

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01 e s.m.i



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: J94F04000020001

### U.O. IMPIANTISTICA INDUSTRIALE

### PROGETTO DEFINITIVO

### ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

### ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

### LOTTO 1: FORTEZZA - PONTE GARDENA

### AREA SICUREZZA FORTEZZA

### IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA

Relazione tecnica e di calcolo

SCALA :

- : -

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IBL1 10 D 17 RO AI1005 001 A

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione Esecutiva	V. Iannuccilli 	22.03.2013	R. Cecchetti 	22.03.2013	C. Mazzocchi 	22.03.2013	A. Falaschi 22.03.2013 

File: IBL10D17ROAI1005001A

n. Elab.:



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
 ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
 LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO  
 AREA SICUREZZA FORTEZZA  
 IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	1 di 22

## INDICE

1) GENERALITÀ .....	2
1.1) PREMessa.....	2
1.2) OGGETTO DELL'INTERVENTO .....	2
1.3) CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....	2
2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI .....	3
2.1) ESTENSIONE E CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI.....	3
2.2) CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI.....	3
2.3) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI .....	4
<i>Generalità</i> .....	4
<i>Proprietà schiuma</i> .....	4
<i>Formazione schiuma</i> .....	5
<i>Tipologia schiuma</i> .....	6
<i>Tipologia sistema</i> .....	6
<i>Consistenza impianto</i> .....	7
<i>Tratte idrauliche</i> .....	8
<i>Monitori</i> .....	12
<i>Sistema di controllo dell'alimentazione idrica e delle valvole a diluvio</i> .....	13
<i>Quadro di controllo ed alimentazione</i> .....	14
<i>Descrizione del terminale interfaccia utente</i> .....	16
<i>Elenco punti controllati</i> .....	17
2.4) CRITERIO DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI .....	18
<i>Calcolo idraulico</i> .....	18
<i>Calcolo perdite di carico</i> .....	20

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA          ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –          QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA          LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>  PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. IB1L	LOTTO 10	TIPO DOC. D17RO	OPERA/DISCIPLINA AI 1005 001	REV. A

## 1) GENERALITÀ

### 1.1) Premessa

Il presente documento ha per oggetto la descrizione dell'impianto di spegnimento a schiuma a servizio dell'area di sicurezza Fortezza della tratta Fortezza – Ponte Gardena (Asse ferroviario Monaco – Verona). L'impianto avrà la funzione di misura integrativa per consentire il transito delle merci migliorando il livello di sicurezza della struttura, consentendo la mitigazione degli effetti conseguenti agli eventi incidentali.

Questo documento contiene tutte le indicazioni delle Autorità competenti oltre che gli aggiornamenti legislativi in materia di sicurezza in galleria (D.M. 28 ottobre 2005 e STI/SRT).

Le macchine, le apparecchiature ed i materiali che costituiscono gli impianti oggetto di questa relazione saranno conformi alle specifiche tecniche che costituiscono la "SPECIFICA TECNICA DEGLI ELEMENTI TECNICI-IMPIANTI SAFETY".

### 1.2) Oggetto dell'intervento

Le opere oggetto del presente intervento comprendono la realizzazione degli impianti safety costituiti essenzialmente da:

- Impianto di spegnimento a schiuma dell'area di sicurezza Fortezza (binario dispari e pari)

### 1.3) Criteri generali di progettazione

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità e dalla economicità di gestione.

Nelle scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;
- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture del complesso, soprattutto nell'ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA          ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –          QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA          LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>					
	PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	3 di 22

## 2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

### 2.1) Estensione e consistenza degli impianti

L'impianto idrico antincendio sarà costituito essenzialmente da :

- Impianto di spegnimento a schiuma dell'area di sicurezza Fortezza (binario dispari e pari)

Lacentrale di alimentazione sarà ubicata affianco alla centrale idrica antincendio all'imbocco Nord di Scaleres. La vasca di accumulo idrico sarà la stessa per tutte e due le centrali mentre per il solo impianto di spegnimento a schiuma sarà prevista una cisterna aggiuntiva contenente la sostanza schiumogena.

### 2.2) Caratteristiche degli impianti

Il sistema di mitigazione proposto prevede la realizzazione di un impianto a monitori con attivazione semi-automatica che utilizza come agente estinguente schiume tipo AFFF al 4%.

Esso è destinato alla protezione della struttura in caso di:

- sversamento di combustibili liquidi ed eventuale conseguente incendio della pozza;
- incendio di convogli passeggeri merci anche adibiti al trasporto di sostanze pericolose.

