

S.F.T.R.F. S.A.
Société Française du Tunnel du Fréjus
S.I.T.A.F. S.p.A.
Società Italiana Traforo Autostradale Fréjus

TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS

GALLERIA DI SICUREZZA

TUNNEL ROUTIER DU FREJUS

GALERIE DE SECURITE

PROGETTO DEFINITIVO 2006
PROJET 2006

RETE INCENDIO / RESEAU INCENDIE
Relazione tecnica/Note technique

 **LOMBARDI SA**
INGENIEURS-CONSEILS



INDICE

	pagina
1. INTRODUZIONE	1
1.1 Inquadramento generale	1
1.2 Obiettivi generali	2
1.3 Documentazione di riferimento	3
1.4 Riferimenti normativi	4
1.5 Analisi in seguito all'aumento del diametro della galleria di sicurezza	4
2. PRINCIPI GENERALI	5
2.1 Stato attuale del traforo	5
2.2 Impianto della nuova rete incendio per la galleria di sicurezza	6
2.2.1 Concetti generali	6
2.2.2 Condotta	6
2.2.3 Bocche incendio	7
3. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE INCENDIO	8
3.1 Premesse	8
3.2 Dimensionamento della condotta	9
3.2.1 Condotta DN200	9
3.2.2 Condotta DN150	14
3.2.3 Conclusioni	14
4. SCENARI DI FUNZIONAMENTO	15
4.1 Funzionamento normale	15
4.2 Interruzione di una condotta nel tratto in sotterraneo	16
4.3 Interruzione della condotta tra il serbatoio d'accumulo e il portale lato Italia	18
4.3.1 Osservazioni	19
5. PRINCIPI COSTRUTTIVI DELLA RETE INCENDIO	20
5.1 Pozzetti di sezionamento principali ed intermedi	20

5.2	Condotta	21
5.2.1	Condotta dorsale	21
5.2.2	Dilatazione della condotta dorsale	21
5.2.3	Protezione antigelo della condotta	24
5.2.4	Condotta di by-pass	25
5.2.5	Derivazioni in corrispondenza dei rifugi e dei by-pass	25
5.2.6	Derivazioni in corrispondenza delle stazioni tecniche ST	26
5.2.7	Condotte di scarico	26
5.3	Dispositivi di sezionamento e manovra	27
5.3.1	Dispositivi nel pozzetto di sezionamento al portale francese	27
5.3.2	Dispositivi nel pozzetto di sezionamento al portale italiano	27
5.3.3	Dispositivi per la condotta di by-pass	28
5.3.4	Dispositivi nei locali delle stazioni tecniche ST	28
5.3.5	Dispositivi presso l'imbocco lato Francia	29
5.3.6	Dispositivi nel pozzetto intermedio lato Francia	29
5.4	Riduttore di pressione	29
5.5	Bocche incendio	30
5.6	Strumentazione	31
5.7	Installazioni esistenti	31
5.7.1	Serbatoio d'accumulo lato Italia	31
5.7.2	Pompe di compressione	32
6.	INTERFACCE CON GLI ALTRI IMPIANTI	32
7.	LIMITI DI FORNITURA E DI INTERVENTO	33
7.1	Limiti di fornitura	33
7.2	Limiti di intervento	33
8.	CALENDARIO DI REALIZZAZIONE PREVEDIBILE	34
8.1	Generale	34
8.2	Messa in servizio	34
1.	INTRODUCTION	35
1.1	Encadrement général	35
1.2	Objectifs généraux	36

1.3	Documentation de référence	37
1.4	Références normatives	38
1.5	Analyses en suite de l'augmentation du diamètre de la galerie de sécurité	38
2.	PRINCIPES CONSTRUCTIFS GENERAUX	39
2.1	Situation actuelle du tunnel	39
2.2	Equipement de manœuvre du nouveau réseau incendie de la galerie de sécurité	40
2.2.1	Concepts généraux	40
2.2.2	Conduite	40
2.2.3	Poteaux incendie	41
3.	DIMENSIONNEMENT DU RESEAU INCENDIE	42
3.1	Préambule	42
3.2	Dimensionnement de la conduite	43
3.2.1	Conduite DN200	43
3.2.2	Conduite DN150	48
3.2.3	Conclusions	48
4.	SCENARIOS DE FONCTIONNEMENT	49
4.1	Fonctionnement normal	49
4.2	Interruption de la conduite dans le tronçon en souterrain	50
4.3	Interruption de la conduite entre le réservoir et la tête côté Italie	52
4.3.1	Observations	53
5.	PRINCIPES CONSTRUCTIFS DU RESEAU INCENDIE	54
5.1	Regards de sectionnement principaux et intermédiaires	54
5.2	Conduite	55
5.2.1	Conduite dorsale	55
5.2.2	Dilatation de la conduite dorsale	55
5.2.3	Protection antigel de la conduite	58
5.2.4	Conduite de by-pass	59
5.2.5	Dérivations en correspondance des abris et des by-pass	59
5.2.6	Dérivations en correspondance des stations techniques ST	60

5.2.7	Conduites de vidange	60
5.3	Dispositifs de sectionnement et manoeuvre	61
5.3.1	Dispositifs dans le regard de sectionnement à la tête française	61
5.3.2	Dispositifs dans le regard de sectionnement à la tête italienne	61
5.3.3	Dispositifs pour la conduite de by-pass	62
5.3.4	Dispositifs dans les locaux des stations techniques ST	62
5.3.5	Dispositifs près de l'entrée	63
5.3.6	Dispositifs dans le regard intermédiaire côté France	63
5.4	Réducteur de pression	63
5.5	Poteaux incendie	64
5.6	Instrumentation	64
5.7	Installations existantes	65
5.7.1	Réservoir d'accumulation côté Italie	65
5.7.2	Pompes de compression	66
6.	INTERFACES AVEC LES AUTRES EQUIPEMENTS	67
7.	LIMITES DE FOURNITURE ET D'INTERVENTION	68
7.1	Limites de fourniture	68
7.2	Limites d'intervention	68
8.	CALENDRIER DE RÉALISATION PRÉVISIBLE	68
8.1	Général	68
8.2	Mise en service	69

1. INTRODUZIONE

1.1 Inquadramento generale

Il traforo autostradale del Fréjus collega il Piemonte con la Savoia (Bardonecchia - Modane), sull'asse Torino - Lione. La circolazione si svolge in maniera bi-direzionale su una larghezza carrabile di 9 metri e una lunghezza di 12'868 metri. Il presente progetto costituisce la messa a punto del Progetto definitivo della galleria di sicurezza. Il progetto base, elaborato nel 2005, e precedente all'incendio del 4 giugno 2005 che ha causato la morte di due persone nel traforo, è stato sottoposto ad analisi in materia di sicurezza da parte del Comitato di Sicurezza anche a seguito della lettera dei Ministri concernente la proposta di « un diametro adatto della galleria che dovrà permettere in ogni evenienza la circolazione dei veicoli di soccorso in tutta sicurezza e agio ».

Gli elementi principali, non compresi nel progetto definitivo del 2005, risultanti dallo studio effettuato e che confluiscono nel presente progetto definitivo sono i seguenti:

- Adeguamento del diametro della galleria di sicurezza da 5.50 a 8.00 m;
- Adeguamento del sistema di ventilazione, le SAS ai portali che permettevano la messa in sovrappressione di tutta la galleria di sicurezza, sono sostituite da una serie di acceleratori in volta posati lungo la galleria che garantiscono la sovrappressione. È pure prevista un'estrazione in corrispondenza delle centrali B e C;
- Realizzazione di 5 by-pass per il passaggio dei veicoli di soccorso dalla galleria di sicurezza al traforo.

L'insieme degli altri aspetti progettuali del progetto definitivo del 2005 non sono comunque stati modificati, in particolare:

- Le opere esterne ai portali non vengono modificate;
- Gli impianti, ad esclusione della ventilazione, mantengono lo stesso standard previsto nel progetto definitivo 2005. Vengono unicamente adeguati per rispondere alle modifiche del genio civile;
- Il concetto del trasferimento degli impianti attuali dai locali tecnici del traforo (PHT) alle nuove stazioni tecniche della galleria di sicurezza;

- Il concetto di aggiornamento della GTC non è stato modificato, anche se ha dovuto essere adeguato in seguito alla modifica del concetto di ventilazione della galleria di sicurezza che impone un coordinamento con il sistema del traforo stradale.

La galleria di sicurezza sarà realizzata ad una distanza di ca. 50 m dal traforo principale. Verranno realizzati complessivamente 34 rifugi, in media uno ogni 367 m, nei collegamenti trasversali tra il traforo e la galleria di sicurezza.

Durante i lavori di realizzazione della galleria di sicurezza previsti, che inizieranno nel 2008, la gestione del traforo autostradale non dovrà subire impedimenti. In ogni caso i lavori, sia di genio civile che dell'impiantistica, dovranno essere effettuati senza mettere in pericolo il corretto funzionamento del traforo stradale.

L'esercizio della galleria di sicurezza, previsto nel 2013, dovrà essere strettamente coordinato con quello del traforo principale. Un unico sistema di supervisione assicurerà quindi un esercizio unico e coordinato dell'insieme galleria-traforo.

Il presente rapporto descrive la rete incendio da installare nella galleria di sicurezza del traforo del Fréjus.

1.2 Obiettivi generali

Per la rete incendio della galleria di sicurezza è prevista la realizzazione di una nuova condotta incendio e la sua integrazione nel sistema attuale in modo da creare un unico impianto chiuso ad anello.

Il nuovo sistema non sarà quindi indipendente dall'installazione esistente nel traforo; costituirà piuttosto un'estensione della rete incendio attuale, che permette un incremento della sicurezza grazie al collegamento ad anello.

Dalla nuova condotta verranno derivate le bocche incendio ubicate nei luoghi seguenti:

- All'interno delle SAS in corrispondenza di ogni rifugio;
- In corrispondenza dell'accesso di ogni rifugio (lato galleria di sicurezza);
- In corrispondenza degli accessi alle stazioni tecniche (lato galleria);
- In corrispondenza degli accessi ai by-pass (lato galleria di sicurezza, lato traforo);

- Nel sottopasso della piattaforma lato Italia.

1.3 Documentazione di riferimento

I documenti di riferimento utilizzati sono:

a) Il progetto preliminare per la realizzazione della Galleria di sicurezza del traforo del Fréjus, in particolare:

- Relazione esplicativa (gs 96 RG 01) 27/11/2002, MUSI.NET;
- Installazione incendio - Rapporto tecnico-descrittivo (gs 96 RT 03) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Installazione incendio - Disegni e schemi (gs 96 AN 01) 02-03-04, MUSI.NET.

b) Gli elaborati della prima fase del progetto definitivo, in particolare:

- Nota tecnica impianto Rete Incendio (6145.0-R-08) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Piano architettura del sistema (6145.0-P-46) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Piano profilo tipo galleria (6145.0-P-47) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Piano disposizione in corrispondenza dei rifugi (6145.0-P-48) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Piano disposizione in corrispondenza delle ST (6145.0-P-49) 12/07/2004, Lombardi SA.

c) Progetto definitivo della galleria di sicurezza elaborato dallo studio Lombardi SA Ingegneri Consulenti.

- 6145.0-R-43a Relazione tecnica illuminazione;
- 6145.0-R-44a Disciplinare descrittivo e prestazionale;
- 6145.0-R-45 Computo metrico estimativo.

d) Risposte alle domande del Comitato di Sicurezza del giugno 2005 con particolare riferimento alle opere del genio civile, agli impianti come pure alle opere esterne.

- Impianti - Relazione 6145.0-R-103B 06.06.2005 Lombardi SA.

e) Ottimizzazione del diametro interno della galleria per garantire l'accesso dei veicoli di soccorso in sicurezza e comodità, elaborato dallo studio Lombardi Sa Ingegneri Consulenti nel febbraio 2006.

- Relazione 6145.0-R-112 09.03.2006 Lombardi SA.

1.4 Riferimenti normativi

- Circulaire interministérielle n° 2000-63 du 25 août 2000 relative à la Sécurité dans les tunnels du réseau routier national, pour les abris et la galerie de sécurité;
- Norma UNI 8478 (ediz. 1983) - lance e prese d'incendio UNI 70;
- Norme UNI 10779 (ediz. 1999) - "Impianti d'estinzione incendi - Reti e prese incendio - concezione, messa in opera ed esercizio";
- Norma UNI 9490 - "Alimentazione e reintegrazione degli impianti d'estinzione incendi";
- Norme UNI 8863 e UNI 9485;
- Norme UNI 9487 e UNI 9489;
- Norma UNI EN 671-2;
- Norma UNI 6363;
- Norma UNI 7421;
- Norma UNI 7422;
- Norme UNI 802 - 804 - 805 - 807 - 808 - 810 - 811 - 813 - 814.

1.5 Analisi in seguito all'aumento del diametro della galleria di sicurezza

L'insieme dei concetti previsti nel progetto definitivo 2005 sono confermati, in particolare:

- In conformità alla Circulaire Interministerielle no 2000-63, la condotta non sarà in materiale plastico, ma verrà realizzata in acciaio inossidabile;
- La lunghezza di 2'000 m della protezione antigelo sulla condotta alle due estremità della galleria è confermata;
- La connessione sulla condotta esistente in corrispondenza del laboratorio sotterraneo IN2P3 è confermata.

L'aumento del diametro della galleria non comporta cambiamenti significativi all'impianto.

2. PRINCIPI GENERALI

2.1 Stato attuale del traforo

L'impianto attuale della rete incendio del traforo autostradale del Fréjus è composto da una condotta incendio DN 200, installata sotto il marciapiede lato Francia-Italia del traforo, che collega il serbatoio d'accumulo principale di 500 m³, ubicato sopra il portale lato Italia, con la centrale di pompaggio lato Francia.

Quest'ultima, equipaggiata con 2 pompe, ciascuna di portata 30 m³/h ed una prevalenza di 100 m, attinge l'acqua dal vicino serbatoio d'accumulo d'emergenza di 250 m³.

Il portale francese è situato ad un'altezza di 1'228 m, mentre quello italiano a 1'297 m. Di conseguenza, il profilo longitudinale presenta una sola pendenza (+0.54% nella direzione Francia - Italia).

In condizioni normali l'impianto funziona in caduta libera, vale a dire che l'acqua, dal serbatoio lato Italia, scorre in direzione del portale francese.

In caso di emergenza, qualora si presenta un disservizio al serbatoio lato Italia o ad un tratto della condotta verso il portale italiano, le pompe lato Francia vengono utilizzate per mettere in pressione l'acqua della condotta.

La condotta incendio alimenta una serie di idranti, installati in apposite nicchie realizzate nella parete del traforo ogni 150 m circa.

Gli idranti sono equipaggiati di adattatori, situati in una apposita cassetta posta in corrispondenza di ogni idrante, a servizio dei Vigili del Fuoco italiani e francesi.

Lungo la condotta sono presenti delle elettro-valvole (valvole motorizzate) che permettono il sezionamento dell'impianto in diversi settori; inoltre, a metà percorso è installato un riduttore di pressione, ubicato in una piazzola di sosta del traforo.

Ad entrambi i portali è presente una derivazione dalla condotta principale fino ai locali gruppi elettrogeni delle centrali di ventilazione esterne.

In prossimità dei portali, la condotta è equipaggiata con cavi elettrici scaldanti necessari ad evitare danni dovuti alla formazione di ghiaccio nel periodo invernale.

2.2 Impianto della nuova rete incendio per la galleria di sicurezza

2.2.1 Concetti generali

La nuova rete incendio della galleria di sicurezza sarà collegata con la rete incendio del traforo in corrispondenza dei portali e a metà del percorso sotterraneo, al fine di ottenere un unico sistema incendio chiuso ad anello. Questo concetto permette di sfruttare l'acqua presente nell'attuale serbatoio d'accumulo anche per la rete incendio della galleria, evitando la costruzione di un nuovo serbatoio. Inoltre viene assicurata la funzionalità dell'intero impianto in caso d'interruzione della condotta in un qualsiasi tratto, sia nel traforo che nella galleria.

Anche la centrale di compressione lato Francia del traforo garantirà la portata d'acqua necessaria sia per la condotta esistente del traforo, sia per la nuova condotta incendio della galleria di sicurezza, attingendo l'acqua dal serbatoio d'accumulo di emergenza.

La rappresentazione schematica di tutto l'impianto è raffigurata nel piano allegato 6145.2-P-209A.

2.2.2 Condotta

La nuova rete incendio sarà formata da una condotta prevista lungo tutta la galleria di sicurezza, necessaria all'apporto di acqua alle bocche incendio previste in corrispondenza dei rifugi, delle stazioni tecniche, dei by-pass e del sottopasso della piattaforma lato Italia.

L'impianto del sottopasso nella piattaforma lato Italia non è trattato nel presente rapporto ma è considerato separatamente nel rapporto 6145.2-R-58.

La nuova condotta verrà collegata a quella esistente del traforo in tre punti; due di questi sono previsti ai portali lato Italia e lato Francia, mentre il terzo sarà costituito da un by-pass a metà galleria.

La condotta sarà inoltre dotata di valvole motorizzate e telecomandate, disposte ogni 1'450 m circa in appositi locali ricavati nelle stazioni tecniche. Le valvole avranno la funzione di sezionare in diversi settori la condotta, permettendo di effettuare eventuali interventi di manutenzione senza mettere fuori uso tutto l'impianto.

In prossimità dei portali, per una lunghezza di 2'000 m, la condotta sarà coibentata e corredata con cavi scaldanti auto-regolanti, per la protezione antigelo.

A metà percorso, in corrispondenza dell'accesso al laboratorio sotterraneo, sulla condotta verrà installato un dispositivo di regolazione, in grado di ridurre l'aumento di pressione dovuto al dislivello altimetrico tra i portali della galleria.

2.2.3 Bocche incendio

Dalla condotta della galleria di sicurezza saranno realizzate delle derivazioni in corrispondenza di ogni rifugio e di ogni by-pass, per l'alimentazione delle bocche incendio.

Altre derivazioni dalla condotta saranno realizzate per alimentare una bocca incendio posta nello spazio di manovra in corrispondenza delle stazioni tecniche ST.

3. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE INCENDIO

3.1 Premesse

Il dimensionamento della nuova rete incendio deve tener conto di tutti gli aspetti legati alle diverse possibilità di utilizzo, all'impiego contemporaneo con la rete attuale del traforo e ai vari scenari d'incendio che potrebbero verificarsi in galleria o nel traforo.

Di principio, vengono presi di riferimento gli aspetti di seguito descritti.

La galleria di sicurezza viene considerata come zona di rischio di livello 2 secondo la norma UNI 10779. Il dimensionamento della condotta viene quindi realizzato conformemente a tale norma.

Il livello 2, nel caso peggiore, prevede l'utilizzo contemporaneo di 4 bocche incendio DN70 con portata di 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0.4 MPa per prestazione elevata, per una durata di almeno 1 ora.

