

S.S. n.21 "della Maddalena"
Variante agli abitati di Demonte, Aisone e Vinadio
Lotto 1. Variante di Demonte

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

I PROGETTISTI:

ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n.3594
ing. Achille Devitofranceschi
Ordine Ing. di Roma n.19116
geol. Flavio Capozucca
Ordine Geol. del Lazio n.1599

RESPONSABILE DEL SIA

arch. Giovanni Magarò
Ordine Arch. di Roma n.16183

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

ing. Nicolò Canepa

PROTOCOLLO

DATA

RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO IDRANTI ANTINCENDIO

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.		
DPT005	D	1601	T00IM00IMP RE02	A
A	EMISSIONE		NOVEMBRE 2017	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO
				APPROVATO

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	3
4.	GENERALITA'	4
5.	REQUISITI PRESTAZIONALI	4
5.1.	DIMENSIONAMENTO	5
5.2.	ALIMENTAZIONE IDRICA	6
5.3.	COMPONENTI DELL'IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO	8
5.4.	REQUISITI NORMATIVI TUBAZIONI	9
5.4.1.	REQUISITI TUBAZIONI FUORI TERRA	9
5.4.1.	REQUISITI TUBAZIONI INTERRATATERRA	11
5.4.2.	RETE ANTINCENDIO	11
6.	DIMENSIONAMENTO RETE IDRANTI	17
6.1.	DATI TUBAZIONE - CALCOLO AREA SFAVORIATA	18
6.2.	DATI IDRANTI - CALCOLO AREA SFAVORIATA.....	20
7.	CALCOLO DEL VOLUME DELLA RISERVA IDRICA	20
8.	GRUPPO DI POMPAGGIO	21
8.1.	CALCOLO RISERVA IDRICA.....	21
8.2.	CALCOLO GRUPPO DI POMPAGGIO	21

1. PREMESSA

la presente relazione è parte integrante ed imprescindibile del progetto definitivo relativo all'impianto idrico antincendio a idranti asservito alla Galleria Demonte che si sviluppa per una lunghezza di circa 635 metri, che in conformità alle "Linee Guida ANAS" sarà dotato fra gli altri impianti di sicurezza anche dell'impianto idrico antincendio ad idranti.

Il progetto si inserisce nell'ambito dei lavori previsti per la nuova "Variante di Demonte e Vinadio (Aisone Lotto 1° - Variante Demonte)" alla SS21 "Del Colle della Maddalena"

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'impianto idrico antincendio è stato progettato con la finalità di garantire livelli di sicurezza idonei alle aree da proteggere con particolare riguardo alla salvaguardia delle persone e dei beni avendo a riferimento le seguenti norme e disposizioni:

Disposizioni dei Vigili del Fuoco di qualsiasi tipo;

- Norma UNI 10779:2007 - Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti.
- Norma UNI 11292:2008 – Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio;
- Norme CEI per tutta la parte elettrica degli impianti;
- Norma UNI 12845:2011 – Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione;
- Legge n. 37/08 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.M. 10 marzo 1998 - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- "Linee Guida ANAS per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali" del 2009, aggiornamento documento redatto nell'anno 2006,
- D. Lgs. 264/06, attuazione della Direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il progetto si inserisce nell'ambito dei lavori previsti per la nuova "Variante di Demonte e Vinadio (Aisone Lotto 1° - Variante Demonte)" alla SS21 "Del Colle della Maddalena", che parte poco a valle dall'abitato di Demonte, al Km 16+100 della SS21, per ricongiungersi alla stessa al Km 18+500. Nei due punti di inserimento della Variante alla SS21, sono previste due rotonde. La variante ha una lunghezza complessiva di circa 2700m, partendo da una rotatoria (Rotatoria 1) e si sviluppa attraverso un primo viadotto (Perdioni) di lunghezza pari a 324m, un tratto in rilevato di circa 1700m in rilevato, fino ad arrivare a un nuovo viadotto (Cant) di lunghezza pari a 135m, per superare un torrente ed infilarsi nella nuova Galleria (Demonte, per superare il rilievo del Podio, lunga 635m, sbucando sul lato opposto, con un tratto di circa 150m in rilevato per riconnettersi alla SS21 attraverso una rotatoria (Rotatoria 2). Nella Galleria è prevista la realizzazione di un cunicolo di emergenza, per l'esodo in, che sbuca su una zona pianeggiante alle spalle della zona artigianale/produttiva di Demonte. A servizio della galleria è previsto inoltre la realizzazione di un piazzale tecnologico, dove verranno realizzati i locali tecnici (Cabina impianti elettrici e speciali, Locale pompe antincendio e Vasca per la riserva idrica antincendio).



Fig. 4 – foto aerea di inquadramento “Variante Demonte”

4. GENERALITA'

In accordo con il D.Lgs. 264/06 e con le Linee Guida ANAS per la Progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali, per la galleria, si prevede l'installazione di un impianto idrico antincendio. La rete idranti dell'impianto idrico antincendio è preposta sia alla protezione interna che alla protezione esterna, in particolare è costituita da:

- idranti UNI 45 a protezione interna della galleria, installati a quinconce in appositi armadietti posti sopra il profilo redirettivo su ogni lato di marcia in adiacenza alle postazioni SOS;
- idranti UNI 70 agli imbocchi della galleria;
- attacchi motopompa V.V.F. posti all'esterno degli imbocchi della galleria.

