



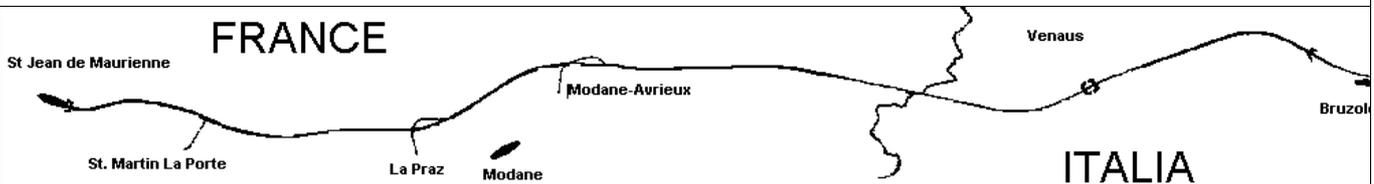
Questo progetto è cofinanziato dalla Unione europea (TEN-T)



Ce projet est cofinancé par l'Union européenne (RTE-T)

**NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO TRANSALPINO TORINO – LIONE
NOUVELLE LIAISON FERROVIAIRE TRANSALPINE LYON – TURIN
TRATTA CONFINE DI STATO ITALIA/FRANCIA – BRUZOLO**

**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE
DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N° 443/2001**



PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE TECNICA

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
1	Relazione Tecnica	-	-	-	-	N. NICITA	24.02.03	

Rif.D	P	P	2	0	8	5	T	S	E	3	R	E	X	X	:	:	I	:	:	.	M	0	0	7	A
oc	fase		n° S.C.			Emittente			tipo doc.	codice geografico			oggetto			n° doc			indice						

LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse73026 CHAMBERY CEDEX (France) Tél.: (33) 4.79.68.56.50 - Fax: 4.79.68.56.75 – RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952

Sede secondaria : Galleria S.Federico 16 – 10121 Torino (Italia) Tel.: (39) 011.55.79.221 – Fax: (39) 011.55.79.236 - C.F. e P.IVA 08332340010

Proprietà LTF Tutti i diritti riservati – Propriété LTF Tous droits réservés

INDICE

<u>0. PREMESSE</u>	3
<u>A. STUDI DI TRAFFICO</u>	3
A.0 Presentazione	3
A.1 Studi di traffico Viaggiatori	3
A.2 Studi di traffico Merci	4
<u>B. IL PROGETTO FINALE</u>	6
B.0 Presentazione	6
B. 1 Principi di sicurezza	8
B. 2 Esercizio	11
B. 3 Progetto Tecnico	24
B. 4 Manutenzione	33
B. 5 Costruzione	34
B 6 Pianificazione generale del progetto	36
<u>C. GLI STUDI DI “FASAGGIO”</u>	39
C.0 Presentazione	39
C.1 Studi di sicurezza	40
C.2 Studi di esercizio	41
<u>D. STUDI AMBIENTALI</u>	41
D.1 Il Progetto Finale	41
D.2 Gli impatti degli scenari di fasaggio	44

RELAZIONE TECNICA

0. PREMESSE

Il Progetto Preliminare (PP) della tratta comune della sezione internazionale è organizzato nei seguenti capitoli:

- A: Gli studi di traffico
- B: Il Progetto Finale
- C: Gli studi di “fasaggio”
- D: Gli studi ambientali

Gli argomenti sopra riportati sono illustrati più in dettaglio nelle specifiche relazioni che fanno parte integrante del progetto.

A. STUDI DI TRAFFICO

A.0 Presentazione

Le previsioni riguardano i traffici viaggiatori e gli scambi merci, che interessano l'intero arco Alpino, da Ventimiglia in Francia ai Tauri in Austria.

Le previsioni sono basate su due scenari di crescita economica:

- Crescita di base per il periodo 2000-2020,
- Crescita forte o “alternativa”: per il periodo 2000 – 2020,

Sono state considerate due situazioni di riferimento per poter confrontare il Progetto Finale con diverse tappe di realizzazione delle infrastrutture del corridoio:

- Riferimento 1: i terminali dell'autostrada ferroviaria Modalhor (Aiton e Orbassano), le circonvallazioni merci di Lione e di Torino (Gronda Merci);
- Riferimento 2: oltre agli investimenti precedenti, la LGV Parigi-Chambéry e la prima canna del tunnel della Chartreuse

A.1 Studi di traffico Viaggiatori

A.1.1 METODOLOGIA E SCENARI DI TRAFFICO

Le previsioni sono state elaborate partendo dai risultati delle inchieste viaggiatori TMT PRAGMA alle frontiere italiane (1998) e da indagini complementari svolte nei principali aeroporti italiani (2002 – ISIS /LTF).

Sono stati presi in esame sette scenari, tra i quali si è fatta una selezione per gli studi economici e finanziari.

A.1.2 DOMANDA COMPLESSIVA POTENZIALMENTE INTERESSATA : SITUAZIONE ATTUALE E PREVISIONI

La domanda complessiva potenzialmente interessata, sull'arco alpino, per tutte le modalità, raggiunge attualmente i 22,2 milioni di viaggiatori. Si prevede che questa domanda evolva, per i primi quindici anni, ad un tasso annuo del 2,2% secondo scenario di base e del 3,1% secondo lo scenario di forte crescita economica. Se si aggiungono gli effetti di induzione del progetto, la domanda, in situazione di progetto, si colloca, in milioni di viaggiatori / giorno + notte:

- nel 2015, a 32,1 milioni di viaggiatori,
- nel 2030, a 41,3 milioni di viaggiatori.

A.1.3 TRAFFICO FERROVIARIO PASSANTE PER MODANE

L'offerta ferroviaria attuale passante per Modane è di 8 treni diurni e di 7 treni notturni; il numero di viaggiatori è di **1.340.000** (570.000 diurni e 870.000 notturni).

Il progetto consente di sviluppare, sulla linea nuova, un'offerta diurna di 24 treni al giorno (nei due sensi) per il 2015, e di 28 e 32 treni rispettivamente per il 2030 ed il 2050.

I treni notturni continuano a circolare sulla linea storica in numero ridotto in situazione di Progetto, in quanto il viaggio Parigi-Milano diurno è così efficace da far perdere ogni attrattività a quello notturno.

Nel 2015 la clientela del progetto sarà composta per il 22% dai viaggiatori attuali, per il 38% dalla clientela acquisita in situazione di riferimento 2 (legata alla crescita economica e alla messa in servizio delle linee ad alta velocità francesi ed italiane) e per il 40% dalla nuova clientela acquisita dal progetto (il 27 % dovuta al trasferimento modale, ed il 13 % dovuta all'“induzione”).

A.2 Studi di traffico Merci

A.2.1 METODOLOGIA

Lo studio tiene conto delle richieste di approfondimento espresse nel gennaio 2001 dalla CIG ed è stato migliorato per diversi punti rispetto agli studi Alpetunnel:

- grazie ai nuovi dati disponibili (indagini Traffico 1999 sull'intero arco alpino) la domanda merci è stata aggiornata ed il relativo metodo di proiezione interamente rivisto;
- sono state prese in considerazione le capacità di trasporto su tutti gli assi, itinerari e punti di rottura del carico, il che ha consentito di valutare gli effetti delle future saturazioni;
- nello studio sono stati integrati i punti di valico austriaci;
- l'Autostrada Ferroviaria è stata integrata tra le opzioni di scelta modale ed il modello corrispondente è stato concepito e tarato in base ai risultati emersi dall'indagine di preferenze dichiarate sull'utilizzo dell'autostrada ferroviaria, realizzata nell'estate 2002;
- la modellizzazione comprende il traffico merci ferroviario, il traffico di autostrada ferroviaria ed il traffico stradale.

A.2.2 DOMANDA COMPLESSIVA POTENZIALMENTE INTERESSATA: SITUAZIONE ATTUALE E PREVISIONE

La domanda complessiva potenzialmente interessata è quella che, nell'arco alpino Ventimiglia-Tauri, è sensibile alla realizzazione del progetto. Nel 1999 ammontava a 104,7 milioni di tonnellate. Gli scambi dell'Italia (97,2%) presentano una dissimetria abbastanza rilevante (57% per l'importazione rispetto a 43% per l'esportazione) ed i flussi di transito, in crescita sostenuta, rappresentano, nel 1999, solo una debolissima quota (2,8%).

Le proiezioni degli scambi economici transalpini sono state effettuate considerando l'elasticità rispetto alla crescita economica.

A.2.3 SCENARI DI TRAFFICO

Sono stati presi in esame sei scenari; i principali sono stati selezionati per gli studi economici e finanziari:

Le due principali opzioni relative alla politica dei trasporti selezionate per le simulazioni sono:

- mantenimento dell'attuale regolazione per i VP (veicoli pesanti) ai tunnel stradali del Monte Bianco e del Fréjus (ma con la soppressione dell'alternanza). Aumento dei pedaggi nel 2004 e nel 2005 (scenario tendenziale).
- stessa regolazione per i VP che in P0 ma con l'instaurazione di un sovrapedaggio di circa il 10% ai tunnel stradali (rispetto ai pedaggi tendenziali considerati in P0).

Una terza opzione relativa alla politica dei trasporti (P1) è anche stata simulata : consiste nel limitare il traffico VP nei tunnel stradali del Monte Bianco e del Fréjus ad un livello simile al traffico attuale.

A.2.4 PREVISIONI DEL TRAFFICO MERCI E DELLA CIRCOLAZIONE AI PASSAGGI DI FRONTIERA

Le previsioni di traffico ferroviario riguardano il corridoio del progetto (nuova linea + linea storica). E' stato valutato anche il traffico sul corridoio stradale (Tunnel del Monte Bianco e del Fréjus).

B IL PROGETTO FINALE

B.0 Presentazione

B.0.1 LIMITI GEOGRAFICI E FUNZIONALI DEL PROGETTO

La tratta studiata fa parte di un progetto d'insieme che va da est di Lione ad est di Torino. Le sezioni che si trovano da una parte e dall'altra della tratta in esame ricadono sotto la responsabilità RFI ed RFF, con le quali LTF si coordina. I limiti geografici della "tratta comune della sezione internazionale", stabiliti per il momento, sono: ad ovest, l'imbocco del tunnel di Rocheray, vicino alla strada provinciale RD 906; ad est, l'imbocco del tunnel di Gravio, nel comune di Borgone.

Saranno tuttavia necessarie numerose interfacce funzionali con le due tratte nazionali. Oltre alle interconnessioni ferroviarie con la linea storica, le principali interfacce riguardano:

- le sezioni di separazione elettrica: la linea nuova è alimentata a 25 kV, la linea storica a 1500 V (in Francia) o a 3000 V (in Italia);
- una zona di ricovero dei treni ed una base per i lavori ferroviari da installare a Saint-Avre, a ovest di Saint-Jean de Maurienne;
- il posto di controllo centralizzato.

B.0.2 EVOLUZIONE RISPETTO AL PROGETTO ALPETUNNEL

Le principali evoluzioni rispetto al progetto sviluppato da negli anni passati dal GEIE Alpetunnel riguardano:

- un miglioramento della geometria dei siti d'intervento e della stazione di sicurezza di Modane;
- l'insediamento dei mezzi di soccorso a Saint-Jean de Maurienne e a Bruzolo e non a Modane;
- un aumento da 8,08 m a 8,40 m del diametro interno del tunnel;
- un'ottimizzazione funzionale e ambientale dei siti all'aperto;
- l'ottimizzazione dei pozzi e gallerie di ventilazione;
- la soppressione del sistema di raffreddamento;

B.0.3 SPECIFICHE TECNICHE FUNZIONALI

Per garantire l'omogeneità dei diversi studi (studi tecnici, di traffico, d'esercizio, di sicurezza, studi economici), è stato fissato, in concertazione con RFI ed RFF, un insieme coerente d'ipotesi.

Un primo corpo d'ipotesi riguarda gli aspetti funzionali:

- il tipo e la composizione dei treni;
- il volume di servizi da offrire sul corridoio in situazione di riferimento 1 e 2 ed in situazione di progetto: servizi viaggiatori regionali, viaggiatori internazionali diurni e notturni, servizi merci e di Autostrada Ferroviaria;
- i dati tecnici relativi alla trazione dei treni e alle loro caratteristiche;
- la capacità di trasporto di passeggeri e di merci per ciascun tipo di treno. Per quanto riguarda le merci, è stato tenuto conto di un'evoluzione sensibile del riempimento medio dei treni, in grado di tradurre una densificazione delle spedizioni dovuta all'aumento del traffico e alle migliori prestazioni della Linea Nuova;

- i principi d'esercizio sul corridoio (assegnazione dei vari tipi di treni alla Linea Nuova ed alla Linea Storica) secondo le diverse configurazioni di realizzazione del progetto per fasi;
- la capacità della nuova linea e della linea storica secondo il traffico di ogni tipo di treno.

Un secondo corpo d'ipotesi riguarda gli aspetti tecnici. Vengono definiti i criteri ai quali deve soddisfare l'opera dal punto di vista della geometria, degli impianti, nonché della costruzione e dell'ambiente. Tutti gli aspetti, che hanno un impatto sulla sicurezza, sono esplicitati nel documento "Criteri di Sicurezza", redatto dalla CIG (ultima versione del 17 settembre 2002).

I temi affrontati sono i seguenti:

- funzionalità dei piani schematici dei binari, per l'esercizio, in situazioni normali o degradate, per i soccorsi, per la manutenzione;
- andamento geometrico del tracciato (planimetria, profilo altimetrico, sezione), con riferimento ad una velocità di 250 km/h;
- sagome limite, compresa la definizione dei marciapiedi;
- requisiti legati alla salute ed al confort degli utenti;
- funzionalità, affidabilità e sicurezza degli impianti: catenaria, segnalamento, comunicazione, rilevamento d'incendio e dispositivi antincendio, illuminazione;
- requisiti legati alla gestione delle situazioni degradate: eventi temibili ed obiettivi dei mezzi da mettere in campo per affrontarli; requisiti dell'infrastruttura e del materiale rotabile;
- manutenzione delle opere e degli impianti;
- requisiti relativi alla costruzione e criteri di qualità dei materiali da mettere in opera;
- requisiti di ordine ambientale.

