

Adeguamento del tunnel del Frejus

di Mario Virano, Società italiana traforo autostradale del Frejus

Dopo la tragedia del Traforo del Monte Bianco del 24 marzo 1999 e quella del Gottardo del 24 ottobre 2001, la funzionalità e la sicurezza dei grandi tunnels transalpini e delle gallerie stradali in genere sono diventate questioni di interesse generale.

Tuttavia, l'emotività scatenata da eventi così luttuosi rischia di spostare drammaticamente l'attenzione sull'attualità e sul contingente, facendo perdere di vista quelli che potremmo chiamare i fondamentali del problema.

Vorrei provare allora a metterne a fuoco alcuni:

1. La mobilità delle persone e gli scambi commerciali configurano una domanda di trasporto incompressibile, come mostra lo studio Prognos, commissionato dalla Direzione Generale VII della Commissione Europea. Infatti, l'influenza dell'offerta infrastrutturale stradale e ferroviaria sulla domanda è inferiore al 3% fra lo scenario che prevede la realizzazione di tutti i valichi ipotizzati nelle Alpi ed il sostanziale status quo attuale.

Ciò significa che non adeguare l'offerta alla domanda non comprime la domanda, ma semplicemente le impone di manifestarsi in modo patologico, invadendo tutti gli itinerari possibili (strade statali, provinciale e comunali) anziché quelli appositamente attrezzati.

2. La sollecita ed incisiva realizzazione delle grandi opere ferroviarie, indispensabili per la funzionalità del sistema trasportistico complessivo, attraverso l'accresciuta permeabilità delle Alpi, la fluidificazione dei colli di bottiglia metropolitani e la realizzazione delle dorsali primarie, raggiungerà un obiettivo essenziale, ancorché improbo, se consentirà di far sì che la cre-

scente domanda di trasporto venga progressivamente intercettata dalla modalità-ferro anziché dalla modalità-gomma.

Questo obiettivo non è da intendersi come minimale ma come il massimo dei risultati concretamente raggiungibili a fronte di un impegno straordinario dal punto di vista finanziario, tecnico ed imprenditoriale.

Altri obiettivi quali quelli di un riequilibrio modale significativo con una riduzione della componente stradale rispetto a quella su rotaia sono perlomeno velleitari ed illusori.

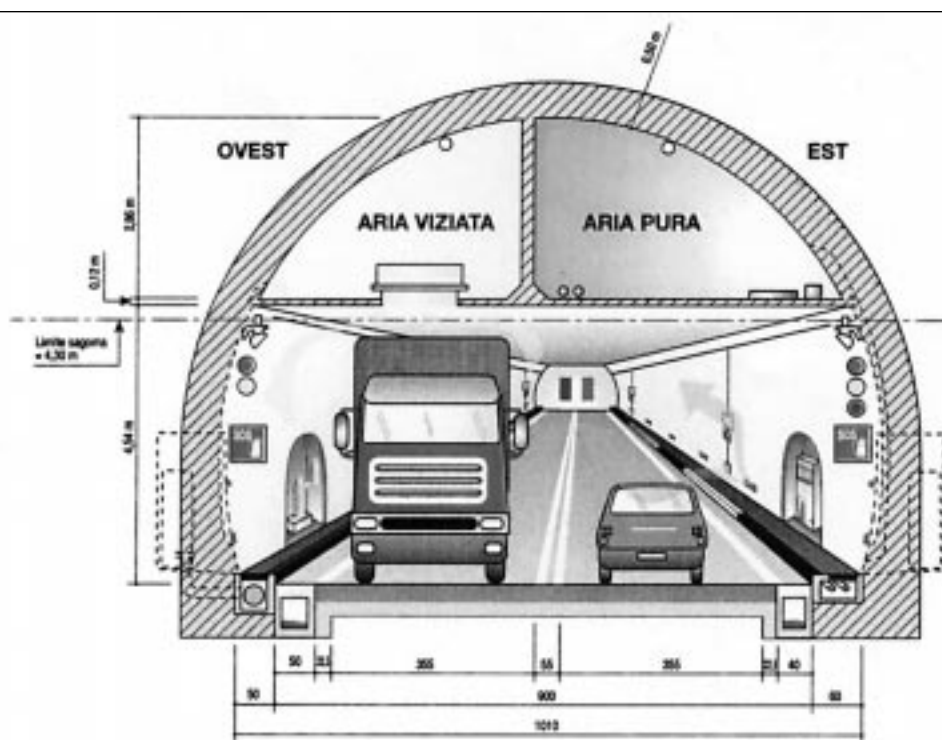
Considerazioni non dissimili vanno fatte per il cabotaggio lungo le cosiddette autostrade del mare.

