

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA  
UO IMPIANTISTICA INDUSTRIALE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**ITINERARIO NAPOLI - BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO - NAPOLI**

**GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO**

Relazione tecnica e di calcolo

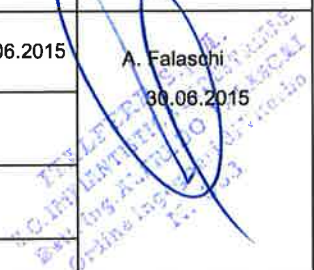
SCALA :



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

IF0E 00 D 17 RO AI0804 001 A

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	V. Iannuccilli <i>V. 2lu</i>	30.06.2015	S. Miceli <i>SM</i>	30.06.2015	D. Aprea <i>[Signature]</i>	30.06.2015	A. Falaschi <i>[Signature]</i>	30.06.2015



File: IF0E 00 D 17 RO AI0804 001 A.dwg

n. Elab.: *[Handwritten number]*



**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IFOE	00	D17RO	AI 0804 001	A	1 di 24

## INDICE

<b>1) GENERALITÀ</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1) PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2) OGGETTO DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3) CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4) NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1) ESTENSIONE E CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2) CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI</b> .....	<b>7</b>
<i>Tratte idrauliche</i> .....	<b>7</b>
<i>Centrali idriche antincendio</i> .....	<b>7</b>
<i>Sistema di controllo dell'alimentazione idrica e delle valvole a diluvio</i> .....	<b>13</b>
<i>Quadro di controllo locale impianto idrico antincendio</i> .....	<b>14</b>
<i>Descrizione del terminale locale interfaccia utente</i> .....	<b>16</b>
<i>Elenco punti controllati</i> .....	<b>17</b>
<b>2.4) CRITERIO DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI</b> .....	<b>18</b>
<i>Calcolo pressione idranti e riserva idrica</i> .....	<b>18</b>
<i>Calcolo perdite di carico</i> .....	<b>19</b>
<i>Calcolo della sovrappressione dovuta al colpo d'ariete</i> .....	<b>22</b>



**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	2 di 24

## 1) GENERALITÀ

### 1.1) Premessa

Il presente documento ha per oggetto la descrizione dell'impianto idrico antincendio a servizio delle gallerie della variante alla linea Canello-Napoli.

L'impianto avrà lo scopo di assicurare il rifornimento idrico e la prevista pressione alle lance utilizzate dai vigili del fuoco al fine di domare l'incendio di un treno fermo in galleria.

Le macchine, le apparecchiature ed i materiali che costituiscono gli impianti oggetto di questa relazione saranno conformi alle specifiche tecniche che costituiscono il "DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI - IMPIANTI SAFETY".

### 1.2) Oggetto dell'intervento

Le opere oggetto del presente intervento comprendono essenzialmente la realizzazione degli impianti safety costituiti essenzialmente dalla rete di idranti nelle gallerie (binario pari e dispari).

### 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.



**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	3 di 24

#### 1.4) Normative di riferimento

Si elencano i principali riferimenti normativi per i vari impianti.

##### *Norme tecniche applicabili*

- UNI 10779 : Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11292 : Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio.
- UNI EN 12845 : Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione

##### *Regole tecniche applicabili*

- DIRETTIVA 2006/95/CE del parlamento europeo e del consiglio del 12 dicembre 2006 "concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione";
- Legge n. 46 del 5 marzo 1990 : "Norme per la sicurezza degli impianti";
- Legge n. 123 del 3 agosto 2007 : "Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia";
- Legge n. 186 del 1 marzo 1968: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- Legge n. 791 del 18.10.1977 : "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (N.72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione";
- D.P.R. n. 37 del 12 gennaio 1998 : "Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 : "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quarter, decreto legge 31 maggio 2010, n.78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n.122";
- D.L. n. 81 del 9 aprile 2008 : "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";



**ITINERARIO NAPOLI-BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	4 di 24

- D.L. n. 494 del 14 agosto 1996 : “Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili”;
- D.lgs. n. 106 del 3 agosto 2009 : “Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D.M. 10 marzo 1998 : “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro”;
- D.M. 4 maggio 1998 : “Disposizioni relative alla modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l’avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all’uniformità dei connessi servizi resi dai comandi provinciali dei vigili del fuoco”;
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008: “Regolamento e disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”;
- Ministero dell’interno, dec. 20 dicembre 2012 – Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l’incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi”;
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, documento n° DM 28 ottobre 2005, intitolato "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie", ed emesso nell'ottobre del 2005.
- altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l’intervento.