B.0.5 EVOLUZIONE TECNOLOGICHE PREVEDIBILI

Il progetto tiene conto dei progressi tecnologici prevedibili oggi per l'orizzonte temporale di realizzazione del progetto. Al di là di questo orizzonte, è probabile che altri progressi verranno a migliorare la competitività del modo ferroviario e le prestazioni dell'opera. Oggi come oggi si possono immaginare le seguenti evoluzioni:

1. la trazione a pila combustibile, che permette di svincolarsi dai problemi d'inquinamento e di sicurezza legati all'uso dei motori Diesel, per la vettura automotrice SONIA dei treni d'Autostrada Ferroviaria, e per i treni di manutenzione e di soccorso;
2. il miglioramento delle prestazioni di frenatura dei treni merci (che consenta il passaggio sistematico a 120 km/h);
3. il telecomando dei freni che permette di formare treni di lunghezza considerevole;
4. la messa in opera di segnalamento con blocco mobile, tipo ERTMS 3, o perfino la realizzazione di convogli con sistema automatico di condotta;
5. l'aumento del carico per asse ammesso sull'insieme delle reti europee;
6. il miglioramento dei materiali di costruzione del materiale rotabile, rispetto all'infiammabilità, alla resistenza al fuoco ed alla tossicità dei fumi;
7. lo sviluppo dell'interoperabilità dei treni;

la diminuzione del rumore di rotolamento dei treni merci.

B. 1 Principi di sicurezza

B.1.1 GENERALITÀ

I criteri di sicurezza in fase di esercizio si basano sul documento redatto dalla CIG, « Criteri di sicurezza e di esercizio », del 17 settembre 2002.

I due elementi essenziali per la sicurezza sono i seguenti:

- 1.l'opera è costituita da due canne a semplice binario. Questo assetto presenta dei vantaggi molto importanti dal punto di vista della sicurezza: collisione frontale impossibile dei treni in situazione di esercizio normale, seconda canna non coinvolta in caso d'incidente nella prima, indipendenza aerea delle due canne, possibilità di rifugio delle persone nella canna "sana", possibilità di accesso del treno di soccorso in prossimità del sinistro;
- 2.la gestione degli incidenti, ed in particolare quella degli incendi, si effettua in luoghi adatti, specificatamente attrezzati :
 - i siti di intervento, dotati di mezzi per lo spegnimento degli incendi di elevata potenza sui treni merci e sui treni di autostrada ferroviaria ;
 - le stazioni di sicurezza, dotate degli stessi mezzi e che assicurano, inoltre, l'evacuazione dei treni viaggiatori.

B.1.2 LE STAZIONI DI SICUREZZA

Sono previste quattro stazioni di sicurezza, situate allo scoperto (Saint Jean de Maurienne, Val Cenischia, Bruzolo) ed in corrispondenza della metà del tunnel di base (Modane-bis). Queste stazioni sono destinate alla gestione di tutti i tipi di treni : viaggiatori, merci e autostrada ferroviaria.

B.1.2.1 La stazione di sicurezza di Modane comprende :

- una zona di lunghezza pari a 400 m, attrezzata in maniera da facilitare la rapida evacuazione e la messa al sicuro delle persone : marciapiede allargato per facilitare l'evacuazione da tutte le porte di un treno, rami di collegamento ogni 50 m (ossia un ramo per due vetture);
- una sala per accogliere 1000 persone, in sovrappressione ;
- un sistema di estrazione intensa dei fumi;
- dei dispositivi idonei a facilitare l'intervento rapido dei soccorsi : accessi attraverso le discenderie con un'area di inversione di marcia per i veicoli di soccorso, accesso alla sala di accoglienza, accesso diretto alla testa ed alla coda dei treni per mezzo di specifici rami di collegamento, marciapiede allargato per consentire gli spostamenti dei servizi di soccorso lungo il treno, estrazione dei fumi;
- dei dispositivi per lo spegnimento degli incendi, in particolare un sistema di nebulizzazione dell'acqua su una lunghezza di 750 m;
- dei locali e delle attrezzature di medicazione.

B.1.2.2 Le stazioni di sicurezza allo scoperto

I treni sinistrati, inviati all'esterno del tunnel, saranno gestiti nelle stazioni di sicurezza allo scoperto, che comprendono:

- un marciapiede lungo 400 m, destinato all'evacuazione delle persone ;
- degli impianti per lo spegnimento degli incendi, in particolare una rete idrica antincendio;
- delle piattaforme accessibili ai veicoli di soccorso e di esercizio ;
- una area per gli elicotteri;
- degli accessi rapidi per i servizi di soccorso.

B.1.3 I SITI DI INTERVENTO

I siti di intervento in sotterraneo sono situati al piede delle discenderie (Saint Martin la Porte, La Praz et Venaus). Questi siti non sono destinati ad accogliere un numero rilevante di persone e non comprendono una sala di accoglienza del tipo di quella prevista nella stazione di sicurezza di Modane e, in linea di principio, sono riservati alla gestione dei treni merci e di quelli di autostrada ferroviaria.

I siti di intervento comprendono :

- dei dispositivi idonei a facilitare l'intervento rapido dei soccorsi : accessi attraverso le discenderie (oppure attraverso la galleria di Venaus) con un'area di inversione di marcia dei veicoli, accesso alla sala di accoglienza, accesso alla testa, alla coda ed alla parte centrale dei treni, marciapiede allargato per consentire gli spostamenti dei servizi di soccorso, estrazione dei fumi;
- dei dispositivi per lo spegnimento degli incendi, in particolare un sistema di nebulizzazione dell'acqua su una lunghezza di 750 m;

B. 1.4 PROCEDURE GENERALI IN CASO DI INCIDENTE SU DI UN TRENO

B.1.4.1 Inconvenienti tecnici a bordo di un treno all'interno del tunnel

Nel caso in cui si verifichi un inconveniente in galleria, il treno coinvolto dovrebbe poter proseguire la marcia fino ad una stazione di sicurezza, situata all'esterno o sotterranea. Per i treni di autostrada ferroviaria è prevista la possibilità di fermarsi in corrispondenza di un sito di intervento. Nel caso in cui il treno coinvolto non possa proseguire la marcia, lo stesso verrà rimorchiato o spinto da un altro treno.

Nel caso eccezionale in cui un treno con un inconveniente a bordo resti fermo in piena linea, le persone verrebbero evacuate lungo il marciapiede e attraverso i rami di comunicazione nell'altra canna, dove rimarrebbero in attesa di essere portati fuori dal tunnel (o nella stazione di sicurezza di Modane), generalmente per mezzo di un treno di evacuazione. Per i treni di autostrada ferroviaria, l'evacuazione potrebbe effettuarsi con il distacco del veicolo automotore SONIA, che trasporta gli autisti dei camion.

B.1.4.2 Rilevazione di un incendio a bordo di un treno in galleria

B.1.4.2.1 Arresto a Modane-bis

L'evacuazione dei fumi è attivata nel più breve tempo possibile, qualunque sia il tipo di treno. L'evacuazione delle persone si effettua :

- per un treno viaggiatori, verso la sala di accoglienza attraverso i rami di collegamento della stazione di sicurezza ;

- per i treni di autostrada ferroviaria, mediante lo sgancio e l'allontanamento del veicolo automotore SONIA, situato in testa al treno ;
- per i macchinisti di un treno merci, verso un ramo di collegamento della stazione di sicurezza o del sito di intervento.

Il sistema di nebulizzazione dell'acqua può essere messo in funzione, qualora lo si reputi necessario.

B.1.4.2.2 Arresto in un sito di intervento (Saint Martin la Porte, La Praz, Venaus)

L'evacuazione dei fumi è attivata nel più breve tempo possibile. Questi siti sono progettati per la gestione di un incendio su un treno merci o un treno di autostrada ferroviaria. L'evacuazione delle persone si effettua come nel caso di arresto in piena linea. Il sistema di nebulizzazione dell'acqua può essere messo in funzione, qualora lo si reputi necessario.

B.1.4.2.3 Arresto in piena linea

Si tratta di un caso eccezionale. Per i treni viaggiatori, il sistema di ventilazione assicura un flusso longitudinale, che consente una diluizione dei fumi sufficientemente forte per garantire una qualità dell'aria (temperatura, visibilità, CO, CO₂) compatibile con l'evacuazione

La canna sana è messa in sovrappressione in modo che la stessa costituisca un rifugio sicuro, esente da fumi, ed in modo da creare una corrente d'aria, nei rami di collegamento, sufficiente per evitare il ritorno dei fumi.

L'evacuazione viene fatta in maniera organizzata nel treno, poi lungo il marciapiede, con la protezione della ventilazione, per raggiungere la canna sana attraverso i rami di comunicazione.

Per i treni di autostrada ferroviaria, l'evacuazione delle persone si effettua per mezzo dell'allontanamento della vettura automotrice SONIA (con il controllo dei fumi per mezzo della ventilazione).

Per quanto riguarda i treni merci, i macchinisti raggiungono il ramo di comunicazione più vicino (con il controllo dei fumi nella canna coinvolta dall'incendio e garantendo una sovrappressione nella canna sana, mediante la ventilazione).

B.1.5 MEZZI E INTERVENTO DEI SOCCORSI

B.1.5.1 I mezzi di soccorso stradali

E' possibile accedere con mezzi stradali (autopompe, ambulanze o altri mezzi) dalla rete di viabilità ordinaria alle discenderie e, poi, alla stazione di sicurezza o ai siti di intervento. Queste opere sono al riparo dai fumi. L'assetto in superficie consente lo stazionamento dei soccorsi, le prime cure ai feriti e l'atterraggio degli elicotteri.

Un'organizzazione analoga è prevista anche presso le stazioni di sicurezza esterne (Saint Jean de Maurienne, Bruzolo et Val Cenischia).

B.1.5.2 I mezzi ferroviari

I treni di soccorso sono costituiti da :

- una locomotiva diesel dotata del sistema di segnalamento ERTMS (con posto/i di condotta pressurizzato/i, riserva d'aria, protezioni termiche), che deve poter funzionare anche in presenza di fumi;

- una vettura per il trasporto del personale, pressurizzata, dotata di riserva d'aria e di altri dispositivi adeguati;
- una vettura per le prime cure mediche, dotata di riserva d'aria e di altri dispositivi adeguati;
- eventualmente, un carro pianale per il trasporto di veicoli di soccorso (autopompa, ambulanze,...);
- un carro per il trasporto di materiale per lo spegnimento degli incendi.

I treni di evacuazione sono costituiti da una locomotiva (compatibile con il sistema ERTMS) e delle vetture con porte di accesso a livello del marciapiede (tipo metropolitana). Gli studi sull'evacuazione delle persone hanno evidenziato l'opportunità di posizionare questi treni alle due estremità della sezione internazionale (Saint Jean de Maurienne e Bruzolo).

Sono previsti anche dei carrelli (compatibili con il sistema ERTMS), destinati ad effettuare un primo rilevamento ed un primo rapido intervento, in attesa che il treno di soccorso sia operativo.

B. 2 Esercizio

B.2.1 PRINCIPI DI ESERCIZIO

Gli studi d'esercizio hanno lo scopo :

- di definire le esigenze funzionali e lo schema dei binari del progetto;
- di valutare le capacità dell'opera e le relative condizioni d'esercizio.

Questi studi prendono in considerazione gli itinerari d'accesso, in Francia e in Italia, dalle caratteristiche complesse dovute alla ripartizione del traffico su diversi assi dedicati ai traffici merci e viaggiatori:

B.2.1.1 Tipi di treni considerati

Treni Merci (M)

-Sulla Linea Nuova :

Si considerano 5 categorie di treni Merci (**M**) :

- Vuoti
- Automobili
- Combinato
- A carri isolati
- Treni interi

La lunghezza massima dei treni è di 750 m.

-Sulla linea storica :

Gli stessi treni previsti sulla Linea Nuova, più i seguenti treni specifici della Linea Storica:

- Treni merci regionali (**MR**) ad ovest di Saint-Jean de Maurienne e ad est di Bruzolo ;
- Circolazione di locomotive di spinta (**L**) (ved. § 3.1.4) ;

La lunghezza di 750 m richiede modifiche dei binari di precedenza sulla linea storica. Oggi la lunghezza massima dei treni è di 550m. E' stato programmato un prolungamento a 650 m. per il 2007.

Treni d'Autostrada Ferroviaria (AF)

-Treni AF 750 :

Questi treni circolano solo sulla Linea Nuova.

Composizione di « 750m » costituita da 1 locomotiva + 1 carro per il carico + 16 carri per il trasporto + 1 carro per il carico + 16 carri per il trasporto + 1 carro per il carico. Una vettura Sonia è posta in testa al treno.

-Treni AF 1500 :

Questi treni circolano solo sulla Linea Nuova.

Treni composti accoppiando 2 treni di 750 m. Una vettura Sonia è posta in testa al treno.

Si suppone che questo treno sia messo in servizio solo a medio termine, non essendo ancora sicura la sua fattibilità. Qualora si rendesse necessario il ricorso a treni in doppia composizione (AF 1500) si provvederà a prolungare i binari di precedenza.

-Modalohr :

Questi treni possono circolare sia sulla Linea Storica che sulla Linea Nuova.

