

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

IMPIANTO RADIO / EQUIPEMENT RADIO
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 Documenti di riferimento	3
1.4 Riferimenti normativi	4
1.5 Analisi in seguito all'aumento del diametro della galleria di sicurezza	4
1.6 Composizione del progetto definitivo	5
1.7 Limiti di fornitura e di intervento	6
2. PRINCIPI GENERALI	6
2.1 Sicurezza	6
2.2 Impianto esistente	7
2.2.1 Mezzi di radio-trasmissione	7
2.2.2 Mezzi di comunicazione	8
2.2.3 Apparecchiature sui piazzali	8
2.2.4 Locali utilizzati	9
2.3 Principi di funzionamento	9
2.3.1 Funzionamento in modo normale	10
2.3.2 Funzionamento in modo di emergenza	10
3. PRINCIPI COSTRUTTIVI DELLA STRUTTURA IRRADIANTE DELLA GALLERIA	10
3.1 Principi	10
3.2 Modalità di fissaggio in volta	11
3.3 I canali da ritrasmettere	11
3.4 Concetto dell'architettura	13
3.5 Criteri di dimensionamento	13
3.6 Copertura radio dei rifugi	13

3.7	Copertura radio delle Stazioni Tecniche	14
3.8	Copertura radio dei by-pass	15
3.9	Analisi delle criticità	16
3.10	Galleria di Sicurezza - Modalità normale	16
3.11	Galleria di Sicurezza - Modalità emergenza	18
3.12	Traforo	19
3.13	Copertura radio dei piazzali e dei nuovi edifici	20
3.13.1	Piazzale italiano	20
3.13.2	Piazzale francese	20
3.14	Modalità di collegamento	21
3.14.1	Rifugi in corrispondenza degli amplificatori	21
3.14.2	Rifugi e ST in corrispondenza dei commutatori automatici	21
3.14.3	Altri rifugi e ST	22
3.14.4	Collegamenti con i cavi fessurati del traforo	23
3.15	Modalità di funzionamento	26
3.15.1	Funzionamento in modo normale	26
3.15.2	Funzionamento in modo di emergenza	26
4.	FASI DI INSTALLAZIONE	26
4.1	Prima fase: installazione nella galleria	26
4.2	Seconda fase: spostamento amplificatori e messa in servizio	27
4.3	Seconda fase bis: spostamento dei cofanetti auto-commutatori	28
4.4	Terza fase: regolazioni	29
4.5	Quarta fase: sicurezza	29
5.	INTERFACCE CON GLI ALTRI IMPIANTI	30
6.	CALENDARIO DI REALIZZAZIONE PREVEDIBILE	30
6.1	Misure	30
6.2	Montaggi	30
6.3	Messa in servizio	31

TABLE DES MATIERES

	page
1. INTRODUCTION	32
1.1 Cadre général	32
1.2 Objectifs généraux	33
1.3 Documentation de référence	34
1.4 Références normatives	35
1.5 Analyse suite à l'augmentation du diamètre de la galerie de sécurité	35
1.6 Composition du projet définitif	36
1.7 Limites de fourniture et d'intervention	36
2. PRINCIPES GENERAUX	37
2.1 Sécurité	37
2.2 Le système existant	38
2.2.1 Moyens de radio-transmission	38
2.2.2 Moyens de communication	39
2.2.3 Installation sur les plate-formes	39
2.2.4 Locaux utilisés	40
2.3 Principes de fonctionnement	40
2.3.1 Fonctionnement en mode normal	41
2.3.2 Fonctionnement en mode secours	41
3. PRINCIPES CONSTRUCTIFS DE LA STRUCTURE RAYONNANTE DE LA GALERIE	41
3.1 Principes	41
3.2 Modalité de fixation en voûte	42
3.3 Les canaux à retransmettre	42
3.4 Concepts d'architecture	44
3.5 Critères de dimensionnement	44
3.6 Couverture radio des abris	44
3.7 Couverture radio des Stations Techniques	45

3.8	Couverture radio des By-pass	46
3.9	Analyse des criticités	47
3.10	Galerie de sécurité - Modalité normale	47
3.11	Galerie de Sécurité - Modalité émergence	48
3.12	Tunnel	50
3.13	Couverture radio des plate-formes et des nouveaux bâtiments	50
3.13.1	Plate-forme Italie	51
3.13.2	Plate-forme France	51
3.14	Modalités de liaison	52
3.14.1	Abris au droit des amplificateurs	52
3.14.2	Abris au droit des commutateurs automatiques	52
3.14.3	Autres abris	53
3.14.4	Connexion avec les câbles rayonnant du tunnel	53
3.15	Modalités de fonctionnement	56
3.15.1	Fonctionnement en mode normal	56
3.15.2	Fonctionnement en mode dégradé	56
4.	PHASES D'INSTALLATION	57
4.1	Première phase: Installation dans la galerie	57
4.2	Deuxième phase: déplacement des armoires amplificatrices et mise en service	57
4.3	Deuxième phase bis: déplacement des coffrets autocommutateurs	59
4.4	Troisième phase: réglages	60
4.5	Quatrième phase: sécurisation	60
5.	INTERFACES AVEC LES AUTRES EQUIPEMENTS	60
6.	CALENDRIER DE REALISATION PREVISIBLE	61
6.1	Mesures	61
6.2	Montages	61
6.3	Mise en service	61

1. INTRODUZIONE

1.1 Inquadramento generale

Il Traforo autostradale del Fréjus collega il Piemonte (Bardonecchia, Italia) con la Savoia (Modane, Francia), sull'asse Torino-Lione. Esso é caratterizzato da circolazione 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 rimane invariato;

- Il concetto di rinnovo della GTC non è stato modificato, anche se ha dovuto essere adeguato al nuovo sistema di ventilazione della galleria di sicurezza che impone il coordinamento tra i due impianti di ventilazione (traforo e galleria).

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.

A questo scopo dovranno essere realizzate delle interfacce tra le apparecchiature esistenti nel traforo e quelle nuove nella galleria di sicurezza.

La relazione presente descrive l'installazione dell'impianto radio nella galleria di sicurezza. Esso dovrà essere realizzato in modo da integrarsi completamente con l'impianto del traforo, che è stato completamente rinnovato nel corso dell'anno 2004. Essa descrive inoltre gli obiettivi, le esigenze richieste, le architetture di principio e le interfacce con gli impianti esistenti del traforo e quelli futuri.

Sono contenute inoltre le linee guida per le fasi di installazione, allo scopo di assicurare continuità nel servizio del traforo.

1.2 Obiettivi generali

L'obiettivo principale da raggiungere consiste nella realizzazione di una copertura radio in tutta la galleria di sicurezza e negli edifici e locali ad essa connessi.

Il sistema di comunicazione nella galleria di sicurezza dovrà costituire il mezzo principale di comunicazione per i servizi di soccorso e della manutenzione.

La copertura radio dovrà dunque essere assicurata in tutti i locali:

- la galleria di sicurezza (compresi gli imbocchi);
- i rifugi;
- le stazioni tecniche (ST);

- i by-pass di collegamento;
- le centrali di ventilazione interne;
- i piazzali esterni;
- gli stabili esterni.

1.3 Documenti di riferimento

I documenti di riferimento utilizzati sono:

a) il Progetto Preliminare per la realizzazione della galleria di sicurezza del traforo autostradale del Fréjus redatto da MUSI.NET:

- Relazione esplicativa (gs 96 RG 01) 27/11/2002, MUSI.NET
- Definizione delle ipotesi di studio (gs 06 RT 10) 30/09/2002, MUSI.NET
- Programma generale delle installazioni di corrente forte e corrente debole (gs 96 RT 11/1) 30/09/2002, MUSI.NET
- Note sulle installazioni corrente forte e corrente debole (gs 96 RT 11/2) 30/09/2002, MUSI.NET
- Architettura del sistema di trasmissione radio (gs 96 FD 02) 30/09/2002, MUSI.NET

b) il dossier di progetto per la nuova installazione radio nel traforo autostradale del Fréjus:

- Radio-comunicazione - Sinottico Generale (Ed. 1.0) 01/09/2003, SEE.RP
- SISTEMA TETRA - Sinottico Generale (Ed. 1.0) 01/09/2003, SCETAURROUTE

c) il dossier di Progetto definitivo relativo all'impianto radio:

- Nota Tecnica Impianto Radio (6145.0-R-55A) 22/02/2005, LOMBARDI SA
- Nota disciplinare (6145.0-R-56A) 22.02.2005
- Computo metrico estimativo (6145.0-R-57) 22/02/2005
- Architettura del sistema (6145.0-P-353) 22/02/2005, LOMBARDI SA
- Sezione tipo galleria (6145.0-P-354) 22/02/2005, LOMBARDI SA

d) "Ottimizzazione del diametro interno della galleria per garantire l'accesso dei veicoli di soccorso in sicurezza e comodità" - LOMBARDI SA, marzo 2006 (6145.0-R-112).

1.4 Riferimenti normativi

Le forniture e installazioni saranno effettuate in conformità alle seguenti norme:

- Unione tecnica Elettricità
- Norme dell'Associazione Francese delle Normative Française de Normalisation (AFNOR)
- Norme dell'Istituto Europeo delle Norme e delle Telecomunicazioni (ETSI)
- Raccomandazioni dell'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni (UIT-T/UIT-R)

e in particolare per quanto concerne le norme di:

- sicurezza elettrica
- compatibilità elettromagnetica
- norme per i cavi di fibre ottiche
- norme per cavi in rame e cablaggi.

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

L'aumento del diametro della galleria di sicurezza e la modifica della configurazione delle Stazioni Tecniche (ST) richiedono una verifica della struttura radiante dell'impianto di radiotrasmissione. L'aumento del diametro della galleria non implica particolari difficoltà e non richiede adeguamenti progettuali allo scopo di garantirne la copertura.

La struttura delle nuove Stazioni Tecniche rende invece critica la diffusione del segnale radio al loro interno. I fattori che maggiormente contribuiscono alla criticità sono i seguenti:

- realizzazione in senso trasversale rispetto alla galleria di Sicurezza e quindi al percorso del cavo fessurato;
- disposizione dei locali tecnici su due piani;
- realizzazione di numerose pareti di separazione tra i locali.

Tali criticità hanno richiesto, allo scopo di garantire una copertura radio delle ST secondo i criteri prefissati, l'aggiornamento del progetto descritto ai paragrafi 3.7 e 3.8.

Le mutate condizioni di ventilazione della galleria hanno comportato inoltre la realizzazione di un sistema di controllo accessi per ogni by-pass di collegamento. L'utilizzo di porte meccaniche per la chiusura del by-pass unitamente all'allungamento degli stessi ha contribuito alla stesura di un tratto di cavo fessurato in ogni by-pass. (si veda il paragrafo 3.8).

Un ultimo aggiornamento apportato nella presente revisione del progetto definitivo è dato dalla modifica nelle modalità di collegamento di alcune stazioni di commutazione, dovuta alle riviste posizioni dei rifugi ed alla presenza del cavo fessurato all'interno delle ST. Tale aggiornamento prevede lo spostamento di alcune stazioni di commutazione all'interno delle nuove ST, come descritto al paragrafo 3.14.

1.6 Composizione del progetto definitivo

Il progetto definitivo per l'impianto radio si compone dei seguenti documenti:

1. Relazioni tecniche:

6145.2-R-25	Relazione tecnica
6145.2-R-26	Disciplinare descrittivo e prestazionale
6145.2-R-27	Computo metrico estimativo

2. Tavole:

6145.2-P-242	Architettura del sistema
6145.2-P-243	Sezione tipo della galleria
6145.2-P-244	Disposizione tipo nei rifugi (pianta e sezione)
6145.2-P-245	Struttura irradiante - Particolari
6145.2-P-246	Disposizione tipo nelle ST (piante)
6145.2-P-247	Disposizione tipo nelle ST (sezioni)
6145.2-P-248	Disposizione tipo nelle centrali E e F (piante)
6145.2-P-249	Disposizione tipo nelle centrali E e F (sezioni)
6145.2-P-250	Disposizione in corrispondenza dei by-pass N° 1, 2, 4 e 5
6145.2-P-251	Disposizione in corrispondenza del by-pass n° 3

1.7 Limiti di fornitura e di intervento

I lavori in oggetto riguardano in pratica unicamente l'installazione di nuovi supporti di trasmissione per i segnali radio.

I limiti di intervento sono quindi fissati nel collegamento dei nuovi cavi coassiali e delle nuove fibre ottiche sui quadri di amplificazione esistenti.

Come descritto nel capitolo dedicato alle fasi di installazione, i lavori in oggetto riguardano anche lo spostamento degli stessi quadri, e quindi lo scollegamento ed il successivo ricollegamento delle alimentazioni.

2. PRINCIPI GENERALI

Un nuovo impianto radio è stato installato nel traforo autostradale nel corso dell'anno 2004. Esso è stato predisposto per un'estensione verso la galleria di sicurezza. In particolare le stazioni di amplificazione sono già state predisposte per il collegamento di un cavo fessurato che assicuri, nella galleria di sicurezza, sia il collegamento *up-link* che il collegamento *down-link*.

Le forniture ed i lavori oggetto della presente relazione si configurano quindi come un'estensione dell'impianto esistente. In realtà, come meglio descritto nel capitolo 4, durante la seconda fase dell'intervento le stazioni di amplificazione saranno spostate nei rifugi. Inoltre essi saranno collegati tramite una nuova linea in fibra ottica (fo) stesa nella galleria, in modo da poter considerare l'impianto come appartenente alla galleria con estensioni irradianti verso Traforo. Le scelte progettuali effettuate al momento dell'installazione del nuovo impianto del traforo non sono modificate.

2.1 Sicurezza

L'architettura del sistema di radio-comunicazione del traforo del Fréjus è dotato di un alto livello di sicurezza, realizzato mediante un sistema di auto-commutazione installato alle estremità dei segmenti di cavo irradiante (dalla parte non connessa all'amplificatore).

La sicurezza del sistema sarà ulteriormente aumentato con le seguenti misure:

- spostando nei rifugi tutte le stazioni amplificatrici;
- spostando nei rifugi tutti gli elementi auto-commutatori
- stendendo nella galleria di sicurezza una nuova linea in fibra ottica per le connessioni tra i portali e gli amplificatori;
- alimentando le stazioni di amplificazione dalla rete di soccorso degli armadi di distribuzione della galleria di sicurezza.

Si potrà dunque dire di avere un unico sistema radio installato nella galleria di sicurezza che servirà sia la galleria sia il traforo con elevati livelli di ridondanza.

2.2 Impianto esistente

Il sistema installato assicura la ritrasmissione nel traforo dei canali digitali (sistema TETRA, a disposizione degli agenti della manutenzione) e dei canali analogici (frequenza FM e canali di servizi pubblici).

La struttura irradiante è stata inoltre dimensionata per assicurare, eventualmente, la copertura GSM (nelle bande 890-915 MHz e 935-960 MHz) del traforo.

2.2.1 Mezzi di radio-trasmissione

La trasmissione è assicurata mediante due cavi fessurati installati nei canali di aria fresca (*uplink*, cavo da 1"1/2) e nel traforo (*downlink*, cavo da 1" 5/8). I segmenti di cavo hanno una lunghezza di ca. 700 m.

Ogni segmento di cavo fessurato è collegato, da una parte, ad una stazione di amplificazione e, dall'altra parte, ad un commutatore automatico che si connette, in caso di necessità, al segmento di cavo successivo (vedi paragrafo "Sicurezza" 2.1).

