

**RELAZIONE TECNICA  
IMPIANTO FISSO DI ESTINZIONE  
ANTINCENDIO**

**LN GAS S.R.L.**  
**Sede Legale: Via Matteotti, 37**  
**90047 - Partinico (PA)**

Luogo installazione

**Impianto di stoccaggio di G.P.L. con n. 2 serbatoi da 100  
m<sup>3</sup> con imbottigliamento bombole e n. 1 punto di  
travasamento da sorgere in C. da Susinna nel Comune di  
Partinico (PA)**

Progettazione a cura di:



Dott. Ing. Salvatore Balistreri  
Via: Emilia, 65  
CAP: 90144 - Città: Palermo

Tel./Fax: 091.77.45.348

Cell: 335.84.59.388

E-mail: [salvo.balistreri@sbingegneria.com](mailto:salvo.balistreri@sbingegneria.com)

Sito: [www.sbingegneria.com](http://www.sbingegneria.com)

Elenco documenti:

- *Relazione Tecnica Antincendio*

Timbro e Firma Committente

Timbro e Firma del Tecnico:


**Data: 05/10/2015**

# RELAZIONE TECNICA

## CALCOLO RETE IDRICA ANTINCENDIO

### PREMESSA

La LN GAS S.r.l. con sede legale in Via Matteotti, 37 a Partinico (PA) ci ha commissionato la progettazione di un deposito per lo stoccaggio di G.P.L. da 200 m<sup>3</sup> con annesso impianto di imbottigliamento di recipienti mobili da sorgere in contrada Susinna a Partinico (PA) su un lotto di terreno individuato al Foglio n. 114 P.lle 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 353 e 354 (vedi stralcio catastale allegato alla Relazione Tecnica Generale).

Il deposito sarà dotato anche di n. 1 punto di travaso per lo scarico dell'autobotte e per il carico delle autocisterne ed un locale pompe G.P.L.

L'attività, in relazione rientra tra quelle soggette ai controlli di prevenzione incendi essendo:

### **ATTIVITÀ INDIVIDUATA AL N° 4.7.C DELL'ALLEGATO I AL D.P.R. 151/2011**

*"Depositi di gas infiammabili disciolti o liquefatti (GPL) in serbatoi fissi di capacità geometrica complessiva > 13 mc"*

A protezione del deposito sarà realizzato un impianto fisso d'estinzione collegato ad un impianto idrico costituito da:

- una riserva idrica interrata in prossimità dei locali tecnici della capacità di circa 600 m<sup>3</sup>.
- un locale pompe antincendio in cui verrà installato un gruppo pompe soprabattente, costituito da un'elettropompa ed una motopompa (una di scorta all'altra), aventi ciascuna una portata di circa 300 m<sup>3</sup>/h con prevalenza di circa 95 metri di colonna d'acqua, in grado di garantire la portata d'acqua richiesta, nonché una "jockey pump", ciascuna alimentata tramite linea elettrica preferenziale con relativa autoclave, per il mantenimento in pressione della rete;
- un collettore antincendio con valvole comandate sia a distanza pneumaticamente che localmente, posto esternamente in corrispondenza al muro del locale gruppo pompe antincendio (vedi planimetria antincendio di progetto)
- una rete idranti interrata, in polietilene ad alta densità MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 da 4" ossia di diametro esterno di 110 mm e diametro interno di 90 mm, destinata ad alimentare n° 7 idranti soprasuolo UNI 70, disposti in modo da proteggere tutti gli elementi pericolosi dell'impianto e comunque disposti a distanza reciproca non superiore a 60 metri;
- un attacco autopompa VV.F. UNI 70, dotato di attacco con girello (UNI 808), e protetto contro l'ingresso di corpi estranei a mezzo di apposito tappo di chiusura;

- un impianto di nebulizzazione costituito da quattro linee destinate rispettivamente al punto di travaso, al locale imbottigliamento ed al locale deposito temporaneo recipienti pieni e vuoti sito sotto il locale imbottigliamento e al deposito temporaneo recipienti pieni e vuoti posto in corrispondenza al muro di confine.

I tratti interrati saranno costituiti da una tubazione in polietilene ad alta densità MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 ed in parte fuori terra in acciaio zincato del tipo Mannesman (UNI 8863 serie media). In particolare per il punto di travaso la linea sarà costituita da una tubazione da 3", mentre per il locale imbottigliamento e i locali deposito temporaneo dei recipienti pieni e vuoti sarà da 2", infine per la rete idranti da 4", come suddetto.

L'inserimento delle pompe antincendio avverrà in automatico in caso di abbassamento di pressione determinato da un forte assorbimento di acqua agli idranti e/o agli impianti di raffreddamento, in occasione di utilizzo in condizioni di esigenza funzionale o in condizione di emergenza, ed avverrà con segnalazione acustico/luminosa di stato di funzionamento in zona normalmente presidiata.

Il funzionamento dell'impianto sarà garantito anche in assenza di energia elettrica in quanto il gruppo antincendio sarà dotato di motopompa.

L'arresto delle pompe sarà automatico sotto pressostato per quanto attiene la pompa jockey, mentre per la pompa principale e per quella di riserva avverrà esclusivamente con comando manuale.

Gli idranti saranno facilmente accessibili e disposti in modo da non subire danneggiamenti dovuti al traffico e ciascun idrante sarà corredato di cassetta con relativa manichetta flessibile e lancia a getto multiplo e frazionato.

La funzionalità della rete idrica sarà garantita anche in caso di temperatura ambiente inferiore a zero gradi centigradi. Gli impianti di raffreddamento saranno realizzati in modo che l'intera superficie da proteggere sia efficacemente ed uniformemente irrorata dall'acqua di raffreddamento, anche in caso di vento, in conformità alle disposizioni di cui al D.M. 13.10.1994.

Le tubazioni dell'impianto di raffreddamento saranno muniti di dispositivi di drenaggio per consentirne lo svuotamento dopo l'utilizzo. Sarà inoltre possibile attivare l'impianto antincendio manualmente attraverso valvole a volantino che saranno installate nel collettore antincendio in prossimità alla sala pompe antincendio. I comandi relativi all'attivazione manuale dell'impianto di raffreddamento saranno ubicati e centralizzati in zona protetta, ad oltre 20 metri dai punti pericolosi, segnalati con cartelli indicanti le zone servite.

## **NORME DI RIFERIMENTO**

Il presente progetto è stato redatto applicando le disposizioni indicate nel Decreto Ministero dell'Interno del 13 ottobre 1994 *“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l’installazione e l’esercizio dei depositi G.P.L. in serbatoi fissi di capacità superiore a 5 mc e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore ai 5.000 kg”* (G.U. n° 265 del 12.11.1994).

Nella stesura degli elaborati di progetto si è tenuto conto del DM 30 novembre 1983 *“Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi”* (G.U. n° 339 del 12.12.1983).

Il progetto risponde altresì a quanto prescritto dalla seguente normativa tecnica:

- Norma UNI 12845 *“Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione”* .
- Norma UNI 10779 CNVVF CPAI *“Impianti di estinzione incendi – reti di idranti – progettazione, installazione ed esercizio”* .
- Norma UNI 11292:2008 *“Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali”*.

## **PORTATA RICHIESTA DALL'IMPIANTO E DIMENSIONAMENTO RISERVA IDRICA**

Come da Decreto del Ministero dell'Interno del 13 ottobre 1994, la portata complessiva dell'impianto idrico antincendio dovrà essere almeno pari a quella necessaria per il funzionamento contemporaneo di tutti gli impianti di raffreddamento posti entro un raggio di 30 metri da quello, fra i possibili punti più pericolosi, che richiede la maggior portata d'acqua; a questa va aggiunta una portata fissa di 30 m<sup>3</sup>/h.

Gli impianti di raffreddamento saranno provvisti di ugelli nebulizzatori disposti in modo da proteggere le attrezzature di riempimento e la zona adiacente fino ad una distanza di 2 m.

### **PUNTO DI TRAVASO**

La superficie totale da nebulizzare per il punto di travaso G.P.L. è comprensiva della superficie totale esterna della cisterna sotto travaso, di maggiori dimensioni e delle apparecchiature di travaso e della proiezione orizzontale dell'area di sosta dell'ATB sotto travaso.

La superficie esterna della cisterna sotto travaso è pari a circa:

$$\text{Superf.}_{cisterna} = 2\pi rL = 2\pi \cdot 1,22 \text{ m} \cdot 13,30 \text{ m} = 102 \text{ m}^2$$

dove:

r è il raggio della cisterna pari a 1,22 m;

L è la lunghezza del serbatoio dell'autocisterna pari a 13,30 m.

La superficie dell'area di sosta per il travaso è pari a:

$$\text{Superf.}_{travaso} = 5,05 \text{ m} \cdot 18 \text{ m} = 90,9 \text{ m}^2$$

La superficie occupata dalla proiezione della cisterna è pari a:

$$\text{Superf.}_{proiez. cisterna} = L \cdot d = 13,30 \text{ m} \cdot 2,44 \text{ m} = 32,45 \text{ m}^2$$

dove:

d è il diametro della cisterna pari a 2,44 m;

L è la lunghezza del serbatoio dell'autocisterna pari a 13,30 m.

La superficie occupata dal piano stradale, detratta la proiezione dell'area della cisterna sotto travaso, è pari a:

$$\text{Superf.}_{piano stradale} = \text{Superf.}_{travaso} - \text{Superf.}_{proiez. cisterna} = 90,9 \text{ m}^2 - 32,45 \text{ m}^2 = 58,45 \text{ m}^2.$$

Pertanto, la portata  $Q_{\text{punto travaso}}$  richiesta risulta essere:

- per la nebulizzazione della cisterna, considerando una densità di scarica pari a 10 lt/min/m<sup>2</sup>, così come previsto dal D.M. 31 Ottobre 1994:

$$Q_{cisterna} = (\text{Superf.}_{cisterna} \cdot 10 \text{ lt/min m}^2) = 102 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ lt/min/m}^2 = 1.020 \text{ lt/min};$$

- per la superficie del piano stradale, detratta la proiezione dell'area della cisterna considerando una densità di scarica pari a 3 lt/min/m<sup>2</sup>, così come previsto dal D.M. 31 Ottobre 1994:
  - $Q_{piano\ stradale} = (Superf.piano\ stradale \cdot 3\text{ lt/min m}^2) = 58,45\text{ m}^2 \cdot 3\text{ lt/min/m}^2 = 175,35\text{ lt/min};$

sommando le due portate si ottiene la portata richiesta per il punto di travaso:

$$Q_{punto\ di\ travaso} = (1.020\text{ lt/min} + 175,35\text{ lt/min}) = 1.195,35\text{ lt/min} = 71,72\text{ m}^3/\text{h}.$$

### **ZONA IMBOTTIGLIAMENTO**

La superficie delle apparecchiature d'imbottigliamento è pari a circa 88,80 m<sup>2</sup> e la relativa densità di scarica pari a 10 lt/min/m<sup>2</sup> pertanto la portata d'acqua richiesta dalla zona imbottigliamento è data da:

$$Q_{imbottigliamento} = (Superf.imbottigliamento \cdot 10\text{ l/min m}^2) = 121\text{ m}^2 \cdot 10\text{ l/min/m}^2 = 1210\text{ l/min} = 72,6\text{ m}^3/\text{h}.$$

### **ZONA DEPOSITO BOMBOLE PIENE E/O VUOTE LOCALE IMBOTTIGLIAMENTO**

La superficie del deposito pieni e vuoti è pari a 113,1 m<sup>2</sup> e la relativa densità di scarica è di 3 lt/min/m<sup>2</sup>, pertanto la portata d'acqua richiesta dalla zona imbottigliamento è data da:

$$Q_{deposito\ p/v\ imb.} = (Superf.deposito\ p/v \cdot 3\text{ l/min} \cdot \text{m}^2) = 113,1\text{ m}^2 \cdot 3\text{ l/min/m}^2 = 339,3\text{ l/min} \cong 340\text{ l/min} = 20,4\text{ m}^3/\text{h}.$$

### **ZONA DEPOSITO BOMBOLE PIENE E/O VUOTE**

La superficie del deposito pieni e vuoti è pari a circa 140 m<sup>2</sup> e la relativa densità di scarica è di 3 lt/min/m<sup>2</sup>, pertanto la portata d'acqua richiesta dalla zona imbottigliamento è data da:

$$Q_{deposito\ p/v} = (Superf.deposito\ p/v \cdot 3\text{ l/min} \cdot \text{m}^2) = 140\text{ m}^2 \cdot 3\text{ l/min/m}^2 = 420\text{ l/min} = 25,20\text{ m}^3/\text{h}.$$

### **RETE ANTINCENDIO PERIMETRALE - IDRANTI UNI 70**

Considerando il tipo di stoccaggio, la rete idrante del tipo aperto secondo la norma UNI 10779 ed. 2014, ed un livello di pericolosità 3 secondo la stessa norma, al fine di dimensionare la portata si considereranno i 4 idranti DN 70 più sfavoriti per una portata cadauno di 300 l/min, per un totale di:

$$Q_{Idranti} = 1200\text{ l/min} = 72\text{ mc/h}.$$

La portata totale richiesta è quindi data dalla somma delle portate occorrenti: per il punto di travaso, per il deposito bombole, per il locale imbottigliamento, per la rete idranti e dalla portata fissa di 30 m<sup>3</sup>/h prescritta dal D.M. 13.10.84, cioè:

$$\begin{aligned} Q_{totale} &= (Q_{punto\ travaso} + Q_{imbottigliamento} + Q_{deposito\ p/v\ imb.} + Q_{deposito\ p/v} + Q_{idranti} + 30,00\ m^3/h) \\ &= (71,72 + 72,6 + 20,4 + 25,20 + 72 + 30,00)\ m^3/h = 295,46\ m^3/h. \end{aligned}$$

Dovendo assicurare la portata di progetto per un arco temporale non inferiore alle due ore, la capacità della riserva idrica non dovrà essere inferiore a:

$$V_{riserva\ idrica} = 2h \cdot 295,46\ m^3/h = 590,92\ m^3.$$

La portata è garantita poiché la riserva idrica antincendio (25x10x2,4) dell'impianto avrà una capacità di 600 m<sup>3</sup>.