Treni lunghi 750m composti da 20 carri doppi che possono trasportare al massimo 26 camion. I semirimorchi vengono sganciati dalle motrici per il trasporto. Si prevede di trasportare solo Veicoli Pesanti completi (motrice più rimorchio) accompagnati normalmente dagli autisti.

La lunghezza di 750 m richiede delle modifiche dei binari di precedenza della linea storica e dei terminali di Aiton e Orbassano. Oggi la lunghezza massima dei treni è di 550m. La lunghezza dei binari di precedenza a breve termine è prevista di 650m.

Treni viaggiatori internazionali di giorno (V)

- TGV Réseau in semplice composizione (8 vetture)
- TGV Réseau in composizione doppia (16 vetture)
- ETR 500-11 con 11 vetture
- ETR 500-12 con 12 vetture (esercizio previsto intorno al 2030)
- TGV duplex (a lungo termine, la cui accettazione è richiesta alla Commissione di sicurezza)

Altri treni viaggiatori

- Treni Viaggiatori di notte (VN) (sulla Linea Storica) : I treni hanno una composizione normale di 15 vetture di tipo standard o Talgo. Non hanno fermate per servizio viaggiatori sulla Linea Storica.
- Treni viaggiatori regionali (VR) (sulla Linea Storica).

B.2.1.2 Servizi considerati

Situazione di Riferimento 1

*Situazione di Riferimento 1 : Montmélian – Saint-Jean de Maurienne
Numero di treni al giorno (somma dei 2 sensi)*

Orizzonte	V	VN	VR	MR	Modalohr		M
					Giorno ⁽¹⁾	Notte	
2015	14	8	48 : Montmélian / St-Pierre d'Albigny 24 : St-Pierre d'Albigny / St-Jean de M.	13	40	0	(2)
2030	14	8	64 : Montmélian / St-Pierre d'Albigny 32 : St-Pierre d'Albigny / St-Jean de M.	16	40	0	(2)
2050	14	8	come 2030	18	40	0	(2)

⁽¹⁾ *Fra Aiton e Orbassano*

⁽²⁾ *secondo gli studi di traffico*

*Situazione di Riferimento 1 : Saint-Jean de Maurienne- Bruzolo
Numero di treni al giorno (somma dei 2 sensi)*

Orizzonte	V	VN	VR	MR	Modalohr		M
					Giorno ⁽¹⁾	Notte	
2015	14	8	24 : St-Jean de Maurienne / Modane 14 : Modane Bardonecchia 20 : Bardonecchia / Bussoleno 40 : Bussoleno / Avigliana 88 : Avigliana / Torino	0	40	0	(2)
2030	14	8	32 : St-Jean de Maurienne / Modane 14 : Modane Bardonecchia 20 : Bardonecchia / Bussoleno 40 : Bussoleno / Avigliana 88 : Avigliana / Torino	0	40	0	(2)
2050	14	8	come 2030	0	40	0	(2)

⁽¹⁾ *Fra Aiton e Orbassano*

⁽²⁾ *secondo gli studi di traffico*

Situazione di Riferimento 2

*Situazione di Riferimento 2 : Montmélian – Saint-Jean de Maurienne
Numero di treni al giorno (somma dei 2 sensi)*

Orizzonte	V	VN	VR	MR	Modalohr		M
					Giorno ⁽¹⁾	Notte	
2015	14	8	48 : Montmélian / St-Pierre d'Albigny 24 : St-Pierre d'Albigny / St-Jean de M.	13	40	8	⁽³⁾
2030	14	8	64 : Montmélian / St-Pierre d'Albigny 32 : St-Pierre d'Albigny / St-Jean de M.	16	40	8	⁽³⁾
2050	14	8	come 2030	18	40	8	⁽³⁾

⁽¹⁾ Fra Lyon Est e Chivasso

⁽²⁾ Fra Aiton e Orbassano

⁽³⁾ secondo gli studi di traffico

*Situazione di Riferimento 2 : Saint-Jean de Maurienne- Bruzolo
Numero di treni al giorno (somma dei 2 sensi)*

Orizzonte	V	VN	VR	MR	Modalohr		M
					Giorno ⁽¹⁾	Notte	
2015	14	8	24 : St-Jean de Maurienne / Modane 14 : Modane Bardonecchia 20 : Bardonecchia / Bussoleno 40 : Bussoleno / Avigliana 88 : Avigliana / Torino	0	40	8	⁽³⁾
2030	14	8	32 : St-Jean de Maurienne / Modane 14 : Modane Bardonecchia 20 : Bardonecchia / Bussoleno 40 : Bussoleno / Avigliana 88 : Avigliana / Torino	0	40	8	⁽³⁾
2050	14	8	dito 2030	0	40	8	⁽³⁾

⁽¹⁾ Fra Lyon Est e Chivasso

⁽²⁾ Fra Aiton e Orbassano

⁽³⁾ secondo gli studi di traffico

Situazione di Progetto

-Traffico potenziale della Linea Nuova

*Situazione di Progetto : Tunnel di base
Numero di treni al giorno (somma dei 2 sensi)*

Orizzonte	V <i>Secondo la configurazione studiata</i>	AF	M
2015	24 sur LN à 220 km/h 24 sur LN à 160 km/h 22 sur LN à 120 km/h <i>14 sulla Linea Storica</i>	Secondo scenario : 80 AF 750 120 AF 750	(1)
2030	28 sur LN à 220 km/h 26 sur LN à 160 km/h 24 sur LN à 120 km/h <i>16 sulla Linea Storica</i>	120 AF 750 o (secondo necessità) : combinazione di AF 750 e AF 1500	(1)
2050	32 sur LN à 220 km/h 30 sur LN à 160 km/h	(secondo necessità) : combinazione di AF 750 e AF 1500	(1)

⁽¹⁾ secondo gli studi di traffico

-Treni specializzati della Linea Storica

*Situazione di Progetto : Montmélian – Saint-Jean de Maurienne
Numero di treni al giorno (somma dei 2 sensi)*

Orizzonte	VN	VR	MR	Modalohr ⁽¹⁾
2015	8	48 : Montmélian / St-Pierre d'Albigny 24 : St-Pierre d'Albigny / St-Jean de M.	13	8
2030	8	64 : Montmélian / St-Pierre d'Albigny 32 : St-Pierre d'Albigny / St-Jean de M.	16	8
2050	8	come 2030	18	8

⁽¹⁾ Fra Aiton e Orbassano

Situazione di Progetto : Saint-Jean de Maurienne - Bruzolo

Orizzonte	VN	VR	MR	Modalohr ¹
2015	8	24 : St-Jean de Maurienne / Modane 14 : Modane Bardonecchia 20 : Bardonecchia / Bussoleno 40 : Bussoleno / Avigliana 88 : Avigliana / Torino	0	8
2030	8	32 : St-Jean de Maurienne / Modane 20 : Modane / Bussoleno 40 : Bussoleno / Avigliana 88 : Avigliana / Torino	0	8
2050	8	come 2030	0	8

¹ Fra Aiton e Orbassano

B.2.3 TRAZIONE DEI TRENI

Treni Merci internazionali (M)

-Treni « Pesanti » :

1600 T di carico rimorchiato massimo (escluse le locomotive)

Due locomotive BB 436 000 o E 402-B in testa (90 t ciascuna) sul percorso completo da Lione a Torino,

-Treni «Leggeri» :

1150 T di carico rimorchiato massimo (esclusa la locomotiva)

Una locomotiva BB 436 000 o E 402-B in testa (90 t) sul percorso completo da Lione a Torino,

-Tipo di trazione :

Categoria di treni	Tipo di trazione
Vuoti	Leggeri
Automobili	Leggeri
Combinato	50% Leggeri et 50% Pesanti
A carri isolati	Pesanti
Treni interi	Pesanti

-Locomotive di spinta sulla Linea Storica:

▪Situazione attuale :

- Nel senso Francia > Italia, i treni Merci oltre le 1000 t si fermano a Saint-Avre o Saint-Jean de Maurienne. Quindi 2 locomotive li spingono fino a Modane. Le 2 locomotive rientrano a Saint-Avre (o Saint-Jean de Maurienne), o aggiunte ad un treno Merci Italia > Francia o isolate.

A Modane, una locomotiva italiana spinge il treno fino al punto culminante della linea, nel tunnel del Moncenisio, poi si sgancia in movimento e ritorna isolata a Modane. *Durante l'attuale fase di lavori nel tunnel del Moncenisio, la locomotiva prosegue fino a Bussoleno.*

- Nel senso Italia > Francia, per effetto delle pendenze inferiori e del ridotto peso dei treni, non occorre attualmente la spinta.

▪Situazione di Riferimento 1 e 2 e Situazione di Progetto :

Tutti i treni Merci che raggiungono le 1000t (in pratica, tutti i treni salvo i treni auto e di vuoti) si fermano a Saint-Avre e a Bussoleno. Fra queste due stazioni viene aggiunta una locomotiva di spinta. Il disequilibrio delle locomotive viene compensato facendole circolare in composizione ai treni di ritorno.

Si suppone che nessuna locomotiva circolerà isolata sulla Linea Storica nelle situazioni di riferimento 1 e 2 e nella situazione di progetto.

La spinta è costituita da una locomotiva BB 436 000 o E 402-B (equivalenti, per peso e costi di acquisto e manutenzione, alle due locomotive di vecchio tipo che sono attualmente usate in coppia per la spinta).

Treni d'AF :

-Treni AF 750 :

Una locomotiva in testa e una in coda.
Locomotive BB 436 000 o E 402-B (90 t ciascuna)
2050 t di carico rimorchiato massimo (escluse le locomotive)

-Treni AF 1500 :

Treni composti di 2 convogli di 750 (4 locomotive in totale)
Locomotive BB 436 000 o E 402-B (90 t ciascuna)
4100 t di carico rimorchiato massimo (escluse le locomotive)

-Treni Modalohr 750 :

Numero di locomotive :
- una locomotiva in testa e una locomotiva in coda sulla Linea Nuova;
- una locomotiva in testa e una locomotiva in coda sulla Linea Storica.
Locomotive BB 436 000 o E 402-B (90 t ciascuna)
1680 t di carico rimorchiato massimo (escluse le locomotive)

Treni Viaggiatori:

Treni Viaggiatori internazionali di giorno (**V**) : secondo caratteristiche tipo (cf.1.3).
I treni di notte (**VN**) siano rimorchiati dalle stesse locomotive dei treni Merci.
I treni Regionali (**VR**) sono costituiti da automotrici dalle prestazioni elevate.

B.2.4 CAPACITÀ DEI TRENI

Treni Merci (M) :

Le capacità medie qui sotto riportate sono calcolate sulla base di 260 giorni all'anno. Sono riferite sia alla Linea Nuova che alla Linea Storica.

-Francia>Italia

Tonnellate medie per treno

Categorie di treni	Attuale	Situazioni di riferimento	Situazione di Progetto
Vuoti	0	0	0
Automobili	160	200	220
Combinato	490	570	665
A carri isolati	580	650	790
Treni interi	1050	1050	1300
Media approssimata. *	545	635	735

-Italia>Francia

Tonnellate medie per treno

Categorie di treni	Attuale	Situazioni di	Situazione di Progetto
---------------------------	----------------	----------------------	-------------------------------

		riferimento	
Vuoti	0	0	0
Automobili	140	200	220
Combinato	460	535	625
A carri isolati	490	550	665
Treni interi	-	-	-
Media approssimata.*	320	400	455
Media approssimata (Somma dei 2 sensi) *	440	530	615

** La media dipende dalla ripartizione del traffico fra i diversi tipi di treni compresi i treni di vuoti. Le medie indicate costituiscono dunque indicazioni approssimative.*

Da questi valori è possibile dedurre la capacità di trasporto per treno Merci nell'ipotesi che rimangano stabili le proporzioni di tonnellate Francia -> Italia (67% del totale) e Italia -> Francia (33% del totale). Ne consegue che, in situazione di progetto :

- nel senso dispari (Francia -> Italia), un treno trasporta per anno 0,19 Mt
- nel senso pari (Italia -> Francia), un treno trasporta per anno 0,117 Mt.

-Ritorno a vuoto dei treni:

Non ci sono di principio treni vuoti nel senso Francia > Italia.

Nel senso Italia > Francia, il numero di treni che ritornano vuoti è di circa 1 treno/giorno per 1 milione di tonnellate di merci trasportate (somma dei due sensi) eccetto il trasporto combinato (il cui traffico è più equilibrato).

Treni di AF a Grande Sagoma (AF) e AF a sagoma GB1 (AFM):

Carico medio dei Veicoli Pesanti :16,4 t/PL

Esercizio 300 giorni/anno

Coefficiente di riempimento delle navette : 70 %

-AF 750 :

Capacità massima: 32 VP / navetta

Numero annuale di VP trasportati per treno di AF 750 : 6720 VP / anno

Tonnellate medie per treno di AF 750 : 367,4 t

Tonnellate annuali per treno di AF 750 : 0,110 Mt

-AF 1500 :

Capacità massima: 64 VP / navetta

Numero annuale di VP trasportati per treno di AF 1500 : 13440 VP / anno
Tonnellate medie per treno di AF 1500 : 734,8 t
Tonnellate annuali per treno di AF 1500 : 0,220 Mt

Tonnellate annuali nel caso di Programma d'Esercizio comprendente AF 750 e AF 1500 (servizi AF 60 e AF 30) : si suppone una ripartizione di 50 AF 1500 e 30 AF 750 per giorno ossia un numero annuale medio di VP per treno di 10920 e un carico medio annuale di 0,179 Mt

-AFM Modalohr 750 :

Capacità massima : 26 VP / navetta
Numero annuale di VP trasportati da un treno Modalohr 750 : 5460 VP/anno
Carico medio per treno Modalohr 750 : 298,5 t
Carico medio per treno di AFM : 0,0895 Mt

Treni viaggiatori internazionali di giorno (V) :

Numero massimo di passeggeri per treno

Tipo di treno	Capacità massima
TGV semplice	377
TGV doppio	754
TGV duplex	510
ETR 500-11	590
ETR 500-12	658

Le capacità medie sono calcolate sulla base di 365 giorni all'anno.
Il tasso di riempimento medio non dovrebbe superare il 75%.