Considerata l'interdistanza tra le bocche incendio esistenti nel traforo (ca. 150 m) e l'interdistanza tra quelle previste nella galleria (ca. 370 m), l'impiego contemporaneo di 4 bocche per un incendio risulta improbabile. In caso d'incendio nel traforo, sarebbe ragionevole ipotizzare l'impiego di un massimo di 3 bocche (2 nel traforo e 1 nella galleria), come rappresentato schematicamente nella **figura 1**.

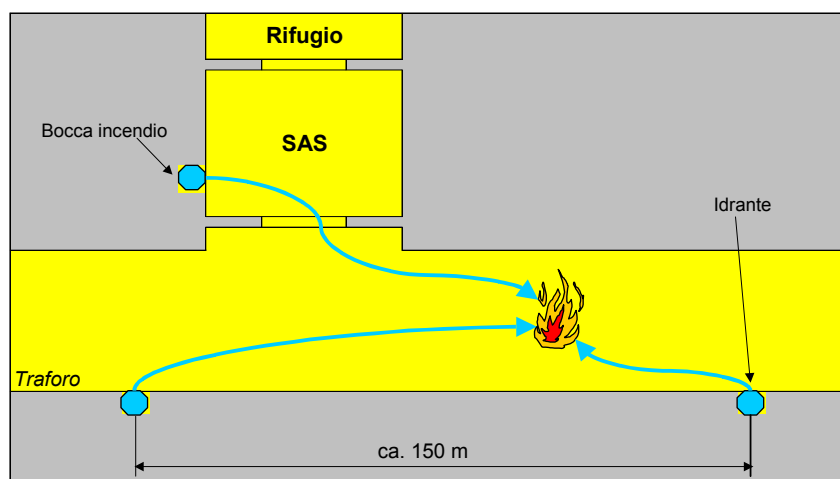


Figura 1: Esempio d'impiego della rete incendio per un incendio nel traforo

Inoltre, in caso d'incendio in galleria di sicurezza, è possibile prevedere l'impiego contemporaneo di 2 bocche.

Ciò malgrado, il dimensionamento sarà comunque calcolato nel rispetto dei requisiti più restrittivi richiesti dalla Norma, ossia con impiego di 4 bocche incendio.

3.2 Dimensionamento della condotta

I calcoli di seguito riportati considerano, come riferimento del sistema idrico, il portale della galleria di sicurezza situato alla quota più alta, vale a dire il portale lato Italia.

3.2.1 Condotta DN200

La verifica di calcolo della condotta per la galleria è stata eseguita per una dorsale DN200 e diramazioni alle bocche incendio DN80.

Per una verifica di rispondenza alle esigenze normative, vengono considerati i seguenti 2 casi limite:

- 1° caso: utilizzo delle bocche incendio poste alla quota altimetrica più bassa, in corrispondenza degli accessi ai rifugi n° 1, 2, 3 e 4;
- 2° caso: utilizzo delle bocche incendio poste alla quota altimetrica più alta, in corrispondenza degli accessi ai rifugi n° 31, 32, 33, 34.

1° caso

La **figura 2** mostra schematicamente la parte nuova della rete incendio, e mette in evidenza le bocche utilizzate in corrispondenza dei rifugi 1, 2, 3 e 4, con le relative quote altimetriche e le distanze dal portale di riferimento.

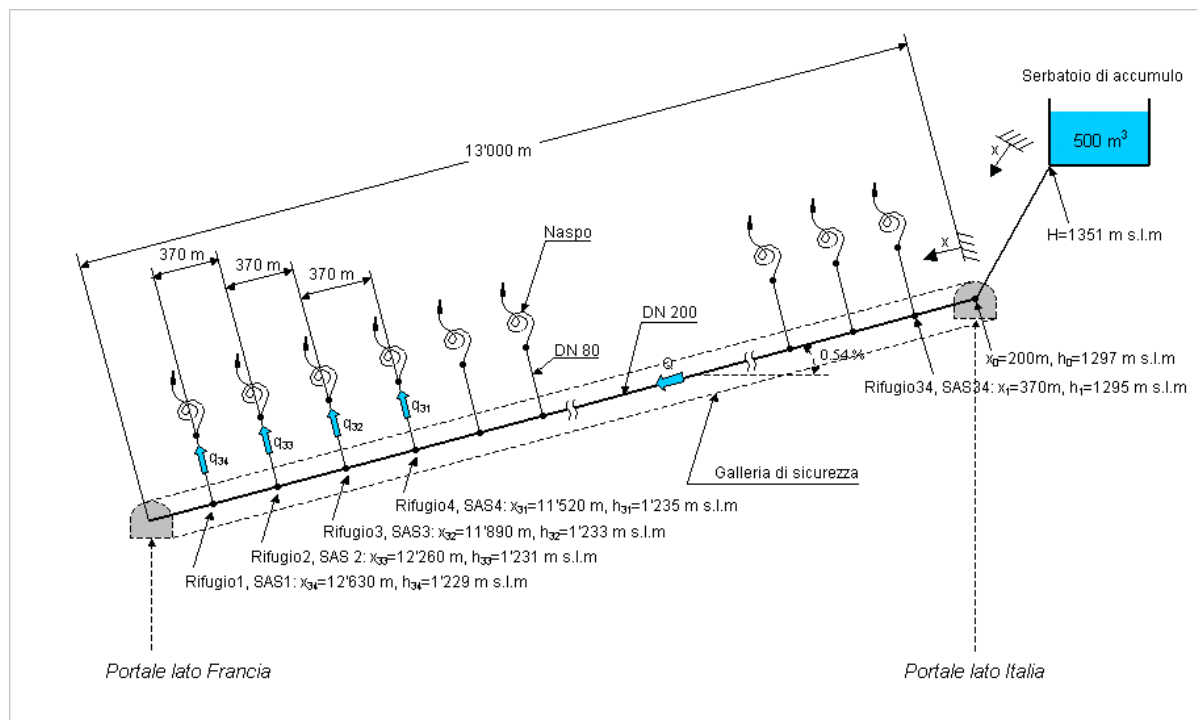


Figura 2: Schema di calcolo della rete con impiego delle 4 bocche incendio alla quota altimetrica più bassa

La **tabella 1** espone i risultati del calcolo. E' dimostrato che con l'impiego di una condotta del diametro di 200 mm, i valori di portata e di pressione residua per ogni raccordo "R" soddisfano le condizioni normativi.

	Rifugio4, SAS4	Rifugio3, SAS3	Rifugio2, SAS2	Rifugio1, SAS1	Valori Normativi
Raccordi	R4	R3	R2	R1	R
Pressione p [MPa]	0.71	0.72	0.73	0.75	0.40
Portata Q [l/min]	425	428	433	438	300

Tabella 1: Dorsale DN200: Pressione e portata alle 4 bocche incendio.

In seconda analisi, si considera il caso incendio che contempla l'utilizzo delle 2 bocche incendio, poste in corrispondenza dei rifugi 1 e 2, come indicato schematicamente nella figura 3.

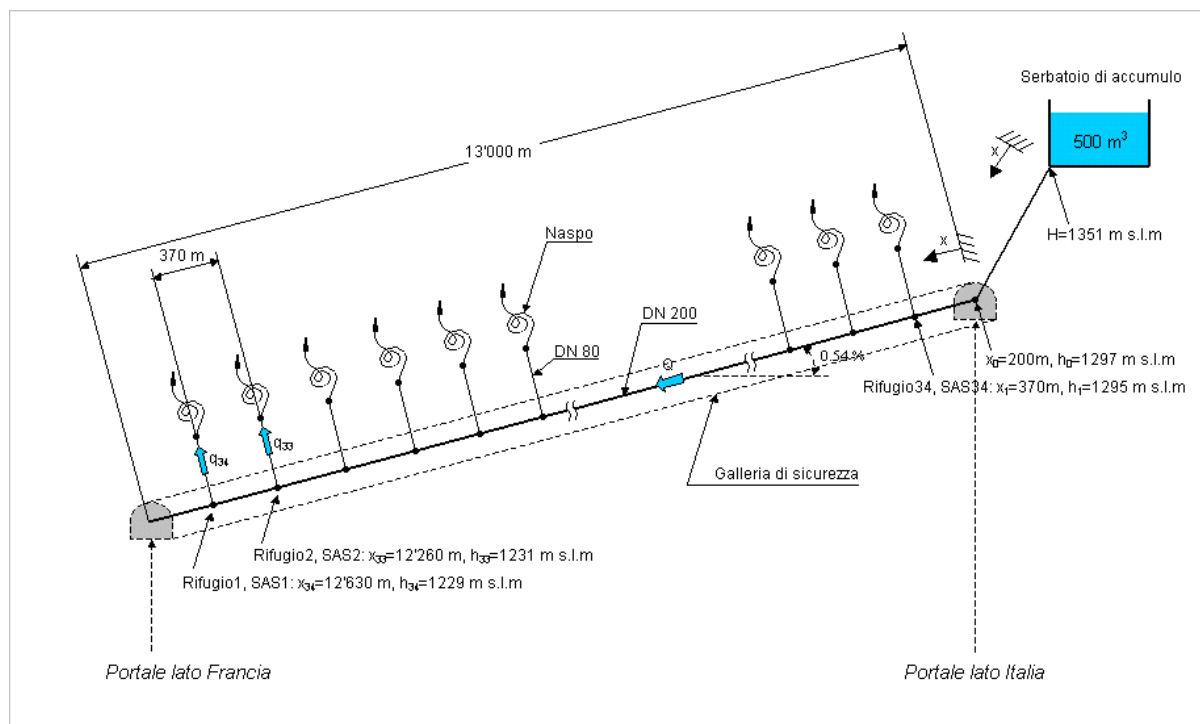


Figura 3: Schema di calcolo della rete con impiego delle 2 bocche incendio alla quota altimetrica più bassa

Il calcolo, rappresentato nella **tabella 2**, conferma la correttezza dei risultati.

	Rifugio4, SAS4	Rifugio3, SAS3	Rifugio2, SAS2	Rifugio1, SAS1	Valori Normativi
Raccordi	R4	R3	R2	R1	R
Pressione p [MPa]	0.98	0.99	0.98	1.00	0.40
Portata Q [l/min]	0	0	500	504	300

Tabella 2: Dorsale DN200: Pressione e portata alle 2 bocche incendio

2° caso

La figura 4 mette in evidenza le bocche incendio utilizzate in corrispondenza dei rifugi 31, 32, 33 e 34 con le relative quote altimetriche e le distanze dal portale di riferimento.

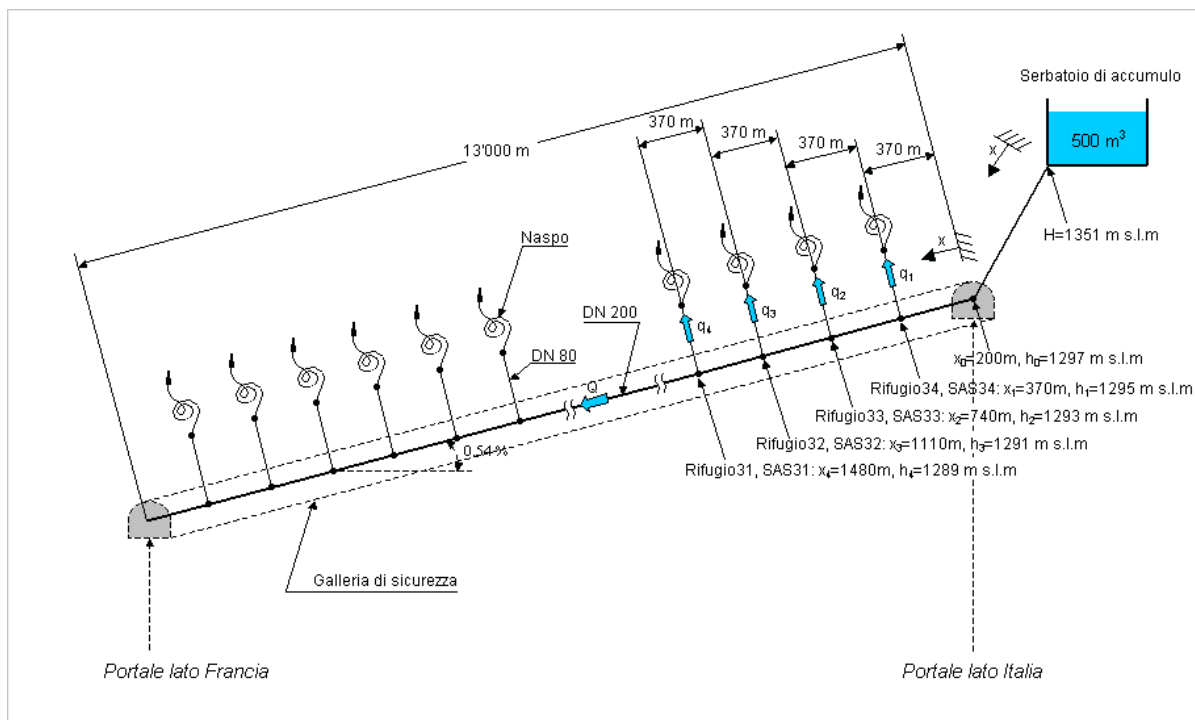


Figura 4: Schema di calcolo della rete con l'impiego delle 4 bocche incendio alla quota altimetrica più alta

I risultati del calcolo rappresentati nella **tabella 3**, dimostrano che con l'impiego di una condotta del diametro di 200 mm, i valori di portata e di pressione residua per ogni raccordo "R" soddisfano i vincoli normativi.

Raccordi	Rifugio34, SAS34	Rifugio33, SAS33	Rifugio32, SAS32	Rifugio31, SAS31	Valori Normativi
	R34	R33	R32	R31	R
Pressione p [MPa]	0.51	0.52	0.54	0.56	0.40
Portata Q [l/min]	360	365	371	377	300

Tabella 3: Dorsale DN200: Pressione e portata alle 4 bocche.

In seconda analisi, si considera il caso incendio che prevede l'utilizzo di due sole bocche, poste in corrispondenza dei rifugi 33 e 34, come indicato schematicamente nella figura 5.

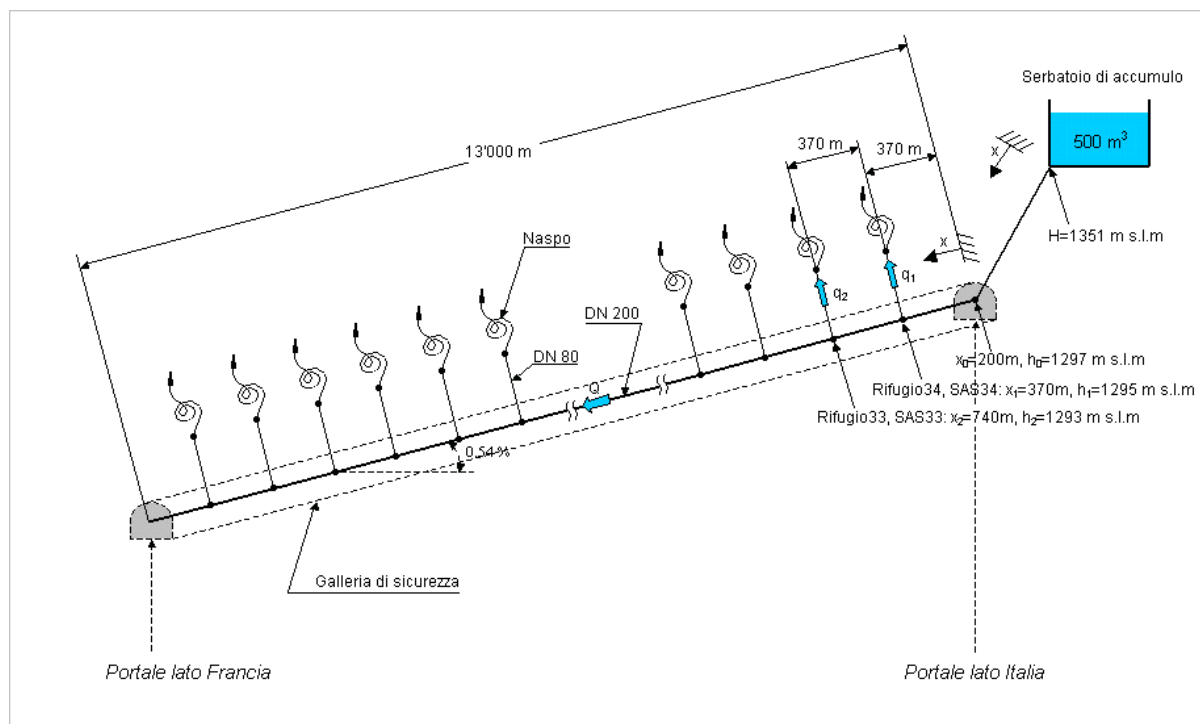


Figura 5: Schema di calcolo della rete con l'impiego delle due bocche incendio alla quota altimetrica più alta

Il risultato del calcolo è rappresentato nella tabella 4 e soddisfa l'esigenza normativa.

	Rifugio34, SAS34	Rifugio33, SAS33	Rifugio32, SAS32	Rifugio31, SAS31	Valori Normativi
Raccordi	R34	R33	R32	R31	R
Pressione p [MPa]	0.52	0.54	0.57	0.59	0.40
Portata Q [l/min]	364	370	0	0	300

Tabella 4: Dorsale DN200: Pressione e portata alle 2 bocche

3.2.2 Condotta DN150

Una verifica del dimensionamento è stata eseguita ipotizzando l'utilizzo di una condotta con diametro inferiore a DN 200.

I risultati del calcolo dimostrano che l'impiego di una dorsale DN150 non soddisferebbe in modo sufficiente i criteri di dimensionamento richiesti dalla norma UNI 10779 (vedi **tabella 5**).

	Rifugio4, SAS4	Rifugio3, SAS3	Rifugio2, SAS2	Rifugio1, SAS1	Valori Normativi
Raccordi	R4	R3	R2	R1	R
Pressione p [MPa]	0.33	0.33	0.34	0.36	0.40
Portata Q [l/min]	289	290	296	303	300

Tabella 5: Dorsale DN150: Pressione e portata alle 4 bocche

3.2.3 Conclusioni

Considerando i risultati dei calcoli rispetto ai vincoli richiesti dalla norma UNI 10779 e tenuto conto che la condotta incendio della galleria di sicurezza costituisce di fatto una importante alternativa in caso di guasto alla condotta del traforo, la dorsale prevista per la galleria di sicurezza sarà DN200 escludendo la scelta di un DN150.

4. SCENARI DI FUNZIONAMENTO

4.1 Funzionamento normale

Si prevede, in regime normale, un funzionamento in caduta libera dal portale italiano a quello francese.

Questa condizione è riferita sia alla condotta della galleria che a quella del traforo come illustrato nella **figura 6**.