*Prescrizioni e specifiche tecniche di RFI*

- RFI, documento n° RFIDPRIMSPIFS002A, intitolato "Sistema di supervisione integrato degli impianti di sicurezza delle gallerie ferroviarie", ed emesso nel luglio del 2011.
- RFI, documento n° RFIDPOPALGA, intitolato "Specifica funzionale per il sistema di controllo accessi delle gallerie ferroviarie e relativa supervisione/diagnostica", ed emesso nel maggio del 2008.



**ITINERARIO NAPOLI-BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	5 di 24

*Specifiche tecniche per interoperabilità e loro applicazione*

- Unione Europea, Documento n° 2008/163/CE, intitolato "Decisione della Commissione del 20 dicembre 2007 relativa alla STI concernente la "sicurezza nelle gallerie ferroviarie" nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità", ed emesso nel marzo del 2008.
- Unione Europea, Documento n° 2008/164/CE, intitolato "Decisione della Commissione del 21 dicembre 2007 relativa ad una STI concernente le "persone a mobilità ridotta" nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità", ed emesso nel marzo del 2008.

*Ulteriori prescrizioni*

- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (VV.F., USL, ISPESL etc.) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.
- Istruzione dei costruttori per l'installazione delle apparecchiature impiegate.
- Altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l'intervento.



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	6 di 24

## 2) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

### 2.1) Estensione e consistenza degli impianti

L'impianto idrico antincendio sarà costituito essenzialmente dalla rete di idranti a servizio delle gallerie.

La galleria si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 2950 m ed ha andamento monotono con dislivello complessivo complessivo di circa 10 m.

Le centrali di alimentazione della suddetta reti idranti, previste agli imbocchi di galleria, sono le seguenti :

A. Centrale idrica antincendio A nel fabbricato PGEP SUD :

- ✓ gruppo di pressurizzazione (motopompa + elettropompa) GPA-01

B. Centrale idrica antincendio B nel fabbricato PGEP NORD costituita da :

- ✓ gruppo di pressurizzazione (motopompa + elettropompa) GPA-02

### 2.2) Caratteristiche degli impianti

Gli impianti previsti saranno in grado di :

- assicurare il rifornimento idrico e la prevista pressione alle lance utilizzate dai vigili del fuoco al fine di domare l'incendio di un treno fermo in galleria;
- assicurare un'alimentazione bidirezionale (con una centrale a monte ed una a valle) ad ogni tratta idraulica in modo che, in caso di avaria di una centrale, l'approvvigionamento idrico sia comunque garantito dall'altra centrale.





ITINERARIO NAPOLI-BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	7 di 24

### 2.3) Descrizione degli impianti

#### Tratte idrauliche

L'impianto è stato diviso in un'unica tratta idraulica, alimentata in modo bidirezionale da centrali poste a monte e a valle di essa.

La tratta idraulica in oggetto è compresa tra i 2 PGEP (SUD e NORD) posizionati agli imbocchi della gallerie gallerie (Casalnuovo e Santa Chiara), di lunghezza complessiva pari a 2950 m.

Le condotte idrauliche saranno del tipo ad acqua morta : in condizioni normali saranno piene ma non in pressione (la pressione nelle condotte sarà generata solamente dal salto geodetico), la pressurizzazione avverrà solo dopo il tolta tensione della linea di contatto ed esclusivamente ad opera di personale FS/VVF, direttamente in loco o tramite un comando a distanza.

#### Centrali idriche antincendio

Le centrali idriche saranno costituite da una vasca di accumulo dell'acqua con annessa sala pompe antincendio; a ciascuna condotta primaria delle reti di idranti saranno collegate due centrali idriche in modo che, in caso di emergenza, almeno una delle alimentazioni ne garantisca il riempimento e la pressurizzazione.

Le vasche di accumulo delle alimentazioni idriche antincendio, di capacità utile netta, alla luce delle condizioni d'aspirazione indicate nella UNI EN 12845, pari a 100 mc, realizzate in cemento armato, saranno conformi alla UNI 11292 ed alla stessa UNI EN 12845 e saranno dotate di bocchelli per le tubazioni di aspirazione, di ricircolo, di sfiore e di prova delle pompe antincendio.