Treni di notte (VN) :

Le capacità medie sono calcolate sulla base di 365 giorni all'anno.
Il tasso di riempimento medio può raggiungere il 90%.

B.2.5 CAPACITA' DELLE LINEE

Occupazione di tracce orarie per ciascun tipo di treno

Tutti i treni occupano 1 traccia oraria *salvo* i treni M.
I treni MR (Regionali) occupano una sola traccia oraria.

Tracce orarie previste per ogni treno M :

Situazione attuale : 1.5 tracce orarie / treno M
Situazione di riferimento 1 : 1.4 tracce orarie / treno M

Situazione di riferimento 2 : 1.3 tracce orarie / treno M
 Situazione di progetto : 1.2 tracce orarie / treno M

Capacità della Linea Nuova

Il tratto misto si estende da Laissaud a Bruzolo (101,6 km).

-Capacità massima di un binario della Linea Nuova (tracce orarie alla stessa velocità) :

L'intervallo fra due tracce orarie non può essere inferiore a 5 minuti.

La capacità massima di un binario con esercizio a semplice binario percorso in un solo senso di circolazione (monotubo monodirezionale o bitubo) è dunque :

- Periodo di giorno (20h / giorno) : 240 tracce orarie/g x senso (12 tracce orarie / h x 20^h/g)
- Periodo di notte (4 h /giorno) :
 - Monotubo : 0
 - Bitubo : ≤ 26 tracce orarie/g (somma dei 2 sensi), secondo la concomitanza dei lavori di manutenzione del tunnel di base e del tunnel di Belledonne. Si considerano in media 8 tracce orarie/g x senso nel periodo notturno.
 - Totale : 248 tracce orarie di base omotatiche per senso per giorno.

In esercizio alternato (fasaggio bidirezionale), un grafico orario di circolazione relativo a ciascuna configurazione permette di definire la capacità corrispondente.

-Capacità di un binario della linea Nuova con treni di diversa velocità :

Si suppone che tutti i treni M e AF siano resi omotachici a 100Km/h.

I TGV circolano a 220 Km /h.

L'orario grafico è concepito ipotizzando che sul tratto misto non ci siano fermate di treni per precedenza (il guadagno di capacità consentito dalle precedenza viene analizzato a parte).

La capacità merci a saturazione disponibile giornalmente per binario, M_{SN} , è quindi:

$$M_{SN} = 248 - 8 V - AF$$

Esempio - Capacità disponibile della Linea Nuova (Progetto Finale) :

Numero di tracce orarie / senso

V	AF	M_{SN}
12	40	112
	60	92
14	40	96
	60	76
16	40	80
	60	60

Capacità disponibile della Linea Nuova : Tonnellate all'anno (Mt)

Servizio		Tonnellate (Mt)			
V	AF 750	AF 750 $\Sigma 2\text{sensi}$	M $F>I$	M $\Sigma 2\text{ sensi}$	Totale M+AF
12	40	8.8	18.0	26.9	35.7
	60	13.2	14.8	22.0	35.2
14	40	8.8	15.4	23.0	31.8
	60	13.2	12.2	18.2	31.4
16	40	8.8	12.8	19.1	27.9
	60	13.2	9.6	14.3	27.5

Questa tabella tiene conto:

- di un numero di 1,2 tracce per la circolazione di ciascun treno M
- della differenza di carico dei treni nei 2 sensi,
- della dissimmetria degli scambi fra i due paesi, che richiede maggiore capacità sul binario 1 (Francia – Italia) lasciando una parte di capacità inutilizzabile sul binario 2 .

Capacità della Linea Storica fra Saint-Jean de Maurienne e Bruzolo

Il tratto misto si estende da St Jean de Maurienne /St Avre a Bussoleno (95 km)

-Capacità massima di un binario della Linea Storica (tracce orarie alla stessa velocità):

L'intervallo fra 2 tracce orarie non può essere inferiore a 7,5 minuti.

La capacità massima di un binario con circolazione in un solo senso di circolazione è quindi:
176 tracce orarie omotachiche /g x senso (8^{tracce/} h x 22^{h/g}).

-Capacità di un binario della Linea Storica con treni a diverse velocità:

Tutti i treni circolano alla loro velocità consentita.

L'orario grafico è concepito ipotizzando che sul tratto misto (da Bussoleno a St Avre) non ci siano fermate di treni per precedenza.

La capacità merci a saturazione disponibile giornalmente per binario, M_{SH} , è quindi:

$$M_{SH} = 176 - 4 (V + VN) - 2.5 VR - (AF + MR)$$

Esempio – Capacità disponibile M_{SH} di un binario della Linea Storica fra Saint-Jean de Maurienne e Bruzolo:

Numero di tracce orarie / senso

Situazione	V	VN	VR	Modalohr	MR	M_{SH}
Situazione di riferimento 1	7	4	12	20	0	82
Situazione di riferimento 2	7	4	12	20	0	82
Progetto Finale (Situazione di Progetto)	0	4	16	4	0	116

Con questa capacità disponibile, sulla Linea Storica è possibile trasportare le seguenti tonnellate (Mt) :

Situazione	Modalohr 750 <i>$\Sigma 2\text{sensi}$</i>	M <i>$F>I$</i>	M <i>$\Sigma 2\text{ sensi}$</i>	Totale M+AF
Situazione di riferimento 1	3,5	9,7	14,4	17,9
Situazione di riferimento 2	3,5	10,4	15,5	19,0
Progetto Finale (Situazione di Progetto)	0,7	18,5	27,6	28,3

Questa tabella

tiene conto:

- di un numero di 1,2 tracce per la circolazione di ciascun treno M
- della differenza di carico dei treni nei 2 sensi,
- della dissimmetria degli scambi fra i due paesi, che richiede maggiore capacità sul binario 1 (Francia – Italia) lasciando una parte di capacità inutilizzabile sul binario 2 .

Capacità della Linea Storica fra Laissaud e Saint-Jean de Maurienne

-Capacità massima di un binario (tracce orarie alla stessa velocità) :

Nel caso in cui il Tunnel di Belledonne non è fasato, la linea resta attrezzata con gli impianti attuali. L'intervallo fra 2 tracce orarie è maggiore di 5,0 minuti.

Altrimenti la linea viene attrezzata con l'ERTMS 2. L'intervallo fra due tracce orarie non può comunque scendere sotto i 5 minuti.

La capacità massima di un binario con circolazione in un solo senso di circolazione è quindi: 264 tracce orarie omotatiche / g x senso ($12^{\text{sillons}} / \text{h} \times 22^{\text{h/j}}$).

-Capacità di un binario della Linea Storica con treni di diverse velocità:

Tutti i treni circolano alla loro velocità consentita.

L'orario grafico è concepito ipotizzando che sul tratto misto (de Montmélian à St Avre/St Jean de Maurienne) non ci siano fermate di treni per precedenza.

La capacità merci a saturazione disponibile giornalmente per binario, M_{SH} , è quindi:

▪Con ERTMS2 :

$$M_{SH} = 264 - 2 (V + VN) - VR - (AF + MR)$$

▪Senza ERTMS2 (notevoli interferenze a St Pierre d'Albigny e Montmélian)

:

$$M_{SH} = 169 - 2 (V + VN) - VR - (AF + MR)$$

B.2.6 SCHEMA DEI BINARI

Gli schemi dei binari riguardano le zone dove si effettuano le operazioni di movimentazione dei treni:

- per ragioni di gestione operativa della circolazione (per esempio precedenza di un treno viaggiatori in ritardo su un treno merci) e della manutenzione;
- per interventi a seguito di un inconveniente (per esempio treno in avaria);
- nel caso particolare dei lunghi tunnel, anche per ricoverare un treno con incendio a bordo.

Le zone interessate sono Saint Jean de Maurienne, Modane bis, Val Cenischia e Bruzolo. Si richiamano di seguito le principali funzioni:

	St Jean de M. & Bruzolo	Modane bis	Val Cenischia
Esercizio	1. Relazioni fra LN e LH. 2. Precedenza di un treno viaggiatori in ritardo su un treno M.	Precedenza di un treno viaggiatori in ritardo su un treno M.	
Inconvenienti	1. Formazione di batterie di treni M. 2. Precedenza su un treno in avaria.	Precedenza su un treno in avaria.	Precedenza su un treno in avaria.
Sicurezza	1. Arresto di un treno sospetto prima del tunnel. 2. Ricovero di un treno con incendio a bordo sul binario di soccorso. 3. Ricovero dei treni in retrocessione.	Ricovero di un treno con incendio a bordo sul binario di soccorso.	1. Arresto di un treno sospetto prima del tunnel. 2 Ricovero di un treno con incendio a bordo sul binario di soccorso.
Manutenzione	1. Passaggio da un binario all'altro nel caso di interruzione di binario. 2. Inoltro dei treni per la manutenzione.	Passaggio da un binario all'altro nel caso di interruzione di binario.	Passaggio da un binario all'altro nel caso di interruzione di binario.

LN : Linea Nuova ; LH : Linea Storica

B.2.7 SCHEMA DI LINEA

Lo schema dei binari è stato elaborato sulla base delle funzionalità definite precedentemente. Il piano di stazione di Modane bis ha richiesto un esame più approfondito per valutare le funzionalità degli schemi a 2 o 1 binari di precedenza.

B.2.8 PRINCIPI DI ESERCIZIO DELL'AUTOSTRADA FERROVIARIA

E' stato realizzato da LTF uno studio preliminare sull'esercizio dei terminali dell'Autostrada Ferroviaria. Sono stati presi in esame due tipi di carico e scarico per i treni AF di 750 m, entrambi concepiti per terminali configurati a "cul de sac":

- carico e scarico laterale, sull'esempio di Eurotunnel;
- carico e scarico dall'estremità del treno, sull'esempio della "autoroute roulante" svizzera.

E' stata scelta la modalità Eurotunnel perché più rapida: il tempo di scarico -carico di un treno è di 27 minuti, contro più di un'ora per la modalità di carico dall'estremità. La modalità scelta richiede quindi un minor numero di treni ed offre un servizio più interessante. La superficie minima dei terminali è considerevole: circa 60 m x 900 m (+ asta di manovra di circa 750 m) per le funzioni ferroviarie.

E' stato definito, inoltre, un programma di studi complementari (aspetti legati all'esercizio, aspetti tecnici ed economici).

B.2.9 CARATTERISTICHE DELLA LINEA STORICA

La linea storica è attualmente utilizzata quasi ai limiti della sua capacità, tenuto conto delle sue caratteristiche di linea di montagna.

Sono in corso dei lavori importanti per migliorarne le caratteristiche (capacità, gabarit, ...). A causa delle caratteristiche di linea di montagna di questa linea, che rendono inapplicabili tutti i metodi teorici, è stato portato avanti un metodo empirico per la valutazione della capacità, che è stato confrontato con RFF e RFI.

B. 3 Progetto Tecnico

B3.1-CONTESTO GEOLOGICO, GEOMECCANICO E IDROGEOLOGICO

Delle opere in sotterraneo di questa lunghezza e in un'area dalla notevole complessità strutturale come la catena alpina devono attraversare una serie di situazioni molto differenti sia dal punto di vista litologico che per le condizioni strutturali e geomeccaniche. In sintesi viene attraversata una serie di rocce di età dal Carbonifero all'Eocene, in genere soggette a metamorfismo regionale di basso o medio grado e profondamente deformate nella orogenesi alpina.

Da Ovest verso Est il tracciato segue un transetto geologico che comprende le seguenti unità:

- a) Zona Ultradelfinese (PK 2,7-5,5): l'imbocco dal lato francese del Tunnel di Base si situa all'interno di una conoide e dopo un breve tratto (circa 800 m) viene attraversata la **Zona Ultradelfinese** costituita da sedimenti terrigeni e calcarei di età dal Cretaceo inferiore all'Eocene.
- b) L'unità Sub-brianzonese comprende una successione sedimentaria prevalentemente carbonatica di età triassico-giurassica coinvolta nella formazione di pieghe isoclinali molto serrate.
- c) Il "Fronte Brianzonese" sovrappone le unità brianzonesi alle unità sub-brianzonesi ed è impostato in un esteso orizzonte plastico costituito da gessi e anidridi.
- d) La **Zona Brianzonese** nel settore occidentale è rappresentata da una sottozona (Houiller) carbonifera (dalla PK 6,7 alla 20,5) costituita da sedimenti terrigeni rappresentati prevalentemente da arenarie e scisti, localmente da carboni scistosi.
- e) La zona della Vanoise (estesa dalla PK 20,5 alla 34,5) è costituita da un basamento costituito da rocce metamorfiche, gneiss, e micascisti e ricoperto da una successione sedimentaria debolmente

metamorfosata costituita da conglomerati permiani, quarziti, un orizzonte plastico con gessi e carnirole, calcescisti.