## CALCOLO DELLE PARTI COSTITUENTI L'IMPIANTO

### PUNTO DI TRAVASO

Calcolata la portata complessiva richiesta dal punto di travaso, si determina il numero degli ugelli necessari alla protezione della zona. Si utilizzeranno degli ugelli nebulizzatori in ottone attacco da 3/4" con angolo di getto a 120° in grado di garantire una portata d'acqua a 3 bar di circa 30 litri al minuto.

$$N_{ugelli} = \frac{Q_{travaso}}{Q_{ugelli}} = \frac{1195,35 \text{ lt/min}}{30 \text{ lt/min}} = 39,845.$$

Il numero minimo degli ugelli necessari risulterà quindi pari a 40.

Ciascun ugello dovrà pertanto fornire una portata nominale di circa 30 lt/min.

Si procede al calcolo delle perdite di carico lungo il tratto di condotta che va dal collettore in uscita dalla sala pompe antincendio fino alla nebulizzazione e si verifica se le pompe dell'impianto antincendio sono in grado di garantire la portata e la pressione richiesta.

Si utilizza per la realizzazione delle tubazioni le seguenti tipologie di materiali:

- per il tratto interrato: tubi in polietilene ad alta densità MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 da 3" avente le seguenti caratteristiche:

$$\varnothing \text{ esterno} = 90 \text{ mm};$$

$$\varnothing \text{ interno} = 73,6 \text{ mm}.$$

- per il tratto fuori terra tubi in acciaio zincati del tipo Mannesman (UNI 8863 serie media) da 3", con le seguenti caratteristiche:

$$\varnothing \text{ esterno} = 88,9 \text{ mm};$$

$$\varnothing \text{ interno} = 80,9 \text{ mm}.$$

Il diametro teorico delle tubazioni, imponendo una velocità del fluido pari a 3 m/s, risulta dalla seguente relazione:

$$D_{Travaso} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = 0,092 \text{ m}.$$



Il valore di velocità del fluido all'interno della tubazione in polietilene risulta essere:

$$v = 4,68 \text{ m/s,}$$

mentre nella tubazione zincata:

$$v = 3,88 \text{ m/s.}$$

I valori della velocità nelle due tubazioni risultano quindi accettabili.

Il calcolo delle perdite di carico distribuite per unità di lunghezza viene effettuato applicando la formula di Hazen-Williams:

$$J = \frac{(6,05 \cdot Q^{1,85}) \cdot 10^{-5}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

dove:

J è la perdita di carico in metri di colonna d'acqua per metro di tubazione;

Q è la portata espressa in litri al minuto;

C è la costante dipendente dalla tipologia della tubazione utilizzata (120 per l'acciaio, 150 per il polietilene);

D è il diametro interno della tubazione espressa in millimetri.

Per quanto concerne il tratto interrato in polietilene, avremo una perdita di carico distribuita unitaria di:

$$J_{Pead (distribuite)} = \frac{6,05 \cdot 1195,35^{1,85} \cdot 10^{-5}}{150^{1,85} \cdot 73,6^{4,87}} = 0,0227 \text{ bar/m.}$$

Moltiplicando questo valore per la lunghezza prevista per il tratto in polietilene dal gruppo di pompaggio fino al punto di travaso pari a 28,97 metri, si ottiene:

$$\Delta H_{Pead (distribuite)} = J_{Pead (distribuite)} \cdot l = 0,0227 \text{ bar/m} \cdot 31,50 \text{ m} = 0,7177 \text{ bar.}$$

Si calcola ora la perdita di carico concentrata nelle due curve polietilene a 90° previste l'una subito a valle del primo giunto di transizione all'uscita del collettore delle pompe, l'altra in corrispondenza del secondo giunto di transizione previsto al travaso e le altre 2 lungo il percorso, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779 opportunamente moltiplicati per 1,51, valore valido per un coefficiente di Hazen Williams (C=150) per accessori in polietilene, per ottenere l'equivalenza in metri lineari:

$$\text{Lunghezza equivalente (curva in polietilene a } 90^\circ \text{ da } 3'') = 2,1 \cdot 1,51 = 3,171 \text{ m.}$$

Le perdite di carico localizzate possono essere pertanto equiparate alle perdite di carico distribuite di una tubazione della lunghezza di circa  $4 \cdot 3,171 \text{ m} = 12,684$  metri. Tale perdita di carico corrisponde, secondo il seguente calcolo a 0,2917 bar di caduta di pressione:

$$\Delta H_{\text{Pead (localizzate)}} = J_{\text{Pead (distribuite)}} \cdot l = 0,0027 \text{ bar/m} \cdot 12,684 \text{ m} = 0,289 \text{ bar.}$$

Alla fine della tubazione in polietilene, la conduttura esce fuori terra in acciaio zincato di tipo Mannesmann del diametro di 3'', di cui calcoliamo le perdite di carico.

Questa dovrebbe svilupparsi per una lunghezza di circa 5 metri in verticale di colonna e 5 metri di collegamento tra la colonna e la nebulizzazione ed il tratto di tubazione che dal collettore si collega alla tubazione in polietilene interrata con al massimo tre curve a 90°.

Per quanto concerne le perdite di carico distribuite, queste possono essere calcolate sempre con la formula di Hazen-Williams:

$$J = \frac{6,05 \cdot Q^{1,85} \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = \frac{6,05 \cdot 1195,35^{1,85} \cdot 10^5}{120^{1,85} \cdot 80,9^{4,87}} = 0,0217 \text{ bar/m.}$$

Pertanto, per il tratto lungo 10 metri, costituito dal collegamento in orizzontale e dalla colonna, avremo le seguenti perdite di carico distribuite:

$$\Delta H_{\text{Zincato (distribuite)}} = J \cdot L = 0,0217 \text{ bar/m} \cdot 10 \text{ m} = 0,2172 \text{ bar.}$$

La stessa condotta zincata avendo uno sviluppo di circa 5 m in verticale provoca una perdita di carico di:

$$\Delta H_{\text{Altezza piezometrica}} = 0,5 \text{ bar.}$$

Le perdite localizzate possono essere rappresentate da n° 1 curva a 90°, che avendo una lunghezza di tubazione equivalente pari a 2,1 metri, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779, comporta una perdita di carico di:

$$\Delta H_{Zincato (localizzate)} = 0,0217 \text{ bar/m} \cdot 2,1 \text{ m} = 0,138 \text{ bar.}$$

Si calcola ora il diametro dei braccetti che portano agli ugelli nebulizzatori:

$$D_{Braccetti} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = 0,014 \text{ m,}$$

dove si è imposto una velocità di 3 m/sec e una portata:  $Q = Q_{travaso}/n_{ugelli} = 1195,35/40 = 29,88 \text{ l/min.}$

Si utilizza un diametro delle tubazioni di alimentazione ugelli di 3/4 pollice (DN 20) e si definisce una lunghezza massima per ogni braccetto pari a 5 cm in modo tale che le perdite di carico, in questa zona molto elevate, non diventino significative.

$$J = \frac{6,05 \cdot Q^{1,85} \cdot 10^{-5}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = \frac{6,05 \cdot 29,88^{1,85} \cdot 10^{-5}}{120^{1,85} \cdot 20^{4,87}} = 0,00213 \text{ bar/m}$$

dove:

J è la perdita di carico in metri di colonna d'acqua per metro di tubazione;

Q è la portata espressa in litri al minuto;

C è la costante dipendente dalla tipologia della tubazione utilizzata (120 per l'acciaio)

D è il diametro interno della tubazione espressa in millimetri.

I braccetti da 3/4 pollice si estendono per 0,05 m, ed essendo 40 rappresentano:  $l = 0,05 \cdot 40 = 2 \text{ metri}$  di tubazione, che comporta una perdita di carico di:

$$\Delta H_{Braccetti} = 0,00213 \text{ bar/m} \cdot 2 \text{ m} = 0,004263 \text{ bar.}$$

Calcoliamo adesso le portate e le relative perdite di carico in corrispondenza di ogni singolo tratto della tubazione zincata da 3" lunga circa 18 metri posta sopra il travaso, supponendo di alimentarla in mezzeria, e considerando una distanza di 45 centimetri tra i braccetti.

Tratto 0-1	$Q = 595,675 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{0-1} = 0,006026 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,002712 \text{ bar},$
Tratto 1-2	$Q = 567,795 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{1-2} = 0,005480 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,002466 \text{ bar},$
Tratto 2-3	$Q = 537,915 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{2-3} = 0,004959 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,002231 \text{ bar},$
Tratto 3-4	$Q = 508,035 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{3-4} = 0,004461 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,002008 \text{ bar},$
Tratto 4-5	$Q = 478,155 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{4-5} = 0,003988 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001795 \text{ bar},$
Tratto 5-6	$Q = 448,275 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{5-6} = 0,003539 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001593 \text{ bar},$
Tratto 6-7	$Q = 418,395 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{6-7} = 0,003115 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001402 \text{ bar},$
Tratto 7-8	$Q = 388,515 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{7-8} = 0,002716 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001222 \text{ bar},$
Tratto 8-9	$Q = 358,635 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{8-9} = 0,002342 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001054 \text{ bar},$
Tratto 9-10	$Q = 328,755 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{9-10} = 0,001994 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000897 \text{ bar},$
Tratto 10-11	$Q = 298,875 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{10-11} = 0,001672 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000752 \text{ bar},$
Tratto 11-12	$Q = 268,995 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{11-12} = 0,001376 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000619 \text{ bar},$
Tratto 12-13	$Q = 239,115 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{12-13} = 0,001107 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000498 \text{ bar},$
Tratto 13-14	$Q = 209,235 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{13-14} = 0,000864 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000389 \text{ bar},$
Tratto 14-15	$Q = 179,355 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{14-15} = 0,000650 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000293 \text{ bar}.$
Tratto 15-16	$Q = 149,475 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{15-16} = 0,000464 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000209 \text{ bar}$
Tratto 16-17	$Q = 119,595 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{16-17} = 0,000307 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000138 \text{ bar},$
Tratto 17-18	$Q = 89,715 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{17-18} = 0,000180 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000081 \text{ bar},$
Tratto 18-19	$Q = 59,835 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{18-19} = 0,000085 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000038 \text{ bar},$
Tratto 19-20	$Q = 29,955 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{19-20} = 0,000024 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000011 \text{ bar},$
Tratto 0-21	$Q = 595,675 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{0-21} = 0,006026 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,002712 \text{ bar}$
Tratto 21-22	$Q = 567,795 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{21-22} = 0,005480 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,002466 \text{ bar},$
Tratto 22-23	$Q = 537,915 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{22-23} = 0,004959 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,002231 \text{ bar},$
Tratto 23-24	$Q = 508,035 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{23-24} = 0,004461 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,002008 \text{ bar},$
Tratto 24-25	$Q = 478,155 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{24-25} = 0,003988 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001795 \text{ bar},$
Tratto 25-26	$Q = 448,275 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{25-26} = 0,003539 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001593 \text{ bar},$
Tratto 26-27	$Q = 418,395 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{26-27} = 0,003115 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001402 \text{ bar},$
Tratto 27-28	$Q = 388,515 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{27-28} = 0,002716 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001222 \text{ bar},$
Tratto 28-29	$Q = 358,635 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{28-29} = 0,002342 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,001054 \text{ bar},$

Tratto 29-30	Q = 328,755 litri/min	$\Delta H_{29-30} = 0,001994 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000897 \text{ bar}$ ,
Tratto 30-31	Q = 298,875 litri/min	$\Delta H_{30-31} = 0,001672 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000752 \text{ bar}$ ,
Tratto 31-32	Q = 268,995 litri/min	$\Delta H_{31-32} = 0,001376 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000619 \text{ bar}$ ,
Tratto 32-33	Q = 239,115 litri/min	$\Delta H_{32-33} = 0,001107 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000498 \text{ bar}$ ,
Tratto 33-34	Q = 209,235 litri/min	$\Delta H_{33-34} = 0,000864 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000389 \text{ bar}$ ,
Tratto 34-35	Q = 179,355 litri/min	$\Delta H_{34-35} = 0,000650 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000293 \text{ bar}$ .
Tratto 35-36	Q = 149,475 litri/min	$\Delta H_{35-36} = 0,000464 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000209 \text{ bar}$
Tratto 36-37	Q = 119,595 litri/min	$\Delta H_{36-37} = 0,000307 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000138 \text{ bar}$ ,
Tratto 37-38	Q = 89,715 litri/min	$\Delta H_{37-38} = 0,000180 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000081 \text{ bar}$ ,
Tratto 38-39	Q = 59,835 litri/min	$\Delta H_{38-39} = 0,000085 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000038 \text{ bar}$ ,
Tratto 39-40	Q = 29,955 litri/min	$\Delta H_{39-40} = 0,000024 \text{ bar/m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,000011 \text{ bar}$ .

