

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

PROGETTO DEFINITIVO 2006

STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE

PARTE II - DESCRIZIONE DELL'OPERA

 **LOMBARDI SA**  
INGENIEURS-CONSEILS

 **SITEC** engineering s.r.l.

Dr Agr Angèle Barrel



## INDICE

	pagina
1. LA SITUAZIONE ATTUALE	4
1.1 Introduzione	4
1.2 Localizzazione e geometria	4
1.3 Opere civili	4
1.4 Le opere per la sicurezza	5
1.5 Cavidotti e cavi	7
1.6 Ventilazione	7
2. TRAFFICO SITUAZIONE ATTUALE	9
2.1 Base informativa	9
2.2 Veicoli equivalenti	9
2.3 Flussi di traffico	10
2.3.1 Periodo 1999 - 2002	10
2.3.2 Anno 2003	12
2.3.3 Periodo 2004 - 2006	14
2.4 Reports riepilogativi	19
2.4.1 Traffico Totale Annuale	19
2.4.2 Medie Giornaliere Annuali e Mensili	20
3. VINCOLI E PRESCRIZIONI ALLA PROGETTAZIONE DELLA GALLERIA DI SICUREZZA E DELLE OPERE ANNESSE LATO ITALIA	22
3.1 Vincoli territoriali e ambientali	22
3.2 Vincoli urbanistici	22
3.3 Vincoli imposti dalla natura dei luoghi	23
4. NORME TECNICHE	25
4.1 Normativa ambientale	25
4.2 Normativa tecnica	29
5. DESCRIZIONE DELLE LE OPERE IN PROGETTO	31
5.1 Le varianti sostanziali al progetto definitivo del 2005	31
5.2 Descrizione Generale dei lavori	31
5.3 La galleria di sicurezza	32
5.3.1 Scelta della sezione della galleria di sicurezza	34
5.4 I rifugi di sicurezza	34
5.5 Le stazioni tecniche (ST) e le centrali di ventilazione della galleria	36
5.6 I By-pass	38
5.7 Il laboratorio sotterraneo di Modane	39

5.8	Le opere ai portali -lato Francia	39
5.9	Le opere ai portali -lato Italia	40
5.10	Impianti - Ventilazione della galleria di sicurezza	40
5.11	Impianto rete incendio	43
5.12	Impianto alimentazione elettrica	43
5.13	Impianto di illuminazione	44
5.14	Impianto video	45
5.15	Impianto radio	45
5.16	Impianto di chiamata di emergenza RAU	46
5.17	Impianto rilevamento incendio	46
5.18	Porte e controllo accessi	46
5.19	Impianto telefonico	47
5.20	Gestione tecnica centralizzata, supervisione e reti di comunicazione	47
5.21	Segnaletica	47
5.22	Sonorizzazione	48
6.	DESCRIZIONE DELLE MODALITA DI REALIZZAZIONE	49
6.1	Procedimenti esecutivi della Galleria di sicurezza	49
6.2	I rifugi di sicurezza, le stazioni tecniche (ST) e centrali di ventilazione della galleria e i by-pass	50
6.3	Le opere ai portali -lato Italia	51
6.3.1	I nuovi edifici	51
6.3.2	Sistemazione centrale di ventilazione esistente	52
6.3.3	Sistemazione paesaggistica delle aree circostanti	53
6.3.4	Nuovo portale traforo con allargamento del viadotto	53
7.	CANTIERIZZAZIONE	54
7.1	Cantieri - Lato Italia	54
8.	ANALISI DELLE ALTERNATIVE	56
8.1	L'opzione zero	56
8.2	Alternative strutturali esaminate nelle varie fasi progettuali	57
8.2.1	Alternative esaminate nello studio di fattibilità del 2001	57
8.2.2	Alternative analizzate dal progetto preliminare del 2002	57
8.2.3	Alternative analizzate nell'allegato 6.1. ad integrazione del progetto preliminare del 2002	58
8.2.4	Alternative analizzate dallo studio "ottimizzazione diametro interno" del 2006	59
9.	STIMA DEI MATERIALI DI SCAVO - LATO ITALIA	61
10.	LE ALTERNATIVE DEI SITI DI STOCCAGGIO DELLO SMARINO	62

10.1 Deposito a monte dell'imbocco del traforo	62
10.2 Deposito in località La Maddalena	68
10.3 Conferimento in discariche private	72
10.3.1 Discarica Cantalupo	72
10.3.2 Discarica Pianbarale	74
10.4 Riutilizzo dello smarino in siti idonei esterni alla valle di susa	76
10.5 Analisi di confronto delle alternative relative ai siti di stoccaggio	77
11. MODALITÀ E TEMPI DI ATTUAZIONE	78
11.1 Individuazione delle attività di progetto	78
11.1.1 Attività preliminari	78
11.1.2 Fase di costruzione	78
11.1.3 Fase di recupero	78
11.1.4 Fase di esercizio	78
11.2 La programmazione dei lavori	78
12. ANALISI RAPPORTO COSTO/BENEFICI	81
12.1 Stima dei costi	81
12.2 Stima dei benefici	82

## **1. LA SITUAZIONE ATTUALE**

### **1.1 Introduzione**

Il Traforo alpino del Fréjus registra attualmente un traffico giornaliero medio di 7.832 veicoli. Dalla sua apertura, nel luglio del 1980, il traffico si è incrementato in modo costante, proporzionalmente ai flussi commerciali che transitano attraverso le Alpi. La situazione geografica della Maurienne e della Val di Susa spiega in gran parte tale crescita. Infatti, le due valli si presentano come le vie più dirette per collegare due grandi poli economici, vale a dire la Rhône-Alpes ed il Piemonte. Il traforo del Fréjus è collegato direttamente alla rete autostradale italiana. Sul versante francese, la messa in esercizio completa dell'autostrada della Maurienne (apertura al traffico dell'ultima tratta nel luglio 2000) assicura il collegamento con la rete francese, rafforzando il ruolo transnazionale dell'infrastruttura.

### **1.2 Localizzazione e geometria**

Il traforo del Fréjus, aperto al traffico il 12 luglio 1980, collega il comune di Modane in Francia con il comune di Bardonecchia in Italia attraverso un traforo bidirezionale lungo 12,985 km.

Gli imbocchi francese ed italiano sono situati ad altitudini prossime, rispettivamente a 1.228 ed a 1.297 m s.l.m. Il profilo longitudinale presenta quindi una pendenza unica (+ 0,54% nella direzione Francia - Italia). Il tracciato planimetrico comporta curve e tratte in rettilineo: le curve hanno un raggio di 2.000 m, tranne agli imbocchi dove il raggio è di 600 m. La carreggiata è inoltre caratterizzata da una pendenza trasversale unica dell'1,5%, discendente da Est ad Ovest (da sinistra verso destra nella direzione Francia - Italia) nelle tratte in rettilineo e del 3% in curva.

### **1.3 Opere civili**

Il traforo del Fréjus è caratterizzato da due corsie di marcia di 3,55 m che presentano una larghezza percorribile tra i marciapiedi di 9 m. Il traffico può procedere nelle due direzioni, anche con un veicolo fermo.

La sagoma massima autorizzata è di 4,30 m di altezza con un'altezza limite sotto la contro-soffittatura di 4,54 m (4,48 m nel punto più basso, all'estremità francese del traforo nella direzione Italia - Francia).

La sezione del traforo adibita al traffico è di 46 m<sup>2</sup>.

La larghezza totale libera tra la base dei piedritti è di 10,10 m in sezione corrente.

La figura 2.3.A presenta la sezione trasversale tipo del traforo. Da Est ad Ovest sono presenti:

- un marciapiede di 0,50 m di larghezza e di 0,15 m di altezza;
- una banchina laterale di 0,65 m di larghezza;
- due corsie di circolazione di 3,55 m separate da una doppia linea centrale continua bianca da 0,60 m;
- una banchina laterale di 0,65 m di larghezza;
- un marciapiede di 0,60 m di larghezza e di 0,15 m di altezza.

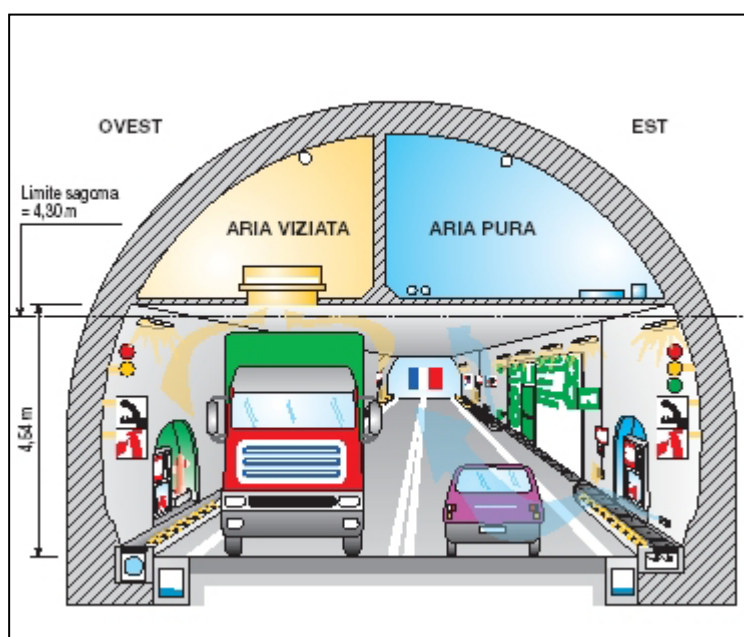


Fig. 2.3.A Sezione tipo del tunnel

## 1.4 Le opere per la sicurezza

### 1.4.1.1 Luoghi sicuri per l'inversione di marcia

Il traforo comprende, dall'imbocco francese alla progressiva 2,2 - 4,1 - 6,4 - 8,8 - 10,8:

- cinque piazzole costituite da uno slargo di 2 m della sezione corrente per una lunghezza totale di 40,0 m, e cioè una larghezza totale tra i piedritti di 12,10 m.
- cinque cavità perpendicolari all'asse longitudinale del traforo di 15 m di lunghezza e 8,0 m di larghezza, situate sul piedritto opposto dei luoghi sicuri.

#### 1.4.1.2 Luoghi sicuri

Il traforo è dotato di 8 luoghi sicuri ventilati e pressurizzati (l'aria fresca proviene dall'esterno attraverso un canale dedicato posizionato all'interno della condotta di ventilazione dell'aria fresca). A breve saranno disponibili altri 3 luoghi sicuri ed una condotta d'aria fresca dedicata per la pressurizzazione e ventilazione di tutti gli 11 luoghi sicuri. Essi sono protetti da due porte tagliafuoco e consentono di mettere al sicuro numerosi utenti (superficie di circa 20 m<sup>2</sup>); si trovano ad una interdistanza di 1.500 m circa.

Sei luoghi sicuri hanno un accesso diretto con il condotto dell'aria fresca, e permetteranno l'evacuazione degli utenti sotto la guida del personale addetto o dei soccorsi pubblici.

Altri due luoghi sicuri (n. 3 e n. 6) sono ricavati nelle gallerie di accesso alle centrali di ventilazione interne nel lato francese ed italiano. Essi sono ventilati con aria fresca proveniente direttamente dai pozzi di ventilazione delle relative centrali.

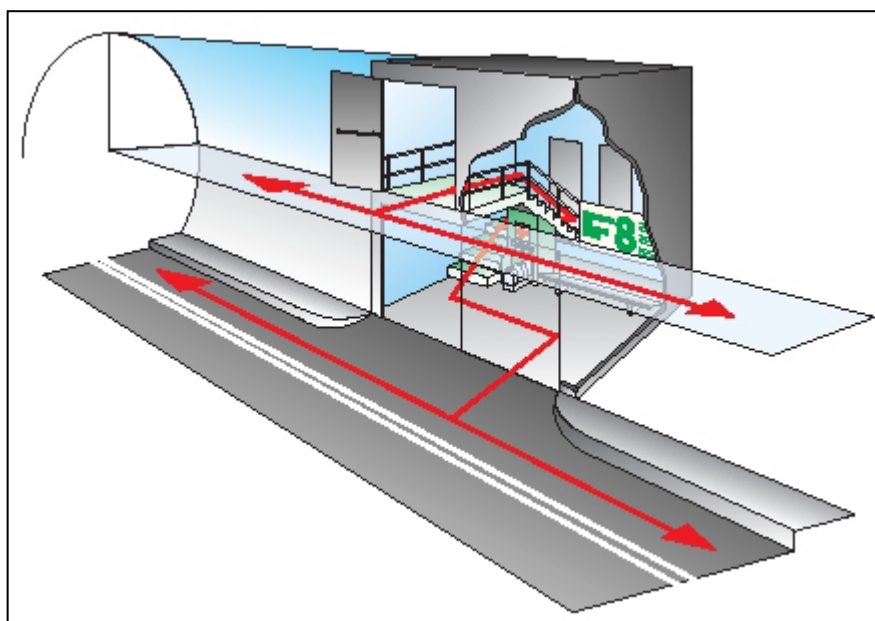


Fig. 2.4.A Luogo sicuro

#### 1.4.1.3 Nicchie di sicurezza

Cento nicchie SOS sono posizionate ogni 250 m circa nei due sensi di circolazione. Ogni impianto è installato in una nicchia illuminata ed individuabile attraverso un cartello luminoso. Destinata espressamente agli utenti, ogni nicchia è dotata di:

- un telefono che consente il collegamento immediato con il regolatore del traffico, anche a mani libere tramite il pulsante di emergenza (registrazione audio e video della comunicazione);
- due estintori di pronto intervento.

#### **1.4.1.4 Pulsanti SOS**

Installati ogni 20 m circa su ogni piedritto, posizionati sopra gli oblò luminosi di allineamento, permettono agli utenti di avvertire tempestivamente il regolatore in caso di emergenza.

### **1.5 Cavidotti e cavi**

I cavi e relativi cavidotti e canaline porta cavi sono installati come segue:

- nel cavidotto sotto il marciapiede Est:
  - n. 1 cavo in fibra ottica da 72 fibre.
- nel cavidotto sotto il marciapiede Ovest:
  - la condotta antincendio.
- lungo ciascuno dei piedritti appena sotto la soletta:
  - cavi di alimentazione dei corpi illuminanti;
  - un cavo fessurato per l'impianto radio.
- nel canale dell'aria fresca, nelle relative canaline porta cavi:
  - i cavi da 20.000 V alimentati da EDF;
  - i cavi da 20.000 V alimentati da ENEL;
  - il cavo coassiale della radiotrasmissione di soccorso;
  - il cavo BF 19 quarte di telecomunicazione tra Modane e Bardonecchia;
  - i cavi di alimentazione BT;
  - il cavo di teletrasmissione a 12 fibre e 1 cavo coassiale televisivo (video sorveglianza);
  - 1 cavo di teletrasmissione da 72 fibre 21 pollici 9/10;
  - 3 cavi termosensibili;
  - 1 cavo a 6 fibre ottiche per comando serrande estrazione fumo.

### **1.6 Ventilazione**

Il traforo ha un sistema di ventilazione pseudo-trasversale con condotta per la mandata d'aria fresca e condotta per l'aspirazione d'aria viziata su tutta la lunghezza del traforo.

#### **1.6.1.1 Aria fresca**

La ventilazione semi-trasversale consiste nell'assicurare una diffusione regolare dell'aria fresca lungo tutto il traforo, attraverso la condotta dell'aria fresca, che è collegata a 2.860 bocchette ripartite sul piedritto Est a 50 cm di altezza dal marciapiede ad



interasse di 4,5 m circa. La velocità longitudinale media dell'aria, nella sezione della zona d'incendio, è limitata a 1,5 m/s. Tenuto conto della differenza di pressione agli imbocchi ( $\pm 300 \text{ Pa}^5$  nel 95% dei casi) è difficile limitare tale velocità.

L'alimentazione d'aria fresca viene gestita da sensori per il controllo dell'atmosfera che ne misurano l'opacità, la velocità del vento ed il tasso in monossido di carbonio.

#### **1.6.1.2 Principio di ventilazione di estrazione aria viziata in caso d'incendio**

L'estrazione dei fumi di un eventuale incendio su una tratta di 2.400 m (10 serrande), è effettuata da un ventilatore; un secondo ventilatore è disponibile per lo stesso tronco. Se questi non dovessero funzionare, subentrano i 2 ventilatori del tronco adiacente, essendo l'uno in soccorso dell'altro. Il principio di estrazione dei fumi è fatto attraverso delle serrande motorizzate di  $1,0 \text{ m}^2$  (800 mm x 1.250 mm) telecomandate a distanza. Queste serrande sono installate su tutta la lunghezza del traforo nella soletta lato Ovest (condotta aria viziata) ad un'interdistanza di 130 m circa. Esse sono associate ad una nicchia SOS.

Il principio di estrazione dei fumi consiste nell'aspirarli attraverso 10 serrande di estrazione fumi, situate, a seconda dei casi, a monte o a valle della zona d'incendio. Le serrande sono comandate a distanza. I fumi vengono aspirati dai ventilatori situati nella centrale coinvolta, e vengono spinti fuori dal traforo attraverso i camini. Il sistema consente di concentrare le capacità di aspirazione nella zona dell'incendio e di estrarre i fumi, prima che si destratificano.

## 2. TRAFFICO SITUAZIONE ATTUALE

### 2.1 Base informativa

Per le elaborazioni riportate nel seguito, sono stati utilizzati i dati sui flussi di traffico disponibili sul sito [www.sitaf.it](http://www.sitaf.it) e in formato cartaceo dalla stessa SITAF Spa.

Il periodo di analisi è compreso tra il mese di gennaio del 1998 ed il mese di agosto del 2006.

La tipologia di informazioni a disposizione è stata la seguente:

- traffico mensile, aggregato nelle due direzioni (Italia-Francia e Francia-Italia) e suddiviso in veicoli leggeri e veicoli pesanti, per gli anni 1998, 1999, 2000, 2001 e 2002;
- traffico mensile, suddiviso nelle due direzioni (Italia-Francia e Francia-Italia) e suddiviso in veicoli leggeri e veicoli pesanti per l'anno 2003;
- traffico mensile, suddiviso nelle due direzioni (Italia-Francia e Francia-Italia) e suddiviso in veicoli leggeri, veicoli pesanti (bus esclusi) e bus per gli anni 2004, 2005 e 2006.

### 2.2 Veicoli equivalenti

Per valutare la reale entità del traffico, è stato introdotto un coefficiente di conversione per i veicoli pesanti (TIR, bus, ecc...), allo scopo di valutarne l'equivalente in autovetture.