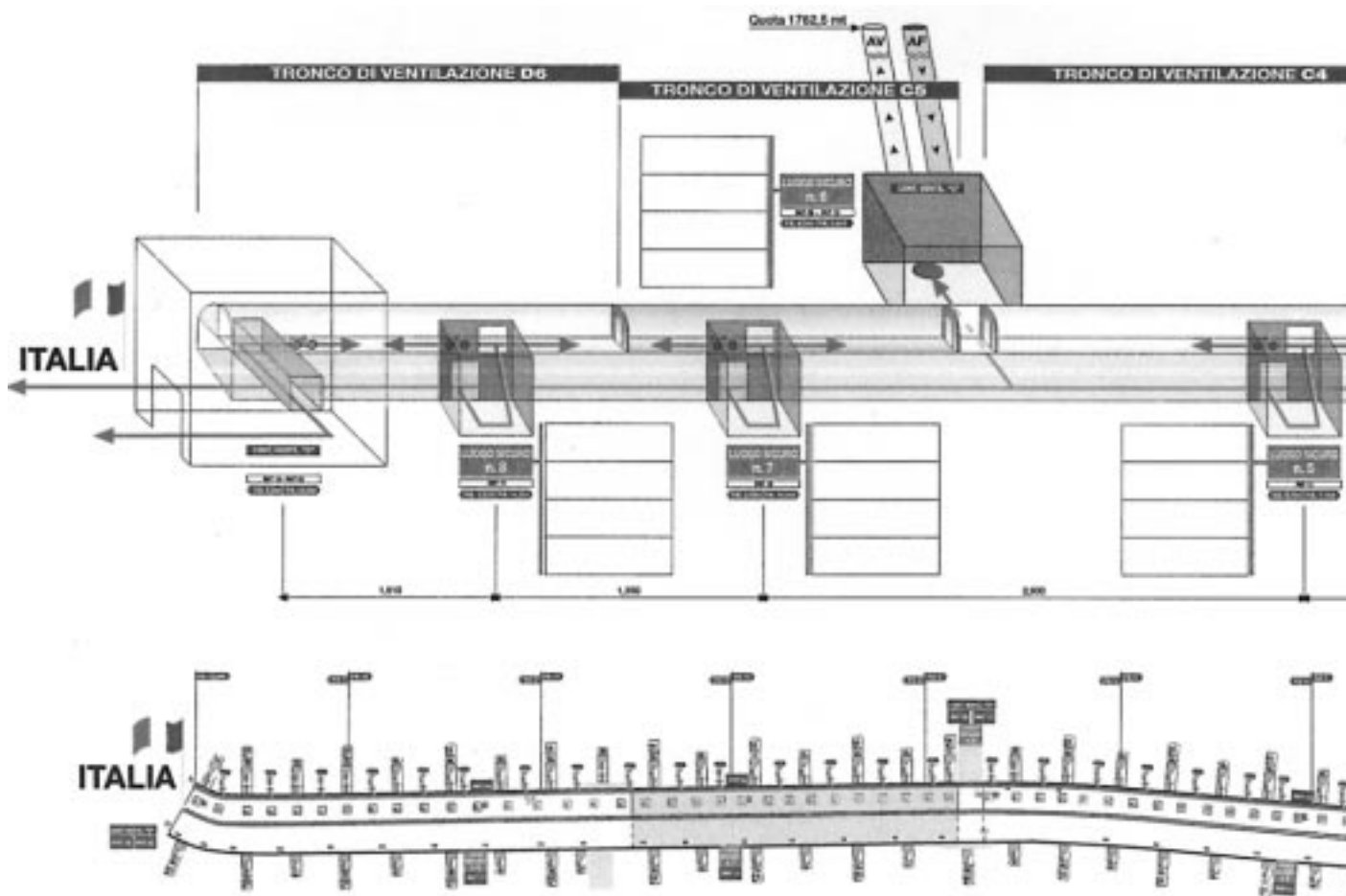
L'attuazione di tutte le alternative modali, in definitiva, non è tale da ridurre significativamente l'incidenza del complessivo trasporto stradale su gomma: sono anni fondamentali per far sì che lo squilibrio non si accentui ancora di più, il che è indispensabile per evitare la crisi della rete autostradale italiana che, senza massicce dosi di intermodalità, finirebbe per rischiare il collasso.

3. Se è vero, come è vero, che la strada è comunque destinata ad assolvere un ruolo fondamentale per la mobilità passeggeri e merci su scenari di lungo periodo, occorre sfatare l'assioma che essa rappresenti un settore maturo, estraneo al processo di innovazione che investe tutti i settori della vita e della produzione contemporanea.

Il cemento e l'asfalto restano l'hardware del sistema viario, ma il suo software è costituito dalla tecnologia e dall'organizzazione imprenditoriale dei servizi alla mobilità.