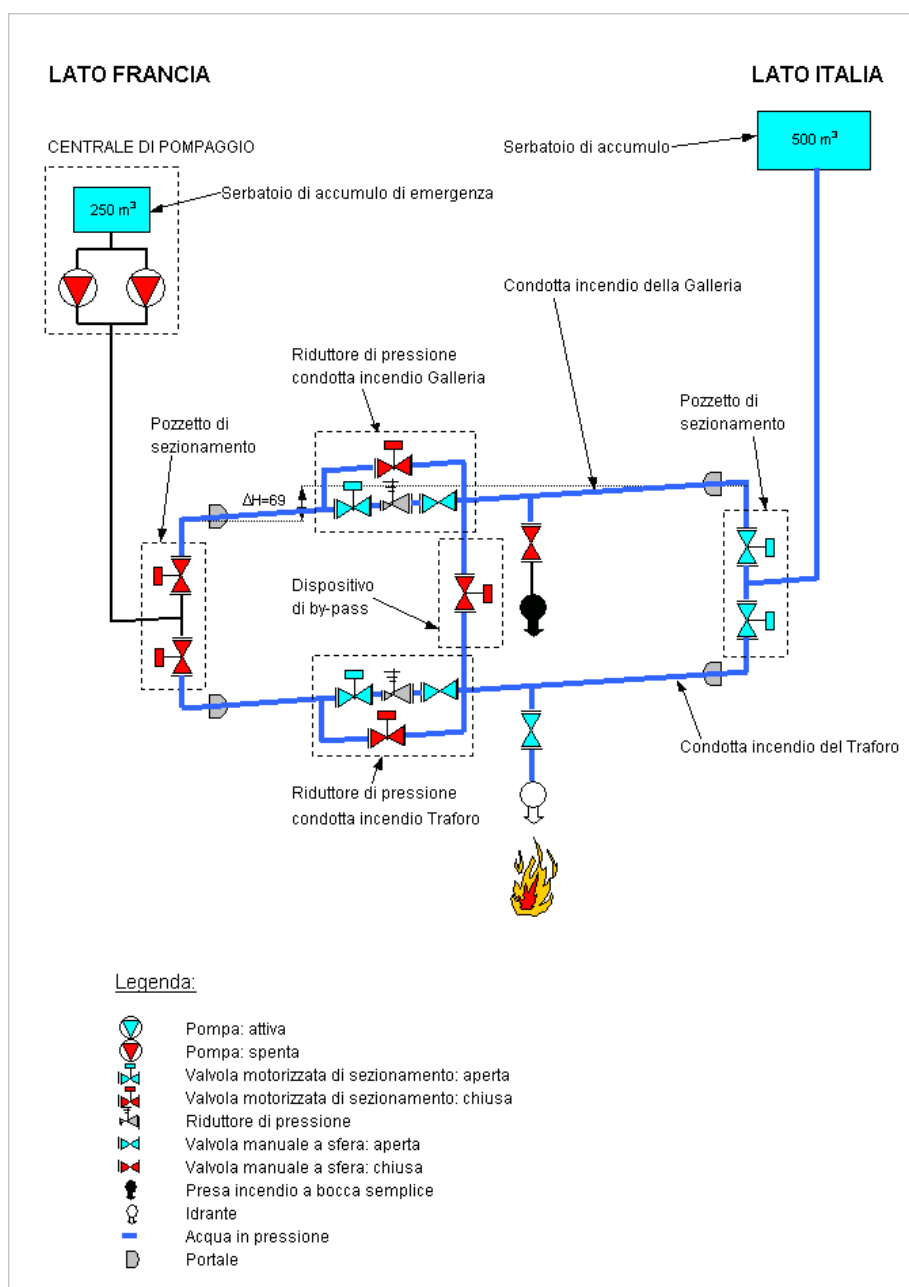


Figura 6: Funzionamento normale rete incendio

4.2 Interruzione di una condotta nel tratto in sotterraneo

In caso d'interruzione di una delle due condotte incendio nella tratta in sotterraneo (vedi figura 7), l'alimentazione alle bocche incendio sarà assicurata attivando il raccordo di "by-pass".

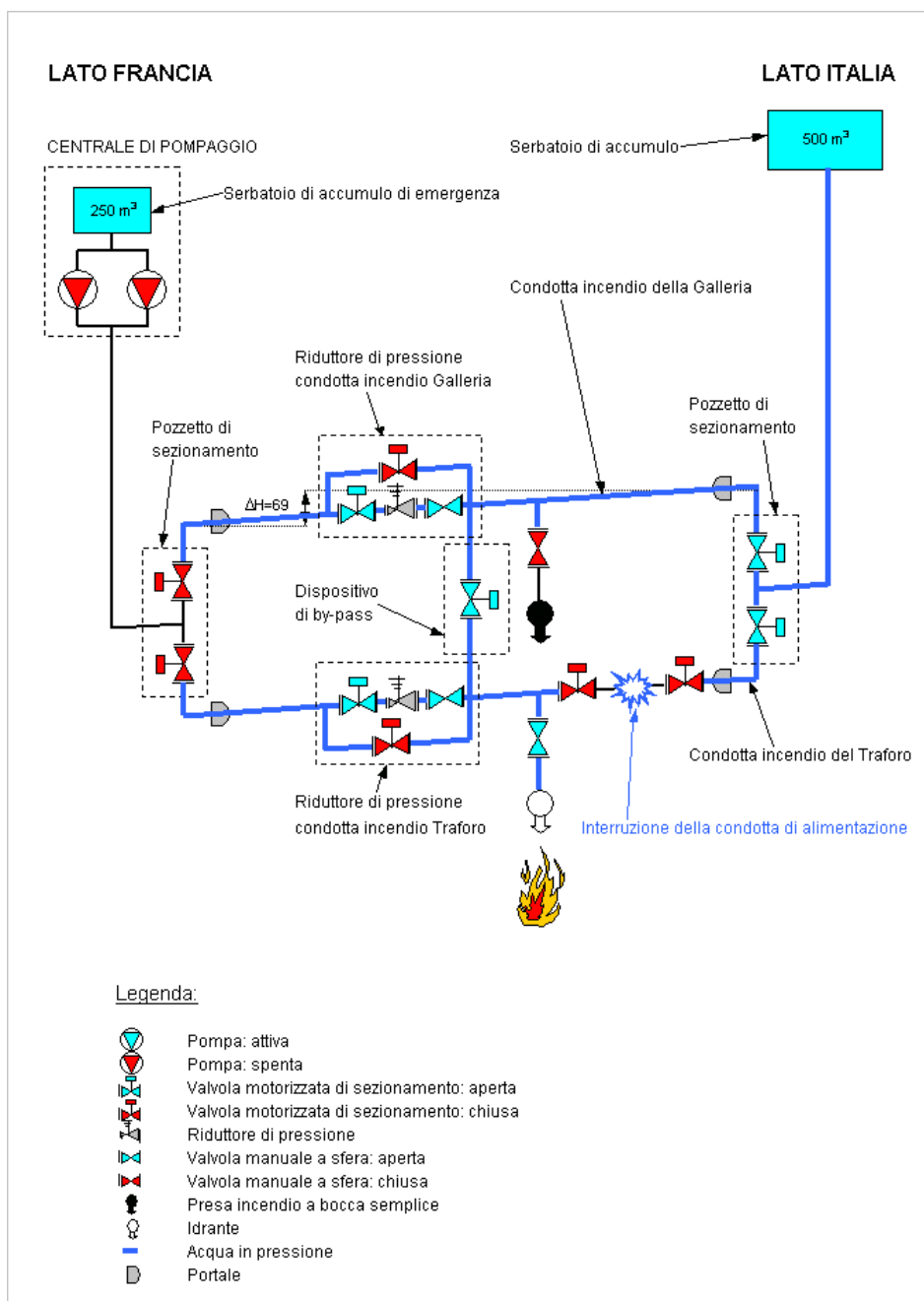


Figura 7 : Interruzione della condotta nella tratta in sotterraneo

Il dispositivo di by-pass è previsto in corrispondenza del sistema esistente di riduzione di pressione della galleria, come illustrato nella **figura 8**.

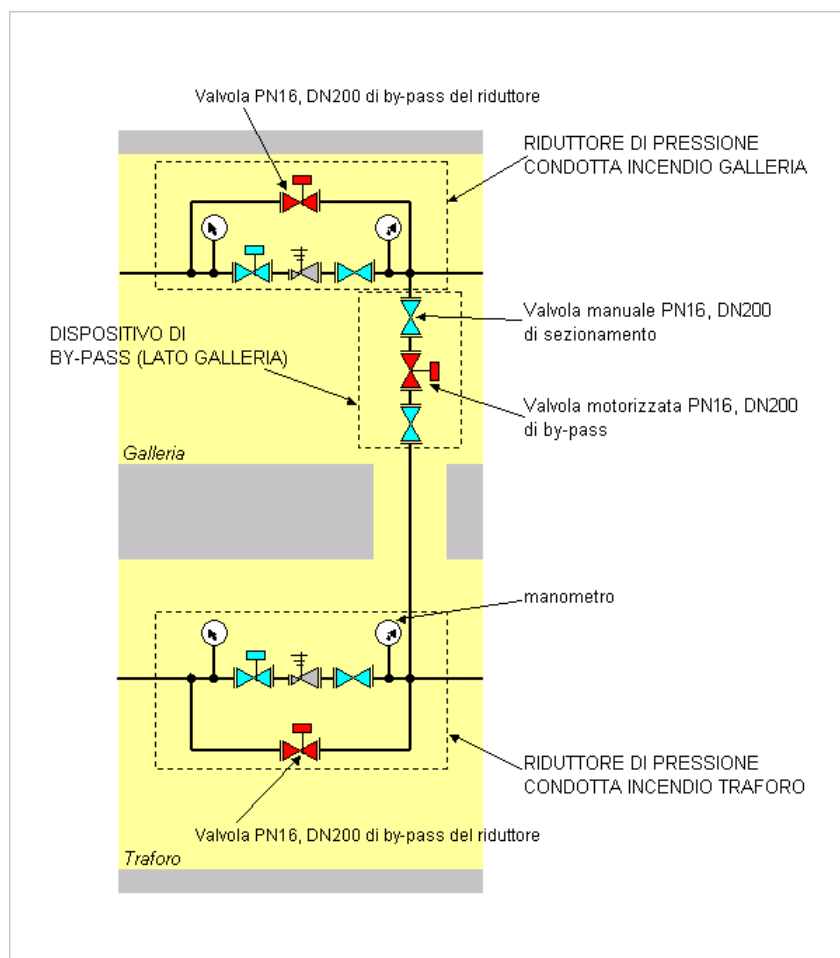


Figura8: Stralcio della parte centrale della rete incendio

4.3 Interruzione della condotta tra il serbatoio d'accumulo e il portale lato Italia

Qualora si verifichi un'interruzione della condotta di alimentazione tra il serbatoio di accumulo lato Italia ed il pozzetto di sezionamento lato Italia, verrà attivata la centrale di pompaggio lato Francia come indicato nella figura 9.

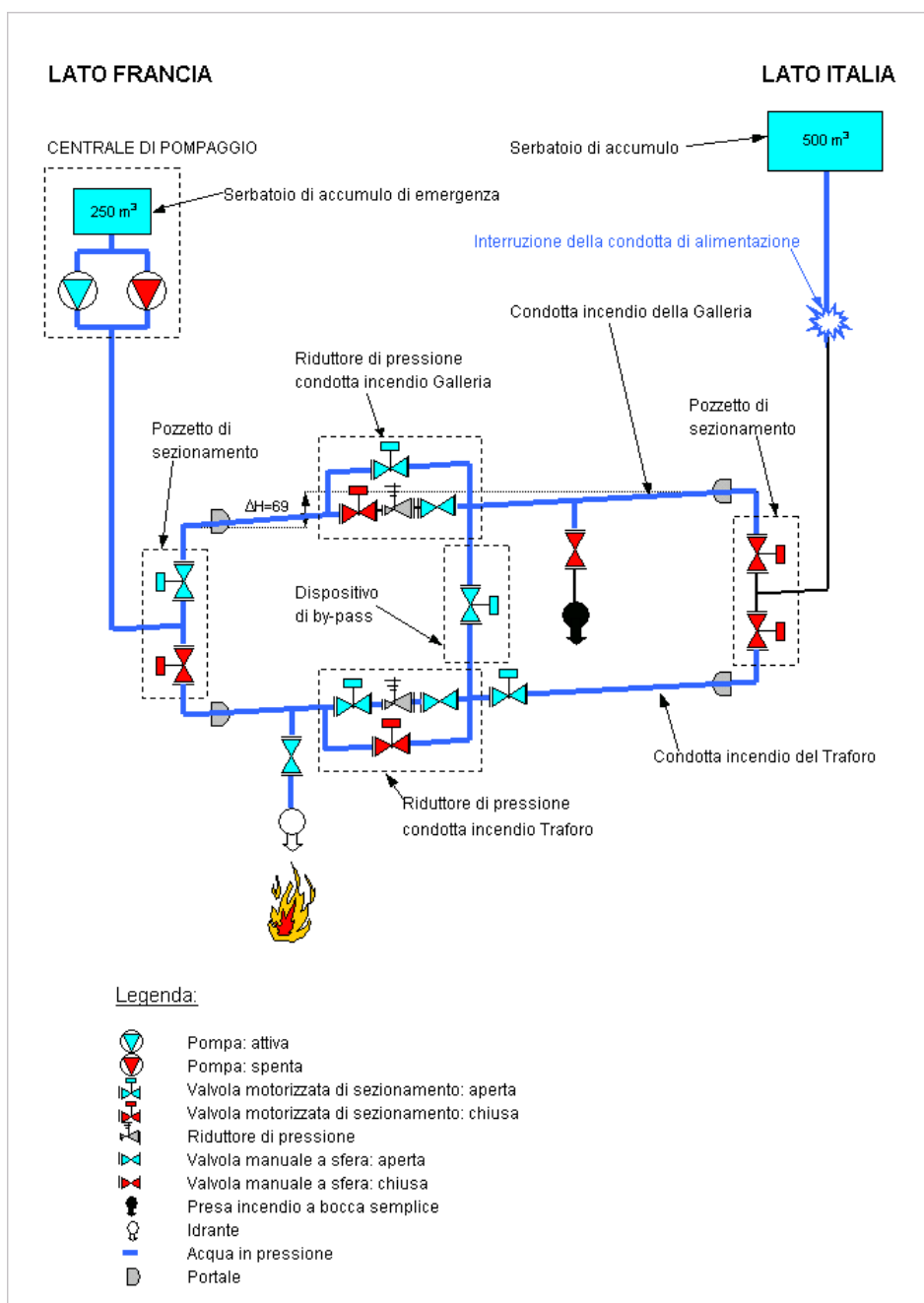


Figura 9: Interruzione della condotta di alimentazione tra il serbatoio di accumulo lato Italia ed il pozzetto di sezionamento

Nella centrale di pompaggio sono installate due pompe.

In caso di necessità è previsto il funzionamento di una sola pompa per la messa in pressione dell'acqua nella rete incendio; la seconda pompa è di ridondanza alla prima.

4.3.1 Osservazioni

Allo stato attuale, durante il funzionamento della centrale di pompaggio, la pressione ai primi idranti del traforo prossimi al portale francese risulta dell'ordine di 1 MPa.

Tale valore, essendo particolarmente elevato, potrebbe comportare delle difficoltà di utilizzo degli idranti considerati.

La nuova condotta della galleria permette di ovviare a questo inconveniente: come indicato in **figura 9**, il flusso d'acqua verrà deviato verso il by-pass e quindi attraverso il riduttore di pressione del traforo, in modo da ottenere un più adeguato valore di pressione agli idranti in oggetto.

Viceversa, il concetto sopra esposto è applicabile anche per le bocche incendio della galleria, invertendo il flusso dell'acqua dalla condotta del traforo a quella della galleria.

5. PRINCIPI COSTRUTTIVI DELLA RETE INCENDIO

Di seguito vengono descritte le caratteristiche e le funzionalità dei componenti previsti per la realizzazione della nuova rete incendio della galleria di sicurezza. Gli aspetti relativi alle parti di impianto esistente che sono in stretta relazione alla nuova rete, sono citati al paragrafo 5.7.

5.1 Pozzetti di sezionamento principali ed intermedi

L'esigenza di collegare la nuova condotta a quella esistente rende necessaria la realizzazione di due pozzetti di sezionamento principali in corrispondenza di quelli esistenti ai portali del traforo.

Sul versante italiano, il nuovo pozzetto sarà ubicato a monte dell'attuale "pozzetto C", per permettere di intercettare la tubazione esistente proveniente dal serbatoio di accumulo.

Il pozzetto previsto sarà sufficientemente ampio da poter ospitare le valvole ed i raccordi necessari a collegare la condotta esistente con la nuova condotta della galleria.

Sul versante francese, verrà realizzato il nuovo pozzetto di sezionamento a monte dell'attuale "pozzetto A". Anche questo pozzetto sarà dimensionato per installare i dispositivi di manovra e i raccordi previsti per il collegamento tra la condotta della galleria e quella del traforo, oltre a quelli per il condotto di scarico necessario allo svuotamento dell'acqua dalla condotta della galleria.

Un pozzetto intermedio è previsto al portale francese, per l'installazione di una valvola di sfiato sulla condotta della galleria. Il pozzetto sarà realizzato nella posizione in cui il percorso della condotta sormonta il traforo e quindi presenta un punto sopraelevato rispetto al suo normale andamento altimetrico.

5.2 Condotta

5.2.1 Condotta dorsale

La dorsale in galleria sarà in acciaio inox AISI 304, con diametro DN200 e pressione nominale PN16. Verrà installata in volta alla galleria ad un'altezza di 4.30 m, mediante staffe a collare poste ogni 2 m.

L'interdistanza prevista assicura il sostegno della condotta, tenuto conto del peso del tubo e dell'acqua in esso contenuta, con un fattore di sicurezza 3 (in trazione).

Anche nei tratti esterni alla galleria, la condotta sarà in acciaio inox con diametro DN200 e pressione nominale PN16, ma verrà interrata ad una profondità di posa di 1.80 m.

Per la gestione della condotta sono ricavati appositi locali "rete incendio" in ogni stazione tecnica all'interno della galleria. Ognuno di questi locali sarà destinato ad ospitare:

- Una valvola di sezionamento motorizzata;
- Una valvola di sfiato posta a valle della valvola di sezionamento;
- Una valvola di scarico posta a monte di quella di sezionamento.

La funzione e gestione delle valvole è descritta ai successivi paragrafi.

Uno schema del circuito idrico della condotta dorsale e delle relative derivazioni è rappresentato nel piano allegato 6145.2-P-209, mentre il disegno 6145.2-P-210 mostra la disposizione planimetrica dell'impianto lungo la galleria di sicurezza.

5.2.2 Dilatazione della condotta dorsale

Il fissaggio della condotta sarà di tipo semirigido. Pertanto le sollecitazioni sulla condotta dovute alle variazioni di lunghezza (dilatazione e restringimento) risultanti dall'effetto termico verranno bilanciate da dei compensatori assiali.

La quantità di compensatori necessari è determinata in base all'escursione termica ΔT della condotta, dovuta alle variazioni di temperatura ambiente e di quella dell'acqua.

La temperatura ambiente, al centro della galleria, è stimata in 25°C, in considerazione della temperatura della roccia (28-30°C) e dell'apporto d'aria fresca dall'esterno, tramite l'impianto di ventilazione. In prossimità degli imbocchi, la temperatura ambiente viene influenzata da quella esterna, con valori che nel periodo estivo raggiungono i 25-30°C, mentre in inverno scendono fino a -20°C.

