

NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTE COMUNE ITALO FRANCESE - TRATTA IN TERRITORIO ITALIANO
CUP C11J05000030001

PROGETTO PRELIMINARE IN VARIANTE

RAPPORTS GENERAUX / RELAZIONI GENERALI
RAPPORT GENERAL DESCRIPTIF / RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	23/07/2010	PRIMA DIFFUSIONE / PREMIERE DIFFUSION	M. PANTALEO	C. OGNIBENE	A. MANCARELLA

N° Doc	P	P	2	C	3	0	T	S	3	0	0	7	7	0	A	P	N	O	T
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED / INDIRIZZO GED	C30	//	//	20	00	00	10	16
--	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA

-



LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse BP 80631 F-73006
CHAMBERY CEDEX (France)

Tél.: +33 (0) 4.79.68.56.50 - Fax: +33 (0) 4.79.68.56.59

RCS Chambéry 439 556 952 - TVA FR 03439556952

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

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

INDICE

1	PREMESSA	11
2	MOTIVAZIONI DELL'OPERA E SVILUPPI PROGETTUALI	13
3	CRITERI GENERALI DEL PROGETTO PRELIMINARE	17
4	PRINCIPALI STANDARD PROGETTUALI DI RIFERIMENTO	18
5	SINTESI DEGLI STUDI FUNZIONALI DI ESERCIZIO	21
5.1	TRAFFICO DI PROGETTO – GENERALITA'	21
5.2	DEFINIZIONE ORIZZONTI TEMPORALI DI STUDIO	21
5.3	DOMANDA DI TRAFFICO	22
5.4	COERENZA DELLA DOMANDA DI TRAFFICO CON LA RETE	22
5.5	DEFINIZIONE DEL MODELLO DI ESERCIZIO	23
5.5.1	Traffici	23
5.5.1.1	Caratteristiche di traffico della NLTL e Linea Storica	23
5.5.1.2	Ripartizione dei treni tra NLTL e Linea storica	24
5.5.1.3	Traffici previsti nei differenti orizzonti temporali	25
5.5.2	Tempi di percorrenza e capacità	26
5.5.2.1	Calcolo delle tracce tipo	26
5.5.2.2	Valutazione della capacità delle tratte	26
5.6	SPECIFICHE FUNZIONALI DI ESERCIZIO	28
5.6.1	Standard funzionali	28
5.6.2	Sagome ed interasse tra i binari	29
5.6.3	Funzionalità previste sulla NLTL	29
5.6.4	Sezioni di separazione di tensione	33
5.6.5	Segnalamento	34
5.6.6	Distanziamento treni	35
5.6.7	Posto di Comando e Controllo (PCC)	37
5.7	CONDIZIONI DI SICUREZZA DEI SISTEMI DI ESERCIZIO	39
5.7.1	Sicurezza del sistema di trazione elettrica	39
5.7.2	Sicurezza del sistema di alimentazione degli impianti non ferroviari	39
5.7.3	Sicurezza del sistema di segnalamento	39
5.7.4	Sicurezza del sistema di telecomunicazioni	40
5.8	CONSIDERAZIONI RELATIVE ALL'AUTOSTRADA FERROVIARIA	41

5.8.1	Esercizio dell'Autostrada Ferroviaria (AF).....	41
5.8.2	Principi di esercizio degradato dell' AF in caso di vento forte	41
5.8.3	Livello sonoro dei treni dell' AF.	42
5.9	MANUTENZIONE E RINNOVAMENTO.....	43
5.9.1	Modalità e mezzi di manutenzione e rinnovamento.....	43
5.9.2	Obiettivi di disponibilità dei sottosistemi e della linea.....	44
5.9.3	Politica della manutenzione degli impianti ferroviari e non ferroviari: coordinamento con le reti nazionali.....	44
5.9.4	Politica della manutenzione preventiva degli impianti non ferroviari	45
5.9.5	Mezzi di manutenzione necessari alla parte comune LTF e alle reti contigue RFI e RFF	45
6	SINTESI DEGLI STUDI FUNZIONALI DI SICUREZZA	46
6.1	QUADRO REGOLAMENTARE DI RIFERIMENTO.....	46
6.2	GESTIONE DEGLI INCIDENTI	47
6.2.1	Incidente nel Tunnel di Base e dell'Orsiera.....	47
6.2.2	Incidente nell'interconnessione	48
6.2.3	Procedura generale in caso di incendio	49
6.2.3.1	Procedura specifica in caso di incendio con trattamento nelle aree di sicurezza all'aperto	49
6.2.3.2	Procedura specifica in caso di incendio con trattamento nell'area di sicurezza in trincea aperta di Chiusa San Michele	49
6.2.3.3	Procedura specifica in caso di incendio con trattamento in un'area di sicurezza sotterranea.....	50
6.2.3.4	Procedura di evacuazione con arresto in piena linea	51
6.2.3.5	Trattamento dei treni fermi dietro un treno incendiato	52
6.3	TRASPORTO MERCI PERICOLOSE.....	53
6.3.1	Generalità.....	53
6.3.2	Distanze di sicurezza	53
6.3.3	Accettazione del trasporto di Merci Pericolose del gruppo B nei treni AF	54
6.3.4	Esplosimetri	54
6.3.5	Sistema di ventilazione	54
6.3.6	Equipaggiamento dei macchinisti	55
6.3.7	Evacuazione dei liquidi tossici.....	55
6.4	SICUREZZA DELL'AUTOSTRADA FERROVIARIA	56
6.4.1	Veicolo SONIA.....	56
6.4.2	Trazione multipla	56
6.4.3	Verifiche all'imbarco	56
6.5	VENTILAZIONE	57

6.5.1	Le « strategie » di ventilazione	57
6.5.2	Le fasi di controllo del movimento dei fumi	58
6.5.3	Le ipotesi di base: soglie di sopravvivenza	58
6.5.4	Le ipotesi di base: la potenza del fuoco	59
6.5.5	Applicazione delle strategie di ventilazione	59
6.5.6	Altre funzioni del sistema di ventilazione del Tunnel di Base	60
6.6	ORGANIZZAZIONE DEI SOCCORSI	61
6.6.1	Mezzi di primo e di secondo intervento di soccorso nel tunnel	61
6.6.2	Accesso dei servizi di soccorso ai tunnel.....	61
6.6.3	Veicoli di Soccorso	62
6.7	SPECIFICHE DI COMUNICAZIONE	63
6.7.1	Gestione degli impianti - Organizzazione	63
6.7.2	Rete di telefonia fissa.....	63
6.7.3	Rete telefonica mobile	64
6.7.4	Rete telefonica mobile terra-treno	64
6.7.5	Sistema di sonorizzazione	64
6.7.6	Sistema di videosorveglianza	65
6.7.7	Rete informatica	65
6.7.8	Radio per l'esercizio	65
6.7.9	Infrastrutture di trasmissione	65
6.8	SPECIFICHE FUNZIONALI DELLE AREE DI SICUREZZA	66
6.8.1	Aree di Sicurezza all'aperto	67
6.8.2	Area di Sicurezza in trincea aperta nella Piana delle Chiuse.....	67
6.8.3	Aree di Sicurezza sotterranee.....	68
6.8.4	Discenderie	69
6.9	SPECIFICHE FUNZIONALI DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI DI SICUREZZA	70
6.9.1	Impianto antincendio	70
6.9.1.1	Rete antincendio	70
6.9.1.2	Sistema di attenuazione dell'incendio	70
6.9.1.3	Riserve d'acqua e loro alimentazione	71
6.9.2	Dispositivo di raccolta delle merci pericolose	71
6.9.3	Specifiche funzionali per i sistemi di rilevamento delle anomalie nei treni.....	71
6.9.4	Specifiche funzionali per il sistema di raffreddamento	73
7	IL PROGETTO PRELIMINARE 2010 : LE OPERE CIVILI	75
7.1	ASPETTI GENERALI	75
7.1.1	Il « Dossier Guida »	75
7.1.1.1	Stato iniziale dell'ambiente	76

7.2.3.3	Tunnel di Base : Galleria di Ventilazione Clarea	119
7.2.3.4	Tunnel di Base : Galleria della Maddalena	121
7.2.4	DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE	123
7.3	CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PROGETTO – TRATTA B-C - NODO DI SUSÀ E STAZIONE INTERNAZIONALE	124
7.3.1	CARATTERISTICHE GENERALI DEL TRACCIATO	124
7.3.2	MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E IDROGEOLOGICO PIANA DI SUSÀ	126
7.3.2.1	Imbocco est del Tunnel di Base	126
7.3.2.2	Piana di Susà	126
7.3.2.3	Imbocco ovest del Tunnel dell'Orsiera	127
7.3.2.4	Sintesi del modello idrogeologico per la Piana di Susà	128
7.3.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE ALL'APERTO	129
7.3.3.1	Portale est Tunnel di Base	129
7.3.3.2	La Stazione Internazionale di Susà	130
7.3.3.3	Il Ponte sulla Dora Riparia	135
7.3.3.4	L'Area di Sicurezza ed Il Fascio Binari di Servizio di Susà	137
7.3.3.5	Gli interventi sulla infrastrutture viarie e ferroviarie esistenti nella Piana di Susà	140
7.3.3.6	Imbocco Lato Ovest Tunnel Orsiera	144
7.3.4	IDRAULICA DELLA PIANA DI SUSÀ	146
7.3.5	DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE	147
7.4	CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PROGETTO – TRATTA C-D GALLERIA DELL'ORSIERA – PIANA DELLE CHIUSE-	148
7.4.1	CARATTERISTICHE GENERALI DEL TRACCIATO	148
7.4.2	GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA DEL TRATTO GALLERIA DELL'ORSIERA – PIANA DELLE CHIUSE	150
7.4.2.1	Descrizione geologica	150
	Piana delle Chiuse	153
7.4.2.2	Sintesi del modello geotecnico e geomeccanico di riferimento	154
7.4.2.3	Sintesi del modello idrogeologico di riferimento	155
	Tunnel dell' Orsiera	155
	Depositi quaternari della Piana delle Chiuse	156
	Valutazione delle portate drenate dal Tunnel dell'Orsiera	157
	Chimismo delle acque drenate dal Tunnel dell'Orsiera	159
	Temperature delle acque drenate dal Tunnel dell'Orsiera	159
	Valutazione del rischio d'impatto sulla risorsa idrica	159
7.4.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO	161

7.4.3.1	Tunnel dell’Orsiera	161
	Sistema di raccolta ed evacuazione acque di drenaggio e liquidi pericolosi	162
7.4.3.2	Descrizione delle opere all’aperto : Zona di Interconnessione e Area di Sicurezza	164
7.4.4	IDRAULICA DELLA PIANA DELLE CHIUSE.....	175
7.4.5	DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE	176
8	IL PROGETTO PRELIMINARE 2010: ARMAMENTO E TECNOLOGIA FERROVIARIA.....	178
8.1	PREMESSA	178
8.2	ARMAMENTO	178
8.3	ELETTRIFICAZIONE	179
8.3.1	Generalità.....	179
8.3.2	Sottostazioni elettriche- Posti di Alimentazione	180
8.3.3	Posti di Autotrasformazione.....	181
8.3.4	Posto di alimentazione di Soccorso a Chiusa San Michele	181
8.3.5	Linea Primaria 132 kV	182
8.3.6	Impianti 3 kVcc	182
8.3.7	Distribuzione 20 kV	183
8.3.8	Distribuzione elettrica in bassa tensione e illuminazione	184
8.4	SEGNALAMENTO E CONTROLLO	185
8.5	TELECOMUNICAZIONI.....	186
8.6	VENTILAZIONE	189
8.6.1	Ventilazione igienica dei tunnels	194
8.6.2	Ventilazione delle discenderie	194
8.6.3	Ventilazione dei locali tecnici	195
8.6.4	Ventilazione delle Aree di Sicurezza.....	195
8.6.5	Rami di comunicazione	196
8.6.6	Porte sulle comunicazioni pari/dispari	196
8.7	RAFFREDDAMENTO	198
8.8	ILLUMINAZIONE	200
8.9	IMPIANTI DI SICUREZZA	202
8.9.1	Rilevamento incendi in galleria.....	202
8.9.2	Rilevamento incendi nei locali tecnici.....	202
8.9.3	Rilevamento termografico	202
8.9.4	Rilevamento della sagoma	203
8.9.5	Rilevamento della presenza di gas	203
8.9.6	Rilevamento di deragliamenti	203
8.9.7	Rilevamento boccole calde.....	204
8.9.8	Segnalamento di sicurezza nei rami di collegamento del tunnel.....	204
8.9.9	Stazioni meteorologiche	204

8.10	IMPIANTI ANTINCENDIO	206
8.10.1	Impianto di spegnimento ad idranti:	207
8.10.2	Reti idriche antincendio impianti a brumizzazione.	208
8.10.3	Impianti di spegnimento a gas inerte.....	208
9	CANTIERIZZAZIONE – LOGISTICA -TRASPORTO E MESSA A DEPOSITO DEL MATERIALE DI RISULTA DEGLI SCAVI	209
9.1	CRITERI GENERALI.....	209
9.1.1	Cantierizzazione	209
9.1.2	Gestione dei materiali di scavi e logistica	209
9.1.3	Siti di deposito definitivi	210
9.2	COSTRUZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO.....	211
9.2.1	Scenario di costruzione	211
9.2.2	Galleria della Maddalena	212
9.2.3	Avanzamenti nei terreni potenzialmente amiantiferi	212
9.2.4	Avanzamenti nei terreni a rischio radon e uranio.....	214
9.3	COSTRUZIONE DELLE OPERE NELLA PIANA DI SUSÀ	215
9.4	COSTRUZIONE DELLE OPERE NELLA PIANA DELLE CHIUSE.....	216
9.5	CANTIERI PER LA COSTRUZIONE	218
9.5.1	Generalità.....	218
9.5.1.1	Cantieri di imbocco	218
9.5.1.2	Aree di Lavoro	218
9.5.1.3	Aree Industriali	218
9.5.1.4	Campi base.....	218
9.5.1.5	Siti di deposito provvisori	219
9.5.2	Area di lavoro di Clarea	219
9.5.3	Cantiere di imbocco della Maddalena.....	219
9.5.4	Deposito provvisorio di Prato Giò	219
9.5.5	Teleferica Prato Giò – Carrièr du Paradis	220
9.5.6	Cantieri nella Piana di Susa	221
9.5.6.1	Cantiere di imbocco Est del tunnel di Base.....	221
9.5.6.2	Area di lavoro per le opere esterne.....	222
9.5.6.3	Area Industriale di Susa Autoporto	222
9.5.6.4	Cantiere di imbocco Ovest del tunnel dell'Orsiera	223
9.5.7	Cantieri nella Piana delle Chiuse	223
9.5.7.1	Cantiere di imbocco Est del tunnel dell'Orsiera	223
9.5.7.2	Area di Lavoro e Area Industriale di Chiusa San Michele	223
9.6	GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO, VALORIZZAZIONE E TRASPORTO.....	225

9.6.1	Materiali di scavo	225
9.6.2	Trasporto dei materiali di scavo in sotterraneo	225
9.6.3	Trasporto dei materiali di scavo all'aperto	225
9.6.4	Trasporto degli inerti	226
9.6.5	Gestione del materiale potenzialmente amiantifero	227
9.6.6	Valorizzazione dei materiali	227
9.7	MESSA A DEPOSITO DEFINITIVO DEI MATERIALI NON RIUTILIZZABILI E DEI MATERIALI IN ESUBERO.....	231
9.7.1	Carrière du Paradis.....	231
9.7.2	Sito di Cantalupo	232
9.7.3	Siti individuati nel progetto e modalità di trasporto del materiale	232
9.7.4	Durata dei cantieri e personale impiegato	235
9.7.5	Schemi Dei Flussi Dei Materiali	236
9.8	COSTRUZIONE IMPIANTI FERROVIARI E NON FERROVIARI	244
9.8.1	Fasizzazione e metodo di costruzione	244
9.8.2	Aree per i cantieri degli impianti	245
10	AMBIENTE	246
10.1	ASPETTI GENERALI.....	246
10.2	IL MODELLO PRESSIONE-STATO-RISPOSTE	247
10.3	LE FASI DEL LAVORO PER L'ANALISI AMBIENTALE	248
10.4	DOCUMENTAZIONE DI BASE	248
10.5	LA DOCUMENTAZIONE AMBIENTALE PRODOTTA PER IL PROGETTO PRELIMINARE DELLA NLTL.....	250
10.6	LO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE E I DOSSIER ALLEGATI.....	250
10.7	L'AMBIENTE E LA CARTA ARCHITETTONICA E PAESAGGISTICA.....	252
10.8	PRINCIPALI ASPETTI AMBIENTALI DEL PROGETTO.....	253
10.8.1	Ambiente antropico	253
10.8.2	Ambiente geologico, acque superficiali e sotterranee	254
10.8.3	Ambiente biotico	255
10.8.4	Paesaggio	255
10.9	LA GESTIONE AMBIENTALE DELLA FASE DI COSTRUZIONE	256
10.10	RECUPERI E RIPRISTINI AMBIENTALI A FINE LAVORI.....	257
10.11	RELAZIONI FRA GLI ASPETTI AMBIENTALI DI PROGETTO E I TEMI RILEVANTI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE.....	258
11	QUADRO ECONOMICO RIEPILOGATIVO	261

RIASSUNTO

Il presente documento rappresenta la Relazione Generale del Progetto Preliminare in Variante della Nuova Linea Torino-Lione relativamente al tratto in territorio italiano della parte comune italo-francese compresa tra Saint-Jean-de-Maurienne e Piana delle Chiuse.

Il contenuto riguarda i seguenti temi principali :

- Progetto funzionale (criteri generali del progetto, standard progettuali, studi funzionali di esercizio, traffico, specifiche funzionali di esercizio, studi funzionali sulla sicurezza);
- Progetto tecnico (tracciato, geologia, geotecnica, idrogeologia, opere civili, armamento, impianti tecnologici e ferroviari, cantierizzazione, ambiente);
- costi di costruzione

RESUME

Ce rapport constitue le Rapport General du Projet Préliminaire Modificatif de la Nouvelle Ligne Lyon Turin pour le tronçon italien de la Partie commune Franco-Italienne comprise entre Saint-Jean-de-Maurienne et la Plaine des Chiuse.

Le contenu de rapport s'articule de la manière suivante:

- Projet fonctionnel (caractéristiques générales du projet, normes d'exploitation, études fonctionnelles du projet, trafic, spécificités fonctionnelles d'exploitation, études fonctionnelles de sécurité);
- Projet technique (tracé, géologie, géotechnique, hydrogéologie, génie civil, équipement des voies, installations technologiques et ferroviaires, organisation des chantiers, environnement);
- Coûts de construction.

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta la Relazione Generale di Sintesi del Progetto Preliminare in Variante della Nuova Linea Torino Lione relativamente al tratto in territorio italiano della Parte comune Italo – Francese compresa tra Saint-Jean-de-Maurienne e Piana delle Chiuse.

Il contenuto riguarda i seguenti temi principali:

- Progetto funzionale (criteri generali del progetto, standard progettuali, studi funzionali di esercizio, traffico, specifiche funzionali di esercizio, studi funzionali sulla sicurezza);
- Progetto tecnico (tracciato, geologia, geotecnica, idrogeologia, opere civili, armamento, impianti tecnologici e ferroviari, cantierizzazione, ambiente);
- Planning e costi di costruzione

Parallelamente al progetto si è svolta l'attività dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) con le valutazioni canoniche ed il raffronto delle opzioni sviluppate in sede progettuale con le alternative a vario titolo considerate a partire dall'opzione zero.

La relazione sintetizza gli elementi salienti (contenuti in dettaglio anche nel SIA) dell'opera in progetto, dell'ambiente interessato, delle analisi e studi condotti al fine di stabilire la compatibilità dell'opera nel suo complesso col territorio, ambiente e popolazioni interessate.

Il collegamento Torino - Lione, è costituito da tre parti:

- Parte francese;
- Parte comune italo francese (tratta internazionale);
- Parte italiana.



La **parte francese**, di competenza RFF, si estende da Est di Lione a Saint-Jean-de-Maurienne e comporta:

- un itinerario viaggiatori ad alta velocità: tra l'Est di Lione ed il Sillon Alpin (ad Est di Chambéry);

- un itinerario merci e Autostrada Ferroviaria : tra l'Est di Lione ed il Sillon Alpin;
- un itinerario misto tra il Sillon Alpin e Saint-Jean-de-Maurienne.

La **parte comune italo francese**, di competenza Lyon Turin Ferroviaire (LTF), si estende da Saint-Jean-de-Maurienne a Chiusa San Michele, e comprende il tunnel di base transfrontaliero, l'attraversamento della Piana di Susa, il tunnel dell'Orsiera e le opere della piana delle Chiuse (area di sicurezza, interconnessione con Linea Storica e deviazione della stessa).

La **parte italiana**, di competenza RFI, si estende da Est di Chiusa san Michele a Settimo Torinese, sottopassando in galleria la Collina Morenica di Rivoli/Rivalta Torinese, attraversando lo scalo intermodale di Orbassano a cui risulta direttamente connessa, proseguendo poi in galleria sull'asse di Corso Marche e sotto la tangenziale nord, sino a raggiungere Settimo Torinese ove si innesta sulla linea AC/AV Torino-Milano.

Nell'incarico conferito a TSE3 da LTF sono compresi:

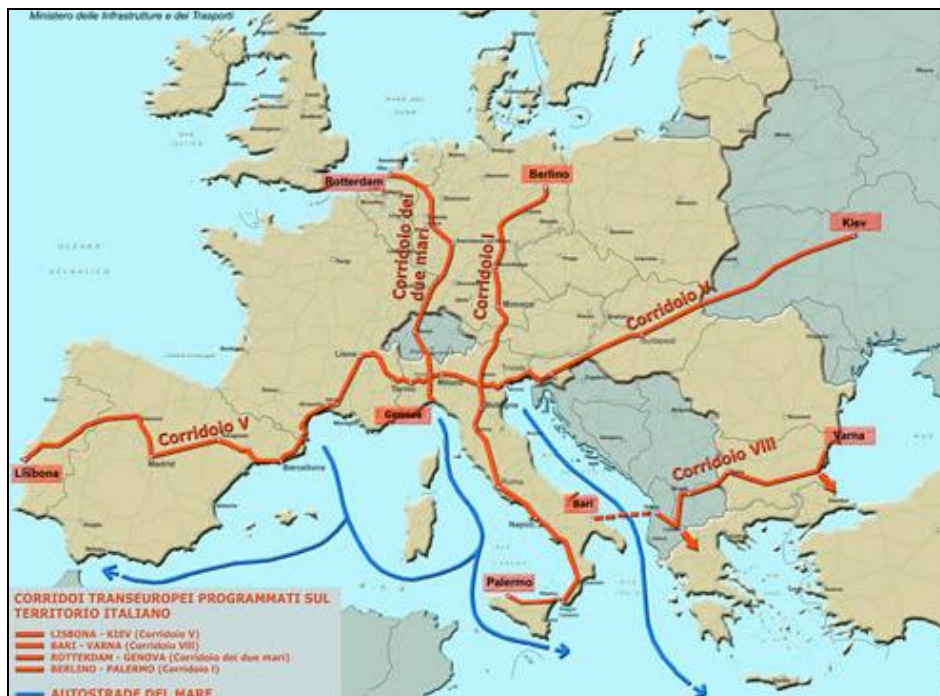
- la revisione dell'impostazione funzionale del progetto APR/PD sviluppato da LTF nel periodo 2005-2006 in accordo con i nuovi criteri di sicurezza emanati dal Gruppo Tecnico Sicurezza della Commissione Intergovernativa (CTS-CIG) in data 11/5/2009 e successivi aggiornamenti
- la revisione del tracciato nella parte in territorio italiano in base alle specifiche tecniche dell'Osservatorio Torino-Lione del 4/2/2009
- il riposizionamento dell'Area di Sicurezza di Clarea (in territorio francese) conseguente alle prescrizioni della CTS-CIG ed al progetto definitivo della galleria geognostica della Maddalena

2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA E SVILUPPI PROGETTUALI

L'opera in oggetto, o meglio l'intero asse ferroviario tra Lisbona e Kiev, del quale è parte, trae le sue motivazioni di carattere globale dalle politiche dei trasporti concepite in sede comunitaria a partire dai primi anni 90, e successivamente riviste e riprecisate nei documenti che si sono via via succeduti.

Esso ha una finalità di riequilibrio economico e di trasporto dello spazio europeo, grazie ad un rafforzamento considerevole dei legami fra il nord ed il sud del continente in particolare tra l'Italia e la Francia (e attraverso questa con le regioni europee del nord\ovest: Gran Bretagna, Benelux, Germania, per le quali la linea Torino Lione costituisce l'itinerario più logico). La realizzazione e l'esercizio di questa linea si pongono dunque in un quadro che va oltre le frontiere nazionali e che giustifica una più ampia solidarietà:

- Quello della Convenzione Alpina, firmata da otto stati dell'arco alpino e ratificata dall'Unione Europea;
- Quello della concertazione fra paesi alpini, per favorire uno sviluppo coordinato di queste aree, evitando che congestioni o trasferimenti di traffico non voluti, possano rimettere in causa la fattibilità economica di alcuni itinerari;
- Quello della solidarietà europea, in quanto i nuovi collegamenti transalpini dovranno procurare benefici all'insieme della Comunità Europea e non solo agli stati interessati;



Sostanzialmente il grande corridoio dei trasporti che attraversa in senso est-ovest l'Europa, passando a sud delle Alpi, nella pianura padana, è uno dei tre grandi itinerari ferroviari previsti dalla Comunità Europea per collegare l'Italia all'Europa. Si ricordano anche l'asse Palermo\ Berlino, attraverso il nuovo traforo alpino del Brennero, e l'asse Genova \Rotterdam, attraverso il nuovo traforo del Gottardo e del Loetschberg -Sempione).

Le motivazioni che stanno alla base di questa opera e delle altre linee ferroviarie europee, sono quindi da inserire in un concetto generale di rete, e non di singoli assi di comunicazione tra paesi europei confinanti; rete che dovrà globalmente fare fronte alle necessità future, e dovrà coprire e servire in modo omogeneo e logicamente distribuito ogni regione europea e dalla quale nasceranno vantaggi di carattere globale. Le motivazioni complessive sono dunque:

- creazione di nuove infrastrutture ferroviarie con caratteristiche tecnologiche, funzionali e di sicurezza ottimali;
- strutturazione dei progetti tale da privilegiare e sviluppare l'intermodalità ed il trasporto combinato con la previsione di "autostrade ferroviarie";
- trasferimento di una maggior quota di traffico merci da gomma a ferro a beneficio delle emissioni in atmosfera.

Le fondamentali tappe decisionali del progetto, si possono così riassumere:

- Giugno 1990, vertice di Nizza: è riaffermato l'interesse di studiare la fattibilità di una nuova relazione ferroviaria fra Francia ed Italia;
- Ottobre 1991, vertice di Viterbo: sulla base di studi preliminari viene deciso l'avvio di uno studio di fattibilità del nuovo collegamento Torino-Lione, che prevede un tunnel di base di 54 km di sviluppo;
- Novembre 1992, vertici di Parigi: è decisa la costituzione di un "Comitato di pilotaggio" italo francese;
- Novembre 1993, vertice di Roma: si decide l'avvio degli studi preliminari per il progetto della tratta fra Lione e Torino;
- Novembre 1994, viene creato il GEIE (Gruppo Europeo d'Interesse Economico senza capitale) Alpetunnel;
- Dicembre 1994, il Consiglio d'Europa a Essen include il progetto fra i 14 interventi prioritari a seguito del quale i ministri dei trasporti italiano e francese finanziano un programma di studi progettuali;
- Gennaio 1996, incontro bilaterale dei Ministri dei Trasporti a Parigi: nasce la Commissione Intergovernativa (CIG) con lo scopo di elaborare una serie di atti preparatori alla realizzazione dell'opera;
- Gennaio 2001, vertice di Torino: è siglato l'accordo franco-italiano che avvia la realizzazione di una prima fase del progetto. In particolare, concluso il programma di fattibilità tecnica del tunnel internazionale, è presa la decisione sulla variante di tracciato che comprende il tunnel di base di circa 53 Km e, in territorio italiano, le opere di raccordo fra la linea storica e la nuova linea in Valle di Susa in prossimità di Bussoleno;
- 3 ottobre 2001: creazione di LTF, partecipata al 50% da Rete Ferroviaria Italiana e al 50% da Réseau Ferré de France;
- 2002: sviluppo del Progetto Preliminare della tratta comune italo francese;
- Luglio 2002: Inizio degli scavi della discenderia di Villarodin-Bourget/Modane;
- Maggio 2003: Inizio dei lavori di ricognizione a Saint-Martin-la-Porte (Francia);

- 5 dicembre 2003: Avviata in marzo 2003, la procedura di istruzione del progetto preliminare per la sezione italiana della parte comune giunge all'approvazione da parte del CIPE;
- Dicembre 2003: Il Ministero francese dei trasporti approva il progetto preliminare per la sezione francese della parte comune italo-francese;
- Metà 2004: LTF, a valle del mandato ricevuto dalla CIG, avvia gli studi complementari nell'ambito di un "Avant Projet de Référence", o A.P.R. ("progetto definitivo"). L'A.P.R. implica studi di carattere funzionale (esercizio, manutenzione, sicurezza), tecnici (opere civili, geologia, impianti, ambiente), nonché giuridici, economici e finanziari;
- 13 ottobre 2005: Inizio dei lavori della discenderia di La Praz in Savoia;
- Dicembre 2005: Inizio delle attività in campo per la realizzazione del Cunicolo esplorativo di Venaus. Questa attività viene contestata a livello locale per cui le attività di campo vengono sospese. A seguito delle contestazioni, il governo, con DPCM del 1 marzo 2006, istituisce l'Osservatorio per il Collegamento Ferroviario Torino – Lione, presieduto dall'Arch. Mario Virano, sede per la risoluzione delle problematiche tecniche inerenti il progetto.
- Estate 2006: in ottemperanza delle indicazioni della CIG, LTF dispone del Progetto Definitivo finalizzato all'apertura della Conferenza dei Servizi. Il progetto, e la connessa procedura amministrativa, vengono congelati in attesa dei confronti da definirsi in sede di Osservatorio;
- Aprile 2007: Predisposizione dello Studio di Impatto Ambientale sul progetto definitivo del 2006, con Analisi Multicriteria relativa a 4 alternative: Opzione 0, Sinistra Dora, Destra Dora, Quadruplicamento in sede;
- Il 13 giugno 2007 il Governo conferisce mandato all'Osservatorio di mettere a punto uno schema di progetto di tracciato da presentare il 23 luglio all'Unione Europea per concorrere allo stanziamento dei fondi destinati alle infrastrutture prioritarie. Il progetto sviluppato prende il nome di "Variante Mista" e prevede l'attraversamento della Dora Riparia in prossimità delle Gorge e interconnessione con la Linea Storica a S. Antonino (limite di tratta di competenza LTF);
- A novembre 2007 la Commissione Europea assegna il contributo per gli studi ed una prima parte dei lavori.
- 29 giugno 2008: L'Osservatorio, riunito a "Pracatinat" per fare una sintesi del lavoro svolto dall'inizio della sua attività, definisce una nuova ipotesi di corridoio, che costituisce la base per lo sviluppo della revisione del Progetto Preliminare, sulla base dei seguenti principi:
 - *Potenziamento infrastrutturale della Linea di Bassa Valle, considerando tra le possibili opzioni le soluzioni prefigurate da LTF: connessione interrata tra Linea "Storica" e "Nuova" nel nodo di Villarfochiardo - Sant'Antonino - Vaie e conseguente galleria verso Susa, anche al fine di consentire il risanamento acustico all'interno dei centri abitati;*
 - *Sviluppo di adeguate interconnessioni funzionali con la Linea Storica di Alta Valle, in modo da sfruttare i vantaggi delle tratte di adduzione per l'accessibilità turistica, anche attraverso l'individuazione di una stazione di livello internazionale, considerando tra le opzioni quelle prefigurate da LTF: nodo di Susa con stazione internazionale e impianti vari sul sedime dedicato*

oggi a funzioni trasportistiche connesse all'autostrada e conseguente sbocco della tratta italiana del tunnel di base raccordato a monte alla stazione di sicurezza di Modane, con discenderia a Chiomonte, con le opere di collegamento stradale ipotizzate da SITAF.

A seguito delle indicazioni di cui sopra, LTF ha indetto una gara internazionale per l'affidamento dell'incarico del "Progetto Preliminare in Variante della tratta in territorio italiano della parte comune". Nel maggio 2009 LTF ha assegnato l'incarico al raggruppamento TSE3 (Bonard & Gardel, Amberg, Lombardi, Arcadis, Tecnimont, Studio Quaranta, Sea Consulting, Italferr, Inexia, Systra).

Contestualmente a tale affidamento, in ottemperanza alle indicazioni dell'Osservatorio, LTF ha conferito ulteriori attività collaterali quali:

- Sviluppo delle Linee Guida Paesaggistiche e Architettoniche del progetto in variante al raggruppamento EAP (LSB, Arthème);
- Studi di traffico, economici, socio-economici;
- Coordinamento della Sicurezza in fase di Progettazione (CSP):

3 CRITERI GENERALI DEL PROGETTO PRELIMINARE

L'articolata evoluzione del progetto, illustrata nel capitolo precedente, la notevole varietà degli attori e dei portatori di interesse che intervengono a livello della sua approvazione, la particolare sensibilità degli enti locali sul territorio, sintetizzate nelle attività dell'Osservatorio Torino-Lione e della Commissione Intergovernativa (CIG), hanno portato ad elaborare un progetto preliminare di concezione nuova e più approfondita rispetto a quanto normalmente richiesto nei progetti di infrastrutture.

Lo sviluppo progettuale è stato svolto rispettando, oltre che la normativa vigente e le disposizioni di LTF, anche i principi contenuti in:

- Accordo di Pracinat;
- Quaderni dell'Osservatorio per la Torino Lione;
- Indirizzi operativi per la Progettazione Preliminare della Nuova Linea Torino – Lione dettati dall'Osservatorio Tecnico per la Torino Lione;
- Linee Guida Architettoniche e Paesaggistiche;
- Piano Strategico per il Territorio della Provincia di Torino;
- Piani Territoriali Integrati delle aree della Bassa ed alta Valle di Susa e della Val Cenischia ;

Seguendo anche le direttive impartite dalla CIG e dall'Osservatorio, lo sviluppo progettuale è sotteso alle decisioni del Comitato di Coordinamento LTF-RFI che omogeneizza dal punto di vista tecnico la progettazione della parte comune e della parte in territorio italiano sino a Settimo.

I principi generali della progettazione fanno riferimento ai seguenti aspetti :

- Realizzare un progetto globale, concertato ed equilibrato;
- Realizzare un progetto integrato e ottimizzato in termini di:
 - massima considerazione delle problematiche di territorialità
 - rispetto della Déclaration d'Utilité Publique (DUP) ottenuta lato Francia tenuta in conto delle nuove specifiche regolamentari e tecniche oltre che dei ritorni di esperienza delle indagini realizzate dal 2005 (discenderie, etc.)
- Realizzare un progetto “unitario” e affidabile, sul piano tecnico, paesaggistico, architettonico, ambientale ed economico.

In accordo con le richieste contrattuali di LTF, il raggruppamento TSE3 ha sviluppato una serie di documenti riguardanti aspetti funzionali e normativi da sottoporre propedeuticamente alla CIG per validazione ed, in ultimo, ha elaborato l'Analisi Multicriteri seguendo gli indirizzi metodologici curati dalla Provincia di Torino nell'ambito dell'Osservatorio Torino-Lione.

L'Osservatorio, in data 29 gennaio 2010, nel documento « *Indirizzi operativi per la progettazione preliminare della Nuova Linea Torino Lione* » ha indicato tra le varie soluzioni sviluppate dal raggruppamento TSE3, la variante così detta D+F sulla quale sviluppare la progettazione preliminare.

Questa soluzione prevede due sole tratte all'aperto nella Piana di Susa e nella Piana delle Chiuse ove è localizzata anche l'interconnessione con la Linea Storica.

4 PRINCIPALI STANDARD PROGETTUALI DI RIFERIMENTO

Nel rispetto dei «Criteri di Sicurezza per l'Esercizio», convalidati dalla CIG nella versione 20 dell'11 ottobre 2005, aggiornata successivamente nel 2010 alla versione 22, e sulla base degli studi funzionali realizzati, è stato elaborato un insieme di «Specifiche Normative Funzionali».

Le norme ed i regolamenti applicabili sono:

- Le norme ed i regolamenti europei, in particolare le Specifiche Tecniche d'Interoperabilità (STI); Le più rilevanti ai fini della progettazione di questa linea sono:
 - Sottosistema Infrastruttura 2008/217/CE del 20/12/2007
 - Sottosistema energia 2008/284/CE del 6/3/2008
 - Sicurezza nelle gallerie ferroviarie 2008/163/CE del 20/12/2007
 - Materiale Rotabile per A.V. 2008/232/CE del 21/2/2008
 - Sottosistema Esercizio 2008/231/CE del 1/2/2008
 - Controllo-comando e segnalamento 2006/860/CE del 7/11/2006 e modifica dell'Allegato A 2008/386/CE
 - Persone a Mobilità Ridotta 2008/164/CE
- Norme dell'Accordo Europeo sulle Grandi Reti Internazionali Ferroviarie (AGC);
- Le disposizioni di sicurezza stabilite dalla CIG ;
- Le norme e regolamenti nazionali.

Dato che la Nuova Linea Torino Lione, ai sensi delle **norme AGC** è classificata come “linea principale classe A”, facente parte dell'itinerario E70 (*Paris-Dijon/Le Creusot-Macon-Ambèrieu-Culoz-Modane-Torino-Rho-Milano-Venezia-Verona-Trieste-Villa Opicina-Sezana-Ljubljana-Zidani-Most-Dobova-Savski Marof-Zagreb-Strizivojna Vrpolje-Vinkovci-Tovarnik-Sid-Beograd-Nis-Dimitrovgrad-Dragoman-Sofija-Plovdiv-Dimitrovgrad-Svilengrad-Kapikule-Istanbul-Haydarpasa-Ankara-Kapikoy (-Razi Ismamic Republic of Iran)-Nusajbin (-Kamichli Syrian Arab Republic)*), i parametri dell'infrastruttura per l'opera, sempre ai sensi delle AGC, sono:

- Velocità nominale (velocità di tracciato): 250 km/ora
- Massima pendenza longitudinale: 12,5 ‰

Le **STI “infrastruttura”** classificano la nuova linea ferroviaria come linea specificamente costruita per l'Alta Velocità, attrezzata per velocità generalmente pari o superiori a 250 km/ora. Pertanto, ai sensi delle STI, la linea Torino Lione rientra negli standard delle linee di categoria I, che stabiliscono, per pendenze e raggi di curvatura, quanto segue:

- Pendenze massime: 35 per mille, con alcune restrizioni e comunque si deve tenere conto delle prestazioni previste per i treni non conformi alla STI “materiale rotabile per l'alta velocità” che sono autorizzati a circolare sulla linea. Poiché su questa linea sono autorizzati a circolare anche i treni merci la pendenza massima è stata limitata al 12,5 per mille applicando la AGC.

- Raggio Minimo di Curvatura: è stato applicato il paragrafo 4.2.6 delle STI che recita: “I raggi minimi di curvatura devono essere scelti in modo tale che, per la sopraelevazione prescritta per la curva interessata, l’insufficienza di sopraelevazione non ecceda, alla velocità massima prevista, i valori indicati al paragrafo 4.2.8. delle STI”.

Tra le **norme di carattere nazionale** ricordiamo in particolare il D.M. 28 ottobre 2005 “Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie”, che si adegua alla normativa europea in questo campo, particolarmente importante nel caso del nostro progetto poiché esso si sviluppa per quasi tutto il suo tracciato in galleria.

Le norme succitate sono state adeguate puntualmente per tener conto della specificità del progetto che ha dovuto sposare i vincoli del territorio. Ciò è valso in particolare per la velocità del tracciato che, in particolari punti, è inferiore a 250 km/h.