Le vasche idriche antincendio avranno inoltre capacità tale da garantire :

- l'acqua necessaria per il funzionamento contemporaneo di quattro idranti con portata unitaria di 120 l/min e per un periodo di tempo non inferiore a 60 minuti.
- l'acqua necessaria per una erogazione di 800 l/min per 2 ore dagli idranti posti agli imbocchi.





**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	8 di 24

L'acqua di reintegro per la vasca di accumulo sarà erogata dall'acquedotto comunale o comunque da sicura fonte a norma UNI EN 12845. La derivazione dall'acquedotto sarà realizzata con tubazioni interrate in PEAD PN16. 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.

Le sale pompe saranno posizionate sopra alle vasche di accumulo e, attraverso scalette alla marinara, renderanno accessibili le vasche di accumulo; al loro interno saranno presenti :

- gli organi di manovra del serbatoio;
- n. 1 valvola a diluvio comandata da servomotore elettrico per la pressurizzazione della condotta primaria;
- n. 1 valvola di sfioro per far lavorare i gruppi di pompaggio sempre al loro punto nominale di funzionale anche al variare delle richieste esterne (variazione della curva caratteristica esterna), ad esempio per apertura solo di una parte degli idranti
- n. 1 gruppo di pompaggio del tipo soprabattente, posizionato sopra la vasca, conforme alla UNI EN 12845, costituito sostanzialmente da :
  - ✓ n. 1 elettropompa con prestazioni tali da garantire la portata ed i livelli di pressione nel seguito indicati;
  - ✓ n.1 motopompa di riserva con le stesse prestazioni;
  - ✓ n.1 elettropompa di compensazione;
  - ✓ n. 1 misuratore di portata;
  - ✓ n. 1 quadro elettrico a norma UNI EN 12845
  - ✓ n. 1 serbatoio di adescamento completo di relativa componentistica (valvole di sezionamento e a galleggiante) per ciascuna pompa
- n.1 elettropompa di compenso per condotta a valle della valvola a diluvio;
- 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;



**ITINERARIO NAPOLI-BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IFOE	00	D17RO	AI 0804 001	A	9 di 24

- n. 1 attacchi UNI 70 per l'inserimento di autopompa dei VVF, per assicurare in emergenza le portate e pressioni richieste.

E' prevista, inoltre, una pompa sommersa per il sollevamento delle acque residue in seguito a svuotamento della vasca; la pompa sarà azionata dal quadro elettrico di gestione e controllo.

L'elettropompa jockey compresa nel gruppo di pompaggio avrà la funzione di mantenere piena la condotta fino alla valvola a diluvio; il suo funzionamento sarà comandato da un pressostato che, rilevata una pressione inferiore a quella di taratura, comanderà l'avvio della pompa.

Al fine di mantenere piena anche la condotta di galleria (a valle della valvola a diluvio), inoltre, sarà prevista una ulteriore pompa pilota, con funzionamento regolato da pressostato; il collegamento di questa con la condotta di galleria avverrà a valle della valvola a diluvio.

L'elettropompa di servizio, sarà comandata dal segnale proveniente dal quadro di controllo ed alimentazione: in caso di incendio in galleria, le pompe di compenso saranno disattivate e dopo aver tolto tensione dalla linea di contatto aerea secondo le procedure previste in caso di incendio in galleria, verrà comandato da remoto o da comando manuale, tramite la chiusura/apertura di contattori di potenza, sul quadro di controllo (a monte dei quadri UNI EN 12845) il consenso all'attivazione dell'impianto. Un pressostato montato sul collettore segnalerà l'avvenuto avviamento dell'elettropompa; in caso contrario verrà attivata la motopompa, la quale dovrà presentare, in termini di portata-prevalenza, le stesse caratteristiche dell'elettropompa.

L'avvio dell'impianto, successivo al comando di attivazione, invece, sarà comandato da pressostati tarati su valori diversi di pressione.

In caso di malfunzionamento anche della motopompa o comunque di impossibilità di pressurizzazione da parte di una centrale è prevista la pressurizzazione tramite la centrale posizionata dall'altra estremità della condotta.