Per contro, la temperatura dell'acqua subisce variazioni meno sensibili: nei mesi più caldi può essere dell'ordine di 12-15°C, mentre in inverno, per effetto della coibentazione e dei cavi riscaldanti previsti per i primi 2'000 m di condotta, si considera non inferiore a 5°C.

Queste analisi portano a considerare casi diversi a seconda della lontananza della condotta dagli imbocchi della galleria. Si sa che l'escursione termica è maggiore nelle tratte più vicine ai portali, per poi decrescere verso l'interno della galleria. Una suddivisione della condotta in 9 tratte, della lunghezza $L = 1'450$ m circa e delimitate dalle stazioni tecniche, permette di stabilire la quantità di compensatori necessari in ogni tratta, in funzione all'escursione termica presunta.

Per ogni tratta la variazione di lunghezza della condotta risulta dalla formula seguente:

$$\Delta L_i = L \times \Delta T_i \times \alpha / 1000 \quad [m]$$

dove:

- L = lunghezza della tratta tra una ST e la successiva [m]
- ΔT_i = escursione termica del troncone i [°C]
- α = fattore di dilatazione [mm/m/°C]
- i = indice di enumerazione, progressivo da 1 a 9 dal portale francese a quello italiano

Una tubazione in acciaio inox DN200 presenta un fattore di dilatazione α pari a 0,0119 mm/m/°C.

Vengono presi in considerazione, nel seguito, tre casi distinti che presentano altrettante escursioni termiche diverse. Il primo caso è riferito alle tratte 1 e 9, il secondo caso alle tratte 2 e 8 mentre il terzo caso riguarda le tratte intermedie, dalla 3 alla 7.

1° caso. Variazione di lunghezza per le tratte 1 e 9.

La massima escursione termica prevista nelle tratte terminali 1 e 9 è stabilita in $\Delta T = 20^\circ\text{C}$, valore che risulta da una differenza di temperatura tra i 25°C estivi e i 5°C invernali.

La variazione di lunghezza che ne deriva è pari a:

$$\Delta L_1 \approx \Delta L_9 = 1'450 \times 20 \times 0.0119 / 1000 = 0.35 \text{ [m]}$$

2° caso. Variazione di lunghezza per le tratte 2 e 8.

Nelle tratte 2 e 8 la massima escursione termica prevista è pari a $\Delta T = 15^\circ\text{C}$, per cui variazione di lunghezza risulta di:

$$\Delta L_2 \approx \Delta L_8 = 1'450 \times 15 \times 0.0119 / 1000 = 0.26 \text{ [m]}$$

3° caso. Variazione di lunghezza per le tratte da 3 a 7.

La massima escursione termica prevista nelle tratte 3, 4, 5, 6 e 7 è considerata pari a $\Delta T = 10^\circ\text{C}$, per cui:

$$\Delta L_{3-7} = 1'450 \times 10 \times 0.0119 / 1000 = 0.17 \text{ [m]}$$

Dai risultati ottenuti, si prevede un bilanciamento delle dilatazioni potranno essere bilanciate mediante l'installazione di 48 compensatori assiali, ciascuno della capacità di movimento pari a 5 cm, così ripartiti:

- 8 lungo ciascuna delle tratte 1 e 9;
- 6 lungo ciascuna delle tratte 2 e 8;
- 4 lungo ciascuna delle tratte centrali da 3 a 7.

Lungo ogni tratta, i compensatori saranno installati a distanze equivalenti, per permettere una distribuzione omogenea della dilatazione della condotta.

Nelle tratte 1 e 9, i compensatori saranno distanziati di circa 160 m.

Per le tratte 2 e 8 questa distanza risulta di circa 210 m, mentre nelle tratte rimanenti l'interdistanza dei compensatori equivale a circa 320 m.

I supporti della condotta dovranno prevedere dei punti fissi, che permettono un funzionamento efficace dei compensatori. I punti fissi saranno da realizzare a metà percorso tra un compensatore ed il successivo.

5.2.3 Protezione antigelo della condotta

La protezione della condotta contro il gelo si estende verso l'interno della galleria per 2'000 m a partire da ciascun portale.

La protezione verrà realizzata mediante uno strato di coibentazione di spessore almeno 30 mm, che avvolge la condotta e l'installazione di due cavi scaldanti auto-regolanti interposti tra la coibentazione e la condotta come illustrato nella **figura 10**.

L'alimentazione elettrica dei cavi riscaldanti sarà derivata sia dalla rete EDF che dalla rete ENEL, per assicurare la ridondanza di funzionamento in caso di guasto su una delle due reti.

La protezione antigelo, nei tratti interessati, sarà applicata anche agli elementi di equipaggiamento della condotta incendio, quali valvole, derivazioni, prese incendio, ecc.

La coibentazione prevista sarà in gomma sintetica flessibile a cellule chiuse, isolante ed autocollante alla superficie della condotta in modo da impedire la presenza d'aria per prevenire eventuali fenomeni di condensazione.

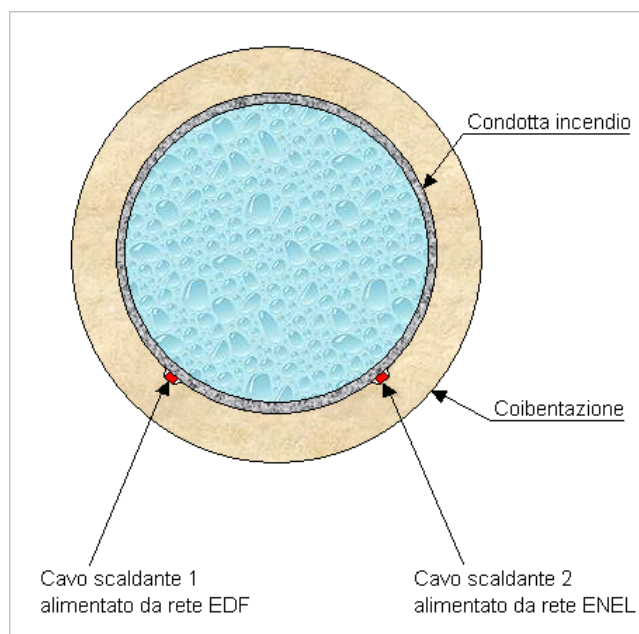


Figura 10: Misure di protezione dal gelo della condotta incendio

Nei tratti di condotta esterni alla galleria, dai portali ai pozzetti di sezionamento, non è prevista la protezione antigelo, in quanto la tubazione sarà posta in trincea ad una profondità di posa di almeno 1.8 m.

5.2.4 Condotta di by-pass

La condotta di by-pass collegherà la nuova condotta dorsale della galleria con la dorsale esistente del traforo a metà del loro percorso, ossia in corrispondenza del by-pass carrabile nr. 3.

Per esigenze di flessibilità dell'intero sistema rete incendio, la condotta di by-pass sarà realizzata con caratteristiche pari a quelle della condotta dorsale della galleria, in acciaio inox con diametro DN200 e pressione nominale PN16.

La condotta di by-pass verrà derivata da quella della galleria mediante un raccordo a T posto a monte del riduttore di pressione; il percorso è previsto all'interno del by-pass carrabile nr. 3 per poi raggiungere la condotta del traforo attraverso i canali di ventilazione dell'aria fresca e viziata del traforo.

L'innesto sulla condotta del traforo verrà effettuato immediatamente a monte del riduttore di pressione esistente, posto nella piazzola di sosta della corsia Francia-Italia, come rappresentato nel piano allegato 6145.2-P-216.

5.2.5 Derivazioni in corrispondenza dei rifugi e dei by-pass

In corrispondenza di ognuno dei 34 rifugi e dei 5 by-pass verrà realizzata una derivazione dalla condotta dorsale della galleria con raccordo a T.

La derivazione verrà eseguita, per un primo tratto, con tubo in acciaio inox DN80 PN16 fino ad un T da cui sarà ricavata la discesa in tubo DN65 che alimenta la bocca incendio posta nello spazio di manovra presso l'entrata del rifugio o del by-pass.

La derivazione prosegue poi all'interno del rifugio o del by-pass con tubo DN65 fissato a parete, per terminare con la discesa alla bocca incendio prevista nella SAS del rifugio o nel tratto terminale del by-pass lato traforo.

Una valvola manuale prevista all'inizio della derivazione verrà posta nello spazio di manovra lato galleria. La valvola permetterà il sezionamento della tubazione

dalla condotta dorsale, allo scopo di effettuare eventuali interventi di manutenzione alle bocche incendio anche ad impianto funzionante.

Il passaggio dei tubi attraverso le pareti divisorie tra la galleria ed il rifugio o del by-pass, verrà sigillato per assicurare la compartimentazione degli ambienti ed evitare passaggi d'aria indesiderati che potrebbero compromettere l'equilibrio delle pressioni stabilito per il corretto funzionamento dell'impianto di ventilazione.

L'allegato disegno 6145.2-P-212 rappresenta quanto sopra descritto.

5.2.6 Derivazioni in corrispondenza delle stazioni tecniche ST

Una derivazione verrà realizzata per alimentare la bocca incendio installata nello spazio di manovra posto presso ogni ST prevista in galleria, per un totale di 8 derivazioni, come rappresentato nel piano allegato 6145.2-P-213.

La derivazione, prevista con tubo in acciaio inox DN65 PN16, verrà realizzata mediante un raccordo a T posto nel locale rete incendio delle stazioni tecniche.

5.2.7 Condotte di scarico

Al portale francese, la condotta dorsale che esce dalla galleria sormonta il traforo per raggiungere il pozzetto di sezionamento principale, comportando perciò due punti minimi sullo sviluppo altimetrico.

Il primo punto minimo è individuato presso l'imbocco lato Francia, l'altro nel pozzetto di sezionamento stesso.

- 1° punto minimo: in corrispondenza dell'imbocco lato Francia, tramite un raccordo a "T" verrà derivata una condotta di scarico in PE DN125 per permettere l'operazione di svuotamento di tutta la dorsale o del relativo tratto terminale, nella condotta di drenaggio della galleria.
- 2° punto minimo: in corrispondenza del nuovo pozzetto di sezionamento al portale francese una seconda condotta di scarico in PE DN65 permetterà lo svuotamento della parte terminale della condotta dorsale, vale a dire la tratta compresa tra la volta del traforo ed il pozzetto di sezionamento stesso, verso la più vicina condotta di drenaggio presente in loco.

5.3 Dispositivi di sezionamento e manovra

5.3.1 Dispositivi nel pozzetto di sezionamento al portale francese

All'interno del nuovo pozzetto di sezionamento lato Francia, su ogni braccio del raccordo che unisce le 2 condotte dorsali del traforo e della galleria, verrà installata una valvola motorizzata di sezionamento che permette di gestire il flusso d'acqua tra la condotta dorsale esistente del traforo e la nuova condotta dorsale della galleria.

Queste valvole saranno equipaggiate con servomotori elettrici alimentati dalla rete di soccorso (gruppi di continuità); la loro chiusura sarà moderata per evitare fenomeni di colpo di ariete.

Considerata l'importanza delle due valvole motorizzate previste, a monte e a valle di ciascuna di esse saranno installate delle valvole manuali di manovra, che permettono di isolare la valvola motorizzata in caso necessiti una sua sostituzione, evitando perdite di tempo per lo scarico dell'acqua del tratto corrispondente.

Nello stesso pozzetto verrà inoltre installata una valvola manuale di scarico che permetterà di scaricare l'acqua della parte terminale della nuova condotta dorsale della galleria.

Sia le valvole motorizzate che le valvole manuali saranno dimensionate per una pressione nominale PN16.

5.3.2 Dispositivi nel pozzetto di sezionamento al portale italiano

All'interno del nuovo pozzetto di sezionamento lato Italia, sul raccordo che unisce la condotta proveniente dalla centrale di pompaggio alle dorsali, verranno installate:

- Due valvole motorizzate di sezionamento con lo scopo di sezionare la condotta dorsale esistente del traforo, la nuova condotta dorsale della galleria o entrambe. Le valvole motorizzate saranno equipaggiate con servomotori elettrici alimentati dalla rete di soccorso (gruppi di continuità); la loro chiusura sarà moderata per evitare fenomeni di colpo di ariete. Come

per il pozzetto di sezionamento lato Francia, le valvole motorizzate saranno equipaggiate con valvole di manovra manuali a monte e a valle;

- Una valvola di sfiato comune a tutte e due le condotte (traforo e galleria).

Tutto l'equipaggiamento citato sarà dimensionato per una pressione nominale PN16.

5.3.3 Dispositivi per la condotta di by-pass

In corrispondenza del by-pass nr. 3, all'origine della condotta di by-pass derivata a monte del riduttore di pressione, verrà installata una valvola motorizzata, che permette l'interazione della condotta dorsale del traforo con la condotta dorsale della galleria in base alle necessità.

La valvola motorizzata sarà sezionata a monte e a valle da altre due valvole di manovra manuali, per facilitare le operazioni di manutenzione.

La valvola motorizzata sarà equipaggiata con servomotore elettrico alimentato dalla rete di soccorso (gruppi di continuità); la sua chiusura sarà moderata per evitare fenomeni di colpo di ariete.

Sia la valvola motorizzata che le valvole manuali saranno dimensionate per una pressione nominale PN16.

5.3.4 Dispositivi nei locali delle stazioni tecniche ST

Nel locale rete incendio previsto in ognuna delle 8 ST disparti della galleria, verrà installata una valvola motorizzata di sezionamento sulla condotta dorsale, quindi ogni 1'450 m circa.

La valvola sarà equipaggiata con servomotore elettrico alimentato dalla rete di soccorso (gruppi di continuità); la sua chiusura sarà moderata per evitare fenomeni di colpo di ariete.

Nello stesso locale, verranno inoltre installate una valvola manuale di svuotamento e una valvola meccanica automatica di sfiato, la prima a monte e la seconda a valle dell'elettro-valvola di sezionamento, con lo scopo di ottimizzare le operazioni di scarico dell'acqua del tratto di condotta sezionato durante i lavori di manutenzione.

Le valvole installate nel locale rete incendio saranno dimensionate per una pressione nominale PN16.

5.3.5 Dispositivi presso l'imbocco lato Francia

In corrispondenza dell'imbocco lato Francia, sulla condotta della galleria verrà installata una valvola manuale per lo scarico dell'acqua di tutta la condotta dorsale della galleria o del relativo tratto terminale.

La valvola di scarico sarà dimensionata per una pressione PN16.

5.3.6 Dispositivi nel pozzetto intermedio lato Francia

Nel pozzetto posto sopra la volta del traforo è prevista una valvola manuale di sfiato, che verrà aperta solo durante le operazioni di scarico dell'acqua, per permetterne il deflusso.

La valvola di sfiato sarà dimensionata per una pressione nominale PN16.

5.4 Riduttore di pressione

A metà percorso della condotta della galleria verrà installato un dispositivo per la riduzione automatica della pressione di esercizio nella direzione Italia→Francia, al fine di tenere in debita considerazione l'aumento di pressione dovuto alla pendenza della Galleria e di mantenere la pressione richiesta in corrispondenza delle bocche incendio in un intervallo compreso tra 0.5 MPa e 0.8 MPa.

Il posto di riduzione di pressione si compone dei seguenti dispositivi, elencati nell'ordine Italia→Francia:

- Una valvola manuale di sezionamento;
- Un riduttore di pressione automatico che stabilizza la pressione in uscita a ca. 0.5 Mpa;
- Una valvola motorizzata di sezionamento, equipaggiata con servomotore elettrico alimentato dalla rete di soccorso (gruppi di continuità); la sua chiusura sarà moderata per evitare fenomeni di colpo di ariete;
- Un filtro;

- Un rubinetto di scarico.

Il sistema di riduzione della pressione sarà attivo se il flusso scorre nel senso Italia→Francia. In caso contrario, per un impiego in emergenza della stazione di pompaggio lato Francia, il riduttore di pressione verrà "by-passato" tramite la chiusura della valvola motorizzata posta in serie al riduttore e contemporaneamente l'apertura della valvola motorizzata collegata in parallelo sul circuito di riduzione. Le caratteristiche delle valvole motorizzate sono equivalenti a quelle delle elettro-valvole già menzionate in precedenza.

Il dispositivo di riduzione previsto, rappresentato nel piano allegato 6145.2-P-216, sarà dimensionato per una pressione nominale PN16.

5.5 Bocche incendio

Lungo la galleria di sicurezza una presa incendio a bocca semplice UNI70 verrà installata nello spazio di manovra in corrispondenza dell'entrata dei rifugi e dei by-pass, e delle stazioni tecniche. Inoltre, un'ulteriore bocca incendio verrà installata nelle SAS dei rifugi.

Ogni presa incendio sarà provvista di valvola manuale a sfera in apertura di $\frac{1}{4}$ di giro.

Le valvole manuali di apertura-chiusura saranno dimensionate per una pressione PN16.

Il lato francese del Traforo verrà equipaggiato di bocche con raccordo "DSP", mentre il lato italiano verrà equipaggiato di bocche con raccordo a filetto.

In prossimità di ogni bocca incendio verrà installata una cassetta in lamiera contenente:

- Un naspo flessibile di lunghezza normalizzata 30 m, conformemente alla Norma UNI 9487;
- Una lancia all'estremità del naspo;
- Una serie di raccordi a baionetta, per i Vigili del Fuoco francesi, e a filetto, per i Vigili del Fuoco italiani.

5.6 Strumentazione

Lungo la nuova condotta dorsale della galleria verrà installata la seguente strumentazione:

- 8 manometri, ciascuno inserito sulla condotta a monte della valvola di scarico prevista nel locale rete incendio di ogni stazione tecnica, per il controllo visivo della pressione;
- 4 misuratori di pressione, di cui due posti nei pozzetti di sezionamento ai portali della galleria e due al riduttore di pressione (uno a monte e uno a valle), che permettono il monitoraggio continuo della pressione e la segnalazione d'allarme in caso di anomalie;
- 2 misuratori di flusso, posti nei pozzetti di sezionamento ai portali della galleria.

Tutti gli allarmi e i valori di misurazione verranno trasmessi al Posti di Controllo e Comando (PCC) e gestiti dal sistema di Gestione Tecnica Centralizzata (GTC).

5.7 Installazioni esistenti

Si richiamano di seguito le parti d'impianto esistenti che sono interfacciate con la parte nuova rete.

5.7.1 Serbatoio d'accumulo lato Italia

Il serbatoio di accumulo attuale, di capacità 500 m³, è installato lato Italia in posizione sopraelevata rispetto alla galleria di sicurezza.

Il livello minimo del serbatoio è a quota 1351 m s.l.m, mentre il portale è a quota 1297 m s.l.m. Ne risulta una differenza d'altezza di 54 m che viene presa come riferimento nel calcolo di dimensionamento della condotta.

Il serbatoio è alimentato dalla rete comunale, la cui portata è di 72 m³/h.