Per quanto concerne i **convogli circolanti** sulla Nuova Linea Torino Lione, di seguito si riportano le varie tipologie di treno:

- Treni viaggiatori alta velocità (V);
- Treni viaggiatori regionali veloci (VR);
- Treni di Autostrada Ferroviaria a grande sagoma (AF);
- Treni di Autostrada Ferroviaria Modalohr (AFM);
- Treni di merci convenzionali (M);

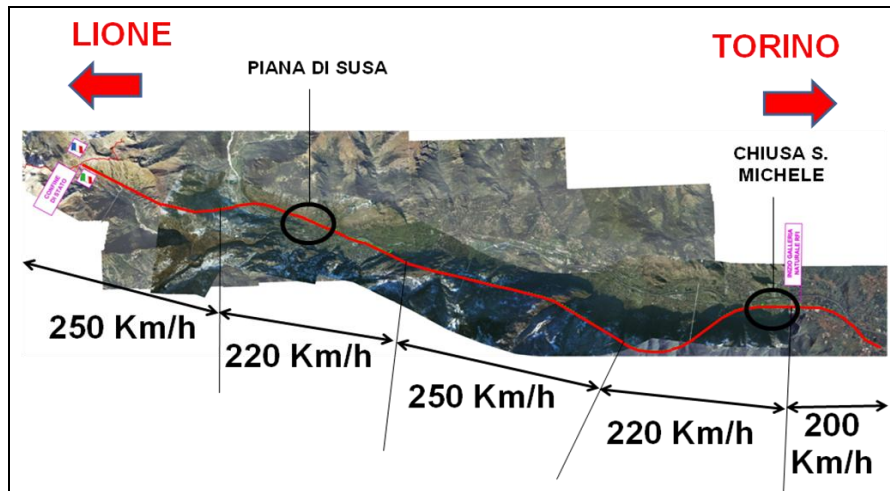
Le diverse velocità dei vari tipi di treni non permettono di mantenere in curva una accelerazione compensata, per cui è stato necessario definire una sopraelevazione del binario che, pur creando una accelerazione non compensata, potesse ancora essere idonea per la marcia in sicurezza e con confort di tutti i treni. E’ stata quindi fissata una sopraelevazione massima del binario: 90 mm, in base all’esperienza di esercizio delle navette ferroviarie nel tunnel sotto la Manica . Con questa sopraelevazione si ha:

- Insufficienza di sopraelevazione massima normale a 250 km/h: 100 mm;
- Insufficienza di sopraelevazione massima normale a 220 km/h: 110 mm;
- Eccesso di sopraelevazione massima Autostrada Ferroviaria: 90 mm;

L’esigenza dell’inserimento dell’opera in un territorio di notevoli vincoli morfologici e antropici come la Valle di Susa, in alcuni casi ha reso impossibile il rispetto dei parametri illustrati precedentemente, per cui sono state ammesse delle deroghe locali, quali:

- Insufficienza di sopraelevazione massima eccezionale a 250 km/h: 130 mm
- Insufficienza di sopraelevazione massima eccezionale a 220 km/h: 140 mm

Le velocità di progetto per i treni viaggiatori nei diversi tratti della linea sono illustrati nella immagine seguente:



SCHEMA VELOCITÀ DI PROGETTO

La linea quindi deve permettere il passaggio delle seguenti **sagome ferroviarie**:

- La sagoma dell'Autostrada Ferroviaria definita dallo studio SNCF "Gabarit Autoroute Ferroviarie LTF" del 04/2007
- La sagoma degli ostacoli bassi detti "Modalohr" definita del documento di riferimento regionale SNCF di Chambéry CH – IN 755 EF 1 C3 n° 1 e 2.

L'interasse binari minimo definito è di 4,50 m coerente con le sagome standard sopra definite.

Nelle zone di stazione la pendenza massima dei binari è del 2‰, con **lunghezza dei binari di precedenza o di soccorso di almeno 750 m**.

I binari di interconnessione, hanno una pendenza non superiore al 12,5‰ ed una velocità non superiore a **100 km/h**.

Il carico assiale è di 25 tonnellate/asse.

Il sistema di **trazione elettrica** è a 2x25 kV ca.

Il sistema di **segnalamento e controllo** è quello denominato ERTMS/ETCS (European Rail Traffic Management System/European Train Control System) livello 2, associato a un sistema di comunicazioni radio GSM-R.

5 SINTESI DEGLI STUDI FUNZIONALI DI ESERCIZIO

Questi studi, che sono un approfondimento ed una revisione in funzione della nuova configurazione progettuale delineata dall'Osservatorio nell'Accordo di Pracatinat, degli studi funzionali condotti nelle fasi precedenti di progettazione, forniscono i dati di ingresso per il progetto tecnico.

5.1 TRAFFICO DI PROGETTO – GENERALITA'

La definizione di un modello di esercizio comune all'intero asse Torino – Lione coinvolge più soggetti per cui l'Osservatorio ha creato un gruppo di lavoro ristretto dedicato al tema specifico, per indirizzare e monitorare tali studi.

Gli studi di esercizio coprono sia la rete “storica” attuale che la Nuova Linea Torino – Lione (NLTL). Essi si sono sviluppati in due fasi successive di seguito definite:

La **1° fase** dello studio ha avuto come scopo:

- La definizione degli **orizzonti temporali**;
- La raccolta delle previsioni sulla **domanda** di traffico;
- La verifica della **coerenza della domanda con la rete** ai vari orizzonti temporali;
- La **proposta di soluzioni** per l'eventuale messa in coerenza;

La **2° fase** ha definito il **modello di esercizio** utilizzando un software dedicato ed avendo come input i dati di prima fase.

5.2 DEFINIZIONE ORIZZONTI TEMPORALI DI STUDIO

Per consentire la 1° fase dello studio, sono state definite dal Gruppo di Lavoro Ristretto le seguenti ipotesi “convenzionali” di fasaggio:

- **2012**: Completamento del Nodo di Torino e potenziamento della linea Valence Grenoble;
- **2018**: Realizzazione della tratte della NLTL Corso Marche e Gronda Nord (Orbassano – innesto sulla linea AV/AC Torino – Milano); Realizzazione della “Gronda di Lione” (Contournement ferroviarie de l'agglomeration Lyonnaise Nord)
- **2023**: Parte Nazionale (Orbassano – Piana delle Chiuse); Parte Comune (Piana delle Chiuse – Saint-Jean-de-Maurienne); 1° fase RFF (linea Lione – Chambéry con la 1° canna del tunnel di Chartreuse); elettrificazione a 25 kV e adeguamento sagoma AF linea Montmélian – Saint-Jean-de-Maurienne
- **2030**: 2° canna Tunnel di Chartreuse; 1° canna Tunnel di Belledonne
- **2035**: Linea AV Lione – Chambéry ; 2a canna Tunnel di Belledonne

Nelle attività successive dell'Osservatorio sono stati effettuati approfondimenti sulla coerenza di tali scenari con le tempistiche di realizzazione e sulle necessità di rilascio infrastrutturale al crescere dei traffici. Tali valutazioni hanno generato le seguenti proposte:

- Lo scenario 2018 non appare al momento perseguibile ma dalle prime valutazioni sulle tempistiche di progettazione e realizzative, la linea di Gronda Settimo – Orbassano non potrà essere disponibile prima del 2020-2021
- E' possibile anticipare una fase realizzativa della tratta Orbassano – Avigliana per risolvere le situazioni di circolazione congestionate su tale tratta evidenziate dalle valutazioni preliminari di traffico sinora condotti.

5.3 DOMANDA DI TRAFFICO

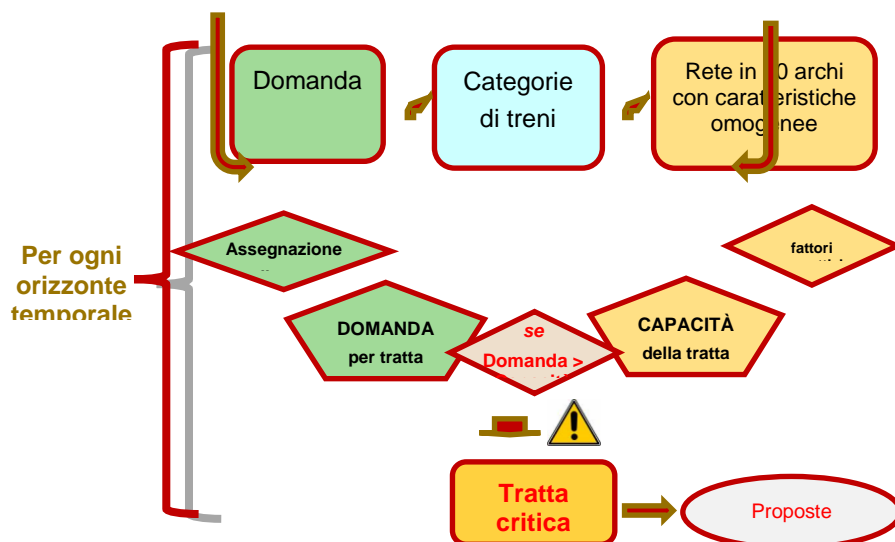
La raccolta delle previsioni sulla domanda di traffico è avvenuta con la collaborazione di RFI, RFF, Regione Piemonte, Regione Rhone Alpes.

5.4 COERENZA DELLA DOMANDA DI TRAFFICO CON LA RETE

Ad ogni orizzonte temporale, per valutare la coerenza tra infrastruttura e traffico si è suddivisa la rete complessiva tra Torino e Lione (Nodi compresi).

Il metodo dettagliato è riportato nel documento LTF "Calcul de la capacité Ferroviarie/Calcolo della capacità Ferroviaria" rev. 1 del 22/07/2009.

La metodologia si può riassumere nel seguente diagramma di flusso:



La seconda fase dello studio ha permesso di individuare la vera capacità della linea con la realizzazione degli studi di capacità all'orizzonte 2035 descritta nei paragrafi successivi

5.5 DEFINIZIONE DEL MODELLO DI ESERCIZIO

5.5.1 Traffici

5.5.1.1 Caratteristiche di traffico della NLTL e Linea Storica

La NLTL sarà una linea a traffico misto viaggiatori e merci.

Complessivamente la linea storica e la NLTL saranno percorse dalle seguente categorie di treni:

- Treni viaggiatori alta velocità V: velocità massima di esercizio 220 km/h sulla tratta SJDM – Torino; il materiale rotabile sarà in grado di viaggiare a 300 km/h sulle tratta AC/AV nazionale italiana (Torino – Milano) e francese (LGV Lyon – Chambéry)
- Treni viaggiatori regionali veloci (VRAV): velocità massima di esercizio 220 km/h tra SJDM e Torino; il materiale rotabile sarà in grado di viaggiare a 250 km/h sulle tratta di accesso francese (LGV Lyon – Chambéry). Ai soli fini degli studi di capacità si è ipotizzato che il 50% dei treni VRAV percorre la NLTL; il 50% percorrerà la linea storica tra SJDM e rientrerà sull'interconnessione di Avigliana percorrendo la tratta terminale della nuova linea (Avigliana – Orbassano)
- Treni della neve che percorreranno la NLTL solo in alcuni giorni della settimana (venerdì, sabato, domenica) e periodi dell'anno (mesi invernali) per collegare i grandi centri urbani (Parigi, Roma, Venezia e località intermedie con le località sciistiche con fermata a Susa Internazionale e Saint-Jean-de-Maurienne)
- Treni Viaggiatori Notturni (VN) con velocità massima di esercizio di 160 km/h che percorreranno per ragioni di sicurezza la Linea Storica
- Treni Regionali e suburbani (VR): velocità massima di esercizio 160 km/h
- Treni di Autostrada Ferroviaria a grande sagoma (AF): velocità massima di esercizio 120 km/h
- Treni di Autostrada Ferroviaria Modalohr (AFM): velocità massima di esercizio 120 km/h
- Treni merci convenzionali:
 - Diffuso : 100 o 120 km/h
 - Treno intero: 100 km/h
 - Trasporto combinato : 100 o 120 km/h
 - Automobili: 120 km/h
 - Vuoti : 100 o 120 km/h

- Regionali: 100 km/h

5.5.1.2 Ripartizione dei treni tra NLTL e Linea storica

I principi di ripartizione delle diverse categorie di treni fra la Linea Nuova e la Linea Storica sono definiti nelle “Specifiche progettuali” dell’ Osservatorio e ripresi nel Documento “Osservatorio Torino – Lione - Indirizzi Operativi per la progettazione Preliminare della Nuova Linea Torino – Lione – dal confine di stato alla connessione con la linea AV-AC Torino – Milano” del 29 gennaio 2010, secondo la tabella riportata di seguito

	Valico	Bassa Valle	Add.Ovest	Gronda	Add.Est
PASSEGGERI					
- lunga percorrenza	NLTL	NLTL	NLTL	N	NLTL
- media percorrenza*	LS	LS	LS	N	LS
- regionali	=	LS	LS	N	LS
- metropolitani	=	=	LS	N	LS
MERCI					
- convenzionali	NLTL	NLTL	NLTL	G	NLTL
- intermodali	NLTL	NLTL	NLTL	G	NLTL
AUTOSTRADA FERROVIARIA					
- AF	NLTL	NLTL	NLTL	=	=
- AFA	NLTL	NLTL	NLTL	G	NLTL

Legenda

NLTL = linea nuova;

LS = linea storica;

G = linea di gronda (è fatta comunque salva la possibilità per parte dei treni merci di impegnare il nodo da Orbassano in direzione di Genova/Savona);

N = nodo;

AF = Autostrada Ferroviaria a grande sagoma;

AFA = Autostrada Ferroviaria a sagoma B1 (Modalohr o equivalente)

Note

* Riunisce i servizi interpolo (es.Torino-Milano) ed i servizi regionali a servizio dell’Alta Valle

Questa tabella definisce le “missioni” attribuite a ciascuna tratta funzionale, che dovrà essere progettata e dimensionata in modo tale da consentire il transito della generalità dei convogli appartenenti alle categorie indicate nella tabella 3 delle “Specifiche progettuali” dell’Osservatorio, che si riporta di seguito:

	Valico	Basa Valle	Add. Ovest	Gronda	Add. Est
Linea Storica	Pass. M.P.	Pass. M.P. Pass. Reg.	Pass. M.P. Pass. Reg. SMF		Pass. M.P. Pass. Reg. S.M.F.
Nodo				Pass. L.P. Pass. M.P. Pass. Reg. SMF	
Gronda a Merci				Merci Conv. Merce Intern. AFA*	
Linea Nuova	Pass. L.P. Merce Conv. Merce nterm. AF AFA	Pass. L.P. Merce Conv. Merce nterm. AF AFA	Pass. L.P. Merce Conv. Merce nterm. AF AFA		Pass. L.P. Merce Conv. Merce nterm. AFA

*Nell’eventualità del prolungamento del servizio verso Novara (MP: Media percorrenza; LP Lunga percorrenza, SFM Servizio ferroviario metropolitano)

Il documento dell'Osservatorio stabilisce che l'eventuale circolazione di convogli appartenenti ad altre categorie dovrà essere di tipo sporadico, per servizi di entità limitata, o in situazioni di manutenzione o d'incidente sulla Linea Nuova o sulla Linea Storica.

La Linea Storica è destinata al traffico di passeggeri regionale e metropolitano; ne deve essere garantito l'esercizio non penalizzato sia in fase di cantiere sia a regime.

5.5.1.3 Traffici previsti nei differenti orizzonti temporali

Nella tabella seguente si riportano il numero di treni, le tipologie per i diversi orizzonti temporali in corrispondenza della sezione tra SJDM ed Avigliana

Come riportato in premessa i treni agli orizzonti 2023 e 2030 possono essere oggetto di aggiornamenti successivi sulla base delle risultanze del Gruppo di Lavoro esercizio dell'Osservatorio Tecnico

Traffici Nuova Linea [treni/gg]					
Treni	2012	2018	2023	2030	2035
V	-	-	18	22	24
VN	-	-	0	0	0
VR (AV) (*)	-	-	6	20	20
AFM	-	-	18	18	18
AF	-	-	52	80	108
M	-	-	93	158	186
MR	-	-	0	0	0
VTN(**)			8	8	8

(*) i valori comprendono: 4 treni nello scenario 2023, 10 treni nello scenario 2030-2035 che sono istradati sulla linea storica tra SJDM e Avigliana.

(**) treni periodici presenti solo in alcuni giorni della settimana e mesi dell'anno.

Per la linea storica i dati di traffico "internazionale" (a valle lato Italia della stazione di Modane) è il seguente:

Traffici Linea Storica* [treni/gg]					
Treni	2012	2018	2023	2030	2035
V	8	10	0	0	0
VN	4	4	4	4	4
VR (AV)	0	0	4	10	10
AFM	26	31	8	8	8
AF	-	-	-	-	-
M	70	85	10	10	10
MR	0	0	0	0	0

* Attuale valico

A tali traffici si sommano i traffici regionali che differiscono a secondo dello scenario previsto e della sezione di linea considerata.

Inoltre è stato eseguito uno studio dei traffici di dettaglio per l'orizzonte 2035 per cui si rimanda allo specifico documento

5.5.2 Tempi di percorrenza e capacità

5.5.2.1 Calcolo delle tracce tipo

Per il tracciato della NLTL nella configurazione di progetto e per la linea storica sono state calcolate le marce tipo per le diverse tipologie di treni che percorreranno l'itinerario.

In particolare sono state calcolate le marce tipo di:

- Un treno Viaggiatori AV all'orizzonte temporale 2035 sull'itinerario Lyon St-Exupéry – Torino Porta Susa, calcolando sia i tempi puri di percorrenza sia i tempi commerciali (tempi puri + allungamenti);
- Un treno Viaggiatori AV all'orizzonte temporale 2035 sull'itinerario Paris Gare de Lyon – Torino Porta Susa;
- Un treno Viaggiatori AV all'orizzonte temporale 2035 sull'itinerario Chambéry – Torino Porta Susa;
- Un treno Merci AF da 2050 t in doppia trazione all'orizzonte temporale 2035 sull'itinerario Grenay – Orbassano a 120 km/h;
- Un treno Merci da 1600 t in doppia trazione all'orizzonte temporale 2035 sull'itinerario Grenay – Innesso Gronda Mi – To AV/AC a 120 km/h;
- Un treno Merci da 1600 t in doppia trazione all'orizzonte temporale 2035 sull'itinerario Grenay – Innesso Gronda Mi – To AV/AC a 100 km/h;
- Un treno Viaggiatori AV Regionali su linea storica da Lione a Torino Porta Nuova;
- Un treno Viaggiatori AV Regionali su NLTL da Lione a Torino Porta Nuova;

I tempi di percorrenza teorici sono riportati nella tabella successiva alla colonna “tempi di percorrenza (tracciati tipo)

5.5.2.2 Valutazione della capacità delle tratte

Gli studi grafici di capacità sono stati elaborati per l'orizzonte finale 2035 sul settore Granay/Torino NLTL e sul perimetro St-Jean de Maurienne - Orbassano LN per gli orizzonti 2030 e 2023.

Gli studi effettuati hanno permesso di stabilire che in tutti i casi è stato possibile prevedere i traffici di progetto previsti dal GdL esercizio per ciascun orizzonte, salvo che per l'orizzonte finale in cui non è stato possibile prevedere per il senso più carico una sola traccia merci. Tale risultato è però raggiungibile con allungamenti di orario dei treni viaggiatori (13 minuti in più rispetto a quello calcolato per le marce tipo) e perdita del cadenzamento in arrivo per i treni AF.

Per gli orizzonti intermedi l'allungamento di orario dei treni Alta Velocità è poco significativo essendo pari ad 1 minuto.

La capacità è stata calcolata con **quattro step** per ciascuno dei quali si è stabilito un grafico orario saturato. Per il dettaglio di questo studio si rimanda agli specifici documenti di progetto.

I reali tempi di percorrenza, calcolati tenendo conto dell'inserimento per i treni viaggiatori dei rallentamenti in orario e per i treni AF delle precedenza e dei rallentamenti di orario, sono riportati nella successiva tabella alla colonna “ tempo di percorrenza (risultati studio di capacità).”

Lo studio di capacità evidenzia quindi che è possibile assorbire nella direzione più carica un **traffico massimo di 197 treni** (di cui 5 parzialmente sulla linea storica) su un traffico previsto dal **modello di esercizio di 198 treni** con 4 possibili tracce di recupero nelle ore notturne.

Tale obiettivo è raggiungibile solo:

- Con allungamenti nell'orario dei treni viaggiatori al Alta Velocità significativi rispetto a quelli calcolati nelle marce tipo ma compatibili con le Specifiche Progettuali (il tempo di percorrenza tra Chambéry e Torino diventa aggiungendo i 13 minuti di allungamento rispetto alla marcia tipo è di 1h e 15' coincidente con il tempo obiettivo previsto dalla Specifiche Progettuali dell'Osservatorio)
- Perdita del cadenzamento in arrivo dei treni AF per alcune ore della giornata.

Per il traffico viaggiatori i tempi di percorrenza diventano i seguenti

Tipo di servizio	Relazione	Tempo di percorrenza (tracce tipo)	Tempo di percorrenza (risultati studio di capacità)	Δ
V	Parigi Gare de Lyon– Torino Porta Susa	3h 21'	3h '35	14'
V	Lione – Torino Porta Susa	1h 26'	1h 40'	14'
V	Chambéry – Torino Porta Susa	1h 02'	1h 15'	13'
VR AV (NLTL)	Lyon PD – Torino Porta Nuova	1h 49'	1h 55'	6'
VR AV (LS)	Lyon PD – Torino Porta Nuova	2h 50'	2h 51'	1'

Inoltre si evidenzia che l'arresto dei treni viaggiatori ad Alta Velocità a Saint Jean de Maurienne e Susa non determina significativi allungamenti di tempo di percorrenza rispetto ad un treno no stop (solo 1 minuto) essendo le fermate riassorbite dai tempi di allungamento previsti in orario per il treno no stop.

Per quanto riguarda la **linea Storica** gli studi condotti e riportati nel documento “Modello di esercizio Preliminare della linea storica” hanno evidenziato la congruenza tra i servizi ipotizzati e la capacità dell'infrastruttura.

5.6 SPECIFICHE FUNZIONALI DI ESERCIZIO

Le Specifiche Funzionali di esercizio fanno riferimento alla Consegna CIG n. 43 redatta per tenere conto di tutte le modifiche intervenute dalla fine dell'APR/PR e della definizione di Specifiche uniche per l'intera NLTL.

Tali specifiche si confrontano con il documento dell'Osservatorio dell'Accordo di Pra Catinat e al successivo documento "Osservatorio Torino – Lione - Indirizzi Operativi per la progettazione Preliminare della Nuova Linea Torino – Lione – dal confine di stato alla connessione con la linea AV-AC Torino – Milano" del 29 gennaio 2010.

Tali specifiche progettuali richiedono esplicitamente che le opzioni progettuali sappiano "... *rispondere contemporaneamente alle esigenze del nuovo collegamento ferroviario e a quelle del territorio con l'obiettivo di rispettarne le caratteristiche e, ove possibile creare valore aggiunto ...*", minimizzando i carichi ambientali e restituendo al territorio ambiti compromessi od inutilizzati anche nel caso in cui sarà necessario *trovare il migliore equilibrio fra le caratteristiche urbanistico-ambientali della nuova infrastruttura, e le prestazioni offerte all'utenza, definite in un quadro di programmazione integrata dei corrispondenti servizi di trasporto.*

5.6.1 Standard funzionali

I principali standard funzionali (riportati nella consegna 43) utilizzati per la NLTL sono di seguito riassunti:

Parametro	Valore
Velocità di tracciato	250 km/h
Velocità massima di esercizio	220 km/h
Pendenza massima	12,5 ‰
Raggio planimetrico adottato	3125 m
Sopraelevazione massima	90 mm
Insufficienza di sopraelevazione massima normale a 250 km/h:	100 mm
Insufficienza di sopraelevazione massima normale a 220 km/h	110 mm
Eccesso di sopraelevazione massima AF	90 mm
Insufficienza di sopraelevazione massima eccezionale a 250 km/h	120 mm
Insufficienza di sopraelevazione massima eccezionale a 220 km/h	130 mm
Variazioni di sopraelevazione normale (in mm/m)	180/V
Variazioni di sopraelevazione eccezionale (in mm/m)	216/V
Variazioni di insufficienza di sopraelevazione normale	30 mm/s
Variazioni di insufficienza di sopraelevazione eccezionale	50 mm/s

Alcuni di questi parametri sono più restrittivi di quelli normalmente utilizzati per le linee a 250 km/h e previsti dalle STI. La motivazione risiede nel fatto che i veicoli AF sono differenti dai veicoli utilizzati normalmente sulle rete per i quali valgono le norme europee o nazionali. Questa circostanza ha condotto a limitare i valori del binario di corretto tracciato e a precisare la gamma di deviatori per tener conto dei criteri di ribaltamento dell'AF. I valori prescelti sono:

- Sopraelevazione massima 90 mm,
- Insufficienza limitata a 100 mm,
- Eccesso di sopraelevazione limitata a 90 mm,
- Variazione di sopraelevazione di 180/Velocità' (eccezionalmente 216/Velocità),
- Variazione di insufficienza massima di 30 mm/s (eccezionalmente 50 mm/s).

Si evidenzia che in alcuni punti del tracciato si è dovuti derogare ad alcuni standard progettuali (velocità di tracciato e raggio minimo) per vincoli di carattere territoriale.

5.6.2 Sagome ed interasse tra i binari

La NLTL sarà interessata dal transito di treni di Autostrada Ferroviaria a Grande Sagoma (camion di 4,20 m. di altezza). Tali treni sono particolari e non rientrano nel Gabarit C+ ma necessitano di un particolare sagoma. La linea permette quindi il passaggio delle seguenti sagome:

- La sagoma dell'Autostrada Ferroviaria;
- La sagoma degli ostacoli bassi detti "Modalohr".

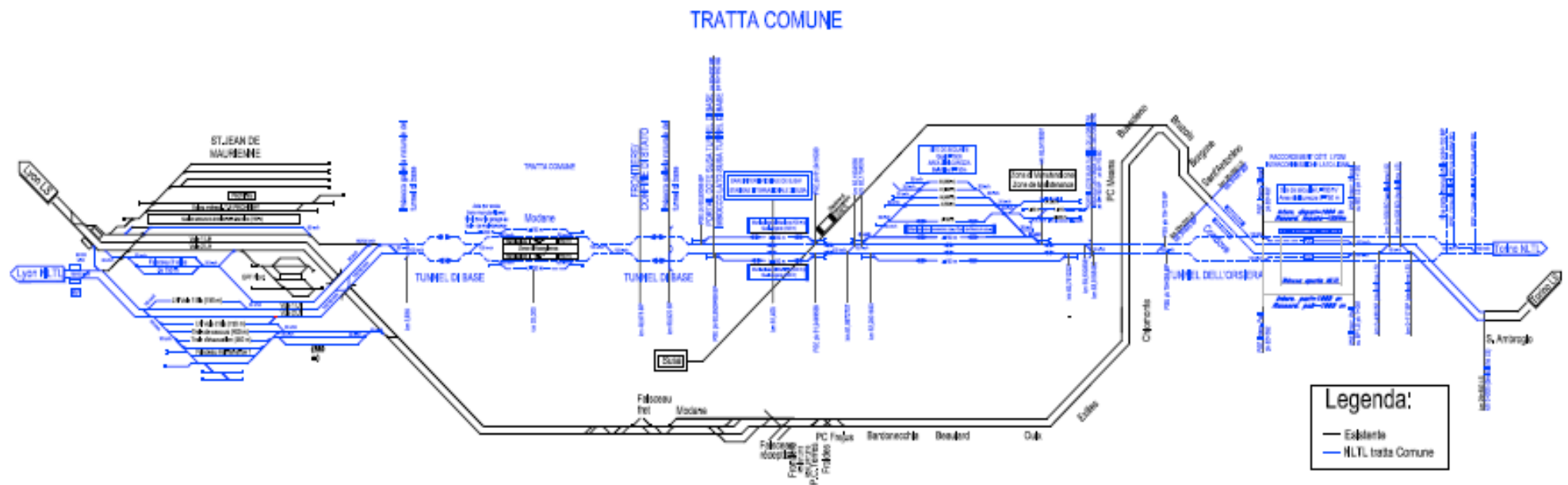
La sagoma AF sopra definita impone un interasse minimo tra i binari di 4,30 m da utilizzare solo in casi limite. Il valore adottato, per avere un ragionevole margine di sicurezza, è stato quello di 4,50 m, con riduzioni della tratta francese, in punti particolari, al valore minimo di 4,30 m. Interassi maggiori si trovano in alcuni binari dei fasci di manutenzione e di intervento per i quali si rimanda allo specifico progetto.

5.6.3 Funzionalità previste sulla NLTL

La nuova linea dovrà avere tutte le funzionalità per poter garantire le migliori prestazioni possibili in caso di:

- **Esercizio normale** (binari di precedenza, marciapiedi per servizio viaggiatori, interconnessioni con la linea esistente)
- **Esercizio degradato** (binari di precedenza, posti di comunicazioni, interconnessioni con la linea esistente)
- **Manutenzione** (basi e fasci binari di manutenzione, binari per il ricovero del treno di manutenzione, posti di comunicazione)
- **Sicurezza** (binari di soccorso, marciapiedi di soccorso e zona di trattamento degli incidenti, binari per la sosta del treno di evacuazione e del treno di soccorso, binari per il ricovero dei treni che retrocedono dal tunnel in caso di incidente)

Uno schema complessivo della tratta internazionale è riportato qui di seguito.



Le **principali funzionalità** sono concentrate negli impianti di Saint-Jean-de-Maurienne, Modane, Susa. Ulteriori funzionalità (collegamenti con NLTL e Linea storica) sono presenti nella Piana delle Chiuse. Le funzionalità complessivamente sono così distribuite

	S.Jean de Maurienne	Modane	Susa	Chiusa S. Michele
Binari di precedenza	SI	SI	SI	NO
Binari di soccorso	SI	SI	SI	NO
Stazione Internazionale viaggiatori	SI	NO	SI	NO
Posto di Comunicazione	SI	SI	SI	SI
Posto di Interconnessione tra NLTL e Linea Storica	SI	NO	NO	SI
Posto di Manutenzione	SI	SI (1)	SI	NO
Binari sosta treno evacuazione e soccorso	SI	NO	SI	NO
Ricovero treni retrocedenti dal tunnel in caso di incendio	SI(2)	NO	SI (3)	NO

Note:

- (1) Solo binario per sosta treno di manutenzione
- (2) Per treni retrocedenti dal Tunnel di Base
- (3) Per treni retrocedenti dal Tunnel di Base e dal Tunnel dell'Orsiera

Di seguito sono descritte gli **standard adottati per garantire le funzionalità** suddette.

Binario di soccorso

Si definisce binario di soccorso, il binario di corsa o di servizio sul quale può essere ricevuto un treno interessato da un incidente, e attrezzato per l'intervento dei servizi di soccorso alle persone e alle cose. Sulla NTLN i parametri che lo caratterizzano sono i seguenti:

- $L = 750$ m utile
- $p \leq 2\text{‰}$ (per almeno 750 m)
- $v = 60$ km/h

Binario di servizio per manutenzione

Si definisce binario di manutenzione il binario di servizio utilizzato per ricoverare, caricare, scaricare, stazionare o manovrare dei veicoli destinati alla manutenzione dell'infrastruttura.

Sulla NTLN i parametri che lo caratterizzano sono i seguenti:

- $L = 400$ m per almeno un binario + una lunghezza totale binari manutenzione ≥ 1200 m
- $p = 0\text{‰}$
- $v = 30$ km/h
- $n \geq 4$ per ciascun posto di manutenzione

Binari di servizio per treni evacuazione e soccorso

Sulla NTLN i parametri che lo caratterizzano sono i seguenti:

- Almeno due unità di $L = 200$ m su 1 o 2 binari per ciascun impianto
- $p = 0\%$
- $v = 30$ km/h

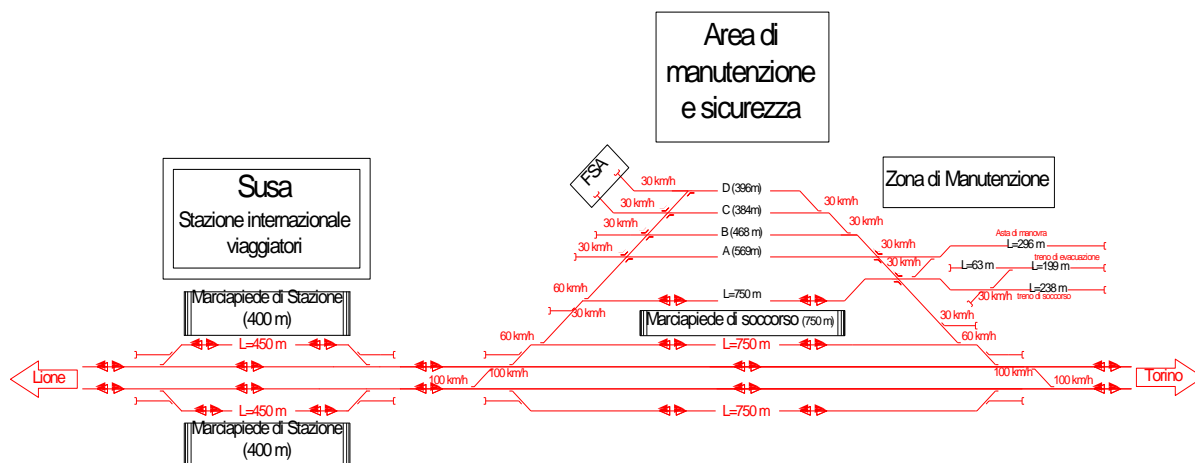
Marciapiedi per il servizio viaggiatori

Nella NTLN i marciapiedi sono posti in modo da servire sia il binario precedenza pari sia il binario precedenza dispari. La lunghezza di ciascuno è di 400 m.

Nello schematico allegato si riporta la sintesi delle **funzionalità previste per l'area di Susa** che sono dettagliate nel documento "Stazione internazionale di Susa".

In essa ricadono:

- la stazione internazionale viaggiatori
- l'area di sicurezza e di manutenzione



PIANO SCHEMATICO STAZIONE INTERNAZIONALE, AREA TECNICA E AREA DI SICUREZZA DI SUSA

La stazione internazionale di Susa per consentire le funzionalità richieste risulta essere composta da:

- binari di corsa della LN, non collegati fra di loro
- due binari di precedenza a servizio dei viaggiatori serviti da marciapiedi esterni di lunghezza oltre 450 m in zona centralizzata
- 4 binari tronchi, due per ogni lato, atti a garantire l'indipendenza dei binari di precedenza dai binari di corsa in ambo i sensi.

L'area di sicurezza e manutenzione per consentire le funzionalità richiesta è composta da:

- binari di corsa della NLTL, collegati fra di loro da due comunicazioni a 100 km/h
- due binari di precedenza per treni merci di lunghezza di oltre 750 m. in zona centralizzata, collegati ai binari di corretto tracciato (Francia – Italia) con due comunicazioni a 60 km/h;
- un ulteriore binario di lunghezza di 750 m. per il ricovero del treno incidentato a lato del quale vi sono; due marciapiedi di soccorso di lunghezza di 750 m
- 4 binari di manutenzione di lunghezza superiore a 500 metri in zona non centralizzata, collegati fra di loro e con il binario di precedenza dispari con comunicazioni a 30 km/h
- un'asta di manovra ad uso dei binari di manutenzione lato Italia di lunghezza superiore a 250 metri in zona non centralizzata, collegata ai binari in questione con deviatori a 30 km/h
- un binario di ricovero per il treno di soccorso, tronco lato Italia, di lunghezza superiore a 200 metri in zona non centralizzata, collegato con il binario di accesso al fascio di manutenzione con comunicazioni a 30 km/h;
- un binario di ricovero per il treno di evacuazione, tronco lato Italia, di lunghezza superiore a 150 metri in zona non centralizzata, collegato con il binario di accesso al fascio di manutenzione con una comunicazione a 30 km/h;
- binari tronchi, uno per lato, atti a garantire l'indipendenza dei binari di precedenza dai binari di corsa (senso Francia – Italia)
- binari tronchi vari, da ambo i lati, atti a garantire l'indipendenza dei binari di manutenzione, dell' asta di manovra e dei binari di ricovero dei treni di manutenzione e soccorso dai binari centralizzati
- binari vari di servizio ad uso della manutenzione e del Fabbricato Servizi Ausiliari

5.6.4 Sezioni di separazione di tensione

Per garantire ai treni la transizione corretta tra un sistema di elettrificazione in corrente alternata (c.a.) e un sistema di elettrificazione in corrente continua (c.c.), è prevista l'installazione di sezioni di separazione nelle zone di confine tra la NLTL elettrificata a 25 kV c.a. 50 Hz e la linea storica alimentata attualmente a 1,5 kV cc in Francia ed a 3 kVcc in Italia.

Per il tratto di competenza LTF le sezioni di separazione di tensione sono installate:

- Lato Francia sulla linea storica a Saint-Jean-de-Maurienne
- Lato Italia sui binari di interconnessione tra la linea nuova e la linea storica a Chiesa San Michele

In linea con il documento dell' Osservatorio “Indirizzi Operativi per la progettazione Preliminare della Nuova Linea Torino – Lione” del 29.01.2010, sono da evidenziare alcune deroghe alle specifiche di base che consentono l' inserimento nel territorio dell'infrastruttura, quali ad esempio la lunghezza dell'interconnessione Ovest, che è superiore a 1600 m ma inferiore ai 2000m previsti dalle Specifiche di Base ed il posizionamento del segnale di abbassamento archetti.

Un dettaglio sulle motivazioni che hanno condotto all'adozione di tali soluzioni progettuali e sulle deroghe necessarie è riportata nel documento "Sezione di separazione di tensione" rev. C del 13/04/2010 (codifica documento PP2-C2A-TS3-0013_NOT, cod. GED C2A-/-/-05-00-00-10-16).

Lo studio ha permesso di stabilire che è possibile il contenimento della lunghezza dell'interconnessione di Piana delle Chiuse Ovest (per il favorevole andamento planimetrico) ma con alcune deroghe alle specifiche funzionali di LTF e alle specifiche funzionali e tecniche di RFI.

Per LTF, le principali deroghe funzionali rispetto alla consegna 43 sono così riassunte:

- La lunghezza dell'interconnessione (minima 1623 contro oltre 2000 m.)
- La pendenza massima della sezione di separazione (del 12 ‰ in luogo del 6 ‰)

Per RFI, oltre alla lunghezza delle interconnessioni, gli aspetti più tecnici da derogare rispetto alla norma vigente sono così riassunti:

- Trazione elettrica
 - deroga sull'installazione del TS e sulla sezione terminale a 25 kV
- Segnalamento
 - deroga per risolvere il problema del cartello "avviso di abbassamento archetti" posto a circa 600 m dall'asse POC e quindi ricadente sulla linea AV/AC.
 - deroga per la inapplicabilità del requisito 3.4.1.1.4 dell'allegato 4 alle SRS Vol.1 del 15/03/07 (protezione del POC realizzata con segnale ad hoc posto sull'interconnessione per motivi normativi)
 - Deroga sull'apertura del segnale di protezione del bivio sulla linea storica verso l'AV/AC che è condizionato alla formazione dell'itinerario sul bivio sulla linea AV/AC.
 - Deroga sull'applicabilità della gestione di un degrado di 1° e 2° livello per itinerari verso la LS.

5.6.5 Segnalamento

Le **caratteristiche funzionali del sistema di segnalamento** della NLTL sono quelle del sistema interoperabile ERTMS livello 2 senza segnalamento laterale atto a garantire il distanziamento in tutta sicurezza su linee di velocità superiore ai 200 km/h

Per ragioni di capacità e tenendo conto delle distanze minime tra treni di cui al paragrafo seguente, gli studi funzionali hanno evidenziato la necessità di prevedere sezioni di segnalamento di circa 500 m. variabili in funzione della pendenza e di necessità di sezionamento.

I binari di corsa e i binari delle interconnessioni della NLTL saranno **banalizzati** (ovvero percorribili in entrambi i sensi). I binari di precedenza e di circolazione delle stazioni internazionali viaggiatori e delle aree di servizio saranno anch'essi normalmente banalizzati.

L'uso della banalizzazione della linea è necessaria in molte modalità di esercizio normale e degradato e consente:

- di utilizzare un binario di una canna di una tratta del tunnel o di qualsiasi altra sezione della linea compresa tra due posti di comunicazione in modo bi-direzionale, in caso di interruzione programmata (manutenzione) o accidentale dell'altro binario
- di gestire, in caso di perturbazioni, la circolazione in maniera più flessibile (precedenze dinamiche).

Le norme nazionali ed internazionali, le specifiche funzionali del sistema di distanziamento ERTMS 2 nonché degli apparati di stazione previsti, consentono la banalizzazione della linea, dei binari di stazione e dei posti di servizio.