La rete idranti è realizzata in modo che la distanza massima tra i presidi all'interno alla galleria, su uno stesso lato, non risulti mai superiore a 150 m. L'impianto idrico antincendio è costituito da una rete idrica alimentata da una stazione di pompaggio annessa ad una riserva idrica antincendio. La rete sarà realizzata ad anello con collettori principali di distribuzione installati in posizione protetta dietro il profilo redirettivo.

5. REQUISITI PRESTAZIONALI

La rete idranti è preposta a strumento di protezione della struttura azionabile dal personale addetto al soccorso/salvamento delle persone e antincendio. Il dimensionamento dell'impianto avviene, in accordo con le Linee Guida ANAS, al fine di consentire, sempre e comunque, il funzionamento contemporaneo di 4 idranti UNI 45 e 1 idrante UNI 70 installati nella posizione idraulicamente più sfavorevole.

Per gli idranti UNI 45 sono fissate le prestazioni di progetto di 120 l/min di portata e 0.2 Mpa di pressione residua mentre per gli idranti UNI 70 le prestazioni sono di 300 l/min a 0.4 Mpa. In ragione di ciò la portata totale del sistema di spegnimento incendi fisso ad idranti è fissata al valore di 780 l/min.

Pertanto la capacità utile, al netto del volume interessato dai livelli minimo e massimo, la riserva idrica dovrà avere capacità pari ad almeno a $780 \text{ l/min} \times 120 \text{ min} = 93,6 \text{ mc}$. L'alimentazione della rete idrica antincendio è costituita, oltre che dalla riserva idrica, anche da un gruppo di pompaggio UNI 12845, composto essenzialmente da:

- Elettropompa principale;
- Motopompa con motore Diesel;
- Pompa di compensazione.

5.1. DIMENSIONAMENTO

Il calcolo di progetto della rete è stato quindi effettuato adottando le ipotesi di:

- approssimazione per lunghe condotte;
- calcolo delle perdite di carico distribuite mediante la relazione di Hazen-Williams:

$$p = \frac{6,05 \cdot Q^{1.85} \cdot 10^9}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}}$$

dove:

Q = portata d'acqua, in litri minuto;

D = diametro interno della tubazione, in millimetri;

C = costante dipendente dalla natura del tubo assunta pari a:

- 100 per tubi di ghisa;
- 120 per tubi di acciaio;
- 140 per tubi di acciaio inossidabile, in rame e ghisa rivestita;
- 150 per tubi di plastica, fibra di vetro e materiali analoghi.

L'approssimazione per lunghe condotte stima la prevalenza utile dell'impianto considerando le sole perdite di carico distribuite e trascurando le perdite di carico concentrate legate all'altezza cinetica in virtù delle basse velocità del fluido. Tale approssimazione è considerata valida in quanto per il condotto principale dell'impianto in oggetto l'altezza cinetica ($v^2/2g$) e l'ordine di grandezza delle perdite di carico concentrate ($Kv^2/2g$) sono stimati ad un valore pari a 0.15 Mpa per l'impianto idrico antincendio. L'andamento della pressione all'interno delle condotte dipenderà principalmente dal gradiente idrostatico e dal cadente dovuto alle perdite di carico distribuite. Al fine di garantire le portate e le pressioni corrette ai terminali d'impianto, a valle di ogni stacco idrante dovrà essere posizionato un riduttore di pressione (valvola riduttrice di pressione); la pressione al bocchello necessaria per ottenere le portate nominali verrà ottenuta mediante la taratura delle valvole riduttrici

stesse. I riduttori posti a monte degli idranti UNI 45 dovranno presentare perdite di carico minime non superiori a 0.07 MPa in condizioni di portata nominale, mentre per gli idranti UNI70 la perdita di carico minima in condizioni nominali non dovrà superare 0.10 MPa. Al fine di valutare le perdite di pressione nei tratti terminali delle reti, compresi tra gli innesti degli idranti sui collettori principali e i bocchelli delle lance, si è considerata la presenza di 2 manichette in serie della lunghezza di 20 m, il calcolo di tali perdite di carico ha portato ad assumere un valore di circa 0.3 bar per gli idranti tipo UNI 45 e di circa 0.2 bar per gli idranti UNI 70. Tali valori sono comprensivi delle perdite di pressione distribuite e concentrate ad esclusione della perdita dovuta al regolatore di pressione installato a monte dell'idrante. La rete antincendio è stata verificata nell'ipotesi di funzionamento di una rete aperte. L'ipotesi è cautelativa e serve a garantire il funzionamento dell'impianto antincendio anche in condizioni di fermi manutentivi su un ramo principale della rete. Ai fini del calcolo si è considerata sia la verifica in area favorita che quella in area sfavorita, supposta l'ipotesi di rete aperta sopra descritta.