Sulla base di quanto indicato dall'HCM (Highway Capacity Manual) del 2000 ed in funzione della geometria dell'infrastruttura in oggetto, tale coefficiente è stato posto pari a 1,5:

Ne consegue:

$$\text{veicoli equivalenti} = \text{veicoli leggeri} + 1,5 \cdot \text{veicoli pesanti}$$

## 2.3 Flussi di traffico

### 2.3.1 Periodo 1999 - 2002

Traffico complessivo nelle due direzioni					
<b>Veicoli Leggeri</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
Gennaio	45.122	55.275	100.706	78.694	81.836
Febbraio	38.989	45.824	90.101	69.573	73.150
Marzo	44.888	57.350	105.613	78.169	79.028
Aprile	53.977	83.295	122.237	102.556	76.896
Maggio	50.300	71.855	76.160	83.774	71.079
Giugno	43.829	67.099	76.097	81.953	65.131
Luglio	69.982	105.799	125.475	131.434	102.392
Agosto	102.968	149.749	160.318	175.976	143.795
Settembre	48.960	77.960	86.466	94.328	72.637
Ottobre	42.351	73.726	74.541	75.650	62.002
Novembre	37.788	71.111	63.986	67.617	57.004
Dicembre	50.960	96.237	84.150	82.453	68.070
<b>Totale</b>	<b>630.114</b>	<b>955.280</b>	<b>1.165.850</b>	<b>1.122.177</b>	<b>953.020</b>

Fonte: SITAF Spa

Traffico complessivo nelle due direzioni					
<b>Veicoli Pesanti</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
Gennaio	66.501	61.947	119.408	135.971	132.030
Febbraio	67.770	75.687	138.737	129.026	130.903
Marzo	73.635	95.771	155.171	143.713	144.842
Aprile	70.666	132.052	129.851	132.414	134.294
Maggio	64.252	122.926	139.609	139.150	132.951
Giugno	69.704	134.512	123.518	134.289	129.165
Luglio	67.256	127.830	133.506	133.169	129.326
Agosto	35.370	76.914	87.024	82.554	73.878
Settembre	69.000	134.181	131.949	126.725	120.241
Ottobre	71.197	140.310	141.768	143.092	131.487
Novembre	66.031	140.747	139.017	137.180	116.537
Dicembre	51.786	127.934	113.694	111.584	100.100
<b>Totale</b>	<b>773.168</b>	<b>1.370.811</b>	<b>1.553.252</b>	<b>1.548.867</b>	<b>1.475.754</b>

Fonte: SITAF Spa

Traffico complessivo nelle due direzioni					
<b>Veicoli Equivalenti</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
Gennaio	144.874	148.196	279.818	282.651	279.881
Febbraio	140.644	159.355	298.207	263.112	269.505
Marzo	155.341	201.007	338.370	293.739	296.291
Aprile	159.976	281.373	317.014	301.177	278.337
Maggio	146.678	256.244	285.574	292.499	270.506
Giugno	148.385	268.867	261.374	283.387	258.879
Luglio	170.866	297.544	325.734	331.188	296.381
Agosto	156.023	265.120	290.854	299.807	254.612
Settembre	152.460	279.232	284.390	284.416	252.999
Ottobre	149.147	284.191	287.193	290.288	259.233
Novembre	136.835	282.232	272.512	273.387	231.810
Dicembre	128.639	288.138	254.691	249.829	218.220
<b>Totale</b>	<b>1.789.866</b>	<b>3.011.497</b>	<b>3.495.728</b>	<b>3.445.478</b>	<b>3.166.651</b>

Fonte: SITAF Spa

### 2.3.2 Anno 2003

2003			
Veicoli Leggeri	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo
Gennaio	34.531	31.149	65.680
Febbraio	30.256	29.175	59.431
Marzo	31.542	38.327	69.869
Aprile	39.674	36.866	76.540
Maggio	32.147	31.616	63.763
Giugno	32.765	31.588	64.353
Luglio	55.334	42.004	97.338
Agosto	60.404	74.617	135.021
Settembre	30.028	34.698	64.726
Ottobre	28.531	28.317	56.848
Novembre	23.764	25.058	48.822
Dicembre	30.146	33.354	63.500
<b>Totale</b>	<b>429.122</b>	<b>436.769</b>	<b>865.891</b>

Fonte: SITAF Spa

2003			
Veicoli Pesanti	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo
Gennaio	57.084	55.678	112.762
Febbraio	58.366	56.838	115.204
Marzo	59.064	58.121	117.185
Aprile	55.347	54.942	110.289
Maggio	52.669	52.485	105.154
Giugno	52.645	53.108	105.753
Luglio	53.813	54.475	108.288
Agosto	30.095	31.585	61.680
Settembre	53.635	54.540	108.175
Ottobre	57.427	56.419	113.846
Novembre	49.704	49.582	99.286
Dicembre	45.675	44.165	89.840
<b>Totale</b>	<b>625.524</b>	<b>621.938</b>	<b>1.247.462</b>

Fonte: SITAF Spa

Veicoli Equivalenti	2003		Complessivo
	Francia - Italia	Italia - Francia	
Gennaio	120.157	114.666	234.823
Febbraio	117.805	114.432	232.237
Marzo	120.138	125.509	239.647
Aprile	122.695	119.279	241.974
Maggio	111.151	110.344	221.494
Giugno	111.733	111.250	222.983
Luglio	136.054	123.717	259.770
Agosto	105.547	121.995	227.541
Settembre	110.481	116.508	226.989
Ottobre	114.672	112.946	227.617
Novembre	98.320	99.431	197.751
Dicembre	98.659	99.602	198.260
<b>Totale</b>	<b>1.367.408</b>	<b>1.369.676</b>	<b>2.731.084</b>

Fonte: SITAF Spa

2.3.3 *Periodo 2004 - 2006*

Veicoli Leggeri	2004			2005			2006		
	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo
Gennaio	33.495	30.427	63.922	34.764	31.885	66.649	31.611	28.466	60.077
Febbraio	30.095	29.994	60.089	30.194	28.756	58.950	31.515	30.286	61.801
Marzo	31.012	30.389	61.401	36.517	36.207	72.724	30.053	31.103	61.156
Aprile	39.745	38.315	78.060	35.018	33.112	68.130	41.088	37.190	78.278
Maggio	32.257	31.428	63.685	30.047	30.405	60.452	30.804	31.966	62.770
Giugno	29.860	28.302	58.162	3.448	4.022	7.470	30.132	28.707	58.839
Luglio	56.222	43.360	99.582	0	0	0	58.686	43.314	102.000
Agosto	57.289	71.503	128.792	43.717	59.734	103.451	57.958	73.570	131.528
Settembre	29.702	34.241	63.943	28.272	32.309	60.581	-	-	-
Ottobre	26.701	27.713	54.414	25.780	26.964	52.744	-	-	-
Novembre	23.396	24.723	48.119	20.987	22.104	43.091	-	-	-
Dicembre	29.673	32.237	61.910	25.214	27.888	53.102	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>419.447</b>	<b>422.632</b>	<b>842.079</b>	<b>313.958</b>	<b>333.386</b>	<b>647.344</b>	<b>311.847</b>	<b>304.602</b>	<b>616.449</b>

Fonte: SITAF Spa

Bus	2004			2005			2006		
	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo
Gennaio	893	783	1.676	845	755	1.600	783	740	1.523
Febbraio	1.065	983	2.048	910	896	1.806	1.000	840	1.840
Marzo	1.289	1.191	2.480	1.299	1.194	2.493	1.134	1.118	2.252
Aprile	1.230	1.278	2.508	1.346	1.348	2.694	1.295	1.240	2.535
Maggio	1.250	1.135	2.385	1.088	1.099	2.187	1.165	1.135	2.300
Giugno	766	713	1.479	118	135	253	812	864	1.676
Luglio	783	761	1.544	0	0	0	735	724	1.459
Agosto	898	903	1.801	612	607	1.219	808	773	1.581
Settembre	827	755	1.582	787	702	1.489	-	-	-
Ottobre	728	690	1.418	619	644	1.263	-	-	-
Novembre	423	394	817	408	406	814	-	-	-
Dicembre	613	611	1.224	574	545	1.119	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>10.765</b>	<b>10.197</b>	<b>20.962</b>	<b>8.606</b>	<b>8.331</b>	<b>16.937</b>	<b>7.732</b>	<b>7.434</b>	<b>15.166</b>

Fonte: SITAF Spa



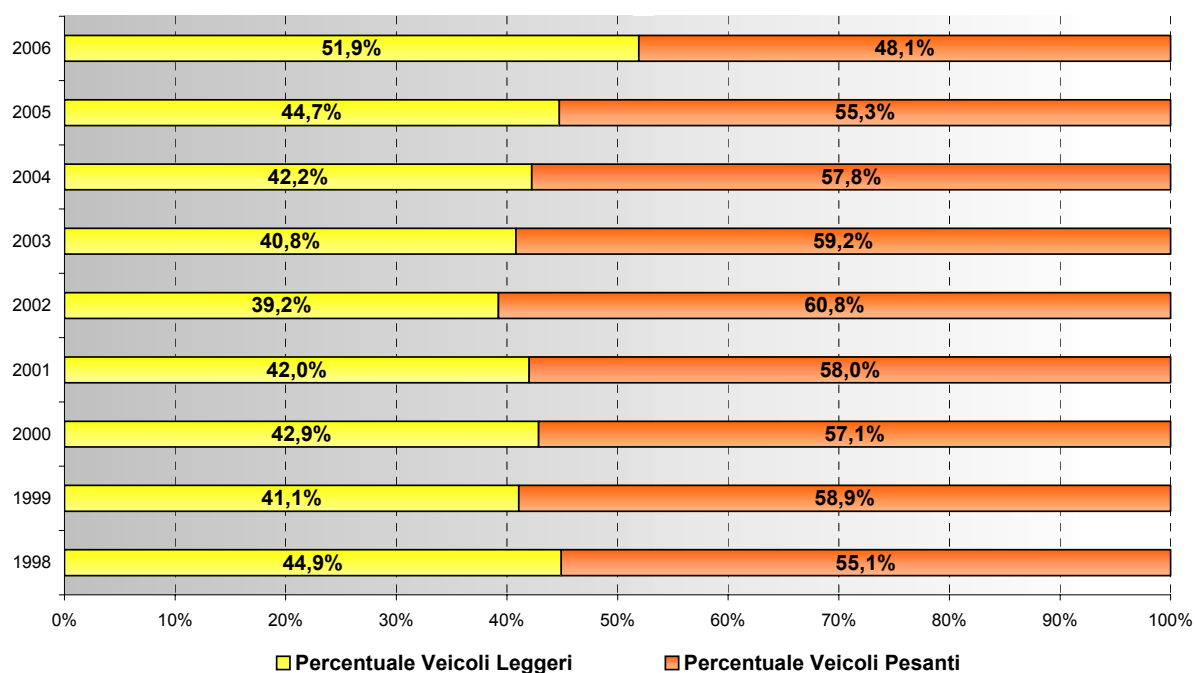
Veicoli Pesanti	2004			2005			2006		
	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo
Gennaio	49.404	48.529	97.933	43.086	43.554	86.640	34.692	36.178	70.870
Febbraio	50.062	50.013	100.075	45.969	46.285	92.254	33.340	35.707	69.047
Marzo	55.183	54.816	109.999	49.579	49.737	99.316	40.114	42.720	82.834
Aprile	49.566	49.862	99.428	45.220	46.831	92.051	33.061	35.513	68.574
Maggio	46.444	47.195	93.639	43.627	45.140	88.767	35.557	38.268	73.825
Giugno	49.512	51.207	100.719	5.362	5.443	10.805	35.772	38.597	74.369
Luglio	47.339	48.013	95.352	0	0	0	32.926	35.856	68.782
Agosto	29.015	30.619	59.634	15.156	17.667	32.823	22.919	24.489	47.408
Settembre	48.382	49.953	98.335	35.330	38.089	73.419	-	-	-
Ottobre	47.877	48.829	96.706	35.421	38.788	74.209	-	-	-
Novembre	46.679	47.464	94.143	35.408	37.158	72.566	-	-	-
Dicembre	43.346	41.656	85.002	30.793	30.895	61.688	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>562.809</b>	<b>568.156</b>	<b>1.130.965</b>	<b>384.951</b>	<b>399.587</b>	<b>784.538</b>	<b>268.381</b>	<b>287.328</b>	<b>555.709</b>

Fonte: SITAF Spa

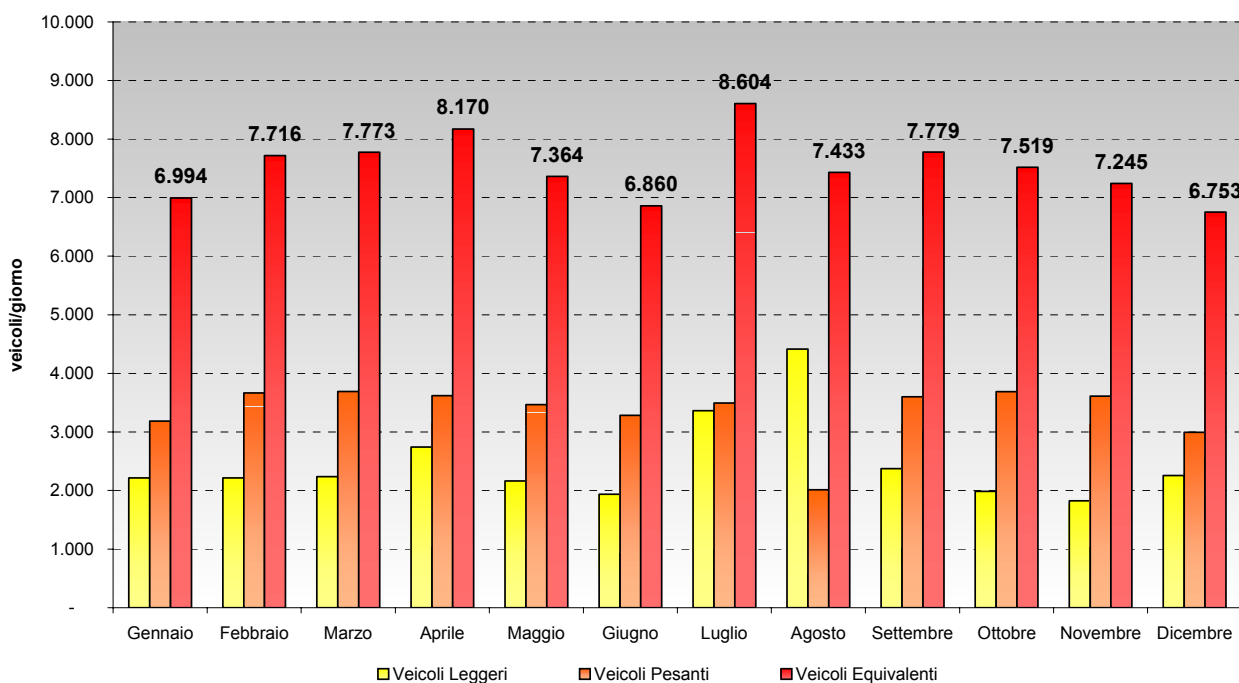
Veicoli Equivalenti	2004			2005			2006		
	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo	Francia - Italia	Italia - Francia	Complessivo
Gennaio	108.941	104.395	213.336	100.661	98.349	199.009	84.824	83.843	168.667
Febbraio	106.786	106.488	213.274	100.513	99.528	200.040	83.025	85.107	168.132
Marzo	115.720	114.400	230.120	112.834	112.604	225.438	91.925	96.860	188.785
Aprile	115.939	115.025	230.964	104.867	105.381	210.248	92.622	92.320	184.942
Maggio	103.798	103.923	207.721	97.120	99.764	196.883	85.887	91.071	176.958
Giugno	105.277	106.182	211.459	11.668	12.389	24.057	85.008	87.899	172.907
Luglio	128.405	116.521	244.926	-	-	-	109.178	98.184	207.362
Agosto	102.159	118.786	220.945	67.369	87.145	154.514	93.549	111.463	205.012
Settembre	103.516	110.303	213.819	82.448	90.496	172.943	-	-	-
Ottobre	99.609	101.992	201.600	79.840	86.112	165.952	-	-	-
Novembre	94.049	96.510	190.559	74.711	78.450	153.161	-	-	-
Dicembre	95.612	95.638	191.249	72.265	75.048	147.313	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>1.279.808</b>	<b>1.290.162</b>	<b>2.569.970</b>	<b>904.294</b>	<b>945.263</b>	<b>1.849.557</b>	<b>726.017</b>	<b>746.745</b>	<b>1.472.762</b>

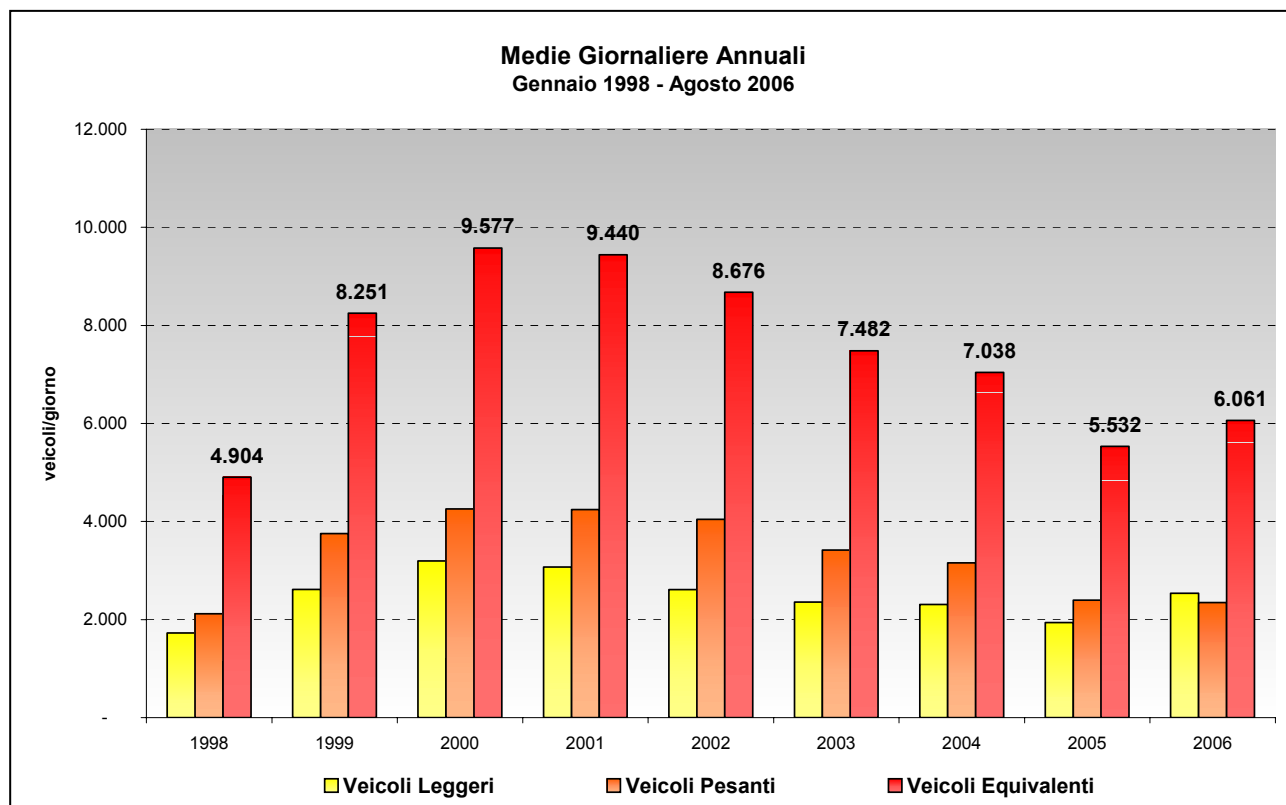
Fonte: SITAF Spa

**Traffico Totale Annuale - Rapporto Veicoli Leggeri/Veicoli Pesanti**  
 Gennaio 1998 - Agosto 2006



**Medie Giornaliere Mensili**  
 Gennaio 1998 - Agosto 2006





## 2.4 Reports riepilogativi

### 2.4.1 Traffico Totale Annuale

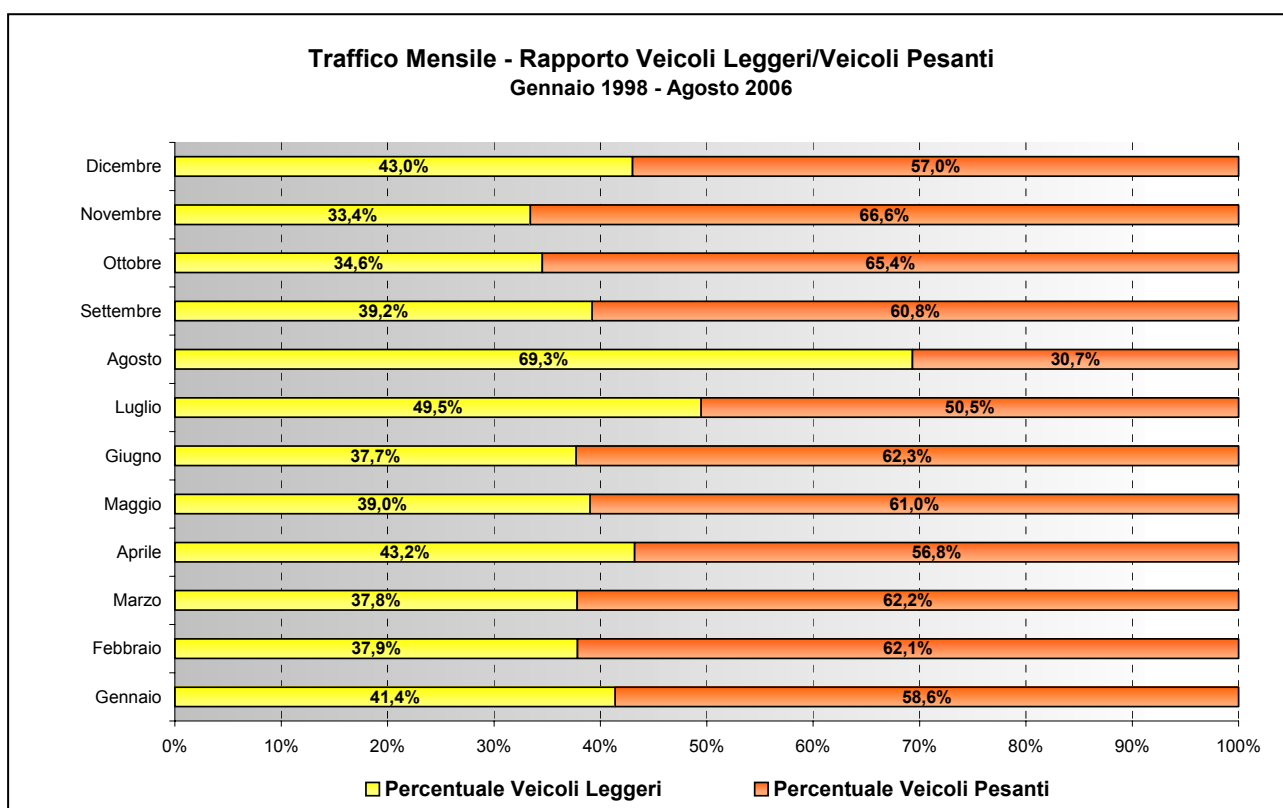
L'andamento complessivo del traffico evidenzia:

- un **volume medio** di traffico totale annuale di circa **2 milioni di veicoli** (3 milioni di veicoli equivalenti), suddivisi in circa 1,2 milioni di veicoli pesanti e circa 800.000 veicoli leggeri;
- un **picco per il periodo 1999-2001**, dovuto presumibilmente alla temporanea chiusura del tunnel del Monte Bianco (marzo 1999 - marzo 2002). Il fenomeno tende ad attenuarsi già a partire dal 2002 e il 2005 è caratterizzato flussi di traffico dello stesso ordine di grandezza del 1998. In merito va sottolineato che per l'anno 2006, i dati sono parziali e relativi esclusivamente al periodo gennaio-agosto;
- una **prevalenza del traffico pesante rispetto a quello leggero**, con un rapporto pressoché costante tra le due tipologie di veicoli (55-60% per i veicoli pesanti rispetto al traffico totale). In questo contesto, i dati del 2006 appaiono anomali (la percentuale dei veicoli pesanti è inferiore al 50%). Tale fenomeno è

giustificato dalla mancanza di informazioni per l'ultimo quadrimestre. L'analisi degli andamenti mensili, infatti, evidenzia come nei due mesi estivi di luglio e, in special modo, agosto, il flusso di veicoli leggeri presenta valori superiori alla media annuale, tanto da avvicinarsi sensibilmente e, in alcuni casi, superare il flusso di veicoli pesanti. In un periodo di rilievo parziale, tali valori assumono un peso maggiore e tendono a modificare la media annuale, dando origine a tale anomalia;

- un'equivalenza tra i flussi nelle due direzioni, Francia-Italia e Italia-Francia.