5.6.6 Distanziamento treni

La tabella seguente riepiloga le distanze minime teoriche tra treni successivi, calcolati in base agli studi sulle merci pericolose ((MP), che sono quelli più penalizzanti in merito

Distanze minime teoriche tra i treni				
Primo treno	Secondo treno			
	Viaggiatori	AF con SONIA (con MP o no)	AF senza SONIA (con MP o no)	Merci (con MP o no)
Merci MP gruppo B	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Merci MP gruppo C	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Merci MP gruppo D	3500 m	3500 m	3500 m	3500 m
AF MP gruppo B	2500 m	2500 m	2500 m	2500 m
AF MP gruppo C	3500 m	3500 m	3500 m	3500 m
AF MP gruppo D	3500 m	3500 m	3500 m	3500 m
Viaggiatori	2500 m	2500 m	2500 m	2500 m

L'interdistanza minima di 2500 m deriva dagli studi di approfondimento aeraulico. La velocità di spostamento dei fumi nel tunnel è stimata in 3,3 m/s. Di conseguenza si ritiene di mantenere un limite invalicabile di 2500 m tra la coda del treno che precede e la testa del treno che segue, indipendentemente dal tipo di treno e dalle velocità di circolazione (marcia normale, marcia a vista, arresto).

- Nel caso di accettazione di merci pericolose di tipo B, C, o D, così come definite nell'ambito della consegna 40, il segnalamento non autorizza, in assenza di un sistema

automatico di riconoscimento del tipo di MP, l'avvicinamento in tunnel al di sotto della distanza $D2 \geq 4200$ m per i treni che trasportano merci pericolose.

La tabella seguente riassume dunque il distanziamento tra i treni in assenza di un sistema di riconoscimento automatico di treni che trasportano Merci Pericolose.

Distanziamento tra i treni				
Primo treno	Secondo treno			
	Viaggiatori	AF con SONIA (con MP o no)	AF senza SONIA (con MP o no)	Merci (con MP o no)
Merci MP gruppo B	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Merci MP gruppo C	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Merci MP gruppo D	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
AF MP gruppo B	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
AF MP gruppo C	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
AF MP gruppo D	4200 m	4200 m	4200 m	4200 m
Viaggiatori	2500 m	2500 m	2500 m	2500 m

Per quanto riguarda lo spazio temporale richiesto al sistema di segnalamento esso è: in linea con le distanze minime richieste ed è pari a:

- 2 minuti per i treni viaggiatori
- 3 minuti per i treni merci

Il distanziamento considerato per gli studi di esercizio è pari a:

- 3 minuti per un treno viaggiatori dietro il treno che lo precede
- 4 minuti per un treno merci o AF rispetto ad un treno che lo precede

La successione dei treni nell'effettuazioni di precedenza è la seguente:

- 4 minuti per un treno che segue un treno che è fermato per effettuare la precedenza
- 3 minuti per un treno in partenza da un binario di precedenza dietro il treno che lo ha superato.

Questi valori sono coerenti con quelli di una nuova linea attrezzata con ERTMS 2 con un margine di regolarità del 60% giornaliero..

5.6.7 Posto di Comando e Controllo (PCC)

Sono previsti due PCC intercambiabili, di cui uno è attivo e l'altro in veglia attiva con scambio dei ruoli da uno all'altro ad intervalli regolari.

Le principali funzioni del PCC attivo sono le seguenti:

- comando e controllo della circolazione ferroviaria;
- comando e controllo degli impianti ferroviari;
- comando e controllo degli impianti non ferroviari;
- organizzazione e gestione della protezione a distanza dei lavori;
- gestione in esercizio degradato e in esercizio eccezionale;
- identificazione automatica della presenza del personale nei locali tecnici.

Ciascun PCC è dotato di una sala di Gestione Crisi con le seguenti funzioni:

- visualizzazione dello stato della circolazione della linea;
- visualizzazione dello stato degli impianti ferroviari e non ferroviari quando necessario;
- mezzi di comunicazione con l'esterno e con l'interno (interfono, telefoni, fax ecc.);
- gestione automatica delle informazioni al pubblico.

Relativamente alle funzioni dei due PCC, è previsto che solo dal PCC attivo al momento sia possibile avere il comando e controllo delle funzioni sopra riportate mentre il secondo PCC è in veglia attiva, ossia è prevista la sola visualizzazione dei controlli.

Le modifiche di tracciato rispetto all'APR/PR lato Italia hanno comportato una diversa collocazione delle funzionalità. Ciò si riflette sulle scelte del limite della gestione della circolazione che possono ripercorre le soluzioni dell'APR/PR (confine dei due PCC lato Italia coincidente con limite della tratta).

Inoltre le evoluzioni tecnologiche pur non cambiando i principi generali riportati presentati nella consegna 39, comportano una diversa organizzazione delle interfacce con i nuovi sistemi previsti per le reti nazionali.

Il controllo della circolazione sulla tratta internazionale della NLTL è affidato a due PCC posti a Saint-Jean-de-Maurienne e a Susa (che sostituisce funzionalmente quello di Bruzolo previsto in APR/PR).

I limiti di batteria per il comando e controllo della nuova linea tratta internazionale sono:

- l'interconnessione Ovest nella Piana delle Chiuse
- l'innesto del tunnel del Rocheray lato Francia.

A Ovest ed a Est di tali limiti (rispettivamente sulle tratte di competenza RFF e RFI), i treni saranno presi in carico dai PCS adiacenti.

La soluzione di riferimento per la LS prevede il mantenimento delle attività di controllo e comando e di regolazione sotto la responsabilità dei gestori d'infrastrutture nazionali (RFI e RFF), nelle condizioni odierne, ed integrazione ai PCC del gestore della parte comune del solo monitoraggio della circolazione nell'unità di esercizio.

Lato Italia da parte di RFI verrà valutata la possibile estensione del PCC del nodo di Torino fino alla stazione di Bardonecchia o in alternativa sarà previsto un nuovo CTC che estenda la propria giurisdizione fino ad Avigliana con eventuale spostamento della localizzazione del posto centrale da Bardonecchia a Susa.

Per quanto sopra, lo scenario immaginato per la gestione del traffico sull'intera tratta Torino-Lione diviene il seguente:

- **Parte comune:** Un Posto di Controllo della Circolazione specifico copre la Linea Nuova e la Linea Storica tra Saint-Jean de Maurienne e Chiusa San Michele. In questo posto sono raggruppati il DCO della Linea Nuova ed il supervisore della parte comune. I DCO della Linea Storica potrebbero essere localizzati a Modane (sezione Saint-Jean-de-Maurienne-Modane) e a Susa (sezione Modane-Chiusa San Michele).
- **Parte RFF:** Un Posto di Controllo della Circolazione che copre le Linee Nuove e le Linee Storiche
- **Parte RFI:** Il Posto di Controllo della Circolazione della linea AV/AC Torino-Venezia-Trieste copre la Linea Nuova tra Chiusa San Michele e Torino. La linea Storica ad est di Condove/Bivio interconnessione ovest di Chiusa San Michele sarà gestita dal Supervisore della direttrice comprendente il Nodo di Torino.

Resta da definire in dettaglio la soluzione da prevedere per la gestione della stazione di Saint-Jean-de-Maurienne

La situazione di progetto APR/PR, riportata negli schematici di progetto, prevede una doppia postazione di controllo suddividendo la stazione in due parti, una con giurisdizione sulla NLTL che prevede i binari di corretto tracciato della nuova linea, le comunicazioni pari/dispari e i binari di precedenza, l'altra invece sotto la giurisdizione del PCC della linea storica che comprende la parte restante della stazione.

Tale configurazione se pur possibile presenta dei punti di approfondimento che saranno oggetto di analisi specifiche nel Progetto Definitivo.

5.7 CONDIZIONI DI SICUREZZA DEI SISTEMI DI ESERCIZIO

5.7.1 Sicurezza del sistema di trazione elettrica

La linea è alimentata da due punti indipendenti della rete elettrica entrambi capaci di servire tutta la linea. La trazione elettrica è garantita da tre sotto stazioni elettriche (SSE) collegate alle reti di RTE e di GRTN:

- St-Jean-de-Maurienne (RTE)
- Modane (RTE)
- Susa (GRTN).

Il sistema è riconfigurabile tramite telecomando dal PCC.

Ciascun binario di corsa della parte comune è equipaggiato con 4 sezionamenti elettrici; ognuno di questi deve permettere la partenza simultanea di due treni.

Le sezioni elementari non superano 2000 m.

5.7.2 Sicurezza del sistema di alimentazione degli impianti non ferroviari

La continuità dell'alimentazione degli impianti non ferroviari è ottenuta con una linea alimentata da due punti indipendenti della rete elettrica capaci ciascuno di fornire l'energia a tutta la linea. .

Il sistema è riconfigurabile tramite telecomando dal PCC.

Il sistema di alimentazione elettrica comporta ridondanze a livello delle attrezzature di trasformazione e di distribuzione dell'energia, come meglio descritto nella sezione dedicata al progetto degli impianti tecnologici del presente documento

5.7.3 Sicurezza del sistema di segnalamento

La sicurezza del sistema di segnalamento è di livello SIL 4 (Safety Integrity Level).

Tutte le attrezzature sono duplicate eccetto i circuiti di binario, i motori delle casse di manovra degli scambi, eventuali segnali luminosi e le boe.

In caso di indisponibilità del sistema radio GSM-R, il segnalamento deve poter funzionare a livello ERTMS 1 senza segnalamento laterale: tale sistema sarà sovrapposto e trasparente rispetto al sistema principale di gestione della circolazione ERTMS 2.

Il sistema di “distanziamento di soccorso dei treni” sarà utilizzato nel caso in cui il sistema ERTMS 2 vada fuori servizio e consentirà ai treni di viaggiare in sicurezza a velocità massima di 150 km/h. Questo sistema è sempre attivo ma trasparente, durante il normale

esercizio, al treno, nel senso che le informazioni fornite ai treni saranno considerate non valide da bordo, se il livello ERTMS 2 funziona correttamente.

Da un punto di vista funzionale, si ipotizza il seguente scenario:

- In caso di fuori servizio del sistema ERTMS 2, tutti i treni si arrestano e rimangono in attesa di instaurare la nuova connessione.
- Dopo un tempo prefissato da regolamento, i treni avanzano con marcia a vista sino a leggere il primo punto informativo Imperativo (PI). I punti informativi sono costituiti da una coppia di boe installate al centro del binario, le quali provvedono a trasmettere informazioni a bordo treno.
- Dopo la lettura del primo PI valido, la marcia del treno in linea sarà regolata dalle informazioni fornite dai successivi PI e dalla logica trasmessa dai PI al sistema di bordo.

5.7.4 Sicurezza del sistema di telecomunicazioni

Tutte le apparecchiature relative alle telecomunicazioni sono duplicate con una sistema costituito da sezioni di 1600 m.

Il sistema è automaticamente riconfigurabile tramite telecomando dal PCC.

5.8 CONSIDERAZIONI RELATIVE ALL'AUTOSTRADA FERROVIARIA

5.8.1 Esercizio dell'Autostrada Ferroviaria (AF)

Il documento "Esercizio dell'Autostrada ferroviaria" costituisce l'aggiornamento dello studio svolto in APR a seguito:

- della definizione del nuovo tracciato definito nell'ambito dell'Osservatorio;
- della definizione del modello di esercizio nell'ambito dell'Osservatorio
- delle simulazioni effettuate per la nuova linea al fine di determinare la capacità e la griglia oraria
- degli approfondimenti effettuati da RFI per l'impianto intermodale di Orbassano

Il documento suddetto presenta:

- una sintesi relativa all'Autoroute Ferroviarie dei risultati già presenti in più documenti degli studi funzionali dell'APR/PR;
- l'analisi critica dei risultati dello studio APSS/PPS sulla base dei risultati degli studi funzionali (esercizio e sicurezza).

Lo studio effettuato tenendo in considerazione la nuova ubicazione del terminal lato Italia e del modello di esercizio sulla Nuova Linea, conferma come primo risultato un minor tempo di percorrenza per i treni di AF che si associa a una maggiore competitività del servizio ed una conferma del layout del terminal in termini di capacità.

Inoltre le verifiche effettuate hanno permesso di stabilire che la presenza di un cadenzamento a 20 minuti del servizio AF in partenza ma non strettamente in arrivo prevista dal modello di esercizio è compatibile con il dimensionamento del terminal tipo AF (studiato nell'ambito degli studi APSS), implementato da RFI nell'impianto di Orbassano, che può recepire i flussi AF con 4 binari di carico e scarico sia in regime normale sia degradato.

5.8.2 Principi di esercizio degradato dell' AF in caso di vento forte

Il degrado dell'esercizio in caso di vento forte interessa solo i treni di Autostrada Ferroviaria (AF) durante il loro passaggio nelle zone all'aperto.

Nel documento "Stabilité au vent des navettes AF/Stabilità al vento delle navette AF" rev. B del 23/11/2009 (codifica documento PP2-C2A-TS3-0009_NOT, cod. GED C2A-/-/-/05-00-00-10-12) si è aggiornato lo studio del 2005 in funzione del nuovo tracciato italiano, conservando l'impostazione metodologica. Le conclusioni dello studio del 2005 per la parte francese rimangono immutate.

Sulla base delle misure del vento si evidenzia che lato Italia la zona a rischio venti trasversali è quella compresa tra le pk 60+600 e 63+550 (Stazione Internazionale e Area di sicurezza e manutenzione di Susa). Sulla base dei dati meteorologici disponibili i casi di superamento dei valori ammissibili che comportano una riduzione di velocità da 120 km/h a 60 km/h delle navette dell'Autostrada Ferroviaria sono pari a circa 2 episodi per anno. Sulla base dei dati

degli ultimi 15 anni per il sito di Susa non si sono rilevati casi di velocità del vento tali da richiedere la sospensione del servizio di Autostrada Ferroviaria.

5.8.3 Livello sonoro dei treni dell' AF.

Il livello sonoro dei treni di AF dipende essenzialmente dalla modalità di frenatura dei vagoni porta-camion di cui sono formati. Inoltre, più i vagoni sono vuoti più sono rumorosi. Il tipo di apparato frenante e la proporzione di vagoni vuoti influiscono quindi sul dislivello sonoro.

La frenatura tradizionale, con pastiglie in ghisa, produce un livello elevato di rumore che può essere ridotto di 10 dBA, sia con l'uso di pastiglie composite, sia con freni a disco.

Nel documento “Bruit des navettes AF/Rumore delle navette AF” rev. D del 16/02/2010 (cod. doc. PP2-C2A-TS3-0002_NOT, cod. GED C2A_//_//_05-00-00_10-15) si sono verificate le prescrizioni della nuova Specifica Tecnica di Interoperabilità relativa al sottosistema «materiale rotabile-rumore» del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale, relativa alla Decisione della Commissione del 23 dicembre 2005 e proposti gli aggiustamenti che dovranno essere realizzati nella Revisione del Progetto Definitivo per garantire la conformità dei livelli di rumore con questa nuova normativa.

I livelli di rumore sonoro sono valutati ad una velocità di 80 km/h in base alla predetta Specifica.

La tabella sottostante riassume i risultati dello studio in accordo alla normativa suddetta per il rumore di transito e per le diverse tipologie di freno.

Le curve associate distinguono i livelli sonori delle locomotive, del veicolo Sonia e dei vagoni nel caso “ceppo di ghisa” e nel caso “disco”, su un treno carico all'80 %.

Navetta AF a 80 km/h		Tipo di freno sulla vettura SONIA e sui vagoni		
		Ceppo (Ghisa)	Disco	Soletta composita
Carico dei vagoni	Vagoni vuoti	97 dBA	87 dBA	88 dBA
	80% dei vagoni carichi	95 dBA	85 dBA	85 dBA
	100% dei vagoni carichi	93,8 dBA	84 dBA	84 dBA

5.9 MANUTENZIONE E RINNOVAMENTO

Le ipotesi di base per la manutenzione della NLTL sono riportate nella Consegna 38 Vol. 1 (“Ipotesi di base della manutenzione”, cod. doc. PP2-C30-TS3-0003_NOT, cod. GED C30_//_//_05-02-00_10-03) e Vol. 2 (“Manutenzione della parte comune”, cod. doc. PP2-C30-TS3-0060_NOT, cod. GED C30_//_//_05-02-00_10-04) e nella Consegna 43 (“Specifiche normative funzionali”, cod. doc. PP2-C30-TS3-0014_NOT, cod. GED C30_//_//_50-02-00_10-10).

5.9.1 Modalità e mezzi di manutenzione e rinnovamento

La necessità di manutenzione è basata sulla seguente classificazione:

- *Manutenzione preventiva*: manutenzione eseguita a intervalli predeterminati o in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre le probabilità di guasto o il degrado del funzionamento di un’entità (oggetto di manutenzione).
- *Manutenzione correttiva*: manutenzione eseguita a seguito della rilevazione di un’avarìa e volta a riportare un’entità nello stato in cui essa possa eseguire la funzione richiesta.
- *Rinnovamento*: un’azione intrapresa volutamente allo scopo di migliorare l’affidabilità e/o potenziare l’infrastruttura mediante interventi che incrementano il valore patrimoniale.

SOTTO SISTEMA	DIAGNOSTICA	MANUTENZIONE PREVENTIVA	MANUTEN. CORRETTIVA	RINNOV #. (ANNI)
IS (RBC, BOE, ACS, CdB CONCENTRATA)	COPERTURA COMPLETA	TRASCURABILE TEST	PROGRAMM.	DA 7 A 20
TLC (GSM-R, LD)	AMPIA COPERTURA	TRASCURABILE	PROGRAMM	DA7 A 20
LFM	AMPIA COPERTURA	ISPEZIONI MISURE	PROGRAMM.	DA 7 A 25
ALIMENTAZIONE ELETTRICA (SSE, LP)	CORRETTO FUNZIONAMENTO (NON DIAGNOSTICA)	ISPEZIONI MISUREON CONDITION	PROGRAMM	DA 7 A 30
ALIMENTAZIONE ELETTRICA (LC)	CORRETTO FUNZIONAMENTO (NON DIAGNOSTICA)	ISPEZIONI MISUREON CONDITION	NON PROGRAMM	DA 7 A 25
ALIMENTAZIONE ELETTRICA (TP)	AMPIA COPERTURA	TRASCURABILE	NON PROGRAMM	DA 7 A 20
ROTAIA E DEVIATOIO		ISPEZIONI MISUREON CONDITION	NON PROGRAMM	15
MASSICCIATA		VISITE MISURE	PROGRAMM	20
OO.CC.		VISITE MISUREON CONDITION	NON PROGRAMM	OO.CC.

5.9.2 Obiettivi di disponibilità dei sottosistemi e della linea

I valori di disponibilità relativi ai sottosistemi dovranno garantire una disponibilità totale della parte comune superiore a 0,995. Questo valore non tiene conto degli elementi relativi al materiale rotabile.

Ciò in quanto la definizione di disponibilità deve essere conforme alla norma EN 50126, ovvero:

“attitudine di un sistema, un sotto-sistema o di un’attrezzatura a essere in condizioni di assicurare una funzione richiesta in condizioni stabilite, ad un momento stabilito o durante un intervallo di tempo stabilito presupponendo che la fornitura dei mezzi necessari sia assicurata”.

Essa è applicabile alla capacità teorica disponibile che consiste nella capacità in tracce relative a un esercizio effettuato secondo le diverse ipotesi seguenti:

- 365 giorni/anno
- 20 ore/giorno
- con 12 tracce (standard) per ora e per senso.

Questa capacità teorica corrisponde a $365 \times 20 \times 12 \times 2 = 175200$ tracce per le due canne.

La perdita di capacità teorica si esprime dunque come tracce perdute. Una traccia è considerata come perduta se il tempo di percorso del treno supera di 5 minuti o più il suo tempo di percorso normale. Ciò equivale a 2,4 tracce perdute per giorno.

In riferimento agli esempi dell’alta velocità italiana e dell’Eurotunnel, può essere considerato come realistico per il presente progetto un obiettivo di disponibilità totale almeno del 99,5%, in linea con i benchmarking internazionali e coerentemente alle disponibilità prevista per ciascun sottosistema.

5.9.3 Politica della manutenzione degli impianti ferroviari e non ferroviari: coordinamento con le reti nazionali

Sono previste due basi di manutenzione a:

- Saint-Jean-de-Maurienne
- Susa.

Inoltre a Modane è previsto un binario tronco per la sosta di un piccolo treno cantiere.

Le basi di manutenzione sono dedicate alle operazioni di manutenzione per il tunnel di base e per il tunnel dell’Orsiera.

Non è esclusa la possibilità di utilizzare tali basi anche per le operazioni di manutenzione sulle reti RFI e RFF a condizione che le operazioni non siano contemporanee. Tale opportunità consentirebbe un contenimento dei costi di manutenzione.

5.9.4 Politica della manutenzione preventiva degli impianti non ferroviari

Gli interventi di manutenzione preventiva sulle apparecchiature previste in prossimità delle discenderie, essendo fuori dalla piattaforma ferroviaria, potranno avvenire durante l'esercizio ferroviario a condizione di non incidere sulla disponibilità delle attrezzature ferroviarie indispensabili all'esercizio ferroviario stesso.

Per le apparecchiature ubicate nelle gallerie, l'architettura del sistema è studiata in modo da prevedere gli eventuali interventi di manutenzione correttiva durante le ore di interruzione della circolazione programmate e in tutti i casi solo quando la circolazione è interrotta.

Tali prescrizioni permettono che la manutenzione delle apparecchiature non ferroviarie non infici la disponibilità della linea, che deve essere $> 0,995$.

La manutenzione preventiva è realizzata anche durante i periodi d'interruzione della circolazione.

5.9.5 Mezzi di manutenzione necessari alla parte comune LTF e alle reti contigue RFI e RFF

I mezzi di manutenzione necessari alla parte comune della sezione internazionale non sono dedicati alla stessa ma possono essere usati anche da impianti contigui appartenenti alle reti nazionali. Quest'uso è tuttavia ipotizzabile solo nel caso in cui questi mezzi non siano già impegnati in operazioni della stessa natura, che si effettuerebbero contemporaneamente nella parte comune e nella parte adiacente.

La variante di tracciato lato Italia prevede il riposizionamento della base di Manutenzione rispetto a quanto previsto dall'APR/PR.

Considerando le caratteristiche dell'organizzazione della manutenzione della tratta, la modifica della posizione della base di manutenzione lato Italia comporta il cambiamento di due principali fattori:

- la distanza tra le due basi di manutenzione
- la posizione della base di Susa che non è più in corrispondenza della fine della tratta.

Il cambiamento di questi due fattori ha comportato la verifica della validità delle ipotesi di spostamento ed intervento delle squadre di manutenzione e delle ipotesi di interruzione della tratta, tra i nuovi Posti di Servizio, per le operazioni di manutenzione preventiva da effettuare durante i periodi di interruzione.

Sulla base di tali considerazioni si può affermare che il nuovo assetto migliora l'accessibilità al Tunnel di Base per i mezzi di manutenzione.

Le verifiche sono state effettuate nel documento "Basi di manutenzione" che ha riconfermato le principali scelte effettuate nell'APR/PR e "Manutenzione e rinnovamento" in cui vengono aggiornati costi di manutenzione sulla base del nuovo tracciato considerato.

6 SINTESI DEGLI STUDI FUNZIONALI DI SICUREZZA

Questi studi, sono anch'essi un approfondimento ed una revisione in funzione della nuova configurazione progettuale delineata dall'Accordo di Pracatinat, degli studi funzionali condotti nelle fasi precedenti di progettazione, e forniscono i dati di ingresso per il progetto tecnico. Nella revisione però sono state messe in conto anche le prescrizioni del "1° rapporto congiunto del Comitato di Sicurezza e del gruppo di lavoro TS per la riunione della CIG del 11 maggio 2009", riprese nella versione n°22 dei "Criteri di Sicurezza" emesso dal gruppo di lavoro TS della CIG in data 29.03.2010

6.1 QUADRO REGOLAMENTARE DI RIFERIMENTO

Il quadro regolamentare in materia di sicurezza dell'esercizio ferroviario si propone di fornire le basi normative del progetto della tratta comune Italo-Francese secondo i seguenti obiettivi fondamentali:

- raccogliere le Norme francesi, italiane ed europee applicabili in fase di esercizio
- analizzare queste norme e, nel caso di divergenze, paragonarle mettendone in evidenza le differenze
- definire la natura e il contenuto del dossier di sicurezza.

La priorità di applicazione delle regole è la seguente:

- le direttive europee e le norme STI si applicano prioritariamente al progetto
- le regole dettate dalla CIG prevalgono sulle regole nazionali. La CIG può stabilire regole più restrittive delle direttive europee e delle norme STI, salvo che per il materiale rotabile
- in mancanza di direttive europee, di norme STI o di regole della CIG, la norma nazionale più restrittiva si applica, con riserva di verificare la coerenza dell'insieme delle disposizioni.

Le regole saranno le stesse sull'insieme della parte comune (cioè nel tunnel di Base, nel tunnel dell'Orsiera e nell'interconnessione con la linea storica).

Le disposizioni formalizzate nel "1° rapporto congiunto del Comitato di Sicurezza e del gruppo di lavoro TS per la riunione della CIG del 11 maggio 2009" sono state integrate nel quadro normativo del progetto. Esse riguardano principalmente i seguenti aspetti:

- riduzione dell'interasse tra i rami di collegamento tra le due canne della galleria in sezione corrente da 400 m a 333 m
- riduzione dell'interasse tra i rami di collegamento nelle aree di sicurezza sotterranee di La Praz e Clarea a 50 m
- aumento della larghezza (4,00 m invece di 2,40 m utili), dell'altezza (almeno 2,70 m) e della superficie (almeno 120 m²) dei rami di collegamento
- aumento della larghezza delle porte dei rami di collegamento (2,00 m invece di 1,40

- m) e modifica della loro resistenza al fuoco
- messa in conformità delle disposizioni relative alla ventilazione. In particolare “... il progetto deve prevedere la possibilità di alimentazione d’aria pura della canna non interessata dall’incidente verso l’interno del ramo in cui sostano i passeggeri, senza aprire totalmente la porta che dà sulla canna non interessata dall’incidente
- creazione di una galleria di raccolta dei viaggiatori nelle aree di sicurezza sotterranee di La Praz e Clarea, situata tra i due tunnel viaggiatori, sul modello di quella prevista nel PR/APR nell’Area di Sicurezza di Modane.

In conformità con quanto rilevato nel corso della riunione del gruppo GTS dell’aprile 2010 è stata presa in considerazione anche la modifica progettuale che concerne la ridefinizione delle funzionalità al piede della discenderia di Saint Martin La Porte.

6.2 GESTIONE DEGLI INCIDENTI

Lungo la tratta oggetto degli studi possono verificarsi due tipologie di eventi:

- eventi che non necessitano né un trattamento in urgenza né un’evacuazione immediata dei viaggiatori (guasto di un treno, ad esempio);
- eventi gravi che richiedono un trattamento immediato e un’evacuazione dei viaggiatori (esempio: incendio di un treno).

6.2.1 Incidente nel Tunnel di Base e dell’Orsiera

Se si verifica un incidente (diverso da un incendio) all’interno del tunnel di Base o del Tunnel dell’Orsiera, il treno coinvolto prosegue la sua marcia fino all’area di sicurezza più vicina compatibilmente con la natura dell’incidente accertato dal macchinista;

Qualora il treno incidentato non sia in grado di proseguire e debba fermarsi nel tunnel, verrà trainato da un altro treno al più tardi nel tempo previsto dalla STI SRT.

Nel caso eccezionale in cui non fosse possibile mettere in opera queste misure, le persone vengono evacuate nel tunnel nel modo seguente:

- Treni viaggiatori: le persone procedono all’evacuazione sotto la guida dal personale di bordo lungo il marciapiede adiacente al binario, quindi nei rami di collegamento (distanti, al massimo, 333 metri l’uno dall’altro) fino al marciapiede dell’altra canna, nella quale la circolazione dei treni sarà stata preventivamente fermata in corrispondenza dell’incidente. Le persone rimangono sotto il controllo del personale di bordo che si assicurerà della loro presa in carico da parte del treno di evacuazione. In questo modo nessuno camminerà in prossimità del treno di evacuazione nel corso del suo avvicinamento. In seguito le persone vengono fatte salire su un treno di evacuazione per essere condotte verso un’area di sicurezza ubicata all’esterno
- Treni merci: il personale di bordo sarà evacuato da un veicolo di soccorso (veicolo

bimodale, treno di soccorso)

- Treni d'AF: il veicolo automotore « SONIA », (Sistema Operativo Necessario in caso di Incidente dell'Autostrada ferroviaria), che trasporta gli autisti dei veicoli industriali, previsto in testa al treno, viene sganciato dal treno in modo automatico (o in modo manuale dall'interno del SONIA in caso di mancato funzionamento dell'automatismo) e raggiunge con i mezzi propri un'area di sicurezza dotata di binari di stazionamento. In caso di non funzionamento del veicolo automotore SONIA, gli autisti sono evacuati nel tunnel secondo la stessa procedura dei treni viaggiatori

Quando si utilizza un treno di evacuazione, la sua circolazione nelle vicinanze del punto dove si trovano le persone avviene a passo d'uomo ed il treno si ferma prima di raggiungere questa zona.

Gli elementi necessari sono forniti al macchinista dal PCC. Nel caso dell'evacuazione di un treno viaggiatori, le persone salgono sul treno di evacuazione sotto la guida del personale di bordo del treno sinistrato.

La STI "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del 20/12/2007 riporta nel § 2.2.3 che "una sosta prolungata (una sosta non programmata in tunnel una galleria, senza incendio a bordo, per una durata superiore ai 10 minuti) non costituisce, in sé stessa, un pericolo per i passeggeri e il personale. Tuttavia essa può dare adito a fenomeni di panico e portare ad un'evacuazione spontanea e non controllata che può esporre le persone ai pericoli tunnel presenti in una galleria. Devono essere previste misure dirette a tenere sotto controllo una situazione di questo tipo".

In questo caso saranno regolarmente fornite ai viaggiatori informazioni per mezzo del sistema di sonorizzazione del treno allo scopo di evitare qualsiasi movimento eventuale di panico.

6.2.2 Incidente nell'interconnessione

In corrispondenza dell'area di sicurezza di Chiusa San Michele è realizzata l'interconnessione (unicamente lato Lione). I binari di interconnessione, di lunghezza pari a circa 1.600 metri scorrono per circa 500 metri in galleria artificiale, e per la restante lunghezza in aria aperta. Essi sono posizionati tra i due binari della linea nuova ed esternamente rispetto ai binari della linea storica.

Se si verifica un incidente all'interno dell'interconnessione, il treno coinvolto prosegue la sua marcia sulla linea LTF o sulla linea RFI in funzione del senso di percorrenza verso l'aria aperta o verso l'area di sicurezza più vicina compatibilmente con la natura dell'incidente accertato dal macchinista;

Nel caso eccezionale in cui non fosse possibile mettere in opera queste misure e il treno debba arrestarsi nella parte coperta dell'interconnessione, saranno attivate le procedure di sicurezza per arresto in piena linea come descritto al successivo paragrafo "Procedure di evacuazione con arresto in piena linea".

6.2.3 Procedura generale in caso di incendio

Se si verifica un incendio all'interno del tunnel di Base o del tunnel dell'Orsiera, il treno coinvolto, sia esso viaggiatori o AF o merci, dovrà cercare per quanto possibile di proseguire la sua marcia fino all'area di sicurezza più vicina.

6.2.3.1 Procedura specifica in caso di incendio con trattamento nelle aree di sicurezza all'aperto

L'evacuazione avviene seguendo le seguenti procedure:

- 1.1. Il treno colpito da incendio (o il solo veicolo Sonia, nel caso di un incendio su un treno di AF) si ferma nell'area di sicurezza.
- 1.2. Nel caso di un treno viaggiatori, i passeggeri ed il personale di bordo scendono dal treno attraverso tutte le sue porte
- 1.3. Nel caso di un treno AF, i passeggeri ed il personale di bordo scendono dal veicolo SONIA
- 1.4. Nel caso di un treno merci, il (o i) macchinista (i) scende (no) dalla locomotiva

L'area di sicurezza di St-Jean-de-Maurienne è dotata di un binario di soccorso accessibile sia dalla parte comune che dalle parte nazionale (il tunnel di Rocheray a St-Jean-de-Maurienne).

L'area di sicurezza di Susa è dotata di un binario di soccorso accessibile dalla parte comune e, via strada, dalle due estremità.

Una volta scese sul marciapiede, le persone possono raggiungere una zona sicura distante dal focolaio dell'incendio e accessibile da ciascuna delle estremità del marciapiede. Le persone vengono poi accompagnate dai servizi di soccorso in un luogo dove sono prese in carico.

Una volta sul posto, i servizi di soccorso possono soccorrere i feriti e lottare contro l'incendio.

6.2.3.2 Procedura specifica in caso di incendio con trattamento nell'area di sicurezza in trincea aperta di Chiusa San Michele

L'area di sicurezza di Chiusa San Michele è ubicata all'aria aperta in trincea ad una profondità di circa 7 metri. L'evacuazione avviene seguendo le stesse procedure indicate al punto precedente.

Una volta scese sul marciapiede, le persone raggiungono la superficie attraverso le porte posizionate ogni 50 m che conducono alle vie di fuga mantenute in sovrappressione e dotate di scale. Sono inoltre previste rampe specifiche per le Persone con Mobilità Ridotta.

Una volta raggiunta la superficie, le persone possono raggiungere una zona sicura distante dal focolaio dell'incendio camminando su un vialetto che collega tutte le uscite delle scale e delle rampe. Questo vialetto sta all'interno della proprietà ferroviaria ed è collegato alla viabilità veicolare esterna a servizio del sito, all'area di triage ed alla piazzola per elicotteri. All'occorrenza un'ambulanza può percorrere il vialetto.

6.2.3.3 Procedure specifica in caso di incendio con trattamento in un'area di sicurezza sotterranea.

L'evacuazione avviene secondo le procedure seguenti:

Treni viaggiatori in un'area di sicurezza in Tunnel

Il treno viaggiatori con un incendio a bordo si ferma nell'area di sicurezza.

Viene azionata la ventilazione dell'area di sicurezza per l'evacuazione dei fumi.

I viaggiatori ed il personale di bordo escono da tutte le porte del treno ed entrano nei rami di collegamento (distanti 50 m l'uno dall'altro sulla lunghezza di 400 m) per accedere alla sala di accoglienza, in grado di contenere 1.100 persone. In questa sala le persone attendono l'intervento dei servizi di soccorso per essere evacuate.

Non appena possibile, i viaggiatori vengono fatti evacuare. Il principio previsto è che i feriti vengano fatti uscire all'esterno attraverso la discenderia usando veicoli stradali, per essere poi trasportati in ospedale su strada o con l'elicottero.

Le persone abili saranno portate all'esterno con un treno che circola nella canna sana.

Dopo l'evacuazione e se ritenuto utile, viene attivato il sistema di spegnimento per poter confinare l'incendio.

Treni Merci

Il treno merci su cui si sia verificato un incendio si arresta nell'area di sicurezza più vicina

Viene allora azionata la ventilazione per l'evacuazione dei fumi.

Nelle aree di sicurezza i macchinisti evacuano verso la sala d'accoglienza, per mezzo di un ramo di comunicazione.

Nel sito d'intervento i macchinisti entrano in un ramo di comunicazione, dove attendono l'arrivo di un veicolo di soccorso che verrà inoltrato nella discenderia.

Il sistema di attenuazione del fuoco, se è compatibile con la sostanza all'origine dell'incendio, viene azionato per limitare lo sviluppo dell'incendio prima dell'arrivo dei servizi di soccorso.

Treni d'Autostrada Ferroviaria

Il treno di AF si ferma in un'area di sicurezza. Il veicolo automotore di accompagnamento degli autisti (SONIA), che trasporta tutte le persone presenti sul treno, viene sganciato dal treno e raggiunge con i mezzi propri un'area di sicurezza all'esterno del tunnel.

Viene attuata la strategia di ventilazione idonea.

Nei casi eccezionali in cui il veicolo SONIA non potesse sganciarsi dal treno o non riuscisse a raggiungere l'area di sicurezza esterna i passeggeri saranno evacuati nell'area di sicurezza o nel sito di intervento in cui si trova il treno secondo la procedura indicata precedentemente per i treni viaggiatori.

Le persone del convoglio saranno dotate di maschere di auto-salvataggio.

Se ritenuto utile, il sistema di spegnimento a schiuma viene poi messo in servizio per delimitare l'incendio.

6.2.3.4 Procedure di evacuazione con arresto in piena linea

In caso di impossibilità di raggiungere uno dei luoghi privilegiati, il treno sinistrato si arresta in piena linea e scatta il dispositivo di evacuazione eccezionale.

Treni viaggiatori

Nel momento in cui ha la certezza di non poter raggiungere un'area di sicurezza, il macchinista provoca l'arresto controllato del treno, in modo tale che la motrice di testa si trovi nelle vicinanze immediate di un ramo di collegamento.

L'evacuazione avviene in modo organizzato, sotto il controllo del personale di bordo

Prima dell'evacuazione del treno, i viaggiatori sono informati con l'altoparlante del treno ed il personale di bordo li guida, all'interno del convoglio, fino alla porta del treno più distante dall'incendio.

Viene allora attuata la strategia di ventilazione idonea, a seconda della posizione dell'incendio (in testa, in mezzo o in coda al treno).

Su istruzione del PCC, il personale di bordo avvia l'evacuazione dei viaggiatori. Questi, sotto la guida del personale di bordo, utilizzano il marciapiede per raggiungere l'uscita di sicurezza più vicina.

Le persone non permangono nel ramo di collegamento: ma raggiungono immediatamente il marciapiede della canna sana dove la circolazione dei treni sarà stata preventivamente interrotta. Le persone rimangono sotto il controllo del personale di bordo che si assicurerà della loro presa in carico da parte del treno di evacuazione. Le due porte del ramo rimangono aperte durante il transito dei viaggiatori; il sistema di ventilazione garantisce, nel ramo, un'atmosfera senza fumo. Tuttavia, finché la circolazione dei treni non è arrestata nella galleria sana, le porte dei rami verso la canna sana rimangono chiuse.

Inoltre, in caso di ventilazione secondo la strategia della stratificazione le due porte del ramo non saranno aperte contemporaneamente. Ciò allo scopo di evitare la creazione di una corrente d'aria lungo il ramo stesso che potrebbe contribuire a deteriorare le condizioni di stratificazione nella canna incidentata.

Le persone sono quindi prese in carico da un treno di evacuazione per essere condotte in una delle aree di sicurezza.

I criteri di sicurezza dell'esercizio della CIG stabiliscono che "l'evacuazione dei passeggeri sino all'esterno o all'area di sicurezza debba essere effettuata in tempi compatibili con la loro sicurezza, tenuto conto della criticità della situazione" e raccomandano di non superare i 90 minuti.

Treni Merci

Viene attuata la strategia di ventilazione idonea per permettere l'evacuazione in condizioni accettabili.

Il macchinista o i macchinisti escono quindi nel tunnel verso il ramo di collegamento più vicino dove attendono l'arrivo dei soccorsi. I macchinisti portano le maschere di autosalvataggio.

In seguito, gli stessi saliranno su un treno di evacuazione (o su un treno viaggiatori, merci o d'AF) che circola nella canna sana per poi essere condotti verso un'area di sicurezza ubicata all'esterno.

Treni d'Autostrada Ferroviaria

Il veicolo automotore « Sonia » previsto in testa al treno, che trasporta tutte le persone presenti, si sgancia automaticamente dal treno, e raggiunge, con mezzi propri, un'area di sicurezza ubicata all'esterno del tunnel.

Viene attuata la strategia di ventilazione idonea.

Nel caso eccezionale in cui il veicolo SONIA non potesse sganciarsi dal treno, verrebbe attivata la strategia di ventilazione idonea a permettere l'evacuazione nel tunnel in condizioni accettabili.

Le persone presenti sul veicolo SONIA si avviano allora nel tunnel verso il ramo di collegamento più vicino per poi raggiungere la canna sana dove attendono i soccorsi.

Le persone verranno quindi prese in carico da un treno di evacuazione (o un treno viaggiatori o merci o di AF) che circola nella canna sana per essere portati in un'area di sicurezza ubicata all'esterno.

Caso particolare: Analisi delle procedure di evacuazione in caso di auto soccorso

In caso di incendio su un treno viaggiatori uno scenario di auto soccorso non guidato, attraverso tutte le porte del treno, è stato studiato nel 2008. Le simulazioni di evacuazione hanno mostrato che, alla luce delle condizioni ambientali in galleria (temperatura, tossicità, visibilità), potrebbero prodursi situazioni molto pericolose, aggravate dalla probabile diffusione di fenomeni di panico. E' quindi assolutamente conveniente evitare un'evacuazione spontanea nel tunnel in caso di incendio.