I veicoli di nuova generazione hanno ed avranno sempre di





più intelligenza a bordo, ma se la strada restasse stupida il sistema non diventerebbe intelligente e non potrebbe sviluppare tutte le potenzialità che le interazioni strada-veicolo consentono. Il nuovo orizzonte della sicurezza stradale si gioca proprio su questo crinale dell'innovazione che genera anche un indotto formativo essenziale per il fattore umano che si avvale della tecnologia.

E' indispensabile una visione di scenario complessivo senza il quale si rischiano di curare solo i sintomi delle vulnerabilità e delle criticità del sistema, anziché le cause.

Se si considera l'idea che la strada è destinata a diventare residuale e che la soluzione dei problemi sta altrove (e non anche altrove), la conseguenza diretta è la riduzione degli investimenti sulla viabilità di nuova generazione, l'assenza di ricerca di settore ed un basso tasso di innovazione di prodotto e di processo negli innumerevoli aspetti che costituiscono il sistema strada.

In parte è proprio ciò che è avvenuto per molti anni e di cui si pagano le conseguenze anche in materia di sicurezza.

D'altra parte, quando si affronta il tema delle infrastrutture non si può operare avendo come riferimento prevalente la domanda reale: occorre guardare alla domanda potenziale con una notevole lungimiranza e capacità precisionale.

Quando poi si tratta di opere e sistemi in contesti critici come l'attraversamento delle Alpi ed in tutti quei casi che presentano elevati tassi di vulnerabilità potenziale, occorre farsi guidare dal concetto di ridondanza, cioè da un'idea di messa in campo di opportunità plurime che siano in grado di supportarsi, sostituirsi, compensarsi, integrarsi a vicenda in presenza di eventuali carenze improvvise.

La ridondanza, in questi casi, non è spreco ma saggezza e cautela strategica a tutela di esigenze vitali per le relazioni sociali, l'economia, lo sviluppo. Basti solo pensare, nel quadro della vulnerabilità del sistema alpino, che, con il Traforo del Monte Bianco chiuso (ma ovviamente operante il San Gottardo) al Frejus nel 2000 sono transitate merci per un valore di oltre 100.000 miliardi di lire: quali effetti si sarebbero prodotti sull'economia italiana (ed europea) se qualche causa imprevista avesse bloccato anche questo fondamentale corridoio transalpino?

Il problema della sicurezza in galleria non può dunque prescindere da questa visione generale e da una coerente strategia plurisettoriale e di lungo periodo che tenga presenti alcune delle questioni che ho cercato di richiamare.

