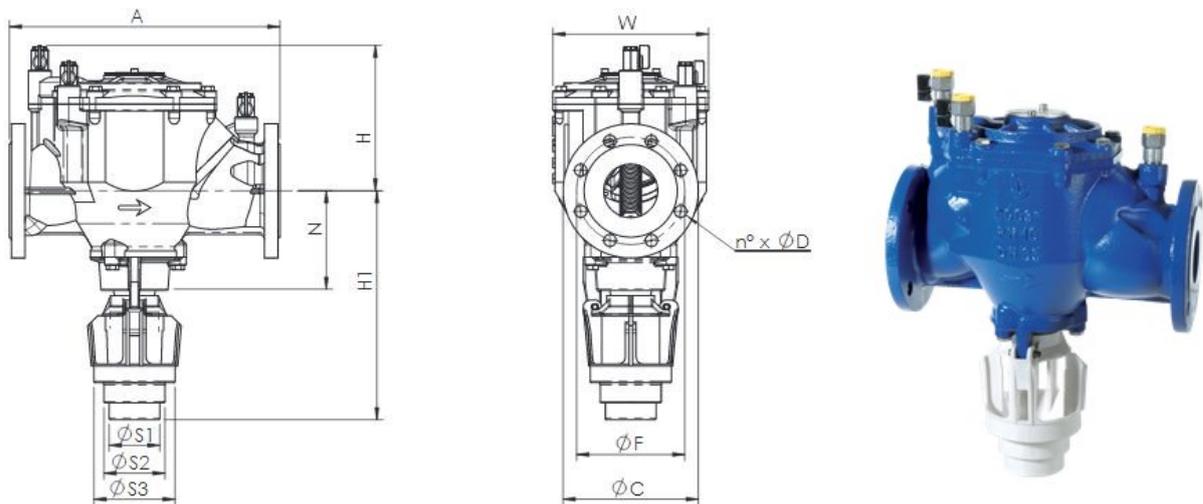


Figura 3.25 - Disconnettore

### 3.3.4.10 Attacco VVF

Un altro importante dispositivo all'interno di una rete antincendio è indubbiamente l'attacco VVF; questo dispositivo ha lo scopo di permettere ai Vigili del fuoco il collegamento dell'autopompa all'impianto idrico antincendio per immettere acqua in situazioni di emergenza.

L'attacco VVF è composto da un unico blocco metallico su cui è presente uno o più attacchi ed altri elementi quali:

- Valvola di sicurezza;
- Valvola di drenaggio;
- Valvola di non ritorno;
- 2 Valvole di intercettazione a saracinesca.

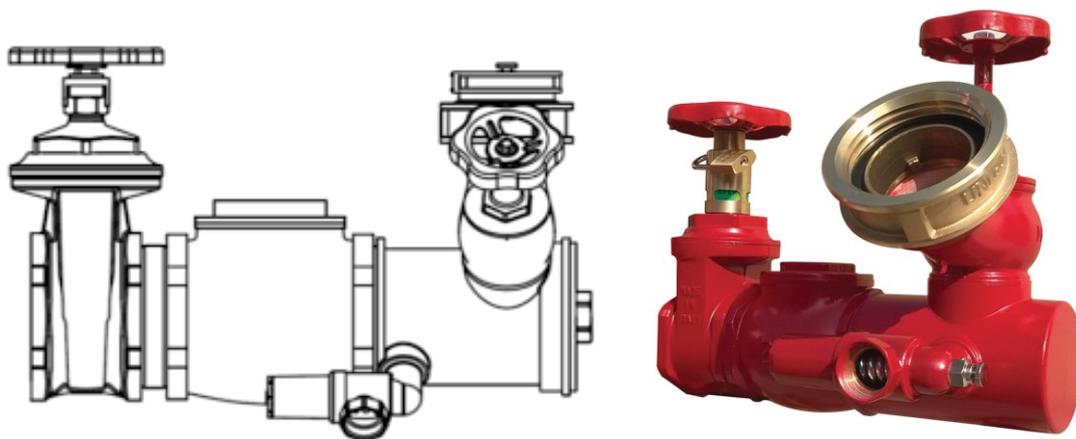


Figura 3.26 – Attacco VVF

### 3.4 SISTEMI DI PROTEZIONE

In precedenza è già stata riportata la definizione di sistema di protezione, evidenziandone le differenze con i sistemi di prevenzione.

Per quanto riguarda i sistemi di protezione è possibile effettuare una distinzione tra sistema di protezione attiva e sistema di protezione passiva, dove; per protezione passiva individuamo i sistemi che non hanno bisogno di un intervento, per protezione attiva individuamo i sistemi che hanno bisogno invece di un intervento da parte di un operatore o azionamento di un impianto.

#### 3.4.1 Protezione passiva

Tali misure vengono adottate con lo scopo di limitare gli effetti dell'incendio nello spazio e nel tempo, quindi garantire l'incolumità dei lavoratori, limitare gli effetti nocivi dei prodotti da combustione, contenere collassi strutturali, danni ai macchinari, ecc.

Possiamo perseguire questi fini adottando opportune misure.

##### 3.4.1.1 Distanze di sicurezza

Classificate in interne o esterne a seconda che siano finalizzate a proteggere elementi appartenenti ad uno stesso complesso o esterni al complesso stesso.

Le distanze di sicurezza hanno lo scopo di impedire la propagazione dell'incendio principalmente per trasmissione di energia termica raggiante.

La determinazione delle distanze di sicurezza viene, in linea teorica, basata sulla valutazione dell'energia termica irraggiata dalle fiamme di un incendio.

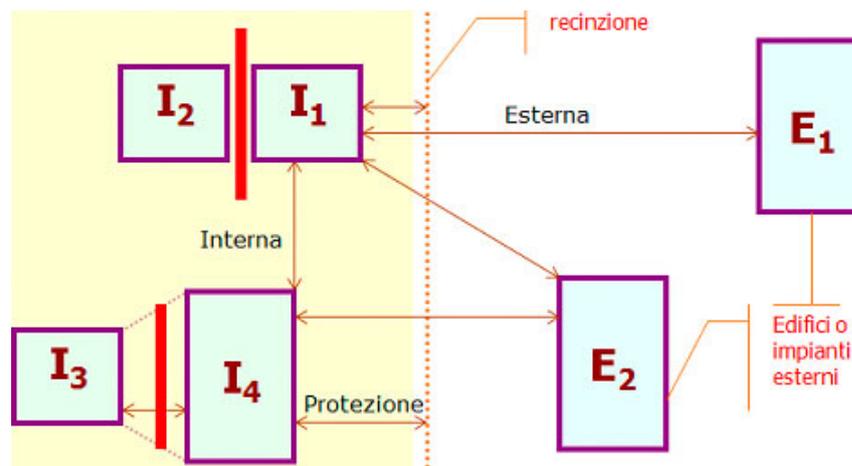


Figura 3.27 – Distanze sicurezza

##### 3.4.1.2 Resistenza al fuoco e compartimentazione

La resistenza al fuoco rappresenta il comportamento al fuoco degli elementi che hanno funzioni strutturali nelle costruzioni degli edifici, siano esse funzioni portanti o separanti.

La resistenza al fuoco può essere definita altresì come l'attitudine di un elemento da costruzione a conservare:

R – Stabilità; attitudine di un elemento a conservare la resistenza meccanica

E – Tenuta; attitudine di un elemento a non lasciar passare fiamme, vapori o gas caldi

I – Isolamento termico; attitudine di un elemento a ridurre la trasmissione del calore

Pertanto, in relazione ai requisiti degli elementi strutturali, viene utilizzato un numero che esprime i minuti primi per i quali gli elementi conservano le caratteristiche suindicate in funzione delle lettere R, E o I, come di seguito indicato per alcuni casi:

R 45    R 60

RE 45    RE 60

REI 45    REI 60

Le barriere antincendio realizzate mediante interposizione di elementi strutturali hanno invece la funzione di impedire la propagazione degli incendi, nonché in alcuni casi consentire una riduzione delle distanze di sicurezza.

Per una completa ed efficace compartimentazione i muri tagliafuoco non dovrebbero avere aperture, ma in un ambiente di lavoro è indispensabile garantire un'agevole comunicazione tra tutti gli ambienti; pertanto è inevitabile realizzare comunicazioni e dotarle di elementi di chiusura aventi le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del muro in cui sono applicate.

Tali elementi di chiusura possono essere distinti in:

- Porte incernierate;  
munite di sistemi di chiusura automatica che in caso di incendio fanno chiudere il serramento.

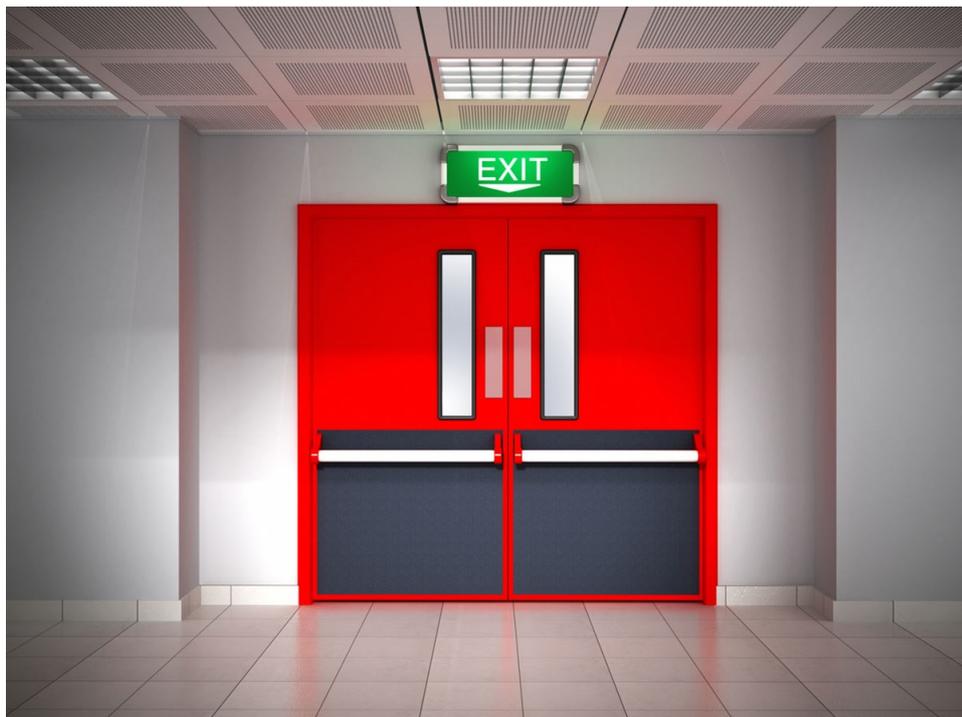


Figura 3.28 – Porte incernierate

- Porte scorrevoli;  
sospese da una guida inclinata di pochi gradi rispetto al piano orizzontale mediante ruote fissate al pannello. Normalmente risultano essere in posizione aperta tenute da un contrappeso e da un cavo in cui è inserito un fusibile che in caso di incendio si fonde facendo chiudere il serramento.



*Figura 3.29 – Porte scorrevoli*

- Porte a ghigliottina;  
installate con un principio analogo di quelle scorrevoli, in questo caso il pannello viene mantenuto sospeso sopra l'apertura e le guide sono verticali.



*Figura 3.30 – Porte a ghigliottina*

### 3.4.1.3 Vie di esodo

Già trattate all'interno del *paragrafo 2.5.2*, risulta però importante riportare gli elementi principali delle vie di esodo:

- Modulo di uscita;  
unità di misura della larghezza delle uscite, "modulo uno" (=0,60 m) esprime la larghezza media occupata da una persona.
- Capacità di deflusso o di sfollamento;  
numero massimo di persone che, in un sistema di vie di uscita, si assume possano defluire attraverso una uscita di "modulo uno".
- Densità di affollamento;  
numero massimo di persona assunto per unità di superficie lorda di pavimento.
- Larghezza delle uscite da ciascun compartimento;  
numero di moduli di uscita necessari per il completo sfollamento del compartimento.
- Massimo affollamento ipotizzabile;  
numero di persone ammesso in un compartimento.
- Scala di sicurezza esterna;  
scala totalmente esterna al fabbricato munita di parapetto.
- Scala protetta;  
scala in vano costituente compartimento antincendio avente accesso diretto da ogni piano, con porte REI dotate di autochiusura; a differenza della scala di sicurezza esterna presentano un grado di sicurezza maggiore perché non possono essere invase da fumo.

### 3.4.2 Protezione attiva

Poiché non possibile approfondire tutti i sistemi di protezione attiva, altrimenti verrebbe un lavoro molto superficiale e troppo dispersivo, nella tesi si procederà ad introdurre le tipologie principali di sistemi di protezione.

Verranno trattati:

- Estintori;
- Idranti e naspì;
- Sistemi di spegnimento automatici;
- Sistemi di rivelazione;
- Evacuatori di fumo e calore.

In particolare verranno approfondite le reti idranti e sprinkler, anche all'interno del caso studio di un impianto reale e relativo calcolo idraulico riportato nel *capitolo 4*.

#### 3.4.2.1 Estintori

Gli estintori sono mezzi mobili di sicurezza destinati allo spegnimento di fuochi mediante emissione di prodotti idonei.

Solitamente vengono utilizzati per un primo intervento su un principio di incendio; possono essere classificati in base al peso complessivo in due tipologie:

- Estintori portatili; utilizzabili manualmente con un peso complessivo fino a 20kg. *[figura 3.31]*
- Estintori carrellati; trasportati su ruote con un peso complessivo maggiore di 20kg. *[figura 3.32]*



Figura 3.31 – Estintore portatile



Figura 3.32 – Estintore carrellato

La fuoriuscita dell'agente estinguente avviene mediante una pressione interna che può essere formata da una compressione preliminare o dalla liberazione di un gas ausiliario contenuto in una specifica bombola di ridotte dimensioni interna od esterna all'apparecchio.

Per l'individuazione del tipo e numero di estintori da applicare viene fatto riferimento al decreto ministeriale del 10 marzo 1998; quest'ultimo stabilisce che gli estintori dovranno essere scelti in funzione della classe di incendio e del livello di rischio del luogo di lavoro.

Nella *figura 3.33* viene riportata la superficie protetta da un estintore in funzione del rischio:

Tipo estintore	Superficie protetta da un estintore		
	Rischio Basso	Rischio medio	Rischio alto
13A-89B	100 m <sup>2</sup>	-	-
21A-113B	150 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	-
34A-144B	200 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>
55A-233B	250 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>

Figura 3.33 – Superficie protetta in funzione del tipo di estintore

È inoltre importante assicurare il posizionamento di un estintore per piano e garantire una distanza da percorrere da una persona per l'utilizzo del sistema di protezione inferiore a 30 m.

Generalmente è possibile procedere alla classificazione degli estintori in base all'agente estinguente utilizzato, in:

- Estintore a polvere;  
Contenenti polvere antincendio composta da una miscela di varie sostanze chimiche con l'aggiunta di additivi per migliorarne qualità di fluidità e idrorepellenza. Questi estintori lavorano a pressioni di esercizio non troppo elevate, è importante che il manometro presente sulla sommità della bombola riporti una pressione interna corretta, indicata dal campo verde.
- Estintore ad anidride carbonica – CO<sub>2</sub>;  
Costituiti da una bombola, una valvola di erogazione e una manichetta flessibile.

La CO<sub>2</sub> viene normalmente conservata a pressione allo stato liquido, espandendosi al rilascio per via di un brusco abbassamento di temperatura tale da farla solidificare, generando quindi una massa gelida e leggera detta “neve carbonica”.

Quest’ultima andrà poi ad agiarsi sui corpi che bruciano, trasformandosi in gas sottrae loro una certa quantità di calore ed essendo, inoltre, più pesante dell’aria, circonda i corpi infiammati e li spegne per soffocamento abbassando la concentrazione di ossigeno.

- Estintore idrico;

Tali estintori contengono una carica estinguente formata da una miscela per il 97% da acqua ed il 3% un additivo concentrato.

Sono molto efficaci per incendi di classe A ed efficacissimi per incendi di classe B.

Nella figura 3.34 vengono riportati i tipi di estintori in funzione al materiale del combustibile:

Natura del combustibile	Tipo di estintore da impiegare		
	CO <sub>2</sub>	POLVERE	IDRICI
Carta, legname, tessuti	NO (*)	SI	SI
Benzine o liquidi infiammabili	SI	SI	SI
Impianti ed apparecchi elettrici	SI	SI (*)	NO
Computer, centrali telefoniche, documenti,	SI	NO (*)	NO

(\*) Utilizzabile in mancanza di mezzi più adeguati per incendi di lieve entità

Figura 3.34 – tipo di estintore in funzione del materiale combustibile

### 3.4.2.2 Rete idrica antincendio

Generalmente la rete idrica antincendio viene installata a protezione delle attività industriali o civili caratterizzate da un rilevante rischio, l’impianto a rete idranti è disciplinato dalla *UNI 10779*.

Come già riportato nel paragrafo “3.2 Alimentazioni idriche” la rete idrica antincendio viene collegata direttamente all’acquedotto cittadino, o qualvolta l’acquedotto non garantisce continuità di erogazione e sufficiente pressione viene utilizzata una vasca di disgiunzione.

In questo caso le caratteristiche idrauliche richieste agli erogatori sono assicurati in termini di portata e pressione alla capacità della riserva idrica e dal gruppo di pompaggio.

Particolarmente importante per la rete idrica, a garanzia di affidabilità e funzionalità, è il rispetto dei seguenti criteri progettuali:

- Indipendenza della rete da altre utilizzazioni;
- Dotazione di valvole di sezionamento;
- Disponibilità di riserva idrica e costanza di pressione;
- Ridondanza del gruppo pompe;
- Disposizione della rete ad anello;
- Protezione della rete dall’azione del gelo e dalla corrosione;
- Caratteristiche idrauliche pressione – portata;
- Idranti collegati con tubazioni flessibili a lance erogatrici che consentono, per numero ed ubicazione, la copertura complessiva della superficie interessata.

Gli erogatori della rete idrica antincendio vengono identificati con il termine idrante/naspo, i quali sono dispositivi per l’erogazione acqua; generalmente suddivisi in base alle caratteristiche e posizionamento in idranti a muro e naspi, idranti soprasuolo ed idranti sottosuolo.

### 3.4.2.2.1 Idranti a muro UNI 45 e naspi

Prevalentemente utilizzati per la protezione interna degli edifici.

Gli idranti a muro UNI 45 con tubazione di diametro 45 mm sono costituiti da un involucro dotato di sportello sigillabile con lastra frangibile/infrangibile in versione da parete o ad incasso, contenente una tubazione appiattabile a norma, una lancia con intercettazione e frazionamento del getto e il rubinetto di alimentazione.

La lunghezza massima delle manichette è pari a 20 m.



Figura 3.35 – Idrante UNI 45

Un'altra categoria è rappresentata dalle cassette con tubazioni semi-rigide da 20 o 25 mm, denominate "cassette naspo", disciplinate dalla UNI EN 671/1.

Le cassette naspo sono dotate di avvolgi-tubo orientabile con tubazione già collegata alla lancia ed al rubinetto.

Il vantaggio principale dei naspi è la semplicità di utilizzo, oltre alla possibilità di srotolare solo la lunghezza necessaria di tubazione.



Figura 3.36 – Naspo UNI 25

Sia i naspi che idranti UNI 45 sono dotati di lancia a tre effetti, che consente di variare il getto d'acqua e di interrompere l'erogazione quando necessario; il comando è generalmente a leva oppure a rotazione.

In seguito vengono riportate le prestazioni idrauliche minime richieste a tali attrezzature:

- Un idrante a muro DN 45 deve normalmente assicurare una portata non inferiore a 120 l/min, con una pressione residua non inferiore a 1,5 bar.
- Un naspo DN 25 deve normalmente assicurare una portata non inferiore a 35 l/min, con una pressione residua non inferiore a 1,5 bar.

L'autonomia e la contemporaneità di funzionamento dovranno essere definiti in base alla valutazione della classe di rischio di incendio.

Per quanto riguarda il posizionamento dovranno essere rispettati i seguenti criteri di installazione:

- Installati generalmente a muro, con apposita cassetta attrezzata, ubicata in posizione ben visibile e segnalata con appositi cartelli per facilitarne l'individuazione;
- Installati in posizione tale da garantirne il facile raggiungimento;
- Posizionati in modo tale che ogni parte dell'attività di incendio sia raggiungibile con il getto d'acqua di almeno un idrante; in situazioni di grave emergenza si può richiedere che gli idranti siano installati in modo da consentire l'intervento contemporaneo di due idranti;
- Distribuiti nell'edificio nei punti opportuni per la difesa contro gli incendi;

- Nei fabbricati a più piani, installati in tutti i piani creando delle colonne montanti.

### 3.4.2.2.2 Idranti soprasuolo

Gli idranti soprasuolo o a colonna sono comunemente impiegati per la protezione esterna di edifici; installati in modo da consentire la lotta contro l'incendio quando per dimensioni e caratteristiche di quest'ultimo non è possibile operare da vicino, ma richiedono un intervento a distanza.

Solitamente vengono impiegati idranti con attacchi DN 70, in grado di assicurare una portata non inferiore a 300 l/min, con una pressione residua non inferiore a 4 bar; l'autonomia e la contemporaneità di funzionamento deve essere sempre definita in base alla valutazione della classe di rischio di incendio.

Essi sono costituiti da un corpo in ghisa, da un dispositivo di manovra pentagonale che, mediante un albero, apre e chiude la valvola di intercettazione, da uno scarico antigelo, da una flangia di connessione all'impianto di distribuzione e da due sbocchi DN 70 per il collegamento delle manichette. [vedi figura 3.37]

Tali idranti vanno preferibilmente installati in posizione sicura sia per l'incolumità degli operatori, sia per la funzionalità delle attrezzature.

Dovranno inoltre essere installati ad una distanza reciproca massima di 60 m, e devono essere posizionati in modo tale che ogni punto delle pareti perimetrali dei fabbricati disti non più di 30 m; in genere si raccomanda una distanza compresa tra i 5 e i 10 m.

A differenza dei naspi, l'utilizzo di questi dispositivi è normalmente riservato a personale esperto ed addestrato professionalmente (Vigili del Fuoco o operatori esperti in squadre aziendali), per quanto segue:

- Gli idranti esterni vengono utilizzati quando l'incendio dell'edificio è ormai generalizzato;
- È frequente l'esigenza di realizzare uno stendimento di tubazioni in acciaio, con formazione di linee idriche lunghe anche centinaia di metri, ed ottenibili mediante collegamento di numerosi tratti di manichette DN 70;
- È altresì frequente l'esigenza di suddividere una linea DN 70 in più linee DN 45;
- L'effettuazione rapida e precisa di tali operazioni richiede esperienza ed affiatamento di squadra;
- La manovrabilità di una lancia DN 70 può essere molto faticosa e può richiedere l'operatività contemporanea di 2 persone.

### 3.4.2.2.3 Idranti sottosuolo

Gli idranti sottosuolo sono dei particolari tipi di idranti che vengono installati sotto il livello del terreno, sono dotati di un dispositivo antigelo e i pozzetti (chiusini) che contengono questi tipi di idranti hanno la forma di ellisse riportandovi la dicitura "idrante".

Generalmente collocati ad una distanza tra 5 e 10 m dal perimetro del fabbricato e ad una mutua distanza di 60 m, in funzione al raggio di azione.

Sono fondamentalmente costituiti da un corpo in ghisa, da un dispositivo di manovra di forma pentagonale che, attraverso un albero in acciaio, apre e chiude la valvola di intercettazione, da uno scarico antigelo, da una flangia di connessione all'impianto di distribuzione e da un attacco (minimo DN 70 massimo DN 100) per il collegamento del collo di cigno.



Figura 3.37  
-  
Idrante DN 70



Figura 3.38 – Idrante sottosuolo DN 80 e chiuso

### 3.4.2.3 Sistemi di spegnimento automatici

In base alle sostanze utilizzate è possibile classificare diversi tipi di impianti:

- Impianti Sprinkler;
- Impianti a CO<sub>2</sub>;
- Impianti a schiuma;
- Impianti ad halon;
- Impianti a polvere.

Un impianto automatico consta di più parti come una fonte di alimentazione, pompa di mandata, centralina di controllo e allarme, condotte montanti principali, condotte secondarie, testine erogatrici.

L'erogazione della sostanza estinguente può essere comandata da un impianto di rivelazione incendi [paragrafo 3.4.2.4], oppure essere provocata direttamente dalla apertura delle reste erogatrici: per fusione di un elemento metallico o per rottura di un elemento termosensibile a bulbo.