Nove stazioni di amplificazione sono installate nel canale AF del traforo in prossimità dei futuri rifugi (in particolare i rifugi saranno i seguenti: 2 - 6 - 10 - 14 - 18 - 22 - 26 - 30 - 33). L'installazione degli armadi di amplificazione è effettuata nel canale d'aria fresca. Anche i commutatori sono installati nel canale d'aria fresca in prossimità dei futuri rifugi 4 - 8 - 12 - 16 - 20 - 24 - 28 - 31.

La copertura dei PHT esistenti è assicurata per mezzo di appositi ripartitori di segnale che, installati lungo i cavi irradianti principali del traforo, consentono di derivare una certa quantità di segnale per alimentare cavi fessurati di sezione minore (1/2") stesi nei PHT e nelle centrali di ventilazione interne del traforo.

2.2.2 Mezzi di comunicazione

La trasmissione dei segnali dalla testa del traforo verso i punti di amplificazione nel canale AF e verso la testa opposta è realizzata mediante un unico cavo da 36 fibre ottiche monomodali installato nel canale AF sulla canalina passacavi. Esso realizza entrambi i circuiti principali descritti di seguito.

RETE DI DISTRIBUZIONE

Essa realizza i collegamenti tra gli armadi radio di testa e le stazioni di amplificazione del traforo (e vice-versa).

La tabella seguente riporta le modalità di collegamento delle 10 fibre ottiche tra le stazioni di amplificazione nel canale AF (BRG) e le installazioni di testa (ogni collegamento con una BRG utilizza due fibre):

BRG n°	Collegata tramite cavo in fo a:
1	Testa Francia
2	Testa Francia
3	Testa Francia
4	Testa Francia
5	Testa Francia
6	Testa Italia
7	Testa Italia
8	Testa Italia
9	Testa Italia

Tabella 1: Modalità di collegamento in fo tra le BRG e le stazioni di testa.

Questa rete è composta inoltre da 18 fibre ottiche messe a disposizione per una eventuale futura applicazione GSM.

RETE DI COLLEGAMENTO DIRETTO

Essa realizza una connessione diretta tra gli armadi radio installati nelle due centrali di ventilazione "A" e "D" ai portali utilizzando 8 fibre ottiche.

2.2.3 Apparecchiature sui piazzali

Un sistema di antenne è installato su ogni piazzale per garantire la ricezione e l'emissione di tutte le bande di frequenza (VHF e UHF).

Sono inoltre installate delle consolle dotate di microfono (una in ognuno dei due Posti di Comando e Controllo PCC ed una nella sala di coordinazione) per permettere la gestione del sistema da parte degli operatori.

Un sistema d'inserimento dei messaggi preregistrati sulle frequenze FM è pure installato per informare gli utenti nelle loro vetture.

2.2.4 Locali utilizzati

ITALIA

Sul piazzale italiano tutte le componenti attive dell'impianto (matrice audio, multiplexer/demultiplexer, emettitori e ricevitori ottici, ...) sono installate all'interno di armadi posizionati al primo piano della centrale di ventilazione "D".

Presso il PCCI sono installati gli elementi seguenti:

- consolle di gestione del sistema TETRA
- consolle per le comunicazioni TETRA
- consolle per l'inserimento dei messaggi automatici sui canali FM

FRANCIA

Sul piazzale francese tutte le componenti attive dell'impianto (matrice audio, multiplexer/demultiplexer, emettitori e ricevitori ottici, ...) sono installate all'interno di armadi posizionati al primo piano della centrale di ventilazione "A".

Presso il PCCF sono installati gli elementi seguenti:

- consolle di gestione del sistema TETRA
- consolle per le comunicazioni TETRA
- consolle per l'inserimento dei messaggi automatici sui canali FM

2.3 Principi di funzionamento

Normalmente la ritrasmissione radio funziona in totale autonomia, senza particolari modalità di funzionamento diverse da quella automatica.

E' possibile per l'operatore diffondere messaggi supplementari unicamente sui canali FM pubblici per tutto il traforo autostradale. Messaggi pre-registrati ciclici saranno diffusi, come pure messaggi pre-registrati particolari, in caso di eventi speciali.

2.3.1 Funzionamento in modo normale

Quando nessuna componente dell'impianto è fuori servizio il funzionamento si intende in modo normale: Il cavo installato nel canale AF assicura il collegamento *uplink* ed il cavo installato nel traforo assicura il *downlink*.

Tutti i commutatori automatici sono aperti ed ogni stazione di amplificazione alimenta due tratti di cavo, uno verso l'Italia ed uno verso la Francia, di lunghezza pari a circa 700m.

2.3.2 Funzionamento in modo di emergenza

In caso di guasto di una centrale di amplificazione o di interruzione di un cavo fessurato lungo il traforo il commutatore automatico, che non riceve più i segnali di sorveglianza, interviene chiudendo il circuito. In questo caso il segmento di cavo che non riceve più il segnale è alimentato dalla stazione amplificatrice più vicina. In questo modo l'impianto assicura la copertura radio di tutto il traforo e di tutti i locali, interni ed esterni, ad essa associati anche in caso di guasto di una parte dell'impianto.

L'impianto dispone inoltre di un ulteriore modalità di funzionamento.

Gli amplificatori bidirezionali installati nel canale AF e collegati al cavo *up-link* (1"1/2) possono permettere a quest'ultimo di assicurare contemporaneamente sia il collegamento *uplink* che *downlink*.

3. PRINCIPI COSTRUTTIVI DELLA STRUTTURA IRRADIANTE DELLA GALLERIA

3.1 Principi

La galleria di sicurezza avrà una copertura radio assicurata da un cavo irradiante installato in volta, sul lato opposto rispetto ai rifugi mediante un sistema di fissaggio in volta. Il cavo della galleria di sicurezza garantirà sia il collegamento *uplink* che il *downlink*.

I segmenti di cavo saranno collegati agli amplificatori dell'impianto installato nel traforo, che dovranno essere spostati nei rifugi.

In corrispondenza di ogni rifugio il cavo fessurato verrà interrotto e il segnale verrà portato all'interno del rifugio tramite un collegamento coassiale. All'interno di ogni rifugio il segnale sarà irradiato da un breve tratto (circa 10m) di cavo fessurato di diametro minore. A seconda del rifugio il segnale potrà:

- continuare verso il prossimo tratto in galleria;
- raggiungere la stazione di amplificazione nel rifugio stesso;
- raggiungere un commutatore automatico installato nel rifugio.

Questi ultimi permetteranno di chiudere il circuito in caso di mancata ricezione di uno dei segnali di sorveglianza costantemente emessi dall'impianto sulle 4 bande di frequenza principali.

3.2 Modalità di fissaggio in volta

Il cavo fessurato sarà fissato mediante l'uso di adeguate pinze sostenute da supporti fissati in volta che permettano di tenere il cavo ad una distanza di almeno 10cm dalla volta della galleria. I supporti saranno in acciaio inox e saranno fissati circa ogni 1,5m.

I cavi coassiali per il collegamento con i rifugi saranno stesi lungo le apposite canaline messe a disposizione.

3.3 I canali da ritrasmettere

La tabella seguente riporta il dettaglio dei canali radio che sono attualmente ritrasmessi nel traforo e che saranno da ritrasmettere nella galleria di sicurezza:

TABELLA CANALI DA TRASMETTERE NELLA GALLERIA DI SICUREZZA							
Servizio/Service	Relais	Livello campo [dBm]	Canale/Canal	Tx Relais [MHz]	Rx Relais [MHz]	Canale/Canal [kHz]	Tipo/Type
Soccorso Sanitario 118	Fraiteve	-75	23	460,2875	450,2875	12,5	Semi-duplex
TETRA	Plate-forme France			425,4625	415,4625	25,0	Modulation numérique TDMA
	Plate-forme France			425,5375	415,5375	25,0	
	Tunnel France			425,6625	415,6625	25,0	
	Tunnel France			425,7125	415,7125	25,0	
	Plate-forme Italie			427,9500	417,9500	25,0	
	Plate-forme Italie			427,7500	417,7500	25,0	
	Tunnel Italie			427,9250	417,9250	25,0	
Carabinieri	Fraiteve	-80	GR4-CH3	426,7750	416,7750	25,0	Semi-duplex
Police France: Acropol				390-393,5	380-383,5		numérique FDMA
Pompiers France SDIS 73		-59		86,1000	83,1000	12,5	Semi-duplex
Pompiers France SDIS 73				85,6125		12,5	Simplex
Pompiers France SOIS 73				85,7373		12,5	Simplex
Police Aux Frontières (PAF)		-58		85,4250	84,6250	12,5	Semi-duplex
Polizia di Stato - Stradale	Autoroute A32			78,4250	77,0250	25,0	Semi-duplex
Polizia di frontiera	Fraiteve	-30	75 - 20	78,5750	77,2000	25,0	Semi-duplex
Gendarmerie France: Rubis		-63		78,3100	74,0600	12,5	numérique FDMA
		-63		78,6300	74,3800	12,5	numérique FDMA
		-63		78,7300	74,4800	12,5	numérique FDMA
		-63		78,8300	74,5800	12,5	numérique FDMA
Vigili del Fuoco			18	73,9000	73,4000	25,0	Semi-duplex
Vigili del Fuoco	Fraiteve	-56	14	73,8000	73,3000	25,0	Semi-duplex

Tabella 2: Canali da ritrasmettere nella galleria di sicurezza.

3.4 Concetto dell'architettura

Il sistema di radiodiffusione nella galleria di sicurezza riprenderà quindi lo schema a "T" utilizzato dall'impianto del traforo.

In corrispondenza di ogni rifugio il segnale verrà portato all'interno dei rifugi stessi e diffuso per mezzo di tratti di cavo fessurato collegati in serie al cavo principale della galleria.

3.5 Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento dell'impianto riguarda principalmente la definizione degli aspetti seguenti:

- Tipo e sezione di cavi fessurati;
- Tipo e sezione di cavi coassiali.

I criteri di dimensionamento devono considerare anche le possibili interferenze che possono verificarsi quando un utente si trova al confine tra le zone coperte dalle due strutture irradianti (questo aspetto è trattato con ulteriore dettaglio nel paragrafo 3.6).

Il dimensionamento sarà effettuato con riferimento alla banda di frequenza dei 450 MHz, che è la più alta utilizzata e quindi la più critica.

3.6 Copertura radio dei rifugi

La copertura radio dei rifugi deve essere oggetto di una attenta valutazione, vista la loro collocazione limite tra le strutture irradianti della galleria e quelle del Traforo.

Nessuna selezione dei segnali è effettuata al livello degli armadi di amplificazione. Il sistema ritrasmette infatti sia il segnale proveniente dalla galleria sia il segnale proveniente dal Traforo.

E' quindi importante dimensionare e strutturare l'impianto in modo che, nel caso in cui un segnale in *Up-link* sia captato da entrambi i cavi fessurati, i segnali relativi abbiano un livello di potenza sensibilmente differente.

Sulla base di misure effettuate nella banda dei 400 MHz in altri trafori si può ritenere che la perdita di segnale introdotta dalla presenza di una SAS con pareti di tipo REI120 e HCM120 possa essere stimata come di seguito:

Ostacolo	Attenuazione del segnale (dB)
Una parete tipo HCM120	Circa 20dB
Una parete di tipo HCM120 + una parete di tipo REI120	Circa 34dB

Tabella 3: Stima dell'attenuazione del segnale nel passaggio tra il Traforo ed i rifugi.

Il rifugio può quindi essere modellizzato con una schermatura di circa 20dB verso la galleria di sicurezza e con una schermatura di circa 34dB verso il Traforo. Considerando l'approssimazione esistente nella stima sopra riportata e le caratteristiche del campo irradiato all'interno di spazi ristretti in cui le condizioni al contorno variano continuamente in modo non trascurabile, si ritiene che non si possa basarsi unicamente su questa differenza tra le due strutture irradianti.

Per questo motivo, e per evitare la perdita di circa 20dB dovuta alla separazione con la galleria, si è ritenuto necessario coprire lo spazio dei rifugi con tratti di cavo fessurato.

Vista la necessità di assicurare la copertura radio sia nella banda di frequenza VHF (80MHz) che UHF (400MHz) l'ipotesi di installare delle semplici antenne ripetitrici è stata scartata.

Il segnale radio sarà quindi riportato nei rifugi per mezzo di un tratto di circa 10m di cavo fessurato (diam 7/8") collegato in serie al cavo principale della galleria (diam 1"1/4).

Il collegamento tra i due cavi sarà effettuato mediante l'utilizzo di un cavo coassiale ultraflessibile (raggio di curvatura ≤ 10 cm) diam 7/8".

3.7 Copertura radio delle Stazioni Tecniche

La copertura radio delle ST e delle centrali di ventilazione interne sarà realizzata con le stesse modalità previste per i rifugi. Un tratto di cavo fessurato con diametro 7/8" sarà installato lungo il soffitto del corridoio al piano terreno di ogni ST.

Esso sarà collegato in serie con il cavo fessurato della galleria di sicurezza mediante tratti in cavo coassiale non fessurato di diametro 7/8”.

Come mostrano i grafici in **Figura 1** e **Figura 2** il margine tra il livello di segnale stimato al livello delle ST e la sensibilità del ricevitore è tale da garantire il superamento del solaio e dei muri presenti nelle ST stesse.

Le nuove Stazioni Tecniche saranno adiacenti ai PHT dispari esistenti e saranno collegate ad esse tramite una sola porta di separazione. All'interno dei PHT è attualmente steso un tratto di cavo fessurato (diametro 1/2”) che, collegato al cavo principale del traforo mediante uno *splitter*, assicura la copertura radio all'interno del PHT stesso. La separazione tra i due locali non è così importante da assicurare l'assenza di interferenze tra i due sistemi irradianti (quello della galleria e quello del traforo). Allo scopo di ridurre la possibilità di interferenza si prevede di prolungare il tratto di cavo fessurato della ST all'interno del PHT stesso e di eliminare il tratto di cavo fessurato collegato al traforo.

La separazione tra le due strutture irradianti diventerebbe così più importante (dell'ordine di grandezza stimato in Tabella 3 per i rifugi) perché assicurata dalla SAS realizzata all'interno del PHT e dalla porta che separa il traforo dal locale attualmente adibito a rifugio. Tale soluzione è inoltre coerente con la configurazione futura dei PHT, che saranno accessibili principalmente dalle ST.

3.8 Copertura radio dei by-pass

La possibilità di interferenze tra i due sistemi irradianti descritto ai paragrafi precedenti si ripresenta anche nel caso dei by-pass. La situazione è, in questo caso, resa più critica dall'assenza di muri di separazione tra galleria e traforo e i segnali emessi all'interno del by-pass possono essere ricevuti alla stazione di amplificazione con livelli confrontabili tramite le due strutture radianti. Allo scopo di migliorare comunque la separazione si ritiene di estendere comunque un tratto di cavo fessurato dalla galleria all'interno dei by-pass, come mostrato nelle tavole 6145.2-P-250 e 6145.2-P-251.

La copertura radio dei by-pass sarà quindi realizzata mediante l'installazione di un cavo fessurato 7/8” lungo il by-pass collegato mediante uno *splitter* 3 dB.