Sommando le perdite di tutti i tratti del tubo zincato da 3" della nebulizzazione si ottiene una perdita di carico di circa 0,02041 bar.

Le perdite di carico distribuite per la tubazione zincata sono date dalla somma del tratto da 10 metri di collegamento (0,2172 bar), dai braccetti da 3/4" (0,04263 bar), dalla differenza di quota piezometrica (0,5 bar) e dal tubo della nebulizzazione (0,02041 bar), per un totale:

$$\Delta H_{\text{Zincato (distribuite totali)}} = 0,7802 \text{ bar}.$$

Sommando ora tutte le perdite di carico riscontrate si verifica se le pompe antincendio da utilizzare sono in grado di garantire i 4 bar alla nebulizzazione.

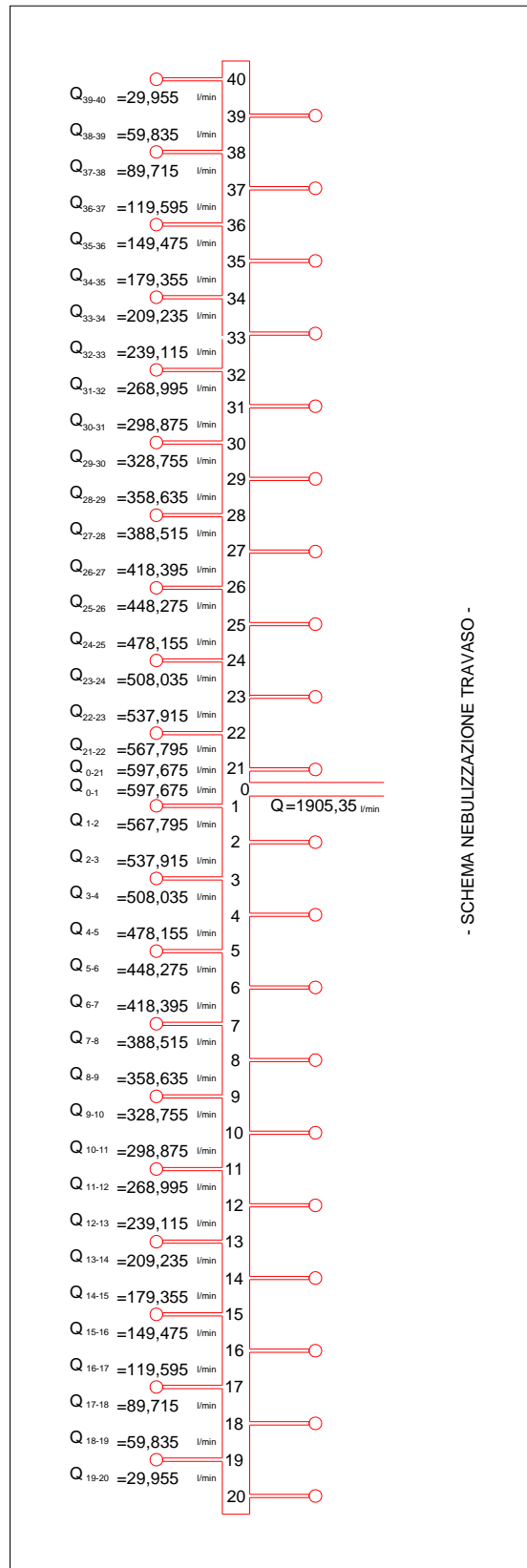
$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{Totale}} &= \Delta H_{\text{Pead (distribuite)}} + \Delta H_{\text{Pead (localizzate)}} + \Delta H_{\text{Zincato (distribuite totali)}} + \Delta H_{\text{Zincato (localizzate)}} = \\ &= (0,7177 \text{ bar} + 0,289 \text{ bar} + 0,7802 \text{ bar} + 0,138 \text{ bar}) = 1,9249 \text{ bar}. \end{aligned}$$

Dal momento che le pompe hanno una prevalenza di circa 9,5 bar, la pressione residua all'ugello di almeno 4 bar risulta garantita.

Riepilogando nel punto di travaso saranno utilizzati:

- Tubo in polietilene MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 da 3" per quanto riguarda la tubazione interrata;
- Tubo zincato da 3" per quanto riguarda la tubazione fuori terra;
- Tubo zincato da  $\frac{3}{4}$ " per quanto riguarda l'alimentazione degli ugelli nebulizzatori;
- Ugelli nebulizzatori in ottone attacco da  $\frac{3}{4}$ " con angolo di getto a  $120^\circ$  in grado di garantire una portata d'acqua a 3 bar di circa 30 litri al minuto.

## SCHEMA NEBULIZZAZIONE TRAVASO



## LOCALE IMBOTTIGLIAMENTO

Calcolata la portata complessiva richiesta del locale imbottigliamento, si determina il numero degli ugelli necessari per irrorare la zona. Si utilizzeranno degli ugelli nebulizzatori in ottone attacco da ¾" con angolo di getto a 120° in grado di garantire una portata d'acqua a 3 bar di circa 30 litri al minuto.

$$N_{ugelli} = \frac{Q_{imbottigliamento}}{Q_{ugelli}} = \frac{1210 \text{ lt/min}}{30 \text{ lt/min}} = 40,33$$

Tenendo conto della geometria dell'impianto di raffreddamento, saranno necessari 51 ugelli.

Ciascun ugello dovrà pertanto fornire una portata pari a:

$$Q_{ugelli} = \frac{Q_{imbottigliamento}}{51} = \frac{1210 \text{ lt/min}}{51} = 23,725 \text{ lt/min.}$$

Si procede al calcolo delle perdite di carico lungo il tratto di condotta che va dal collettore in uscita dalla sala pompe antincendio fino alla nebulizzazione e si verifica se le pompe dell'impianto antincendio sono in grado di garantire la pressione richiesta.

Il diametro teorico delle tubazioni, imponendo una velocità del fluido pari a 3 m/s, risulta dalla seguente relazione:

$$D_{imbottigliamento} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = 0,0925 \text{ m.}$$

Si utilizza per la realizzazione delle tubazioni le seguenti tipologie di materiali:

- per il tratto interrato una tubazione in polietilene ad alta densità MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 da 3" avente le seguenti caratteristiche:

$$\varnothing \text{ esterno} = 90 \text{ mm;}$$

$$\varnothing \text{ interno} = 73,6 \text{ mm.}$$

- per il tratto fuori terra tubi in acciaio zincati del tipo Mannesman (UNI 8863 serie media) da 3", con le seguenti caratteristiche:

$$\varnothing \text{ esterno} = 88,9 \text{ mm;}$$

$$\varnothing \text{ interno} = 80,9 \text{ mm.}$$

Il valore di velocità del fluido all'interno della tubazione in polietilene risulta essere:



$$v = 4,742 \text{ m/s,}$$

mentre per il tratto zincato:

$$v = 3,925 \text{ m/s,}$$

I valori della velocità reale all'interno delle tubazioni risultano accettabili.

Il calcolo delle perdite di carico distribuite per unità di lunghezza viene effettuato sempre applicando la formula di Hazen-Williams:

$$J = \frac{(6,05 \cdot Q^{1,85}) \cdot 10^{-5}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

dove:

J è la perdita di carico in metri di colonna d'acqua per metro di tubazione;

Q è la portata espressa in litri al minuto;

C è la costante dipendente dalla tipologia della tubazione utilizzata (120 per l'acciaio, 150 per il polietilene);

D è il diametro interno della tubazione espressa in millimetri.

Per quanto concerne il tratto interrato in polietilene, avremo una perdita di carico distribuita unitaria di:

$$J_{\text{Pead (distribuite)}} = \frac{6,05 \cdot 1210^{1,85} \cdot 10^{-5}}{150^{1,85} \cdot 73,6^{4,87}} = 0,023 \text{ bar/m.}$$

Moltiplicando questo valore per la lunghezza prevista per le relative tubazioni in Pead dal gruppo di pompaggio al punto di imbottigliamento, si ottiene:

$$\Delta H_{\text{Pead (distribuite)}} = 0,023 \text{ bar/m} \cdot 49,24 \text{ m} = 1,1475 \text{ bar}$$

Si calcola ora la perdita di carico concentrata nelle due curve polietilene a 90° previste l'una subito a valle del primo giunto di transizione all'uscita del collettore delle pompe, l'altra in corrispondenza del secondo giunto di transizione previsto all'uscita in prossimità del locale imbottigliamento, e nelle 3 curve a 90° lungo il percorso della tubazione, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779 opportunamente moltiplicati per 1,51, valore valido per un coefficiente di Hazen Williams (C=150) per accessori in polietilene, per ottenere l'equivalenza in metri lineari:

$$\text{Lunghezza equivalente (curva polietilene a } 90^\circ \text{ 3'')} = 2,1 \cdot 1,51 = 3,171 \text{ m}$$

Le perdite di carico localizzate possono essere pertanto equiparate alle perdite di carico distribuite di una tubazione della lunghezza di circa  $5 \cdot 3,171 \text{ m} = 15,855 \text{ metri}$ . Tale perdita di carico corrisponde, secondo il seguente calcolo a 0,2917 bar di caduta di pressione:

$$\Delta H_{\text{Pead (localizzate)}} = 0,023 \text{ bar/m} \cdot 15,855 \text{ m} = 0,364 \text{ bar}$$

Alla fine della tubazione in polietilene, la condotta esce fuori terra in acciaio zincato di tipo Mannesmann del diametro di 3". Calcoliamo adesso le perdite di carico di questa tubazione che dovrebbe svilupparsi per una lunghezza di circa 9,53 metri in orizzontale per collegare la colonna con la maglia nebulizzatrice e circa 5 metri in verticale, con al massimo una curva a 90°.