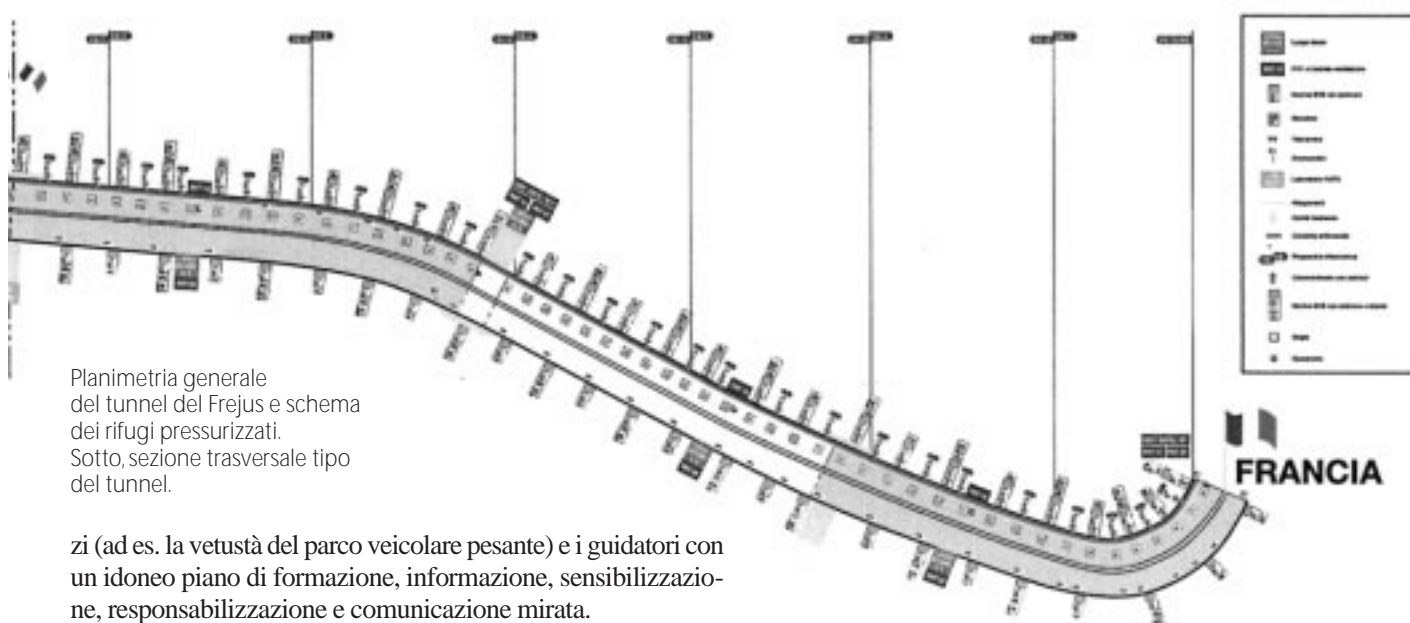
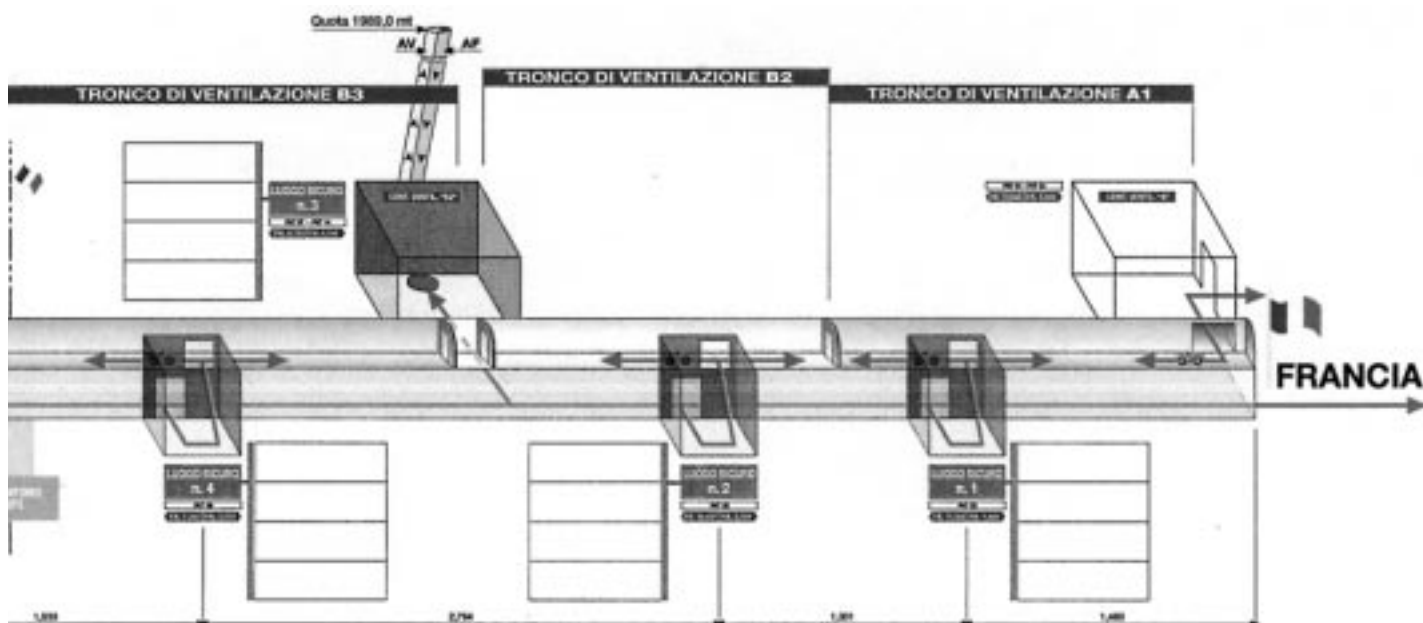
In quest'ottica l'esperienza del Traforo del Frejus ci insegna che sono tre i settori cruciali in cui operare per innalzare progressivamente lo standard-sicurezza complessivo, sapendo che il rischio-zero non esiste.

IL PRIMO FATTORE È LA PREVENZIONE

Questo è il fattore cruciale per eccellenza a cui occorre dedicare il massimo di attenzione per cercare di impedire che le criticità maggiori, in primo luogo il fuoco, avvengano in galleria.

Questo principio ha ispirato il nostro sforzo tecnologico, organizzativo ed imprenditoriale per mettere in funzione il sistema fire detector all'infrarosso che consente di diagnosticare, in tempo reale, i surriscaldamenti a bordo prima dell'ingresso nel Traforo (per ora dal solo lato italiano).

Ma la strategia della prevenzione deve riguardare anche i mez-



Planimetria generale del tunnel del Frejus e schema dei rifugi pressurizzati. Sotto, sezione trasversale tipo del tunnel.

zi (ad es. la vetustà del parco veicolare pesante) e i guidatori con un idoneo piano di formazione, informazione, sensibilizzazione, responsabilizzazione e comunicazione mirata.