3.9 Analisi delle criticità

Le possibilità di interferenze descritte nei paragrafi 3.6, 3.7 e 3.8 non dovranno essere sottovalutate al momento della realizzazione della struttura radiante. In particolare si dovrà procedere all'esecuzione di misure di campo in corrispondenza dei punti critici e, di volta in volta, confermare o ottimizzare la soluzione progettuale.

3.10 Galleria di Sicurezza - Modalità normale

La tabella seguente riporta il bilancio di tratta in modalità di funzionamento normale:

Downlink - Normal Mode - Safety Gallery			
From BRG (R14) to R16			
		Frequency range [MHz]	450
Transmission Power	Pt [W]		
	Pt [dBm]		20
Cable length	L [m]		769
	alpha		
Attenuation coefficient (Ac)	[dB/100m]		2,20
Longitudinal Loss	Arc [dB]		16,92
N° of connections			14
Insertion Loss of connectors	ILc [dB]		0,07
	IL [dB]		0,94
Power splitter	Aps		0
Coaxial cable length	L [m]		40
Coaxial cable Ac	alpha [dB/100m]		2,76
Radiating cable length in Shelters	L [m]		30
Radiating cable in Shelters Ac	alpha [dB/100m]		2,9
Radiating cable length in ST	L [m]		10
Radiating cable in Shelters Ac	alpha [dB/100m]		2,9
	Acl [dB]		2,26
Additional Ac for distance from surface >10cm	aa [dB]		0
Additional Cl for distance from surface >10cm	Acl [dB]		0
Additional Ac for Dirt & Humidity	aaH [dB]		0,51
Additional Cl for Dirt & Humidity	aaCl [dB]		3
Other Losses	Ol [dB]		8
	Ae [dB]		11,51
Distance between mobile & Radiating cable	d [m]		2
Coupling Loss 95%	c95 [dB]		58

	Total losses [dB]	89,63
Received Power	Pr [dBm]	-69,63
Mobile gain	G [dB]	-2
Mobile Sensibility	Sensibility [dBm]	-103
Safety Margin	Margine [dBm]	31,37

Tabella 4: Bilancio di tratta nella galleria di sicurezza in configurazione normale.

Il grafico seguente riporta l'andamento del segnale lungo un tratto di galleria di 750 metri a partire dalla stazione di amplificazione nel R14 fino al R16.

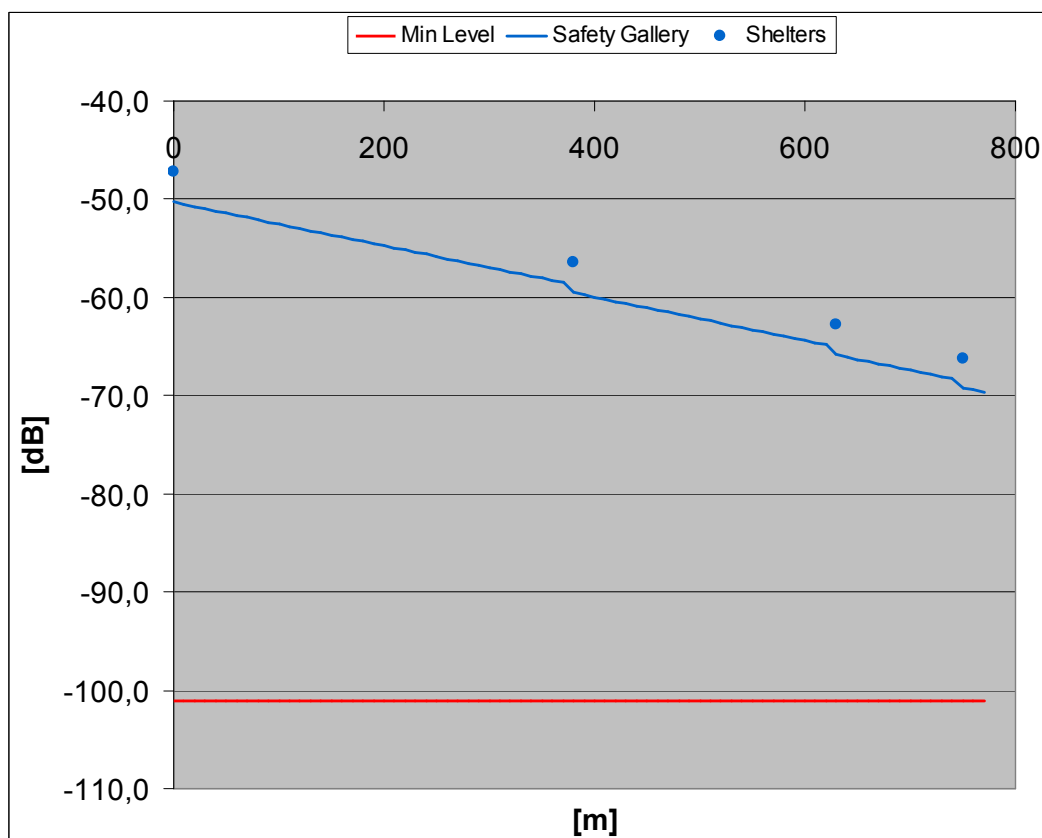


Figura 1: Andamento del livello del segnale lungo la galleria di sicurezza in condizioni normali.

3.11 Galleria di Sicurezza - Modalità emergenza

La tabella seguente riporta il bilancio di tratta in modalità di funzionamento di emergenza. Il caso considerato riguarda l'interruzione del cavo fessurato alla progressiva pk= 6 + 500 e l'attivazione del commutatore al rifugio 16 (R16). L'intero tratto dal R14 al R18 è quindi coperto dall'amplificatore al R14.

Downlink - Emergency Mode - Safety Gallery		
From BRG (R14) to R18		
	Frequency range [MHz]	450
Transmission Power	Pt [W] Pt [dBm]	20
Cable length	L [m] alpha	1534
Attenuation coefficient (Ac)	[dB/100m]	2,20
Longitudinal Loss	Arc [dB]	33,75
N° of connections		22
Insertion Loss of connectors	ILc [dB] IL [dB]	0,07 1,48
Power splitter	Aps	0
Coaxial cable length	L [m]	50
Coaxial cable Ac	alpha [dB/100m]	2,76
Radiating cable length in Shelters	L [m]	40
Radiating cable in Shelters Ac	alpha [dB/100m]	2,9
Radiating cable length in ST	L [m]	10
Radiating cable in Shelters Ac	alpha [dB/100m]	2,9
	Acl [dB]	2,83
Additional Ac for distance from surface >10cm	aa [dB]	0
Additional Cl for distance from surface >10cm	Acl [dB]	0
Additional Ac for Dirt & Humidity	aaH [dB]	1,01
Additional Cl for Dirt & Humidity	aaCl [dB]	3
Other Losses	Ol [dB]	8
	Ae [dB]	12,01
Distance between mobile & Radiating cable	d [m]	2
Coupling Loss 95%	c95 [dB]	58
	Total losses [dB]	108,07

Received Power	Pr [dBm]	-88,07
Mobile gain	G [dB]	-2
Mobile Sensibility	Sensibility [dBm]	-103
Safety Margin	Margine [dBm]	<u>12,93</u>

Tabella 5: Bilancio di tratta nella galleria di sicurezza in configurazione di emergenza.

Il grafico seguente mostra l'andamento del segnale in configurazione di emergenza tra i R14 e il R18.

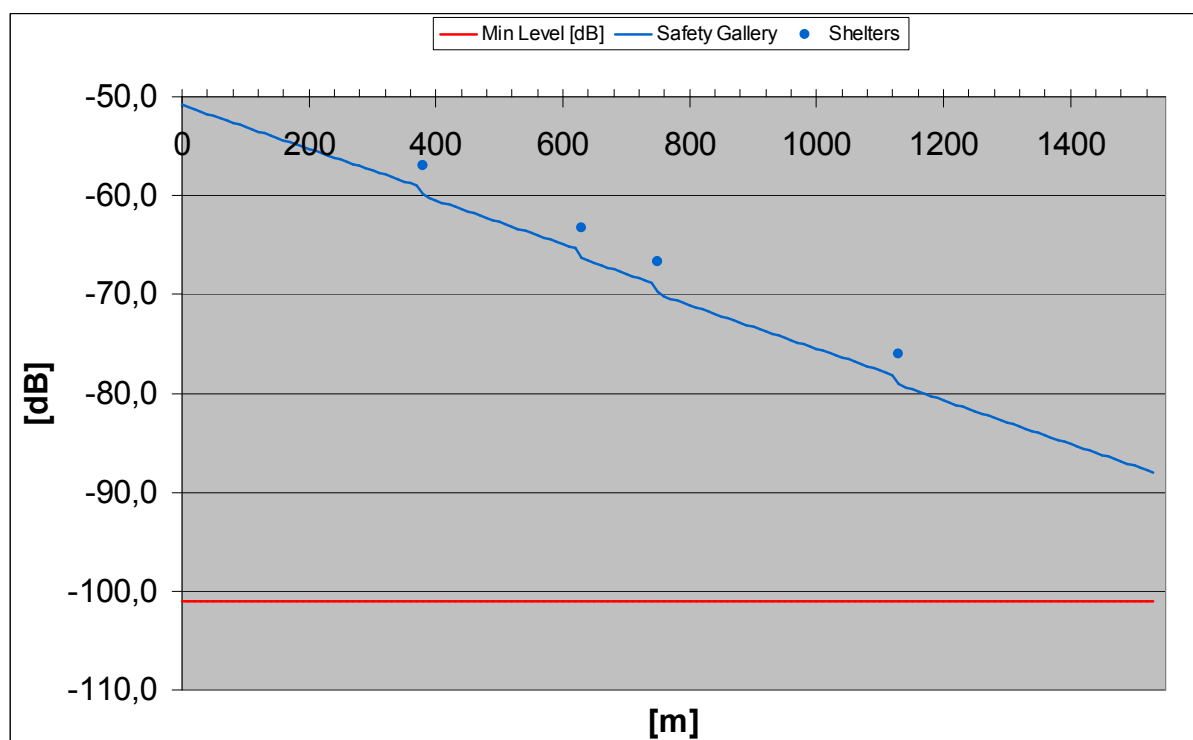


Figura 2: Andamento del livello del segnale lungo la galleria di sicurezza in condizioni di emergenza.

3.12 Traforo

Lo spostamento delle stazioni di amplificazione all'interno dei rifugi comporta un inevitabile allungamento dei percorsi in cavo coassiale per alimentare i cavi radianti del traforo (si veda il dettaglio al capitolo 3.14).

La perdita massima di segnale dovuta all'allungamento dei percorsi è stimata essere inferiore ai 2 dB.

3.13 Copertura radio dei piazzali e dei nuovi edifici

Nell'ambito dell'installazione del sistema radio per il traforo, sono state installate nuove antenne sui due piazzali.

3.13.1 Piazzale italiano

Le antenne sono installate sul tetto della centrale di ventilazione del traforo. Questa posizione permette di coprire tutto il piazzale e, mediante un relais installato in prossimità dell'uscita dell'autostrada, permette il collegamento con i ripetitori della valle.

Alcuni locali realizzati all'interno dei nuovi edifici previsti sul piazzale italiano risultano interrati, cosa che contribuirà ad aumentare l'effetto di schermatura del campo irradiato dalle antenne sul piazzale.

I nuovi edifici sono inoltre costituiti da tre moduli disposti in linea. Anche questa disposizione contribuirà all'effetto di schermatura (il terzo edificio sarà schermato dai primi due).

Si ritiene quindi di prevedere una estensione nel cunicolo tecnico al livello 1'305 di tali edifici. Essa sarà costituita da un cavo fessurato di diametro ½" alimentato da una nuova stazione di amplificazione installata all'interno della ST19.

La stazione di amplificazione dovrà avere, per ragioni tecniche e manutentive, caratteristiche analoghe a quelle esistenti e riportate nel disciplinare.

Il collegamento di tale stazione sarà effettuato in fibra ottica sull'armadio dell'impianto esistente installato nella centrale di ventilazione "D". La connessione avverrà sull'ingresso libero del modulo accoppiatore a cui sono collegate le stazioni di amplificazione BRG6, BRG7, BRG8 e BRG9 nel canale di aria fresca.

3.13.2 Piazzale francese

Le antenne sono installate sul tetto della centrale di ventilazione del traforo e sul palo per la copertura GSM. I locali PRV saranno realizzati sul lato nord-ovest del piazzale ad una distanza di circa 300m dall'imbocco della galleria).

Visto il posizionamento favorevole di tali fabbricati e l'assenza di piani interrati, si ritiene che non saranno necessarie estensioni delle strutture irradianti.

3.14 Modalità di collegamento

3.14.1 Rifugi in corrispondenza degli amplificatori

Le stazioni di amplificazione attualmente presenti nel canale di aria fresca del traforo saranno spostate nei nuovi rifugi della galleria di sicurezza riportati nella tabella seguente (si veda al proposito il paragrafo 4.2).

Rifugio	PM (traforo)
n° 2	698
n° 6	2103
n° 10	3500
n° 14	4943
n° 18	6440
n° 22	7965
n° 26	9585
n° 30	11033
n° 33	12103

Tabella 6: Posizione degli amplificatori nei nuovi rifugi.

Da essi si dipartiranno le 3 coppie seguenti di cavi coassiali:

- una coppia verso il cavo in galleria
- una coppia verso il cavo *Uplink* nel canale AF
- una coppia verso il cavo *Downlink* nel Traforo

3.14.2 Rifugi e ST in corrispondenza dei commutatori automatici

I dispositivi di commutazione automatica per il cavo della galleria di sicurezza saranno installati all'interno dei rifugi e delle ST riportate nella tabella seguente. Al loro interno verranno anche spostati i dispositivi di commutazione attualmente installati nel canale AF.

Rifugio / ST	PM (traforo)
ST 03	1482
R 08	2822
R 12	4103
ST 09	5574
R 20	7148
ST 13	8826

Rifugio / ST	PM (traforo)
R 28	10318
R 31	11398

Tabella 7: Posizione dei dispositivi di commutazione automatica.

Da essi si dipartiranno le 3 coppie seguenti di cavi coassiali:

- una coppia verso il cavo in galleria
- una coppia verso il cavo Uplink nel canale AF
- una coppia verso il cavo Downlink nel Traforo

3.14.3 Altri rifugi e ST

I rifugi e le ST riportate nella tabella seguente sono posizionati a metà strada tra una stazione di amplificazione ed un dispositivo di commutazione.

Rifugio	PM (galleria)
n° 1	374
n° 3	1142
n° 4	1516
n° 5	1846
n° 7	2541
ST 05	2863
n° 9	3246
n° 11	3921
ST 07	4308
n° 13	4585
n° 15	5351
N° 16	5737
n° 17	6117
n° 19	6866
ST 11	7174
n° 21	7623
n° 23	8439
n° 24	8847
n° 25	9265
n° 27	10027
ST 15	10068
n° 29	10689
ST 17	11418
n° 32	11809
n° 34	12516

Tabella 8: Rifugi in cui non verranno installati amplificatori e commutatori.