#### 3.4.2.3.1 Sistemi Sprinkler

Lo sprinkler è un sistema automatico di estinzione a pioggia; automatico poiché ha lo scopo di rilevare la presenza di un incendio e di controllarlo in modo che l'estinzione possa essere completa con altri mezzi, o di estinguerlo nello stato iniziale.

La normativa di riferimento è la *UNI EN 12845*.

##### 3.4.2.3.1.1 Sprinkler

L'erogatore è un ugello che distribuisce acqua sopra una determinata area di copertura, normalmente compresa tra 9 e 20 mq in funzione della tipologia del rischio prevista da normativa.

Ogni erogatore è composto da 5 parti:

1. Corpo;  
Costituisce la struttura dell'erogatore. La tubazione di alimentazione è collegata alla base del corpo che tiene insieme il tappo e l'elemento termosensibile e supporta il deflettore durante la

fuoriuscita dell'acqua. La scelta di un corpo particolare dipende dalla dimensione e tipo di area che deve essere protetta.

2. Elemento termosensibile;

È il componente che attiva l'uscita dell'acqua. In condizioni normali il componente funge da tappo e fa in modo che non vi sia fuoriuscita di acqua; non appena l'elemento viene esposto al calore e raggiunge una determinata temperatura, cede e rilascia il tappo.

Sostanzialmente vengono impiegati elementi a bulbo di vetro frangibile o a lega metallica fusibile.

La normale temperatura di funzionamento è tra i 57°C e i 77°C; ma vi sono diversi sprinkler che funzionano a temperature più elevate.

Solitamente il tempo di reazione affinché si attivi il fusibile o il bulbo si rompa va dai 3 ai 4 minuti, ma esistono sistemi a risposta rapida che si attivano in tempi più brevi.

3. Tappo;

Viene collocato sopra l'orifizio ed è tenuto nella sua posizione dall'elemento termosensibile.

4. Orifizio;

Foro situato sulla base del corpo dell'erogatore. È l'apertura dalla quale fuoriesce l'acqua necessaria. La maggior parte degli orifizi hanno un diametro di 15 mm (1/2").

5. Deflettore;

Montato sul corpo dell'erogatore nella parte opposta dell'orifizio. Lo scopo è quello di frazionare il flusso d'acqua che fuoriesce dall'orifizio in modo da incrementare la capacità estinguente.

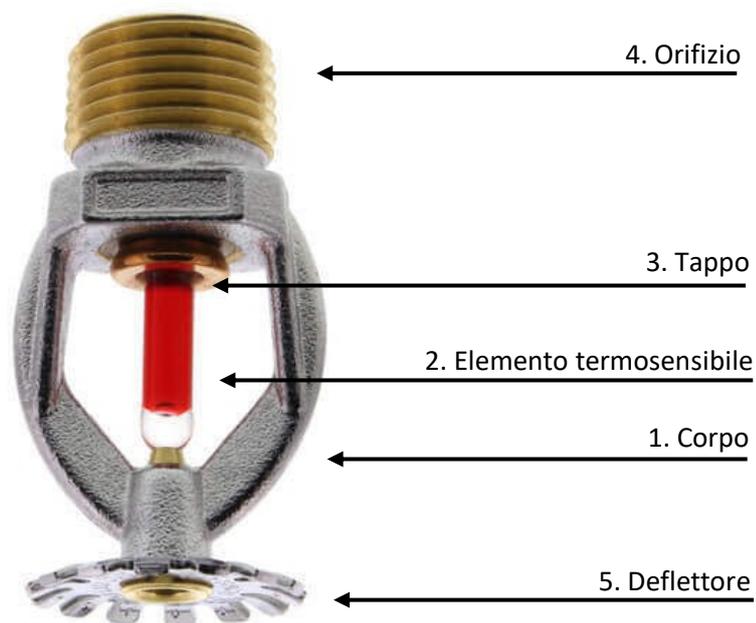


Figura 3.39 – Schema erogatore sprinkler

Le normali modalità di montaggio degli sprinkler sono:

- Rivolti verso l'alto - Upright;
- Rivolti verso il basso - Pendent;
- Rivolti orizzontalmente.

L'erogatore deve essere montato come da progetto, la scelta di un particolare tipo di montaggio dipende dai vincoli strutturali dell'edificio.

#### **3.4.2.3.1.2 Funzionamento**

Possiamo individuare diversi tipi di impianti sprinkler in base alle modalità di funzionamento degli impianti, già brevemente descritte in precedenza, in seguito riportate:

- Sistemi ad umido;  
Nelle tubature scorre acqua in pressione, ovvero tutto l'impianto è permanentemente riempito di acqua. È il sistema più rapido e si può adottare nei locali in cui non esiste il rischio di gelo.
- Sistemi a secco;  
Nelle tubature è presente aria in pressione che determina, una volta attivati gli sprinkler, la fuoriuscita di acqua dagli ugelli. È il sistema da scegliere quando si opera a basse temperature.
- Sistemi a diluvio;  
Gli erogatori sono privi di tappi ed elementi termosensibili. L'acqua fuoriesce da tutti gli erogatori contemporaneamente e si trova depositata al di sopra della valvola. Questo sistema è generalmente utilizzato in fabbricati in cui esiste il rischio che si producano incendi importanti con rapida diffusione.
- Sistemi a preallarme;  
Simili ai sistemi a secco, la differenza è nell'attivazione. In questo caso è necessaria una doppia verifica prima che il sistema possa attivarsi: degli erogatori e dell'impianto di rivelazione. Tale sistema viene utilizzato in magazzini in cui la presenza di acqua o di elevati livelli di umidità possono compromettere l'integrità delle merci.

La scelta di un sistema anziché un altro dipenderà quindi dal grado di rischio dell'incendio, dalla velocità di propagazione dell'incendio, sensibilità del contenuto al danno da bagnamento, condizioni ambientali e tempo di reazione desiderato.

#### **3.4.2.3.1.3 Posizionamento**

Gli sprinkler vengono solitamente posizionati a livello del soffitto o della copertura, alla quale sono collegati.

Tuttavia esistono 4 tipi di posizionamento:

- A soffitto;
- Incassato;
- Nascosto;
- Laterale.

La logica di posizionamento dipenderà da diversi fattori come la planimetria, possibile interferenza tra gli erogatori ecc.

Per quanto riguarda l'installazione a soffitto, superati i 13,5 m di altezza è meglio evitare tale installazione e collocare gli sprinkler a livelli intermedi delle scaffalature. Tale applicazione viene anche particolarmente utilizzata nei magazzini automatici.



Figura 3.40 – Impianto sprinkler

#### 3.4.2.3.1.4 Dimensionamento

Per progettare un impianto sprinkler è opportuno fare riferimento a specifiche norme tecniche con cui determinare tutte le caratteristiche del sistema, in particolare le prestazioni richieste all'impianto in termini di densità di scarica, ossia quanta acqua erogata al minuto su ogni mq di superficie protetta, e di area operativa, ossia la superficie massima su cui si prevede il funzionamento dell'impianto.

Molteplici fattori sono rilevanti al fine di determinare tali caratteristiche, tra cui:

- Attività svolta;
- Tipi di merci, materiali e imballaggi;
- Modalità stoccaggio;
- Caratteristiche dei fabbricati;
- Condizioni ambientali.

È opportuno quindi effettuare un'opportuna classificazione per definire il grado di rischio, classificabile in:

- Lieve (LH), bassi carichi di incendio e bassa combustibilità;
- Ordinario (OH), presenza di prodotti o combustibili con carico di incendio medio;
- Alto (HHS), deposito di merci altamente combustibili.

In base alla classe di rischio si determinerà poi, tramite normativa, l'area massima per sprinkler per mq e le distanze massime degli "ugelli spruzzatori".

In genere nella progettazione di un impianto sprinkler viene data maggiore rilevanza ad aspetti come modalità e altezza di impilamento, distanze fra scaffalature, comportamento al fuoco dei materiali e tipo di imballaggi.

### 3.4.2.3.2 Altri sistemi automatici

Gli impianti a schiuma sono concettualmente simili agli impianti sprinkler ad umido e differiscono da questi per la presenza di un serbatoio schiumogeno e di idonei sistemi di produzione e scarico della schiuma (versatori).



*Figura 3.41 – Impianto a schiuma in funzione*

Gli impianti ad anidride carbonica, ad halon, a polvere: hanno portata limitata dalla capacità geometrica della riserva (batteria di bombole o serbatoi).

Gli impianti a polvere non sono in genere costituiti da condotte, ma da teste singole autoalimentate da un serbatoio incorporato di modeste capacità.

### 3.4.2.4 Sistemi di rivelazione

Gli impianti di rivelazione possono essere definiti come un insieme di apparecchiature fisse utilizzate per rilevare e segnalare un principio di incendio.

Lo scopo di questi impianti è quello, appunto, di rilevare e conseguentemente segnalare tempestivamente ogni principio di incendio, in modo da poter mettere in atto le opportune misure necessarie per lo spegnimento dell'incendio.

Avvenuta la fase di rilevazione, si ha la rivelazione quando la notizia che si sta sviluppando l'incendio viene comunicata al sistema demandato ad intervenire.

Solitamente esistono diversi tipi di rilevatori di incendio, classificabili in base al fenomeno rilevato:

- Di calore;
- Di fumo;
- Di gas;
- Di fiamme.



Figura 3.42– Rivelatore di fumo (1), di calore (2), di gas (3), di fiamma (4)

Oppure classificabili anche in base al metodo di rilevazione, in:

- Statici, allarme al superamento di un valore di soglia;
- Differenziali, allarme per un dato incremento;
- Velocimetrici, allarme per velocità di incremento.

Infine, classificabili anche in base al tipo di configurazione del sistema di controllo dell'ambiente, in:

- Puntiformi;
- A punti multipli;
- Lineari.

Solitamente un impianto di rivelazione automatico è composto da una serie di componenti quali rilevatori, centrale di controllo e segnalazione, dispositivi di allarme, comandi di attivazione, elementi di connessione per il trasferimento di energia ed informazioni.

La centrale di controllo è la parte che garantisce l'energia elettrica a tutti gli elementi dell'impianto ed è di solito collegata ad una sorgente di energia alternativa che garantisce il funzionamento dell'impianto anche in caso di mancanza di corrente elettrica.

Una volta avvenuto l'incendio, l'allarme può essere suddiviso in "locale" o "trasmesso a distanza"; per far sì che vengano poi avviati i dispositivi automatici di protezione o l'intervento del personale addetto.

### 3.4.2.5 Evacuatori di fumo e calore

In combinazione con gli impianti di rivelazione, molto frequente è l'applicazione di opportuni evacuatori di fumo e calore (EFC), con lo scopo di permettere la fuoriuscita dei prodotti da combustione dal fabbricato.

Nello specifico, questi dispositivi hanno lo scopo di:

- Agevolare sfollamento delle persone presenti e l'azione dei soccorritori;
- Proteggere strutture e merci contro l'azione del fumo e dei gas caldi;
- Ritardare o evitare l'incendio pienamente sviluppato;
- Ridurre danni provocati da gas da combustione o eventuali sostanze tossiche originate.

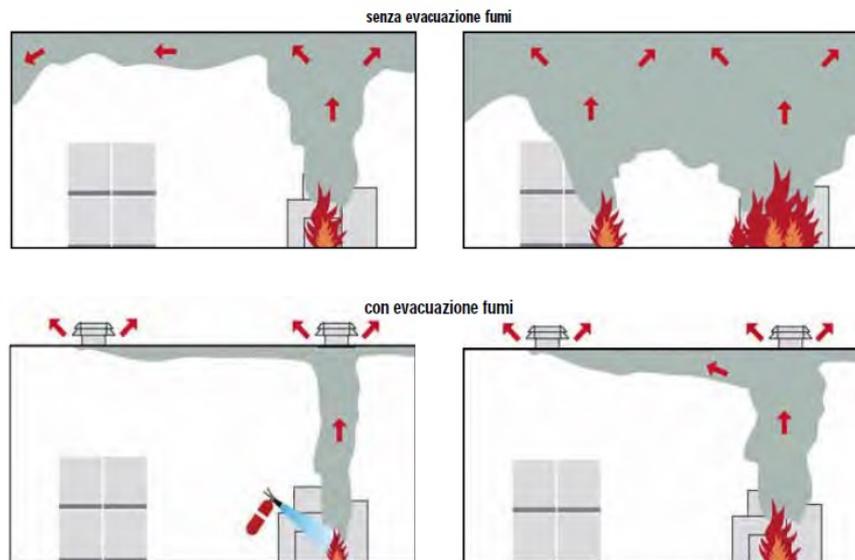


Figura 3.43 – Funzionamento EFC

Per quanto riguarda l'installazione, gli EFC devono essere installati, per quanto possibile, in modo omogeneo nei singoli compartimenti; a soffitto in ragione, ad esempio, di uno ogni 200 mq come previsto dalla regola tecnica nella norma UNI – VVF 9494.

### 3.5 MANUTENZIONE

Particolarmente importante per i sistemi antincendio, oltre ad un corretto dimensionamento e posizionamento delle misure di protezione, è garantire una corretta manutenzione eseguendo ispezioni e controlli periodici.

Generalmente vengono disposti dei programmi di prove assistenza e manutenzione, registrando e documentando le attività, custodendo i documenti in un apposito registro.

Dopo una procedura di ispezione, controllo, prova, assistenza e manutenzione, l'impianto viene riportato nelle corrette condizioni di funzionamento.

L'installatore, responsabile della procedura di prova, assistenza e manutenzione, supporta inoltre l'utente con una documentazione relativa alle procedure di ispezione e di controllo dell'impianto.

Il programma comprende le istruzioni sulle azioni da intraprendere per quanto concerne i guasti, il funzionamento dell'impianto, con particolare attenzione all'azionamento manuale di emergenza delle pompe ed i dettagli del controllo periodico settimanale.

Infatti, senza entrare troppo nel dettaglio, per una corretta manutenzione e sicurezza vengono programmati determinati controlli periodici; i quali possono essere settimanali, mensili, trimestrali ecc. a seconda del tipo di controllo e ispezione.

## CAPITOLO 4 – CASO STUDIO: IMPIANTO ANTINCENDIO AZIENDA A STAMPO INTERNAZIONALE

### 4.1 INTRODUZIONE

Nel quarto capitolo verrà affrontato lo studio di un impianto antincendio esistente appartenente ad una sede locale di un'importante azienda.

All'interno del capitolo verrà presentato il progetto dell'impianto nelle sue varie parti, verificando parallelamente la conformità normativa, e verranno riportati dei cenni relativi al calcolo idraulico effettuato.

Tra i vari lavori seguiti nel rapporto con la società *Ingegno s.r.l.*, è stato deciso di presentare tale progetto per via della correttezza con la quale è stato progettato alla base, completezza dei documenti disponibili ed anche in base alla precisione e carico di lavoro applicato dal sottoscritto.

### 4.2 NORMATIVA FM

È bene ricordare che tale impianto è stato progettato mediante la normativa *FM*, l'azienda proprietaria dell'impianto risulta essere sotto la copertura dell'ente *FM Global*.

*FM Global* è uno tra i principali enti assicurativi specializzati in servizi di prevenzione delle perdite principalmente a grandi società di tutto il mondo.

La società utilizza un modello di business non tradizionale; alla base vi è la convinzione che tutte le perdite possano essere prevenute ed eventualmente limitate, utilizzando modelli di determinazione del rischio grazie ad analisi tecniche anziché calcoli su dati storici.

Per far sì che il rapporto tra l'ente assicurativo e le società che ne richiedono copertura continui, è fondamentale il rilascio di un opportuno certificato che garantisce il superamento di requisiti di prova tra i più rigorosi.

*FM Approved* è il marchio utilizzato per i sistemi antincendio.

Nel *paragrafo 4.5* verrà verificata la conformità normativa nel rispetto delle seguenti norme tecniche:

- NFPA 13: "Standard for the installation of sprinkler systems"
- FM Global DS-2-8: "Earthquake protection for water-based fire protection systems"
- FM Global DS 3-2: "Water tanks for fire protection"
- FM Global DS 3-7N: "Stationary pumps for fire protection"
- FM Global DS 3-10: "Installation and maintenance of private fire service mains and their appurtenances"
- FM Global: "Approval Guide 2007 – Chapter 3 – Fire Pump Installation Systems"

### 4.3 DESCRIZIONE DEL FABBRICATO

Il fabbricato esistente in questione risulta essere composto da una pianta a forma regolare scomponibile in vari locali, ciascuno con la propria destinazione d'uso.

Nello specifico, il piano terra e piano primo sono composti da diversi ambienti, visibili in *figura 4.2 e 4.4*, ove per semplificazione verranno denominati solo i locali interessati al calcolo idraulico; l'insieme dei locali adiacenti alla produzione verranno raggruppati con il termine "zona uffici PT" ed allo stesso modo "zona uffici P1".

L'altezza complessiva del fabbricato è di 9 m, l'altezza a soffitto all'interno del magazzino/laboratorio produzione è di circa 7 m e nella zona uffici avremo una scomposizione in n.2 piani dai quali verrà definito un piano terra e un piano primo con altezza soffitto di 3,7 m circa; inoltre all'interno dello stabilimento è previsto un piano interrato per permettere il passaggio dei tubi senza prevenire ad ulteriore ingombro.

Il piano terra presenta una superficie di circa 9.000 mq, ai quali si aggiungono circa 2600 mq del piano interrato e circa 2400mq del piano primo.

In seguito viene riportata la planimetria generale dello stabilimento [*figura 4.1*] e planimetrie dei vari piani che lo compongono.

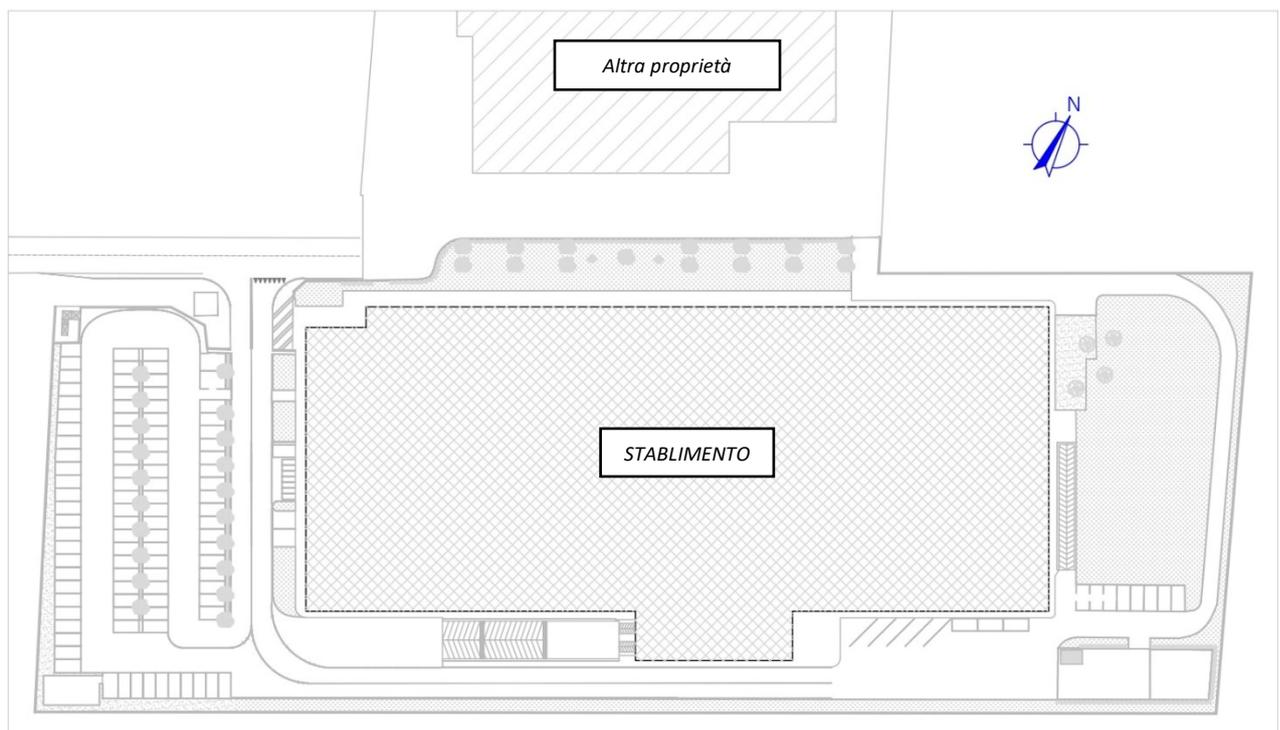


Figura 4.1 – Planimetria generale stabilimento

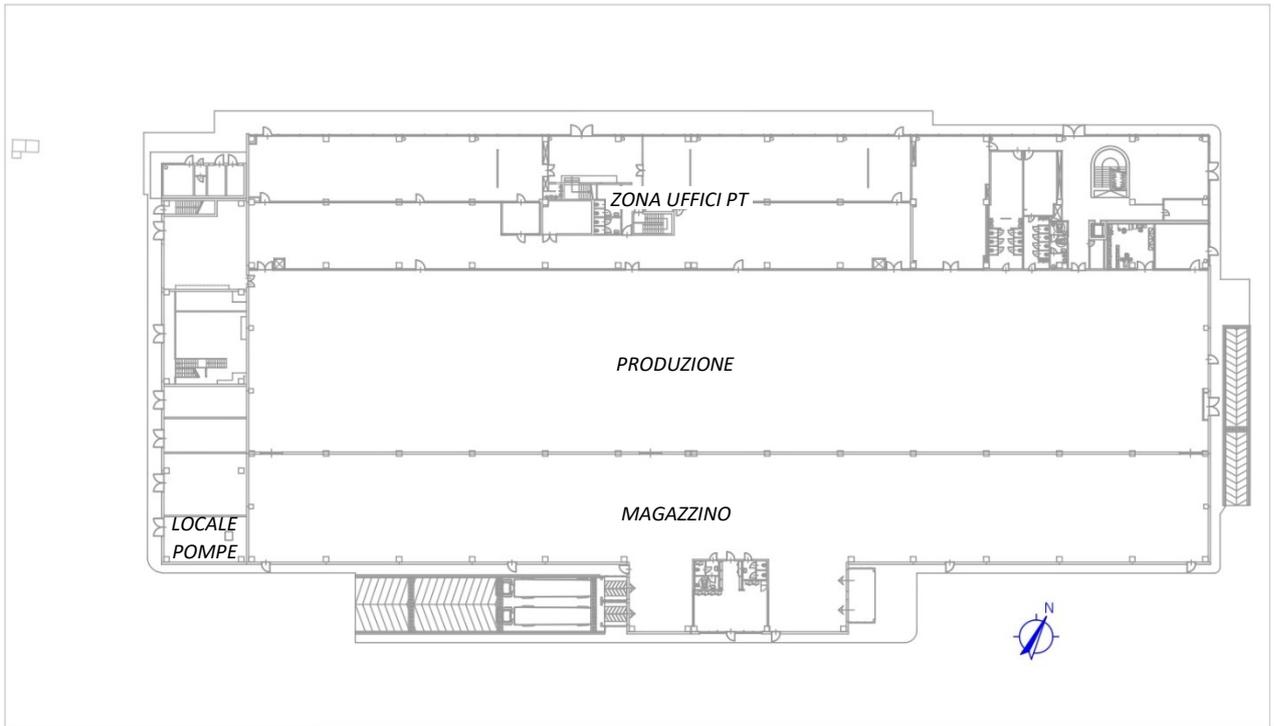


Figura 4.2 – Planimetria piano terra

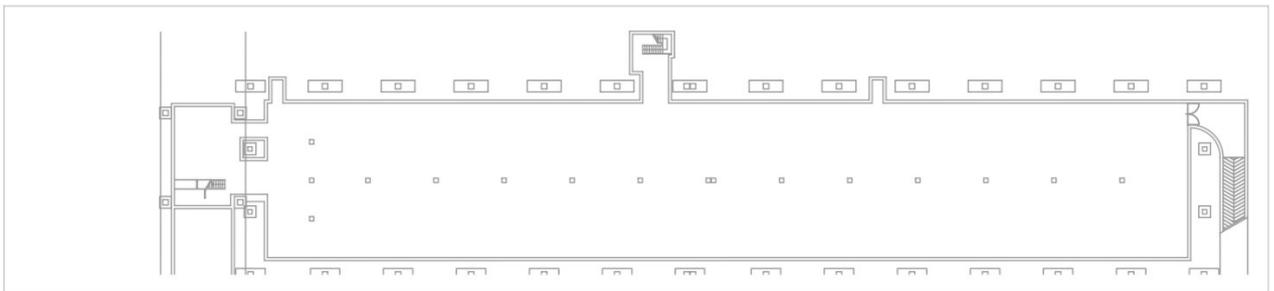


Figura 4.3 – Planimetria piano interrato

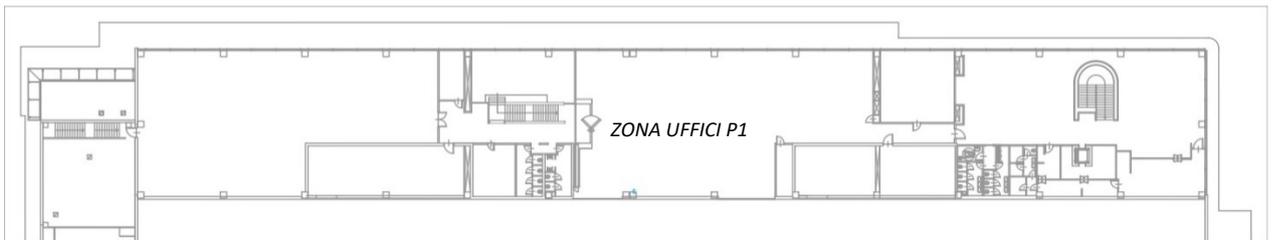


Figura 4.4 – Planimetria piano primo

Nel fabbricato è presente una copertura di tipo piana e una copertura di tipo shed, come visibile in *figura 4.5* e nelle sezioni, *figura 4.6*, associate.