- f) La zona del Monte Ambin (PK 34,5-51,4) è costituita da uno zoccolo di gneiss e micascisti (Gruppo della Val Clarea) derivati da rocce vulcaniche; questa litologia è prevista lungo il tracciato per circa 12 km. Gli gneiss della Val Clarea sono ricoperti da micascisti e gneiss aplitici (Serie Etiche - Ambin) derivati dalla copertura sedimentaria terrigena paleozoica, e infine da calcescisti, quarziti, marmi e carnirole (limitati tra PK 51,3-51,4).
- g) La **Zona Piemontese** (da PK 53,3-67,1) è attraversata dall'ultimo tratto del Tunnel di Base (PK 53,3-54,4), dove è rappresentata da calcescisti e gneiss (Schystes Lustrés e Gneiss di Charbonnel). Il contatto con le sottostanti unità Brianzoni avviene tramite un marcato piano di scorrimento immergente verso Est.
- h) L'attraversamento della Val Cenischia (PK 54,5-55,5), caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali, è previsto in viadotto.
- i) Il Tunnel di Bussoleno (PK 55,5-68,1) attraversa rocce della Zona Piemontese, costituite da calcescisti e gneiss in un primo tratto (PK 55,5-57,1). Successivamente attraversa una fascia di rocce verdi per uno spessore di circa 300 m e nel restante tratto di tunnel sono distinti uno "zoccolo del massiccio della Dora Maira", costituito da gneiss e micascisti, e una "copertura sedimentaria triassica del massiccio della Dora Maira", costituita da marmi e calcescisti fortemente interessati da deformazioni plicative.
- Dalla progressiva 67,1 fino all'imbocco il tunnel attraversa i depositi alluvionali della piana di Brufolo.

B- 3. 2 GEOMETRIA

B.3.2.1 Sezione trasversale tipo del tunnel

Gli studi sono stati realizzati sulla base del veicolo "Autostrada Ferroviaria" (A.F.): carri non articolati di 14.50 m di passo, altezza del pianale di 1.00 m, carico dei veicoli stradali di 4.20 m di altezza e di 2.60 m di larghezza.

Per gli ostacoli bassi, fino a 0.40 m dal piano di rotolamento, è stato considerato il veicolo "Modalhor", più vincolante. È stato accertato, inoltre, il rispetto della sagoma Hupac ("strada viaggiante" svizzera a ruote piccole). Infine, è stato verificato che il gabarit permette il passaggio di vagoni ultrabassi con 2 container sovrapposti.

Il livello di 0.64 m del piano di calpestio lato rami di comunicazione rispetta i provvedimenti costruttivi, richiesti dai Criteri di Sicurezza, in caso d'evacuazione d'urgenza: larghezza minima di 1.20 m, distanza inferiore a 40 cm tra il marciapiede ed il primo gradino del materiale rotabile.

Sotto il marciapiede sono integrate le differenti reti (cavi AT, una condotta antincendio, condotto di ventilazione). Dal lato opposto, è previsto un marciapiede a quota +0.25 m dal piano del ferro per il controllo degli organi di rotolamento.

La sezione interna del tunnel a binario unico è identica su tutto il progetto, in rettilineo come in curva. Di forma circolare compatibile con ogni metodo d'avanzamento e adatta alle forti sollecitazioni geologiche, è stata determinata in funzione del profilo minimo degli ostacoli nella configurazione più vincolante prevista (raggio di 2800 m alla velocità di 250 km/h, sopraelevazione di 123 mm).

L'altezza della linea di contatto della catenaria, rispetto al piano di rotolamento, è di 5,570 m, tenuto conto di una distanza di isolamento di 320 mm rispetto alla sagoma cinematica di riferimento del veicolo AF, di altezza pari a 5,250 m.

L'altezza di 900 mm interposta tra il livello della linea di contatto e la chiave di calotta, esclusa la tolleranza di esecuzione del rivestimento, tiene conto dell'ingombro della catenaria, delle diverse distanze di isolamento e delle sopraelevazioni. Va aggiunta la tolleranza di esecuzione di 150 mm, legata in particolare con uno scavo per mezzo di fresa.

L'altezza totale considerata per la determinazione del diametro interno della sezione corrente è, quindi, pari a :
 $5,570 + 0,900 + 0,150 = 6,620$ m, compresa la tolleranza di esecuzione.

Il valore del raggio d'intradosso è di **4,20 m**. Ne risulta una sezione libera di circa 43m², superiore a quella minima, che risulta dagli studi sull'effetto pistone e dagli studi fisiologici (comfort timpanico) fatti anteriormente. La sezione scavata è di 72 m² nei settori scavati con fresa, dell'ordine di 80 m² in tradizionale.

B.3.2.2 .Geometria del binario

Le regole che riguardano le sopraelevazioni (insufficienza, eccesso, variazione) e gli interassi sono stati adattate per tener conto della circolazione dei convogli A.F. con centro di gravità più alto. Tuttavia sono state determinate in assenza di studi particolari e di prove.

B.3.3. OPERE CIVILI

B.3.3.1 Opere sotteranee

B.3.3.1.1 Le gallerie

Il progetto si sviluppa essenzialmente in sotterraneo, prevedendo il tunnel di base, di lunghezza pari a circa 53 km, e, superato il tratto all'aperto in corrispondenza della Val Cenischia, il tunnel di Bussoleno, di lunghezza pari a circa 12 km. Il tunnel di base imbecca in territorio francese in prossimità di Saint Jean de Maurienne e raggiunge l'imbocco di Venaus, in territorio italiano; dopo un tratto in rilevato e viadotto, che consente di superare il torrente Cenischia, in località Berno è previsto l'imbocco del tunnel di Bussoleno che sbocca in comune di Chianocco.

L'opera ferroviaria è costituita da due gallerie a semplice binario, disposte ad interasse variabile tra 30 e 50 m; la sezione sarà realizzata, a seconda del contesto geomeccanico, mediante scavo in tradizionale, con esplosivo o demolitore meccanico, od impiegando una TBM, a fronte chiuso o aperto, adottando macchine del tipo EPB o macchine con testa fresante da roccia dura e profilo aperto.

La sezione di scavo risulta di **72 m²** nell'ipotesi di scavo meccanizzato e variabile tra 76 m² e 86 m², in funzione del contesto geomeccanico e dello spessore dei rivestimenti di prima fase e definitivi, nell'ipotesi di scavo in tradizionale. Si adottano infatti interventi di confinamento delle pareti di scavo, mediante spritz-beton, chiodature metalliche e centine, di entità variabile a seconda delle spinte esercitate dall'ammasso, previa esecuzione di interventi di preconsolidamento nel caso di fronte instabile.

Ogni 400 m le due canne sono collegate tra loro con un ramo di collegamento, di sagoma utile 2.40 m di larghezza e 2.20 m di altezza;

Un ramo su quattro è più ampio per ospitare i locali tecnici necessari al funzionamento degli impianti, con sagoma interna netta di 4.0 m per 4.0 m. Ogni 6400 m lungo la linea sono previsti, in corrispondenza di un ramo, volumi tecnici per l'alloggiamento delle sottostazioni elettriche.

B.3.3.1.2 Opere accessorie

Alle gallerie, descritte nel paragrafo precedente e che rappresentano il 75% del totale delle opere, si aggiungono, sempre in sotterraneo, una serie di opere accessorie, connesse alla gestione della sicurezza, dell'impiantistica e volte a ottimizzare i tempi di scavo.

- Opere accessorie lato Francia

▪ Tre discenderie:

- Saint Martin La Porte, di circa 2000m
- La Praz, di circa 2700 m.
- Modane, di circa 4000 m.

Queste discenderie hanno un triplo ruolo: geognostico (consentono di accedere a dei cunicoli esplorativi paralleli alla galleria, che saranno realizzati da LTF), di finestre d'accesso intermedio durante i lavori di realizzazione dell'opera principale e infine, in fase di esercizio, di ventilazione della galleria (dei condotti sono previsti nella parte alta della sezione delle discenderie) e di accesso per i soccorsi.

Le discenderie saranno realizzate da LTF prima dell'affidamento dei lavori dell'opera principale.

- Due siti d'intervento situati a Saint Martin La Porte e a La Praz che consistono in tratti di galleria lunghi 750 m e più larghi delle canne correnti, affiancati da una terza galleria a sua volta collegata con le discenderie, in modo da consentire l'intervento dei soccorsi. Nello stesso sito di intervento sono previsti i collegamenti per aspirare o insufflare l'aria necessaria alla dispersione dei fumi.
- La Stazione di sicurezza di Modane, che è costituita da tratti di galleria lunghi 750 m e più larghi delle canne correnti, affiancati da una galleria di 400 m per ricoverare i passeggeri. Questo ricovero è connesso con le due canne da appositi rami disposti ogni 50 m. e le due gallerie sono connesse alla galleria di accesso dei soccorsi.
- Il Pozzo di ventilazione di Avrieux, asservito al nodo di Modane-bis, di raggio interno 4,20m.
- Sempre a Modane sono collocate due gallerie, che ospitano i binari di precedenza.
- Vi sono poi altri locali sotterranei richiesti dalle operazioni di soccorso e dall'esercizio ordinario, nonché dei locali necessari in fase di costruzione per ospitare la centrale di betonaggio, per consentire la circolazione e stoccare i materiali.

- Opere accessorie lato Italia

- Il sito d'intervento di Venaus, disposto a dieci chilometri dall'imbocco Italiano, simile ai siti collocati in area francese. Il collegamento con il cunicolo di Venaus avviene mediante rami, ubicati rispettivamente al centro ed alle due estremità della zona di intervento. Il tratto centrale del sito di intervento, di lunghezza pari a 40 m, consente la distribuzione a cascata

dall'alto dell'aria di ventilazione proveniente dal pozzo della Val Clarea, quest'ultimo di sezione utile di 42 m².

- Il pozzo (discenderia) della Val Clarea, di circa 5.6 chilometri di lunghezza, serve a ventilare le gallerie immettendo od aspirando aria in corrispondenza del sito di Venaus. Il raggio interno della sezione è pari a 3.95 m.
- Il cunicolo esplorativo di Venaus, che una volta in esercizio sarà utilizzato come galleria di accesso al sito d'intervento di Venaus, con diametro interno netto di 6.0 m.

A metà del tunnel di Bussoleno è collocata la cosiddetta Finestra di Foresto, una galleria di 1900 m, che consente la ventilazione forzata del tunnel. Il diametro interno della finestra è pari a circa 9.50 m; una soletta interna separa il condotto di ventilazione, posto nella metà superiore della finestra e di sezione utile di 27 m², dal piano carrabile, per il quale è prevista una altezza utile di 4.0 m.

B.3.3.2 Opere allo scoperto

Sono presenti anche alcune tratte complesse allo scoperto :

- La zona di Saint-Jean-de-Maurienne : per garantire le funzionalità associate al progetto, riducendo al massimo gli impatti economici ed ambientali sulla città, il progetto prevede :
 - un abbassamento del profilo longitudinale in corrispondenza del quartiere della stazione, per evitare un effetto « muro » in centrocittà (grazie allo spostamento ad est della zona d'incrocio tra le linee nuova e storica) ;
 - un posto di manutenzione ed i necessari binari di precedenza, di fermata e di soccorso;
 - il massimo mantenimento delle funzioni attuali, tanto per i viaggiatori che per le merci : raccordi con il complesso industriale Aluminium Péchiney, installazioni di trattamento dei gessi, carico dei rifiuti urbani ;
 - una nuova localizzazione del fascio di binari di servizio della Stazione Principale Merci (GPF), in comunicazione diretta con la linea storica,
 - un nuovo accesso stradale a Saint-Jean-de-Maurienne dall'est, sia in entrata diretta per mezzo di un viadotto a sud dei binari, che per mezzo di un sottopasso.
- La zona della Val Cenischia, dove la linea è allo scoperto tra il Tunnel di Base ed il Tunnel di Bussoleno. Molte soluzioni sono state studiate per attraversare la Val Cenischia :
 - in galleria artificiale : questa ipotesi avrebbe creato un effetto sbarramento della falda freatica e non sarebbe stato possibile realizzare la stazione di sicurezza;
 - lungo il versante della valle sotto l'autostrada : questa soluzione avrebbe creato dei problemi ambientali, di sicurezza ed avrebbe aumentato considerevolmente la lunghezza dei tunnel;
 - in rilevato e su viadotto : questa soluzione è quella che è stata scelta ed è stata studiata con lo scopo di minimizzare l'impatto sul territorio e di permettere un inserimento adeguato nel paesaggio.
- La zona di Bruzolo : due corridoi sono stati studiati per il passaggio dell'infrastruttura : a nord dell'acciaieria Ferrero o a sud della stessa. E' quest'ultima soluzione che è stata selezionata, poiché permette di ridurre l'impatto sui paesi di Bruzolo e San Didero e sulla zona archeologica del Maometto. Il progetto prevede :
 - all'uscita del tunnel di Bussoleno, la nuova linea si inserisce sull'attuale corridoio della "Linea Storica", con deviazione di quest'ultima in affiancamento alla S.S. n° 25 del Moncenisio. La soluzione di tracciato proposta prevede il mantenimento

- dell'attuale acciaieria esistente con modeste modifiche ai fasci binari di servizio e il rifacimento del suo collegamento alla "Linea Storica" per Torino.
- un interconnessione a "salto di montone" sulla nuova linea ferroviaria e a raso sulla "Linea Storica";
 - un Posto di Movimento e i binari di precedenza, di garaggio e di soccorso necessari;
 - Il tracciato prosegue poi in rilevato e in viadotto fino all'imbocco della galleria del Gravio.

Sono inoltre previsti alcuni siti di deposito dei materiali di scavo, opportunamente trattati da un punto di vista paesaggistico.

Come opere annesse allo scoperto, in corrispondenza dei piazzali esterni, vi sono gli impianti di ventilazione della Val Clarea e di Foresto, oltre ai locali tecnici richiesti dall'esercizio e dal soccorso disposti in prossimità degli imbocchi.

B.3.4 IMPIANTI FERROVIARI

B.3.4.1 Armamento

Nei tunnel si è adottato la soluzione a posa diretta per alta velocità.
Per le zone allo scoperto è stata adottata la soluzione classica su ballast.

