



*Ministero dell'Interno*

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

**IDRAULICA APPLICATA AI  
SERVIZI ANTINCENDI  
E  
IMPIANTI FISSI ANTINCENDIO**

**DISPENSA DIDATTICA**

*Dott. Ing. Luigi DE ANGELIS  
Dirigente del C.N.VV.F.*

Edizione 2007

***All'Ing. Paolo AMORE  
indimenticabile Maestro e Collega***

# INDICE

## Sezione 1 - FONDAMENTI DI IDRAULICA

### Capitolo 1 - Proprietà e caratteristiche dei fluidi

- 1.1 - Proprietà fisiche dei fluidi, liquidi e gassosi
- 1.2 - Grandezze fisiche dei fluidi
  - 1.2.1 - Peso specifico e Volume specifico
  - 1.2.2 - Viscosità e attrito esterno

### Capitolo 2 - Principali leggi dell'idrostatica

- 2.1 - Pressione e depressione
  - 2.1.1 - Pressione
  - 2.1.2 - Pressione assoluta e pressione relativa
  - 2.1.3 - Depressione
- 2.2 - Pressione idrostatica
- 2.3 - Legge della pressione idrostatica
- 2.4 - Altezza piezometrica
- 2.5 - Risultante della pressione su di una superficie immersa

### Capitolo 3 - Fondamenti di Idrodinamica

- 3.1 - Portata
- 3.2 - Regimi di una corrente
- 3.3 - Relazione tra Portata, Velocità e Sezione
  - 3.3.1 - Equazione della continuità
- 3.4 - Teorema di Bernoulli
- 3.5 - Discussione dell'equazione di Bernoulli
- 3.6 - Formula di Torricelli
- 3.7 - L'equazione di Bernoulli e le resistenze passive
- 3.8 - Perdite di carico continue
- 3.9 - Applicazioni del Teorema di Bernoulli

## Sezione 2- IDRAULICA APPLICATA AI SERVIZI ANTINCENDI

### Capitolo 4 - L'acqua come agente estinguente

- 4.1 - Generalità
- 4.2 - Capacità di assorbimento del calore
- 4.3 - Schiuma antincendio
  - 4.3.1 - Tipi di schiume
  - 4.3.2 - Proprietà fondamentali delle schiume

### Capitolo 5 - Materiali per la formazione di condotte antincendio

- 5.1 - Tubi di mandata
  - 5.1.1 - Materiali usati nella fabbricazione delle tubazioni flessibili antincendio
  - 5.1.2 - Stato tensionale in una tubazione flessibile sottoposta a pressione idraulica
  - 5.1.3 - Normative di riferimento
- 5.2 - Tubi di aspirazione

- 5.3 - Tubazioni semirigide per naspo a.p.
- 5.3.1 - Normative di riferimento
- 5.4 - Mezzi di giunzione - raccordi
- 5.5 - Divisori, collettori, riduttori, diffusori
- 5.6 - Lance da incendio
- 5.6.1 - Portata erogata
- 5.6.2 - Reazione del getto
- 5.6.3 - Spinta del getto
- 5.6.4 - Gittata di lancio a getto pieno
- 5.7 - Perdite di carico nelle tubazioni flessibili
- 5.8 - Apparecchiature per la formazione della schiuma
- 5.8.1 - Generalità
- 5.8.2 - Miscelatori
- 5.8.3 - Generatori di schiuma

## **Capitolo 6 - Idraulica applicata antincendi**

- 6.1 - Premessa
- 6.2 - Tipologia degli stendimenti antincendio
- 6.3 - Prestazioni delle lance e tubazioni flessibili
- 6.4 - Calcolo pratico di uno stendimento

## **Sezione 3 - IMPIANTI FISSI ANTINCENDIO**

### **Capitolo 7 - Impianti fissi antincendio**

- 7.1 - Generalità
- 7.2 - Impianti fissi ad acqua
- 7.2.1 - Rete idrica antincendio
- 7.2.1.1 - Alimentazioni idriche
- 7.2.1.2 - Rete di tubazioni, valvole di intercettazione e gruppo attacco per autopompa
- 7.2.1.3 - Apparecchi di erogazione
- 7.2.1.4 - Progettazione, collaudo ed esercizio della rete
- 7.2.2 - Impianti automatici fissi a pioggia (sprinkler)
- 7.2.2.1 - Gli erogatori sprinkler
- 7.2.2.2 - Stazione di controllo
- 7.2.2.3 - Progettazione, installazione e manutenzione dell'impianto
- 7.2.2.4 - Altre tipologie di impianti sprinkler
- 7.2.3 - Impianti fissi ad acqua nebulizzata
- 7.2.4 - Impianti fissi ad acqua - water mist
- 7.3 - Impianti fissi a schiuma
- 7.3.1 - Impianti fissi con schiuma a bassa e media espansione
- 7.3.2 - Impianti fissi con schiuma ad alta espansione
- 7.4 - Impianti fissi a polvere
- 7.5 - Impianti fissi ad anidride carbonica
- 7.6 - Impianti fissi a clean agent
- 7.7 - Impianti fissi ad aerosol

# Sezione 1 – FONDAMENTI DI IDRAULICA

## Capitolo 1 - PROPRIETA' E CARATTERISTICHE DEI FLUIDI

### 1.1- PROPRIETA' FISICHE DEI FLUIDI, LIQUIDI E GASSOSI

Le principali proprietà che distinguono i fluidi dai corpi solidi riguardano essenzialmente:

- la mancanza di forma propria
- la proprietà di fluire (possibilità di scorrere continuamente).

I fluidi vengono inoltre classificati in **liquidi o gassosi** in relazione alle seguenti specifiche proprietà:

- i liquidi posti in idonei recipienti aperti riempiono soltanto una parte del recipiente (la parte inferiore), mentre i fluidi gassosi possono essere disposti in recipienti chiusi occupando tutto il recipiente, quale ne sia il volume;
- i liquidi sono poco o nulla comprimibili, mentre i gas sono sostanzialmente comprimibili.

### 1.2- GRANDEZZE FISICHE DEI FLUIDI

#### 1.2.1- Peso specifico e volume specifico

Per **peso specifico**  $\gamma$  di un fluido si intende il peso dell'unità di volume di quel fluido, ossia il rapporto tra il peso del fluido ed il suo volume.

Misurando i pesi in Kg o in Newton (N) ed i volumi in  $m^3$ , il peso specifico risulterà espresso, rispettivamente, in  $Kg/m^3$  o in  $N/m^3$ .

Il peso specifico dell'acqua a temperatura ordinaria è di  $1000 \text{ Kg/m}^3$  ovvero  $9806 \text{ N/m}^3$ .

Per **volume specifico** di un fluido s'intende il volume dell'unità di peso di quel fluido.

Dalla definizione data si rileva che questa grandezza è pari al rapporto tra il volume ed il peso del fluido considerato, ed è espressa, adottando le unità di misura precedentemente scelte, in  $m^3/Kg$ ; il volume specifico è quindi l'inverso del peso specifico.

Poiché il peso specifico dell'acqua è di  $1000 \text{ Kg/m}^3$ , il suo volume specifico risulta pari a  $1/1000 = 0,001 \text{ m}^3/Kg$  ( $0,000102 \text{ m}^3/N$ ).

#### 1.2.2- Viscosità e attrito esterno

Le particelle che costituiscono il liquido hanno la proprietà di poter scorrere le une sulle altre sotto l'azione di sforzi minimi, se la velocità di scorrimento è anche essa minima.

Se però lo scorrimento reciproco delle particelle liquide si produce con velocità non piccolissima, si manifesta una certa resistenza, che contrasta lo scostamento delle particelle contigue. Questa resistenza costituisce il cosiddetto **attrito interno o viscosità**, variabile secondo la natura del liquido e la sua temperatura. Riferendoci a fenomeni che sono familiari a tutti, ricordiamo che gli oli aumentano notevolmente la loro fluidità se riscaldati, mentre a bassa temperatura sono molto viscosi e scorrono con difficoltà.

Analogamente, una corrente liquida che fluisce su di una parete solida, esercita verso la parete un'azione di sfregamento, alla quale si dà il nome di **attrito esterno**.

Così, in un tubo, gli strati adiacenti alla parete, ritardati dall'attrito esterno, sono più lenti ed a loro volta esercitano, per attrito interno, un'azione frenante sugli strati interni; la velocità va così gradatamente diminuendo dal valore massimo sull'asse del tubo, al valore minimo lungo la parete dello stesso.

# Capitolo 2 - PRINCIPALI LEGGI DELL'IDROSTATICA

## 2.1- PRESSIONE E DEPRESSIONE

### 2.1.1- Pressione

Una forza che si ripartisce con continuità su una superficie esercitata, su questa, una **pressione**; la misura della pressione, che si chiama **pressione unitaria** (forza sull'unità di superficie), si ottiene dividendo la forza totale agente sulla superficie per l'estensione della superficie stessa

$$p \text{ (pressione)} = F \text{ (forza)} / A \text{ (area)}$$

L'unità di misura della pressione, nel sistema tecnico, è pertanto espressa dal rapporto tra l'unità di misura della forza e l'unità di misura della superficie; esprimendo, ad esempio, la forza in (**Kg**) e la superficie in (**m<sup>2</sup>**) si ha la pressione espressa in **Kg/m<sup>2</sup>**; a queste unità di misura ci riferiremo, per comodità, nel seguito della trattazione. La pressione atmosferica al livello del mare è, ad esempio, pari a **10333 Kg/m<sup>2</sup>**.

Altre unità di misura della pressione comunemente usate nella pratica, sono:

|                  |       |   |
|------------------|-------|---|
| Pascal           | (Pa)  | 1 Pascal = 0,1019 Kg/m <sup>2</sup> = 0,000010 Kg/cm <sup>2</sup> |
| MPascal          | (MPa) | 1 MPa = 101900 Kg/m <sup>2</sup> = 10,19 Kg/cm <sup>2</sup>       |
| atmosfera fisica | (atm) | 1 atm = 10333 Kg/m <sup>2</sup> = 1,033 Kg/cm <sup>2</sup>        |
| bar              | (bar) | 1 bar = 10190 Kg/m <sup>2</sup> = 1,02 Kg/cm <sup>2</sup>         |

Conversione di unità di misura usualmente impiegata (vedasi alcune norme EN):

$$1 \text{ atm} = 100000 \text{ Pa}$$

La misura della pressione si può eseguire con **manometri metallici** o con **manometri a liquido**.

I **manometri metallici** sono basati sulle deformazioni elastiche dei corpi solidi; quello più comune, dovuto a *Bourdon*, è essenzialmente costituito da un tubo metallico di sezione ellittica, piegato a forma di cerchio (fig. 1), all'interno del quale entra il liquido di cui si vuol conoscere la pressione.

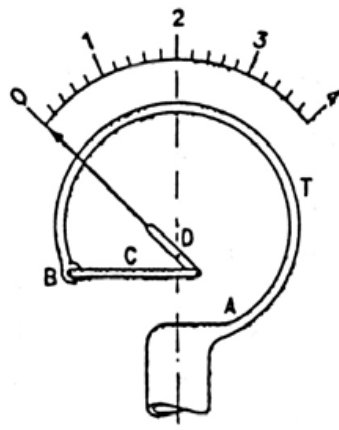


Fig. 1

I **manometri a liquido** più comuni sono quelli ad U, soprattutto nei tipi ad aria libera; i liquidi usati sono generalmente il mercurio, l'acqua o l'olio.

Il manometro a liquido ad aria libera è costituito da un tubo di vetro, piegato ad U, con un'estremità in comunicazione con l'aria libera e l'altra comunicante con il recipiente all'interno del quale si vuol misurare la pressione (fig. 2).

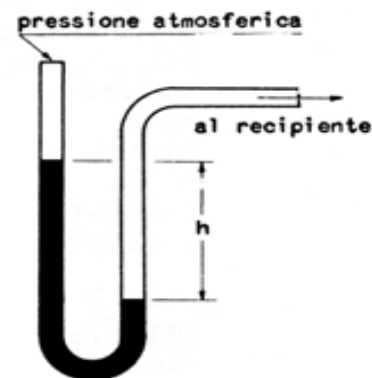


Fig. 2

### 2.1.2 - Pressione assoluta e pressione relativa

La pressione può essere misurata a partire dal vuoto assoluto, che si pone uguale a zero; in questo caso, la pressione misurata si chiama **pressione assoluta**. Nella pratica, la pressione è quasi sempre misurata a partire dalla pressione atmosferica, assunta convenzionalmente eguale a zero; la pressione che si misura in questo caso si chiama **pressione relativa o effettiva**, ed indica di quanto la pressione del fluido è superiore alla pressione atmosferica. Pertanto, la pressione effettiva o relativa è eguale alla pressione assoluta diminuita della pressione atmosferica,

$$P \text{ (relat.)} = P \text{ (ass.)} - P(\text{atm}) \quad \text{ovvero}$$

$$P \text{ (ass.)} = P \text{ (relat.)} + P(\text{atm})$$

Ad esempio, una pressione effettiva di 6,25 Kg/cm<sup>2</sup> corrisponde in media, al livello del mare, ad una pressione assoluta di (6,25 + 1,033) = 7,283 Kg/cm<sup>2</sup>.

I manometri graduati in pressioni effettive segnano zero alla pressione atmosferica; quelli graduati in pressioni assolute segnano una atmosfera al livello del mare.

### 2.1.3 - Depressione

Quando in un ambiente regna una pressione minore della pressione atmosferica si usa chiamare questa pressione con il termine di depressione o pressione relativa negativa dell'ambiente; tale misura indica di quanto la pressione di questo particolare ambiente è inferiore alla pressione atmosferica. La misura della depressione si esegue con uno strumento che si chiama vacuometro.

## 2.2 - PRESSIONE IDROSTATICA

Un liquido a riposo, contenuto in un recipiente, esercita una pressione unitaria, sulle pareti e sul fondo dello stesso recipiente, chiamata **pressione idrostatica** che è diretta in direzione normale alla parete su cui agisce. Il liquido contenuto nel recipiente, se è superiormente libero (se cioè termina a contatto con un altro fluido, ad esempio atmosfera), si dispone secondo una superficie piana orizzontale che prende il nome di pelo libero, od anche specchio libero.

Spesso nella pratica è necessario considerare la forza risultante della pressione che agisce su tutta la generica superficie; detta risultante è chiamata **spinta (S)**.

Se la pressione è distribuita, su una data superficie, in modo uniforme, il valore della forza risultante, cioè della spinta (S), si ottiene moltiplicando la pressione unitaria (p) per l'area (A) della superficie su cui agisce la pressione, espressa, l'area, nella stessa unità di misura cui è riferita la pressione. Si ha così:

$$S \text{ (Kg)} = p \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \times A \text{ (cm}^2\text{)} \quad (1)$$



## 2.3 - LEGGE DELLA PRESSIONE IDROSTATICA

Immaginiamo, per un momento, di isolare, in seno ad una massa liquida in quiete, un prisma retto verticale, la cui base superiore giace sulla superficie libera del liquido, sulla quale ammettiamo agisca la pressione della sovrastante atmosfera, mentre la base inferiore del prisma si trova ad una certa profondità  $h$  (fig. 3).

Per semplicità, ipotizziamo anche che le due basi del prisma abbiano area unitaria (es.  $1 \text{ m}^2$ ).

Considerato che il liquido è in quiete, le proiezioni, nelle tre direzioni ortogonali, di tutte le forze che sollecitano il prisma devono avere risultanti nulle. Nella direzione verticale, dobbiamo in particolare considerare l'azione delle seguenti forze:

- la pressione atmosferica ( $p_a$ ) agente sullo specchio libero, che sull'area unitaria esercita una forza  $p_a$ , verso il basso;
- la pressione assoluta ( $p_H$ ) agente sulla base inferiore del prisma, che sull'area unitaria genera una forza  $p_H$  verso l'alto;
- il peso dell'acqua contenuta nel prisma, pari al suo volume ( $1 \cdot h$ ) moltiplicato per il peso specifico  $\gamma$ , ossia:

$$1 \cdot h \cdot \gamma = h \cdot \gamma \quad (2)$$

che è una forza diretta verso il basso.

Poiché le pressioni che si esercitano sulle facce laterali del prisma hanno direzioni normali alle facce stesse e, pertanto, componente nulla in direzione verticale, ed essendo il prisma in quiete, si avrà l'equilibrio delle tre forze verticali prima considerate; la loro somma deve essere pertanto nulla. Si avrà così:

$$p_a + h \cdot \gamma = p_H \quad (3)$$

Se invece della pressione assoluta  $p_H$  si vuole considerare la pressione effettiva  $p_h$ , si sottrarrà da ambo i membri della precedente equazione il termine  $p_a$ , ottenendo:

$$p_h = h \cdot \gamma \quad (3')$$

nota come **pressione idrostatica**.

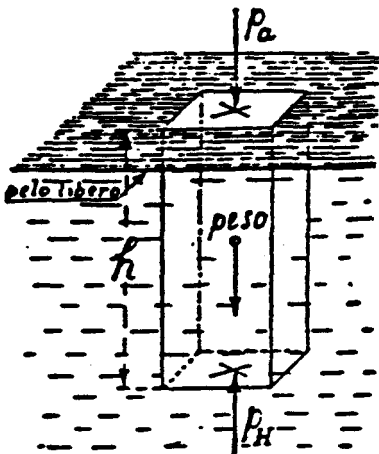


Fig. 3 - Forze che sollecitano un prisma immerso

La pressione idrostatica ( $p_h$ ) esistente in un dato punto della massa liquida è, pertanto, misurata dal prodotto del peso specifico del liquido ( $\gamma$ ) per la profondità ( $h$ ) del punto della massa liquida, misurata dal pelo libero del liquido.

Da questa relazione discende che:

- In tutti i punti di uno strato orizzontale di un fluido ( $h = \text{cost}$ ) il valore della pressione idrostatica è costante.

b) La pressione idrostatica è direttamente proporzionale alla profondità dello strato rispetto al pelo libero del liquido; con l'aumento della profondità  $h$  si ha l'incremento, con legge lineare, della pressione  $p$ .

## 2.4- ALTEZZA PIEZOMETRICA

Il liquido contenuto nella tubazione orizzontale rappresentata, in sezione, nella fig. 4 sia sottoposto ad una determinata pressione  $p$ . Se sulla tubazione si innesta un tubo verticale, aperto in alto, cosicché in esso sia presente la pressione atmosferica, il liquido sale nel tubo fino ad un'altezza  $h$  tale da equilibrare, col suo peso, la pressione  $p$  esistente nella tubazione; potremo meglio dire che, all'equilibrio, la pressione idrostatica generata, alla base del tubo verticale, dalla colonna d'acqua sovrastante eguaglia la pressione  $p$  esistente nella tubazione considerata.

Si avrà cioè:

$$h \cdot \gamma = p \quad (4)$$

da cui

$$h = p / \gamma \quad (5)$$

Questa altezza  $h$  viene detta **altezza piezometrica** e può essere assunta come misura della pressione esistente all'interno della tubazione.

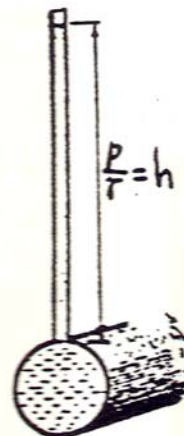


Fig. 4 – Altezza piezometrica

Per l'acqua, applicando la (5) si avrà, essendo  $\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$ :

$$h = p / 1000 \text{ (metri)} \quad (5')$$

Ad esempio, la pressione di 1 atm ( $10,333 \text{ Kg/m}^2$ ) per la (5'),  $h$  equivale a 10,333 metri di colonna d'acqua.

## 2.5 - RISULTANTE DELLA PRESSIONE SU DI UNA SUPERFICIE IMMERSA

Consideriamo le seguenti due specifiche applicazioni:

### a) Superficie orizzontale.

Poichè il valore della pressione idrostatica su di una superficie orizzontale immersa, in un liquido, ad una profondità costante ( $h = \text{cost}$ ) è costante su tutta la superficie ( $p = h \cdot \gamma$ ), la risultante della pressione idrostatica è data dal prodotto della pressione unitaria per l'estensione della superficie.

Così, ad esempio (fig. 5), sul fondo orizzontale **ABCD** di una vasca piena d'acqua larga **15 m**, lunga **10 m** e profonda **2 m**, si ha una pressione idrostatica ( $\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$ ), costante in tutti i punti della superficie, pari a:

$$p = 1000 \times 2 = 2000 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

ed una spinta totale risultante:

$$S = 2000 \times 15 \times 10 = 300000 \text{ (Kg)}$$

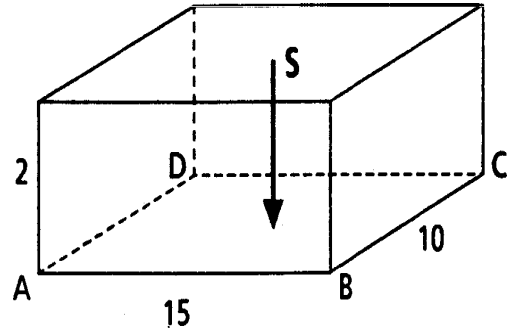


Fig. 5

b) **Superficie piana rettangolare, affiorante a pelo libero** (fig. 6)

In questo caso, lungo la parete **AB**, che per semplicità supporremo di lunghezza unitaria, la pressione varia, con legge lineare, da zero in corrispondenza del pelo libero al valore massimo sul fondo del contenitore; il diagramma delle pressioni è un triangolo **ABE**.

La risultante della pressione (la spinta) sarà data dunque dal prodotto dell'area **A** della parete per il valore medio  $p_m$  della pressione, valore che si verifica, evidentemente, ad una profondità pari a metà altezza della parete, in **W**; sarà cioè per la (3')

$$p_m = \gamma \cdot h/2$$

e, quindi, la spinta risultante varrà, per la (1):

$$S = p_m \cdot A = \gamma \cdot h/2 \cdot A$$

Ad esempio, per una parete **AB B'A'**, rettangolare, di lunghezza  $l = 1,50 \text{ m}$  e altezza  $h = 3 \text{ m}$ , e con la base superiore coincidente con il pelo libero, il valore medio della pressione si verifica alla profondità di  $1/2 h = 1,5 \text{ m}$  e la spinta totale vale:

$$S = 1000 \cdot 1,5 \cdot 3 \cdot 1,50 = 6750 \text{ Kg}$$

ed è applicata ad una profondità, dal pelo libero, pari a due terzi della profondità massima della parete.

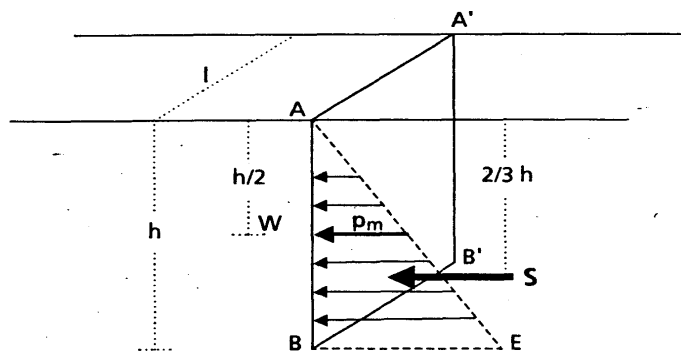


Fig. 6

## Capitolo 3 - FONDAMENTI DI IDRODINAMICA

### 3.1 - PORTATA

Si definisce portata di un corso d'acqua o di una corrente fluida che scorre all'interno di un tubo il volume d'acqua che, nell'unità di tempo, attraversa una sezione dell'alveo o del condotto, perpendicolare alla direzione del movimento dello stesso fluido.

Generalmente, il volume si misura in metri cubi ed il tempo in secondi, risultando così la portata espressa in  $m^3/sec$ . Le piccole portate si misurano, più frequentemente, in litri al secondo, o al minuto.

### 3.2 - REGIMI DI UNA CORRENTE

Sul fondo del serbatoio rappresentato nella fig. 7 è praticato un foro, attraverso il quale fuoriesce l'acqua. Con lo svuotamento del serbatoio si ha la diminuzione del livello idrico al suo interno, con conseguente diminuzione della pressione che agisce sul fondo e della velocità di efflusso dell'acqua dal foro: il getto diminuisce a poco a poco d'intensità sino ad esaurirsi.

Si ha l'opposto se, mentre dal foro fuoriesce acqua, il serbatoio viene alimentato da un più potente getto d'acqua.

Nell'uno e nell'altro caso gli elementi che caratterizzano il regime del flusso d'acqua uscente (pressione e velocità) variano col tempo, in ogni punto della corrente, che perciò viene detto a **regime variabile**.

Se, invece, il serbatoio viene alimentato in modo tale da mantenere costante il livello dell'acqua al suo interno, malgrado l'efflusso dal fondo, le caratteristiche del regime del flusso (pressione e velocità) restano in ogni punto della corrente costanti, indipendentemente dal tempo, pur variando (si noti bene) da un punto all'altro della corrente stessa.

La corrente dicesi, in questo caso, a **regime permanente**.

Un caso particolare del regime permanente è il **regime uniforme** che si verifica quando la velocità è costante, indipendentemente dal tempo, in un determinato punto ed, inoltre, le particelle liquide conservano anche lo stesso valore della velocità in tutti i successivi punti della loro traiettoria (caso dei tubi e dei canali a sezione costante).

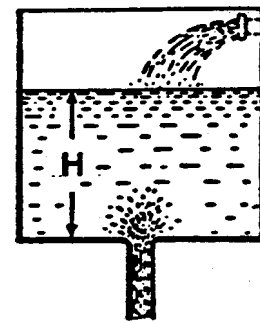


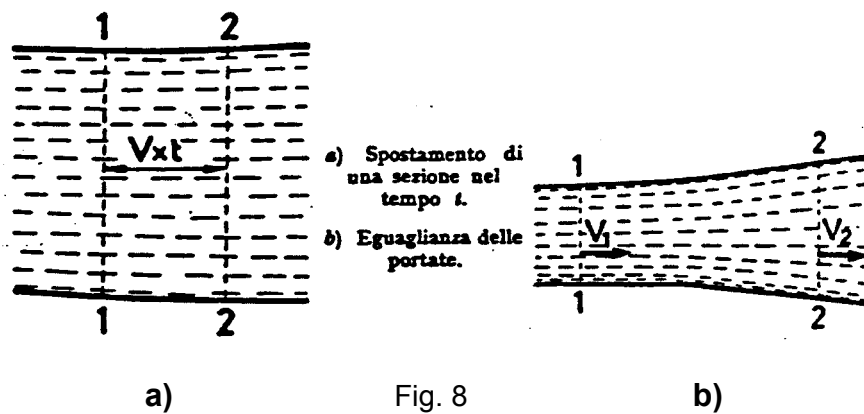
Fig. 7

### 3.3 - RELAZIONE TRA PORTATA, VELOCITÀ E SEZIONE

Immaginiamo tracciata, in una corrente liquida, una sezione 1 - 1 in direzione normale al movimento (fig. 8a). In un tempo  $t$ , per effetto della velocità  $V$  posseduta dal liquido, lo strato liquido che si trovava in 1 - 1 si sarà portato in 2 - 2, percorrendo uno spazio  $V \times t$  attraverso la sezione 1 - 1 sarà passato, nel tempo  $t$ , il volume di liquido compreso tra le sezioni 1 - 1 e 2 - 2, misurato dal prodotto dell'area  $A$  della sezione 1 - 1 per lo spazio ( $V \times t$ ).

Noto il volume ( $V = A \times V \times t$ ) che attraversa la sezione nel tempo  $t$ , dividiamo tale valore per il tempo corrispondente ed otteniamo il volume di liquido che attraversa la sezione nel tempo unitario. Tale valore, che definiamo **portata** della corrente liquida, vale:

$$Q = A \cdot V \cdot t / t = A \cdot V \quad (6)$$



La portata è dunque misurata dal prodotto dell'area della sezione normale alla corrente liquida per la velocità del liquido che attraversa la sezione. Misurando  $A$  in ( $m^2$ ) e  $V$  in ( $m/sec$ ) si ha la portata espressa in ( $m^3/sec$ ). Risulta evidente dalla (6) che:

- aumentando l'area della sezione  $A$ , con  $V$  costante, si ha un aumento della portata  $Q$ ;
- aumentando la velocità  $V$ , con  $A$  costante, si ha un aumento della portata  $Q$ .

### 3.3.1 - Equazione della continuità

Siano 1 - 1 e 2 - 2 due successive sezioni normali in una corrente a regime permanente, fig. 6b. Poiché i liquidi sono praticamente incompressibili, il volume che entra nell'unità di tempo, attraverso la sezione 1 - 1 deve eguagliare quello che contemporaneamente esce attraverso la sezione 2 - 2. Indicando con  $A_1$ ,  $V_1$ ,  $A_2$ ,  $V_2$  rispettivamente le velocità e le aree nelle due sezioni considerate, si avrà:

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 = \text{costante}$$

Quindi, in una corrente liquida a regime permanente la portata è costante attraverso una qualunque sezione. Ed ancora, nel regime permanente la velocità varia in proporzione inversa rispetto all'area della sezione, cioè aumentando la sezione la velocità del fluido decresce.

### 3.4 - TEOREMA DI BERNOULLI

Immaginiamo di tracciare (fig. 9) due sezioni trasversali 1 e 2, ad una certa distanza, in una corrente liquida, di forma qualunque, ed in regime permanente.

Supponiamo, in un primo tempo, che nel tratto compreso tra le due sezioni, il liquido non riceva e non ceda energia all'esterno; in particolare, nessuna forza esterna agisce sul liquido considerato, all'infuori della gravità e delle pressioni che si esercitano su di esso.

Per il principio della conservazione dell'energia, la somma di tutte le energie possedute da 1Kg di liquido che attraversa la sezione 1 dovrà eguagliare la somma di tutte le energie che esso possiede quando giunge alla sezione 2.

Siano  $V_1$  e  $V_2$ ,  $p_1$  e  $p_2$ , rispettivamente le velocità ( $m/sec$ ) e le pressioni ( $Kg/m^2$ ) del fluido nelle due sezioni considerate e  $z_1$  e  $z_2$  le altezze geometriche ( $m$ ) delle due sezioni rispetto ad un piano orizzontale di riferimento (ad esempio sul livello del mare) e  $g = 9,81$  ( $m/sec^2$ ) l'accelerazione di gravità.

Ogni Kg di fluido possiede le seguenti energie:

- in virtù della sua altezza, un'energia potenziale misurata da:

$$1(kg) \times z (m) = z (kgm) \quad (\text{altezza geodetica});$$

- in virtù della sua pressione, un'energia potenziale misurata dall'altezza  $p/\gamma$  cui il liquido può salire per effetto della pressione stessa, pari a:

$$1 \text{ (kg)} \times p/\gamma = p/\gamma \text{ (Kgm)}; \quad (\text{altezza piezometrica});$$

- in virtù della sua velocità, un'energia cinetica misurata dalla nota formula

$$1 \text{ (kg)} \times V^2/2g \text{ (m)} = V^2/2g \text{ (kgm)} \quad (\text{altezza cinetica})$$

In molte applicazioni è utile riferire l'energia posseduta dal liquido ad 1 Kg di esso. In tal caso, il valore espresso in metri corrisponde numericamente all'energia misurata in chilogrammetri.

Ritornando ai valori di energia prima visti, si ha che la somma  $z + p/\gamma + V^2/2g$  (m), rappresenta l'energia totale posseduta da un Kg di liquido e va sotto la denominazione di **trinomio di Bernoulli**.

Per il principio della conservazione dell'energia si avrà:

**energia nella sezione 1 = energia nella sezione 2**

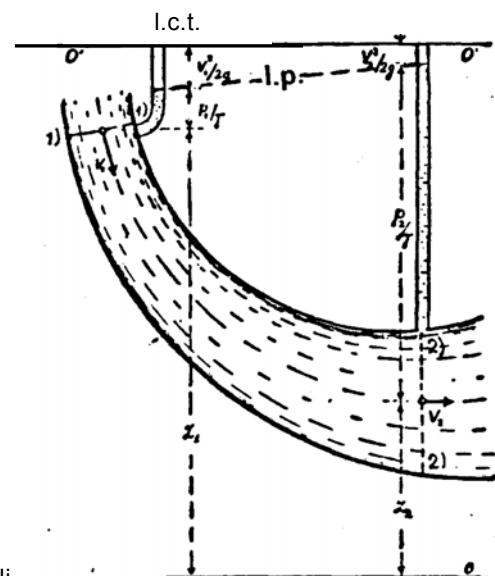
cioè:

$$V_1^2/2g + p_1/\gamma + z_1 = V_2^2/2g + p_2/\gamma + z_2 = \text{costante} \quad (7)$$

E' questa l'equazione fondamentale dell'idrodinamica, nota con il nome dello studioso **Daniele Bernoulli**.

Vediamo ora la rappresentazione grafica del teorema di Bernoulli: se dall'orizzontale a quota zero (fig. 9) si portano, per tutte le sezioni della condotta, verticalmente, e in sequenza, le rispettive misure dell'altezza geodetica ( $Z$ ), dell'altezza piezometrica ( $p/\gamma$ ) e dell'altezza cinetica ( $V^2/2g$ ) si raggiunge costantemente, come risulta dalla (7), una orizzontale superiore  $O' - O'$ , chiamata **linea dei carichi totali**.

Se si riporta, invece, dall'orizzontale di quota 0, in sequenza, l'altezza geodetica ( $Z$ ) e l'altezza di pressione ( $p/\gamma$ ) si raggiunge una linea chiamata **linea dei carichi piezometrici (piezometrica)**.



l.c.t. = Linea carichi totali

l.p. = Linea piezometrica

Fig. 9 – Equazione di Bernoulli

### 3.5 - ESAME DELL'EQUAZIONE DI BERNOULLI

E' interessante esaminare i casi particolari, frequenti nella pratica, nei quali un termine del trinomio di Bernoulli resta costante:

- a) Sia costante l'altezza delle due sezioni (asse della corrente orizzontale).  
In tal caso si ha:

$$z_1 = z_2 \quad \text{e} \quad z_1 - z_2 = 0$$

L'equazione di Bernoulli diventa:

$$V^2/2g + p/\gamma = \text{costante}$$

che si interpreta: ad altezza geodetica costante, la pressione aumenta col diminuire del quadrato della velocità e viceversa. Se ad esempio un tubo presenta una strozzatura, ivi aumenta la velocità, per la (6), mentre la pressione diminuisce; sagomando opportunamente il restringimento si possono avere elevati incrementi della velocità con conseguenti notevoli decrementi della pressione fino a raggiungere valori inferiori alla pressione atmosferica (**effetto Venturi**).

- b) Sia costante la velocità (caso del regime uniforme).  
Si ha allora:

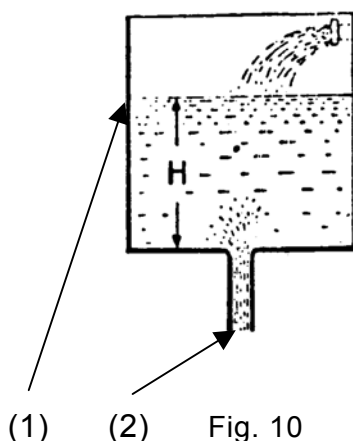
$$V_1 = V_2 \quad \text{e} \quad V_1 - V_2 = 0$$

Quindi, per qualunque sezione si ha, per la (7):

$$p/\gamma + z = \text{costante}$$

che si interpreta: se l'altezza della sezione diminuisce, la pressione aumenta e viceversa.

### 3.6 - FORMULA DI TORRICELLI



Nella fig. 10 è rappresentato un serbatoio dal quale fuoriesce acqua attraverso un foro.

Ammettiamo che le dimensioni del serbatoio siano tanto grandi che il livello dell'acqua in esso resti ad un'altezza costante, per un intervallo di tempo abbastanza lungo, nonostante l'efflusso.

Se applichiamo l'equazione di Bernoulli tra le due sezioni rappresentate dal pelo libero (1) e dalla bocca di deflusso (2), troviamo che:

$p_1 = p_2 = 0$  (pressione atmosferica) e

$V_1 = 0$  (avendo supposto invariato il livello).

Pertanto, detta  $V$  la velocità nella bocca di efflusso, l'equazione di Bernoulli (7) si scrive, tra le due sezioni sopradette:

$$V^2/2g + z_2 = z_1$$

e indicando con  $H = z_1 - z_2$  il dislivello tra le due sezioni di riferimento, si ha:

$$V^2/2g = H$$

ovvero

$$V = \sqrt{2gH} \quad (8)$$

Questa formula è nota sotto il nome di **Torricelli**.

Essa verrà applicata ogni qualvolta si presenti l'efflusso di un liquido che sgorga liberamente nell'atmosfera sotto un determinato carico  $H$ , trascurando gli attriti.

### 3.7. L'EQUAZIONE DI BERNOULLI E LE RESISTENZE PASSIVE

Le resistenze che un liquido oppone al movimento, a cagione dell'attrito esterno e della viscosità, appartengono a due categorie distinte: **resistenze continue** e resistenze accidentali, o, meglio, **resistenze localizzate**.

Le resistenze continue sono dovute all'attrito (esterno) del liquido contro le pareti del recipiente nel quale scorre (tubo, alveo naturale od artificiale) ed all'attrito (interno) dei filetti più distanti dalle pareti, che sono i più veloci, rispetto ai filetti più lenti che scorrono in prossimità delle pareti.

Queste resistenze vengono dette continue perchè si producono con continuità lungo tutto il percorso del fluido.

All'opposto, si definiscono resistenze localizzate quelle resistenze particolari che si manifestano in determinati punti della corrente caratterizzati da particolarità della condotta o dell'alveo, che moltiplica in quel determinato punto, le azioni di attrito interno, creando moti disordinati e vorticosi.

Così ad esempio, ogni brusca variazione di sezione o di direzione della condotta (figg. 11, 12 e 13) determina una serie di urti e di vortici in seno alla massa liquida, dovuti al fatto che le particelle in moto non possono adattarsi a traiettorie spezzate, che causano le resistenze localizzate del fluido.