3.14.4 Collegamenti con i cavi fessurati del traforo

I rifugi non saranno tutti creati esattamente in corrispondenza con gli amplificatori e dei commutatori installati nel canale AF. Questa situazione è descritta nella figura seguente:

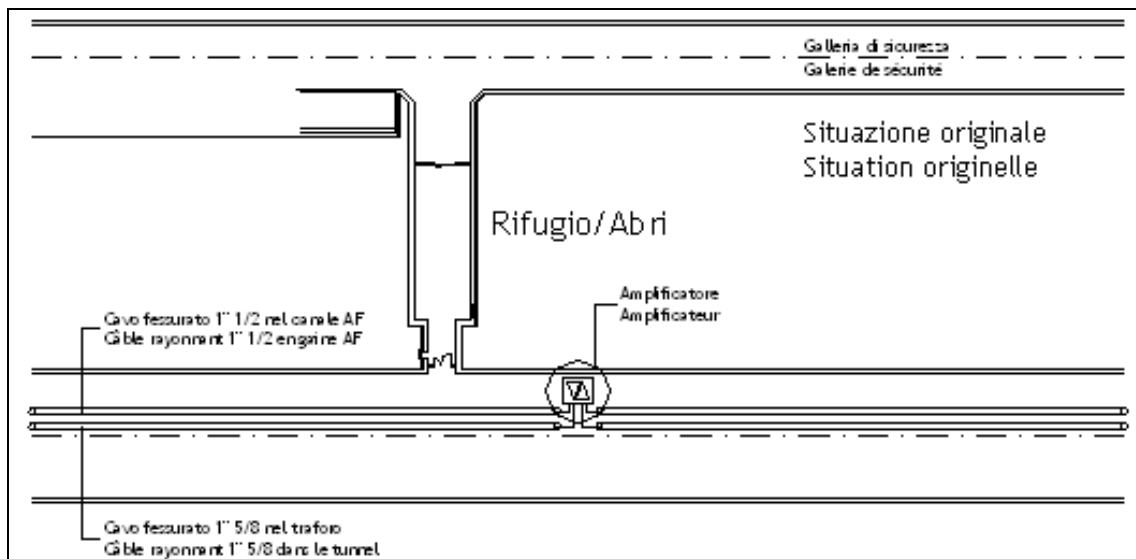


Figura 3: Situazione originale in seguito alla creazione dei rifugi.

Fermo restando lo spostamento di questi ultimi nei rifugi o nelle ST, questo fatto implica un allungamento ulteriore delle tratte percorse dal segnale nel Traforo. Si possono ipotizzare due modi per effettuare il collegamento dei cavi fessurati nel traforo con gli amplificatori ed i commutatori spostati nei nuovi rifugi:

[A] Risalire il canale AF con un cavo coassiale fino a raggiungere il punto in cui sono attualmente attestati i cavi fessurati:

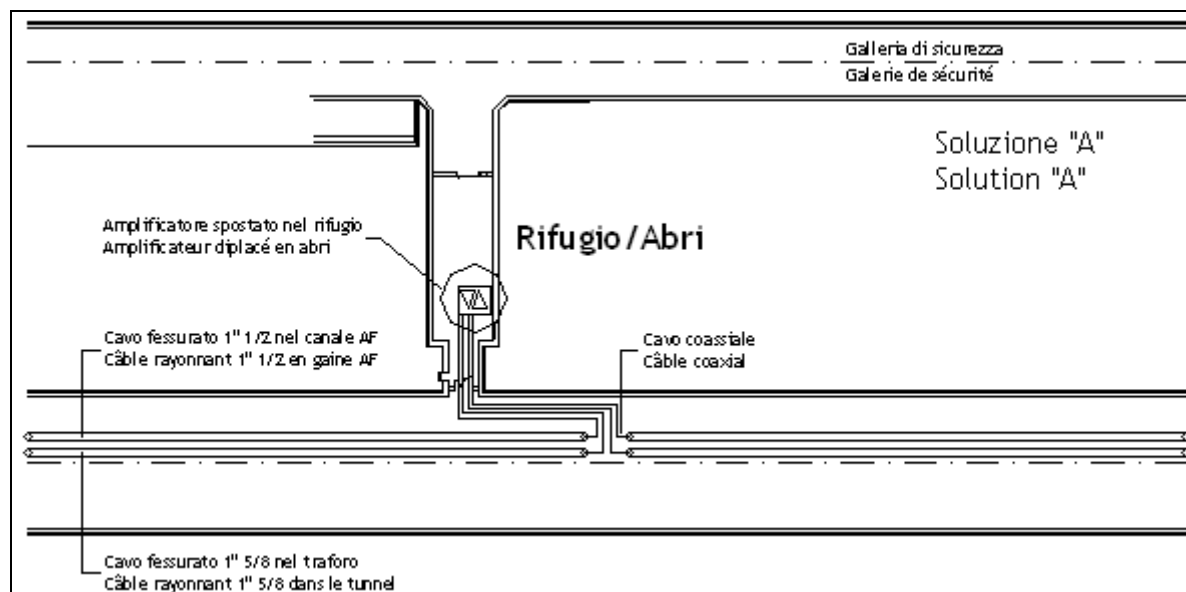


Figura 4: Soluzione A.

[B] Sezionare i cavi fessurati esattamente in corrispondenza dei nuovi rifugi e raccordare tra loro, per mezzo di cavi coassiali, le estremità in corrispondenza del loro attuale punto di attestazione;

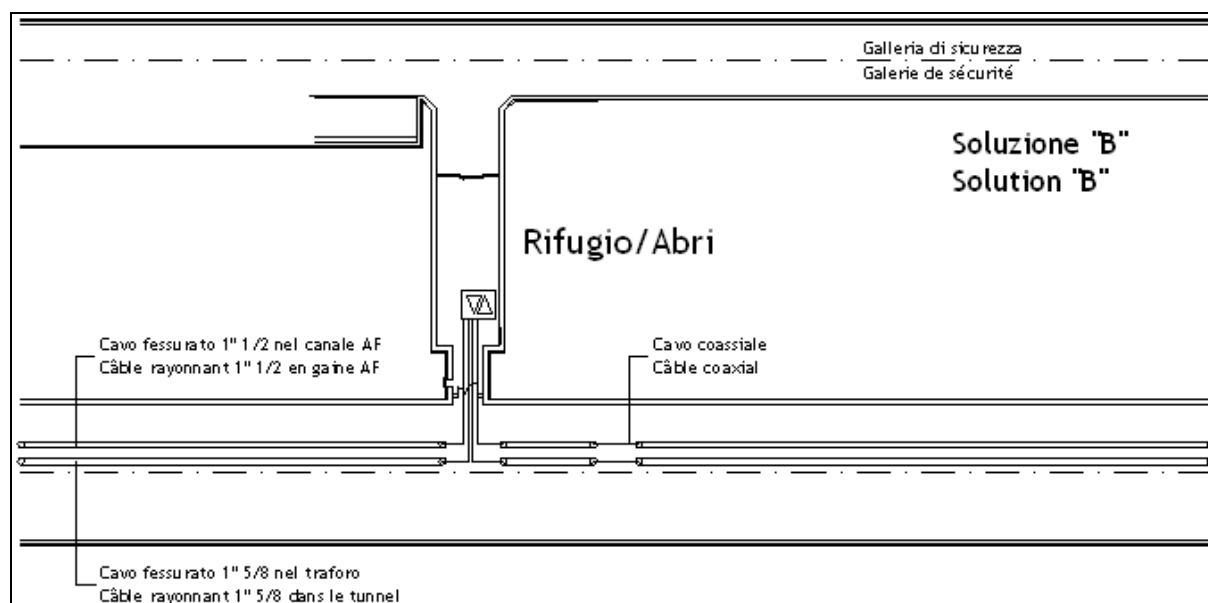


Figura 5: Soluzione B.

La soluzione [A] implica l'allungamento di entrambe le linee (quella verso l'Italia e quella verso la Francia). La soluzione [B] implica l'allungamento di una linea e l'accorciamento dell'altra e l'esecuzione di un nuovo sezionamento dei cavi fessurati del traforo.

Le modalità di intervento saranno definite di volta in volta in base agli elementi di valutazione seguenti:

- distanze relative (riportate in Tabella 10 e Tabella 11) tra le posizioni dei rifugi e dei punti attuali di attestazione dei cavi fessurati;
- lunghezza del collegamento coassiale di circa 20m a partire dall'armadio nel rifugio per raggiungere il canale AF.

In linea di principio si può ritenere che per distanze maggiori di circa 30 m la soluzione [B] sarà da preferirsi.

La tabella seguente riporta quindi, per ogni stazione di amplificazione e per ogni commutatore, la distanza dal rifugio più vicino, la soluzione prevista per il collegamento dei cavi fessurati con il rifugio e la perdita in dB dovuta a tale collegamento (stima effettuata considerando l'uso di un cavo coassiale ad elevata flessibilità da 7/8" ed un coefficiente di perdita lineare per il cavo fessurato *uplink* 1"1/2 di 2 dB/100m).

Posizione BRG	Posizione Rifugio piu' vicino	Delta	Tratto per uscire dal rifugio	Modo di collegamento	Lunghezza collegamento	Perdita in dB	
PM (traforo)	PM (traforo)	[m]	[m]		[m]	[dB]	
BRG1	800 n° 2	698	102	20	[B]	20	2,60
BRG2	2100 n° 6	2103	3	20	[A]	22,922	0,63
BRG3	3479 n° 10	3500	21	20	[A]	41,069	1,13
BRG4	4865 n° 14	4943	78	20	[B]	20	2,11
BRG5	6440 n° 18	6440	0	20	[A]	20,013	0,55
BRG6	8016 n° 22	7965	51	20	[B]	20	1,57
BRG7	9598 n° 26	9585	13	20	[A]	32,51	0,90
BRG8	11035 n° 30	11033	2	20	[A]	21,51	0,59
BRG9	12134 n° 33	12103	31	20	[B]	20	1,16
Posizione Commutatori automatici	Posizione Rifugio piu' vicino	Delta	Tratto per uscire dal rifugio	Modo di collegamento	Lunghezza collegamento	Perdita in dB	
PM (traforo)	PM (traforo)	[m]	[m]		[m]	[dB]	
COM1	1503 ST 03	1482	21	20	[A]	41,078	1,13
COM2	2803 n° 8	2822	19	20	[A]	38,569	1,06
COM3	4155 n° 12	4103	52	20	[B]	20	1,60
COM4	5600 ST 09	5574	26	20	[A]	45,537	1,26
COM5	7210 n° 20	7148	62	20	[B]	20	1,79
COM6	8822 ST 13	8826	4	20	[A]	24,49	0,68
COM7	10302 n° 28	10318	16	20	[A]	35,59	0,98
COM8	11400 n° 31	11398	2	20	[A]	21,61	0,60

Tabella 9: Modalità di collegamento dei cavi fessurati nel traforo e stima della perdita di potenza del segnale.

I valori e le soluzioni descritte nella Tabella 9 dovranno essere convalidati dalle misure di campo da eseguirsi preliminarmente all'inizio dei lavori.

3.15 Modalità di funzionamento

Le modalità di funzionamento dell'impianto non subiranno alcuna variazione rispetto alla situazione attuale, descritta nel paragrafo 2.3.

3.15.1 Funzionamento in modo normale

Quando nessuna componente dell'impianto è fuori servizio il funzionamento si intende in modo normale.

3.15.2 Funzionamento in modo di emergenza

Gli auto-commutatori intercettano i segnali pilota diffusi continuamente dalle stazioni di amplificazione nelle seguenti bande di frequenza:

- 80MHz
- 150MHz
- 400MHz
- 450MHz

Non appena il segnale pilota non è più ricevuto, in seguito per esempio ad un guasto dell'amplificatore o ad una rottura del segmento di cavo, essi collegano il segmento di cavo oggetto del guasto con il suo vicino, assicurando così la continuità della trasmissione.

4. FASI DI INSTALLAZIONE

La realizzazione dell'infrastruttura di diffusione radio in generale nella galleria di sicurezza sarà effettuata in cinque fasi.

4.1 Prima fase: installazione nella galleria

La prima fase seguirà il cantiere durante la realizzazione degli impianti nella galleria di sicurezza, nella quale si installeranno i supporti per i cavi radianti ed i ca-

vi stessi, si poserà il nuovo cavo di fibre ottiche per la realizzazione della nuova rete di trasmissione. La prima fase terminerà con l'attestazione temporanea dei cavi coassiali derivati dalle estremità dei cavi radianti in modo da assicurarne la protezione prima del loro allacciamento sugli armadi amplificatori definitivi.

Questa fase non implicherà alcuna conseguenza né per quanto riguarda l'esercizio del traforo autostradale né sul funzionamento regolare del sistema radio del traforo stesso. Durante questa fase il sistema radio della galleria non sarà ancora in funzione.

4.2 Seconda fase: spostamento amplificatori e messa in servizio

Questa fase consiste nello spostamento progressivo degli armadi di amplificazione esistenti dal canale AF verso i rifugi o le ST.

Gli armadi saranno spostati uno alla volta, in modo da non perturbare il sistema (nel momento del distacco degli armadi gli auto-commutatori interverranno assicurando comunque la copertura completa del Traforo).

Gli effetti di questa fase sull'esercizio del traforo autostradale saranno quelli di un normale intervento nel canale d'aria fresca, con spostamento del materiale elettronico. I lavori saranno realizzati seguendo le procedure previste dall'esercizio.

Una volta scollegati dai cavi radianti, dalle fibre ottiche e dall'alimentazione, gli armadi amplificatori potranno essere installati nei nuovi rifugi.

Le estremità delle fibre ottiche libere saranno allora allacciate su un *rack* temporaneo.

A partire da questo punto una connessione temporanea in fibra ottica sarà effettuata tra l'armadio ed il *rack* temporaneo installato nel canale di aria fresca onde permettere la rimessa in servizio dell'armadio amplificatore (attraverso le fibre nel canale d'aria fresca).

Per i rifugi in cui il collegamento con i cavi fessurati sarà fatto secondo la modalità [B] descritta in 3.14.4, saranno realizzate in questa fase le seguenti attività:

- sezionamento dei cavi fessurati del traforo in corrispondenza del rifugio;
- connessione tramite cavo coassiale delle estremità dei cavi fessurati in corrispondenza della posizione originale delle BRG nel canale AF.

Per i rifugi in cui si procederà con la modalità [A] saranno installati in questa fase i cavi coassiali per il collegamento tra gli armadi, ormai posizionati nei rifugi, e le

estremità dei cavi fessurati (cavi per l'*uplink* e per il *downlink* nel Traforo) attestate nel canale di AF.

La tabella seguente riporta le distanze tra le posizioni originali degli armadi di amplificazione (BRG) nel canale AF ed i rifugi ad essi più vicini.

Posizione BRG		Posizione Rifugio piu' vicino		Delta
PM (traforo)		PM (traforo)		[m]
BRG1	800	n° 2	698	102
BRG2	2100	n° 6	2103	3
BRG3	3479	n° 10	3500	21
BRG4	4865	n° 14	4943	78
BRG5	6440	n° 18	6440	0
BRG6	8016	n° 22	7965	51
BRG7	9598	n° 26	9585	13
BRG8	11035	n° 30	11033	2
BRG9	12134	n° 33	12103	31

Tabella 10: Posizione degli armadi di amplificazione nel canale AF e dei rifugi ad essi più vicini.

A questo stadio i cavi coassiali derivati alle estremità dei cavi radianti della galleria potranno essere collegati all'armadio per l'accensione progressiva della radio nella galleria di sicurezza.

Una volta che tutte le stazioni di amplificazione saranno collocate nei rifugi e collegate sia con i rack fo temporanei sia con i cavi radianti nella galleria, il sistema radio della galleria di sicurezza sarà operativo.