B.3.4.2 Segnalamento

Il sistema di segnalamento scelto è concepito seguendo le prescrizioni più aggiornate, comprese quelle relative all'interoperabilità dei treni ad alta velocità (STI). Esso include le funzionalità particolari necessarie per assicurare la sicurezza delle persone e dei beni nelle gallerie lunghe (segnalamento in cabina, localizzazione precisa dei convogli, ...).

Il sistema di segnalamento comporterà i seguenti sottoinsiemi:

- degli impianti di protezione delle stazioni e dei punti di scambio dei binari, tradizionali nella loro funzionalità, a logica programmata (PAI - posto di scambio Informatizzato) conformemente alle realizzazioni più recenti che sono diventate ormai standard.
- un ERTMS/ETCS di livello 2, che realizza la funzione di blocco centralizzato (distanziamento dei treni) ed è basato sullo scambio, mediante la rete GSM-R, di messaggi tra il sottosistema a bordo (costituito da treni che saranno dotati di attrezzature adeguate) ed il sottosistema a terra, cioè l'RBC - Radio Block Centre.

B.3.4.3 Telecomunicazioni

Gli impianti di telecomunicazione previsti sono:

- l'impianto di telecomunicazione fissa;
- l'impianto di comunicazione radio terra/treno;
- l'impianto di telefonico di emergenza/esercizio ed amministrativo.

B.3.4.4 Impianti fissi di trazione elettrica

Tenuto conto del traffico previsto, un'analisi preliminare dei differenti sistemi di alimentazione ha condotto alla scelta del sistema monofase 2x25 kV, con feeder indipendente ed autotrasformatori a secco in galleria.

Il sistema scelto, che è utilizzato anche sulle reti ad alta velocità italiane e francesi, è conforme alle prescrizioni delle STI (interoperabilità) ed agli obiettivi fissati dalla CIG.

I costituenti principali sono:

- le sottostazioni elettriche di trazione;
- gli autotrasformatori lungo la linea;
- le linee aeree di alimentazione dei treni (" Catenarie ").

B.3.4.4.1 Sottostazioni di alimentazione

Le sottostazioni localizzate a Saint Jean de Maurienne, Modane e Bruzolo sono costituite da due trasformatori monofase da 60 MVA. L'installazione di due trasformatori per sottostazione garantisce una riserva completa per gestire le situazioni di messa "fuori servizio" di una sottostazione.

Il primario dei trasformatori è alimentato a 225 kV in Francia ed a 132 kV in Italia.

Le sottostazioni saranno attrezzate anche di trasformatori per l'alimentazione principale dei servizi ausiliari della galleria (ventilazione, trattamento dei fumi, segnalamento, ecc.).

B.3.4.4.3 Linee aeree (Catenaria)

Dopo una valutazione dei diversi tipi possibili (catenaria rigida, semirigida ed elastica), è stata scelta una catenaria elastica. Questo tipo di catenaria possiede dei parametri geometrici e dinamici che permettono di ottenere un buon contatto col pantografo anche alla velocità massima chiesta di 220 km/h.

B.3.4.4.4 Esercizio in caso di anomalia

Per le situazioni normali, la simulazione elettrica dell'alimentazione ha evidenziato che il traffico dei treni nelle due gallerie può essere assicurato con un'affidabilità corretta, alle frequenze e velocità che risultano dagli studi di esercizio e di orario.

In caso di anomalia, è possibile evacuare insieme 5 treni nella galleria di base e 2 treni nella galleria di Bussoleno alla velocità di 70 km/h.

In caso di un'eventuale revisione delle prestazioni richieste per la linea (per esempio, abbassamento della velocità massima) si potrebbe prendere in considerazione una catenaria di tipo rigido, una volta che il sistema sia stato confermato dall'esperienza.

B.3.4.5 Detenzione incidenti

Degli apparecchi di detenzione degli incidenti saranno installati in luoghi scelti opportunamente per permettere agli operatori di reagire in tempo utile o anche di fermare i treni prima che entrino nelle gallerie di base e di Bussoleno. Questi apparecchi dovranno rilevare:

- scoppio di un incendio a bordo dei treni;
- riscaldamento anormale di una boccola;
- oggetti trascinati;
- malformazione su un cerchione.

B.3.5 .IMPIANTI NON FERROVIARI

B.3.5.1 Ventilazione ed evacuazione dei fumi

B.3.5.1.1 Principi di ventilazione

La ventilazione deve assicurare funzioni specifiche per ogni regime d'esercizio :

- In regime d'esercizio normale, deve essere assicurata la ventilazione igienica delle gallerie, delle discenderie e delle altre opere in sotterraneo (rami di collegamento, locali tecnici, cunicoli, cameroni diversi).
- Per i lavori di manutenzione o in caso di un inconveniente prolungato su un treno senza incendio a bordo, deve essere garantito uno scorrimento longitudinale d'aria nella tratta di galleria interessata.
- In caso di incendio con arresto controllato di un treno viaggiatori, si suppone che il treno si fermi in corrispondenza di un sito d'intervento (caso d'un treno merci o di un' Autostrada Ferroviaria) o di una stazione di sicurezza (tutti i treni). In tal caso la ventilazione deve assicurare:
 - l'estrazione massiccia dei fumi,
 - la messa in sovrappressione dei locali riservati ad accogliere i passeggeri che lasciano il treno *con incendio a bordo*.
- In caso d'incendio con arresto non controllato d'un treno viaggiatori, il treno può essere fermato ovunque, in piena linea. La ventilazione deve allora assicurare :
 - un'atmosfera priva di fumi nelle zone riservate al rifugio dei passeggeri : rami di collegamento e galleria sana.
 - una ventilazione longitudinale lungo la galleria incidentata, sufficiente a limitare l'aumento delle temperature e a garantire la diluizione dei fumi a livelli accettabili per la sicurezza dei passeggeri.
- In caso di incendio con arresto non controllato d'un treno merci o di un'AF, sono da prevedersi delle disposizioni specifiche per assicurare l'evacuazione del personale di bordo e dei camionisti. La ventilazione deve assicurare il controllo della direzione dell'evacuazione dei fumi, per facilitare l'intervento dei soccorsi.

B.3.5.1.2 Ventilazione dei tunnel

Il tunnel di base sarà ventilato da quattro punti di ingresso/ estrazione dell'aria connessi con ogni canna, per mezzo di :

- un condotto allestito nella parte superiore della discenderia di *Saint Martin*,
- un condotto allestito nella parte superiore della discenderia di *La Praz*,
- il pozzo previsto a *Modane* (pozzo d'*Avrieux*), alla medesima progressiva della discenderia di *Modane*,
- un condotto nella galleria di ventilazione della *Val Clarea*, che si collegherà ai *tunnel* all'estremità Ovest del cunicolo esplorativo di *Venaus*, da realizzarsi su *10 km a partire dall'imbocco Est*,

una centrale d'iniezione d'aria all'imbocco lato Saint Jean de Maurienne completa l'impianto.

La galleria di Bussoleno sarà ventilata da un punto di ingresso/estrazione dell'aria connesso con ogni canna, per mezzo di un condotto allestito nella parte superiore della Finestra di Foresto, il cui innesto si troverà a metà della galleria.

Ogni condotto o pozzo di ventilazione sarà connesso ad una centrale di ventilazione ubicata in testa pozzo o discenderia. Tutti i condotti funzioneranno a semplice flusso (non si potrà immettere aria ed estrarla nel medesimo tempo), tranne il pozzo di Modane, che sarà attrezzato con un sistema a doppio flusso. Tutti i ventilatori saranno reversibili e potranno funzionare sia in estrazione che in immissione.

B.3.5.1.3 Ventilazione delle discenderie

Le discenderie saranno messe in sovrappressione da una centrale di ventilazione allestita all'imbocco della discenderia, negli stessi locali o in prossimità della centrale di ventilazione della galleria. Saranno dotate anche di un sistema di estrazione dell'aria.

B.3.5.1.4 Ventilazione degli altri locali

Tutti gli altri locali in galleria (in particolare i rami di collegamento), nonché la sala di accoglienza della stazione di sicurezza di Modane, saranno messe in sovrappressione e alimentate con aria fresca tramite unità di ventilazione collocate agli innesti delle gallerie discendenti e che prendono aria dalla discenderia.

B.3.5.1.5 Disposizioni specifiche i rami d'evacuazione

Per consentire la messa in pressione dei rami di collegamento prima o durante l'apertura della prima delle porte, saranno installati dei ventilatori specifici in ogni ramo.

B.3.5.2 Impianti di distribuzione dell'energia e d'illuminazione nei tunnel

L'impianto di distribuzione dell'energia nei tunnel serve a distribuire, dalle principali centrali d'alimentazione di energia elettrica, situate agli imbocchi delle gallerie, la potenza necessaria a tutte i servizi ausiliari in tunnel ed in particolare modo agli impianti di sicurezza, di ventilazione e d'illuminazione.

Tenuto conto dell'implicazione di tale alimentazione nella sicurezza delle opere, questi impianti saranno progettati con tutte le ridondanze indispensabili per assicurare una affidabilità di alto livello.

Gli impianti d'illuminazione consentiranno d'assicurare un'evacuazione dei tunnel con un livello d'illuminazione di 5 lux sui marciapiedi d'evacuazione ed un minimo di 2 lux in ogni punto quando l'impianto è in modalità di soccorso.

B.3.5.3 Impianti specifici di sicurezza

Per rispondere ai Criteri di Sicurezza saranno messi in opera i seguenti impianti specifici di sicurezza :

- impianti di rilevamento incendio : rilevatori di fuoco / fiamma / fumo disposti nelle gallerie ferroviarie e nei locali tecnici.
- impianti radio/sonorizzazione/video sorveglianza:
- impianti antincendio : rete d'acqua in pressione munita di bocche antincendio La rete è alimentata da centrali ed ha uno schema a circuito chiuso ; ogni punto è alimentato dai due lati, per rimediare ad un guasto di una delle due alimentazioni.

B. 3. 6 POSTO DI COMANDO CENTRALIZZATO (PCC)

Il PCC assumerà le funzioni seguenti:

- programmazione e sicurezza delle circolazioni ferroviarie sulla zona del tunnel;
- gestione tecnica centralizzata degli impianti;
- interfaccia con il posto equivalente sulle linee d'accesso e sulla linea storica;
- interfaccia con il livello di coordinamento superiore;
- gestione delle procedure in situazione d'emergenza.

La configurazione raccomandata comprende:

- ☞ un PCC attivo 24 ore su 24;
- ☞ un PCC di sicurezza, normalmente non attivo, ma attivabile immediatamente in caso di indisponibilità del primo centro.

E' stato raccomandato di situare il centro di controllo attivo a Modane (o a Saint Jean de Maurienne) ed il centro di controllo di sicurezza a Bruzolo.

B. 4 Manutenzione

B.4.1 MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

L'organizzazione della manutenzione degli impianti terrà particolarmente in conto di tutto ciò che è legato alla diagnostica ed agli interventi sugli impianti che devono essere effettuati con attrezzature specifiche, come ad esempio ispezioni e registrazioni di imperfezioni dei binari e della loro geometria, il controllo dei difetti interni delle rotaie, la verifica della linea di contatto ed il controllo degli impianti di sicurezza della linea.

L'organizzazione generale delle operazioni di manutenzione si baserà sull'utilizzo di locali ed impianti raccordati alla sezione internazionale, concentrati su due posti di manutenzione: uno a Saint Jean de Maurienne e l'altro a Bruzolo.

Questi due posti di manutenzione saranno composti da almeno quattro binari di lunghezza 350- 450 m e da due binari di stazionamento per i treni di soccorso ed evacuazione. I locali necessari avranno la dimensione di circa 500 mq.

B.4.2 MANUTENZIONE DELLE OPERE CIVILI

La manutenzione delle opere civili comporta le seguenti principali operazioni:

- messa in opera con continuità di strumenti di misura installati su alcune decine di sezioni del tunnel, al fine di monitorare le deformazioni del rivestimento ed evidenziare possibili deformazioni anomale;
- ispezione visiva e dettagliata ;
- pulizia regolare del rivestimento per evitare accumuli di polveri che possano pregiudicare il buon funzionamento degli impianti;
- controllo ed eventuale pulizia dei sistemi di drenaggio delle acque bianche, nonché dei sistemi di raccolta delle merci pericolose

B. 5 Costruzione

B.5.1. Costruzione delle opere civili

B.5.1.1 Sintesi tempi e metodi di realizzazione delle gallerie

In funzione delle formazioni rocciose incontrate e dell'accessibilità ai siti per la realizzazione delle finestre, gli scavi delle gallerie saranno affrontati utilizzando sia il metodo tradizionale che quello meccanizzato. La tratta è stata divisa in cinque tratte individuate in funzione dei tempi presunti di costruzione e della posizione degli imbocchi.

- Tratta A (da PK 1,8 a PK 9,2): si prevede un avanzamento in tradizionale sia dall'imbocco di St. Julien Mont-Denis che dall'innesto della finestra di St.Martin-La-Porte; dopo circa 700 m di scavo in tradizionale dall'imbocco di St. Julien sarà montata una fresa che dovrà scavare circa 4500 m di tunnel fino a incontrare l'avanzamento in tradizionale dal lato opposto. Il tempo stimato è pari a circa 5 anni a partire dall'Ordine di Servizio di consegna dei lavori.
- Tratta B (da PK 9,2 a PK 18,7): dall'innesto della finestra di St.Martin è previsto di scavare in tradizionale circa 600 m prima di inserire una fresa che dovrà avanzare in direzione est per circa 5 km fino ad incontrare l'avanzamento in tradizionale proveniente dall'innesto della finestra di La Praz; il tempo stimato è di circa 4 anni e 10 mesi.
- Tratta C (da PK 18,7 a PK 30,3): dall'innesto della finestra di la Praz sarà scavato un camerone lungo circa 300 m in tradizionale per consentire il montaggio della fresa, che dovrà scavare circa 6 km in roccia; dal lato opposto, cioè dall'innesto della finestra di Modane verso La Praz l'avanzamento avverrà in tradizionale per un tempo complessivo stimato pari a 5 anni e 3 mesi.
- Tratta D (da PK 30,3 a PK 54,5): questa tratta, posta a cavallo del confine italo-francese, sarà scavata con ausilio di due frese a partire da entrambi i fronti di attacco; solo un breve tratto dall'imbocco di Venaus in direzione Francia sarà scavato in tradizionale a causa della cattiva qualità delle rocce. Il tempo stimato è pari a circa 6 anni e 4 mesi.
- Tratta E (da PK 55,7 a PK 67,2) : la tratta coincide con il tunnel di Bussoleno; si prevede un attacco intermedio all'innesto della finestra di Foresto (PK 61,9 circa). Si scaverà interamente in tradizionale dall'imbocco ovest verso l'innesto e, in direzione opposta, da questo verso l'imbocco. Dall'imbocco est del tunnel avanzerà una fresa che dovrà scavare circa 6300 m di galleria fino all'innesto della finestra. Il tempo complessivo previsto è di circa 5 anni e 5 mesi.