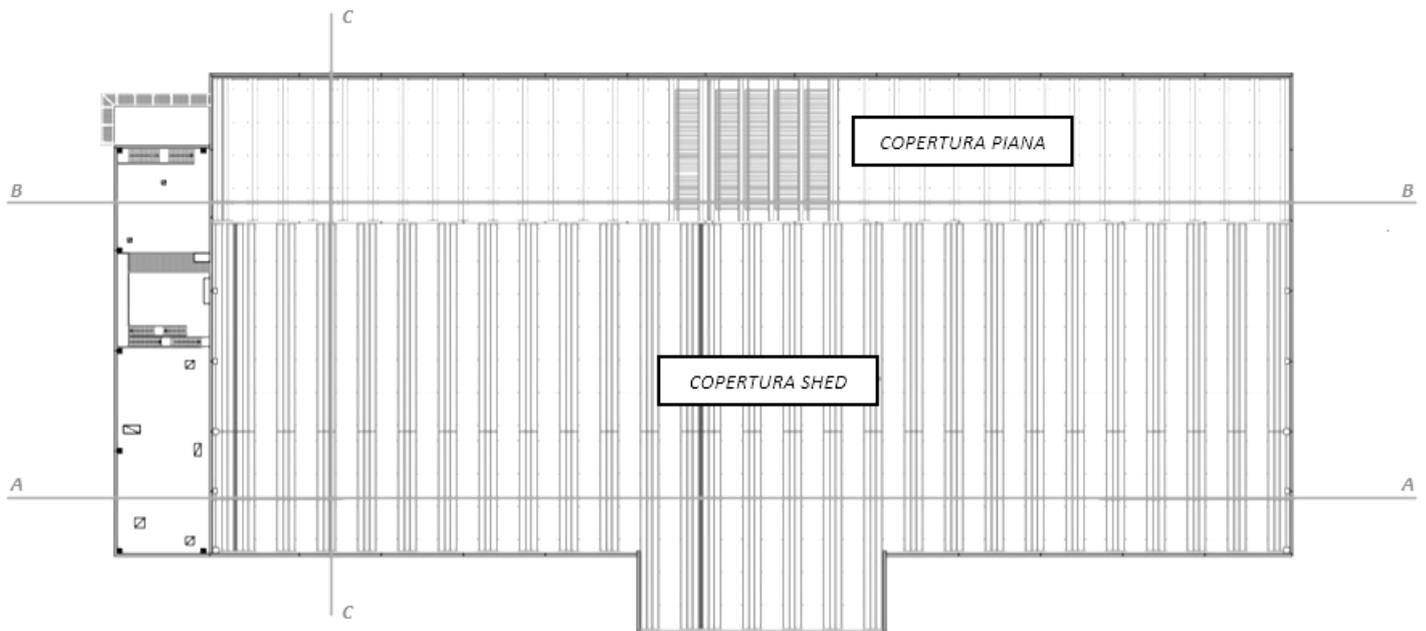


Figura 4.5 – Planimetria copertura

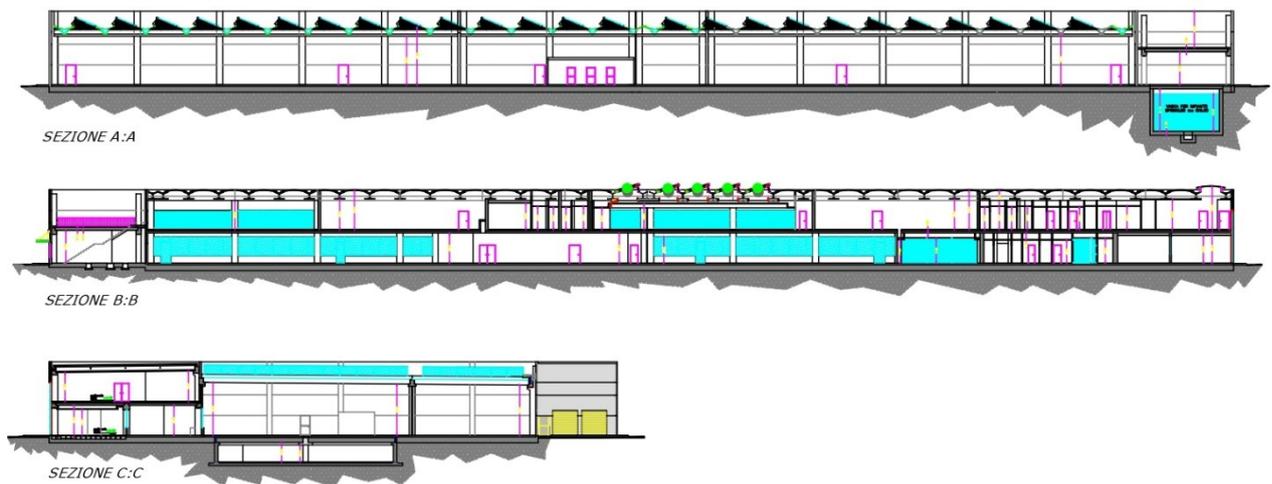


Figura 4.6 – Sezioni

#### 4.4 IMPIANTO ANTINCENDIO

Per la protezione antincendio del fabbricato, descritta nei paragrafi seguenti, è stata prevista una protezione attiva completa di tipo sprinkler, oltre ad una rete idranti esterna e interna.

L'impianto dovrà rispettare tassativamente le stesse norme descritte nel *paragrafo 4.2*.

##### 4.4.1 Alimentazione impianto

L'alimentazione idrica dell'impianto verrà garantita da un gruppo di pressurizzazione costituito da n.1 motopompa e n.1 elettropompa pilota, connesso a vasca di accumulo interrata in cemento armato, con reintegro da rete di acquedotto comunale e reintegro parallelo da pozzo.

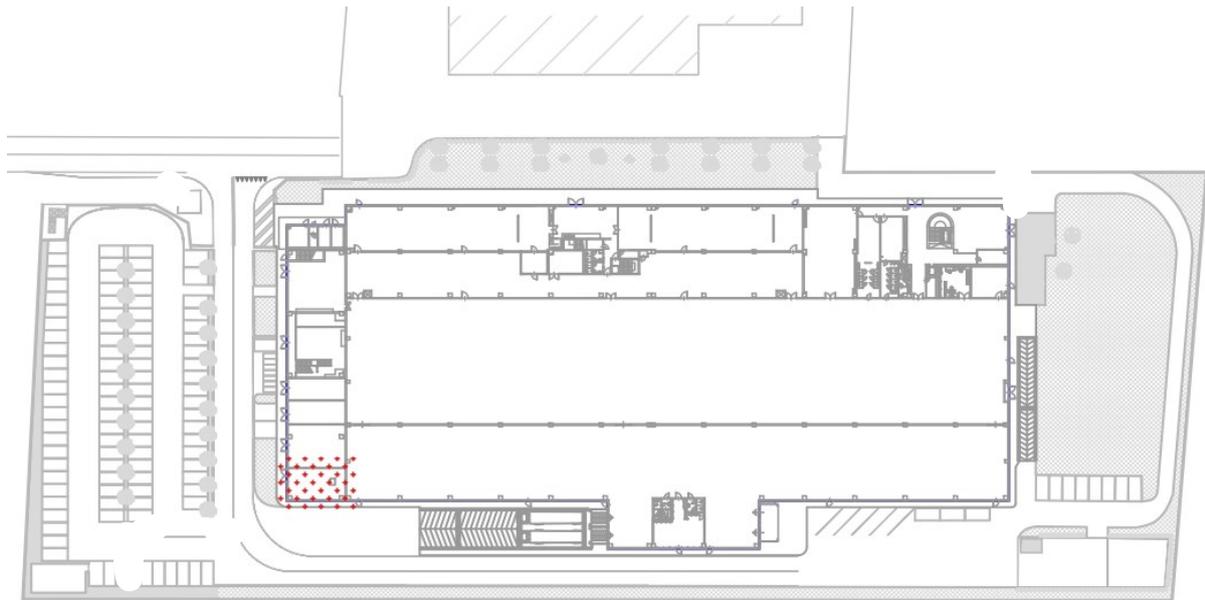


Figura 4.7 – Planimetria generale zona locale pompe

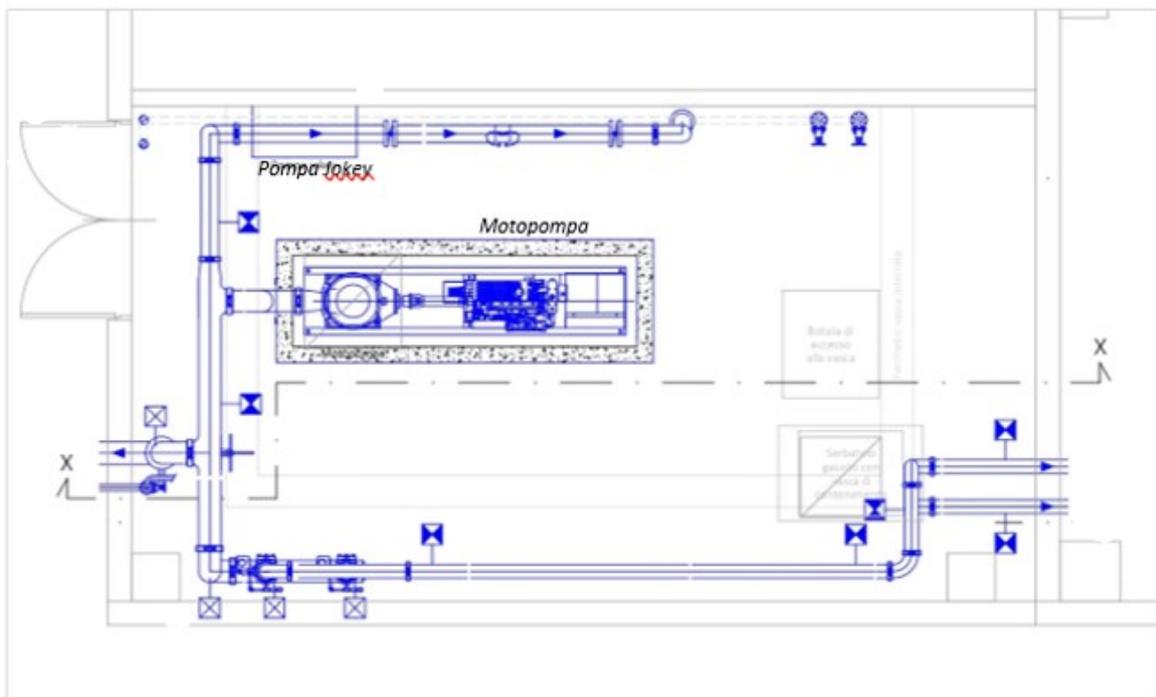


Figura 4.8 – Planimetria locale pompe

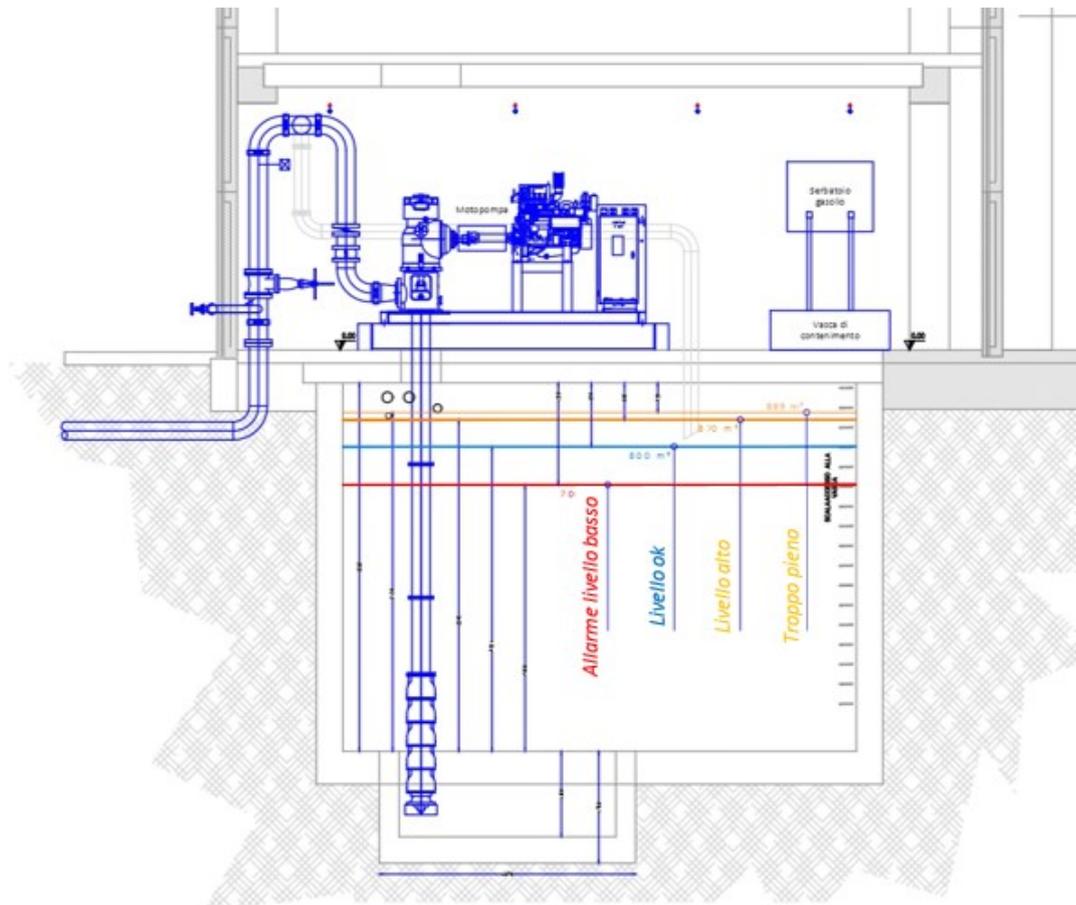


Figura 4.9 – Sezione X - X

Il dimensionamento della vasca e del gruppo di pompaggio è stato precedentemente effettuato, in accordo con la normativa, sulla base di tali calcoli:

Capacità di accumulo richiesta dall'impianto sprinkler:  $24 \text{ lpm/mq su } 185 \text{ mq} = 4440 \text{ lpm} = 532,8 \text{ mc}$

Capacità di accumulo richiesta per idranti esterni:  $1900 \text{ lpm} = 228 \text{ mc}$

Capacità totale progettuale utile vasca antincendio:  $532 + 228 + 5\% \text{ coeff} = 800 \text{ mc}$

Si è scelta una vasca della capacità di 870 mc.

Il gruppo di pressurizzazione scelto sarà preferibilmente di marca Patterson Pump Co. Modello PVT-14JMC-FP avente una portata non inferiore a 5700 lpm alla pressione di 8,5 bar.



Figura 4.10 – Motopompa antincendio

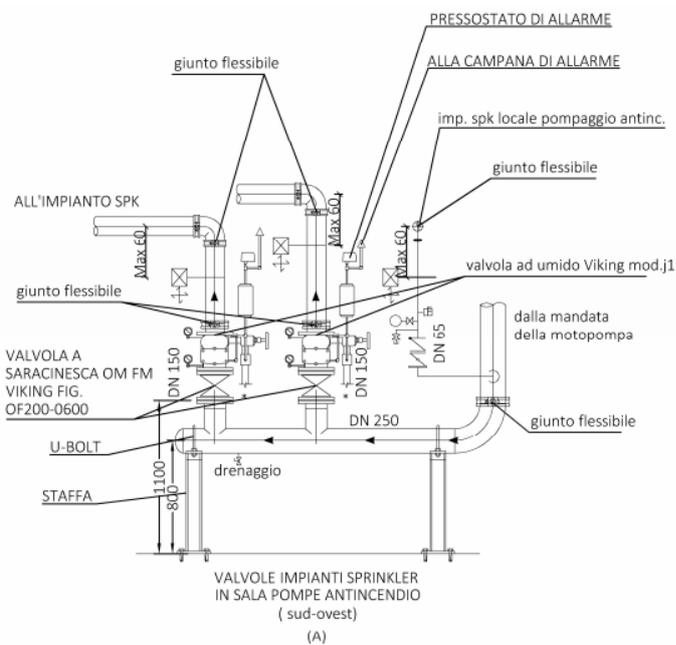


Figura 4.11 – Alimentazione anello antincendio

Per la protezione antincendio del locale pompe sono stati installati n.8 Sprinkler *UPRIGHT VIKING VK 200 141°C (K115,2)* [Vedi scheda tecnica APPENDICE B].

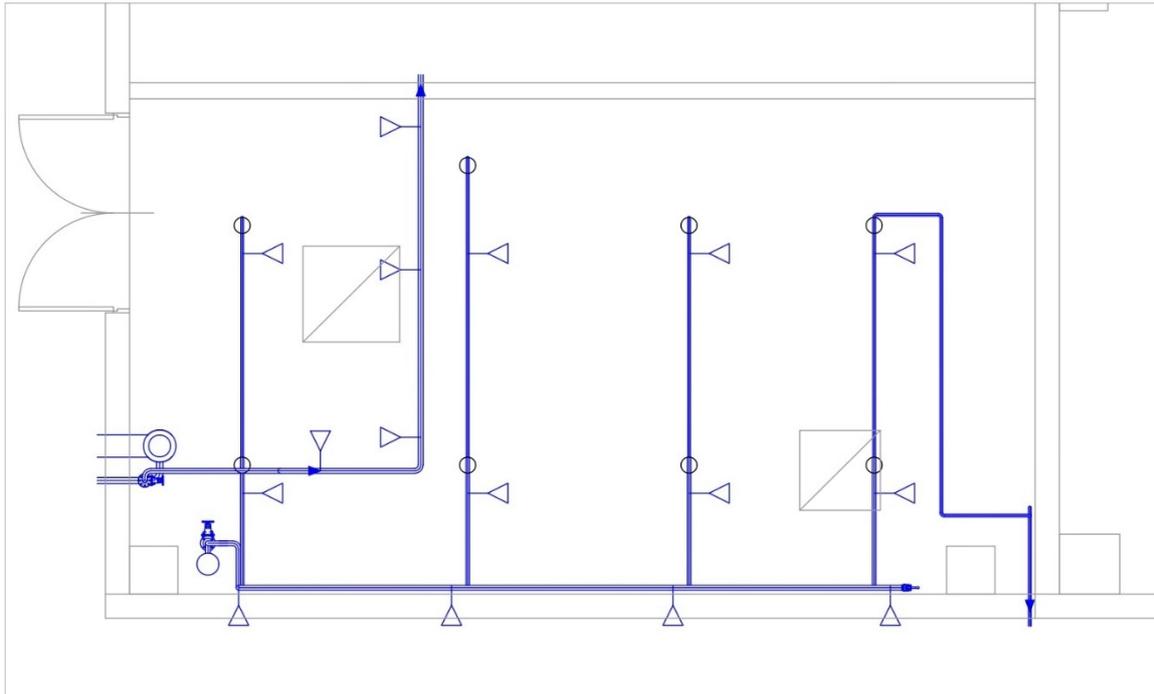


Figura 4.12 – Protezione sprinkler locale pompe

#### 4.4.2 Rete idranti

Per la realizzazione della rete idranti, per la protezione esterna e interna, è stato previsto un anello esterno interrato in polietilene PeAD 280 PN16 approvato UL/FM, che porterà alimentazione, oltre ai gruppi valvole ad umido situati sul lato Est del fabbricato, a n.8 Idranti soprassuolo Dn150, posti lungo il perimetro dell'edificio, n.10 idranti UNI45 da esterno e n.8 naspi UNI25 interni, dei quali rispettivamente n.4 a presidio del cavedio tecnico interrato e n.4 a presidio del laboratorio produzione.

L'impianto risulta del tipo "a umido".

Ai quattro lati dell'anello verranno posizionati appositi blocchi reggi-spinta conformemente a quanto prescritto dalla norma *FM DS3-10*.

Le valvole di sezionamento dell'anello dovranno consentire il sezionamento della superficie e sono sistemate in un pozzetto a sotto-pavimentazione [*particolare #8 APPENDICE A*] esterna, nei casi in cui non risulti possibile l'installazione di valvole a colonna con indicatore.

Sono inoltre previsti n.2 attacchi autopompa VV.F. a valle del gruppo di pompaggio, uno posto all'esterno del locale pompe, l'altro in corrispondenza dell'accesso esterno.

#### LEGENDA

	Tubazione interrata in pead PN16, installata ad una profondità non inferiore a 1,20 m
	Tubazioni in vista in acciaio nero conforme a norma UNI EN 10255 con approvazione FM
	Saracinesca a colonna con indicatore <i>particolare #1 APPENDICE A</i>
	Idrante UNI 150 soprassuolo con cassetta di dotazione <i>Particolare #2 APPENDICE A</i>
	Attacco autopompa VVF UNI 70 con cassetta di dotazione <i>Particolare #4 APPENDICE A</i>
	Idrante UNI 45 a parete con cassetta di dotazione <i>Particolare #5 APPENDICE A</i>
	Naspo UNI 25 a parete con cassetta di dotazione <i>Particolare #6 APPENDICE A</i>
	Blocco reggi-spinta <i>Particolare #7 APPENDICE A</i>

Gli staffaggi sono per zona sismica [*particolare #26 APPENDICE A*] soggetti ad approvazione preliminare FM.

Tutte le valvole inserite nell'impianto idrico antincendio sono del tipo indicante la posizione e sono lucchettate nella posizione di apertura.