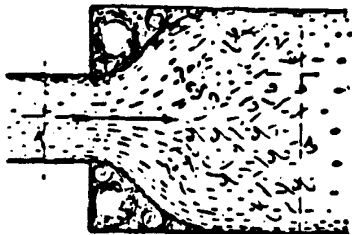


Fig. 11 - Allargamento di sezione

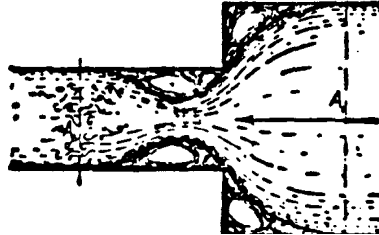


Fig. 12 - Restringimento di sezione

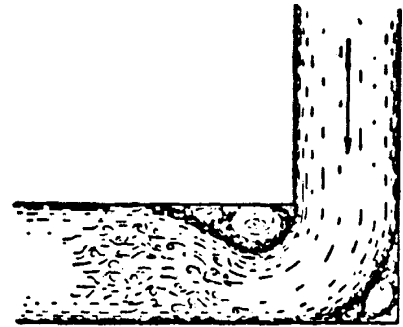


Fig. 13 - Deviazione a 90°

Le resistenze, siano esse continue o localizzate, devono essere considerate come forze che contrastano il movimento dell'acqua; il lavoro corrispondente rappresenta energia sottratta al fluido. Se  $Y$  è l'energia dissipata, da un Kg di liquido, tra le sezioni 1 e 2 di una condotta, per resistenze passive continue e/o localizzate l'equazione di Bernoulli diventa:

$$V_1^2/2g + p_1/\gamma + z_1 = V_2^2/2g + p_2/\gamma + z_2 + Y \quad (9)$$

e cioè: l'energia iniziale eguaglia l'energia finale aumentata dell'energia dissipata, chiamata perdita di carico.



Pertanto, se a partire da una retta di riferimento, orizzontale, si portano verticalmente, e di seguito, i valori del trinomio di Bernoulli per le due sezioni 1 e 2, la differenza di altezza degli estremi delle ordinate nelle due sezioni rappresenta la perdite di carico, dovuta alle resistenze passive, tra le due sezioni considerate (fig. 14).

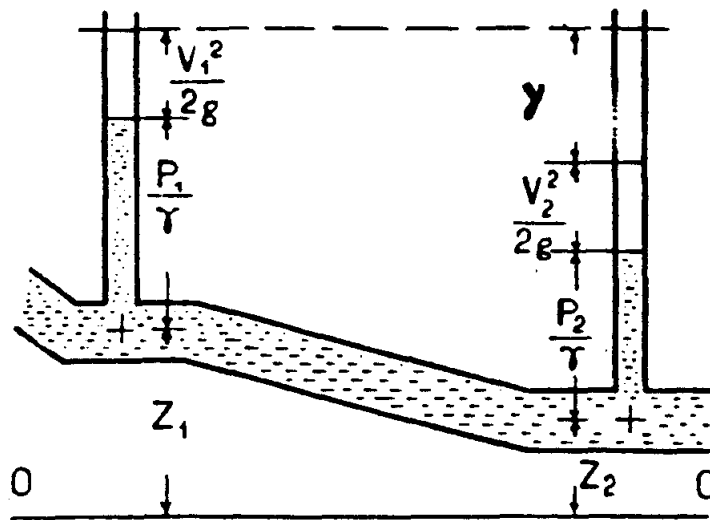


Fig. 14

### 3.8 - PERDITE DI CARICO CONTINUE

Le perdite di carico, cioè l'energia dissipata, per resistenze continue sono dovute, come già visto nel precedente paragrafo 3.7, all'effetto degli attriti interni ed esterni dell'acqua in movimento.

Studiosi hanno individuato che le perdite di carico continue ( $P_c$ ) dipendono dalla natura interna del tubo, dal quadrato della portata  $Q$  fluente, dalla lunghezza  $L$  del tubo e sono inversamente proporzionali alla quinta potenza del diametro  $D$  della tubazione, secondo la seguente relazione (**formula di Darcy**):

$$P_c = \beta (Q^2 / D^5) L \quad (10)$$

( $\beta$  è una costante dipendente dalla natura del tubo)

La relazione (10) che lega la perdita di carico, la portata, la lunghezza ed il diametro della tubazione si interpreta nel seguente modo:

- a) per una determinata tubazione (costanti  $\beta$ ,  $D$ ,  $L$ ), la perdita di carico varia con il quadrato della portata;
- b) per un determinato diametro di tubazione e per una determinata portata, la perdita di carico è direttamente proporzionale alla lunghezza della tubazione (cioè incrementando  $L$  si ha l'incremento di  $P_c$ );
- c) per una data portata e per una data lunghezza, la perdita di carico è inversamente proporzionale alla quinta potenza del diametro; bastano cioè piccolissime variazioni del diametro per produrre notevoli variazioni nel valore delle perdite di carico.

### 3.9 - APPLICAZIONI DEL TEOREMA DI BERNOULLI

Il **tubo di Pitot** è un apparecchio che, cogliendo l'acqua in velocità, all'uscita da un orifizio, indica il valore della pressione corrispondente a detto valore (fig. 15).

Il posizionamento del tubo di Pitot deve essere realizzato nel modo seguente (fig. 16):

- il foro di presa del tubetto dello strumento deve essere posto a valle della sezione di efflusso ad una distanza pari almeno al diametro della sezione stessa;
- il foro di presa deve essere centrato rispetto alla sezione di efflusso;
- il tubo di presa deve essere coassiale col bocchello di efflusso.

Dalla misura della pressione, misurando preventivamente il diametro dell'orifizio da cui getta l'acqua, potrà calcolarsi con la formula (8) la velocità dell'acqua e conseguentemente con l'espressione (6), introducendo opportuni coefficienti di efflusso, il valore della portata effluente dall'orifizio.

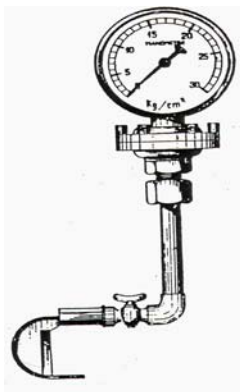


Fig. 15

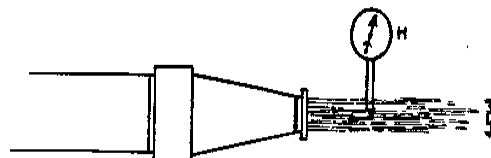


Fig. 16

## Sezione 2- IDRAULICA APPLICATA AI SERVIZI ANTINCENDI

### CAP. 4 - L'ACQUA COME AGENTE ESTINGUENTE

#### 4.1 - GENERALITA'

L'acqua è uno dei mezzi estinguenti più utilizzato per lo spegnimento degli incendi e ciò per la sua economicità e facilità di reperimento e, da ultimo, perchè nell'azione estinguente non produce prodotti tossici.

Il meccanismo di estinzione dell'acqua è dovuto essenzialmente all'azione di **raffreddamento** delle sostanze coinvolte nell'incendio. Infatti, l'acqua lanciata sulle sostanze che bruciano si riscalda e successivamente vaporizza; di conseguenza sottrae il calore che si produce nella combustione, portando la temperatura delle sostanze coinvolte nell'incendio al di sotto del rispettivo punto di infiammabilità.

Oltre a questa azione di raffreddamento, l'acqua esplica anche un'azione di **soffocamento** dell'atmosfera presente; infatti, quando l'acqua vaporizza aumenta di circa 1700 volte il suo volume iniziale e, quindi, determina lo spostamento dell'aria e dei vapori infiammabili nella zona adiacente l'incendio.

L'acqua può essere lanciata sull'area che brucia con un **getto pieno** o con un **getto frazionato**. Nel primo caso può essere utilizzata per incendi di **classe A** (solidi combustibili) con il vantaggio, rispetto al getto frazionato, di poter avere maggiori gittate che possono risolvere problemi di accessibilità dovuti all'irraggiamento termico o a fattori costruttivi.

L'acqua come getto pieno non può essere usata, viceversa, per incendi di **classe B** (liquidi infiammabili, solubili e non in acqua) nè tanto meno può essere lanciata contro parti elettriche in tensione.

Il **getto frazionato** si ottiene riducendo, tramite apposite lance, l'acqua in gocce; con questa modalità di erogazione si ottiene un notevole aumento dell'azione di raffreddamento e di soffocamento dell'incendio e, pertanto, un generale incremento della capacità estinguente dell'acqua.

Il potere estinguente dell'acqua è legato, infatti, alla superficie idrica interessata dallo scambio termico e alla velocità di vaporizzazione che risultano, nel caso di getto frazionato, entrambe maggiori rispetto al caso del getto pieno.

Ricerche e studi condotti in questo settore hanno stabilito che la quantità di calore assorbito, tenendo costanti gli altri parametri che influenzano il fenomeno, è inversamente proporzionale al diametro delle gocce e che il diametro ottimale delle gocce per l'estinzione dell'incendio è compreso, indicativamente, nel campo tra 0,5 e 1,5 mm.

Questi valori scaturiscono dal fatto che le gocce devono essere in ogni caso abbastanza grandi da avere sufficiente energia per raggiungere il punto di combustione vincendo la resistenza dell'aria, la forza di gravità, ed il movimento ascensionale, di origine termica, dell'aria circostante l'incendio.

Il getto di acqua frazionata può essere usato, a differenza del getto pieno, sia in incendi di liquidi infiammabili, miscibili con l'acqua e con temperatura di infiammabilità superiore a 45°, sia anche, con opportune precauzioni, in incendi di apparecchiature elettriche in tensione.

I casi in cui non è consigliabile l'uso dell'acqua nell'estinzione degli incendi si ricordano sono:

- a) gli incendi di metalli alcalini (sodio potassio e calcio) e di metalli combustibili (metalli leggeri): questo perchè tali metalli reagendo con l'acqua sviluppano idrogeno, che miscelato con l'ossigeno dell'aria può causare delle esplosioni;

b) gli incendi con il carburo di calcio, che miscelato con l'acqua sviluppa acetilene.

Inoltre, l'acqua è molto pericolosa se viene usata negli incendi di oli minerali che possono formare delle zone calde con temperature superiori a 100 °C; l'evaporazione improvvisa dell'acqua gettata su queste zone può portare ad un'estensione dell'incendio per i conseguenti schizzi di olio o per eventuali traboccamenti.

Particolare attenzione si deve inoltre prestare in presenza dei seguenti materiali che reagiscono chimicamente con l'acqua:

- a) calce viva (produce una forte produzione di calore)
- b) acido solforico concentrato (produce un forte sviluppo di calore)
- c) carbone rovente (infatti, il vapore d'acqua reagisce con esso sviluppando idrogeno ed ossido di carbonio con la creazione di situazioni molto pericolose).

## 4.2 - CAPACITA' DI ASSORBIMENTO DEL CALORE

Per comprendere il meccanismo con cui l'acqua riesce ad estinguere gli incendi è necessario fare alcune considerazioni di carattere termodinamico. Per riscaldare la quantità di materia G (Kg) di una data sostanza dalla temperatura  $t_0$  alla temperatura  $t_1$ , occorre la quantità di calore:

$$Q = G \cdot C(t_1 - t_0)$$

dove:

Q = quantità di calore (Kcal)

G = peso della sostanza che si riscalda (Kg)

C = calore specifico, cioè la quantità di calore necessaria per aumentare di 1 grado centigrado la temperatura di 1 Kg di sostanza.

Il calore specifico dell'acqua può essere assunto pressoché costante e pari ad 1. Ciò significa che se si riscalda 1 Kg d'acqua di 1 °C, esso necessita, in media, di 1 Kcal.

Quindi, 1 Kg d'acqua di estinzione, che, ipotizziamo, si trovi alla temperatura ambiente di 10 °C, abbisogna per il suo riscaldamento fino alla temperatura di ebollizione 100 °C di una quantità di calore pari a 90 Kcal. Per la vaporizzazione completa di 1 Kg di acqua a 100 °C è inoltre necessario l'apporto di una quantità di calore pari a 540 Kcal; partendo quindi da 1 Kg di acqua a 10 °C per la sua vaporizzazione completa avremo bisogno di:

$$90 + 540 = 630 \text{ Kcal}$$

che corrisponde, ricordando che 1Kcal è pari a 4186 Joule, a 2,6 milioni di Joule.

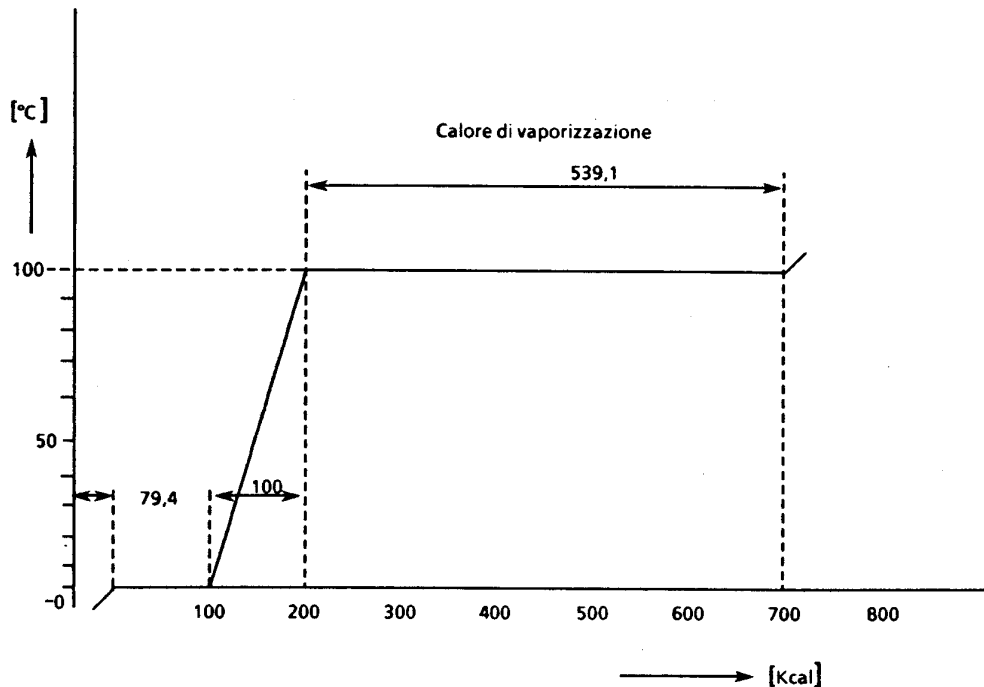
Da queste semplici considerazioni si può capire la potenzialità che ha un litro di acqua di assorbire calore.

Il vapore prodotto, inoltre, come detto in precedenza, occupa un volume 1700 volte superiore, a pressione atmosferica, al volume iniziale dell'acqua (1 litro di acqua produce circa 1700 litri di vapore), così come si evince dal rapporto dei pesi specifici, a pressione atmosferica, dell'acqua a 10 °C e del vapore a 100 °C.

Questo aumento di volume determina lo spostamento dell'ossigeno dell'aria che si trova in vicinanza delle merci che bruciano con conseguente soffocamento dell'incendio.

Le considerazioni sopra espresse trovano espressione grafica nel diagramma che segue:

### ASSORBIMENTO DI CALORE DELL'ACQUA ALLA PRESSIONE DI 760 mm DI MERCURIO



Ritornando alla pratica antincendio, se ipotizziamo di avere un getto d'acqua pieno con una portata di 300 litri al minuto, questo potrebbe assorbire una quantità di calore orientativamente pari a circa 189.000 Kcal al minuto (300 l/min • 630 Kcal/l). Tale valore, del tutto teorico, è ottenuto ipotizzando la completa evaporazione di tutta la quantità di acqua utilizzata, ipotesi difficilmente realizzabile nella pratica.

Infatti, nella reale applicazione dell'acqua sull'incendio ritroviamo una differenza tra la quantità d'acqua che effettivamente opera l'azione estinguente (ad esempio, quella che effettivamente evapora) e quella erogata dalle attrezzature antincendio; si deve cioè considerare l'efficienza dell'applicazione dell'acqua, definibile come rapporto tra la portata vaporizzata e la portata erogata

$$X = Q_{\text{vaporizzata}} / Q_{\text{erogata}}$$

Il coefficiente di efficienza X sopra introdotto assume, per i sistemi comunemente utilizzati, valori di qualche punto percento; la quantità d'acqua applicata sull'incendio è pertanto notevolmente superiore alla quantità effettivamente necessaria all'estinzione.

Per la determinazione della quantità di calore asportato dall'acqua utilizzata con getto frazionato si utilizzano formule più complesse, nelle quali l'assorbimento di calore è legato alla superficie idrica esposta (funzione della quantità di acqua e del diametro medio delle gocce) e ad un coefficiente di trasmissione di calore, funzione di più parametri fisici.

#### 4.3 SCHIUMA ANTINCENDIO

Per lo spegnimento di particolari tipi di incendio (incendi di idrocarburi) si utilizza l'acqua con l'aggiunta di sostanze particolari (liquido schiumogeno) e di aria; l'agente estinguente così ottenuto è noto come **schiuma antincendio**, ed è prodotto a mezzo di particolari attrezzature antincendio di cui si parlerà nel seguito.

Le schiume antincendio sono aggregati complessi e instabili costituite da bolle di gas, racchiuse da pellicole liquide, che si ottengono dall'emulsione di aria con una soluzione d'acqua e liquido schiumogeno.

In linea di principio, le schiume sono adatte allo spegnimento ed al controllo di qualsiasi tipo di incendio di classe A e B; infatti, esse stendendosi sul pelo libero del liquido o sulle superfici dei solidi, impediscono all'aria di raggiungere i vapori infiammabili, esercitano così un'azione di soffocamento dell'incendio.

Contemporaneamente, esse esplicano anche un'azione di raffreddamento per effetto dell'evaporazione dell'acqua contenuta nelle bolle. Per ovvi motivi, le schiume non sono indicate per lo spegnimento dei seguenti incendi:

- di classe C;
- di classe D;
- in presenza di apparecchiature elettriche sotto tensione;
- di liquidi combustibili riscaldati al di sopra della temperatura;
- di ebollizione dell'acqua.

#### 4.3.1 - Tipi di schiume

In relazione alla loro origine, le schiume possono essere classificate in:

- schiume chimiche
- schiume meccaniche
- schiume bagnanti

Le **schiume chimiche** sono formate dall'anidride carbonica sviluppata, per effetto di una reazione chimica, tra una soluzione di sali alcalini e una soluzione di acidi in presenza di un agente schiumogeno.

Le **schiume meccaniche** sono formate, invece, dall'aria incorporata dall'acqua in presenza di un liquido schiumogeno, che può essere ricavato da residui animali (proteico) o da prodotti chimici (sintetico) e con additivi stabilizzanti.

Per la protezione di alcoli, di esteri, di eteri e di chetoni si adoperano speciali schiume meccaniche, dette per alcoli, resistenti all'azione distruttiva di tali solventi. Le schiume chimiche sono state in buona parte abbandonate in favore di quelle meccaniche, meno costose e di più semplice generazione, alle quali limitiamo la nostra attenzione nel seguito della trattazione.

Di recente, si sono sviluppate le cosiddette **schiume bagnanti**, addizionate con speciali sostanze tensioattive, del tipo dei comuni detersivi.

#### 4.3.2 Proprietà fondamentali delle schiume

Le proprietà fondamentali delle schiume antincendio sono le seguenti:

##### ➤ **Concentrazione**

Per concentrazione di una soluzione schiumogena si intende il rapporto tra il volume **V<sub>s</sub>** di liquido schiumogeno adoperato e il volume totale **V<sub>t</sub>** della miscela (acqua + liquido schiumogeno). Generalmente la concentrazione assume valori compresi tra l'1% e il 6%.

##### ➤ **Tempo di drenaggio o dimezzamento**

Rappresenta il tempo necessario affinché da un certo volume di schiuma si raccolga una determinata quantità del volume di soluzione adoperata per produrla. Il fenomeno del drenaggio è dovuto alla gravità.

Le quantità determinate nelle norme specifiche sono, in genere, relative al 25% ed al 50% del volume, e definiscono il Tempo di drenaggio del 25% ed il Tempo di drenaggio del 50%.

➤ **Rapporto di espansione (r.e.)**

Il rapporto di espansione di una schiuma è dato dal rapporto tra il volume di schiuma ottenuto ed il volume iniziale di soluzione (acqua più liquido schiumogeno) utilizzato. In relazione ad esso, le schiume vengono classificate nelle norme specifiche come segue:

- a) schiume ad alta espansione      r.e. maggiore di 200
- b) schiume ad media espansione      r.e. maggiore di 20 ma non maggiore di 200
- c) schiume a bassa espansione      r.e. non maggiore di 20

➤ **Fluidità**

Sta ad indicare la capacità di una schiuma a dilagare e a richiudersi.

La scorrevolezza aumenta col diminuire del rapporto di espansione e cresce all'aumentare delle dimensioni delle bolle.

➤ **Stabilità**

Si distinguono quattro tipi di stabilità di una schiuma e precisamente:

- a) stabilità al drenaggio
- b) stabilità al calore
- c) stabilità agli inquinanti
- d) stabilità a rotture meccaniche del manto

➤ **Compatibilità con altri agenti estinguenti**

Esprime la capacità della schiuma a conservare le sue caratteristiche anche in presenza di altri agenti estinguenti.

Le caratteristiche, le prestazioni e i metodi di prova dei liquidi schiumogeni sono indicati nelle norme tecniche dell'UNI e/o del CEN.

In tali norme, oltre ai dati relativi alle modalità di prova previste, sono riportati i "Termini e definizioni" da utilizzarsi per individuare la natura e le prerogative dei liquidi schiumogeni considerati.

Ad esempio, è utile riportare le definizioni seguenti:

- **Liquido schiumogeno antincendio:** Aggregato di bolle piene d'aria ottenuto da una soluzione schiumogena utilizzata per la lotta contro l'incendio.
- **Liquido schiumogeno concentrato:** Liquido diluito con acqua per produrre la soluzione schiumogena.
- **Soluzione schiumogena:** Soluzione di liquido schiumogeno concentrato in acqua.

## CAP. 5 - MATERIALI PER LA FORMAZIONE DI CONDOTTE ANTINCENDIO

### 5.1 - TUBI DI MANDATA

Per il trasporto dell'acqua in pressione, dal mezzo che la fornisce alle lance che la erogano sull'incendio, si usano le tubazioni flessibili antincendio (comunemente chiamate manichette antincendio). Queste tubazioni, quando non sono sottoposte a pressione idraulica interna hanno pareti morbide tali da fare assumere alla tubazione stessa la sezione trasversale piatta.

Le tubazioni antincendio devono risultare maneggevoli, impermeabili e resistenti alla pressione; attualmente sono realizzate con una guaina interna, tubolare, impermeabilizzante, di gomma o plastica e da una calza esterna di fibre sintetiche, di solito poliestere.

I diametri dei tubi in uso presso il C.N.VV.F. sono essenzialmente due: **45** e **70** mm (per diametro si intende quello interno misurato a tubo pieno).

I tubi da **70** mm sono utilizzati per la formazione di condotte che trasportano l'acqua dall'alimentazione idrica (serbatoio, pompa, idrante, ecc) all'incendio, con all'estremità lance di **grande potenza**, cioè lance che erogano quantità consistenti di acqua.

I tubi da **45** mm sono invece utilizzate per formare, sul luogo dell'incendio, condotte con all'estremità **lance di piccola potenza**.

I tubi flessibili, per comodità di impiego, sono divisi in tratti (spezzoni lunghi **20** m), tra loro congiungibili per mezzo di opportuni raccordi.

Una tubazione flessibile di mandata è una tubazione che vuota presenta la possibilità di essere piegata e arrotolata in semplice o in doppio (fig. 15).

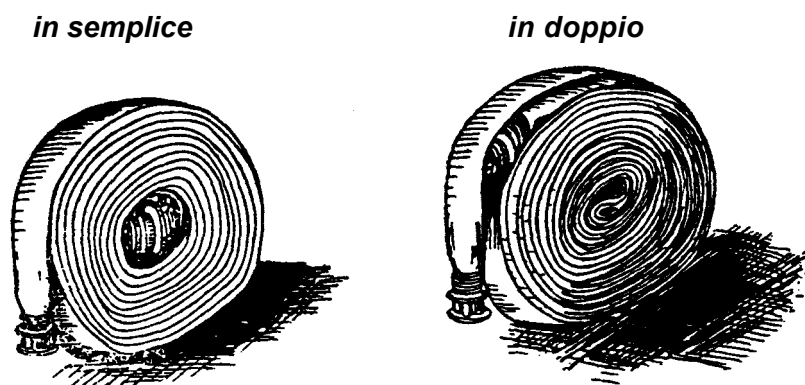


Fig. 15

E' usualmente adoperata per il trasporto di sostanze antincendio come acqua, acqua addizionata con particolari sostanze (agenti bagnanti ed agenti per ridurre l'attrito), schiuma.

Le tubazioni flessibili "manichette" sono realizzate con materiali che devono offrire la massima affidabilità, in quanto la rottura di una tubazione durante un intervento porta, causa la necessità della sua sostituzione, ad una perdita di tempo nell'attacco dell'incendio, che può essere determinante per l'esito finale delle operazioni di spegnimento. Per garantire l'affidabilità di cui sopra è necessario acquistare ed utilizzare tubazione progettate e costruite per questo particolare uso, assicurare un'adeguata e continua manutenzione della stessa attrezzatura, ed infine ispezionare sistematicamente e provare idraulicamente le tubazioni.

La quantità di acqua trasportata da queste tubazioni è commisurata al diametro interno delle stesse ed è, inoltre, limitata poiché la velocità dell'acqua in condotta non deve superare valori che portano a perdite di carico ed a sovrappressioni di moto vario elastico troppo elevate.



Normalmente le tubazioni da **45** mm vengono usate per trasportare quantità di acqua fino a **100-200** litri al minuto, mentre quelle da 70 mm quantità di acqua fino a **600-800** litri al minuto.

### 5.1.1 - Materiali usati nella fabbricazione delle tubazioni flessibili antincendio

Una tubazione flessibile antincendio deve presentare, contemporaneamente, le caratteristiche di basso peso, flessibilità, tenuta e resistenza alla pressione idraulica.

Attualmente, queste proprietà sono ottenute con l'uso combinato di una calza tessile, esterna, realizzata con filati di natura sintetica alla quale viene fatta aderire, internamente, una tubazione di gomma.

I filati della calza tessile sono costituiti attualmente da fibre sintetiche (poliesteri o poliammidi) che hanno, rispetto alle fibre naturali, oltre alla leggerezza e alla flessibilità un minore assorbimento d'acqua con conseguenti ulteriori vantaggi quali, ad esempio:

- possibilità di avere, anche con tubazioni bagnate, tubazioni leggere e flessibili;
- un minor tempo di asciugatura dopo il lavaggio;
- un minor decadimento, in caso di tubazioni bagnate, delle proprietà meccaniche in presenza di eventuale gelo (formazione di ghiaccio con conseguente rottura delle fibre).

Queste tubazioni presentano, inoltre, un'alta resistenza alla putrefazione (formazione di muffe) anche se conservate umide, una bassa dilatabilità, una buona resistenza all'abrasione ed un'ottima resistenza chimica.

Diamo ora un breve cenno sulle modalità di costruzione della calza tessile della tubazione flessibile.

Le fibre utilizzate per la costruzione della calza, ottenute dalla materia base, prima di passare alla tessitura vengono lavorate in speciali macchine, dette torcitoi, per la produzione di filati.

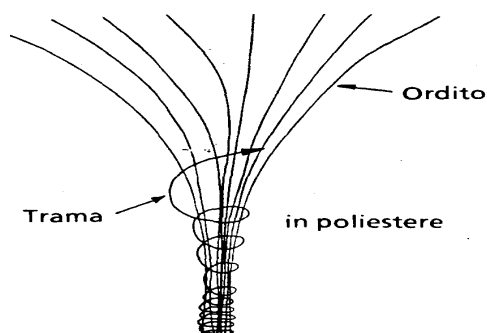


Fig. 16

Successivamente, in un telaio circolare viene confezionata la parte in tessuto del tubo, nella quale i filati posti parallelamente all'asse del tubo vengono a costituire l'**ordito**, mentre quelli posti nella direzione circonferenziale la **trama** (fig. 16).

Dalla posizione reciproca dell'ordito e della trama si possono ottenere due tipi di tessitura, la tessitura semplice e la tessitura incrociata. In quest'ultima, l'ordito e la trama si incrociano regolarmente.

La caratterizzazione dei filati avviene in base al loro peso misurato in **d tex** che sta ad indicare un filato con peso di 1 dg per un Km di lunghezza.

Lo strato di gomma interna di un tubo flessibile antincendio deve essere ben aderente al tessuto (caratteristica che si ottiene con una particolare operazione di vulcanizzazione), molto flessibile e resistente all'invecchiamento. Queste ultime qualità si ottengono aggiungendo alla miscela di gomma sintetica, che da anni ha sostituito l'uso della gomma naturale, speciali sostanze chimiche.

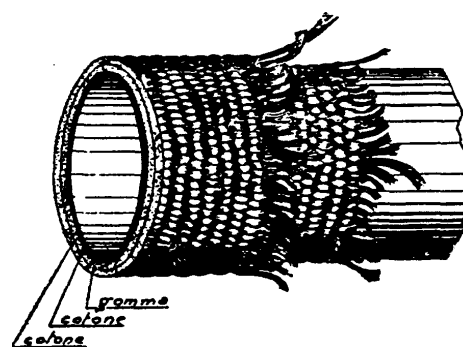


Fig. 17 (Vecchia tipologia di tubazione)

### 5.1.2 - Stato tensionale in una tubazione flessibile sottoposta a pressione idraulica interna

Siano, rispettivamente,  $P$  la pressione idraulica interna al tubo,  $E$  lo spessore, e  $2R$  il diametro interno di una tubazione flessibile. Le tensioni trasversali  $\sigma_t$  e longitudinali  $\sigma_l$  che si verificano nella zona resistente del filato susseguenti alla pressione idrica interna valgono (per tensione si intende lo sforzo agente per unità di superficie del filato):

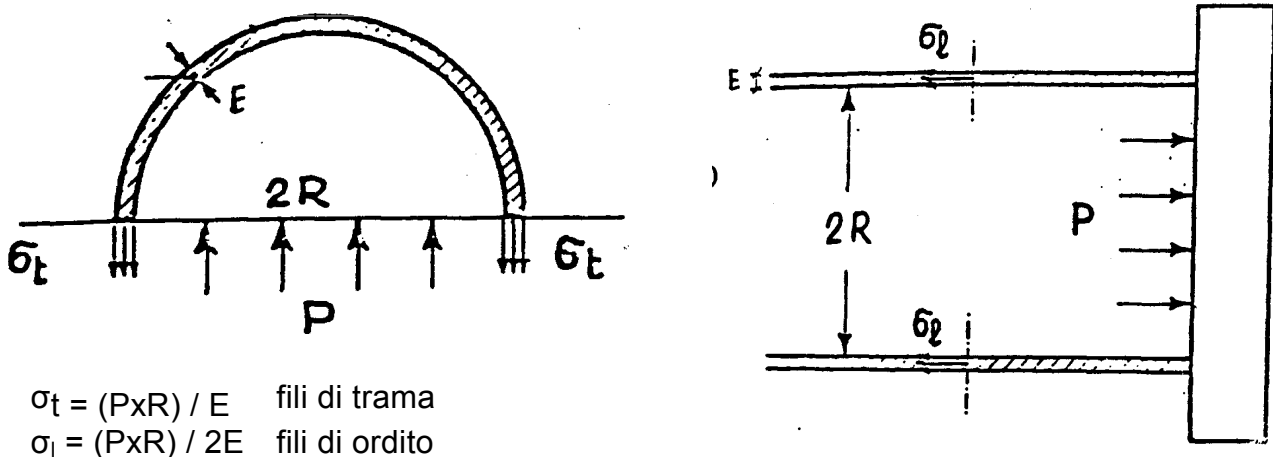


Fig. 18

Alle tensioni  $\sigma_t$  dovrà resistere la trama, mentre alle tensioni  $\sigma_l$  resisterà l'ordito; quindi, poiché  $\sigma_t = 2\sigma_l$  si ha che il filato in trama dovrà essere in quantità doppia di quello dell'ordito.

Il ruolo maggiore nella resistenza allo scoppio di una tubazione viene quindi svolto dalla trama; infatti, nei campioni nuovi portati allo scoppio si nota la classica rottura dovuta al cedimento della trama, cedimento che avviene in genere lungo la generatrice di piegatura della tubazione, che rappresenta il punto debole del filato.

### 5.1.3 - Normative di riferimento

Le norme che definiscono i requisiti, e le relative prove, cui devono soddisfare le tubazioni flessibili antincendio di nuova costruzione utilizzate dai Vigili del Fuoco sono emanate dagli Organismi di normazione Nazionale o Europei (UNI – CEN) o dagli Enti interessati (Min. Interno - Capitolato VV.F.; Min. Difesa, ecc.) come capitolati tecnici utilizzati per l'acquisto delle tubazioni.

Al momento, le principali norme tecniche di riferimento per queste specifiche tubazioni antincendio sono le seguenti:

- Capitolato tecnico del Ministero dell'Interno - VV.F.;
- Norme prEN – (allo studio).

Nella tabella che segue sono riassunte alcune delle principali caratteristiche prestazionali fissate dal capitolato tecnico del Ministero dell'interno, valido per le tubazioni flessibili da 45 e 70 mm.

| CARATTERISTICA  | Valori di riferimento   |
|---|---|
| Pressione di scoppio  | ≥ 4,5 MPa   |
| Pressione di collaudo   | 2,4 MPa   |
| Pressione di esercizio  | 1,2 MPa   |
| Invecchiamento  | 7 gg.   |
| Resistenza al distacco, dopo l'invecchiamento, tra strato tessile e gomma | ≥ 22 N  |
| Resistenza all'usura  | nessuna perdita a 1.2 MPa dopo 140 giri (100 giri per DN 70) con forza applicata di 105 N |
| Angolo di torsione sotto pressione  | No antioraria e max 100°/m  |

## 5.2 - TUBI DI ASPIRAZIONE

Questi tubi devono resistere alla pressione atmosferica esterna che tende a schiacciarli quando nel loro interno la pompa, aspirando, crea depressione (fig. 19).

I requisiti dei tubi di aspirazione sono: assoluta impermeabilità all'acqua e all'aria; resistenza alla pressione atmosferica esterna; flessibilità e maneggevolezza; buona durata.

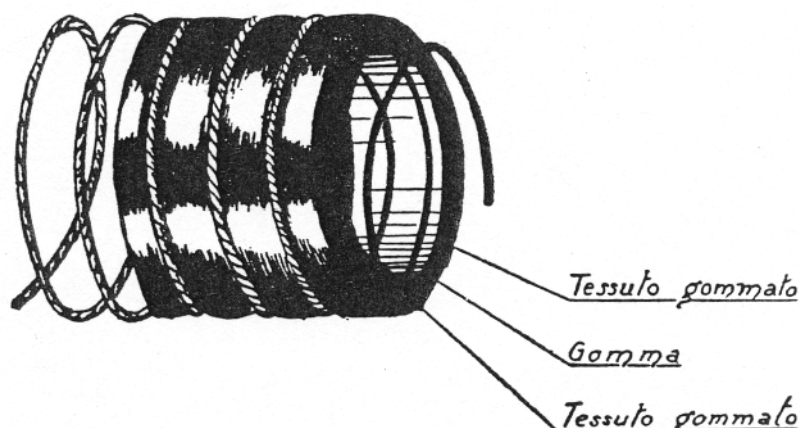


Fig. 19

I diametri, interni, dei tubi d'aspirazione variano in relazione alla portata delle pompe cui sono destinati:

|        |              |             |                 |
|--------|--------------|-------------|-----------------|
| mm 70  | per pompe da | 300 - 500   | litri al minuto |
| mm 80  | “ “ “        | 500 – 800   | “ “ “           |
| mm 100 | “ “ “        | 1000 – 1500 | litri al minuto |
| mm 125 | “ “ “        | 1800 – 2300 | “ “ “           |
| mm 150 | “ “ “        | 5000        | “ “ “           |

Dato il peso considerevole delle tubazioni, le stesse sono costituite da tratti di breve lunghezza (3 - 4 m). Questi tratti sono poi uniti per mezzo dei raccordi che saranno descritti nei paragrafi che seguono.

### 5.3 - TUBAZIONI SEMIRIGIDE PER NASPI AD ALTA PRESSIONE

Per l'estinzione degli incendi i Vigili del fuoco utilizzano anche tubazioni semirigide collegate all'attacco di mandata, ad alta pressione (4,0 MPa), del gruppo pompa antincendio degli automezzi di soccorso, avvolte su una bobina posizionata nel vano posteriore del mezzo.

Il sistema è noto con il nome di "naspo antincendio ad alta pressione"

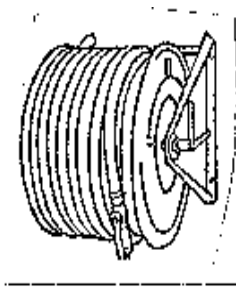


Fig. 20

Le tubazioni semirigide utilizzate nei naspi ad A.P., per uso antincendio, si compongono delle seguenti tre parti costruttive:

- il sottostrato interno;
- il rinforzo intermedio;
- il rivestimento esterno.

I sottostrati interni ed esterni sono in gomma o plastica resistente rispettivamente al fluido da convogliare e agli agenti e/o azioni esterne.

Il rinforzo intermedio è invece realizzato in genere con tessuti ad alta resistenza, che presentano varie tipologie di armatura (figg. 21 e 22) ed ha la funzione di resistere alla pressione idraulica esistente all'interno della tubazione.