IL SECONDO FATTORE È IL CONTROLLO

Occorre sviluppare una vigilanza multipla continua su tutti i fattori del sistema, attraverso il monitoraggio mirato di tutti gli indicatori di criticità, anche solo potenziale, sia dal punto di vista funzionale, che comportamentale. Questa funzione-controllo riguarda l'infrastruttura (piena operatività degli impianti), i mezzi presenti (diagnosi tempestiva della pericolosità) ed i comportamenti umani (rilevazione e sanzionamento delle infrazioni). In moltissimi settori della funzione-controllo è essenziale il supporto tecnologico e l'ausilio di strumenti affidabili ed incisivi che solo l'innovazione è in grado di garantire.

IL TERZO FATTORE È L'ORGANIZZAZIONE

Un grande traforo transalpino più che un'opera infrastrutturale è una macchina organizzativa che deve essere sempre mantenuta in condizioni di massima efficienza nell'ordinarietà e con una capacità di risposta repentina alle emergenze.

Il centro di comando deve essere univoco; ognuno deve sapere cosa fare immediatamente ed automaticamente; le gerarchie decisionali devono essere non solo chiare, ma riconoscibili

li ed operanti in ogni situazione, pur in presenza di bilinguismo e di tradizioni, culture ed abitudini diverse (tra Italia e Francia ad esempio).

Nell'emergenza deve essere collaudato e naturale il rapporto con soggetti esterni essenziali (Vigili del Fuoco, Protezione Civile, Forze dell'Ordine, Croce Rossa ecc.).

All'efficienza dell'organizzazione sono affidate la diagnosi tempestiva delle criticità, la decisione d'intervento e la gestione delle emergenze sapendo che il tempo di valutazione e di reazione è assolutamente cruciale.

Queste tre grandi aree individuano i filoni principali di ricerca per elaborare metodi e realizzare strumenti in grado di offrire supporti tecnologicamente idonei con l'ausilio dell'innovazione di prodotto e di processo.

Per questo SITAF, con ENEA e Centro Ricerche FIAT, ha promosso l'esperienza prototipica del Laboratorio Europeo dell'high-tech della Sicurezza sull'A32 ed al T4 per sperimentare nuovi strumenti di supporto alla gestione della sicurezza in galleria: l'Unione Europea ha già finanziato 8 progetti per

**SITAF SPA — PROGETTI SPECIALI IN FASE DI ATTUAZIONE
 QUADRO RIEPILOGATIVO - SITUAZIONE AL 20.09.2001**

| N. | TITOLO | OBIETTIVI | PARTNERS | AREA FINANZIAMENTI | AVANZAMENTI |
|-----|--------------------------------------|---|------------------|--------------------|--|
| 001 | Ice formation forecast system | Realizzare lo studio e l'implementazione di un sistema informatico per il calcolo probabilistico della formazione del ghiaccio con almeno un ora di anticipo | TRI | EUROPEA | Implemento in corso la definizione delle procedure |
| 002 | Help desk in SERTI AREA | Analisi, progettazione e realizzazione di un sistema risponditore bilingua (francese ed italiano), che permette all'utente autostradale di avere informazioni sul traffico e la viabilità in tempo reale via telefono. Tale sistema va integrato con l'attuale sistema RETICA | SATAP SINELEC | EUROPEA | Realizzato. Operativo centralizzato presso le S.R. SATAP (aggiornato e per _ Retica) |

| N. | TITOLO | OBIETTIVI | PARTNERS | AREA FINANZIAMENTI | AVANZAMENTI |
|-----|----------------|---|--|--------------------|--|
| 003 | SIRTAKI | 1) Integrare la gestione dei tunnels in un concetto più ampio di gestione di rete 2) Sviluppare un prototipo integrato di sistema di supporto decisionale di gestione dei tunnels, per definire misure logistiche da assumere in caso di eventi critici 3) Stabilire una metodologia in vista di un'ottimizzazione della strategia di implementazione ed effettività dei costi di tale sistema. | RATP — DB — ETRA — ISR — SAFETEC — RISOE — FIT - SINELEC | EUROPEA | Finanziato. Presentazione avvio progetto Barcellona il 25-26/09/01 |

circa 30 miliardi; altri sono in programma con il concorso di un crescente numero di qualificati partners tecnologici, industriali ed istituzionali (vedi tabella riepilogativa 1).

Questo processo si innesta sul quadro operativo di base che è legato alle caratteristiche fondamentali del tunnel, ai criteri progettuali che l'hanno ispirato ed alle migliorie apportate nel corso degli anni.

Vediamo, in sintesi, il profilo tecnico-tipologico-prestazionale che caratterizza il Traforo del Frejus.