Dal collettore del gruppo di pompaggio avranno origine le tubazioni che vanno in galleria, dotate di valvole a diluvio servocomandate tramite le quali sezionare la condotta da pressurizzare.



**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	10 di 24

Sulle tubazioni primarie degli impianti, a valle del collettore principale e dopo la derivazione verso i tronchetti UNI 70 di centrale, sarà installata una stazione di allarme e controllo a diluvio servocomandata al fine di garantire, anche nel caso di erogazione di acqua dagli idranti UNI 70 esterni alla centrale, una pressurizzazione della condotta in galleria sono in seguito al toltà tensione dalla linea di contatto aera.

Le valvole a diluvio con trim di attuazione elettrica, infatti, potranno essere azionate solo dopo aver tolto tensione alla linea di contatto elettrico (interblocchi elettrici) secondo le normali procedure previste in caso di incendio in galleria. L'azionamento sarà possibile (una volta tolta tensione alla linea di contatto):

- con comando manuale dal quadro elettrico locale;
- predisposizione per comando remoto dal sistema di supervisione tramite l'unità periferica (UP) del sistema di controllo.

L'alimentazione elettrica per le valvole a diluvio sarà derivata da quadri elettrici dedicati 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 prescritto nella norma UNI EN 12845.

La connessione tra la tubazione proveniente dall'attacco autopompa e gli impianti sarà effettuata sulle tubazioni principali a monte dei sub collettori di distribuzione.

All'interno di tutte le centrali di pompaggio, infine, sarà prevista una stufa elettrica termostata in modo tale da garantire il rispetto delle temperature minime previste dalla norma UNI EN 12845 ed un elettroventilatore di portata pari a 4000 mc/h il cui funzionamento è asservito all'avvio della motopompa.



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	11 di 24

### Reti idranti

La condotta primaria partirà dalle centrali antincendio e percorrerà tutta la galleria, 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 e, in prossimità degli imbocchi, sarà protetta tramite coibentazione e cavi scaldanti dimensionati in modo tale da garantire una temperatura di almeno 4°C dell'acqua all'interno della condotta; nelle parti in galleria, invece, la tubazione sarà in polietilene, annegata nel calcestruzzo del sottocamminamento di galleria e protetta con guaine in PVC plastificato autoestinguente con spirale di rinforzo. Nei punti di transizione delle condotte da acciaio a polietilene e viceversa verranno previsti opportuni giunti di transizione.

Le tubazioni di alimentazione degli idranti, in acciaio, saranno derivate dalla condotta primaria tramite due derivazioni e provviste di valvola di intercettazione, al fine di garantire un'alimentazione bidirezionale.

Sulla condotta primaria, tra due derivazioni, verranno installate valvole di intercettazione; sulle derivazioni, invece, a monte di ogni idrante verrà installato un riduttore di pressione in modo da ridurre la pressione a valori compatibili con l'operabilità delle lance antincendio ma al contempo garantire, nell'alimentazione da entrambe le centrali, una pressione di almeno 2 bar alla bocca della lancia antincendio, indipendentemente dal valore della pressione nella condotta primaria.

L'intera rete idranti presenterà un PN minimo pari a 16; saranno inoltre previste valvole anticipatrici/limitatrici del colpo d'ariete da installare nelle centrali secondo quanto riportato negli elaborati grafici.

In corrispondenza degli idranti, 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).

Gi idranti a muro DN 45, del tipo in nicchia antincendio dedicata e dotati di 120 m di manichetta flessibile, saranno posizionati ad una distanza non superiore a 120 m e collocati in posizioni che siano facilmente accessibili e visibili. Al fine, inoltre, di evitarne un uso improprio, a protezione di questi è previsto un cancelletto con chiave FS.



**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	12 di 24

Gli idranti saranno in acciaio UNI 45, omologati, installati entro cassette in lamiera, con portello in alluminio e vetro safe-crash con chiave. Ogni cassetta UNI 45 sarà conforme alla Norma UNI EN 671-2 e sarà composta principalmente da:

- cassetta in lamiera di acciaio;
- rubinetto idrante UNI 45 a norma UNI EN 1982;
- manichette flessibili in nylon da 120 m arrotolate e posizionate su sella e lancia erogatrice con testa a triplo effetto.