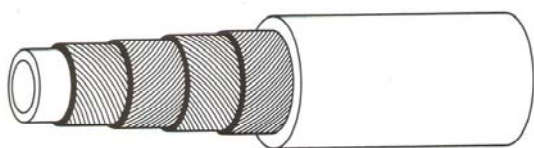


Fig. 21 - Tubo con quattro strati di tessuto corda avvolto

Per la fabbricazione delle tubazioni semirigide si utilizzano, per lo strato interno ed esterno, numerosi tipi di elastomeri, ognuno dei quali è caratterizzato da specifiche caratteristiche chimico/fisiche e proprietà; per lo strato di rinforzo si utilizzano, invece, tessuti di fibre sintetiche quali ad esempio, poliammide, poliestere, ecc..

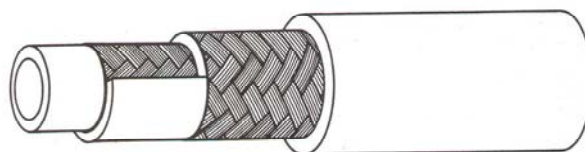


Fig. 22 - Tubo con due strati tracciati

### 5.3.1 - Normative di riferimento

Le tubazioni semirigide per naspo ad alta pressione, di nuova costruzione, utilizzate dai Vigili del Fuoco devono soddisfare i requisiti e le prove di qualificazione definiti dalle norme tecniche emanate dagli Organismi di normazione Nazionale o Europei (UNI – CEN) ovvero dal Min. Interno - Capitolato VV.F..

Al momento, le principali norme tecniche di riferimento per queste tubazioni antincendio sono le seguenti:

- Capitolato tecnico dei VV.F., (fissa solo alcuni requisiti);
- Norme UNI EN 1947.

Nella tabella che segue sono riassunte alcune delle principali caratteristiche richiamate nella norma UNI EN 1947, con i relativi valori di riferimento.

| CARATTERISTICA                                    | Valori di riferimento |
|---|-----------------------|
| Pressione di esercizio                            | 4,0 MPa               |
| Pressione di scoppio                              | ≥ 12,0 MPa            |
| Pressione di collaudo                             | 8,0 MPa               |
| Adesione (tra tutti i componenti della tubazione) | ≥ 2,0 KN/m            |
| Invecchiamento                                    | 7 gg.                 |
| Resistenza all'abrasione                          | 120 passaggi          |
| Resistenza ad una superficie calda                | 400 °C - 60 sec       |

### 5.4 - MEZZI DI GIUNZIONE - RACCORDI

I raccordi per i tubi in pressione possono essere simmetrici (cioè formati da due parti uguali che si agganciano comprimendo tra loro due elementi di guarnizione in gomma) o asimmetrici (che hanno disuguali le due parti in congiunzione).

Il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ha unificato i raccordi utilizzando la tipologia a vite (fig. 23) uno maschio e l'altro femmina.



Raccordo maschio



Raccordo femmina



Raccordo completo UNI 804

Fig. 23

Il materiale utilizzato per la costruzione dei raccordi è l'ottone; i raccordi utilizzano inoltre, per la tenuta idraulica, una guarnizione in gomma nera speciale.

E' importante ricordare che nella formazione delle condotte il maschio filettato deve essere sempre rivolto verso l'incendio; di conseguenza, il pezzo munito di manicotto girevole deve essere sempre rivolto verso la provenienza dell'acqua.

Per quanto riguarda i raccordi dei tubi di aspirazione (fig. 24) vale quanto detto per quelli utilizzati per le condotte in pressione, varia solo la regola di orientamento che è l'inversa di quella data per i tubi in pressione, cioè il maschio filettato deve essere sempre rivolto verso la provenienza dell'acqua.

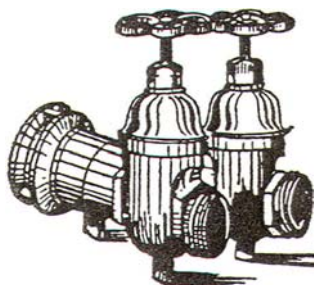


Fig. 24

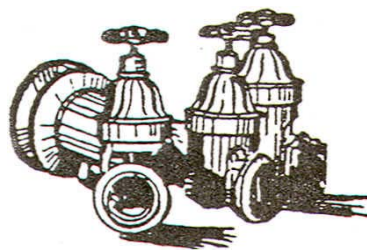
I materiali, i metodi di prova e le designazioni dei raccordi per tubazioni flessibili, degli attacchi a vite e a madrevite e dei tappi per valvole e raccordi, da impiegare nelle apparecchiature per estinzione incendi, sono indicati rispettivamente nelle norme UNI 804, UNI 810, UNI811 e UNI 7421 ed 2007.

## 5.5 - DIVISORI - COLLETTORI - RIDUTTORI - DIFFUSORI

Per lo spegnimento degli incendi si richiede spesso che una tubazione da 70 mm, giunta in prossimità dell'incendio, si suddivida per alimentare due tubazioni da 70 mm o più tubazioni da 45 mm che fanno capo alle lance. A tale scopo si utilizzano i divisori, che possono essere a due o tre vie (fig. 25 a-b).



a



b

Fig. 25 a-b

Si usano invece i collettori, fig. 26 quando si ha necessità di riunire due o più condotte da mm. 70 per alimentare un'unica lancia ed ottenere così un getto di particolare potenza.

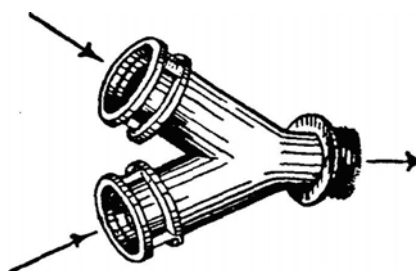


Fig. 26

Quando si vuole invece passare da una tubazione più grande ad una più piccola (es. da 70 a 45) si usano i riduttori (fig. 27) mentre, nel caso contrario (es. da 45 a 70), si usano i diffusori, fig. 28.



Fig. 27

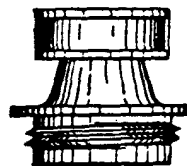


Fig. 28

## 5.6 - LANCE DA INCENDIO

La lancia da incendio è una attrezzatura che, applicata all'estremità di una condotta, serve a trasformare, gradualmente, la pressione residua dell'acqua in velocità, per poter ottenere un getto d'acqua efficace e facilmente maneggevole per lo spegnimento degli incendi.

La lancia classica, che eroga solo a getto pieno, è formata dalle seguenti parti costruttive (fig. 29):

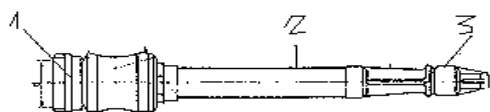


Fig. 29

- 1) raccordo femmina, alla base, di DN 45 o 70, per il collegamento con la tubazione;
- 2) corpo metallico, tronco-conico che si stringe piano piano fino al bocchello;
- 3) bocchello o orifizio che serve a rendere il getto regolare.

L'unione delle tre parti è fatta in modo da avere una superficie interna perfettamente continua e liscia.

Il raccordo alla base del corpo è uguale alla parte femmina del raccordo utilizzato per unire le tubazioni dello stendimento antincendio, fatta eccezione per il giurello che è del tipo fisso e non mobile; per il collegamento con la tubazione bisogna pertanto far ruotare la lancia.

Le lance possono essere da 70 e da 45 mm, in relazione al diametro del raccordo femmina di connessione. Quelle da 70 mm, che si dividono in serie corta o lunga, hanno bisogno per la manovra di due operatori e montano bocchelli diversi, con diametro variabile come segue:

14 mm - 16 mm - 18 mm - 20 mm - 22 mm - 24 mm

Le lance da 45 possono montare i seguenti diversi bocchelli:

8mm - 10 mm - 12 mm

| Pressione<br>bar | Diametro dell'ugello<br>mm |     |     |     |
|------------------|----------------------------|-----|-----|-----|
|                  | 10                         | 12  | 16  | 20  |
|                  | Portata<br>l/min           |     |     |     |
| 2                | 93                         | 135 | 240 | 375 |
| 3                | 115                        | 165 | 295 | 460 |
| 4                | 130                        | 190 | 340 | 530 |
| 5                | 150                        | 215 | 380 | 590 |
| 6                | 160                        | 235 | 415 | 650 |
| 7                | 175                        | 250 | 450 | 700 |
| 8                | 185                        | 270 | 480 | 750 |
| 9                | 200                        | 285 | 510 | 795 |
| 10               | 210                        | 300 | 535 | 835 |
| 11               | 220                        | 315 | 560 | 875 |
| 12               | 230                        | 330 | 585 | 915 |

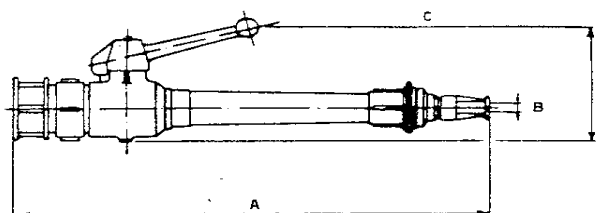
Tabella 1

Per le caratteristiche dimensionali, le prestazioni e le prove di qualificazione delle lance tronco - coniche, ormai in disuso, a getto pieno di DN 45 e 70 si rimanda alle indicazioni contenute nella norma UNI 8478 dal titolo "Lance a getto pieno, dimensioni, requisiti e prove", di cui si riportano le tabelle relative alla portata e alla gittata di queste specifiche lance.

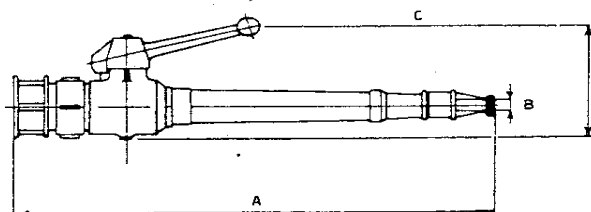
Oltre alle lance a getto pieno, di cui si è finora parlato, nella tecnica antincendio si utilizzano, ormai da tempo, le lance a getto variabile che, con la manovra di un adatto dispositivo, permettono il **getto pieno**, il **getto frazionato** ed il **blocco del flusso** idrico; la fig. 30 raffigura tre tipologie di lance antincendio attualmente in uso nel CNVVF.

| Pressione<br>bar | Diametro dell'ugello<br>mm |         |         |         |
|------------------|----------------------------|---------|---------|---------|
|                  | 10                         | 12      | 16      | 20      |
|                  | Gittata<br>m               |         |         |         |
| 3                | 10 a 20                    | 11 a 22 | 15 a 30 | 16 a 33 |
| 5                | 11 a 23                    | 11 a 25 | 17 a 33 | 18 a 36 |
| 8                | 12 a 26                    | 12 a 30 | 19 a 36 | 20 a 40 |

Tab. 2 – UNI 8478 (Norma sostituita nel 2006)



LANCIA IDRICA CON SCHERMO PROTETTIVO...  
PER L' OPERATORE



LANCIA SENZA SCHERMO PROTETTIVO

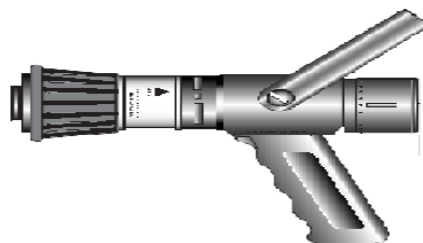


Fig. 30



Le caratteristiche costruttive e le prestazioni delle lance antincendio a getto variabile, di DN massimo 52 mm, da utilizzare nelle installazioni fisse antincendio - rete idranti, di cui si parlerà nella successiva specifica sezione, sono dettagliatamente indicate nella norma UNI EN 671-2.

Per le lance a getto variabile, per uso Vigili del Fuoco, sono state di recente emanate le norme UNI EN 15182 parte 1 – 2 – 3“ Lance antincendio manuali PN 16 e PN 40”, che ne fissano le caratteristiche costruttive, le prestazioni richieste e i metodi di prova; per gli approfondimenti si rinvia alla lettura delle norme.

### 5.6.1 Portata erogata

Per il calcolo della portata della **lancia tronco - conica**, che eroga a getto pieno, si può applicare il teorema di Bernoulli tra la sezione a monte della lancia ed una a valle della stessa, (fig. 31).

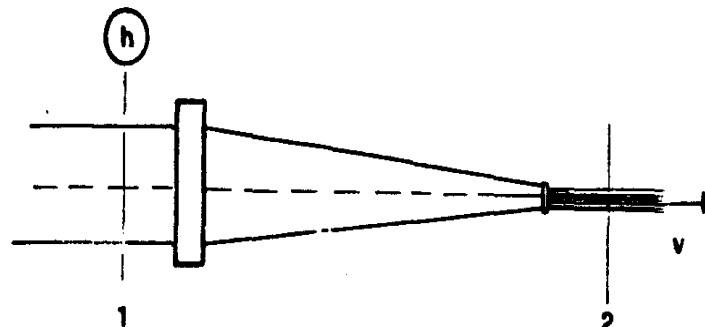


Fig. 31

Applicando i riferimenti indicati in figura, si ha:

$$Z_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2g$$

ove:

|                     |   |
|---------------------|---|
| $Z_1 = Z_2$         | altezza geotetica.                              |
| $P_2 = P_{atm} = 0$ | pressione (relativa) nella sezione 2            |
| $V_1^2/2g$          | altezza cinetica nella sezione 1 (trascurabile) |
| $P_1/\gamma = H$    | altezza di pressione nella sezione 1            |

Dall'equazione precedente si ha così:

$$V_2 = \sqrt{2gH}$$

ove: **V** (m/s);  
**H** (m<sub>(H2O)</sub>)

Ricordando che la **portata** è data da  $Q = A \cdot V$  ed introducendo un coefficiente  $\alpha$ , per tener conto della forma della sezione di efflusso e della viscosità del liquido, si ha:

$$Q = A \times \alpha \times V_2 = \sqrt{2gH}$$

ove:  
**A** = superficie della sezione circolare trasversale di uscita del bocchello.  
 **$\alpha$**  = coefficiente di efflusso,

ponendo  $\alpha = 0.96$  (valore sperimentale) e sostituendo  $A = (\pi D^2/4)$  si ottiene:

$$Q = 0,2 \times D^2 \times \sqrt{H}$$

con: **Q** (lt/min),  
**D** (mm),  
**H** (m<sub>(H2O)</sub>)

I valori della portata erogata **Q** (l/min) in funzione del diametro **D** (mm) del bocchello della lancia e dell'altezza di pressione **H** (bar) sono riportati in tabella 3. Spesso, per il calcolo della portata, viene anche usata la relazione:

$$Q = 0.65 \times D^2 \times \sqrt{P} \quad (\text{lt/min}) \quad \text{ove: } Q \text{ (lt/min)}$$

$$D \text{ (mm)}$$

$$P \text{ (bar)}$$

Per la determinazione del valore dell'altezza di pressione **H** si può utilizzare il tubo di Pitot, strumento che coglie la velocità dell'acqua in uscita dal foro di efflusso (bocchello) della lancia ed indica il valore della corrispondente pressione (cfr par. 3.9).

Per la portata delle lance a getto variabile (fig. 30) con rubinetto regolatore del getto (getto pieno-frazionato, chiusura), il valore della **portata erogata** non può essere determinato con le formule precedentemente viste, ma si ricorre alla seguente espressione:

$$Q = K \sqrt{P}$$

ove: **K** è il coefficiente caratteristico della lancia, funzione del coefficiente di efflusso  $\alpha$  e della sezione dell'orifizio, ed è determinato con un'esperienza di laboratorio (coefficiente fornito dal fabbricante);

**P** è la pressione idrica a monte della lancia.

TABELLA 3

| Pres-<br>sione<br><b>H</b><br>bar | DIAMETRO DEL BOCHELLO<br>mm |    |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|-----------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                   | 4                           | 6  | 8   | 10  | 12  | 14  | 16  | 18  | 20   | 22   | 24   | 26   | 28   | 30   | 32   | 34   | 36   | 38   | 40   |
| 10                                | 10                          | 24 | 42  | 65  | 94  | 130 | 165 | 210 | 260  | 315  | 375  | 440  | 510  | 590  | 670  | 755  | 840  | 945  | 1050 |
| 15                                | 13                          | 29 | 51  | 80  | 115 | 155 | 205 | 260 | 320  | 385  | 460  | 540  | 630  | 720  | 820  | 925  | 1040 | 1150 | 1280 |
| 20                                | 15                          | 33 | 59  | 92  | 135 | 180 | 235 | 300 | 370  | 445  | 530  | 625  | 725  | 830  | 945  | 1070 | 1200 | 1330 | 1480 |
| 25                                | 17                          | 37 | 66  | 105 | 150 | 200 | 265 | 335 | 415  | 500  | 595  | 700  | 810  | 930  | 1060 | 1190 | 1340 | 1490 | 1650 |
| 30                                | 18                          | 41 | 72  | 115 | 165 | 220 | 290 | 365 | 455  | 550  | 650  | 765  | 885  | 1020 | 1160 | 1310 | 1470 | 1630 | 1810 |
| 35                                | 20                          | 44 | 78  | 120 | 175 | 240 | 315 | 395 | 490  | 590  | 705  | 825  | 960  | 1100 | 1250 | 1410 | 1580 | 1760 | 1960 |
| 40                                | 21                          | 47 | 84  | 130 | 190 | 255 | 335 | 425 | 525  | 630  | 755  | 885  | 1020 | 1180 | 1340 | 1510 | 1690 | 1890 | 2090 |
| 45                                | 22                          | 50 | 89  | 140 | 200 | 270 | 355 | 450 | 555  | 670  | 800  | 935  | 1090 | 1250 | 1420 | 1600 | 1800 | 2000 | 2220 |
| 50                                | 23                          | 53 | 93  | 145 | 210 | 285 | 375 | 475 | 585  | 705  | 840  | 985  | 1140 | 1310 | 1500 | 1690 | 1890 | 2110 | 2340 |
| 55                                | 25                          | 55 | 98  | 155 | 220 | 300 | 390 | 495 | 615  | 740  | 880  | 1040 | 1200 | 1380 | 1570 | 1770 | 1980 | 2210 | 2450 |
| 60                                | 26                          | 58 | 100 | 160 | 230 | 315 | 410 | 520 | 640  | 775  | 920  | 1080 | 1250 | 1440 | 1640 | 1850 | 2070 | 2310 | 2560 |
| 65                                | 27                          | 60 | 105 | 165 | 240 | 325 | 425 | 540 | 665  | 805  | 960  | 1130 | 1310 | 1500 | 1700 | 1920 | 2160 | 2400 | 2660 |
| 70                                | 28                          | 62 | 110 | 175 | 250 | 340 | 440 | 560 | 690  | 835  | 995  | 1170 | 1350 | 1550 | 1770 | 2000 | 2240 | 2500 | 2760 |
| 75                                | 29                          | 64 | 115 | 180 | 260 | 350 | 460 | 580 | 715  | 865  | 1030 | 1210 | 1400 | 1610 | 1830 | 2070 | 2320 | 2580 | 2840 |
| 80                                | 30                          | 66 | 120 | 185 | 265 | 360 | 475 | 600 | 740  | 895  | 1060 | 1250 | 1450 | 1660 | 1890 | 2140 | 2390 | 2670 | 2940 |
| 85                                | 30                          | 69 | 120 | 190 | 275 | 375 | 490 | 615 | 760  | 920  | 1100 | 1290 | 1490 | 1710 | 1950 | 2200 | 2470 | 2750 | 3050 |
| 90                                | 31                          | 71 | 125 | 195 | 280 | 385 | 500 | 635 | 785  | 950  | 1130 | 1320 | 1540 | 1760 | 2010 | 2260 | 2540 | 2830 | 3150 |
| 95                                | 32                          | 72 | 130 | 200 | 290 | 395 | 515 | 650 | 805  | 975  | 1160 | 1360 | 1580 | 1810 | 2060 | 2330 | 2610 | 2910 | 3200 |
| 100                               | 33                          | 74 | 135 | 205 | 295 | 405 | 530 | 670 | 825  | 1000 | 1190 | 1400 | 1620 | 1860 | 2110 | 2390 | 2680 | 2980 | 3300 |
| 110                               | 35                          | 78 | 140 | 215 | 310 | 425 | 555 | 700 | 865  | 1050 | 1250 | 1460 | 1700 | 1950 | 2220 | 2500 | 2810 | 3150 | 3450 |
| 120                               | 36                          | 81 | 145 | 225 | 325 | 445 | 580 | 735 | 905  | 1090 | 1300 | 1530 | 1770 | 2040 | 2320 | 2620 | 2930 | 3250 | 3600 |
| 130                               | 38                          | 85 | 150 | 235 | 340 | 460 | 605 | 765 | 940  | 1140 | 1360 | 1590 | 1850 | 2120 | 2410 | 2720 | 3050 | 3400 | 3750 |
| 140                               | 39                          | 88 | 155 | 245 | 350 | 480 | 625 | 790 | 960  | 1180 | 1410 | 1650 | 1920 | 2200 | 2500 | 2820 | 3150 | 3550 | 3900 |
| 150                               | 40                          | 91 | 160 | 255 | 365 | 495 | 650 | 820 | 1010 | 1220 | 1460 | 1710 | 1980 | 2280 | 2590 | 2920 | 3300 | 3650 | 4050 |
| 160                               | 42                          | 94 | 165 | 260 | 375 | 510 | 670 | 845 | 1040 | 1260 | 1500 | 1770 | 2050 | 2350 | 2670 | 3000 | 3400 | 3750 | 4200 |

## 5.6.2 - Reazione di efflusso

Quando il getto pieno esce dalla lancia si genera una forza che ha verso contrario al flusso idrico (reazione di efflusso) che può essere valutata con la seguente espressione:

$$R = 1,5 \cdot p \cdot D^2$$

ove: **R** è la reazione del getto (Kg)  
**p** è la pressione a monte della lancia (Kg/cm<sup>2</sup>)  
**D** è il diametro del bocchello (cm)

ovvero

$$R = 150 \cdot p \cdot D^2$$

ove: **R** (N)  
**p** (MPa)  
**D** (cm)

I valori della reazione del getto calcolati con la precedente formula possono essere facilmente ricavati dal grafico di fig. 32. Applicando la formula ad una lancia di 45 mm, con bocchello da 10 mm, e con pressione a monte di 5 Kg/cm<sup>2</sup>, la reazione del getto varrà:

$$R = 1,5 \times 5 \times 1^2 = 7,5 \text{ Kg}$$

Il valore massimo ammissibile della reazione del getto, per un operatore, non dovrebbe superare i 12 Kg (120 N).

In uno stendimento antincendio oltre alla reazione di efflusso agiscono altre forze, in particolare in corrispondenza di ogni curva della tubazione flessibile; di queste forze, e in particolare di quelle in vicinanza dell'operatore, si deve tener conto nella determinazione della sollecitazione sull'operatore che sostiene la lancia idrica.

La forza effettiva che sollecita l'operatore VVF potrà comunque essere inferiore alla forza teorica prima vista, considerato che alcune sollecitazioni che sono caratteristiche dell'installazione, si possono scaricare, in parte, attraverso la stessa tubazione, che è in contatto con il terreno, o anche attraverso specifici supporti.

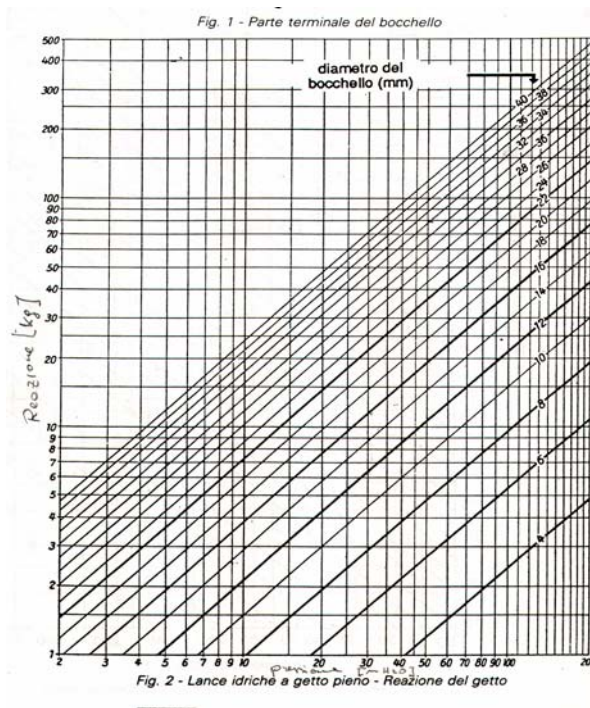


Fig. 32

Nella tabella 4 che segue sono riportati i valori della reazione di efflusso (N) per bocchelli di lance da 45 e 70 mm, in funzione della pressione (MPa) a monte della lancia.

| DIAMETRO<br>BOCCELLO (mm) | 0,2 MPa | 0,4 MPa | 0,5 MPa | 0,6MPa |
|---------------------------|---------|---------|---------|--------|
| 10                        | 30      | 60      | 75      | 90     |
| 12                        | 43      | 86      | 108     | 130    |
| 16                        | 77      | 154     | 192     | 230    |
| 22                        | 145     | 290     | 363     | 436    |

Tab. 4

### 5.6.3 Spinta del getto

La spinta del getto **S** (per una lancia a getto pieno) su di una superficie normale, posta ad una distanza molto piccola dalla lancia, è identica, per il principio di azione e reazione, alla reazione del getto che abbiamo in precedenza visto.

Si ha così:

$$S = R = 150 \times p \times D^2$$

Allontanandoci dalla sezione di efflusso della lancia, si ha che il valore della spinta del getto scende dapprima lentamente, poi molto velocemente con l'aumentare della distanza della lancia dalla superficie, fig. 33.

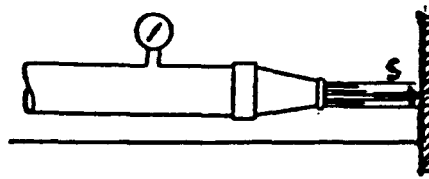


Fig. 33

I valori riportati nella tabella 4 rappresentano, pertanto, la spinta del getto (S) su una parete posta a piccola distanza dalla lancia.

Nel grafico, di natura sperimentale, di fig. 34 è invece rappresentato l'andamento della spinta del getto in funzione della pressione a monte della lancia al variare del rapporto distanza / diametro del bocchello.

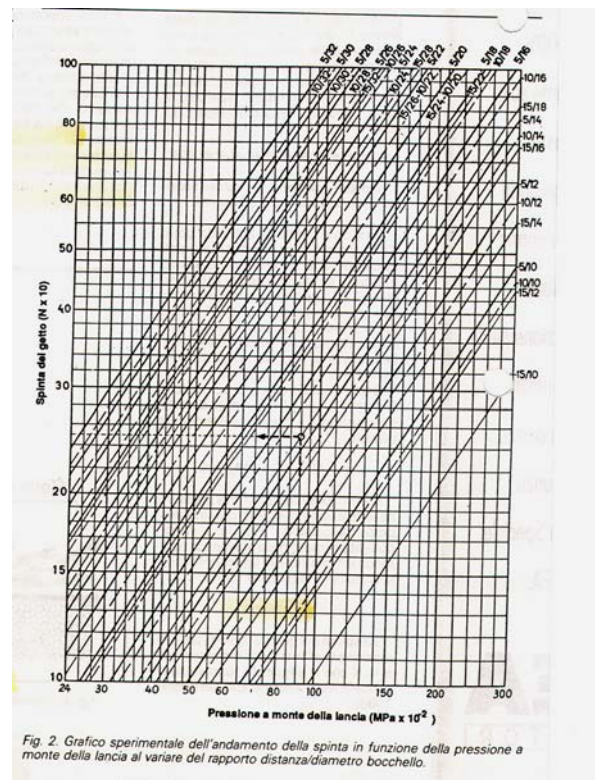


Fig. 34

### 5.6.4 - Gittata di lancio a getto pieno

In un ambiente privo di aria la gittata di un getto idrico, intesa come distanza tra il dispositivo di lancio e il punto raggiunto dal getto, misurata sia in orizzontale che verticale, dipende essenzialmente dall'inclinazione del getto e dalla sua velocità. La massima gittata, in orizzontale, ( $X_{max}$ ) in un ambiente privo d'aria, si ha per un angolo di inclinazione di  $45^\circ$  mentre la massima gittata ( $Y_{max}$ ), in verticale, (altezza del getto) si ha per un angolo di inclinazione di  $90^\circ$  e valgono:

$$\alpha = 90^\circ \rightarrow X_{max} = \text{indeterminato} \quad Y_{max} = V^2/2g$$

$$\alpha = 45^\circ \rightarrow X_{max} = 2(V^2/2g) \quad Y_{max} = \frac{1}{2} (V^2/2g)$$

In presenza di aria, la massima gittata in orizzontale di un getto idrico pieno si ha, per una serie di fenomeni che influenzano il movimento delle particelle idriche (resistenza dell'aria, tensione superficiale, ecc.), non per un angolo di inclinazione di  $45^\circ$  ma per una inclinazione di circa  $32^\circ$ ; analogamente la massima altezza del getto si raggiunge con una inclinazione di circa  $80^\circ$ .

Da studi sperimentali, condotti da Freeman, è emerso che la gittata massima orizzontale si ottiene per inclinazioni diverse della lancia a seconda della velocità di uscita del getto dalla lancia, come indicato nella tabella 5.

|  |      |      |      |         |         |
|--|------|------|------|---------|---------|
| <b>V</b>                                       | 8,25 | 11,7 | 14,0 | 26      | m/s     |
| <b>X<sub>max</sub> per <math>\alpha</math></b> | 45   | 40   | 35   | 34 - 30 | [gradi] |

Tab. 5

Considerato che per le comuni pressioni di funzionamento delle lance antincendio le velocità di efflusso del getto sono comprese nel campo 20 - 45 m/sec, Freeman stabilì che per ottenere una buona gittata orizzontale doveva essere usato un angolo di inclinazione della lancia di  $32^\circ$  rispetto all'orizzontale.

La determinazione della gittata massima orizzontale, con un angolo di inclinazione della lancia di  $32^\circ$ , può essere effettuata con la formula di Freeman:

$$X_{max} = (h - c \cdot h^2 / D) \cdot 4/3 \quad \text{ove: } X_{max} = \text{Gittata del getto (m)}$$

**h** = Altezza di pressione a monte della lancia (m di colonna d'acqua)  
**D** = Diametro del bocchello (mm)  
**c** = Costante del bocchello dipendente dalla costruzione dello stesso.

Freeman trovò che per  $h < 50$  m di colonna d'acqua e per  $D$  (mm) compreso tra 20 e 35, la costante **c** vale 0,11.

La formula precedente diventa così:

$$X_{max} = (h - 0,11 \cdot h^2 / D) \cdot 4/3$$

La formula, che esprime la distanza tra la lancia e le gocce più lontane (gittata massima), è rappresentata graficamente nella fig. 34b.

Il grafico della fig. 34a, ottenuto sperimentalmente mediante delle prove di laboratorio, ci dà invece il valore della gittata massima, intesa come distanza tra la lancia ed il punto in cui il getto comincia a perdere la sua compattezza, cioè a sfrangiarsi nettamente, con un angolo di inclinazione della lancia di  $32^\circ$ .

Si trascrivono, a titolo puramente informativo, in tabella 5a, i valori sperimentali della massima altezza raggiunta dal getto idrico, con lancia tronco conica inclinata di circa  $80^\circ$  sull'orizzontale.

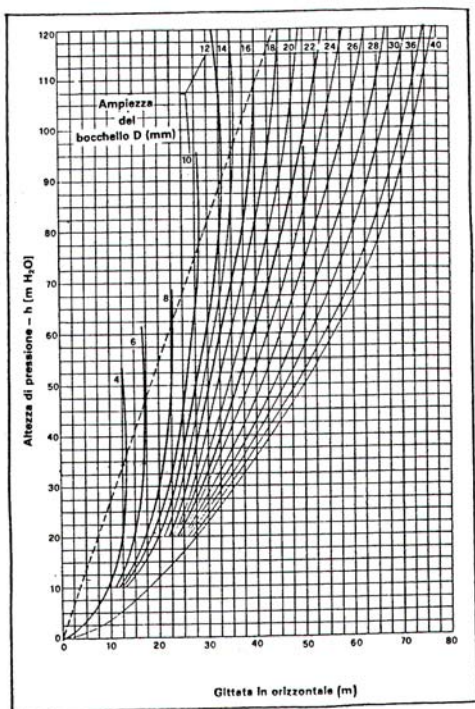


Fig. 34 a

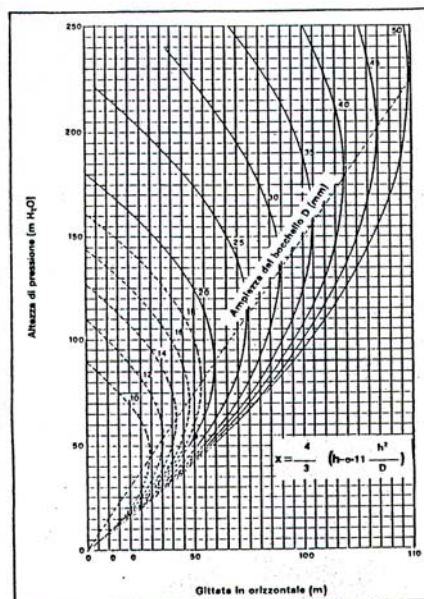


Fig. 9 - Gittata in orizzontale da lance (Freeman) in metri con angolo di inclinazione  $\beta = 32^\circ$  in dipendenza dell'ampiezza del bocchello e dell'altezza di pressione. La gittata viene intesa come distanza a cui arrivano le gocce piú lontane.

Fig. 34 b

| Diametro del bocchello (mm) | Pressione al bocchello in metri di colonna d'acqua |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
|-----------------------------|--|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
|                             | 30   | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| 8                           | 12   | 13 | 14 | 15 | 16 | 16 | 15 | 15  | 14  | 14  |
| 10                          | 1  | 18 | 19 | 21 | 22 | 23 | 22 | 21  | 21  | 21  |
| 12                          | 17   | 19 | 20 | 22 | 23 | 24 | 25 | 25  | 24  | 24  |
| 14                          | 18   | 20 | 21 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27  | 26  | 26  |
| 16                          | 19   | 21 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 30  | 31  | 31  |
| 18                          | 20   | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 31 | 32  | 33  | 33  |
| 20                          | 21   | 23 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 35  | 36  | 37  |
| 22                          | 22   | 25 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 37  | 38  | 39  |
| 24                          | 23   | 26 | 29 | 31 | 33 | 36 | 38 | 40  | 41  | 42  |
| 26                          | 23   | 27 | 32 | 33 | 37 | 39 | 41 | 43  | 45  | 48  |
| 28                          | 24   | 29 | 33 | 37 | 40 | 43 | 45 | 47  | 49  | 51  |
| 30                          | 25   | 30 | 34 | 38 | 42 | 45 | 48 | 50  | 52  | 54  |

TAB 5a - Altezza (m) raggiungibile da un getto d'acqua con lancia tronco conica inclinata di circa  $80^\circ$  sull'orizzontale, in funzione del diametro del bocchello e della pressione misurata, al bocchello, con il Pitot.

## 5.7 - PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI FLESSIBILI

Per la determinazione delle perdite di carico nelle tubazioni flessibili in uso nel CNVVF si tenterà di riassumere, in forma pratica e sintetica, gli studi sperimentali che hanno portato alla determinazione di detta grandezza. Si riepilogheranno, quindi, le formule pratiche, di maggior uso, e le tabelle per la loro determinazione.

Tali formule, e in particolare i coefficienti indicati nelle relative espressioni, sono chiaramente condizionate dalle diverse tipologie di tessitura e dei materiali di impermeabilizzante utilizzati per la costruzione delle tubazioni flessibili in dotazione al Corpo Nazionale dei VV.F..

Dal tipo di filato, dal suo titolo, dalla tessitura, nonché dalla sua impermeabilizzazione dipende, infatti, la scabrezza interna della tubazione; inoltre, da molti di questi fattori, dipende anche la deformabilità delle tubazioni, che con le conseguenti variazioni di sezione, lunghezza e scabrezza, fa variare, in funzione delle modalità di uso delle tubazioni, le perdite di carico delle stesse tubazioni.

In uno stendimento antincendio bisogna tener conto anche delle perdite di carico localizzate che si hanno in corrispondenza dei raccordi e dei pezzi speciali (riduttori, divisori ecc.); tali perdite, oltre a dipendere dalla particolare conformazione del pezzo speciale, dipendono anche dalla deformabilità delle tubazioni flessibili, per cui si avranno, a parità di tubo usato, differenti perdite di carico per diverse pressioni di lavoro.

I parametri da cui dipendono le perdite di carico sono presenti, come si è schematicamente tentato di riassumere, molteplici; volendo di conseguenza offrire utili indicazioni per la pratica realizzazione degli stendimenti flessibili del Corpo Nazionale VV.F., si trasformeranno i risultati degli studi teorici e sperimentali sviluppati, nel tempo, presso il laboratorio di Idraulica del CNVVF, in pochi dati fissi di semplice applicazione.

Consideriamo ora una condotta orizzontale, a sezione circolare costante, in cui l'acqua scorre con portata costante e quindi in modo uniforme. La perdita di carico in tale tubazione dipenderà dai seguenti elementi:

- a) *dalla lunghezza della tubazione*: la perdita di carico è direttamente proporzionale alla lunghezza della tubazione;
- b) *dalla portata nella tubazione*: la perdita di carico, in buona approssimazione, è proporzionale al quadrato della portata (ciò significa che quando in una condotta la portata si raddoppia la perdita di carico si quadruplica);
- c) *dal diametro della tubazione*: la perdita di carico è inversamente proporzionale alla quinta potenza del diametro (cioè, aumenta al diminuire del diametro, ma non linearmente). Ad esempio, a parità di tutte le altre condizioni, incrementando il diametro della tubazione da 45 a 70 mm, la perdita di carico diminuisce di circa nove volte;
- d) *dalla natura della parete*: la perdita di carico è tanto maggiore quanto più le pareti sono scabre. In un tubo gommato le perdite di carico sono notevolmente inferiori che in un tubo non gommato.