5.2. ALIMENTAZIONE IDRICA

L'alimentazione è costituita, oltre che da un'unica riserva idrica, anche da due gruppi di pressurizzazione idrica a UNI 12845. Le rete si trova ad essere alimentata da una vasca di accumulo, realizzata attraverso un serbatoio interrato con soletta carrabile. Il serbatoio che realizza la vasca di accumulo sarà posizionato in area pertinenza ANAS in corrispondenza del piazzale all'ingresso della galleria lato Quadri. Così come riportato al capitolo 9 della norma UNI 12845, si prevede la realizzazione di una riserva idrica a capacità utile atta a garantire:

il necessario quantitativo d'acqua per il funzionamento degli idranti (n. 4 idranti UNI 45 ed n.1 idrante UNI 70) per una durata di 2 ore alla portata di progetto (780 l/min);

Pertanto la capacità utile minima della riserva idrica dovrà essere:

In ragione delle prestazioni nominali fissate per l'impianto viene determinata la capacità utile della riserva idrica che risulta essere pari a 100 mc. La sala pompe da cui partiranno le tubazioni per il percorso interno delle gallerie, sarà posta in idoneo locale fuori terra adiacente alla riserva idrica interrata. Il gruppo automatico antincendio, con installazione

sopra battente, è realizzato in modo da intervenire automaticamente qualora venga richiesta erogazione d'acqua da una qualunque utenza dell'impianto antincendio. L'installazione sopra battente necessiterà l'installazione di un apposito serbatoio di adescamento affinché sia sempre garantito il corretto funzionamento delle pompe.

Ogni pompa deve essere collegata ad un dispositivo automatico di adescamento separato.

Il serbatoio, la pompa e la tubazione di aspirazione devono essere tenute costantemente piene d'acqua anche in presenza di perdite dalla valvola di fondo. Se il livello dell'acqua nel serbatoio dovesse scendere a 2/3 rispetto al livello normale, la pompa deve partire. Nel punto più basso della tubazione di aspirazione deve essere posizionata una valvola di fondo e si deve prevedere un filtro all'esterno del serbatoio sulla tubazione di aspirazione. I filtri devono possedere un'area di passaggio di almeno 1,5 volte l'area nominale della tubazione e non devono permettere il passaggio di oggetti aventi un diametro maggiore di 5 mm.

Il gruppo di pompaggio sarà costituito da:

- una pompa principale, azionata da motore elettrico;
- una pompa principale, azionata da un motore diesel;
- un'elettropompa ausiliaria di piccola potenza, con la funzione di mantenere in pressione l'impianto (compensazione);
- uno o più quadri di comando per l'avviamento automatico di ciascuna pompa.

L'elettropompa principale e la motopompa dovranno essere in grado, ciascuna, di erogare la portata richiesta vincendo le perdite di carico generate dallo scorrimento dell'acqua nella rete. L'elettropompa di compensazione ha il compito di mantenere l'impianto alla pressione nominale. Detta pompa dotata di proprio pressostato ed autoclave, entra in funzione, per sopperire alle piccole perdite dell'impianto. Se l'elettropompa principale non si avvia per mancanza di energia elettrica, o è ferma per guasti o per manutenzione, l'ulteriore diminuzione di pressione comanda l'avviamento automatico della motopompa con motore diesel. La massima garanzia di funzionamento è assicurata dalla presenza della motopompa azionata da motore diesel, in grado di erogare le medesime prestazioni dell'elettropompa di alimentazione, in caso di mancanza di energia elettrica, garantendo un funzionamento continuo non inferiore a 6h. I gruppi di pompaggio saranno forniti complete di tutto ciò che è necessario al loro corretto funzionamento e nel rispetto delle norme

vigenti, inoltre Deve essere previsto un circuito di ricircolo per ogni pompa di servizio che, assicurato

tramite un diaframma quando le pompe funzionano a mandata chiusa, ne garantisce il raffreddamento; l'acqua fuoriuscente dal diaframma va ricondotta in vasca. Un circuito con ritorno in vasca è previsto per la misurazione della portata tramite tronchetto misuratore o un generico misuratore di portata a lettura diretta (prove manuali di controllo e di collaudo).

5.3. COMPONENTI DELL'IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

L'impianto idrico antincendio è stato progettato attribuendo alla galleria un livello di rischio 3 e sarà in grado di garantire valori di portata uniformi tra i differenti idranti e comunque non inferiori a 120 l/min per gli idranti DN 45 e 300 l/min per gli idranti DN 70.

In particolare l'impianto idrico antincendio sarà dotato di:

- n. 9 idranti UNI 45 con relativo corredo di doppia tubazione flessibile da 20 m e lancia erogatrice, posti in apposite cassette in corrispondenza delle nicchie di emergenza e delle piazzole di sosta;
- n. 2 idranti UNI 70 soprassuolo con relativo corredo di tubazione flessibile da 20m e lancia erogatrice queste ultime poste in apposite cassette all'interno delle gallerie nell'immediata vicinanza dei due imbocchi.
- n. 2 attacchi di mandata DN 70 per collegamento con autopompa serbatoio (APS) posti nei pressi degli imbocchi della galleria.
- La distribuzione planimetrica degli idranti UNI 45 si sviluppa su entrambi i lati della galleria, a quinconce, mantenendo la distanza reciproca su ogni lato di 125 m.
- La tubazione principale di adduzione idrica sarà chiusa ad anello ed alimentata da una stazione di pompaggio dotata di:
 - gruppo di pompaggio;
 - due serbatoi di riserva del volume totale utile di 100mc.