La realizzazione di tale impianto costituisce una misura integrativa per consentire il transito delle merci migliorando il livello di sicurezza della struttura. Esso, inoltre, consente la mitigazione degli effetti conseguenti agli eventi incidentali, determinando una riduzione delle portate dei fumi generati dal focolaio

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA          ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –          QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA          LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>					
	PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	4 di 22

### 2.3) Descrizione degli impianti

#### Generalità

Il sistema di spegnimento a schiuma è utilizzato per formare uno strato di copertura sulla superficie del materiale in fiamme così da impedire che vapori infiammabili lascino la superficie e che l'ossigeno raggiunga il materiale combustibile.

Un fuoco, infatti, non può esistere quando combustibile e ossigeno sono separati e quindi una schiuma che formi uno strato di copertura soffocherà l'incendio; in aggiunta, l'acqua presente insieme alla schiuma avrà un effetto di raffreddamento il che consentirà alla schiuma (miscela di acqua e sostanza schiumogena) di raffreddare la struttura circostante l'incendio così da prevenire il fenomeno del flash-back.

In altre parole, la schiuma soffocherà l'incendio :

1. Ricoprendo la superficie del combustibile, soffocando l'incendio e serapando la fiamma dalla superficie del combustibile
2. Raffreddando il combustibile così da abbassarne l'infiammabilità
3. Riducendo il rilascio in aria di vapori infiammabili

#### Proprietà schiuma

Una schiuma ideale dovrebbe fluire abbastanza liberamente in modo da ricoprire rapidamente la superficie, conservando però anche adeguate proprietà coesive in modo da restare unita così da creare e conservare una stretta copertura. La soluzione, inoltre, deve trattenere acqua sufficiente per fornire una tenuta di lunga durata : una rapida perdita d'acqua, infatti, potrebbe comportare un asciugamento della schiuma ed un successivo appassimento alle alte temperature dell'incendio. La schiuma deve essere anche abbastanza leggera (così da galleggiare sulla superficie del combustibile) ed abbastanza pesante (così da non essere spazzata via dal vento).

Per essere efficace, la schiuma deve presentare il giusto mix di caratteristiche fisiche :

- Abbattimento della velocità e del flusso : la capacità dello strato di schiuma di diffondersi attraverso la superficie del combustibile o intorno ad ostacoli o rottami è molto importante per raggiungere una completa estinzione. La schiuma deve presentare buone proprietà di coesione così da mantenere la copertura ma allo stesso tempo non deve essere troppo viscosa così da ostacolare le sue capacità di fluire liberamente attraverso le superfici



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA  
PROGETTO DEFINITIVO  
AREA SICUREZZA FORTEZZA  
IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	5 di 22

- Resistenza al calore : la schiuma deve essere in grado di resistere agli effetti distruttivi derivanti dal calore irradiato da fuochi rimanenti, dai vapori infiammabili o da altri rottami metalli o materiali caldi presenti
- Resistenza al combustibile : la schiuma deve minimizzare la ripresa di combustibile così da evitare la formazione di ambienti saturi e combustibili
- Soppressione del vapore : la tenuta di vapore dello strato di copertura è una funzione critica ai fini dell'efficacia della schiuma. La schiuma prodotta deve essere in grado di sopprimere i vapori infiammabili così da spezzare il triangolo d'incendio combustibile-ossigeno-calore e minimizzare il rischio di re-ignizione
- Resistenza all'alcool : a causa dell'affinità dell'alcool con l'acqua, dal momento che la schiuma è composta per più del 90% da acqua, gli strati di copertura di schiuma che non sono resistenti all'alcool saranno distrutti se impiegati su carichi a base di alcool

### Formazione schiuma

La schiuma è prodotta dalla combinazione di 3 materiali :

1. Acqua
2. Aria
3. Agente schiumogeno

In un primo momento la schiuma è formata da un mixing tra agente schiumogeno (schiumogeno) con acqua per creare una soluzione schiumosa. Le effettive bolle di schiuma, invece, sono create immettendo aria, tramite opportuno sistema, all'interno della soluzione schiumosa. L'unione di schiumogeno, acqua ed aria nelle appropriate proporzioni forma la schiuma finita.

Lo schiumogeno deve essere sufficientemente mescolato con l'acqua a una particolare concentrazione per produrre la soluzione schiumogena necessaria per creare la desiderata schiuma (ad esempio se la schiuma desiderata è con percentuale di concentrazione pari al 3% allora 3 parti di schiumogeno devono essere mescolate con 97 parti d'acqua).

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b> <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b> <b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>  PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. IB1L	LOTTO 10	TIPO DOC. D17RO	OPERA/DISCIPLINA AI 1005 001	REV. A

Le schiume di soppressione sono schiume meccaniche prodotte mescolando acqua con schiumogeno per produrre la soluzione schiumogena; le bolle sono formate dal mixing turbolento di aria con soluzione schiumogena (le bolle sono riempite di aria).