4.3 Seconda fase bis: spostamento dei cofanetti auto-commutatori

Una volta terminata la seconda fase, si potranno spostare progressivamente nei rifugi i cofanetti auto-commutatori, attualmente installati nei canali d'aria fresca. Questa fase implicherà un allungamento dei cavi coassiali per la connessione degli auto-commutatori con le estremità dei cavi radianti.

La tabella seguente riporta le posizioni dei cofanetti di autocommutazione e le posizioni dei rifugi e delle ST ad essi più vicini.

Posizione Commutatori automatici		Posizione Rifugio piu' vicino		Delta
PM (traforo)		PM (traforo)		[m]
COM1	1503	ST 03	1482	21
COM2	2803	n° 8	2822	19
COM3	4155	n° 12	4103	52
COM4	5600	ST 09	5574	26
COM5	7210	n° 20	7148	62
COM6	8822	ST 13	8826	4
COM7	10302	n° 28	10318	16
COM8	11400	n° 31	11398	2

Tabella 11: Posizione dei cofanetti di autocommutazione nel canale AF e dei rifugi ad essi più vicini.

Durante il periodo di spostamento di ogni auto-commutatore, la ridondanza del sistema radio non sarà assicurata nel segmento oggetto dell'intervento. L'adeguata preparazione dell'intervento permetterà il suo svolgimento in alcune ore senza comunque comportare interruzioni al normale funzionamento dell'impianto.

4.4 Terza fase: regolazioni

Sarà necessario a questo punto una regolazione dei livelli di segnale e un'osservazione attenta delle zone di copertura, soprattutto per evitare interferenze tra i cavi radianti del traforo e quelli della galleria.

A questo scopo sarà redatta una lista delle zone critiche, che saranno tenute sotto controllo per un lasso di tempo piuttosto lungo.

4.5 Quarta fase: sicurezza

Questa fase richiederà una messa fuori servizio completa del sistema radio per una durata di qualche ora. Allo scopo di ridurre al massimo le interferenze con la gestione del traforo l'intervento dovrà essere oggetto di una attenta e dettagliata preparazione.

Esso potrà avvenire dopo che la fase precedente avrà dimostrato l'assenza di interferenze.

Per allacciare il sistema sulla rete di fibre ottiche nella galleria sarà necessario:

1. sconnettere il cavo fo *canale aria fresca* agli accoppiatori RF (Radio Frequenza) ai portali

2. collegare il cavo fo *cunicolo* agli accoppiatori RF ai portali
3. disinserire gli armadi amplificatori delle fibre allacciate ai racks provvisori per collegarli sui cavi fo della galleria di sicurezza.

5. INTERFACCE CON GLI ALTRI IMPIANTI

I lavori oggetto della presente relazione si configurano come l'estensione della struttura irradiante di un impianto esistente. Le principali interfacce saranno quindi verso l'impianto radio del traforo (connessione dei cavi coassiali e delle fibre ottiche).

Le installazioni oggetto della presente relazione dovranno inoltre essere completamente interfacciate con la rete di supervisione dell'impianto radio del traforo. In particolare per quanto riguarda lo stato dei commutatori automatici.

Le interfacce con gli altri impianti della galleria di sicurezza saranno limitate all'alimentazione elettrica.

6. CALENDARIO DI REALIZZAZIONE PREVEDIBILE

6.1 Misure

Le misure di campo preliminari (come definite dal disciplinare) potranno essere condotte al termine dei lavori di genio civile e, per la parte riguardante i nuovi edifici esterni, in seguito all'ultimazione degli stessi.

6.2 Montaggi

Il tempo a disposizione per i montaggi è previsto in 15 mesi a partire dalla conclusione dei lavori di genio civile, prevista 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.

6.3 Messa in servizio

Al termine dell'installazione sarà effettuata la messa in servizio dell'impianto in un lasso di tempo di 2 mesi, a decorrere dalla scadenza dei 15 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 servizio della galleria di sicurezza è prevista nel 2013.

1. INTRODUCTION

1.1 Cadre général

Le Tunnel routier du Fréjus relie le Piémont à la Savoie (Bardonnèche Modane), sur l'axe Turin - Lyon. La circulation s'avère de manière bidirectionnelle sur une largeur de la chaussée de 9 mètres et une longueur de 12'895 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 5 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 pleine 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 seront remplacés 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. Elles viennent seulement adaptées pour satisfaire 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 reste inchangé.

- Le concept de renouvellement de la GTC selon les requises de coordination entre les systèmes de ventilation du tunnel et de la galerie de sécurité n'a pas été modifié.

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

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, soit de génie civil soit des 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 système unique de supervision devra par conséquent coordonner l'exploitation de l'ensemble galerie - tunnel.

Le présent rapport décrit l'installation du système radio dans la galerie de sécurité qui devra être réalisé de façon à s'intégrer complètement avec l'installation du tunnel qui a été complètement renouvelée en 2004. Il décrit les objectifs, les exigences demandées, les architectures de principe et les interfaces avec les installations existantes du tunnel et celles de la future galerie.

Le document décrit aussi les lignes guides pour les phases d'installation, dans le but d'assurer la continuité de service du tunnel.

1.2 Objectifs généraux

L'objectif principal est la réalisation de la couverture radio de l'intégralité de la galerie de sécurité et de ses bâtiments et locaux annexes.

Le système de radiocommunication dans la galerie de sécurité devra constituer l'outil primaire de communication des services de secours et de maintenance.

La couverture radio devra donc être assurée dans tous les locaux:

- La Galerie de sécurité (y compris les portails)
- Les abris
- Les Stations Techniques (ST)
- Les by-pass de connexion
- Les usines de ventilation internes

- Les plates-formes extérieures
- Les bâtiments extérieurs.

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 établi par MUSI.NET:

- Relation explicative (gs 96 RG 01) 27/11/2002, MUSI.NET;
- Définition des hypothèses d'études (gs 06 RT 10) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Programme général des équipements courants forts et courants faibles (gs 96 RT 11/1) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Mémoires des équipements courants forts et courants faibles (gs 96 RT 11/2) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Architecture du système de retransmission radio (gs 96 FD 02) 30/09/2002, MUSI.NET;

b) le dossier du projet de la nouvelle installation Radio du tunnel routier du Fréjus:

- Radiocommunication - Synoptique Général (Ed. 1.0) 01/09/2003, SEE.RP;
- SYSTEME TETRA - Synoptique Général (Ed. 1.0) 01/09/2003, SCETAUROUTE;

c) le dossier du Projet définitif pour l'installation radio:

- Note Technique Radio (6145.0-R-55A) 22/02/2005, LOMBARDI SA;
- Note disciplinale (6145.0-R-56A) 22/02/2005
- Estimation des coûts (6145.0-R-57) 22/02/2005
- Architecture du système (6145.0-P-353) 22/02/2005, LOMBARDI SA;
- Coupe type galerie (6145.0-P-354) 22/02/2005, LOMBARDI SA;
- Disposition typique des équipements dans les abris (6145.0-P-355) 22/02/2005, LOMBARDI SA.

d) « Optimalisation du diamètre interne du tunnel à fin de garantir l'accès des véhicules de secours en sécurité et commodité ».

1.4 Références normatives

Les fournitures et installations seront exécutées en conformité avec les règles:

- De l'Union Technique de l'Electricité
- Des normes de l'Association Française de NORmalisation (AFNOR)
- Des normes de l'Institut Européen des Normes et Télécommunication (ETSI)
- Des recommandations de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT-T/UIT-R)

et en particulier pour ce qui concerne les normes de:

- Sécurité électrique
- Compatibilité électromagnétique
- Normes pour les câbles de fibres optiques
- Normes pour les câbles en cuivre et le câblage.

1.5 Analyse suite à l'augmentation du diamètre de la galerie de sécurité

L'augmentation du diamètre de la galerie de sécurité et la modification de la configuration des Stations Techniques (ST) demandent une vérification de la structure rayonnante du système radio. L'augmentation du diamètre de la galerie ne crée pas de particulières difficultés et ne demande pas des mises à jour du projet pour sa couverture radio.

La structure des nouvelles ST rend par contre critique la diffusion du signal radio à leur intérieur. Les facteurs qui contribuent à la criticité sont les suivants:

- réalisation en sens transversal des ST par rapport à la galerie de sécurité et donc au parcours du câble rayonnant;
- disposition des locaux techniques sur deux étages;
- réalisation de nombreuses parois de séparation entre les locaux.

Ces aspects critiques ont demandé, dans le but de garantir la couverture radio des ST selon les critères fixés, la mise à jour du projet décrit aux paragraphes 3.7 et 3.8.

Les nouvelles conditions de ventilation de la galerie ont demandé en plus la réalisation d'un système de contrôle d'accès pour chaque by-pass de liaison. L'utilisation de portes mécaniques pour la fermeture des by-pass et l'allongement

des by-pass même ont amené à l'installation d'un bout de câble rayonnant dans chaque by-pass (voir le paragraphe 3.8).

Une dernière mise à jour est constituée par la modification des modalités de liaison de quelques stations de commutation. Cette modification, qui est due aux positions des abris légèrement changées et à la présence du câble rayonnant dans les ST, prévoit le déplacement de quelques station de commutation à l'intérieur des ST (voir 3.15).

1.6 Composition du projet définitif

Le projet définitif de l'installation radio est constitué des documents suivants:

1. Note Techniques:

6145.2-R-25	Note technique
6145.2-R-26	Cahier des charges
6145.2-R-27	Estimation des coûts

2. Tableaux:

6145.2-P-242	Architecture du système
6145.2-P-243	Coupe type de la galerie
6145.2-P-244	Disposition au droit des abris (plan et coupe)
6145.2-P-245	Structure irradiante - Détails
6145.2-P-246	Disposition type des ST (plans)
6145.2-P-247	Disposition type des ST (sections)
6145.2-P-248	Disposition type des centrales E et F (plans)
6145.2-P-249	Disposition type dans les centrales E et F (section)
6145.2-P-250	Disposition en correspondance des by-pass N° 1, 2, 4 e 5
6145.2-P-251	Disposition en correspondance des by-pass N° 3

1.7 Limites de fourniture et d'intervention

Les travaux en objet concernent en pratique uniquement l'installation de nouveaux supports de transmission pour les signaux radio.

Les limites d'intervention sont donc fixées dans la liaison des nouveaux câbles coaxiaux et des nouvelles fibres optiques sur les tableaux d'amplification existants.

Comme décrit dans le chapitre dédié aux phases d'installation, les travaux en objet concernent le déplacement des armoires d'amplification, et ensuite la déconnexion et la connexion suivante des alimentations.

2. PRINCIPES GENERAUX

Une nouvelle installation radio a été installée dans le tunnel autoroutier au cours de l'année 2004. Elle a été préparée pour être étendue vers la galerie de sécurité. En particulier les armoires d'amplification ont déjà été prédisposées pour la liaison d'un câble rayonnant qui assure, dans la galerie de sécurité, aussi bien la liaison up-link que la liaison down-link.

Les fournitures et les travaux objet du présent rapport représentent donc une extension de l'installation existante. En réalité, comme mieux décrit dans le chapitre 4, pendant la deuxième phase de l'intervention les armoires d'amplification seront déplacées dans les abris. Elles seront de plus connectées par le moyen d'un nouveau réseau en fibre optique (fo) posé en galerie, de façon à pouvoir considérer le système comme appartenant à la galerie avec une extension rayonnante vers le Tunnel. Les choix de projet effectués au moment de l'installation de la nouvelle installation du tunnel ne sont pas modifiés.

2.1 Sécurité

L'architecture du système de radio-communication du tunnel du Fréjus est dotée d'un haut niveau de sûreté, réalisé par un système d'auto-commutation installé aux bouts des segments des câbles rayonnants (du côté non connecté à l'amplificateur).

La sécurité du système sera ultérieurement augmentée avec la mise en place des mesures suivantes:

- en déplaçant dans les abris toutes les armoires d'amplification;
- en déplaçant dans les abris tous les éléments d'auto-commutation;

- en posant dans la galerie de sécurité une nouvelle ligne en fibre optique pour la connexion entre les têtes et les amplificateurs de tunnel;
- en alimentant les armoires d'amplification depuis le réseau de secours des armoires de distribution BT de la galerie de sécurité.

On pourra donc dire d'avoir un système radio unique installé dans la galerie de sécurité qui servira soit la galerie soit le tunnel avec des niveaux élevés de redondance.

2.2 Le système existant

Le système installé assure la retransmission dans le tunnel des canaux numériques (système TETRA, à disposition des agents de maintenance) et des canaux analogiques (fréquences FM et canaux des services publics).

La structure rayonnante a de plus été dimensionnée pour assurer, éventuellement, la couverture GSM (dans les bandes 890-915 MHz et 935-960 MHz) du tunnel.

2.2.1 Moyens de radio-transmission

La transmission est assurée par deux câbles rayonnants installés dans la gaine AF (uplink, câble de 1"1/2) et dans le tunnel (downlink, câble de 1"5/8). Les tronçons de câble ont une longueur d'environ 700m.

Chaque tronçon de câble rayonnant est connecté, d'une part, à une station d'amplification et, de l'autre côté, à un commutateur automatique qui se connecte, en cas de nécessité, au tronçon de câble suivant (voir paragraphe "Sécurité" 2.1).

Neuf armoires d'amplification sont installées dans la gaine AF du tunnel en proximité des abris futurs (en particulier les abris concernés seront les suivants: 2 - 6 - 10 - 14 - 18 - 22 - 26 - 30 - 33). L'installation des armoires d'amplification est effectuée dans la gaine d'air frais. Les commutateurs aussi sont installés dans la gaine d'air frais en proximité des futurs abris 4 - 8 - 12 - 16 - 20 - 24 - 28 - 31.

La couverture des PHT existants est assurée au moyen de coupleurs spéciaux de signal qui, installés sur les câbles principaux du tunnel, permettent de dériver une certaine quantité de signal pour alimenter des câbles rayonnants de section mineure (1/2") étendus dans les PHT et dans les usines de ventilation internes du tunnel.

2.2.2 Moyens de communication

La transmission des signaux de la tête du tunnel vers les points d'amplification dans la gaine AF et vers la tête opposée est réalisée par un unique câble de 36 fibres optiques mono-modales installé dans la gaine AF en goulotte. Il réalise les deux circuits principaux décrits ci-après.

RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Ce réseau réalise les liaisons entre les armoires radio de tête et les armoires d'amplification du tunnel (et vice versa).

Le tableau suivant décrit les modalités de liaison en fibre optique entre les armoires d'amplification en gaine AF (BRG, Baie Radio Gaine) et les installations de tête (chaque liaison avec un BRG utilise deux fibres):

BRG n°	Connectée en fo à:
1	Tête France
2	Tête France
3	Tête France
4	Tête France
5	Tête France
6	Tête Italie
7	Tête Italie
8	Tête Italie
9	Tête Italie

Tableau 1: Modalité de connexion en fo entre les BRG et les stations de tête.

Ce réseau est composé en plus de 18 fibres optiques mises à disposition pour une éventuelle application future GSM.

RÉSEAU DE LIAISON DIRECTE

Ce réseau réalise une connexion directe entre les armoires radio installées dans les deux usines de ventilation "A" et "D" aux têtes en utilisant 8 fibres optiques.

2.2.3 Installation sur les plate-formes

Un système d'antennes est installé sur chaque plate-forme pour garantir la réception et l'émission de toutes les bandes de fréquence (VHF et UHF).