#### 2.4.2 Medie Giornaliere Annuali e Mensili



L'analisi dei flussi medi giornalieri evidenzia:

- un **volume medio giornaliero annuale** di circa **7500 veicoli equivalenti/giorno**;
- **riguardo al volume medio giornaliero annuale**:
  - un **picco nel periodo 1999-2001**, analogo a quello riscontrato nell'analisi del traffico totale;
  - **riguardo al volume medio giornaliero annuale**, una crescita media del traffico giornaliero medio nell'ultimo anno di circa il **10% di veicoli equivalenti dal 2005 al 2006**;
- i **valori medi mensili** oscillano da un valore minimo di circa 6750 veicoli equivalenti/giorno ad un valore massimo di circa 8600 veicoli equivalenti/giorno. Quest'ultimo **valore di picco** si verifica **nel mese di luglio** e rappresenta una comune caratteristica per tutti gli anni oggetto di analisi;
- analogamente a quanto emerso dall'analisi del traffico totale, una **prevalenza media del traffico pesante rispetto a quello leggero**, a meno **del mese di agosto** in cui, per tutti gli anni oggetto di analisi, si verifica la situazione opposta;
- un'**equivalenza** tra i flussi nelle due direzioni, **Francia-Italia e Italia-Francia**.

### **3. VINCOLI E PRESCRIZIONI ALLA PROGETTAZIONE DELLA GALLERIA DI SICUREZZA E DELLE OPERE ANNESSE LATO ITALIA**

#### **3.1 Vincoli territoriali e ambientali**

##### **IMBOCCO DEL TUNNEL**

Il sito di intervento non interferisce con il sistema delle aree protette e dei siti di interesse comunitario, ricade comunque all'interno del vincolo paesaggistico (D.Lgs. 42/2004 e sue modificazioni). Infine, il sito ricade esternamente alle aree sottoposte al vincolo idrogeologico ai sensi della L.R. 45/89 e s.m.i..

##### **SITI ALTERNATIVI DI STOCCAGGIO DELLO SMARINO**

Il sito "La Maddalena" non interferisce con il sistema delle aree protette e dei siti di interesse comunitario. La zona ricade all'interno del vincolo di tutela ambientale Galassini (D.M. 01/08/1985) e di quello del vincolo paesaggistico (D.Lgs. 42/2004 e sue modificazioni) relativamente alla vicinanza del torrente Clarea. Nelle zone adiacenti (già esterne al sito) si trovano un'area vincolata dal PAI come "dissesto da trasporto in massa su conoide attivo non protetto e un'area con vincolo archeologico (art.3 del D.Ls. 490 del 29/10/99).

I siti di Cantalupo e Pianbarale non ricadono in zone con specifici vincoli territoriali e ambientali, se non quello di tipo ambientale ai sensi della ex lege 431/85 (boschi, foreste e rimboschimenti).

Tutti i siti in oggetto sono classificati come zone di ricarica carsica e pertanto devono sottostare alla disposizioni contenute nell'art. 37 delle norme di attuazione del PTR.

#### **3.2 Vincoli urbanistici**

##### **IMBOCCO DEL TUNNEL**

Le opere civili esterne insistono all'interno della fascia di rispetto dell'infrastruttura esistente ed in parte all'interno della fascia di rispetto di una sorgente idropotabile, posta sul versante opposto della valle.

L'area, che nel progetto preliminare, era destinata allo stoccaggio definitivo del materiale di scavo ricade nelle aree non regolamentate da altri specifici

azzonamenti e pertanto è considerata come zona agricola ai sensi dell'art. 22 delle N.T. P.R.G. Comune di Bardonecchia.

In relazione alla Variante Generale del P.R.G. (*di adeguamento ai sensi della Circolare del Presidente della Giunta Regionale del 8 maggio 1996 7/LAP*), le aree di intervento ricadono nella classe III indifferenziata (per potenziali instabilità): *“Settori di versante vulnerabili a motivo dell'elevata pendenza, possibile rotolio e saltazione di massi, mobilitazione di materiali sciolti di copertura”*.

#### SITI ALTERNATIVI DI STOCCAGGIO DELLO SMARINO

L'area “La Maddalena” è sottoposta da PRG al vincolo antropico “fasce di rispetto della viabilità principale”.

Il sito di Pianbarale è considerato come area agricola senza particolari vincoli; mentre il sito di Cantalupo, situato in un'area per attività estrattive, è interessato marginalmente da vincoli idrogeologici.

### 3.3 Vincoli imposti dalla natura dei luoghi

#### IMBOCCO DEL TUNNEL

I condizionamenti al progetto indotti dalla natura dei luoghi sono correlabili essenzialmente alle caratteristiche geologiche e geotecniche locali dell'ammasso ed alla necessità di mantenere ad un livello accettabile l'esercizio del piazzale. Essi si possono sintetizzare nei seguenti punti:

- scelta della tecnologia di scavo in relazione alle caratteristiche geologico-tecniche dell'ammasso;
- scelta della tecnologia di realizzazione del parcheggio sotterraneo in relazione alle necessità di mantenere condizioni di esercizio del piazzale accettabili;
- definizione delle fasi costruttive degli edifici esterni in relazioni alle caratteristiche geotecniche e morfologiche locali;
- localizzazione del materiale di scavo in relazione alle contesto morfologico locale.

Inoltre, operando all'interno di aree di pertinenza o già interessate da attività connesse alla realizzazione del Traforo autostradale in esercizio, è stato possibile contenere al massimo l'occupazione di nuove superfici con positive ricadute sul piano dei ripristini complessivi e della sistemazione ambientale del sito.



## SITI ALTERNATIVI DI STOCCAGGIO DELLO SMARINO

### *Sito di LA Maddalena*

Dall'analisi della natura dei luoghi, i vincoli ad essi imputabili possono essere dati dalle caratteristiche geologiche e geotecniche locali, dall'idrografia del comprensorio (vicinanza del torrente Clarea) dalla presenza dei piloni dell'autostrada e dalla presenza di aree di interesse archeologico, di aree viticole e di una viabilità podereale e ciclo-pedonale consolidata.

Essi si possono sintetizzare nei seguenti punti:

- localizzazione del materiale di scavo in relazione alle contesto morfologico, idrografico e infrastrutturale locale;
- definizione delle fasi di deposito dello smarino e degli interventi di riqualificazione annessi;
- scelta della viabilità di cantiere e di alternative alla viabilità esistente.

### *Siti di Pianbarale e Cantalupo*

Dall'analisi della natura dei luoghi, si possono annoverare come vincoli l'accessibilità al cantiere, la morfologia dei siti e la necessità di un ripristino ambientale adeguato.

Essi si possono sintetizzare nei seguenti punti:

- scelta della viabilità di cantiere;
- localizzazione del materiale di scavo in relazione alle contesto morfologico locale;
- definizione delle fasi di deposito dello smarino e degli interventi di riqualificazione annessi.

#### **4. NORME TECNICHE**

##### **4.1 Normativa ambientale**

###### **4.1.1.1 Ambiente idrico (acque superficiali e sotterranee)**

**D. Lgs. 20 agosto 2002, n. 190** - Attuazione della legge 21 dicembre 2001, n. 443 per la realizzazione delle infrastrutture e degli insediamenti produttivi strategici e di interesse nazionale;

**D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258** - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128;

**D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e s.m.i.** - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE, concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole;

**Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 4 marzo 1996** - Disposizioni in materia di risorse idriche;

**L.R. 30 aprile 1996, n. 22 REGIONE PIEMONTE.** Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee;

**Legge 5 gennaio 1994, n. 36** - Disposizioni in materie di risorse idriche;

**T.U. 11 dicembre 1933, n. 1775** - Disposizioni in materia di acque ed impianti elettrici.

###### **4.1.1.2 Atmosfera**

**D.M. 2 aprile 2002, n. 60** - Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio;

**D.M. 25 agosto 2000** - Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203;

**L.R. 7 aprile 2000, n. 43** - Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;

**D.M. Trasporti 20 dicembre 1999** - Attuazione della direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 1997 concernente i provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali;

**D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 351** - Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;

**DM 6 settembre 1994;**

**D.M. Ambiente 6 maggio 1992** - Definizione del sistema nazionale finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio;

**Decreto Ambiente 20 maggio 1991** - Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria;

**D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203** - Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183;

**D.P.C.M. 28 marzo 1983, n. 30** - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativa agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno.

#### **4.1.1.3 Rumore**

**D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142** - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26.10.1995, n. 447";

**D.Lgs. 04 settembre 2002, n. 262** - Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto;

**D.M. 29 novembre 2000** (Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore)

**Legge Regionale 20 ottobre 2000, n. 52** - Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento acustico;

**D.M. 16 marzo 1998** - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;

**D.P.C.M. 14 novembre 1997** - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;

**Legge 26 ottobre 1995, n. 447** - Legge quadro sull'inquinamento acustico;

**D.P.C.M. 1° marzo 1991** - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;

**UNI 9884(1991)** - Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale;

**L.R. 21 agosto 1978, n. 52** - Interventi per il controllo e la prevenzione dell'inquinamento atmosferico ed acustico.

#### **4.1.1.4 Vibrazioni**

**UNI 9916 (2004)** - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici;

**UNI 11048 (2003)** - Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo;

**ISO 2631/2 (2003)** - Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 2: Vibration in buildings (1 to 80 Hz);

**ENV 28041/A1 (2001)** - Human response to vibration. Measuring instrumentation;

**DIN 4150 Part 3 (1999)** - Structural vibration. Effects of vibration on structures;

**UNI ENV 28041(1994)** - Risposta degli individui alle vibrazioni. Strumenti di misurazione;

**UNI 9614 (1990)** - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.

#### **4.1.1.5 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti**

**D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230** - come modificato dal D.Lgs. n. 241 del 26.5.2000 (capo 3bis) e come integrato e corretto dal D.Lgs. n. 257 del 9.5.2001

**Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano** - Linee guida per le misure di concentrazione di Radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei del 6.2.2003.

#### **4.1.1.6 Rifiuti e materiale da riciclo**

**L.R. 24 ottobre 2002, n. 24** - Norme per la gestione dei rifiuti.

**D.M. 5 febbraio 1998-** Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22.

**L. 21 dicembre 2001, n. 443 -** Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi e strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive.

**D.Lgs. n. 22/97 “Ronchi” e s.m.i.**

#### **4.1.1.7 Amianto**

**D. Lgs. 4 agosto 1999, n. 351 -** Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;

**DM 6 settembre 1994 -** Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12 comma 2 della legge 27/3/1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto;

**D.Lgs. 15 agosto 1991, n. 277 -** Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212;

**Decreto Ambiente 20 maggio 1991 -** Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria;

**Metodo AIA-RTM2;**

**Metodo ISO/DIS 14966/97.**

#### **4.1.1.8 Vincolo paesaggistico**

**D.Lgs. 24 marzo 2006, n. 157** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione al paesaggio.

**D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42** codice dei beni culturali e del paesaggio.

#### **4.1.1.9 Vincolo idrogeologico**

**L.R. 26 aprile 2000, n. 44 -** Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 'Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del Capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59'.

**Circolare esplicativa del Presidente della Giunta Regionale del 31.01.90 n. 2/AGR -** Circolare esplicativa sull'applicazione della L.R. 9 agosto 1985, n. 45.

**L.R. 9 agosto 1985, n. 45** - Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici - Abrogazione legge regionale 12 agosto 1981, n. 27.

**Regio decreto 16 maggio 1926, n. 1126** - Approvazione del regolamento per l'applicazione del regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

**R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267** - Riordinamento e riforme della legislazione in materia di boschi e terreni montani.

## **4.2 Normativa tecnica**

### **4.2.1.1 Opere Civili**

**L. n. 1086 del 05/11/1971** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.

**D.M. LL.PP. 11/03/1988:** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

**Circolare Ministero LL.PP. del 24/09/1988 n. 30483.** Istruzioni relative alle: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

**D.M. LL.PP. 09/01/1996:** “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

**D.M. LL.PP. 16/01/1996** “Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.

**D.M. LL.PP. 16/01/1996** “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.

**Circolare Ministero LL.PP. del 10/04/1997 n. 65/AA.GG.** Istruzioni per l'applicazione del D.M. 16/1/1996.

**Raccomandazioni AICAP (Maggio 1993)** “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce”.

**CNR - “Analisi mediante elaboratore: impostazioni e redazione delle relazioni di calcolo” - Norme Tecniche C.N.R. 10024/86.**

**Linee guida per la progettazione delle opere in sotterraneo - Società Italiana Gallerie - n. 46 luglio 1995 e segg.**

#### **4.2.1.2 Impianti**

**Prescrizioni di Autorità locali, comprese quelle dei Vigili del Fuoco.**

**Prescrizioni ed indicazioni dell'ENEL**

**Norme CEI e UNI vigenti**

**D.Lgs. 626 del 19/09/1994 e successivi aggiornamenti.**

**D.P.R. 27/04/1955 n. 547**

**Legge 01/03/1968 n. 186**

**Legge 20/03/1956 n. 323**

**Legge 18/10/1977 n. 791 di attuazione delle direttive CEE 73/23 del 19/02/1973**

**“Capitolato Speciale tipo per impianti elettrici” approvato con D.M. 12/12/1962 del Ministero per i Lavori Pubblici**

**Legge n. 46 del marzo 1990, dove applicabile**

**Legge n. 428 del marzo 1991**

**Decreto Ministero Industria, Commercio ed Artigianato del 20/02/1992**

## **5. DESCRIZIONE DELLE LE OPERE IN PROGETTO**

### **5.1 Le varianti sostanziali al progetto definitivo del 2005**

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 inoltre 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;
- La modifica della GTC, anche se questa è stata adeguata in quanto la modifica del concetto di ventilazione della galleria di sicurezza impone che i due sistemi di ventilazione siano coordinati.

### **5.2 Descrizione Generale dei lavori**

La costruzione della galleria di sicurezza prevede, oltre alla realizzazione dell'opera principale, l'esecuzione di una serie di opere ad essa strettamente connesse. Complessivamente è quindi prevista la realizzazione delle seguenti opere:



- **galleria di sicurezza**, della lunghezza complessiva di 12.875 m, di diametro utile di 8.00 m, con diametro teorico interno dei conci di 8.20 m nella parte scavata con la fresa, e sagoma libera di 6.60 m x 4.00 m e con un inter-asse traforo-galleria di ca. 50 m;
- **rifugi di sicurezza**, disposti ad un **interasse medio di 367 m**, atti ad assicurare il collegamento con il Traforo, in **numero totale di 34** (16 dei quali ricadenti in territorio italiano);
- **stazioni tecniche e le centrali di ventilazione della galleria di sicurezza**, disposte lungo la galleria di sicurezza ad un **interasse medio di 1430 m** di cui 2x3 esterne ai portali e 2x8 interne, in numero totale di 22. ) che garantiranno l'approvvigionamento energetico e la gestione di tutti gli impianti del traforo e della galleria di sicurezza;
- **by-pass**, collegamenti carrozzabili atti a collegare la galleria di sicurezza e il traforo a livello dei garage esistenti sul lato Italia-Francia, in numero totale di 5;
- **laboratorio sotterraneo di Modane**: creazione di un ramo di collegamento che collega il laboratorio sotterraneo con la galleria di sicurezza per garantire la via di fuga al personale del laboratorio;
- **opere ai portali lato Francia e Italia**, relative agli edifici e alla viabilità delle aree esterne, in particolare sul lato Italia si realizzeranno nuovi edifici che ospiteranno il centro di soccorso, ventilazione manutenzione, il nuovo portale con l'allargamento del viadotto, il sottopasso e il parcheggio interrato e la riqualificazione ambientale delle aree circostanti;
- **impianti** di ventilazione della galleria di sicurezza, rete antincendio, alimentazione elettrica, di illuminazione, impianto video, impianto radio, impianto di chiamata di emergenza RAU, impianto rilevamento incendio, porte e controllo accessi, impianto telefonico, Gestione tecnica centralizzata, supervisione e reti di comunicazione, segnaletica, sonorizzazione.

### 5.3 La galleria di sicurezza

Il tracciato d'asse della galleria di sicurezza ricalca il tracciato d'asse del traforo autostradale del Fréjus dal quale dista circa 50 m verso est (senso di marcia Italia - Francia). Altimetricamente il piano viabile in galleria di sicurezza sarà posto a quota -50 cm dal piano carrabile del traforo autostradale, ad eccezione delle rampe di raccordo ai portali.

Le caratteristiche della galleria di sicurezza parallela al traforo del Fréjus possono così essere riassunte:

- Lunghezza: 12.875 m ad un interasse medio di 50 m dal traforo
- Diametro interno: 8.00 m
- Pendenza media : 0.54 % (Francia - Italia)

- Sagoma libera: 6.60 x 4.00 m
- Rifugi: 34 int. medio di 367 m e superficie per utenti di 110 m<sup>2</sup>
- Stazioni tecniche: 10 con interasse med. 1450 m
- By-Pass: 5 int. Medio 2145, indipendenti dai rifugi e dalle stazioni tecniche.
- Ventilazione: longitudinale con acceleratori in volta e centrali supplementari in corrispondenza delle centrali B e C per garantire in caso di evento un'estrazione massiccia.
- Nuovi edifici multifunzionali ai portali per gestire i soccorsi e le necessità di gestione
- La gestione unica della galleria di sicurezza sarà integrata con la gestione del traforo nelle sale di comando esistenti.

Il progetto della galleria di sicurezza prevede un diametro utile della galleria di sicurezza di 8.00 m. Per tener conto dei margini di tolleranza esecutiva, il diametro teorico dei conci di rivestimento dovrà essere di 8.20 m.

Questo diametro permette d'integrare una sagoma libera di 6.60 m x 4.00 m. Questa sagoma non è comunque conforme alle sagome richieste per la circolazione stradale.

In considerazione anche degli aspetti geotecnici, la galleria di sicurezza sarà realizzata con un inter-asse traforo-galleria di ca. 50 m.

Il sistema proposto non comprende più le SAS ai portali, questo per garantire un accesso rapido ai mezzi d'intervento nella galleria di sicurezza e la possibilità di far penetrare simultaneamente più veicoli di soccorso.

La sezione garantisce una sagoma di passaggio di 6.60 x 3.00 m.

Il rivestimento sarà eseguito con conci prefabbricati in calcestruzzo armato posati in avanzamento direttamente a tergo della TBM, sotto la protezione del doppio scudo. L'impermeabilizzazione della galleria sarà garantita dalle guarnizioni di tenuta tra gli elementi dei conci prefabbricati.

La pavimentazione sarà in conglomerato bituminoso con pozzetti sui lati per raccogliere l'acqua proveniente dalla carreggiata ed immetterla nella condotta di evacuazione Ø350 mm posizionata all'arco rovescio e dimensionata per una portata massima di 160 l/s comprensiva delle acque di scarico dei rifugi e ST e delle eventuali acque per la lotta all'incendio. Con questo accorgimento si prevede la

separazione delle acque, le acque di drenaggio saranno separate dalle acque di carreggiata.