Per quanto concerne le perdite di carico distribuite, queste possono essere calcolate sempre con la formula di Hazen-Williams:

$$J = \frac{6,05 \cdot Q^{1,85} \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = \frac{6,05 \cdot 1210^{1,85} \cdot 10^5}{120^{1,85} \cdot 80,9^{4,87}} = 0,022 \text{ bar/m}$$

Pertanto, per il tratto lungo circa 12,30 metri avremo le perdite di carico distribuite pari a

$$\Delta H_{\text{Zincato (distribuite)}} = 0,022 \text{ bar/m} \cdot 9,53 \text{ m} = 0,2117 \text{ bar.}$$

La condotta zincata avendo anche uno sviluppo di circa 5 m in verticale provoca una perdita di carico di:

$$\Delta H_{\text{Altezza piezometrica}} = 0,5 \text{ bar.}$$

Le perdite localizzate possono essere rappresentate, al massimo da n° 1 curva a 90° da 3", avente una lunghezza di tubazione equivalente pari a 2,1 metri, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779, pertanto comporterà una perdita di carico di:

$$\Delta H_{Zincato (localizzate collegamento)} = 0,022 \text{ bar/m} \cdot 2,1 \text{ m} = 0,0462 \text{ bar.}$$

Si calcola ora il diametro dei braccetti che portano agli ugelli nebulizzatori:

$$D_{Braccetti} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = 0,0129 \text{ m}$$

dove si è imposto una velocità di 3 m/sec e una portata:  $Q = Q_{imbottigliamento} / n_{ugelli} = 1210 / 51 = 23,725 \text{ l/min.}$

Si utilizza un diametro delle tubazioni di alimentazione ugelli di 3/4 pollice (DN 20) e si definisce una lunghezza massima per ogni braccetto pari a 5 cm in modo tale che le perdite di carico, in questa zona molto elevate, non diventino significative.

$$J = \frac{6,05 \cdot Q^{1,85} \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = \frac{6,05 \cdot 23,725^{1,85} \cdot 10^5}{120^{1,85} \cdot 20^{4,87}} = 0,0139 \text{ bar/m}$$

I braccetti da 3/4" si estendono per 0,05 m, ed essendo 51 rappresentano circa 2,55 metri di tubazione, che comporta una perdita di carico di:

$$\Delta H_{Braccetti} = 0,0139 \text{ bar/m} \cdot 2,55 \text{ m} = 0,0354 \text{ bar.}$$

Calcoliamo adesso le portate e le relative perdite di carico in corrispondenza di ogni singolo tratto della maglia zincata da 3" a protezione del locale imbottigliamento, supponendo di alimentarla in mezzeria e considerando la distanza tra i braccetti di 0,8 m:

Tratto 0-1	Q = 563,481 litri/min	$\Delta H_{0-1} = 0,005404 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,008916 \text{ bar,}$
Tratto 0-36	Q = 83,037 litri/min	$\Delta H_{0-36} = 0,000156 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000258 \text{ bar,}$
Tratto 36-37	Q = 59,312 litri/min	$\Delta H_{36-37} = 0,000084 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000138 \text{ bar,}$
Tratto 37-38	Q = 35,587 litri/min	$\Delta H_{37-38} = 0,000033 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000054 \text{ bar,}$
Tratto 38-39	Q = 11,862 litri/min	$\Delta H_{38-39} = 0,000004 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000007 \text{ bar,}$

Tratto 1-2	$Q = 539,756$ litri/min	$\Delta H_{1-2} = 0,004990$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,003992 bar,
Tratto 2-3	$Q = 516,031$ litri/min	$\Delta H_{2-3} = 0,004592$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,003674 bar,
Tratto 3-43	$Q = 83,037$ litri/min	$\Delta H_{3-43} = 0,000156$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000125bar,
Tratto 43-44	$Q = 59,312$ litri/min	$\Delta H_{43-44} = 0,000084$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000067 bar,
Tratto 44-45	$Q = 35,587$ litri/min	$\Delta H_{44-45} = 0,000033$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000026 bar,
Tratto 45-46	$Q = 11,862$ litri/min	$\Delta H_{45-46} = 0,000004$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000003 bar,
Tratto 3-4	$Q = 432,993$ litri/min	$\Delta H_{3-4} = 0,003319$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,002655 bar,
Tratto 4-5	$Q = 409,268$ litri/min	$\Delta H_{4-5} = 0,002991$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,002393 bar,
Tratto 5-6	$Q = 385,543$ litri/min	$\Delta H_{5-6} = 0,002678$ bar/m $\cdot 1,6$ m = 0,004285 bar,
Tratto 6-7	$Q = 361,818$ litri/min	$\Delta H_{6-7} = 0,002381$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,001905 bar,
Tratto 7-8	$Q = 338,093$ litri/min	$\Delta H_{7-8} = 0,002120$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,001680 bar,
Tratto 8-9	$Q = 314,368$ litri/min	$\Delta H_{8-9} = 0,001836$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,001469 bar,
Tratto 9-10	$Q = 290,643$ litri/min	$\Delta H_{9-10} = 0,001588$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,001270 bar,
Tratto 10-11	$Q = 266,918$ litri/min	$\Delta H_{10-11} = 0,001356$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,001085 bar,
Tratto 11-12	$Q = 243,193$ litri/min	$\Delta H_{11-12} = 0,001142$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000913 bar,
Tratto 12-13	$Q = 219,468$ litri/min	$\Delta H_{12-13} = 0,000944$ bar/m $\cdot 1,6$ m = 0,001511 bar,
Tratto 13-14	$Q = 195,743$ litri/min	$\Delta H_{13-14} = 0,000764$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000611 bar,
Tratto 14-15	$Q = 172,018$ litri/min	$\Delta H_{14-15} = 0,000602$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000481 bar,
Tratto 15-49	$Q = 83,037$ litri/min	$\Delta H_{15-49} = 0,000156$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000125 bar,
Tratto 49-48	$Q = 59,312$ litri/min	$\Delta H_{49-48} = 0,000084$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000067 bar,
Tratto 48-47	$Q = 35,587$ litri/min	$\Delta H_{48-47} = 0,000033$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000026 bar,
Tratto 47-46	$Q = 11,862$ litri/min	$\Delta H_{47-46} = 0,000004$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000003 bar,
Tratto 15-16	$Q = 88,981$ litri/min	$\Delta H_{15-16} = 0,000178$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000142 bar,
Tratto 16-17	$Q = 65,256$ litri/min	$\Delta H_{16-17} = 0,000100$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000080 bar,
Tratto 17-18	$Q = 41,531$ litri/min	$\Delta H_{17-18} = 0,000043$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000035 bar,
Tratto 18-42	$Q = 83,037$ litri/min	$\Delta H_{18-42} = 0,000156$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000125 bar,
Tratto 42-41	$Q = 59,312$ litri/min	$\Delta H_{42-41} = 0,000084$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000067 bar,
Tratto 41-40	$Q = 35,587$ litri/min	$\Delta H_{41-40} = 0,000033$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000026 bar,
Tratto 40-39	$Q = 11,862$ litri/min	$\Delta H_{40-39} = 0,000004$ bar/m $\cdot 0,8$ m = 0,000003 bar,

Tratto 0-35	Q = 563,481 litri/min	$\Delta H_{0-35} = 0,005404 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,004323 \text{ bar},$
Tratto 35-34	Q = 539,756 litri/min	$\Delta H_{35-34} = 0,004990 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,003992 \text{ bar},$
Tratto 34-33	Q = 516,031 litri/min	$\Delta H_{34-33} = 0,004592 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,003674 \text{ bar},$
Tratto 33-50	Q = 83,037 litri/min	$\Delta H_{33-50} = 0,000156 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000125 \text{ bar},$
Tratto 50-51	Q = 59,312 litri/min	$\Delta H_{50-51} = 0,000084 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000067 \text{ bar},$
Tratto 51-52	Q = 35,587 litri/min	$\Delta H_{51-52} = 0,000033 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000026 \text{ bar},$
Tratto 52-53	Q = 11,862 litri/min	$\Delta H_{52-53} = 0,000004 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000003 \text{ bar},$
Tratto 33-32	Q = 432,993 litri/min	$\Delta H_{33-32} = 0,003319 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,002655 \text{ bar},$
Tratto 32-31	Q = 409,268 litri/min	$\Delta H_{32-31} = 0,002991 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,002393 \text{ bar},$
Tratto 31-30	Q = 385,543 litri/min	$\Delta H_{31-30} = 0,002678 \text{ bar/m} \cdot 1,6 \text{ m} = 0,004285 \text{ bar},$
Tratto 30-29	Q = 361,818 litri/min	$\Delta H_{30-29} = 0,002381 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,001905 \text{ bar},$
Tratto 29-28	Q = 338,093 litri/min	$\Delta H_{29-28} = 0,002100 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,001680 \text{ bar},$
Tratto 28-27	Q = 314,368 litri/min	$\Delta H_{28-27} = 0,001836 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,001469 \text{ bar},$
Tratto 27-26	Q = 290,643 litri/min	$\Delta H_{27-26} = 0,001588 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,001270 \text{ bar},$
Tratto 26-25	Q = 266,918 litri/min	$\Delta H_{26-25} = 0,001356 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,001085 \text{ bar},$
Tratto 25-24	Q = 243,193 litri/min	$\Delta H_{25-24} = 0,001142 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000913 \text{ bar},$
Tratto 24-23	Q = 219,468 litri/min	$\Delta H_{24-23} = 0,000944 \text{ bar/m} \cdot 1,6 \text{ m} = 0,001511 \text{ bar},$
Tratto 23-22	Q = 195,743 litri/min	$\Delta H_{23-22} = 0,000764 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000611 \text{ bar},$
Tratto 22-21	Q = 172,018 litri/min	$\Delta H_{22-21} = 0,000602 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000481 \text{ bar},$
Tratto 21-56	Q = 83,0375 litri/min	$\Delta H_{21-56} = 0,000156 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000125 \text{ bar},$
Tratto 56-55	Q = 59,312 litri/min	$\Delta H_{56-55} = 0,000084 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000067 \text{ bar},$
Tratto 55-54	Q = 35,58 litri/min	$\Delta H_{55-54} = 0,000033 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000026 \text{ bar},$
Tratto 54-53	Q = 11,862 litri/min	$\Delta H_{54-53} = 0,000004 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000003 \text{ bar},$
Tratto 21-20	Q = 88,981 litri/min	$\Delta H_{21-20} = 0,000178 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000142 \text{ bar},$
Tratto 20-19	Q = 65,256 litri/min	$\Delta H_{20-19} = 0,000100 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000080 \text{ bar},$
Tratto 19-18	Q = 41,531 litri/min	$\Delta H_{19-18} = 0,000043 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000035 \text{ bar}.$

Sommando le perdite di tutti i tratti del tubo zincato da 3" della nebulizzazione si ottiene una perdita di carico di circa 0,0663 bar.

Le perdite di carico localizzate in questa maglia sono rappresentate da n° 4 gomiti da 3" a 90°, ed avendo una curva la lunghezza di tubazione equivalente pari a 2,1 metri, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779, risultano essere pari a:

Tratto 5-6	Q = 385,543 litri/min	$\Delta H_{5-6} = 0,02678 \text{ bar/m} \cdot 2,1 \text{ m} = 0,00562 \text{ bar},$
Tratto 12-13	Q = 219,468 litri/min	$\Delta H_{12-13} = 0,000944 \text{ bar/m} \cdot 2,1 \text{ m} = 0,00198 \text{ bar},$
Tratto 31-30	Q = 385,543 litri/min	$\Delta H_{31-30} = 0,02678 \text{ bar/m} \cdot 2,1 \text{ m} = 0,00562 \text{ bar},$
Tratto 24-23	Q = 219,468 litri/min	$\Delta H_{24-23} = 0,000944 \text{ bar/m} \cdot 2,1 \text{ m} = 0,00198 \text{ bar},$

per un totale di:

$$\Delta H_{\text{localizzate maglia nebulizzazione}} = 0,0152 \text{ bar.}$$

Le perdite di carico distribuite per la tubazione zincata dal raccordo in polietilene alla maglia nebulizzatrice sono date dalla somma del tratto di 9,53 metri di collegamento (0,2117 bar), dai braccetti da 3/4" (0,354 bar), dalla differenza di quota piezometrica (0,5 bar) e dalla tubazione della nebulizzazione (0,0663 bar), per un totale

$$\Delta H_{\text{Zincato (distribuite totali)}} = 0,7594 \text{ bar}$$

Le perdite di carico localizzate per la tubazione zincata sono date dalla somma delle perdite di carico localizzate lungo la tubazione zincata di collegamento dalla tubazione di polietilene alla maglia di nebulizzazione (0,0462 bar) e delle perdite localizzate lungo la maglia di nebulizzazione (0,0152 bar) per un totale:

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{Zincato (localizzate totali)}} &= \Delta H_{\text{Zincato (localizzate collegamento)}} + \Delta H_{\text{localizzate maglia nebulizzazione}} = \\ &= 0,0462 \text{ bar} + 0,0152 \text{ bar} = 0,0614 \text{ bar} \end{aligned}$$

Sommando ora tutte le perdite di carico riscontrate si verifica se le pompe antincendio da utilizzare sono in grado di garantire i 4 bar alla nebulizzazione.