La dipendenza della perdita di carico dai parametri prima visti, si esprime con la seguente formula:

$$H = K (Q^2 / D^5) L$$

ove: **H** = perdita di carico (m)

**L** = lunghezza tubazione (m)

**D** = diametro interno della tubazione (m)

**Q** = portata fluente nella tubazione (m<sup>3</sup>/sec)

**K** = coefficiente sperimentale

Sperimentalmente si sono ottenuti, per le tubazioni flessibili in dotazione al Corpo Nazionale dei VV.F., i seguenti valori medi del coefficiente **K**:

- TUBAZIONI IN FIBRE SINTETICHE DI POLIESTERE CON INTERNO IN GOMMA

$$K_{\text{medio (45 e 70)}} = 0,0015 - 0,0020$$

- TUBAZIONI IN CANAPA PRIVE DI RIVESTIMENTO INTERNO

$$M_{\text{edio 45}} = 0,0042 \quad K_{\text{medio 70}} = 0,0034$$

Queste formule e le relative determinazioni sperimentali hanno il loro punto debole nel fatto che non si tiene conto dell'elasticità delle tubazioni antincendio, caratteristica che determina la variazione del diametro e della lunghezza della tubazione, al variare della pressione di lavoro, con conseguente variabilità dei valori del coefficiente K. Le perdite di carico dipendono quindi anche dalla pressione di lavoro; naturalmente, tale dipendenza è tanto maggiore quanto maggiore è l'elasticità della tubazione antincendio.

Per le tubazioni corrugate di aspirazione si può in prima approssimazione assumere un valore indicativo  $K = 0,0035 - 0,0050$

## **5.8 - APPARECCHIATURE PER LA FORMAZIONE DELLA SCHIUMA**

### **5.8.1 - Generalità**

Il processo di formazione ed applicazione delle schiume si realizza in tre fasi distinte:

- a) miscelazione del liquido schiumogeno con acqua;
- b) generazione della schiuma;
- c) distribuzione.

Generalmente, le due ultime fasi avvengono nello stesso dispositivo; con alcune tipologie di attrezzature portatili, tutte le fasi precedentemente viste si realizzano, invece, nel medesimo strumento.

Relativamente alla prima fase, esistono due differenti metodiche per ottenere una soluzione schiumogena, di fissata concentrazione, disponendo inizialmente di un determinato volume di liquido schiumogeno concentrato, da prelevare ed immettere nel getto d'acqua.

Queste si fondano su:

- a) utilizzo dell'energia di pressione dell'acqua per introdurre il concentrato di liquido schiumogeno, per azione Venturi, attraverso orifizi calibrati;
- b) utilizzo di pompe esterne per iniettare il concentrato di liquido schiumogeno nel getto d'acqua, ad un determinato rapporto di portate.

Nel seguito, si descrivono le principali attrezzature usate nella pratica antincendio, con particolare riferimento a quelle portatili.



## 5.8.2 - Miscelatori

Le tipologie di miscelatori utilizzati nella pratica antincendio sono i seguenti:

### ➤ Proporzionatore o miscelatore di linea

Questo tipo di proporzionatore (fig. 35) richiama, per l'effetto Venturi di depressione, il concentrato schiumogeno direttamente dal contenitore e lo inietta nel flusso d'acqua. Si utilizza, quindi, la pressione della corrente che fluisce nella tubazione antincendio, lungo la quale è installato l'apparecchio. Il suo corretto funzionamento è influenzato dalle variazioni di velocità e di pressione dell'acqua in transito, i cui valori non devono scostarsi apprezzabilmente da quelli propri di progetto.

Questi proporzionatori non possono essere inseriti in un punto qualsiasi della tubazione che porta al generatore di schiuma (fig. 36).

Nel loro posizionamento si dovrà considerare, in particolare, la distanza dalla pompa alimentatrice e la distanza dalla lancia erogatrice, visto che il dispositivo funziona per effetto Venturi.

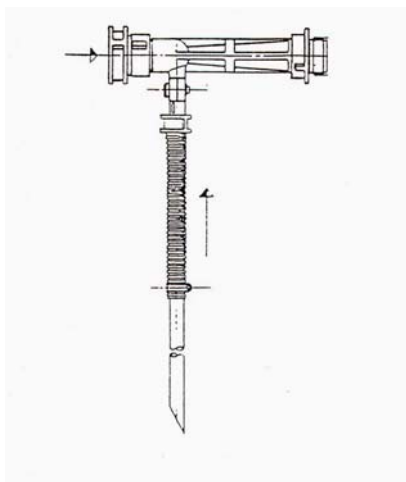


Fig. 35 - Miscelatore di linea

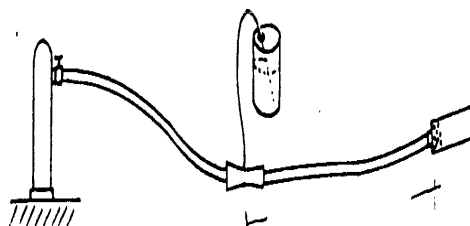


Fig. 36 - Produzione di schiuma con miscelatore di linea

Le caratteristiche tecniche dei miscelatori di linea sono, indicativamente, trascritte in tabella:

| Raccordo  | Portata idrica |
|-----------|----------------|
| Uni 45    | 200 lt/min     |
| Uni 45/70 | 400 lt/min     |
| Uni 70    | 800 lt/min     |

Nella realizzazione degli stendimenti antincendio si dovranno usare miscelatori di linea con caratteristiche di portata uguali a quelle delle lance erogatrici, le cui caratteristiche sono trascritte nei paragrafi che seguono.

### ➤ Premescolatori

Anche questo tipo di miscelatore si basa sull'effetto Venturi di depressione e lavora in parallelo alla pompa di rilancio, tra la condotta di aspirazione e quella di mandata (fig. 37).

Una piccola parte dell'acqua fluisce attraverso la linea di derivazione, realizzata tra la condotta di mandata e quella di aspirazione, passando attraverso un premescolatore

o venturimetro che aspira il liquido schiumogeno da un contenitore, per effetto della depressione che si realizza al suo interno.

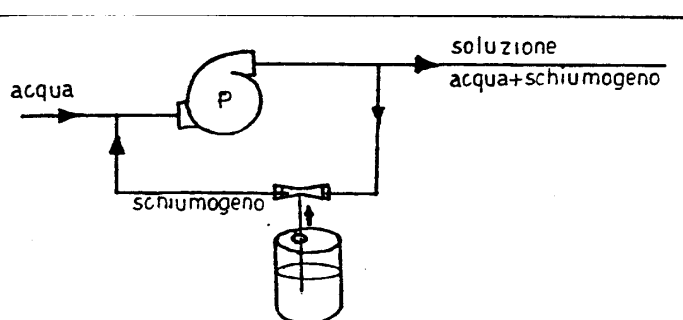


Fig. 37 - Premescolatore in parallelo alla pompa di trasferimento

#### ➤ Lance miscelatrici

Sono speciali lance generatrici di schiuma (fig. 38) che portano un sistema Venturi modificato, che richiama lo schiumogeno da un contenitore portatile. In queste lance si realizzano tutte le tre fasi necessarie per la formazione della schiuma (miscelazione, generazione, distribuzione).

Presentano l'inconveniente di dover spostare il contenitore con lo schiumogeno, ogni qualvolta l'operatore vuole cambiare la posizione rispetto l'incendio.



Fig. 38

### 5.8.3 - Generatori di schiuma

Il tipo più usato di generatore di schiuma è quello nel quale l'aria, per la formazione delle bolle, viene aspirata tramite un ugello per effetto **Venturi**.

In base al loro uso i generatori di schiuma vengono distinti in fissi e portatili.

#### ➤ Generatori fissi

Sono apparecchiature utilizzate per la protezione di punti di rischio fissi quali, ad esempio, i serbatoi di liquidi infiammabili, gli hangar aeroportuali, gli impianti petrolchimici, le pensiline di carico idrocarburi, etc.. Tali dispositivi possono essere azionati automaticamente a mezzo di rivelatori o manualmente.

Il meccanismo di generazione della schiuma è uguale a quello delle attrezzature portatili, di seguito trattate, cui limitiamo la nostra attenzione, in quanto queste ultime interessano direttamente il personale VV.F..

#### ➤ Generatori portatili

##### a) Lance a schiuma

Sono i dispositivi portatili, ad aspirazione d'aria, più usati negli interventi per incendi di liquidi infiammabili.

Vengono alimentate con soluzione schiumogena mediante un miscelatore di linea o direttamente per mezzo di un tubo di aspirazione di cui sono corredate.

Le lance a schiuma possono essere classificate in relazione al valore del rapporto di espansione che realizzano; si hanno così le seguenti lance:

**a1) Lance schiuma a bassa espansione (R.E. variabile usualmente tra 2 ed 8)**

La lancia schiuma in fig. 39 è composta dai seguenti elementi costruttivi:

- A) raccordo Uni (1)
- B) ugello eiettore per ingresso aria (2)
- C) tubo diffusore (3)
- D) involucro a tronco di cono (4)
- E) affinatore schiuma (5)
- F) bocchello cilindrico di erogazione (6)
- G) maniglie per impugnatura (7-8)

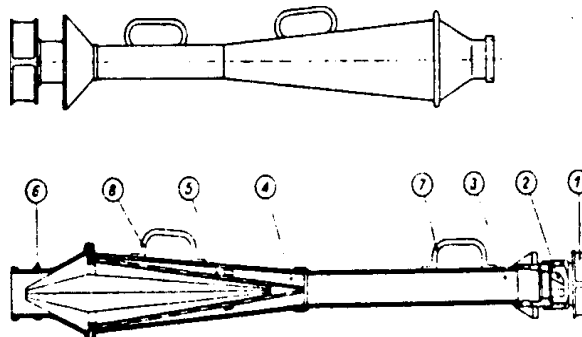


Fig. 39

La miscela formata da acqua e liquido chiumogeno, deve affluire alla lancia ad una pressione in genere non inferiore a 5 Kg/cm<sup>2</sup>; tale pressione è la minima necessaria per raggiungere una gittata utile ai fini antincendio.

Un corpo a sezione di stella, sistemato nell'interno del setaccio conico, serve a migliorare la qualità della schiuma prodotta, mentre il bocchello cilindrico di erogazione con il quale termina il tronco di cono, riducendo la sezione di passaggio e causando un forte aumento di velocità, serve ad avere una buona gittata.

Il corpo a sezione di stella e la bocca cilindrica sono gli organi necessari per produrre un getto pieno e regolare di schiuma.

**Caratteristiche tecniche della lancia tipo**

| Portata d'acqua schiumogenata a 5 Kg/cm <sup>2</sup> | Portata schiuma con pressione di 5 Kg/cm <sup>2</sup> | Gittate a 5 atm. | Raccordo UNI |
|--|---|------------------|--------------|
| (l/min)  | (l/min)   | (m)              |              |
| 200  | 1250  | 13-14            | 45           |
| 400  | 2500  | 17               | 45-70        |
| 800  | 5000  | 21               | 70           |

**a2) Lance schiuma a media espansione (R.E. variabile usualmente tra 10 e 200)**

L'impiego di queste lance è ottimale quando occorre impiegare grossi quantitativi di schiuma; ne esistono di diversi tipi in base alle esigenze di gittata e di produzione di schiuma, fig. 40.

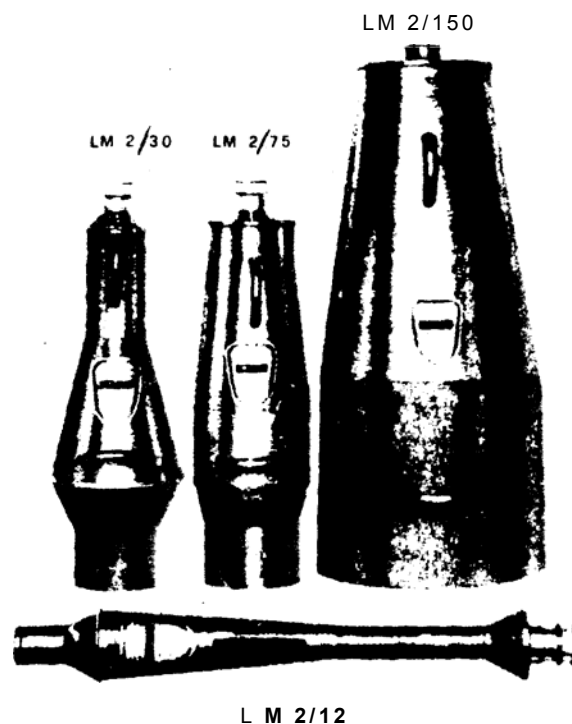


Fig. 40 - Vari tipi di lance a media espansione

### Caratteristiche tecniche generali

| Tipo di apparecchiatura                | LM 2/12 | LM 2/30 | LM 2/75 | LM 2/150 |
|--|---------|---------|---------|----------|
| Flusso d'acqua ca. lt/min              | 200     | 200     | 200     | 200      |
| Pressione d'acqua ca/atm               | 5-8     | 5       | 5       | 2-6      |
| Gittata ca/mt                          | 18      | 8       | 8       | 2        |
| Miscelazione                           | 3%      | 3%      | 3%      | 3%       |
| Rapporto espansione                    | 12      | 30      | 75      | 165      |
| Quantità schiuma max <sup>3</sup> /min | 2,4     | 6,0     | 15,0    | 33,0     |
| Classificazione d'incendio             | A+ B    | A+ B    | A+ B    | A+ B     |

### a3) Lance schiuma alta espansione (R.E. usualmente compreso fino a 1000 o 1500)

Sono apparecchiature in grado di produrre notevoli volumi di schiuma molto espansa utilizzando, quindi, portate d'acqua limitate in rapporto alla quantità di schiuma prodotta. In fig. 41 è rappresentato, in sezione, un tipo di generatore che può essere fornito di un motore a scoppio o di un motore a turbina idraulica azionata dalla pressione dell'acqua di alimentazione.

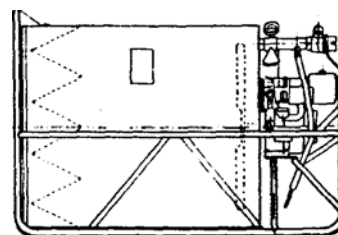


Fig. 41

## b) Monitori

Nelle operazioni di spegnimento di liquidi infiammabili si rende necessario, a volte, l'uso di lance ad elevata portata per l'applicazione di schiuma su aree non facilmente raggiungibili.

Si ricorre in questi casi ai cosiddetti monitori o cannoncini a schiuma, che sono capaci di dirigere il getto fino a distanze considerevoli, purchè adeguatamente alimentati in termini di pressione e portata.

Esistono svariati tipi di monitori dotati di ruote e supporti regolabili, che possono essere alimentati direttamente con soluzioni schiumogene (acqua + schiumogeno), ovvero possono aspirare direttamente il liquido schiumogeno come le lance portatili.

In fig. 42 è raffigurato un tipo di monitor con l'indicazione delle caratteristiche di portata.

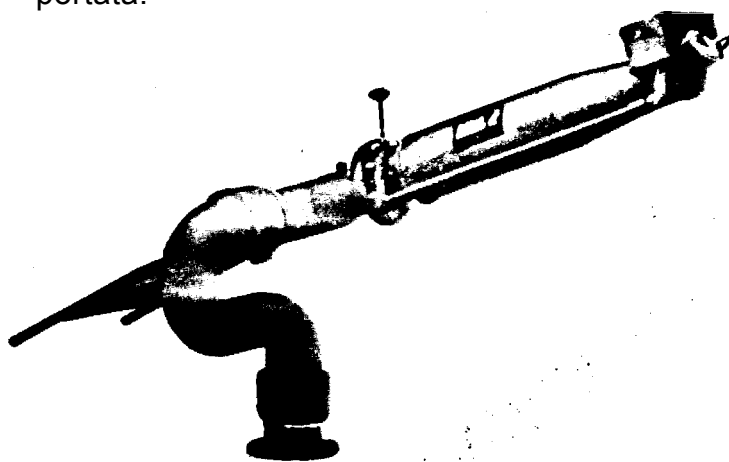


Diagramma di portata

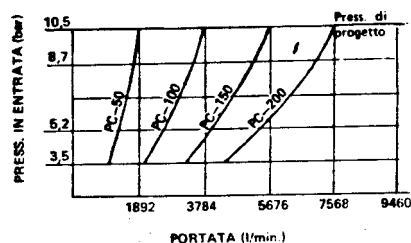


Fig. 42

E' utile notare, da ultimo, che nelle normative internazionali del settore vengono trattati, in maniera separata, sia gli aspetti relativi alla natura ed alle prove di caratterizzazione che gli aspetti relativi all'impiego ed utilizzo dei liquidi schiumogeni antincendio.

In questa maniera, è possibile distinguere le norme di prodotto dalle norme di impianto.

Ove possibile, le norme di prodotto tendono a considerare aspetti direttamente o indirettamente collegati alle norme di impianto.

Così, ad esempio, le specifiche dell'Unione Europea relative alle prove sui liquidi schiumogeni sono suddivise attualmente in quattro parti, a seconda che si tratti di:

- Liquidi schiumogeni concentrati a media espansione per applicazione superficiale su liquidi immiscibili con acqua;
- Liquidi schiumogeni concentrati ad alta espansione per applicazione superficiale su liquidi immiscibili con acqua;
- Liquidi schiumogeni concentrati a bassa espansione per applicazione superficiale su liquidi immiscibili con acqua;
- Liquidi schiumogeni concentrati a bassa espansione per applicazione superficiale su liquidi miscibili con acqua.

## CAP. 6 - IDRAULICA APPLICATA ANTINCENDI

### 6.1 - PREMESSA

Questa sezione, che farà riferimento ai materiali attualmente in uso nel Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ed alle relative sperimentazioni effettuate presso il Laboratorio di Idraulica Applicata di Capannelle (Roma), si propone di dare utili indicazioni per il rapido, e quanto più preciso, calcolo idraulico di uno stendimento antincendio, riducendo i molteplici fattori che intervengono nel calcolo idraulico, a poche variabili da considerare nella sua determinazione.

Le portate fluenti all'interno di uno stendimento antincendio saranno pertanto ridotte a quattro valori specifici (**100 - 200 - 400 - 800 lt/min**), che scaturiscono dall'uso di lance a getto multiplo, da **45** e **70** mm, in erogazione con una pressione a monte di 0,5 MPa (5 bar), dotate, all'estremità, rispettivamente di bocchelli da **9 -12 -16 - 22** mm.

Saranno inoltre considerate solo tubazioni con diametro nominale 45 mm (da attacco dell'incendio), con portate fino a 200 lt/min, e diametro 70 mm (da trasporto), per portate fino ad 800 lt/min.

Gli stendimenti presi a riferimento sono ipotizzati realizzati con tubazioni in poliestere, con tessitura diagonale, impermeabilizzate internamente con gomma sintetica e di lunghezza totale pari ai 100 m (5 spezzoni da 20 m raccordati).

Le pressioni alla pompa saranno limitate al valore massimo di 0,8 MPa (8 bar), ipotizzando l'uso di tubazioni fortemente usurate, ed al valore massimo di 1,1 MPa (11 bar), per tubazioni in buono stato. La fig. 43 raffigura lo schema del circuito idraulico di un generico automezzo in uso nel CNVVF.

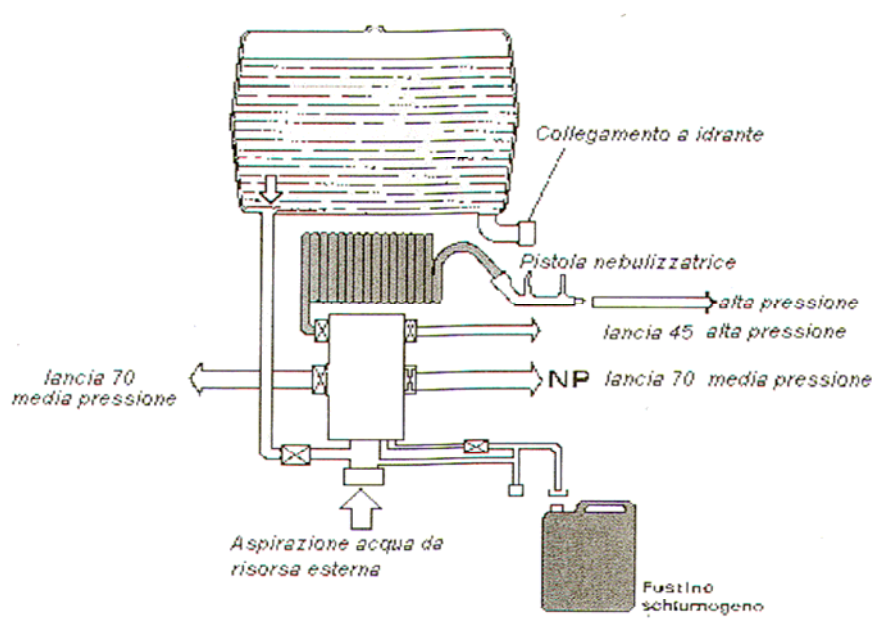


Fig. 43

## 6.2 - TIPOLOGIA DEGLI STENDIMENTI ANTINCENDI

Uno stendimento antincendio non è altro che la disposizione data alle tubazioni flessibili antincendio da 45 e da 70 mm per trasportare l'acqua alle lance. La realizzazione di uno stendimento può schematicamente avvenire con le seguenti modalità, fig. 43 a:

- a) con tubazioni di diametro 45 mm, collegate ad un idrante o ad un gruppo pompa, con all'estremità le lance di erogazione. In questo caso non è consigliabile, di regola, superare i 60 metri di lunghezza dello stendimento;
- b) con tubazioni di diametro 70 mm, collegate ad un idrante o ad un gruppo pompa, con all'estremità le lance di erogazione;
- c) con tubazioni di diametro 70 mm che alimentano, attraverso i divisori e ulteriori tubazioni flessibili, preferibilmente da 45 mm, lance di erogazione.

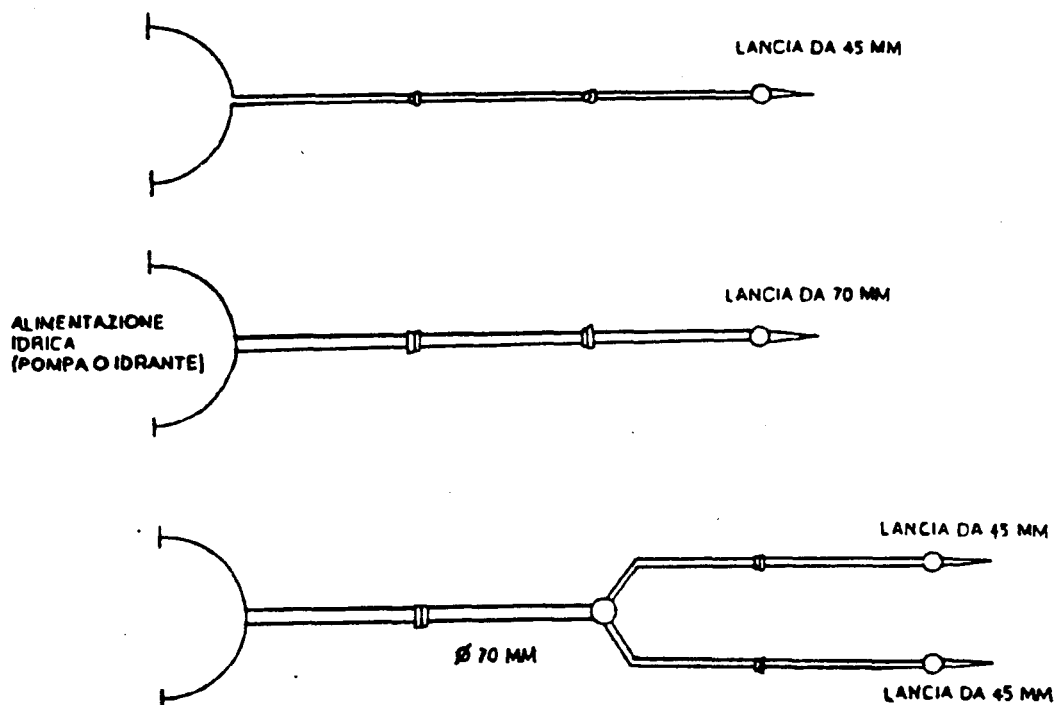


Fig. 43 a - Tipi di stendimento antincendio – Linea singola e linea con divisore

Uno stendimento può essere quindi realizzato o con linee singole o con l'uso di divisori. Norma generale è comunque quella di distendere (particolarmente nella prima fase dell'incendio) linee singole con all'estremità lance di erogazione, specialmente se rapidi cambiamenti di situazione rendono necessario manovrare o spostare le lance senza influenzare le altre in funzionamento. L'uso di linee singole, con piccoli getti, è spesso suggerito dalla possibile scarsa disponibilità di acqua o dalla natura dell'incendio.

Altre considerazioni che spesso portano all'uso di una linea singola e non all'uso di divisori sono:

- a) un danno alla linea, prima del divisore, porta all'interruzione di due o più getti invece di uno solo;

- b) a meno di agire sulle saracinesche dei divisori, si deve ritardare l'ordine di inizio di attacco dell'incendio fino a quando tutte le linee non sono complete e le lance non sono in posizione;
- c) se non si tiene conto del tipo di bocchello in uso, l'impiego di una sola tubazione prima del divisore potrebbe portare a getti insufficienti.

L'uso di divisori, che è spesso evitato, si rende necessario nei seguenti casi:

- a) quando servono getti di piccolo diametro di facile manovrabilità (particolarmente se si deve cambiare spesso la posizione della lancia). In questo caso è preferibile stendere una linea di mandata di 70 mm e dividerla poi in linee da 45 mm;
- b) quando non è disponibile una lunghezza di tubazioni tale da poter realizzare linee distinte.

Le tubazioni da 45 mm sono usate con lance, capaci sia di getto pieno che frazionato, dotate di bocchelli che variano da 9 a 12 mm.

In questo caso il complesso lancia - tubazione è molto maneggevole ed è particolarmente adatto per l'uso in incendi di uffici o di alberghi ovvero comunque quando è necessario muoversi, con facilità, nell'interno delle stanze di un edificio. In questi casi è sempre preferibile l'uso di due o tre lance da 45 mm con tubazioni del relativo diametro, in luogo di uno stendimento (tubazione + lancia) da 70 mm.

L'uso delle tubazioni con lance terminali da 70 mm, dotate di bocchelli che variano da 16 e 22 mm, è invece fondamentale quando bruciano grandi quantità di materiali e non è possibile entrare nel fabbricato. L'uso di queste lance trova giustificazione nelle seguenti considerazioni:

- a) maggiore assorbimento di calore per la forte portata idrica erogata (da 400 a 800 lt./min.);
- b) maggiori gittate, a parità di pressione a monte della lancia (per le maggiori dimensioni dei bocchelli), che consentono di raggiungere i materiali che stanno bruciando tenendosi a debita distanza dall'incendio.

Per le ragioni prima viste e per il fatto che le tubazioni da 70 mm comportano, a parità di portata erogata, minori perdite di carico, si utilizzano dette tubazioni, che permettono portate fino ad 800 lt/min, all'esterno dei fabbricati; all'interno dei locali si usano, invece, tubazioni da 45 mm, che permettono portate fino a 200 lt/min.

Dopo queste considerazioni sull'uso di linee singole o di linee con divisori diamo ora una possibile classificazione di uno stendimento antincendio in relazione alla sua disposizione plano-altimetrica. Si possono individuare le seguenti possibili nomenclature (fig. 44):

- stendimento orizzontale - quando le tubazioni sono posate su un suolo piano o su un pavimento;
- stendimento verticale - quando la tubazione si eleva verticalmente lungo una gabbia di scale o lungo un muro;
- stendimento rampante - quando esso varia di quota sui gradini di una scala o su di un terreno molto inclinato.



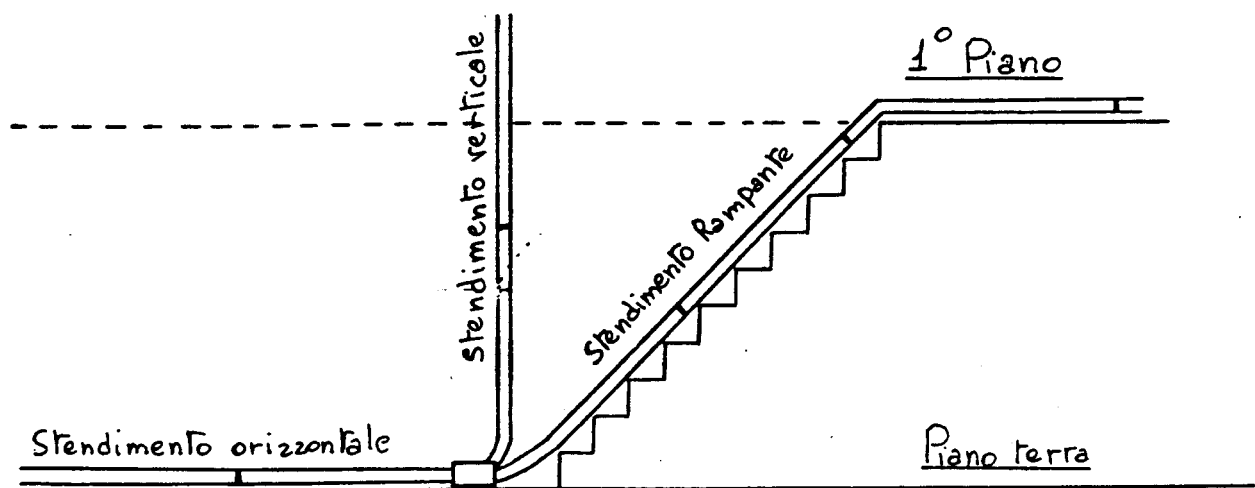


Fig. 44 - Disposizione geometrica di uno stendimento

Nel caso di tubazioni distese all'interno di un fabbricato, la lunghezza dello stendimento da computare, per piano, deve essere dell'ordine di 4 metri, per uno stendimento verticale, e di 8 metri per uno stendimento rampante.

### 6.3 - PRESTAZIONI DI LANCE E TUBAZIONI FLESSIBILI

Per una pratica determinazione delle caratteristiche idrauliche di uno stendimento antincendio è necessario conoscere le portate che mediamente fluiranno al suo interno.

Le portate che transiteranno nelle tubazioni saranno correlate al tipo di lancia applicata all'estremità dello stendimento, al bocchello usato nonché alla sua pressione di lavoro.

Quest'ultimo parametro è di rilievo ai fini dell'efficacia dell'azione esercitata sull'incendio, considerato che una lancia per avere una buona capacità di estinzione deve funzionare con a monte una determinata pressione idraulica; se la pressione va al di sotto di detto valore caratteristico, oltre ad una diminuzione della sua portata idrica, avremo anche una diminuzione della capacità estinguente del getto erogato, sia pieno che frazionato.

Attualmente, il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco utilizza, di regola, lance idriche a getto variabile con regolazione ottenuta mediante un rubinetto o dispositivo multifunzione: il funzionamento ottimale di queste lance si ha per una pressione, subito a monte della stessa, in genere dell'ordine di 0.5 MPa (5 bar).

Le lance nella generalità dei casi, assumono l'aspetto di fig. 45.

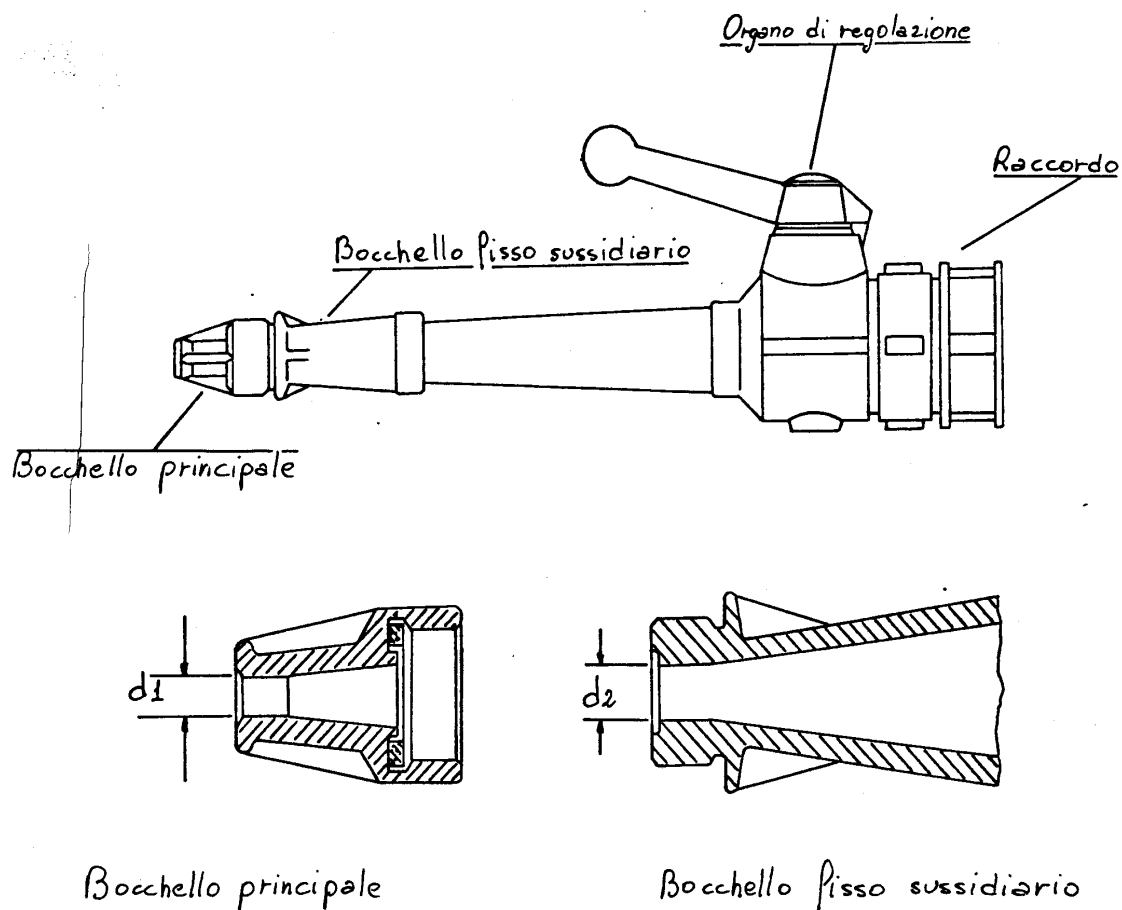


Fig. 45

Questa tipologia di lancia antincendio è dotata di un bocchello avvitabile, detto principale, che tolto, permette alla lancia di funzionare con il proprio bocchello di diametro maggiore, detto fisso sussidiario.

Con la pressione, all'ingresso del corpo lancia, pari a 0,5 Mpa (5 bar) la portata erogata dal dispositivo è, sia per getto pieno che per getto frazionato, pari a:

- lancia da 45 mm con bocchello 9 mm      100 lt/min
- lancia da 45 mm con bocchello 12 mm    200 lt/min
- lancia da 70 mm con bocchello 16 mm    400 lt/min
- lancia da 70 mm con bocchello 22 mm    800 lt/min

I valori di portata indicati sono per diametri di bocchello nominali e rappresentano dei valori massimi, arrotondati per comodità di calcolo.

Nel calcolo pratico di uno stendimento antincendio, con lance terminali del tipo a getto regolabile, come quelle precedentemente descritte, si fissa costante, e pari a 0,5 MPa (5 bar), il valore della pressione subito a monte della lancia; questo avrà come conseguenza che le portate erogate dal dispositivo avranno valori variabili (a seconda del tipo di lancia/bocchello utilizzato) da 100 l/min al valore massimo di 800 l/min.

Di conseguenza, se la lancia eroga una certa portata, la stessa portata fluirà nelle condotte, sia di mandata che di aspirazione; da tale assunto si ricava che le perdite di carico da prendere in considerazione sono relative alle portate caratteristiche di:

**100 - 200 - 400 e 800 lt/min**

Si ricorda che le perdite di carico della tubazione flessibile sono variabili, oltre che con la portata, con il tipo, il diametro e la lunghezza della stessa tubazione.

Nella tabella 7 sono indicate le perdite di carico (**PC'**), in bar, per 100 metri di tubazione flessibile da 45 e da 70 mm (5 spezzoni da 20 metri raccordi), determinate sperimentalmente nel laboratorio di Idraulica dell'ex Centro Studi.

| <b>Portata (lt/min)</b> | <b>Perdita di carico (bar)<br/>per 100 m di stendimento<br/>con tubazione da 45 mm</b> | <b>Perdita di carico (bar)<br/>per 100 m di stendimento con<br/>tubazione da 70 mm</b> |
|-------------------------|--|--|
| 100                     | 0,25   |  |
| 200                     | 1  |  |
| 400                     |  | 0,5  |
| 600                     |  | 1  |
| 800                     |  | 2  |

TABELLA 7 – Perdite di carico per 100 metri di tubazione

Dalla tabella si nota la dipendenza delle perdite di carico dal quadrato della portata; vediamo che raddoppiando la portata le perdite di carico aumentano di quattro volte.

Tali perdite di carico dipendono come detto anche dal tipo di tubazione flessibile; per la determinazione dei suddetti valori di perdita di carico sono stati considerati solo campioni rappresentativi delle tubazioni flessibili in uso nel CNVVF.

## **6.4 - CALCOLO DI UNO STENDIMENTO**

Per un calcolo rapido di uno stendimento antincendio è necessario conoscere, fissato in 0,5 MPa (5 bar) il valore della pressione a monte della lancia di erogazione, la pressione alla pompa che è ottenibile con la regolazione dell'operatore del mezzo.

Si prenderanno in esame i seguenti due valori di pressione alla pompa di erogazione:

- **8 bar** (nel caso di utilizzo di tubazioni usurate che offrono scarsa affidabilità)
- **11 bar** (nel caso che la pompa lo permetta e che le tubazioni offrano buone garanzie di resistenza).

Con il procedimento che esporremo si potrà calcolare la lunghezza massima possibile dello stendimento antincendio, una volta fissati i valori della pressione alla pompa e alla lancia di erogazione, ovvero il valore della pressione necessaria alla pompa, una volta nota la lunghezza dello stendimento e la pressione alla lancia.