La condotta separata per le acque di drenaggio del diametro  $\varnothing 250$  stimate in 20 l/s sarà raccordata ogni 32 m ai drenaggi dei conci e ad ogni rifugio, ST o by-pass ai relativi drenaggi.

Nei tratti scavati in tradizionale, come nei rifugi e ST l'impermeabilizzazione è prevista con foglio in PVC. Una condotta secondaria al piede del profilo convoglia le acque drenate al collettore principale.

Nella galleria di sicurezza saranno accessibili dal piano stradale unicamente gli impianti relativi a idranti, illuminazione di emergenza e segnaletica. I cavi di tutti gli altri impianti sono in sicurezza nei tracciati interrati, la tubazione antincendio è ubicata al di fuori della sagoma di passaggio. Tutte le apparecchiature di gestione e regolazione degli impianti sono predisposte in appositi locali o nei rifugi.

#### *5.3.1 Scelta della sezione della galleria di sicurezza*

Il progetto della galleria di sicurezza del giugno 2005 prevedeva un diametro di 5.50 m. Questa sagoma di 4.50 x 3.00 m permette solo l'incrocio di ambulanze nella seguente modalità: un veicolo fermo i cui retrovisori sono ripiegati e l'altro circolante al passo.

A seguito delle analisi effettuate nello studio "ottimizzazione del diametro interno della galleria per garantire l'accesso dei veicoli di soccorso in sicurezza e comodità" effettuato dalla Lombardi SA, si è riscontrato che solo un galleria di sicurezza di 8.00 m permette di raggiungere un livello di sicurezza globalmente ottimale e consente ai servizi di soccorso di scegliere le migliori strategie d'intervento. l'incrocio di veicoli di soccorso a una velocità di 40 km/h e con margini di sicurezza minimi è possibile solamente con un tale diametro.

#### **5.4 I rifugi di sicurezza**

La galleria di sicurezza è collegata al traforo mediante 34 rami di comunicazione ripartiti lungo l'intero traforo, ad una distanza media tra loro di 367 m, ritenuta sufficiente e ottimale anche in considerazione delle interferenze con altre strutture esistenti e della geologia del massiccio.

Per tutti i 34 rifugi si è previsto una sola tipologia che prevede una disposizione dei rami di comunicazione nel modo seguente:

- Una SAS di 2.6 x 5.95 m con superficie di 15 m<sup>2</sup> che collega il traforo al rifugio;
- Un rifugio di 4.8 x 28.2 con superficie totale di 136 m<sup>2</sup> ed una superficie utile per utenti di 110 m<sup>2</sup>;
- Una superficie di stazionamento di dimensioni 4.8 x 5.3 m che collega il rifugio con la galleria di sicurezza e che sarà utilizzato per l'inversione di marcia o per stazionamento in caso di lavori di manutenzione nel rifugio.

Le pareti e la volta saranno eseguite in calcestruzzo armato e realizzate parte in cls gettato in opera e parte in calcestruzzo spruzzato; si prevede inoltre di rivestire le pareti in calcestruzzo del rifugio con materiale fonoassorbente.

Il pavimento sarà in calcestruzzo. I rifugi saranno impermeabilizzati con fogli in PVC. I drenaggi ai piedritti saranno collegati ad una condotta secondaria che immette le acque di drenaggio nella condotta della galleria di sicurezza. Le acque di scarico dei rifugi saranno immesse nella canalizzazione di acque nere.

In senso longitudinale il pavimento del ramo di comunicazione avrà una pendenza a due falde con culmine in corrispondenza della parete tra SAS e rifugio e con pendenze di 1.0 % nella SAS verso il traforo e 1.0 % nel rifugio verso la galleria di sicurezza.

Per quanto concerne gli impianti dei rifugi si rimanda al paragrafo specifico degli impianti. Di seguito di riportano solo gli aspetti principali.

La ventilazione meccanizzata garantirà una sovrappressione di 80 Pa nel rifugio e 40 Pa nella SAS. All'esterno del rifugio, lato galleria di sicurezza, saranno installati due ventilatori per la gestione della sovrappressione. Si prevede l'espulsione dell'aria viziata nel vano traffico del traforo.

Tenuto conto del fatto che la galleria di sicurezza dovrà possedere una sovrappressione media di 500 Pa è prevista la seguente disposizione delle porte nei 34 rifugi:

Descrizione	Tipo di porta	Dimensioni (larghezza x altezza)	Protezione
Trafoforo - SAS	A 2 ante	1.4 (0.9 + 0.5)x 2.0 m	HCM 120
SAS - Rifugio	A 2 ante	1.4 (0.9 + 0.5)x 2.0 m	REI 120
Rifugio - galleria	scorrevole	1.4 x 2.0 m	REI 120

Tra rifugio e galleria di sicurezza il progetto prevede di adottare delle porte scorrevoli, soluzione adottata ormai in numerosi tunnel stradali e ferroviari (trasversale alpina ferroviaria del Lötschberg, traforo stradale del Gottardo).

Inoltre tali porte, oltre a non necessitare di alcun sistema di compensazione, risultano molto affidabili anche con importanti differenze di pressione come nel caso del Frejus e permettono una manovra di apertura relativamente semplice e non comportano rischi di urtare le persone che le movimentano.

Nel limite del possibile saranno creati ambienti accoglienti, gradevoli, tranquillizzanti e contenenti l'insieme dei concetti di informazione degli utenti ed i comportamenti da adottare che saranno dello stesso tipo di quelli oggi presenti nei rifugi.

Per quanto concerne la visibilità dei rifugi nel Traforo è previsto di utilizzare segnaletiche analoghe a quelle attualmente in uso nel traforo autostradale del Frejus.

Nella galleria di sicurezza è previsto di installare dei cartelli di segnalazione della posizione (direzione e distanza dai portali) e di segnalare il numero del rifugio (od il numero della stazione tecnica corrispondente).

#### **5.5 Le stazioni tecniche (ST) e le centrali di ventilazione della galleria**

Lungo la galleria di sicurezza saranno ricavate 22 stazioni tecniche (interasse medio 1430 m di cui 2x3 esterne ai portali e 2x8 interne) che garantiranno l'approvvigionamento energetico del traforo e della galleria di sicurezza come pure la gestione di tutti gli impianti del traforo e della galleria di sicurezza. Le ST interne saranno eseguite trasversalmente alla galleria di sicurezza direttamente in asse ai PHT esistenti. La particolarità di questi locali tecnici è che saranno ricavati su due livelli. Questa soluzione è ampiamente collaudata in numerose gallerie stradali, come pure nelle centrali di ventilazione esistenti B e C.

Sono state definite le seguenti tipologie di stazioni tecniche:

- 6 stazioni tecniche doppie in corrispondenza ai PHT esistenti del traforo e a loro collegate;
- 2 stazioni tecniche doppie in corrispondenza alle centrali di ventilazione interne e collegate al traforo mediante collegamento pedonale. In queste stazioni tecniche saranno pure ricavate le centrali di ventilazione che permetteranno l'estrazione massiccia dalla galleria di sicurezza. Un cunicolo

permetterà inoltre di collegare la nuova centrale di ventilazione ai pozzi esistenti delle centrali B e C;

- 3 stazioni tecniche in corrispondenza di entrambi i portali.

La disposizione delle stazioni tecniche in corrispondenza dei PHT prevede:

- Esecuzione in asse ai PHT attuali;
- Disposizione simmetrica delle due stazioni tecniche attribuite al PHT esistente;
- Un locale HT di dimensioni di 6.7 x 3.2 m;
- Un locale BT per i fabbisogni della galleria e del traforo con dimensioni di 13.3 x 4.1 m;
- Un locale per la ventilazione e climatizzazione dei locali tecnici e per la posa delle valvole di sezionamento della rete incendio con dimensioni di 4.0 x 3.0 m;
- Una superficie con possibilità di stazionamento o inversione di marcia di dimensioni 8.8 x 5.0 m che collega inoltre la galleria di sicurezza con i PHT esistenti.
- Nelle ST in vicinanza delle centrali B e C, troveranno posto le nuove centrali di ventilazione che garantiranno l'estrazione e denominate E e F. In queste caverne al piano terreno ci sarà lo spazio per il montaggio dei ventilatori che saranno installati al piano superiore.

Le pareti, solette e la volta saranno eseguite parte in calcestruzzo gettato in opera e parte in calcestruzzo spruzzato.

Il pavimento sarà in calcestruzzo ed avrà la medesima pendenza della galleria di sicurezza, gli armadi saranno posati a livello su appositi zoccoli.

All'interno dei locali tecnici, nel pavimento saranno ricavati degli spazi al di sotto gli armadi per il passaggio dei cavi; questi vani saranno collegati con i tracciati cavi lungo la galleria di sicurezza. In parte saranno pure posati dei doppi pavimenti per permettere la posa dei cavidotti.

Le ST saranno impermeabilizzate. I drenaggi sui piedritti saranno collegati ad una condotta secondaria che immette le acque di drenaggio nella condotta della galleria di sicurezza.

In generale le porte delle stazioni tecniche saranno dello stesso tipo a 2 ante con dimensioni di 1.4 x 2.0 m (ante di 0.5 e 0.9 m) con protezione REI 120.

Da notare comunque che le porte che separano le ST delle centrali E e F in corrispondenza delle centrali di ventilazione interne dovrà essere del tipo HCM 120.

## 5.6 I By-pass

In considerazione della disposizione attuale delle strutture del traforo e soprattutto del fatto che la realizzazione di collegamenti tra galleria di sicurezza e traforo in esercizio è molto complessa, si propone l'esecuzione di by-pass carrozzabili nel traforo a livello dei garage esistenti sul lato Italia-Francia.

La disposizione dei by-pass sarà dunque la seguente :

By-pass 1 (garage 1)	Km 2.1
By-pass 2 (garage 2, centrale B)	Km 4.2
By-pass 3 (garage 3, Laboratorio LSM)	Km 6.4
By-pass 4 (garage 4, centrale C)	Km 8.8
By-pass 5 (garage 5)	Km 10.7

La disposizione di by-pass nelle centrali B e C e quelli ubicati presso i garages 2 e 4 sono visibili nell'annesso.

Le pareti e la volta saranno eseguite parte in calcestruzzo gettato in opera e parte in calcestruzzo spruzzato.

Il pavimento sarà in calcestruzzo ed avrà la medesima pendenza della galleria di sicurezza.

All'interno dei locali tecnici, nel pavimento saranno ricavati degli spazi al di sotto degli armadi per il passaggio dei cavi; questi vani saranno collegati con i tracciati cavi lungo la galleria di sicurezza. Dal punto di vista della dotazione impiantistica dei by-pass si prevede un minimo che garantisca almeno una sorveglianza video all'esterno ed un telefono di chiamata d'emergenza all'interno, oltre che naturalmente all'illuminazione ed al rilevamento incendio.

I by-pass saranno impermeabilizzati. I drenaggi sui piedritti saranno collegati ad una condotta secondaria che immette le acque di drenaggio nella condotta della galleria di sicurezza.

In generale le porte dei by-pass saranno scorrevoli a più ante con dimensioni tali da permettere il passaggio di veicoli di 3.50 x 3.50 e saranno motorizzate con protezione REI 120.

### **5.7 Il laboratorio sotterraneo di Modane**

Il tunnel del Fréjus ospita, al km 6.5 circa, un laboratorio sotterraneo dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e Fisica delle Particelle (LSM).

Il presente progetto prevede la creazione di un ramo di collegamento che collega il laboratorio sotterraneo con la galleria di sicurezza per garantire la via di fuga al personale del laboratorio.

In corrispondenza del laboratorio la distanza dalla galleria di sicurezza al traforo sarà di ca. 87 m (asse-asse), rispettivamente ca. 15 m dal punto estremo del laboratorio all'asse della galleria di sicurezza, e non di 50 m come per i restanti tratti, per i seguenti motivi:

- impatto importante sui numerosi impianti del laboratorio presenti nella SAS del LSM;
- incidenza importante sulla gestione del laboratorio in fase di cantiere con una chiusura dello stesso non compatibile con l'avanzamento degli esperimenti;
- necessità di separare completamente le funzionalità della galleria e del laboratorio in fase di gestione per ridurre i rischi.

### **5.8 Le opere ai portali -lato Francia**

Gli studi sugli edifici lato Francia sono stati condotti dal raggruppamento di società francesi INGEROP-DOUILLET-ACOUSTB incaricate direttamente da SFTRF.

Per la disposizione degli edifici lato Francia vengono riprese le posizioni degli edifici previste nel progetto preliminare e possono così essere riassunte:

- Realizzazione di un'opera parallela all'imbocco del traforo e ad un'interdistanza dal traforo di ca. 22 m;
- Realizzazione di un cavidotto interrato che passando sopra il traforo raggiunge la stazione tecnica e la centrale di ventilazione ;
- Realizzazione di una via di servizio che garantisce un accesso veicolare tra la zona della centrale attuale di ventilazione con l'accesso alla galleria di sicurezza. Mediante la creazione di una strada di servizio.



- Adeguamento dell'uscita di emergenza del canale di ventilazione aria fresca del traforo (rampa quad);
- Realizzazione di un nuovo edificio per la gestione degli eventi ubicato in prossimità della stazione di rifornimento attuale che verrà smantellata.

### **5.9 Le opere ai portali -lato Italia**

Sul lato Italia dovranno essere eseguiti i seguenti interventi:

- Nuovi edifici per infrastrutture di esercizio in prossimità del portale della galleria di sicurezza e riqualifica architettonica e ambientale dell'area;
- avanzamento del portale e allargamento del ponte di accesso esistente;
- opere collaterali di inserimento architettonico della centrale esistente mediante mascheratura;
- Opere di sistemazione idraulica del torrente Rochemolles;
- Nuovo ponte;
- Sottopassaggio e parcheggio sotterraneo in corrispondenza dell'attuale piazzale (prima dei caselli) per garantire in qualsiasi momento l'accessibilità dei mezzi di soccorso alla galleria di sicurezza.

### **5.10 Impianti - Ventilazione della galleria di sicurezza**

Il sistema di ventilazione proposto per la galleria di sicurezza, con diametro pari a 8.00 m, impiega degli acceleratori ubicati in volta alla galleria per il controllo aeraulico permettendo un rapido e indisturbato accesso delle forze di soccorso.

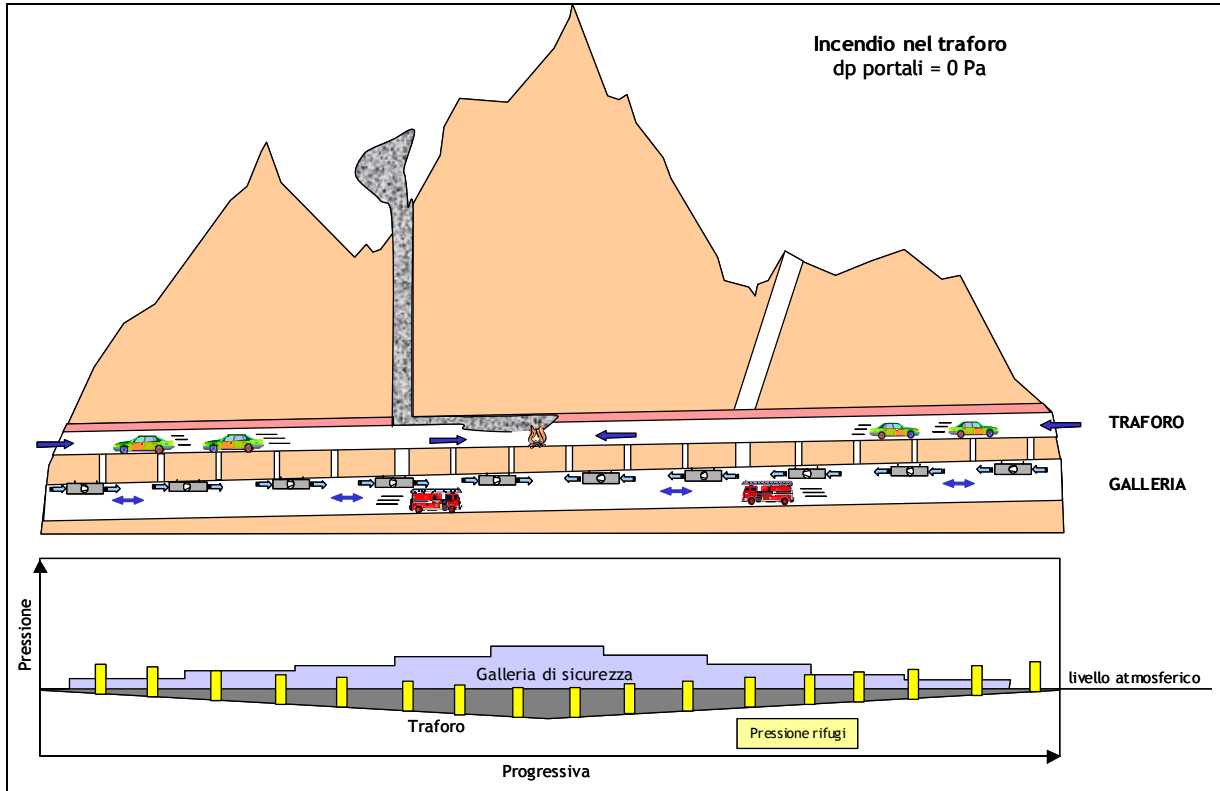


Diagramma di ventilazione, incendio nella galleria,  $dp=0 \text{ Pa}$  barometrico

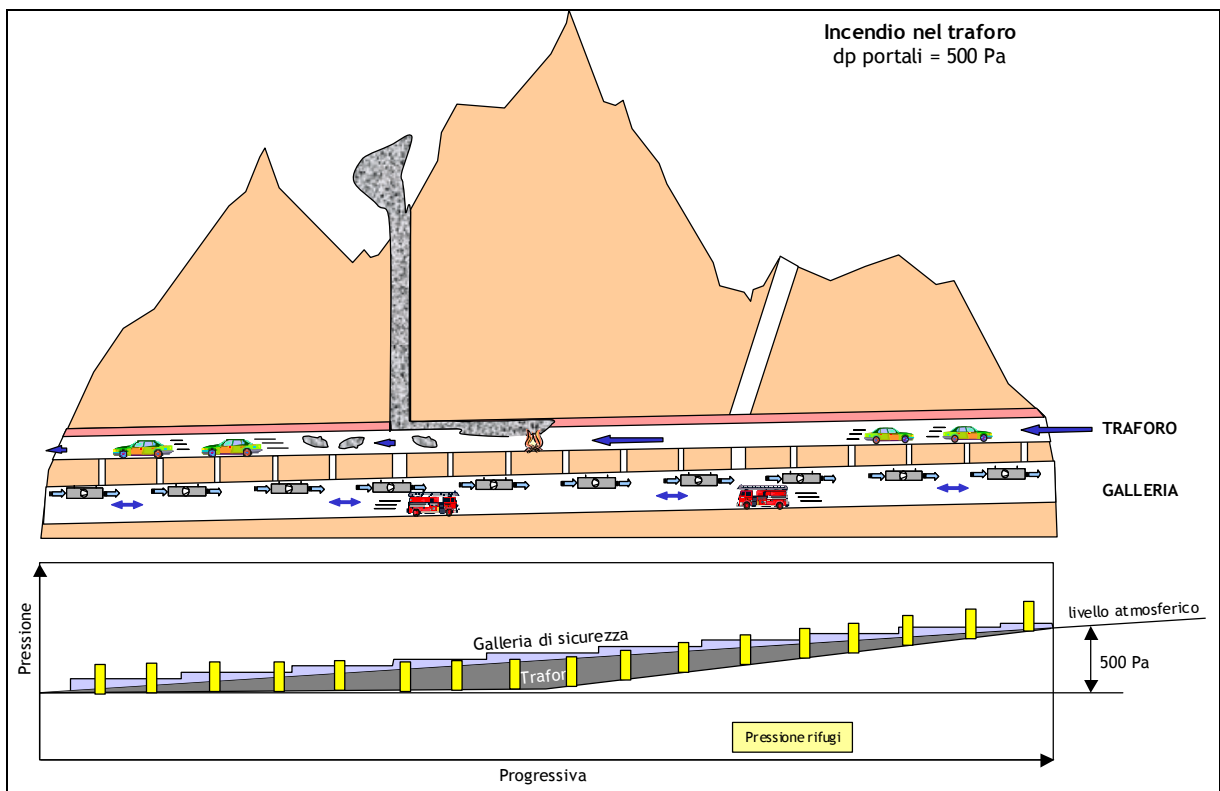


Diagramma di ventilazione, incendio in galleria,  $dp=500 \text{ Pa}$  barometrico

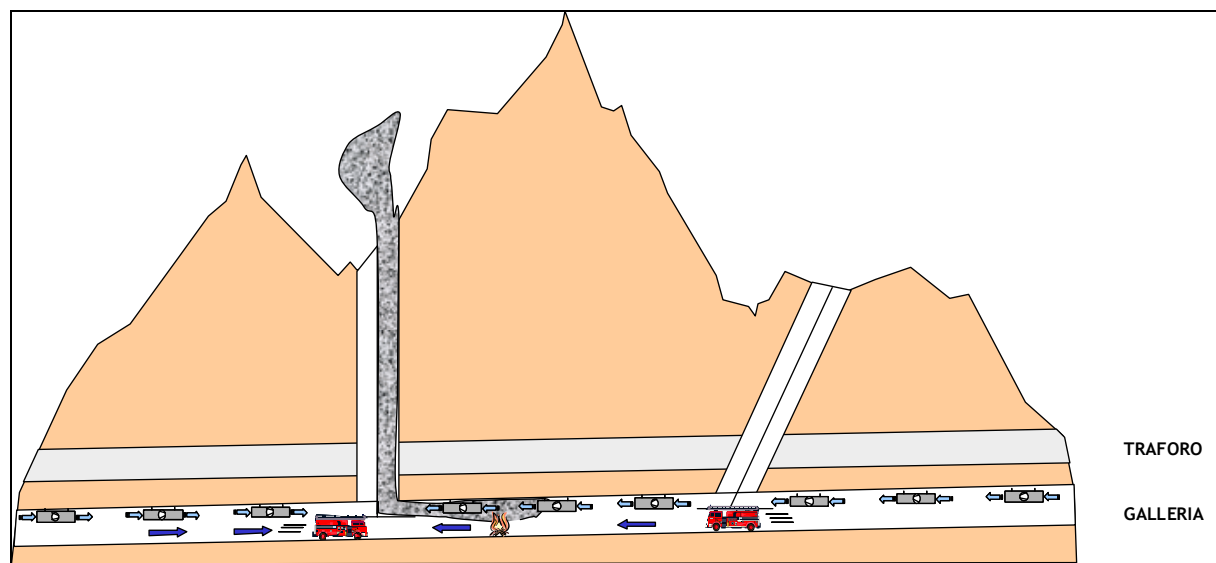


Diagramma di ventilazione, incendio nella galleria di sicurezza

Il nuovo sistema non permette una pressurizzazione allo stesso livello della galleria di sicurezza, in particolare in caso di forti differenze di pressioni barometriche tra i due portali che possono raggiungere dei valori dell'ordine di 500 Pa. D'altro lato la sicurezza degli utenti è sempre garantita in modo efficace grazie alla messa in sovrappressione (80 Pa) dei rami di collegamento, delle stazioni tecniche e dei by-pass rispetto al traforo, in accordo con le norme in vigore. Per questo motivo tutti i rami sono dotati di una ventilazione indipendente. Gli acceleratori permettono di controllare la velocità longitudinale dell'aria nella galleria e rendono parimenti possibile una pressurizzazione sufficiente ad evitare qualsiasi penetrazione di fumi dai portali o da porte aperte.