Tuttavia un autosoccorso non guidato potrebbe rivelarsi inevitabile. Sono stati previsti l riguardo una segnaletica di sicurezza, prevista anche dalla normativa, e l'utilizzo di apparati di comunicazione

6.2.3.5 Trattamento dei treni fermi dietro un treno incendiato

Appena scatta l'allarme, il PCC procede all'evacuazione dei treni fermi dietro il treno incendiato, ordinando un movimento di retrocessione verso binari liberi all'esterno del tunnel.

La distanza minima tra due treni è di 2.500 metri . Questa distanza è aumentata a 4.200 metri dietro e davanti ai treni che trasportano merci pericolose.

Per facilitare l'operazione, i binari di soccorso delle aree di sicurezza, ubicate all'esterno dei tunnel, sono mantenuti liberi da qualsiasi circolazione in modo permanente. Inoltre, è possibile far sostare sui binari dei siti di Saint-Jean-de-Maurienne e di Susa il massimo numero di treni che può essere necessario evacuare.

6.3 TRASPORTO MERCI PERICOLOSE

6.3.1 Generalità

Il trasporto di merci pericolose all'interno del tunnel rappresenta uno dei maggiori fattori di rischio per il verificarsi di incidenti con conseguenze fatali.

Quindi, per ridurre la possibilità di una collisione tra una parte di un treno con merci pericolose e una parte del tunnel o della galleria artificiale sono certamente necessari:

- la manutenzione regolare dei tunnel e degli impianti
- rilevamento di sagoma a monte dei tunnel
- la minimizzazione della probabilità di deragliamenti mediante sistemi di rilevamento a monte e all'interno dei tunnel
- il rilevamento di un guasto meccanico che possa provocare deragliamenti
- il rilevamento di boccole calde
- il rilevamento della presenza di ruota deragliata o di qualsiasi altra parte del treno che si trascini al di sotto del piano del ferro
- la presenza di una guida che permetta di indirizzare un treno merci o AF in seguito ad un deragliamenti, in modo da impedire che i vagoni possano ribaltarsi.

Gli incidenti in galleria derivanti da una collisione tra un vagone/camion e una parte del tunnel devono essere evitati per mezzo di manutenzione preventiva e, in particolare, per mezzo di ispezioni e verifiche degli impianti. L'organizzazione della manutenzione preventiva è descritta nella Consegna CIG n° 38.

6.3.2 Distanze di sicurezza

Per impedire decessi tra i passeggeri di un treno che segue, è necessario imporre le seguenti misure nei tunnel a doppia canna e nelle sezioni in galleria artificiale:

- una distanza minima di 4.200 m tra un treno che trasporti merci pericolose di tipo B o C e un treno viaggiatori / un treno di AF (sulla base degli effetti generati da un'esplosione)
- una distanza minima di 2.500 m tra un treno AF che trasporti merci pericolose di tipo B e un treno viaggiatori o un treno di AF (sulla base degli effetti generati da un'esplosione di una nube di gas)
- una distanza minima di 3.500 m tra un treno AF che trasporti merci pericolose di tipo C e un treno viaggiatori o un treno di AF (sulla base degli effetti generati da una fuga tossica)
- una distanza minima di 3.500 m tra un treno merci o AF che trasporti merci pericolose di tipo D e un treno viaggiatori o un treno di AF (sulla base degli effetti generati da un incendio).

Nel caso di accettazione di merci pericolose di tipo B, C, o D, il segnalamento non autorizza quindi, in assenza di un sistema automatico di riconoscimento del tipo di MP,

l'avvicinamento in tunnel al di sotto della distanza di 4.200 m per i treni che trasportano merci pericolose.

6.3.3 Accettazione del trasporto di Merci Pericolose del gruppo B nei treni AF

Alla luce delle probabilità di un'esplosione e della presenza degli autisti dei mezzi pesanti nel veicolo SONIA, solo due soluzioni possono assicurare che non possa verificarsi uno scenario catastrofico (con caratteristiche di gravità e frequenza tali da posizionarlo, nell'analisi dei rischi, nella zona inaccettabile):

- impedire le merci esplosive del gruppo B nei treni AF
- fare in modo che il transito di un treno AF con merci esplosive di categoria B si faccia senza la contemporanea presenza degli autisti dei mezzi pesanti

La scelta sarà fatta dal Gestore dell'Infrastruttura

6.3.4 Esplosimetri

Allo scopo di evitare un incidente legato alla presenza di gas esplosivi si consiglia¹ l'installazione di esplosimetri nel tunnel e prima dell'ingresso in tunnel per rilevare fughe di gas esplosivo. La distanza tra il rilevatore e l'ingresso della galleria deve permettere al treno che segue di fermarsi in un'area di sicurezza all'aperto (St. Jean de Maurienne, Susa o Chiusa S. Michele) in caso di rilevamento di una fuga di gas pericolosa. Le posizioni di installazione degli esplosimetri saranno definite in modo da rendere possibile tale funzionalità in coerenza con le modalità di esercizio.

6.3.5 Sistema di ventilazione

L'installazione di un sistema di ventilazione (meccanico) in grado di influire sulla velocità e sulla direzione di propagazione delle nubi tossiche nei tunnel a doppia canna permette di minimizzare gli effetti di una nube tossica (provocata da un liquido o un gas tossico) o di un incendio importante. Questo sistema è esteso anche ai tratti in galleria artificiale. Un setto di separazione stagno deve, in queste ultime, separare i due sensi di marcia in modo da impedire che un evento in un senso di circolazione abbia ripercussioni sull'altro senso.

6.3.6 Equipaggiamento dei macchinisti

I macchinisti dei treni merci sono muniti di dispositivi per consentire l'auto soccorso che permettono loro di raggiungere un luogo sicuro (si veda la STI SRT).

6.3.7 Evacuazione dei liquidi tossici

Per minimizzare gli effetti di una nube pericolosa dovuta alla fuga di un liquido tossico si prevede di limitare al massimo la superficie della vasca raccogliendo il liquido nel sistema di evacuazione. Occorre limitare la superficie della vasca ad un valore pari alla massima superficie ammessa per la pozza di un liquido infiammabile.

Il sistema di evacuazione deve separare le merci pericolose versate dalle acque di infiltrazione nei tunnel.

Per minimizzare gli effetti di un incendio (dovuto al liquido infiammabile), in particolare per limitarlo ad una potenza di 100MW, riteniamo necessario limitare la superficie della pozza a 50m².

Per evitare un effetto domino si e' previsto un sistema di drenaggio che non permetta la diffusione del liquido infiammabile sotto ai vagoni non incidentati.

6.4 SICUREZZA DELL'AUTOSTRADA FERROVIARIA

6.4.1 Veicolo SONIA

Fin dall'inizio degli studi di sicurezza del progetto è stata evidenziata la seguente esigenza funzionale: i passeggeri e il personale dei convogli AF devono essere raggruppati in un modulo che deve essere in grado di staccarsi dal resto del convoglio in caso di incendio su quest'ultimo e le cui capacità di trazione (prestazione e autonomia) devono essere tali da permettergli di uscire dalla galleria.

Il veicolo SONIA (Sistema Operativo Necessario in caso di Incidente dell'Autostrada ferroviaria) è un veicolo che trasporta gli autisti dei veicoli industriali trasportati dal convoglio di AF. Per evitare vittime nel veicolo SONIA in caso di incidente su un treno di AF è necessario sganciare il veicolo SONIA al più presto dopo la rilevazione dell'incidente ed isolarlo dall'atmosfera esterna.

6.4.2 Trazione multipla

In caso di utilizzo di sistemi a trazione multipla è necessario effettuare le seguenti considerazioni.

E' previsto che i convogli di AF (750 m) circolino con due locomotive, anche se la potenza necessaria potrebbe essere fornita da una sola di esse (tipo BB36000 o E402B). Ciò garantisce una elevata disponibilità in quanto una locomotiva può intervenire in soccorso all'altra.

Si privilegerà il sistema del posizionamento di entrambe le locomotive in testa al convoglio, in modo che la trazione multipla non comporti problemi alla sicurezza per perdita della sincronizzazione degli ordini di trazione e frenatura.

:

6.4.3 Verifiche all'imbarco

Le ispezioni sui treni prima della loro partenza dovranno essere rinforzate su alcuni punti.

In particolare sarà necessario verificare lo stato e il fissaggio dei teloni. In assenza di tetto questa misura di prevenzione è il solo modo di riduzione del rischio d'interazione tra un telone e la catenaria.

Allo stesso modo dovrà essere verificato su ogni lato il bloccaggio dei mezzi pesanti sui convogli.

6.5 VENTILAZIONE

6.5.1 Le « strategie » di ventilazione

Il sistema di ventilazione deve permettere:

- di facilitare l'evacuazione delle persone mantenendo condizioni accettabili di visibilità, temperatura e tossicità lungo le vie di fuga verso le zone sicure;
- di mantenere le zone sicure libere da fumi;
- di facilitare l'intervento dei servizi di lotta contro l'incendio mantenendo condizioni accettabili (visibilità, temperatura, tossicità) lungo il percorso di accesso all'incendio.

Questi obiettivi si applicano indipendentemente dal tipo di treno (viaggiatori, merci, AF) coinvolto dall'incendio e indipendentemente dal luogo in galleria in cui il treno si arresti (area di sicurezza o sezione corrente).

Il raggiungimento di questi obiettivi può essere realizzato attraverso tre diverse "strategie" di ventilazione che sono descritte nel seguito.

La velocità critica

Nel caso generale di scenario di incendio su un treno di autostrada ferroviaria o merci, oppure sulla motrice di testa o di coda di un treno viaggiatori, si applica la strategia della "velocità critica". La velocità critica è la velocità longitudinale dell'aria nel tunnel che permette di garantire che, per un incendio di una data potenza, tutti i fumi siano spinti da una sola parte rispetto al punto dove si è verificato lo stesso incendio, a prescindere dalle condizioni nel tunnel (ventilazione naturale, effetto pistone residuo, ecc.). In questo modo, è meccanicamente garantito che la parte opposta sia libera da prodotti della combustione.

La velocità critica aumenta con la potenza dell'incendio. E' dell'ordine di 3 m/s per un incendio con potenza di 15 MW ed è compresa tra 3,5 m/s e 3,6 m/s per un incendio con potenza uguale o superiore a 200 MW.

La stratificazione

Nel caso molto particolare in cui il fuoco si produca in posizione intermedia di un treno viaggiatori e conduca all'arresto del treno in tunnel (in un'area di sicurezza, nel sito di intervento o in piena linea), è stata esaminata una strategia di « stratificazione ».

Essa consiste nel garantire una velocità nulla o pressoché nulla dell'aria in corrispondenza dell'incendio per consentire la stratificazione dei fumi, cioè il confinamento degli stessi sotto la volta del tunnel, la cui parte inferiore rimane libera dai fumi, permettendo l'evacuazione delle persone in condizioni di sicurezza accettabili.

Gli studi condotti fino ad oggi mostrano che questa strategia permetterebbe di assicurare la sicurezza dei passeggeri. Tuttavia sussistono ancora dubbi sulla fattibilità operativa di questa strategia, è quindi stata esaminata una strategia alternativa di diluizione.

La diluizione

La diluizione consiste nel ventilare il tunnel in corrispondenza del treno in fiamme con una velocità dell'aria sufficientemente alta per diluire i fumi ed i gas tossici fino ad un livello inferiore alle soglie di sopravvivenza.

Anche in questo caso, tuttavia, sussistono dubbi sulla fattibilità di questa strategia, con le nuove soglie di sopravvivenza proposte in seguito all'esperienza dell'incendio del Monte Bianco.

6.5.2 Le fasi di controllo del movimento dei fumi

Si devono considerare due fasi di controllo del movimento dei fumi:

- La fase d'evacuazione (o fase di auto soccorso): la ventilazione deve permettere ai passeggeri di raggiungere i rami pressurizzati in condizioni compatibili con il loro spostamento, senza l'assistenza dei servizi di soccorso, ma inquadrati dal personale di bordo del treno, qualificato per questa operazione;
- La fase di lotta antincendio: la ventilazione deve permettere ai servizi di soccorso di iniziare la lotta antincendio. Questa fase può essere avviata solo al termine della fase di evacuazione. Le manovre dei pompieri si devono svolgere, poi, al riparo dai fumi.

6.5.3 Le ipotesi di base: soglie di sopravvivenza

Le soglie di sopravvivenza in un'atmosfera riempita di fumo dipendono da numerosi parametri :

- la distribuzione delle concentrazioni di fumi e gas tossici prodotti dall'incendio (CO, HCN, HCl, CO₂) e degli altri prodotti chimici significativi ai fini del rischio (difetto di O₂, particolato) all'interno della galleria e loro andamento nel tempo;
- la distribuzione delle temperature all'interno della galleria ed il loro andamento nel tempo; in particolare lungo i percorsi di esodo;
- la distribuzione dell'irraggiamento termico all'interno della galleria ed il suo andamento nel tempo.
- la valutazione delle capacità di esodo degli indicatori, definiti dosi frazionali inabilitanti (fractional effective dose), secondo la norma ISO 13571, "Life threat of fires – Guidance on the estimation of time available for escape using fire data", per ogni parametro sia di rischio chimico (concentrazioni di sostanze tossiche, irritanti, nonché dell'ossigeno, ai fini della valutazione della ipossia) sia di rischio termico (temperature dei gas e dell'aria, valori di irraggiamento termico ai quali le persone sono esposte in galleria).

Questi parametri devono essere associati alla durata di permanenza in una tale atmosfera.

A questo si aggiunge un criterio di sicurezza globale stabilito dalla CIG che fissa a 90 minuti il tempo massimo per le persone per raggiungere o un luogo sicuro all'esterno delle canne o la sala di accoglienza delle aree di sicurezza.

Viene generalmente considerato che in assenza di una definizione precisa delle sostanze nell'incendio, la soglia di sopravvivenza può essere fissata con la sola considerazione delle temperatura.

6.5.4 Le ipotesi di base: la potenza del fuoco

Le potenze nominali prese in considerazione nel quadro degli studi sono:

- *Treno di Viaggiatori : 15 MW*
- *Treno di Merci o di AF : 100 MW*

Effetti della ventilazione sulla potenza del fuoco

I risultati delle prove al fuoco realizzate da LTF hanno dimostrato una forte influenza della velocità dell'aria sulla potenza del fuoco.

Le prove di incendio realizzate da LTF al CSTB, su scala 1/3, stimano che il coefficiente di proporzionalità raggiunge un valore massimo di circa 2, corrispondente ad una velocità dell'aria di 6 m/s, velocità ritenuta nell'ambito della strategia alternativa della diluizione. Per una velocità di 3 m/s, velocità corrispondente sensibilmente alla strategia della velocità critica, il coefficiente di proporzionalità è 1,70.

In queste condizioni, la potenza massima dell'incendio è di 30 MW per un treno passeggeri e di 170 MW per un treno merci o di AF.

6.5.5 Applicazione delle strategie di ventilazione

La tabella seguente descrive la strategia da applicarsi in funzione del tipo di treno e della posizione del fuoco nel treno.

Tipo di Treno	Posizione del fuoco	Strategia di controllo dei fumi
Treno merci (M) o di autostrada ferroviaria (AF)		Velocità critica: La velocità longitudinale imposta è pari alla velocità critica, il senso è scelto in modo da allontanare i fumi dalle persone.
Treno viaggiatori (V)	Motrice di testa	Velocità critica: Il sistema di ventilazione del tunnel è gestito in modo da spingere i fumi alla velocità critica verso la testa del treno.
	Motrice intermedia al treno	<p>La scelta non e' facilmente individuabile. Si possono prospettare due scenari. La scelta finale dovrà essere fatta dal gestore.</p> <p>Soluzione di riferimento – Stratificazione: Il sistema di ventilazione del tunnel è gestito in modo da mantenere sotto controllo la condizione di velocità nulla in corrispondenza del focolaio.</p> <p>Soluzione alternativa- Diluizione Il sistema di ventilazione del tunnel è gestito in modo da diluire i fumi con una velocità dell'aria di 6m/s nel senso di circolazione iniziale del treno</p>
	Motrice di coda	Velocità critica: Il sistema di ventilazione del tunnel è gestito in modo da spingere i fumi alla velocità critica verso la coda del treno.

Una volta conclusa l'evacuazione delle persone, può iniziare la fase di lotta antincendio con, da un lato, l'attuazione del sistema di attenuazione (solo in caso di arresto in area di sicurezza sotterranea) e l'eventuale adeguamento del sistema di estrazione dei fumi e, dall'altro, l'azione dei servizi di soccorso e l'uso dei sistemi antincendio.

Durante la fase di lotta all'incendio la gestione della ventilazione viene adeguata in funzione delle necessità dei servizi di soccorso.

6.5.6 Altre funzioni del sistema di ventilazione del Tunnel di Base

Oltre le funzioni di base garantite dal sistema di ventilazione in situazione d'incendio (controllo dei fumi, nell'ambito della strategia presa in considerazione, ed estrazione dei fumi), il sistema di ventilazione deve assolvere altre funzionalità:

- Pressurizzazione della canna sana / ventilazione dei rami di collegamento;
- Assenza di ricircolo fumi agli imbocchi;
- Protezione delle aree di sicurezza sotterranee;
- Ventilazione delle discenderie.

6.6 ORGANIZZAZIONE DEI SOCCORSI

6.6.1 Mezzi di primo e di secondo intervento di soccorso nel tunnel

I mezzi di **primo intervento** sono costituiti dal personale di bordo dei treni viaggiatori e dagli agenti di sicurezza dipendenti dal Gestore (minimo due agenti per il versante italiano e due per il versante francese),.

Gli agenti di sicurezza possono essere agenti di manutenzione dell'esercente appositamente formati per svolgere una funzione di sicurezza. In caso d'incendio, sono incaricati di mettere fuori tensione le linee di contatto in situ secondo le modalità definite. Questa azione è preliminare a qualsiasi intervento di soccorso. Essi realizzano un primo attacco del focolaio mediante mezzi di estinzione appropriati, prima dell'arrivo dei mezzi di secondo intervento. Sono dotati di veicoli leggeri per poter eseguire l'intervento.

I mezzi di **secondo intervento** sono costituiti fondamentalmente da mezzi pubblici di soccorso francesi e italiani, dotati di personale e di materiale specifico alle proprie mansioni, e completati da mezzi d'intervento classici utilizzati quotidianamente dai vari servizi.

Consentono di garantire una risposta operativa che, in funzione dell'entità del sinistro, potrebbe essere completata con mezzi particolari richiesti dai servizi di soccorso, soprattutto per quanto riguarda le merci pericolose oppure gli incidenti ferroviari.

L'entrata in regime dell'insieme del dispositivo di soccorso, pubblico o privato che sia, deve essere oggetto di redazione di un piano di soccorso binazionale in cui sono definite:

- Le mansioni di ciascun servizio pubblico o privato,
- La nozione di competenza territoriale,
- L'organizzazione della catena di comando,
- La gestione delle crisi.

6.6.2 Accesso dei servizi di soccorso ai tunnel

I servizi di soccorso accedono ai tunnel attraverso gli imbocchi dei tunnel e le discenderie.

Gli **imbocchi** di Saint-Jean-de-Maurienne e di Susa nonché quelli delle quattro discenderie sono attrezzati in modo da permettere il parcheggio dei mezzi di soccorso (area di parcheggio di 500 m² circa), la selezione e le prime cure dei feriti e la loro evacuazione.

Nelle vicinanze di ognuno di essi si trova una zona per l'atterraggio dell'elicottero.

Le **discenderie** assicureranno il transito dei veicoli di soccorso nelle due direzioni, anche

utilizzando delle zone di incrocio distribuite lungo la discenderia. Esse permettono la circolazione dei mezzi di soccorso stradali (autopompe, ambulanze o altri): le corsie consentono la circolazione di veicoli di un larghezza di 2 m e di un'altezza di 3,4 m.

A livello del tunnel, le discenderie sono dotate di una zona di parcheggio e di inversione di marcia dei veicoli.

Le discenderie sono tenute al riparo dai fumi tramite pressurizzazione.

Le **Aree di sicurezza** sono concepite per un intervento rapido dei soccorsi e sono ubicate a livello del tunnel al fondo delle discenderia. Esse consentono:

- l'accesso a piedi alla sala di accoglienza
- l'accesso diretto, a piedi, dei servizi di soccorso alle estremità del marciapiede, alla testa e alla coda dei treni, attraverso rami riservati a tale uso (due rami spaziati di 400m per accedere alla testa e alla coda di un treno viaggiatori e due rami spaziati di 750m per accedere alla testa e alla coda di un treno merci o AF)
- il passaggio su di un marciapiede allargato a 3 m per agevolare la fuga dal treno e/o il movimento dei servizi di soccorso lungo il treno.

6.6.3 Veicoli di Soccorso

In caso di incidente o di incendio i servizi di soccorso del gestore o dei servizi nazionali dispongono di vari mezzi e possibilità d'intervento.

I mezzi di soccorso specifici per la NLTL saranno costituiti principalmente da:

- treni per l'evacuazione delle persone (uno a Susa e uno a Saint-Jean-de-Maurienne);
- treni di soccorso, per l'intervento dei servizi di soccorsi nazionali (1 a Susa e 1 a Saint-Jean-de-Maurienne);
- veicoli bimodali, per l'intervento rapido dei servizi di soccorso (uno a St.-Jean-de-Maurienne, uno a Modane, uno a Susa e uno a Sant'Antonino).

6.7 SPECIFICHE DI COMUNICAZIONE

6.7.1 Gestione degli impianti - Organizzazione

I sistemi di telecomunicazione sono fatti in modo da assicurare la gestione completa della linea LTF da parte di un PCC centrale o/e (in seguito ad abilitazione) da un PCC secondario.

La ripartizione dei locali di ogni PCC prevede una sala di crisi dove sarà possibile gestire e controllare (in seguito ad abilitazione) tutte le operazioni di urgenza.

Tutti gli operatori presenti nel PCC e incaricati della gestione ferroviaria e elettrica possono comunicare con il personale dell'esercizio (compreso il personale a bordo dei treni) e di manutenzione.

I sistemi di telecomunicazione permettono la Gestione Tecnica Centralizzata (GTC) completa degli impianti a partire dal PCC principale o/e (in seguito ad abilitazione) da un PCC secondario.

Sono previste delle postazioni presso il PCC e delle postazioni decentralizzate agli imbocchi delle discenderie e nelle aree di sicurezza, dedicate permanentemente alla sicurezza. Le postazioni previste presso il PCC devono permettere il collegamento con i servizi di sicurezza civili esterni al gestore dell'infrastruttura. Al contrario una parte delle postazioni decentralizzate dovranno essere sempre abilitate e dedicate per controlli specifici, mentre le postazioni rimanenti saranno attive unicamente in caso di urgenza.

La sicurezza attiva e passiva di persone, mezzi e infrastrutture è assicurata con l'aiuto di mezzi audio e video previsti e installati in modo adeguato e per mezzo della messa a disposizione nell'infrastruttura di telecomandi, segnali di allarme inviati da apparati situati lungo la linea.

6.7.2 Rete di telefonia fissa

Gli operatori incaricati della gestione hanno accesso ai mezzi di telecomunicazione di cui hanno bisogno per lo svolgimento dei propri compiti.

Sono previsti:

- telefoni lungo la linea per il personale di manutenzione sul campo.
- un sistema telefonico (TUE) che assicura la possibilità di comunicare da tutti i punti chiave del collegamento LTF (compresi i locali tecnici, i rami di collegamento e i tunnel) sia in caso di urgenza sia in esercizio normale.
- una postazione dedicata al sistema telefonico (TUE), sorvegliata in permanenza, che permette di chiamare una postazione in modo selettivo, di rispondere e identificare le chiamate in entrata, di trasferire le chiamate verso reti esterne (GSM-R, ...).
- una seconda rete telefonica (TA) che risponde alle esigenze normali dei preposti. Essa è equipaggiata di apparecchi distribuiti in modo capillare, con caratteristiche e

prestazioni almeno equivalenti a quelle offerte dalle centrali PBX installate nelle stazioni RFF e RFI limitrofe. La struttura di questa rete deve permettere l'integrazione di nuovi servizi.

6.7.3 Rete telefonica mobile

Gli operatori nazionali di telefonia mobile potranno garantire la copertura radio delle zone coinvolte dal passaggio dei treni a condizione che le operazioni di installazione, di manutenzione e di servizio non interferiscano con le infrastrutture e i servizi ferroviari.

Gli operatori pubblici di telefonia mobile potranno condividere, nelle stesse condizioni sopra ricordate, gli elementi radianti (cavi radianti e/o antenne) nelle gallerie.

6.7.4 Rete telefonica mobile terra-treno

Per permettere la comunicazione radio di servizio e gestione terra-treno (RST), l'infrastruttura è dotata dei sistemi tecnici necessari, in conformità alle norme europee in vigore.

I limiti della rete GSM-R non sono facilmente identificabili e definibili e dovranno quindi essere oggetto di ulteriori approfondimenti in fase di progettazione definitiva. In questa fase di progetto preliminare sono fornite unicamente indicazioni e raccomandazioni.

Le diverse possibilità di comunicazioni per mezzo del sistema GSM-R sono le seguenti:

- conversazione tra operatore PCC e personale sul treno.
- conversazione in modo diretto (DM) tra il personale sul treno
- conversazione tra il treno e le squadre di manutenzione in campo
- conversazione tra squadre di manutenzione sul campo
- conversazione tra un portatile GSM-R con un telefono della rete fissa del gestore o con un telefono della rete pubblica (fisso o portatile)
- conversazione tra un portatile GSM-R e un telefono portatile TETRA o TETRAPOL
- sonorizzazione di una zona per mezzo di un portatile GSM-R
- sonorizzazione delle vetture di un treno viaggiatori da parte dell'operatore PCC

6.7.5 Sistema di sonorizzazione

E' possibile la diffusione di messaggi sonori nelle zone predefinite a partire dalle postazioni abilitate del sistema telefonico TUE.

I rami di comunicazione, i tunnel e tutte le aree tecniche sono coperte da un sistema di diffusione sonora.

I messaggi o i segnali di allarme possono essere inviati, in seguito ad abilitazione, anche a partire dalle diverse postazioni al PCC e messaggi diversi possono essere inviati in diverse zone contemporaneamente.

6.7.6 Sistema di videosorveglianza

Tutte le zone di accesso alle gallerie, alle discenderie, i rami di comunicazione, i marciapiedi, le porte di soccorso e, in linea generale, tutti i luoghi sensibili / strategici sono coperti da un sistema di videosorveglianza, antivandalico, con lo scopo della sicurezza delle persone, delle infrastrutture e dei mezzi.

La videosorveglianza è gestita dal PCC. Una parte della sorveglianza (in particolare la gestione in caso di urgenza) potrà essere trasferita dal PCC verso altre postazioni. Dal PCC o da una postazione analogica sarà ugualmente possibile autorizzare la visualizzazione di immagini selezionate nelle postazioni decentralizzate.

La sorveglianza dei convogli è realizzata costantemente e continuamente a partire da postazioni dedicate.

Le immagini di tutte le telecamere sono registrate permanentemente mediante registratori digitali.

6.7.7 Rete informatica

Tutta la linea del gestore della parte comune è equipaggiata da una infrastruttura di rete fissa (STF), in grado di supportare i servizi multimediali disponibili.

6.7.8 Radio per l'esercizio

E' prevista l' installazione di una rete radio TETRA dedicata alla sicurezza e alla manutenzione.

6.7.9 Infrastrutture di trasmissione

I canali nelle bande di frequenza 80 MHz, 400 MHz e la telefonia mobile saranno trasmessi tramite cavo fessurato. Nelle gallerie i cavi fessurati saranno disposti in segmenti da circa 500 m alimentati da ripetitori ogni circa 1000 m, con la possibilità di eseguire automaticamente accoppiamenti inter-segmenti per ovviare all'avaria di un ripetitore o all'interruzione in un punto del cavo stesso.

I canali dei servizi pubblici francesi saranno trasmessi sul territorio italiano fino all'area di sicurezza di Susa, zona in cui si trova il PCC.

I canali dei servizi pubblici italiani saranno trasmessi sul territorio francese fino all'area di sicurezza di St.-Jean-de-Maurienne, zona in cui si trova il PCC.

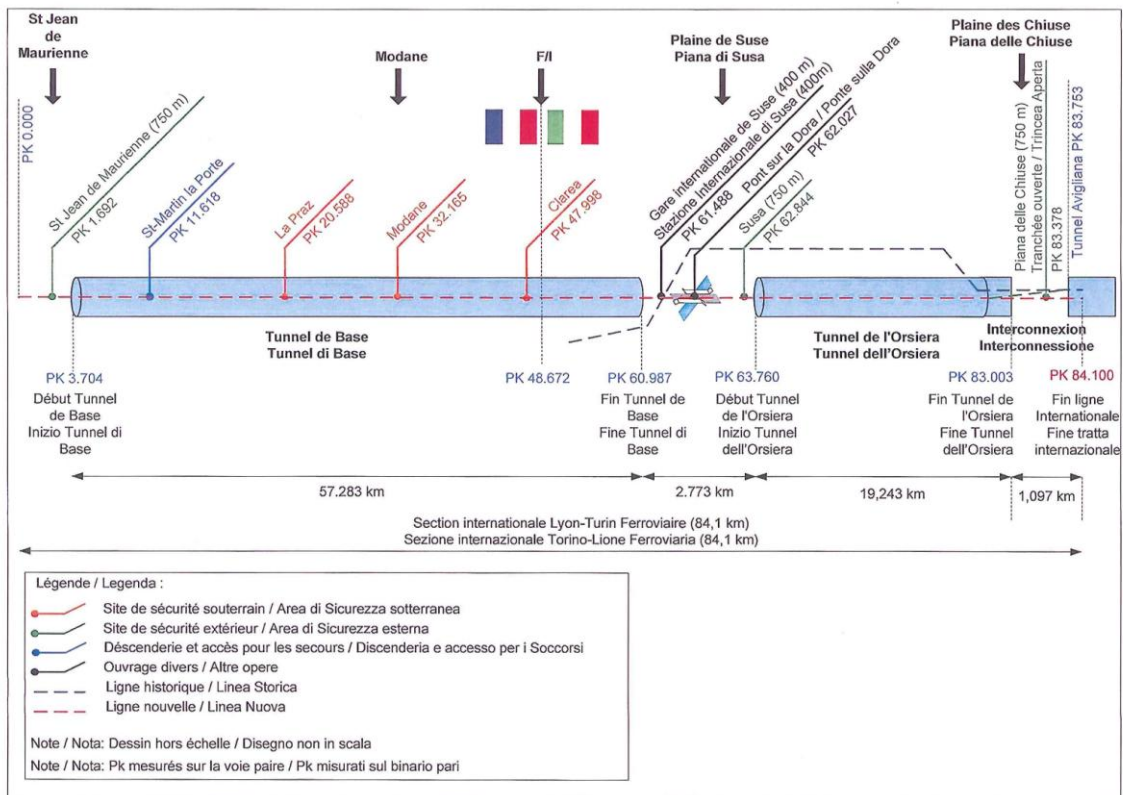
6.8 SPECIFICHE FUNZIONALI DELLE AREE DI SICUREZZA

Il trattamento degli incidenti (compresi gli incendi) è organizzato in luoghi dedicati definiti come “Aree di Sicurezza” destinate a tutti i tipi di treni (treni viaggiatori, Autostrada Ferroviaria e treni merci) e che permettono in particolare l’evacuazione di un treno viaggiatori.

Le procedure di sicurezza prevedono che, in caso di incidente all’interno del tunnel, il treno coinvolto cerchi di proseguire la sua marcia verso l’area di sicurezza più vicina (treni viaggiatori, merci o AF).

Il progetto comprende la realizzazione di Aree di Sicurezza esterne (St-Jean-de-Maurienne, Susa), un’area di sicurezza in trincea aperta nella Piana delle Chiuse, Aree di Sicurezza sotterranee (Modane, La Praz e Clarea).

Nelle figure seguenti sono riportati gli schemi del posizionamento delle Aree di Sicurezza lungo la tratta LTF.



SCHEMA TRATTA INTERNAZIONALE

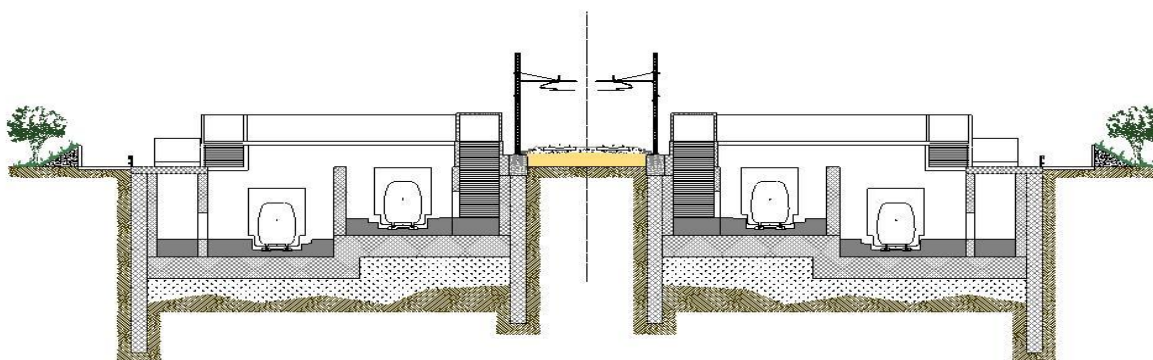
6.8.1 Aree di Sicurezza all'aperto

I treni sinistrati che raggiungono l'esterno saranno trattati nelle aree di sicurezza all'aperto. Tali aree comprendono:

- una banchina larga 3 m (su una lunghezza di 750 m) per l'evacuazione delle persone dal treno incidentato
- installazioni antincendio alimentate dal relativo impianto
- piattaforme accessibili ai veicoli di soccorso e di servizio
- possibilità di inserimento del veicolo bimodale su entrambi i binari di corsa nei due sensi di marcia
- sistema di drenaggio dei liquidi pericolosi con un serbatoio di contenimento da 120 m³
- un'area per l'atterraggio degli elicotteri.

6.8.2 Area di Sicurezza in trincea aperta nella Piana delle Chiuse

L'Area di Sicurezza della Piana delle Chiuse presenta caratteristiche particolari dovute al suo inserimento in una trincea con profondità di circa 8 metri. Questa situazione non permette di considerarla alla stregua delle aree di sicurezza all'aperto realizzate al piano campagna.



L'Area di Sicurezza è dotata di un marciapiede di soccorso lungo ciascuno dei binari principali. Questo marciapiede si trova sul lato esterno di ogni binario.

Una volta scese sul marciapiede, le persone raggiungono la superficie attraverso le porte posizionate ogni 50 m che conducono alle vie di fuga mantenute in sovrappressione e dotate di scale. Sono inoltre previste rampe specifiche per le Persone a Mobilità Ridotta.

Una volta raggiunta la superficie, le persone possono raggiungere una zona sicura distante dal focolaio dell'incendio. Le persone vengono poi accompagnate dai servizi di soccorso in un luogo dove sono prese in carico.

Una volta sul posto, i servizi di soccorso possono soccorrere i feriti e lottare contro l'incendio.

L'ingresso dei soccorsi verso i marciapiedi potrà avvenire mediante due rampe di scale (diverse da quelle utilizzate per l'evacuazione delle persone) posizionate con interdistanza di 750 m alle estremità dei marciapiedi.

I veicoli stradali dei servizi di soccorso possono arrivare in prossimità immediata dei marciapiedi di soccorso mediante 2 rampe carrabili di larghezza pari a 3,5 m posizionate a ogni estremità del marciapiede.

L'Area di Sicurezza della Piana delle Chiuse dispone quindi di due binari di soccorso comprendenti ciascuno:

- Un marciapiede di soccorso per l'evacuazione dei viaggiatori di lunghezza minima pari a 400 m e 3 m di larghezza; i viaggiatori (validi o feriti) possono evacuare il marciapiede attraverso le porte di collegamento (ogni 50 m) verso le uscite di sicurezza (in sovrappressione);
- Una zona di trattamento dei treni merci e di autostrada ferroviaria su una distanza di 750 m con un marciapiede di 3 m di larghezza.

Sui binari di soccorso non è programmato nessun arresto di treni in esercizio normale in modo da garantire che il binario sia libero in caso di incidente.

L'Area di Sicurezza della Piana delle Chiuse è dotata di:

- Impianto idrico antincendio;
- Sistema di ventilazione per mantenere in sovrappressione le uscite di sicurezza;
- Sistema di illuminazione;
- Sistema di drenaggio liquidi pericolosi con un serbatoio di contenimento da 120 m³.
- Area di atterraggio per l'elicottero
- possibilità per i veicoli bimodali di inserirsi sui binari alle estremità dei marciapiedi
- installazioni di sorveglianza con teletrasmissione al PCC.

6.8.3 Aree di Sicurezza sotterranee

Le Aree di Sicurezza sono progettate per accogliere qualsiasi tipo di treno: viaggiatori, AF e Merci. Esse comprendono una serie di dispositivi per favorire l'evacuazione rapida e la messa in sicurezza delle persone nonché il controllo dell'incendio:

- marciapiede con una larghezza di 3 m (su 750 m) per facilitare l'evacuazione da tutte le porte del treno e l'accesso dei soccorsi
- rami di comunicazione con la "sala di accoglienza" (luogo sicuro) ogni 50 m su una lunghezza di 400 m (ossia in corrispondenza della fermata di emergenza del treno)

viaggiatori)

- accesso attraverso i rami ad una sala di accoglienza in sovrappressione per 1.100 persone (capacità massima prevedibile in futuro per un treno viaggiatori)
- locali e impianti di medicalizzazione
- sistema di ventilazione (estrazione intensa dei fumi)
- dispositivi antincendio rinforzati: sistema di riduzione della potenza dell'incendio per impianto di spegnimento su una lunghezza di 750 m
- opere di accesso dei servizi di soccorso dalle discenderie
- accesso delle squadre di soccorso indipendente dall'evacuazione dei viaggiatori
- possibilità per i veicoli bimodali di inserirsi sui binari alle estremità dei marciapiedi
- rete idrica antincendio
- sistema di drenaggio liquidi pericolosi con un serbatoio di contenimento da 120 m³
- sistema di illuminazione
- installazioni di sorveglianza con teletrasmissione al PCC.

6.8.4 Discenderie

Le discenderie sono le vie di accesso dall'esterno alle Aree di Sicurezza in sotterraneo ma hanno anche altre funzioni. Esse servono per:

- accesso dei veicoli di soccorso ed evacuazione dei feriti gravi
- passaggio dei condotti di ventilazione/estrazione fumi in fase di esercizio e di costruzione
- accesso di cantiere (conduzione delle macchine di scavo-smarino).

Per poter assolvere a tali compiti rispettano le seguenti specifiche:

- criteri definiti dalla CIG nel documento “Criteri di sicurezza per l'esercizio – soluzione progetto globale – versione 22” (dimensionamento per la circolazione dei veicoli di manutenzione e di soccorso, possibilità di punti di incrocio visibili da entrambe le parti, con una spaziatura massima di 400 m, illuminazione, pendenza massima: 12%).
- velocità dei veicoli limitata a 50 km/h
- raggio minimo in piano di 130 m
- raggio minimo del profilo longitudinale 1000 m (convesso) e 500 m (concavo)

6.9 SPECIFICHE FUNZIONALI DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI DI SICUREZZA

6.9.1 Impianto antincendio

6.9.1.1 Rete antincendio

La rete antincendio permette ai pompieri di disporre di una quantità d'acqua sufficiente per lottare efficacemente contro un incendio su un treno viaggiatori, merci o di Autostrada Ferroviaria. Essa è installata nei luoghi seguenti:

- in sezione corrente nel Tunnel di Base, in quello dell'Orsiera e nell'Interconnessione
- nelle aree di sicurezza sotterranee
- nelle aree di sicurezza esterne
- nelle stazioni di St.-Jean-de-Maurienne e Susa

Il sistema di estinzione manuale fornisce 2 x 120 m³/h di acqua a pressione tra 6 e 10 bar su due lance ed è composto da Serbatoio d'acqua, Stazione di pompaggio, Condotta idrica ed Idranti.