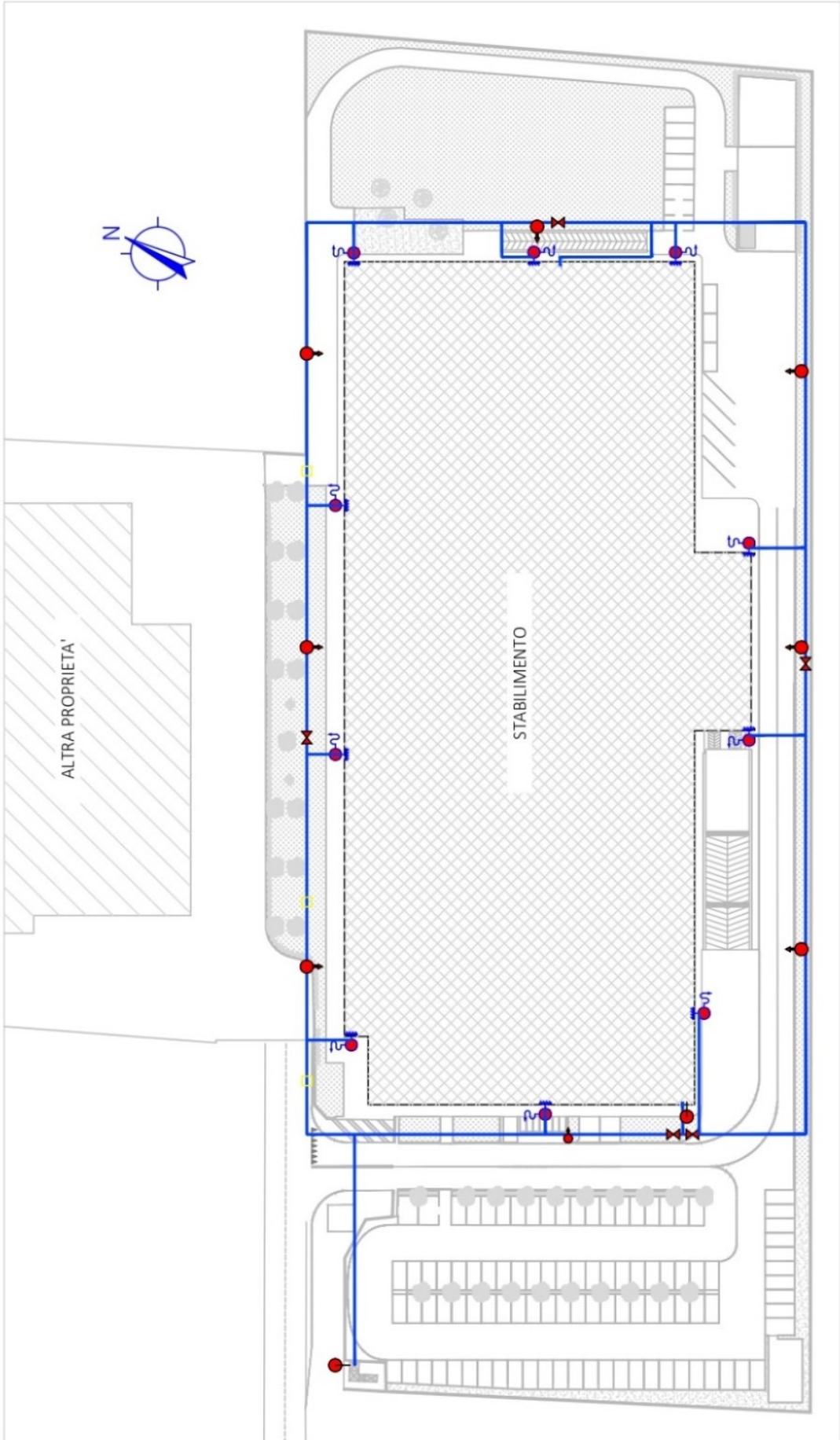


Figura 4.13 – Planimetria generale idranti

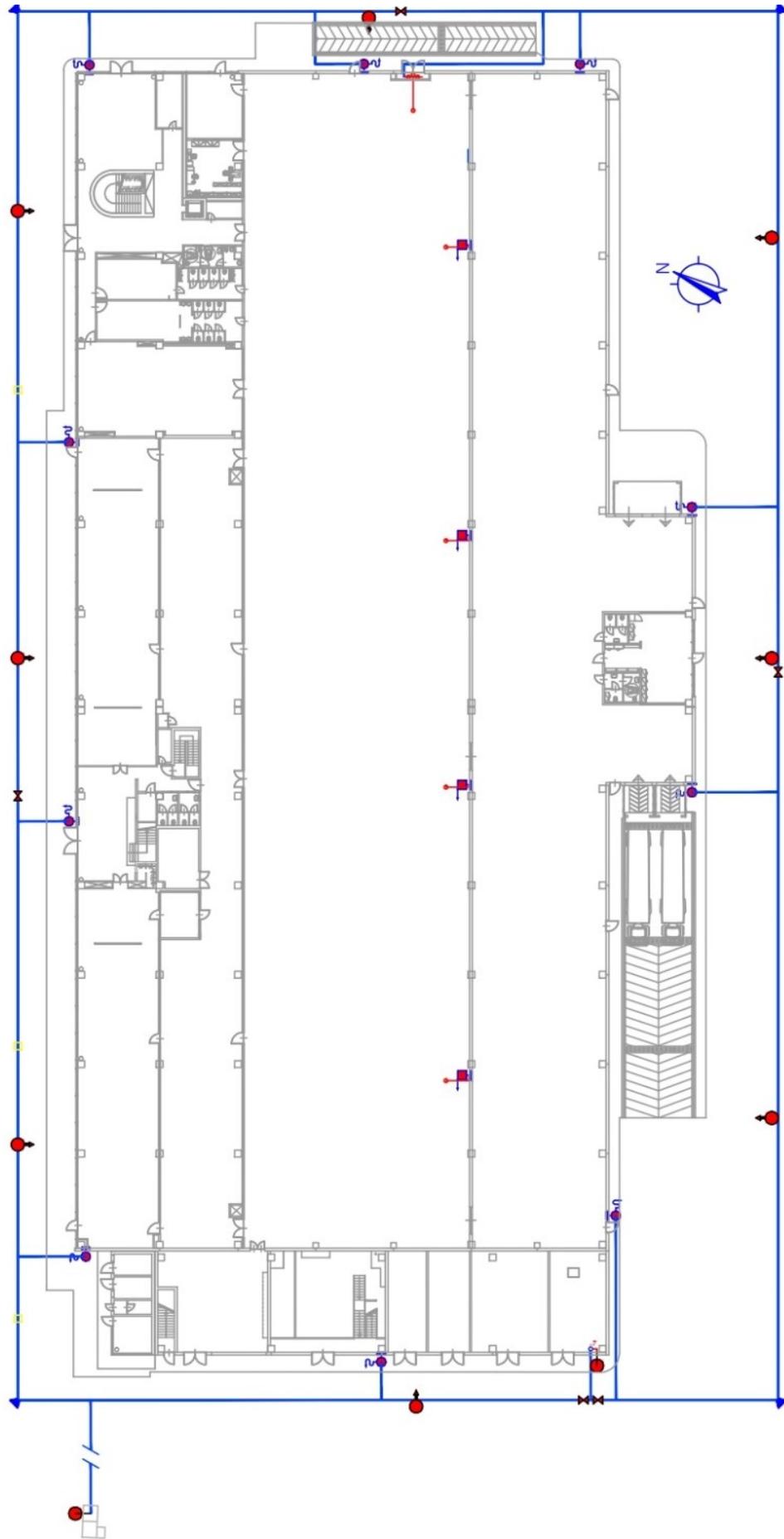


Figura 4.14 – Planimetria completa idranti e nassi piano terra

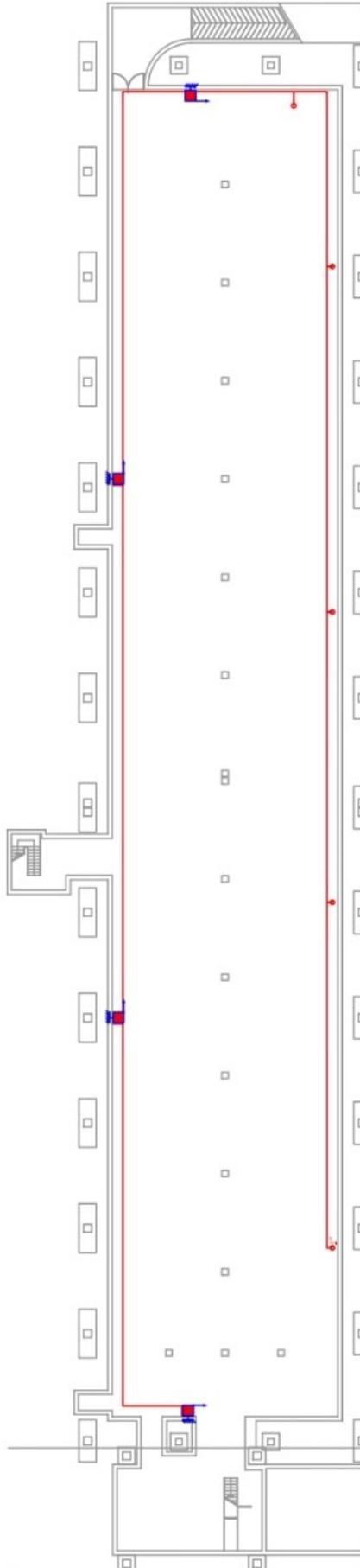


Figura 4.15 – Planimetria naspri piano interrato

#### 4.4.3 Sprinkler

L'impianto sprinkler in opera è composto da:

- n.1049 sprinkler al piano terra, di cui:
  - n.8 sprinkler UPRIGHT VIKING VK 200 141°C (K115,2) a protezione del locale pompe;
  - n.346 sprinkler UPRIGHT VIKING VK 202 68°C (K241,9) a protezione del magazzino;
  - n.424 sprinkler UPRIGHT VIKING VK 202 68°C (K115,2) a protezione del laboratorio produzione;
  - n.98 PENDENT VIKING VK 202 68°C (K115,2) a protezione della zona uffici pt;
  - n.173 PENDENT VIKING VK 102 68°C (K80,6) a protezione della zona uffici pt.
- n.217 sprinkler al piano primo, di cui:
  - n.42 sprinkler PENDENT VIKING VK 202 68°C (K115,2)
  - n.175 sprinkler PENDENT VIKING VK 102 68°C (K80,6)

*[Schede tecniche delle testine sprinkler vedi APPENDICE B]*

#### LEGENDA

	Valvole di controllo e allarme a umido FM VIKING MOD. J1
	Testina sprinkler
	Montante tubazione sprinkler
	Collettore principale
	Tubazione in vista
	Diramazione secondaria

*Tutte le tubazioni sono posate e staffettate in stretto accordo alle norme FM per impianti sprinkler in zona sismica.*

*Staffaggi e giunti antisismici [particolare #26 APPENDICE A] sono stati soggetti ad approvazione FM preliminare.*

*Tutte le tubazioni e gli impianti saranno dotati di punti di test e di flussaggio secondo quanto previsto dalle norme FM.*

*Le testine sprinkler saranno di tipo UPRIGHT se a vista (magazzini, laboratorio e alcuni ambienti all'interno della zona uffici) e del tipo PENDENT con rosetta nei locali dotati di controsoffitto (alcuni ambienti della zona uffici).*

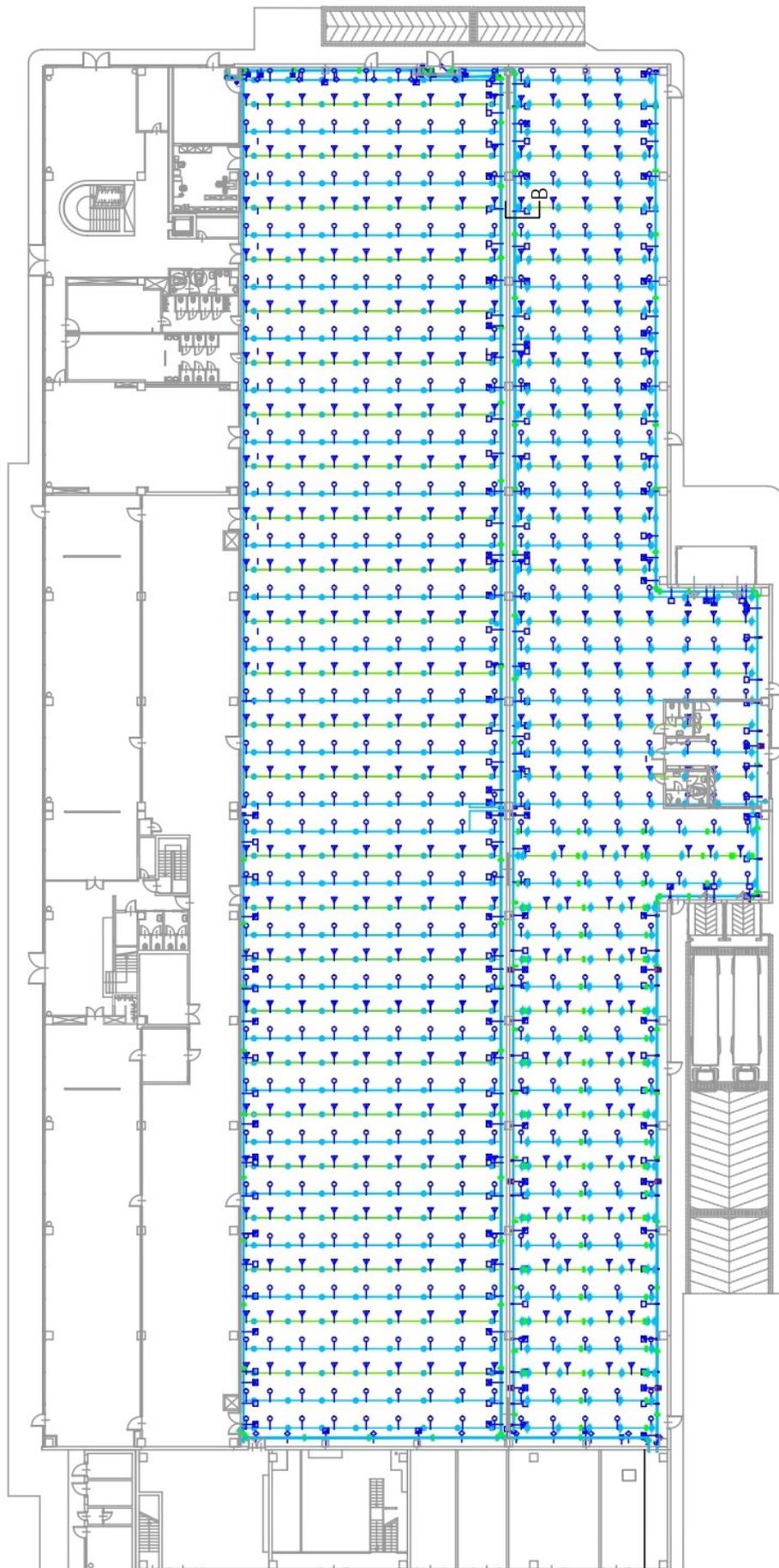


Figura 4.16 – Planimetria sprinkler piano terra magazzino - laboratorio

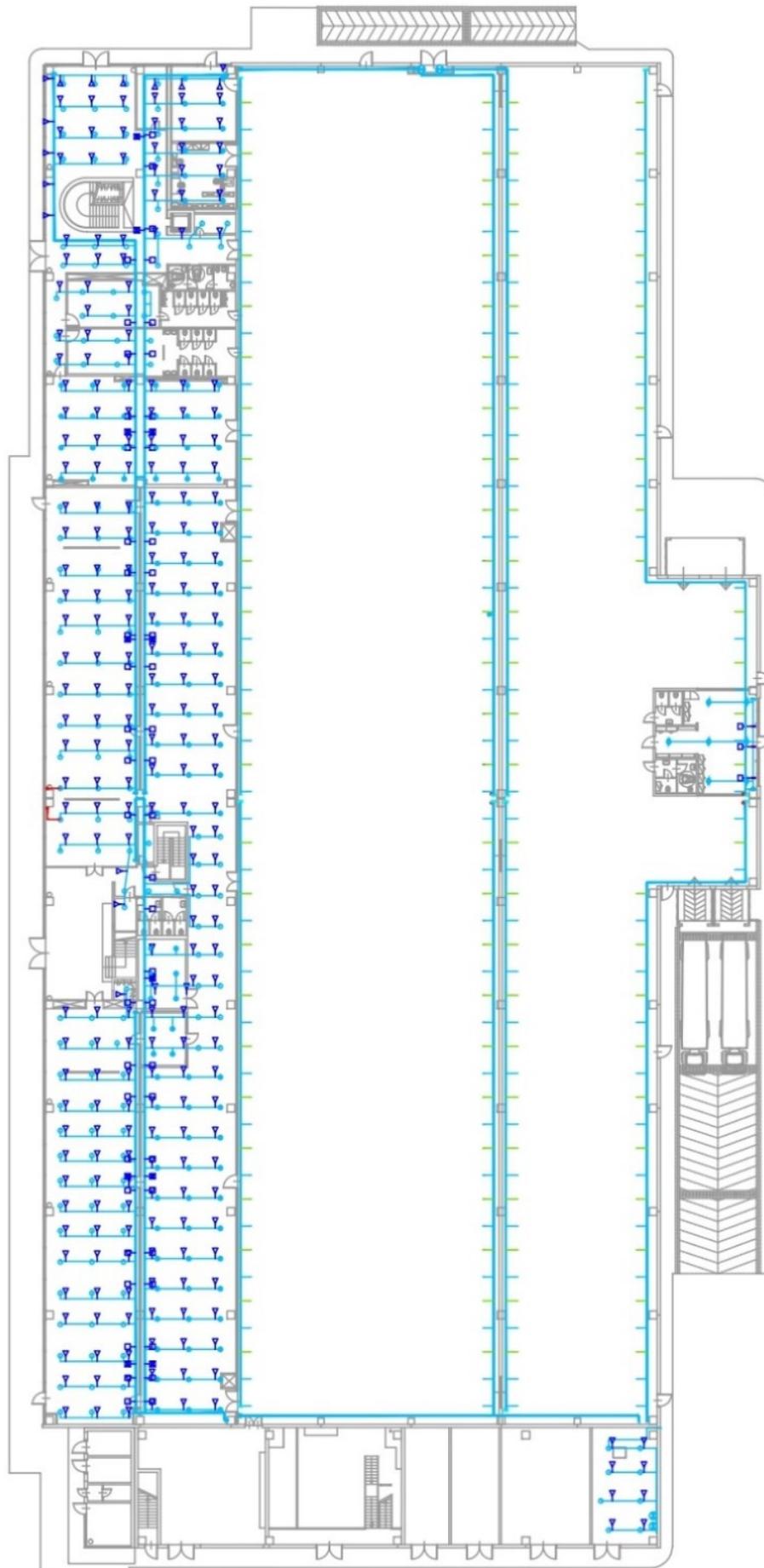


Figura 4.17 – Planimetria sprinkler piano terra zona uffici

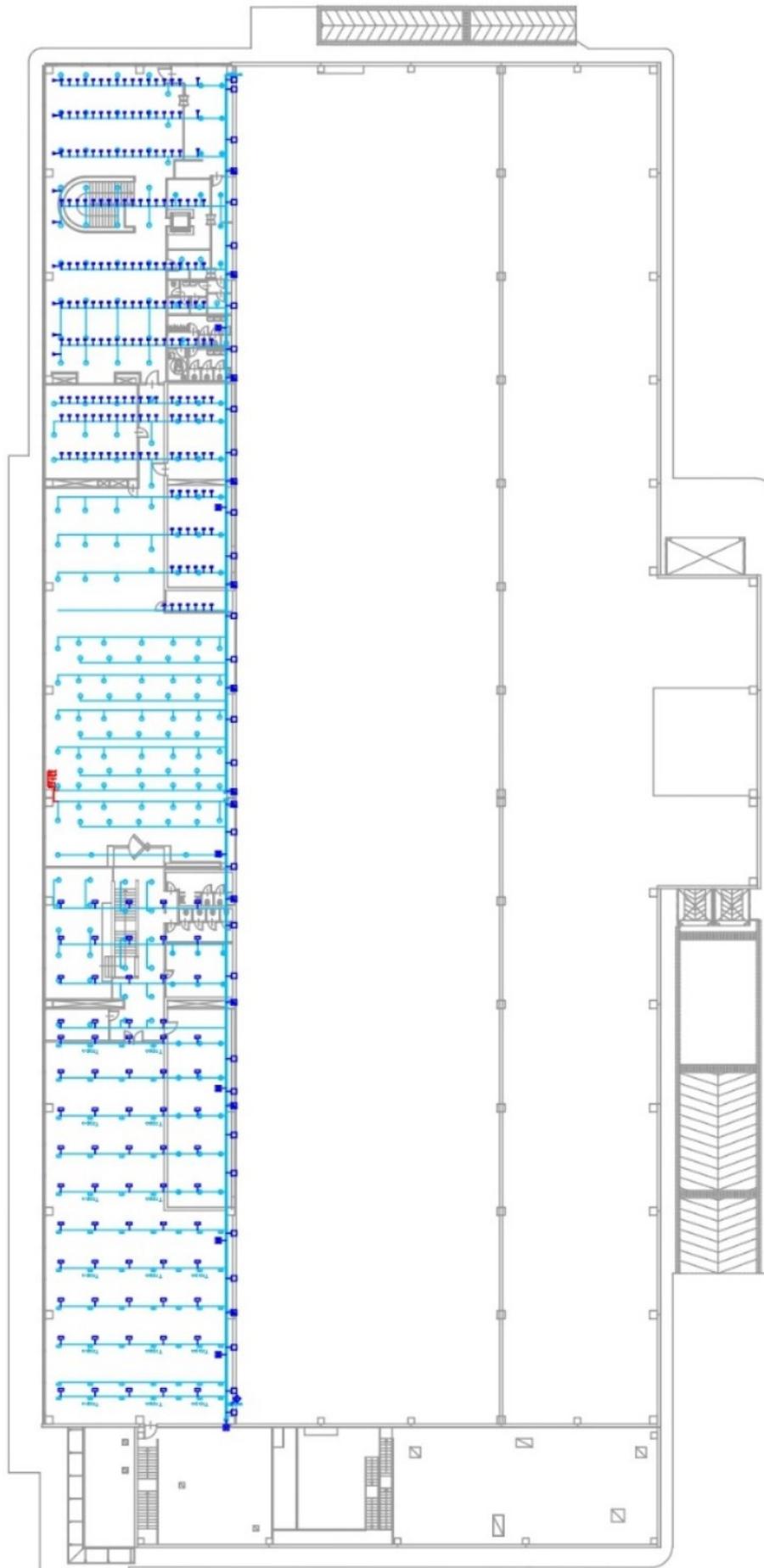


Figura 4.18 – Planimetria sprinkler piano primo zona uffici

## 4.5 CONFORMITÀ NORMATIVA

Come già riportato da introduzione, per l'analisi dell'impianto e poter effettuare un corretto calcolo idraulico è indispensabile procedere alla verifica della conformità normativa.

Tale verifica viene effettuata nel rispetto delle normative già individuate nel *paragrafo 4.2*; Il lavoro di tesi sarà limitato a riportare solamente i punti principali della normativa.

### 4.5.1 Sprinkler non di stoccaggio

La parte di normativa relativa agli sprinkler di non stoccaggio va applicata alla maggioranza dei locali presenti nello stabilimento, comprendendo la zona laboratorio produzione, la centrale pompe, la zona uffici piano terra e uffici piano primo.

Per la determinazione della classe di rischio previste dalla *normativa FM* verranno utilizzate le seguenti definizioni e tabelle.

Table 1. Hazard Categories Based on Predominant Occupancy

Hazard Category	Predominant Occupancy
HC-1	Areas with light overall combustible loading with limited combustibles used in processes, or operations of low hazard. This includes combustible furnishings that are typically noncontinuous in well-subdivided areas. This hazard category does not include any incidental storage of plastics, or plastics used in the construction of walls and/or ceilings. Examples include residential, offices, noncombustible manufacturing, and hospitals.
HC-2	Areas with moderate continuous combustible loading with combustibles in processes, or operations of moderate hazard due to limited quantities of plastics or ignitable liquids. Examples include manufacturing, such as machine shops, woodworking, and electronic assembly, as well as retail, theatres, and food production.
HC-3	Areas with generally continuous heavier combustible loading with limited quantities of ignitable liquids and/or heavier amounts of plastics. Examples include plastic manufacturing, vehicle manufacturing and assembly, and printing plants.

Per cui l'impianto dovrà essere "individuato" all'interno di una delle tre classi, a seconda dell'ambiente.

Nella zona uffici sarà prevista una classe di rischio HC-1.

Table 4. Nonstorage, Non-Manufacturing Occupancies and their Associated Fire Hazard Categories

Occupancy	Description	Hazard Category	Considerations
Healthcare Facilities	- Hospitals and Hospital Laboratories - Nursing or Convalescent Homes - Kitchens - Care Homes - Penal Institutions (Jailhouses, etc.)	HC-1	Data sheets to consider: - 1-3, High Riser Buildings - 1-12, Ceilings and Concealed Spaces - 1-24, Protection Against Liquid Damage - 5-23, Emergency and Standby Power Systems
	- Hospital Utility Plants	HC-2	
	- Storage Room/Pharmacies with Storage	HC-3	- 6-4, Oil or Gas Fired Single-Burner Boilers - 6-5, Oil or Gas Fired Multiple Burner Boilers - 7-15, Garages - 7-52, Oxygen
Business Facilities & Apartments	- Offices - Hotels - Flats / Apartments	HC-1	Data sheets to consider: - 1-3, High Rise Buildings - 1-12, Ceilings and Concealed Spaces - 1-24, Protection Against Liquid Damage
	- Utility Rooms	HC-2	- 7-15, Garages

Negli altri ambienti sarà prevista una classe di rischio HC-2.

Textiles and Clothing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leather Goods Factories</li> <li>- Carpet Factories (Excluding Rubber and Foam Plastics)</li> <li>- Cloth and Clothing Factories Fiber-Board Factories, Footwear Factories (Excluding Plastics and Rubber)</li> <li>- Knitting Factories, Linen Factories</li> <li>- Mattress Factories (Excluding Foam Plastics)</li> <li>- Sewing Factories, Weaving Mills</li> <li>- Woolen and Worsted Mills</li> <li>- Rope Factories</li> </ul>	HC-2	Data sheets to consider: - 7-1, Fire Protection for Textile Mills - 7-29, Ignitable Liquid Storage in Portable Containers - 7-32, Ignitable Liquid Operations - 7-73, Dust Collectors and Collection Systems - 7-76, Prevention and Mitigation of Combustible Dust Explosions and Fire - 7-98, Hydraulic Fluids - 8-7, Baled Fiber Storage - 8-23, Rolled Nonwoven Fabric Storage
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Washing, Bleaching, Dyeing, Printing and Fabric Chemical Treatment</li> <li>- Mattress Factories (Excluding Foam Plastics)</li> </ul>	HC-3	

Individuata la classe di rischio per ogni ambiente si è proceduto alla verifica normativa dell'impianto, per cui è possibile riportare quanto segue.