Onde permettere di gestire anche il caso d'incendio in galleria di sicurezza e di evitare parimenti un'invasione incontrollata di fumo della stessa, il progetto prevede la possibilità di estrazione massiccia di fumi a livello delle centrali sotterranee del traforo stradale. A questo scopo sono previsti dei collegamenti aeraulici tra il traforo e le due centrali esistenti ed in particolare ai pozzi di espulsione dell'aria viziata.

Anche per i ventilatori è prevista la ridondanza completa con la doppia alimentazione elettrica dalle reti ENEL e EDF.

Il funzionamento della ventilazione dei rami di collegamento è la seguente:

- Prelievo dell'aria fresca dalla galleria tramite due ventilatori in parallelo, installati nella galleria, uno in funzione, l'altro in "stand-by";
- Immissione nei rifugi, ST e by-pass, attraverso una serranda di regolazione motorizzata e taglia-fuoco;
- Espulsione verso il traforo attraverso una serranda di regolazione motorizzata e taglia-fuoco, passaggio attraverso il SAS per i rifugi.

### **5.11 Impianto rete incendio**

La nuova rete incendio della galleria di sicurezza sarà integrata nel sistema esistente in modo da creare un doppio anello. I due serbatoi presenti ai portali e la stazione di sovrappressione sulla piattaforma francese non verranno modificati. La diramazione della condotta per la galleria di sicurezza avverrà in corrispondenza dei pozzetti incendio esistenti ai portali a fianco dei quali sarà creato un nuovo pozzetto. Un ulteriore collegamento by-pass tra la condotta esistente e la nuova condotta sarà realizzato a metà tunnel (zona del laboratorio, by-pass 3).

Lungo la galleria saranno predisposte delle bocche incendio in corrispondenza delle entrate dei rifugi (34), delle SAS dei rifugi (34), delle entrate dei by-pass (2x5) e delle stazioni tecniche (8) per un totale di 86 nuove bocche.

La condotta sarà del diametro di 200 mm, realizzata in acciaio inox di qualità AISI 304 con giunti saldati e fissata alla volta per mezzo di barre d'ancoraggio in acciaio inox.

In corrispondenza dei portali e fino a circa 2000 m le condotte saranno protette dal gelo mediante l'impiego di cavi riscaldanti e rivestimento termico.

### **5.12 Impianto alimentazione elettrica**

I diversi impianti tecnologici previsti nella galleria di sicurezza necessitano di un'alimentazione elettrica che sarà assicurata per mezzo di una nuova rete ad alta tensione di 20kV (HT) e di una distribuzione terminale a bassa tensione di 400/230V (BT).

La rete di alta tensione sarà dimensionata per distribuire l'energia elettrica sia alle installazioni della galleria di sicurezza che alle installazioni esistenti nel traforo.

Attualmente la rete HT è costituita da due arterie 20 kV, con energia fornita dalla rete ENEL dal versante italiano e dalla rete EDF dal lato francese. I cavi di queste due arterie transitano lungo il traforo nel canale di ventilazione aria fresca sopra

la carreggiata e raggiungono i locali tecnici PHT. Una nuova rete HT sarà realizzata in sostituzione a quella attuale; avrà lo stesso concetto di distribuzione elettrica ma transiterà in appositi cavidotti ricavati sotto il pavimento della galleria di sicurezza, con lo scopo di garantire la massima sicurezza e funzionalità dell'alimentazione elettrica. In caso di mancanza di tensione di una delle due arterie, la rete permetterà un'alimentazione da parte della seconda che rimane in tensione.

Il progetto prevede la creazione di nuove stazioni tecniche (ST) lungo la galleria, di cui una parte posizionate in corrispondenza dei PHT posti sul lato destro in direzione Italia-Francia. Ogni ST sarà equipaggiata con trasformatori 20/0.4 kV e armadi BT per la distribuzione dell'energia a tutti gli impianti.

Inoltre ogni locale sarà provvisto di gruppi di continuità UPS in grado di garantire un'autonomia di 2 ore.

È pure previsto il collegamento tra la galleria di sicurezza ed i PHT esistenti. Questo collegamento permette di eseguire i lavori di connessione tra gli impianti esistenti ed i nuovi locali tecnici accedendo unicamente dalla galleria di sicurezza senza interferire con il traforo.

### **5.13 Impianto di illuminazione**

La galleria di sicurezza sarà illuminata da lampade fluorescenti 1x49W tipo T5, installate in volta ad un'altezza di ca. 5.2 m. Gli apparecchi saranno posizionati ogni 5 m e assicureranno un livello di illuminazione di 40/45 lux. In corrispondenza dei rifugi, delle stazioni tecniche, o dei by-pass gli apparecchi saranno posti ad una distanza di 2.5 m in modo da rinforzare l'illuminamento a ca. 70 lux.

Le lampade saranno alimentate da due reti, una lampada ogni due sarà collegata alla rete di soccorso (UPS) mentre le altre saranno alimentate dalla rete normale. In condizioni normali le lampade della galleria di sicurezza saranno spente e verranno accese all'occupazione di rifugi o galleria con una gestione ripartita e telecomandata.

Una segnalazione luminosa di emergenza nella galleria di sicurezza (sempre accese) sarà realizzata per mezzo di lampade a diodi posate su entrambi i paramenti a 1 m di altezza e posizionate a quinconce con interasse su ogni lato pari a 32 m.

Nei rifugi, nelle stazioni tecniche e nelle SAS l'impianto di illuminazione garantirà un illuminamento pari a 150 lux e sarà collegato alla rete di soccorso (UPS). In

particolare nei rifugi sarà normalmente acceso, mentre nelle stazione tecniche sarà normalmente spenta e comandata in loco.

#### **5.14 Impianto video**

Un progetto di rinnovamento del sistema video del traforo è attualmente in corso di realizzazione. La copertura video della galleria di sicurezza sarà dunque realizzata mediante l'installazione di video-camere allacciate all'infrastruttura rinnovata, in modo da potersi avvalere dell'elevato livello di disponibilità assicurato dal nuovo sistema.

I segnali video dei rifugi e delle SAS di testa saranno trasportati da un cavo in fibra ottica dedicato che sarà installato nella galleria di sicurezza.

Le installazioni di video-sorveglianza installate nell'ambito della costruzione della galleria di sicurezza dovranno assicurare la copertura video di tutti i rifugi e delle SAS ai portali.

Il sistema dovrà permettere la segnalazione automatica su uno schermo al Posto di Controllo e Comando (PCC) delle immagini video dei rifugi occupati. Dovrà inoltre permettere agli operatori del PCC di sorvegliare l'accesso alla galleria ed alle zone delle SAS ai portali.

#### **5.15 Impianto radio**

Il nuovo sistema radio per il traforo autostradale prende già in considerazione la possibilità di un'estensione verso la galleria di sicurezza. La sua architettura permette un elevato livello di sicurezza. In effetti, il sistema radio è concepito in modo da rendere trasparente per l'utilizzatore qualsiasi anomalia di una componente del sistema.

La galleria di sicurezza avrà dunque una copertura radio assicurata da un cavo radiante installato in alto, sul lato opposto rispetto ai rifugi mediante un sistema di fissaggio in volta.

Per migliorare la qualità delle comunicazioni radio all'interno dei rifugi, delle stazioni tecniche e dei by-pass e per evitare eventuali interferenze tra i due sistemi radianti (traforo e galleria di sicurezza) è prevista l'estensione dei cavi fessurati anche in questi locali.

Il progetto definitivo prevede inoltre l'installazione di antenne ripetitrici all'interno degli edifici (lato Francia e lato Italia) per potenziare il segnale all'interno degli stessi.

### 5.16 Impianto di chiamata di emergenza RAU

Il sistema da installare dovrà rispondere il più possibile a requisiti di semplicità e di affidabilità.

La semplicità sarà realizzata con la messa in opera di un'architettura tradizionale e di grande diffusione.

L'affidabilità sarà raggiunta utilizzando una rete di fibre ottiche dedicata che transita nella galleria di sicurezza.

Un sistema fisico di ritrasmissione indipendente sarà quindi messo in opera per la Rete Chiamata d'Urgenza (RAU).

### 5.17 Impianto rilevamento incendio

In ogni rifugio e in ogni ST sarà installata una centrale d'allarme.

Nella galleria saranno installati dei rilevatori di fumo di moderna tecnologia che permetteranno di rilevare fumo con due soglie di allarme, un rilevatore in corrispondenza di ogni accesso ai rifugi, alle ST ed ai by-pass, rilevatori distanziati di ca. 250 m tra i rifugi.

Ogni centrale d'allarme gestirà i rilevatori del rifugio corrispondente e il primo rilevatore di ogni parte della galleria (verso l'Italia e verso la Francia). Ogni centrale gestirà dunque tre zone in galleria (zone di stazionamento, primo rilevatore verso l'Italia, primo rilevatore verso la Francia).

Ogni centrale disporrà inoltre di una serie di contatti puliti per poter segnalare gli allarmi e i difetti alla GTC.

### 5.18 Porte e controllo accessi

Per le porte è prevista la seguente disposizione:

Descrizione	Tipo di porte	Dimensione (larghezza x altezza)	Protezione
Traforo - SAS	A 2 battenti	1.4 (0.9 + 0.5)x 2.0 m	HCM 120
SAS - Rifugio	A 2 battenti	1.4 (0.9 + 0.5)x 2.0 m	REI 120
Rifugi - galleria	scorrevoli	1.4 x 2.0 m	REI 120
ST	A 2 battenti	1.4 (0.9 + 0.5)x 2.0 m	REI 120 HCM 120 verso traforo
by-pass	Motorizzata a più battenti	3.5 x 3.5 m	REI 120

Il progetto della galleria di sicurezza prevede un sistema di controllo degli accessi. Il sistema sarà interamente nuovo e integrato nella nuova GTC della galleria, ma sarà studiato per permettere il riconoscimento dei badges attuali utilizzati dalle società SITAF e SFTRF.

Da notare inoltre che ai due portali saranno installati dei cancelli ed una sorveglianza video per impedire l'accesso indisturbato alla galleria di sicurezza.

#### **5.19 Impianto telefonico**

Il principio d'installazione proposto consiste nell'utilizzo della nuova rete di trasporto dei dati installati nella galleria di soccorso per la trasmissione vocale. Tenuto conto della capacità della rete informatica Gigabit, già da ora è possibile approfittare delle nuove tecnologie ed evitare l'installazione di un nuovo sistema telefonico analogico proprio.

La soluzione VoIP proposta per il sistema telefonico permetterà di evitare la condivisione di una stessa linea per svariati apparecchi. In effetti ogni apparecchio telefonico sarà, di principio, direttamente allacciato alla rete Ethernet e dunque direttamente individuabile.

#### **5.20 Gestione tecnica centralizzata, supervisione e reti di comunicazione**

La nuova Gestione Tecnica Centralizzata sarà dimensionata per i bisogni della galleria di sicurezza e del traforo.

Per le caratteristiche dell'impianto si riporta alle relazioni tecniche.

#### **5.21 Segnaletica**

I principi fondamentali considerati in questa fase di progetto comprendono principalmente i seguenti elementi:

- Segnalazione dei rifugi (nel traforo e nella galleria);
- L'individuazione delle Stazioni Tecniche, dei by-pass e la segnalazione della galleria;
- L'informazione degli utenti nei rifugi;
- Segnaletica orizzontale in carreggiata;
- Segnaletica stradale dei piazzali esterni.



La leggibilità dei rifugi nel traforo esistente sarà effettuata con dispositivi identici a quelli attualmente installati nel traforo con in particolare l'illuminazione permanente delle entrate, l'illuminazione dei totem nonché il sistema di luci flash.

La posizione relativa dell'utente nel traforo per rapporto ai rifugi sarà indicata in corrispondenza dei bottoni SOS (ogni 20 m).

## **5.22 Sonorizzazione**

L'esecuzione del sistema di sonorizzazione per i rifugi è proposta mediante trasmissione VoIP che tiene conto sia della stessa proposta fatta per la rete di telefonia sia di avere a disposizione una rete dati per la GTC del tipo Gigabit con trasmissione Voce-dati.

Tale applicazione, di tipo full-simplex, permette di accettare una differenza temporale tra l'enunciato del messaggio e la sua diffusione effettiva.

Il progetto prevede inoltre l'insonorizzazione dei rifugi mediante il rivestimento fonoassorbente della parete del rifugio.

## **6. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI REALIZZAZIONE**

### **6.1 Procedimenti esecutivi della Galleria di sicurezza**

Ad entrambi gli imbocchi è previsto di iniziare lo scavo con metodo tradizionale all'esplosivo. Tali tratte sono assunte di 1600 m circa considerando che la fornitura della TBM avvenga al 9 mese dall'inizio dei lavori di scavo. Per questa tratta sono state previste 5 tipologie di sostegno in base alle informazioni geotecniche dedotte dai quaderni di cantiere relativi alla costruzione del traforo.

Il montaggio delle frese potrà essere previsto in caverna. La camera avrà una lunghezza di 40 m, un'altezza di 13.10 m ed una larghezza di 14.10 m.

È previsto l'utilizzo su entrambi i lati di fresatrici doppio scudate che permettono la posa di conci prefabbricati in calcestruzzo in avanzamento. Considerando il tipo di roccia è ipotizzabile un rendimento delle fresatrici di ca. 15 m giornalieri.

La camera di smontaggio delle TBM sarà ubicata in prossimità del km 6.5 in corrispondenza del laboratorio sotterraneo. Quest'ultima avrà dimensioni orientative di 10.5 x 11.5 x 20 m.

Immediatamente a ridosso della TBM è prevista la posa delle condotte di evacuazione delle acque, la costruzione dei pozzetti d'ispezione ogni ca. 100 m, la posa delle condotte per raccogliere l'acqua delle canalette diametro 100 mm ed il riempimento con materiale fresato proveniente dallo scavo e relativo costipamento. Sarà pertanto ricavata la superficie per la posa dei binari di cantiere e per l'esecuzione dei rami di collegamento e delle stazioni tecniche.

Il pavimento definitivo sarà eseguito una volta terminati i lavori di scavo ed evacuata la TBM. Questa operazione sarà svolta nel seguente modo:

- Scavo dei tracciati e pozzetti per la posa dei cavi elettrici e relativi raccordi ai rifugi ed alle stazioni tecniche. Questa soluzione permette di interrare la quasi totalità delle reti necessarie;
- Messa in quota dei pozzetti di ispezione della condotta acqua;
- Esecuzione della pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Durante la prima fase di progetto definitivo sono state illustrate le possibili metodologie di scavo. Nella presente relazione si descrivono in dettaglio le metodologie scelte, in particolare:

- Scavo in tradizionale all'esplosivo
- Scavo con fresa da roccia dura doppio-scudata

Poiché la geologia è conosciuta dai due tunnel (ferroviario e stradale) scavati in adiacenza si è potuto definire in dettaglio le tratte da scavare all'esplosivo e quelle con fresa meccanizzata a piena sezione.

Si ritiene dunque vantaggiosa la scelta di una TBM a doppio scudo, che appare dare le maggiori sicurezze in merito alla regolarità dell'avanzamento ed alla tempistica di consegna dell'opera. In particolare si considera:

- la soluzione dello scavo dell'intera galleria all'esplosivo comporterebbe tempi eccessivamente lunghi di esecuzione dell'opera;
- la soluzione TBM aperta comporterebbe, ad elevate coperture, una scarsa produttività dell'avanzamento dovendo prevedere chiodature ingenti, sulla base dei dati rilevati nella galleria autostradale;
- la soluzione TBM a semplice scudo esporrebbe ad un maggiore rischio di blocco dello scudo in caso di comportamento spingente della roccia (alte coperture) a causa della lunghezza dello scudo da movimentare.

Sono previste due tratte di scavo in tradizionale dagli imbocchi. Questa scelta consente da un lato di essere operativi con il cantiere di scavo il più rapidamente possibile, dall'altro:

- Sul versante italiano: si supera la tratta in morena di versante.
- Sul versante francese: si attraversa la tratta nel triassico e, giunti nelle anidridi, in prossimità della zona dei calcescisti, si realizza la caverna di montaggio necessariamente in sotterraneo a causa degli esigui spazi per il montaggio della TBM all'esterno.
- Ancora dal lato Francia sarebbe preferibile attraversare in tradizionale sia la zona delle corniole situata a circa 400 m dal portale del Tunnel autostradale sia le anidriti, sino al PM 16+650 ca.

## **6.2 I rifugi di sicurezza, le stazioni tecniche (ST) e centrali di ventilazione della galleria e i by-pass**

Lo scavo dei rami di comunicazione, delle stazioni ST e dei by-pass avverrà in contemporanea con l'avanzamento degli scavi principali della galleria di sicurezza.

Si prevede di eseguire i rami di comunicazione ad una distanza di ca. 500 m dal fronte.

Il passaggio dei treni nelle zone dei rifugi, contrariamente a quanto previsto per la galleria con diametro 5.50 m, non sarà protetto da un blindaggio di sicurezza per garantire l'accesso al fronte in caso di problemi nello scavo dei rifugi stessi.

Per l'abbattimento del diaframma con le strutture esistenti si opererà nel seguente modo:

- Scavo all'esplosivo fino a ca. 7 m dal traforo esistente;
- Posa di strutture protettive nel traforo con un ingombro di ca. 20 cm dal paramento attuale;
- Esecuzione di 4 perforazioni ai bordi per delimitare la superficie di scavo;
- Taglio con filo diamantato dei 4 bordi per evitare vibrazioni alla struttura esistente del traforo;
- Rimozione della roccia all'interno della sagoma delimitata con martellone;
- Costruzione della sagoma interna in calcestruzzo gettato in opera.

Da notare come prima della rimozione delle strutture protettive nel traforo all'interno del ramo di collegamento saranno realizzate tutte le strutture in calcestruzzo (volta, pareti, pavimenti) e saranno pure posate le porte.