6.9.1.2 Sistema di attenuazione dell'incendio

I sistemi di attenuazione sono installati nei luoghi dedicati all'intervento su un treno incidentato in sotterraneo e cioè nelle aree di Sicurezza sotterranee (La Praz, Modane, Clarea)

Il sistema di attenuazione è composto da Serbatoio d'acqua, Stazione di pompaggio, Valvole e Rete di diffusione

Le esigenze funzionali prevedono che un sistema telecomandato:

- controlli il fuoco e eviti una sua propagazione o un suo sviluppo
- protegga la struttura del tunnel raffreddando il calore emesso dall'incendio
- permetta ai soccorsi di avvicinarsi all'incendio assorbendo la diffusione del calore emesso dall'incendio
- prevenga il rischio di BLEVE
- abbia l'autonomia di 2 ore
- rimanga operativo nell'atmosfera del tunnel
- sia compatibile con la presenza di persone

6.9.1.3 Riserve d'acqua e loro alimentazione

I serbatoi destinati ai sistemi di attenuazione possiedono riserve d'acqua per un funzionamento ottimale dell'impianto su una durata di 2 ore. Oltre questa durata l'estinzione è assicurata dai servizi di soccorso con mezzi manuali. Questi impianti non richiedono dunque una rialimentazione dei propri serbatoi.

La rialimentazione dei serbatoi destinati alla rete idrica antincendio può essere fatta solo per permettere una durata di funzionamento estesa dell'impianto.

I serbatoi sono provvisti di indicatore di livello che permette al PCC la gestione a distanza dei volumi d'acqua disponibili localmente.

6.9.2 Dispositivo di raccolta delle merci pericolose

Il dispositivo di raccolta delle merci pericolose è previsto nei seguenti siti:

- in sezione corrente nel Tunnel di Base, in quello dell'Orsiera e nell'Interconnessione
- nelle aree di sicurezza sotterranee
- nelle aree di sicurezza esterne
- nelle stazioni di St.-Jean-de-Maurienne e Susa

6.9.3 Specifiche funzionali per i sistemi di rilevamento delle anomalie nei treni

Per assicurare la sicurezza nei tunnel si prevedono:

- misure preventive che permettono di rilevare un'anomalia o un incidente per evitare che questo evento comporti conseguenze gravi e comprometta la sicurezza nei tunnel
- l'installazione di impianti che permettano la lotta contro gli effetti di un incidente nel caso in cui non si sia riusciti ad evitarlo. Questi impianti devono assicurare una buona sicurezza durante l'evacuazione dei treni e delle persone dalla zona pericolosa.

E' di fondamentale importanza gestire gli incidenti prima che il treno penetri all'interno di un tunnel. Nel caso in cui un problema si presenti mentre il treno si trova all'interno di una galleria esso dovrà cercare di raggiungere l'area di sicurezza o il sito di intervento più vicini.

La tabella seguente riassume le tipologie di incidente che devono essere rilevate e i mezzi di rilevamento adottati.

Item	Tipo di incidente	Mezzo di rilevamento
1	un treno non segue la sua tabella oraria e la sua velocità obiettivo	Le installazioni di sicurezza ferroviaria, ERTMS nel caso della tratta LTF, che assicurano la sicurezza della marcia dei treni, la gestione della loro interdistanza, l'individuazione precisa della loro posizione.
2	un treno si ferma in tunnel	Come sopra
3	un treno deraglia	Rilevatore di deragliamento installato al livello dei binari
4	un treno emette fumo	Rilevatori di fumo. Diverse tecnologie possono essere proposte (rilevatori a raggi infrarossi, videocamere associate al trattamento digitale delle immagini, ...) in funzione della posizione di installazione (in tunnel o all'aperto)
5	un treno è incendiato (motrice, vagone o carro)	Rilevatori di calore, cavi termometrici, videocamere termiche e trattamento digitale delle immagini
6	un treno fuoriesce dalla sagoma	Misuratori di sagoma di tipo laser, rilevatori di oggetti che si trascinano a terra
7	Un treno emette gas tossici	Rilevatori di gas
8	un treno lascia fuoriuscire liquidi tossici o merci pericolose	Rilevatori di liquidi nei canali di raccolta
9	un treno ha un asse che si scalda eccessivamente	Rilevatori di scatola calda mediante videocamera termica e trattamento digitale dell'immagine

E' necessario **rilevare l'arresto di un treno e la sua posizione**. Il sistema ERTMS (tramite GSM-R e localizzazione per segnale) connesso al PCC e accoppiato con la rete di videocamere può permettere di localizzare l'arresto di un treno con precisione inferiore ai 400 m. Questa precisione è necessaria per identificare i rami più vicini per l'evacuazione e per programmare l'intervento dei soccorsi. La localizzazione precisa permette inoltre di scegliere la strategia di ventilazione adatta in caso di incidente.

Se un **incendio si sviluppa prima dell'ingresso in tunnel** è necessario individuarlo allo scopo di evitarne l'ingresso in sotterraneo. E' necessaria quindi l'installazione di un portale termografico prima degli imbocchi delle gallerie (è necessario che il treno possa fermarsi prima di entrare in galleria in caso di rilevamento di incendio).

E' necessario rilevare **il mancato rispetto della sagoma** prima dell'ingresso del treno in tunnel.

E' necessario prevedere un **sistema di guida di deragliamento** che permetta di guidare un treno merci e di AF in seguito al deragliamento e impedire che i vagoni oscillino (i marciapiedi possono assolvere questa funzione).

Il **rilevamento delle perdite di merci pericolose** dovrà essere effettuato mediante ispezione del treno (merci e AF). Dovranno essere inoltre ispezionati i teloni sui treni di AF.

E' necessario **rilevare** il più rapidamente e il più velocemente possibile un **incendio** sia all'interno del tunnel (posizione del treno nel tunnel) sia all'interno del treno (posizione dell'incendio nel treno). Pertanto i seguenti rivelatori devono essere collegati al sistema ERTMS ed alla rete TVCC, in modo da permettere una rapida e precisa localizzazione dell'incendio:

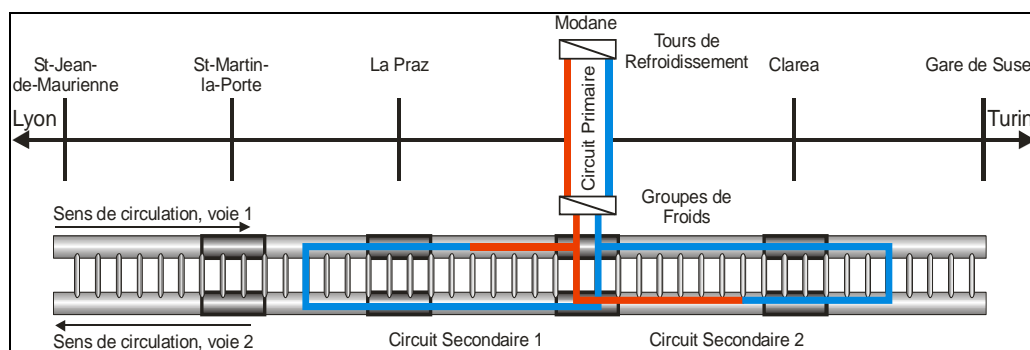
- rilevatori di fiamma (in ogni canna)
- rilevatori di fumo (in ogni canna)
- rilevatori di calore (in ogni canna)
- rilevatori di scatola calda prima dell'ingresso in tunnel e prima degli scambi nel tunnel
- esplosimetri per il rilevamento di gas infiammabili.

Sarebbe auspicabile rilevare la presenza di liquidi pericolosi (infiammabili e tossici) ma ad oggi non esistono sistemi robusti ed efficaci che permettano il rilevamento di tutti i liquidi pericolosi (infiammabili o tossici) del RID e dell'ADR. I rischi dovuti alla perdita di liquidi pericolosi sono limitati grazie alla rete di drenaggio dei tunnel.

6.9.4 Specifiche funzionali per il sistema di raffreddamento

Le simulazioni numeriche realizzate a partire dai dati disponibili hanno mostrato che le temperature massime raggiunte nelle due canne del Tunnel di Base oltrepassano i 32°C , limite massimo ammissibile per la gestione del tunnel.

Il sistema di raffreddamento, previsto per il Tunnel di Base, è composto da una torre di raffreddamento situata in cima alla discenderia di Modane, da gruppi di freddo installati al piede della discenderia e da un doppio circuito di tubi d'acqua refrigerata nel tunnel secondo lo schema riportato nella figura successiva.



SCHEMA DEL SISTEMA DI RAFFRESCAMENTO

Un sistema analogo è utilizzato con successo per raffreddare il Tunnel sotto alla Manica.

Il sistema di raffreddamento è composto principalmente da:

- produzione di freddo centralizzata in una caverna tecnica situata ai piedi della discenderia della stazione di Modane
- un circuito primario situato tra il piede della discenderia e l'esterno, che permette il trasferimento del calore con l'esterno mediante torri di raffreddamento
- due circuiti secondari situati in tunnel: un primo anello in direzione Ovest e un secondo anello in direzione Est. Essi permettono di raffreddare le due canne

La circolazione dell'acqua nei due circuiti è assicurata da pompe di diverso tipo (portata variabile e costante). I gruppi di freddo permettono di effettuare il trasferimento del calore dal circuito secondario (a bassa temperatura) verso il primario (a temperatura più elevate).

7 IL PROGETTO PRELIMINARE 2010 : LE OPERE CIVILI

7.1 ASPETTI GENERALI

Il progetto è stato sviluppato con i criteri illustrati al Capitolo 3 ed a esso si rimanda per puntuali chiarimenti. E' però importante fare notare che il presupposto principale da cui si è partiti è che non esiste a priori un tracciato della linea predefinito che debba essere sviluppato dal punto di vista tecnico, ma solamente un corridoio di riferimento scaturito in sede di Osservatorio Tecnico della Torino-Lione e denominato « Accordo di Pracatinat » del 29/6/2008.

A partire di qui, dopo aver approfondito le problematiche tecniche e funzionali connesse e, contestualmente, aver approfondito la conoscenza del territorio e dell'ambiente, ivi compresa la definizione di un modello geologico ed idrogeologico preliminare di riferimento, sono state valutate le ricadute sul territorio e sono state definite delle possibili alternative locali che, in qualche modo, risolvono, o comunque riducono, le criticità evidenziate.

Ovviamente le alternative comportano a loro volta delle criticità in termini di impatto sul territorio, che vengono evidenziate in modo compiuto ed esaustivo.

Il complesso di quest'analisi costituisce i contenuti del “Dossier Guida” del Progetto Preliminare. A conclusione di questa fase di screening si sono messe a confronto le alternative ipotizzate tramite un'analisi multicriteria, la quale è in grado di mettere in evidenza quale alternativa ottenga il miglior punteggio in un mix di parametri tecnici, funzionali, territoriali, ambientali di costi e di tempi di realizzazione. Questo risultato ha fornito ai Decisori gli elementi fondamentali per la scelta del tracciato definitivo, oggetto degli sviluppi progettuali successivi.

7.1.1 Il « Dossier Guida »

Il Dossier Guida del Progetto Preliminare è costituito da un insieme organico di documenti propedeutici allo sviluppo del progetto stesso, e ha dato evidenza delle modalità con cui recepire vengono recepite nel Progetto Preliminare le Specifiche progettuali dell'Osservatorio Torino-Lione del 4/02/09, in funzione delle caratteristiche tecniche e funzionali che il progetto deve avere e del contesto territoriale ed ambientale in cui esso risulta inquadrato.

L'area di studio in territorio italiano finalizzata ad accogliere le varie, possibili alternative di tracciato, si estende tra i territori comunali di Giaglione a ovest e Chiusa di S. Michele a est, nella media Valle di Susa, e costituisce un corridoio di circa 4 km di larghezza, in accordo con l'ipotesi di corridoio scaturita dall'Accordo di Pracatinat del 29/06/2008 (il c.d. “Corridoio di Riferimento”).

7.1.1.1 Stato iniziale dell'ambiente

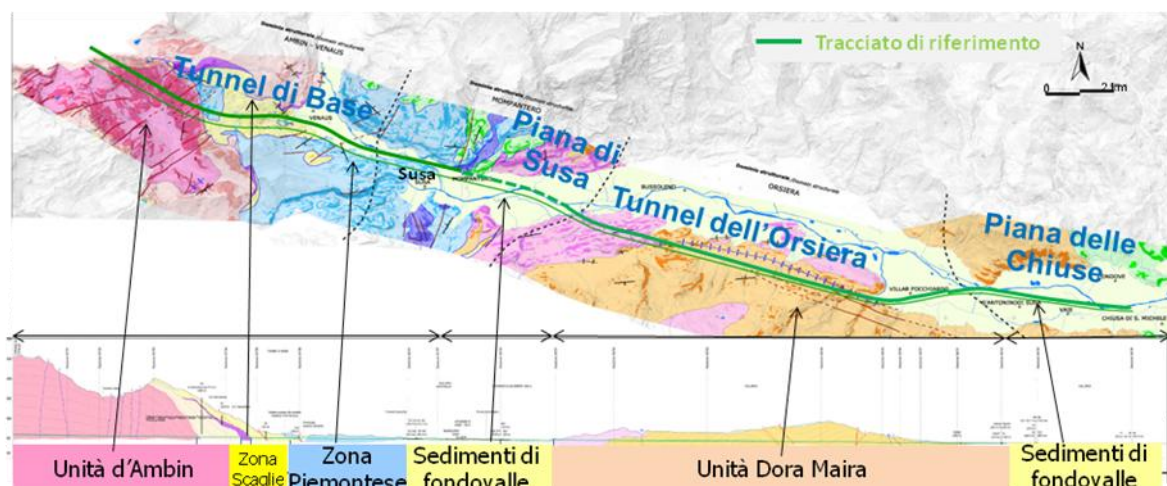
Nell'ambito del Dossier Guida è stato definito innanzi tutto il quadro conoscitivo per quanto concerne la geologia, la geomeccanica, l'idrogeologia ed in generale le varie componenti ambientali, ed è stato quindi costituito il primo tassello di "Stato" iniziale dell'ambiente.

La composizione dello stato attuale si è principalmente basata sui seguenti dati:

- Esiti del censimento dati ambientali e geologici (LTF dicembre 2008-marzo 2009).
- Esiti dei primi sopralluoghi e dell'acquisizione di materiale documentale aggiornato svolto da TSE3 nei mesi di giugno e luglio 2009.
- Previsione dei dati che si sarebbero resi successivamente disponibili per integrare ed aggiornare il lavoro in fase di progettazione preliminare.

7.1.1.2 Modello geologico e idrogeologico

Il modello geologico di riferimento è stato definito su un corridoio di 4 km in modo da coprire tutte le possibili alternative. Sotto il profilo geologico, l'area in esame si caratterizza per la presenza di affioramenti riferibili a formazioni rocciose appartenenti alle unità strutturali che compongono l'edificio alpino. In particolare, procedendo da Est verso Ovest, nel settore in esame si incontrano elementi riferibili alle seguenti unità: Unità di Ambin, Zona a scaglie tettoniche, Unità di Puys-Venaus, Zona Piemontese, Unità Dora Maira.



Di particolare importanza risultava essere l'individuazione di zone potenzialmente critiche sotto il profilo del rischio di presenza di minerali asbestiformi e di quello dovuto alle emissioni radioattive. Con riferimento al rischio amianto l'unico settore potenzialmente interessato è quello costituito dalle rocce ofiolitiche dell'unità oceanica della Zona Piemontese, affioranti nel settore di Mompantero.

La caratterizzazione idrogeologica prodotta ha permesso di raggruppare le differenti litologie previste lungo il tracciato in complessi idrogeologici caratterizzati ciascuno da comportamento idrogeologico omogeneo ovvero da un solo tipo di permeabilità (primario o secondario) che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto. Il grado di permeabilità è stato attribuito in funzione del grado di fratturazione dell'ammasso sia in

condizioni standard di fratturazione che in condizioni particolari ovvero lungo le zone di faglia e le zone di più intensa fratturazione.

7.1.1.3 Corridoio di riferimento del Progetto Preliminare

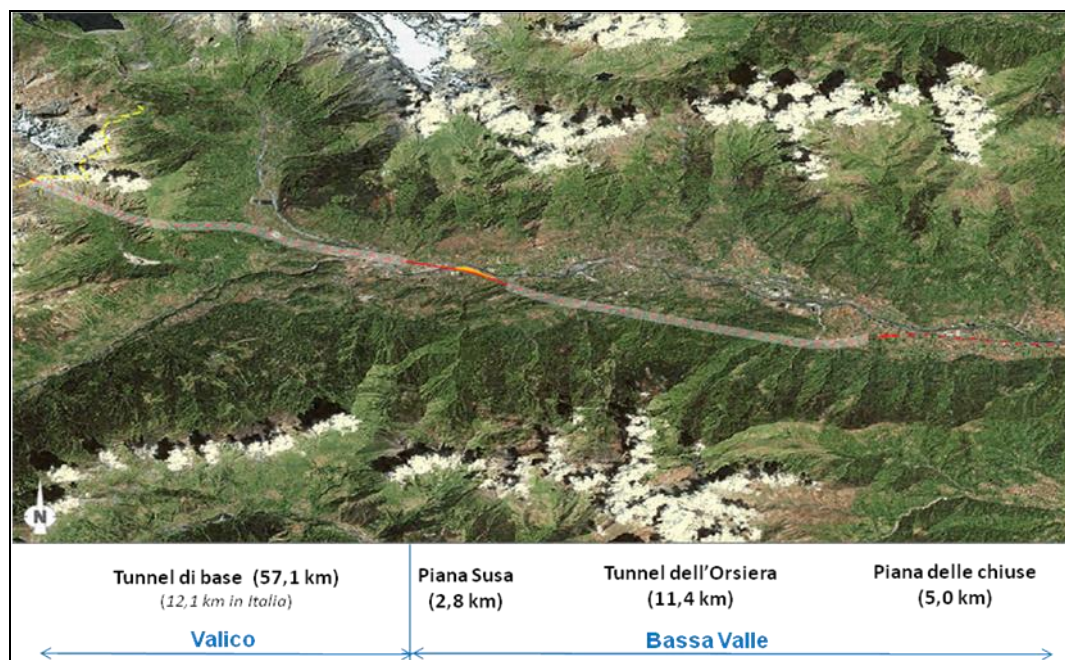
In questo contesto, ed in conformità con le Specifiche Progettuali dell'Osservatorio Torino-Lione, le varie alternative di tracciato sono state studiate tenendo in conto:

- dell'invarianza del tracciato della tratta in territorio francese, già in possesso di Dichiarazione di Pubblica Utilità (DUP). Il punto di partenza è costituito dallo studio di prefattibilità LTF 2008, in corrispondenza del Confine di Stato. Una modesta variazione altimetrica è richiesta dallo sviluppo del progetto dell'area di Sicurezza di Val Clarea e relativo accesso.
- della presenza degli impianti idroelettrici di Pont Ventoux nel tratto italiano del Tunnel di Base;
- dell'esigenza di realizzare la Stazione internazionale di Susa, l'Area di Sicurezza ed il fascio binari di servizio con relativi fabbricati ed impianti ferroviari nella Piana di Susa;
- dell'esigenza di realizzare l'Area di Sicurezza a servizio del Tunnel dell'Orsiera e della galleria RFI nella Piana delle Chiuse;
- dell'esigenza di interconnettere la linea storica con la nuova linea nella zona delle Chiuse;
- del collegamento con il progetto che RFI sta eseguendo per la tratta italiana (Piana delle Chiuse - Orbassano – Settimo Torinese).

Nell'ambito dell'Osservatorio Tecnico, con l'accordo di Pracinat del 2008 è stato identificato un corridoio di riferimento nella parte italiana della tratta internazionale; esso è stato suddiviso in tratte omogenee, in modo tale da poter analizzare le eventuali criticità per giungere, dopo una Analisi Multicriteri, ad un tracciato condiviso. Tali tratte sono:

- Tunnel di Base (profondo da confine di Stato a Pont Ventoux e tratta iniziale da Pont Ventoux a Susa)
- Piana di Susa
- Tunnel dell'Orsiera
- Piana delle Chiuse.

In figura è rappresentata la parte italiana della tratta internazionale del corridoio, con l'individuazione delle tratte omogenee.



7.1.1.4 Alternative di tracciato proposte dallo Studio “Polinomia”

Nel corso del 2008 lo Studio Polinomia ha fornito un servizio di consulenza per la linea ferroviaria Torino-Lione per conto della Comunità Montana Bassa Valle di Susa e Val Cenischia ed ha avanzato delle ipotesi progettuali contenute in un documento intitolato “FARE – Ferrovie Alpine Ragionevoli ed Efficienti . Verso un assetto territoriale sostenibile per la Valle di Susa e la Val Sangone”; la Comunità Montana Bassa Valle di Susa e Val Cenischia ha reso disponibile il 30 dicembre 2009 tale documento, al cui interno, dopo un'introduzione che analizza il contesto socio-economico e territoriale del progetto, sono illustrate alcune opzioni di tracciato.

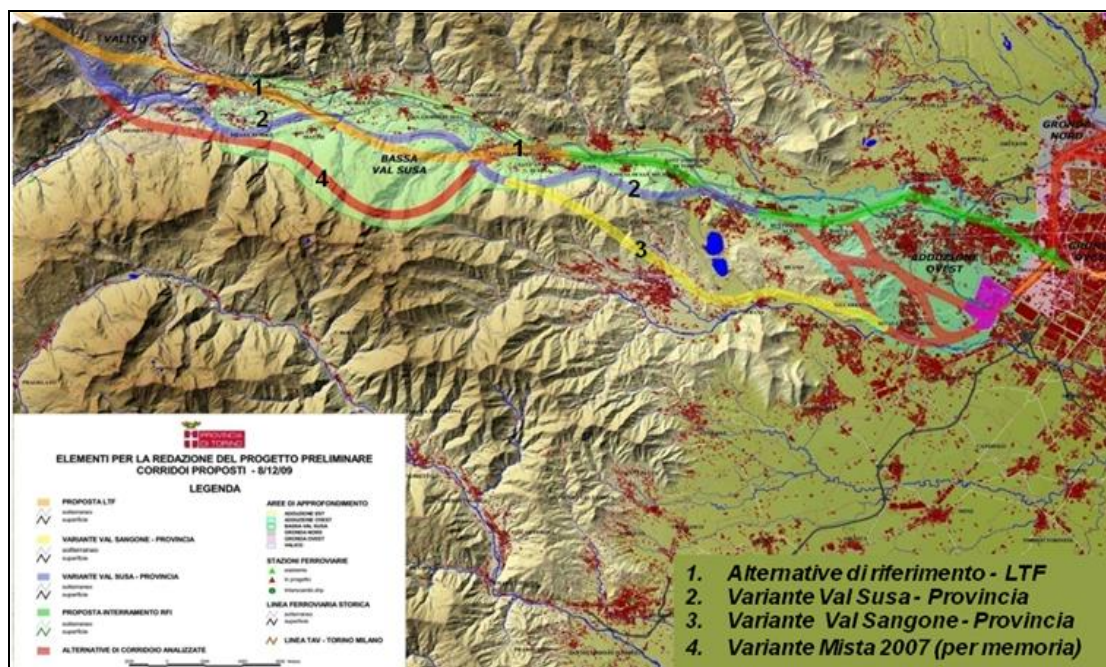
I tracciati considerati sono stati:

- n. 2 tracciati in sinistra orografica della Dora (galleria laterale o tracciato a mezza costa)
- n. 3 tracciati centrali (affiancamento alla linea storica, interrimento sotto la linea storica o affiancamento all'autostrada)
- n. 3 tracciati in destra orografica della Dora (galleria laterale, tracciato a mezza costa, galleria sotto l'Orsiera in direzione Val Sangone).

Questi tracciati erano combinati con 3 ipotesi di stazioni (Bussoleno, Susa Autoporto e Susa Centro) e con 4 ipotesi di imbocco del Tunnel di Base (Val Cenischia, Autoporto Susa, località Maddalena e Gorge della Dora).

7.1.1.5 Alternative di tracciato proposte dalla Provincia di Torino

La Provincia di Torino ha proposto alcune alternative al tracciato di riferimento: in particolare ha elaborato due ipotesi: Variante Val Susa e Variante Val Sangone.



PROPOSTE DELLA PROVINCIA DI TORINO (08/12/09)

7.1.1.6 Alternative di tracciato individuate in fase di revisione del Progetto Preliminare

LTF ha sviluppato nell'ultimo scorcio del 2008 e nei primi mesi del 2009 un **tracciato preliminare di riferimento** inserendolo nel corridoio individuato nell'Accordo di Pracinat. Tale tracciato di riferimento ha origine al confine di stato, salvaguardando il tratto in territorio francese, e si sviluppa in galleria profonda con andamento sinuoso, sottopassando la centrale di Pont Ventoux, la Valle Cenischia, la Città di Susa, sbucando poi all'aperto nella Piana di Susa nei pressi dell'area SITAF. Il tracciato prosegue in galleria sotto l'Orsiera, presenta un tratto in trincea aperta in territorio di Villar Focchiardo dove è ubicata l'area di sicurezza, ritorna in galleria nella zona di Sant'Antonino ove è previsto un complesso insieme di gallerie artificiali per la nuova linea, l'interconnessione con la linea storica, l'interramento della stessa e la nuova stazione di Sant'Antonino lungo la linea storica.

Il raggruppamento TSE3 ha condotto, nel periodo giugno 2009-dicembre 2009, studi approfonditi per verificare l'adeguatezza del tracciato di riferimento alle esigenze del territorio, alla luce anche delle indicazioni dell'Osservatorio Torino-Lione.

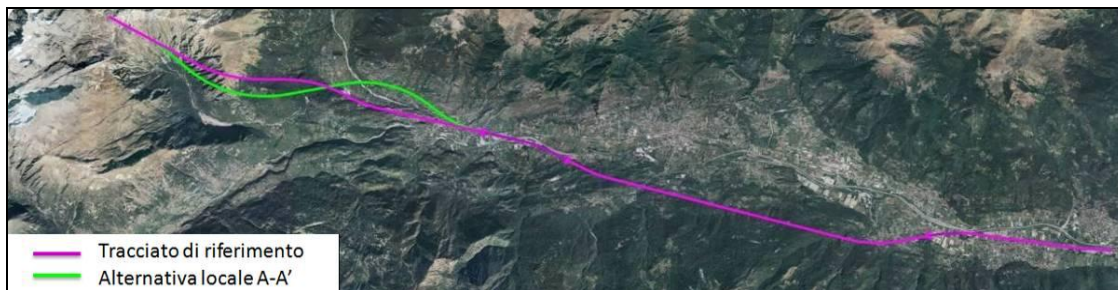
Dall'analisi effettuata, sono scaturite alcune alternative locali al tracciato di riferimento, e precisamente:

- **Alternativa locale "A - A' "**: rispetto al tracciato di riferimento l'alternativa A sotto attraversa il Cenischia più a ovest, in senso pressoché ortogonale alle linee di deflusso (in una zona poco urbanizzata e con maggiori coperture), entra nelle conoidi di Mompantero e ne esce descrivendo un'ampia curva verso sud, riportandosi, con una curva in senso opposto, sul tracciato di riferimento nei pressi del sito ove è prevista la stazione internazionale di Susa. L'alternativa locale A' rappresenta un'ottimizzazione

dell'alternativa locale A, per risolvere l'interferenza con le fondazioni del viadotto autostradale di Pietrastretta.

Rispetto al tracciato di riferimento, questa alternativa risolve le problematiche relative al sottoattraversamento del torrente Cenischia e della zona est di Susa, limitando l'interferenza con l'edificato a 700 m in luogo di 1200 m).

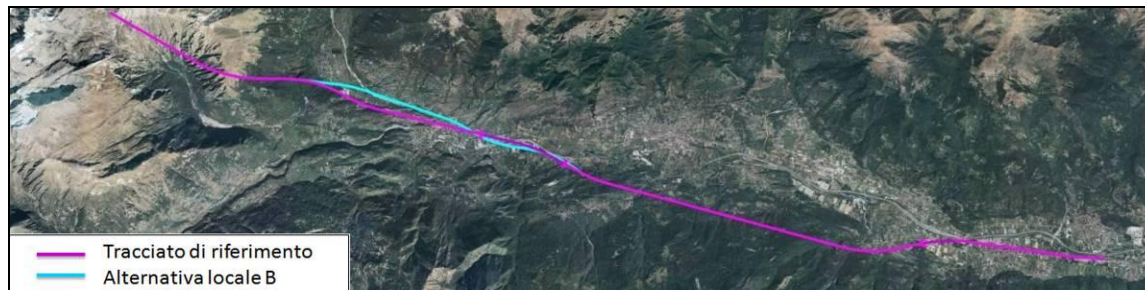
Tale alternativa richiede lo spostamento dell'autostrada, per circa 1200 m.



CONFRONTO GRAFICO TRACCIATO RIFERIMENTO - ALTERNATIVA A-A'

- **Alternativa locale “B”:** questa alternativa è stata studiata essenzialmente per risolvere le criticità autostradali nella Piana di Susa e non prevede lo spostamento dell'autostrada A32.

Questa alternativa non risolve la criticità del tracciato di riferimento, in particolare quella del sottoattraversamento del centro abitato di Susa. Per contro, crea diverse criticità in ambito funzionale-ferroviario, non ammissibili, e pertanto è stata ritenuta non perseguibile.



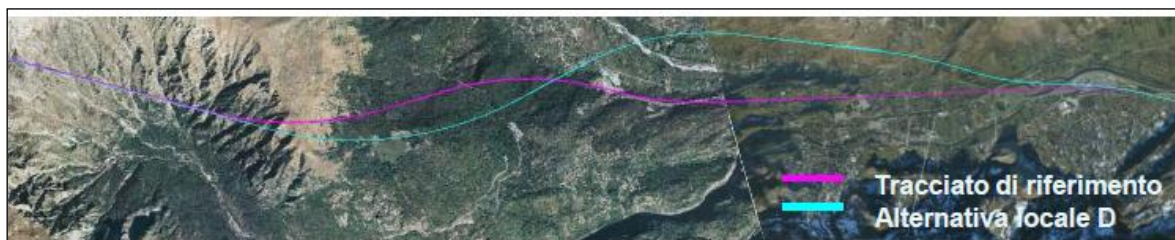
CONFRONTO GRAFICO TRACCIATO RIFERIMENTO - ALTERNATIVA B

- **Alternativa locale “C”:** questa alternativa ha origine circa a metà del Tunnel dell'Orsiera e si ricollega al tracciato di riferimento poco prima della stazione di Sant'Antonino, nella Piana delle Chiuse. Essa sposta il tracciato verso la Dora, inserendolo nel corridoio autostrada A32-Dora-SS25, evitando il sottopassaggio dell'abitato di Villar Focchiardo. Rispetto al tracciato di riferimento, vengono risolte le criticità dell'impatto delle opere sul territorio, sulle reti di canali irrigui nella zona agricola di Villar Focchiardo, ed è fortemente mitigato l'impatto sulla falda del versante sud della Val di Susa, eliminando nel contempo gli impatti sul paesaggio (Viale del Biancone e zona agricola).



CONFRONTO GRAFICO TRACCIATO RIFERIMENTO - ALTERNATIVA C

- **Alternativa locale “D”**: questa alternativa ha origine circa 4 km a valle del confine francese si ricollega al tracciato di riferimento poco prima del tunnel dell’Orsiera. Il tracciato segue l’alternativa A sino al sottopassaggio del Cenischia, a partire dal quale si sposta al nord di quest’ultimo, passando a monte della galleria Mompantero dell’A32. Il tracciato attraversa la linea storica Susa - Torino e la SS 25 che dovranno essere modificate altimetricamente. In questo punto è prevista la nuova stazione internazionale viaggiatori di Susa. Il passaggio della Dora, l’area di sicurezza e il fascio di servizio sono lievemente modificati rispetto al tracciato di riferimento.



CONFRONTO GRAFICO TRACCIATO RIFERIMENTO - ALTERNATIVA D

- **Alternativa locale “E”**: la variante di tracciato inizia in prossimità dell’imbocco del Tunnel dell’Orsiera lato Susa, transita per circa 4 km in galleria, attraversa la Val di Susa in viadotto, sempre in viadotto si affianca all’autostrada, per terminare nella zona di Sant’Antonino, dove si innesta sulla linea storica all’aperto. Questa variante è stata scartata per il notevole impatto sul territorio, provocato dalla serie di viadotto necessari per la sua realizzazione.
- **Alternativa locale “F”**: questa alternativa ha origine all’imbocco lato Susa del tunnel dell’Orsiera, coincide con il tracciato di riferimento nel primo tratto del tunnel dell’Orsiera, si sposta quindi all’interno del massiccio per evitare zone geognosticamente difficili ed infine piega verso nord-est per entrare nella Piana delle Chiuse, restando comunque in sotterraneo nella zona di Vaie. Il tracciato viene infine a posizionarsi sul corridoio della linea storica nel tratto Condove-Chiusa San Michele, ove è previsto un tratto in trincea a paratie di lunghezza 750m, per consentire l’innesto dell’interconnessione con la linea storica e la realizzazione dell’area di sicurezza.
- **Alternativa locale “G”**: questa alternativa (denominata su alcuni documenti anche “Entra-Esci”) è stata studiata rielaborando opportunamente un’indicazione fornita dalla Provincia di Torino. Questa alternativa si sviluppa sempre sul versante destro orografico della valle tra Susa e Chiusa San Michele, ma è costituita da un’alternanza di gallerie parietali di media lunghezza e tratti all’aperto a mezza costa. Anche questa

soluzione ha origine all'imbocco lato Susa del tunnel dell'Orsiera, e termina ad Avigliana. Nel suo tratto finale, in territorio di Sant'Ambrogio, presenta un'area di sicurezza in trincea tra paratie.

Questa soluzione è stata scartata essenzialmente per il notevole impatto sul territorio, determinato dal continuo "entra-esci" delle gallerie, con ricadute non trascurabili in termini di stabilità dei versanti e di impatto sul paesaggio; infine, non sono da dimenticare problematiche di tipo ferroviario che non consentono di rispettare le specifiche funzionali.

Ovviamente ciascuna ipotesi di tracciato, a partire da quella in asse al corridoio di riferimento, presentava determinate criticità che venivano risolte dalle altre ipotesi, le quali, a loro volta, presentavano altre criticità da risolvere o, comunque, da ridurre.

Di tutto questo è stata data evidenza nel Dossier Guida ed è sintetizzato nel documento C3_0062_20-00-00_10-01-AP-NOT e nell'omologa Consegna CIG n.69.

A seguito delle considerazioni emerse dall'Analisi Multicriteria e del documento dell'Osservatorio Torino-Lione del 29/01/2010, è stato sviluppato il progetto preliminare sul tracciato D+F, illustrato nei successivi capitoli, suddiviso per tratte omogenee (Tunnel di Base, Piana di Susa, Tunnel dell'Orsiera e Piana delle Chiuse).

7.1.2 La Carta Architettonica e Paesaggistica

La volontà di elaborare un progetto non solo funzionale, ma coerente dal punto di vista ambientale e paesaggistico, ha portato alla redazione di una "Carta Architettonica e Paesaggistica" che definisce i principi generali applicabili ai lavori. Tale documento, concepito dal gruppo di architetti paesaggisti EAP incaricati da LTF, si pone come obiettivo principale quello di portare tutti gli attori in gioco (tecnici, amministratori, specialisti e progettisti) alla percezione di un progetto "globale" e "coerente" che sia capace di definire un'identità progettuale chiara e riconoscibile della nuova infrastruttura che verrà a situarsi nelle differenti porzioni di territorio della Valle di Susa. L'obiettivo è quello di progettare un impianto "moderno" perturbando il meno possibile l'ambiente naturale ed umano che lo accoglie.

Ogni porzione di territorio attraversata prevede ipotesi di sistemazioni appropriate, che tengono in considerazione le specificità dei luoghi e la stratificazione degli elementi identitari dei luoghi (il sistema idro-geologico e idrografico, il sistema natura, il sistema agricolo-rurale, il sistema viabilità, il sistema storico-paesaggistico).

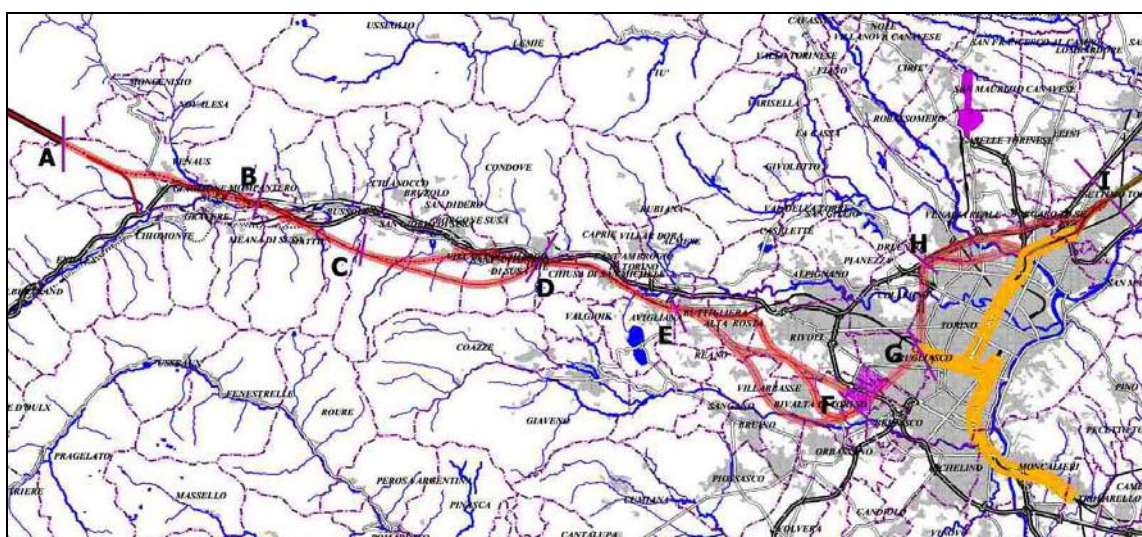
Come specificato nella Carta, il progetto di inserimento architettonico e paesaggistico si basa sulla volontà di riconquistare, ristrutturare e riqualificare i territori della valle attraversati, con le loro infrastrutture, sia esistenti che nuove, favorendo per quanto possibile le continuità e le trasversalità naturali e urbane.

Sulla base dei principi illustrati nella Carta architettonica, la NLTL si adatta, ovunque sia possibile, alla topografia ed alla natura particolare della parte del sito che attraversa, in una

interrelazione che esprima gli scambi trasversali e la permeabilità tra i luoghi. Inoltre essa è occasione per riprogettare gli spazi interstiziali esistenti.

7.1.3 Suddivisione in tratte e alternative locali di tracciato studiate

Nel documento “Indirizzi operativi per la progettazione preliminare della Nuova Linea Torino Lione” elaborato dall’Osservatorio della Torino-Lione, documento vincolante per tutti gli attori della progettazione della NLTN, l’intero corridoio (dal confine a Settimo Torinese) è stato suddiviso in più settori di riferimento, per ciascuno dei quali sono state fornite le principali indicazioni relative al tracciato.



CORRIDOIO INDIVIDUATO DALL'OSSERVATORIO TORINO-LIONE

Le tratte di competenza di LTF e quindi oggetto della presente progettazione, sono:

- **A-B:** Tunnel di Base dal Confine di Stato a Susa
- **B-C:** Nodo di Susa e Stazione Internazionale
- **C-D:** Tunnel dell’Orsiera – Piana delle Chiuse

Facendo riferimento a tale suddivisione, considerando che in ogni **tratta** erano possibili diverse **alternative** di tracciato, si è proceduto ai seguenti confronti:

- la zona comprendente la parte finale della tratta A-B e l’intera tratta B-C è stata considerata globalmente ed è stato effettuato il primo confronto tra il tracciato in asse al corridoio di riferimento, e quattro varianti locali di tracciato (denominate A, A’, B e D), studiate nell’ambito del Dossier Guida;
- per quanto riguarda la tratta C-D si è operato un confronto tra due ipotesi di tracciato decisamente diverse fra loro, una, sempre in asse al corridoio di riferimento, che prevedeva una galleria sotto il massiccio di Orsiera fra Susa e Sant’Antonino lunga 11 km con proseguimento sempre in sotterraneo nella piana alluvionale delle Chiuse, ed una altra (denominata “Variante F”) con un prolungamento della galleria sotto l’Orsiera, esteso fino a Chiusa San Michele e lunga 19 km.

Tali alternative sono state confrontate mediante Analisi Multicriteri la cui metodologia è stata messa a punto da uno specifico sottogruppo di lavoro dell'Osservatorio.