Le manichette, inoltre, saranno in grado di operare in totale sicurezza con pressioni di funzionamento dell'ordine dei 12 bar, dovranno resistere a pressioni di collaudo pari ad almeno 24 bar senza presentare alcun tipo di perdita, dovranno presentare una resistenza all'usura pari ad almeno 140 giri con forza applicata di almeno 105 N e dovranno presentare una pressione di scoppio maggiore di 45 bar

Per ciascun idrante è prevista una portata non inferiore a 120 l/min con una pressione residua al bocchello non inferiore a 0,2 Mpa (2,0 bar). Sono inoltre previsti simultaneamente operativi non meno di quattro idranti ubicati nella posizione idraulicamente più sfavorita. Per gli idranti è prevista una durata di intervento di 60 minuti.

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

Tra la staffa e la tubazione sarà inserita una guarnizione in gomma.



**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	A1 0804 001	A	13 di 24

### 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 nella norma UNI EN 12845.

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 elettrico e secondo le procedure previste in caso di incendio in galleria, l'inserimento ed il disinserimento delle pompe antincendio.

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





**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	14 di 24

### Quadro di controllo locale impianto idrico antincendio

Il quadro di controllo e alimentazione verrà posto a monte dei quadri UNI 12845 e si occuperà di gestire l'alimentazione delle pompe 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 (esistente). Il quadro riceverà due alimentazioni separate dal quadro di bassa tensione, una che alimenta l'elettropompa di servizio ed una che alimenta la pompa pilota e gli ausiliari della motopompa. 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:

- Centrale A PGEP SUD – quadro QIA-01
  - ✓ Gruppo pressurizzazione UNI EN 12845 GPA-04, preassemblato e cablato, equipaggiato con una elettropompa principale, una elettropompa di compenso e una motopompa di riserva; potenza nominale gruppo circa 45 kW
- Centrale B PGEP NORD – quadro QIA-02
  - ✓ Gruppo pressurizzazione UNI EN 12845 GPA-02, preassemblato e cablato, equipaggiato con una elettropompa principale, una elettropompa di compenso e una motopompa di riserva; potenza nominale gruppo circa 7,5 kW

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 (esistente) :

- Dalla pompa di servizio e dalle pompe pilota :
  - ✓ Richiesta di avviamento
  - ✓ Mancato avviamento
  - ✓ Stato di pompa in moto
  - ✓ Mancanza fase
  - ✓ Mancanza tensione





**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	15 di 24

- ✓ Stato selettore
- ✓ Selettore di Automatico/Manuale
- ✓ Scatto termico
- ✓ Intervento pressostato

• 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

Il quadro gestirà anche i seguenti segnali

- Segnale di livello dell'acqua nella vasca antincendio
- I contatti di minimo/medio/massimo sul livello della vasca antincendio
- Stato apertura/chiusura valvole a diluvio
- Comando valvola a diluvio
- Stato apertura/chiusura valvole di intercettazione
- Bassa pressione nell'acquedotto
- Intervento pressostati
- Stato flussostato del locale pompe
- Bassa pressione nell'impianti ad idranti
- Temperatura locale
- Portata gruppo pompaggio
- Pressione gruppo pompaggio



**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	16 di 24

In ogni caso, comunque, il quadro dovrà essere in grado di gestire tutti i monitoraggi previsti dalla UNI EN 12845.

Il PLC viene comunque equipaggiato per interfacciare almeno i seguenti punti:

- n° 56 ingressi digitali
- n° 28 uscite digitali
- n° 8 ingressi analogici
- n° 8 uscite analogici

#### Descrizione del terminale locale 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.

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.



**ITINERARIO NAPOLI-BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	17 di 24

**Elenco punti controllati**

**GRUPPO POMPE ANTINCENDIO GPA-01 DELLA CENTRALE A PGEP SUD**

QIA-01	DIGITALI		ANALOGICI	
	USCITE	INGRESSI	INGRESSI	USCITE
ELENCO PUNTI				
POMPA 1	1	6		
POMPA 2	1	6		
POMPA COMPENSAZIONE 1		2		
POMPA COMPENSAZIONE 2		2		
PRESSOSTATO CIRCUITO POMPA 1-2		2		
POMPE GEMELLARI		4		
ALL. PRESSIONE COLLETTORE		1		
ALL. PRESSIONE ACQUEDOTTO		1		
VALVOLE INTERCETTAZIONE		22		
VASCA ACCUMULO ANTINCENDIO LIVELLI			3	
FLUSSOSTATO		1		
SONDA TEMPERATURA LOCALE		1		
VALVOLA A DILUVIO		2		1
<b>TOTALE DEL QIM</b>	<b>2</b>	<b>52</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