Le bolle di schiuma sono più leggere di olio, gasolio, alcool ed altri liquidi infiammabili e così si adagiano sulla parte superiore della superficie di incendio da estinguere.

Le schiume per essere efficaci devono essere del tipo e qualità giusti e devono essere applicate in modo continuativo per un tempo sufficiente a sopprimere ed estinguere l'incendio, il che significa che più grande è il fuoco e maggiore dovrà essere il tasso di applicazione e la durata necessari per avere successo.

#### Tipologia schiuma

La schiuma prevista è del tipo Aqueous Film Forming Foam (AFFF). Le schiume AFFF sono una combinazione di tensioattivi fluorochimici e agenti schiumogeni sintetici che creano un film acquoso, ossia un sottile strato di schiuma che si diffonde rapidamente attraverso la superficie del combustibile e causa un considerevole abbattimento dell'incendio (i tensioattivi fluorochimici abbassano la tensione superficiale della schiuma fino a valori che possono essere supportati sulla superficie del combustibile).

Le schiume AFFF sono adatte a combustibili con alta tensione superficiale, come kerosene, gasolio e jet fuels, meno adatte a combustibili, quali benzine con elevato numero di ottani, con bassa tensione superficiale.

#### Tipologia sistema

Il sistema previsto è del tipo a bassa espansione con rapporto di espansione 12, ossia un sistema nel quale un volume di schiumogeno genera 12 volumi di schiuma.

Il sistema è idoneo per il controllo e la soppressione di focalari di incendio di classe B .

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA          ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –          QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA          LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>					
	PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	7 di 22

### Consistenza impianto

L'impianto è costituito sostanzialmente dai seguenti componenti :

1. Riserva idrica, dimensionata sulla massima richiesta d'acqua e costituita da un vasca di 210 m<sup>3</sup>di volume utile netto, in condivisione con l'impianto idrico antincendio
2. Serbatoio di 10000 l per lo stoccaggio dello schiumogeno. Il serbatoio verrà mantenuto pieno a metà di liquido schiumogeno e, a parte lo sfiato di depressione, chiuso all'atmosfera, così da garantire una elavata durata dello schiumogeno; quando il serbatoio è quasi vuoto, infatti, c'è a disposizione una maggiore superficie liquida che può interagire con l'aria il che comporta un'eccessiva evaporazione e condensazione il che degrada lo schiumogeno e favorisce la corrosione delle pareti del serbatoio
3. Unità di pompaggio acqua, caratterizzata da una elettropompa da 6950 l/min – 140m.c.a. ed una motopompa di riserva dalle stesse caratteristiche
4. Unità di pompaggio schiuma, caratterizzata da due elettropompe (una titolare l'altra di riserva) da 290 l/min – 120m.c.a
5. Dosatore di schiumogeno dimensionato per introdurre la desiderata quantità di schiumogeno nell'acqua
6. Valvole, raccordi, componentistica e tubazioni
7. Monitori
8. Quadri di controllo ed attivazione



	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b> <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b> <b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>  PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. IB1L	LOTTO 10	TIPO DOC. D17RO	OPERA/DISCIPLINA AI 1005 001	REV. A

### Tratte idrauliche

La tratta idraulica è costituita da un rete ad anello che racchiude l'intera area di sicurezza, binari dispari e pari, con monitori posizionati ogni 50m.

L'impianto sarà alimentato dai due gruppi di pompaggio, uno per l'acqua l'altro per la sostanza schiumogena, ubicati all'interno della centrale di pompaggio in prossimità dell'imbocco Nord di Scaleres e descritti nel paragrafo precedente.

Il gruppo di pompaggio dell'acqua sarà connesso ad una vasca di accumulo acqua, in comune con l'impianto idrico antincendio, con capienza utile netta minima di 210 m<sup>3</sup>; il gruppo di pompaggio dello schiumogeno sarà connesso invece con un serbatoio da 10000 l.

Il dimensionamento delle riserve idrica e schiumogeno è stato effettuato in considerazione dei seguenti parametri di progetto :

- schiuma AFFF con concentrazione del 4%;
- tempo di funzionamento di 30 min;
- funzionamento contemporaneo di n°06 monitori;
- area protetta di 100 m<sup>2</sup> per ogni monitore;

La sala pompe acqua sarà adiacente alla vasca di accumulo e, attraverso scalette alla marinara, renderà accessibile quest'ultima; al suo interno saranno presenti :

- gli organi di manovra del serbatoio;
- n. 1 valvola di diluvio comandata da servomotore elettrico per la pressurizzazione della tratta idraulica;
- n. 1 gruppo di pompaggio acqua costituito sostanzialmente da
  - ✓ n. 1 elettropompa con prestazioni tali da garantire la portata ed i livelli di pressione indicati in precedenza;
  - ✓ n. 1 motopompa di riserva con le stesse prestazioni;
  - ✓ n. 1 misuratore di portata;
  - ✓ n. 1 quadro elettrico