Le opere in sotterraneo accessorie quali i siti di intervento e la stazione di sicurezza di Modane, i pozzi di ventilazione e i rami di collegamento fra le due canne, vengono realizzati, in linea di principio, a partire dal 3°anno e comunque si pongono all'interno di uno spazio temporale non superiore ai 6 anni e 4 mesi previsti per lo scavo del **Tronco D, che è il “tronco critico”**.

B.5.1.2 Principi di installazione dei cantieri

Le installazioni di cantiere sono ripartite in corrispondenza dei diversi siti d'imbocco delle opere in sotterraneo: Saint-Jean-de-Maurienne (in prossimità dell'imbocco ovest del Tunnel di base a Saint-Julien Mont-Denis, sulle rive dell'Arc), Saint-Martin-la-Porte, La Praz, Modane, Venaus, Berno, Foresto e Chianocco.

Ognuno di questi siti comprende : delle zone di stoccaggio provvisorio e di selezione dei materiali di risulta, delle installazioni di trattamento delle acque, delle zone di stoccaggio delle attrezzature e dei materiali.

Le centrali di betonaggio sono state distribuite nei diversi siti di cantiere, sia all'esterno (a Saint-Jean-de-Maurienne, Venaus, Berno, Foresto e Chianocco) che in sotterraneo (a Saint-Martin-la-Porte, La Praz e Modane, dove all'esterno i cantieri sono più sacrificati ed ad altitudine maggiore).

Il trattamento dei materiali valorizzabili sarà eseguito in situ, in corrispondenza di tre centrali di valorizzazione e di produzione d'inerti, installate a Saint-Martin-la-Porte, Modane e Venaus-Esclosa. Il resto del marino sarà messa a deposito, secondo le modalità sviluppate nel capitolo successivo.

Dovranno essere costruite due unità di prefabbricazione dei conci. I siti del Freney e di Esclosa sembrano appropriati per questa attività.

Infine, sul lato italiano, è prevista la costruzione di tre campi base a Chianocco, Foresto e Venaus.

B.5.1.3- Logistica dei cantieri.

Questa analisi è stata fatta avendo come obiettivo la riduzione dei disagi per le popolazioni locali. Uno degli impatti più importanti è la messa a deposito del materiale scavato, che sarà pari a circa 11,5 milioni di m³ in posto, equivalenti a circa 16 milioni di m³ smossi (di cui circa il 60% in Francia ed il 40% in Italia). Una parte del materiale (circa il 25%) sarà valorizzato ed utilizzato come inerte da calcestruzzo e rilevato nell'ambito del progetto stesso. Il resto sarà trasportato verso dei siti di deposito.

B.5.1.4 Rapporto degli esperti di opere in sotterraneo

Data l'importanza e il carattere eccezionale delle opere in sotterraneo in progetto, è stato costituito un Comitato di tre Esperti Internazionali nel campo della concezione e della costruzione di gallerie, che ha svolto un'analisi critica ed una validazione del Progetto Preliminare delle Opere d'Arte in Sotterraneo e delle ipotesi in termini di tempi, costi e metodi di costruzione. Il Comitato è composto da:

- Giuseppe Baldovin (Italia), progettista di gallerie lunghe e profonde (Frejus autostradale, Gran Sasso, ecc.);
- François Descoedres (Svizzera), Professore di meccanica delle rocce e opere in sotterraneo al Politecnico di Losanna;

- Jacques Fermin (Francia), ex direttore tecnico d'impresa su Grandi Progetti (Tunnel della Manica, Boulevard Périphérique Nord di Lione, A86 Ovest di Parigi, ecc.).

Il Comitato ha seguito gli studi nel corso del loro sviluppo. Il Rapporto Finale conferma l'accettabilità delle principali conclusioni dei Progettisti sui metodi costruttivi, sui costi delle gallerie principali e sulla pianificazione dei lavori.

B.5.2 Cantieri per gli impianti

Poiché i lavori della sovrastruttura seguono quelli delle infrastrutture, si ipotizza l'utilizzo dei medesimi cantieri sia per le opere civili che per gli impianti. I cantieri proposti sono Saint Jean de Maurienne lato francese e Bruzolo lato italiano.

B.5.2.1 Impianti ferroviari

La posa in opera degli impianti ferroviari sarà realizzata a partire dai due cantieri succitati: Saint Jean de Maurienne e Bruzolo.

L'approvvigionamento delle apparecchiature nei locali tecnici si effettuerà con mezzi gommati; i montaggi saranno eseguiti fuori dal percorso critico durante la posa dei binari.

La posa in opera degli impianti ferroviari lineari sarà successivamente realizzata lungo la linea, per mezzo di treni lavori.

B.5.2.2 Impianti non ferroviari

La realizzazione e l'installazione degli impianti non ferroviari si effettuerà con le stesse modalità degli impianti ferroviari.

I cantieri lineari degli impianti non ferroviari saranno realizzati in accordo a un programma lavori congruente con quello degli impianti ferroviari.

B 6 Pianificazione generale del progetto

L'obiettivo che si intende conseguire nello sviluppo della pianificazione generale del progetto è quello di minimizzare la durata del progetto stesso, in modo da rispettare i tempi ipotizzati per la messa in esercizio del collegamento ferroviario.

La data T_0 considerata per l'inizio delle attività è quella affidamento dei lavori all'impresa generale.

Le attività incluse nel progetto prevedono:

- un periodo preparatorio di 10 mesi per la mobilitazione delle risorse in termini di personale, mezzi e studi preliminari; questo periodo comprende, in particolare, l'acquisto delle frese la cui fabbricazione è richiesta un tempo considerevole e va attivata subito affinché non si trovi sul percorso critico;
- la costruzione delle opere civili, ivi comprese le zone all'aperto (5,5 anni circa);
- l'installazione completa di tutti gli impianti, compresi i binari, in sotterraneo ed in superficie (2 anni circa);

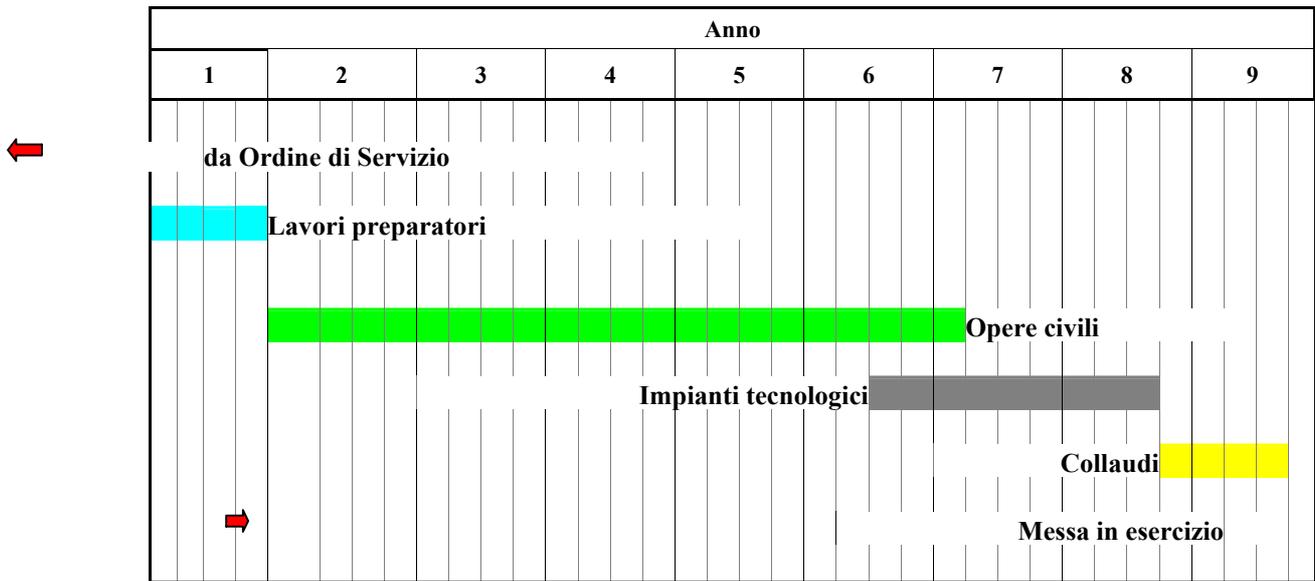
- il periodo da dedicare alle prove di collaudo e messa in servizio, valutato in 12 mesi, in considerazione delle difficoltà legate all'entità, alla specificità ed al carattere internazionale dell'opera, nonché alle interfacce con le Reti nazionali.

È previsto che siano mobilitate tutte le risorse necessarie per lo scavo simultaneo di tutte le sezioni delimitate dalle discenderie, ovvero 16 fronti di attacco nel complesso, di cui 12 meccanizzati.

In queste condizioni è la sezione fra Modane e Venaus, sotto il massiccio d'Ambin, ad essere sul percorso critico.

Il periodo tra il tempo T_0 e la messa in esercizio è stimata essere pari a 8 anni e 9 mesi.

Cronoprogramma di realizzazione dell'opera



La data T_0 considerata per l'inizio delle attività è quella affidamento dei lavori all'impresa generale. Le attività incluse nel progetto prevedono:

- un periodo preparatorio di 10 mesi per la mobilitazione delle risorse in termini di personale, mezzi e studi preliminari; questo periodo comprende, in particolare, l'acquisto delle frese la cui fabbricazione è lunga e va attivata subito affinché non si trovi sul percorso critico;
- la costruzione delle opere civili, ivi comprese le zone all'aperto (5,5 anni circa);
- l'installazione completa di tutti gli impianti, compresi i binari, in sotterraneo ed in superficie (2 anni circa);
- il periodo da dedicare alle prove di collaudo e messa in servizio, valutato in 12 mesi, in considerazione delle difficoltà legate all'entità, alla specificità ed al carattere internazionale dell'opera, nonché alle interfacce con le Reti nazionali.

È previsto che siano mobilitate tutte le risorse necessarie per lo scavo simultaneo di tutte le sezioni delimitate dalle discenderie, ovvero 16 fronti di attacco nel complesso, di cui 12 meccanizzati. In queste condizioni è la sezione fra Modane e Venaus, sotto il massiccio d'Ambin, ad essere sul percorso critico.

Ciò significa avere un certo margine, da 3 a 10 mesi, sulle altre sezioni, il che consentirà in caso di necessità un certo sfalsamento dell'inizio attività sugli altri fronti di avanzamento.

Inoltre, l'organizzazione dei cantieri della stazione sotterranea di Modane sarà tale da permettere la sua realizzazione contemporaneamente a quella delle altre opere in sotterraneo.

C. GLI STUDI DI “FASAGGIO”

C.0 Presentazione

C.0.1 OBIETTIVO DI UN'ESECUZIONE PER FASE DELL'OPERA

L'obiettivo di un'esecuzione per fasi dell'opera è la riduzione dell'investimento iniziale. Nel contesto delle difficoltà economiche che incontrano i paesi europei, un'esecuzione per fasi, che adatti l'opera al bisogno reale, permetterebbe di distribuire l'investimento su di un maggior numero di anni, cosa che potrebbe facilitare la sua realizzazione.

Un realizzazione per fasi presenta d'altra parte delle problematiche: restrizioni di capacità, vincoli di esercizio, impatti ambientali, ecc.. E' per questo che i due Governi hanno chiesto a LTF, tramite la CIG, di effettuare gli studi necessari per prendere una decisione.

C.0.2 GLI STUDI ANTERIORI ED IL TRATTATO

Degli studi di “fasaggio” erano già stati realizzati dal GEIE Alpetunnel, sotto il controllo della CIG. I risultati di questi studi sono riportati nei rapporti dei gruppi di lavoro della CIG e nel Rapporto Finale di Alpetunnel (Gennaio 2001):

“ Il tunnel di base puo' essere realizzato per fasi, iniziando con una sola canna a binario unico, che comprende una parte centrale a due canne per l'incrocio dei treni. (...)

Gli studi di sicurezza dimostrano che una canna unica è compatibile con il traffico merci e potrebbe essere utilizzata anche per altri treni, sotto determinate condizioni (...)

Con le ipotesi prese in considerazione la capacità dell'insieme, costituito da una canna unica e la linea attuale, è sufficiente per inoltrare il traffico ad un orizzonte compreso tra il 2030 e il 2035, ossia almeno per un periodo dell'ordine di 15 anni dopo la sua apertura”.