Il tunnel è lungo 12,8 km., con una sezione utile di nove metri ed una corsia per senso di marcia. Rappresenta uno dei tre principali valichi autostradali fra l'Italia e la Francia (insieme al Traforo del Monte Bianco ed al valico di Ventimiglia), e il maggiore per quanto riguarda il trasporto delle merci.

Lo sviluppo in un unico fornice a doppio senso di marcia presenta un dislivello di circa 70 metri tra gli imbocchi ed una pendenza unica dello 0,54% in discesa verso la Francia; planimetricamente, per un terzo del suo andamento, segue il tracciato del vicino ed omonimo tunnel ferroviario e se ne allontana, con una grande curva, fino ad una distanza massima di due Km., in corrispondenza dell'imbocco francese.

La sezione utile della galleria ha nove metri di larghezza per 4,30

di altezza, con una corsia di 3,50 metri per ogni senso di marcia (che, in caso di emergenza possono diventare tre da tre metri ciascuna, mantenendo i due sensi di marcia); ogni due km. circa, un apposito allargamento della sezione permette l'inversione di marcia anche degli automezzi pesanti in caso di necessità (e su indicazione degli addetti alla sicurezza).

Nella parte superiore del tunnel sono ricavati due condotti d'aerazione, uno per il passaggio dell'aria pura e l'altro per quella viziata; il condotto dell'aria pura è collegato direttamente, tramite apposite scale, ai rifugi pressurizzati disposti ad intervalli regolari lungo la galleria e rappresenta quindi una via di fuga in caso di emergenza.

Quanto alle capacità di traffico, il tunnel è concepito per 1.800 veicoli standard per ora e per senso di marcia (circa 600 Tir l'ora, poiché un autotreno equivale a tre veicoli standard), una potenzialità che resta superiore ai picchi di transito registrati dopo la chiusura del Traforo del Monte Bianco.

Sin dalla sua costruzione, uno dei punti di forza del traforo è rappresentato dalla stretta correlazione fra le due società, italiana e francese, che ha la sua massima espressione nel Posto di controllo centralizzato (Pcc), situato sul versante italiano, supportato da un Posto di controllo ausiliario, sul lato fran-

| IMPEGNO FINANZIARIO | | DURATA |
|---------------------|---------------|----------|
| TOTALE DEL PROGETTO | QUOTA FINANZ. | |
| | | Concluso |
| | | Concluso |

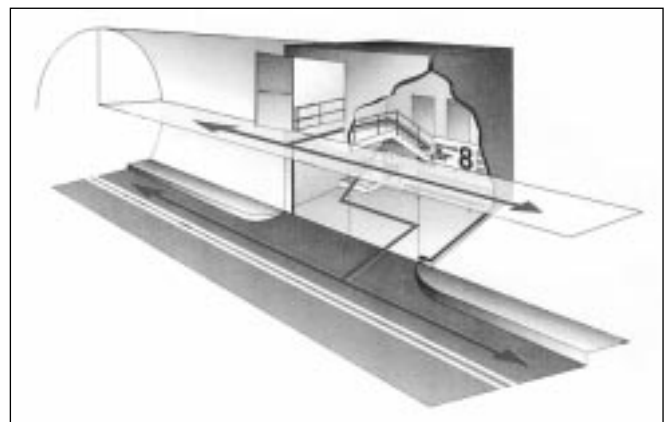
| IMPEGNO FINANZIARIO | | DURATA |
|--|--|-----------------------------|
| TOTALE DEL PROGETTO | QUOTA FINANZ. | |
| Totale del progetto K euro 760 Milioni | Fino al 50% L. 3,8 Miliardi <u>Nota bene</u> La SITAF non ha oneri finanziari diretti. Mette a disposizione il campo La spese aggiuntive di partecipazione al progetto sono comprese nel contesto dell'iniziativa Safe T.(Rete tematica per la sicurezza dei Tunnels) Finanz.U.E | 3 anni (a partire dal 2001) |

cese, in caso di guasto del primo.

Ad esso fanno capo tutti gli impianti di comunicazione, gestione e sicurezza e le due squadre di pronto intervento presenti con i loro mezzi agli ingressi del tunnel, in grado di intervenire in pochi minuti, coordinati dal Regolatore presente del Pcc (chi è di turno, italiano o francese, guida tutti gli interventi ed entrambe le squadre). Da esso dipendono:

- Gli impianti in genere e di ventilazione in particolare.
- I sistemi di rilevazione automatica con telecamere a circuito chiuso e rilevatori (opacità, monossido di carbonio, senso e velocità dell'aria, temperatura).
- I sistemi di allarme manuali e cioè telefoni e colonnine SOS e la rete di pulsanti di segnalazione.
- Gli impianti segnaletici (semafori, pannelli, ecc.).
- Le comunicazioni telefoniche interne ed esterne.
- Tutto il traffico veicolare all'interno del tunnel.