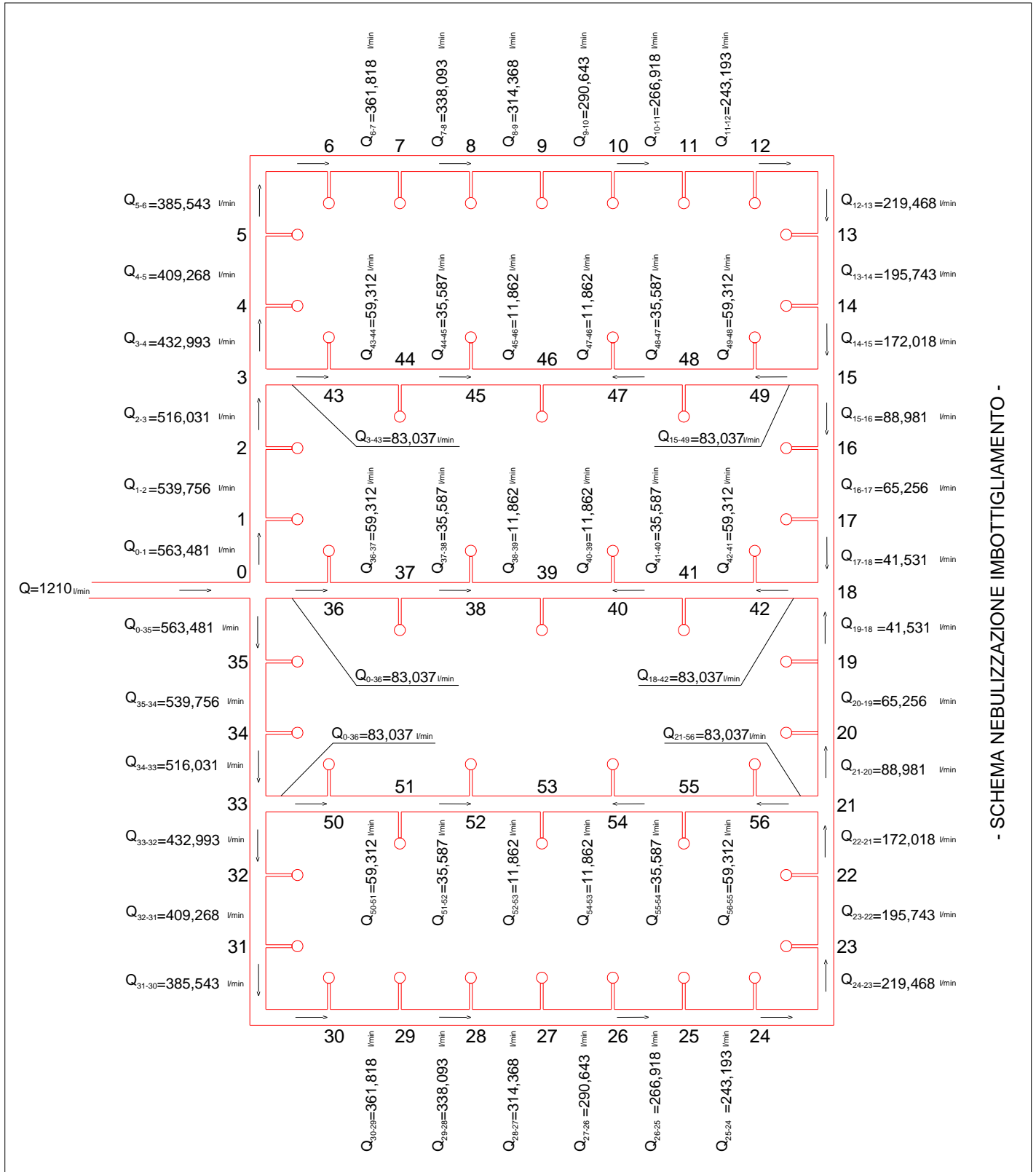
$$\begin{aligned}\Delta H_{Totale} &= \Delta H_{Pead (distribuite)} + \Delta H_{Pead (localizzate)} + \Delta H_{Zincato (distribuite totali)} + \Delta H_{Zincato (localizzate totali)} = \\ &= (1,1475 \text{ bar} + 0,364 \text{ bar} + 0,8134 \text{ bar} + 0,0614 \text{ bar}) = 2,3863 \text{ bar}.\end{aligned}$$

Dal momento che le pompe hanno una prevalenza di circa 8 bar, la pressione residua all'ugello di almeno 4 bar risulta garantita.

Riepilogando nel locale imbottigliamento saranno utilizzati:

- Tubo in polietilene MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 da 3" per quanto riguarda la tubazione interrata;
- Tubo zincato da 3" per quanto riguarda la tubazione fuori terra;
- Tubo zincato da ¾" per quanto riguarda l'alimentazione degli ugelli nebulizzatori;
- Ugelli nebulizzatori in ottone attacco da ¾" con angolo di getto a 120° in grado di garantire una portata d'acqua a 3 bar di circa 30 litri al minuto.

## SCHEMA NEBULIZZAZIONE IMBOTTIGLIAMENTO



- SCHEMA NEBULIZZAZIONE IMBOTTIGLIAMENTO -



## LOCALE DEPOSITO TEMPORANEO BOMBOLE PIENE E VUOTE IMBOTTIGLIAMENTO

Calcolata la portata complessiva richiesta del locale deposito temporaneo bombole piene e vuote, si determina il numero degli ugelli necessari per irrorare la zona. Si utilizzeranno degli ugelli nebulizzatori in ottone attacco da ¾" con angolo di getto a 120° in grado di garantire una portata d'acqua a 3 bar di circa 30 litri al minuto.

$$N_{\text{ugelli}} = \frac{Q_{\text{Deposito P/V Imb.}}}{Q_{\text{ugelli}}} = \frac{340 \text{ lt/min}}{30 \text{ lt/min}} = 11,33$$

Tenendo conto della geometria dell'impianto di raffreddamento, saranno necessari 41 ugelli.

Ciascun ugello dovrà pertanto fornire una portata pari a:

$$Q_{\text{ugelli}} = \frac{Q_{\text{Deposito P/V Imb.}}}{41} = \frac{340}{41} = 8,292 \text{ lt/min.}$$

Si procede al calcolo delle perdite di carico lungo il tratto di condotta che va dal collettore in uscita dalla sala pompe antincendio fino alla nebulizzazione e si verifica se le pompe dell'impianto antincendio sono in grado di garantire la pressione richiesta.

Il diametro teorico delle tubazioni, imponendo una velocità del fluido pari a 3 m/s, risulta dalla seguente relazione:

$$D_{\text{deposito temp P/V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = 0,049 \text{ m.}$$

Si utilizza per la realizzazione delle tubazioni le seguenti tipologie di materiali:

- per il tratto interrato una tubazione in polietilene ad alta densità MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 2" avente le seguenti caratteristiche:

$$\varnothing \text{ esterno} = 63 \text{ mm};$$

$$\varnothing \text{ interno} = 51,4 \text{ mm.}$$

- per il tratto fuori terra tubi in acciaio zincati del tipo Mannesman (UNI 8863 serie media) da 2", con le seguenti caratteristiche:

$$\varnothing \text{ esterno} = 60,8 \text{ mm};$$

$$\varnothing \text{ interno} = 53,5 \text{ mm.}$$

Il valore di velocità del fluido all'interno della tubazione in polietilene risulta essere:

$$v = 2,732 \text{ m/s,}$$

mentre nella tubazione zincata:

$$v = 2,522 \text{ m/s}$$

I valori della velocità nelle due tubazioni risultano accettabili.

Il calcolo delle perdite di carico distribuite per unità di lunghezza viene effettuato applicando la formula di Hazen-Williams:

$$J = \frac{(6,05 \cdot Q^{1,85}) \cdot 10^{-5}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

dove:

J è la perdita di carico in metri di colonna d'acqua per metro di tubazione;

Q è la portata espressa in litri al minuto;

C è la costante dipendente dalla tipologia della tubazione utilizzata (120 per l'acciaio, 150 per il polietilene);

D è il diametro interno della tubazione espressa in millimetri.

Per quanto concerne il tratto interrato in polietilene, avremo una perdita di carico distribuita unitaria di:

$$J_{Pead} = \frac{6,05 \cdot 340^{1,85} \cdot 10^5}{150^{1,85} \cdot 51,4^{4,87}} = 0,01278 \text{ bar/m.}$$

Moltiplicando questo valore per la lunghezza prevista per le relative tubazioni in polietilene dal gruppo di pompaggio al punto di travaso, si ottiene:

$$\Delta H_{Pead} (distribuite) = 0,01278 \text{ bar/m} \cdot 33,44 \text{ m} = 0,4276 \text{ bar.}$$

Si calcola ora la perdita di carico concentrata nelle due curve polietilene a 90° previste l'una subito a valle del primo giunto di transizione all'uscita del collettore delle pompe, l'altra in corrispondenza del secondo giunto di transizione previsto all'uscita in prossimità del deposito temporaneo bombole piene e vuote, e nelle 3 curve a 90° lungo il percorso della tubazione, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779 opportunamente moltiplicati per 1,51, valore valido per un coefficiente di Hazen Williams (C=150) per accessori in polietilene, per ottenere l'equivalenza in metri lineari:

$$\text{Lunghezza equivalente (curva polietilene a } 90^\circ \text{ 2'')} = 2,265 \text{ m.}$$

Le perdite di carico localizzate possono essere pertanto equiparate alle perdite di carico distribuite di una tubazione della lunghezza di 11,325 metri. Tale perdita di carico corrisponde, secondo il seguente calcolo a 0,2741 bar di caduta di pressione.

$$\Delta H_{\text{Pead (localizzate)}} = 0,02420 \text{ bar/m} \cdot 11,325 \text{ m} = 0,2741 \text{ bar.}$$

Alla fine della tubazione in polietilene, la condotta esce fuori terra in acciaio zincato di tipo Mannesmann del diametro di 2". Calcoliamo adesso le perdite di carico di questa tubazione che dovrebbe svilupparsi per una lunghezza di circa 9,20 metri in orizzontale per collegare la colonna con la maglia nebulizzatrice e circa 5 metri in verticale, con al massimo due curve a 90°.

Per quanto concerne le perdite di carico distribuite, queste possono essere calcolate con la formula di Hazen-Williams:

$$J_{\text{Zincato}} = \frac{6,05 \cdot Q^{1,85} \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = \frac{6,05 \cdot 340^{1,85} \cdot 10^5}{120^{1,85} \cdot 53,5^{4,87}} = 0,01590 \text{ bar/m.}$$

Pertanto, per il tratto di circa 7,56 metri avremo le perdite di carico distribuite pari a:

$$\Delta H_{\text{Zincato (distribuite)}} = J \cdot L = 0,01590 \text{ bar/m} \cdot 14,20 \text{ m} = 0,2257 \text{ bar.}$$

La condotta zincata avendo uno sviluppo di circa 5 m in verticale provoca anche una perdita di carico di:

$$\Delta H_{\text{Altezza piezometrica}} = 0,5 \text{ bar.}$$

Le perdite localizzate del tratto di tubazione di collegamento tra il polietilene e la maglia sono rappresentate da n° 2 curve a 90°, ed avendo una curva la lunghezza di tubazione equivalente pari a 1,5 metri, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779, comportano una perdita di carico di:

$$\Delta H_{Zincato (localizzate collegamento)} = 0,03009 \text{ bar/m} \cdot 3 \text{ m} = 0,0090 \text{ bar.}$$

Si calcola ora il diametro dei braccetti che portano agli ugelli nebulizzatori:

$$D_{Braccetti} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = 0,0076 \text{ m}$$

dove si è imposto una velocità di 3 m/sec e una portata:  $Q = Q_{Dep. P/V imb.} / n_{ugelli} = 340/41 = 8,292 \text{ l/min.}$

Si utilizza un diametro delle tubazioni di alimentazione ugelli di  $\frac{3}{4}$  pollice (DN 20) e si definisce una lunghezza massima per ogni braccetto pari a 5 cm in modo tale che le perdite di carico, in questa zona molto elevate, non diventino significative.

$$J = \frac{6,05 \cdot Q^{1,85} \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = \frac{6,05 \cdot 8,292^{1,85} \cdot 10^5}{120^{1,85} \cdot 20^{4,87}} = 0,0019 \text{ bar/m.}$$

I braccetti da  $\frac{3}{4}$ " si estendono per 0,05 m, ed essendo 41 rappresentano circa 2,05 metri di tubazione, che comporta una perdita di carico di:

$$\Delta H_{Braccetti} = 0,0019 \text{ bar/m} \cdot 2,05 \text{ m} = 0,0040 \text{ bar.}$$

Calcoliamo adesso le portate e le relative perdite di carico in corrispondenza di ogni singolo tratto della maglia zincata da 2" a protezione del locale deposito bombole, supponendo di alimentarla in mezzeria e considerando la distanza tra i braccetti di 0,8 m e che la portata di erogazione di ogni singolo ugello sarà di 8,292 litri al minuto, come prima calcolato:

Tratto 0-1	$Q = 159,635 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{0-1} = 0,00393 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00314 \text{ bar,}$
Tratto 0-32	$Q = 20,73 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{0-32} = 0,00009 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00007 \text{ bar,}$
Tratto 32-33	$Q = 12,438 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{32-33} = 0,00003 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000028 \text{ bar,}$
Tratto 33-34	$Q = 4,146 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{33-34} = 0,000005 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000004 \text{ bar,}$