È stata rispettata la spaziatura minima di 0,9 m dal deflettore della testina sprinkler ed ogni combustibile presente sotto di esso.

Il tipo di sprinkler scelto risulta conforme nel rispetto delle condizioni riportate nelle seguenti tabelle.

**Table 1. Nominal Temperature Ratings of Sprinklers Based on Maximum Ambient Temperature at Sprinkler Level**

Maximum Ambient Temperature at Sprinkler Level, °F (°C)	Nominal Temperature Rating of Sprinkler, °F (°C)	Temperature Classification of Sprinkler	Color of Sprinkler Glass Bulb
100 (38)	135 (55)	Ordinary	Orange
100 (38)	160 (70)	Ordinary	Red
150 (66)	175 (80)	Ordinary	Yellow
150 (66)	212 (100)	Intermediate	Green
225 (107)	280 (140)	High	Blue
300 (149)	350 (175)	Extra High	Mauve
375 (191)	425 (220)	Very Extra High	Black
475 (246)	525 (275)	Ultra High	Black
625 (329)	650 (345)	Ultra High	Black

**Table 2. Nominal K-factor Values of FM Approved Nonstorage Sprinklers**

Nominal K-factor Values, gpm/(psi) <sup>0.5</sup> (L/min/[bar] <sup>0.5</sup> )	K-factor Range Values, gpm/(psi) <sup>0.5</sup>	K-factor Range Values, L/min/[bar] <sup>0.5</sup>	Nominal Pipe Thread Size, in. (mm)
2.8 (40)	2.6 – 2.9	38 – 42	½ or ¾ (15 or 20)
5.6 (80)	5.3 – 5.8	76 – 84	½ or ¾ (15 or 20)
8.0 (115)	7.4 – 8.2	107 – 118	½ or ¾ (15 or 20)
11.2 (160)	11.0 – 11.5	159 – 166	½ or ¾ (15 or 20)*
14.0 (200)	13.5 – 14.5	195 – 209	¾ (20)
16.8 (240)	16.0 – 17.6	231 – 254	¾ (20)
19.6 (280)	18.6 – 20.6	269 – 297	1 (25)
22.4 (320)	21.3 – 23.5	307 – 339	1 (25)
25.2 (360)	23.9 – 26.5	344 – 382	1 (25)

\* The use of K11.2 (K160) sprinklers having nominal ½ in. (15 mm) npt threaded connections is acceptable only when they are being considered as a retrofit option for the replacement of existing K8.0 (K115) or smaller sprinklers.

Le testine sprinkler PENDENT/UPRIGHT utilizzate risultano essere installate correttamente al di sotto della parte di soffitto non ostruita e ostruita, rispettando la minima e massima spaziatura lineare raccomandata nelle seguenti tabelle.

Table 3. Spacing of Ceiling-Level Pendant and Upright Nonstorage Sprinklers for Hazard Category No. 1

Ceiling Height, ft (m)	Ceiling Type	K-Factor	Orientation	Response	Linear Spacing, ft (m)		Area Spacing, ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	
					Min.	Max.	Min.	Max.
Up to 30 (9.0)	Noncombustible Unobstructed, Noncombustible Obstructed, or Combustible Unobstructed	5.6 (80), 8.0 (115), or 11.2 (160)	Pendant or Upright	Quick or Standard	7 (2.1)	15 (4.6)	70 (6.5)	225 (20.9)
		14.0 (200), 16.8 (240), 19.6 (280), 22.4 (320) or 25.2 (360)	Pendant or Upright	Quick	7 (2.1)	15 (4.6)	64 (6.0)	225 (20.9)
			Pendant	Standard	7 (2.1)	15 (4.6)	64 (6.0)	225 (20.9)
			Upright	Standard	7 (2.1)	15 (4.6)	70 (6.5)	225 (20.9)
		*5.6EC (80EC), 8.0EC (115EC), 11.2EC (160EC), or 14.0EC (200EC)	Pendant or Upright	Quick	10 (3.0)	20 (6.1)	100 (9.0)	400 (37.2)
		*25.2EC (360EC)	Pendant or Upright	Quick	10 (3.0)	14 (4.3)	100 (9.0)	196 (18.2)
	Combustible Obstructed	5.6 (80), 8.0 (115), 11.2 (160)	Pendant or Upright	Quick or Standard	7 (2.1)	15 (4.6)	70 (6.5)	169 (15.7)
		14.0 (200), 16.8 (240), 19.6 (280), 22.4 (320) or 25.2 (360)	Pendant or Upright	Quick	7 (2.1)	15 (4.6)	64 (6.0)	169 (15.7)
			Pendant	Standard	7 (2.1)	15 (4.6)	64 (6.0)	169 (15.7)
			Upright	Standard	7 (2.1)	15 (4.6)	70 (6.5)	169 (15.7)
		*5.6EC (80EC), 8.0EC (115EC), 11.2EC (160EC), or 14.0EC (200EC)	Pendant or Upright	Quick	10 (3.0)	20 (6.1)	100 (9.0)	400 (37.2)
		*25.2EC (360EC)	Pendant or Upright	Quick	10 (3.0)	14 (4.3)	100 (9.0)	196 (18.2)

Table 4. Spacing of Ceiling-Level Pendant and Upright Nonstorage Sprinklers for Hazard Category No. 2

Ceiling Height, ft (m)	K-Factor	Orientation	Response	Linear Spacing, ft (m)		Area Spacing, ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	
				Min.	Max.	Min.	Max.
Up to 30 (9.0)	5.6 (80), 8.0 (115), or 11.2 (160)	Pendant or Upright	Quick or Standard	7 (2.1)	12 (3.7)	70 (6.5)	130 (12.1)
	14.0 (200), 16.8 (240), 19.6 (280), 22.4 (320), or 25.2 (360)	Pendant or Upright	Quick	7 (2.1)	12 (3.7)	64 (6.0)	130 (12.1)
		Pendant	Standard	7 (2.1)	12 (3.7)	64 (6.0)	130 (12.1)
		Upright	Standard	7 (2.1)	12 (3.7)	70 (6.5)	130 (12.1)
	*11.2EC (160EC) or 14.0EC (200EC)	Pendant or Upright	Quick	10 (3.0)	20 (6.1)	100 (9.0)	400 (37.1)
	*25.2EC (360EC)	Pendant or Upright	Quick	10 (3.0)	14 (4.3)	100 (9.0)	196 (18.2)
Over 30 (9.0)	8.0 (115), or 11.2 (160)	Pendant or Upright	Quick or Standard	8 (2.4)	10 (3.0)	80 (7.5)	100 (9.0)
	14.0 (200), 16.8 (240), 19.6 (280), 22.4 (320), or 25.2 (360)	Pendant or Upright	Quick	8 (2.4)	10 (3.0)	64 (6.0)	100 (9.0)
		Pendant or Upright	Standard	8 (2.4)	10 (3.0)	80 (7.5)	100 (9.0)
	*11.2EC (160EC) or 14.0EC (200EC)	Upright	Quick	10 (3.0)	16 (4.9)	100 (9.0)	256 (23.8)
	*25.2EC (360EC)	Pendant or Upright	Quick	10 (3.0)	14 (4.3)	100 (9.0)	196 (18.2)

\*Applies where extended coverage sprinklers are acceptable in the presence of obstructed type construction. Such construction may require the sprinklers be installed in every channel formed by the obstructed ceiling construction.

#### 4.5.2 Sprinkler di stoccaggio

La parte relativa agli sprinkler di stoccaggio è applicata al magazzino.

Per quanto riguarda la normativa, per gli sprinkler di stoccaggio non è prevista una classificazione del rischio.

Si è proceduto anche in questo caso alla verifica normativa dell'impianto, per cui è possibile riportare quanto segue.

È stata rispettata la spaziatura minima di 0,9 m dal deflettore della testina sprinkler ed ogni combustibile presente sotto di esso.

Il tipo di sprinkler scelto risulta conforme nel rispetto delle condizioni riportate nelle seguenti tabelle.

**Table 15. Nominal Temperature Ratings of Sprinklers Based on Maximum Ambient Temperature at Sprinkler Level**

Maximum Ambient Temperature at Sprinkler Level, °F (°C)	Nominal Temperature Rating of Sprinkler, °F (°C)	Temperature Classification of Sprinkler	Color of Sprinkler Glass Bulb
100 (38)	135 (55)	Ordinary	Orange
100 (38)	160 (70)	Ordinary	Red
150 (66)	175 (80)	Ordinary	Yellow
150 (66)	212 (100)	Intermediate	Green
225 (107)	280 (140)	High	Blue
300 (149)	350 (175)	Extra High	Mauve
375 (191)	425 (220)	Very Extra High	Black
475 (246)	525 (275)	Ultra High	Black
625 (329)	650 (345)	Ultra High	Black

**Table 16. Nominal K-factor Values of FM Approved Storage Sprinklers**

Nominal K-factor Values, gpm/(psi) <sup>0.5</sup> (L/min/[bar] <sup>0.5</sup> )	K-factor Range Values, gpm/(psi) <sup>0.5</sup>	K-factor Range Values, L/min/[bar] <sup>0.5</sup>	Nominal Pipe Thread Size, in. (mm)
5.6 (80)	5.3 – 5.8	76 – 84	½ or ¾ (15 or 20)
8.0 (115)	7.4 – 8.2	107 – 118	½ or ¾ (15 or 20)
11.2 (160)	11.0 – 11.5	159 – 166	½ or ¾ (15 or 20)*
14.0 (200)	13.5 – 14.5	195 – 209	¾ (20)
16.8 (240)	16.0 – 17.6	231 – 254	¾ (20)
19.6 (280)	18.6 – 20.6	269 – 297	1 (25)
22.4 (320)	21.3 – 23.5	307 – 339	1 (25)
25.2 (360)	23.9 – 26.5	344 – 382	1 (25)

Le testine sprinkler PENDENT/UPRIGHT utilizzate risultano essere installate correttamente al di sotto della parte di soffitto non ostruita, rispettando la minima e massima spaziatura lineare raccomandata nelle seguenti tabelle.

Table 17. Spacing of Ceiling-Level Storage Sprinklers

Ceiling Height, ft (m)	Sprinkler K-Factor	Sprinkler Orientation	Sprinkler Response	Sprinkler Linear Spacing, ft (m)		Sprinkler Area Spacing, ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	
				Min.	Max.	Min.	Max.
Up to 30 (9.0)	11.2 (160)	Pendent or Upright	Quick or Standard	8 (2.4)	12 (3.6)	80 (7.5)	100 (9.0)
	14.0 (200), 16.8 (240), 19.6 (280), 22.4 (320), 25.2 (360) or 33.6 (480)	Pendent	Quick or Standard	8 (2.4)	12 (3.6)	64 (6.0)	100 (9.0)
		Upright	Quick	8 (2.4)	12 (3.6)	64 (6.0)	100 (9.0)
			Standard	8 (2.4)	12 (3.6)	80 (7.5)	100 (9.0)
	25.2EC (360EC)	Pendent or Upright	Quick	10 (3.0)	14 (4.2)	100 (9.0)	196 (18.0)
Over 30 (9.0)	11.2 (160)	Pendent or Upright	Quick or Standard	8 (2.4)	10 (3.0)	80 (7.5)	100 (9.0)
	14.0 (200), 16.8 (240), 19.6 (280), 22.4 (320), 25.2 (360) or 33.6 (480)	Pendent or Upright	Quick	8 (2.4)	10 (3.0)	64 (6.0)	100 (9.0)
			Standard	8 (2.4)	10 (3.0)	80 (7.5)	100 (9.0)
		*25.2EC (360EC)	Pendent or Upright	Quick	10 (3.0)	12 (3.6)	100 (9.0)

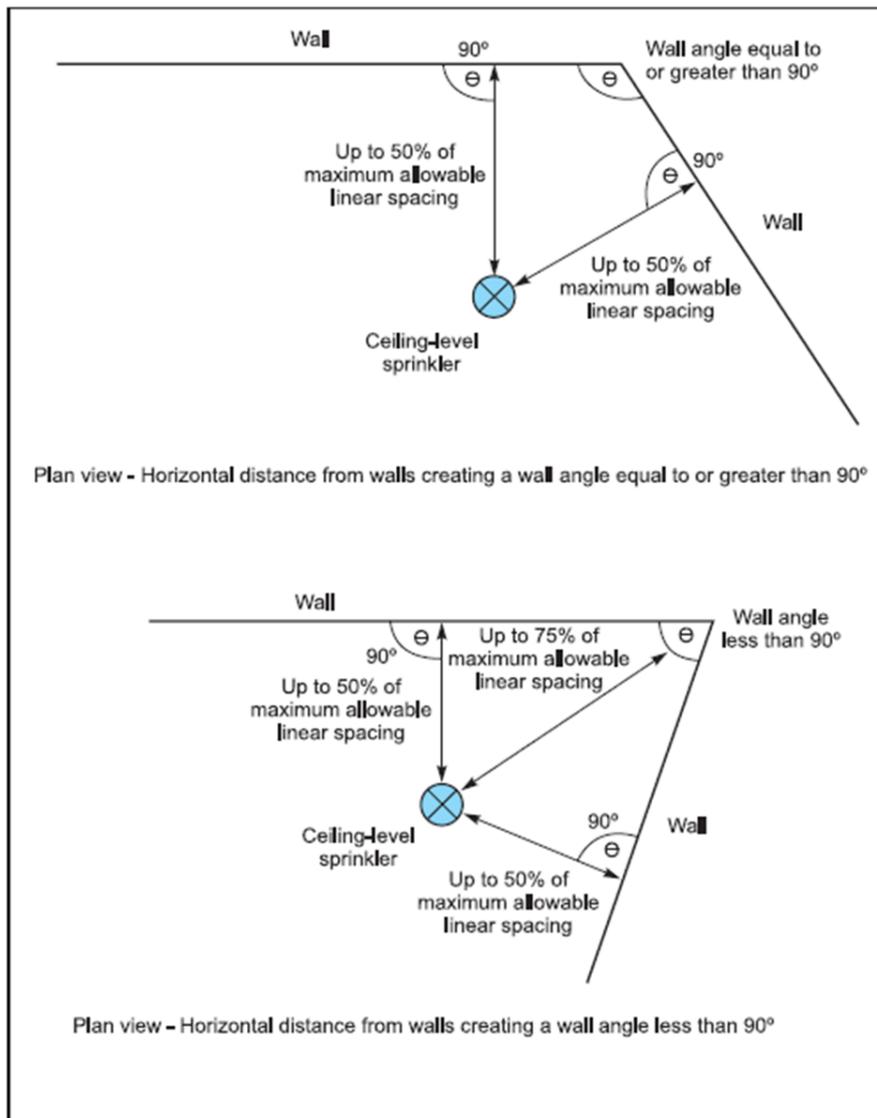
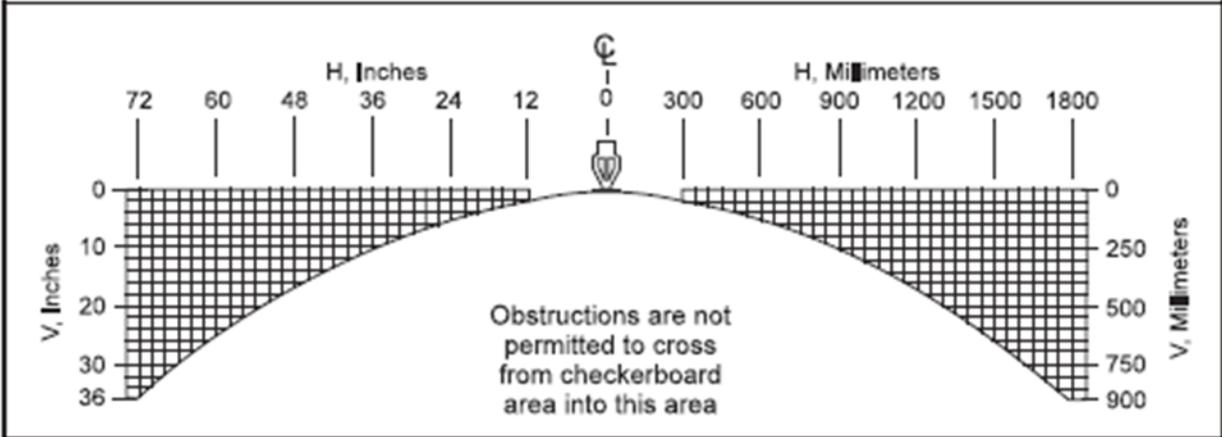


Figura 4.19 – Distanza orizzontale dai muri per sprinkler di stoccaggio

Importante per gli sprinkler di stoccaggio è la verifica che le scaffalature presenti non vadano ad ostruire la scarica dell'erogatore, in accordo con la *figura 4.20*.



*Figura 4.20 – Raggio di scarica erogatori*

## 4.6 CALCOLO IDRAULICO

Questo capitolo ha come obiettivo la verifica idraulica dell'impianto idrico antincendio in precedenza descritto, in modo da verificare la compatibilità di quest'ultimo con la riserva idrica e la stazione di pompaggio asservita.

Nel corso degli anni sono state effettuate delle modifiche nell'impianto che hanno reso necessario un rilievo per constatarne l'effettivo stato di fatto in modo da inserire, in un opportuno programma di calcolo, l'effettiva rete di distribuzione.

Il programma di calcolo utilizzato è il nuovo software MEP BIM della società Namirial, il quale consente di sviluppare e integrare tutti i moduli di progettazione impiantistica.

Il programma è dotato di comandi con tutti gli strumenti grafici più comuni ai moderni CAD; la parte relativa all'impiantistica antincendio, CPI WIN Impianti, consente quindi di dimensionare e verificare diversi tipi di impianti nel rispetto di qualunque dato normativo che può essere facilmente impostato eseguendo una classificazione dell'attività.

Nel programma viene eseguita una creazione dell'impianto inserendo tratti di tubazioni/oggetti step by step con la possibilità di modificarne i dati associati; o eventualmente è possibile procedere a ritroso ottenendo i dati relativi a seconda dei valori che ricaveremo dal calcolo idraulico una volta individuato il tipo di alimentazione idrica.

Per il calcolo idraulico vengono utilizzate le stesse normative di riferimento previste nel *paragrafo 4.2*.

Verrà eseguito il calcolo dei diversi ambienti:

- CALCOLO 1 VERIFICA AREA MAGAZZINO PT (SPRINKLER + IDRANTI);
- CALCOLO 2 VERIFICA AREA MAGAZZINO PT (SPRINKLER);
- CALCOLO 3 VERIFICA AREA PRODUZIONE PT (SPRINKLER);
- CALCOLO 4 VERIFICA ZONA UFFICI PT (SPRINKLER);
- CALCOLO 5 VERIFICA AREA UFFICI P1 "HUB SPACE" (SPRINKLER).

Per utilità si riporta la tabella di conversione delle unità di misura.

**Table 1.6.1.3 Conversion Factors**

Name of Unit	Unit Symbol	Conversion Factor
liter	L	1 gal = 3.785 L
millimeter per minute	mm/min	1 gpm/ft <sup>2</sup> = 40.746 mm/min = 40.746 (L./min)/m <sup>2</sup>
cubic decimeter	dm <sup>3</sup>	1 gal = 3.785 dm <sup>3</sup>
pascal	Pa	1 psi = 6894.757 Pa
bar	bar	1 psi = 0.0689 bar
bar	bar	1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa

Note: For additional conversions and information, see ASTM SI10, *Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System*.

**CALCOLO 1 – VERIFICA AREA MAGAZZINO PT (SPRINKLER + IDRANTI) – CONDIZIONE PIU' GRAVOSA**

<b>DATI DI PROGETTO</b>	
Destinazione d'uso dei locali:	MAGAZZINO (LATO EST)
Livello di rischio	EXTRA HAZARD
Tipologia impianto:	A UMIDO
Numero di sprinkler attivi:	15
Pressione minima di scarica:	1,5 bar
Area copertura sprinkler (media):	7,4 mq (compresa tra 7,4 mq e 12,0 mq)
Spaziatura lineare sprinkler:	Compresa tra 2,4 m e 3,7 m
Tipologia erogatore sprinkler:	UPRIGHT 3/4" K16.8 gpm/psi (241,9 lpm/bar ½)-68°C TYCO mod. TY7153 FM Approved
Portata minima sprinkler attivo:	296,27 l/min
Portata minima area operativa:	4.444,1 l/min
Durata di scarica:	120 minuti
Portata idranti:	1.900,0 l/min
Durata di scarica:	120 minuti

<b>RISULTATI DI CALCOLO COMPLESSIVI (SPK+IDRANTI)</b>	
Portata complessiva (sprinkler + idranti):	6.909 l/min
Pressione:	7,94 bar
Massima velocità nelle tubazioni:	10,24 m/s
Capacità riserva idrica (120 min):	830 mc

<b>RISULTATI DI CALCOLO SPRINKLER</b>	
Portata sprinkler:	5.008 l/min
Pressione alla valvola:	7,269 bar
Densità di scarica sprinkler (media):	333,87 lt/min

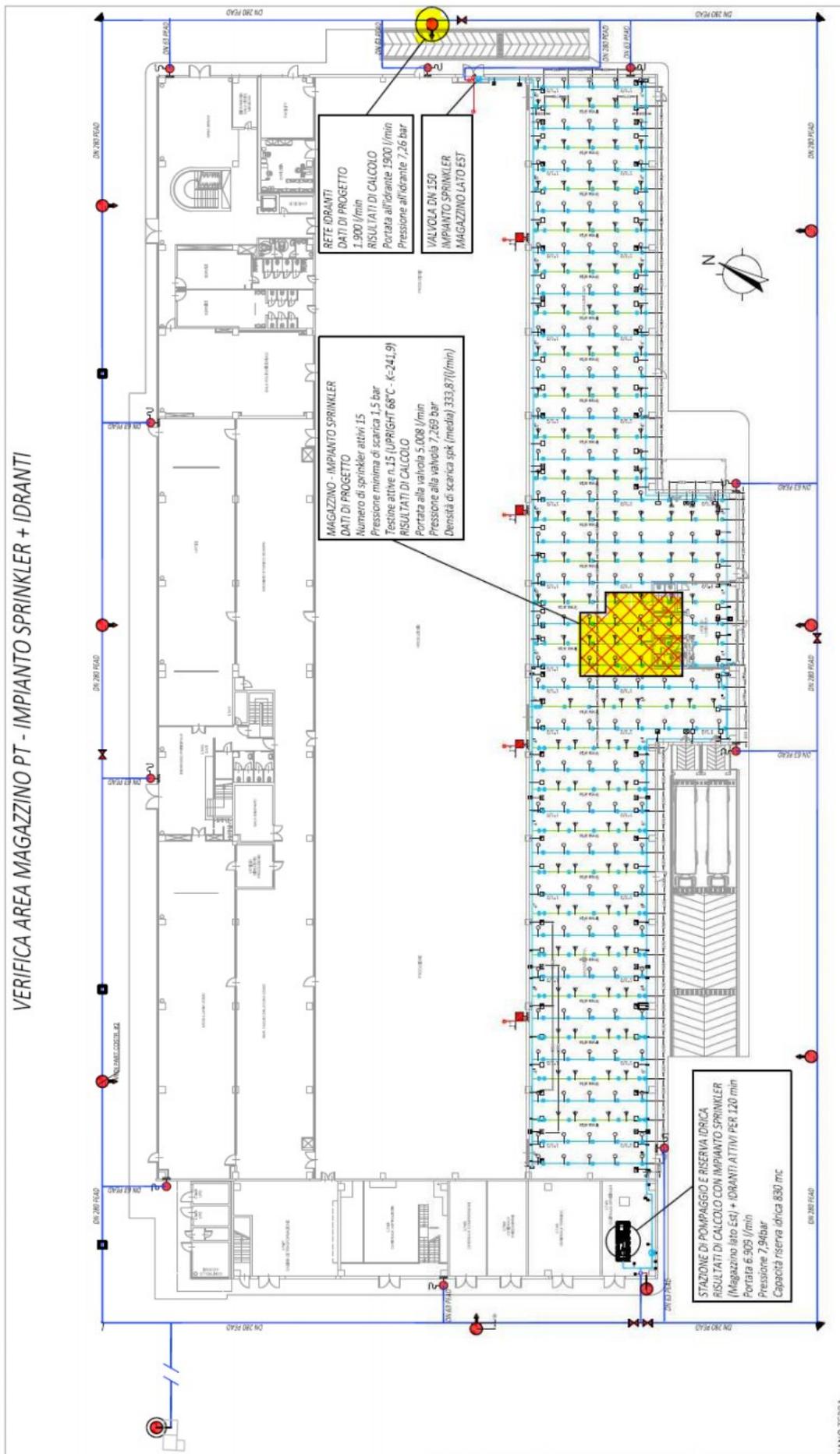


Figura 4.21 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 1

## RISULTATI CALCOLO IDRAULICO

Numero stazioni di controllo: 1

Altezza dell'erogatore più alto rispetto alla alimentazione: 6.98 m

Velocità massima rilevata nei tubi: 10.24 m/sec

**PORTATA TOTALE = 6.908,54 l/min**

**PRESSIONE = 7.94 bar**

**CAPACITA' RISERVA IDRICA = 830 mc**

(Autonomia di 120 min)