**GRUPPO POMPE ANTINCENDIO GPA-02 DELLA CENTRALE B PGEP NORD**

QIA-04	DIGITALI		ANALOGICI	
	USCITE	INGRESSI	INGRESSI	USCITE
ELENCO PUNTI				
POMPA 1	1	6		
POMPA 2	1	6		
POMPA COMPENSAZIONE 1		2		
POMPA COMPENSAZIONE 2		2		
PRESSOSTATO CIRCUITO POMPA 1-2		2		
POMPE GEMELLARI		4		
ALL. PRESSIONE COLLETTORE		1		
ALL. PRESSIONE ACQUEDOTTO		1		
VALVOLE INTERCETTAZIONE		22		
VASCA ACCUMULO ANTINCENDIO LIVELLI			3	
FLUSSOSTATO		1		
SONDA TEMPERATURA LOCALE		1		
VALVOLA A DILUVIO		2		1
<b>TOTALE DEL QIM</b>	<b>2</b>	<b>52</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	18 di 24

## 2.4) Criterio di dimensionamento degli impianti

### Calcolo pressione idranti e riserva idrica

La portata erogabile da un idrante è data dalla relazione  $Q = K\sqrt{10 \cdot p(1)}$ , dove  $Q$  [l/min] è la portata,  $p$  [MPa] la pressione al punto di attacco e  $K$  il coefficiente di erogazione, ossia la misura della capacità di far uscire acqua data una determinata pressione.

Il coefficiente  $K$  per attacchi UNI 45 può valutarsi, in funzione del diametro dell'ugello della lancia erogatrice, in accordo alla UNI EN 671-2 secondo la tabella seguente :

### Portate minime e coefficiente $K$ minimo in funzione della pressione

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

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

**Tabella 1**

A partire dalla formula (1) e dalla tabella 1, prevedendo di utilizzare idranti con ugelli da 13 mm ( $K=85$ ), al fine di garantire una portata di 120 l/min al bocchello idranti è necessario prevedere una pressione di almeno 2 bar al punto di attacco.

Il dimensionamento dell'impianto è stato effettuato considerando il funzionamento contemporaneo per almeno 60 min di 4 idranti con erogazione di almeno 120 l/min da ciascun idrante e pressione di almeno 2 bar sull'idrante posto nelle condizioni più sfavorevoli; ne deriva che la riserva idrica della centrale dovrà presentare una capacità utile netta pari ad almeno  $120 \cdot 4 \cdot 60 = 28800 \text{ l} = 28.8 \text{ m}^3$ . Al fine di garantire tuttavia che la vasca non si svuoti prima dei 60 min previsti anche nel caso di erogazione dagli idranti più favoriti e per rispettare quanto prescritto dalla STI Sicurezza in Galleria, la riserva idrica avrà dimensione minima utile pari ad almeno  $100 \text{ m}^3$ .



**ITINERARIO NAPOLI-BARI**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	19 di 24

**Calcolo perdite di carico**

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

$$J = \frac{6.05 \cdot 10^7 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (2)$$

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 :



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI  
PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0E	00	D17RO	AI 0804 001	A	20 di 24

$$h_c = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad (3)$$

dove :

$h_c$  [Pa] = Perdita di carico concentrata dell'elemento considerato

$\rho$   $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$  = Densità del fluido alla temperatura in considerazione

$\xi$  = Coefficiente adimensionale tipico dell'elemento in questione e/o della sua interconnessione con le parti adiacenti dell'impianto

$v$   $\left[ \frac{m}{s} \right]$  = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

Il coefficiente  $\xi$  risulta dipendere soprattutto dalla forma della resistenza localizzata ed è, con buona approssimazione, indipendente da altri fattori, quali peso specifico, viscosità, velocità del fluido.

Tale coefficiente è stato valutato a partire da tabelle e schede tecniche presenti nella letteratura tecnica.