La stessa tubazione principale sarà realizzata in PEAD DN125 PN16 ed alloggiata dietro i profili redirettivi, sotto il sedime delle banchine ed opportunamente protetta dal fuoco, garantendo il servizio per un tempo non inferiore alle due ore nel corso delle operazioni di spegnimento.

Gli stacchi verso gli idranti UNI 70 soprassuolo saranno realizzati mediante derivazioni a T con tubazioni in acciaio del diametro non inferiore a DN 80 e vedranno l'interposizione di una valvola di sezionamento del tipo a sfera atta ad isolare il gruppo.

Gli stacchi verso gli idranti UNI 45 saranno realizzati mediante derivazione a T con diramazione in acciaio del diametro non inferiore a DN 40 e vedranno l'interposizione di una valvola di sezionamento del tipo a sfera atta ad isolare il gruppo .

Al fine di consentire la manutenzione di porzioni dell'opera lungo l'anello antincendio saranno poste in opera 9 valvole DN 100 allarmate posizionate in corrispondenza degli imbocchi e delle piazzole di sosta, accessibili mediante apposito chiusino.

5.4. REQUISITI NORMATIVI TUBAZIONI

5.4.1. REQUISITI TUBAZIONI FUORI TERRA

Così come riportato al capitolo 6 della norma UNI 10779, nei tratti fuori terra si devono utilizzare tubazioni metalliche conformi alla specifica normativa di riferimento, aventi pressione nominale non minore della pressione massima che il sistema può raggiungere in ogni circostanza e comunque non minore di 1,2 MPa. Nel caso di tubazioni di acciaio non legato, queste devono avere spessori minimi conformi alla UNI EN 10255 serie L, se poste in opera con giunzioni saldate o che non richiedono asportazione di materiale, oppure alla UNI EN 10255 serie media, se poste in opera con giunzioni filettate. Per diametri maggiori al DN 100, installate con giunzioni saldate o che comunque non richiedono asportazione di materiale, è ammesso l'uso di tubazioni conformi alla UNI EN 10224, purché con spessore di parete uguale o maggiore dei valori specificati al prospetto seguente.

Diametro esterno (mm)	Tubazione in rame/acciaio legato
Fino a 28	1,0 mm
Fino a 54	1,5 mm
Fino a 88,4	2,0 mm
Fino a 108	2,5 mm
Oltre a 108	3,0 mm

Altri sistemi di tubazioni (tubazioni, raccordi, giunzioni e pezzi speciali) sono ammessi, purché si tenga conto delle caratteristiche di resistenza meccanica ed alla corrosione richieste per assicurare la voluta affidabilità dell'impianto. Essi devono essere realizzati in conformità alla specifica normativa di riferimento ed alle prescrizioni del fabbricante, e devono comunque rispettare gli spessori minimi. Le tubazioni per installazione interrata devono essere conformi alla specifica normativa di riferimento ed avere, unitamente ai relativi accessori, le pressioni nominali non minore della pressione massima che il sistema può raggiungere in ogni circostanza e comunque non minore di 1,2 MPa; Le tubazioni devono essere scelte tenendo conto delle caratteristiche di resistenza meccanica ed alla corrosione richieste per assicurare la voluta affidabilità dell'impianto. Nel caso di tubazioni in acciaio, queste devono essere conformi alla UNI EN 10224 e devono essere esternamente protette contro la corrosione mediante rivestimento (per esempio di tipo bituminoso) secondo quanto indicato dalla stessa norma. Sono ammesse tubazioni in acciaio con diametro nominale minimo 100 mm e con gli spessori minimi specificati nel prospetto seguente.

Diametro Nominale	Spessore minimo (mm)
125	4,0
150	4,5
200	5,0
250	5,6
300	6,3

Le diramazioni in acciaio, di diametro minore di DN 100, devono essere conformi alla UNI EN 10255 serie media e devono essere esternamente protette contro la corrosione mediante rivestimento normalizzato (per esempio bituminoso). Nel caso vengano adottate tubazioni di materia plastica esse devono avere PN minimo come indicato al punto 6.1 della suddetta norma ed essere, a seconda del materiale utilizzato, conformi alle UNI EN 12201, UNI EN 13244, UNI EN ISO 15494, UNI EN 1452, UNI EN ISO 15493, UNI 9032 e UNI EN ISO 14692. Le valvole di intercettazione devono essere di tipo indicante la posizione di apertura/chiusura; sono ammesse valvole a stelo uscente di tipo a saracinesca o a globo,

valvole a farfalla, valvole a sfera o altre valvole unificate, purché aventi la caratteristica sopra detta di indicazione della posizione di apertura/chiusura. Le valvole di intercettazione devono essere conformi alla UNI EN 1074 ove applicabile. Nelle tubazioni di diametro maggiore di 100 mm non sono ammesse valvole con azionamento a leva (a 90°) prive di riduttore.