Ricordiamo che la pressione disponibile alla pompa è utilizzata, nel caso di uno stendimento orizzontale, in parte per vincere le perdite di carico ed in parte come pressione residua a monte della lancia per dare al getto, sia pieno che frazionato, un'adeguata efficacia estinguente.

Nella fig. 46 è la rappresentazione grafica dell'andamento della pressione (linea piezometrica) lungo lo stendimento in orizzontale; indicando con (P.P.) la pressione alla pompa e con (P.L.) la pressione alla lancia, la pressione disponibile per le perdite di carico (P.D.), in caso di stendimento orizzontale, è data da:

$$P.D. = P.P. - P.L$$

La pressione disponibile per le perdite di carico, in uno stendimento orizzontale, è pertanto pari alla differenza tra la pressione alla pompa e la pressione alla lancia.

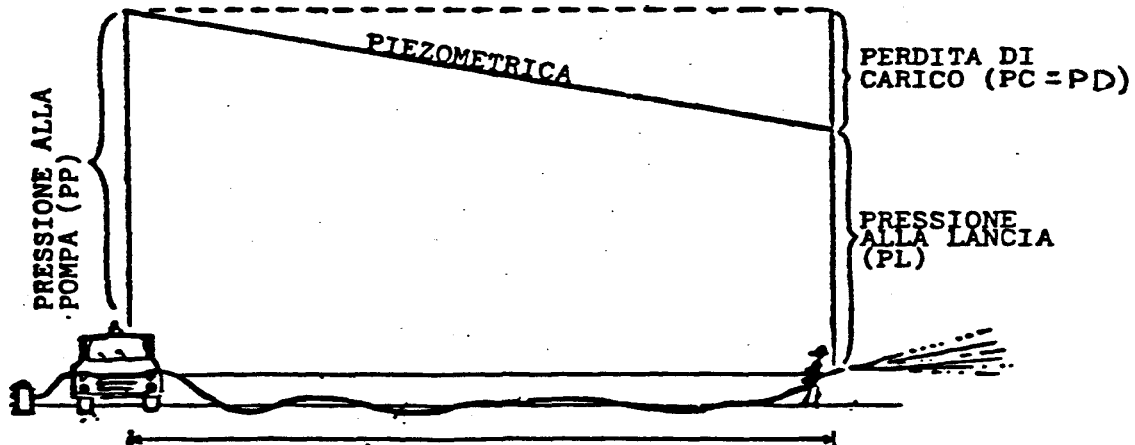


Fig. 46 - Stendimento costituito da una tubazione orizzontale. Rappresentazione grafica dell'andamento della pressione lungo lo stendimento e calcolo della pressione disponibile per le perdite di carico  $P.C. = P.D. = P.P. - P.L.$

Il valore della pressione alla lancia P.L., come precedentemente detto, sarà costante ed uguale a **5 bar** (valore che assicura, di regola, il corretto funzionamento del dispositivo) e ciò, una volta fissato il tipo e il bocchello dalla lancia, equivarrà a stabilire anche la portata che transita dello stendimento.

Il valore della pressione alla pompa **P.P.**, come già detto, varrà al massimo 8 o 11 bar; con questi valori, la pressione disponibile per le perdite di carico **P.D.** potrà assumere il valore di 3 o 6 bar (fig. 47).

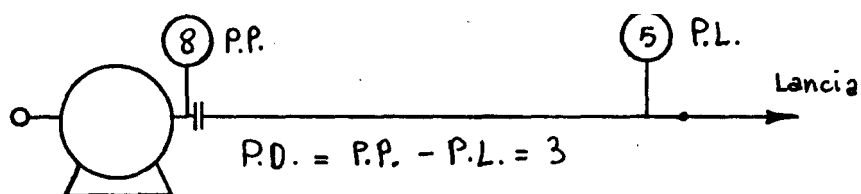


Fig. 47 - Bilancio della pressione in uno stendimento orizzontale

Le perdite di carico nella tubazione, fissato come già detto il tipo di tubazione utilizzato per lo stendimento, dipendono solo dal diametro della tubazione e dalla portata fluente (dati ambedue noti) e potranno quindi ricavarsi dalla precedente tabella 7. Queste perdite di carico verranno chiamate **P.C'**, ove l'indice sta a significare che sono riferite a 100 m di stendimento (5 spezzoni da 20 m raccordati). A titolo esemplificativo, consideriamo uno stendimento costituito da una pompa, una tubazione da 45 mm e dalla relativa lancia di erogazione con bocchello da 9 mm (fig. 48).

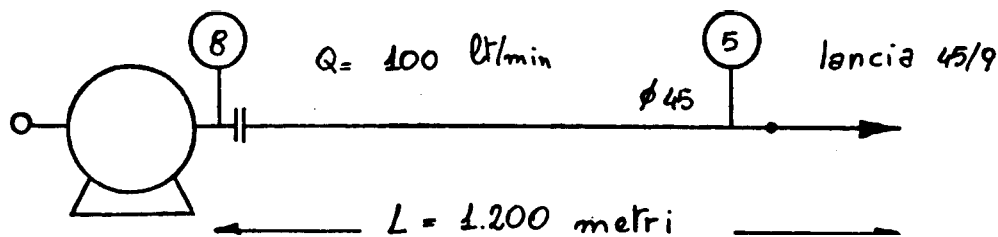


Fig. 48 - Lunghezza massima ottenibile in una linea singola orizzontale da 45 mm con lancia da 45/9 (100 lt/min)

La portata fluente, con pressione alla lancia 5 bar e bocchello 9 mm, sarà di 100 lt/min ed il valore di P.C' (perdite di carico su 100 m) vale 0,25 bar (tabella 7).

La massima lunghezza possibile di stendimento orizzontale, fissando P.P.= 8 bar e P.L.= 5 bar, potrà dedursi dalla proporzione:

$$100/0,25 = L/3$$

$$L = 300/0,25 = 1200 \text{ m}$$

Si potrà quindi stabilire, essendo P.D. = P.P. - P.L., la seguente formula generale:

$$L = (P.D./P.C'.) 100$$

Nella fig. 48 è riportato, come ulteriore esempio, l'andamento delle pressioni per il calcolo della massima lunghezza di stendimento di tubazioni da 70 mm, con lancia terminale dotata di bocchello da 16 mm.

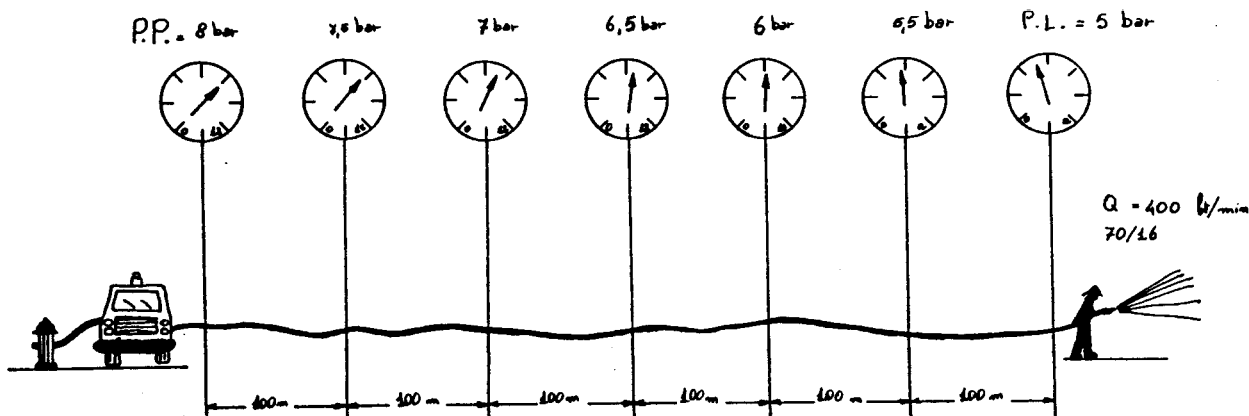


Fig. 48 - Lunghezza massima ottenibile in una linea singola orizzontale da 70 mm con bocchello 16 (400 lt/min)

Lo stendimento della fig. 48 è costituito da spezzoni di tubazione flessibile da 70 mm e da una lancia dotata di un bocchello da 16 mm (70/16). La lancia, per una pressione a monte di 5 bar (P.L.), eroga una portata da 400 lt/min che determina, in una tubazione da 70 mm, una perdita di carico di 0,5 bar ogni 100 m (P.C' = 0,5 bar).

I valori della pressione in condotta sono indicati dalle lancette dei manometri; si nota un decadimento costante della pressione dal valore di 8 bar (P.P.) a 5 bar (P.L.) in 600 m di stendimento.

Nel caso di aumento di quota della lancia rispetto alla pompa (fig. 49), cioè nel caso di uno stendimento rampante o verticale, abbiamo che una parte della pressione disponibile (P.D.) dovrà essere utilizzata per l'innalzamento di quota, parte che indichiamo con (P.Q.); pertanto, solo la pressione residua data da (P.D. - P.Q.) potrà essere utilizzata per vincere le perdite di carico (P.C.).

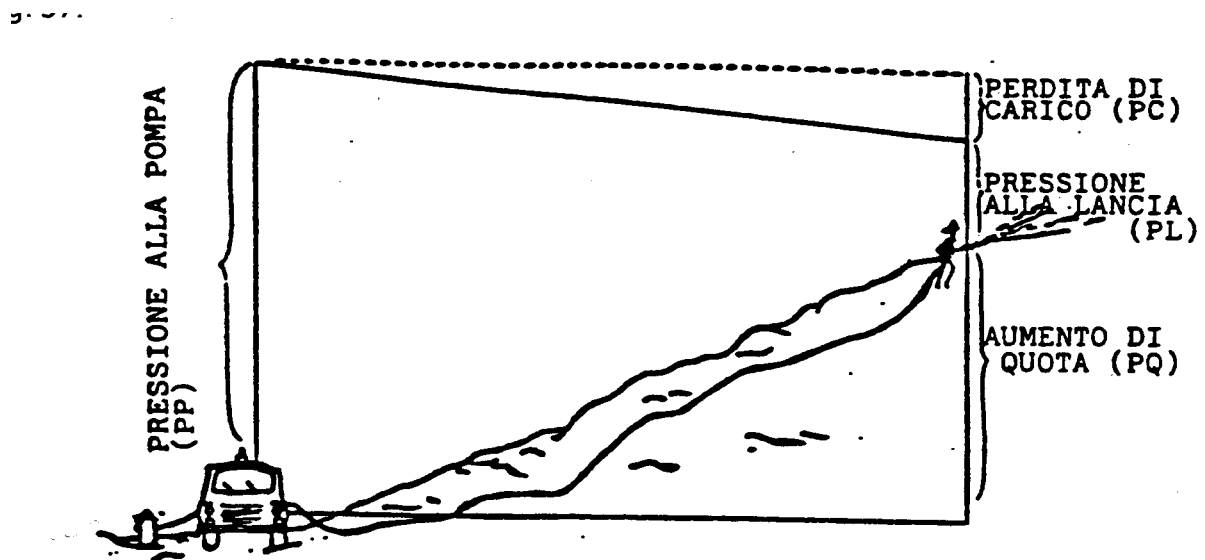


Fig. 49 - Stendimento costituito da una tubazione singola rampante con aumento di quota rispetto all'autopompa  $P.C. = P.D. - P.Q. = P.P. - P.L. - P.Q.$

In fig. 49 abbiamo indicato con **P.Q.** la pressione necessaria per l'innalzamento di quota dello stendimento, valore che ricordiamo, per ogni 10 m di dislivello, equivarrà ad 1 bar, (fig. 50b).

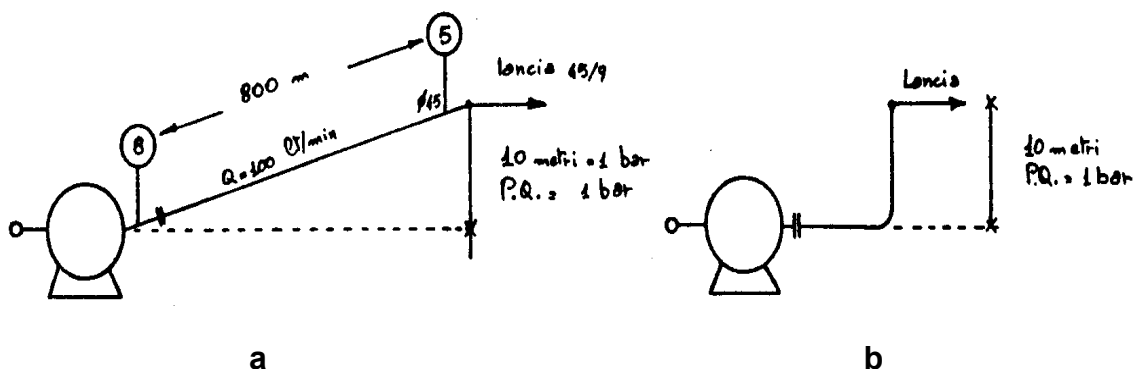


Fig. 50 - Innalzamento di quota equivalente alla perdita di pressione di un bar che porta ad una lunghezza massima di stendimento di 800 m

Nel caso dell'esempio di fig. 50a (lancia 45/9) se la lancia sale, rispetto alla pompa, di 10 m avremo che, per P.P. = 8 bar e P.L. = 5 bar, alla P.D. = 3 bar dovremo sottrarre P.Q. = 1 bar. Avremo quindi la proporzione:

$$100 / 0,25 = L / 2$$

$$L = 200 / 0,25 = 800 \text{ m}$$

Quindi, nel caso di innalzamento di quota dello stendimento, dovremo adoperare la formula seguente:

$$L = [(P.D. - P.Q.) / P.C'] 100$$

Con il procedimento di calcolo esposto si possono ricavare le massime lunghezze possibili degli stendimenti orizzontali del tipo a linea singola.

Il tutto è raffigurato nella fig. 51, ove sono indicate, in relazione al tipo di lancia e di bocchello applicato, le portate fluenti nello stendimento e la massima lunghezza ottenuta con il salto di pressione ipotizzato.

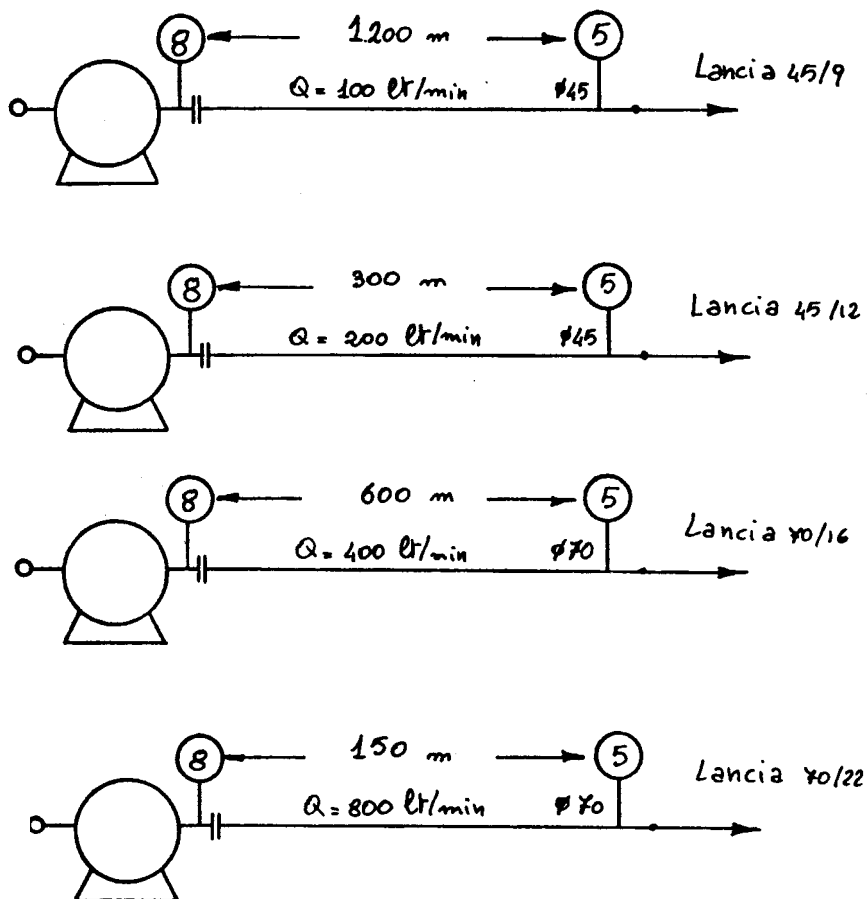


Fig. 51 - Massime lunghezze di stendimenti orizzontali del tipo linea singola

Nel caso che la pressione alla pompa sia portata al valore di 11 bar si raddoppiano le massime lunghezze disponibili dello stendimento, dato che la pressione disponibile si raddoppia

$$P.D. = 11 - 5 = 6 \text{ bar}$$

Nella fig. 52 sono raffigurati gli stendimenti orizzontali con divisore, di maggior uso nella pratica antincendio, con accanto indicate le massime lunghezze possibili, calcolate

con il metodo visto in precedenza, trascurando, per semplificazione, le perdite di carico che si hanno nelle tubazioni a valle del divisore; pertanto, si ipotizza che la pressione nel divisore è uguale a quella esistente a monte della lancia.

Questa semplificazione trova origine nella considerazione che, normalmente, il trasporto dell'acqua (portate significative) avviene con tubazioni da 70 mm e che le lunghezze di tubazione dopo il divisore sono in genere di breve sviluppo.

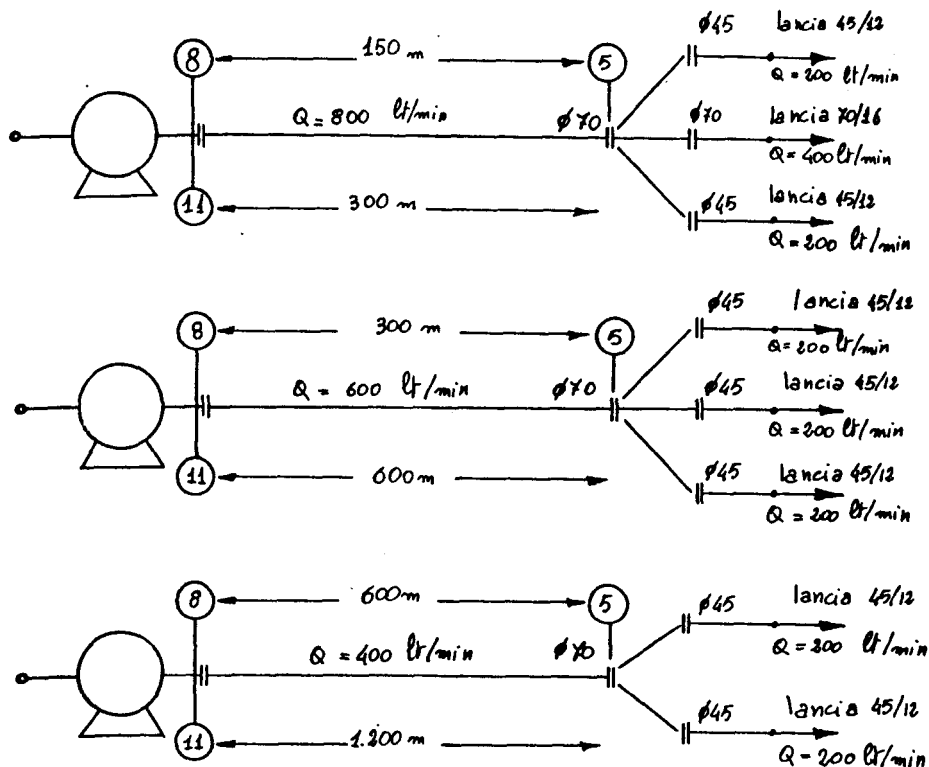


Fig. 52 - Linee standard orizzontali con divisore. Massime lunghezze ottenibili per pressioni pompa di 8 e di 11 bar

Un ulteriore caso da considerare nella pratica antincendio è quello rappresentato dall'utilizzo di pompe in serie. Tale sistema è usato quando esistono lunghe distanze tra l'alimentazione idrica e il luogo dell'incendio. In questo caso è necessario che l'acqua entri nel corpo della pompa di rilancio, lato aspirazione, con una pressione minima che, in genere, non deve essere inferiore a 1,5 bar (P.E.).

La pressione dell'acqua all'ingresso della pompa (1,5 bar) rappresenta quindi un dato costante per la risoluzione del problema di definizione della massima lunghezza dello stendimento.

La pressione disponibile P.D. tra due pompe in serie sarà quindi  $P.D. = P.P. - P.E.$  che nel caso di pressioni alla pompa di 8 ed 11 bar porta a pressioni disponibili di 6,5 e 9,5 bar.

A titolo di esempio, riportiamo in fig. 52a, le distanze che possono essere superate con stendimenti orizzontali, ponendo due pompe in serie. Le pressioni disponibili totali saranno:

$$6,5 + 3 = 9,5 \text{ bar} \quad \text{per pressioni alla pompa di 8 bar}$$

$$9,5 + 6 = 15,5 \text{ bar} \quad \text{per pressioni alla pompa di 11 bar}$$



Dette pressioni permetteranno di coprire le distanze che arrivano sino ad un massimo di 3100 metri per una portata in condotta di 400 lt/min.

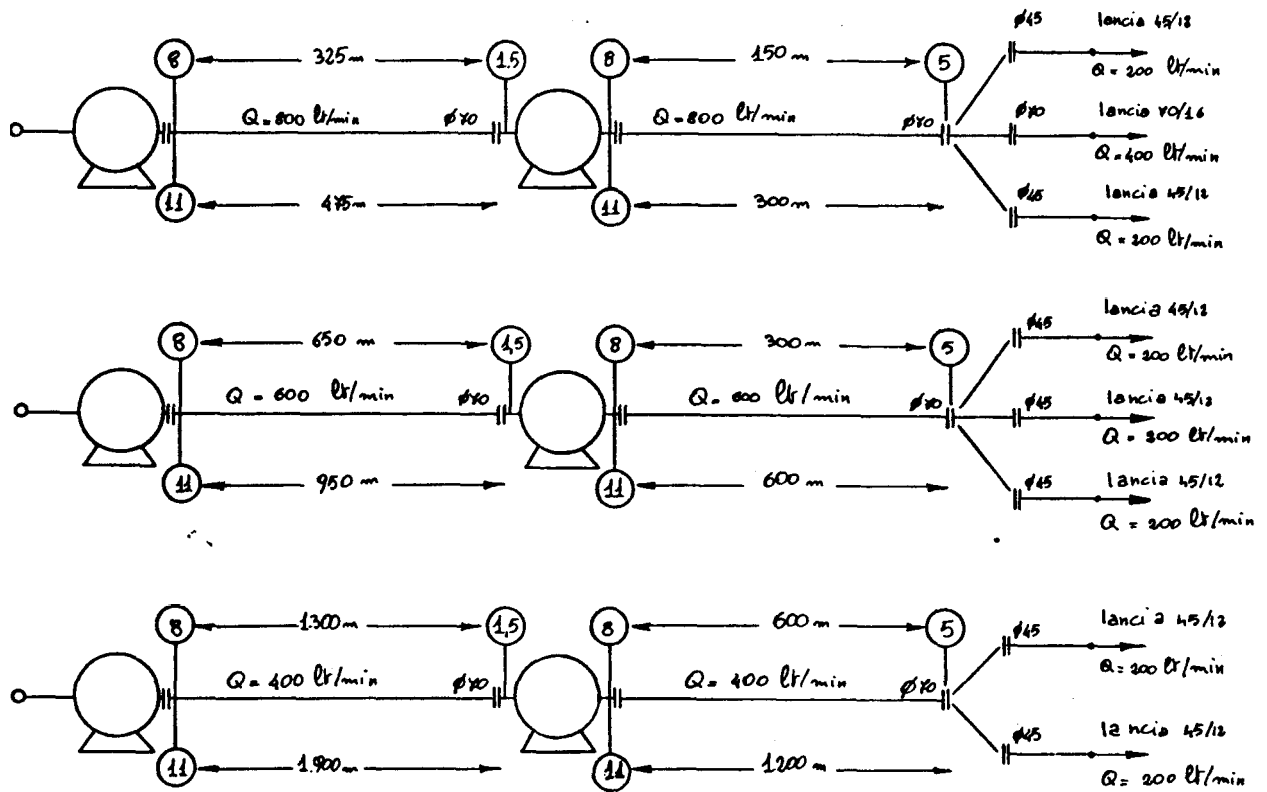


Fig. 52 a - Massime lunghezze ottenibili di stendimenti con divisore ponendo due pompe in serie

## Sezione 3 - IMPIANTI FISSI ANTINCENDIO

### Capitolo 7 - IMPIANTI FISSI ANTINCENDIO

#### 7.1 - GENERALITA'

La protezione attiva contro gli incendi si basa essenzialmente sull'azione di spegnimento esercitata dagli impianti fissi antincendio che erogano sostanze estinguenti in grado di far cessare la combustione.

L'azione estinguente di dette sostanze risulta particolarmente efficace quando sono utilizzate a mezzo di apparecchiature fisse capaci di sfruttare, al meglio, le caratteristiche chimico-fisiche dell'agente estinguente.

Prima di iniziare una breve trattazione sulle singole tipologie costruttive degli impianti fissi antincendio comunemente usati nella pratica antincendio, è utile tentare una classificazione di detti impianti. Una prima classificazione, che prende a riferimento il sistema di attivazione dell'impianto, individua due tipologie di impianto:

- ad intervento automatico
- ad intervento manuale

Gli impianti con attivazione di tipo automatico, di regola asserviti a dispositivi rivelatori di incendio, presentano, rispetto ai manuali, una maggiore sicurezza e tempestività di intervento, essendo svincolati dal fattore umano.

Di contro, i sistemi di tipo automatico, per la loro particolare configurazione, richiedono uno studio preliminare particolarmente attento e una costante manutenzione al fine di evitare falsi allarmi ed inutili partenze dell'impianto.

Gli impianti con attivazione di tipo manuale, che presentano una maggiore semplicità esecutiva ed una minore richiesta di manutenzione, necessitano della presenza di personale addestrato in grado di azionare o di utilizzare i vari comandi dell'impianto o le sue attrezzature componenti.

Una seconda modalità di classificazione degli impianti prende a riferimento la sostanza estinguente erogata; si individuano così le seguenti principali tipologie di impianti antincendio:

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| impianto fisso antincendio | ad acqua                        |
| “ “ “                      | a schiuma                       |
| “ “ “                      | a polvere                       |
| “ “ “                      | a gas inerte (CO <sub>2</sub> ) |
| “ “ “                      | a clean agent                   |

Vediamo ora le principali caratteristiche costruttive, le prestazioni richieste e le normative di riferimento, al momento applicabili, per ciascuna di queste tipologie di impianto antincendio.

## 7.2 - IMPIANTI FISSI AD ACQUA

Gli impianti fissi antincendio che utilizzano l'acqua come agente estinguente, comprendono le seguenti tipologie di impianto:

- Rete idrica antincendio (Rete idranti)
- Impianti automatici fissi a pioggia – Sprinkler
- Impianti fissi ad acqua nebulizzata

Presupposto fondamentale per la realizzazione di questi tipi di impianto è la disponibilità di acqua in misura e distribuzione temporale tale da soddisfare le richieste fissate dal progetto dell'impianto.

### 7.2.1 - Rete idrica antincendio

La rete idrica antincendio, nota anche come “**rete di idranti**”, è, secondo la definizione tratta dal D.M. 30.11.83 "Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi" del Ministero dell'Interno, un sistema di tubazioni fisse in pressione per l'alimentazione idrica, sulle quali sono derivati uno o più idranti antincendio”.

Le reti idranti sono installate allo scopo di fornire acqua in quantità adeguata per combattere l'incendio di maggiore entità ragionevolmente prevedibile nell'area da proteggere.

La legislazione e la normativa tecnica applicabile, al momento, per la progettazione, installazione, collaudo e manutenzione dell'impianto si riassume come segue (tab. 8):

- Decreto Legislativo 626/94: prescrive le misure per la tutela della salute e per la sicurezza dei lavoratori durante il lavoro;
- Decreto Ministeriale 10/03/1998 N 64: fissa i criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- Legge 46/90: è la norma relativa alla sicurezza degli impianti negli edifici e si applica anche agli impianti di protezione antincendio;
- DPR 380 del 6 Giugno 2001: testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- DPR 547/55: disciplina le norme per la prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro;
- Norma UNI 10779: “Rete Idranti”;
- Norma UNI EN 671/3: fornisce le raccomandazioni relative alla manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili.

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Progettazione<br/>Installazione<br/>Collaudo</b> | <b>LEGISLAZIONE</b><br>- DL 626/94<br>- DM 10-3-98 N°64<br>- Legge 46/90<br>- DPR 380 del 6-6-01 | <b>NORMATIVA<br/>TECNICA:</b><br><br>UNI 10779                |
| <b>Manutenzione</b>                                 | <b>LEGISLAZIONE:</b><br>- DPR 547/55<br>- DM 10-3-98 N°64<br>(art.4)                             | <b>NORMATIVA<br/>TECNICA:</b><br>- UNIEN 671/3<br>- UNI 10779 |

Tab. 8 – Legislazione e normativa di riferimento

Inoltre, in applicazione del DPR n 246 del 21/4/93 di Recepimento della Direttiva Prodotti da Costruzione, tutti i prodotti componenti la rete di idranti devono essere marcati CE.

Per la progettazione, l'installazione e l'utilizzo delle reti di idranti si seguono le indicazioni contenute nella norma tecnica emanata dall'Ente di normazione Italiano UNI 10779, che specifica i requisiti costruttivi e prestazionali minimi da soddisfare, in assenza di specifiche disposizioni legislative, per gli impianti idrici antincendio permanentemente in pressione, destinati all'alimentazione di idranti e naspi.

La norma comprende le sezioni relative alla progettazione del sistema, alla scelta dei materiali e dei componenti, alla loro installazione, al collaudo ed, infine, all'esercizio dello stesso impianto.

La rete idranti, così come illustrato dalla norma UNI 10779, si compone delle seguenti parti caratteristiche:

- Alimentazione idrica;
- Rete di tubazioni;
- Valvole di intercettazione;
- Gruppo di attacco per autopompa;
- Apparecchi di erogazione.

Diamo ora una sintetica illustrazione delle singole parti della rete di idranti, rinviando, per gli approfondimenti, alla lettura della norma UNI.

### 7.2.1.1 - Alimentazioni idriche

La corretta progettazione di una rete di idranti antincendio deve prevedere un'alimentazione idrica in grado di assicurare, all'impianto antincendio, le richieste caratteristiche di affidabilità e di sicurezza.

L'alimentazione idrica prescelta dal progettista deve, in particolare, assicurare, come minimo e con continuità, la portata e la pressione richiesta dall'impianto, nonché garantire i tempi di erogazione fissati dalla norma tecnica.

Per l'alimentazione idrica delle reti di idranti si ricorre ai comuni sistemi tecnologici che utilizzano l'acqua, quali l'acquedotto, i serbatoi, le vasche di accumulo con gruppi pompa ecc.

Per la progettazione e la realizzazione delle alimentazioni idriche si seguono le indicazioni contenute nelle norme tecniche emanate dagli enti di normazione nazionali e/o europei ovvero le prescrizioni dei decreti ministeriali di prevenzione incendi, ove esistenti.

Al momento, nel nostro paese, la norma tecnica applicabile per la progettazione e l'installazione delle alimentazioni idriche, così come anche richiamato dalla UNI 10779, è la norma UNI EN 12845:2005, dal titolo "Impianti fissi di estinzione incendi – Sistemi automatici sprinkler. Progettazione, installazione e manutenzione", che ha una parte specificatamente destinata alle alimentazioni idriche. La norma ha di recente sostituito la UNI 9490 "Alimentazioni idriche per sistemi automatici di spegnimento" che è stata una delle norme più utilizzate nel settore antincendio.

La nuova norma UNI EN comprende tutti le possibili tipologie di alimentazioni idriche ammesse per gli impianti idrici antincendio e fissa, per ognuna di queste, le relative caratteristiche costruttive. E' lasciato al progettista l'onere di individuare, in relazione alla analisi del rischio effettuata, alla affidabilità richiesta all'impianto antincendio, alle eventuali prescrizioni delle autorità competenti e a tutte le altre valutazioni condotte in fase di progetto, la tipologia di alimentazione da realizzare nella specifica installazione.

Le alimentazioni idriche previste dalla norma sono:

- a) acquedotto ,anche con pompe di surpressione;
- b) serbatoi di accumulo, nelle seguenti tipologie:
  - 1) serbatoio o vasca collegato a pompe;
  - 2) serbatoio a gravità;
  - 3) riserva
- c) sorgenti inesauribili
- d) serbatoi a pressione

La norma classifica, inoltre, le alimentazioni in:

- ✓ **Alimentazioni idriche singole**
- ✓ **Alimentazioni idriche singole superiori**
- ✓ **Alimentazioni idriche doppie**
- ✓ **Alimentazioni idriche combinate**

indicando, per ciascuna tipologia, le caratteristiche costruttive e prestazionali minime richieste.

Le **alimentazioni idriche singole** comprendono:

- un acquedotto;
- un acquedotto con una o più pompe di surpressione;
- un serbatoio a pressione;
- un serbatoio a gravità;
- un serbatoio di accumulo con una o più pompe;
- una sorgente inesauribile con una o più pompe.

La norma definisce poi come **alimentazioni idriche singole superiori** le alimentazioni idriche singole in grado di fornire un elevato grado di affidabilità; queste possono comprendere:

- un acquedotto alimentato da entrambe le estremità, in conformità a specifiche condizioni;
- un serbatoio a gravità senza pompa di surpressione oppure un serbatoio di accumulo con due o più pompe dove il serbatoio soddisfa specifiche condizioni;
- una sorgente inesauribile con due o più pompe.

Le **alimentazioni idriche doppie** si compongono, da ultimo, di due alimentazioni singole, indipendenti una dall'altra, (ciò vuol significare, in presenza di pompe, due serbatoi distinti) conformi alle caratteristiche di pressione e di portata indicate nella stessa norma.

Le **alimentazioni idriche combinate** sono delle alimentazioni idriche singole superiori o doppie, progettate per alimentare più di un impianto fisso antincendio, in grado di soddisfare le condizioni indicate dalla norma.

### 7.2.1.2 - Rete di tubazioni, valvole di intercettazione e gruppo di attacco per autopompa

A valle della sezione alimentazione troviamo la rete di tubazioni che trasporta l'agente estinguente acqua all'interno dell'attività, fino ai punti di erogazione. La conformazione planimetrica della rete può essere del tipo ad anello, ramificata, ecc, con tubazioni installate fuori terra ovvero interrate. La norma UNI prescrive, nel dettaglio, che la rete di tubazioni deve essere permanentemente in pressione, ad uso esclusivo antincendio e preferibilmente del tipo chiuso ad anello al fine di avere, per ogni punto della rete, due direzioni da cui far giungere l'acqua (fig. 53).

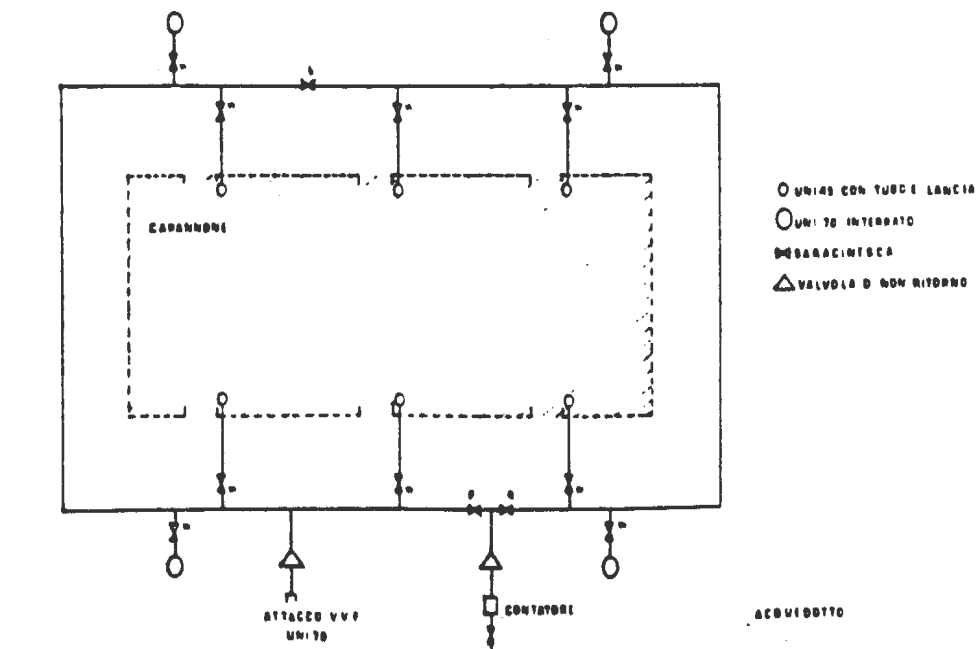


Fig. 53 - Schema tipo di rete idrica antincendio con anello esterno

Per quanto riguarda le caratteristiche costruttive e dimensionali delle tubazioni da utilizzare per la rete di idranti, la norma prescrive, per queste, la conformità alla specifica

normativa tecnica di riferimento. Nelle installazioni fuori terra, le tubazioni devono essere esclusivamente metalliche, installate a vista o in spazi nascosti comunque accessibili; nelle installazioni interrato sono invece consentite tubazioni anche di tipo non metallico, purché conformi alla specifica normativa di riferimento, realizzate con materiale idoneo in relazione alle caratteristiche di resistenza meccanica e di resistenza alla corrosione richieste dall'installazione specifica.

Lungo la rete di tubazioni sono poi installate, in posizione facilmente accessibile e segnalata, le valvole di intercettazione che devono essere bloccate, mediante apposito dispositivo, nella posizione di normale funzionamento. L'ubicazione di questi dispositivi deve essere accuratamente studiata del progettista dell'impianto al fine di poter conseguire il livello di affidabilità richiesto dall'impianto.