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b> <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b> <b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>  PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. IB1L	LOTTO 10	TIPO DOC. D17RO	OPERA/DISCIPLINA AI 1005 001	REV. A

- n. 1 gruppo di pompaggio schiumogeno costituito sostanzialmente da
  - ✓ n. 1 elettropompa titolare con prestazioni tali da garantire la portata ed i livelli di pressione indicati in precedenza;
  - ✓ n. 1 elettropompa di riserva con le stesse prestazioni;
- n. 1 quadro di alimentazione e controllo dedicato per il comando delle valvole e delle pompe, per il controllo del livello dell'acqua e la visualizzazione degli allarmi del minimo livello, nonché per la segnalazione in remoto di funzionamenti, allarmi, guasti ed anomalie, al suo esterno;
- n. 1 attacchi UNI 70 per l'inserimento di motopompa dei VVF, sia per prelevamento diretto dal serbatoio sia per assicurare in emergenza le portate e pressioni richieste.
- n. 1 dosatore di schiumogeno

La vasca idrica sarà realizzata in cemento armato e, essendo a servizio anche dell'impianto idrico antincendio, sarà conforme a quanto indicato dalla UNI EN 12845 in accordo a quanto indicato sugli elaborati dell'idrico antincendio.

L'acqua di reintegro per la vasca di accumulo sarà erogata dall'acquedotto comunale o comunque da sicura fonte a norma UNI EN 12845. L'immissione dell'acqua di reintegro sarà controllata da due valvole a galleggiante mentre il livello dell'acqua sarà controllato da un misuratore di livello e sonde di livello per segnalazione di preallarme, allarme di minimo ed allarme di massimo.

Il serbatoio di schiumogeno, invece, sarà in acciaio inossidabile rivestito con adeguato trattamento anticorrosivo; il riempimento sarà di tipo manuale e saranno predisposte sonde di livello per segnalazione di preallarme ed allarme basso livello schiumogeno.

E' prevista, inoltre, una pompa per il sollevamento delle acque residue in seguito a svuotamento della vasca; la pompa sarà azionata da appositi galleggianti.

Le condotte idrauliche saranno del tipo ad acqua morta fino alla valvola a diluvio e vuote a valle di questa; un'apertura di quest'ultima, comandata dal sistema di supervisione o dal comando manuale d'emergenza del quadro, comporterà un abbamento di pressione a monte della valvola e quindi una partenza delle pompe.

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b> <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b> <b>QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b> <b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>  PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	10 di 22

L'elettropompa di servizio, infatti, sarà comandata dal relativo pressostato.

Nel caso in cui l'elettropompa non dovesse funzionare, la pressione a monte della valvola a diluvio continuerà a diminuire e partirà la motopompa, comandata dal relativo pressostato tarato ad una pressione inferiore rispetto a quello dell'elettropompa.

L'avvio delle elettropompe e della motopompa, comunque, potrà anche essere comandato dal sistema remoto di supervisione.

Al fine di evitare comunque pericoli derivanti dall'erogazione di una miscela contenente acqua su componenti eventualmente in tensione, l'apertura della valvola a diluvio e delle valvole d'intercettazione dei monitori (di cui nel seguito) sarà asservito al segnale di toltensione alla linea di contatto.

Al fine di evitare inoltre un funzionamento delle pompe con portata nulla o comunque tale da generare pericolosi fenomeni di cavitazione e/o eccessiva usura, è previsto, per ogni pompa, prima della relativa valvola di non ritorno, un circuito di ritorno in vasca regolato da diaframma tarato.

La valvola a diluvio con attuazione elettrica di cui sopra potrà essere azionata solo dopo aver tolto tensione alla linea di contatto (interblocchi elettrici). L'azionamento sarà possibile:

- con comando manuale dal quadro elettrico locale;
- con comando remoto dal sistema di supervisione (tramite le unità periferiche UP del sistema di controllo).

Dai collettori dei gruppi di pompaggio avranno origine due tubazioni principali (acqua e schiumogeno) che confluiranno nel dosatore da cui a sua volta partirà una tubazione che, formando un anello, andrà a servizio sia del binario dispari che di quello pari.

Per consentire l'immissione dell'acqua in condizioni di emergenza, inoltre, verrà installato un attacco di mandata per autopompa.

La connessione tra la tubazione proveniente dall'attacco autopompa e gli impianti sarà effettuata a monte della valvola a diluvio ma prima del dosatore di schiuma.