5.4.1. REQUISITI TUBAZIONI INTERRATATERRA

Le tubazioni per installazione interrata devono essere conformi alla specifica norma di riferimento ed avere, unitamente ai relativi accessori, le pressioni nominale definite qui sotto:

Diametro Nominale	Spessore minimo (mm)
100	4,0
125	4,5
150	5,0
200	5,6
250	6,3
300	7,1

Le diramazioni in acciaio, di diametro minore di DN100, devono essere conformi alla UNI EN 10255 serie media e devono essere esternamente protette contro la corrosione mediante rivestimento normalizzato (per esempio bituminoso).

5.4.2. RETE ANTINCENDIO

La rete di alimentazione dell'anello antincendio verrà posizionata a lato della carreggiata e sarà realizzata principalmente mediante collettori in polietilene ad alta densità PFA16PE100 secondo la norma UNI EN 12201. L'anello idrico della galleria in oggetto sarà realizzato con collettori aventi diametro DN125. L'installazione dei collettori principali avverrà mediante:

- Un percorso interrato tra la vasca di accumulo e l'innesto in galleria;

- Un percorso interrato protetto dietro il profilo redirettivo all'interno della galleria. Il percorso è interrotto in prossimità degli stacchi all'idrante (UNI45);
- Un percorso interrato in galleria ricavato sotto la sede stradale in prossimità delle piazzole di sosta. Il percorso interrato è interrotto in prossimità degli stacchi agli idranti (UNI70);
- L'attraversamento stradale in prossimità degli imbocchi per realizzare l'anello idrico antincendio.

Fanno eccezione:

- i tratti di tubazione all'interno della sala pompe che saranno realizzati in acciaio nero;
- i tratti di tubazione destinati agli stacchi idranti UNI 45 e all'alimentazione delle stazioni di controllo dell'impianto automatico e idranti UNI70, che saranno realizzati in acciaio non legato UNI EN 10255 – DN40 i primi, e DN65 i secondi. Tutte le tubazioni saranno verniciate a polvere epossidica.

La giunzione delle tubazioni in PEAD avverrà mediante raccordi in acciaio ed in prossimità degli stacchi agli idranti il raccordo tra tubazione in polietilene e tubazione in acciaio avverrà mediante idonei giunti di transizione PE/Acciaio e facendo in modo che in galleria sia presente solo la parte in acciaio del giunto di transizione. Gli allacciamenti interrati agli idranti UNI70 ed i collegamenti alle valvole di intercettazione saranno invece realizzati mediante giuntatura con cartella e flangia. La giunzione delle barre dei tubi in acciaio è prevista mediante flangiatura o raccordi rapidi scanalati. Per consentire futuri interventi di manutenzione lungo la rete, senza mettere fuori uso la funzionalità totale dell'impianto, si prevede l'installazione, lungo i collettori principali, di valvole di sezionamento generale. La presenza delle valvole di sezionamento garantisce l'intervento di isolamento e chiusura del guasto e consente la continuità di alimentazione riserva idrica–terminale di erogazione.

Le valvole saranno installate tra due idranti consecutivi in modo da consentire l'intercettazione di un solo terminale per volta. Le valvole saranno del tipo manuale, a farfalla con indicante la posizione di apertura/chiusura. L'azionamento avverrà per mezzo di riduttore di manovra e volantino, il tutto al fine di evitare chiusure rapide e di introdurre in rete sovrappressioni dovute alla chiusura istantanea dell'anello. Per le tubazioni interrate la protezione termica della condotta sarà assicurata, dal ricoprimento di materiale stabilizzatore e da materiale isolante (strati di sabbia e argilla espansa). Nel caso di

tubazioni installate a vista in galleria dovrà essere prevista la protezione termica delle tubazioni mediante coppelle di materiale isolante in lana minerale e protezione meccanica addizionale esterna in lamierino di alluminio. Il calcolo relativo al rischio di congelamento dell'acqua all'interno delle tubazioni è stato affrontato secondo la norma UNI EN ISO 12241:2002 recante "Isolamento termico per gli impianti negli edifici e per le installazioni industriali – Metodi di calcolo", e prendendo in esame, come condizione sfavorevole, lo stacco della tubazione di alimentazione agli idranti UNI 45 posta in galleria. I dati di riferimento per il calcolo sono stati i seguenti:

- temperatura esterna massima: -4°C ;
- temperatura di partenza dell'acqua all'interno della tubazione: 10°C ;
- temperatura minima di sicurezza dell'acqua: 5°C ;
- percentuale di congelamento massimo ammissibile: 5%;
- isolamento termico in lana minerale: spessore 50mm – conducibilità 0,040 W/mK;
- condizioni del fluido stazionarie.

Ne deriva che:

- il passaggio dell'acqua presente in rete dalla temperatura di 10°C alla temperatura di 5°C avviene dopo circa 6,2 ore;
- il passaggio dell'acqua presente in rete dalla temperatura di 5°C alla temperatura di 0°C (inizio fenomeni di congelamento) avviene dopo circa 13,0 ore;
- il congelamento parziale dell'acqua nella percentuale dell'5% avviene dopo circa 29,0 ore.