Tratto 1-2	$Q = 151,343 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{1-2} = 0,00356 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00285 \text{ bar},$
Tratto 2-3	$Q = 143,051 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{2-3} = 0,00321 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00256 \text{ bar},$
Tratto 3-37	$Q = 20,73 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{3-37} = 0,00009 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00007 \text{ bar},$
Tratto 37-38	$Q = 12,438 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{37-38} = 0,00003 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000028 \text{ bar},$
Tratto 38-39	$Q = 4,146 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{38-39} = 0,000005 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000004 \text{ bar},$
Tratto 3-4	$Q = 122,321 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{3-4} = 0,00240 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00192 \text{ bar},$
Tratto 4-5	$Q = 114,029 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{4-5} = 0,00211 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00169 \text{ bar},$
Tratto 5-6	$Q = 105,737 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{5-6} = 0,00183 \text{ bar/m} \cdot 1,74 \text{ m} = 0,00319 \text{ bar},$
Tratto 6-7	$Q = 97,445 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{6-7} = 0,00158 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00126 \text{ bar},$
Tratto 7-8	$Q = 89,153 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{7-8} = 0,00134 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00107 \text{ bar},$
Tratto 8-9	$Q = 80,861 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{8-9} = 0,00112 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00089 \text{ bar},$
Tratto 9-10	$Q = 72,569 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{9-10} = 0,00091 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00073 \text{ bar},$
Tratto 10-11	$Q = 64,277 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{10-11} = 0,00073 \text{ bar/m} \cdot 1,74 \text{ m} = 0,00127 \text{ bar},$
Tratto 11-12	$Q = 55,985 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{11-12} = 0,00057 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00045 \text{ bar},$
Tratto 12-13	$Q = 47,693 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{12-13} = 0,00042 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00034 \text{ bar},$
Tratto 13-41	$Q = 20,73 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{13-41} = 0,00009 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00007 \text{ bar},$
Tratto 41-40	$Q = 12,438 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{41-40} = 0,00003 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000028 \text{ bar},$
Tratto 40-39	$Q = 4,146 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{40-39} = 0,000005 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000004 \text{ bar},$
Tratto 13-14	$Q = 26,963 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{13-14} = 0,00015 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00012 \text{ bar},$
Tratto 14-15	$Q = 18,671 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{14-15} = 0,00007 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00006 \text{ bar},$
Tratto 15-16	$Q = 10,379 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{15-16} = 0,00003 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00002 \text{ bar},$
Tratto 16-36	$Q = 20,73 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{16-36} = 0,00009 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00007 \text{ bar},$
Tratto 36-35	$Q = 12,438 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{36-35} = 0,00003 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000028 \text{ bar},$
Tratto 35-34	$Q = 4,146 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{35-34} = 0,000005 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000004 \text{ bar},$
Tratto 0-31	$Q = 159,635 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{0-31} = 0,00393 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00314 \text{ bar},$
Tratto 31-30	$Q = 151,343 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{31-30} = 0,00356 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00285 \text{ bar},$
Tratto 30-29	$Q = 143,051 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{30-29} = 0,00321 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00256 \text{ bar},$
Tratto 29-42	$Q = 20,73 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{29-42} = 0,00009 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00007 \text{ bar},$
Tratto 42-43	$Q = 12,438 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{42-43} = 0,00003 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000028 \text{ bar},$

Tratto 43-44	Q = 4,146 litri/min	$\Delta H_{43-44} = 0,000005 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000004 \text{ bar},$
Tratto 29-28	Q = 122,321 litri/min	$\Delta H_{29-28} = 0,00240 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00192 \text{ bar},$
Tratto 28-27	Q = 114,029 litri/min	$\Delta H_{28-27} = 0,00211 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00169 \text{ bar},$
Tratto 27-26	Q = 105,737 litri/min	$\Delta H_{27-26} = 0,00183 \text{ bar/m} \cdot 1,74 \text{ m} = 0,00319 \text{ bar},$
Tratto 26-25	Q = 97,445 litri/min	$\Delta H_{26-25} = 0,00158 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00126 \text{ bar},$
Tratto 25-24	Q = 89,153 litri/min	$\Delta H_{25-24} = 0,00134 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00107 \text{ bar},$
Tratto 24-23	Q = 80,861 litri/min	$\Delta H_{24-23} = 0,00112 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00089 \text{ bar},$
Tratto 23-22	Q = 72,569 litri/min	$\Delta H_{23-22} = 0,00091 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00073 \text{ bar},$
Tratto 22-21	Q = 64,277 litri/min	$\Delta H_{22-21} = 0,00073 \text{ bar/m} \cdot 1,74 \text{ m} = 0,00127 \text{ bar},$
Tratto 21-20	Q = 55,985 litri/min	$\Delta H_{21-20} = 0,00057 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00045 \text{ bar},$
Tratto 20-19	Q = 47,693 litri/min	$\Delta H_{20-19} = 0,00042 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00034 \text{ bar},$
Tratto 19-46	Q = 20,73 litri/min	$\Delta H_{19-46} = 0,00009 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00007 \text{ bar},$
Tratto 46-45	Q = 12,438 litri/min	$\Delta H_{46-45} = 0,00003 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000028 \text{ bar},$
Tratto 45-44	Q = 4,146 litri/min	$\Delta H_{45-44} = 0,000005 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,000004 \text{ bar},$
Tratto 19-18	Q = 26,963 litri/min	$\Delta H_{19-18} = 0,00015 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00012 \text{ bar},$
Tratto 18-17	Q = 18,671 litri/min	$\Delta H_{18-17} = 0,00007 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00006 \text{ bar},$
Tratto 17-16	Q = 10,379 litri/min	$\Delta H_{17-16} = 0,00003 \text{ bar/m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,00002 \text{ bar}.$

Sommando le perdite di carico distribuite di tutti i tratti della zincata da 2" della nebulizzazione si ottiene una perdita di carico di circa 0,0437 bar.

Le perdite di carico localizzate in questa maglia sono rappresentate da n° 4 gomiti da 2" a 90°, ed avendo una curva la lunghezza di tubazione equivalente pari a 1,5 metri, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779, risultano essere pari a:

Tratto 5-6	Q = 105,737 litri/min	$\Delta H_{5-6} = 0,00183 \text{ bar/m} \cdot 1,5 \text{ m} = 0,00275 \text{ bar},$
Tratto 10-11	Q = 64,277 litri/min	$\Delta H_{10-11} = 0,00073 \text{ bar/m} \cdot 1,5 \text{ m} = 0,00109 \text{ bar},$
Tratto 27-26	Q = 105,737 litri/min	$\Delta H_{27-26} = 0,00183 \text{ bar/m} \cdot 1,5 \text{ m} = 0,00275 \text{ bar},$
Tratto 22-21	Q = 64,277 litri/min	$\Delta H_{22-21} = 0,00073 \text{ bar/m} \cdot 1,5 \text{ m} = 0,00109 \text{ bar},$

per un totale di:

$$\Delta H_{\text{localizzate maglia nebulizzazione}} = 0,0077 \text{ bar.}$$

Le perdite di carico distribuite per la tubazione zincata sono date dalla somma del tratto da 14,20 metri di collegamento (0,2257 bar), dai braccetti da ¾" (0,0040 bar), dalla differenza di quota piezometrica (0,5 bar), e dalla tubazione della nebulizzazione (0,0437 bar), per un totale:

$$\Delta H_{\text{Zincato (distribuite totali)}} = 0,7734 \text{ bar.}$$

Le perdite di carico localizzate per la tubazione zincata sono date dalla somma delle perdite di carico localizzate lungo la tubazione zincata di collegamento dalla tubazione di polietilene alla maglia di nebulizzazione (0,0090 bar) e delle perdite localizzate lungo la maglia di nebulizzazione (0,0077 bar) per un totale:

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{Zincato (localizzate totali)}} &= \Delta H_{\text{Zincato (localizzate collegamento)}} + \Delta H_{\text{localizzate maglia nebulizzazione}} = \\ &= 0,0090 \text{ bar} + 0,0077 \text{ bar} = 0,0167 \text{ bar} \end{aligned}$$

Sommando ora tutte le perdite di carico riscontrate si verifica se le pompe antincendio da utilizzare sono in grado di garantire i 4 bar alla nebulizzazione:

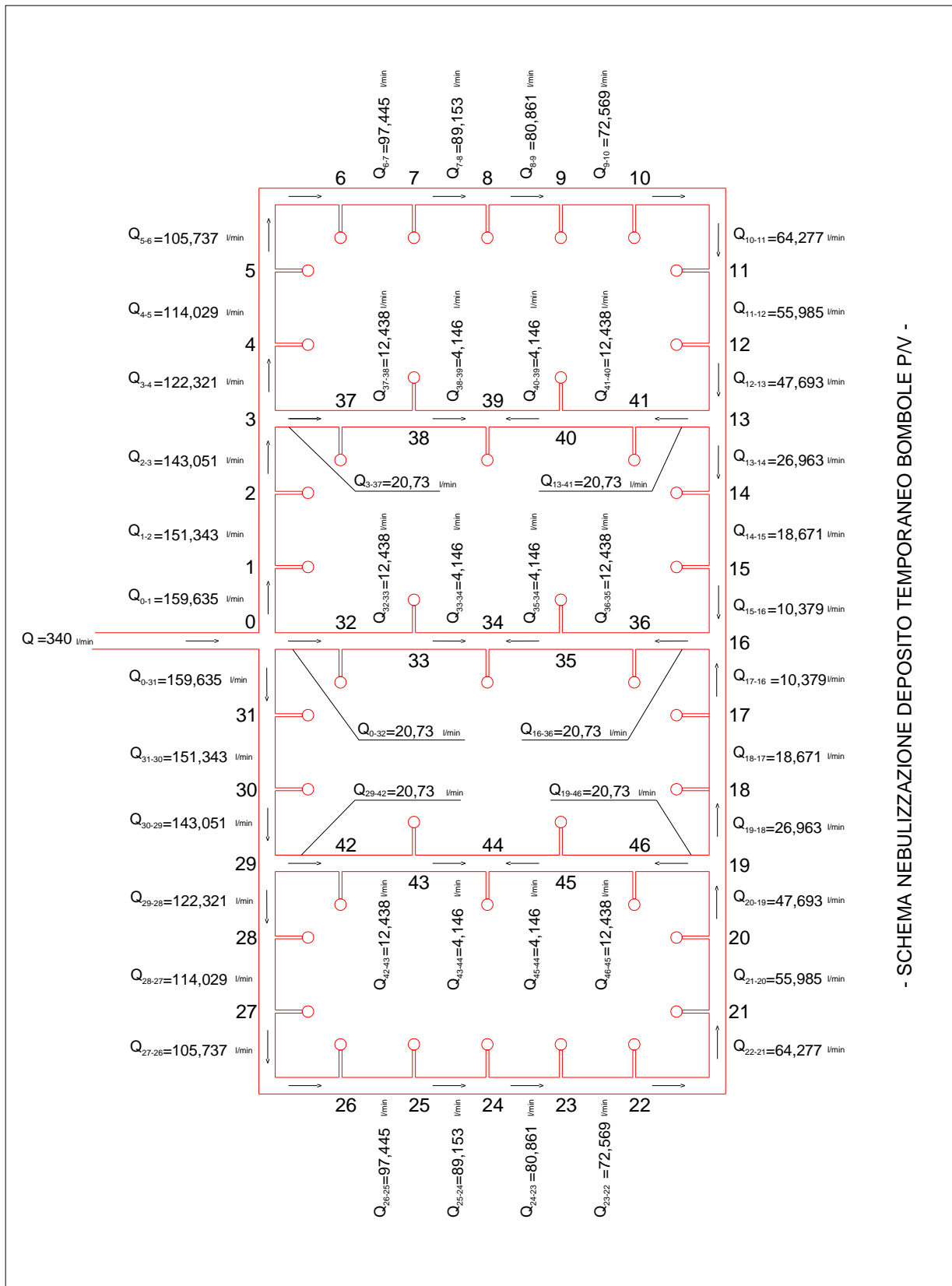
$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{Totale}} &= \Delta H_{\text{Pead (distribuite)}} + \Delta H_{\text{Pead (localizzate)}} + \Delta H_{\text{Zincato (distribuite totali)}} + \Delta H_{\text{Zincato (localizzate totali)}} = \\ &= (0,4276 \text{ bar} + 0,2741 \text{ bar} + 0,7734 \text{ bar} + 0,0167 \text{ bar}) = 1,4918 \text{ bar.} \end{aligned}$$

Dal momento che le pompe hanno una prevalenza di circa 9,5 bar, la pressione residua di 4 bar all'ugello nebulizzatore risulta garantita.