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
 ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
 LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO  
 AREA SICUREZZA FORTEZZA  
 IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	11 di 22

L'alimentazione elettrica per la valvola a diluvio sarà derivata da quadri elettrici dedicati (quadri QIM) installati in centrale; dovranno inoltre essere predisposti tutti quei sistemi per rendere remotizzabili, presso il posto centrale di supervisione di competenza, stati e allarmi della centrale antincendio, come indicato nello schema funzionale.

La condotta primaria partirà dalla centrale antincendio e percorrerà tutta l'area di sicurezza, in modo da garantire in modo distribuito una opportuna azione di contrasto all'incendio. Nelle parti all'aperto la tubazione sarà in acciaio zincato conforme alla norma UNI EN 10224; nelle parti in galleria, invece, la tubazione sarà in polietilene, annegata nel calcestruzzo del sottocamminamento e protetta con resine epossidiche. Nei punti di transizione delle condotte da acciaio a polietilene e viceversa verranno previsti opportuni giunti di transizione.

Il fissaggio delle staffe di supporto delle tubazioni alle strutture sarà realizzato mediante ancorante chimico bicomponente epossidico, delle seguenti caratteristiche:

	<b>standard</b>	<b>valori</b>	<b>unità di misura</b>
Densità Comp A (resina)	EN ISO 1675	1,45	g/m <sup>3</sup>
Densità Ocm. B (indurente)	EN ISO 1675	1,41	g/m <sup>3</sup>
Densità resina indurita	Din 53479	1,50	g/m <sup>3</sup>
Resistenza a compressione allo snervamento	ASTM D 695-96	86	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione	ISO 604	2=7 giorni :120	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico a compressione	ASTM D 695-96	1530	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a flessione	DIN 53452	90	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico a flessione	DIN 53452	5700	N/mm <sup>2</sup>
Indice durezza D	ASTM D 2240-97 EN ISO 868	90	
Resistenza a trazione	ASTM D 638-97	51,5	N/mm <sup>2</sup>
Allungamento a trazione	ASTM D 638-97	3,5	%
Coefficiente lineare di ritiro	ASTM D 2566-86	0,004	mm/mm
Assorbimento d'acqua	ASTM D 570-95	0,06	% (24h)
Resistività elettrica	DIN IEC 93 (12.93)	6,6x10 <sup>13</sup>	Ωm

Le tubazioni di alimentazione dei monitori, in acciaio zincato, saranno derivate dalla condotta primaria tramite una derivazione dotata di valvola di intercettazione. Sulla condotta primaria, inoltre, tra una derivazione monitori e l'altra, sarà installata una valvola di intercettazione.



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA  
PROGETTO DEFINITIVO  
AREA SICUREZZA FORTEZZA  
IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	12 di 22

Al fine di evitare una eccessiva pressione di erogazione e quindi salvaguardare la riserva idrica della tratta idraulica, inoltre, sulle derivazioni, a monte dei monitori (ad eccezione di quello, per binario, più lontano dalla centrale) verranno installati diaframmi tarati per garantire alla bocca del monitor la pressione di progetto di circa 8 bar.

In corrispondenza dei monitori, inoltre, saranno installate le valvole per lo sfiato dell'aria, le quali consentiranno la fuoriuscita dell'aria durante il riempimento e l'ingresso della stessa durante lo svuotamento. Nei punti bassi saranno installate valvole per consentire il completo svuotamento dell'impianto (valvole a comando manuale con chiusura a chiave).

### Monitori

I monitori saranno derivati ogni 50 m dalla condotta principale ad anello, per un totale di 18 monitori, 9 in corrispondenza del binario pari, 9 in corrispondenza di quello dispari.

I monitori saranno montati su appositi supporti ad una quota di circa 3 metri e saranno dotati di una valvola di intercettazione servocomandata che permetterà la selezione singola di ciascun monitor desiderato.

Ogni monitor è dotato di servomotori per la rotazione orizzontale e verticale, oltre che per la regolazione continua del bocchello da getto frazionato a getto pieno.

In corrispondenza di ogni monitor saranno poi installati sensori sensibili selettivamente alla fiamma ed alla temperatura, per la rilevazione automatica della zona interessata dall'incendio.

Ciascun monitor è dimensionato per la fornitura di 1.200 lt/min. di miscela schiumogena con pressione di circa 8 bar. L'impianto è in grado di gestire il funzionamento contemporaneo fino a 6 monitori : per ciascun binario, 2 a monte, 2 a valle e 2 al centro del focolaio di incendio.

Il comando di elettrovalvole e monitori è ricavato dal quadro principale installato in centrale; il cablaggio sarà del tipo ad anello in modo da garantire l'alimentazione ed il comando anche in caso di taglio, dovuta ad esempio all'incendio, della linea di collegamento elettrica.