La norma UNI prescrive, da ultimo, per la rete di tubazioni, la presenza di almeno un attacco di mandata per autopompa (fig. 54) per l'immissione di acqua in condizioni di emergenza, da installare in posizione facilmente accessibile e segnalata.

## GRUPPI DI ATTACCO PER AUTOPOMPA

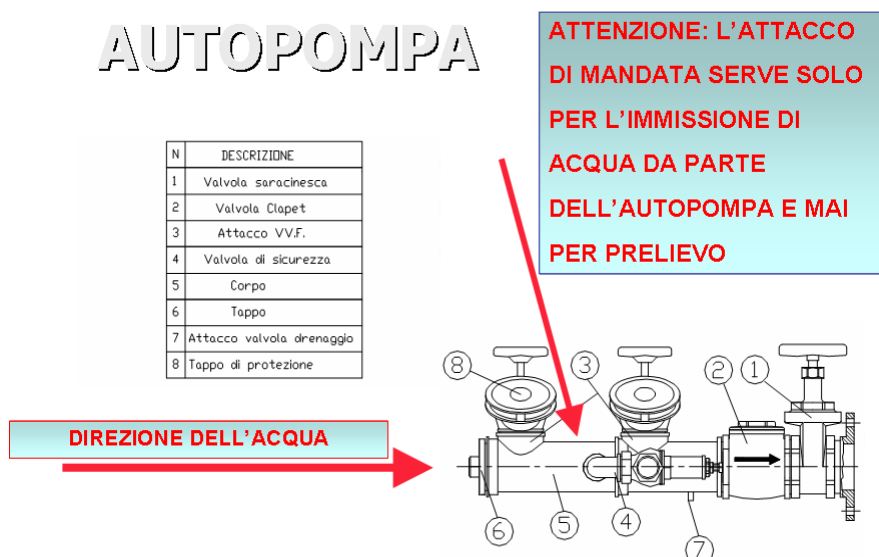


Fig. 54

Gli attacchi di mandata per autopompa devono essere, secondo la UNI 10779, opportunamente segnalati mediante cartelli o iscrizioni recanti la dicitura

|   |
|---|
| <b>ATTACCO DI MANDATA PER AUTOPOMPA</b> |
| <b>Pressione massima 1,2 MPa</b>        |
| <b>RETE IDRANTI ANTINCENDIO</b>         |

e devono comprendere almeno (fig. 54 a):

- uno o più attacchi di immissione conformi alla specifica normativa di riferimento, con diametro non minore di DN 70, dotate di attacchi con girello UNI 804 protetti contro l'ingresso di corpi estranei nel sistema a mezzo di tappo maschio, filettato secondo UNI 810, e sagomato in modo da poter essere rimosso con chiave unificata UNI 814; nel caso di più attacchi, è necessario prevedere una valvola di intercettazione per ogni attacco;

- valvola di sicurezza tarata a 1,2 MPa, per sfogare l'eventuale eccesso di pressione dell'autopompa;
- valvola di non ritorno o altro dispositivo atto ad evitare fuoriuscita d'acqua dall'impianto in pressione;
- valvola di intercettazione, normalmente aperta, che consenta l'intervento di manutenzione sui componenti senza vuotare l'impianto
- nel caso di possibilità di gelo, eventuale dispositivo di drenaggio.

Legenda:

- 1 Attacchi DN 70 con girello UNI 804 (uno o più)
- 2 Valvola di sicurezza
- 3 Dispositivo di drenaggio (necessario se esiste pericolo di gelo)
- 4 Valvola di ritegno
- 5 Valvola di intercettazione (solitamente aperta)
- 6 Collettore
- 7 Valvola di intercettazione (in presenza di più attacchi)
- L Tratto di lunghezza variabile secondo necessità, da proteggere contro il gelo, ove necessario

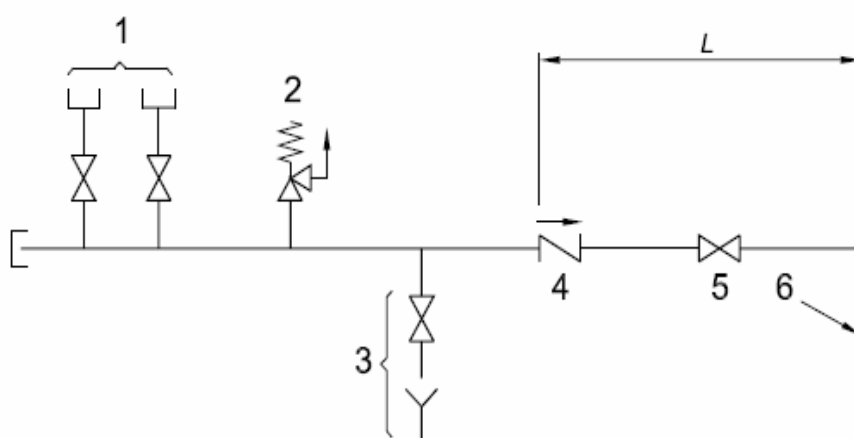


Fig. 54 a

Antecedentemente all'entrata in vigore della UNI 10779 era in uso un gruppo di attacco autopompa (fig. 54 b) posto lungo la linea di alimentazione, realizzato secondo lo schema seguente dove sono presenti i seguenti elementi componenti:

- 1 - attacchi DN 70 girevoli
- 2 - valvola di sicurezza
- 3 - valvola di ritegno
- 4 - valvola intercettazione

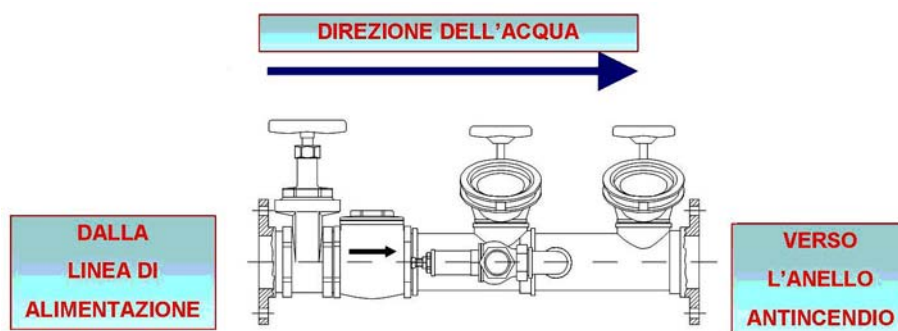


Fig. 54b

**N.B.:** PER VERIFICARNE IL CORRETTO MONTAGGIO, CON VALVOLA DI INTERCETTAZIONE APERTA, VERIFICARE CHE CON L'APERTURA DELLE VALVOLE DI ATTACCO DN 70 FUORIESCA L'ACQUA.



### 7.2.1.3. - Apparecchi di erogazione.

Nelle reti di idranti troviamo, come ultimo elemento componente dell'impianto, gli apparecchi di erogazione per il prelevamento dell'acqua in pressione dalla rete di alimentazione. Gli attacchi normalizzati, comunemente utilizzati negli apparecchi di erogazione, sono del tipo **UNI 45** e **UNI 70**, rispondenti alle norme UNI di settore (UNI 804 e seguenti).

La norma UNI 10779 prevede l'utilizzo di quattro diverse tipologie di apparecchi di erogazione:

- l'idrante a muro;
- il naspo a muro;
- l'idrante del tipo sottosuolo;
- l'idrante del tipo soprasuolo.

Gli **idranti a muro** sono composti essenzialmente da una cassetta, con un portello di protezione, dal supporto della tubazione flessibile, da una valvola manuale di intercettazione, e da una tubazione flessibile completa di raccordi e di lancia erogatrice. Tutti questi componenti devono essere, inoltre, permanentemente collegati alla valvola di intercettazione.

L'attrezzatura, in tutti i suoi componenti, deve essere conforme alla UNI EN 671-2 "Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni-Idranti a muro con tubazioni flessibili" e dotata della **marcatatura CE**.

Gli idranti a muro, in corretto funzionamento, costituiscono un efficiente mezzo di estinzione incendi erogando un getto d'acqua continuo, immediatamente disponibile.

L'idrante a muro, così come definito dalla UNI EN 671-2, può essere installato in una delle seguenti forme (fig. 55):

- forma a: in una nicchia con portello di ispezione
- forma b: in una cassetta incassata
- forma c: in una cassetta per montaggio a parete

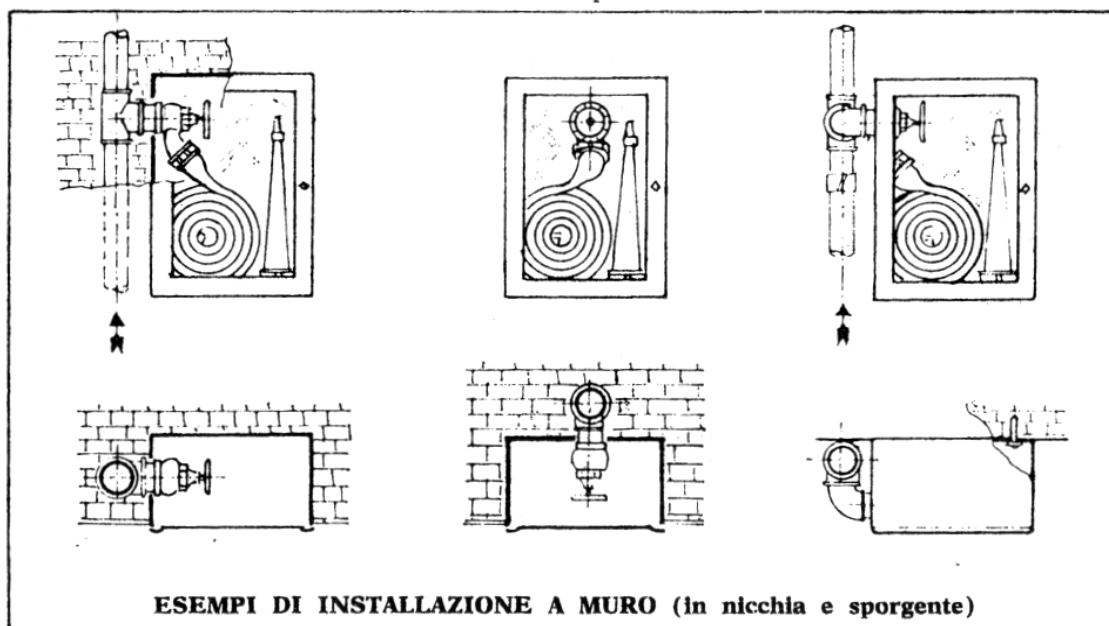


Fig. 55

mentre il sostegno della tubazione flessibile può essere realizzato con una delle seguenti tipologie (figg. 56- 57):

- tipo 1 - rullo rotante
- tipo 2 - sella con tubazione avvolta in doppio
- tipo 3 - contenitore con la tubazione faldata a zig/zag

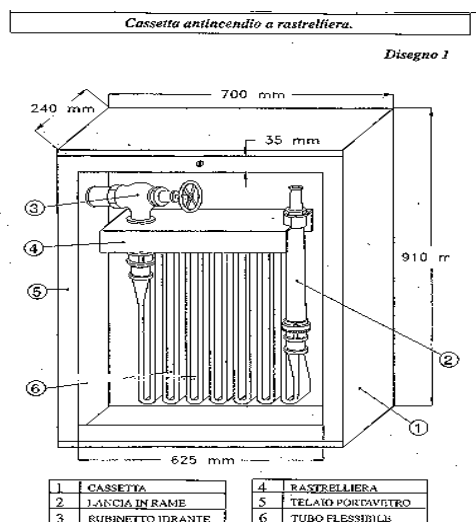


Fig. 56 - (tipo 3-contenitore con la tubazione faldata a zig/zag)

Fig. 57 (tipo 1 - rullo rotante)

Le tubazioni flessibili antincendio installate nelle cassette degli idranti a muro devono avere le seguenti specifiche caratteristiche (norme UNI-EN 671-2):

- Conformità alla UNI EN 14540:2004 “Tubazioni antincendio - Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi” con:
  - ◆ diametro della tubazione DN 45;
  - ◆ lunghezza non superiore ai 20 m, tranne nei casi in cui, per alcune applicazioni specifiche, i regolamenti permettono lunghezze superiori.

Nella tabella che segue sono trascritti alcuni dei principali requisiti fissati dalla norma UNI 14540 e dalla norma UNI 9487 “Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1,2 MPa” applicabile, come vedremo più avanti, alle tubazioni flessibili utilizzate a corredo degli idranti a colonna.

| PARAMETRO   | EN 14540  | UNI 9487  |
|---|-----------|-----------|
| Pressione di scoppio  | ≥ 4,5 MPa | ≥ 4,2 MPa |
| Pressione di collaudo   | 2,25 MPa  | 2,4 MPa   |
| Resistenza al distacco<br>(tra il rivestimento impermeabilizzante e la calza tessile) | ≥ 25 N    | ≥ 15 N    |
| Invecchiamento  | 14 gg.    | 7 gg.     |
| Resistenza al distacco dopo l'invecchiamento  | ≥ 22,5 N  | ≥ 12 N    |

La lancia erogatrice installata negli idranti a muro deve permettere la regolazione del getto realizzando:

- la chiusura getto,
- il getto frazionato,
- il getto pieno.

La portata erogata dall'apparecchiatura (intesa, in questa norma, come insieme di rubinetto, tubazione flessibile e lancia), sia nella posizione di getto pieno che frazionato, non deve essere minore dei valori indicati nella tabella che segue (si applica la formula  $Q = K\sqrt{(10P)}$  dove, a differenza di quanto visto nei precedenti capitoli, il coefficiente K è riferito all'apparecchiatura, come prima definita, e non alla sola lancia di erogazione):

**Portate minime e coefficiente K minimo in funzione della pressione**

| Diametro dell'ugello o diametro equivalente mm | Portata minima Ql/min |           |           | Coefficiente K (vedere nota) |
|--|-----------------------|-----------|-----------|------------------------------|
|  | P=0,2 MPa             | P=0,4 MPa | P=0,6 MPa |                              |
| 9  | 66                    | 92        | 112       | 46                           |
| 10   | 78                    | 110       | 135       | 55                           |
| 11   | 93                    | 131       | 162       | 68                           |
| 12   | 100                   | 140       | 171       | 72                           |
| 13   | 120                   | 170       | 208       | 85                           |

Nota La portata Q alla pressione P è definita dall'equazione  $Q = K\sqrt{(10P)}$  con Q espresso in litri al minuto e P in megapascal.

Il coefficiente K deve essere dichiarato dal fabbricante e determinato nell'ambito delle prove di rispondenza alla norma UNI 671-2 per la marcatura CE del prodotto.

E' pertanto indispensabile richiedere al fornitore, e specificare nei capitolati tecnici di appalto, il coefficiente caratteristico di erogazione K dell'apparecchiatura.


Tenendo conto della formula che correla la portata Q alla pressione residua P all'ingresso sarà facile determinare la corretta caratteristica dell'attrezzatura che vale:

$$K = Q / \sqrt{(10P)}$$

Attribuendo a Q e a P i valori richiesti dalla norma, ad esempio Q = 120 l/min e P = 0,2 MPa, si ha che il K<sub>minimo</sub> dell'apparecchiatura deve essere pari a 84,86.

Se il coefficiente K riportato sull'etichetta dell'apparecchiatura è inferiore al valore indicato, occorre verificare, con la formula  $Q = K\sqrt{(10P)}$ , che la pressione residua disponibile, all'ingresso dell'apparecchio, sia tale da garantire la portata minima richiesta dalla normativa.

Di seguito è raffigurato un esempio di marcatura CE di un idrante a muro con l'indicazione di tutti i dati di identificazione e con le prestazioni idrauliche ed il coefficiente K dello stesso.

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
|  |                                      |
| 0123  |                                      |
| Any Co Ltd, P.O. Box 21, B1050<br>00<br>0123 - CPD - 001                          |                                      |
| EN 671-2  |                                      |
| Idranti a muro con tubazione flessibile   |                                      |
| Diametro della tubazione (mm)   | 52                                   |
| Lunghezza della tubazione (m)   | 18                                   |
| Tipo di lancia  | a getto frazionato a<br>velo diffuso |
| Diametro della lancia (mm)  | 9                                    |
| Portata (MPa l/min)   | 0,4/92                               |
| Pressione di esercizio (MPa)  | 1,2                                  |

$$K = 92 / \sqrt{(10 \times 0,4)} = 46$$

(Esempio di marcatura CE)

Il **naspo a muro** è un'apparecchiatura antincendio composta da una bobina con alimentazione idrica assiale, una valvola d'intercettazione, una tubazione semirigida, una lancia erogatrice e, quando richiesto, una guida di scorrimento per la tubazione.

L'attrezzatura, con i suoi componenti deve essere conforme alla UNI EN 671-1 "Sistemi equipaggiati con tubazioni Naspi antincendio con tubazioni semirigide" e dotata della **marcatura CE**.

I naspi antincendio possono essere, così come definito dalla norma, del tipo (fig. 58):

- manuale (apparecchiatura dotata di valvola di intercettazione manuale);
- automatico (apparecchiatura dotata di valvola automatica di intercettazione, con apertura completa dopo non più di 3 giri completi della bobina);
- fisso (naspo che può ruotare su un solo piano);
- naspo orientabile (naspo che può ruotare su più piani e montato su: braccio snodabile - giunto orientabile - portello cernierato).

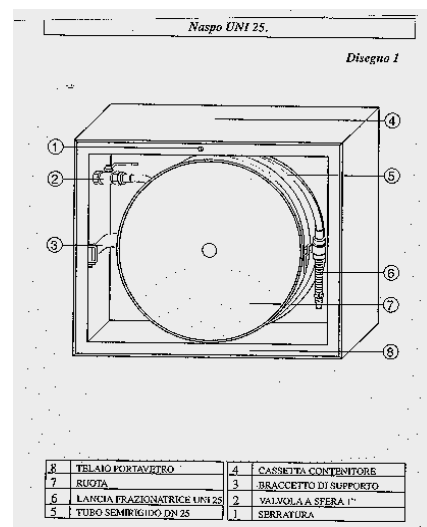


Fig. 58

Le tubazioni semirigide dei naspi devono essere conformi alla UNI EN 694, che prevede; dn 19, 25 e 33 mm (gli apparecchi previsti nella UNI 10779 hanno tubazioni di DN 25).

Per i naspi, la portata erogata, sia nella posizione di getto pieno che frazionato, non deve essere minore dei valori ricavati con la nota formula  $Q = K \sqrt{(10P)}$  indicati in tabella (per il coefficiente K vale quanto precedentemente detto per l'idrante a muro).

prospetto 4 Portate minime e coefficiente K minimo in funzione della pressione

| Diametro dell'ugello o diametro equivalente mm | Portata minima Ql/min |            |            | Coefficiente K (vedere nota) |
|--|-----------------------|------------|------------|------------------------------|
|  | P= 0,2 MPa            | P= 0,4 MPa | P= 0,6 MPa |                              |
| 4  | 12                    | 18         | 22         | 9                            |
| 5  | 18                    | 26         | 31         | 13                           |
| 6  | 24                    | 34         | 41         | 17                           |
| 7  | 31                    | 44         | 53         | 22                           |
| 8  | 39                    | 56         | 68         | 28                           |
| 9  | 46                    | 66         | 80         | 33                           |
| 10   | 59                    | 84         | 102        | 42                           |
| 12   | 90                    | 128        | 156        | 64                           |

Nota La portata Q alla pressione P è definita dall'equazione  $Q = K \sqrt{10P}$  con Q espresso in litri al minuto e P in megapascal.

Altre tipologie di apparecchi di erogazione utilizzati nelle reti di idranti sono l'idrante soprasuolo (fig. 59) e l'idrante sottosuolo (fig. 60). Per entrambi, esistono normative tecniche che ne definiscono le caratteristiche e le prove di qualificazione e devono anch'essi essere dotati di marcatura CE. Al momento, è applicabile, per gli idranti soprasuolo, la norma UNI EN 14384 per i soprasuolo e la UNI EN 14339 per i sottosuolo.

Gli idranti soprasuolo saranno dotati, per la UNI EN 14384, di attacchi di uscita di DN 70 e DN 100 secondo lo schema che segue:

| Flangia di attacco idrante DN | Numero di attacchi UNI 810 |        |
|-------------------------------|----------------------------|--------|
|                               | DN 70                      | DN 100 |
| 80                            | 2                          |        |
| 100                           | 2                          | 1      |
| 150                           | 2                          | 1      |

Per ciascun idrante deve essere prevista, così come definito dalla norma UNI 10779, una cassetta per contenere almeno uno spezzone di lunghezza unificata di tubazione flessibile DN 70, conforme alla UNI 9487, completa di raccordi unificati e lancia di erogazione e con i dispositivi di attacco e di manovra (chiave apertura chiuso e di manovra idrante, collo cigno di connessione, ove richiesto) indispensabili all'utilizzo dell'idrante. Tali dotazioni devono essere collocate in prossimità dell'idrante o in una postazione facilmente accessibile in caso di incendio e segnalata in modo adeguato.



**ATTENZIONE: L' ATTACCO AUTOPOMPA DN 100 SERVE SOLO PER IL PRELIEVO DI ACQUA DA PARTE DELL'AUTOPOMPA VVF E MAI PER L'IMMISSIONE DI ACQUA**

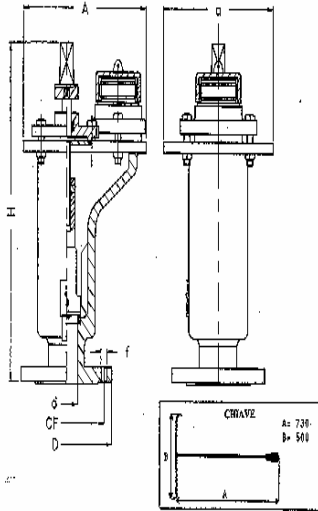


Fig. 60

Tutte le apparecchiature di erogazione precedentemente viste devono essere sempre segnalate con apposito cartello di segnalazione (se necessario a bandiera), del tipo conforme alle norme relative alla segnaletica di sicurezza (D.Lgs. 14.08.1996 n° 493).

#### 7.2.1.4 – Progettazione, collaudo ed esercizio della rete

Nella sezione della norma UNI 10799 relativa alla progettazione della rete idranti sono indicati i principi fondamentali da seguire per la realizzazione, a regola d'arte, dell'impianto. Detti principi si possono riassumere in:

- Classificazione delle aree dell'attività da proteggere in tre differenti **livelli di pericolosità**, in base al loro contenuto ed alla probabilità di sviluppo di un incendio.

I livelli di pericolosità individuati dalla norma sono così definiti:

**Livello 1** - Aree nelle quali la quantità e/o la combustibilità dei materiali presenti sono basse e che presentano comunque basso pericolo di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza.

Rientrano in tale classe tutte le attività di lavorazione di materiali prevalentemente incombustibili ed alcune delle attività di tipo residenziale, di ufficio, ecc., a basso carico d'incendio.

**Livello 2** - Aree nelle quali c'è una presenza non trascurabile di materiali combustibili e che presentano un moderato pericolo di incendio come probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza.

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

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

Rientrano in questa categoria le aree adibite a magazzinaggio intensivo, le aree dove sono presenti materie plastiche espanse, liquidi infiammabili, le aree dove si lavorano o depositano merci ad alto pericolo d'incendio quali cascami, prodotti vernicianti, prodotti elastomerici, ecc.

- Indicazione, per ciascun livello di pericolosità, in funzione della tipologia di apparecchiatura installata, della portata da erogare (idranti a muro 120 l/min - naspi 35/60 l/min – idrante a colonna 300 l/min) e della relativa pressione di erogazione (variabile da 0,2 a 0,4 MPa, in relazione all'apparecchio), delle contemporaneità di erogazione e della durata di erogazione minima richiesta. La tabella che segue riassume le prestazioni richieste per ciascun livello di pericolosità della norma.

| Livello di pericolosità | Apparecchi considerati contemporaneamente operativi                                     |  |          |
|-------------------------|---|--|----------|
|                         | Protezione interna <sup>3)4)</sup>  | Protezione esterna <sup>4)</sup>   | Durata   |
| 1                       | 2 idranti <sup>1)</sup> con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa | Generalmente non prevista  | ≥30 min  |
|                         | oppure  |  |          |
|                         | 4 naspi <sup>1)</sup> con 35 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa    |  |          |
| 2                       | 3 idranti <sup>1)</sup> con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa | 4 attacchi <sup>1)</sup> DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa   | ≥60 min  |
|                         | oppure  |  |          |
|                         | 4 naspi <sup>1)</sup> con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa    |  |          |
| 3                       | 4 idranti <sup>1)</sup> con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa | 6 attacchi <sup>1)2)</sup> DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,4 MPa | ≥120 min |
|                         | oppure  |  |          |
|                         | 6 naspi <sup>1)</sup> con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa    |  |          |

1) Oppure tutti gli apparecchi installati se inferiori al numero indicato.  
2) In presenza di impianti automatici di spegnimento il numero di bocche DN 70 può essere limitato a 4 e la durata a 90 min.  
3) Negli edifici a più piani, per compartimenti maggiori di 4 000 m<sup>2</sup>, il numero di idranti o naspi contemporaneamente operativi deve essere doppio rispetto a quello indicato.  
4) Le prestazioni idrauliche richieste, si riferiscono a ciascun apparecchio in funzionamento contemporaneo con il numero di apparecchi previsti nel prospetto. **Si deve considerare il contemporaneo funzionamento di una sola tipologia di protezione.**

- Definizione di due tipologie di protezione, denominate rispettivamente:

- **protezione interna;**
- **protezione esterna;**

Per **protezione interna** s'intende la protezione contro l'incendio ottenuta mediante gli idranti a muro di **DN 45** o naspi di **DN 25**, installati in modo da consentire il primo intervento sull'incendio da distanza ravvicinata e tali da essere utilizzabili dalle persone che operano all'interno dell'attività. La protezione interna può essere realizzata anche con apparecchi posti all'esterno del fabbricato.

Per **protezione esterna** s'intende la protezione contro l'incendio che si ottiene mediante idranti a colonna soprasuolo e/o sottosuolo con la relativa attrezzatura di corredo, installati in modo da consentire la lotta contro l'incendio quando le dimensioni dell'incendio stesso non consentono di operare da vicino; la protezione esterna è destinata ad essere utilizzata da personale addestrato.

➤ Definizione, per le varie tipologie di apparecchi installati, delle seguenti specifiche modalità di installazione:

- Gli idranti a muro ed i naspi devono essere posizionati in modo che ogni parte dell'attività protetta sia raggiungibile con il getto d'acqua di almeno un idrante/naspo (è ammissibile considerare il getto d'acqua con una lunghezza di riferimento di 5 m). In circostanze particolari è richiesto che ogni punto dell'attività sia raggiungibile con almeno il getto di due idranti;
- Gli idranti e/o i naspi devono essere installati in posizione ben visibile e facilmente raggiungibile;
- Gli idranti e/o i naspi all'interno dei fabbricati (fig. 61) devono essere ubicati nel rispetto del criterio generale prima visto ed in modo che siano soddisfatti anche i seguenti requisiti aggiuntivi:
  - ogni apparecchio protegga non più di 1000 m<sup>2</sup>
  - e
  - ogni punto dell'area protetta disti da essi al massimo 20 m o 30 m per i naspi;
- Gli idranti soprasuolo e sottosuolo (figg. 62 - 63) devono essere installati ad una distanza tra loro massima di 60 m. All'esterno degli edifici è raccomandato l'uso di idranti a colonna soprasuolo, installati in modo che risultino in posizione sicura anche durante un incendio. In relazione all'altezza del fabbricato da proteggere gli idranti devono essere distanziati dalle pareti perimetrali dei fabbricati stessi; in linea di principio è raccomandata una distanza tra 5 m e 10 m.

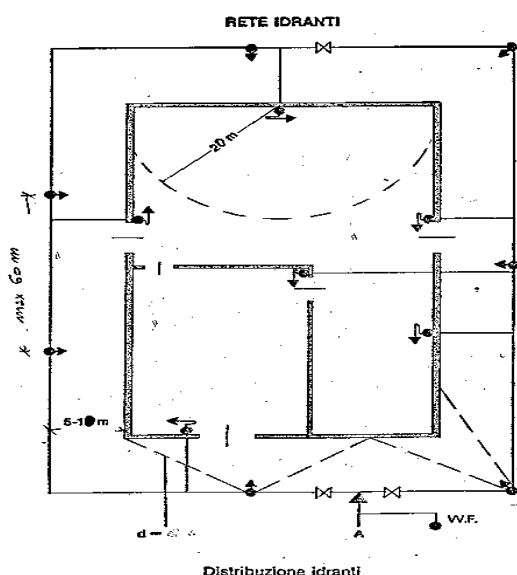


Fig. 61

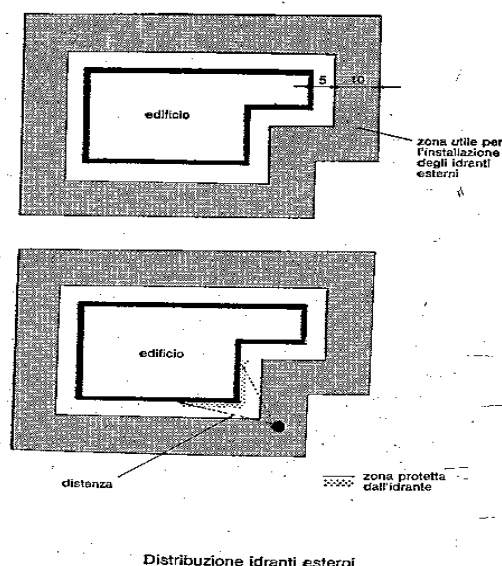


Fig. 62

Nella UNI 10799 sono anche indicati i principi fondamentali da seguire per il collaudo dell'impianto nonché per l'esercizio e la verifica dello stesso e dei suoi elementi principali.



Per il collaudo della rete la norma prescrive l'esecuzione delle seguenti specifiche attività:

- ◆ accertamento della rispondenza della installazione al progetto *esecutivo* presentato;
- ◆ verifica della conformità dei componenti utilizzati alle disposizioni normative richiamate dalla stessa norma;
- ◆ verifica della posa in opera "a regola d'arte";
- ◆ esecuzione delle seguenti prove/ verifiche specifiche:
  - del esame generale dell'intero impianto comprese le alimentazioni;
  - prova idrostatica delle tubazioni ad una pressione di almeno 1,5 volte la pressione di esercizio dell'impianto con un minimo di 1,4 MPa per 2 h;
  - collaudo delle alimentazioni;
  - verifica regolare flusso nei collettori di alimentazione, aprendo completamente un idrante/naspo terminale per ogni ramo principale della rete a servizio di due o più idranti/naspi;
  - verifica delle prestazioni di progetto con riferimento alle portate e pressioni minime da garantire, alla contemporaneità delle erogazioni, e alla durata delle alimentazioni.

In una specifica sezione della norma sono poi indicate le attività necessarie a garantire, nel tempo, il corretto esercizio della rete, con l'indicazione delle operazioni, di seguito indicate, che l'utente deve eseguire, avvalendosi anche di terzi:

- la sorveglianza dell'impianto;
- la manutenzione periodica dell'impianto;
- la verifica periodica dell'impianto.

La **sorveglianza** consiste nella verifica delle apparecchiature quanto ad integrità, completezza dell'equipaggiamento e possibilità di accesso, nei periodi che intercorrono fra due manutenzioni periodiche.

La **manutenzione** delle attrezzature della rete idranti prevede l'esecuzione delle seguenti operazioni, distinte per tipologia di componente installato:

- *naspi ed idranti a muro* - La manutenzione deve essere svolta con la frequenza prevista dalle disposizioni normative e comunque almeno due volte l'anno, in conformità alla UNI EN 671-3 ed alle istruzioni contenute nel manuale d'uso che deve essere predisposto dal fornitore dell'impianto. Tutte le tubazioni flessibili e semirigide, sia relative ad idranti e naspi sia a corredo di idranti soprasuolo e sottosuolo, devono essere verificate annualmente sottoponendole alla pressione di rete per verificarne l'integrità. Le tubazioni non perfettamente integre devono essere sostituite o almeno collaudate alla pressione di 1,2 MPa. In ogni caso ogni 5 anni deve essere eseguita la prova idraulica delle tubazioni flessibili e semirigide come previsto dalla UNI EN 671-3.
- *attacchi autopompa* - La manutenzione deve prevedere, con cadenza semestrale, almeno la verifica della manovrabilità delle valvole, con completa chiusura ed apertura delle stesse ed accertamento della tenuta della valvola di ritegno. Al termine delle operazioni assicurarsi che la valvola principale di intercettazione sia in posizione aperta.

- *idranti soprasuolo e sottosuolo* - le operazioni di manutenzione devono includere almeno:
  - verifica della manovrabilità della valvola principale mediante completa apertura e chiusura;
  - verifica della facilità di apertura dei tappi;
  - verifica del sistema di drenaggio antigelo, ove previsto;
  - verifica ed eventuale ripristino della segnalazione degli idranti sottosuolo;
    - verifica del corredo di ciascun idrante.
- *alimentazioni* - La manutenzione deve essere eseguita in conformità alla UNI EN 12845, per la parte applicabile, tenendo conto di quanto contenuto nell'appendice A della UNI 10779.

L'utente deve anche provvedere a far eseguire, durante il periodo di "vita" dell'impianto, una verifica dello stesso atta ad accertarne la funzionalità e la conformità alla norma. La frequenza di tale verifica deve essere conforme alle disposizioni legislative e comunque ogni qual volta modifiche all'attività o eventi straordinari la rendano necessaria.

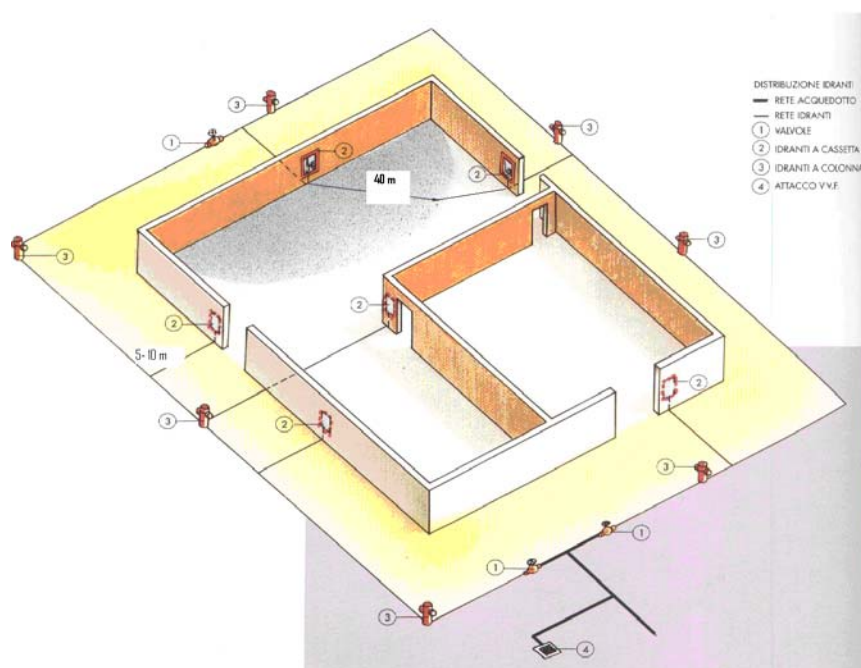


Fig. 63

## 7.2.2 - Impianti automatici fissi a pioggia – Sprinkler

Gli impianti "Sprinkler" sono, tra i sistemi di protezione automatica contro l'incendio, i più antichi e consolidati per quanto riguarda le caratteristiche di realizzazione e le modalità di estinzione dell'incendio.

Il primo sprinkler, come lo conosciamo adesso, fu costruito da un tal "Grinnel" negli USA intorno al 1850 ed è rimasto pressoché immutato fino ai giorni nostri.

Le caratteristiche principali di questa tipologia di impianto le possiamo riassumere come segue:

- Sistema combinato fra rilevazione e spegnimento dell'incendio;
- Grande affidabilità di funzionamento;

- Efficacia nella stragrande maggioranza dei casi con fallimento legato soprattutto a mancato funzionamento o ad errata progettazione e/o installazione;
- Relativa economicità di installazione.



Fig. 64

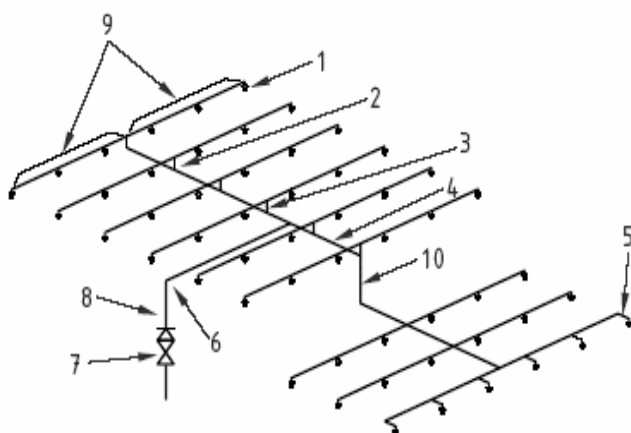
Gli impianti automatici fissi a pioggia sono sistemi a comando completamente automatico costituiti da reti di tubazioni installate al soffitto dei locali protetti, sulle quali sono montati gli erogatori fissi o sprinkler (fig. 64). Un sistema automatico sprinkler, ha lo scopo di rilevare la presenza di un incendio e di tenere sotto controllo le fiamme in modo che l'estinzione possa essere completata con altri mezzi o di estinguere l'incendio, nel suo stadio iniziale, con l'acqua dallo stesso erogata.

Un **sistema sprinkler**, comprende un'alimentazione idrica (o alimentazioni) e uno o più impianti sprinkler, propriamente detti.

Esistono quattro tipologie di impianti sprinkler, di cui si daranno brevi cenni nel seguito, destinati a protezione di particolari ambienti, che sono caratterizzati da specifici criteri di progettazione.