7.1.4 Analisi MultiCriteri

Con la espressione “analisi multicriteri” si definiscono una serie di elaborazioni concettuali e di calcoli che permettono di analizzare e confrontare nel loro insieme le “performance” di alternative decisionali rispetto a criteri di valutazione di natura diversa (sia qualitativi che quantitativi) fra loro non direttamente comparabili.

L'analisi è stata effettuata congiuntamente da LTF ed RFI, utilizzando (e comparando) due metodiche diverse:

- il metodo della “somma pesata”, molto comune e anche molto semplice, in cui i punteggi assegnati alle alternative su ciascun criterio sono moltiplicati per il peso del criterio corrispondente e poi sommati gli uni agli altri;
- metodo “Promethee”, afferente al gruppo dei metodi cosiddetti di surclassamento, che mirano a costruire una relazione tra le alternative in esame, attraverso il confronto a coppie di azioni su ogni singolo criterio.

Il documento è frutto di elaborazioni successive che hanno portato alla scelta di:

- Suddivisione della NLTL in Tratte per AMC
- Dettaglio progettuale minimo per le alternative in progetto
- Metodologia/e per l'Analisi Multicriteri
- Tabella di criteri/indicatori
- Pesi associati a ciascun criterio.

I criteri selezionati e i relativi indicatori, che possono essere indicatori sia di pressione che di opportunità, sono stati condivisi in sede di gruppo di lavoro ristretto dell'Osservatorio Tecnico, e sono il risultato di elaborazioni successive avvenute sulla base della tabella di criteri proposta dal gruppo di lavoro OT in data 3/3/2010, alle quali hanno partecipato i membri del GdL tra cui anche esponenti di LTF (e TSE3) e RFI. Si è rivelato infatti necessario affinare la lista proposta al fine di definire degli indicatori che fossero operativamente validi, e che fossero misurabili in modo univoco sulla tratta comune e la tratta nazionale. Tutti i criteri e i relativi indicatori/unità di misura sono stati definiti in funzione del grado di definizione progettuale e delle informazioni ambientali disponibili in forma omogenea su tutto il territorio interessato. Tali criteri appartengono a cinque categorie, e sono stati proposti e concordati in sede di Osservatorio.

L'elenco delle categorie ed il numero dei criteri per categoria è il seguente:

- Contesto socio-economico: effetti sulla popolazione, sul sistema insediativo e infrastrutturale: undici categorie
- Spazi del sistema agricolo e naturale: sei categorie
- Prestazioni tecniche dell'opera: quattro categorie
- Costi di realizzazione dell'opera: due categorie

- Cantiere: quattro categorie

L'analisi delle alternative è pertanto avvenuta confrontando le varianti stesse sulla base di ciascuno degli elementi inseriti nell'elenco dei criteri. A causa del gran numero di criteri di valutazione, i punteggi finali delle alternative nei due confronti non presentano ampi divari tra loro; tuttavia, con entrambe le metodiche e in entrambe le aree problema è stato raggiunto un risultato chiaro e concorde sulle performance globali delle varianti, che ha permesso di selezionare il tracciato finale, oltre che di guadagnare una maggiore comprensione dei punti di forza e debolezza di ciascuna alternativa.

Sulla tratta omogenea "A-B: Confine-Tunnel di Base" e "B-C: Nodo di Susa e Stazione Internazionale" l'alternativa D è risultata "vincente" poiché, a fronte di pochi punti di debolezza (quali la creazione di un'area interclusa e un conseguente consumo di suolo leggermente superiore), presenta numerosi punti di forza quali, per esempio, un ridotto impatto sull'edificato e costi nettamente inferiori rispetto al tracciato di riferimento e all'alternativa A'.

Per quanto riguarda la tratta omogenea "C-D: Tunnel dell'Orsiera e Piana delle Chiuse", è stata selezionata l'alternativa "F": essa, infatti, non presenta particolari criticità rispetto al tracciato di riferimento, che avrebbe invece una ricaduta piuttosto negativa sul sistema insediativo nella zona di Sant'Antonino. Inoltre, l'alternativa "F" si è dimostrata nettamente migliore relativamente a pressioni esercitate sul territorio, costi di investimento e interferenze in fase di cantiere (sia per quanto riguarda l'occupazione di suolo che le pressioni sulla viabilità).

In questo modo, è stato quindi possibile pervenire, da parte dell'Osservatorio Torino-Lione, alla scelta del tracciato finale, composto dalle alternative "D" ed "F", sulla cui base è stato sviluppato il presente Progetto Preliminare.

7.1.5 Idrologia

Lo studio idrologico ha riguardato la caratterizzazione idrologica della Dora Riparia e l'individuazione dei principali parametri idrologici dei tributari minori che comportino interferenza con la nuova linea ferroviaria.

Si sono definiti interferenti tutti gli elementi del reticolo superficiale qualora interessati direttamente dalle opere o, nel caso in cui le stesse siano realizzate in sotterraneo qualora il ricoprimento tra fondo alveo e calotta superiore del manufatto in progetto fosse minore o uguale a 10 m. L'analisi è stata suddivisa tra corso d'acqua principale (Dora Riparia) e corsi d'acqua minori. Infine si è eseguita una analisi idrologica finalizzata alla definizione delle precipitazioni da adottare per la raccolta delle acque della piattaforma ferroviaria.

7.1.5.1 Bacini idrografici

La tratta ferroviaria internazionale in territorio italiano, attraversando la valle di Susa, ricade all'interno del bacino idrografico della Dora Riparia. Il fiume Dora Riparia nasce dalla confluenza del Ripa con la Piccola Dora in comune di Cesana Torinese: il suo corso drena l'intera valle di Susa prima di confluire nel Po a Torino. I principali affluenti risultano la Dora di Bardonecchia ed il torrente Cenischia che confluisce in sinistra in corrispondenza dell'abitato di Susa.

A monte del comune di Susa il bacino presenta una estensione di circa 700 km² circa ed una lunghezza dell'asta di circa 57 km. A valle della confluenza del T. Cenischia il bacino drenato assomma a circa 844 km² con una altezza media pari a 2021 m.s.m.

La nuova linea ferroviaria attraversa la Dora poco a valle della confluenza del T. Cenischia.

A valle dell'abitato di Susa esiste una serie di affluenti minori che drenano principalmente i versanti della valle principale. Nel tratto tra Susa e Chiusa San Michele confluiscono in destra, tra i principali, il Rio Corrente, il rio Scaglione, il rio Gerardo, il torrente Gravio di Villar Focchiardo, in sinistra invece il torrente Rocciamelone, il torrente Prebech, il torrente Pissaglio, il torrente Gravio di Condove ed il rio Sessi.

A Chiusa San Michele, ove la linea ferroviaria presenta un tratto a cielo aperto ove ricadono l'Area di Sicurezza e l'interconnessione con la linea storica, l'estensione complessiva del bacino della Dora Riparia risulta pari a 1143 km² con una altezza media pari a 1815 msm.

7.1.5.2 Idrologia della Dora Riparia

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ha incluso la Dora Riparia tra i corsi d'acqua soggetti a perimetrazione delle Fasce Fluviali.

La "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" risulta oggi il documento di riferimento univoco, che ha individuato, a partire dall'anno 2002, l'adozione di valori di portata di riferimento su varie sezioni del fiume. Allegati alla stessa direttiva vi sono la delimitazione dei sottobacini elementari, le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica sia puntuali che distribuite sull'intero bacino del Fiume Po oltre che numerosi altri dati idrologici a scala di bacino che riguardano anche il corso della Dora Riparia.

A seguito degli effetti degli eventi alluvionali dell'ottobre 2000 l'Autorità di Bacino ha predisposto fin dall'anno 2002 ulteriori indagini e studi su alcuni sottobacini del Po, tra cui la Dora Riparia, al fine di addivenire ai sensi dell'art. 17 comma 6 ter della Legge 183 del 1989 ad una adozione di P.A.I. in Variante rispetto al piano allora adottato, che aggiornasse gli studi precedenti.

In particolare il documento di riferimento è lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica della Dora Riparia nel tratto da Oulx alla confluenza in Po" - Elaborato 3.2.2./1/1R-DR: Relazione metodologica e di analisi dell'attività (2003).

In seguito con deliberazione n°9 /2007 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ha adottato la "Variante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Variante delle Fasce Fluviali del Fiume Dora Riparia". Che ha introdotto i nuovi valori di portata di riferimento a cui attenersi per la progettazione delle opere idrauliche e per le verifiche di compatibilità.

Per quanto riguarda altri soggetti istituzionali che hanno svolto una attività di studio sulla Dora Riparia e' doveroso citare la Provincia di Torino con lo "Studio di approfondimento del bacino del torrente Dora Riparia nel tratto compreso tra Susa e la confluenza con il Po" (Martina, Anselmo, Bellino 2002).

In conclusione l'idrologia della Dora Riparia a disposizione e' completa e sufficientemente cautelativa nel suo stato attuale, così come proposta nei citati documenti di PAI; pertanto per le verifiche connesse con l'esecuzione delle opere sono stati adottati i dati idrologici ufficiali proposti dall'Autorità di Bacino e sintetizzati nella seguente tabella per le zone di interesse della nuova infrastruttura ferroviaria

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tempo di ritorno (Anni)	Portata di massima Piena (m³/s) (sezione a monte Cenischia)	Portata di massima Piena (m³/s) (sezione a valle Cenischia)	Portata di massima piena a Borgone di Susa (m³/s)	Portata di massima Piena a Chiusa San Michele (m³/s)	Portata di massima piena a Rosta (m³/s)
20	230 (**)	260(**)	-	290 (**)	-
200	530(*)	580(*)	530(*)	630 (**)	680(*)
500	720(**)	800(**)	-	830 (**)	-

(*) fonte: Relazione tecnica allegata a deliberazione n°9 /2007 comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po

(**) fonte: studio di fattibilità della sistemazione idraulica nel tratto da Oulx alla confluenza in Po (Autorità di Bacino 2003)

Le Colonne 2 e 3 rappresentano le portate di massima piena da adottare per la Piana di Susa, mentre le colonne 4, 5 e 6 rappresentano le portate di massima piena da considerare per la Piana delle Chiuse.

7.1.5.3 Idrologia dei corsi d'acqua minori

I corsi d'acqua minori interessanti la Piana di Susa sono il rio Gendola ed un impluvio minore proveniente dalla borgata Nicoletto insistente sul tratto compreso tra l'imbocco della galleria di base e la stazione internazionale di Susa. Esiste poi un sistema di canali artificiali sia in sponda destra sia in sinistra della Dora che non risultano essere interessati dall'opera.

Per quanto attiene alla Piana delle Chiuse vi sono interferenze principalmente con alcuni canali che svolgono la duplice funzione di canale irriguo e canali scolatori di piena; questi sono principalmente il Canale del Molino ed il canale di Rivoli, i quali a loro volta ricevono in ingresso i rii di versante insistenti su Vaie e Chiusa stessa. Il sistema inoltre è regolato da scaricatori di piena.

Per l'idrologia dei rii minori interessati dalla nuova tratta ferroviaria, non sono disponibili dati di portata o serie storiche di misure dirette significative per la determinazione delle massime

portate attese. Pertanto le portate sono state definite con metodi indiretti mediante l'utilizzo di formulazioni che fanno riferimento ai dati di pioggia ed alle caratteristiche del bacino sotteso.

La definizione dell'idrologia nei casi in esame ha comportato pertanto la determinazione dei dati pluviometrici e di una serie di parametri morfologici dei bacini.

Nell'ambito delle ricostruzioni indirette del valore di massima piena, in mancanza di dati di portata misurata, risulta essenziale la definizione delle precipitazioni che, attraverso differenti metodologie di calcolo, consentono di stimare, appunto, la portata di massima piena di un corso d'acqua.

La previsione quantitativa delle piogge intense in una determinata area di piccole dimensioni è effettuata tramite la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè la relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. Tale curva è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = at^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno assegnato.

I valori a e n sono stati definiti dall'Autorità di Bacino utilizzando le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano.

Inoltre, l'Autorità di Bacino ha definito una distribuzione spaziale delle piogge intense per cui è stato possibile elaborare le linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

I valori pubblicati dall'Autorità di Bacino costituiscono riferimento per le esigenze connesse agli studi come quello in esame. Essi sono riportati nella Relazione Idrologica di questo progetto.

Sulla base delle curve di possibilità pluviometrica individuate, la determinazione delle portate di progetto è stata condotta anche mediante l'utilizzo del modello cinematico o di corrivazione, per quanto attiene la trasformazione degli afflussi meteorici nel fenomeno di formazione della piena. Tale modello individua come durata critica della precipitazione quella corrispondente ad un tempo pari a quello di corrivazione

Il tempo di corrivazione è definito come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale.

La determinazione di tale tempo di corrivazione del bacino essere viene fatta attraverso diversi metodi e formulazioni. Nel nostro caso sono stati adottati diversi metodi (Giandotti, Pezzoli, Ventura, Pasini, S.C.S., Kirpich, Bocchiola). I relativi calcoli sono riportati nella Relazione Idrologica

Il calcolo della portata è stato eseguito applicando la formula del metodo razionale determinando per i diversi corsi d'acqua le portate. Tutte le assunzioni fatte ed i calcoli relativi sono riportati nella Relazione Idrologica a cui si rimanda

7.1.5.4 Idrologia della piattaforma ferroviaria all'aperto

Anche nel caso della raccolta e smaltimento delle acque della piattaforma ferroviaria risulta essenziale la definizione delle precipitazioni che, consentono di stimare, la portata di massima piena da evacuare dalla piattaforma stessa.

La previsione quantitativa delle piogge è stata effettuata anche in questo caso tramite la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica, adottando i valori pubblicati dall'Autorità di Bacino sulla distribuzione spaziale delle piogge a celle.

Le curve così elaborate hanno consentito il calcolo della precipitazione associata ad un tempo di ritorno ed ad una durata di pioggia per ciascun punto all'aperto della ferrovia e delle opere connesse, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

7.1.6 Generalità sulle interferenze con i sotto-sopraservizi

La nuova linea ferroviaria Torino-Lione e le opere ad essa connesse, anche se la linea si sviluppa prevalentemente in galleria, presentano un certo numero di interferenze con i sotto-sopra servizi nelle aree in cui queste infrastrutture sono all'aperto.

E' stato redatto un elenco sotto-sopra servizi con le loro caratteristiche salienti, corredato di tavole esplicative, sulla base di quanto disponibile e noto dopo aver richiesto informazioni ad Enti Pubblici ed ai proprietari/gestori dei sotto-sopra servizi. Alcuni enti/comuni interpellati hanno risposto alle richieste ma non hanno ancora fornito il materiale, mentre altri non hanno risposto alle lettere inviate; per questi ultimi non sono disponibili i dati. Pertanto il censimento dei sotto-sopraservizi non è esaustivo e dovrà essere verificato nell'ambito della Conferenza di Servizi.

Dalle ricerche effettuate e sulla base dei riscontri forniti dai diversi enti contattati, le utenze/opere interferite dalle nuove infrastrutture sono di proprietà o in gestione di:

- Acquedotti: SMAT, ACEA (anche fognature)
- Reti elettriche: Enel Distribuzione, Enel Produzione; Enel Sole, Terna, AEM
- Telefoni: Telecom, Wind
- Reti gas: ENI Rete Gas
- Societal' varie: Geogreen, NIE

I Comuni in cui si riscontrano le maggiori interferenze con i sottoservizi sono Chiusa di San Michele, Condove, Giaglione, Mompantero, Sant'Ambrogio, Vaie, Venaus, Susa.

7.1.7 Espropri, asservimenti e occupazione temporanea

Le opere previste in progetto ricadono nei territori comunali di Sant'Ambrogio, Chiusa di San Michele, Vaie, Condove, Susa, Mompantero, Giaglione, Venaus, Moncenisio, tutti in Provincia di Torino.

Sono state acquisite presso l'Agenzia del Territorio di Torino, su supporto magnetico, le mappe catastali riguardanti l'area interessata dalle opere, e su di esse è stato riportato l'ingombro del Progetto Preliminare, eseguendo preventivamente una opportuna georeferenziazione, convertendo le coordinate delle mappe catastali da WGS84 a ED50 e da esso a LTF 2004.

Sulle tavole catastali sono state rappresentate in modo differente tutte le tipologie di occupazione, in particolare:

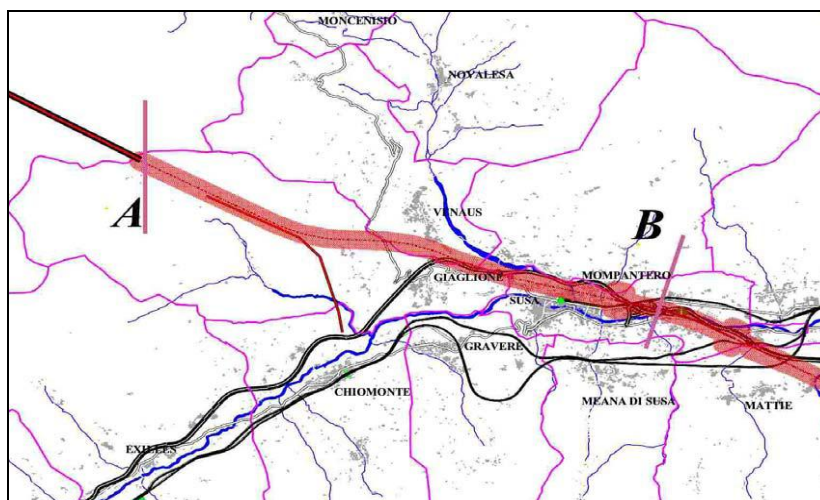
- i piani particellari dell'opera principale e delle parti funzionalmente connesse ad essa determinanti occupazioni definitive del territorio (ferrovia, deviazioni definitive di strade, ecc.);
- i piani particellari delle opere di cantiere determinanti occupazioni temporanee del territorio (aree di cantiere, viabilità di cantiere, ecc.);
- i piani particellari delle fasce di rispetto conseguenti alla realizzazione dell'opera;
- i piani particellari delle aree di asservimento, in particolare delle gallerie.

La rappresentazione è a livello di Progettazione Preliminare. È bene chiarire che, come per tutte le particelle interessate dal passaggio dell'opera, la superficie di esproprio definitiva sarà solo quella risultante dal tipo di frazionamento redatto sulla base del rilievo delle opere effettivamente realizzate. A seguito di tale rilievo saranno nuovamente calcolate le superficie di occupazione di ogni singola particella secondo i disposti delle norme di rilievo catastale.

Nella seguente tabelle sono riassunti, per singolo comune, il numero delle particelle interessate dagli espropri e asservimenti e la loro superficie.

Comune	Particelle (n.)	Aree da espropriare (m2)	Aree di occupazione temporanea (m2)	Asservimenti (m2)
Giaglione	302	-	76.690	-
Mompantero	340	-	23.251	-
Moncenisio	55	-	60.453	-
Susa	1606	529.630	109.945	4.089
Venaus	757	-	331.227	-
Chiusa San Michele	334	216.654	69.478	987
Condove	6	-	15.059	-
Sant' Ambrogio	255	181.494	47.159	-
Vaie	9	42.206	-	1.400
Totale	3.754	969.984	733.262	6.476

7.2 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PROGETTO - TRATTA A-B : CONFINO DI STATO – IMBOCCO TUNNEL DI BASE



RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA TRATTA A-B

7.2.1 TRACCIATO DAL CONFINO DI STATO ALL'IMBOCCO DEL TUNNEL DI BASE LATO SUSÀ

La tratta A-B, si sviluppa in sotterraneo dal confine di Stato (pk 48+608) fino all'incirca al Comune di Mompalano attraverso il Tunnel di Base, che si snoda per circa 12,2 km sul territorio italiano, ed è costituito da due gallerie monobinario di interasse normalmente di 40m.

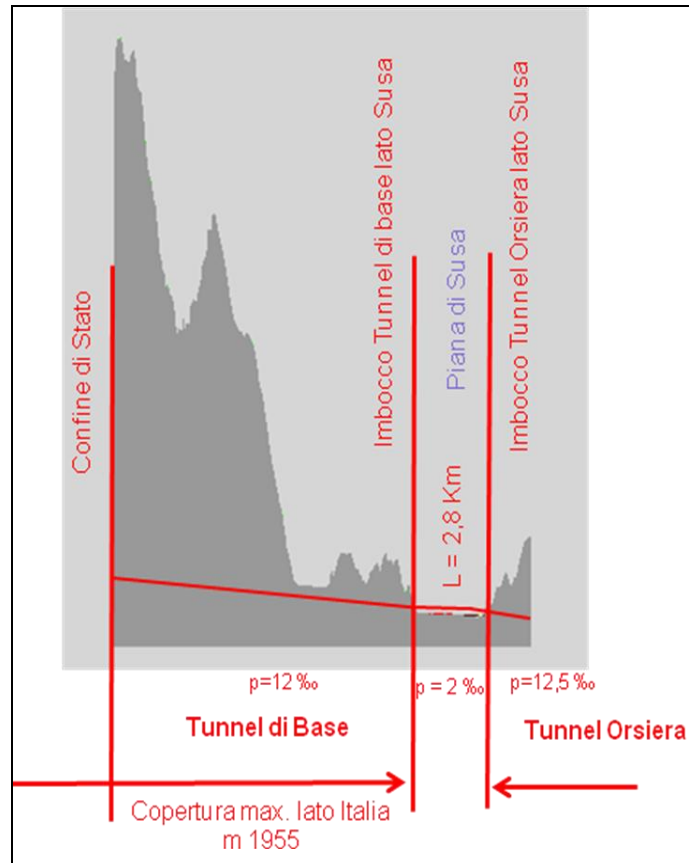
Le considerazioni progettuali sulla tratta A-B vengono effettuate a partire dalla pk 46+614, ancora in territorio francese, ovvero dal punto in cui il tracciato del Tunnel di Base subisce l'allargamento dell'interasse da 40 m a 80 m, per consentire la realizzazione dell'area di sicurezza di Clarea. In corrispondenza dell'asse dell'area di sicurezza (pk 47+998) è previsto l'innesto della galleria di ventilazione di Clarea.

Dalla pk 49+381 il tracciato riprende l'interasse di 40 m tra le due canne. Dalla pk 47+998 alla pk 52 circa, la Galleria della Maddalena si porta tra le due canne del Tunnel di Base.

Dalla pk 49+381 il tracciato si sviluppa in rettilineo fino al km 52+268. La galleria di base assume poi un andamento sinuoso con tre curve: la prima, molto ampia, consente al tracciato ferroviario di svilupparsi a nord degli impianti della centrale idroelettrica di Pont Ventoux, eliminando ogni interferenza con essi; la seconda sotto attraversa la Val Cenischia ed il torrente omonimo; la terza si sviluppa poco prima dell'imbocco est del Tunnel di Base e consente di ottenere gli allineamenti geometrici per realizzare la Stazione Internazionale di Susa subito dopo l'imbocco. In questo tratto il tracciato si sviluppa a nord della galleria Mompalano dell'autostrada A32 per poi uscire all'aperto nella piana di Susa dal portale del Tunnel di Base (pk 60+987 BP), situato ad est del portale lato Torino della galleria

autostradale Mompantero. Il tratto finale della canna dispari del Tunnel di Base, prima di giungere alla zona di imbocco, presenta un camerone a doppio allargamento (di lunghezza circa 100 m) per consentire lo stacco del binario di precedenza nord della Stazione Internazionale di Susa e del relativo tronchino di sicurezza.

In corrispondenza dell'Area di sicurezza di Clarea il Tunnel di Base presenta livelletta in discesa pari al 2‰, per uno sviluppo di circa 1250 m. A valle dell'Area di sicurezza il tracciato prosegue in discesa con una pendenza del 12,1‰ per uno sviluppo di circa 11,6 km..



PROFILO SCHEMATICO TRATTA A-B

7.2.2 GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA DEL TRATTO ITALIANO DEL TUNNEL DI BASE

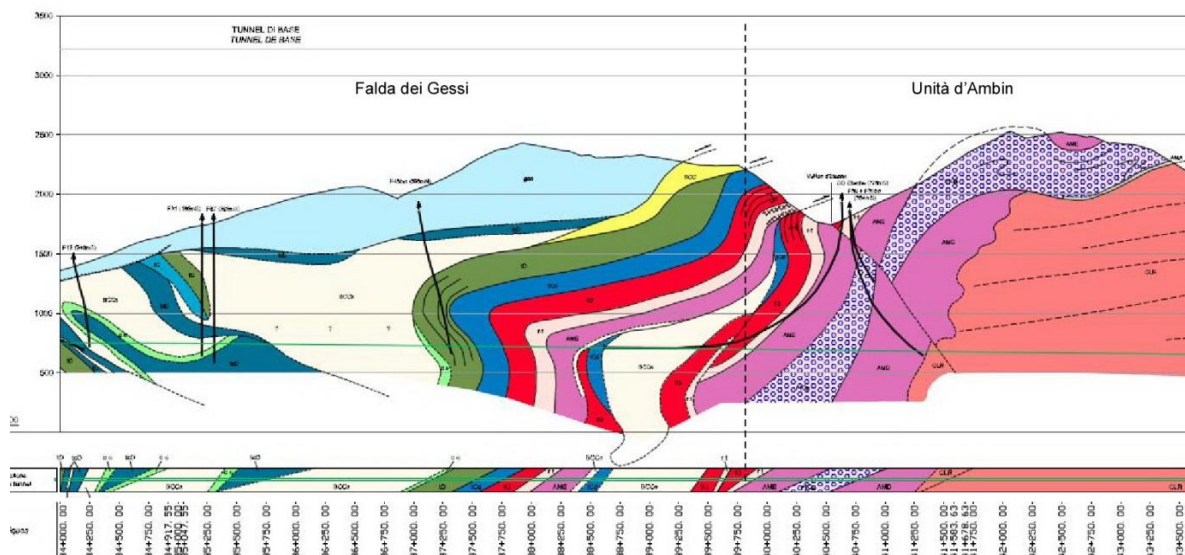
7.2.2.1 Descrizione geologica del tratto Modane-Susa : Tunnel di Base

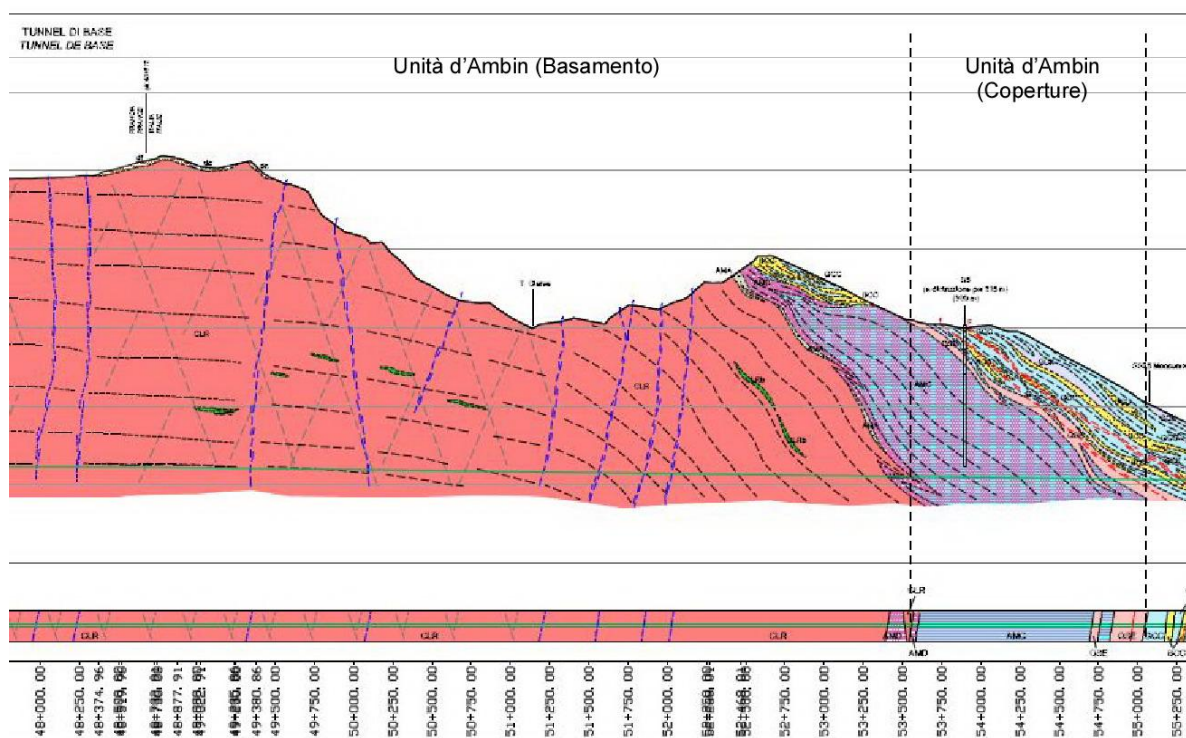
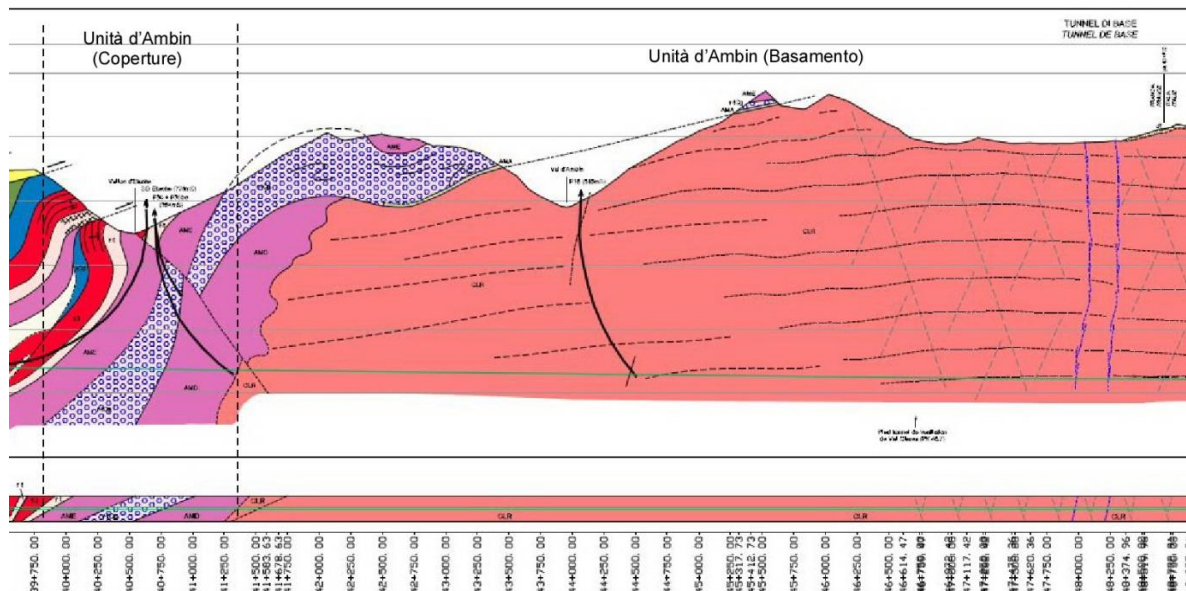
La fase di revisione del Progetto Preliminare, per quanto attiene al tracciato del Tunnel di Base, si è concentrata tra il punto alto, posto in territorio francese alla pk 34+170, e l'imbocco est ubicato in territorio italiano nel Comune di Susa (pk 60+900 circa).

Il modello geologico lungo il tracciato del Tunnel di Base è stato elaborato sulla scorta dei numerosi dati a disposizione scaturiti direttamente dagli studi e indagini attinenti la realizzazione della Nuova Linea Ferroviaria Torino – Lione sia connessi alla realizzazione delle opere sotterranee già presenti in questo settore. Ci si riferisce in particolare alle gallerie dell'impianto idroelettrico di Pont Ventoux e alle gallerie autostradali dell'A32.

Il tracciato attraversa da Ovest verso Est:

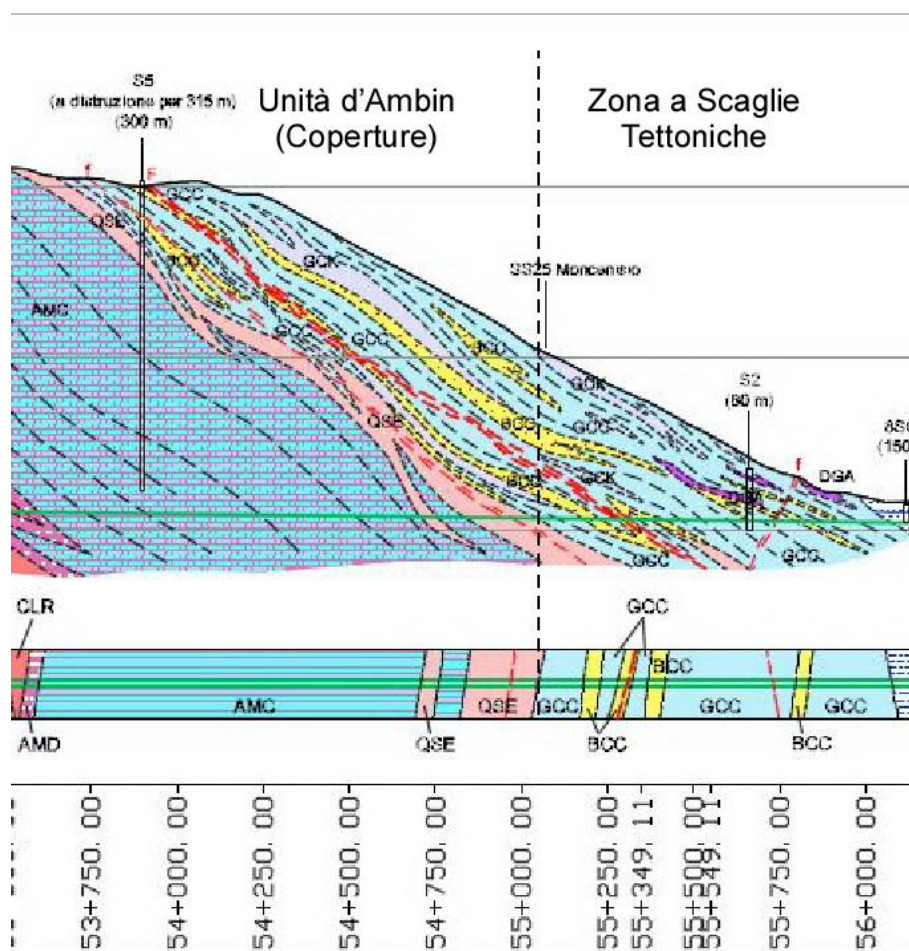
- **Da PK 34+170 a PK 37+100 la Falda dei Gessi:** costituita da rocce evaporitiche (gessi, dolomie e anidriti) con intercalazioni di rocce carbonatiche (calcescisti).
- **Da PK 37+100 a PK 39+800 le coperture del massiccio d'Ambin:** costituite principalmente da livelli di micascisti, calcari, metadolomie e quarziti.
- **Da PK 39+800 a PK 55+050 le unità del Massiccio dell'Ambin:** a copertura più elevata compresa tra circa 1000 e oltre 2000 metri, interesserà nel suo insieme il complesso di Clarea e quello dell'Ambin entrambi afferenti al Massiccio d'Ambin (rispettivamente costituiti principalmente da micascisti e gneiss). In questo settore i caratteri geologici e geomeccanici dell'ammasso roccioso saranno fortemente condizionati dall'elevato carico litostatico. Il modello geotermico proposto per questo settore fornisce temperature dell'ammasso che arrivano fino a oltre 40°C tra le pk 42 e 49 circa (valore massimo valutato pari a 47°C in accordo con gli studi APR).



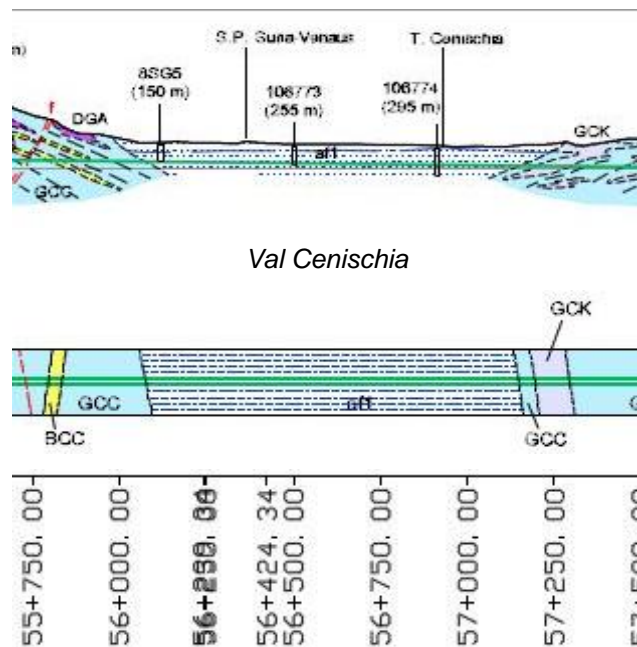


- Da PK 55+050 a PK 56+050 la Zona a Scaglie Tettoniche:** la copertura rocciosa decresce regolarmente dalla progressiva 55+050 fino alla progressiva 56+000 passando da circa 500 a circa 100 metri. In questo settore lo scavo avverrà all'interno di livelli di calcescisti, gneiss e orizzonti evaporitici (gessi e carniole) che si alternano in una sequenza caotica tipica della Zona a Scaglie Tettonica che costituisce di fatto una potente banda di transizione tra il Massiccio d'Ambin e la Zona Piemontese. Essa è l'espressione del contatto tettonico tra le due unità: al suo interno si trovano infatti litotipi e lembi campionati da entrambe. Questo tratto è sostanzialmente caratterizzato da un ammasso di scadenti qualità geomeccaniche e dalla presenza di orizzonti in

dissoluzione che possono formare veri e propri condotti carsici in corrispondenza dei quali è possibile si verificano venute d'acqua anche importanti e saturate in SO₄.



- Da PK 56+050 a PK 57+150 l'attraversamento in sottoterraneo della Val Cenischia** per passare sul versante sinistro della stessa valle: questa tratta prevede lo scavo in depositi alluvionali di fondovalle generalmente sabbiosi e ghiaioso – sabbiosi debolmente limosi con scarsamente coesivi. Il basamento roccioso al di sotto dei depositi quaternari si trova a una quota inferiore alle opere in progetto come testimoniato dai sondaggi realizzati in questo settore. Il battente idraulico massimo previsto in questo settore è di circa 60 metri e coincidente con la copertura topografica. Infatti, la falda freatica ospitata nei depositi di fondovalle si trova in equilibrio con il reticolo idrografico (T. Cenischia) e presenta una soggiacenza limitata (inferiore a 5 metri) con la superficie piezometrica che si trova in molti settori prossima al piano campagna. Inoltre, la falda di fondovalle è in connessione idraulica con la falda in roccia della Zona a Scaglie e alimenta le venute d'acqua nelle gallerie della centrale idroelettrica di Pont Ventoux.



Nel settore di attraversamento della Val Cenischia un elemento di criticità può essere rappresentato dall'effetto diga generato dal Tunnel di Base sulla falda freatica con il conseguente innalzamento di quest'ultima nel settore a monte delle opere di progetto e un possibile abbassamento a valle. Le valutazioni eseguite in questa fase mostrano l'effettiva possibilità che questo fenomeno si verifichi anche se la sua entità non pare costituire una condizione di criticità sia nei confronti del possibile allagamento dei settori in superficie a monte delle opere o di depauperamento della produttività della falda a valle delle opere stesse. In ogni caso, nella costruzione delle gallerie saranno definiti sulla base delle indagini fatte per il progetto definitivo opportuni provvedimenti per neutralizzare questi effetti.

- Da PK 57+150 a 60+900 il versante sinistro della Val Cenischia:** il tracciato è realizzato all'interno dei calcescisti della Zona Piemontese. In corrispondenza dell'ultimo tratto (circa 400 metri) lo scavo interessa le rocce basiche e ultrabasiche afferenti alle Unità Oceaniche della Bassa Val di Susa e Valli di Lanzo. Nel suo insieme il tracciato del Tunnel di Base si sviluppa al di sotto di una copertura rocciosa decrescente, dal Confine di Stato all'imbocco est. I calcescisti con intercalazioni di gneiss (Gneiss di Charbonnel) della Zona Piemontese (Unità Puy-Venus), saranno attraversati dalla pk 57+150 fino alla pk 60+500; questo tratto si caratterizza per coperture rocciose limitate fino a un massimo di 200 metri circa. In questo settore non sono previste condizioni di criticità particolari se non la possibilità di intersecare zone di faglia lungo le quali possono essere presenti flussi idrici e l'ammasso si può presentare di scarse qualità geomeccaniche. Lo scavo del tratto finale del Tunnel di Base (400 metri tra le pk 60+500 e 60+900 circa) è previsto all'interno delle rocce basiche e ultrabasiche delle unità di copertura di pertinenza oceanica (rocce verdi); esso risulta critico per la possibile presenza di litotipi contenenti minerali d'amianto con aspetto fibroso come evidenziato dalle analisi petrografiche eseguite nelle fasi precedenti di studio. Le maggiori concentrazioni di minerali asbestiformi sono localizzate lungo le principali zone di taglio. In particolare nel settore di Mompantero le specie mineralogiche amiantifere sono principalmente costituite da tremolite,

La normativa italiana³ considera e regola come amianto i minerali appartenenti a due gruppi mineralogici principali, quello degli anfiboli (Crocidolite, Amosite, Antofillite, Attinolite e Tremolite) e quello del serpentino (Crisotilo).