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA          ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –          QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA          LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>					
	PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	13 di 22

### Sistema di controllo dell'alimentazione idrica e delle valvole a diluvio

Per il controllo di ciascuna alimentazione idrica antincendio è prevista una unità periferica UP-PLC che sarà installata nei pressi del locale pompe antincendio.

Gli allarmi devono essere collegati ad un quadro di allarme nel locale pompe e devono essere remotizzati al sistema di supervisione.

Il numero e il tipo di allarmi (allarmi incendio e allarmi manutenzione) da rendere disponibili alla postazione di supervisione sono riportati nello schema funzionale.

L'unità periferica sarà collegata al centro di supervisione per la trasmissione dei comandi e dei parametri rilevati.

Per il collegamento con il sistema di supervisione remoto ogni UP dovrà essere in grado di utilizzare il protocollo non proprietario di trasmissione Modbus RTU Ethernet.

Dal sistema di supervisione remoto sarà possibile, previa toltà tensione dalla linea di contatto e secondo le procedure previste in caso di incendio in galleria, l'apertura/chiusura della valvola a diluvio e delle elettrovalvole del circuito, nonché l'orientamento e la regolazione dei monitori.

Sarà inoltre possibile comunicare alla supervisione remota i vari stati degli apparati in campo (disinserito, inserito, allarme, guasto).

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b> <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b> <b>QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b> <b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>  PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. IB1L	LOTTO 10	TIPO DOC. D17RO	OPERA/DISCIPLINA AI 1005 001	REV. A

### Quadro di controllo ed alimentazione

Il quadro di controllo e alimentazione, verrà posto a monte dei quadri delle pompe e si occuperà di gestire l'alimentazione di queste e dei servizi correlati, nonché di acquisire tutte le informazioni necessarie alla corretta gestione dell'impianto e renderle disponibili ad un eventuale sistema di supervisione remoto, tramite rete Ethernet. Il quadro riceverà una alimentazione dal quadro di bassa tensione. Per motivi di ottimizzazione si è deciso di riunire il tutto, in un unico quadro più grande, mantenendo comunque una alimentazione separata tra la pompa principale e quella di riserva. Le specifiche dei gruppi di pressurizzazione da gestire sono i seguenti:

- ✓ Gruppo pressurizzazione acquaGPS-01, preassemblato e cablato, equipaggiato con una elettropompa principale ed una motopompa di riserva; potenza nominale gruppo circa 90 kW (elettropompa di servizio)
- ✓ Gruppo pressurizzazione schiumogeno equipaggiato con una elettropompa di servizio ed una di riserva; potenza nominale circa 22 kW (elettropompa di servizio)

Il PLC di controllo locale installato all'interno di ogni quadro, sarà in grado di acquisire i seguenti segnali e ritrasmetterli al sistema di supervisione centrale in protocollo Modbus Ethernet, su rete Ethernet:

- Dalle elettropompe:
  - ✓ Richiesta di avviamento
  - ✓ Mancato avviamento
  - ✓ Stato di pompa in moto
  - ✓ Mancanza alimentazione
  - ✓ Stato selettore
  - ✓ Selettore di Automatico/Manuale
  - ✓ Scatto termico



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA  
PROGETTO DEFINITIVO  
AREA SICUREZZA FORTEZZA  
IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	15 di 22

- Dall motopompa:
  - ✓ Richiesta di avviamento
  - ✓ Mancato avviamento
  - ✓ Stato di pompa in moto
  - ✓ Guasto quadro di controllo
  - ✓ Stato selettore
  - ✓ Selettore di Automatico/Manuale
  - ✓ Allarme basso livello combustibile
- Intervento pressostati
- Segnale di livello dello schiumogeno nel serbatoio
- Stato apertura chiusura valvola a diluvio
- Comando valvola a diluvio
- Stato apertura/chiusura delle valvole di intercettazione
- Monitori :
  - ✓ Allarme guasto
  - ✓ Indicazione getto frazionato/intero
  - ✓ Indicazione posizione orizzontale
  - ✓ Indicazione posizione verticale
  - ✓ Comando getto frazionato/intero
  - ✓ Comando rotazione orizzontale
  - ✓ Comando rotazione verticale

Il monitoraggio degli elementi in comune (livello acqua vasca idrica, temperatura locale, pompe sollevamento, etc.) con l'impianto idrico antincendio è previsto nel quadro di quest'ultimo



	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA</b> <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA</b> <b>LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>  PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. IB1L	LOTTO 10	TIPO DOC. D17RO	OPERA/DISCIPLINA AI 1005 001	REV. A

### Descrizione del terminale interfaccia utente

Sarà possibile gestire le informazioni presenti sulle unità periferiche tramite display locale connesso alla rete Ethernet.