La ventilazione del Frejus avviene con il cosiddetto sistema pseudo-trasversale, con immissione di aria pura ed aspirazione dell'aria viziata attraverso bocchette distribuite lungo tutta la galleria - dimensionate per un traffico di 3.600 veicoli/ora nei due sensi di marcia - con portate di immissione di aria pura di 1.580 metri cubi al secondo e di estrazione di quella viziata di



Schema di un rifugio pressurizzato con i percorsi che portano al condotto di ventilazione superiore. In alto, particolare di uno degli accessi al condotto di ventilazione.

1.300; la portata di aspirazione inferiore a quella di immissione crea una circolazione forzata che raggiunge velocità di circolazione dell'aria non superiori a otto metri al secondo.

Il ricambio d'aria avviene attraverso due condotti separati, uno per l'immissione di quella pura e l'altro per l'estrazione di quella viziata, posti sopra la galleria stradale; i condotti sono alimentati da quattro centrali di ventilazione indipendenti, due in prossimità degli imbocchi, che alimentano i primi due km, e due collegate all'esterno mediante pozzi di aerazione verticali.

Il condotto dell'aria pura è percorribile e rappresenta quindi la via di fuga del tunnel in caso di emergenza.

Quello dell'aria viziata, separato e non percorribile, è invece dotato di un nuovo sistema di estrazione dei fumi, mediante serrande telecomandate di circa un metro quadrato di apertura, poste ad un intervallo di circa 120, 130 metri, che permet-

| N. | TITOLO | OBIETTIVI | PARTNERS | AREA FINANZIAMENTI | AVANZAMENTI |
|-----|--|---|--|--------------------|--|
| 004 | SAFE TUNNEL | Aumentare la sicurezza nei tunnel attraverso una maggiore cooperazione tra i produttori di veicoli industriali ed i gestori dei tunnels | CRF — IVECO — RENAULT — CSELT — SITAF — SFTRF — FIAT ENGIN. — TVV — UNIVERS. DI BEER — SHEVA — ENEA — INRETS LAWYER COMPANY e TLC TECNOSISTEMI | EUROPEA | FINANZIATO Avvio del progetto 1; Settembre 2001 |
| 005 | FIT (Fire in tunnel) | Si tratta di un metaprogetto il cui scopo mettere a punto un'evoluzione del concetto di sicurezza del tunnel, sia esso ferroviario, metropolitano o stradale, mediante l'uso mirato ed integrato di tecnologie e sistemi innovativi | ENEA — SITAF — CRF e altri | NAZIONALE | In fase di definizione di sottoprogetti. Presentazione Gennaio 2002 |
| 006 | RTE — T R seau Trans europ en de Transports | Si tratta di un progetto atto a migliorare la sicurezza all'interno dei tunnels, collegandosi al tema sistema di trasporto intelligente su strada | SFTRF | EUROPEA | Progetto approvato FINANZIATI gli interventi del 2001 (0.5 M.) |
| 007 | SIGMA | Aumento della sicurezza autostradale mediante un sistema intelligente di monitoraggio, mitigazione degli effetti degli incidenti, spegnimento/contenimento degli incendi | SITAF — CRF - TECNOSISTEMI | NAZIONALE | Sospeso |

NUOVI PROGETTI 2001

| N. | TITOLO | OBIETTIVI | PARTNERS | AREA FINANZIAMENTI | AVANZAMENTI |
|-----|--|--|---|-------------------------|-------------|
| 008 | SERTI MIP | Miglioramento della sicurezza nel Traforo tramite applicazione tecnologica PASSI al Portale Termografico | SINELEC SITAF | EUROPEA | Finanziato |
| 009 | ICROSS | Dimostrare la riduzione del numero degli incidenti grazie al miglioramento della segnaletica stradale e da una più attenta cooperazione fra in struttura e attuali Veicoli Intelligenti in termini di sicurezza mobilità e impatto ambientale. | CRF-SITAF- SINELEC- Provincia di Trento | In corso di definizione | |
| 010 | HIFI Evoluzione del (ICE Detector) | La realizzazione di un impianto pilota per la gestione della flotta veicoli SITAF e informazione all'utenza. | CRF-TRI- GILETTA -DS- G&E | In corso di definizione | |

tono di aspirare i fumi esattamente sopra, a valle e a monte il luogo di un eventuale incendio, evitando quindi che si espandano (il controllo dei fumi, così come degli interventi di soccorso, sono verificati nelle simulazioni di incendio realizzate regolarmente due volte l'anno).