Des pupitres sont installés (un dans chacun des deux Postes de Commandement et Contrôle PCC et un dans la salle de coordination) pour permettre la gestion du système de la part des opérateurs.

Un système d'insertion sur les fréquences FM des messages préenregistrés est installé aussi pour informer les utilisateurs dans leurs voitures.

2.2.4 Locaux utilisés

ITALIE

Sur la plate-forme italienne toutes les composantes actives du système (matrice audio, multiplexeur/demultiplexeur, émetteurs et récepteurs optiques,...) sont installées à l'intérieur d'armoires positionnées au premier étage de l'usine de ventilation "D."

Au PCCI sont installés les éléments suivants:

- console de gestion du système TETRA
- console pour les communications TETRA
- console pour l'insertion des messages automatiques sur les canaux FM

FRANCE

Sur la plate-forme française toutes les composantes actives de l'installation (matrice audio, multiplexeur/demultiplexeur, émetteurs et récepteurs optiques,...) sont installées à l'intérieur d'armoires positionnées au premier étage de l'usine de ventilation "A".

Près du PCCF sont installés les éléments suivants:

- console de gestion du système TETRA
- console pour les communications TETRA
- console pour l'insertion des messages automatiques sur les canaux FM.

2.3 Principes de fonctionnement

Normalement la retransmission radio fonctionne en autonomie totale, sans modalités spéciales de fonctionnement différentes de celles automatique.

Il est possible pour l'opérateur de diffuser des messages supplémentaires uniquement sur les canaux FM publics pour tout le tunnel autoroutier. Des messages pré-

enregistrés cycliques seront émis normalement, et des messages préenregistrés spéciaux en cas d'événements.

2.3.1 Fonctionnement en mode normal

Quand aucune composante de l'installation n'est hors service le fonctionnement est en mode normal: le câble installé dans la gaine AF assure la liaison uplink et le câble installé dans le tunnel assure le downlink.

Tous les commutateurs automatiques sont ouverts et chaque armoire d'amplification BRG alimente deux tronçons de câble, un vers l'Italie et un vers la France, de longueur d'environ 700m.

2.3.2 Fonctionnement en mode secours

En cas de panne d'une centrale d'amplification ou d'interruption d'un câble rayonnant le long du tunnel le commutateur automatique, qui ne reçoit plus les signaux de surveillance, intervient en fermant le circuit. Dans ce cas le tronçon de câble qui ne reçoit plus le signal est alimenté par la BRG voisine.

De cette manière l'installation assure la couverture radio de tout le tunnel et de toutes les pièces, intérieures et extérieures, en cas de panne d'une composante du système.

L'installation dispose en plus d'une autre modalité de fonctionnement.

Les amplificateurs bidirectionnels installés dans la gaine AF et connectés au câble up-link (1"1/2) peut permettre à ce dernier d'assurer en même temps aussi bien la liaison uplink que la liaison downlink.

3. PRINCIPES CONSTRUCTIFS DE LA STRUCTURE RAYONNANTE DE LA GALERIE

3.1 Principes

La galerie de sécurité aura donc une couverture radio assurée par un câble rayonnant installé en voûte, du côté opposé par rapport aux abris, par le moyen d'un

système de fixation. Le câble de la galerie de sécurité garantira aussi bien la liaison uplink que la liaison downlink.

Les tronçons de câble seront connectés aux amplificateurs du système existant installés dans le tunnel, qui seront déplacés dans les abris.

En correspondance de chaque abri le câble rayonnant sera interrompu et le signal sera porté à l'intérieur de l'abri par une liaison coaxiale. À l'intérieur de chaque abri le signal sera rayonné par un bout, d'environ 10m, de câble rayonnant de diamètre plus petit. Selon le refuge le signal pourra:

- continuer vers le prochain tronçon en galerie;
- atteindre l'armoire d'amplification dans l'abri même;
- atteindre un commutateur automatique installé dans l'abri.

Ces derniers permettront de fermer le circuit en cas de non-réception d'un des signaux de surveillance constamment émis par le système sur les 4 bandes de fréquence principales.

3.2 Modalité de fixation en voûte

Le câble rayonnant sera fixé par le moyen de pinces soutenues par des supports fixés en voûte qui permettent de tenir le câble à une distance d'au moins 10cm de la voûte de la galerie. Les supports seront en acier inox et seront fixés tous les 1,5m.

Les câbles coaxiaux pour la liaison avec les abris seront étendus le long des goulottes mises à disposition.

3.3 Les canaux à retransmettre

Le tableau qui suit décrit le détail des canaux radio qui sont actuellement retransmis en tunnel et qui devront être retransmis dans la galerie de sécurité:

TABELLA CANALI DA TRASMETTERE NELLA GALLERIA DI SICUREZZA							
Servizio/Service	Relais	Livello campo [dBm]	Canale/Canal	Tx Relais [MHz]	Rx Relais [MHz]	Canale/Canal [kHz]	Tipo/Type
Soccorso Sanitario 118	Fraiteve	-75	23	460,2875	450,2875	12,5	Semi-duplex
TETRA	Plate-forme France			425,4625	415,4625	25,0	Modulation numérique TDMA
	Plate-forme France			425,5375	415,5375	25,0	
	Tunnel France			425,6625	415,6625	25,0	
	Tunnel France			425,7125	415,7125	25,0	
	Plate-forme Italie			427,9500	417,9500	25,0	
	Plate-forme Italie			427,7500	417,7500	25,0	
	Tunnel Italie			427,9250	417,9250	25,0	
Carabinieri	Fraiteve	-80	GR4-CH3	426,7750	416,7750	25,0	Semi-duplex
Police France: Acropol				390-393,5	380-383,5		numérique FDMA
Pompiers France SDIS 73		-59		86,1000	83,1000	12,5	Semi-duplex
Pompiers France SDIS 73				85,6125		12,5	Simplex
Pompiers France SOIS 73				85,7373		12,5	Simplex
Police Aux Frontières (PAF)		-58		85,4250	84,6250	12,5	Semi-duplex
Polizia di Stato - Stradale	Autoroute A32			78,4250	77,0250	25,0	Semi-duplex
Polizia di frontiera	Fraiteve	-30	75 - 20	78,5750	77,2000	25,0	Semi-duplex
Gendarmerie France: Rubis		-63		78,3100	74,0600	12,5	numérique FDMA
		-63		78,6300	74,3800	12,5	numérique FDMA
		-63		78,7300	74,4800	12,5	numérique FDMA
		-63		78,8300	74,5800	12,5	numérique FDMA
Vigili del Fuoco			18	73,9000	73,4000	25,0	Semi-duplex
Vigili del Fuoco	Fraiteve	-56	14	73,8000	73,3000	25,0	Semi-duplex

Tableau 2: Canaux à retransmettre dans la galerie de sécurité.

3.4 Concepts d'architecture

Le système de radiodiffusion dans la galerie de sécurité reprendra donc le schéma en "T" utilisé par l'installation du tunnel.

Au droit de chaque abri le signal sera porté à l'intérieur des abris mêmes et diffusé au moyen de tronçons de câble rayonnant connectés en série au câble principal de la galerie.

3.5 Critères de dimensionnement

Le dimensionnement de l'installation concerne principalement la définition des aspects suivants:

- Type et section des câbles rayonnants;
- Type et section des câbles coaxiaux.

Les critères de dimensionnement doivent aussi considérer les interférences possibles qui peuvent se vérifier quand un utilisateur se trouve à la frontière entre les zones couvertes par les deux structures rayonnantes (cet aspect est traité en détail dans le paragraphe 3.6).

Le dimensionnement sera effectué avec référence à la bande de fréquence des 450 MHz, qui est la plus haute utilisée et donc la plus critique.

3.6 Couverture radio des abris

La couverture radio des abris doit être objet d'une évaluation attentive, en raison de leur disposition à la limite entre la structure rayonnante de la galerie et celle du Tunnel.

Aucune sélection des signaux n'est effectuée au niveau des armoires d'amplification. Le système retransmet en effet soit le signal provenant de la galerie soit le signal provenant du Tunnel.

Il est donc important de dimensionner et structurer le système de manière que, dans le cas où un signal en Up-link est capté par les deux câbles rayonnants, les signaux aient un niveau de puissance sensiblement différent.

Sur la base de mesures effectuées dans la bande des 400 MHz dans d'autres tunnels, la perte de signal introduite par la présence d'un sas avec des murs de type REI120 et HCM120 peut être estimée comme suit:

Obstacle	Affaiblissement du signal (dB)
Une paroi type HCM120	Environ 20dB
Une paroi type HCM120 + une paroi type REI120	Environ 34dB

Tableau 3: Estimation de l'affaiblissement du signal dans le passage entre le tunnel et les abris.

L'abri peut donc être modélisé avec une protection d'environ 20dB vers la galerie de sécurité et avec une protection d'environ 34dB vers le Tunnel. Étant donné l'approximation existante dans l'estimation ci-dessus décrite et les caractéristiques du champ rayonné à l'intérieur d'espaces restreints dans lesquels les conditions d'environnement changent continuellement de manière non négligeable, on estime que l'on ne peut pas se baser uniquement sur cette différence.

Pour cette raison, et pour éviter la perte d'environ 20dB due à la séparation avec la galerie, il est nécessaire de couvrir l'espace des abris avec des tronçons de câble rayonnant.

Vu la nécessité d'assurer la couverture radio aussi bien dans la bande de fréquence VHF (80MHz) que UHF (400MHz) l'hypothèse d'installer de simples antennes répétitrices a été écartée.

Le signal radio sera donc reporté dans les abris au moyen d'un bout d'environ 10m de câble rayonnant (diam 7/8"), connecté en série au câble principal de la galerie (diam 1"1/4).

La liaison entre les deux câbles sera effectuée par le moyen de câble coaxial ultra-flexible (rayon de courbure ≤ 10 cm) diam 7/8".

3.7 Couverture radio des Stations Techniques

La couverture radio des ST et des centrales de ventilations internes sera réalisée de la même façon prévue pour les abris. Un bout de câble rayonnant de diamètre 7/8" sera installé le long du couloir au rez-de-chaussée de chaque ST.

Le câble rayonnant sera connecté en série avec celui de la galerie de sécurité par le moyen de câbles coaxiaux ultra-flexible de diamètre 7/8".

Les **Figure 1 et 2** montrent la marge entre le niveau du signal estimé au niveau des ST et la sensibilité du récepteur. Cette marge assure le passage du signal d'un côté à l'autre des murs et du plancher.

Les nouvelles ST seront adjacent au PHT impair existants et connectées entre eux au moyen d'une seule porte de séparation. A l'intérieur des PHT un tronçon de câble rayonnant est actuellement étendu (diam 1/2") qui, relié au câble principal du tunnel avec un *splitter*, assure la couverture radio à l'intérieur du PHT même. La séparation entre les deux locaux n'est pas si importante pour permettre d'assurer l'absence d'interférences entre les deux systèmes rayonnants (celui de la galerie et du tunnel). Dans le but de réduire la possibilité d'interférences, il est prévu de prolonger le tronçon de câble rayonnant de la ST à l'intérieur du PHT même et d'éliminer la section de câble rayonnant connectée au tunnel.

La séparation entre les deux structures irradiantes deviendrait ainsi plus importante (dans l'ordre de grandeur estimé pour les abris, voir Tableau 3), parce qu'assuré dans le SAS réalisé à l'intérieur des PHT et de la porte qui sépare le tunnel du local actuellement utilisé comme refuge. En outre cette solution est cohérente avec la configuration future des PHT qui seront accessibles principalement depuis les ST.

3.8 Couverture radio des By-pass

La possibilité d'interférences entre les deux systèmes rayonnants décrits aux paragraphes ci-dessus se présente aussi pour les by-pass. En ce cas la situation est plus critique à cause de l'absence des murs de séparation entre le tunnel et la galerie. Les signaux émis à l'intérieur des by-pass peuvent être reçus au niveau de la station d'amplification avec des puissances comparables entre les deux structures rayonnantes (celle du tunnel et celle de la galerie). Toutefois, dans le but d'améliorer dite séparation, on a pensé étendre de toute façon une section de câble rayonnant dans le tunnel à l'intérieur du by-pass, comme montre dans les tableaux 6145.2-P-250 e 6145.2-P-251.

La couverture radio des by-pass sera réalisée par l'installation d'un câble rayonnant 7/8" le long du by-pass connecté au moyen d'un *splitter* 3dB.

3.9 Analyse des criticités

La possibilité d'interférences décrite dans les paragraphes 3.6, 3.7 et 3.8 ne devra pas être sous-estimée au moment de la réalisation des structures radiantes. En particulier on devra procéder à la réalisation de mesure du niveau des signaux au droit des points critiques et, de cas en cas, confirmer ou optimiser la solution de projet.

3.10 Galerie de sécurité - Modalité normale

Le tableau qui suit décrit le bilan de puissance en mode de fonctionnement normal:

Downlink - Normal Mode - Safety Gallery			
From BRG (R14) to R16			
		Frequency range [MHz]	450
Transmission Power	Pt [W]		
	Pt [dBm]		20
Cable length	L [m]		769
	alpha		
Attenuation coefficient (Ac)	[dB/100m]		2,20
Longitudinal Loss	Arc [dB]		16,92
N° of connections			14
Insertion Loss of connectors	ILc [dB]		0,07
	IL [dB]		0,94
Power splitter	Aps		0
Coaxial cable length	L [m]		40
Coaxial cable Ac	alpha [dB/100m]		2,76
Radiating cable length in Shelters	L [m]		30
Radiating cable in Shelters Ac	Acl	alpha [dB/100m]	2,9
Radiating cable length in ST	L [m]		10
Radiating cable in Shelters Ac	Acl	alpha [dB/100m]	2,9
		Acl [dB]	2,26
Additional Ac for distance from surface >10cm	Ae	aa [dB]	0
Additional Cl for distance from surface >10cm		Acl [dB]	0
Additional Ac for Dirt & Humidity		aaH [dB]	0,51
Additional Cl for Dirt & Humidity		aaCl [dB]	3
Other Losses		Ol [dB]	8
		Ae [dB]	11,51
Distance between mobile & Radiating cable	d [m]		2
Coupling Loss 95%	c95 [dB]		58

	Total losses [dB]	89,63
Received Power	Pr [dBm]	-69,63
Mobile gain	G [dB]	-2
Mobile Sensibility	Sensibility [dBm]	-103
Safety Margin	Margine [dBm]	31,37

Tableau 4: Bilan de puissance dans la galerie en configuration normale.

Le graphique suivant est reporté le cours du signal le long d'un tronçon de tunnel de 750 m à partir de la station d'amplification du R14 jusqu'au R16.