Il trattato conferma la possibilità di realizzare l'opera per fasi:

Articolo 3 Parte Comune italo – francese:

(a) La parte comune italo – francese del nuovo collegamento ferroviario Lione – Torino è composta:

(i) da un tunnel ferroviario a doppia canna di circa 52 Km includendo una stazione sotterranea di soccorso e di servizio a Modane, forato sotto le Alpi in territorio francese ed italiano, (ii) in Italia, da opere di raccordo di questo tunnel di base alla linea storica e alla futura linea nuova nelle vicinanze di Bussoleno / Bruzolo, (iii) così' come tutte le opere correlate (stazioni, impianti elettrici...) necessarie all'esercizio ferroviario (...)

Queste opere potranno essere realizzate per tappe funzionali.

C.0.3 LA METODOLOGIA

I diversi scenari di “fasaggio” considerati sono la giustapposizione:

- di “configurazioni d'infrastrutture” (ossia di schemi di binario);
- di concetti di sicurezza;
- di piani d'esercizio.

La selezione dei migliori scenari di “fasaggio” è stata fatta per tappe successive:

- prima di tutto l'individuazione di tutti gli scenari possibili e prima selezione delle configurazioni d'infrastrutture;

- poi l'analisi dettagliata dagli scenari selezionati, in relazione ai piani di sicurezza, di esercizio, di fattibilità tecnica, di costi e di ambiente; nel corso di questa fase, gli scenari sono stati a volte ottimizzati;
- infine, l'approfondimento degli scenari scelti e confronto con il Progetto Finale a 2 canne

C.1 Studi di sicurezza

C.1.1 APPROFONDIMENTO E SELEZIONE DEI CONCETTI DI SICUREZZA

C.1.1.1 Principi

Per le tratte a canna unica dei progetti parziali, la CIG specifica « che occorre assicurare condizioni che consentono d'ottenere un livello di sicurezza equivalente a quello che si otterrebbe con due gallerie a singolo binario ».

C.1.1.2 Arresto in una stazione di sicurezza e in un sito di intervento

Analogamente per quanto riguarda le procedure, come per il progetto a due canne, è previsto che su un treno incidentato o con un incendio a bordo si intervenga in una stazione di sicurezza o nel sito d'intervento più vicino, dove lo stesso treno dovrebbe, in linea di principio, essere condotto. Soltanto nella situazione eccezionale, in cui un treno incidentato non possa raggiungere uno di questi posti, il problema dovrà essere gestito in piena linea.

C.1.1.3 Arresto in piena linea

Nel caso di arresto di un treno con incendio a bordo in piena linea, nelle tratte a canna unica è necessario:

- garantire la diluizione dei fumi,
- mettere a disposizione degli spazi protetti (rifugi) al riparo dal fuoco, dal calore, dai fumi e alimentati con aria pulita, dove le persone possano aspettare di essere evacuate all'esterno.

Nelle tratte a due canne, il tunnel "sano" (non sinistrato) assicura la funzione di rifugio. Nelle tratte a canna unica sono stati studiati diversi concetti (A,B,C,D), che possano garantire delle funzionalità per la sicurezza di livello comparabile a quello del concetto a due canne.

C.1.2 STUDI DEGLI SCENARI DI EVACUAZIONE DEI VIAGGIATORI

Gli studi degli scenari evacuazione per un treno viaggiatori con incendio a bordo, che si arresta in piena linea nel tunnel, sono stati condotti per le configurazioni B, C, D , in particolare per il caso più penalizzante, ovvero quello in cui il treno con incendio a bordo abbia già superato di molto la stazione di Modane bis.

C.2 Studi di esercizio

C.2.1 GLI STUDI CONDOTTI

Gli studi d'esercizio dei Progetti Parziali fasati sono serviti a verificare che l'infrastruttura fosse in grado di soddisfare i traffici risultanti dagli studi di traffico merci.

C.2.2 GLI SCENARI STUDIATI

I vari Progetti Parziali esaminati risultano dalla combinazione di "configurazioni d'infrastruttura", ossia di piani schematici dei binari, con "concetti di sicurezza".

In una prima fase sono state selezionate 3 configurazioni da approfondire, denominate 5, 7 e 10, che sono caratterizzate da diverse lunghezze della tratta a binario unico.

E' stata in seguito aggiunta una configurazione 5' (che è un'ottimizzazione della 5). In tutte queste configurazioni la circolazione avviene nei due sensi, in alternanza lungo le tratte a binario unico. Il traffico in eccesso rispetto all'offerta viene trasferito sulla Linea Storica. Infine, è stata considerata una configurazione 5''A, a binario unico dal Sillon Alpin a Bruzolo, percorsa a senso unico in quanto il traffico utilizza la Linea Storica nell'altro senso.

Gli studi d'esercizio sono stati incentrati su diversi programmi d'esercizio sulla sezione internazionale.

D. STUDI AMBIENTALI

D.1 Il Progetto Finale

D.1.1. Tunnel di base

La scelta di realizzare una sezione in sotterraneo per la maggior parte del tracciato, permette di evitare l'attraversamento di zone ambientalmente integre, soprattutto nelle zone di alta quota, e di limitare al massimo l'impatto del progetto sull'ambiente naturale.

Per quel che riguarda la tratta in sotterraneo del progetto (Tunnel di base), gli impatti sulla valle della Maurienne si localizzeranno essenzialmente all'imbocco delle discenderie, nelle zone di cantiere e nei siti di deposito posti in prossimità dell'alveo dell'Arc e di alcuni siti particolari.

D.1.2 Lato francese

D.1.2.1 Attraversamento di Saint Jean de Maurienne

Nell'attraversamento di Saint Jean de Maurienne, il progetto attraversa zone densamente costruite ed abitate di carattere residenziale, collettivo e industriale. I principali impatti riguardano le tematiche urbanistiche e acustiche nei settori di entrata ovest ed est della città e del quartiere

dell'attuale stazione, i rischi di inondazione (entrata est) e i rischi tecnologici legati alla presenza dello stabilimento di P  chiney (classificato SEVESO).

Dal punto di vista urbanistico, sono proposte misure di riduzione dell'effetto di taglio e di demolizione di qualche edificio : consistono in schemi di risistemazione urbana del quartiere della nuova stazione e dell'entrata est di Saint Jean de Maurienne dalla strada nazionale RN6.

Per quanto riguarda l'acustica, il comune ricade in una zona acusticamente classificata come «moderata» e il progetto necessiter  della messa in opera di schermi acustici di altezza variabile tra 1,5 m e 5 m, in particolar modo all'entrata ovest della citt  nella zona delle Nouvelles Reses e il borgo di Villard-Clément.

D.1.2.2 Le zone di cantiere

Le zone di cantiere dei diversi imbocchi del tunnel generano principalmente degli impatti sull'ambiente fisico (rischi naturali, idrogeologia, ...) e naturale (fauna e flora). In particolare, la zona di cantiere di Saint Julien Montdenis potr  avere un impatto pi  o meno considerevole sul libero scorrimento delle acque del fiume; sono state ipotizzate due possibili posizioni: la prima nell'alveo del fiume Arc in zona esondabile, in prossimit  del tracciato, la seconda pi  a monte, in una zona meno esposta, in funzione dei progetti di sistemazione definitiva.

Dovranno essere presi dei provvedimenti per limitare gli impatti ; questi provvedimenti includeranno, per esempio, la possibilit  di consentire l'invasione parziale delle installazioni di cantiere da parte delle acque esondate.

Gli impatti sugli aspetti legati ai rischi naturali ed all'ambiente naturale non costituiscono un vincolo maggiore: saranno messi in opera in caso di necessit  i provvedimenti usuali, quali il consolidamento delle pareti rocciose instabili o l'identificazione e la protezione dei siti di pregio (fauna e flora).

D.1.2.3 I siti di deposito dei materiali

L'impatto principale della messa a dimora del materiale derivante dai lavori di scavo del tunnel riguarda la sensibilit  paesaggistica dei siti di deposito selezionati. In particolare il sito di Reses   attraversato dalla RN6 e dall'A43 e il sito di Tierces presenta una forte covisibilit  con il versante opposto e il comune di Bourget.

Il trattamento paesaggistico dei riporti attraverso un modellamento che si adatti alla morfologia dei siti e un'appropriata rivegetazione permetteranno di ricostituire gli spazi sottratti in armonia con quelli contigui. L'impatto visivo sar  quindi importante durante tutta la durata dei cantieri, ma in fase di esercizio le misure adottate permetteranno un'ottima integrazione con i depositi.

Per quanto riguarda la logistica di messa a deposito del materiale estratto, l'impatto principale concerne il disturbo acustico generato dal traffico pesante. Gli itinerari studiati e la preferenza all'utilizzo dei nastri trasportatori, dappertutto oppure soltanto laddove tecnicamente fattibile, permetteranno di ridurre questo impatto. Nei settori pi  critici (ad esempio, passaggio del tracciato in prossimit  delle abitazioni) saranno messe in opera le misure classiche di riduzione dell'impatto alla fonte

D.1.3. Lato italiano

D.1.3.1 Le tratte in tunnel

La realizzazione del tunnel di base e di quello di Bussoleno, oltre a determinare un quantitativo molto elevato di materiale da mettere a deposito, presenta criticità in relazione alle interferenze con alcune sorgenti (la sorgente Addoi che alimenta l'acquedotto di Bussoleno e la Gottrus per quello di Chianocco), e al rischio di inquinamento delle acque di falda intercettate.

D.1.3.2 L'attraversamento della Val Cenischia

Le dimensioni delle strutture previste (viadotto di circa 1 km con tre file di pile separate) e la particolare sensibilità paesaggistica dell'area, che subirà la perdita di elementi strutturanti del paesaggio rurale tradizionale, pongono un problema di inserimento visivo dell'opera.

Le aree problematiche per l'inquinamento acustico in questa area sono l'area sud di Venaus e la località Berno-S.Giuseppe, riconducibili ad "Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale" nella classificazione acustica del territorio comunale. Gli obiettivi di mitigazione devono inoltre tenere conto della presenza a poca distanza dell'Autostrada del Frejus.

Lo studio delle forme architettoniche e dei materiali impiegati per le strutture e per i rivestimenti, ed il tracciato di riferimento (reso coerente con il tessuto del paesaggio locale), possono comunque contribuire a ridurre l'impatto previsto.

D.1.3.3 L'attraversamento della piana di Bruzolo

Le aree problematiche di tale ambito sono localizzate su tutto il settore nord del tracciato ferroviario, dove sono presenti le aree residenziali periurbane di S. Didero, Bruzolo e il nucleo residenziale di Crotte.

Il carico di rumore concentrato nel corridoio ferroviario dove la linea storica è in affiancamento alla nuova linea rende più impegnativo il rispetto dei limiti di legge. Anche in questo caso gli obiettivi di mitigazione devono essere ulteriormente ridotti a causa della presenza pressoché contigua delle linee ferroviarie, dell'Autostrada del Frejus e della strada statale n. 25 del Moncenisio. Gli interventi di mitigazione in studio prevedono sia soluzioni lungo la linea (come semigusci), sia soluzioni alternative (ad esempio rimodellamenti morfologici fino ai margini della piattaforma ferroviaria).

Rispetto alle soluzioni Alpetunnel, lo spostamento verso sud del tracciato della linea storica e del tracciato della nuova linea, permette di ridurre alcuni impatti quali l'occupazione di terreni agricoli, la creazione di aree intercluse e le interferenze con l'acciaieria Ferrero, riducendo il disturbo acustico ai centri abitati più prossimi.

D.1.2.4 I cantieri e la logistica del marino

Le aree di cantiere situate presso gli imbocchi dei tunnel determineranno impatti significativi soprattutto a causa dell'occupazione di suoli agrari, della realizzazione della viabilità di cantiere, delle emissioni acustiche e atmosferiche dovute alle lavorazioni svolte e agli impianti installati.

Le maggiori interferenze con l'ambiente naturale si avranno per i cantieri di Esclosa e della Val Clarea, situati in aree ove le pressioni antropiche attuali sono molto limitate o in prossimità di aree protette.

A causa degli scarichi idrici dovuti alle acque intercettate dagli scavi e alle acque impiegate nei cantieri si potranno avere rischi di inquinamento accidentale, delle acque della Dora Riparia e del Cenischia, variazione del regime idrologico di magra, aumento della torbidità dei corsi d'acqua.

Gli impatti derivanti dalla logistica del marino estratto dai tunnel saranno minimizzati ricorrendo all'uso dei nastri trasportatori. Il transito dei mezzi pesanti, comunque necessari all'attività dei cantieri, potrà determinare problemi di congestionamento, usura delle strade, inquinamento acustico e atmosferico.

Il trasporto finale alla Carriere du Paradis sarà realizzato tramite teleferica e il quantitativo depositato permetterà una completa risistemazione e reinserimento paesaggistico del sito, localizzato in un'area a forte valenza turistica e naturalistica.

D.2 Gli impatti degli scenari di fasaggio

Nel breve periodo gli impatti riguardano prevalentemente i disturbi acustici legati alla ripartizione del traffico merci tra la linea nuova e la linea storica che varia al variare dello scenario prescelto.

Nel lungo termine gli scenari di fasaggio non comportano differenze significative con la soluzione di riferimento in relazione a tutte le componenti.

Gli impatti differenziali tra soluzioni fasate e progetto finale riguardano prevalentemente l'inquinamento acustico e la logistica dei cantieri e del marino.

Per quanto riguarda la logistica dei cantieri e del marino, alcuni scenari avranno bisogno della realizzazione di nuove gallerie di accesso al tunnel di base generando di conseguenza nuovi impatti in corrispondenza dei siti prescelti, che a priori, potranno non essere gli stessi della prima fase.

Delle differenze possono eventualmente presentarsi in merito all'utilizzo di tutti o di parte dei siti di deposito selezionati per la soluzione di riferimento in funzione dei volumi specifici a ciascun scenario. L'impatto maggiore degli scenari di fasaggio riguarda la possibilità di dovere mantenere aperti dei siti di deposito nel periodo che intercorre tra le due fasi.