Riepilogando nel locale imbottigliamento saranno utilizzati:

- Tubo in polietilene MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 da 2" per quanto riguarda la tubazione interrata;
- Tubo zincato da 2" per quanto riguarda la tubazione fuori terra;
- Tubo zincato da ¾" per quanto riguarda l'alimentazione degli ugelli nebulizzatori;
- Ugelli nebulizzatori in ottone attacco da ¾" con angolo di getto a 120° in grado di garantire una portata d'acqua a 3 bar di circa 30 litri al minuto.

## SCHEMA NEBULIZZAZIONE DEPOSITO BOMBOLE PIENE E VUOTE





## DEPOSITO BOMBOLE PIENE E VUOTE

Calcolata la portata complessiva richiesta dal punto di travaso, si determina il numero degli ugelli necessari alla protezione della zona. Si utilizzeranno degli ugelli nebulizzatori in ottone attacco da ¾" con angolo di getto a 120° in grado di garantire una portata d'acqua a 3 bar di circa 30 litri al minuto.

$$N_{ugelli} = \frac{Q_{Deposito P/V}}{Q_{ugelli}} = \frac{420 \text{ lt/min}}{30 \text{ lt/min}} = 14.$$

Tenendo conto della geometria dell'impianto di raffreddamento, saranno necessari 34 ugelli.

Ciascun ugello dovrà pertanto fornire una portata pari a:

$$Q_{ugelli} = \frac{Q_{Deposito P/V}}{34} = \frac{420}{34} = 12,352 \text{ lt/min.}$$

Si procede al calcolo delle perdite di carico lungo il tratto di condotta che va dal collettore in uscita dalla sala pompe antincendio fino alla nebulizzazione e si verifica se le pompe dell'impianto antincendio sono in grado di garantire la pressione richiesta.

Il diametro teorico delle tubazioni, imponendo una velocità del fluido pari a 3 m/s, risulta dalla seguente relazione:

$$D_{deposito P/V} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = 0,0545 \text{ m.}$$

Si utilizza per la realizzazione delle tubazioni le seguenti tipologie di materiali:

- per il tratto interrato una tubazione in polietilene ad alta densità MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 2" avente le seguenti caratteristiche:

$$\varnothing \text{ esterno} = 63 \text{ mm;}$$

$$\varnothing \text{ interno} = 51,4 \text{ mm.}$$

- per il tratto fuori terra tubi in acciaio zincati del tipo Mannesman (UNI 8863 serie media) da 2", con le seguenti caratteristiche:

$$\varnothing \text{ esterno} = 60,8 \text{ mm;}$$

$$\varnothing \text{ interno} = 53,5 \text{ mm.}$$

Il valore di velocità del fluido all'interno della tubazione in polietilene risulta essere:

$$v = 2,732 \text{ m/s,}$$

mentre nella tubazione zincata:

$$v = 2,522 \text{ m/s}$$

I valori della velocità nelle due tubazioni risultano accettabili.

Il calcolo delle perdite di carico distribuite per unità di lunghezza viene effettuato applicando la formula di Hazen-Williams:

$$J = \frac{(6,05 \cdot Q^{1,85}) \cdot 10^{-5}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

dove:

J è la perdita di carico in metri di colonna d'acqua per metro di tubazione;

Q è la portata espressa in litri al minuto;

C è la costante dipendente dalla tipologia della tubazione utilizzata (120 per l'acciaio, 150 per il polietilene);

D è il diametro interno della tubazione espressa in millimetri.

Per quanto concerne il tratto interrato in polietilene, avremo una perdita di carico distribuita unitaria di:

$$J_{Pead} = \frac{6,05 \cdot 420^{1,85} \cdot 10^{-5}}{150^{1,85} \cdot 51,4^{4,87}} = 0,00189 \text{ bar/m.}$$

Moltiplicando questo valore per la lunghezza prevista per le relative tubazioni in polietilene dal gruppo di pompaggio al punto di travaso, si ottiene:

$$\Delta H_{Pead} (distribuite) = 0,00189 \text{ bar/m} \cdot 134,88 \text{ m} = 2,55 \text{ bar.}$$

Si calcola ora la perdita di carico concentrata nelle due curve polietilene a 90° previste l'una subito a valle del primo giunto di transizione all'uscita del collettore delle pompe, l'altra in corrispondenza del secondo giunto di transizione previsto all'uscita in prossimità del deposito temporaneo bombole piene e vuote, e nelle 3 curve a 90° lungo il percorso della tubazione, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779 opportunamente moltiplicati per 1,51, valore valido per un coefficiente di Hazen Williams (C=150) per accessori in polietilene, per ottenere l'equivalenza in metri lineari:

$$\text{Lunghezza equivalente (curva polietilene a } 90^\circ \text{ 2'')} = 2,265 \text{ m.}$$

Le perdite di carico localizzate possono essere pertanto equiparate alle perdite di carico distribuite di una tubazione della lunghezza di 11,325 metri. Tale perdita di carico corrisponde, secondo il seguente calcolo a 0,2741 bar di caduta di pressione.

$$\Delta H_{\text{Pead (localizzate)}} = 0,0189 \text{ bar/m} \cdot 11,325 \text{ m} = 0,2141 \text{ bar.}$$

Alla fine della tubazione in polietilene, la condotta esce fuori terra in acciaio zincato di tipo Mannesmann del diametro di 2". Calcoliamo adesso le perdite di carico di questa tubazione che dovrebbe svilupparsi per una lunghezza di circa 0,30 metri in orizzontale per collegare la colonna con la maglia nebulizzatrice ed il tratto di tubazione che dal collettore si collega alla tubazione in polietilene interrata e circa 5 metri in verticale.

Per quanto concerne le perdite di carico distribuite, queste possono essere calcolate con la formula di Hazen-Williams:

$$J_{\text{Zincato}} = \frac{6,05 \cdot Q^{1,85} \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = \frac{6,05 \cdot 420^{1,85} \cdot 10^5}{120^{1,85} \cdot 53,5^{4,87}} = 0,02350 \text{ bar/m.}$$

Pertanto, per il tratto di circa 7,56 metri avremo le perdite di carico distribuite pari a:

$$\Delta H_{\text{Zincato (distribuite)}} = J \cdot L = 0,02350 \text{ bar/m} \cdot 0,30 \text{ m} = 0,007 \text{ bar.}$$

La condotta zincata avendo uno sviluppo di circa 4.5 m in verticale provoca anche una perdita di carico di:

$$\Delta H_{\text{Altezza piezometrica}} = 0,45 \text{ bar.}$$

Le perdite localizzate del tratto di tubazione zincata, vista una leggera deviazione della tubazione stessa di circa 12 gradi, si possono ritenere trascurabili.

Si calcola ora il diametro dei braccetti che portano agli ugelli nebulizzatori:

$$D_{Braccetti} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = 0,0093 \text{ m}$$

dove si è imposto una velocità di 3 m/sec e una portata:  $Q = Q_{Dep. P/V} / n_{ugelli} = 420/34 = 12,352 \text{ l/min}$ .

Si utilizza un diametro delle tubazioni di alimentazione ugelli di  $\frac{3}{4}$  pollice (DN 20) e si definisce una lunghezza massima per ogni braccetto pari a 5 cm in modo tale che le perdite di carico, in questa zona molto elevate, non diventino significative.

$$J = \frac{6,05 \cdot Q^{1,85} \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = \frac{6,05 \cdot 12,352^{1,85} \cdot 10^5}{120^{1,85} \cdot 20^{4,87}} = 0,00415 \text{ bar/m.}$$

I braccetti da  $\frac{3}{4}$ " si estendono per 0,05 m, ed essendo 34 rappresentano circa 1,70 metri di tubazione, che comporta una perdita di carico di:

$$\Delta H_{Braccetti} = 0,00415 \text{ bar/m} \cdot 1,70 \text{ m} = 0,00706 \text{ bar.}$$

Calcoliamo adesso le portate e le relative perdite di carico in corrispondenza di ogni singolo tratto della maglia zincata da 2" a protezione del locale deposito bombole, supponendo di alimentarla in mezzeria e considerando la distanza tra i braccetti di 0,8 m, tranne per il tratto in cui vi è il cambio direzione la cui lunghezza è pari a circa 2,27 metri e che la portata di erogazione di ogni singolo ugello sarà di 12,352 litri al minuto, come prima calcolato:

Tratto 0-1	Q = 420,00 litri/min	$\Delta H_{0-1} = 0,023507 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,018806 \text{ bar,}$
Tratto 1-2	Q = 407,648 litri/min	$\Delta H_{1-2} = 0,022244 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,017795 \text{ bar,}$
Tratto 2-3	Q = 395,296 litri/min	$\Delta H_{2-3} = 0,021013 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,016811 \text{ bar,}$
Tratto 3-4	Q = 382,944 litri/min	$\Delta H_{3-4} = 0,019815 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,015852 \text{ bar,}$
Tratto 4-5	Q = 370,592 litri/min	$\Delta H_{4-5} = 0,018649 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,014919 \text{ bar,}$
Tratto 5-6	Q = 358,24 litri/min	$\Delta H_{5-6} = 0,017515 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,014012 \text{ bar,}$

Tratto 6-7	$Q = 345,888 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{6-7} = 0,016414 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,013131 \text{ bar},$
Tratto 7-8	$Q = 333,536 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{7-8} = 0,015346 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,012277 \text{ bar},$
Tratto 8-9	$Q = 321,184 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{8-9} = 0,014311 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,011449 \text{ bar},$
Tratto 9-10	$Q = 308,832 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{9-10} = 0,013310 \text{ bar/m} \cdot 1,60 \text{ m} = 0,021296 \text{ bar},$
Tratto 10-11	$Q = 296,48 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{10-11} = 0,012342 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,009873 \text{ bar},$
Tratto 11-12	$Q = 284,128 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{11-12} = 0,011407 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,009126 \text{ bar},$
Tratto 12-13	$Q = 271,776 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{12-13} = 0,010507 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,008406 \text{ bar},$
Tratto 13-14	$Q = 259,424 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{13-14} = 0,009641 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,007713 \text{ bar},$
Tratto 14-15	$Q = 247,072 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{14-15} = 0,008809 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,007047 \text{ bar}.$
Tratto 15-16	$Q = 234,72 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{15-16} = 0,008011 \text{ bar/m} \cdot 2,27 \text{ m} = 0,018192 \text{ bar}$
Tratto 16-17	$Q = 222,368 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{16-17} = 0,007249 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,005799 \text{ bar},$
Tratto 17-18	$Q = 210,016 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{17-18} = 0,006522 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,005217 \text{ bar},$
Tratto 18-19	$Q = 197,664 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{18-19} = 0,005830 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,004664 \text{ bar},$
Tratto 19-20	$Q = 185,312 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{19-20} = 0,005174 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,004139 \text{ bar},$
Tratto 20-21	$Q = 172,96 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{20-21} = 0,004554 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,003643 \text{ bar}$
Tratto 21-22	$Q = 160,608 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{21-22} = 0,003971 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,003176 \text{ bar},$
Tratto 22-23	$Q = 148,256 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{22-23} = 0,003424 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,002739 \text{ bar},$
Tratto 23-24	$Q = 135,904 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{23-24} = 0,002915 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,002332 \text{ bar},$
Tratto 24-25	$Q = 123,552 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{24-25} = 0,002444 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,001955 \text{ bar},$
Tratto 25-26	$Q = 111,20 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{25-26} = 0,002011 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,001609 \text{ bar},$
Tratto 26-27	$Q = 98,848 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{26-27} = 0,001618 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,001294 \text{ bar},$
Tratto 27-28	$Q = 86,496 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{27-28} = 0,001264 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,001011 \text{ bar},$
Tratto 28-29	$Q = 74,144 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{28-29} = 0,000950 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,000760 \text{ bar},$
Tratto 29-30	$Q = 61,792 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{29-30} = 0,000678 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,000543 \text{ bar},$
Tratto 30-31	$Q = 49,44 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{30-31} = 0,000449 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,000359 \text{ bar},$
Tratto 31-32	$Q = 37,088 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{31-32} = 0,000264 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,000211 \text{ bar},$
Tratto 32-33	$Q = 24,736 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{32-33} = 0,000125 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,000100 \text{ bar},$
Tratto 33-34	$Q = 12,384 \text{ litri/min}$	$\Delta H_{33-34} = 0,000035 \text{ bar/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 0,000028 \text{ bar}.$

Sommando le perdite di tutti i tratti del tubo zincato da 2" della nebulizzazione si ottiene una perdita di carico di circa 0,2562 bar.