### **6.3 Le opere ai portali -lato Italia**

#### **6.3.1 I nuovi edifici**

Il centro di soccorso, ventilazione e manutenzione (CSVM) sarà composto da tre fabbricati (corpo A, corpo B, corpo C) allineati nell'area retrostante l'edificio della centrale di ventilazione esistente, disposti in modo che tra loro si formano dei piazzali di manovra e d'accesso; il tutto sotto un'unica copertura per la protezione alle diverse attività dell'esercizio in caso di cattivo tempo e precipitazioni, e come elemento illuminante generale.

Sul fronte est verso il torrente Rochemolles all'interno di ogni singolo edificio sono organizzati i collegamenti verticali (scale, accessi e corridoi) che distribuiscono tutti i livelli interni dei diversi corpi e dei diversi piazzali.

Il primo edificio (corpo A) ha dimensioni fuori terra di 15,00 metri x 30,00 metri, alto 19,50 metri, ed è organizzato su quattro livelli, due seminterrati e due fuori terra; i due livelli interrati per collegarsi con l'imbocco del cunicolo della galleria di sicurezza presentano una dimensione superiore di 15,00 metri x 36,80 metri.

Alla quota dei piazzali 2, 3 e 4 sono ubicati gli altri due edifici (corpo B e corpo C) che sviluppano ognuno un'area edificata di base di metri 15,00 x metri 30,00, per una superficie singola di base corrispondente a mq. 450.

Il secondo edificio (corpo B), alto metri 12,50, al livello interrato (livello 2), vicino al cunicolo tecnico di collegamento dei diversi corpi A-B-C, presenta il locale tank per l'impianto di riscaldamento, il locale BT e un locale disponibile.

Il terzo edificio (corpo C), alto come il corpo B metri 12,50, al livello interrato (livello 2) vicino al cunicolo tecnico di collegamento dei diversi corpi A-B-C, presenta un locale BT e una sottocentrale.

Lungo il fronte ovest dei tre edifici, ai piedi della montagna, direttamente accessibile dai piazzali è organizzato un'asse carrabile parzialmente coperto, in corrispondenza degli edifici, che permette l'accesso alla zona retrostante fino alla centrale termica esistente.

Sulla sponda sinistra del torrente Rochemolles, vicino al nuovo ponte carrozzabile che sostituisce leggermente più a monte l'esistente, è stata disposta un'area di parcheggio per 41 posti auto.

L'elenco delle superfici dei piazzali risulta come segue :

- piazzale 1	mq.	1333
- piazzale 2	mq.	600
- piazzale 3	mq.	600
- piazzale 4	mq.	300
- elisuperficie	mq.	1146
-		

### 6.3.2 Sistemazione centrale di ventilazione esistente

Si propone un nuovo "vestito" sulle quattro facciate e sul camino con maglie metalliche stirate, in modo da schermare l'edificio e i suoi annessi, con il concetto di "quinta", ma nel contempo permettere ancora il passaggio dell'aria.

Il nuovo inserimento è composto da pilastri a doppia T in acciaio, distanti dalle facciate esistenti di 2,00 metri, fissati a terra con fondamenta singole e ancorati nelle estremità superiori. Per evitare un'insufficienza di stabilità, ogni lato viene rinforzato con tiranti posti nella parte superiore delle quinte.

Le quinte sono composte da griglie in lamiera stirata con piegatura ai bordi (scatolato), trattate in superficie con coprenti colorati, resistenti all'usura, alle intemperie e alla corrosione.

### *6.3.3 Sistemazione paesaggistica delle aree circostanti*

A lavori ultimati è prevista una sistemazione paesaggistica con interventi di recupero ambientale in corrispondenza delle sponde del torrente Rochemolles quale area pubblica di svago e il ripristino funzionale della strada ex-militare della Melnise ai fini escursionistici e di gestione forestale.

Attorno ai nuovi edifici, in particolare nelle scarpate ai piedi della montagna sono previsti interventi di recupero del reinverdimento.

### *6.3.4 Nuovo portale traforo con allargamento del viadotto*

Nell'ambito di una riqualificazione per migliorare l'attuale inquinamento visivo, coerentemente con il concetto dell'inserimento architettonico urbanistico degli interventi esterni lato Italia, si prevede un nuovo portale con forme dinamiche e innovative.

Il nuovo portale concettualmente riprende l'architettura organica di una gabbia toracica con spina dorsale. Le costole del tronco di cono con nervature e torsioni variabili sono previste in calcestruzzo armato gettato in opera. Nell'intervallo tra una costola e l'altra sono inserite membrane traslucide in plexiglas (resistente all'usura del tempo e intemperie) per impedire la caduta dei depositi di neve e per creare oltre ad una trasparenza visiva, effetti di illuminazione adeguati (evitando l'effetto zebra sulla carreggiata) e limitare l'inquinamento fonico.

La spina dorsale, composta da una trave orizzontale con elementi di calcestruzzo, oltre a servire come vano per l'impiantistica e l'illuminazione, permette di ricevere le spinte orizzontali di ogni elemento "costola" inclinato verso il punto di appoggio sull'imbocco.

## 7. CANTIERIZZAZIONE

### 7.1 Cantieri - Lato Italia

Il cantiere lato Italia sarà organizzato su suoli di pertinenza SITAF alle spalle dell'attuale centrale di ventilazione esterna del tunnel. Si prevedono rispettivamente:

- locale officina magazzino
  - impianto di produzione calcestruzzo
  - terminale nastro di smarino
  - area di prefabbricazione conci
  - area di stoccaggio conci
  - deposito temporaneo smarino
  - impianto di trattamento delle acque drenate
  - area uffici (impresa e DL), mensa e dormitori (in sponda opposta del fiume)
- oltre a gru, impianti di ventilazione e serbatoio diesel.

Si noti che la posizione, tipologia e dimensione del deposito di esplosivi è lasciata all'impresa appaltatrice secondo le proprie metodologie di lavoro e nel rispetto della regolamentazione vigente.

L'area di cantiere è articolata su due livelli, il primo, alla quota di progetto dell'imbocco della galleria di sicurezza (1300.00), il secondo, al di sopra del terrapieno attuale (1307.00 - 1310.00). L'imbocco della galleria di sicurezza avverrà tramite uno scavo d'approccio e rappresentato nelle tavole allegate assieme all'opera in artificiale.

Nella preparazione dell'area di cantiere si prevedono alcuni sbancamenti al lato EST dietro la centrale. In ognuna delle fasi di scavo e lavorazione occorre conservare l'accesso alla rampa QUAD per la via di fuga attuale del tunnel di sicurezza.

Si prevede un piano di lavoro posto a 1300.0 m s.l.m., durante la fase di scavo all'esplosivo verrà realizzata una rampa di accesso per recuperare la quota di soglia, ribassata di 1.42 m rispetto alla quota di progetto, ad 1298.58 m s.l.m.

Nella zona di imbocco della galleria di sicurezza il piano di fondo verrà ribassato sino alla quota 1298.58 di soglia della galleria in tradizionale per la durata dei lavori di scavo all'esplosivo. Tale quota sarà riportata a livello per la movimentazione dei treni a partire dall'inizio dello scavo con TBM.

Durante la fase di scavo con TBM si procederà al riempimento della zona di rampa per permettere l'accesso con il treno di servizio.

Lo smarino è ipotizzato con nastro almeno a partire dalla tratta scavata con TBM. Durante lo scavo della parte in tradizionale si effettuerà smarino e approvvigionamento del fronte con mezzi gommati che scaricheranno all'esterno su un tronco di nastro in prossimità dell'imbocco che trasporta il materiale alla zona di deposito provvisorio da cui saranno organizzati i trasporti alla discarica designata attraverso un nuovo ponte e la strada statale Rochemolles.

L'area di prefabbricazione dei conci è prevista alla quota 1310.00 e l'area di stoccaggio immediatamente a monte della scarpata provvisoria, tra le quote 1307 e 1309.00

Le scarpate della zona di imbocco, con pendenza massima 2:1, dovranno essere realizzate per tappe e opportunamente sostenute (chiodature e calcestruzzo spruzzato armato con rete) e con sistema di drenaggio.

A termine lavori della galleria si realizzerà un'opera in galleria artificiale per collegare la zona di imbocco con l'edificio PRV e l'entrata della galleria. Inoltre si realizzerà un muro di sostegno a delimitare due dei lati del piazzale a quota 1300. Prima dell'esecuzione del muro di sostegno occorrerà modificare la rampa di uscita dall'attuale via di fuga (rampa QUAD).



## **8. ANALISI DELLE ALTERNATIVE**

Nell'ambito del presente studio sono state brevemente riassunte le varie alternative progettuali esaminate durante tutto l'iter di progettazione dell'opera "traforo del Fréjus - galleria di sicurezza".

Gli approfondimenti tecnici - economici relativi alle scelte strutturali, alle differenti metodologie di scavo ipotizzate e al livello di sicurezza dell'opera sono stati alla base delle analisi di confronto fatte nei documenti sopra riassunti e durante tutto l'iter di progettazione.

Pertanto si ritiene che in questo studio non sia più necessario operare un'analisi di confronto tra le diverse alternative mediante matrici di confronto, ma si evidenzia che l'alternativa prescelta "galleria di sicurezza con ottimizzazione diametro interno a 8,00 m" sia l'unica che soddisfa tutti i requisiti richiesti e darà le migliori prestazioni.

Tutte le altre ipotesi sono state esaminate e scartate durante le varie fasi di attuazione.

### **8.1 L'opzione zero**

L'incidente avvenuto nel tunnel del Fréjus il 4 giugno 2005, che si somma agli altri casi recenti di incidenti sviluppatisi all'interno di gallerie stradali europee, ha reso ancora più urgente e prioritaria la realizzazione di una galleria di sicurezza e il rifacimento degli impianti di sicurezza annessi, al fine di innalzare i livelli di sicurezza dell'infrastruttura in sotterraneo.

In questo scenario di riferimento, in relazione al quadro normativo vigente, alle valutazioni ed analisi del Comitato di Sicurezza e della Commissione Intergovernativa e alle indicazioni dei Ministri, emerge che la realizzazione di un tunnel parallelo al traforo autostradale costituisce la soluzione obbligata al fine di contenere i rischi connessi all'esercizio dell'infrastruttura.

Pertanto, data l'importanza della realizzazione dell'opera che non consente deroghe al perseguimento dei livelli di sicurezza richiesti, l'opzione zero non costituisce uno scenario di riferimento e per tale motivo non contemplato nello studio di impatto ambientale.

## **8.2 Alternative strutturali esaminate nelle varie fasi progettuali**

### *8.2.1 Alternative esaminate nello studio di fattibilità del 2001*

Nell'ambito dello Studio di Fattibilità di una galleria di soccorso a due corsie di marcia del 2001, sono state valutate alternative progettuali in relazione alla scelta della sezione della galleria ed alla tipologia di scavo.

In particolare sono stati presi in considerazione due tipi di sezione, a seconda della modalità di scavo adottata:

- sezione circolare in caso di utilizzo di una fresa (TBM);
- sezione a ferro di cavallo in caso di scavo mediante l'utilizzo di esplosivo.

Dal quale si evidenziava che, indipendentemente dalla sezione adottata, il diametro complessivamente più vantaggioso economicamente e tecnicamente risultava essere pari a 4,8 m. I diametri inferiori, pari comunque a minimo 4,6 m necessari per realizzare una galleria a due corsie che non necessiti di allargamenti locali, richiederebbero l'acquisto di veicoli speciali di soccorso in quanto sia le utilitarie sia i break-ambulanza e i veicoli da 1,7 m necessitano di un diametro maggiore.

*Si rimanda al documento originale per i dettagli relativi all'analisi completa delle alternative.*

### *8.2.2 Alternative analizzate dal progetto preliminare del 2002*

Nell'ambito del progetto preliminare sono stati approfonditi alcuni aspetti tecnico - economici relativi alle differenti metodologie di scavo ipotizzate nello Studio di Fattibilità.

In particolare, sono stati valutati tre possibili scenari:

- scavo meccanizzato e tradizionale con un tempo di realizzazione di 69 mesi;
- scavo meccanizzato e tradizionale con un tempo di realizzazione di 61 mesi;
- scavo in tradizionale su ambo i lati con un tempo di realizzazione di 78 mesi.

La prima ipotesi comporta dei tempi di esecuzione sbilanciati, dato che sul versante francese sono previsti 69 mesi e sul versante italiano 56 mesi per la messa in esercizio dell'opera, mentre la seconda ipotesi permette di risparmiare da 6 a 8 mesi sul versante francese, aumentando il tempo di costruzione sul lato italiano di 3 mesi, da 56 a 59 mesi con riequilibrio dei tempi di esecuzione. Le due

ipotesi comportano un costo totale stimato in simile (1° ipotesi: 278.212.333,00 €; 2° ipotesi: 274.413.095,00 €).

La 3° ipotesi presuppone un tempo complessivo di esecuzione pari a **78 mesi** (ed un costo pari a **261.183.535,00 €**).

*Si rimanda al documento originale per i dettagli relativi all'analisi completa delle alternative (in allegato).*

### 8.2.3 *Alternative analizzate nell'allegato 6.1. ad integrazione del progetto preliminare del 2002*

A seguito delle richieste di integrazione al progetto preliminare, è stato elaborato il documento " allegato 6.1. - le soluzioni alternative" nel quale sono analizzate le soluzioni attuabili o in corso di attuazione ai fini della sicurezza relativamente agli interventi impiantistici, luoghi sicuri o rifugi e galleria di sicurezza.

Da tale documento si evince che:

- le soluzioni impiantistiche proposte nel progetto preliminare sono aggiuntive rispetto allo stato attuale e offrono evidenti vantaggi.
- in merito alle soluzioni strutturali relative all'adeguamento relativo alla realizzazione dei soli rifugi, oggi notevolmente distanziati, la soluzione accettabile sarebbe quella di realizzare 24 rifugi. Questa scelta presuppone lo scavo con esplosivi in galleria e trasporto all'esterno del materiale di risulta con chiusura del traforo; mentre nella fase di cantiere si deve prevedere un'apertura del traforo a circolazione alternativa su una sola corsia.
- La soluzione con due tronchi di galleria di sicurezza a piccolo diametro parallele al traforo e con la zona centrale realizzata con rifugi costituisce un sistema ibrido, che comporta gli stessi inconvenienti della soluzione con rifugi; inoltre i due tronchi di galleria hanno diametri modesti e tali da non consentire l'accesso alla zona incidentata dei mezzi di estinzione o per intervento di automezzi di evacuazione dei VV.F. in caso di ostruzioni da automezzi nelle due corsie del traforo.
- La galleria ad una corsia, con diametro di circa 6,50 m, rappresenta indubbiamente una soluzione accettabile ai fini della sicurezza per l'accessibilità al Traforo offerta da squadre di soccorso, sia attraverso la galleria stessa sia attraverso i collegamenti trasversali carrabili.

- - la galleria con una corsia di transito e una di emergenza è la soluzione che offre una migliore agibilità e una maggiore sicurezza nell'esercizio del traffico commerciale del traforo.

*Si rimanda al documento originale per i dettagli relativi all'analisi completa delle alternative (in allegato).*

#### 8.2.4 Alternative analizzate dallo studio "ottimizzazione diametro interno" del 2006

Nello studio di "tunnel del Fréjus - galleria di sicurezza parallela - ottimizzazione diametro interno" predisposto da Lombardi SA nel 2006 è stato effettuato un confronto sulle dimensioni del diametro interno della galleria di sicurezza e dei sistemi di ventilazione connessi.

In particolare sono stati presi in considerazione due tipi di diametro:

- sezione circolare con diametro di 5,50 m con sagoma libera 4,50 x 3,00 m;
- sezione circolare con diametro di 8,00 m con sagoma libera 6,60 x 4,00 m.

Dall'analisi di queste alternative si riporta la tabella che riassume le differenze tecniche e di sicurezza tra le due soluzioni proposte:

<b>Soluzione diametro 5.50</b>	<b>Soluzione diametro 8.00</b>
Incrocio di ambulanze (una ferma e una al passo)	Incrocio Titan e Navetta Orthros a 40 km/h
Accesso limitato dei servizi di soccorso	Accesso rapido, flessibile ed agevole dei servizi di soccorso
SAS ai portali	Accesso diretto
Gestione dell'incendio dalle centrali di testa.	Aspirazione fumi nella galleria di sicurezza in corrispondenza delle centrali intermedie
34 rifugi ogni 367 m, superficie 54 m <sup>2</sup>	34 rifugi ogni 367 m, superficie 164 m <sup>2</sup>
2 by-pass ogni 4300 m	5 by-pass ogni 2145 m

La 1° soluzione presuppone un tempo complessivo di esecuzione pari a **5 anni e 3 mesi** per un costo pari a **272 mio di €**; mentre la 2° soluzione richiede un tempo di esecuzione pari a **6 anni e 6 mesi** per costo di **348 mio di €**.

*Si rimanda al documento originale per i dettagli relativi all'analisi completa delle alternative (in allegato).*

## 9. STIMA DEI MATERIALI DI SCAVO - LATO ITALIA

Il materiale di risulta dagli scavi di tutta la galleria è stato stimato, assumendo per il materiale un fattore di incremento pari a 1.3 rispetto al volume teorico di scavo, come segue:

<i>tronco</i>	<i>Sezione</i>	<i>lunghezza</i>	<i>volume</i>	<i>volume + 30%</i>
	m2	m	m3	m3
TBM	66.48	10'260.00	682'044.79	886'658.23
Esplosivo	64.27	2'615.00	168'066.05	218'485.87
PHT	64.27	318.00	20'437.86	26'569.22
Rifugio	24.35	1'402.00	34'138.70	44'380.31
Centrale	52.50	50.00	2'625.00	3'412.50
bypass	32.43	245.00	7'945.35	10'328.96
Camera montaggio	226.72	100.00	22'672.00	29'473.60
Collegam AV	22.73	600.00	13'638.00	17'729.40
			<b>951'567.75</b>	<b>1'237'038.08</b>

il totale da portare a discarica è pari a circa 1.250.000 m<sup>3</sup>.

Il 50% di tale cubatura deve essere smaltito nel versante italiano, in quanto verso l'Italia si estrae lo smarino relativo alla realizzazione del bypass centrale ed il rifugio 18 e la camera di smontaggio.

**Tale cubatura corrisponde a circa 700.000 m<sup>3</sup>.**

Relativamente allo smarino lato Italia, si prevede di utilizzare circa 8.000 m<sup>3</sup> per la sistemazione e la riqualificazione dell'imbocco italiano attuale del traforo, pertanto la quantità da dimettere in discarica è pari a 692.000 m<sup>3</sup>.

## 10. LE ALTERNATIVE DEI SITI DI STOCCAGGIO DELLO SMARINO

Considerata la cubatura di smarino da stoccare di circa 700.000 m<sup>3</sup>, si è ritenuto necessario valutare diverse ipotesi alternative per lo stoccaggio dei materiali di scavo.

Le alternative esaminate sono le seguenti:

- 1) deposito in loco nel versante orografico destro del torrente Rochemolles, nella zona a monte dell'imbocco già interessato al deposito in fase di costruzione del traforo negli anni '80;
- 2) deposito in località La Maddalena, in una porzione di territorio a circa 30 km dal traforo, lungo l'autostrada A32, su aree di proprietà SITAF già utilizzate a discarica per la costruzione dell'infrastruttura viaria negli anni '80;
- 3) smaltimento in discariche di proprietà privata ubicata in Valle di Susa nei Comuni di Meana - Gravere;
- 4) riutilizzo delle rocce da scavo secondo quanto indicato dall'art. 186 del d.Lgs. 152/06 in siti idonei esterni alla Valle di Susa.

E' attualmente in corso uno studio di caratterizzazione del materiale ricavato dai sondaggi all'interno del traforo, al fine di valutarne l'uso come inerte per il confezionamento del calcestruzzo.

### 10.1 Deposito a monte dell'imbocco del traforo

Le aree interessate dalla sistemazione definitiva dei materiali di smarino ricadono tutte in sponda idrografica destra del T. Rochemolles, in un settore di vallata relativamente più ampio dei tratti circostanti.

Il modellamento esogeno ha interessato il substrato roccioso, il cui assetto geostrutturale ha direttamente condizionato l'orientazione della valle. L'impostazione e il progressivo ampliamento della valle è riconducibile al modellamento polifasico operato, alternativamente, dal corpo glaciale e dal torrente che hanno improntato l'assetto del territorio. Tale azione si è svolta ripetutamente nel corso del Quaternario, in corrispondenza del susseguirsi di fasi climatiche di tipo freddo e temperato.