### Dati Sprinkler attivi in area Sfavorita:

#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]	#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]
1563	--- Upright	7.85	241.90	1.94	336.99	1574	--- Upright	6.20	241.90	2.06	346.82
1578	--- Upright	6.20	241.90	2.19	358.38	1591	--- Upright	7.85	241.90	1.61	307.34
1593	--- Upright	7.85	241.90	1.50	296.67	1596	--- Upright	7.85	241.90	1.57	302.80
1607	--- Upright	6.20	241.90	2.09	349.84	1610	--- Upright	6.20	241.90	2.03	345.09
1617	--- Upright	6.20	241.90	2.21	359.69	1618	--- Upright	6.20	241.90	2.03	344.30
1639	--- Upright	7.85	241.90	1.50	296.44	1642	--- Upright	6.20	241.90	2.01	342.95
1643	--- Upright	6.20	241.90	2.00	341.90	1646	--- Upright	7.85	241.90	1.97	339.21
1647	--- Upright	7.85	241.90	1.98	340.07						

### Dati Idranti attivi in area Sfavorita:

#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]	#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]
32	Uni 70	0.72	833.21	7.26	1900.07						

### Dati Stazioni di Controllo Attive

#	DN (mm)	Impianto	Numero Sprinkler	Volume tubazioni (m³)	Altezza max sprinkler (m)	Press. Eff. (bar)	Port. Reale (l/min)
1237	150	a umido	196	3.058	7.850	7.269	5008.469

**CALCOLO 2 – VERIFICA AREA MAGAZZINO PT (SPRINKLER)**

<b>DATI DI PROGETTO</b>	
Destinazione d'uso dei locali:	MAGAZZINO (LATO EST)
Livello di rischio	EXTRA HAZARD
Tipologia impianto:	A UMIDO
Numero di sprinkler attivi:	15
Pressione minima di scarica:	1,5 bar
Area copertura sprinkler (media):	7,4 mq (compresa tra 7,4 mq e 12,0 mq)
Spaziatura lineare sprinkler:	Compresa tra 2,4 m e 3,7 m
Tipologia erogatore sprinkler:	UPRIGHT 3/4" K16.8 gpm/psi (241,9 lpm/bar ½)-68°C TYCO mod. TY7153 FM Approved
Portata minima sprinkler attivo:	296,27 l/min
Portata minima area operativa:	4.444,1 l/min
Durata di scarica:	120 minuti
Portata idranti:	---
Durata di scarica:	---

<b>RISULTATI DI CALCOLO SPRINKLER</b>	
Portata complessiva sprinkler:	5.005 l/min
Pressione:	7,77 bar
Pressione alla valvola:	7,262 bar
Densità di scarica sprinkler (media):	333,67 lt/min
Massima velocità nelle tubazioni:	10,23 m/s
Capacità riserva idrica (120 min):	601 mc

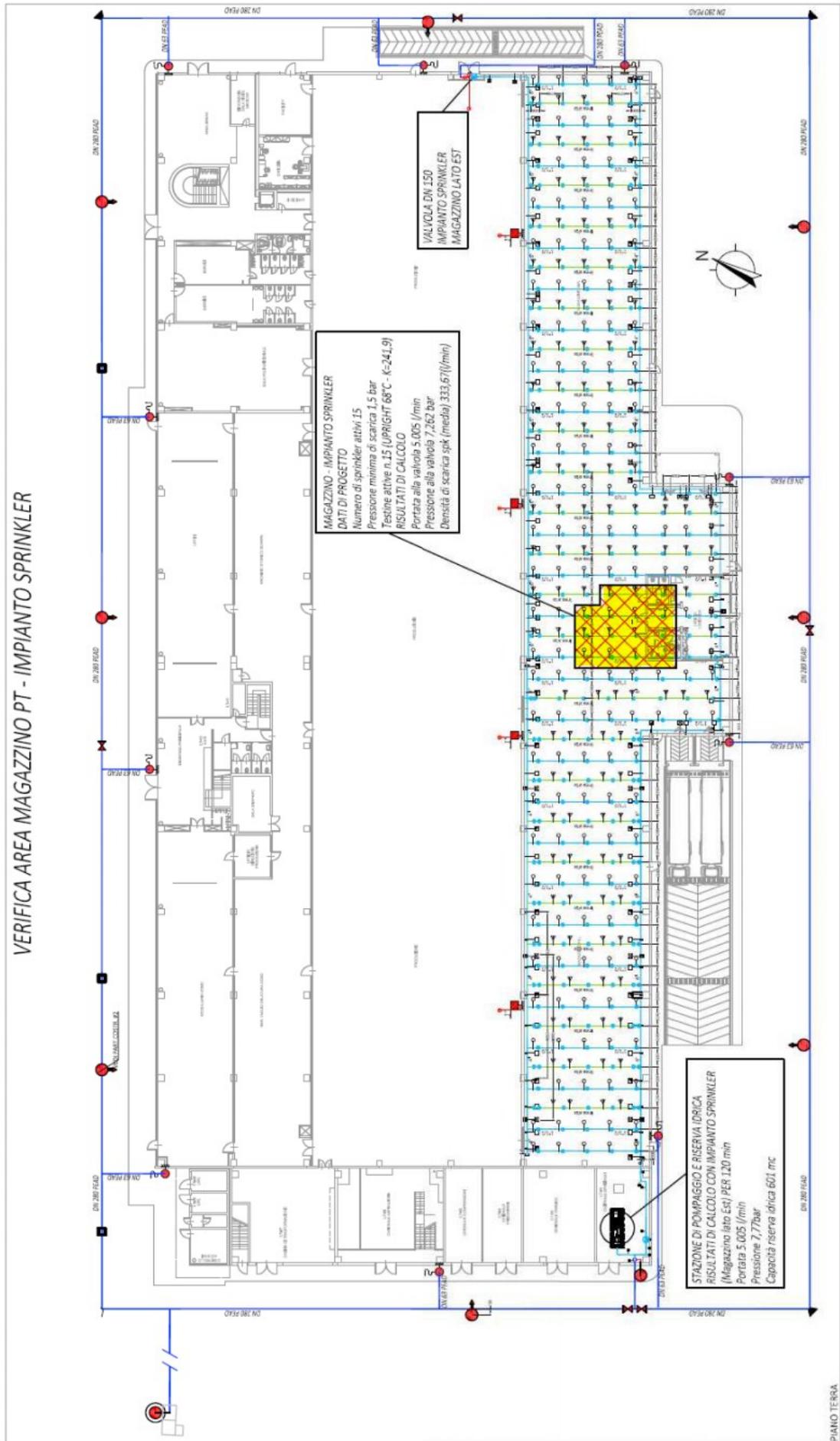


Figura 4.22 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 2

## RISULTATI CALCOLO IDRAULICO

Numero stazioni di controllo: 1

Altezza dell'erogatore più alto rispetto alla alimentazione: 6.98 m

Velocità massima rilevata nei tubi: 10.23 m/sec

**PORTATA TOTALE = 5.005,44 l/min**

**PRESSIONE = 7,77 bar**

**CAPACITA' RISERVA IDRICA = 601 mc**

(Autonomia di 120 min)

### Dati Sprinkler attivi in area Sfavorita:

#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]	#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]
1563	--- Upright	7.85	241.90	1.94	336.79	1574	--- Upright	6.20	241.90	2.05	346.62
1578	--- Upright	6.20	241.90	2.19	358.12	1591	--- Upright	7.85	241.90	1.61	307.13
1593	--- Upright	7.85	241.90	1.50	296.49	1596	--- Upright	7.85	241.90	1.57	302.60
1607	--- Upright	6.20	241.90	2.09	349.62	1610	--- Upright	6.20	241.90	2.03	344.91
1617	--- Upright	6.20	241.90	2.21	359.43	1618	--- Upright	6.20	241.90	2.02	344.12
1639	--- Upright	7.85	241.90	1.50	296.27	1642	--- Upright	6.20	241.90	2.01	342.77
1643	--- Upright	6.20	241.90	2.00	341.72	1646	--- Upright	7.85	241.90	1.96	339.00
1647	--- Upright	7.85	241.90	1.97	339.86						

### Dati Idranti attivi in area Sfavorita:

Nessuno

### Dati Stazioni di Controllo Attive:

#	DN (mm)	Impianto	Numero Sprinkler	Volume tubazioni (m³)	Altezza max sprinkler (m)	Press. Eff. (bar)	Port. Reale (l/min)
1237	150	a umido	196	3.058	7.850	7.262	5005.437

**CALCOLO 3 – VERIFICA AREA PRODUZIONE PT (SPRINKLER)**

<b>DATI DI PROGETTO</b>	
Destinazione d'uso dei locali:	PRODUZIONE (LATO EST)
Livello di rischio	EXTRA HAZARD
Tipologia impianto:	A UMIDO
Area operativa:	mq 230
Densità di scarica:	12 lt/min/mq
Portata minima area operativa:	2.760,0 l/min
Area copertura sprinkler (media):	7,5 mq (compresa tra 7,5 mq e 11,1 mq)
Spaziatura lineare sprinkler:	Compresa tra 2,4 m e 3,7 m
Tipologia erogatore sprinkler:	UPRIGHT 3/4" K8.0 gpm/psi (115,2 lpm/bar ½)-68°C VIKING mod. VK200 FM Approved (P min = 0,5 bar)
Numero di sprinkler attivi:	30
Portata minima sprinkler attivo:	92,0 l/min
Durata di scarica:	120 minuti
Portata idranti:	- - - l/min
Durata di scarica:	- - - minuti

<b>RISULTATI DI CALCOLO SPRINKLER</b>	
Portata complessiva sprinkler:	3.137 l/min
Pressione:	2,96 bar
Pressione alla valvola:	2,72 bar
Densità di scarica (media):	13,6 lt/min/mq
Massima velocità nelle tubazioni:	5,03 m/s (inferiore a 10 m/s)
Capacità riserva idrica (120 min):	377 mc

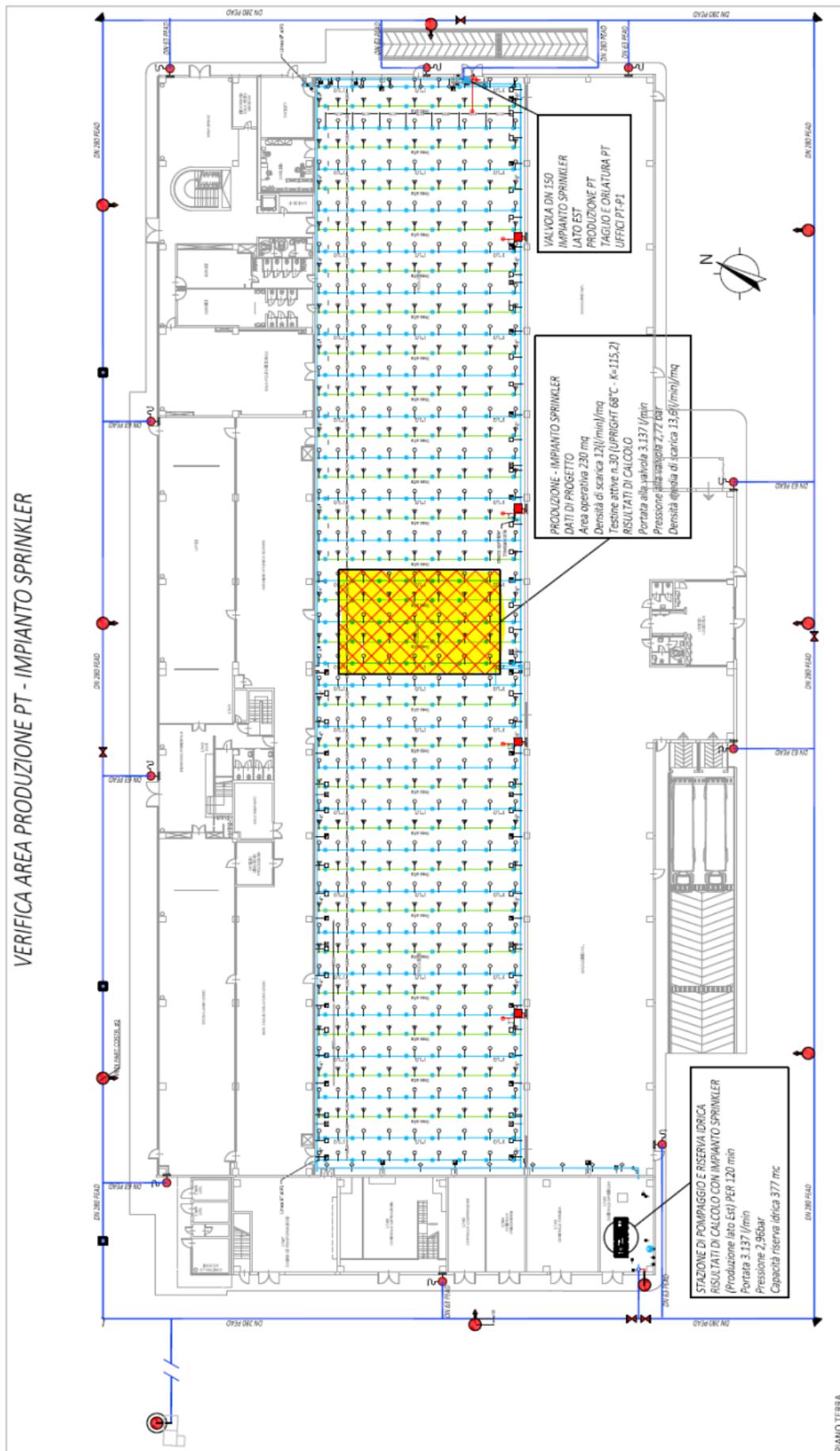


Figura 4.23 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 3

## RISULTATI CALCOLO IDRAULICO

Numero stazioni di controllo: 1

Altezza dell'erogatore più alto rispetto alla alimentazione: 7.07 m

Velocità massima rilevata nei tubi: 5.03 m/sec

**PORTATA TOTALE = 3.136,52 l/min**

**PRESSIONE = 2.96 bar**

**CAPACITA' RISERVA IDRICA = 377 mc**

(Autonomia di 120 min)

### Dati Sprinkler attivi in area Sfavorita:

#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]	#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]
937	--- Upright	6.20	115.20	1.05	118.11	940	--- Upright	6.20	115.20	0.92	110.68
942	--- Upright	6.20	115.20	0.92	110.50	952	--- Upright	7.94	115.20	0.68	95.31
965	--- Upright	6.20	115.20	1.05	118.10	968	--- Upright	6.20	115.20	0.88	108.28
979	--- Upright	6.20	115.20	0.82	104.51	981	--- Upright	6.20	115.20	0.82	104.41
983	--- Upright	6.20	115.20	0.83	104.99	985	--- Upright	6.20	115.20	0.88	107.87
989	--- Upright	6.20	115.20	0.99	114.47	990	--- Upright	6.20	115.20	0.85	106.22
996	--- Upright	7.94	115.20	0.64	92.11	999	--- Upright	7.94	115.20	0.64	92.50
1004	--- Upright	7.94	115.20	0.77	100.90	1005	--- Upright	7.94	115.20	0.68	95.04
1006	--- Upright	7.94	115.20	0.64	92.00	1007	--- Upright	7.94	115.20	0.66	93.67
1009	--- Upright	6.20	115.20	0.90	109.48	1010	--- Upright	6.20	115.20	0.88	107.77
1011	--- Upright	6.20	115.20	0.87	107.67	1012	--- Upright	6.20	115.20	0.93	111.28
1014	--- Upright	7.94	115.20	0.85	106.09	1015	--- Upright	7.94	115.20	0.74	99.28
1016	--- Upright	7.94	115.20	0.70	96.09	1017	--- Upright	7.94	115.20	0.68	95.29
1018	--- Upright	7.94	115.20	0.70	96.51	1071	--- Upright	6.20	115.20	0.98	113.75
1072	--- Upright	6.20	115.20	0.93	110.98	1073	--- Upright	6.20	115.20	0.96	112.68

### Dati Idranti attivi in area Sfavorita:

Nessuno

### Dati Stazioni di Controllo Attive:

#	DN (mm)	Impianto	Numero Sprinkler	Volume tubazioni (m³)	Altezza max sprinkler (m)	Press. Eff. (bar)	Port. Reale (l/min)
38	150	a umido	233	3.032	7.940	2.715	3136.522

**CALCOLO 4 – VERIFICA ZONA UFFICI PT, AREA TAGLIO E ORLATURA (SPRINKLER)**

<b>DATI DI PROGETTO</b>	
Destinazione d'uso dei locali:	TAGLIO E ORLATURA (LATO EST)
Livello di rischio	EXTRA HAZARD
Tipologia impianto:	A UMIDO
Area operativa:	mq 230
Densità di scarica:	12 lt/min/mq
Portata minima area operativa:	2.760,0 l/min
Area copertura sprinkler (media):	8,8 mq (compresa tra 7,5 mq e 11,1 mq)
Spaziatura lineare sprinkler:	Compresa tra 2,4 m e 3,7 m
Tipologia erogatore sprinkler:	PENDENT 3/4" K8.0 gpm/psi (115,2 lpm/bar ½)-68°C VIKING mod. VK202 FM Approved (P min = 0,5 bar)
Numero di sprinkler attivi:	26
Portata minima sprinkler attivo:	106,2 l/min
Durata di scarica:	120 minuti
Portata idranti:	- - - l/min
Durata di scarica:	- - - minuti

<b>RISULTATI DI CALCOLO SPRINKLER</b>	
Portata complessiva sprinkler:	3.108 l/min
Pressione:	5,08 bar
Pressione alla valvola:	4,84 bar
Densità di scarica (media):	13,5 lt/min/mq
Massima velocità nelle tubazioni:	5,95 m/s (inferiore a 10 m/s)
Capacità riserva idrica (120 min):	373 mc

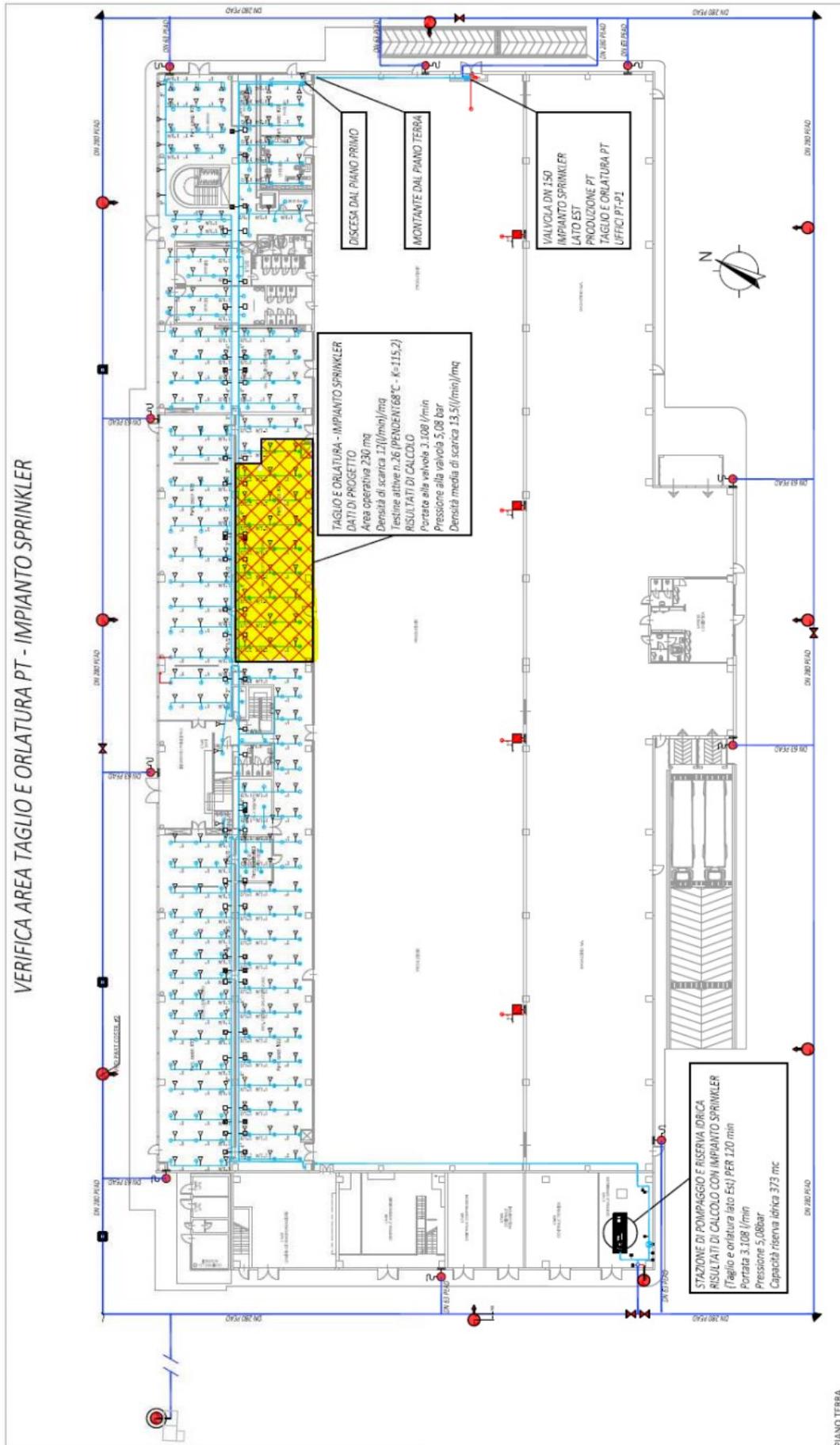


Figura 4.24 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 4

## RISULTATI CALCOLO IDRAULICO

Numero stazioni di controllo: 1

Altezza dell'erogatore più alto rispetto alla alimentazione: 2.58 m

Velocità massima rilevata nei tubi: 5.95 m/sec

**PORTATA TOTALE = 3.107,50 l/min**

**PRESSIONE = 5.08 bar**

**CAPACITA' RISERVA IDRICA = 373 mc**

(Autonomia di 120 min)

### Dati Sprinkler attivi in area Sfavorita:

#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]	#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]
109	--- Pendent	3.45	115.20	1.08	119.93	110	--- Pendent	3.45	115.20	1.19	125.89
111	--- Pendent	3.45	115.20	1.36	134.25	114	--- Pendent	3.45	115.20	1.31	131.78
116	--- Pendent	3.45	115.20	1.15	123.55	118	--- Pendent	3.45	115.20	1.04	117.70
124	--- Pendent	3.45	115.20	1.09	120.03	126	--- Pendent	3.45	115.20	0.95	112.44
128	--- Pendent	3.45	115.20	0.86	107.03	131	--- Pendent	3.45	115.20	1.07	119.11
133	--- Pendent	3.45	115.20	0.94	111.57	135	--- Pendent	3.45	115.20	0.85	106.20
139	--- Pendent	3.45	115.20	0.98	114.12	141	--- Pendent	3.45	115.20	0.89	108.65
142	--- Pendent	3.45	115.20	1.12	121.81	146	--- Pendent	3.45	115.20	0.89	108.77
147	--- Pendent	3.45	115.20	0.98	114.25	148	--- Pendent	3.45	115.20	1.12	121.94
151	--- Pendent	3.45	115.20	1.04	117.29	153	--- Pendent	3.45	115.20	0.94	111.68
154	--- Pendent	3.45	115.20	1.18	125.16	158	--- Pendent	3.45	115.20	1.01	116.02
159	--- Pendent	3.45	115.20	1.12	121.81	160	--- Pendent	3.45	115.20	1.27	129.94
165	--- Pendent	3.45	115.20	1.28	130.12	166	--- Pendent	3.45	115.20	1.41	136.49