Di seguito si riporta l'estratto dei calcoli di quanto appena detto:

TEMPI DI RAFFREDDAMENTO DI UNA TUBAZIONE – SECONDO NORMA UNI EN ISO 12241

$$q_{wp} = \frac{\pi \cdot (\theta_{Im} - \theta_a)}{\frac{1}{2 \cdot \gamma} \cdot \ln \frac{D_e}{D_i} + \frac{1}{h_{se} \cdot D_e}} = 2.46 \text{ W/m}$$

$$q_{wp} = 2.46 \text{ W/m [flusso termico]}$$

$$t_{wp} = \frac{(\theta_{Im} - \theta_a) \cdot (m_w c_{pw} + m_p c_{pp}) \cdot \ln \left(\frac{\theta_{Im} - \theta_a}{\theta_{fm} - \theta_a} \right)}{q_{wp} \cdot 3.6 \cdot l} = 6.08 \text{ h}$$

$$t_{wp} = 4.48 \text{ h [tempo di raffreddamento alla temperatura di } 5^\circ\text{C senza congelamento]}$$

TEMPI DI CONGELAMENTO IN UNA TUBAZIONE – SECONDO NORMA UNI EN ISO 12241

$$q_{fr} = \frac{\pi \cdot (-\theta_a)}{\frac{1}{2 \cdot \gamma} \cdot \ln \frac{D_e}{D_i}} = 2.76 \text{ W/m}$$

$$q_{fr} = 2.46 \text{ W/m [flusso termico]}$$

$$t_{fr} = \frac{f}{100} \cdot \frac{\rho_{ghiaccio} \cdot \pi \cdot D_{ip}^2 \cdot \Delta h_{fr}}{q_{fr} \cdot 3.6 \cdot 4} = 6.18 \text{ h}$$

$$t_{fr} = 4.48 \text{ h [tempo congelamento parziale]}$$

$\theta_{lm} = 10^\circ\text{C}$ [temperatura iniziale del fluido]

$\theta_{fm} = 5^\circ\text{C}$ [temperatura finale del fluido]

$\theta_a = -4^\circ\text{C}$ [temperatura Ambiente]

$m_w = 4.27 \text{ kg}$ [massa fluida]

$c_{pw} = 4.19 \text{ kJ/kgK}$ [calore specifico fluido]

$m_w c_{pw} = 17.87 \text{ kJ/K}$ [capacità termica fluido]

$l = 3 \text{ m}$ [lunghezza tubazione]

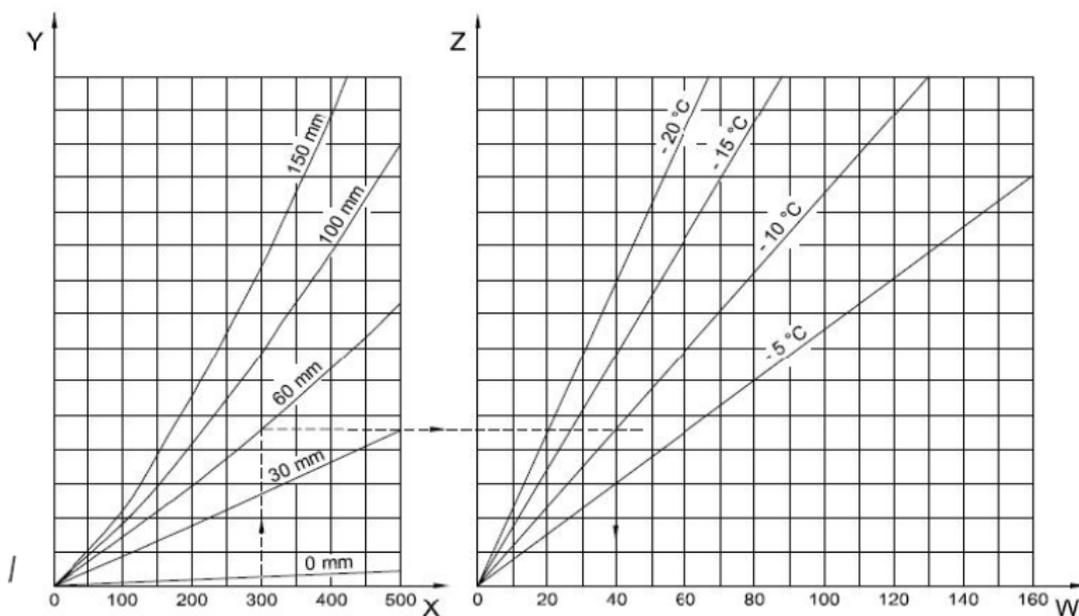
$\gamma = 0.04 \text{ W/mK}$ [conducibilità isolante]

diagramma 2 Determinazione dei tempi di raffreddamento da 5 °C a 0 °C

Tempo di raffreddamento massimo ammissibile per l'acqua in tubazioni di differente diametro e con differenti spessori di isolamento a differenti temperature ambiente per evitare il congelamento dell'acqua nella tubazione. La temperatura iniziale dell'acqua è $\theta = 5 \text{ °C}$, la velocità del vento è $v = 5 \text{ m/s}$, $\lambda = 0,04 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, $h_o = 20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Legenda