L'impiego di 4 bocche in contemporaneo non mette in difetto la capacità della vasca, la quale, nel caso peggiore (utilizzo delle 4 bocche incendio alla quota altimetrica più bassa) si svuoterebbe dopo un tempo dell'ordine di 16 ore.

La capacità del serbatoio è quindi abbondantemente sufficiente per garantire il funzionamento della rete incendio. Di conseguenza nessuna modifica è prevista in questo senso.

5.7.2 Pompe di compressione

Nel caso limite di un'interruzione della condotta tra il serbatoio di accumulo lato Italia ed il pozzetto di sezionamento posto a valle del serbatoio stesso, le pompe della centrale di compressione lato Francia verranno utilizzate per mettere in pressione l'acqua della condotta incendio sia per il traforo che per la galleria di sicurezza.

Le valvole motorizzate installate nel pozzetto di sezionamento lato Francia permettono la gestione del flusso d'acqua verso una delle due condotte.

Le pompe attualmente installate nella centrale di pompaggio, hanno le seguenti caratteristiche:

- Tipo: KSB, WKLV 50/4;
- Anno: 1980;
- N: 2'900 giri/min;
- Q: 30 m³/h;
- H: 100 mcl.

Tali caratteristiche sono soddisfacenti per lo scopo stabilito, pertanto non è previsto alcun potenziamento.

6. INTERFACCE CON GLI ALTRI IMPIANTI

La rete incendio è interfacciata con:

- L'impianto di alimentazione elettrica: i quadri BT di distribuzione posti nelle stazioni tecniche forniscono l'energia per gli attuatori delle valvole motorizzate e per i cavi riscaldanti; inoltre ricevono i segnali di misura e di allarme delle avvenute manovre degli attuatori e della strumentazione installata sulla rete incendio;
- Il sistema di Gestione Tecnica Centralizzata GTC, per gestire a distanza in modo automatico e manuale le valvole motorizzate della condotta.

7. LIMITI DI FORNITURA E DI INTERVENTO

7.1 Limiti di fornitura

Dalla fornitura sono esclusi i quadri elettrici di alimentazione e protezione degli attuatori delle elettro-valvole e dei cavi riscaldanti, descritti nella relazione 6145.2-R-14 "Alimentazione elettrica".

Le opere edili di scavo per la posa interrata dei tratti di condotta esterni alla galleria e per la costruzione dei pozzetti ai portali sono compresi nei lavori di genio civile.

7.2 Limiti di intervento

L'intervento dell'impianto rete incendio è confinato ai pozzetti di sezionamento previsti ai portali del traforo, in corrispondenza della rete incendio attuale.

Per la parte elettrica, il limite d'intervento è individuato alla morsettiera di collegamento nei quadri BT e nei quadri GTC delle ST e dei rifugi.

8. CALENDARIO DI REALIZZAZIONE PREVEDIBILE

8.1 Generale

Il tempo a disposizione per i montaggi è previsto in 14 mesi a partire dalla conclusione dei lavori di genio civile previsti nella seconda metà del 2011.

Il programma dettagliato dei lavori sarà definito e concordato in fase esecutiva in coordinamento con la Direzione Lavori e le imprese esecutrici degli altri impianti.

Per l'integrazione e la messa in servizio dei nuovi impianti della galleria di sicurezza e per il trasferimento degli impianti dai PHT esistenti verso le nuove ST sono da coordinare le singole fasi di lavoro per evitare interferenze con la gestione del traforo.

8.2 Messa in servizio

Al termine dell'installazione sarà effettuata la messa in servizio dell'impianto secondo le modalità definite nel disciplinare in un lasso di tempo di 2 mesi, a decorrere dalla scadenza dei 14 mesi previsti per i montaggi.

L'appaltatore dovrà inoltre collaborare all'esecuzione delle prove globali di funzionamento dell'insieme degli impianti della galleria di sicurezza e del traforo che si svolgeranno durante i 3 mesi successivi alla messa in servizio.

La messa in esercizio della galleria di sicurezza è prevista nel 2013.

1. INTRODUCTION

1.1 Encadrement général

Le Tunnel routier du Fréjus relie le Piémont à la Savoie (Bardonnèche-Modane), sur l'axe Turin - Lyon. La circulation s'y fait de manière bidirectionnelle sur une largeur de chaussée de 9 mètres et sur une longueur de 12'868 mètres.

Le présent projet constitue la mise à jour du projet définitif de la galerie de sécurité. Le projet de base, élaboré en 2005 et donc avant l'incendie du 4 juin 2005, qui a provoqué le décès de deux personnes dans le tunnel, a été réévalué par rapport aux aspects de sécurité par le comité de sécurité, tenant compte de la lettre des ministres concernant la proposition « d'un diamètre adéquat de la galerie de sécurité afin de permettre en toute hypothèse la circulation des véhicules de secours en toute sécurité et commodité ».

Les éléments principaux non compris dans le projet définitif de 2005, résultant de l'étude effectuée et pris en compte dans le projet définitif présent, sont les suivants :

- Adaptation du diamètre de la galerie de sécurité de 5.50 à 8.00 m;
- Adaptation du système de ventilation, les SAS aux portails pour la mise en surpression de la galerie viennent substituer par une série d'accélérateurs en voûte le long de la galerie. En outre des centrales d'extraction massive sont prévues près des usines B & C;
- Réalisation de 5 by-pass pour le passage des véhicules de secours de la galerie au tunnel.

L'ensemble des autres aspects du projet définitif de 2005 n'a pas été modifié, en particulier :

- Les ouvrages externes aux portails ne sont pas modifiés;
- Les installations, à part la ventilation, maintiennent le même standard prévu dans le projet définitif 2005. Ils viennent seulement adaptés pour répondre aux modifications du génie civil;
- Le concept du basculement des installations actuelles des locaux techniques du tunnel (PHT) aux nouvelles stations techniques de la galerie de sécurité;
- Le concept de mise à jour du GTC n'était pas modifiée, même si il à du être adapte après les changements du concept de la ventilation de la galerie de

sécurité. La ventilation du tunnel et celle de la galerie de sécurité devront être coordonnée.

La galerie de sécurité sera réalisée parallèlement (à une distance d'environ 50 m) au tunnel routier. Des abris, 34 au total, seront réalisés dans les rameaux réalisés environ tous les 367 m entre la galerie et le tunnel routier.

Pendant les travaux de réalisation de la galerie de sécurité, qui débuteront en 2008, l'exploitation du tunnel routier ne devra pas être mise en cause. Tous les travaux, de génie civil comme d'équipements, devront donc être réalisés sans mettre en péril le fonctionnement du tunnel routier.

L'exploitation de la galerie de sécurité, prévue depuis 2013, devra être menée conjointement avec celle du tunnel routier. Un unique système de supervision devra par conséquent coordonner exploitation de l'ensemble galerie - tunnel.

Le présent rapport décrit le réseau incendie à installer dans la galerie de sécurité du tunnel du Fréjus.

1.2 Objectifs généraux

Pour le réseau incendie de la galerie de sécurité il est prévu la réalisation d'une nouvelle conduite incendie et son intégration dans le système actuel de façon à créer un réseau unique fermé à anneau.

Le nouveau système ne sera donc pas indépendant de l'installation existante du tunnel; il constituera plutôt une extension du réseau incendie actuel, qui permet une augmentation de la sécurité par la liaison à anneau.

Depuis la nouvelle conduite seront dérivées les poteaux incendie situées dans les emplacements suivants:

- A l'intérieur des SAS en correspondance de chaque abri;
- En correspondance de l'accès de chaque abri (côté galerie de sécurité);
- En correspondance des accès aux stations techniques (côté galerie);
- En correspondance des accès des by-pass (côté galerie de sécurité, côté tunnel);
- Dans le passage souterrain plate-forme côté Italie.

1.3 Documentation de référence

Les documents de référence utilisés sont:

- a) L'étude préliminaire pour la réalisation de la Galerie de sécurité du Tunnel du Fréjus. Il s'agit de:
 - Relation explicative (gs 96 RG 01) 27/11/2002, MUSI.NET ;
 - Installation incendie - Rapport techno-descriptif (gs 96 RT 03) 30/09/2002, MUSI.NET ;
 - Installation incendie - Plans et schémas (gs 96 AN 01)-02-03-04, MUSI.NET.

- b) Les documents de la première phase du projet, en particulier:
 - Note technique équipement Réseau Incendie (6145.0-R-8) 12/07/2004, Lombardi SA;
 - Plan architecture du système (6145.0-P-46) 12/07/2004, Lombardi SA;
 - Plan profile type galerie (6145.0-P-47) 12/07/2004, Lombardi SA;
 - Plan disposition en correspondance des abris (6145.0-P-48) 12/07/2004, Lombardi SA;
 - Plan disposition en correspondance des ST (6145.0-P-49) 12/07/2004, Lombardi SA.

- c) Le dossier "Basculement des PHT vers les stations techniques de la galerie de sécurité" (6145.0-R-24 et annexes) 30/09/2004, Lombardi SA.
 - 6145.0-R-43a Note technique équipement éclairage;
 - 6145.0-R-44a Cahier des charges;
 - 6145.0-R-45 Estimation des coûts.

- d) Réponses aux questions du comité de sécurité du juin 2005 avec à propos des ouvrages du génie civil, des équipements et des ouvrages externes.
 - Equipements - note 6145.0-R-103B 06.06.2005 Lombardi SA.

- e) Optimisation du diamètre interne de la galerie pour garantir l'accès des véhicules des secours en sécurité et confort, élabore de l'étude Lombardi Sa ingénieurs conseil en février 2006.
 - Note 6145.0-R-112 09.03.2006 Lombardi SA.

1.4 Références normatives

- Circulaire interministérielle n° 2000-63 du 25 août 2000 relative à la Sécurité dans les tunnels du réseau routier national, pour les abris et la galerie de sécurité;
- Norme UNI 8478 (édition 1983) - lances et prises d'incendie UNI 70;
- Norme UNI 10779 (édition septembre 1999) - "Equipements d'extinction des incendies - Réseaux et prises d'incendie - conception, mise en place et exploitation";
- Norme UNI 9490 - "Alimentation réintégration des équipements d'extinction des incendies";
- Norme UNI 8863 et UNI 9485;
- Norme UNI 9487 et UNI 9489;
- Norme UNI EN 671-2;
- Norme UNI 6363;
- Norme UNI 7421;
- Norme UNI 7422;
- Normes UNI 802 - 804 - 805 - 807 - 808 - 810 - 811 - 813 - 814.

1.5 Analyses en suite de l'augmentation du diamètre de la galerie de sécurité

Les solutions proposées dans l'avant-projet 2005 sont confirmées, en particulier:

- En conformité à la Circulaire Interministerielle no 2000-63, la conduite ne sera pas en matériel plastique, mais elle sera réalisée en acier inox;
- La longueur de 2'000 m de la protection contre le gel est confirmée;
- La connection sur la conduite existante en correspondance du laboratoire souterrain IN2P3 est confirmée.

L'augmentation du diamètre de la galerie ne comporte aucun changement significatif des équipements.

2. PRINCIPES CONSTRUCTIFS GENERAUX

2.1 Situation actuelle du tunnel

L'équipement actuel du réseau incendie du tunnel autoroutier du Fréjus est composé par une conduite incendie DN 200, installée sous le trottoir côté France-Italie du Tunnel, qui relie le réservoir principal de 500 m³, situé au dessus de la tête côté Italie, avec la centrale de pompage côté France.

La centrale de pompage, équipée avec 2 pompes, chacune d'un débit de 30 m³/h et une hauteur de refoulement de 100 m, puise l'eau du réservoir de secours de 250 m³ situé à côté.

La tête française est située à une hauteur de 1'228 m, et l'italienne à 1'297 m. Par conséquent, le profil longitudinal présente une seule pente (+0.54% dans la direction France-Italie).

En conditions normales l'équipement fonctionne en gravitaire, c'est-à-dire que l'eau, du réservoir côté Italie s'écoule en direction de la tête française.

En cas de dérangement du réservoir côté Italie ou sur un tronçon de la conduite vers la tête italienne, les pompes côté France sont utilisées pour mettre en pression l'eau de la conduite.

La conduite incendie alimente une série de poteaux d'incendie, installées dans des niches spéciales dans la paroi du tunnel chaque 150 m environ.

Les poteaux d'incendie sont équipées d'adaptateurs, situés dans une caisse spéciale installée en correspondance de chaque prise incendie, au service des Pompiers italiens et français.

Le long de la conduite il y a des vannes motorisées qui permettent le sectionnement de l'équipement en plusieurs tronçons; de plus, à moitié parcours est installé un réducteur de pression, situé dans un emplacement réservé au stationnement du tunnel.

A chaque tête il y a une dérivation depuis la conduite principale jusqu'aux locaux des groupes électrogènes des usines de ventilation extérieures.

En correspondance des entrées, la conduite est équipée de câbles électriques chauffants nécessaires à éviter des dégâts causés par la formation de glace pendant l'hiver.

2.2 Equipement de manœuvre du nouveau réseau incendie de la galerie de sécurité

2.2.1 Concepts généraux

Le nouveau réseau incendie de la galerie de sécurité sera relié avec le réseau incendie du tunnel au niveau des têtes et à moitié du parcours souterrain, afin d'obtenir un seul système incendie fermé à anneau. Cet anneau permet d'exploiter l'eau du réservoir actuel également pour le réseau incendie de la galerie, de façon à éviter la construction d'un nouveau réservoir. De plus la fonctionnalité de l'équipement entier sera assurée en cas d'interruption de la conduite dans n'importe quel endroit, soit dans le tunnel, soit dans la galerie.

La centrale de surpression côté France du tunnel garantira aussi le débit d'eau nécessaire soit pour la conduite existante du tunnel, soit pour la nouvelle conduite incendie de la galerie de sécurité, en puisant l'eau du réservoir de secours.

La représentation schématique de tout l'équipement est représentée dans le plan annexe 6145.2-P-209.

2.2.2 Conduite

Le nouveau réseau incendie sera composé par une conduite prévue le long de toute la galerie de sécurité, nécessaire pour l'alimentation en eau des poteaux incendie prévues en correspondance des abris, des stations techniques, des by-pass et du passage souterrain de la plate-forme côté Italie.

L'équipement du passage souterrain dans la plate-forme côté Italie n'est pas considérée dans le présent rapport, mais dans la note technique 6145-R-58.

La nouvelle conduite sera reliée à celle existante du tunnel en 3 points; deux points sont prévus en correspondance des têtes côté Italie et côté France, tandis que le troisième sera constitué par un by-pass à moitié galerie.

La conduite sera en plus équipée de vannes motorisées et télécommandées, installées chaque 1'450 m environ dans locaux spéciaux dans les stations techniques. Les vannes auront la fonction de sectionner en plusieurs secteurs la conduite, permettant les interventions nécessaires sans mettre hors service tout l'équipement.

En correspondance des têtes, sur une longueur de 2'000 m, la conduite sera isolée et équipée de câbles chauffants autorégulés pour la protection contre le gel.

A moitié parcours, en correspondance de l'accès au laboratoire souterrain, sur la conduite sera installé un dispositif de régulation, en mesure de réduire l'augmentation de pression due à la dénivellation de hauteur entre les têtes de la galerie.

2.2.3 Poteaux incendie

Depuis la conduite de la galerie de sécurité seront réalisées des dérivations en correspondance de chaque abri et de chaque by-pass, pour l'alimentation des poteaux incendie.

D'autres dérivations de la conduite seront réalisées pour alimenter une poteaux incendie située dans l'espace de manœuvre en correspondance des stations techniques ST.

3. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU INCENDIE

3.1 Préambule

Le dimensionnement du nouveau réseau incendie doit tenir compte de tous les aspects liés aux diverses possibilités d'utilisation, à l'exploitation simultanée avec le réseau actuel du tunnel et aux divers scénarios d'incendie qui pourraient se vérifier dans la galerie ou dans le tunnel.

En principe, seront pris comme référence les aspects décrits ci-après.

La galerie de sécurité est considérée comme une zone de risque de niveau 2 selon la norme UNI 10779. Le dimensionnement de la conduite est donc réalisé conformément à cette norme.

Le niveau 2, dans le pire des cas, prévoit l'utilisation simultanée de 4 poteaux d'incendie DN70 d'un débit de 300 l/min chacune et de pression résiduelle supérieure à 0.4 MPa pour une performance élevée, pendant un délais de temps d' au moins 1 heure.

En considération de la distance entre les poteaux incendie existantes du tunnel (environ 150 m) et la distance entre celles prévues dans la galerie (env. 370m), l'utilisation simultanée de 4 poteaux pour un incendie reste improbable. En cas d'incendie dans le tunnel, il serait raisonnable de supposer l'emploi d'un maximum de 3 poteaux (2 dans le tunnel et 1 dans la galerie), comme indiqué schématiquement dans la **figure 1**.

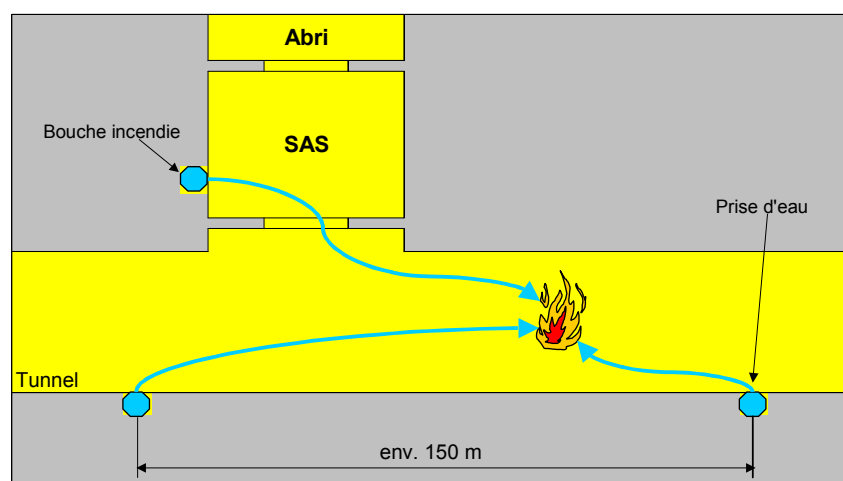


Figure 1 : Exemple d'utilisation du réseau incendie pour un incendie dans le tunnel

De plus, en cas d'incendie dans la galerie de sécurité, il est possible de prévoir l'emploi simultané de 2 poteaux.

Malgré tout, le dimensionnement sera en tout cas calculé dans le respect des critères les plus restrictifs demandés par la Norme, c'est-à-dire avec l'emploi de 4 poteaux d'incendie.

3.2 Dimensionnement de la conduite

Les calculs décrits par la suite tiennent compte, comme référence du système hydrique, la tête de la galerie de sécurité située à l'altitude la plus haute, c'est-à-dire la tête côté Italie.

3.2.1 Conduite DN200

Le contrôle du calcul de la conduite pour la galerie a été exécuté pour une dorsale DN200 et dérivations aux poteaux incendie DN80.

Pour contrôler que les normes sont respectées, vont être considérés les 2 cas limites suivants:

- 1^{er} cas: utilisation des poteaux incendie situées à l'altitude la plus basse, en correspondance des accès aux abris n° 1, 2, 3 et 4;
- 2^{ème} cas: utilisation des poteaux incendie situées à l'altitude la plus haute, en correspondance des accès aux abris n° 31, 32, 33 et 34.