La rete idrica antincendio è costituita da 102 idranti, situati in apposite nicchie ogni 130 metri, serviti da una condotta d'acqua di 20 centimetri di diametro, posta nel cunicolo ovest, per tutta la lunghezza della galleria, con una portata totale di 120 metri cubi/ora a una pressione compresa fra 4,5 e 8,5 atmosfere.

La circolazione in galleria delle merci pericolose, che rappresenta uno dei più importanti fattori di rischio, è disciplinata da un apposito Regolamento che prevede il transito di alcuni tipi di merci ed il divieto per altri.

Tutti i mezzi che trasportano materie pericolose hanno l'obbligo di fermarsi nel piazzale antistante il tunnel, farsi riconoscere e consegnare i documenti di trasporto al personale incaricato il quale verifica il carico e comunica i dati al Pcc (codice, nome del materiale, codice di pericolosità, classe, nazionalità del carico, tipo di contenitore, targa del veicolo e senso

| IMPEGNO FINANZIARIO | | DURATA |
|--|---|--|
| TOTALE DEL PROGETTO | QUOTA FINANZ. | |
| tale progetto 1.1 Euro | L impegno di SITAF 620 K.Euro SFTRF 280 K.Euro Quota finanziata pari al 50% | 36 mesi |
| similmente 1.1 M. euro 1.1 Miliardi | Da definire | 24 mesi |
| tale del progetto tervento approvato dalla (.) 1.1 M. euro 1.1 Miliardi (dei quali 70 miliardi di competenza [AF]) | 10% Intervento 50% Studi Finanziamento a Sitaf S.p.A. L. 8 Miliardi Circa | E un progetto pluriennale dal 2001 al 2004 |
| | | |

| IMPEGNO FINANZIARIO | | DURATA |
|-------------------------------------|---|---------|
| TOTALE DEL PROGETTO | QUOTA FINANZ. | |
| tale progetto 1.1 M. Euro | 80% SINELEC 20% SITAF/ TECNOSITAF | 5 anni |
| 1.1 M Euro | | 36 mesi |
| | | |

di marcia, ora di arrivo).

Il Pcc dispone poi la formazione del convoglio, registrandolo nella sua banca dati (ora di partenza, agenti di sicurezza impegnati nella scorta ecc.).

Per aumentare la sicurezza della circolazione, la Commissione intergovernativa che sovrintende all'operatività del tunnel, ha imposto ulteriori prescrizioni d'esercizio, specie in termini di gestione del traffico:

- La velocità nel traforo è limitata a 70 Km. orari;
- La distanza di sicurezza tra i veicoli deve essere di 150 metri,

ridotto a 100 metri in caso di arresto della circolazione;

- Il passaggio dei veicoli pesanti è limitato, in media, a 140 per ora per senso di marcia, cioè 3.360 al giorno per ogni direzione e 6.720 complessivamente;
- Tutti i veicoli che trasportano materiali pericolosi devono essere scortati;
- Le pattuglie di sorveglianza all'interno del tunnel diventano regolari e permanenti.

Oltre a tali misure di sicurezza, la Sitaf ha intrapreso alcuni interventi strutturali ed impiantistici finalizzati alla gestione dell'emergenza ed in particolare a facilitare l'evacuazione degli utenti:

- la definizione di veicoli e mezzi speciali di soccorso;
- l'attivazione di sistemi di rilevazione in tempo reale dei veicoli presenti in galleria e di controllo delle distanze di sicurezza e della velocità;
- una segnaletica dinamica a messaggio variabile;
- la campionatura dell'isolamento termico dei rifugi con sistema a polverizzazione dell'acqua.

Sono stati inoltre effettuati adeguamenti strutturali dei rifugi e delle vie di fuga con un totale re-design dei manufatti.

Le positive caratteristiche di base del tunnel ed i progressivi, rilevanti interventi effettuati nel tempo (ed in particolare dopo il 24 marzo 1999), nonché il piano di innovazioni previste, consente di definire il Traforo del Frejus come un'infrastruttura ad alto tasso di sicurezza con un ulteriore potenziale accrescibile ricorrendo a tecnologie di punta applicate a supporto delle dotazioni esistenti.

Questo scenario è però platonato dalla tipologia originaria monocanna: pertanto l'innalzamento dello standard di sicurezza avviene con questa remora d'origine che è insormontabile con il ricorso alla sola tecnologia.

Ciò significa che noi pensiamo che le misure organizzative, im-



piantistiche, tecniche ecc. ed i progetti innovativi consentiranno miglioramenti apprezzabili per circa cinque anni poi la curva non potrà non avere un flesso ed assestarsi su di uno standard-limite, aggiornabile ma non significativamente accrescibile.

Il salto di qualità allora non potrà che essere tipologico-infrastrutturale con la realizzazione della seconda canna che, per essere operativa al momento in cui le misure tecnologiche avranno raggiunto il tetto prestazionale, deve essere decisa in questi mesi.