L'assetto morfologico attuale dell'area deriva dalla realizzazione del Traforo Autostradale, delle relative opere di servizio e della messa in posto dei materiali di smarino. L'analisi della documentazione di progetto e dello stato di fatto precedente all'opera, integrata con l'esame della cartografia della prima metà del

Novecento, evidenzia gli interventi eseguiti sul territorio e consistenti, fondamentalmente nello spostamento di circa 50 m verso sud-est di un tratto dell'alveo del T. Rochemolles. La nuova sede del corso d'acqua, con andamento pressoché rettificato, è stata protetta con difese spondali e soglie di fondo in modo da evitare l'insorgere di fenomeni erosivi accentuati.

Nelle aree resi disponibili in sponda destra sono stati realizzati gli impianti tecnologici e le zone di accumulo dello smarino proveniente dal Traforo. Tali aree non interessano, né interferiscono, con la dinamica del corso d'acqua principale. La loro quota, relativamente più elevata, impedisce anche significative interferenze con i deflussi sotterranei delle acque di falda. L'efficacia delle opere di sistemazione in alveo è confermata dalla mancanza di fenomeni di dissesto significativi negli ultimi 15 anni almeno, nonostante il verificarsi di episodi di piena rilevante lungo il Torrente. Gli interventi di sistemazione realizzati (gabbionate, canalette di fondo, protezioni spondali, ecc.) in precedenza hanno interessato anche alcune linee effimere di scorrimento superficiale presenti nell'intorno dell'area di progetto. Nell'insieme lo stato di conservazione delle opere appare discreto. La loro efficacia è stata confermata nel corso dell'ultimo decennio, quando vari eventi meteo-idrologici di rilievo hanno interessato l'area (ad esempio, 1993, 1994, 2000, ecc.) senza, tuttavia, innescare fenomeni di dissesto.

L'accumulo dello smarino proveniente dalla Galleria di Sicurezza è previsto alla sommità della discarica principale esistente poco a nord del Campo industriale. Il sito ha una superficie di circa 58.000 mq.

L'assetto della discarica attuale è stato ricostruito dalla documentazione originaria di progetto e di analisi speditive svolte nell'ambito del progetto attuale. La discarica è costituita da un accumulo di materiali detritici incoerenti poggianti su un lembo dell'originario fondovalle. I terreni di appoggio basale sono costituiti dai depositi fluviali e glaciali a granulometria grossolana, mentre l'appoggio sul pendio avviene, nella parte inferiore, attraverso i depositi glaciali a granulometria medio-grossolana, e nella zona superiore direttamente sulla roccia.

La sistemazione della discarica risale alla fine alla fine degli anni Ottanta (SITAF - *Sistemazione della discarica del materiale di scavo del Tunnel Autostradale del Frejus, in adiacenza al T. Rochemolles presso l'imbocco Lato Italia del Traforo.*



GEOENGINEERING, 1987) consistente in interventi di:modellazione delle scarpate; rete di drenaggio ed irrigazione e messa a dimora di piante.

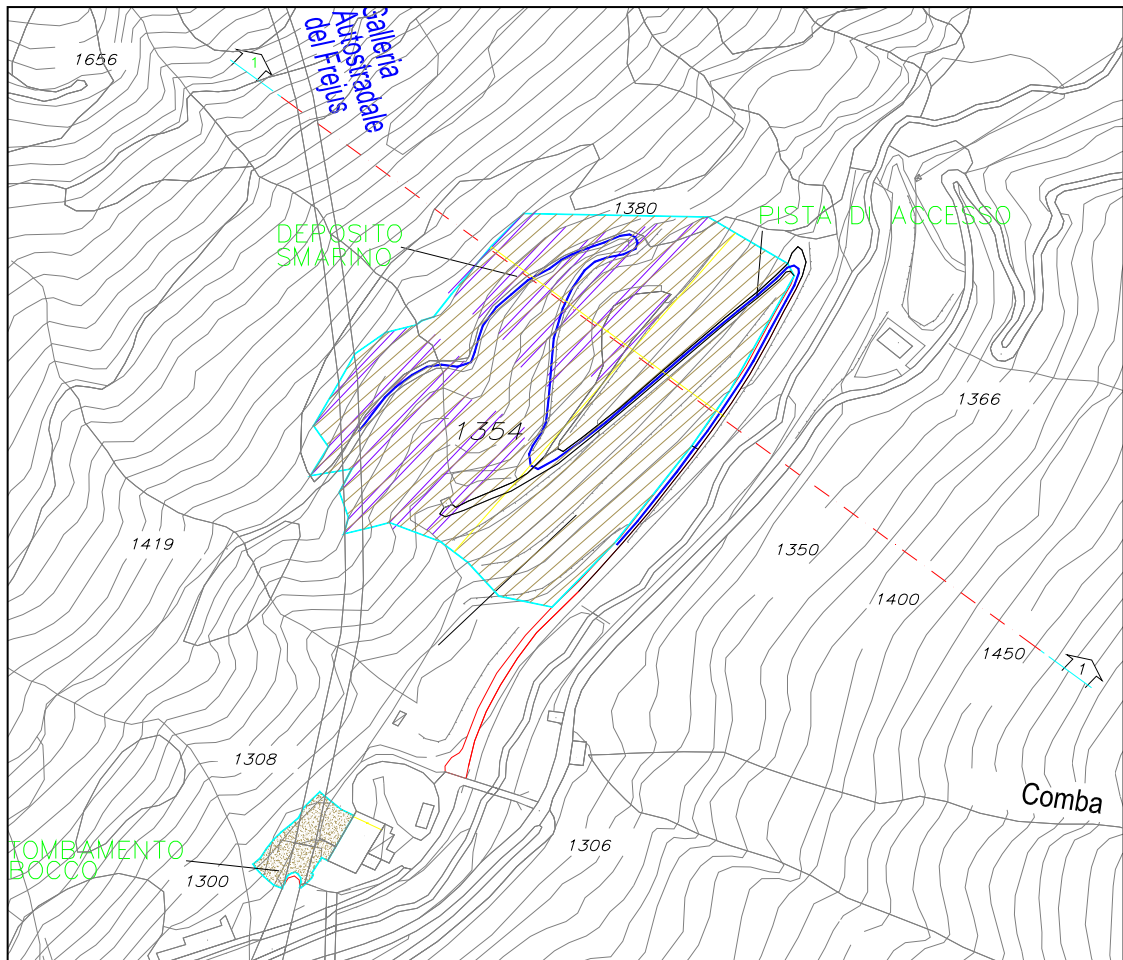
Il piano di appoggio è stato in gradoni con limitati dislivelli in modo da consentire una disposizione in strati dello smarino. L'accumulo risulta, quindi, addossato al versante, con il fronte maggiore disposto circa parallelamente al corso d'acqua. I fianchi sono sagomati in gradoni con altezza massima di 10 m, separati da banche dalla sommità pianeggiante con larghezza di 5 m. L'inclinazione delle scarpate è generalmente nell'ordine di 2 su 3 (verticale su orizzontale). Lo spessore massimo di riporto è di 22 m, mentre il dislivello complessivo tra il piede e la sommità dell'accumulo raggiunge i 41 m.

La sommità della discarica è stata sistemata secondo superfici sub-pianeggianti debolmente inclinate in modo da evitare il ristagno delle acque meteoriche o provenienti dal ruscellamento sul versante e la successiva infiltrazione nel corpo dell'accumulo. L'inclinazione dei tratti sommatali verso l'esterno varia tra il 4 % (superfici di copertura) e il 2 % (strada di accesso e sommità delle banche). Per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche, sia zenitali che provenienti dalle aree circostanti comprese alcune linee di deflusso effimere presenti sul versante, è stato realizzato un complesso sistema di convogliamento comprendente un reticolo di canalette, pozzetti e scoline, che convoglia le acque nel sottostante alveo del Torrente Rochemolles.



IMBOCCO DEL TUNNEL - Zona deposito

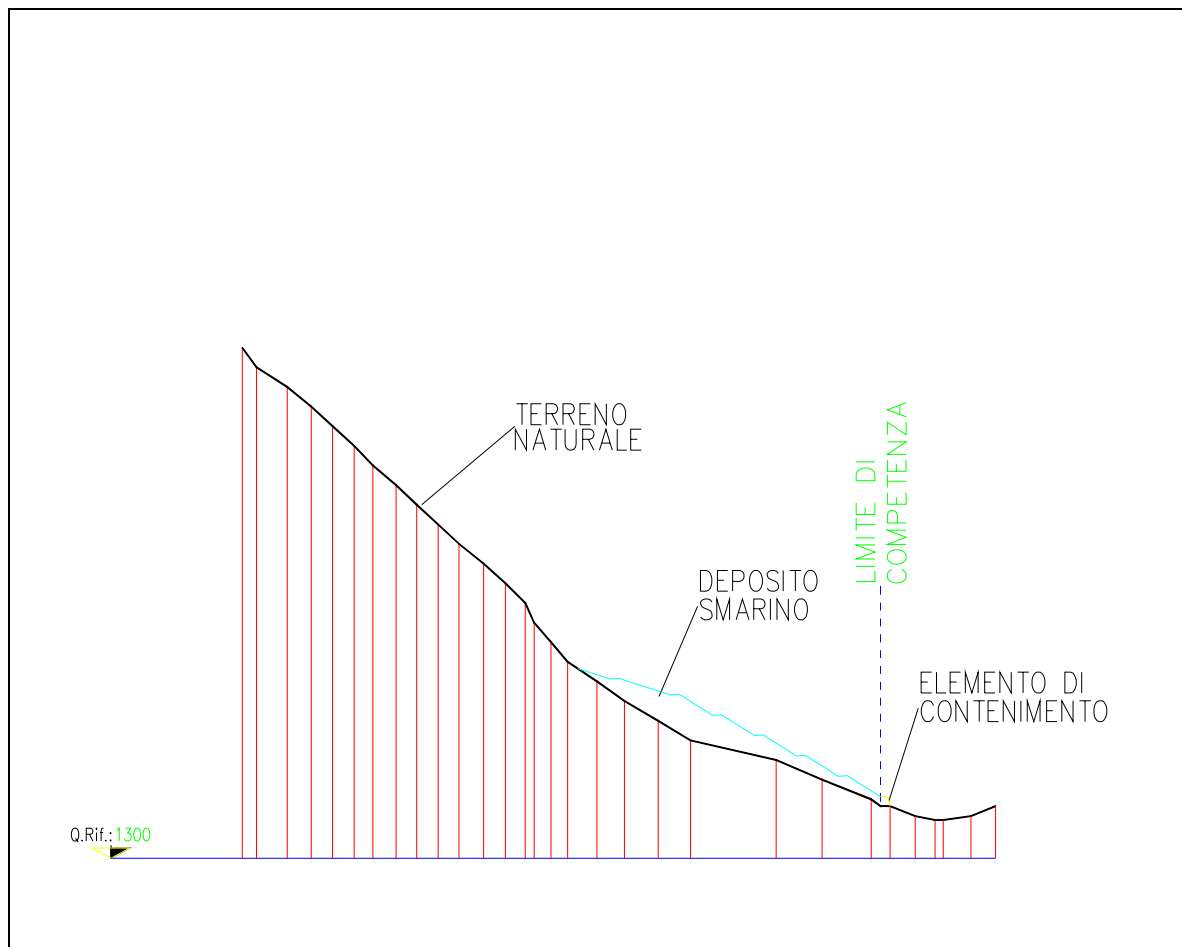
Tutta la zona si presenta attualmente, a 15 anni dagli interventi, rinaturalizzata in modo ottimale ben integrata nell'ambiente. Inoltre l'assenza di fenomeni di dissesto in questo lasso di tempo, nonostante il verificarsi di numerosi eventi alluvionali, conferma l'efficacia della sistemazione eseguita.



IMBOCCO DEL TUNNEL - Corografia

Allo stato attuale, per lo smaltimento definitivo di tutto lo scavo della galleria di sicurezza sull'intera area, occorrerebbe pertanto:

- disboscare le zone interessate al deposito;
- recuperare ove possibile il materiale superficiale proveniente dallo scotico per riutilizzarlo nel successivo recupero;
- realizzare delle opere di contenimento della scarpata in corrispondenza dell'argine destro del torrente Rochemolles.
- Depositare lo smarino per altezze medie pari a 8.5 metri.



IMBOCCO DEL TUNNEL - sezione tipo di intervento

Sono inoltre disponibili 2 aree, con dimensioni pari a circa 5.000 mq, pianeggianti e prive di vegetazione, che per le loro dimensioni non sono assolutamente sufficienti per contenere la quantità di materiale da smaltire; tali aree saranno utilizzate come deposito polmone in fase di cantiere e successivamente riqualificate.



IMBOCCO DEL TUNNEL - area 1 disponibile non riqualificata



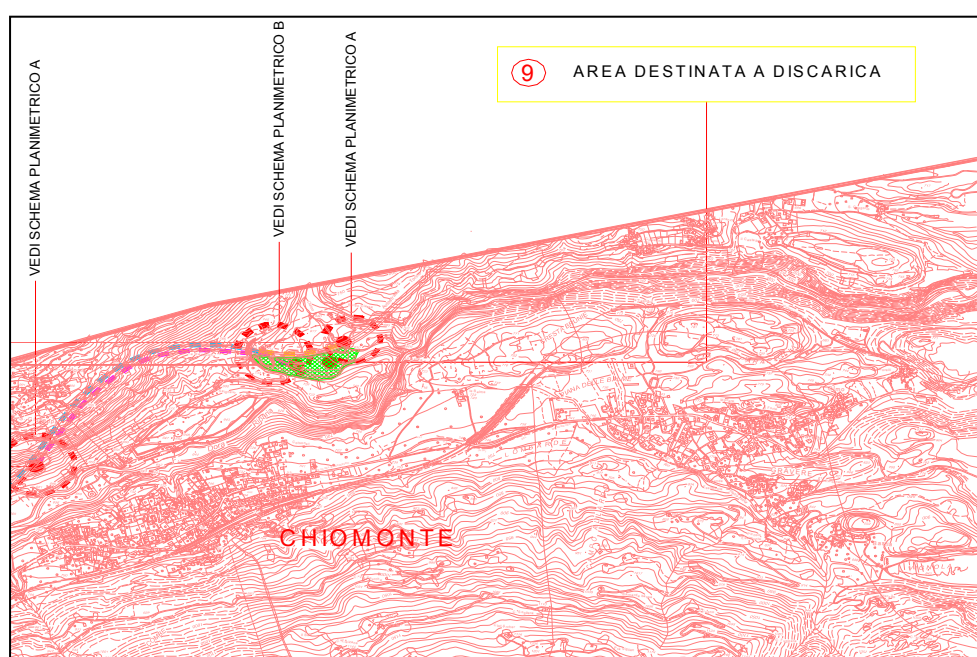
IMBOCCO DEL TUNNEL - area 2 disponibile non riqualificata

L'utilizzo di tale area presenta il vantaggio di essere in prossimità del cantiere e di non richiedere una particolare cantierizzazione e una complessa e impattante viabilità di accesso. Tuttavia l'elevata quantità di materiale da stoccare comporta un notevole impegno per quanto riguarda le opere di sostegno e un notevole impatto sull'ambiente in quanto annullerebbe gli effetti del recupero ambientale effettuato negli anni scorsi. Inoltre l'aumento della quantità di smarino rispetto

alla progettazione preliminare comporta un maggiore ingombro del deposito che potrebbe modificare ulteriormente la morfologia già artificiale del versante.

## 10.2 Deposito in località La Maddalena

Il sito in località Val Clarea è un avvallamento con superficie pari a circa 50.000 mq. Utilizzato nei decenni passati come area per attività estrattive è stata successivamente utilizzata a discarica durante i lavori di scavo della galleria dell'A32.



AREA LA MADDALENA - corografia

Si tratta di un vallone di modellamento glaciale, ripreso in seguito dall'erosione fluviale, con il fondovalle che nella zona di attraversamento si presenta quasi pianeggiante ed i fianchi, di contro, notevolmente acclivi (pendenze anche superiori ai 30°).

Dal punto di vista geologico, il vallone del Clarea segna il contatto, di tipo tettonico, tra due formazioni litologicamente assai diverse: sul versante orografico sinistro affiorano infatti i calcescisti, più o meno carbonatici, del Mesozoico a facies piemontese, mentre sul versante destro compaiono le rocce metamorfiche permo-carbonifere del Gruppo d'Ambin (in prevalenza gneiss, quarziti, micascisti ed affini).

I versanti sono ricoperti da una estesa e potente coltre morenica, di età essenzialmente wurmiana, parzialmente cementata; verso il fondovalle ad essa si sovrappongono depositi alluvionali fluvio-glaciali fini, a loro volta sovrastati da alluvioni fluviali recenti più grossolane.

La potenza dei depositi morenici varia, dai 20 agli 80 metri, mentre le alluvioni del fondovalle raggiungono e superano in totale i 60 metri.

Poco permeabili nel complesso, salvo occasionali fasce di fatturazione, i calcescisti e gli gneiss del substrato; variabile da bassa (limi e argille fluvio-glaciali) a medio alta (morena e alluvioni recenti) la permeabilità dei terreni di copertura.

Il sito "La Maddalena" dista circa 35 km dal Traforo del Fréjus. Il trasporto del materiale avverrà su strada, mediante la viabilità esistente (tratto autostradale sino ad Exilles e successivo utilizzo delle strade ordinarie che permettono di raggiungere l'area di cantiere).

La superficie verrà predisposta per il deposito, mediante recinzione perimetrale e scotico della parte superficiale di terreno vegetale (da stoccare in un'area apposita) per essere successivamente reimpiegato per il recupero finale.

La capacità totale della discarica è pari a circa 600.000 mc.



AREA LA MADDALENA - ubicazione del deposito

Il deposito ed recupero finale dell'area avverrà tramite:

- riporto di materiale inerte con conseguente rimodellazione superficiale a gradoni. Dovranno essere garantite pendenze tali da permettere la confluenza delle acque meteoriche verso l'alveo del torrente Clarea.
- Mantenimento e/o ripristino della viabilità esistente.
- Mantenimento del ruscello presente alla base del pianoro e tra i pilastri P9 e P3.
- I tratti pianeggianti collegati tra di loro avranno anche funzione di pista trattorabile al fine di permettere l'accesso su tutta l'area per eventuali opere manutentive.
- Realizzazione rete drenante: seguendo uno schema a spina di pesce è necessario creare un reticolo idrografico con canalette in legname per permettere l'allontanamento delle acque meteoriche. Le acque raccolte verranno convogliate in pozzetti in cls. Lungo la pista si dovrà inoltre prevedere una cunetta drenante.
- Riporto di terreno vegetale (di medio impasto, privo di sostanze nocive, radici ed erbe infestanti, avente un giusto equilibrio di scheletro, di sabbia, argilla, calcare e humus, con diametro delle particelle che compongono lo scheletro inferiore ai 20 mm). Lo spessore del terreno vegetale dovrà essere non inferiore a 1 m.
- Realizzazione opere di sostegno: qualora le scarpate necessitino di sostegno al piede verranno realizzate delle palificate doppie.
- Posa biostuoie: in tutti i tratti non pianeggianti dovranno essere posati delle biostuoie utili a limitare i fenomeni di erosione superficiale e a favorire l'attecchimento delle specie erbacee.
- Realizzazione opere antierosive: su tutte le scarpate dovranno essere realizzate delle palizzate semplici. La loro costruzione favorisce l'affermazione delle specie arbustive che vengono messe a dimora a tergo del tronco di legname ad elevata durabilità fissato al terreno mediante picchetti in acciaio.

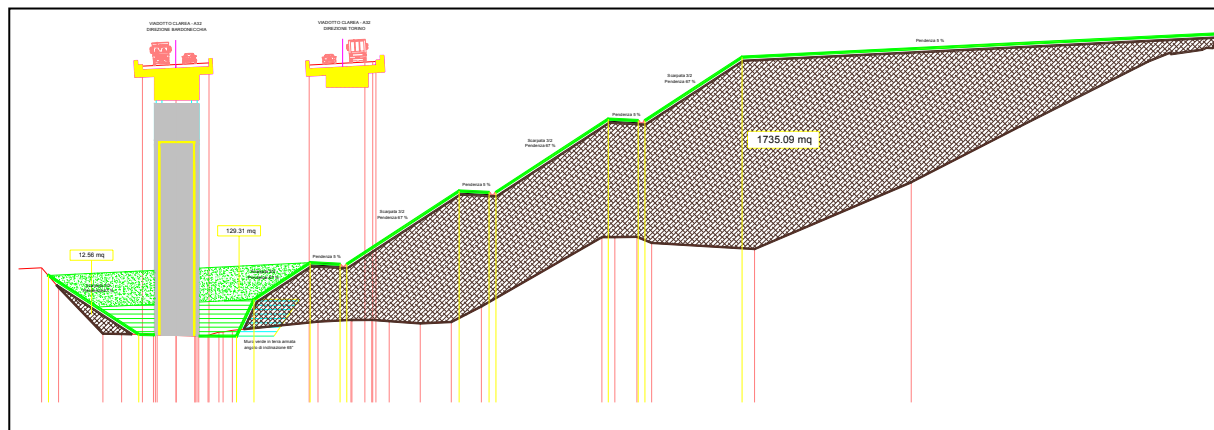
- Messa a dimora di alberi ed arbusti: su tutta l'area è necessario ricostituire la compagine vegetale. Pertanto si dovrà effettuare un rimboschimento nella porzione Sud al margine delle aree boscate esistenti utilizzando specie autoctone pioniere in grado di colonizzare l'area e favorire il successivo insediamento di specie maggiormente esigenti.
- Inerbimento: il lavoro di recupero si concluderà con l'idrosemina su tutta la superficie. La realizzazione dei pistini di accesso permette infatti di raggiungere tutto il sito con il mezzo irroratore.