1^{er} cas

La **figure 2** représente schématiquement la nouvelle partie du réseau incendie, et met en évidence les poteaux utilisées en correspondance des abris 1, 2, 3 et 4, avec les altitudes correspondantes depuis la tête de référence.

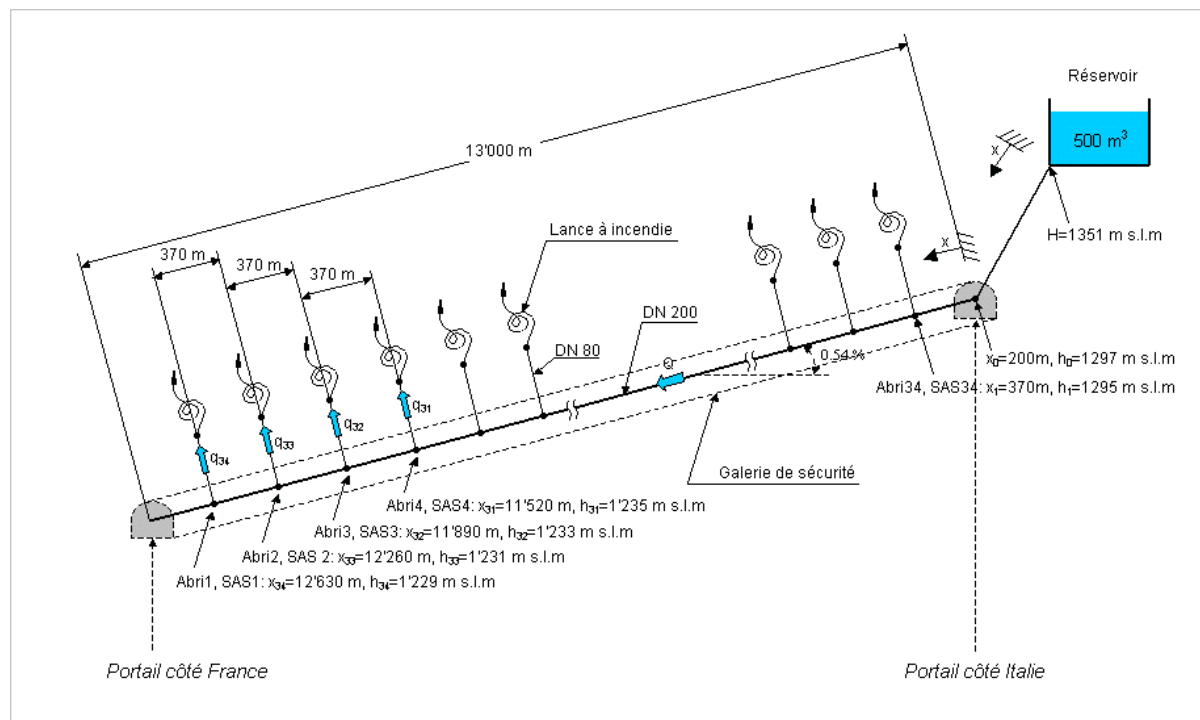


Figure 2 : Schéma de calcul du réseau avec l'utilisation de 4 poteaux incendie situées à l'altitude la plus basse

Le **tableau 1** expose les résultats du calcul. Il est démontré que avec l'utilisation d'une conduite du diamètre de 200 mm, les valeurs de débit et de pression résiduels pour chaque raccord « R » satisfont aux conditions de la norme.

	Abri4, SAS4	Abri3, SAS3	Abri2, SAS2	Abri1, SAS1	Valeurs normatifs
Raccordements	R4	R3	R2	R1	R
Pression p [MPa]	0.71	0.72	0.73	0.75	0.40
Débit Q [l/min]	425	428	433	438	300

Tableau 1 : Dorsale DN200 : Pression et débit aux 4 poteaux incendie

En deuxième analyse, on considère le cas incendie qui prévoit l'utilisation des 2 poteaux incendie, installées en correspondance des abris 1 et 2, comme indiqué schématiquement dans la **figure 3**.

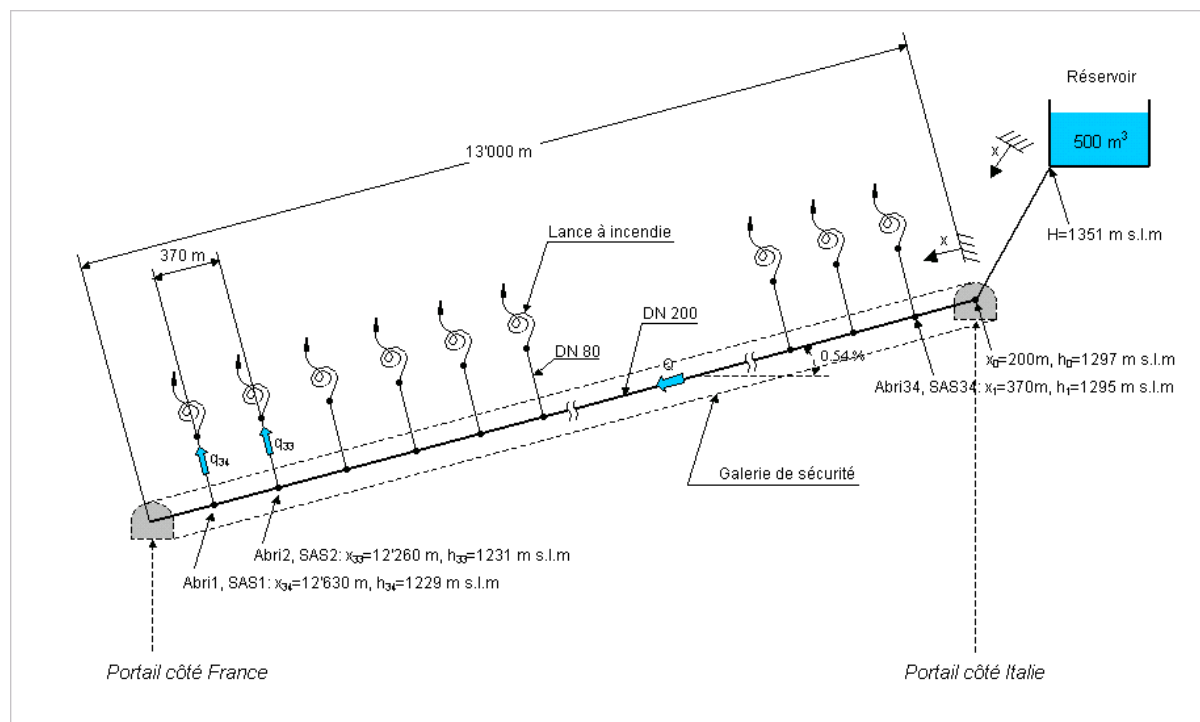


Figure 3 : Schéma de calcul du réseau avec l'utilisation de 2 poteaux incendie situées à l'altitude la plus basse

Le calcul, représenté dans le **tableau 2**, confirme la véracité des résultats.

	Abri4, SAS4	Abri3, SAS3	Abri2, SAS2	Abri1, SAS1	Valeurs normatifs
Raccordements	R4	R3	R2	R1	R
Pression p [MPa]	0.98	0.99	0.98	1.00	0.40
Débit Q [l/min]	0	0	500	504	300

Tableau 2 : Dorsale DN200 : Pression et débit aux 2 poteaux incendie

2^{ème} cas:

La **figure 4** met en évidence les poteaux incendie utilisées en correspondance des abris 31, 32, 33 et 34 avec les altitudes relatives et les distances de la tête de référence.

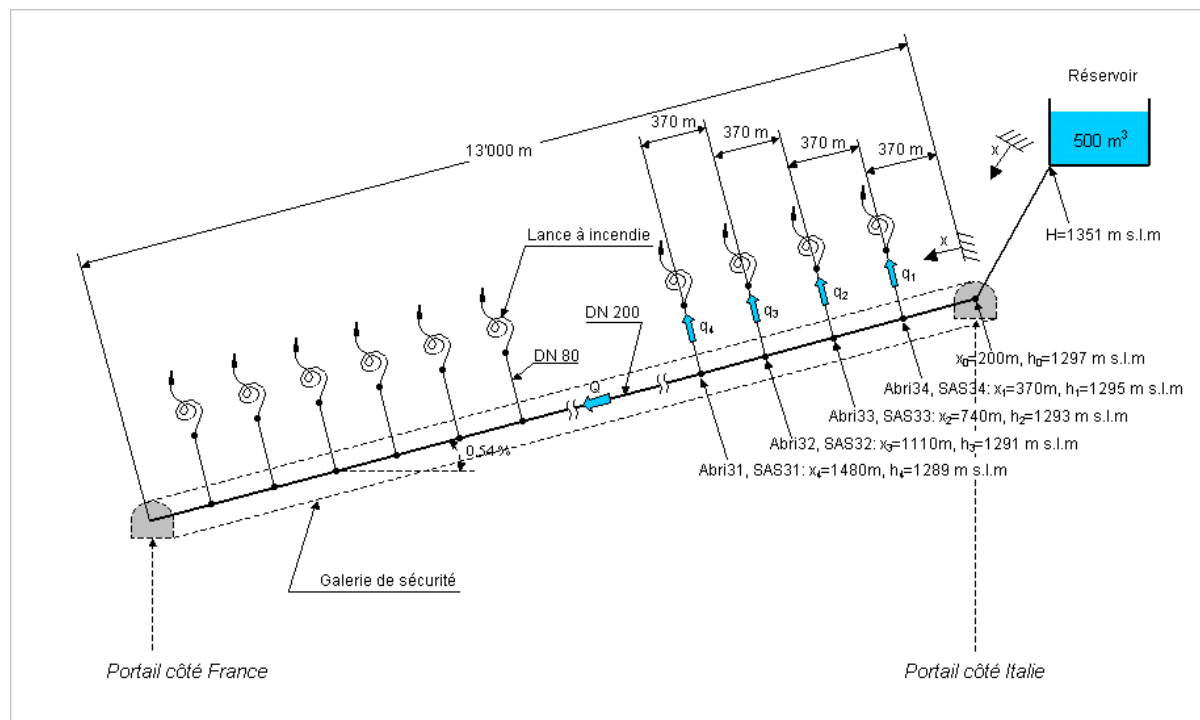


Figure 4 : Schéma de calcul du réseau avec l'emploi des 4 poteaux incendie situées à l'altitude la plus haute

Les résultats du calcul représentés dans le **tableau 3**, démontrent qu'en utilisant une conduite ayant un diamètre de 200 mm, les valeurs de débit et de pression résiduels pour chaque raccordement « R » satisfont à la Norme.

	Abri34, SAS34	Abri33, SAS33	Abri32, SAS32	Abri31, SAS31	Valeurs normatifs
Raccordements	R34	R33	R32	R31	R
Pression p [MPa]	0.51	0.52	0.54	0.56	0.40
Débit Q [l/min]	360	365	371	377	300

Tableau 3 : Dorsale DN200 : Pression et débit aux 4 poteaux

En deuxième analyse, on considère le cas d'un incendie qui prévoit l'utilisation de seulement 2 poteaux, situées en correspondance des abris 33 et 34, comme indiqué schématiquement dans la figure 5.

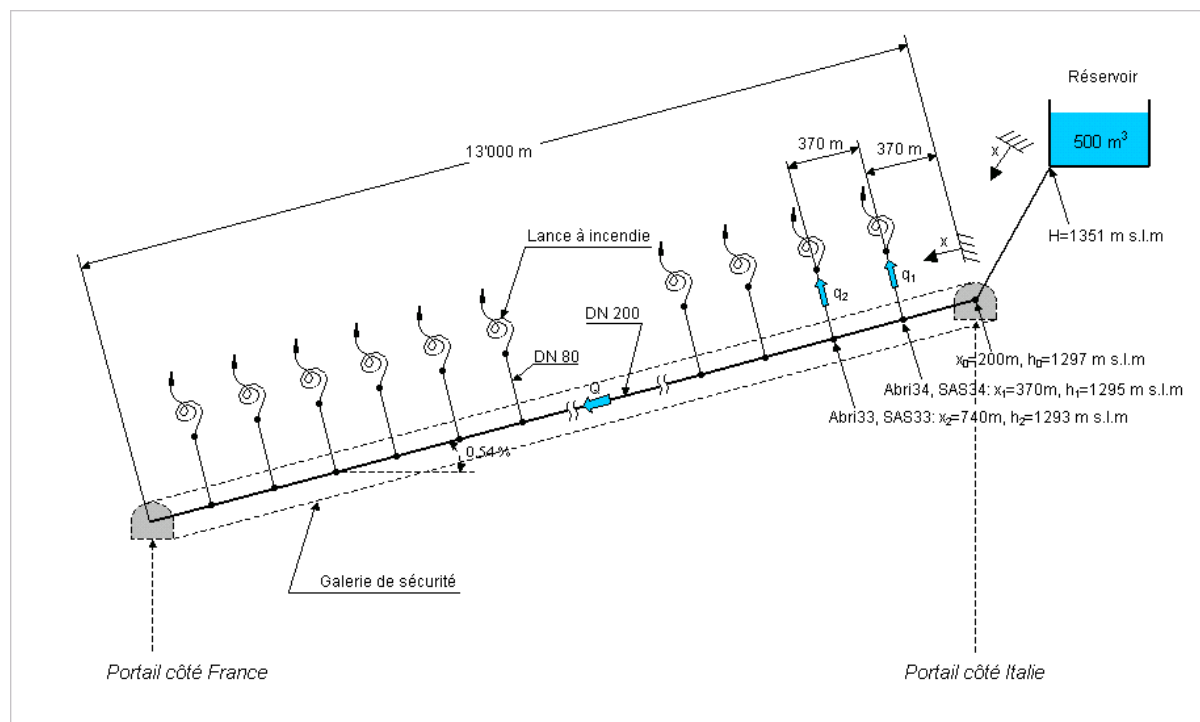


Figure 5 : Schéma de calcul du réseau avec l'emploi des 2 poteaux incendie situées à l'altitude la plus haute

Le résultat du calcul est représenté dans le **tableau 4** et satisfait à la norme.

	Abri34, SAS34	Abri33, SAS33	Abri32, SAS32	Abri31, SAS31	Valeurs normatifs
Raccordements	R34	R33	R32	R31	R
Pression p [MPa]	0.52	0.54	0.57	0.59	0.40
Débit Q [l/min]	364	370	0	0	300

Tableau 4 : Dorsale DN200 : Pression et débit aux 2 poteaux

3.2.2 Conduite DN150

Un contrôle du dimensionnement a été exécuté en supposant l'utilisation d'une conduite ayant un diamètre inférieur à DN200.

Les résultats du calcul démontrent que l'utilisation d'une dorsale DN150 ne satisfait pas suffisamment les critères de dimensionnement demandés par la norme UNI 10779 (voir **tableau 5**).

	Abri4, SAS4	Abri3, SAS3	Abri2, SAS2	Abri1, SAS1	Valeurs normatifs
Raccordements	R4	R3	R2	R1	R
Pression p [MPa]	0.33	0.33	0.34	0.36	0.40
Débit Q [l/min]	289	290	296	303	300

Tableau 5 : Dorsale DN150 : Pression et débit aux 4 poteaux

3.2.3 Conclusions

Etant donnés les résultats des calculs par rapport aux exigences de la norme UNI 10779 et compte tenu que la conduite incendie de la galerie de sécurité constitue une importante alternative en cas de panne sur la conduite du tunnel, la dorsale prévue pour la galerie de sécurité sera DN200 en éliminant le choix d'un DN150.

4. SCENARIOS DE FONCTIONNEMENT

4.1 Fonctionnement normal

On prévoit en régime normale, un fonctionnement en gravitaire de la tête italienne vers la tête française.

Cette condition est valable soit pour la conduite de la galerie soit pour la conduite du tunnel comme indiqué dans la **figure 6**.

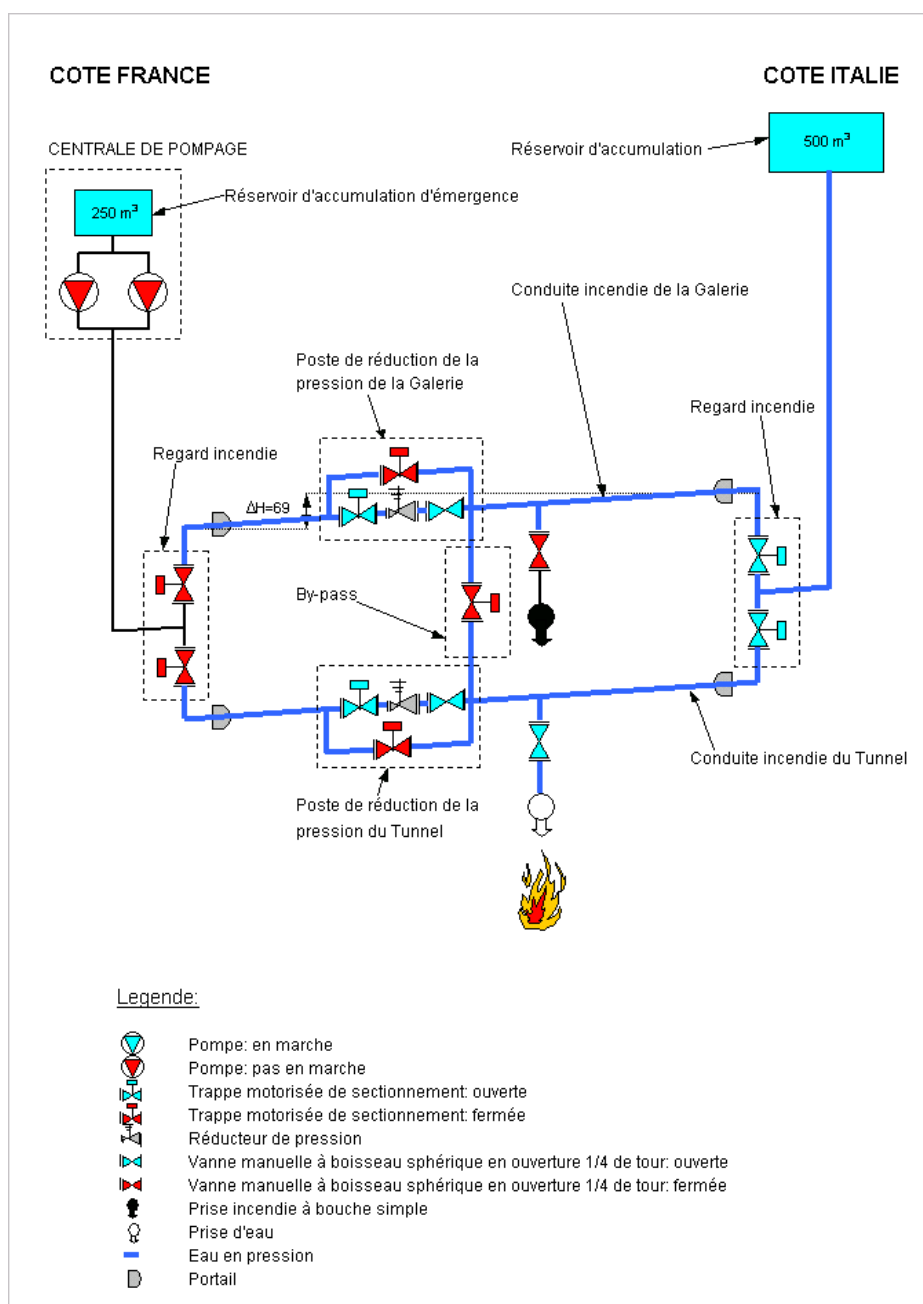


Figure 6 : Fonctionnement normal réseau incendie

4.2 Interruption de la conduite dans le tronçon en souterrain

En cas d'interruption d'une des deux conduites incendie dans le tronçon en souterrain (voir figure 7), l'alimentation aux poteaux incendie sera assurée en activant le raccordement de « by-pass ».