### Dati Idranti attivi in area Sfavorita:

Nessuno

### Dati Stazioni di Controllo Attive:

#	DN (mm)	Impianto	Numero Sprinkler	Volume tubazioni (m³)	Altezza max sprinkler (m)	Press. Eff. (bar)	Port. Reale (l/min)
38	150	a umido	30	1.215	3.450	4.837	3107.501

**CALCOLO 5 – VERIFICA AREA UFFICI P1, HUB SPACE (SPRINKLER)**

<b>DATI DI PROGETTO</b>	
Destinazione d'uso dei locali:	UFFICI (LATO EST)
Livello di rischio	ORDINARY HAZARD
Tipologia impianto:	A UMIDO
Area operativa:	mq 140
Densità di scarica:	4 lt/min/mq
Portata minima area operativa:	560,0 l/min
Area copertura sprinkler (media):	5,0 mq (compresa tra 6,5 mq e 20,9 mq)
Spaziatura lineare sprinkler:	Compresa tra 2,1 m e 4,6 m
Tipologia erogatore sprinkler:	PENDENT 1/2" K5.6 gpm/psi (80,6 lpm/bar ½)-68°C VIKING mod. VK102 FM Approved (P min = 0,5 bar)
Numero di sprinkler attivi:	28
Portata minima sprinkler attivo:	20,0 l/min
Durata di scarica:	60 minuti
Portata idranti:	- - - l/min
Durata di scarica:	- - - minuti

<b>RISULTATI DI CALCOLO SPRINKLER</b>	
Portata complessiva sprinkler:	1.779 l/min
Pressione:	3,73 bar
Pressione alla valvola:	3,62 bar
Densità di scarica (media):	12,7 lt/min/mq
Massima velocità nelle tubazioni:	5,77 m/s (inferiore a 10 m/s)
Capacità riserva idrica (120 min):	107 mc



Figura 4.25 – Planimetria area oggetto di verifica calcolo 5

## RISULTATI CALCOLO

Numero stazioni di controllo: 1

Altezza dell'erogatore più alto rispetto alla alimentazione: 8.01 m

Velocità massima rilevata nei tubi: 5.77 m/sec

**PORTATA TOTALE = 1.778,71 l/min**

**PRESSIONE = 3.73 bar**

**CAPACITA' RISERVA IDRICA = 107 mc**

(Autonomia di 60 min)

### Dati Sprinkler attivi in area Sfavorita:

#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]	#	Tipo	Quota [m]	Coeff. Efflusso	Press. Effettiva [bar]	Portata reale [l/min]
505	--- Pendent	7.08	80.60	0.70	67.45	507	--- Pendent	7.08	80.60	0.64	64.67
509	--- Pendent	7.08	80.60	0.61	62.81	511	--- Pendent	6.86	80.60	0.61	62.91
512	--- Pendent	7.08	80.60	0.78	71.25	524	--- Pendent	7.08	80.60	0.61	63.11
526	--- Pendent	7.08	80.60	0.56	60.47	528	--- Pendent	7.08	80.60	0.53	58.70
530	--- Pendent	6.86	80.60	0.53	58.88	531	--- Pendent	7.08	80.60	0.69	66.73
534	--- Pendent	8.88	80.60	0.60	62.55	536	--- Pendent	8.88	80.60	0.56	60.47
539	--- Pendent	8.88	80.60	0.50	56.99	540	--- Pendent	8.88	80.60	0.53	58.40
546	--- Pendent	7.08	80.60	0.62	63.32	548	--- Pendent	7.08	80.60	0.57	60.68
551	--- Pendent	6.86	80.60	0.54	59.38	552	--- Pendent	7.08	80.60	0.53	58.91
553	--- Pendent	7.08	80.60	0.69	66.92	560	--- Pendent	8.88	80.60	0.56	60.25
562	--- Pendent	8.88	80.60	0.53	58.80	563	--- Pendent	8.88	80.60	0.60	62.37
564	--- Pendent	8.88	80.60	0.64	64.51	570	--- Pendent	8.88	80.60	0.70	67.25
573	--- Pendent	8.88	80.60	0.62	63.44	574	--- Pendent	8.88	80.60	0.65	64.98
575	--- Pendent	8.88	80.60	0.74	69.53	587	--- Pendent	6.86	80.60	1.06	83.00

### Dati Idranti attivi in area Sfavorita:

Nessuno

### Dati Stazioni di Controllo Attive:

#	DN (mm)	Impianto	Numero Sprinkler	Volume tubazioni (m <sup>3</sup> )	Altezza max sprinkler (m)	Press. Eff. (bar)	Port. Reale (l/min)
38	150	a umido	55	1.230	8.880	3.616	1778.712

#### 4.7 CONCLUSIONI

Il calcolo idraulico effettuato ha riportato i seguenti risultati nella condizione più gravosa (sprinkler magazzino + idranti):

**PORTATA TOTALE** = 6.908,54 l/min = 1.825 US gpm

**PRESSIONE** = 7.94 bar = 266 Ft head

A servizio dell'impianto idrico antincendio risulta installata la seguente motopompa [paragrafo 4.4.1] essenzialmente composta da motore a combustione interna (Clarke), giunto (Randolph) e pompa (Patterson).



Figura 4.26 – Motore Clarke



Figura 4.27 – Giunto Randolph



Figura 4.28 – Pompa Patterson

Di seguito si riporta la curva nominale della pompa installata con indicato il punto (portata/prevalenza) ottenuto dal calcolo idraulico nella condizione più gravosa.

Essendo il punto ottenuto dal calcolo sotto la curva nominale della pompa, si evince che quest'ultima è in grado di garantire le prestazioni minime richieste.

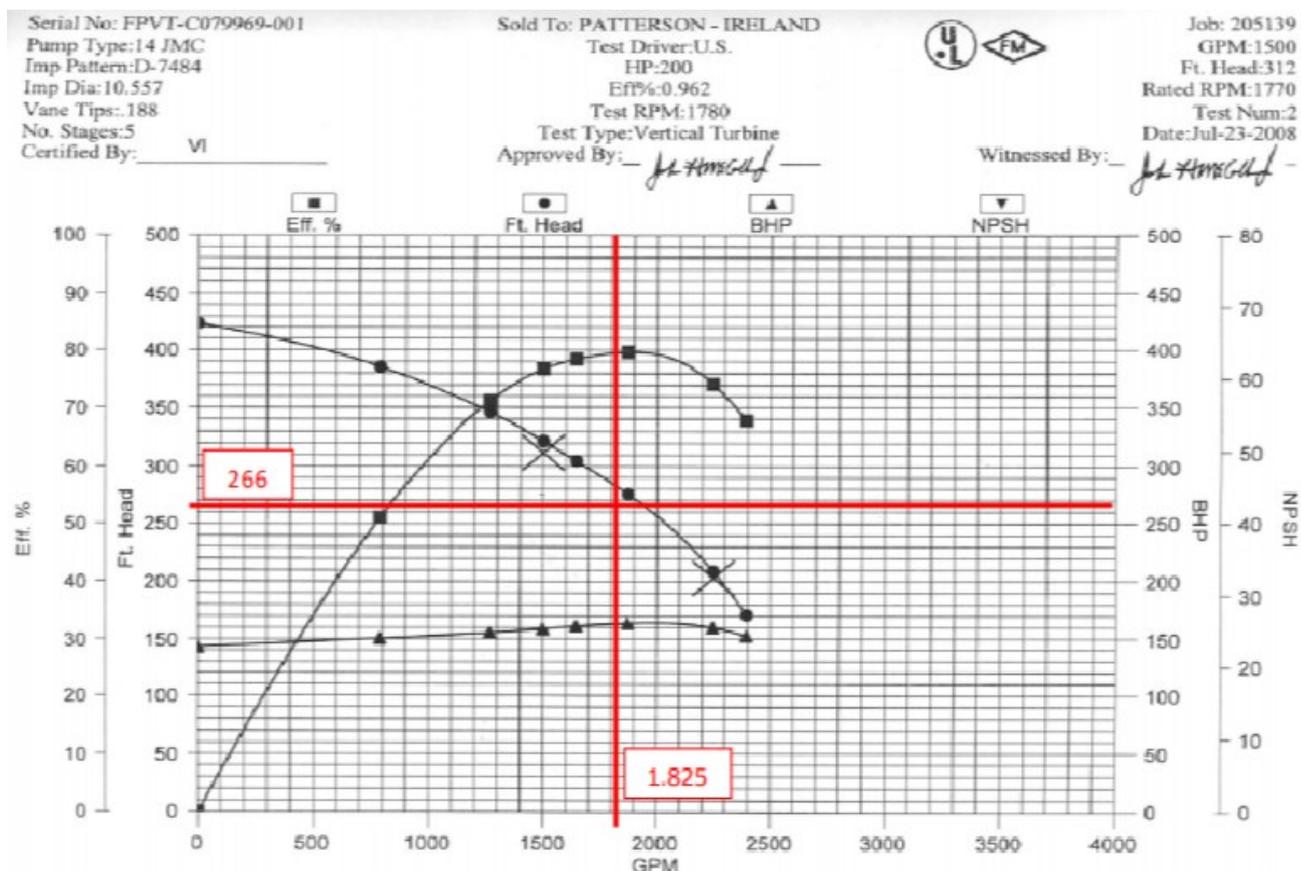


Figura 4.29 – Grafico Portata/Prevalenza

#### **4.7.1 Verifica riserva idrica**

In base ai risultati del calcolo idraulico, alla destinazione d'uso dei locali ed alla classificazione del livello di rischio la riserva idrica deve garantire il funzionamento dell'impianto idrico antincendio per una durata non inferiore a 120 minuti.

Ne deriva: **CAPACITA' RISERVA IDRICA (Autonomia di 120 min) = 830 mc**

A servizio dell'impianto idrico antincendio è presente una riserva idrica di capacità pari a 870 mc, superiore alla capacità minima richiesta.

## **RINGRAZIAMENTI**

Ringrazio la mia famiglia per avermi dato l'opportunità e il sostegno per poter effettuare questa esperienza.

Ringrazio tutti i miei amici che mi sono stati vicini e permesso di affrontare con leggerezza il percorso.

Ringrazio i miei compagni di studio.

Ringrazio il professore Ciarapica per avermi dato la sua disponibilità nel seguire questo lavoro di tesi.

Un ringraziamento particolare a Riccardo e tutti i membri della società *Ingegno SRL* che mi hanno permesso e mi stanno tuttora permettendo di affrontare questo primo percorso lavorativo.

Vorrei, infine, ringraziare me stesso per non essermi arreso ai primi ostacoli e per i 'sacrifici' fatti che mi hanno permesso di raggiungere questo traguardo.

## **BIBLIOGRAFIA**

*Normativa UNI EN 12845*

*Normativa UNI EN 10779*

*Normativa NFPA 13*

*Normativa FMDS0200*

*Normativa FMDS0201*

*Normativa FMDS0208*

*Normativa FMDS0281*

*Normativa FMDS0289*

*Normativa FMDS0300*

*Antonio La Malfa – Ingegneria della Sicurezza Antincendio*

*Antonio La Malfa – Esempi di Progettazione Antincendio*

## **SITOGRAFIA**

*it.wikipedia.org*

*www.mgmd.it*

*www.sei-sicurezza.it*

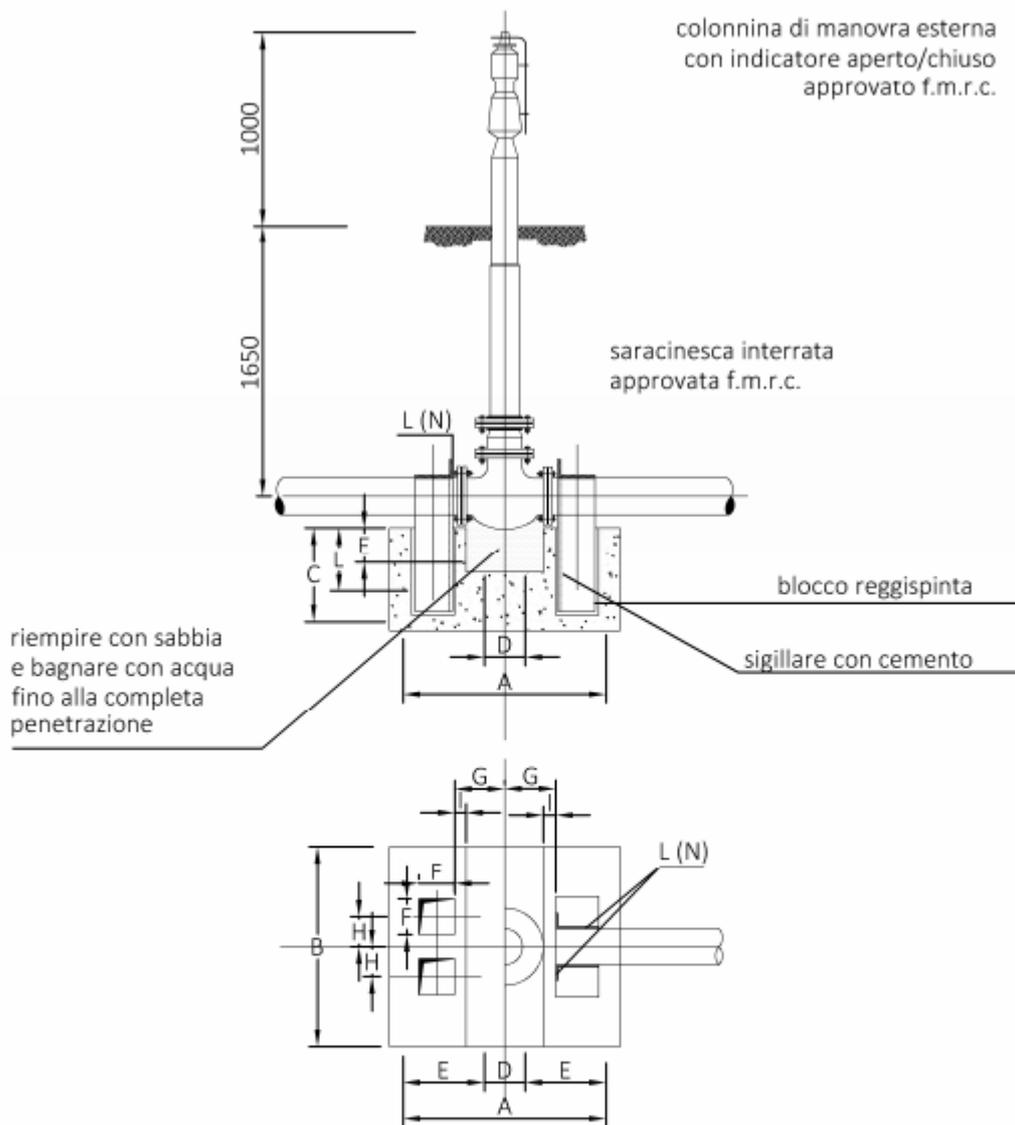
*www.puntosicuro.it*

*www.vigilifuoco.it*

*www.antincendio.it*

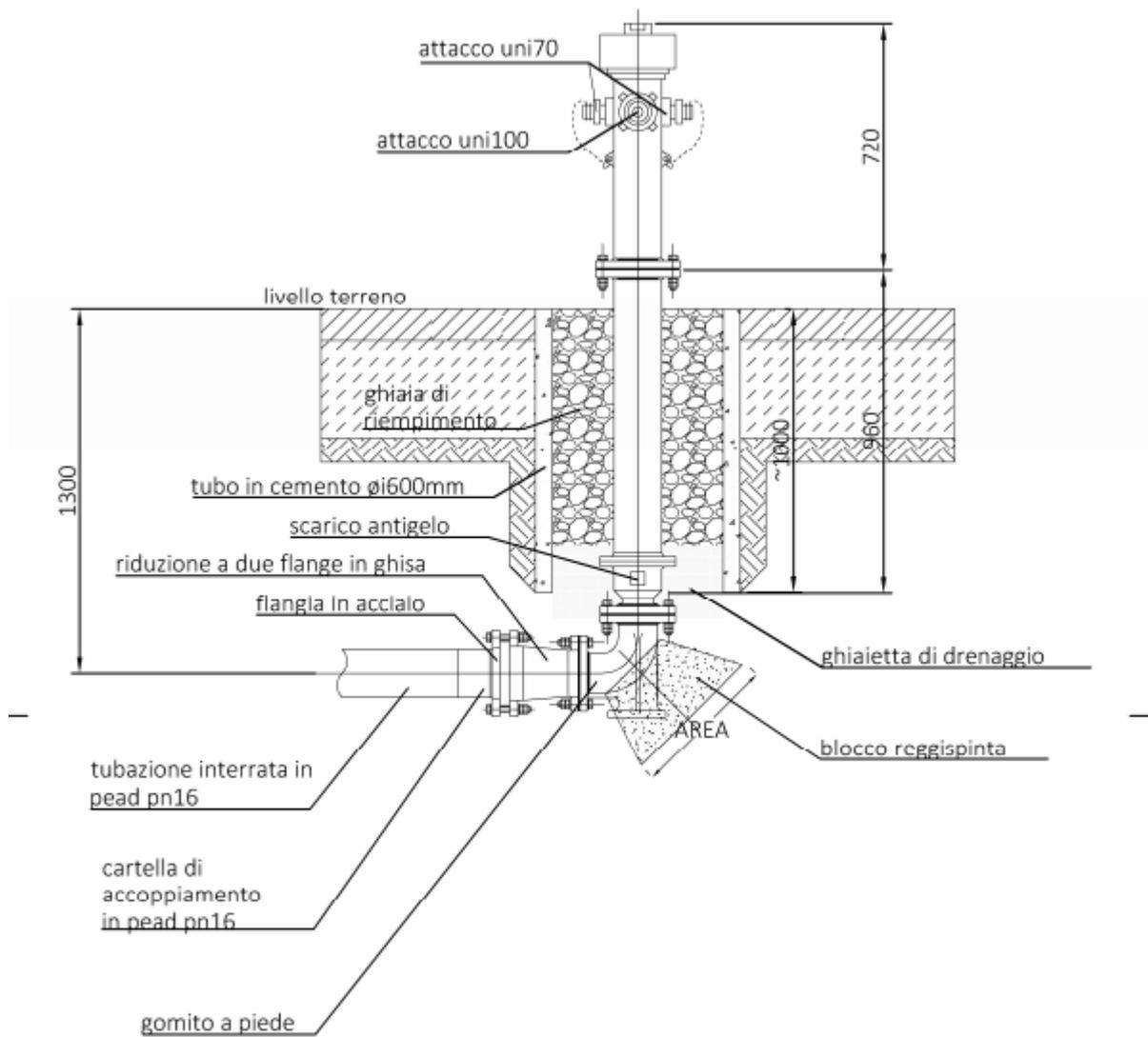


APPENDICE A – PARTICOLARI COSTRUTTIVI

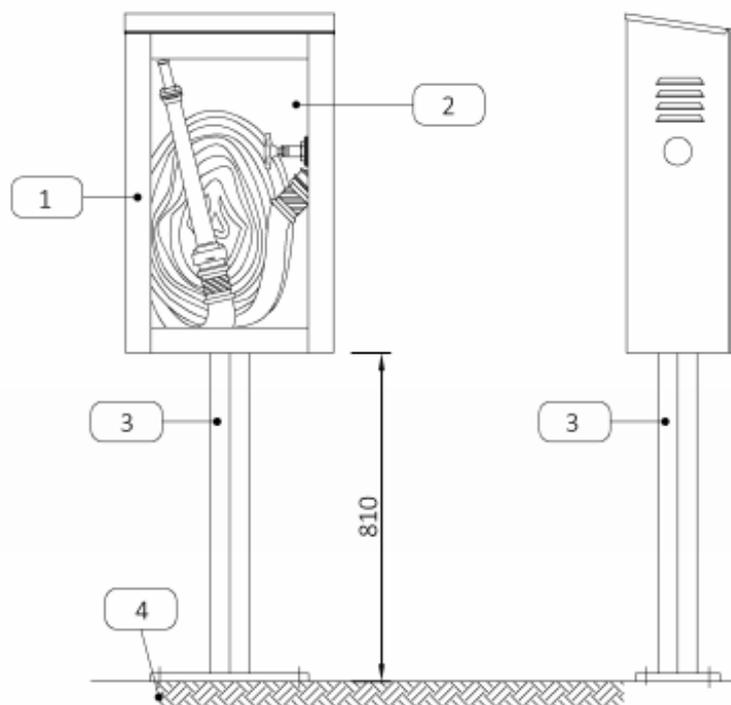


Ø	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	(N)
300	1.20	1.00	0.75	0.30	0.45	0.20	0.21	0.17	0.06	0.40	0.15	160/80
250	1.16	0.95	0.60	0.28	0.44	0.20	0.20	0.15	0.06	0.40	0.15	160/80
200	0.90	0.90	0.40	0.22	0.34	0.15	0.17	0.12	0.06	0.30	0.15	130/65
150	0.82	0.80	0.30	0.20	0.31	0.15	0.16	0.10	0.06	0.25	0.15	130/65

PARTICOLARE COSTRUTTIVO #1  
SARACINESCA A COLONNA CON INDICATORE

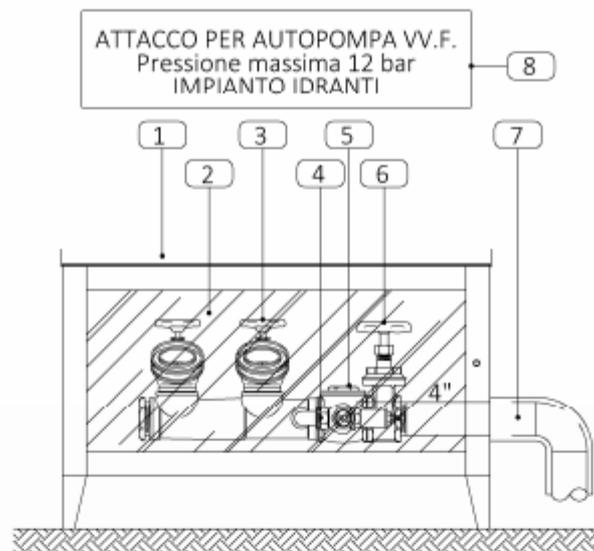


PARTICOLARE COSTRUTTIVO #2  
IDRANTE SOPRASSUOLO

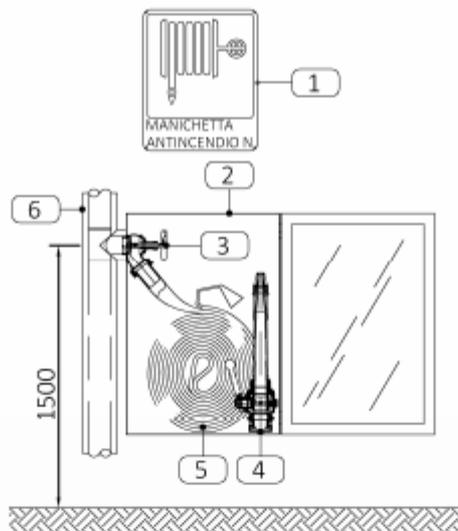


- 1 Chiave per serratura
- 2 cassetta antincendio per esterno in acciaio inox con equipaggiamento per idranti a colonna completa di:
- n°1 portella con lastra tipo "safe crash";
  - n°1 manichetta uni 70 mt 30;
  - n°1 lancia uni 70 multieffetto a 3 posizioni;
  - n°1 chiave di manovra
  - n°1 sella porta manichetta;
  - n°1 cartello identificatore.
- 3 Piantana
- 4 Basamento in calcestruzzo

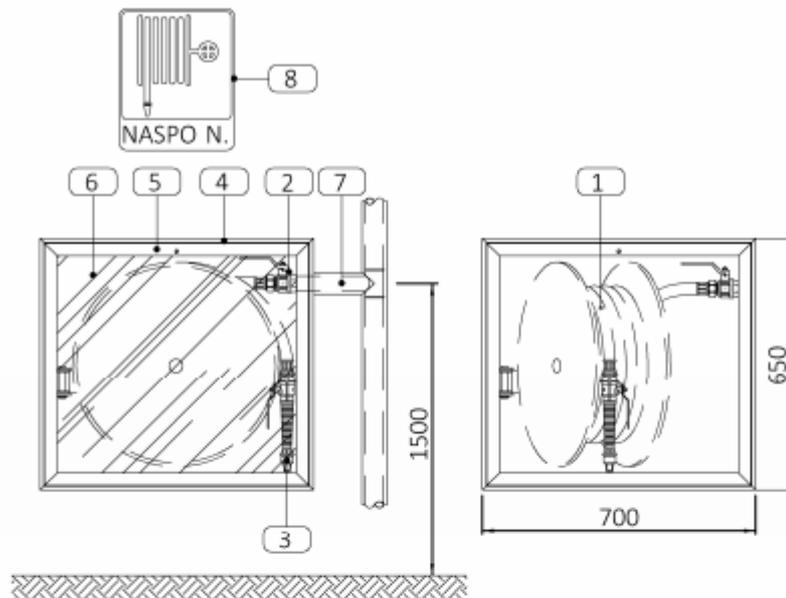
PARTICOLARE COSTRUTTIVO #3  
CASSETTA DOTAZIONE ANTINCENDIO  
IDRANTE UNI 70 PER ESTERNO



- 1 Cassetta per esterno in acciaio mm.1,50 con spigoli arrotondati antinfortunistici, in acciaio inox.
  - 2 Lastra trasparente "Safe crash".
  - 3 Attacco idrante 2xDN 70 con girello.
  - 4 Valvola di sicurezza tarata a 1,2 MPa.
  - 5 Valvola di ritegno CLAPET.
  - 6 Valvola di intercettazione normalmente aperta.
  - 7 Tubazione in acciaio zincato Ø4" per collegamento all'impianto (vedi nota in legenda per isolamento).
  - 8 Cartello di segnalazione in alluminio di colore rosso, conforme al D.Lgs 493/96 dimensioni 400x500.
- \*) I gruppi attacco autopompa saranno completi di dispositivo automatico antigelo.