Al momento, le normative Europee prendono a riferimento la sola tipologia di impianto sprinkler, che definiamo di tipo tradizionale, la cui progettazione è basata sul criterio della densità di scarica e dell'area operativa; a questa tipologia di impianto si farà riferimento nella trattazione che segue.

La rete di tubazione interna al locale protetto (fig. 65 a), ha origine dalla stazione di controllo fig. 65 b), elemento caratteristico di questa tipologia di impianto, che è installata in un apposito ambiente, che comprende una valvola di controllo e allarme, una valvola di intercettazione e tutte le valvole e gli accessori a corredo, per il controllo dell'impianto sprinkler propriamente detto.



Legenda:

- 1 Erogatore sprinkler
- 2 Alzata
- 3 Punto di riferimento
- 4 Collettore di distribuzione
- 5 Tubo di raccordo
- 6 Collettore principale
- 7 Stazione di controllo
- 8 Montante
- 9 Diramazioni
- 10 Discesa

Fig. 65 a – Impianto sprinkler



A monte della stazione di controllo troviamo il sistema di tubazioni che collega l'impianto sprinkler alla sua alimentazione idrica; per le caratteristiche delle alimentazioni idriche a servizio di questa tipologia di impianto si rimanda a quanto già detto nel corrispondente paragrafo relativo alla rete di idranti.

Fig. 65 b – Valvola di controllo e allarme

La rete di tubazioni a valle della stazione di controllo (fig. 66) sono in genere sotto carico costante d'acqua in pressione, (**impianto ad umido**); nei locali soggetti a rischio di congelamento le tubazioni a valle della stazione di controllo sono, viceversa, riempite con aria compressa o gas inerte e solo ad avvenuta attivazione degli erogatori si ha il riempimento della rete con acqua (**impianto a secco**).

Esistono anche altre tipologie di impianto sprinkler (impianto a preazione, impianto alternativo ecc) che si realizzano per specifiche installazioni.

La norma UNI 12835 definisce **Impianto alternativo** un impianto in cui le tubazioni vengono selettivamente riempite o con acqua o con aria/gas inerte, a seconda delle condizioni della temperatura ambientale.

Sempre secondo la suddetta norma, l'**Impianto a preazione** è un impianto a secco, o alternativo utilizzato in modalità a secco, in cui la valvola di controllo e allarme può essere aperta su comando proveniente da un sistema indipendente di rilevazione di incendio, posto nell'area protetta.

Il funzionamento dell'impianto sprinkler si può sinteticamente così riassumere:

In presenza di incendio, l'innalzamento della temperatura a soffitto dell'ambiente determina per gli sprinkler posti sopra la zona incendiata il raggiungimento, nel tempo, della temperatura propria di taratura, con la conseguente rottura degli elementi termosensibili di cui gli sprinkler sono dotati e la successiva erogazione di acqua frazionata sulla zona dell'incendio, che continuerà per il tempo previsto dal progettista

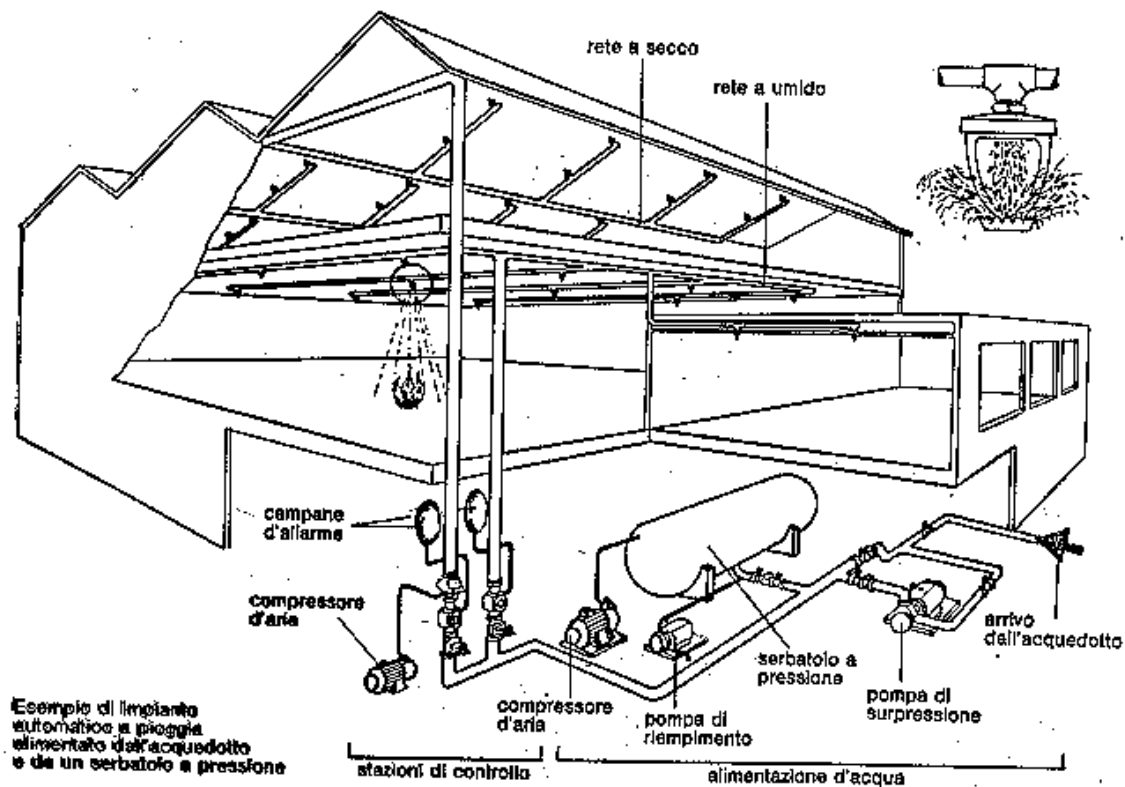


Fig. 66 - Schema di un impianto sprinkler

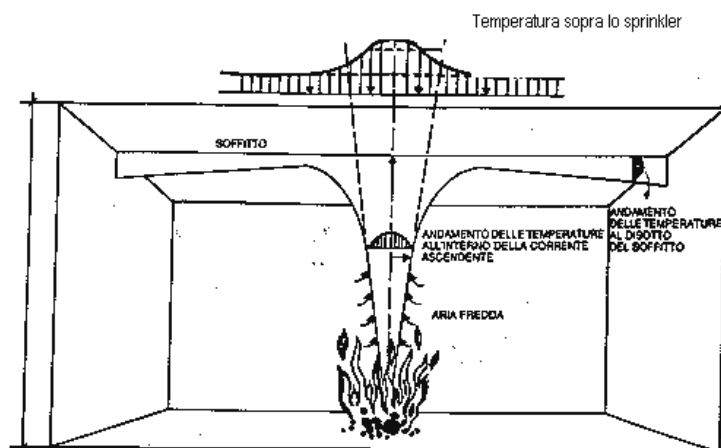


Fig. 67 - Andamento della temperatura

Gli sprinklers si aprono, indipendentemente l'uno dall'altro, solo sull'area interessata dall'incendio (fig. 67); per il ripristino della funzionalità dell'impianto si dovranno sostituire gli sprinkler intervenuti durante l'incendio.

Tra i vari campi di impiego di questa tipologia di impianto ricordiamo i magazzini di deposito in genere, le autorimesse, le navi, i magazzini di vendita ecc..

### 7.2.2.1 - Gli erogatori sprinkler

Un erogatore (sprinkler) è una valvola automatica a funzionamento termico che, aprendosi, distribuisce acqua frazionata, a scopo di estinzione, su una determinata area. E' costituito da un corpo, dotato di orifizio di scarico, con filettatura per l'avvitamento sulla tubazione di alimentazione idrica. Questo orifizio viene chiuso ermeticamente dall'assemblaggio di una guarnizione metallica mantenuta in posizione mediante un sistema articolato saldato (**sprinkler a fusibile**) (fig. 68) o con un bulbo di vetro (**sprinkler a bulbo**) (fig. 69), entrambi termicamente sensibili. L'altra estremità del sistema articolato o del bulbo è fissata su bracci che servono anche a sostenere il piatto metallico diffusore dello sprinkler.

Sotto l'azione del calore si ha la caduta del sistema articolato o la rottura del bulbo di vetro, con la conseguente apertura della valvola sotto la pressione dell'acqua che fuoriesce dall'orifizio.

L'acqua battendo contro il piatto diffusore si trasforma in una cappa di acqua frazionata che viene opportunamente distribuita su una vasta area al di sotto dello sprinkler.

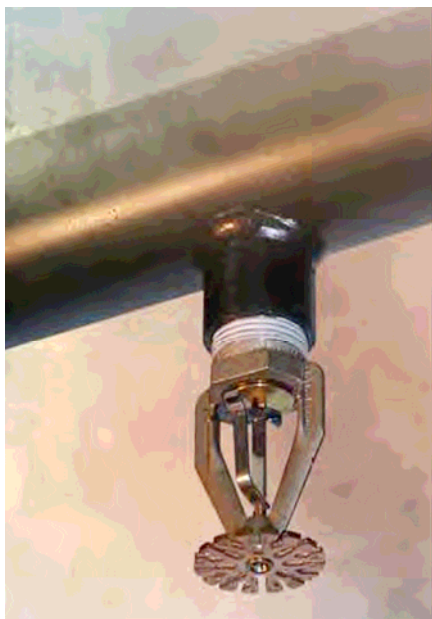


Fig. 68

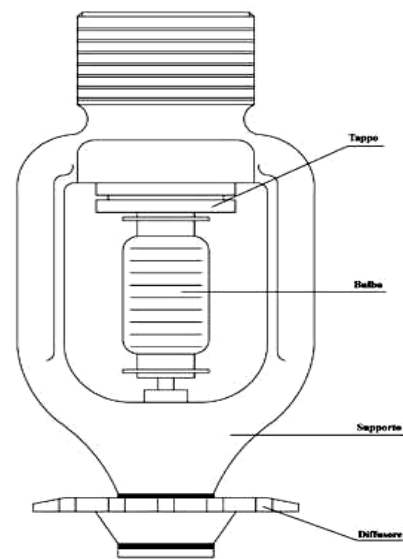


Fig. 69

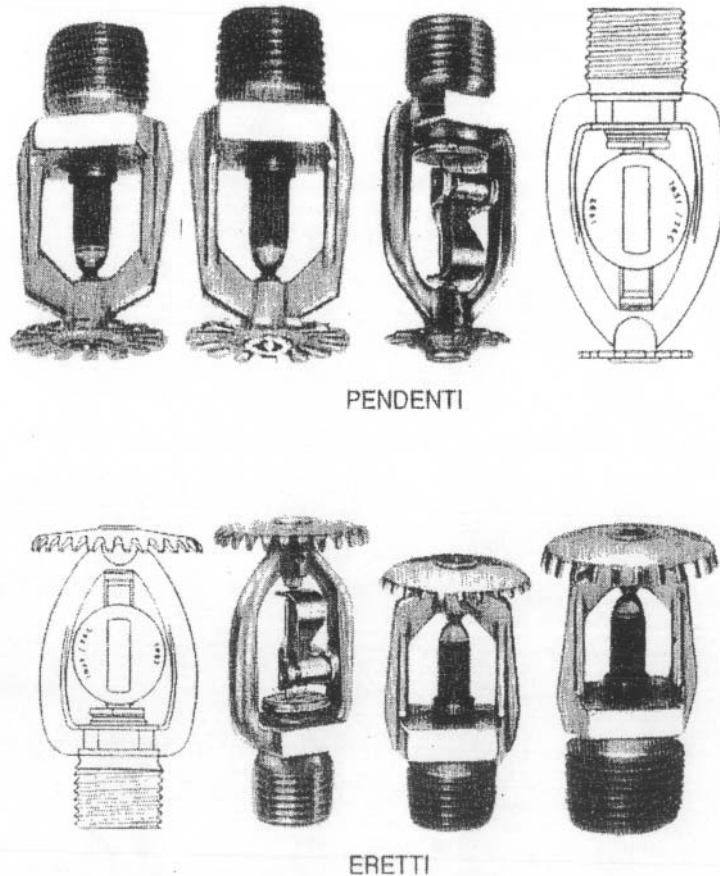


Figure VI-23 - Erogatori automatici a pioggia

Fig. 70

Nello sprinkler a fusibile (figg. 68 e 71) vengono usati sistemi di leve o altre articolazioni per ridurre la forza agente sulla saldatura, che è realizzata, in genere, con una piccola quantità di metallo. Le caratteristiche della lega usata per la realizzazione della saldatura sono in stretta relazione con la temperatura di taratura dell'erogatore.

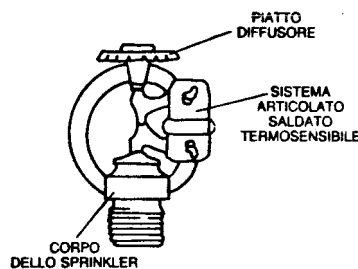


Fig. 71 - Erogatore (sprinkler) a fusibile assemblato

Nello sprinkler a bulbo (figg. 69 e 72), il bulbo di vetro frangibile, ricavato da una tubazione di vetro neutro, contiene un liquido che non lo riempie completamente, dato che vi è intrappolata una piccola bolla di vapore. In presenza di calore esterno il liquido si espande, comprimendo inizialmente la bolla e successivamente assorbendola. Non appena la bolla scompare totalmente, la pressione all'interno del bulbo sale rapidamente fino a determinare la rottura del bulbo, con conseguente apertura dell'erogatore.

La temperatura di funzionamento viene stabilita regolando, in fabbrica, la quantità di liquido all'interno del bulbo e, di conseguenza, la dimensione della bolla interna.

La colorazione del liquido indica le diverse temperature di taratura ammesse per gli erogatori.

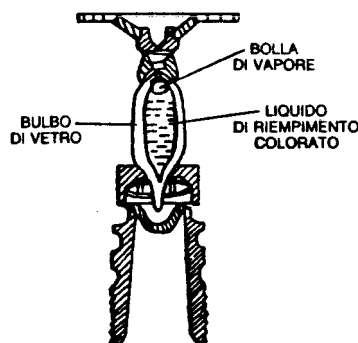


Fig. 72 - Erogatore a bulbo di vetro

Gli sprinklers automatici a bulbo e a fusibile hanno temperature di taratura che variano tra 55 e 343°C. Le temperature sono determinate mediante prove standardizzate nelle quali uno sprinkler viene immerso in un liquido e la temperatura del liquido viene elevata molto lentamente fino a che lo sprinkler si apre.

La temperatura ( $T_1$ ) di taratura degli sprinklers destinati a proteggere un locale deve soddisfare due condizioni:

- 1) essere la più bassa possibile in relazione alla gamma degli sprinklers esistenti;
- 2) rispondere alla formula  $T_1 = T + 30^\circ \text{C}$ , ove  $T$  è la temperatura del locale da proteggere, cioè la temperatura più elevata prevista a livello degli sprinkler, nelle condizioni normali di esercizio, di questo locale. Il franco di temperatura ( $30^\circ \text{C}$ ) è stimato sufficiente per impedire il funzionamento della testa per condizioni di temperatura non conseguenti all'incendio.

Il codice dei colori e le temperature nominali degli erogatori sono riportati nella tabella che segue.

#### Temperature nominali di esercizio e codici colore

| Sprinkler con bulbo di vetro                            |                                    | Sprinkler con anello fusibile  |   |
|---|------------------------------------|--|---|
| Colonna 1<br>Temperatura di esercizio<br>nominale<br>°C | Colonna 2<br>Codice colore liquido | Colonna 3<br>Temperatura di esercizio<br>nominale entro la gamma<br>°C | Colonna 4<br>Codice colore braccetti<br>giogo |
| 57  | Arancio                            | da 57 a 77   | Nessun colore                                 |
| 68  | Rosso                              | da 80 a 107  | Bianco  |
| 79  | Giallo                             | da 121 a 149   | Blu   |
| 93  | Verde                              | da 163 a 191   | Rosso   |
| 100   | Verde                              | da 204 a 246   | Verde   |
| 121   | Blu                                | da 260 a 302   | Arancio                                       |
| 141   | Blu                                | da 320 a 343   | Nero  |
| 163   | Malva                              |  |   |
| 182   | Malva                              |  |   |
| 204   | Nero                               |  |   |
| 227   | Nero                               |  |   |
| 260   | Nero                               |  |   |
| 286   | Nero                               |  |   |
| 343   | Nero                               |  |   |

La rapidità di intervento di un erogatore, cioè il tempo richiesto per la sua apertura in un normale incendio, dipende chiaramente da fattori legati all'andamento della temperatura ambiente e alla velocità dei gas caldi.



Detta rapidità di intervento è inoltre dipendente dalle seguenti caratteristiche intrinseche all'erogatore:

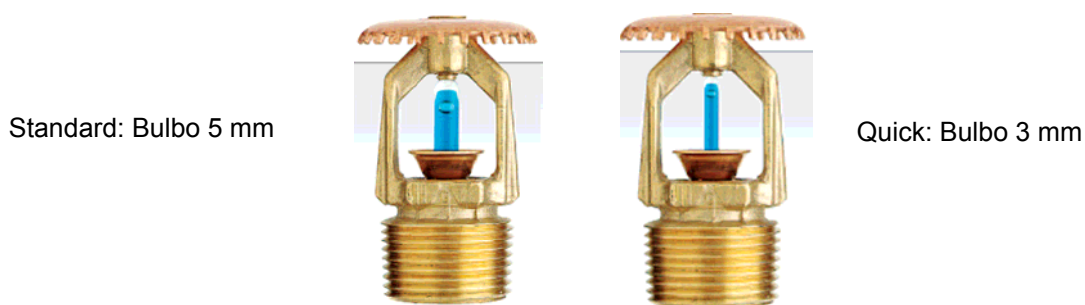
- 1) temperatura di taratura;
- 2) capacità termica delle parti che determinano l'attivazione;
- 3) facilità di trasferimento del calore dall'aria alle suddette parti.

La velocità di funzionamento dipende quindi da fattori relativi sia all'erogatore sia all'ambiente in cui si trova, tenendo conto delle condizioni di ventilazione e del tipo d'incendio che si sviluppa.

La sensibilità termica, ovvero la rapidità di intervento dell'elemento termosensibile dello sprinkler è misurata dal suo coefficiente di risposta **RTI** (response time index).

Dalle prove per la determinazione del coefficiente RTI si hanno sprinkler che si classificano come segue:

- risposta rapida; RTI < 50
- risposta speciale; 50 < RTI < 80
- risposta di riferimento A o B; RTI > 80



La portata erogata dagli erogatori sprinkler si calcola con la nota formula:

$$Q = K \sqrt{P} \quad (Q \text{ [l/min]} - P \text{ [bar]})$$

con k variabile, in funzione del DN dell'erogatore, secondo la tabella che segue:

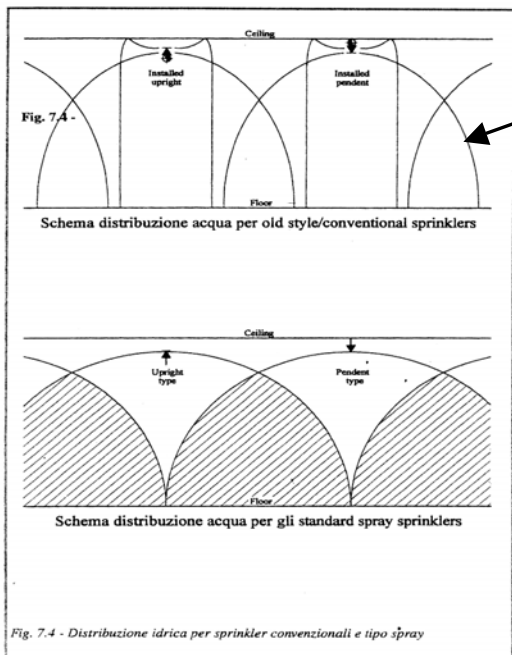
| Diametro nominale dell'orifizio mm | Fattore K<br>(l min – 1 bar – ½)                    |
|------------------------------------|---|
|                                    | Sprinkler diversi da quelli di tipo a tubo asciutto |
| 10                                 | 57 ± 3  |
| 15                                 | 80 ± 4  |
| 20                                 | 115 ± 6   |

Il coefficiente K è un dato caratteristico dell'erogatore ed è fornito dal fabbricante.

Gli erogatori sprinkler, per impianti di tipo tradizionale, devono essere conformi alla norma UNI EN 12259-1 "Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua – Sprinklers", che prevede le seguenti tipologie di erogatori:

**A - In relazione alla forma dello scarico d'acqua (fig. 73)**

- *sprinkler di tipo convenzionale*: Sprinkler che fornisce uno scarico d'acqua in forma sferica
- *sprinkler spray*: Sprinkler che fornisce, verso il basso, uno scarico d'acqua a forma paraboloidale.



● 40 - 60% DEL GETTO VERSO IL BASSO  
 ← CONVENZIONALE

● 80 - 100% VERSO IL BASSO  
 ← SPRAY

Fig. 73

**B – In relazione alla direzione del getto (fig. 74)**

- *sprinkler orizzontale*: Sprinkler in cui l'ugello dirige l'acqua in direzione orizzontale.
- *sprinkler pendente (pendent)*: Sprinkler in cui l'ugello dirige l'acqua verso il basso.
- *sprinkler verso l'alto (upright)*: Sprinkler in cui l'ugello dirige l'acqua verso l'alto.

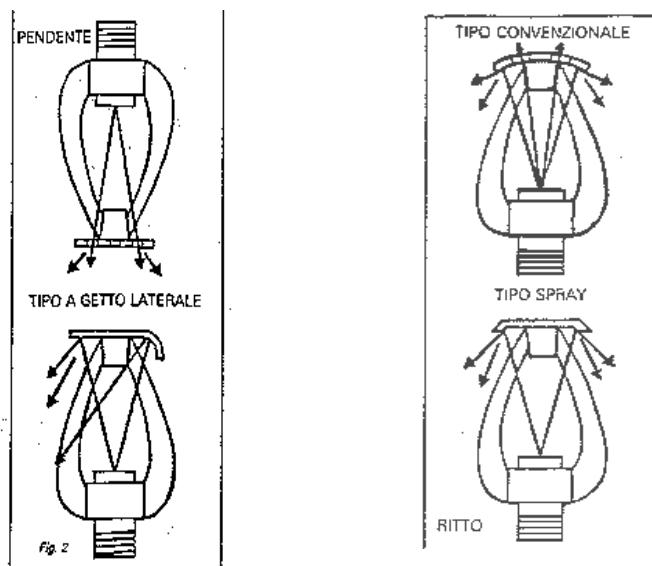


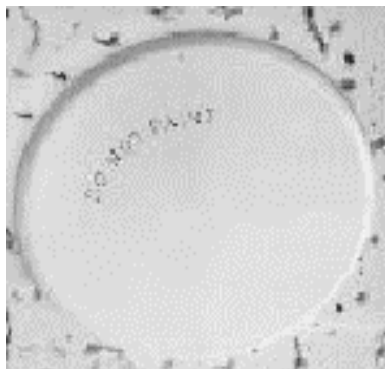
Fig. 74

## C - In relazione alla posizione di montaggio

- *sprinkler nascosto*: Sprinkler incassato con una piastra di copertura che si apre quando viene applicato il calore.
- *sprinkler incassato*: Sprinkler in cui tutto o parte dell'elemento termosensibile si trova sopra la superficie del soffitto.
- *sprinkler di tipo a soffitto (o a filo)*: Sprinkler pendente da installare in parte sopra, ma con l'elemento termosensibile sotto la superficie inferiore del soffitto.
- *sprinkler di tipo laterale a parete*: Sprinkler che fornisce verso l'esterno uno scarico d'acqua a forma semi paraboloidale.



sprinkler incassato



sprinkler nascosto



sprinkler Laterala parete

Tutte le caratteristiche degli erogatori sprinkler fin qui viste sono deducibili dalla marcatura apposta sul corpo dell'erogatore; nella tabella che segue sono riportati le lettere di marcatura e il relativo significato.

**Lettere di marcatura per i vari tipi di sprinkler e posizioni di montaggio**

| Tipo di sprinkler e posizione di montaggio                                   | Marcatura del tipo <sup>a)</sup> | Marcatura della posizione di montaggio |
|--|----------------------------------|--|
| Sprinkler nascosti   | CC                               |  |
| Sprinkler del tipo convenzionale   | C                                |  |
| Sprinkler del tipo a tubo asciutto   | D                                |  |
| Sprinkler del tipo piatto a spruzzo di acqua                                 | F                                |  |
| Sprinkler del tipo a filo  | L                                |  |
| Sprinkler incassati  | R                                |  |
| Sprinkler del tipo laterale a parete   | W                                |  |
| Sprinkler del tipo a spruzzo di acqua  | S                                |  |
| Sprinkler orizzontali  |                                  | H                                      |
| Sprinkler pendenti   |                                  | P                                      |
| Sprinkler verticali  |                                  | U                                      |
| a) La marcatura del tipo deve precedere quella della posizione di montaggio. |                                  |  |

La marcatura dell'erogatore riporterà anche i seguenti ulteriori dati:

- a) nominativo e marchio del fornitore;
- b) temperatura di esercizio nominale, che deve essere stampigliata, marcata per fusione, incisa o codificata con colore secondo il precedente prospetto;
- c) anno di fabbricazione.

Gli sprinkler devono essere installati come specificato dal fornitore.

Devono essere utilizzati sprinkler del tipo rivolti verso l'alto (upright) negli impianti a secco, alternativi e a preazione, eccetto quando vengono impiegati sprinkler del tipo a secco pendente (dry pendent).

Gli sprinkler del tipo rivolti verso l'alto (upright) devono essere installati con bracci di sostegno del deflettore dell'erogatore sprinkler paralleli alla tubazione.

Inoltre, gli sprinkler del tipo rivolti verso l'alto (upright) sono meno soggetti ai danni meccanici e alla raccolta di corpi estranei nei raccordi degli sprinkler; inoltre, facilitano anche il completo drenaggio dell'acqua dalle tubazioni di alimentazione agli sprinkler.

Per le caratteristiche costruttive e di erogazione dello sprinkler la norma UNI 12845 indica i valori ammessi del DN dell'orifizio, e la corrispondente misura di filettatura dello stesso sprinkler, unitamente ai valori richiesti per il coefficiente K di erogazione.

| Diametro nominale dell'orifizio<br>mm | Dimensioni nominali filettatura tubo<br>pollice |
|---------------------------------------|---|
| 10                                    | 3/8   |
| 15 e 20                               | 1/2   |
| 20                                    | 3/4   |



Per specifiche applicazioni (depositi intensivi, magazzini, ecc) si utilizzano anche altre tipologie di erogatori (fig. 75), costruttivamente simili agli erogatori fin qui visti, montati su impianti che seguono propri criteri di progettazione e di installazione, diversi da quelli degli impianti sprinkler tradizionali, di cui si daranno brevi cenni nelle sezioni che seguono.

Fig. 75

#### 7.2.2.2 - Stazione di controllo

Gli **impianti a secco** hanno le tubazioni, a monte della stazione di controllo, permanentemente riempite d'acqua in pressione e quelle a valle della stessa permanentemente riempite d'aria in pressione.

Anche se le pressioni a monte e a valle sono molto diverse (es. 7 bar acqua - 3,5 bar di aria) la valvola rimane chiusa in quanto le superfici attive di contatto sono molto diverse.

Nella fig. 76 sono raffigurati i principali elementi che compongono, in genere, la stazione di controllo di questa specifica tipologia di impianto, che sono:

- Corpo valvola di allarme a secco
- Trim di prova ed allarme
- Acceleratore  
(dispositivo ad apertura rapida studiato per ridurre i tempi di funzionamento della valvola inseguito all'attivazione di uno o più sprinkler)
- Campana idraulica di allarme
- Pressostato impianto intervenuto
- Pressostato controllo aria
- Set mantenimento pressione

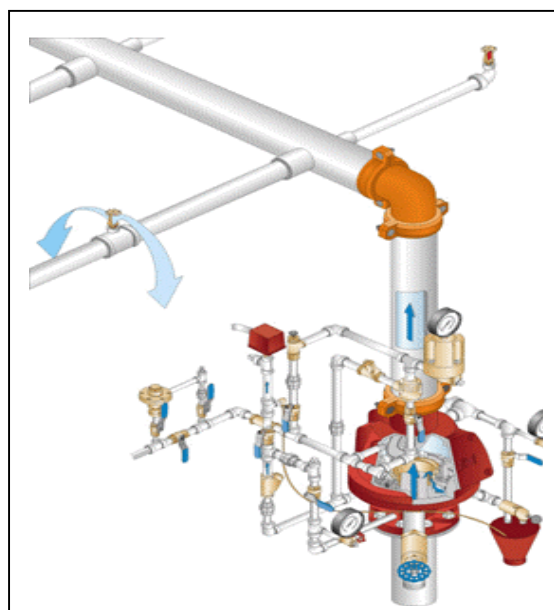


Fig. 76

- Compressore aria

Quando uno o più sprinkler dell'impianto sono attivati dall'incendio, l'acceleratore si attiva per permettere all'aria, alla pressione del sistema, di entrare nella camera intermedia della valvola a secco, neutralizzando così la pressione differenziale che tiene chiusa la valvola a secco.

In questo modo la pressione dell'aria all'interno del sistema non potrà più mantenere chiusa la valvola a secco, che pertanto si aprirà permettendo all'acqua di defluire nelle tubazioni del sistema e di essere scaricata dagli sprinkler aperti. Inoltre, con la valvola a secco aperta, l'acqua defluisce per attivare il pressostato (M) (fig. 77) e, a seconda dei casi, la campana idraulica.

Nelle condizioni di normale funzionamento, lo stato dei singoli elementi sarà, con riferimento allo schema di fig. 77, il seguente:

- La valvola di controllo principale (A) è aperta e bloccata; la valvola di controllo (S) dell'acceleratore (Q) e la valvola di controllo dell'alimentazione d'aria (K) sono aperte.
- Il sistema sprinkler è pieno d'aria e pressurizzato.
- La valvola di controllo principale (F) e la valvola di scarico della parte inferiore del corpo (L) sono chiuse.
- La valvola di controllo allarme a tre vie (E) è in posizione aperta.
- Le valvole del manometro (B) e (C) sono aperte.
- La valvola del pressostato (J) è aperta.
- Il manometro dell'aria del sistema (G) rileva la pressione dell'aria a valle, il manometro dell'alimentazione idrica (H) rileva la pressione dell'acqua a monte e il manometro dell'aria dell'acceleratore (R) rileva la pressione dell'acceleratore.

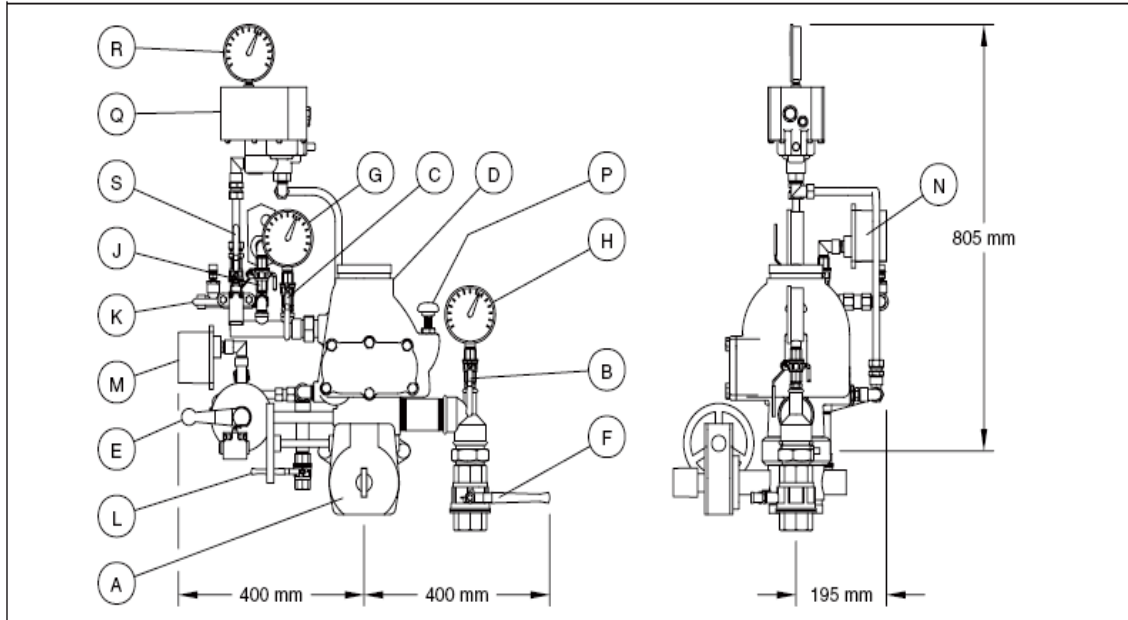


Fig. 77

Gli **impianti ad umido** hanno, invece, le tubazioni a monte ed a valle della stazione di controllo permanentemente riempite d'acqua in pressione.

Questi impianti possono essere utilizzati quando non vi è pericolo di vaporizzazione e gelo dell'acqua nella rete di distribuzione.

L'apertura di uno o più erogatori comporta l'immediata uscita di acqua nebulizzata dagli stessi.

I principali elementi che compongono, in genere, la stazione di controllo sono, fig. 78:

- Corpo valvola di allarme a umido
- Trim di prova ed allarme
- Camera di ritardo
- Campana idraulica di allarme
- Pressostato impianto intervenuto

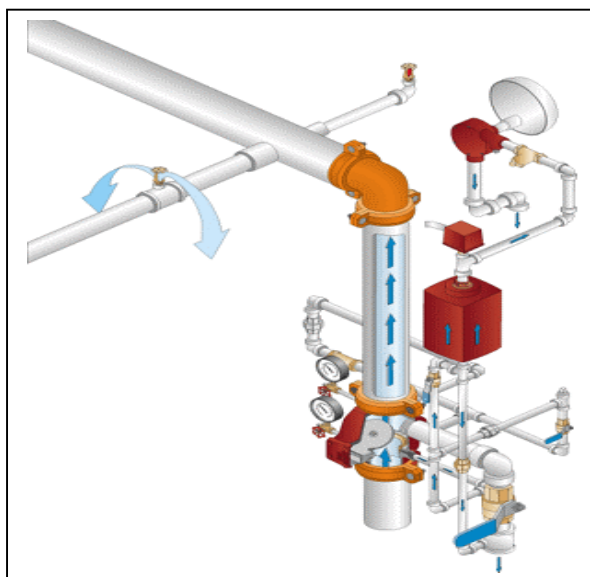


Fig. 78

Quando uno o più sprinkler sono attivati, la pressione a valle della valvola di allarme si riduce. Questa riduzione di pressione farà aprire il clapper nella valvola di allarme e permetterà all'acqua di defluire attraverso la porta allarme nella linea dell'allarme, riempiendo la camera di ritardo (L) e attivando il pressostato (J) e la campana idraulica, attraverso la valvola di controllo della campana idraulica (K). Il canale dell'acqua principale ora è aperto e l'acqua scorre nel sistema di tubazioni.

Nelle condizioni di normale funzionamento, lo stato dei singoli elementi della stazione di controllo sarà, con riferimento allo schema di fig. 79, il seguente:

- La valvola di controllo principale (A) è aperta e bloccata.
- Il sistema sprinkler è pieno d'acqua e pressurizzato.
- La valvola di prova allarme (E) e la valvola di scarico principale (F) sono chiuse.
- La valvola di controllo della campana idraulica (K) è aperta.
- La valvola del manometro (B) è aperta.
- La valvola del manometro (H) è aperta.
- Il manometro del sistema (G) rileva la pressione a valle.
- Il manometro dell'alimentazione idrica (C) rileva la pressione a monte.

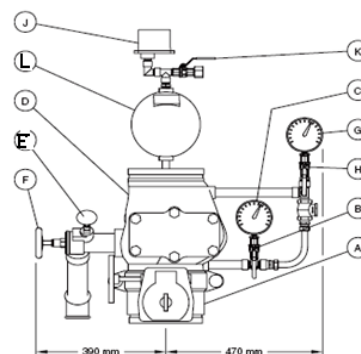


Fig. 79

### 7.2.2.3 - Progettazione, installazione e manutenzione dell'impianto

Per gli impianti automatici di spegnimento sprinkler, di tipo tradizionale, la legislazione e la normativa tecnica applicabile, al momento, per la sua progettazione, installazione e manutenzione si può riassumere come segue:

➤ **Progettazione, Installazione e Collaudo:**

- **Disposizioni legislative:** DL626/94 - DM n. 64 del 10/3/98 - Legge 46/90 - DPR n. 380 del 6/6/01

- **Regola dell'arte:** UNI 9489 - UNI 9490 - UNI-EN 12845 - UNI-EN 12259 - NFPA 13 - NFPA 15

➤ **Manutenzione:**

- **Disposizioni legislative:** DPR 547/55 - DM 10/3/1998 n.64 art. 4

- **Regola dell'arte:** UNI 9489 - UNI 9490 - UNI-EN 12845 - NFPA 25

Dove:

- Decreto Legislativo 626/94: prescrive le misure per la tutela della salute e per la sicurezza dei lavoratori durante il lavoro;
- Decreto Ministeriale 10/03/1998 n 64: fissa i criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- Legge 46/90: è la norma relativa alla sicurezza degli impianti negli edifici e si applica anche agli impianti di protezione antincendio;
- DPR 380 del 6 Giugno 2001: testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- DPR n 246 del 21/4/93 Recepimento della Direttiva Prodotti da Costruzione
- DPR 547/55: disciplina le norme per la prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro;
- UNI 9489:1989 specifica i requisiti costruttivi e prestazionali minimi da soddisfare nella progettazione, installazione ed esercizio degli impianti fissi di estinzione automatici a pioggia (sprinkler). (è stata ritirata con la pubblicazione della norma EN 12845 in versione italiana)
- EN 12845:2005 Impianti fissi di estinzione incendi – sistemi automatici sprinkler. Progettazione, installazione e manutenzione (contiene anche le norme per le alimentazioni impianti automatici di estinzione incendi, contenute prima nella UNI 9490).
- NFPA13:2007 Standard for Installation of Sprinkler Systems
- NFPA15:2007 Standard for water spray fixed systems for fire protection
- NFPA25:2002 Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems
- UNI EN 12259:2002 Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua.