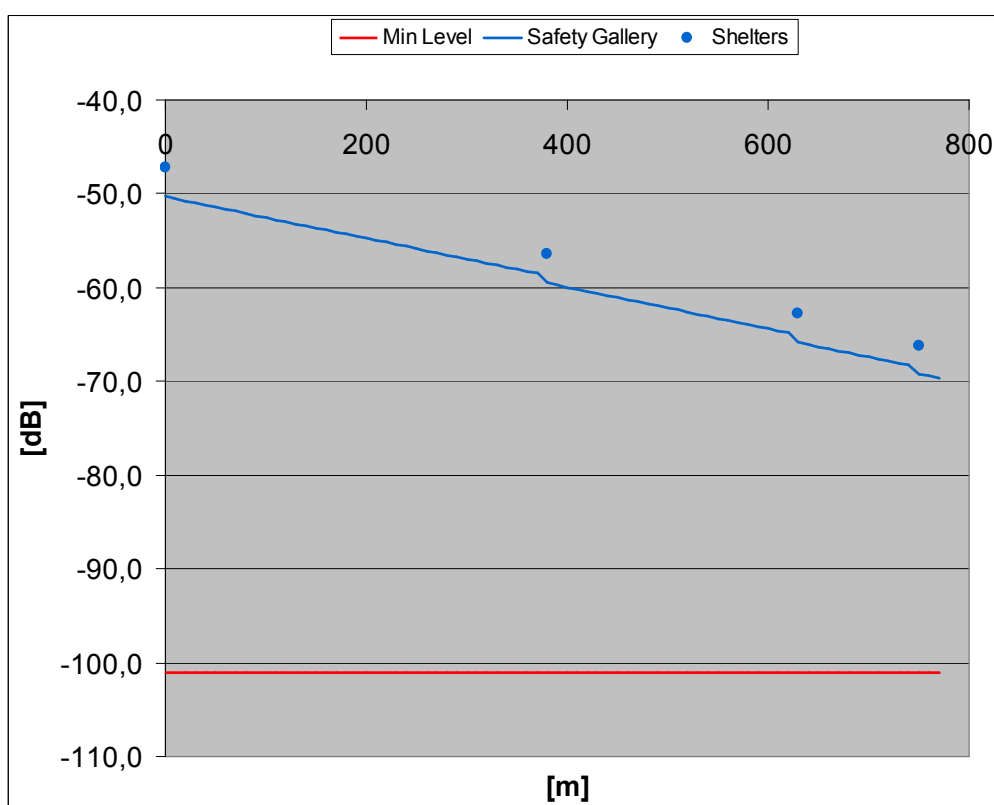


Image 1: Cours du niveau du signal au long de la galerie de sécurité en conditions normaux.

3.11 Galerie de Sécurité - Modalité émergence

Le tableau suivant indique le bilan du tronçon en modalité de fonctionnement d'émergence. Le cas reporté considère l'interruption du câble rayonnant à la pro-

gressive pk= 6 + 500 et l'activation du commutateur à l'abri 16 (R16). L'entier tronçon depuis le R14 au R18 est donc couvert par l'amplificateur du R14.

Downlink - Emergency Mode - Safety Gallery		
From BRG (R14) to R18		
	Frequency range [MHz]	450
Transmission Power	Pt [W] Pt [dBm]	20
Cable length	L [m] alpha	1534
Attenuation coefficient (Ac)	[dB/100m]	2,20
Longitudinal Loss	Arc [dB]	33,75
N° of connections		22
Insertion Loss of connectors	ILc [dB] IL [dB]	0,07 1,48
Power splitter	Aps	0
Coaxial cable length	L [m]	50
Coaxial cable Ac	alpha [dB/100m]	2,76
Radiating cable length in Shelters	L [m]	40
Radiating cable in Shelters Ac	Acl alpha [dB/100m]	2,9
Radiating cable length in ST	L [m]	10
Radiating cable in Shelters Ac	Acl alpha [dB/100m]	2,9
	Acl [dB]	2,83
Additional Ac for distance from surface >10cm	aa [dB]	0
Additional Cl for distance from surface >10cm	Acl [dB]	0
Additional Ac for Dirt & Humidity	aaH [dB]	1,01
Additional Cl for Dirt & Humidity	aaCl [dB]	3
Other Losses	Ol [dB]	8
	Ae [dB]	12,01
Distance between mobile & Radiating cable	d [m]	2
Coupling Loss 95%	c95 [dB]	58
	Total losses [dB]	108,07
Received Power	Pr [dBm]	-88,07
Mobile gain	G [dB]	-2
Mobile Sensibility	Sensibility [dBm]	-103
Safety Margin	Margine [dBm]	12,93

Tableau 5: Bilan du tronçon de la galerie de sécurité en configuration d'urgence.

Le graphique suivant reporte le cours du signal en configuration d'émergence entre le R14 et le R18.

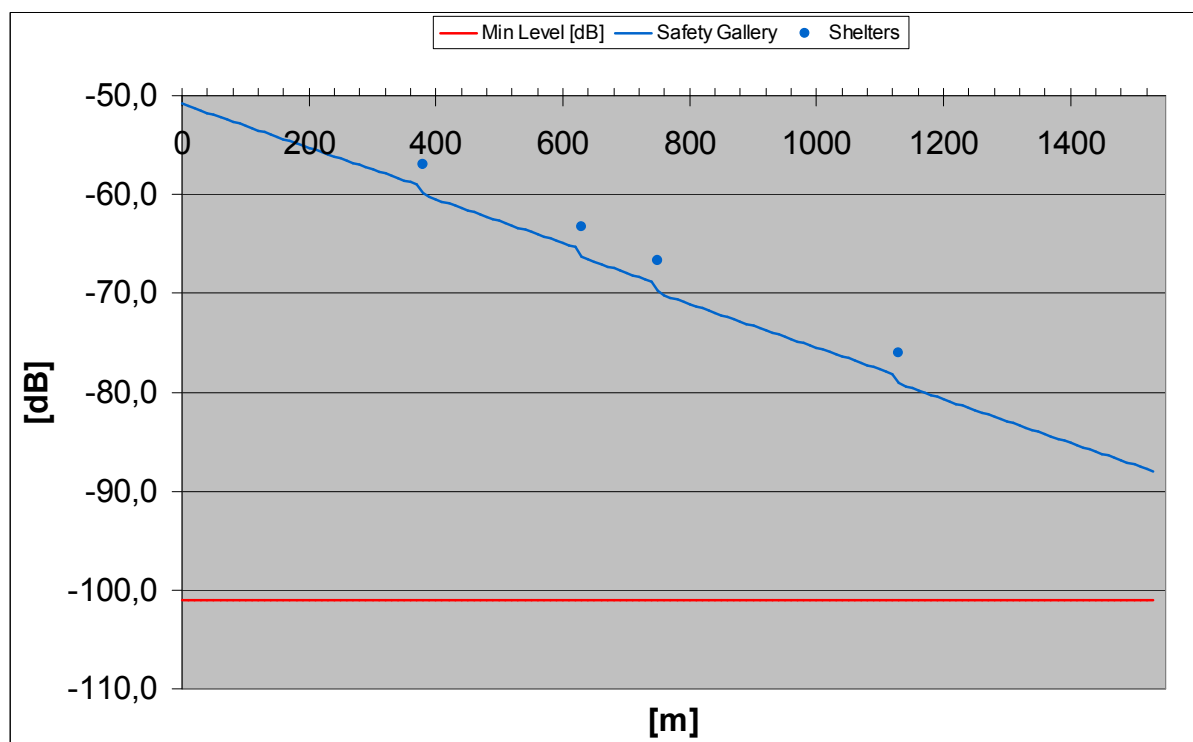


Image 2: Cours du niveau du signal dans la galerie de sécurité en condition d'émergence.

3.12 Tunnel

Le déplacement des stations d'amplification à l'intérieur des abris impose l'allongement des parcours en câble coaxial pour alimenter les câbles rayonnants du tunnel (voir le détail au chapitre 3.14).

La perte maximale de signal due à l'allongement des parcours est estimée en 2 dB.

3.13 Couverture radio des plate-formes et des nouveaux bâtiments

Dans le cadre de la réalisation du système radio pour le tunnel de nouvelles antennes ont été installées sur les deux plate-formes.

3.13.1 Plate-forme Italie

Les antennes sont installées sur le toit de l'usine de ventilation du tunnel. Cette position permet de couvrir toute la plate-forme et, par un relais installé en proximité de la sortie de l'autoroute, il permet la liaison avec les répéteurs de la vallée.

Quelque local réalisé à l'intérieur des nouveaux bâtiments prévus sur la plate-forme Italienne sera enterré, ce qui contribuera à augmenter l'effet de protection du champ rayonné par les antennes sur la plate-forme.

Les nouveaux bâtiments sont constitués de trois modules disposés en ligne. Cette disposition contribuera aussi à l'effet de protection (le troisième bâtiment sera blindé par les premier deux).

On prévoit donc une extension dans le couloir technique au niveau 1'305 de ces bâtiments. L'extension sera constituée par un câble rayonnant de diamètre ½" alimenté par une nouvelle station d'amplification installée à l'intérieur de la ST19.

La station d'amplification devra avoir, pour des raisons techniques et de maintenance, des caractéristiques analogues à celles existantes et décrites dans le cahier des charges.

La liaison de cette station sera effectuée en fibre optique sur l'armoire de l'installation existante installée dans l'usine de ventilation "D". La connexion arrivera sur l'entrée libre du coupleur où sont réunies les stations d'amplification BRG6, BRG7, BRG8 et BRG9 en gaine d'air frais.

3.13.2 Plate-forme France

Les antennes sont installées sur le toit de l'usine de ventilation du tunnel et sur le poteau pour la couverture GSM.

Locaux PRV seront réalisés sur le côté nord-ouest de la plate-forme à une distance d'environ 300 m de l'entrée de la galerie;

Vu le positionnement favorable de ces bâtiments et l'absence d'étages enterrés, on estime qu'une extension de la structure rayonnante ne sera pas nécessaire.

3.14 Modalités de liaison

3.14.1 Abris au droit des amplificateurs

Les stations d'amplification actuellement installées dans la gaine d'air frais du tunnel seront déplacées vers les nouveaux abris de la galerie de sécurité, comme décrit dans le tableau suivant (voir aussi le paragraphe 4.2).

Abri	PM (tunnel)
n° 2	698
n° 6	2103
n° 10	3500
n° 14	4943
n° 18	6440
n° 22	7965
n° 26	9585
n° 30	11033
n° 33	12103

Tableau 6: Position des amplificateurs dans les nouveaux abris.

Trois couples de câbles coaxiaux sortiront de ces abris:

- un couple vers le câble rayonnant en galerie
- un couple vers le câble rayonnant Uplink en gaine AF
- un couple vers le câble rayonnant Downlink en Tunnel

3.14.2 Abris au droit des commutateurs automatiques

Les commutateurs automatiques pour le câble de la galerie de sécurité seront installés dans les abris du tableau suivant. Dans ces abris seront déplacés aussi les commutateurs installés actuellement en gaine AF.

Abri / ST	PM (tunnel)
ST 03	1482
R 08	2822
R 12	4103
ST 09	5574
R 20	7148
ST 13	8826
R 28	10318
R 31	11398

Tableau 7: Position des dispositifs de commutation automatique.

Trois couples de câbles coaxiaux sortiront de ces abris:

- un couple vers le câble rayonnant en galerie
- un couple vers le câble rayonnant Uplink en gaine AF

- un couple vers le câble rayonnant Downlink du tunnel

3.14.3 Autres abris

Les abris et les ST du tableau suivant sont positionnés au milieu entre une station d'amplification et un commutateur automatique.

Abri	PM (galerie)
n° 1	374
n° 3	1142
n° 4	1516
n° 5	1846
n° 7	2541
ST 05	2863
n° 9	3246
n° 11	3921
ST 07	4308
n° 13	4585
n° 15	5351
N° 16	5737
n° 17	6117
n° 19	6866
ST 11	7174
n° 21	7623
n° 23	8439
n° 24	8847
n° 25	9265
n° 27	10027
ST 15	10068
n° 29	10689
ST 17	11418
n° 32	11809
n° 34	12516

Tableau 8: Abris où ni les amplificateurs ni les commutateurs automatiques seront installés.

3.14.4 Connexion avec les câbles rayonnant du tunnel

Comme anticipé dans le paragraphe 1.1.1 les abris ne seront pas tous réalisés exactement au droit des amplificateurs et des commutateurs installés en gaine AF. Cette situation est décrite dans l'image suivante:

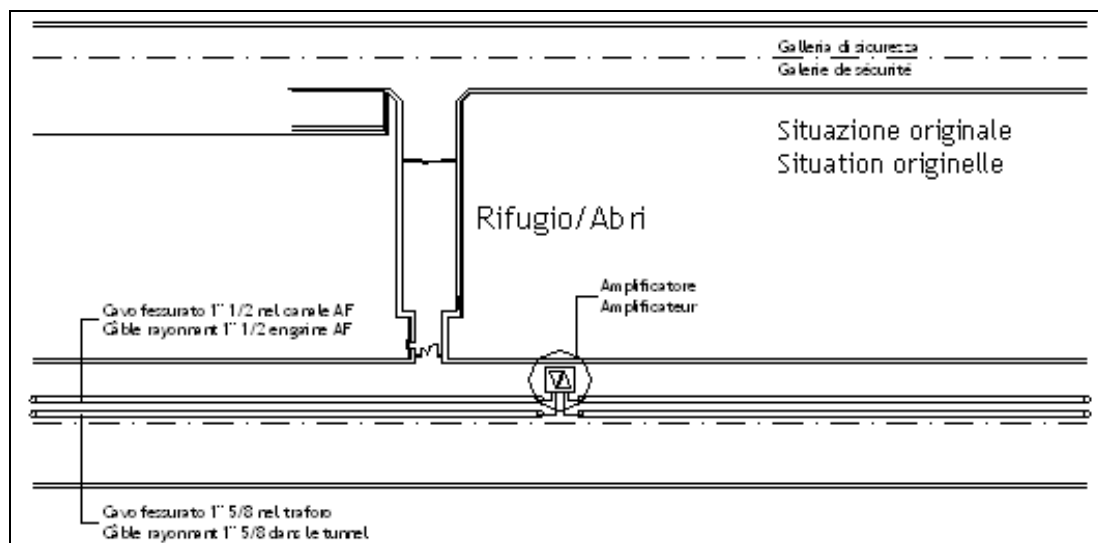


Image 3: Situation d'origine suite à la réalisation des abris.

Sans renoncer au déplacement des amplificateurs et des commutateurs dans les abris et les ST, cette situation amène à un rallongement des lignes parcourues par les signaux dans le tunnel.

On peut concevoir deux façons de connecter les câbles rayonnants du tunnel avec les amplificateurs et les commutateurs déplacés dans les abris:

[A] Remonter la gaine AF avec un câble coaxial jusqu'à rejoindre la position où sont actuellement positionnés les câbles rayonnants:

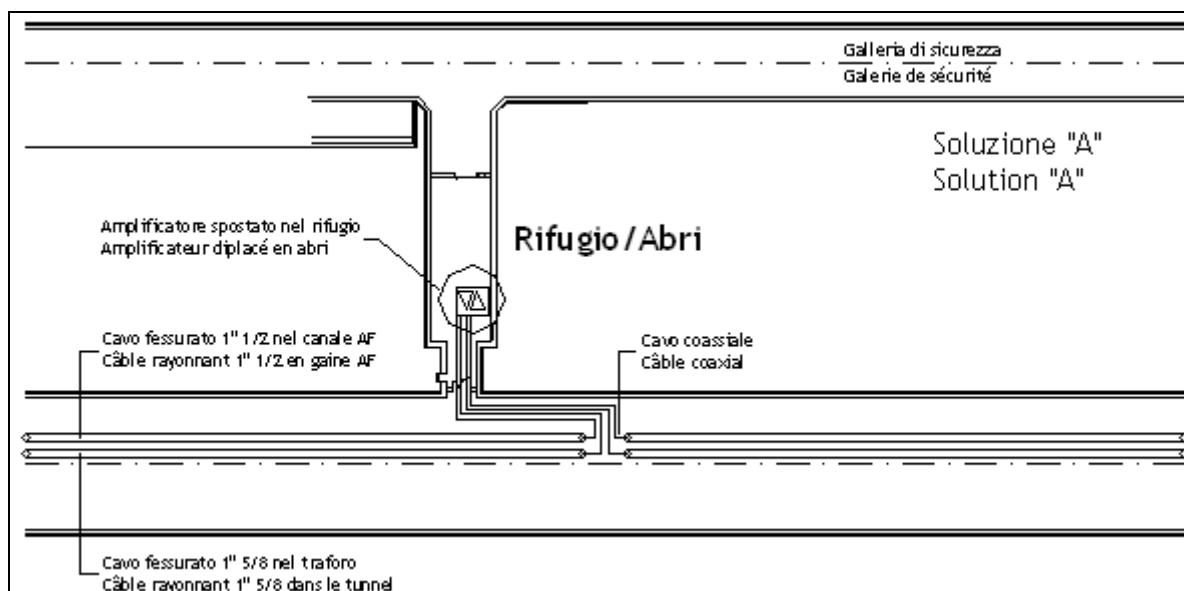


Image 4: Solution A.