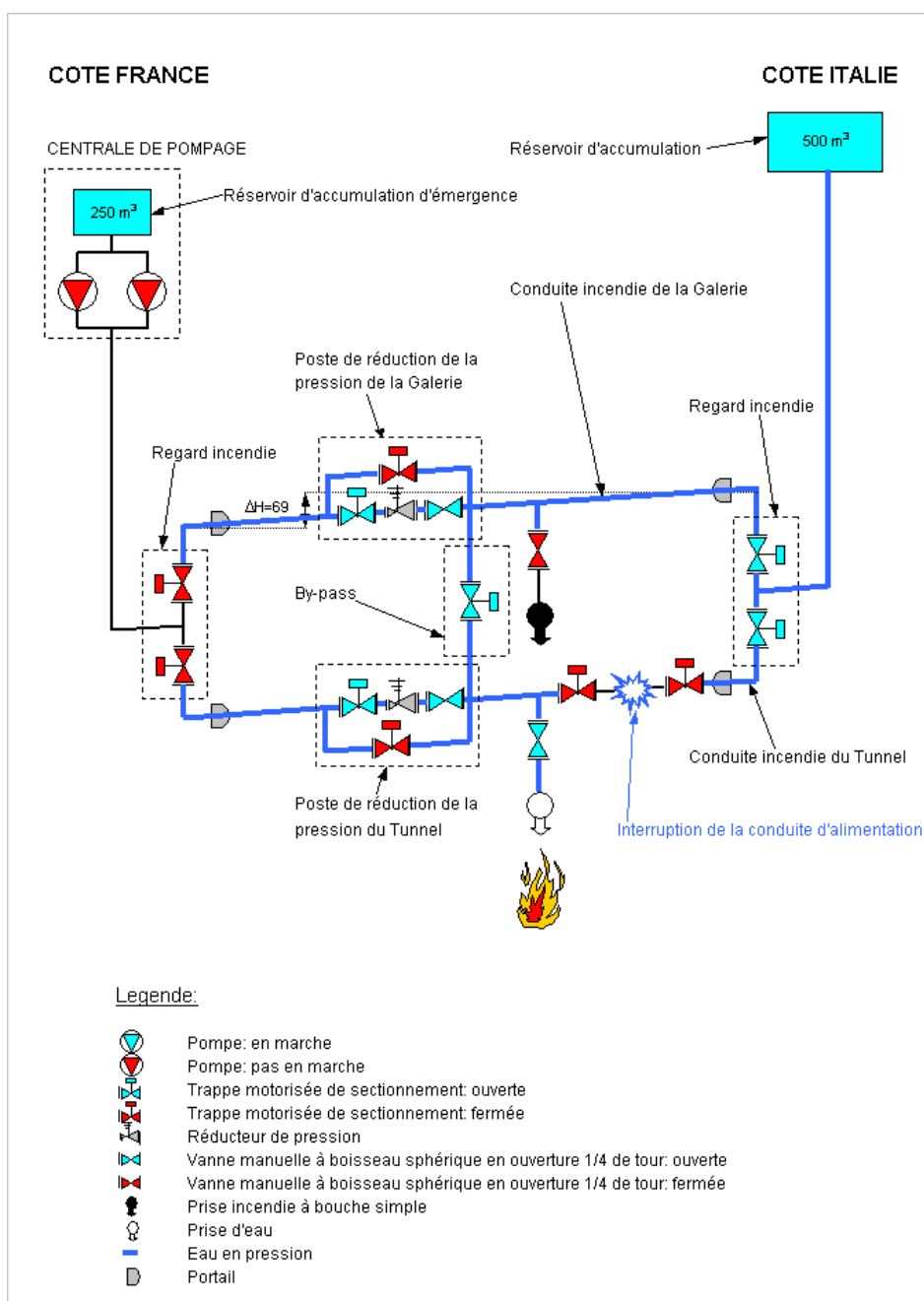


Figure 7 : Interruption de la conduite dans le tronçon en souterrain

Le dispositif de by-pass est prévu en correspondance du système existant de réduction de pression de la galerie, comme indiqué dans la **figure 8**.

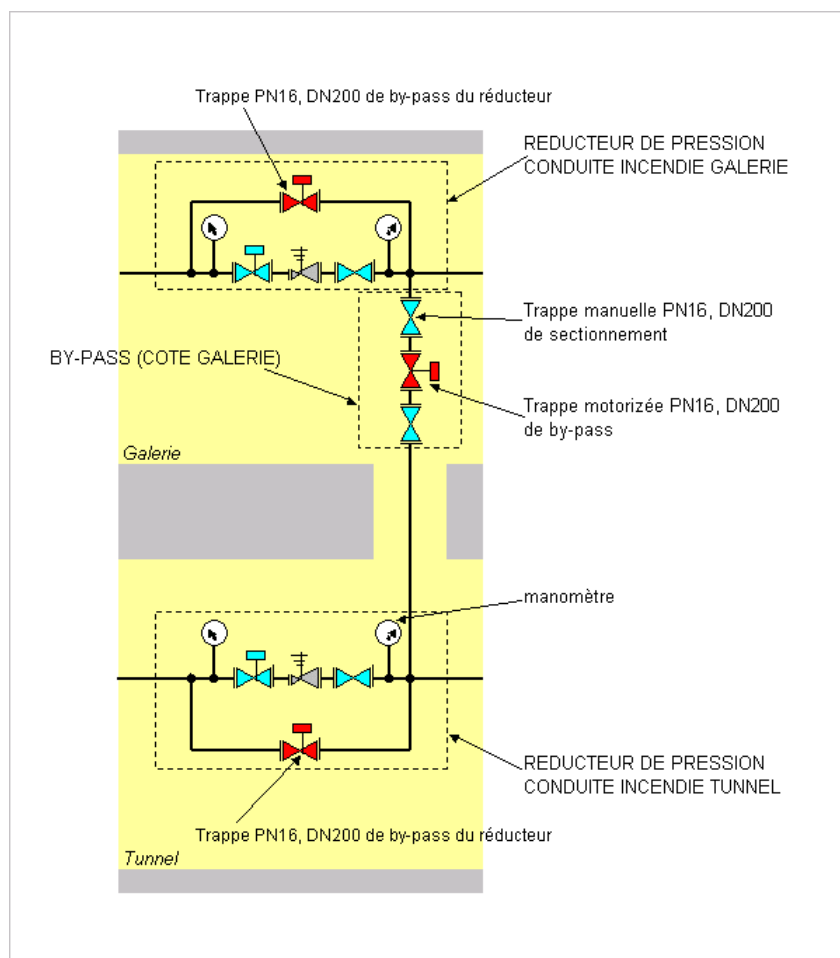


Figure 8 : Détail de la partie centrale du réseau incendie

4.3 Interruption de la conduite entre le réservoir et la tête côté Italie

Dans ce cas il se passe une interruption de la conduite d'alimentation entre le réservoir côté Italie et le regard de sectionnement côté Italie, la centrale de pompage côté France sera activée comme représenté dans la **figure 9**.

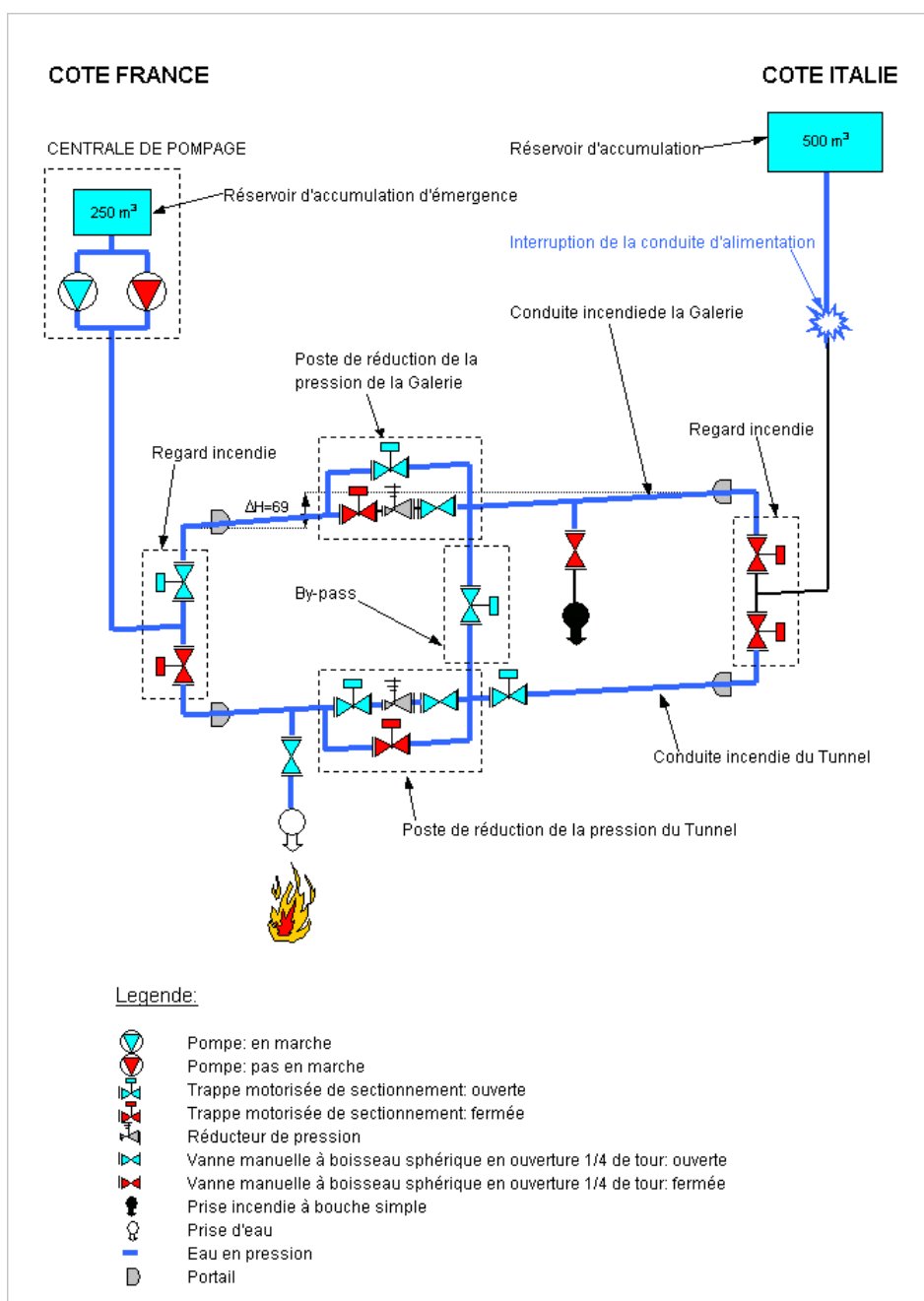


Figure 9 : Interruption de la conduite d'alimentation entre le réservoir côté Italie et le regard de sectionnement

Dans la centrale de pompage sont installées 2 pompes.

En cas de nécessité il est prévu le fonctionnement d'une seule pompe pour la mise en pression de l'eau dans le réseau incendie; la deuxième pompe est en redondance à la première.

4.3.1 Observations

A l'état actuel, pendant le fonctionnement de la centrale de pompage, la pression aux premières prises d'eau du tunnel proche de la tête française est d'environ 1 MPa.

Cette valeur particulièrement élevée, pourrait créer des difficultés lors de l'utilisation des prises d'eau considérées.

La nouvelle conduite de la galerie permet d'éviter cet inconvénient: comme représenté dans la **figure 9**, le débit d'eau sera dévié vers le by-pass et donc à travers le réducteur de pression du tunnel, afin d'obtenir une valeur de pression plus adaptée aux poteaux d'incendie en objet.

Vice-versa, le concept exposé au dessus est applicable aussi pour les poteaux incendie de la galerie, en inversant le débit d'eau depuis la conduite du tunnel vers celle de la galerie.

5. PRINCIPES CONSTRUCTIFS DU RESEAU INCENDIE

Par la suite seront décrites les caractéristiques et les fonctionnalités des composants prévues pour la réalisation du nouveau réseau incendie de la galerie de sécurité.

Les aspects qui touchent les parties de l'équipement existant en relation avec le nouveau réseau, sont mentionnés au paragraphe 5.7.

5.1 Regards de sectionnement principaux et intermédiaires

La nécessité de connecter la nouvelle conduite à celle existante implique la réalisation de deux regards de sectionnement principaux en correspondance de ceux existants aux têtes du Tunnel.

Sur le côté italien, le nouveau regard sera situé en amont du regard existant « regard C », pour permettre l'interception de la conduite existante qui provient du réservoir.

Le nouveau regard sera suffisamment grand pour permettre l'installation des vannes et des raccordements nécessaires à la connexion de la conduite existante avec la nouvelle conduite de la galerie.

Sur le côté français, sera réalisé le nouveau regard de sectionnement en amont du « regard A » existant. Ce regard sera dimensionné aussi pour l'installation des dispositifs de manœuvre et des raccordements prévus pour la liaison entre la conduite de la galerie et celle du tunnel, en plus de ceux nécessaires pour le tuyau de vidange de l'eau de la conduite de la galerie.

Un regard intermédiaire est prévu à la tête française, pour l'installation d'une vanne de fuite sur la conduite de la galerie. Le regard sera réalisé dans la position où la conduite surmonte le tunnel et présente donc un point surélevé sur le profil en long.

5.2 Conduite

5.2.1 Conduite dorsale

La dorsale dans la galerie sera en acier inox AISI 304, avec diamètre DN200 et pression nominale PN16. Elle sera installée en voûte de la galerie à une hauteur de 4.30 m, par des étriers à collier placés chaque 2 m.

La distance prévue assure le soutien de la conduite, compte tenu de son propre poids et de l'eau qui y est contenue, avec un facteur de sécurité 3 (en traction).

Dans les tronçons extérieurs de la galerie, la conduite sera aussi en acier inox avec diamètre DN200 et pression nominale PN16, mais elle sera enterrée à une profondeur de 1.80 m.

Pour la gestion de la conduite sont réalisés des locaux spéciaux « réseau incendie » dans chaque station technique à l'intérieur de la galerie. Chacun de ces locaux sera destiné à l'installation de:

- Une vanne de sectionnement motorisée;
- Une vanne de fuite installée en aval de la vanne de sectionnement;
- Une vanne de vidange en amont de celle de sectionnement.

La fonctionnalité et gestion des vannes sont décrite aux paragraphes successives.

Un schéma du circuit hydrique de la conduite dorsale et des dérivations correspondantes est représenté dans le plan annexe 6145.2-P-209, tandis que le plan 6145.2-P-210 représente la disposition planimétrique de l'équipement le long de la galerie de sécurité.

5.2.2 Dilatation de la conduite dorsale

La fixation de la conduite sera de type semi-rigide. En conséquence les sollicitations sur la conduite due aux variations de longueur (dilatation et rétrécissement) résultant de l'effet thermique seront équilibrés par des compensateurs axiaux.

La quantité de compensateurs axiaux nécessaires est déterminée en fonction de l'amplitude thermique ΔT de la conduite, suite aux variations de température ambiante et de celle de l'eau.

La température ambiante, au centre de la galerie, est estimée à 25°C, en considération de la température de la roche (28-30°C) et l'apport d'air frais depuis l'extérieur par l'équipement de ventilation. Proche des têtes, la température ambiante est influencée par celle extérieure, avec des valeurs qui pendant l'été atteignent les 25-30°C, tandis qu'en hiver elles descendent jusqu'à -20°C.

Par contre, la température de l'eau aura des variations moins sensibles: pendant les mois les plus chauds elle peut atteindre les 12-15°C, tandis que en hiver, à cause de l'isolation et des câbles chauffants prévus pour les premiers 2'000 m de conduite, elle est supérieure à 5°C.

Ces analyses amènent à considérer plusieurs cas selon la distance depuis les têtes de la galerie. On sait que l'amplitude thermique est grande dans les zones les plus proches des têtes et décroît vers l'intérieur de la galerie.

Une subdivision de la conduite en 9 tronçons ayant pour longueur L=1'450 m environ et délimités par les stations techniques, permet d'établir la quantité de compensateurs nécessaires pour chaque tronçon, en fonction de l'amplitude thermique supposée.

Pour chaque tronçon la variation de longueur de la conduite résulte de la formule suivante:

$$\Delta L_i = L \times \Delta T_i \times \alpha / 1000 \quad [\text{m}]$$

où:

- L = longueur du tronçon entre une ST et la suivante [m]
- ΔT_i = amplitude thermique du tronçon i [°C]
- α = facteur de dilatation [mm/m/°C]
- i = index de numérotation, progressive de 1 jusqu'à 9
 - depuis la tête française vers celle italienne.

Une conduite en acier inox DN200 a une caractéristique de dilatation α égale à 0.0119 mm/m/°C.

Sont considérées, par la suite, trois cas ayant des amplitudes thermiques différentes entre eux. Le premier cas correspond aux tronçons 1 et 9, le deuxième cas aux tronçons 2 et 8 et le troisième cas aux tronçons intermédiaires, du 3^{ème} jusqu'au 7^{ème}.

1^{er} cas. Variation de longueur pour les tronçons 1 et 9.

L'amplitude thermique maximum prévue dans les tronçons terminaux 1 et 9 est déterminée telle que $\Delta T = 20^\circ\text{C}$, valeur qui résulte de la différence de température entre les 25°C en été et les 5°C en hiver.

La variation de longueur est donnée par:

$$\Delta L_1 \approx \Delta L_9 = 1'450 \times 20 \times 0.0119 / 1000 = 0.35 \text{ [m]}$$

2^{ème} cas. Variation de longueur pour les tronçons 2 et 8.

Dans les tronçons 2 et 8 l'amplitude thermique prévue est égale à $\Delta T = 15^\circ\text{C}$, la variation de longueur résultante est donc:

$$\Delta L_2 \approx \Delta L_8 = 1'450 \times 15 \times 0.0119 / 1000 = 0.26 \text{ [m]}$$

3^{ème} cas. Variation de longueur pour les tronçons de 3 à 7.