- X Diametro della tubazione D in mm
- Y Spessore di isolamento in mm
- W Tempo in ore
- Z Temperatura ambiente in °C



6. DIMENSIONAMENTO RETE IDRANTI

Tipo di calcolo: Hazen – Williams

Tipo di alimentazione: Gruppo di pompaggio

Capacità minima riserva idrica: 100,00 m³

Dati	Area favorita	Area sfavorita
Numero idranti in funzione	6	6
Numero totale idranti	11	

Dati	Idrante favorito	Idrante sfavorito	u.m.
Numero	-	10	
Perdita totale	-	5,56	bar
Pressione residua	-	-	bar
Portata	-	120,00	l/min

DATI RETE IDRANTI						
Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza [m]	Ø nominale	Ø interno [mm]	Codice tubo	Codice erogatore
1	2	5,6	125	102,2	e4408	
2	15	194,7	125	102,2	e4408	e201
3	2	255,8	125	102,2	e4408	e201
4	3	124,0	125	102,2	e4408	e201
5	4	126,3	125	102,2	e4408	e201
6	5	122,8	125	102,2	e4408	e201
7	6	1,0	125	102,2	e4408	e201
8	7	6,2	125	102,2	e4408	e201
9	8	0,6	125	102,2	e4408	e209
10	9	214,5	125	102,2	e4408	e201
11	10	124,5	125	102,2	e4408	e201
12	11	125,4	125	102,2	e4408	e201
13	12	124,9	125	102,2	e4408	e201
14	13	118,8	125	73,6	e4406	e209
15	14	6,6	125	73,6	e4406	e201

6.1. DATI TUBAZIONE - CALCOLO AREA SFAVORIATA

Dati tubazioni complete

Nodo iniz.	Nodo fin.	Direzione	Lungh. [m]	Descrizione	Ø nomin.	Portata [l/min]	Pres. iniziale [bar]	Pres. finale [bar]	Dp tratto [bar]	Cost. Hazen Williams
1	2	1->2	5,6	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	840,0	0,00	0,00	0,013	150
2	15	2->15	194,7	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	322,5	0,00	0,00	0,405	150
3	2	2->3	255,8	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	517,5	0,00	0,00	- 0,489	150
4	3	3->4	124,0	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	517,5	0,00	0,00	- 0,221	150
5	4	4->5	126,3	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	517,5	0,00	0,00	- 0,225	150
6	5	6->5	122,8	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	0,0	0,00	0,00	0,000	150
7	6	6->7	1,0	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	397,5	0,00	0,00	- 0,136	150
8	7	8->7	6,2	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	0,0	0,00	0,00	0,000	150
9	8	8->9	0,6	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	277,5	0,00	0,00	- 0,010	150
10	9	9->10	214,5	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	37,5	0,00	0,00	- 0,425	150
11	10	11->10	124,5	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	82,5	0,00	0,00	0,351	150
12	11	12->11	125,4	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	202,5	0,00	0,00	0,254	150
13	12	13->12	124,9	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	322,5	0,00	0,00	0,248	150
14	13	14->13	118,8	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	322,5	0,00	0,00	0,236	150
15	14	15->14	6,6	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	322,5	0,00	0,00	0,013	150

Dati tubazione ridotto

Nodo iniz.	Nodo fin.	Direzione	Lungh. [m]	Descrizione	Ø nomin.	Portata [l/min]	Pres. iniziale [bar]	Pres. finale [bar]	Dp tratto [bar]	Costante Hazen Williams
1	2	1->2	5,6	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	840,0	0,00	0,00	0,013	150
2	15	2->15	194,7	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	322,5	0,00	0,00	0,405	150
3	2	2->3	255,8	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	517,5	0,00	0,00	- 0,489	150
4	3	3->4	124,0	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	517,5	0,00	0,00	- 0,221	150
5	4	4->5	126,3	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	517,5	0,00	0,00	- 0,225	150
7	6	6->7	1,0	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	397,5	0,00	0,00	- 0,136	150
9	8	8->9	0,6	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	277,5	0,00	0,00	- 0,010	150
10	9	9->10	214,5	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	37,5	0,00	0,00	- 0,425	150
11	10	11->10	124,5	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	82,5	0,00	0,00	0,351	150
12	11	12->11	125,4	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	202,5	0,00	0,00	0,254	150
13	12	13->12	124,9	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	322,5	0,00	0,00	0,248	150
14	13	14->13	118,8	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	322,5	0,00	0,00	0,236	150
15	14	15->14	6,6	UNI 10910 (sost.da UNI EN 12201) Tubi di PE - SDR 11	125	322,5	0,00	0,00	0,013	150