Il display verrà configurato in base alle informazioni necessarie per la gestione dell'impianto.

Sarà presente un schema rappresentativo dell'impianto in cui saranno spiegati tutti i passi necessari per attivare l'impianto; ogni valvola, inoltre, sarà etichettata e ad ognuna di esse sarà associato un colore in funzione dello stato o dell'operazione da svolgere (ad esempio tutte le valvole che dovranno essere aperte in seguito all'allarme incendio verranno evidenziate con opportuno colore)

Il display grafico a colori svolgerà le seguenti funzioni:

- visualizzazione e gestione dell'impianto, utilizzando delle pagine videografiche opportunamente configurate;
- gestione allarmi con finestra pop-up per riconoscimento, cancellazione, help con segnale sonoro e led di segnalazione;
- visualizzazione trend/storici;
- gestione grafica dei programmi orari;
- struttura gerarchica delle variabili per accesso strutturato.

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA          ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –          QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA          LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>					
	PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	17 di 22

*Elenco punti controllati*

GRUPPO POMPE ACQUAGPS-01 E GRUPPO POMPE SCHIUMOGENO DELLA CENTRALE A IMBOCCO  
 NORD SCALERES

<b>QIS-01</b>  <b>ELENCO PUNTI</b>	<b>DIGITALI</b>		<b>ANALOGICI</b>	
	<b>USCITE</b>	<b>INGRESSI</b>	<b>INGRESSI</b>	<b>USCITE</b>
POMPA ACQUA 1	1	6		
POMPA ACQUA 2	1	6		
POMPA SCHIUMOGENO 1	1	6		
POMPA SCHIUMOGENO 2	1	6		
PRESSOSTATO CIRCUITO POMPA 1-2		2		
ALL. PRESSIONE COLLETTORE		1		
VALVOLE INTERCETTAZIONE CENTRALE		10		
VALVOLE INTERCETTAZIONE MONITORI	18	36		
SERBATOIO SCHIUMOGENO LIVELLI			2	
POMPA DI SOLLEVAMENTO		6		
MONITORI	54	72		
VALVOLE A DILUVIO		2		1
<b>TOTALE DEL QIM</b>	<b>76</b>	<b>153</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Il PLC viene comunque equipaggiato per interfacciare i seguenti punti:

- n° 160 ingressi digitali
- n° 80 uscite digitali
- n° 8 ingressi analogici
- n° 8 uscite analogici

	<b>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA          ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –          QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA          LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>					
	PROGETTO DEFINITIVO AREA SICUREZZA FORTEZZA IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA					
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	18 di 22

## 2.4) Criterio di dimensionamento degli impianti

### Calcolo idraulico

Il dimensionamento dell'impianto di spegnimento a schiuma è stato effettuato in conformità con le norme UNI EN 13565-1 e UNI EN 13565-2.

La quantità di schiuma necessaria è stata valutata a partire dalla seguente relazione :  $V = q \cdot A \cdot t \cdot \frac{z}{100}$

in cui :

V [l] : quantità di schiuma

q [l/min/mq] : densità di scarica minima

A [mq] : area protetta

z [%] : concentrazione schiuma

t [min] : tempo di funzionamento

L'area protetta è stata valutata alla luce dei seguenti fattori :

1. In caso di incendio interverranno i monitori presenti su entrambe le banchine (pari e dispari)
2. Sono previsti 9 monitori per banchina distanziati di 50 m ma in caso di incendio ne interverranno 3 per banchina (all'inizio, al centro ed alla fine del focolaio), per un totale di 6 monitori
3. Ogni monitore dovrà essere in grado di proteggere un'area pari ad almeno 100 mq per un totale di 600 mq protetti

La valutazione dei parametri q, z, t è stata invece effettuata alla luce dei seguenti fattori :

1. Sistema a bassa espansione (rapporto espansione 12)
2. Schiuma schiuma AFFF
3. Focolaio di incendio di classe B



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
 ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
 LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 AREA SICUREZZA FORTEZZA  
 IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IB1L	10	D17RO	AI 1005 001	A	19 di 22

Ne deriva che  $z = 4\%$ ,  $t = 30 \text{ min}$  e  $q = q_{th} \cdot f_c \cdot f_o \cdot f_h$  dove

$Q \text{ [l/min/mq]} = 12 =$  densità scarica minima

$q_{th} \text{ [l/min/mq]} = 4 =$  densità scarica nominale

$f_c = 1,5 =$  fattore di correzione per classe di schiuma

$f_o = 2,0 =$  fattore di correzione per tipo di oggetto

$f_h = 1,0 =$  fattore di correzione per tipo di ugello

Alla luce di quanto sopra si ottiene che la quantità minima di schiuma necessaria è pari ad almeno 8640 l mentre la portata di soluzione schiumogena è pari a 7200 l/min; essendo inoltre stata scelta una schiuma con concentrazione del 4% si ha che la portata d'acqua minima sarà di 6912 l/min e quella dello schiumogeno pari ad almeno 288 l/min.