Per il valvolame, invece, le perdite di carico localizzate sono state valutate a partire dal coefficiente di flusso o fattore di portata, indicato di norma con  $K_v$ , il quale è un valore caratteristico di ogni valvola idraulica e corrisponde a una portata di acqua, espressa in  $m^3/ora$ , alla temperatura compresa fra 5 e 40 °C (di norma 15-16 °C), che passando attraverso la valvola crea una perdita di carico statica di 1 bar cioè pari a circa 1  $kg/cm^2$ .

Noto il valore di  $K_v$  a partire dalle schede tecniche del valvolame, è stato possibile mettere in correlazione la portata  $Q$  ( $m^3/ora$ ) effettivamente transitante attraverso la valvola e la relativa perdita di carico localizzata  $\Delta p$  (bar) utilizzando la seguente formula:

$$\dot{Q} = K_v \sqrt{\Delta p} \quad (4)$$

Il valore di  $K_v$  dipende dalla sezione di passaggio attraverso la valvola e pertanto dal diametro interno della valvola tutta aperta, che normalmente è associato al DN, e dal suo grado di apertura  $\alpha$ .



**ITALFERR**  
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI

PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO		FOGLIO	
PROG. IF0F	LOTTO 01	OPERA/DISCIPLINA AI 0604 001	REV. A
		21 di 24	

Alla luce delle formule (2), (3) e (4) si ottengono i seguenti risultati :

CENTRALE A PGEP SUD – GRUPPO PRESSURIZZAZIONE GPA-01																	
Tratto	Materiale tubazione	DN/De	C	L [m]	ΔH [m]	Q [l/min]	Residua [m.c.a.]	Valvolame	Curve 45°	Curve 90°	Raccordi	Manichetta 120m	Perdite distr. [m.c.a.]	Perdite conc. [m.c.a.]	Perdite tot [m.c.a.]	Htot [m.c.a.]	
Centrale	Acciaio	125	120	50	0	480		6		4	6		0,4	0,92	1,32	1,32	
Galleria	Acciaio	160	120	4196	10	480		22		88	44		7,70	2,53	10,23	20,23	
Idrante	Acciaio	50	120	3	1	480	20,33	2	4	2		1	0,32	5,92	6,24	27,57	
<b>Totale</b>																7,37	<b>56,49</b>
Coefficiente sicurezza 15%																	

Il dimensionamento della pompa è stato pertanto fatto al fine di assicurare una pressione minima di 2 bar al bocchello dei primi idranti, pertanto, si prevede di utilizzare un gruppo dalle seguenti caratteristiche : Portata 480 l/min – Prevalenza 60 m.c.a. – Potenza elettrica 30 kW

CENTRALE B PGEP NORD – GRUPPO PRESSURIZZAZIONE GPA-02																	
Tratto	Materiale tubazione	DN/De	C	L [m]	ΔH [m]	Q [l/min]	Residua [m.c.a.]	Valvolame	Curve 45°	Curve 90°	Raccordi	Manichetta 120m	Perdite distr. [m.c.a.]	Perdite conc. [m.c.a.]	Perdite tot [m.c.a.]	Htot [m.c.a.]	
Centrale	Acciaio	125	120	50	0	480		6		4	6		0,4	0,92	1,32	1,32	
Galleria	Acciaio	160	120	4196	-10	480		22		88	44		7,70	2,53	10,23	0,23	
Idrante	Acciaio	50	120	3	1	480	20,33	2	4	2		1	0,32	5,92	6,24	27,57	
<b>Totale</b>																4,37	<b>33,49</b>
Coefficiente sicurezza 15%																	

Il dimensionamento della pompa è stato pertanto fatto al fine di assicurare una pressione minima di 2 bar al bocchello dei primi idranti, pertanto, si prevede di utilizzare un gruppo dalle seguenti caratteristiche : Portata 480 l/min – Prevalenza 35 m.c.a. – Potenza elettrica 7,5 kW.





ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI

PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF0F	01	D17RO	AI 0604 001	A	22 di 24

### Calcolo della sovrappressione dovuta al colpo d'ariete

Per quanto riguarda infine gli effetti dovuti al colpo d'ariete, si può partire dalla formula di Mariotte sotto riportata :

$$c = \frac{c^*}{\sqrt{1 + \varepsilon \cdot D / E \cdot s}} \quad (7)$$

in cui :

$c$  [m/s] = celerità = velocità dell'onda di pressione nella tubazione

$c^*$  [m/s] = 1425 = celerità del suono nel mezzo indefinito

$\varepsilon$  [kg/mq] =  $2 \cdot 10^8$  = modulo di comprimibilità del fluido (acqua)

$E$  [kg/mq] =  $210 \cdot 10^8$  = modulo di elasticità dell'acciaio oppure  $765 \cdot 10^7$  per il polietilene

$D$  [mm] = diametro interno tubazione : 135,7 per la tubazione da 5"

$S$  [mm] = spessore tubazione : 6,5 per la tubazione da 5"

Ne deriva che il valore della celerità sarà pari a 1307,40 m/s.

Per valutare ora gli effetti del colpo di ariete bisogna distinguere 3 casi in base al tempo di chiusura  $T_c$  :

i.  $T_c=0$  (manovra istantanea)

In tal caso la sovrappressione generata nella condotta è valutabile secondo la seguente formula :

$$\Delta p = \rho \cdot c \cdot v \quad (8)$$

in cui :

$\Delta p$  [Pa] = sovrappressione generata

$\rho$  [kg/mc] = 1000,898 = densità dell'acqua a 15°C

$C$  [m/s] = celerità

$v$  [m/s] = velocità all'interno della tubazione prima dell'arresto



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI

PROGETTO DEFINITIVO  
GALLERIE - IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IF0F	01	D17RO	AI 0604 001	A	23 di 24

ii.  $T_c \leq 2L/c$  (manovra brusca)

Dove  $L$  [m] rappresenta la lunghezza della tubazione.

In tal caso continua a valere la (8) solo per un tratto  $L' = L - c \cdot \frac{T_c}{2}$  (9), mentre nel restante tratto la pressione va diminuendo fino all'imbocco della vasca di accumulo

iii.  $T_c \geq 2L/c$  (manovra lenta)

Dove  $L$  [m] rappresenta la lunghezza della tubazione.

In tal caso la sovrappressione conseguente alla manovra può essere valutata secondo la formula di Allievi-Michaud sotto riportata :

$$\Delta p = \rho \cdot c \cdot v \cdot \frac{T_s}{T_c} \quad (10)$$

Dove  $T_s$  rappresenta la durata della fase di colpo diretto per la generica sezione della condotta all'ascissa  $x$  a monte dell'otturatore e risulta pari a :  $T_s = 2 \cdot \frac{L-x}{c}$  (11).

All'otturatore la (12) diventa :  $T_0 = 2 \cdot \frac{L}{c^*}$  (12)

Alla luce di quanto sopra riportato, essendo le tratte caratterizzate non solo da lunghezze differenti ma anche da tubazioni di diametri differenti, il colpo d'ariete è stato valutato su tutte le tratte, ipotizzando un  $T_c$  per manovra brusca pari alla metà del rapporto  $2L/c$  ed un  $T_c$  per manovra lenta pari a 25 sec.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO		PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
		IF0F	01	D17RO	AI 0604 001	A	24 di 24

I risultati ottenuti sono riportati nelle tabella seguente :

Tubazione	$\Delta Q$ [mch]	UNI 45 chiusi	$\Delta v$ [m/s]	c [m/s]	L [m]	$P_{max}$ [bar]	$\Delta P_{brusco}$ colpo ariete [bar]	$P_{tot,brusco}$ ° [bar]	2L/c	Tc1 [s]	L' [m]	Tc2 [s]	$\Delta P_{tento}$ colpo ariete [bar]	$P_{tot,tento}$ [bar]	PN	$P_{tot,brusco,ma}$ x [bar]
<b>Sfavorito</b>																
Tubazione 5"	28,8	4	0,60	1281,01	2950,00	3,5	7,6	11,1	4,6	2,3	1475,0	25,0	1,4	4,9	16,0	11,1
<b>Favorito</b>																
Tubazione 5"	28,8	4	0,60	1281,01	2950,00	6,0	7,6	13,6	4,6	2,3	1475,0	25,0	7,4	13,3	16,0	13,6

Dai risultati sopra risultati risulta evidente che per quasi tutte le tratte si riscontra una sovrappressione dovuta al colpo d'ariete sempre inferiore al grado di resistenza PN delle tubazioni il che, insieme alle valvole anticipatrici del colpo d'ariete, garantiscono un buon margine di sicurezza in termini di resistenza delle tubazioni alle sovrappressioni.