6.2. DATI IDRANTI - CALCOLO AREA SFAVORIATA

Nodo	Codice	Descrizione	Piano	Quota [m]	DN	K metrico	Portata [l/min]	Pressione residua [bar]	Perdite totali [bar]
5	e201	Idranti - UNI 45	1	0,0	45	93.9	120,0	-	4,99
7	e201	Idranti - UNI 45	1	0,0	45	93.9	120,0	-	5,12
9	e209	Idranti - UNI 70	1	0,0	70	150	240,0	-	4,32
10	e201	Idranti - UNI 45	1	0,0	45	93.9	120,0	-	5,56
11	e201	Idranti - UNI 45	1	0,0	45	93.9	120,0	-	5,21
12	e201	Idranti - UNI 45	1	0,0	45	93.9	120,0	-	4,95

7. CALCOLO DEL VOLUME DELLA RISERVA IDRICA

Il volume della riserva idrica dovrà essere in grado di alimentare la rete idrica garantendo una portata d'acqua pari a 1.200 l/min. ad una pressione nel punto più sfavorevole non inferiore ai 0,5 MPa.

Tale portata è maggiore della minima richiesta dalle norme UNI e pari a:

$$Q_{UNI} = Q_{UNI45} \times N_{UNI45} + Q_{UNI70} \times N_{UNI70} = 120 \times 4 + 300 \times 1 = 780 \text{ l/min}$$

Con

Q_{UNI} : portata valutata secondo le indicazioni UNI

Q_{UNI45} : portata minima da garantire agli idranti UNI 45 (120 l/min.)

N_{UNI45} : numero idranti UNI 45 attivi (4)

Q_{UNI70} : Portata minima da garantire agli idranti UNI 70 (300 l/min.)

N_{UNI70} : numero idranti UNI 70 attivi (1)

Pertanto, considerata la portata di 780 l/min. mantenuta per due ore, il volume utile minimo dei serbatoi sarà pari a:

$$V_{utileMin} = Q_{TOTALE} \times t_{erogazione} = 780 \times 120 = 93.600 \text{ l} = 93,60 \text{ mc}$$

Con

$V_{utileMin}$: volume utile minimo dei serbatoi d'accumulo

Q_{TOTALE} : portata richiesta dalle Linee Guida ANAS (1.200 l/min.)

$t_{erogazione}$: tempo di erogazione previsto (120 min)

Arrotondando tale volume si è stabilito che i due serbatoi dovranno garantire un volume utile pari a 100 mc ovvero 50 mc ciascuno.

8. GRUPPO DI POMPAGGIO

Il gruppo di pressurizzazione (idrico antincendio) dovranno garantire le caratteristiche di portata massime richieste da ciascun impianto, e garantire la pressione minima a ciascuna apparecchiatura di erogazione. A tal proposito, di seguito il calcolo delle prestazioni minime del gruppo di pressurizzazione.

8.1. CALCOLO RISERVA IDRICA

Capacità utile minima della riserva idrica dovrà essere:

$$Q_{\text{idrico antincendio}} = (4 \times Q_{\text{uni45}}) + (1 \times Q_{\text{uni70}}) = 4 \times 120 \text{ l/min} + 1 \times 300 \text{ l/min} = 780 \text{ l/min}$$

PORTATE	l/min	mc/h	mc/sec
$Q_{\text{idrico antincendio}}$	780	46,8	0,013

$$V_{\text{idrico antincendio}} = 780 \text{ l/min} \times 120 \text{ min} = 93600 \text{ l} = 93,6 \text{ mc}$$

$$V_{\text{serbatoio}} \geq V_{\text{idrico antincendio}} = 100 \text{ mc}$$

Diametri delle tubazioni in PEAD PFA16 DN125:

mm	Diametro Esterno	Diametro Interno
$D_{\text{idrico antincendio}}$	125	101.4

8.2. CALCOLO GRUPPO DI POMPAGGIO

Segue il calcolo delle perdite di carico in riferimento alla postazione di idrante più sfavorita:

$$P_{idrico\ antincendio} = \frac{6,05 \cdot Q^{1,85} \cdot 10^9}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = \frac{6,05 \cdot 780^{1,85} \cdot 10^9}{125^{1,85} \cdot 101,4^{4,87}} = 15,275 \text{ mm c.a./m}$$

$$H_d = 0,021724 \frac{\text{m c.a.}}{\text{m}} \cdot 650 \text{ m} = 9,929 \text{ m c.a.} = 0,0993 \text{ Mpa}$$

$$H_c = 15 \text{ m c.a.} = 0,15 \text{ Mpa}$$

$$H_r = 40 \text{ m c.a.} = 0,40 \text{ Mpa}$$

$$H_{idrico\ antincendio} = H_d + H_c + H_r = 0,0993 + 0,15 + 0,40 = 0,6493 \text{ Mpa} = 64,93 \text{ m c.a.}$$

$$P_{idrico\ antincendio} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 64,93 \text{ m} \cdot 0,013 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,78} = 10616,055 \text{ W}$$

$$= 10,62 \text{ kW}$$

Di conseguenza i requisiti minimi del gruppo di pressurizzazione per il sistema idrico antincendio sono:

PORTATO	PREVALENZA	POTENZA
Q = mc/h	H = metri c.a.	P = kW
46,8	64,93	10,62