- 1 Cartello segnalazione cassetta idrante dim. min. 400x500 in alluminio adatto per essere visibile ad una distanza massima di 16 m. A norma UNI e conformi al D.L. n° 493 del 14/08/96.
- 2 Cassetta antincendio UNI per interno/esterno a seconda dell'installazione in acciaio inox, spigoli arrotondati con tettuccio piano o spiovente.
- 3 Rubinetto idrante presa a muro per bocche antincendio con attacco a perno filettato gas, uscita a 45° maschio filettato UNI.
- 4 Lancia UNI 45 a più effetti in ottone-alluminio-ABS con leva a tre posizioni senza velo protettivo dai raggi calorifici. A NORMA UNI EN 671-2.
- 5 Manichetta UNI 45 con una lunghezza massima di 25 m in tessuto circolare poliestere A.T. gommata A NORMA UNI 9488, raccordata alle estremità con legature a norme, manicotti in gomma copriraccordo a norme UNI 804-805-807-808-810-813-814 e UNI 7421-7422. Pressione di esercizio 18 atm. Certificata dal ministero dell'interno.
- 6 Isolamento tubazioni acqua fredda per impianto antincendio con materiale isolante a cellule chiuse dello spessore non inferiore a 32mm e conducibilità termica non superiore a 0.040 W/(mK) alla temperatura di 40 °C. Rivestimento dell'isolamento con lamierino di alluminio, spessore 0,6/0,8 mm I pezzi speciali come saracinesche, flange, valvole ecc. dovranno essere usati preformati smontabili.



- 1 Tubo semirigido in PVC di colore rosso  $\varnothing 25$  di lunghezza pari a m.25 munito di raccordi
- 2 Valvola di intercettazione a sfera  $\varnothing 1''$
- 3 Lancia frazionatrice DN 25
- 4 Cassetta a parete in acciaio inox con spigoli arrotondati antinfortunistici, dimensioni indicative 650x700x270mm.
- 5 Portello portavetro in alluminio
- 6 Lastra trasparente "safe crash"
- 7 Tubo in acciaio nero  $\varnothing 1''$  a norma UNI EN 10255 per collegamento all'impianto (vedi nota in legenda per isolamento).
- 8 Cartello di segnalazione in alluminio di colore rosso con pittogramma "NASPO N." conforme al D.Lgs 493/96 dimensioni 250 x 310 mm

PARTICOLARE COSTRUTTIVO #6  
CASSETTA NASPO UNI 25

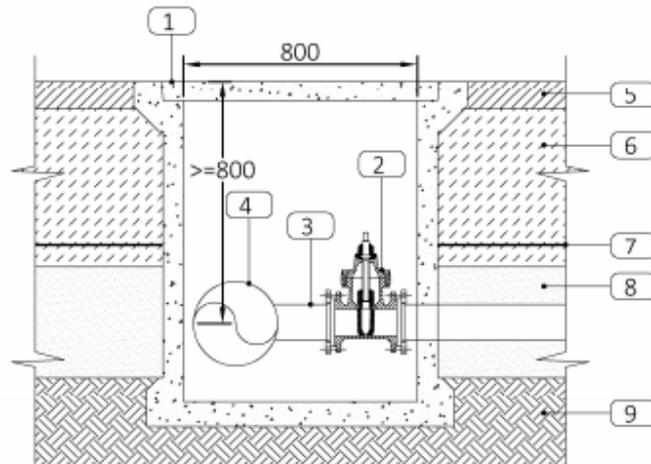
#6



Blocchi di spinta in calcestruzzo-area di contatto con terreno NON smosso			
lubo	curva45°	curva90°	te,idr.ecc.
dn100	20 dm <sup>2</sup>	30 dm <sup>2</sup>	30 dm <sup>2</sup>
dn150	40 dm <sup>2</sup>	80 dm <sup>2</sup>	50 dm <sup>2</sup>
dn200	60 dm <sup>2</sup>	110 dm <sup>2</sup>	80 dm <sup>2</sup>
dn250	90 dm <sup>2</sup>	170 dm <sup>2</sup>	120 dm <sup>2</sup>

vale per terreni di media consistenza e per pressione fino a 18 bar.  
 per terreni argillosi usare coeff. x4  
 per terreni sabbiosi usare coeff. x2  
 per terreni c/ghiaia usare coeff. x1,3  
 per terreni scistosi usare coeff. x0,4

PARTICOLARE COSTRUTTIVO #7  
 BLOCCO REGGI-SPINTA



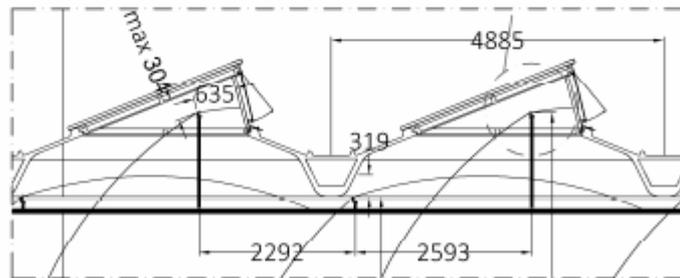
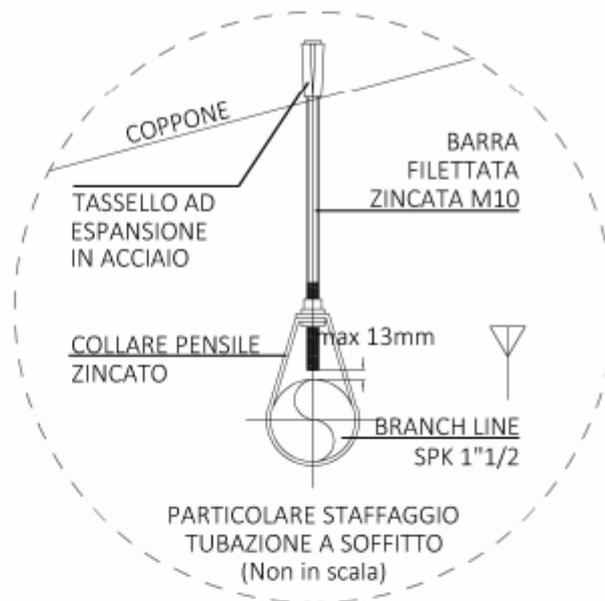
- 1 Pozzetto in muratura di mattoni pieni o in calcestruzzo armato di dimensioni interne cm 120x120, altezza netta fino a cm 120, spessore delle pareti di almeno cm 15 e coperchio carrabile.
- 2 Saracinesca DN 80 in ghisa PN 16, corpo e coperchio in ghisa, asta in ottone o acciaio, sedi di tenuta in ottone, tenuta a premistoppa, attacchi flangiati, completa di controflange, bulloni e guarnizioni, bloccata mediante sigillo nella posizione di completa apertura.
- 3 Tubazione di derivazione dall'anello antincendio Ø110 in pead PN 16.
- 4 Tubazione anello antincendio Ø250 in pead PN 16.
- 5 Manto d'usura in conglomerato bituminoso.
- 6 Misto granulometrico di cava stabilizzato.
- 7 Nastro di segnalazione SAFER posto a mm.300 al di sopra della generatrice superiore della tubazione.
- 8 Sabbia lavata a protezione delle tubazioni per almeno mm.300 sul diametro delle stesse.
- 9 Terreno naturale

PESO TUBO SERIE MEDIA  
Dn 1"1/2= 5 Kg/mt.

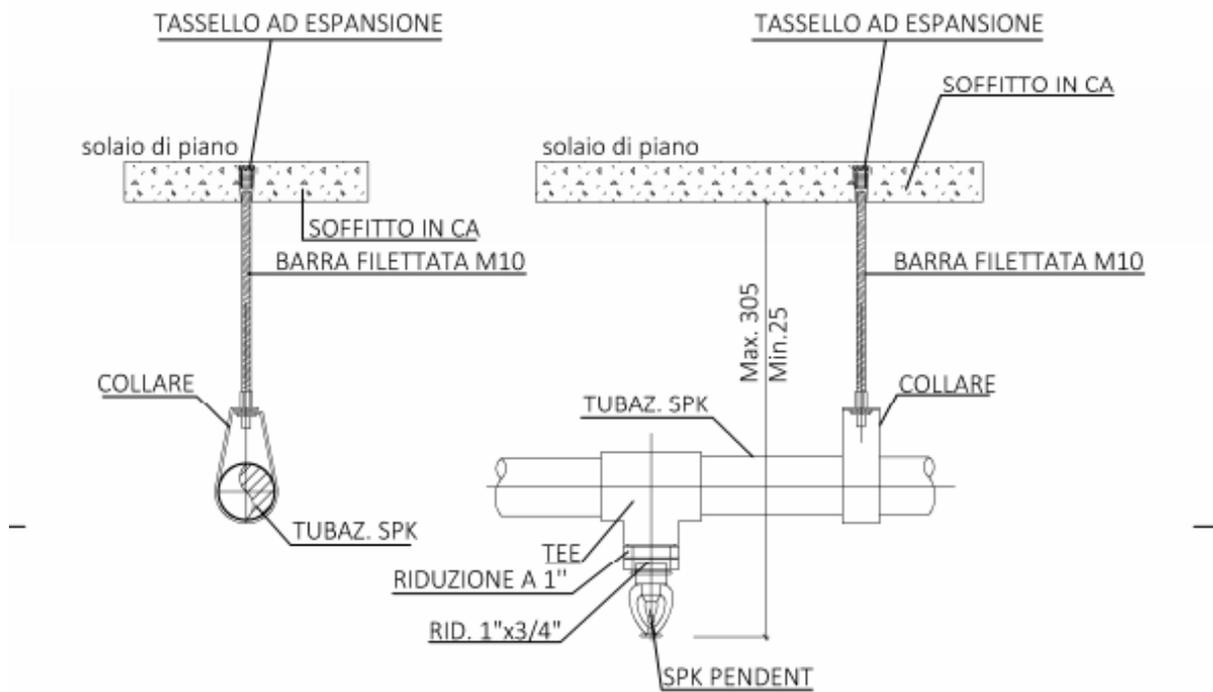
DISTANZA STAFFAGGI 3,6mt.

PESO SU CIASCUN SUPPORTO: 20Kg

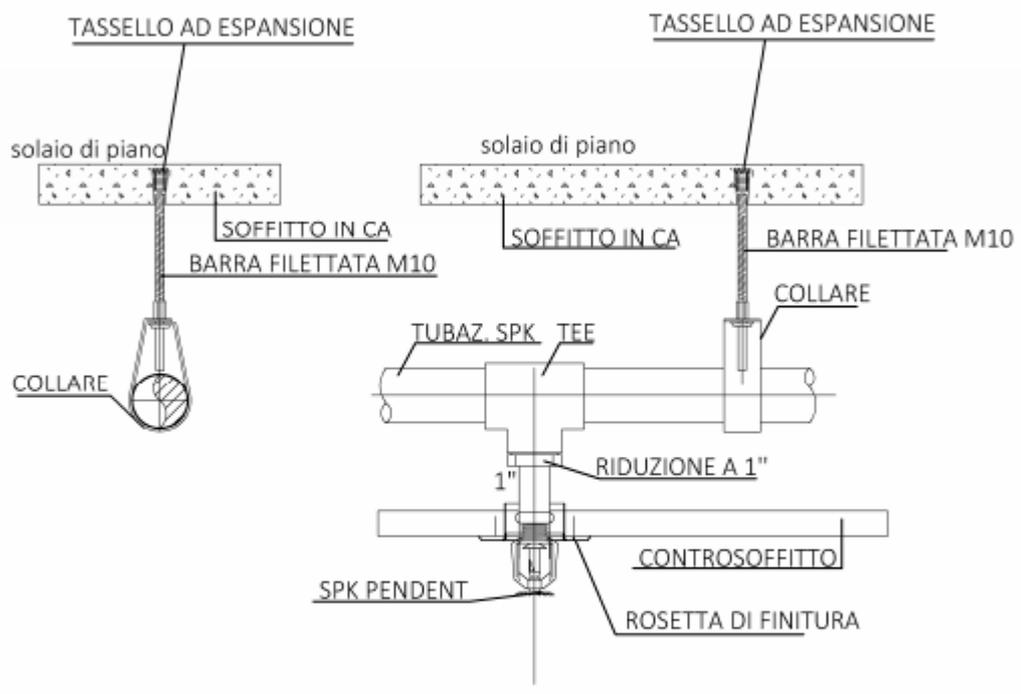
INCREMENTO DI SICUREZZA A  
NORMA FM GLOBAL PER  
DIMENSIONAMENTO DEL SINGOLO  
STAFFAGGIO: 20x5+114=214Kg  
(cui sommare a spinta sismica)



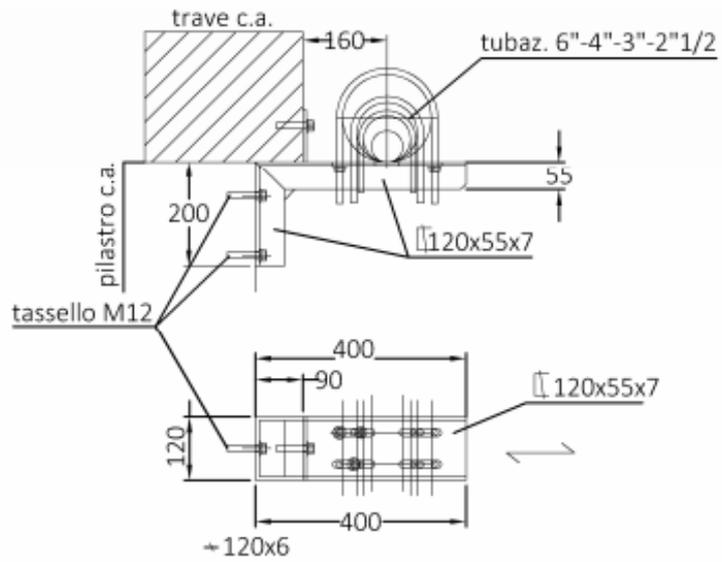
PARTICOLARE COSTRUTTIVO #11  
STAFFAGGIO TUBAZIONI A SOFFITTO



DETTAGLIO PARTICOLARE DI INSTALLAZIONE  
 SPRINKLER SENZA CONTROSOFFITTO



DETTAGLIO PARTICOLARE DI INSTALLAZIONE  
SPRINKLER CON CONTROSOFFITTO



STAFFA ANTISISMICA LATERALE  
PASSO 9,92 MT

#26

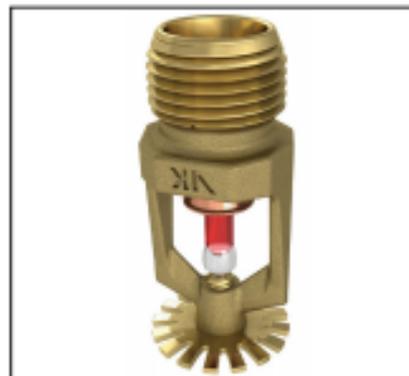


	<h2 style="margin: 0;">DATI TECNICI</h2>	<h3 style="margin: 0;">EROGATORI SPRINKLER INTERVENTO NORMALE IN BASSO VK102 (K5.6)</h3>
---	--	--

#### 1. DESCRIZIONE DEL PRODOTTO

Gli erogatori sprinkler Viking VK102 sono erogatori di dimensioni contenute, termosensibili e con un robusto bulbo di vetro, disponibili in diverse finiture, temperature di intervento e diversi Fattori K per soddisfare ogni esigenza di progetto. Gli speciali rivestimenti in Poliestere e ENT (Nichel Chimico) trovano impiego anche laddove esigenze decorative richiedano l'utilizzo del colore. Inoltre, questi rivestimenti sono stati studiati per installazioni in ambienti corrosivi e sono listate cULus come anticorrosive come indicato nella tabella delle Approvazioni.

Gli sprinkler ad intervento rapido possono essere ordinati e/o utilizzati come sprinkler aperti (bulbo e collare rimossi) in sistemi a diluvio. Fare riferimento a "come ordinare".



#### 3. LISTAGGI ED APPROVAZIONI

 **Listato C-UL:** Categoria VNIV

 **Approvazione FM:** Classi 2000

 **Approvazione VdS:** Certificati G414006 e G414004

 **Approvazione LPC**

 **Certificato CE:** Standard EN 12259-1, DOP\_Sprinklers\_LPCB\_5-2-19 & DOP\_VK102WAX\_2-12-19

**Approvazione della Cina:** approvazione secondo lo standard China GB

 **Certificato MED:** Standard EN 12259-1, EC-certificate 0832-MED-1003

*Avvertenze: il presente documento viene fornito da Viking a titolo informativo. Viking non è responsabile della completezza o della precisione dei dati in esso contenuti. La pagina tecnica in inglese "Form N° 031414 Rev 20.1" resta il documento di riferimento*

I dati tecnici Viking possono essere visualizzati sul nostro sito internet <http://www.vikinggroupinc.com>. Il sito internet contiene la pagina dei dati tecnici più recente.

#### 5. CARATTERISTICHE TECNICHE

##### Specifiche:

Pressione d'esercizio minima: 0,5 bar (7 PSI)\*

Pressione d'esercizio massima: 12 bar (175 psi)

Collaudo idrostatico in fabbrica: 34,5 bar (500 PSI)

Testato: Brevetto USA 4,831,870

Diametro filetto: 1/2 NPT, 15 mm BSP

Fattore K: 80.6 (5.6)

Temperatura minima del fluido contenuto nel bulbo -55°C (-65 F°).

Lunghezza complessiva: 57 mm (2-1/4)

\* Listato cULus, FM di approvazione, e NFPA 13 installa richiedono un minimo di 7 psi (0,5 bar). La pressione minima di esercizio per LPCB e CE Approvazioni SOLO è di 5 psi (0,35 bar).

#### 1. DESCRIZIONE DEL PRODOTTO

Gli erogatori sprinkler upright Viking VK200 sono erogatori di dimensioni contenute, termosensibili e con un robusto bulbo di vetro, disponibili in diverse finiture, temperature di intervento e diversi Fattori K per soddisfare ogni esigenza di progetto. Gli speciali rivestimenti in Poliestere e nichelato chimico PTFE (ENT), trovano impiego anche laddove esigenze decorative richiedano l'utilizzo del colore. Inoltre, questi rivestimenti sono stati studiati per installazioni in ambienti corrosivi e sono listate cULus come anticorrosive come indicato nella tabella delle Approvazioni. **FM Global ha approvazioni anticorrosione per i rivestimenti ENT.** (Nota: FM Global non ha approvazioni anticorrosione per i rivestimenti in poliestere, ENT).

Gli sprinkler ad intervento normale possono essere ordinati e/o utilizzati come sprinkler aperti (bulbo e otturatore rimossi) in sistemi a diluvio. Fare riferimento a "come ordinare".

#### 2. LISTAGGI E APPROVAZIONI



Listato C-UL: Categoria VNIV



Approvazione FM: Classi 2000



Approvazione VdS: Certificate G414013, G414014



Approvazione LPCB



Certificata CE: Norma EN 12259-1, Certificato di conformità CE 0832-CPD-2001 e Certificato CE di costanza della prestazione 0832-CPR-S0021

Approvazione Cina: approvata secondo lo standard China GB



Certificata MED: standard EN 12259-1, certificate of conformity 0832-MED-1003.

Fare riferimento alla tabella delle Approvazioni ai Criteri di Progetto per i requisiti delle approvazioni cULus e FM da seguire.

#### 3. DATI TECNICI

##### CARATTERISTICHE

- Pressione d'esercizio minima: 0,5 bar (7 PSI)\*
- Pressione d'esercizio massima: 12 bar (175 psi)
- Collaudo idrostatico in fabbrica: 34,5 bar (500 PSI)
- Testato: Brevetto USA 4,831,870
- Diametro filetto: 1/2 NPT, 15 mm BSP, 3/4 NPT, 20 mm BSP
- Fattore K: 115.2 (8.0)
- Temperatura minima del fluido contenuto nel bulbo -55°C (-65 F°).
- Lunghezza complessiva: 57 mm (2-1/4)

\* Listato cULus, FM di approvazione, e NFPA 13 installa richiedono un minimo di 7 psi (0,5 bar). La pressione minima di esercizio per LPCB e CE Approvazioni SOLO è di 5 psi (0,35 bar).



Le schede tecniche dei prodotti Viking sono disponibili sul sito internet <http://www.vikinggroupinc.com>. Il sito internet riporta le ultime versioni delle schede tecniche.

**Avvertenze:** Il presente documento viene fornito da Viking a titolo informativo. Viking non è responsabile della completezza o della precisione dei dati in esso contenuti. La pagina tecnica in inglese "Form N° 032814 Rev 19.2" prevale sempre.

#### 1. DESCRIZIONE DEL PRODOTTO

Gli erogatori sprinkler Viking Micromatic® VK202 sono erogatori di dimensioni contenute, termosensibili e con un robusto bulbo di vetro, disponibili in diverse finiture, temperature di intervento e diversi Fattori K per soddisfare ogni esigenza di progetto. Gli speciali rivestimenti in Poliestere e Nichel Chimico PTFE (ENT) trovano impiego anche laddove esigenze decorative richiedano l'utilizzo del colore. Inoltre, questi rivestimenti sono stati studiati per installazioni in ambienti corrosivi e sono listate cULus come anticorrosive come indicato nella tabella delle Approvazioni. **FM Global ha approvazioni anticorrosione per i rivestimenti ENT.** (Nota: FM Global non ha approvazioni anticorrosione per i rivestimenti in poliestere, PTFE).

Gli sprinkler ad intervento rapido possono essere ordinati e/o utilizzati come sprinkler aperti (bulbo e collare rimossi) in sistemi a diluvio. Fare riferimento a "come ordinare".

#### 3. LISTAGGI ED APPROVAZIONI

 **Listato C-UL:** Categoria VNIV

 **Approvazione FM:** Classi 2000

 **Approvazione VdS:** Certificati G414015 e G414016

 **Certificazione CE:** Standard EN 12259-1, certificato di conformità-CE 0832-CPD-2001 e Certificato di costanza della prestazione 0832-CPR-S0021

 **Approvazione CCCF:** Approvato dal Centro di certificazione cinese per i prodotti antincendio (CCCF)

 **MED zertifiziert:** standard EN 12259-1, certificato di conformità 0832-MED-1003.

#### 5. CARATTERISTICHE TECNICHE

##### Specifiche:

Pressione d'esercizio minima: 0,5 bar (7 PSI)\*

Pressione d'esercizio massima: 12 bar (175 psi).

Collaudo idrostatico in fabbrica: 34,5 bar (500 PSI).

Diametro filetto: 1/2" NPT, 15 mm BSP, 3/4" NPT, 20 mm BSP

Fattore K: 115.2 (8.0 US)

Temperatura minima del fluido contenuto nel bulbo -55°C (-65 F°).

Lunghezza complessiva: 57 mm

\* Listato cULus, FM di approvazione, e NFPA 13 installa richiedono un minimo di 7 psi (0,5 bar). La pressione minima di esercizio per LPCB e CE Approvazioni SOLO è di 5 psi (0,35 bar).



**NOTA!** A partire dall'8 maggio, tutti i loghi sono stati rimossi del telaio del sprinkler

**Avvertenze:** Il presente documento viene fornito da Viking a titolo informativo. Viking non è responsabile della completezza o della precisione dei dati in esso contenuti. La pagina tecnica in inglese "Form N° 032614 Rev 19.1" resta il documento di riferimento

I dati tecnici Viking possono essere visualizzati sul nostro sito internet <http://www.vikinggroupinc.com>. Il sito internet contiene la pagina dei dati tecnici più recente.