[B] Couper les câbles rayonnants exactement au droit des nouveaux abris et connecter entre eux, avec des câbles coaxiaux, les extrémités au droit de leur position de branchement actuel.

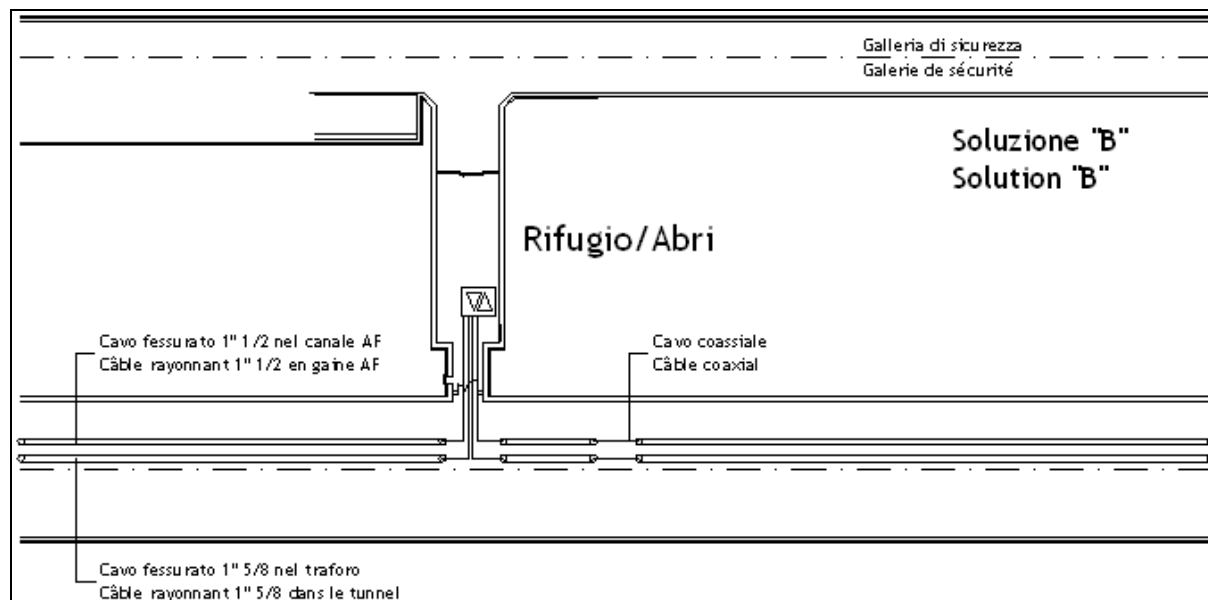


Image 5: Solution B.

La solution [A] demande le rallongement des deux lignes (celles vers l'Italie et celle vers la France). La solution [B] demande le rallongement d'une ligne et le raccourcissement de l'autre et la réalisation d'une coupure des câbles rayonnants en tunnel.

La solution à retenir est choisie au cas par cas sur la base des éléments d'évaluation suivants:

- interdistance (détaillées en Tableau 10 et Tableau 11) entre les abris et les positions d'origine de branchement des câbles rayonnants;
- longueur de câble coaxial d'environ 20m à partir de l'armoire en abri pour rejoindre la gaine AF.

On peut retenir, en principe, qu'une interdistance maximale d'environ 30m demandera la réalisation de la solution [B].

Le tableau suivant détaille donc, pour chaque station d'amplification et pour chaque commutateur automatique, la distance avec l'abri le plus proche, la solution retenue pour la connexion avec l'abri et la perte en dB causée par cette liaison (estimation calculée sur la base d'un câble coaxial ultraflexible 7/8" et d'un coefficient de perte linéaire pour le câble uplink 1"1/2 de 2dB/100m).

Posizione BRG	Posizione Rifugio piu' vicino	Delta	Tratto per uscire dal rifugio	Modo di collegamento	Lunghezza collegamento	Perdita in dB	
PM (traforo)	PM (traforo)	[m]	[m]		[m]	[dB]	
BRG1	800 n° 2	698	102	20	[B]	20	2,60
BRG2	2100 n° 6	2103	3	20	[A]	22,922	0,63
BRG3	3479 n° 10	3500	21	20	[A]	41,069	1,13
BRG4	4865 n° 14	4943	78	20	[B]	20	2,11
BRG5	6440 n° 18	6440	0	20	[A]	20,013	0,55
BRG6	8016 n° 22	7965	51	20	[B]	20	1,57
BRG7	9598 n° 26	9585	13	20	[A]	32,51	0,90
BRG8	11035 n° 30	11033	2	20	[A]	21,51	0,59
BRG9	12134 n° 33	12103	31	20	[B]	20	1,16

Posizione Commutatori automatici	Posizione Rifugio piu' vicino	Delta	Tratto per uscire dal rifugio	Modo di collegamento	Lunghezza collegamento	Perdita in dB	
PM (traforo)	PM (traforo)	[m]	[m]		[m]	[dB]	
COM1	1503 ST 03	1482	21	20	[A]	41,078	1,13
COM2	2803 n° 8	2822	19	20	[A]	38,569	1,06
COM3	4155 n° 12	4103	52	20	[B]	20	1,60
COM4	5600 ST 09	5574	26	20	[A]	45,537	1,26
COM5	7210 n° 20	7148	62	20	[B]	20	1,79
COM6	8822 ST 13	8826	4	20	[A]	24,49	0,68
COM7	10302 n° 28	10318	16	20	[A]	35,59	0,98
COM8	11400 n° 31	11398	2	20	[A]	21,61	0,60

Tableau 9: Modalité de connexion des câbles rayonnants en tunnel et estimation de la perte de puissance.

Les données et les modalités de connexion décrites dans le Tableau 9 devront être confirmées par les mesures de champs à exécuter avant le début des travaux.

3.15 Modalités de fonctionnement

Les modalités de fonctionnement du système ne subiront aucune variation par rapport à la situation actuelle, décrite dans le paragraphe 2.3.

3.15.1 Fonctionnement en mode normal

Quand aucun élément du système n'est hors service, le fonctionnement du système est dit en mode normal.

3.15.2 Fonctionnement en mode dégradé

Les commutateurs automatiques surveillent continuellement les signaux pilotes diffusés par les stations d'amplification dans les bandes de fréquences suivantes:

- 80MHz

- 150MHz
- 400MHz
- 450MHz

Dès que le signal n'est plus reçu, suite par exemple à un défaut de l'amplificateur ou à une coupure dans le tronçon de câble rayonnant, ils connectent le tronçons de câble en défaut avec le tronçon à côté, permettant ainsi d'assurer la continuité de transmission.

4. PHASES D'INSTALLATION

La réalisation de l'infrastructure de diffusion radio en galerie de sécurité se fera en cinq phases.

4.1 Première phase: Installation dans la galerie

La première phase suivra le chantier de réalisation des équipements de la galerie. Pendant cette phase on installera les supports pour le câble rayonnant et le câble lui-même, on déroulera le nouveau câble en fibre optique pour réaliser le nouveau réseau de transmission. La phase se terminera par le branchement temporaire des câbles coaxiaux issus des extrémités de câble rayonnant pour les protéger avant leur connexion sur les armoires d'amplification définitives.

Cette phase n'aura aucune conséquence ni sur l'exploitation du tunnel routier ni sur le fonctionnement régulier du système radio du tunnel.

Pendant cette phase le système radio de la galerie ne sera pas encore exploitable.

4.2 Deuxième phase: déplacement des armoires amplificatrices et mise en service

Cette phase consiste dans le déplacement progressif des armoires d'amplification dans les abris et les ST.

Les armoires seront déplacées une par une, de façon à ne pas perturber le système (à la déconnexion d'une armoire les autocommutateurs interviendront et aucune zone noire ne sera créée dans le tunnel).

Les incidences de cette phase sur l'exploitation du tunnel routier seront celles d'une intervention normale en gaine d'air frais, avec déplacement de matériel électronique. Les travaux seront réalisés en suivant les procédures prévues.

Une fois déconnectés les câbles rayonnants, les fibres optiques et l'alimentation, les armoires amplificateurs pourront être installées dans les nouveaux abris.

Les extrémités de fibres optiques libres seront connectées sur un rack temporaire.

A partir de là une connexion temporaire en fibre optique sera effectuée entre l'armoire et le rack installé en gaine d'air frais, pour permettre la remise en service de l'armoire amplificateur (via les fibres en gaine d'air frais).

A ce stade, les câbles coaxiaux issus des extrémités du câble rayonnant de la galerie pourront être connectés à l'armoire pour l'allumage radio progressif de la galerie de sécurité.

Pour les abris où la liaison avec les câbles rayonnant du tunnel sera faite selon la modalité [B] décrite en 3.14.4, seront réalisées dans cette phase les activités suivantes:

- sectionnement des câbles rayonnant au droit du refuge;
- connexion par câble coaxial des bouts de câbles rayonnant ou droit de la position originale des BRG dans la gaine AF.

Pour les abris où on procédera avec la modalité [A] seront installés dans cette phase les câbles coaxiaux pour la liaison entre les armoires, désormais placés dans les abris, et les extrémités des câbles rayonnants (uplink et downlink du tunnel) dans la gaine d'air frais.

Le tableau suivant décrit les distances entre la position d'origine des armoires d'amplifications (BRG) en gaine AF et les abris les plus proches.

Posizione BRG		Posizione Rifugio piu' vicino		Delta
PM (traforo)		PM (traforo)		[m]
BRG1	800	n° 2	698	102
BRG2	2100	n° 6	2103	3
BRG3	3479	n° 10	3500	21
BRG4	4865	n° 14	4943	78
BRG5	6440	n° 18	6440	0
BRG6	8016	n° 22	7965	51
BRG7	9598	n° 26	9585	13
BRG8	11035	n° 30	11033	2
BRG9	12134	n° 33	12103	31

Tableau 10: Position des BRG en gaine AF et des abris plus proches.

A ce stade les câbles coaxiaux connectés aux câbles rayonnants de la galerie pourront être connectés sur les BRG pour l'activation progressive du rayonnement radio en galerie.

Une fois que toutes les stations amplificatrices seront déplacées dans les abris et connectées soit avec les racks temporaires, soit avec le câble rayonnant de la galerie, le système radio de la galerie de sécurité sera opérationnel.

4.3 Deuxième phase bis: déplacement des coffrets autocommutateurs

Une fois la deuxième phase terminée on pourra déplacer progressivement les coffrets autocommutateurs, actuellement installés en gaine AF, dans les abris.

Cette phase demandera un rallongement des câbles coaxiaux pour la connexion des autocommutateurs avec les extrémités des câbles rayonnant.

Le tableau suivant décrit la position des coffrets d'auto-commutation et les positions des abris et des ST plus proches.

Posizione Commutatori automatici		Posizione Rifugio piu' vicino		Delta
PM (traforo)		PM (traforo)		[m]
COM1	1503	ST 03	1482	21
COM2	2803	n° 8	2822	19
COM3	4155	n° 12	4103	52
COM4	5600	ST 09	5574	26
COM5	7210	n° 20	7148	62
COM6	8822	ST 13	8826	4
COM7	10302	n° 28	10318	16
COM8	11400	n° 31	11398	2

Tableau 11: Position des coffrets autocommutateurs en gaine AF et des abris les plus proches.

Pendant tout le temps de déconnexion de chaque coffret autocommutateur, le système radio ne sera pas sécurisé sur le tronçon concerné.

La préparation correcte de l'intervention permettra son déroulement en quelques heures sans apporter d'interruptions au fonctionnement normal du système.

4.4 Troisième phase: réglages

Un réglage des niveaux des signaux sera nécessaire à ce stade ainsi qu'une observation attentive des zones de couverture, pour éviter des interférences entre les câbles rayonnants du tunnel et celui de la galerie.

Dans ce but, une liste des zones délicates sera établie.

Ces zones seront observées pendant un laps de temps suffisamment long.

4.5 Quatrième phase: sécurisation

Cette phase demandera une mise hors service complète du système radio pour une durée de quelques heures. Dans le but de réduire au maximum les interférences avec la gestion du tunnel, l'intervention devra faire l'objet d'une préparation attentive et détaillée.

Cette phase ne pourra débuter qu'une fois que la phase précédente aura démontré l'absence d'interférences. Pour connecter le système sur le réseau fibre optique dans la galerie il sera nécessaire de:

1. débrancher le câble fo *gaine AF* des coupleurs RF aux têtes
2. brancher le câble fo galerie aux coupleurs RF aux têtes
3. débrancher les armoires amplificatrices des fibres connectées aux racks provisoires pour les brancher sur le câble fo de la galerie

5. INTERFACES AVEC LES AUTRES EQUIPEMENTS

Les travaux objet du présent rapport se présentent comme une extension de la structure rayonnante d'un système existant. Les principales interfaces seront donc

vers l'installation radio du tunnel (connexion des câbles coaxiaux et des fibres optiques).

Les installations objet du présent rapport devront de plus s'interfacer complètement avec le réseau de supervision du système radio du tunnel. En particulier en ce qui concerne l'état des commutateurs automatiques.

Les interfaces avec les autres installations de la galerie de sécurité seront limitées à l'alimentation électrique.

6. CALENDRIER DE REALISATION PREVISIBLE

6.1 Mesures

Les mesures de champ électromagnétiques préalables (définies dans le cahier des charges) pourront être conduites au terme des travaux de génie civil et, pour la part qui concerne les nouveaux bâtiments, suite à la réalisation des bâtiments mêmes.

6.2 Montages

Le temps considéré pour les montages est de 15 mois à partir de la fin des travaux de génie civil, prévu dans la deuxième partie du 2011.

Le programme de détail des travaux sera défini et confirmé en phase exécutive en coordination avec la Maîtrise d'Oeuvre et les entreprises exécutrices des autres équipements.

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

6.3 Mise en service

Au terme de l'installation sera exécutée la mise en service du système dans une période de deux mois, à compter du terme des 15 mois prévus pour les montages.

L'entrepreneur devra en plus collaborer au déroulement des essais globaux de fonctionnement de l'ensemble des équipements du tunnel et de la galerie de sécurité. Ceux ci se dérouleront pendant les trois mois qui suivent la mise en service.

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