Le perdite di carico distribuite per la tubazione zincata sono date dalla somma del tratto da 0,30 metri di collegamento (0,007 bar), dai braccetti da ¾" (0,00415 bar), dalla differenza di quota piezometrica (0,5 bar) e dal tubo della nebulizzazione (0,2562 bar), per un totale:

$$\Delta H_{\text{Zincato (distribuite totali)}} = 0,7173 \text{ bar.}$$

Sommando ora tutte le perdite di carico riscontrate si verifica se le pompe antincendio da utilizzare sono in grado di garantire i 4 bar alla nebulizzazione.

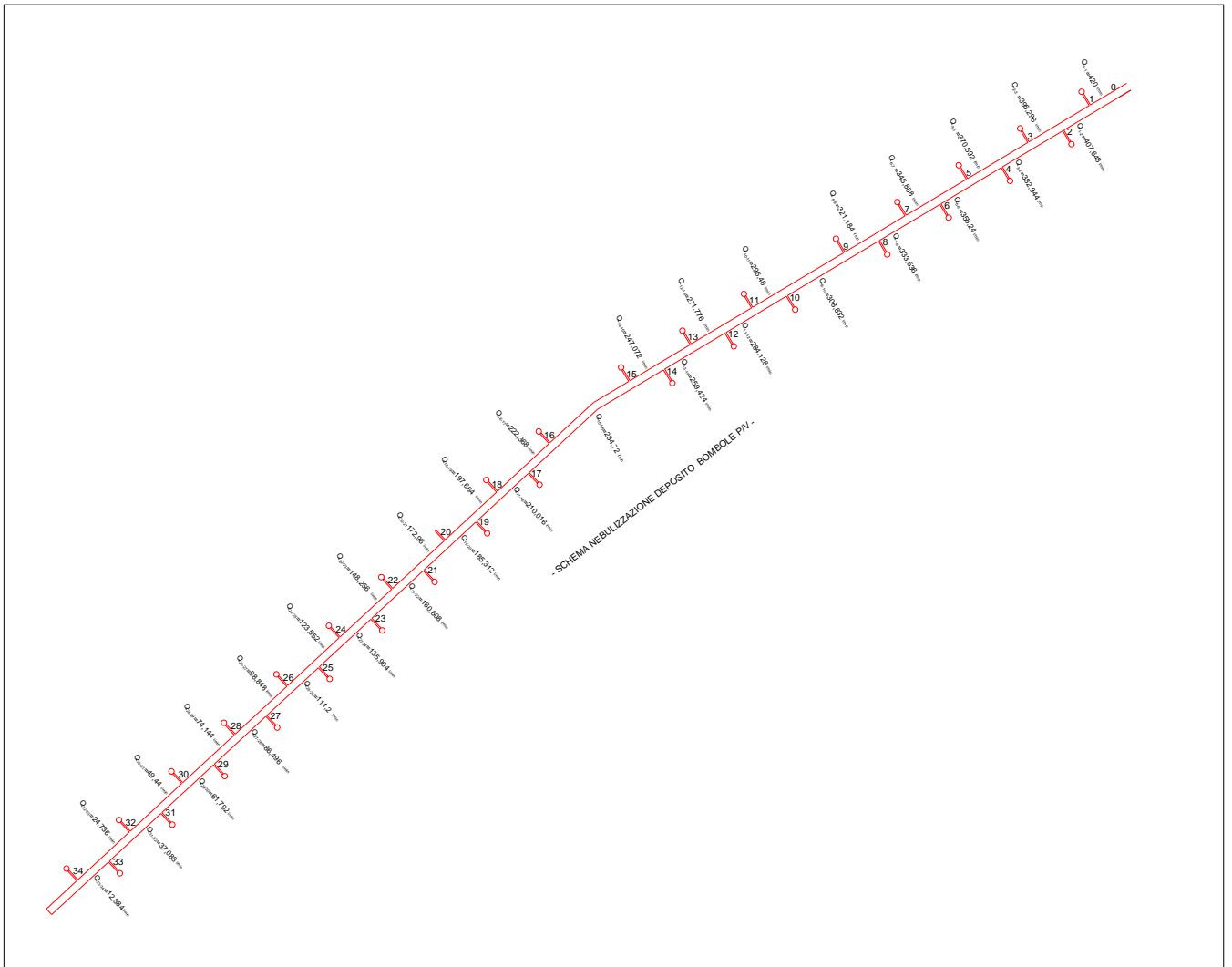
$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{Totale}} &= \Delta H_{\text{Pead (distribuite)}} + \Delta H_{\text{Pead (localizzate)}} + \Delta H_{\text{Zincato (distribuite totali)}} + \Delta H_{\text{Zincato (localizzate)}} = \\ &= (2,55 \text{ bar} + 0,2141 \text{ bar} + 0,7173 \text{ bar} + 0 \text{ bar}) = 3,4814 \text{ bar.} \end{aligned}$$

Dal momento che le pompe hanno una prevalenza di circa 9,5 bar, la pressione residua all'ugello di almeno 4 bar risulta garantita.

Riepilogando nel deposito recipienti pieni e vuoti saranno utilizzati:

- Tubo in polietilene MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 da 2" per quanto riguarda la tubazione interrata;
- Tubo zincato da 2" per quanto riguarda la tubazione fuori terra;
- Tubo zincato da ¾" per quanto riguarda l'alimentazione degli ugelli nebulizzatori;
- Ugelli nebulizzatori in ottone attacco da ¾" con angolo di getto a 120° in grado di garantire una portata d'acqua a 3 bar di circa 30 litri al minuto.

## SCHEMA NEBULIZZAZIONE DEPOSITO BOMBOLE PIENE E VUOTE



## **DIMENSIONAMENTO DELLA RETE ANTINCENDIO PERIMETRALE**

Dimensioniamo la rete idranti nelle condizioni di funzionamento dei due idranti più sfavoriti con gli impianti di nebulizzazione non funzionanti; in questa ipotesi la portata complessiva di 300 m<sup>3</sup>/h, che le pompe antincendio possono garantire, verrà interamente erogata sulla rete idranti.

Si calcola quindi il diametro teorico della tubazione mediante la formula già utilizzata in precedenza, nell'ipotesi che l'intera portata erogata dalla pompa si distribuisca uniformemente nei due rami della rete idranti:

$$D_{Tubazione\_idranti} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = 0,133 \text{ m}$$

dove:

Q indica la portata di 1250 l/min = 75 m<sup>3</sup>/h per ciascuno dei due rami;

v è la velocità ipotizzata di 3 m/sec;

Poiché dalla UNI 10779 al punto 8.2.1 il diametro nominale delle diramazioni, che alimentano due o più idranti UNI 70, deve essere  $\geq 80$  mm, utilizziamo una tubazione in polietilene MRS 10 (PE 100 Sigma 80) UNI 10910 PN 16 4" con le seguenti caratteristiche:

$$\varnothing_{est} = 110 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{int} = 90 \text{ mm}$$

Verificando il nuovo valore di velocità del fluido all'interno del condotto si nota che questo è conforme con le caratteristiche richieste dagli impianti antincendio.

Ci si pone nella condizione peggiore di funzionamento con le due utenze più sfavorite.

Si calcolano quindi le perdite di carico che si riscontrerebbero in questa situazione, considerando una lunghezza di tubazione pari a circa 220 m per l'idrante n° 3 e di circa 190 m il l'idrante n° 4.



Il calcolo delle perdite di carico distribuite per unità di lunghezza viene effettuato applicando la formula di Hazen-Williams:

$$J = \frac{(6,05 \cdot Q^{1,85}) \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

dove:

J è la perdita di carico in metri di colonna d'acqua per metro di tubazione;

Q è la portata espressa in litri al minuto;

C è la costante dipendente dalla tipologia della tubazione utilizzata (150 per il polietilene);

D è il diametro interno della tubazione espressa in millimetri.

Per quanto concerne i tratti interrati in polietilene, avremo una perdita di carico distribuita unitaria di:

$$J_{\text{Pead (distribuite)}} = \frac{6,05 \cdot 1.250^{1,85} \cdot 10^5}{150^{1,85} \cdot 90^{4,87}} = 0,009292 \text{ bar/m}$$

Moltiplicando questo valore per la lunghezza prevista per le relative tubazioni in polietilene dal gruppo di pompaggio all'idrante più sfavorito si ottiene rispettivamente:

$$\Delta H_{\text{Pead distribuite (inf)}} = 0,009292 \text{ bar/m} \cdot 220 \text{ m} = 2,0442 \text{ bar},$$

$$\Delta H_{\text{Pead distribuite (sup)}} = 0,009292 \text{ bar/m} \cdot 190 \text{ m} = 1,7654 \text{ bar}.$$

Le perdite di carico localizzate lungo il percorso della tubazione, applicando i valori ricavati dal prospetto C.1 dell'appendice C della Norma UNI 10779, per l'equivalenza in metri lineari:

$$\text{Lunghezza equivalente (curva polietilene a } 90^\circ 4'') = 4,53 \text{ m.}$$

$$\text{Lunghezza equivalente (saracinesca } 4'') = 0,826 \text{ m.}$$

Tali perdite corrispondono secondo il seguente calcolo rispettivamente, per il ramo di inferiore in cui avremo 5 curve a  $90^\circ$  ed una saracinesca in corrispondenza al sezionamento dell'impianto, mentre per il ramo di superiore avremo altre 5 curve a  $90^\circ$ .

$$\Delta H_{Pead\ localizzate(inf)} = 0,009292 \text{ bar/m} \cdot (22,65\text{m} + 0,826\text{m}) = 0,219 \text{ bar.}$$

$$\Delta H_{Pead\ localizzate(sup)} = 0,009292 \text{ bar/m} \cdot 22,65 \text{ m} = 0,210 \text{ bar.}$$

La somma totale delle perdite di carico lungo ciascuno dei due rami che alimentano i due idranti più sfavoriti risultano essere pari a:

$$\Delta H_{Totale\ (inf)} = \Delta H_{Pead\ (distribuite)} + \Delta H_{Pead\ (localizzate)} = 2,0442 + 0,219 = 2,2632 \text{ bar,}$$

$$\Delta H_{Totale\ (sup)} = \Delta H_{Pead\ (distribuite)} + \Delta H_{Pead\ (localizzate)} = 1,7654 + 0,210 = 1,9754 \text{ bar.}$$

Quindi anche nelle condizioni peggiori di funzionamento risulta una perdita di carico di circa 4,2 bar. Tale valore permette comunque di garantire essendo la pressione delle pompe di circa 9,5 bar anche una pressione agli idranti di 4 bar.

Riepilogando, la tubazione utilizzata per la rete idrica antincendio è la seguente:

- tubo in polietilene 4" PN 16 per la rete idranti;
- n° 8 idranti UNI 70 completi di cassetta, manichetta flessibile lunga 20 metri, lancia a triplice getto, e vetro "safe crash";
- n° 1 attacco autopompa VV.F. UNI 70, dotato di attacco con girello (UNI 808), protetto contro l'ingresso dei corpi estranei a mezzo di apposito tappo.

### **COLLETTORE DI SPINTA**

Sulla mandata di ogni singola pompa sono installate una valvola di "Non Ritorno" ed una valvola manuale. Le pompe con queste caratteristiche, dovrebbero avere una flangia sulla mandata con un diametro commerciale di 2"½.

Le perdite di carico per le suddette valvole sono rispettivamente di 0,3 e di 4,2 metri equivalenti, per una perdita di carico di circa 0,32 bar, un valore che non compromette le prestazioni dell'impianto.

Essendo la portata massima richiesta di circa 300 m<sup>3</sup>/h, il diametro teorico del collettore posto sulla mandata delle pompe risulta:

$$D_{collettore} = 0,188 \text{ m,}$$

per cui verrà utilizzato un collettore da 8" con un diametro interno di circa 0,200 m.

## ASPIRAZIONE DELLE POMPE

Il gruppo di pompaggio come da Norma UNI 12845, sarà costituito da un'elettropompa ed una motopompa, ciascuna con una portata di 300 m<sup>3</sup>/h, ed una prevalenza di circa 9,5 bar, ed una pompa di pressurizzazione. Le pompe saranno installate sottobattente liquido rispetto alla riserva idrica antincendio, e ciascuna avrà una propria condotta di aspirazione indipendente, mentre la pompa di pressurizzazione avrà una linea di aspirazione derivata da una delle due che alimentano le pompe principali. Per ridurre le perdite di carico localizzate, si utilizzano condotte di alimentazione di una unità superiore rispetto alla flangia dell'aspirazione delle pompe antincendio.

Palermo, 05/10/2015

Il Tecnico  
(Ing. Salvatore Balistrieri)



# SCHEMA DI FLUSSO IMPIANTO ANTINCENDIO