Sono state pertanto scelte pompe d'acqua da 6950 l/min e pompe di schiumogeno da 290 l/min; ne deriva che la riserva idrica prevista presenterà un volume utile netto di almeno 210 mc mentre la riserva di schiumogeno un volume utile netto di almeno 10 mc.

L'intera portata di schiuma verrà erogata da n°06 monitori, ognuno dei quali pertanto erogherà una portata di circa 1200 l/min (con pressione al bocchello di circa 8 bar).



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
 ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO –  
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA  
 LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO  
 AREA SICUREZZA FORTEZZA  
 IMPIANTO SPEGNIMENTO A SCHIUMA

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IBIL	10	D17RO	AI 1005 001	A	20 di 22

### Calcolo perdite di carico

Le perdite di carico distribuite sono state valutate a partire dalle legge di Hazen-Williams sotto riportata

$$J = \frac{6.05 \cdot 10^7 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}}$$

dove :

J [Pa/m] = Perdita di carico per unità lineare di lunghezza

Q[l/min] = Portata di fluido

C [m<sup>1/2</sup>] = Coefficiente di scabrezza

D [mm] = Diametro interno della condotta


Il coefficiente C varia in funzione del diametro, della velocità e della natura delle pareti; indicativamente può assumere i seguenti valori :

C	Tipologia tubazione
100	Calcestruzzo
120	Acciaio
130	Ghisa rivestita
140	Rame, inox
150	PE, PVC, PRFV

Per calcolare le perdite di carico concentrate, invece, si è applicato, direttamente derivato dall'equazione di Bernoulli, il concetto di proporzionalità all'energia cinetica nel punto, il che si traduce nella seguente formula :

$$h_c = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

dove :

		<b>ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA - ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO          QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA / VERONA - LOTTO 01 : FORTEZZA / PONTE GARDENA</b>					
		PROGETTO ESECUTIVO - GALLERIE IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO - RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO					
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO	PROG. LOTTO IB1L 10	TIPO DOC. D17RO	OPERA/DISCIPLINA AI 0904 001	REV. A	FOGLIO 22 di 22		

Alla luce delle relazioni soprariportate si ottengono i seguenti risultati :

<b>CENTRALE A IMBOCCO NORD SCALERES - GRUPPO PRESSURIZZAZIONE GPS-01 - AREA SICUREZZA FORTEZZA</b>																
Tratto	Materiale tubazione	DN/De	C	L [m]	ΔH [m]	Q [l/min]	Presidua [m.c.a.]	Valvolame	Curve 45°	Curve 90°	Raccordi	Monitori	Perdite distr. [m.c.a.]	Perdite conc. [m.c.a.]	Perdite tot [m.c.a.]	Htot [m.c.a.]
Centrale	Acciaio	250	120	10	0	6950		6		4	6		0,15	22,50	22,65	22,65
Banchine	Polietilene	315	150	500	0	7240		10			10		7,20	15,00	22,20	22,20
Monitori	Acciaio	50	120	5	3	7240	81,69	1	2			1	0,07	10,00	10,07	94,76
<b>Totale</b>																<b>139,61</b>

Alla luce dei risultati soprariportati, si prevede di utilizzare un gruppo dalle seguenti caratteristiche : Portata 6950 l/min - Prevalenza 140m.c.a - Potenza elettrica 90 kW

Il dimensionamento del gruppo di pressurizzazione schiumogeno è stato effettuato a partire dalle relazioni di cui in precedenza e per garantire a monte del dosatore di schiuma, lato schiuma, una pressione pari alla pressione che si ha lato acqua.

<b>CENTRALE A IMBOCCO NORD SCALERES - GRUPPO PRESSURIZZAZIONE SCHIUMOGENO - AREA SICUREZZA FORTEZZA</b>																
Tratto	Materiale tubazione	DN/De	C	L [m]	ΔH [m]	Q [l/min]	Presidua [m.c.a.]	Valvolame	Curve 45°	Curve 90°	Raccordi	Monitori	Perdite distr. [m.c.a.]	Perdite conc. [m.c.a.]	Perdite tot [m.c.a.]	Htot [m.c.a.]
Centrale	Acciaio	50	120	10	0	290	106,00	6		4	6		1,35	11,35	12,70	118,70
<b>Totale</b>																<b>118,70</b>

Alla luce dei risultati soprariportati, si prevede di utilizzare un gruppo dalle seguenti caratteristiche : Portata 290 l/min - Prevalenza 120 m.c.a - Potenza elettrica 22 kW