AREA LA MADDALENA - ubicazione accesso da A32

In corrispondenza delle pile del viadotto autostradale, come già effettuato negli anni della costruzione, il fronte del rilevato sarà mantenuto a una distanza di sicurezza pari a circa l'altezza del rilevato stesso (circa 5 metri nel tratto perimetrale di valle); il sostegno e la solidità del rilevato potrà essere garantito da elementi in terra armata successivamente inerbiti.





AREA LA MADDALENA - sezione tipo di intervento

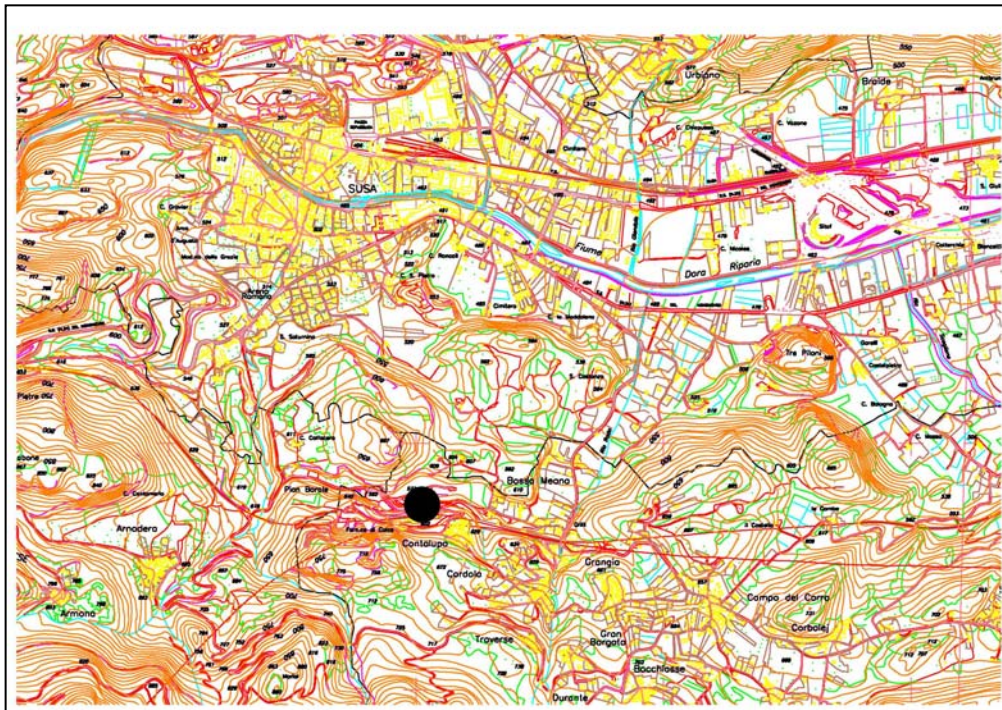
### 10.3 Conferimento in discariche private

Da indagini svolte in Valle di Susa, visti i quantitativi di materiale da smaltire, sono state individuate 2 discariche per materiali inerti, di 2° categoria ai sensi del D.Lgs. del 13 gennaio 2003, n. 36, recante Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti, per lo stoccaggio, in particolare la discarica denominata “Cantalupo” nel comune di Meana di Susa, e la discarica denominata “Pianbarale”, in comune di Graverè.

Qualora la scelta per la destinazione finale dello smarino si orienti verso una discarica privata, dovranno essere approfonditi con i gestori gli aspetti di natura amministrativa ed economica per le modalità e le condizioni di conferimento e ripristino.

#### 10.3.1 Discarica Cantalupo

La discarica è una vecchia cava di calcare con concessione scaduta nel 2001, attualmente utilizzata come area di stoccaggio e riciclo dei materiali provenienti da scavi o smarini.



COROGRAFIA

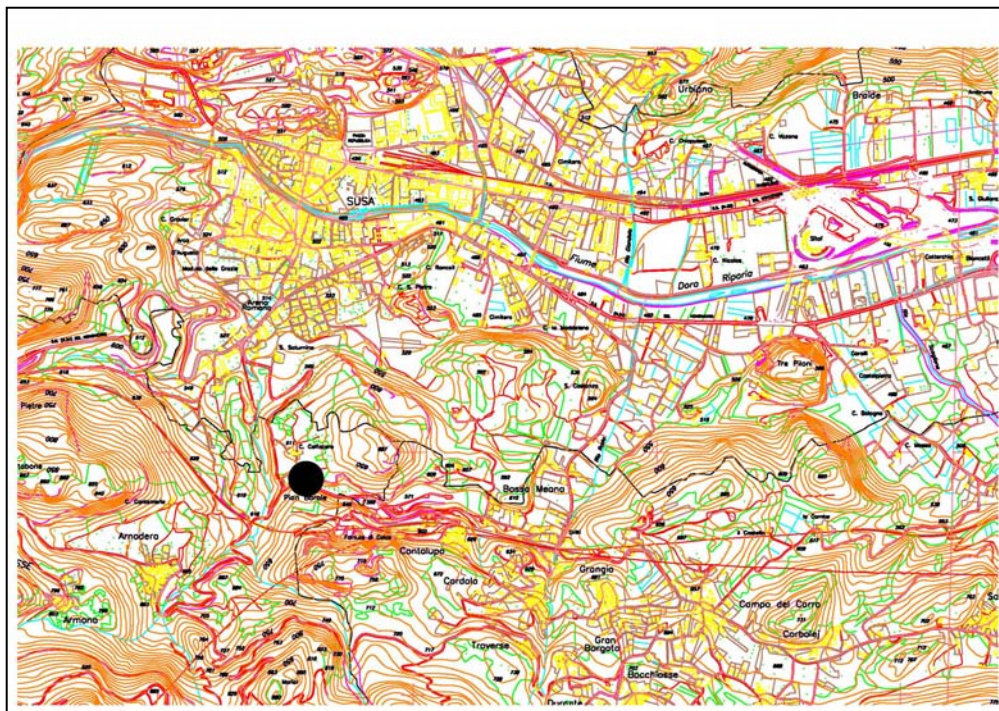
<b>Sito stoccaggio</b>	Tipologia area stoccaggio temporaneo	PIAZZALI
	Tipologia area stoccaggio definitivo	PIAZZALI
	Superficie aree stoccaggio temporaneo (mq)	60.000 mq
	Superficie aree stoccaggio definitivo (mq)	100.000 mq
	Potenzialità stoccaggio temporaneo (m <sup>3</sup> )	200.000 mc
	Potenzialità stoccaggio definitivo (m <sup>3</sup> )	400.000 mc
	Durata concessioni e/o autorizzazioni Tipo di recupero ambientale proponibile	5 anni dal 2000 (Rinnovabili) Naturalistico (ex cava Pacci)



DISCARICA CANTALUPO - Vista del sito di deposito

### 10.3.2 *Discarica Pianbarale*

La discarica è costituita dalla ex cava di prelievo smarino Carboni, l'area può ospitare complessivamente 1.000.000 mc considerando un recupero e rimodellamento di tutta la valletta tra i comuni di Meana e Gravere.



COROGRAFIA

<b>Sito stoccaggio</b>	Tipologia area stoccaggio temporaneo	PIAZZALI
	Tipologia area stoccaggio definitivo	PIAZZALI
	Superficie aree stoccaggio temporaneo (mq)	30.000 mq
	Superficie aree stoccaggio definitivo (mq)	100.000 mq
	Potenzialità stoccaggio temporaneo (m <sup>3</sup> )	100.000 mc (Già autorizzato)
	Potenzialità stoccaggio definitivo (m <sup>3</sup> )	1.000.000 mc
	Durata concessioni e/o autorizzazioni Tipo di recupero ambientale proponibile	3 anni rinnovabile a 5 anni Naturalistico (ex cava)



DISCARICA PIANBARALE - Vista del sito di deposito

#### **10.4 Riutilizzo dello smarino in siti idonei esterni alla valle di susa**

in base ai criteri per l'utilizzo e la gestione delle terre e delle rocce da scavo di cui all'art. 186 del titolo I della parte quarta del D.Lgs. 152/06, è ritenuto ambientalmente prioritario l'obiettivo di garantire la massima utilizzazione dei materiali di scavo. Pertanto non è da escludere la possibilità di un riutilizzo dello smarino proveniente dallo scavo della galleria in siti idonei all'esterno della Valle di Susa, raggiungibili via ferrovia.

A tal proposito sono stati presi contatti preliminari con gli uffici competenti delle Ferrovie dello Stato al fine di verificare le modalità di trasporto del materiale di scavo dalla Valle di Susa sino al luogo di riutilizzo, in particolare la compatibilità della linea ferroviaria a Sanbertrand a predisporre il punto di carico dei vagoni e l'impiego delle linee interessate al collegamento.

In merito ai luoghi di destinazione delle rocce di scavo, vi sono diversi siti che potrebbero essere interessati al riutilizzo dello smarino. Tra questi è oggi possibile annoverare la Regione Liguria che sta attuando interventi di rinascimento degli arenili sulla costa Ovest ed è in programma l'ampliamento del porto di Genova, o i cantieri dell'Alta Velocità da Novara per la costruzione dei rilevati per l'Alta Velocità da Novara.

Tale soluzione, attualmente in fase di valutazione, necessita di alcune verifiche e di elementi congiunturali obbligatori quali:

- a) le procedure amministrative;
- b) l'accertamento della qualità delle rocce da scavo;
- c) le indicazioni sui tipi di utilizzo ambientalmente compatibili;
- d) le tempistiche;
- e) i costi.

La definizione di tali elementi non è ad oggi di agevole risoluzione. Sono in corso dei contatti formali con i vari soggetti coinvolti. L'impatto di questa alternativa della zona di progetto è scarso o inesistente. Il materiale viene trasferito alla stazione ferroviaria di Salbertrand via autostrada A32, con un incremento di trasporto di circa 80 mezzi/giorno. L'impatto definitivo dovrà essere inquadrato, nell'ambito del progetto ricettore, a seguito della definizione della destinazione finale, in coerenza con il planning della costruzione della galleria di sicurezza.

#### **10.5 Analisi di confronto delle alternative relative ai siti di stoccaggio**

Nell'ambito del presente studio sono state presentate le alternative progettuali relative allo smaltimento del materiale di risulta proveniente dalla realizzazione della galleria di sicurezza.

In particolare le soluzioni presentate sono:

- deposito del materiale presso l'area a monte dell'imbocco del traforo;
- deposito in località La Maddalena nel comune di Chiomonte;
- smaltimento nelle discariche di Cantalupo (comune di Meana di Susa) e Pianbarale (Comune di Graverè);
- riutilizzo delle rocce da scavo secondo quanto indicato dall'art. 186 del d.Lgs. 152/06 in siti idonei esterni alla Valle di Susa.

Al fine di individuare la soluzione più corretta e adeguata, lo studio di impatto ambientale consente di esaminare tutti gli elementi, caratterizzanti le scelte sopra elencate, che determinano impatti sull'ambiente e di valutarne gli effetti immediati e persistenti.

Tale analisi viene condotta nel dossier (SIA parte III).

## **11. MODALITÀ E TEMPI DI ATTUAZIONE**

### **11.1 Individuazione delle attività di progetto**

Le azioni di progetto possono essere suddivise nelle seguenti fasi:

#### *11.1.1 Attività preliminari*

- Installazione del cantiere per la successiva fase di costruzione
- Preparazione dell'imbocco

#### *11.1.2 Fase di costruzione*

- Approvvigionamento materiali
- Scavo e rivestimento galleria di sicurezza
- Scavo e rivestimento dei rifugi di collegamento e nuovi PHT
- Deposito smarino
- Realizzazione centro servizi, locali manutenzione e centrale di ventilazione
- Realizzazione parcheggio interrato
- Realizzazione galleria artificiale per arretramento tunnel attuale e ritombamento

#### *11.1.3 Fase di recupero*

- Sistemazione deposito marino
- Ritombamento Galleria artificiale
- Smantellamento aree cantiere

#### *11.1.4 Fase di esercizio*

Attività a lavori ultimati, valutate in funzione delle modifiche apportate allo stato attuale dalla realizzazione delle opere di adeguamento. Per "esercizio" è stata intesa la messa in esercizio e la gestione ordinaria della galleria di sicurezza e degli impianti installati, comprese le attività di controllo e manutenzione. L'analisi specifica delle potenziali ricadute ambientali, legate agli eventi incidentali che potrebbero interessare il traforo, esula dagli intenti del presente documento.

Nella tabella 12.2.A è riportata la matrice descrittiva delle azioni di progetto. Elementi di maggior dettaglio sono riportati nel capitolo 6 - *Le opere in progetto*.

### **11.2 La programmazione dei lavori**

I lavori di realizzazione saranno eseguiti partendo dai due portali con un primo tratto di scavo in tradizionale con esplosivo per una lunghezza dipendente dai

tempi di fornitura delle TBM, pari a circa 1600 m, in quanto attualmente il tempo di fornitura TBM è stimato in 9÷12 mesi dall'inizio dello scavo.

Lo scavo proseguirà poi da entrambi i lati con due fresatrici meccanizzate a doppio scudo a sezione piena. Con l'adeguamento del diametro la realizzazione dei rifugi, by-pass e ST e le relative connessioni con il traforo seguendo i lavori di avanzamento è notevolmente migliorata con l'adeguamento del diametro. Grazie ad una ventilazione di cantiere specifica e dotazione impiantistica minima, i rifugi potranno essere messi a disposizione dei servizi di soccorso per migliorare i livelli di sicurezza del Traforo e del cantiere stesso.

A livello degli altri impianti di sicurezza si è voluto garantire l'uniformità nella scelta degli apparecchi e la necessaria modularità e sistematicità che garantirà la necessaria facilità di manutenzione.

Per aumentare i livelli di sicurezza del traforo ci si è inoltre posti l'obiettivo che la quasi totalità degli interventi di manutenzione degli impianti possa realizzarsi a partire dalla galleria di sicurezza senza interferire sugli utenti del traforo e sulla gestione dello stesso.

La programmazione dei lavori è illustrata nel planning relativo al progetto di realizzazione della galleria di sicurezza di diametro 8,00 m. Da questo planning è pure possibile ricavare le date parziali di messa a disposizione dei rifugi in avanzamento.

Per la definizione del programma dei lavori sono state considerati i seguenti rendimenti:

Procedimento	Lunghezza	Sciolte/giorni	Rendimenti medi	Osservazioni
Scavo all'esplosivo	Lato I 1655 m	3 / 5	8 m/giorno	
	Lato F 1558 m	3 / 5	8 m/giorno	
Scavo TBM	Lato I 4881 m	3 / 7	15 m /giorno	Con un tasso di disponibilità TBM del 50% si ottengono punte di 23 m /giorno
	Lato F 4784 m	3 / 7	15 m /giorno	



Platea	in	Lato I 6434 m	3 / 7	100 m / giorno	
calcestruzzo		Lato F 6434	3 / 7	100 m / giorno	

Per la realizzazione delle opere in sotterraneo sono stati considerati i seguenti rendimenti:

- 3 mesi per camere di montaggio lato I e F
- 2 mesi per camera di smontaggio
- 2 mesi per i rifugi e per le stazioni tecniche, considerando circa 1 mese per lo scavo ed 1 mese per le rifiniture

Le fresatrici meccaniche potranno essere operative dopo 12 mesi dall'inizio dello scavo per concludere lo scavo ed essere smontate in 20 mesi. Dopo gli scavi sono previste le opere di scavo dei tracciati cavi delle infrastrutture e la posa della pavimentazione definitiva della galleria di sicurezza per una durata di circa 5 mesi.

I lavori di montaggio degli impianti elettromeccanici nella galleria di sicurezza, nei rifugi e nelle stazioni tecniche dureranno circa 15 mesi.

Per la fase di messa in servizio, integrazioni e coordinamento degli impianti tra Galleria e Traforo e per le prove globali di funzionamento sono stati previsti 5 mesi.

I programmi di realizzazione delle opere ai portali sono stati subordinati al programma di realizzazione della galleria.

La messa in servizio della nuova Galleria di Sicurezza è prevista nel 2013 considerando l'inizio dei lavori nel 2008.

## 12. ANALISI RAPPORTO COSTO/BENEFICI

### 12.1 Stima dei costi

Si riporta la stima globale dei costi divise per le varie macrovoci.

No.	Prestazioni	Costo [€]
1	Opere del genio civile	198'584'371.-
2	Impianti	48'835'608.-
3	Discariche, opere ambientali e paesaggistiche	25'000'000.-
4	Opere al portale lato Italia	12'142'990.-
5	Opere al portale lato Francia	3'050'000.-
6	Opere di mitigazione lato Italia	1'928'662.-
7	Opere di compensazione lato Italia	5'378'000.-
8	Costi per il monitoraggio ambientale lato Italia	850'000.-
	<b>Totale parziale costi di costruzione</b>	<b>295'769'631.-</b>
9	Oneri per la sicurezza 4 %	11'800'000.-
10	Topografia, Sondaggi, Prove	2'000'000.-
11	Acquisizione aree immobili	1'000'000.-
12	Imprevisti 5 %	15'000'000.-
13	Accantonamento	7'500'000.-
14	Spese tecniche di progettazione, direzione lavori 10 %	29'500'000.00
15	Spese diverse (Pubblicità, Commissioni, collaudi, prove) 2 %	5'900'000.00
	<b>TOTALE COSTI DI COSTRUZIONE</b>	<b>368'469'631.--</b>
	<b>TOTALE COSTI SITAF</b>	<b>184'234'815.50</b>
	<b>TOTALE COSTI SFTRF</b>	<b>184'234'815.50</b>

## 12.2 Stima dei benefici

La probabilità di incendi dei veicoli pesanti nei grandi trafori stradali con circolazione bidirezionale è in aumento negli ultimi anni. Questa constatazione è rafforzata dai numerosi incidenti avvenuti in poco più di cinque anni in tutta Europa, emblematici sono gli incendi avvenuti nel tunnel del Monte Bianco e dei Tauri (Austria) nel 1999, nel tunnel del San Gottardo nel 2001 ed infine proprio nel tunnel de Fréjus nel 2005.

L'analisi tecnica di questi casi impone di considerare globalmente i punti chiave della sicurezza. In effetti, un solo elemento non è mai determinante per il successo nelle operazioni di soccorso.

Tuttavia soltanto la realizzazione di una galleria di sicurezza, con un diametro adeguato, permette di raggiungere un livello di sicurezza globalmente ottimale e permettere ai servizi di soccorso di scegliere le migliori strategie d'intervento. Con la realizzazione della galleria di sicurezza si riuscirà inoltre ad ottemperare in pieno alle richieste della nuova normativa europea sulla sicurezza nei tunnel stradali CE 2004/54.

In merito alla scelta del diametro della galleria di sicurezza, la lettera dei Ministri, inviata dopo l'incidente del Fréjus, dà precise indicazioni in merito; infatti viene esplicitamente proposto « un diametro adatto della galleria che dovrà permettere in ogni evenienza la circolazione dei veicoli di soccorso in tutta sicurezza e agio ».

La lettera dei Ministri ha evidenziato un aspetto determinante per la riuscita delle operazioni di salvataggio: la circolazione dei mezzi di soccorso nella galleria in tutta sicurezza e agio. Le soluzioni strutturali che prevedono la realizzazione di una galleria di sicurezza con diametri di massimo 5.50 m, permettono nella migliore delle ipotesi unicamente l'accesso di ambulanze.

La sola soluzione progettuale che prevede con diametro della galleria di sicurezza di 8.00 m permette l'accesso ai veicoli di soccorso attuali (Titan e navetta Orthros delle società concessionarie e dei veicoli di soccorso pubblici francesi e italiani).

La soluzione progettuale e impiantistica con diametro di 8,00 m, che prevede la gestione della ventilazione senza le SAS e i by-pass, è l'unica che permette di definire delle strategie d'intervento efficaci e flessibili per far capo a varie situazioni di rischio sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio.

*Si rimanda al documento originale per i dettagli relativi all'analisi completa delle alternative.*