La stessa normativa italiana definisce, inoltre, che una fibra di amianto è definita asbestiforme ovvero fibra nociva per la salute (pericolosa) se presenta diametro massimo pari a 3 µ, lunghezza minima di 5 µ e un rapporto Lunghezza / Diametro $\geq 3:1$. Questi parametri morfologici sono considerati durante le analisi per il riconoscimento delle fibre pericolose.

Per riassumere, la normativa italiana stabilisce che il rischio amianto si verifica solo nel caso in cui siano soddisfatte entrambe le condizioni, ovvero la presenza di una determinata specie mineralogica in particolari condizioni morfologiche.

SCENARIO OPERATIVO GESTIONE MATERIALE CONTENENTE AMIANTO

In riferimento alla fase progettuale corrente ed alle metodologie di gestione previste dalla normativa lo scenario operativo individuato per la gestione del materiale di scavo contenente minerali asbestiformi (amianto) prevede l'incapsulamento del marino al fronte ed il suo conferimento in discarica per rifiuti pericolosi.

Tale metodologia di gestione conforme alla normativa in vigore (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) comporta le seguenti operazioni:

- incapsulamento al fronte di scavo del materiale di risulta in apposti contenitori sigillati e idonei al trasporto di materiale in breccia;
- decontaminazione dei contenitori sigillati mediante lavaggio delle superfici esterne per l'eliminazione di qualsiasi traccia di fanghi o altro materiale che possa successivamente generare polveri in atmosfera. La decontaminazione deve avvenire internamente ad un'area chiusa del cantiere;
- trasferimento dei contenitori decontaminati verso l'ambiente esterno su automezzi anch'essi decontaminati;
- carico dei contenitori decontaminati in appositi container posti nell'area di cantiere dell'imbocco;
- trasferimento dei container con automezzi pesanti presso la stazione di Bussoleno e carico dei container su apposti convogli ferroviari per il trasporto merci;
- invio e conferimento finale in discarica per rifiuti pericolosi del materiale via treno.

Attualmente i materiali di scavo contenenti minerali asbestiformi prodotti nella Valle di Susa vengono destinati a discariche per rifiuti pericolosi localizzate in Germania. Si riporta di seguito un elenco di alcuni siti per il conferimento.

Località	Gestore	Capacità totale
LEVERKUSEN-BÜRRIG	Currenta	~ 25 Mm3
DORMAGEN	Currenta	~ 5,83 Mm3
HASELBACH	Deponie Mathiasgrube	n.d.

In corrispondenza dei differenti settori in ambiente chiuso e in ambiente aperto (in particolare per le aree di deposito temporaneo) saranno previste stazioni di monitoraggio dell'aria per la

³ Decreto Ministeriale 14 maggio 1996, Decreto Legislativo 9 aprile 2008 Numero 81, Titolo IX, Capo III

valutazione della eventuale presenza di fibre asbestiformi aerodisperse, al fine di permettere l'attivazione di misure correttive ove necessario.

Le acque di lavorazione utilizzate per l'abbattimento delle polveri al fronte, per la pulizia dei mezzi, per i sistemi di compartimentazione e di decontaminazione saranno trattate con sistemi di depurazione e filtraggio assoluto per permetterne il riuso in tutte le fasi operative (escluso il reimpiego per le docce del personale).

La normativa in vigore, tuttavia, permette di formulare scenari alternativi qui solo enunciati:

1. Trattamento dei materiali e successivo smaltimento in discarica per rifiuti non pericolosi (DM n°248 del 29/07/2004) o riutilizzati come materia prima se conformi ai requisiti richiesti dal DM Min. Industria Commercio e Artigianato del 12 febbraio 1997;
2. Conferimento in deposito sotterraneo (D.Lgs. 36/2003).

Lo scenario operativo proposto risulta essere, allo stato attuale del progetto e coerentemente alle conoscenze, il più percorribile.

Infatti, per quanto concerne lo scenario alternativo 1, i processi di trattamento dei materiali contenenti amianto risultano aumentare sensibilmente i costi di gestione e comunque non alleggerirebbero le fasi di scavo, gestione in sito e trasporto dei materiali rispetto allo scenario operativo proposto.

Lo scenario alternativo 2, invece, risulta essere critico per quanto riguarda la scelta del sito per l'ubicazione del deposito sotterraneo. Infatti, la configurazione delle opere in progetto e gli scenari di planning dei lavori possibili non permettono la realizzazione di un deposito sotterraneo in prossimità della tratta in questione e in modo che il materiale sia stoccato direttamente in ambiente ipogeo senza portarlo in esterno (tale elemento rappresenterebbe il reale vantaggio scegliendo questa opzione). La realizzazione di un deposito sotterraneo in un altro luogo, quindi, non diminuisce le criticità connesse alla gestione in sito e trasporto dei materiali rispetto allo scenario operativo proposto e presenta l'ulteriore criticità di dover gestire altro materiale di risulta proveniente dallo scavo del deposito stesso.

7.2.2.3 Rischi geologici: Analisi della presenza di mineralizzazione uranifere e emissioni di gas radon

Le principali formazioni suscettibili di contenere dell'uranio sono le rocce metamorfiche, ovvero per il progetto solamente in corrispondenza del Complesso d'Ambin (da pk 53+500 a pk 54+750 circa) le diverse campagne di misurazioni eseguite in precedenza sulle carote dei sondaggi e sul terreno hanno permesso di concludere che nessuna delle formazioni studiate appare ricca in uranio. In particolare, nel 1999 - 2000 (studio ARPE) i tenori uraniferi sono risultati compresi tra 3 – 8000 ppm se non 14000 ppm in alcuni campioni. Inoltre, le misure di radioattività naturale (238U, 226Ra, 232Th, 40K) e di attività radiometrica su quasi 200 campioni di roccia prelevati in foro hanno tutti dato valori inferiori alle soglie di rischio e di legge (70 Bq/g). Infine le sorgenti analizzate presentano delle concentrazioni dei 2 isotopi

dell'uranio ²³⁸U e ²³⁴U basse (tra 3,5 e 37,3 mBq/l), inferiori ai limiti previsti nel Decreto Lgs. 31/2001 e dunque utilizzabili per il consumo umano.

Tuttavia, l'insieme dei risultati delle analisi realizzate in questo settore porta a concludere che se concentrazioni molto elevate d'uranio sono localmente osservate e costituiscono veri indici di mineralizzazioni, l'incassante di queste mineralizzazioni sembra povero d'uranio.

Per quanto riguarda le potenziali emissioni in radon, nessuna delle formazioni presenta un grado di rischio generalizzato significativo. Tuttavia un potenziale di emissione localmente elevato è stato determinato all'interno degli stessi Gneiss d'Ambin con tenori di uranio elevati. Tuttavia, come il periodo radioattivo del radon (se il tempo necessario per far scomparire la metà del radon prodotto ad un dato istante) è di 3,8 giorni, tutto il radon creato ad un dato istante è scomparso praticamente in capo a 30 giorni. Questa durata di vita ridotta del radon è dunque un fattore limitante naturale per l'accumulo

La gestione del rischio dovrà quindi essere affrontata con la realizzazione di indagini integrative per permettere l'identificazione lungo i tratti di scavo in sotterraneo delle sezioni caratterizzate da una maggiore probabilità di attraversamento di sorgenti di pericolo primario. Tra le disposizioni particolari da adottare per le tratte con rischio significativo connesso alle emissioni di gas radon, vi è la necessità di disporre di riserve di capacità in termini di potenza di ventilazione delle opere sotterranee in fase di scavi che in fase di esercizio.

7.2.2.4 Sintesi del modello geologico di riferimento della Galleria di Clarea

Il tracciato della Galleria di ventilazione di Clarea concepito in questa fase di Revisione del Progetto Preliminare, prevede l'imbocco in territorio italiano lungo il versante destro della Val Clarea a quota 1120 m slm; la galleria ha sviluppo pressoché parallelo al tracciato del Tunnel di Base e il punto di innesto sulla galleria principale avviene alla pk 48. Lo sviluppo totale della galleria è di 4.520 metri circa. Lo scavo avverrà in modalità meccanizzata (TBM) dal punto di raccordo con il Tunnel di Base al portale in esterno nella Val Clarea.

Il tracciato attraversa esclusivamente i micascisti del Massiccio dell'Ambin afferenti alla Serie di Clarea.

In corrispondenza del settore d'imbocco la galleria sarà scavata nei depositi quaternari di versante (detrito di falda) per uno sviluppo di circa 20 metri. Il settore d'imbocco presenta alcune criticità di tipo geomorfologico ovvero connesse alla dinamica di versante e alla dinamica fluvio – torrentizia superabili con la messa in opera di barriere, opere paramassi e valli finalizzati alla messa in sicurezza dell'area di imbocco.

La copertura rocciosa al di sopra della galleria cresce regolarmente fino a raggiungere circa 1750 metri in corrispondenza del punto di innesto nell'opera principale. L'ammasso roccioso presenta caratteristiche geomeccaniche variabili in funzione del grado di fratturazione connesso alla presenza di strutture fragili spaziate ma persistenti che possono spingersi fino a quota galleria.

7.2.2.5 Sintesi del modello geotecnico e geomeccanico di riferimento del tratto italiano del Tunnel di Base

La caratterizzazione geomeccanica dei litotipi si basa fundamentalmente sull'analisi di tre fattori principali:

- L'analisi delle caratteristiche della roccia intatta, desunta essenzialmente da prove di laboratorio;
- L'analisi delle caratteristiche strutturali dell'ammasso e le variazioni di tali caratteristiche lungo il tracciato in funzione dell'assetto strutturale fragile;
- L'analisi delle caratteristiche delle discontinuità (faglie e fratture) riscontrabili nei diversi litotipi.

Nell'ambito della presente fase progettuale è stato applicato il sistema classificativo definito sull'individuazione di 11 gruppi geomeccanici (10 per l'ammasso roccioso e 1 - G11 - per i depositi sciolti) che descrivono il comportamento previsto in fase di scavo (resistenza dell'ammasso allo scavo). Tale classificazione, definita coerentemente alle fasi di progetto precedenti (APR/PR) è stata determinata sulla base dei risultati delle analisi di laboratorio effettuate sui provini di roccia prelevati dai sondaggi a disposizione lungo il tracciato del Tunnel di Base.

Il modello geomeccanico, inoltre, è stato definito attraverso la determinazione dei parametri che permettono l'applicazione dei sistemi classificativi più classici quali RMR di Bieniawski e GSI di Hoek lungo il tracciato delle opere in progetto. Bisogna comunque sottolineare che la definizione dei gruppi geomeccanici deriva direttamente dall'applicazione dei metodi classificativi più classici.

Nella tabella che segue sono riportati i caratteri geomeccanici principali delle unità geologiche attraversate dal Tunnel di Base.

<i>Litotipo</i>	<i>Formazione</i>	<i>Unità</i>	<i>Condizioni generali</i>	<i>Instabilità locale</i>	<i>comportamento spingente</i>	<i>RMR</i>	<i>GSI</i>	<i>Gruppo Geomeccanico</i>
micascisti	Complesso di Clarea	Massiccio d'Ambin	buone	si	no	III (P), II (S)	55-65	G3, G4
gneiss	Complesso d'Ambin	Massiccio d'Ambin	molto buone	si	no	II (P), I (S)	70-80	G2, G3
quarziti	Coperture permotriassiche	Massiccio d'Ambin	discrete/buone	si	si	III (P), IV, II (S)	50-60	G3, G4, G6
calcescisti	Zona a Scaglie, U. Puy-Venaus	Zona Piemontese	discrete/buone	no	si	III (P), II, IV (S)	50-60	G4, G5, G6
gneiss	Gneiss di Charbonnel	Zona Piemontese	buone	no	si	II (P), III, IV (S)	55-65	G4, G5, G6
metabasiti	U. Valle di Susa, Rocciavré, Valle di Viù	Zona Piemontese (unità oceaniche)	discrete	si	si	III (P), II, IV (S)	50-60	G4, G5, G6
Faglie principali	-	-	pessime	si	si	IV (P), V (S)	20-30	G10
Faglie secondarie	-	-	pessime	si	si	IV (P), III (S)	20-30	G5, G9

La classificazione RMR di Bieniawski e il GSI non sono applicabili ai depositi quaternari della Val Cenischia. In questo caso, i depositi sono stati inquadrati nel gruppo geomeccanico G11 che raggruppa i depositi sciolti. Il comportamento allo scavo e le problematiche connesse con questi depositi sono infatti completamente differenti rispetto agli ammassi rocciosi. Le

criticità maggiori sono rappresentate dalla scarsa coesione del materiale sciolto e dalla presenza di un battente idraulico elevato in alcuni tratti pari a 60 metri.

Le caratteristiche litotecniche dei terreni sono state definite sulla base dei dati di letteratura e dei risultati delle prove in foro e in laboratorio eseguite recentemente. Nella tabella che segue sono riportati i parametri di riferimento per il gruppo geomeccanico G11.

<i>parametro</i>	<i>valore</i>	<i>unità</i>
gamma	20-22	kN/m ³
c	0-0.010	MPa
Phi	33-37	°
Ed	0.05-0.2	GPa
v(Poisson)	0.3	-

7.2.2.6 Sintesi del modello idrogeologico del Tunnel di Base

Il modello idrogeologico elaborato per il Progetto Preliminare fornisce i dati inerenti alla caratterizzazione idrodinamica dei litotipi attraversati dalle opere (p.es. grado di permeabilità e carichi idraulici), alla valutazione delle portate drenate dalle opere sotterranee nonché il loro chimismo e temperatura, e le interferenze sulla risorsa idrica sotterranea e di superficie.

I terreni attraversati dalle opere sono caratterizzati da permeabilità per porosità primaria pressoché nulla. Essi, infatti, sono costituiti da rocce di basamento e copertura e risultano permeabili per porosità secondaria ovvero con un grado di permeabilità connesso al loro stato di fratturazione e/o di carsismo. Fa eccezione il tratto in cui è previsto l'attraversamento del fondovalle Cenischia in cui lo scavo avverrà in depositi sciolti di tipo alluvionale permeabili per porosità primaria connessa alla porosità efficace del sedimento.

I litotipi sono stati raggruppati in complessi idrogeologici caratterizzati ciascuno da comportamento idrogeologico omogeneo ovvero da un solo tipo di permeabilità (primario o secondario) che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto.

Un altro elemento che condiziona fortemente la permeabilità dell'ammasso roccioso è la profondità a cui verranno realizzate le opere. È infatti noto come, per profondità elevate, si registri una tendenza del grado di permeabilità a diminuire in virtù dell'aumento del carico litostatico e del suo effetto di chiusura delle fratture. Tale fenomeno, tuttavia, non deve essere considerato in maniera generalizzata in quanto il comportamento idrogeologico in profondità è funzione, oltre che della profondità, della reologia della roccia quindi del suo comportamento alla rottura e alla connettività dei sistemi di fratturazione e di faglia con le aree di ricarica ovvero con la superficie.

Nel settore francese del Tunnel di Base dalla pk 34+170 (punto alto) alla pk 39+800 lo scavo interessa i litotipi della zona brianzonese e alcuni lembi delle rocce di copertura permotriassica del massiccio d'Ambin (quarziti e meta dolomie). In questo settore sono presenti livelli evaporitici e carbonatici a quali potrebbero essere associati fenomeni di dissoluzione

chimica con formazione di strutture carsiche. Se intercettate queste sono responsabili di venute d'acqua importanti di natura sia puntuale che diffuso

Dalla pk 39+800 alla pk 52+500, a copertura più elevata compresa tra circa 1000 e 2000 metri, lo scavo interesserà nel suo insieme il complesso di Clarea (micascisti) ed in parte quello dell'Ambin (gneiss). In questo tratto è quindi ipotizzato di avere dei carichi idraulici superiori a 500 metri e talvolta superiori a 1000 metri. Sono previste venute d'acqua con temperature superiori a 40°C (max 47° C).

La copertura rocciosa decresce regolarmente fino alla pk 56+000 passando da circa 1500 a circa 100 metri. In questo settore il Tunnel di Base attraverserà i terreni che costituiscono gli orizzonti di scollamento della Zona a Scaglie Tettoniche caratterizzati da permeabilità per dissoluzione chimica e dove è possibile il drenaggio di acque aggressive sature in SO₄.

Il seguente attraversamento della Zona Piemontese e dei depositi di fondovalle del Torrente Cenischia, fino all'imbocco est, si caratterizza per coperture comprese tra 50 e 200 metri circa. Nei tratti in cui è previsto lo scavo nei depositi quaternari è prevista la realizzazione di trattamenti preventivi dei terreni o all'adozione di tecniche di scavo volti alla riduzione della permeabilità al fine di minimizzare e possibilmente, assieme alla impermeabilizzazione delle opere, annullare le venute d'acqua.

Dal punto di vista idrogeologico il tracciato attraversa i seguenti complessi idrogeologici

Complesso Idrogeologico 1 – Carniole, breccie tettoniche: Zona a scaglie tettoniche - orizzonte di scollamento

Complesso Idrogeologico 2 – Rocce carbonatiche

Complesso Idrogeologico 4a - Quarziti

Complesso Idrogeologico 5 - Micascisti e gneiss: Unità d'Ambin - Complesso di Clarea e Complesso d'Ambin

Complesso Idrogeologico 6 – Calcescisti e flysch: Unità di Puy Venaus Zona Piemontese (calcescisti e gneiss di “Charbonnel”)

Complesso Idrogeologico 8 – Dolomie e marmi dolomitici con anidriti

Complesso Idrogeologico Q2 – Depositi quaternari: depositi alluvionali del fondovalle Cenischia.

Valutazione portate idriche attese in galleria

Sulla base del modello idrogeologico di riferimento, sono state valutate le portate drenate da entrambe le canne del Tunnel di Base e raccolte al portale di Susa: esse risultano comprese tra 347 e 783 l/s in regime stabilizzato. L'ampiezza tra il valore minimo e quello massimo traduce il grado d'incertezza della previsione. Esso si riferisce soprattutto alla valutazione delle portate puntuali che sono responsabili di circa il 60% delle portate totali drenate. La caratterizzazione e la quantificazione delle strutture responsabili delle venute puntuali (come le faglie, per esempio) è molto incerta. Per questo si è preferito mantenere un approccio cautelativo attribuendo a ciascuna di esse una portata specifica che varia tra 15 e 75 l/s a seconda della sua probabilità di occorrenza e della presunta capacità di drenare sistemi di

flusso di una certa importanza. Nelle fasi successive di progettazione sarà quindi opportuno verificare tale valutazione al fine di diminuire il grado d'incertezza della previsione.

A tal proposito, alla luce di quanto osservato in contesti idrogeologici simili come nelle discenderie di Modane, La Praz e St. Martin La Porte o come nel Tunnel del Loetschberg le portate misurate sono risultate essere inferiori rispetto a quanto previsto

A questi bisogna sommare gli apporti delle opere accessorie per le quali è previsto che il drenaggio delle acque verso l'esterno avvenga attraverso il Tunnel di Base:

- portata cumulata della tratta della Galleria de La Maddalena che non si trova in affiancamento del Tunnel di base (da pk 1+400 a pk 4+078) così come indicato nel Progetto Definitivo della stessa galleria geognostica. (5÷11 l/s);
- portata cumulata dovuta al drenaggio della Galleria di ventilazione di Clarea. (55÷110 l/s). Questo valore risente anch'esso dell'apporto decisivo delle venute puntuali che rappresentano oltre l'80% delle venute totali.

La portata totale attesa al portale di Susa è quindi compresa tra 407 e 904 l/s. Nella tabella seguente sono riassunte le portate valutate per opera e per tipologia di venuta (diffusa e puntuale). In corsivo tra parentesi sono indicate le portate medie attese al portale di Susa ripartite per ciascuna canna del Tunnel di Base.

	Contributo tipo venute (una canna)		Venute per opera	
	Venute diffuse	Venute puntuali	1 canna	2 canne
Tunnel di Base	109-287	205-410	314-696	347 – 783 (174-392)
Galleria di Clarea	10-20	45-90	55-110 (27.5 – 55)	
Galleria de La Maddalena	5-11	-	5-11 (2.5 – 5.5)	
Venute totali	124-310	250-500	374-817	407-904 (204-452)

Chimismo delle acque drenate dal tunnel di base

Il chimismo delle acque drenate dal Tunnel di Base è stato valutato esclusivamente in relazione al contenuto in solfati la cui concentrazione può essere critica per la aggressività nei confronti del calcestruzzo.

Le venute potenzialmente responsabili di particolari concentrazioni di solfati sono localizzate nel tratto di galleria compresa tra il punto alto in territorio francese (pk 34+170) e la pk 39+460. In questo tratto è previsto che il tunnel intersechi le strutture caratterizzate da dissoluzione chimica associate alla Falda dei Gessi responsabili di venute puntuali che potrebbero essere sature in solfati.

Un altro tratto potenzialmente caratterizzato da venute puntuali sature in solfati è quello in cui il tracciato interseca la Zona a Scaglie Tettoniche nel settore di Venaus tra le pk 55+060 e 56+060. Le acque che saranno drenate nella tratta dei calcescisti dell'Unità Puys Venaus (da pk 57+130) fino al portale di Susa (pk 60+940) sono state cautelativamente comprese tra quelle non potabili.

In totale sono state considerate due venute di tipo puntuale che potenzialmente possono essere sature in solfati in corrispondenza delle pk 37+500 e 55+410 circa, rispettivamente in coincidenza della Falda dei Gessi e della Zona a Scaglie Tettoniche nel settore di Venaus.

Ogni venuta puntuale è associata a una portata variabile tra 37.5 e 75 l/s di acqua contenente 2000 mg/l di solfati.

Le portate cumulate di acqua non potabile attese al portale di Susa sono stimate tra 205 l/s e 475 l/s.

Considerando che gli apporti di ciascuna venuta si diluiscano nel totale delle acque attese al portale di Susa, le concentrazioni potenziali allo stesso portale sono date dal rapporto tra la somma dei singoli contributi e le portate totali drenate.

Il valore minimo esprime la diluizione della minima concentrazione nel massimo delle portate attese al portale di Susa; il valore massimo esprime la diluizione della massima concentrazione nel minimo delle portate attese al portale di Susa.

Nella tabella che segue sono riportate le concentrazioni in solfati attese al portale di Susa.

	pk	37+500	55+410
Apporti potenziali in solfati (mg/l)		83 - 368	83 - 368
Portate cumulate attese al portale di Susa (l/s)		407 - 905	
Concentrazioni in solfati al portale di Susa (mg/l)		166 - 736	

La normativa europea UNI:EN 206-1:2001 fissa a 200 mg/l la concentrazione limite delle acque aggressive nei confronti dei calcestruzzi. È dunque ragionevole ritenere che le acque in uscita al portale di Susa possano contenere concentrazioni in solfati tali da determinare un debole grado di aggressività sui calcestruzzi. È dunque necessario prevedere l'utilizzo di calcestruzzi adatti al contesto idrochimico.

Il limite consigliato dalla normativa italiana in materia di acque potabili (DPR 236/1988), per il contenuto in solfati è di 25 mg/l per cui per riutilizzare queste acque a scopo idropotabile, è necessario prevedere un sistema di separazione delle acque ricche in solfati dalle acque più pure e probabilmente potabili che derivano dal drenaggio del Massiccio d'Ambin, costituito da gneiss e micascisti.

Temperature delle acque drenate dal tunnel di base

Le temperature delle venute d'acqua sono state calcolate considerando che esse siano in equilibrio termico con l'ammasso roccioso. Il bilancio di massa per la valutazione della temperatura al portale è stato eseguito considerando che le acque si miscelino istantaneamente

e perfettamente con quelle circolanti nel collettore di drenaggio ovvero son state considerate le temperature medie dell'ammasso roccioso in corrispondenza dei punti d'ingresso delle venute lungo il tunnel ponderate secondo le rispettive portate delle venute d'acqua.

La temperatura media dell'acqua in uscita al portale di Susa è valutata in 28°C (37° C per le acque potabili e 17° C per le acque non potabili. Queste temperature sono state valutate considerando anche gli apporti delle opere accessorie (galleria di Clarea e de La Maddalena) come venute puntuali in corrispondenza delle pk di intersezione delle opere .

Nella Relazione Geologico-geotecnica-idrogeologica e' riportata una tabella con le previsioni tratto per tratto delle portate d'acqua (divise in puntuali e diffuse) e le relative temperature delle acque. La sintesi di tale tabella e' la seguente :

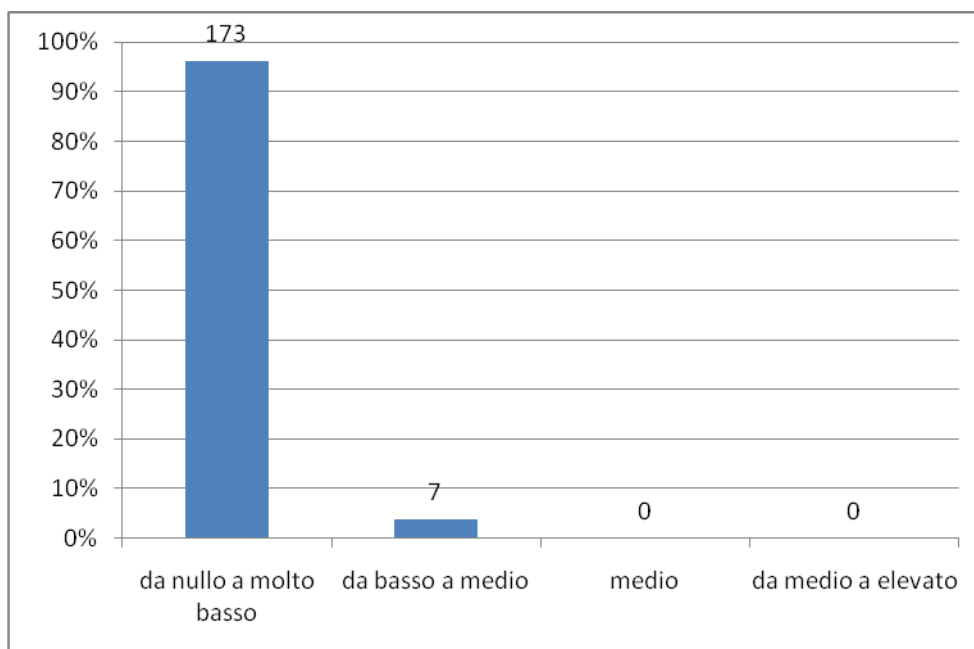
Venute d'acqua puntuali e diffuse (l/s)	puntuali min 205 max 410	diffuse min 202 max 495	T° media (C°)
Portata cumulata al portale di Susa (l/s)	min 407	-max 905	28
Acque potabili (l/s)	min 202	-max 430	37
Acque non potabili (solfatiche ed altre) (l/s)	min 205	-max 475	17

Valutazione del rischio di impatto sulla risorsa idrica

La valutazione del rischio d'impatto nel settore del Tunnel di Base, che sostanzialmente riguarda la probabilita' di insterilimento di sorgenti o pozzi d'acqua è stato eseguito per complessivi 180 punti acqua di cui 58 inseriti nella rete di monitoraggio. Tale valutazione e' stata realizzata applicando il metodo DHI(Drawdown Hazard Index, Dematteis et al., 2001) che si basa sulla parametrizzazione del tipo di sorgente (o pozzo) e delle sue relazioni con la geologia e la galleria sottostante. La probabilità d'impatto è espressa attraverso un valore numerico che rappresenta l'Indice di Probabilità d'Impatto. Nella Relazione Geologica-Geotecnica ed idrogeologica sono riportate le calcolazioni.

I risultati dello studio delle probabilità di impatto sono rappresentati schematicamente nella seguente tabella.

	DHI	RISCHIO	N_i	%
1	0-0.1	da nullo a mo lto basso	173	96%
2	0.1-0.2	da basso a me dio	7	4%
3	0.2-0.3	medio	0	0%
4	0.3-1	da medio a elevato	0	0%
			180	100%



Dall'analisi della distribuzione delle classi di rischio si evince che la maggioranza (96%) dei punti acqua analizzati non presentano alcun rischio d'isterilimento. Il rimanente 4%, ovvero 7 sorgenti, presenta un rischio da basso a medio.

Particolare attenzione bisogna riservare a tre sorgenti in Comune di Giaglione : Supita (AST009), Boscocedrino (AST011) e Arnot-Poisattoni (AST012), captate dall'ACEA per uso idropotabile. Il loro isterilimento, oltre al danno naturalistico, potrebbe mettere in crisi le forniture idriche del concentrico di Giaglione e delle frazioni Busignera e Cresto. La portata totale di queste sorgenti è di circa 10 l/s di cui la quasi totalità è però captata presso la sorgente Boscocedrino.

Per tale motivo, in accordo con quanto previsto in APR/PD ed ai dati forniti dal monitoraggio della risorsa idrica attualmente in corso ad opera di LTF, si sono individuate le seguenti misure di compensazione in funzione degli scenari che potrebbero presentarsi :

Descrizione	Soluzione
Rifornimento tramite autobotti	EMERGENZA
Utilizzo di acque superficiali da potabilizzare	EMERGENZA
Stazione di sollevamento presso le vasche della rete esistente	TRANSITORIA
Alimentazione della Fraz. Busignera tramite l'acquedotto di Fraz. Pra Piano	TRANSITORIA
Trivellazione pozzo di Clarea	DEFINITIVA
Captazione sorgenti versante ovest Punta Mulatera e loro allacciamento alla rete esistente	DEFINITIVA
Potenziamento del sistema di captazione delle sorgenti di Moncenisio e allacciamento con la rete di Giaglione	DEFINITIVA

Naturalmente le misure di compensazione dovranno essere concordate con le amministrazioni coinvolte e con il Soggetto Gestore del Servizio Idrico Integrato (ACEA) sia delle sorgenti sia della rete acquedottistica attualmente in funzione.

7.2.3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

7.2.3.1 Tunnel di Base

Caratteristiche generali

La Galleria di Base ha una lunghezza di circa 57,3 km, di cui km 45 circa in territorio francese e km 12,3 circa. in territorio italiano

L'opera ferroviaria è costituita da due gallerie a binario unico, con interasse variabile tra 30 e 80 m. La sezione libera è di circa 43 m² e sarà realizzata, in funzione delle caratteristiche geomeccaniche degli ammassi, con scavo tradizionale tramite esplosivo, con mezzi meccanici (frese puntuali o martellone) o con fresa a piena sezione.

L'imbocco ovest della Galleria di Base si trova in Francia, a St Julien Mont-Denis, vicino a St-Jean-de-Maurienne; l'imbocco est si trova in Italia, a nord-est del centro urbano di Susa, presso l'imbocco est della Galleria autostradale di Monpantero

La tratta del Tunnel di Base oggetto della revisione di questo progetto preliminare si sviluppa per 12.315 metri dalla frontiera Francia-Italia (pk 48+672) all'imbocco di Susa (pk 60+987).

Lungo l'intero tunnel sono previsti:

- rami di comunicazione tra le due canne del tunnel con mutua distanza normalmente di 333 m con funzione di sicurezza per i viaggiatori in caso di incidente, in particolare di incendio. Alcuni di questi rami sono dotati al loro interno di locali tecnici per la sicurezza.
- La stazione di servizio in sotterraneo di Modane (km 32+165), con funzione anche di Area di sicurezza, con relativo pozzo di ventilazione e discenderia per l'accesso dall'esterno di soccorritori/manutentori
- Le Aree di Sicurezza sotterranee di La Praz (km 20+588) e di Clarea (km 47+998) con relative discenderie per l'accesso dall'esterno di soccorritori/manutentori. L'Area di sicurezza di Clarea ha. Oltre alla discenderia per l'accesso dei soccorritori/manutentori, anche un pozzo di ventilazione. Discenderia e pozzo si sviluppano prevalentemente in territorio italiano.
- Discenderia di St Martin la Porte (km 11+618) per l'accesso di eventuali soccorritori/manutentori.

Le discenderie, di cui Saint Martin La Porte, La Praz, Modane già realizzate, hanno anche lo scopo di gallerie geognostiche per conoscere meglio la geomeccanica dell'ammasso roccioso in corrispondenza delle future gallerie ferroviarie.

Ogni galleria del Tunnel di Base presenta una sezione circolare di diametro minimo utile interno di 8,40 m, comprensivo di 30 cm di tolleranze costruttive.

Lungo i due lati del binario sono disposti un marciapiede di evacuazione dei viaggiatori in caso di emergenza (lato interno di 1,20 m) ed un marciapiede di manutenzione (lato esterno).

Caratteristiche costruttive

Sono stati analizzati differenti scenari di costruzione. In particolare, avendo escluso la possibilità di attacchi intermedi sul lato italiano, si è individuato il cantiere principale a Susa, mentre, limitatamente all'Area di Sicurezza di Clarea ed alla relativa galleria di ventilazione si è individuato il cantiere secondario alla Maddalena.

Dal punto di vista della realizzazione il Tunnel di Base è stato suddiviso nelle seguenti tratte:

Zona	Progressiva	Scenario di riferimento (C3A_0450_33-01-01_90-02_Planning sc2_0)
Zona delle rocce verdi	Da pk 60+900 a 60+500	Tradizionale/esplosivo
Zona del complesso piemontese (sinistra Cenischia)	Da pk 60+500 a 57+200	Fresa slurry a fronte non confinato
Alluvioni della valle Cenischia	Da pk 57+200 a 56+000	Fresa slurry a fronte confinato
Zona a scaglie	Da pk 56+000 a 54+900	Fresa slurry a fronte non confinato poi Tradizionale/esplosivo
Massiccio di Ambin/Clarea	Da pk 54+ 900 a 50+500 (sc1) Da pk 54+ 900 a 51+920 (sc2)	Fresa aperta da roccia

La scelta di una unica fresa slurry deriva dalla necessità di attraversare le alluvioni della valle Cenischia, a granulometria sabbio-ghiaio. Inoltre, a seguito dei calcoli di dimensionamento, appare difficile superare la zona delle carniole con una fresa scudata a causa delle pressioni elevate che si svilupperebbero sui conci.

La scelta della fresa Slurry (sebbene più costosa della EPB) deriva inoltre dalla necessità di scavare sotto importanti battenti idrici (5-7 bar) in terreni alluvionali.

Quanto allo scavo in tradizionale esso troverà possibile impiego sia per lo scavo della galleria di linea che per la realizzazione dei rami di collegamento tra le canne, oltreché per lo scavo dei siti d'intervento e la stazione di Modane, con velocità di avanzamento proprie, e sarà necessario applicarlo nelle tratte dove non risulta possibile prevedere l'impiego di una qualunque tipologia di scavo meccanizzato.

Il rivestimento definitivo delle gallerie è in calcestruzzo dello spessore di 50 cm: Nei tratti ove lo scavo è eseguito con il sistema meccanizzato, tale rivestimento è in conci prefabbricati con guarnizioni in gomma per garantire la impermeabilizzazione dello stesso rivestimento.

Nei tratti ove lo scavo è eseguito con il sistema tradizionale il rivestimento è gettato in opera ed a seconda delle condizioni geotecniche il rivestimento è composto da calcestruzzo armato o non armato. Gli archi rovesci sono sempre armati.

Raccolta ed evacuazione acque di drenaggio e liquidi pericolosi

In relazione alla quantità di acqua stimata, l'inserimento di un sistema d'impermeabilizzazione sistematico è raccomandato sia per garantire la durabilità delle strutture sia per mantenere un ambiente confortevole nella galleria.

Per questo motivo le gallerie (comprese i rami e i locali tecnici) sono dotati di **impermeabilizzazione** lungo la circonferenza dell'arco e dei piedritti. La parte inferiore (arco rovescio) della galleria rimane di norma senza impermeabilizzazione tranne che nelle zone di faglia attraversate con fresa aperta o in tradizionale e laddove siano previste acque aggressive. Il sistema d'impermeabilizzazione è composto da un geotessile e da una membrana in pvc.

Un sistema di drenaggio longitudinale è comunque previsto al fine di ridurre le pressioni sul rivestimento definitivo. Il collettore principale è inserito nella parte inferiore della galleria, e presenta un diametro compreso tra 600 e 800 mm. Per maggiori informazioni si rimanda alla relazione specifica (C3A_387_26-01-05_10-01_Drenaggi Tunnel di base-A)

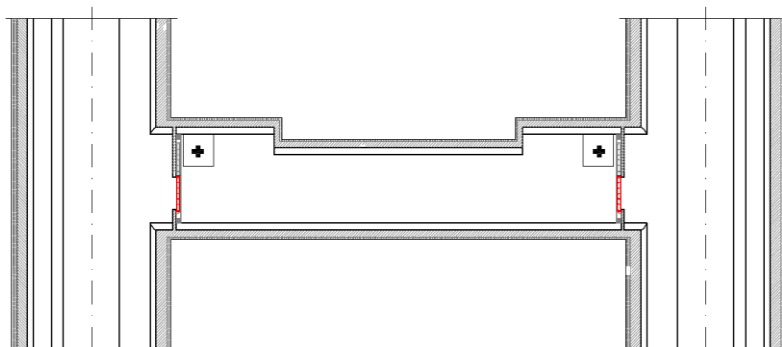
Nella Galleria di Base i **liquidi pericolosi** (liquidi provenienti da eventi anomali, acque antincendio) intercettati sulla sovrastruttura sono drenati separatamente dalle acque di falda, verso le vasche di ritenuta tramite condutture e sifoni. Sono previsti serbatoi di raccolta di capacità 120 m³ al passo massimo di 2500 m. Anche per questo argomento si rinvia, per una descrizione dettagliata e per il calcolo delle dimensioni del sistema d'evacuazione materie pericolose alla relazione di drenaggio succitata.

Rami di comunicazione

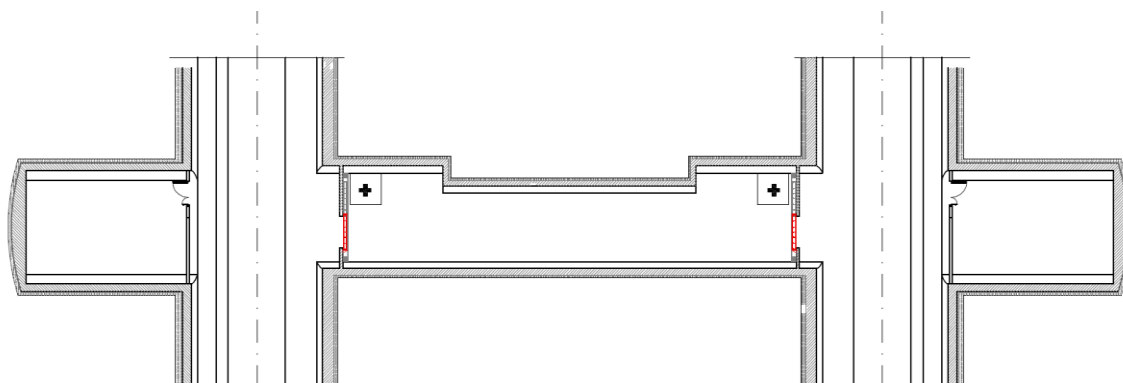
Ogni 333 m circa i marciapiedi di evacuazione delle due canne ferroviarie sono collegati tra loro mediante un ramo di collegamento, di sagoma utile pari a 4,30 m di larghezza e 2,93 m di altezza. La loro lunghezza varia in funzione dell'interasse tra le due gallerie. Per l'interasse più frequente (40 m), la lunghezza del ramo è di poco più di 28 metri.