L'amplitude thermique maximum prévue pour les tronçons 3, 4, 5, 6 e 7 est considérée d'environ $\Delta T = 10^\circ\text{C}$, donc:

$$\Delta L_{3-7} = 1'450 \times 10 \times 0.0119 / 1000 = 0.17 \text{ [m]}$$

Par les résultats obtenus, on déduit que les dilatations pourront être compensées par l'installation d'un total de 48 compensateurs axiaux, de capacité de mouvement de 5 cm chacun est distribués comme suit:

- 8 le long des tronçons 1 et 9;
- 6 le long des tronçons 2 et 8;
- 4 le long des tronçons de 3 à 7.

Le long de chaque tronçon, les compensateurs seront installés à des distances équivalentes pour permettre une distribution homogène de la dilatation de la conduite.

Dans les tronçons 1 et 9, les compensateurs seront espacés d'environ 160 m.

Pour les tronçons 2 et 8 cette distance résulte d'environ 210 m, ainsi que pour les tronçons restant la distance entre les compensateurs équivaut à environ 320 m.

Les supports de la conduite devront prévoir des points fixes, qui permettent un fonctionnement efficace des compensateurs. Les points fixes seront à réaliser à moitié du parcours entre un compensateur et le suivant.

5.2.3 Protection antigel de la conduite

La protection de la conduite contre le gel s'étend vers l'intérieur de la galerie sur 2'000 m en partant de chaque tête.

La protection sera réalisée par une couche isolante d'au moins 30 mm d'épaisseur, qui enveloppe la conduite et l'installation de deux câbles chauffants et auto-régulés interposés entre l'isolation et la conduite comme illustré dans la **figure 10**.

L'alimentation électrique des câbles chauffants sera dérivée soit du réseau EDF soit du réseau ENEL, pour assurer la redondance de fonctionnement en cas de panne sur un des deux réseaux.

La protection antigel, dans les tronçons intéressés, sera appliquée aux éléments d'équipement de la conduite incendie, telles que vannes, soupapes, dérivations, prises incendie, etc.

L'isolation prévue sera en caoutchouc synthétique flexible à cellules fermées, isolante et autocollante à la surface de la conduite afin d'empêcher la présence d'air, pour prévenir les phénomènes de condensation.

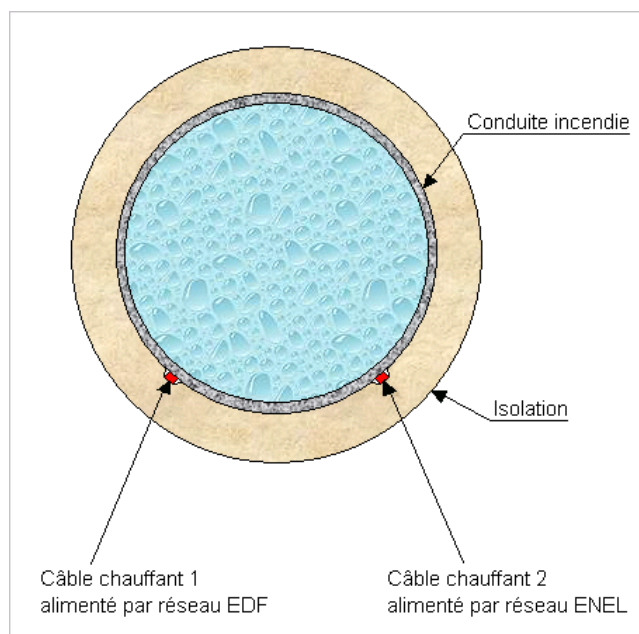


Figure 10 : Mesure de protection antigel de la conduite incendie

Dans les tronçons de conduite extérieures, depuis les têtes jusqu'aux regards de sectionnement, la protection antigél n'est pas prévue, parce que la conduite sera enterrée à une profondeur d'au moins 1.8 m.

5.2.4 Conduite de by-pass

La conduite de by-pass reliera la nouvelle conduite dorsale de la galerie avec la dorsale existante du tunnel à moitié du parcours, c'est-à-dire en correspondance du by-pass carrossable nr. 3.

Pour nécessité de flexibilité du système réseau incendie entier, la conduite de by-pass sera réalisée avec des caractéristiques égales à celles de la conduite dorsale de la galerie, c'est-à-dire en acier inox de diamètre DN200 et pression nominal PN16.

La conduite de by-pass sera dérivée par celle de la galerie par un joints de raccordement en T installé en amont du réducteur de pression; le parcours est prévu à l'intérieur du by-pass carrossable nr. 3 pour atteindre la conduite du tunnel à travers les gaines de ventilation de l'air frais et viciée du tunnel.

La greffe sur la conduite du tunnel sera effectuée immédiatement en amont du réducteur de pression existant, situé dans le parking d'arrêt du couloir France-Italie, comme représenté dans le plan annexe 6145.2-P-216.

5.2.5 Dérivations en correspondance des abris et des by-pass

En correspondance de chacun des 34 abris et des 5 by-pass, par la conduite dorsale de la galerie sera réalisée une dérivation avec raccordement en T.

La dérivation sera exécutée, pour un premier tronçon, avec tuyau en acier inox DN80 PN16 jusqu'à un T depuis lequel sera tirée la descente par tuyau DN65 qui alimente la poteau incendie située dans la place de manœuvre près de l'entrée de l'abri ou du by-pass.

La dérivation continue ensuite vers l'intérieur de l'abri ou du by-pass par tuyau DN65 fixé au mur, pour terminer en descendant jusqu'à la poteau incendie prévue dans le SAS de l'abri ou dans le trait terminal du by-pass côté tunnel.

Une soupape manuelle prévue au début de la dérivation sera posée dans la place de manœuvre côté galerie. La soupape permettra le sectionnement de la dériva-

tion de la conduite dorsale, afin d'effectuer les interventions d'entretien aux poteaux incendie également pendant l'exploitation de l'équipement.

Le passage des tuyaux à travers les cloisons entre la galerie et l'abri ou du by-pass, sera scellé pour assurer la séparation des milieux et éviter les passages d'air indésirables qui pourraient compromettre l'équilibre des pressions établi pour le fonctionnement correct de l'équipement de ventilation.

Le plan annexe 6145.2-P-212 représente ce qui est décrit ci-dessus.

5.2.6 Dérivations en correspondance des stations techniques ST

Une dérivation sera réalisée pour alimenter le poteau incendie installée dans la place de manoeuvre située près de chaque ST prévue en galerie, pour un total de 8 dérivations, comme représenté dans le plan annexe 6145.2-P-213.

La dérivation, prévue en tuyau d'acier inox DN65 PN16, sera réalisée par un raccordement en T installé dans le local réseau incendie des ST.

5.2.7 Conduites de vidange

A la tête française, la conduite dorsale qui sort de la galerie surmonte le tunnel pour atteindre le regard de sectionnement principal, en comportant donc deux-points bas sur le profil en long.

Le premier point bas est situé près de l'entrée côté France, l'autre dans le regard de sectionnement même.

- 1^{er} point bas: en correspondance du SAS de tête côté France, par un raccordement en "T" sera dérivée une conduite en PE DN125 pour permettre l'opération de vidange de toute la dorsale ou du tronçon terminal correspondant, dans la conduite de drainage de la galerie;
- 2^{ème} point bas: en correspondance du nouveau regard de sectionnement à la tête française une deuxième conduite en PE DN65 permettra la vidange de la partie terminale de la conduite dorsale, c'est-à-dire le tronçon compris entre la voûte du tunnel et le regard de sectionnement même, vers la conduite de drainage la plus proche installée sur place.

5.3 Dispositifs de sectionnement et manoeuvre

5.3.1 Dispositifs dans le regard de sectionnement à la tête française

À l'intérieur du nouveau regard de sectionnement côté France, sur chaque bras du raccordement qui relie les 2 conduites dorsales du tunnel et de la galerie, sera installée une vanne motorisée de sectionnement qui permettra de gérer le débit d'eau entre la conduite dorsale existante du tunnel et la nouvelle dorsale de la galerie.

Ces vannes seront équipées avec des servomoteurs électriques alimentés par le réseau secouru (UPS); leur fermeture sera modérée pour éviter le phénomène de coup de bélier.

En considération de l'importance des deux vannes motorisées prévues, en amont et en aval de chacune d'elles seront installées des vannes manuelles de manoeuvre, afin d'isoler la vanne motorisée au cas où sa substitution serait nécessaire, en évitant des pertes de temps pour la vidange de l'eau du tronçon correspondant.

Dans le même regard sera aussi installée une vanne manuelle de vidange qui permettra de décharger l'eau de la partie terminale de la nouvelle conduite dorsale de la galerie.

Soit les vannes motorisées, soit les vannes manuelles seront dimensionnées pour une pression nominal PN16.

5.3.2 Dispositifs dans le regard de sectionnement à la tête italienne

À l'intérieur du nouveau regard de sectionnement côté Italie, sur le raccordement qui relie la conduite depuis la centrale de pompage aux dorsales, seront installées deux soupapes motorisées de sectionnement afin de sectionner la conduite dorsale existante du tunnel, la nouvelle conduite dorsale de la galerie ou les deux. Les vannes motorisées seront équipées avec des servomoteurs électriques alimentés par le réseau secouru (UPS); leur fermeture sera modérée pour éviter le phénomène de coup de bélier. Comme pour le regard de sectionnement côté France, les vannes motorisées seront équipées avec des vannes de manoeuvre manuelles en amont et en aval;

Tout l'équipement cité sera dimensionné pour une pression nominal PN16.

5.3.3 Dispositifs pour la conduite de by-pass

En correspondance du by-pass nr. 3, à l'origine de la conduite de by-pass dérivée en amont du réducteur de pression, sera installée une vanne motorisée, qui permettra l'interaction de la conduite dorsale du tunnel avec la conduite dorsale de la galerie selon les nécessités.

La vanne motorisée sera sectionnée en amont et en aval par deux vannes de manoeuvre manuelles, au but de faciliter les opérations d'entretien.

La vanne motorisée sera équipée avec servomoteur électrique alimenté par le réseau secouru (UPS); sa fermeture sera modérée pour éviter le phénomène de coup de bélier.

La vanne motorisée ainsi que les vannes manuelles seront dimensionnées pour une pression nominal PN16.

5.3.4 Dispositifs dans les locaux des stations techniques ST

Dans le local réseau incendie prévu à chacune des 8 ST impaires de la galerie, sera installée une vanne motorisée de sectionnement sur la conduite dorsale, donc chaque 1'450 m environ.

La vanne sera équipée avec servomoteur électrique alimenté par le réseau secouru (UPS); sa fermeture sera modérée pour éviter le phénomène de coup de bélier.

Dans le même local, seront aussi installées une soupape manuelle de vidange et une soupape mécanique automatique de fuite, la première en amont et la deuxième en aval de la vanne motorisée de sectionnement, afin d'optimiser les opérations de vidange de l'eau du tronçon de conduite sectionné pendant les travaux d'entretien.

Les vannes installées dans le local réseau incendie seront dimensionnées pour une pression nominale PN16.

5.3.5 Dispositifs près de l'entrée

En correspondance de l'entrée côté France, sur la conduite de la galerie sera installée une vanne manuelle pour la vidange de l'eau de toute la conduite dorsale de la galerie ou du tronçon terminal correspondant.

La vanne de vidange sera dimensionnée pour une pression PN16.

5.3.6 Dispositifs dans le regard intermédiaire côté France

Dans le regard situé au dessus de la voûte du tunnel est prévue une vanne manuelle de fuite, qui sera ouverte seulement pendant les opérations de vidange afin de faciliter l'écoulement de l'eau vers l'extérieur.

La vanne de fuite sera dimensionnée pour une pression nominal PN16.

5.4 Réducteur de pression

À mi- parcours de la conduite de la galerie, sera installé un dispositif pour la réduction automatique de la pression d'utilisation dans la direction Italie→France, afin de prendre en considération l'augmentation de pression entraînée par la pente de la galerie et de maintenir la pression demandée en correspondance des poteaux incendie dans un domaine compris entre 0.5 MPa et 0.8 MPa.

Le poste de réduction de pression sera composé des dispositifs suivants, énumérés dans l'ordre Italie→France:

- Une vanne manuelle de sectionnement;
- Un réducteur de pression automatique afin de stabiliser la pression résiduelle à environ 0.5 MPa;
- Une vanne motorisée de sectionnement, équipée d'un servomoteur électrique alimenté par le réseau secouru (UPS); sa fermeture sera modérée pour éviter le phénomène de coup de bélier;
- Un filtre;
- Un robinet de vidange.

Le système de réduction de pression sera actif si le débit coule dans le sens Italie→France. En cas d'utilisation de la centrale de pompage côté France, le réduc-

teur de pression sera "by-passé" par la fermeture de la vanne motorisée en série au réducteur et en même temps par l'ouverture de la vanne motorisée installée en parallèle sur le circuit de réduction. Les caractéristiques des vannes motorisées sont équivalentes à celles des vannes mentionnées avant.

Le dispositif de réduction prévu, représenté dans le plan annexe 6145.2-P-216, sera dimensionné pour une pression nominal PN16.

5.5 Poteaux incendie

Le long de la galerie de sécurité un poteau incendie à bouche simple UNI70 sera installée dans la place de manoeuvre en correspondance de l'entrée des abris, des by-pass et des stations techniques. De plus, un autre poteau incendie sera installée dans les SAS des abris et dans le trait terminal des by-pass du côté tunnel.

Chaque prise incendie sera pourvue de vanne manuelle à sphère à ouverture de $\frac{1}{4}$ de tour.

Les vannes manuelles d'ouverture-fermeture seront dimensionnées pour une pression PN16.

Le côté français du tunnel sera équipé de poteaux avec raccordement "DSP", tandis que le côté italien sera équipée de poteaux avec raccordement à filet.

En proximité de chaque poteau incendie sera installée une boîte en tôle qui contient:

- Un raccordement flexible, de longueur normalisés 30 m, conformément à la Norme UNI 9487;
- Une lance incendie au bout du raccordement;
- Une série de raccords à baïonnette, pour les Pompiers français, et à filet, pour les Pompiers italiens.

5.6 Instrumentation

Le long de la nouvelle conduite dorsale de la galerie, sera installée l'instrumentation suivante:

- 8 manomètres, chacun installé sur la conduite en amont de la vanne de vidange prévue dans le local réseau incendie de chaque station technique, pour le contrôle visuel de la pression;

- 4 mesureurs de pression, dont deux installés dans les regards de sectionnement aux têtes de la galerie et deux aux réducteurs de pression (1 en amont et 1 en aval), qui permettent la télésurveillance continue de la pression et la communication d'alarme en cas d'anomalies;
- 2 mesureurs de débit, installés dans les regards de sectionnement aux têtes de la galerie.

Toutes les alarmes et les valeurs de mesure seront transmises aux Postes de Contrôle et Commandement (PCC) et gérés par le système de Gestion Technique Centralisée (GTC).

5.7 Installations existantes

On rappelle ci-après les parties d'équipement existantes qui sont interfacées avec la nouvelle partie du réseau.

5.7.1 Réservoir d'accumulation côté Italie

Le réservoir d'accumulation actuel, de capacité 500 m³, côté Italie est installé en position surélevée par rapport à la galerie de sécurité.

Le niveau minimum du réservoir correspond à une altitude de 1351 m s.l.m, tandis que la tête est située à une hauteur de 1297 m s.l.m. Il en résulte une différence de hauteur de 54 m qui est prise comme référence dans le calcul de dimensionnement de la conduite.

Le réservoir est alimenté par le réseau communal, dont le débit est de 72 m³/h.

L'emploi de 4 poteaux en même temps ne met pas en défaut la capacité du réservoir qui, dans le cas le pire (utilisation de 4 poteaux incendie à l'altitude plus basse), se viderait dans un délai d'environ 16 heures.

La capacité du réservoir est donc abondamment suffisante pour garantir le fonctionnement du réseau incendie. Par conséquent aucune modification n'est prévue.

5.7.2 *Pompes de compression*

Lors du cas limite d'une interruption de la conduite entre le réservoir côté Italie et le regard de sectionnement situé en aval du réservoir même, les pompes de la centrale de pompage côté France seront utilisées pour mettre en pression l'eau de la conduite incendie soit pour le tunnel, soit pour la galerie de sécurité.

Les vannes motorisées installées dans le regard de sectionnement côté France permettront la gestion du débit d'eau vers une des deux conduites.

Les pompes installées actuellement dans la centrale de pompage ont les caractéristiques suivantes:

- Type: KSB, WKLV 50/4;
- An: 1980;
- N: 2'900 tours/min;
- Q: 30 m³/h;
- H: 100 m.

Ces caractéristiques sont satisfaisantes pour le but établi, donc il n'est prévu aucune augmentation de puissance.

6. INTERFACES AVEC LES AUTRES EQUIPEMENTS

Le réseau incendie est interfacé avec:

- L'installation d'alimentation électrique: les tableaux BT de distribution situés dans les stations techniques fournissent l'énergie pour les moteurs des vannes motorisées et pour les câbles chauffants; ils reçoivent en plus des signaux de mesure et d'alarme des manoeuvres exécutées par les moteurs et par l'instrumentation installée sur le réseau incendie;
- Le système de Gestion Technique Centralisé GTC, pour gérer à distance de façon automatique et manuelle les vannes motorisées de la conduite.

7. LIMITES DE FOURNITURE ET D'INTERVENTION

7.1 Limites de fourniture

De la fourniture sont exclus les tableaux électriques d'alimentation et protection des moteurs des vannes motorisées et des câbles chauffants, décrits dans la relation 6145.2-R-14 "Alimentation électrique".

Les tranchées pour la pose enterrée des tronçons de conduite extérieure à la galerie et pour la construction des regards aux têtes sont prévus dans les travaux de génie civil.

7.2 Limites d'intervention

L'intervention de l'équipement réseau incendie est limitée aux regards de sectionnement prévus aux têtes du tunnel, en correspondance du réseau incendie actuel. Pour la partie électrique, la limite d'intervention est déterminée au bornier de branchement dans les tableaux BT et dans les tableaux GTC des ST et des abris.

8. CALENDRIER DE RÉALISATION PRÉVISIBLE

8.1 Général

Le temps disponible pour les installations est de 14 mois à partir de la conclusion des travaux de génie civil prévues dans la deuxième moitié du 2011.

Le programme détaillé des travaux sera défini en phase exécutive en coordination avec la Maitrise d'Oeuvre et les entreprises exécutantes des autres équipements.

Pour l'intégration et la mise en œuvre des neufs équipements de la galerie de sécurité et pour le transfert des équipements des PHT existants vers les neuves ST, il est nécessaire une coordination des singles phases pour éviter des interférences avec la gestion du tunnel.

8.2 Mise en service

La mise en service de l'équipement sera effectuée à la fin de l'installation selon les modalités définies dans le cahier des charges dans un délai de 2 mois, à partir de l'échéance des 14 mois prévus pour les installations.

L'entrepreneur devra de plus collaborer à l'exécution des essais globaux de fonctionnement de l'ensemble des équipements de la galerie de sécurité et du tunnel qui se dérouleront pendant les 3 mois suivants à la mise en service.

La mise en exercice de la galerie de sécurité est prévue en 2013.