Inoltre, in applicazione del DPR n 246 del 21/4/93 di recepimento della Direttiva Prodotti da Costruzione, tutti i prodotti componenti l'impianto sprinkler devono essere marcati CE.

La UNI EN 12845 "Impianti fissi di estinzione incendi - Sistemi automatici sprinkler", è la norma tecnica che fissa i criteri di progettazione, installazione e manutenzione di questa tipologia di impianto ed include anche indicazioni normative sulle alimentazioni idriche destinate allo stesso impianto.

La progettazione dell'impianto, secondo la suddetta norma, è operata in termini di **Densità di scarica e di Area operativa.**

Per **densità di scarica** si intende la densità minima di scarica, espressa in litri di acqua al minuto per metro quadro di superficie, per la quale l'impianto sprinkler viene progettato. Questa, è pari alla portata totale, in litri al minuto, erogata da un gruppo di quattro sprinkler che sono il più possibile adiacenti fra loro, divisa per l'area, in metri quadrati, coperta dagli stessi sprinkler.

Per **area operativa** si intende la massima superficie sulla quale si assume entrino in funzione gli erogatori sprinkler in caso di incendio (questo parametro può essere inteso come indice della severità del massimo incendio atteso nell'area da proteggere).

Per quanto riguarda gli elementi componenti l'impianto (erogatori, valvole di controllo ecc.) la normativa tecnica di riferimento è la UNI EN 12254 "fixed fire fighting systems – components for sprinkler and water spray systems", che si articola in dodici parti, ciascuna delle quali illustra le caratteristiche, le prestazioni e le prove di qualificazione dei singoli elementi costruttivi dell'impianto.

Ai fini della progettazione dell'impianto, la norma UNIEN12845 classifica gli edifici e le aree da proteggere, in relazione al carico di incendio dell'attività e al tipo di utilizzo della stessa, in quattro livelli di pericolo così distinti:

- **Pericolo Lieve (LH)**;
- **Pericolo Ordinario (OH)**, suddiviso in 4 gruppi;
- **Pericolo Alto (HH)**, suddiviso in HHP (processo) e HHS (deposito), entrambi suddivisi in 4 gruppi;

Ai depositi la norma riserva specifici criteri di progetto.

In relazione alla classe dell'attività da proteggere, la norma indica i relativi valori della densità di scarica, dell'area operativa di progetto e della massima area di copertura per gli sprinkler; nelle tabelle che seguono sono indicati i valori prescritti dalla norma per queste grandezze:

| Classe di pericolo | Densità di scarica di progetto mm/min   | Area Operativa m2             |                                 |
|--------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|
|                    |   | Impianti ad umido o preazione | Impianti a secco o alternativi  |
| LH                 | 2,25  | 84                            | Non consentito. Utilizzare OH1  |
| OH1                | 5,0   | 72                            | 90                              |
| OH2                | 5,0   | 144                           | 180                             |
| OH3                | 5,0   | 216                           | 270                             |
| OH4                | 5,0   | 360                           | Non consentito. Utilizzare HHP1 |
| HHP1               | 7,5   | 260                           | 325                             |
| HHP2               | 10,0  | 260                           | 325                             |
| HHP3               | 12,5  | 260                           | 325                             |
| HHP4               | Diluvio (vedere nota)   |                               |                                 |
| Nota               | Gli impianti a diluvio non sono trattati dalla norma e necessitano di particolare considerazione. |                               |                                 |



| Classe di pericolo | Area massima per sprinkler m <sup>2</sup> |
|--------------------|---|
| LH                 | 21,0                                      |
| OH                 | 12,0                                      |
| HHP e HHS          | 9,0                                       |

La stessa norma prescrive, inoltre, che la pressione dello sprinkler situato nella posizione idraulicamente più sfavorevole, quando tutti gli sprinkler nell'area operativa sono in funzione, non deve essere minore di quella richiesta per raggiungere la densità di progetto o le seguenti, quale delle due sia la maggiore:

- 0,70 bar in LH;
- 0,35 bar in OH;
- 0,50 bar in HHP e HHS;
- 2,00 bar per gli sprinkler fra gli scaffali.

La norma non indica un valore massimo della pressione di erogazione; solo la normativa americana NFPA raccomanda di non superare il valore di circa 4 bar per non nebulizzare eccessivamente il getto idrico che avrebbe, in questo caso, difficoltà a raggiungere il sottostante materiale a pavimento.

Le tipologie e le caratteristiche degli erogatori da utilizzare nella attività da proteggere, in relazione alle classi di pericolo prima viste, sono le seguenti:

| Classe di pericolo                                      | Densità di progetto mm/min | Tipo di sprinkler  | Fattore K nominale dell'erogatore |
|---|----------------------------|--|-----------------------------------|
| LH  | 2,25                       | Convenzionale, spray, a semi-incasso (ceiling e flush), a getto piatto (spray flat), ad incasso (recessed), nascosto (concealed) e a getto laterale (sidewall) | 57                                |
| OH  | 5,0                        | Convenzionale, spray, a semi-incasso (ceiling e flush), a getto piatto (spray flat), ad incasso (recessed), nascosto (concealed) e a getto laterale (sidewall) | 80                                |
| Sprinkler HHP e HHS a soffitto o tetto                  | ≤10                        | Convenzionale, spray   | 80 o 115                          |
|   | >10                        | Convenzionale, spray   | 115                               |
| Sprinkler intermedi HHS in deposito ad alto impilamento |                            | Convenzionale, spray e a getto piatto (spray flat)   | 80 o 115                          |

Con il valore del fattore K della tabella si determina, con la nota equazione, la portata d'acqua dell'erogatore sprinkler, applicando la formula:

$$Q = K \sqrt{P}$$

dove, ricordiamo:

**Q** è la portata in litri per minuto;

**K** è la costante indicata nel precedente prospetto, ed è fornita dal fabbricante;

**P** è la pressione in bar.

La norma prescrive, da ultimo, che alimentazione idrica deve possedere, in relazione al livello di pericolo individuato, una capacità sufficiente per le seguenti durate minime:

- LH 30 min
- OH 60 min
- HHP 90 min
- HHS 90 min

Nel caso di alimentazione da acquedotto, da sorgenti inesauribili, la durata è implicita nei requisiti forniti dalla norma.

Le normative di riferimento applicate, in ambito internazionale, sono le NFPA 13 – Automatic Sprinkler Systems – e le FM – Factory Mutual - organismo internazionale che svolge anche il ruolo di ente di approvazione dei componenti.

Ricordiamo, da ultimo, che in applicazione del DPR n 246 del 21/4/93 “Recepimento della Direttiva Prodotti da Costruzione” tutti i “prodotti” dell’impianto sprinkler (erogatori, valvole di controllo, ecc.) devono recare la marcatura CE, così come tutti i componenti degli impianti antincendio esaminati in questa sezione.

#### 7.2.2.4 - Altre tipologie di impianti sprinkler

Oltre alla tipologia di impianto sprinkler fin qui visto, che abbiamo definito di tipo tradizionale, la cui progettazione ricordiamo è basata sul criterio di densità di scarica /area operativa, esistono altre tipologie di impianto riconducibili essenzialmente alla normativa americana NFPA e, solo in parte, anche a normative Europee evolute.

Questi impianti, che hanno caratteristiche e applicazioni sostanzialmente diverse sia fra loro che con l’impianto sprinkler tradizionale, sono noti come:

- ◆ Impianti sprinkler Large Drop
- ◆ Impianti sprinkler ESFR
- ◆ Impianti sprinkler per aree residenziali

Negli impianti di tipo “**Large drop**” si utilizzano testine (fig. 79 a) con caratteristiche e dimensioni uniche; infatti, le testine prodotte dai vari produttori mondiali sono esclusivamente di tipo upright, con deflettore particolarmente accentuato, dotate di orificio da 5/8” con un fattore K, unico, pari a circa 160. La loro temperatura di intervento è analoga a quella degli sprinkler classici.



Fig. 79 a

Il sistema large-drop è essenzialmente destinato alla protezione dei depositi con l'obiettivo di raggiungere la soppressione dell'incendio e non il solo controllo dello stesso.

I criteri di progettazione del sistema sono strettamente correlati alla natura del materiale in deposito. Lo standard normativo di riferimento è la NFPA 13 – Automatic Sprinkler Systems – che indica, come criterio di progettazione, il numero di teste simultaneamente operative (orientativamente 15 che coprono complessivamente circa 120 mq) ad una determinata pressione residua minima, con una durata dell'alimentazione pari a 120 min.; non si applicano pertanto i criteri di densità/area operativa, validi per i sistemi sprinkler tradizionali prima visti.

I sistemi sprinkler di tipo “**ESFR**” sono sistemi destinati, in modo deciso, alla estinzione dell'incendio e non al solo suo controllo. Per conseguire l'ambizioso obiettivo si utilizzano appositi erogatori sprinkler caratterizzati da un intervento il più possibile veloce - fast response - e da portate erogate sull'incendio particolarmente significative (fino a 500 l/min per testina).

Come per gli impianti tipo large drop anche i tipo ESFR, sebbene utilizzabili anch'essi in aree di rischio ordinario, sono destinati essenzialmente alla protezione di depositi.

I riferimenti normativi per la progettazione e la realizzazione di questo specifico impianto si ritrovano nella NFPA 13 che, in relazione alla natura del materiale in deposito, indica orientativamente in 12 il numero di testine operative, per un'area interessata dall'azione dell'impianto di circa 100 mq, ed una pressione di erogazione variabile tra 3,5 e 6 bar.

La stessa norma fissa poi, in relazione al rischio dell'attività, la spaziatura tra le testine (valori variabili, orientativamente, tra 2,4 e 3,7 m) e la superficie coperta da un singolo erogatore (7,4 – 9,3 mq).



(Erogatore ESFR)

Gli erogatori ESFR (foto a lato) sono di solito di tipo pendent, con elemento a fusibile a risposta rapida, con dimensioni sensibilmente superiori a quelle di tipo standard.

Esistono diverse tipologie di testine ESFR con diametri diversi dell'orifizio e con costanti K di erogazione, in unità metriche, variabile tra circa 200 e 240.

Gli impianti sprinkler per “**aree residenziali**”, come è facilmente intuibile, sono destinati alla protezione di aree civili che sono caratterizzate da una particolare distribuzione del materiale combustibile, in genere distribuito anche lungo il perimetro dell'ambiente da proteggere (tendaggi, mobili ecc.), e dalla presenza di un numero di persone che è superiore a quanto comunemente avviene nelle aree di tipo produttivo, alle quali si vuole garantire, in caso di incendio, la salvezza. Questa tipologia di impianto, che si è sviluppata tenendo conto delle suddette peculiarità delle aree civili, è regolamentata, al momento, dallo standard NFPA 13, cui si rimanda per i necessari approfondimenti.

Le testine impiegate sono del tipo a risposta veloce, dette quick response, con caratteristiche di erogazione particolari e destinate ad essere installate non solo al centro del locale, ma anche lungo le pareti dell'ambiente, in posizione sia verticale sia soprattutto orizzontale, con un getto idrico che assume forma e distribuzione che ben si prestano alla protezione delle aree civili.

Questi erogatori (testine) sono studiate, in termini di rapidità di intervento e di erogazione del getto, per rendere massima la probabilità di sopravvivenza anche degli occupanti dei locali protetti.



Erogatori tipo – sidewal

### 7.2.3 Impianti fissi ad acqua nebulizzata

Gli impianti ad acqua nebulizzata (a diluvio) erogano l'agente estinguente simultaneamente sull'intera area protetta con lo scopo di:

- Estinzione dell'incendio
- Protezione all'esposizione dell'incendio
- Prevenzione degli incendi e delle esplosioni

L'impianto è costituito da una rete di tubazioni, di regola vuote, sulle quali sono installati gli ugelli, di tipo aperto (fig. 80), che erogano sullo spazio protetto, o sulla singola apparecchiatura, una predefinita quantità di acqua.

L'impianto comprende, inoltre, un gruppo di controllo che governa l'ingresso dell'acqua nelle tubazioni e un sistema di comando costituito, in genere, da un complesso di rivelatori di incendio oppure da un comando di tipo manuale.

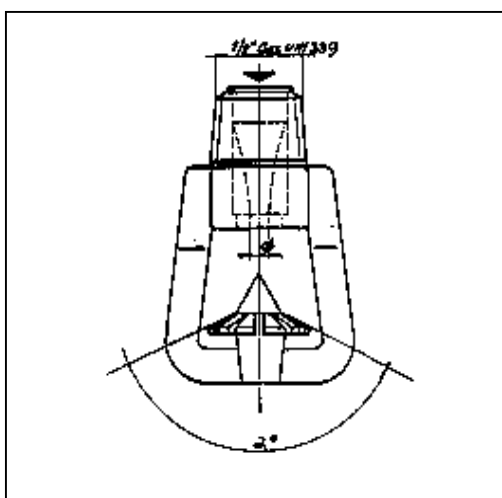


Fig. 80

Questa tipologia di impianto è utilizzata soprattutto nei sistemi di raffreddamento di impianti di processo o di serbatoi esterni.

Altre applicazioni sono la protezione di specifiche apparecchiature, quali i trasformatori, le pompe ecc.

Le portate erogate dall'impianto variano, in relazione al tipo di protezione da realizzare, da 2 a 20 l/min/mq.

## 7.2.4 Impianti fissi ad acqua - water mist

Gli impianti fissi ad acqua “water mist” sono impianti di estinzione che si basano sull'utilizzo di acqua pressurizzata, con pressione variabile da 20 a 200 bar, e nebulizzata dove le gocce rilasciate da appositi erogatori (fig. 81b) hanno diametri variabili dai 50 - 150 micron fino a valori dell'ordine dei 1000 micron (fig. 81a).

Le finissime gocce prodotte, una volta gettate sull'incendio, si trasformano molto rapidamente in vapore acqueo.

Si creano in questo modo diverse azioni, contemporanee, utili all'estinzione dell'incendio tra le quali ricordiamo:

- veloce e importante sottrazione di calore;
- un rapido aumento del volume della singola goccia dovuto al cambio di stato dell'acqua, con conseguente rarefazione dell'ossigeno (il cambiamento di stato, liquido→vapore, determina un incremento di volume pari a circa 1700 volte il volume iniziale);
- una conseguente rarefazione dell'ossigeno con creazione di una barriera fredda all'irradiazione del calore verso l'esterno dell'incendio.

Tali azioni permettono di avere un'estinzione quasi immediata dell'incendio con quantitativi d'acqua di gran lunga inferiori ai sistemi tradizionali ad acqua.

Gli standard normativi di riferimento applicabili, al momento, per la progettazione e l'installazione di questa tipologia di impianto sono la prEN 14942 e la norma NFPA 750; per la pratica progettazione e realizzazione dell'impianto è comunque necessario superare specifici protocolli di prova, rappresentativi dello scenario in cui opererà realmente l'impianto che si va a realizzare.



Fig. 81 a



Fig. 81b - Erogatore water mist

## 7.3 - IMPIANTI FISSI A SCHIUMA

Questi impianti utilizzano la schiuma come agente estinguente. Per ottenere la schiuma, ricordiamo, occorre procedere dapprima alla formazione della soluzione, in acqua, della sostanza schiumogena e successivamente all'aggiunta dell'aria che permette la formazione della schiuma.

La formazione della schiuma richiede, pertanto, due distinte operazioni che si realizzano in specifiche sezioni dell'impianto, sintetizzabili in:

- a) preparazione della soluzione acqua-schiumogeno;
- b) preparazione della schiuma mediante l'aggiunta di aria.

La preparazione della soluzione acqua-schiuma può avvenire in una apposita stazione di pompaggio oppure direttamente nei generatori di schiuma.

La seconda fase di preparazione della schiuma, ossia l'aggiunta del componente aria, può essere ottenuta mediante:

- lance a schiuma;
- generatori di schiuma;
- cannoni lancia a schiuma.

Gli impianti a schiuma realizzati nella pratica antincendio possono essere ricondotti a due grandi categorie:

- impianti a bassa e media espansione;
- impianti ad alta espansione.

Per completare il quadro, si segnalano anche gli impianti del tipo a diluvio e del tipo sprinkler che erogano schiuma, costruttivamente simili a quelli eroganti solo acqua. Per gli approfondimenti si rinvia alla lettura di testi specialistici e degli standard NFPA.

### 7.3.1 - Impianti fissi con schiuma a bassa e media espansione

Questi impianti, utilizzando un agente estinguente che esplica un'azione superficiale capace di ricoprire ed isolare, dal contatto con l'aria, i materiali che bruciano, sono adatti in particolar modo per la protezione contro gli incendi di raffinerie, impianti chimici in genere, serbatoi di stoccaggio liquidi infiammabili, nonché impianti aeroportuali, banchine per l'attracco delle petroliere, ecc..

Un esempio tipico di impianto a bassa espansione è quello utilizzato per la protezione dei serbatoi di stoccaggio dei prodotti petroliferi riportato nella fig. 82.

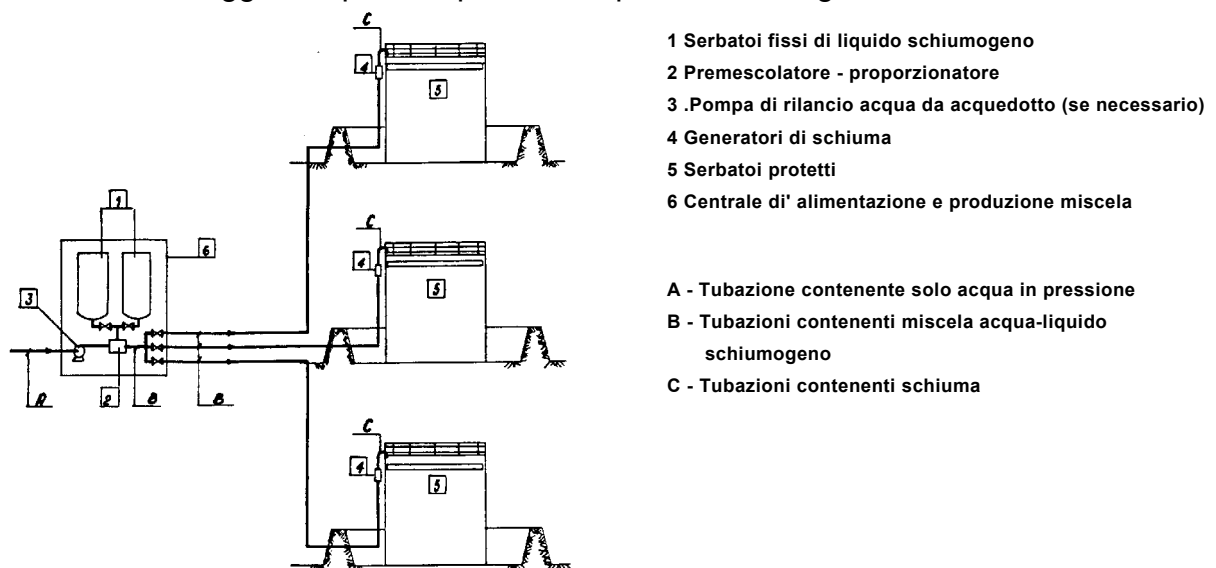


Fig. 82 - Schema di impianto fisso per la produzione e l'utilizzo di schiuma meccanica

Sempre nel settore delle protezioni utilizzate per gli incendi di tipo superficiale ricordiamo anche l'impiego di cannoni a comando manuale o automatico, fig. 83, utilizzati per la protezione delle banchine dei porti, dei bacini di contenimento ecc..

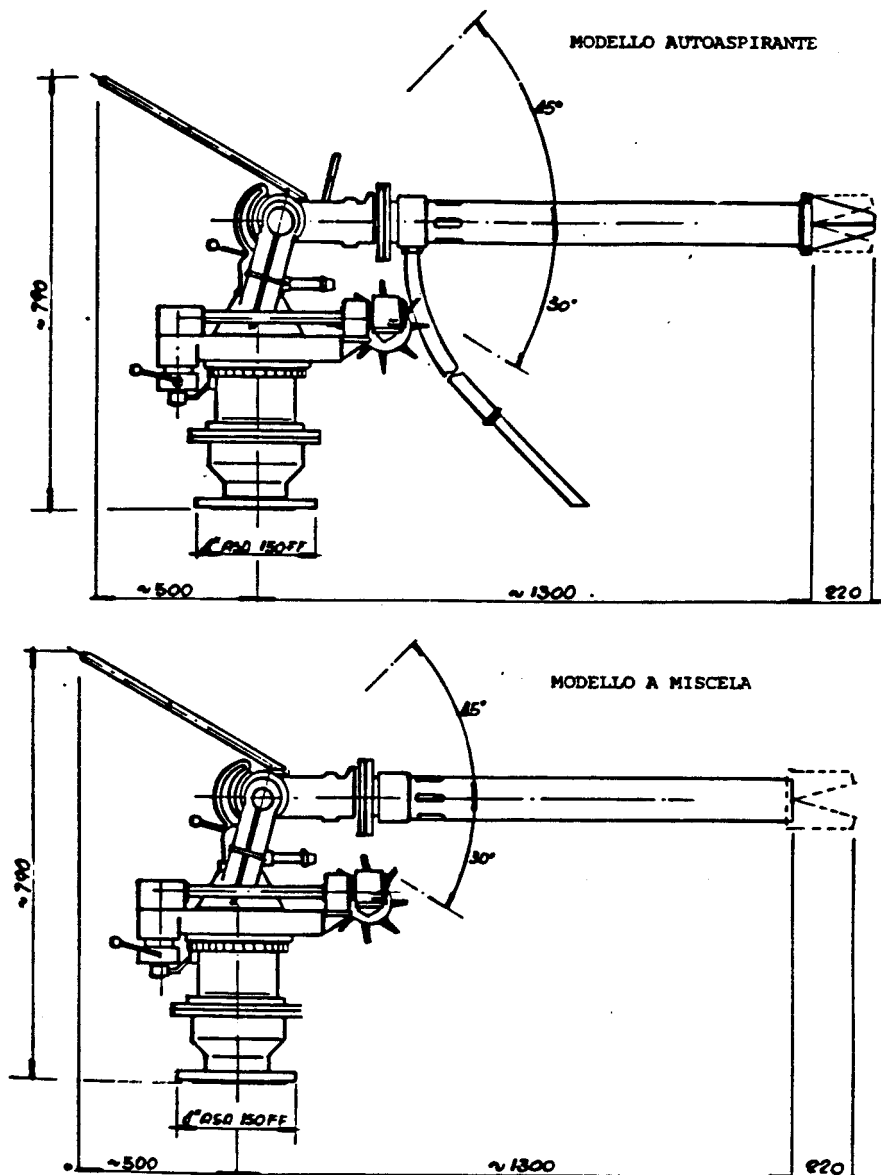


Fig. 83 - Cannoni lancia schiuma con funzionamento alternativo automatico

### 7.3.2 Impianti fissi con schiuma ad alta espansione

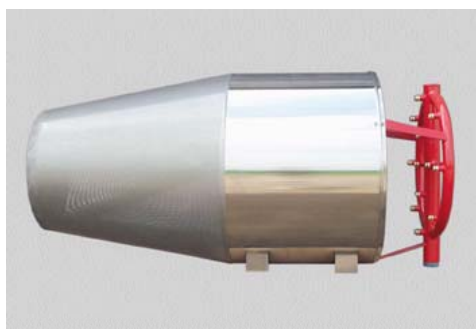
Sono impianti che utilizzano un agente schiumogeno che esplica un'azione volumetrica capace di saturare l'intero spazio chiuso in cui sono contenuti i materiali da proteggere.

E' una tipologia di impianto usata in particolar modo per l'estinzione di incendi in magazzini, in depositi e comunque in locali dove sia possibile stabilire le quantità di sostanza estinguente necessaria a combattere l'eventuale incendio.

Gli impianti a schiuma ad alta espansione sono utilizzati per la saturazione totale dell'ambiente protetto e presentano i seguenti vantaggi:

- protezione, delle zone non investite direttamente dall'incendio, dal calore trasmesso dall'incendio, per irraggiamento;
- possibilità di riempire il locale in modo volumetrico, riempiendo cioè tutti gli interstizi, i corridoi ecc..

Esempio di installazioni che possono essere difese con impianti di questo tipo sono le aree adibite a deposito o lavorazione dei combustibili di classe A, le grosse autorimesse ecc..



I generatori di schiuma (fig. 84) sono posti di solito all'esterno della zona protetta ed affacciati alle pareti o al soffitto di questa.

Fig. 84 – Generatore di schiuma

## 7.4 - IMPIANTI FISSI A POLVERE

Gli impianti fissi a polvere (fig. 85) si compongono di uno o più serbatoi di stoccaggio della polvere, dotati di un sistema di pressurizzazione (generalmente con azoto), in grado di erogare la polvere attraverso le opportune linee di erogazione, che la portano nei previsti punti di intervento, ove viene distribuita da specifici ugelli.

Il sistema può essere azionato da un sistema di rilevazione d'incendio o attivato manualmente.

Dal punto di vista dell'intervento, questi impianti si dividono in due tipologie:

- a saturazione totale;
- a saturazione localizzata.

La prima tipologia di impianto scarica la polvere e il gas propellente nella parte alta dell'ambiente protetto che deve essere completamente chiuso, in modo da poter saturare l'intero volume e coprire, nel contempo, l'intera superficie a pavimento.

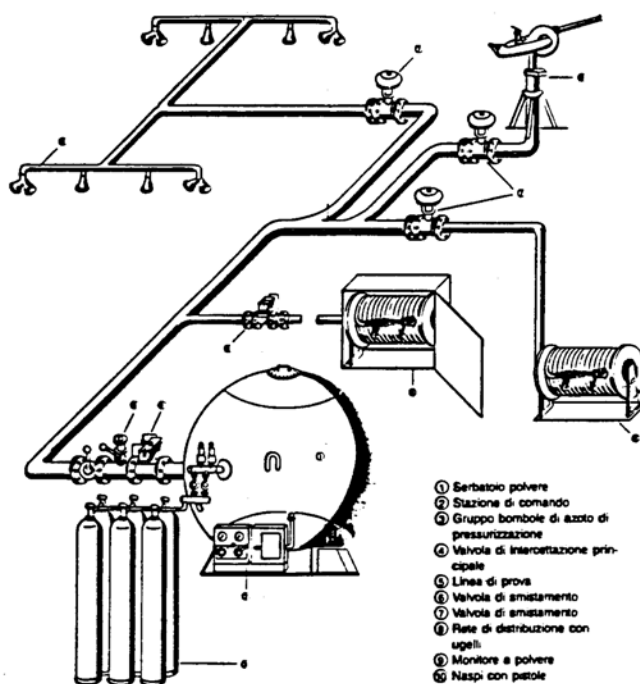


Fig. 85 – Schema di impianto a polvere



La seconda tipologia, invece, scarica la polvere e il gas propellente direttamente sugli apparecchi e sui materiali da proteggere situati in spazi totalmente o parzialmente aperti.

Gli impianti fissi a polvere trovano largo impiego negli incendi di classe B, quali ad esempio quelli che coinvolgono le pompe di trasferimento di liquidi infiammabili.

## 7.5 - IMPIANTI FISSI AD ANIDRIDE CARBONICA

L'azione estinguente dell'anidride carbonica si basa essenzialmente sulla diluizione dell'ossigeno presente nell'ambiente, oltre che sull'azione di raffreddamento provocato dall'espansione e successiva evaporazione di questa sostanza nel momento in cui viene erogata.

Analogamente a quanto visto nei paragrafi precedenti, gli impianti fissi a CO<sub>2</sub> si compongono di una sezione di stoccaggio, distribuzione ed erogazione della sostanza estinguente e di una sezione di rilevazione incendio e di comando ad intervento manuale o automatico.

L'anidride carbonica utilizzata in questi impianti viene conservata allo stato liquido nelle apposite bombole o serbatoi. Per il dimensionamento degli impianti ricordiamo che, in genere, 1 Kg di CO<sub>2</sub> gassoso possiede, a t. e p. ordinarie, un volume di circa 560 litri e che per inertizzare 1 mc di aria occorre non meno di 1 Kg di anidride carbonica.

Secondo le modalità di conservazione del gas estinguente, gli impianti a CO<sub>2</sub> (fig. 86) si dividono in:

- ad alta pressione;
- a bassa pressione

Relativamente alle modalità di intervento gli impianti si classificano invece in:

- a saturazione totale
- a saturazione localizzata

Gli impianti ad alta pressione prevedono lo stoccaggio della CO<sub>2</sub> liquida in apposite bombole, di capacità 30 - 45 Kg, con pressione di circa 50 bar. Le bombole sono riempite di liquido per circa 3/4 del volume, lasciando così, alla fase del vapore, la restante parte del volume libero utilizzato per eventuali compensazioni di dilatazioni del liquido.

Gli impianti a bassa pressione consentono di disporre di quantitativi più elevati di anidride carbonica rispetto a quanto permesso dal sistema di stoccaggio con bombole ad alta pressione, il cui numero non può essere eccessivamente elevato per non complicare il sistema di controllo e di scarica.

Gli impianti a saturazione totale diffondono la CO<sub>2</sub> gassosa nell'ambiente chiuso da proteggere in modo da realizzare, nel locale, un'atmosfera capace di impedire ulteriormente la combustione. La scarica della CO<sub>2</sub> deve avvenire in tempi molto ridotti onde raggiungere la completa saturazione in pochi minuti.

Gli impianti a saturazione localizzata sono caratterizzati dalla scarica rapidissima di una grande quantità di CO<sub>2</sub> in uno spazio non completamente chiuso in modo da raggiungere, in quella zona, la saturazione prima che il gas estinguente si diffonda, diluendosi, nell'ambiente circostante.

Gli impianti di CO<sub>2</sub> sono adatti per impianti produzione vernici e verniciature, installazioni elettriche, macchine tessili ecc.

La principale limitazione per la realizzazione di questa tipologia di impianto è legata alla pericolosità, per l'uomo, dell'agente estinguente CO<sub>2</sub>; infatti, con le concentrazioni utilizzate per l'estinzione, l'aria dell'ambiente protetto diviene, per gli occupanti, irrespirabile per ridotta concentrazione di ossigeno.

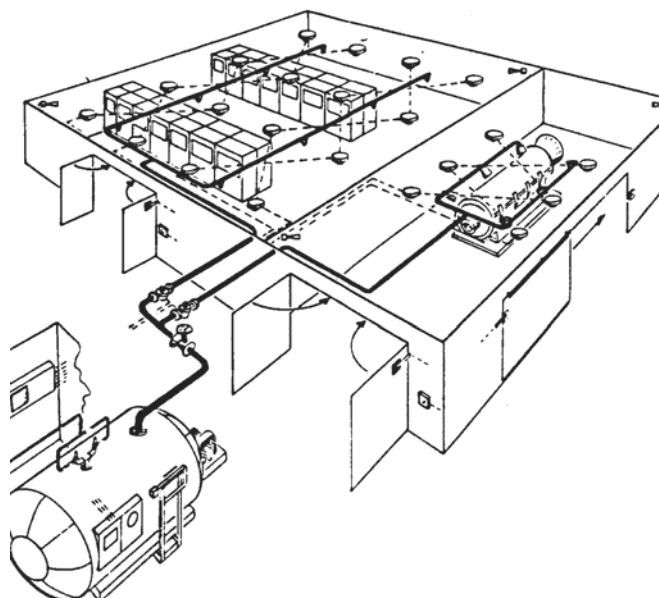
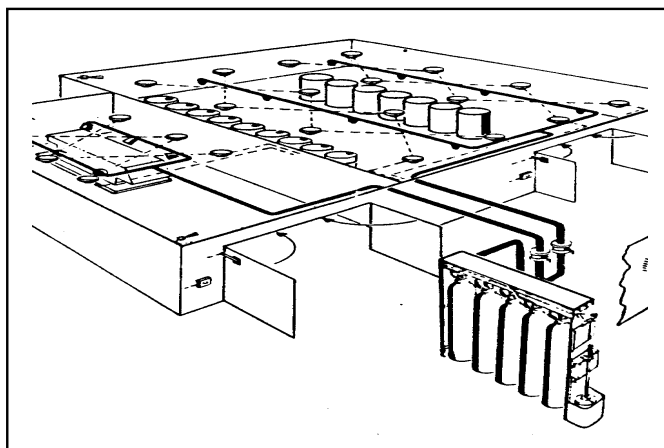


Fig. 86 - Impianti ad anidride carbonica ad alta e bassa pressione

## 7.6 - IMPIANTI FISSI A CLEAN AGENT

Con il divieto di utilizzo degli halons, molte industrie nazionali ed internazionali si sono dedicate allo studio di nuovi agenti estinguenti sostitutivi, i cosiddetti "Clean Agent".

Clean Agent riconosciuti, a livello normativo, sono, al momento, quelli della norma UNI ISO 14520.

Il meccanismo di estinzione dei clean agents è riconducibile alle seguenti principali processi:

- per via fisica, tramite diluizione dell'ossigeno e conseguente soffocamento;
- per reazione chimica, con decomposizione dell'agente estinguente e conseguente formazione di radicali liberi che catturano l'ossigeno.

Questo sistema è utilizzato principalmente per le seguenti installazioni:

- ced
- trasformatori, quadri elettrici
- biblioteche, musei, ecc

Le caratteristiche impiantistiche sono strettamente correlate all'agente estinguente gassoso prescelto. Le normative di riferimento sono, al momento, le seguenti:

- UNI ISO 14520 (ed. sett. 2006 - in inglese) che ha sostituito la UNI 10877 ed. 2000
- UNI EN 12094 (componenti)

cui si rimanda per gli approfondimenti.

Anche questa tipologia di impianto si compone delle seguenti sezioni fondamentali: stoccaggio ed alimentazione, tubazioni di distribuzione, erogatori e i sistemi di rivelazione a comando di intervento manuale o automatico.

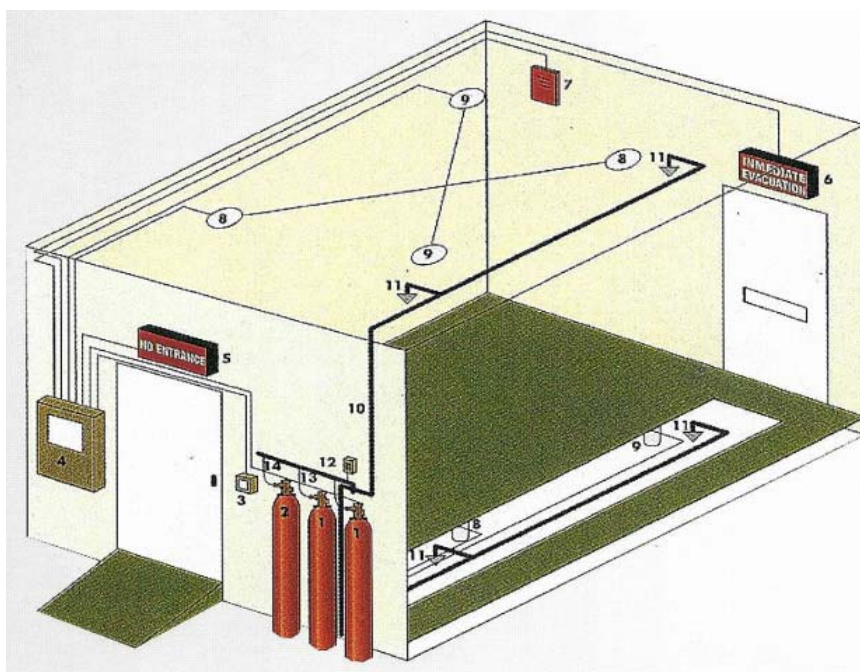


Fig. 87 - Impianto fisso a clean agent

## 7.7 - IMPIANTI FISSI AD AEROSOL

Gli aerosol, che sono costituiti da miscele di gas inerti e sali di metalli alcalini (potassio), esplicano la loro azione estinguente interferendo con la reazione di combustione, per inibizione chimica sulla superficie del solido, accompagnata da un'azione di soffocamento da parte del gas inerte. La fase solida, che rappresenta circa il 40% in massa dell'aerosol, consiste di particelle finissime che offrono una notevole superficie di contatto per adsorbire i radicali liberi, inibendo la combustione.

Nell'aerosol, come gas inerti, si utilizzano principalmente l'azoto, l'anidride carbonica e il vapore d'acqua.

Elemento principale dell'impianto sono i generatori di aerosol che generano, mediante un processo chimico interno, una polvere finissima che viene successivamente erogata e diffusa nell'ambiente protetto.

Gli aerosol si impiegano su tutti gli incendi, tranne quelli di classe D (metalli combustibili), e sono particolarmente efficaci sugli incendi di liquidi.

Le principali incompatibilità sono:

- i metalli reattivi, come magnesio o alluminio;
- sostanze piroforiche, quali il fosforo bianco;
- prodotti ossidanti, come clorato o nitrato di sodio;
- prodotti che contengano direttamente nella loro molecola ossigeno sufficiente alla combustione, come ad esempio il nitrato di cellulosa.

Gli impianti fissi ad aerosol possono essere del tipo a protezione localizzata o del tipo a saturazione totale dell'ambiente.

Un tipico impianto ad aerosol è costituito da un sistema di rilevazione incendio e da una serie di generatori di aerosol asserviti all'impianto di rilevazione mediante una logica specifica di controllo e allarme.

## **BIBLIOGRAFIA**

V. Mongiardini: Lezioni di idraulica

G. Nosedà - D. Citrini: Idraulica

P. Amore: Idraulica applicata ai servizi antincendi

P. Amore: Articoli rivista "Antincendio"

36° Corso Ispettori VV.F.: Lezioni di idraulica

A. Cremonese: Manuale di ingegneria civile

S. Marinelli - L. Nigro: Impianti antincendio

Manuali operativi e siti internet di aziende del settore antincendio

Norme UNI di settore