In funzione della presenza o meno di locali tecnici e della tipologia degli stessi vi sono quattro differenti tipologie di rami, denominati R0, R02, R1, R1-2 le cui caratteristiche salienti sono le seguenti:

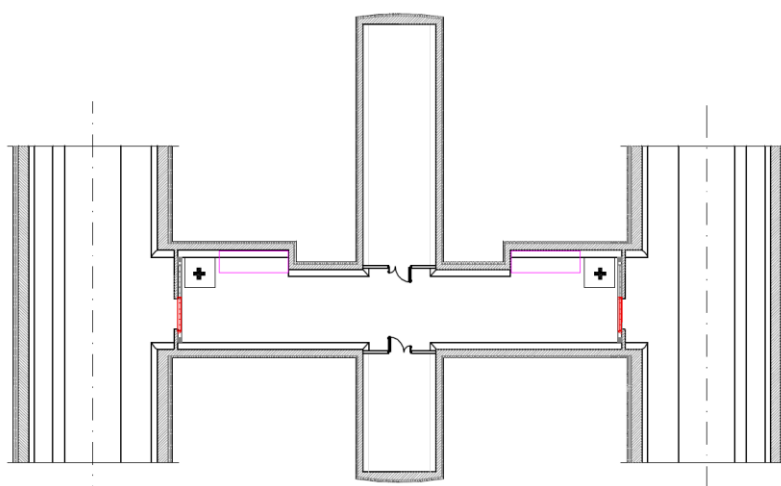
Ramo R0 : assenza di locali tecnici ;



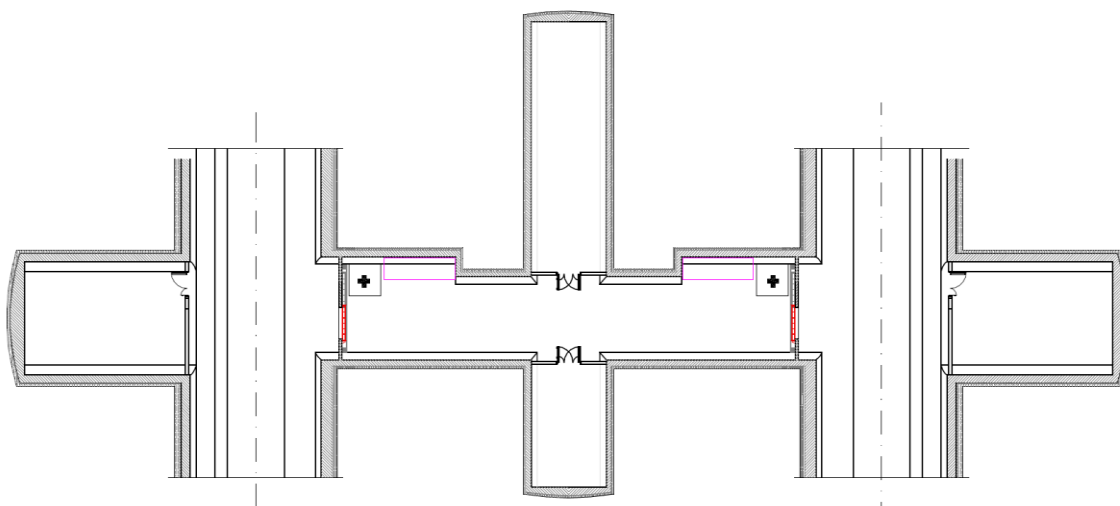
Ramo R0-2 : Locali tecnici contenenti gli autotrasformatori posti all'esterno del ramo;



Ramo R1 : Locali tecnici in camera centrale (tra i binari pari e dispari);



Ramo R1-2 : Locali tecnici contenenti gli autotrasformatori posti all'esterno del ramo e locali tecnici in camera centrale (tra i binari pari e dispari);



La parte centrale dei rami, destinata ad accogliere i passeggeri, soddisfa i seguenti criteri:

- Due porte HCM 90 (o REI 120);
- Un passaggio libero di 2 m tra le due porte;
- Un spazio libero di 2x 2 m x 2 m per accogliere i passeggeri che devono essere particolarmente protetti durante l'evacuazione. È situato nelle vicinanze di ogni porta senza intralciare il passaggio libero destinato al transito dei passeggeri.
- Una superficie almeno pari a 120 m² libera da ostacoli;
- Una larghezza interna di almeno 4.30 m.

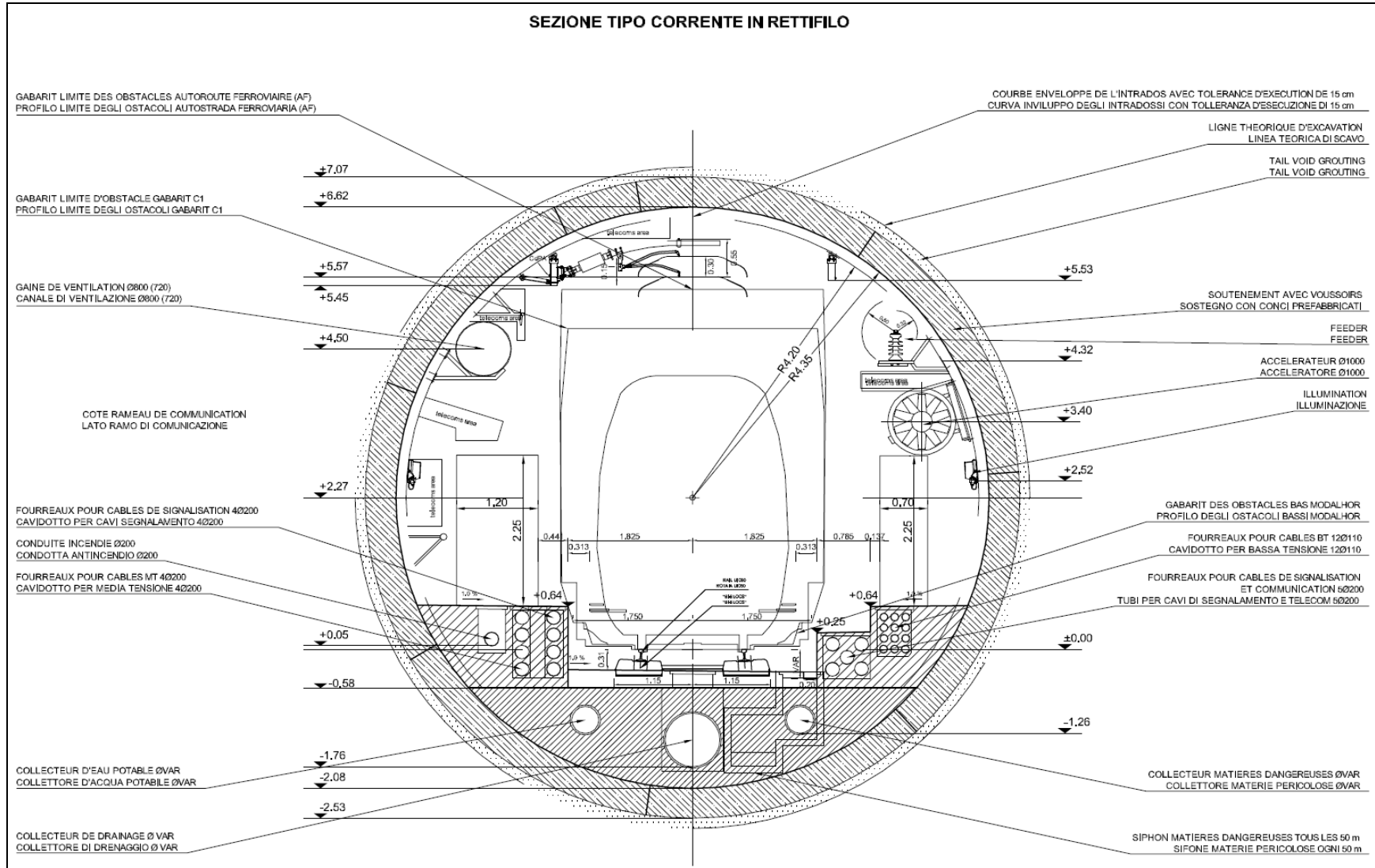
Tabella rami (al di fuori delle aree di sicurezza di La Praz, Modane e Clarea):

	R0 (n°)	R0-2 (n°)	R1 (n°)	R1-2 (n°)	TOTALE (n°)
Tunnel di base (Francia)	94	2	33	0	129
Tunnel di base (Italia)	27	1	9	0	37
TOTALE	121	3	42	0	166

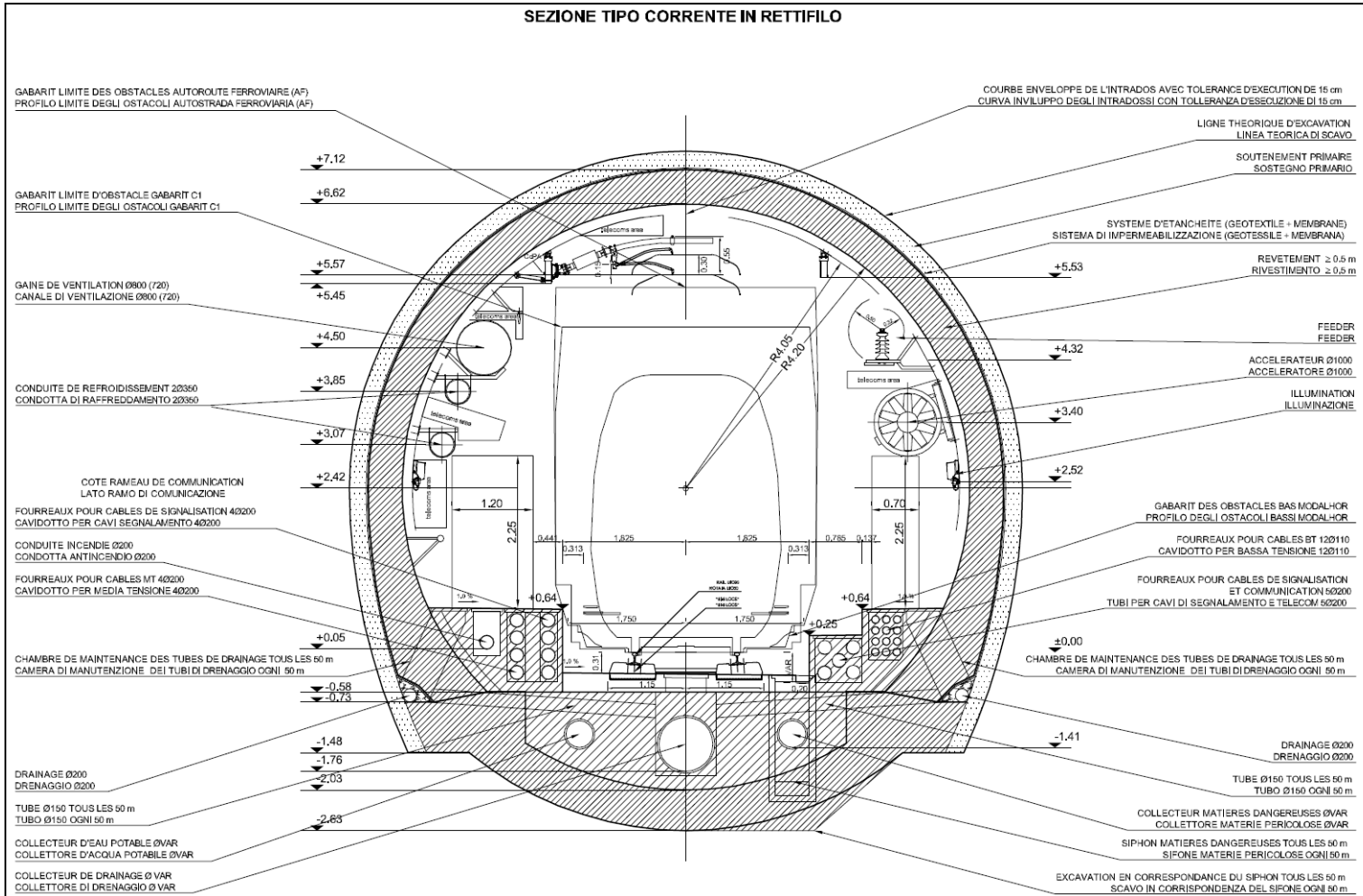
In corrispondenza del tratto di 400 m ove è prevista la fermata in emergenza di un treno nelle Aree di Sicurezza di La Praz, Modane e Clarea i rami di collegamento hanno interesse di 50 metri.

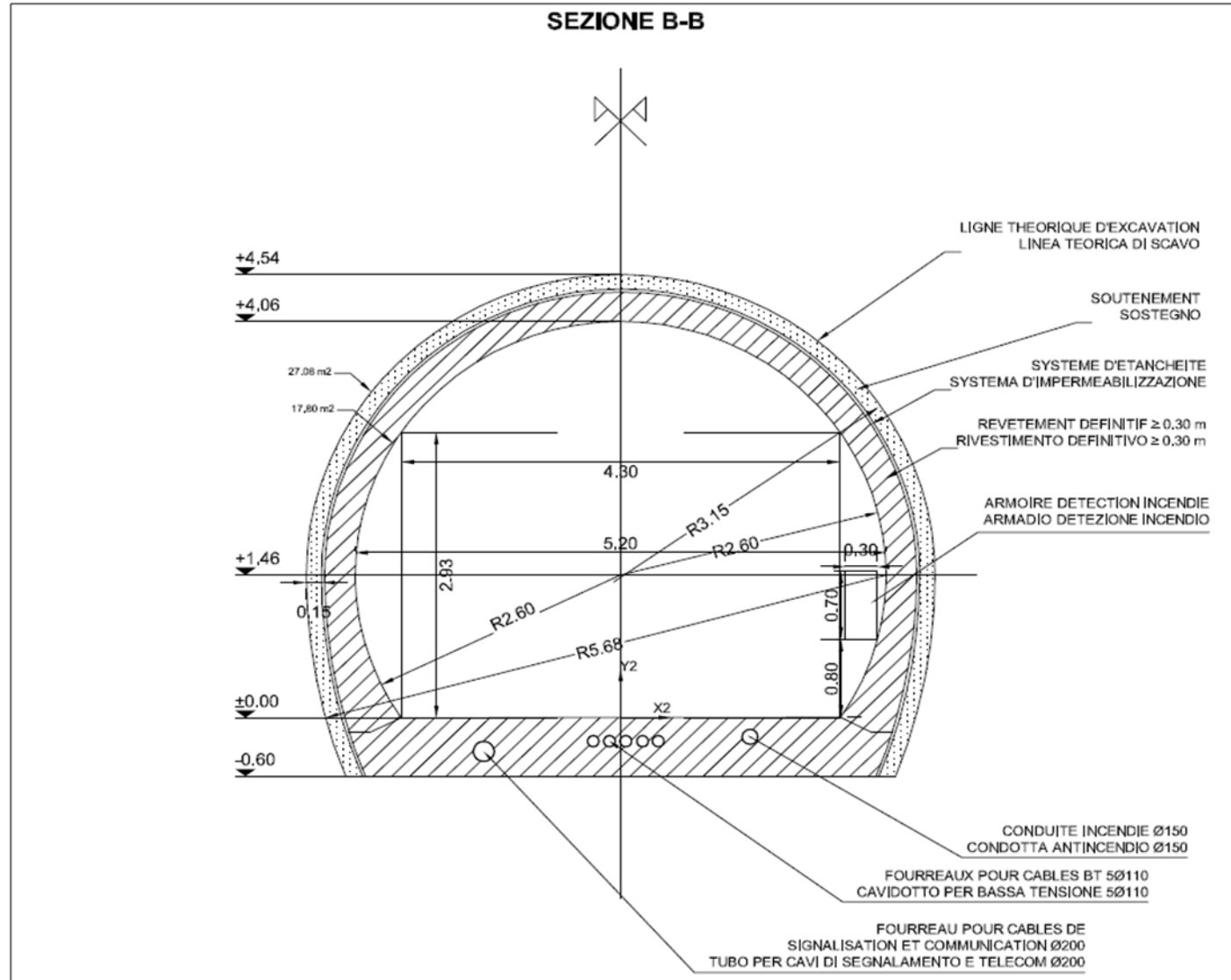
I rami sono chiusi da porte scorrevoli, comandate elettricamente dal PCC e in loco; in quest'ultimo caso, elettricamente e manualmente (modalità manuale prioritaria). Esse sono in grado di sopportare una variazione di pressione di 10 kPa e sono REI. 90.

Il controllo dello stato di apertura/chiusura delle porte si effettua dal PCC.



SEZIONE TIPO TUNNEL DI BASE - SCAVO CON TBM SCUDATA





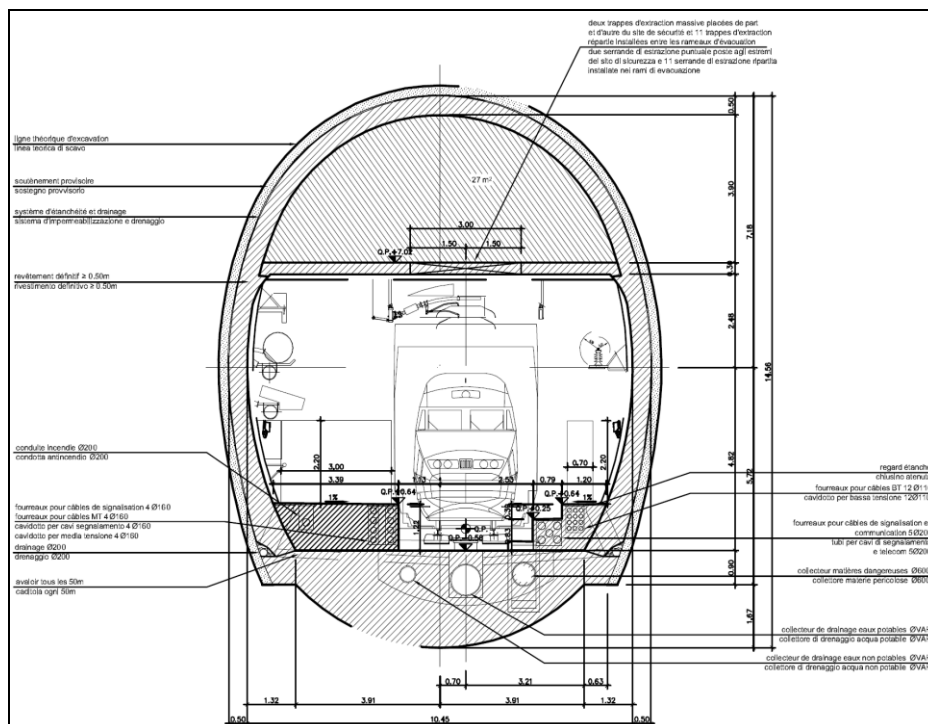
7.2.3.2 Tunnel di Base : Area di Sicurezza di Clarea

l'Area di Sicurezza in sotterraneo di Clarea si trova alla pk 47+998. Essa presenta una lunghezza di 750 m ed una pendenza longitudinale pari al 2%. In corrispondenza dell'area di sicurezza la sezione trasversale di ognuna delle due canne del Tunnel di Base risulta maggiore rispetto alla sezione corrente, per garantire gli spazi necessari all'espletamento della funzione di area di sicurezza. Tra le due canne del Tunnel di Base, che in corrispondenza dell'Area di Sicurezza distano tra loro 80 metri, si trova una terza galleria intertubo che rappresenta la galleria di sicurezza e costituisce l'arrivo della galleria della Maddalena.

Nella zona centrale dell'area di sicurezza la galleria intertubo si sviluppa su due livelli: al livello superiore si trova la galleria intertubo propriamente detta, che consente il transito dei mezzi di soccorso; al livello inferiore, su una lunghezza di 400 m, si trova la sala di accoglienza, nella quale convergono gli 8 rami pedonali di collegamento con le due gallerie monobinario previsti ogni 50 m.

Al centro dell'area di sicurezza si trova una caverna tecnica trasversale a tre piani, sulla quale si innesta la galleria di ventilazione di Clarea.

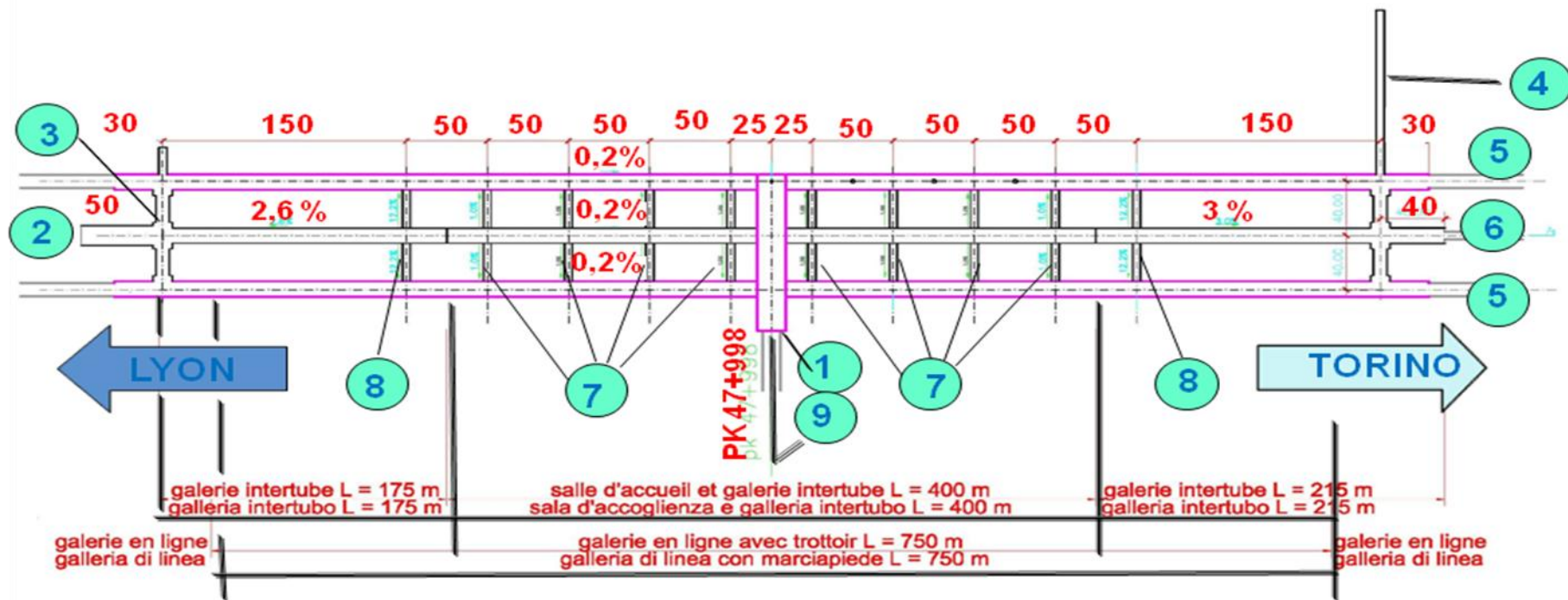
Due ulteriori rami sono previsti per l'accesso alle gallerie di linea dei soccorsi alle due estremità di una zona di 450 metri centrata rispetto all'asse del sito.



**SEZIONE TIPO TUNNEL DI BASE IN CORRISPONDENZA DELLA
 AREA DI SICUREZZA DI CLAREA**

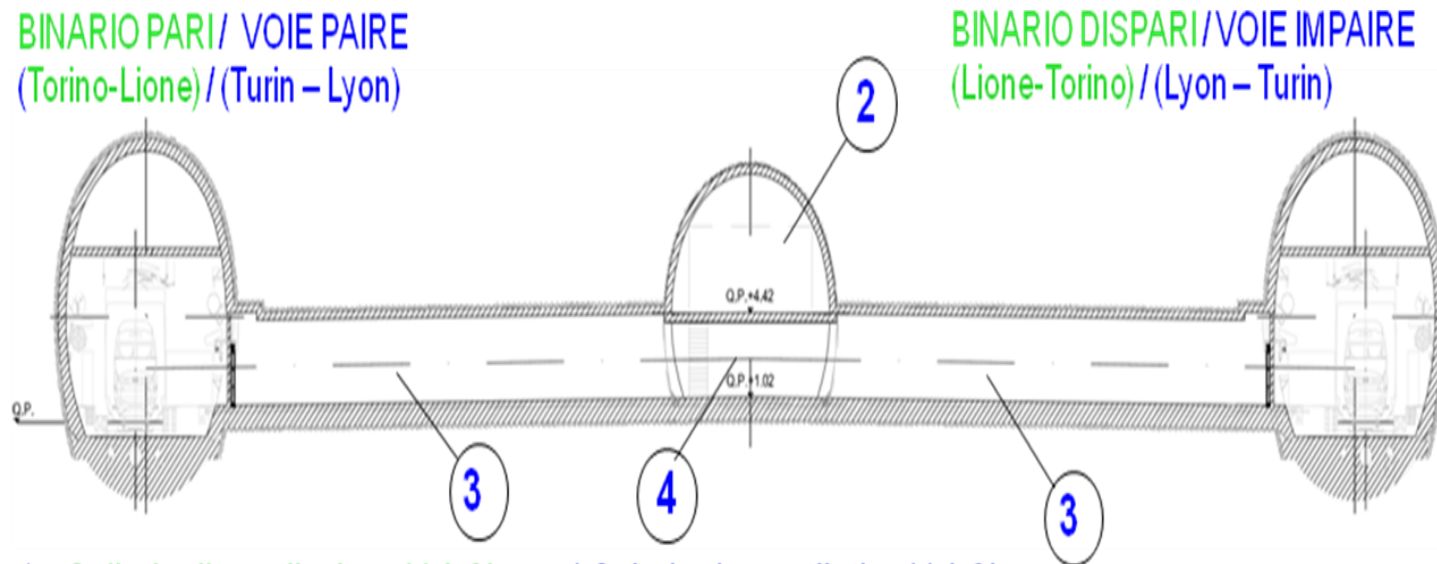
**AREA DI SICUREZZA DI CLAREA
 PIANTA CHIAVE**

- | | |
|--|--|
| 1 – Caverna tecnica / Caverne technique | 6 – Discenderia della Maddalena /
Descenderie de la Maddalena |
| 2 – Caverna ovest / Caverne ouest | 7 – Ramo di collegamento / Rameau de communication |
| 3 – Ramo per veicoli bimodali /
Rameaux pour véhicules bi-modaux | 8 – Ramo servizi soccorso /
Rameau d'accès des services de secours |
| 4 – Serbatoio raccolta liquidi pericolosi
Albraque matières dangereuses | 9 – Galleria di ventilazione Val Clarea /
Galerie de ventilation Val Clarea |
| 5 – NLTL / Nouvelle ligne Turin - Lyon | |



AREA DI SICUREZZA DI CLAREA

SEZIONE TIPO TUNNEL DI BASE IN CORRISPONDENZA DEL RAMO DI COLLAGAMENTO/SALA D'ACCOGLIENZA



- 1 - Galleria di ventilazione Val Clarea / Galerie de ventilation Val Clarea
- 2 - Galleria intertubo / Galerie intertube
- 3 - Ramo di collegamento (ogni 50 m) / Rameau de communication (tous les 50 m)
- 4 - Sala d'accoglienza / Salle d'accueil
- 5 - Nuova Linea Torino – Lione / Nouvelle ligne Turin - Lyon

All'estremità ovest dell'Area di sicurezza sono previsti un'area di manovra per i mezzi, un serbatoio di raccolta dei liquidi pericolosi di 120 m³ ed una caverna ovest con il serbatoio antincendio di 1200 m³. All'estremità est sono previsti un'area di manovra per i mezzi, un serbatoio di raccolta dei liquidi pericolosi ed un serbatoio antincendio di 1900 m³.

L'area di sicurezza propriamente detta è costituita dalla galleria intertubo, dalla sala d'accoglienza e dai rami di collegamento trasversali.

La logistica d'accesso all'area prevede l'ingresso a partire dalla galleria della Maddalena, sino ad arrivare al punto di raccolta dei mezzi. Alle estremità della galleria intertubo sono previste due aree di manovra per i veicoli.

La logistica d'intervento di soccorso prevede l'arresto dei veicoli in corrispondenza dell'area di sosta, ed il successivo ingresso a piedi delle squadre d'intervento nella sala d'accoglienza e nei rami di collegamento trasversali.

Gli impianti specifici per la sicurezza sono:

- un impianto di ventilazione e messa in sovrappressione della stazione di sicurezza e dei locali tecnici nei rami di collegamento di linea, che sfrutta una parte della sezione della galleria di Clarea;
- un impianto di estrazione dell'aria, che convoglia i fumi captati per aspirazione in volta, verso l'esterno attraverso una galleria di ventilazione, e infine lungo la galleria di Clarea;
- un sistema antincendio che garantisce in ogni momento un'idonea riserva d'acqua alle squadre preposte al soccorso ed alimenta l'impianto previsto lungo le canne della galleria di linea.

Nella caverna tecnica sono allocati i locali tecnici afferenti i suddetti impianti di sicurezza e quelli relativi alle ulteriori esigenze impiantistiche (telecomunicazioni, segnalamento...). La logistica d'accesso e manutenzione a tali locali ed apparecchiature è stata concepita in modo da minimizzare l'impatto sul normale esercizio della linea ferroviaria, ossia utilizzando degli spazi il cui accesso non interferisca con la galleria di linea.

Dal sito di Clarea sarà scavata la galleria di ventilazione di Val Clarea

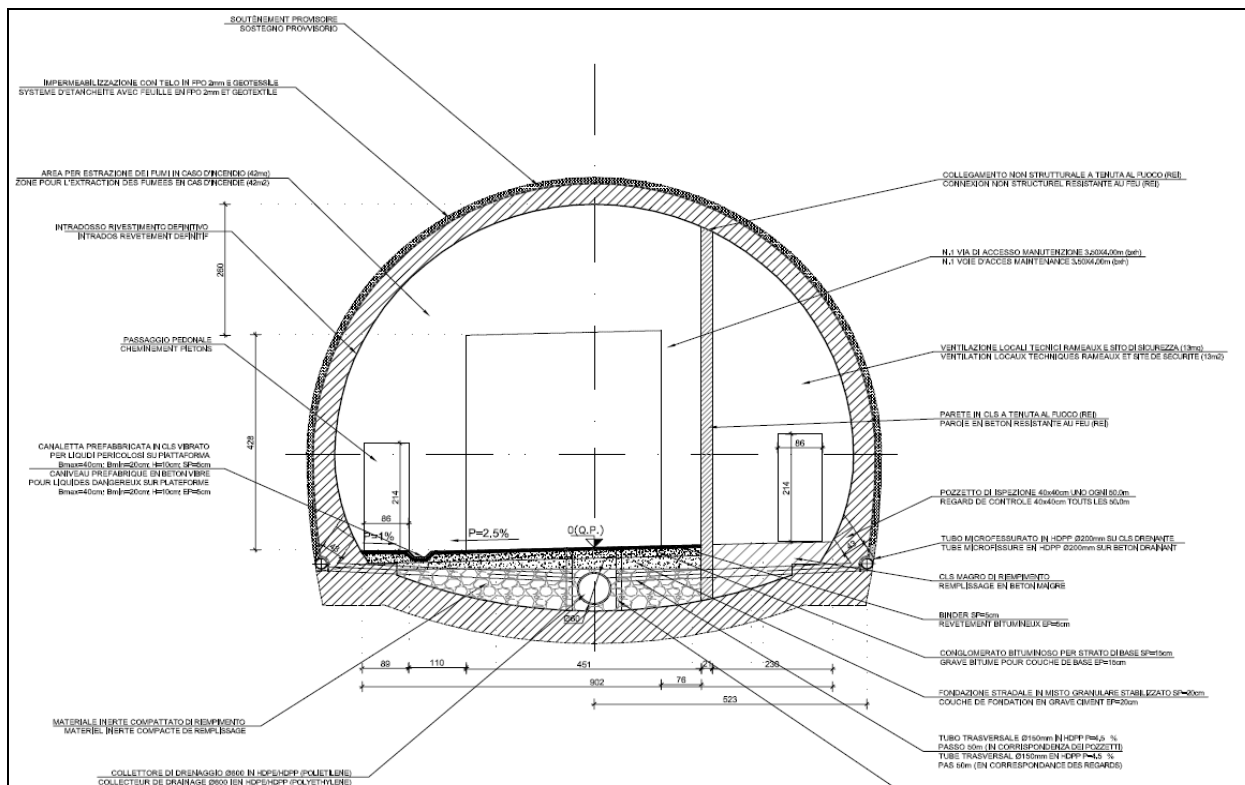
7.2.3.3 Tunnel di Base : Galleria di Ventilazione Clarea

Questa galleria collega l'area di sicurezza sotterranea di Clarea alla centrale di ventilazione posta al suo imbocco; la stessa serve a fornire l'aria fresca per la ventilazione dei locali tecnici e della sala d'accoglienza dell'Area di sicurezza e ad estrarre i fumi dall'area stessa.

La galleria ha una lunghezza di 4,5 km con una pendenza variabile (tratto iniziale con pendenza in ascesa pari all'1% e il tratto principale con pendenza in discesa pari al 12%). Il tratto finale (per una lunghezza di circa 70 m) presenta livelletta orizzontale; la quota di arrivo coincide con la quota del piano marciapiede dell'area di sicurezza di Clarea (pk di linea 47+997,66 BP).

La galleria viene scavata dall'interno con una sezione di 84 m² ; la sezione utile finita è di circa 55 m², di cui 42 m² per estrazione fumi in caso di incendio e 13 m² per la ventilazione dei locali tecnici, dei rami e dell'area di sicurezza.

L'accesso alla galleria, posto in Val Clarea a 1120 m s.l.m.m. avviene tramite un breve raccordo alla esistente strada della Val Clarea che si dirama dalla SS 25, all'altezza del km 60.



SEZIONE DELLA GALLERIA DI VENTILAZIONE DI CLAREA

7.2.3.4 Tunnel di Base : Galleria della Maddalena

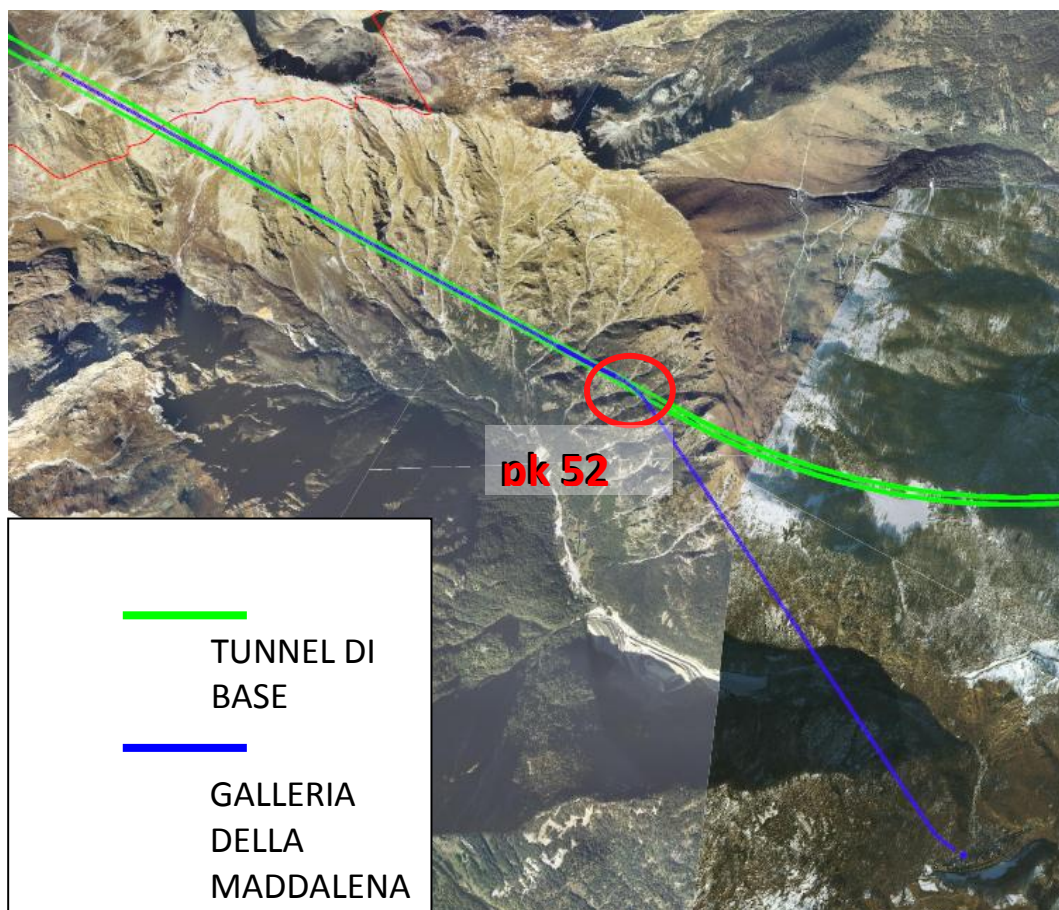
Il ruolo di questa galleria è triplice :

- esplorativo geognostico prima della fase di cantiere,
- logistico durante la fase di costruzione (via di comunicazione per il marino della galleria di ventilazione di Clarea e per la realizzazione dell'area di sicurezza di Clarea).
- accesso dei soccorsi, fino all'area di Clarea, in fase di esercizio della linea.

La galleria geognostica, di circa 7,5 km di lunghezza e sezione circolare di diametro interno di 5,00 m circa, si inserisce in parallelo e complanarmente alle canne ferroviarie del Tunnel di Base in corrispondenza del km 52 e prosegue tra le due canne del Tunnel fino all'area di sicurezza di Clarea.

Per poter incrociare eventuali mezzi di manutenzione o soccorso entro la galleria sono previsti n° 16 allarghi della galleria stessa, uno ogni 400 m circa. Inoltre a circa 3,2 km dall'imbocco è previsto un nicchione per permettere ai veicoli l'inversione di marcia.

\

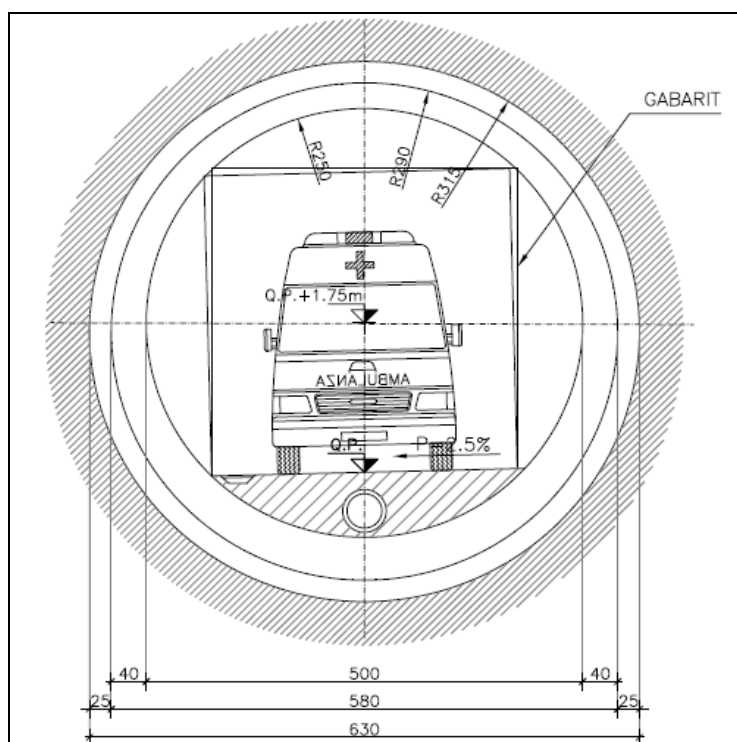


Il tracciato della galleria della Maddalena è stato definito nell'ambito di un progetto specifico, indipendente dal presente progetto. Tale progetto prevede che la galleria sia posizionata alla stessa quota delle gallerie ferroviarie intersecando i rami di collegamento.

Al momento della redazione del progetto specifico della Maddalena, l'Area di Sicurezza di Clarea non aveva ancora le caratteristiche di area di sicurezza ma si configurava come sito di intervento; di conseguenza il Tunnel di Base presentava, in corrispondenza del sito, una pendenza longitudinale del 12‰. A sua volta la galleria di Maddalena presenta una pendenza longitudinale del 12‰ nel tratto in cui si posiziona tra le due canne del Tunnel di Base.

Nell'attuale fase di revisione del Progetto Preliminare, per garantire all'Area di Sicurezza di Clarea le idonee caratteristiche geometriche, la pendenza longitudinale del Tunnel di Base in corrispondenza dell'area stessa è ridotta al 2‰, per una lunghezza di circa 1250 m, a cavallo dell'area. Pertanto, per continuare a garantire le caratteristiche di complanarietà tra il Tunnel di Base e la galleria della Maddalena, sarà necessario modificare il progetto del profilo longitudinale della Maddalena, per adeguarlo al profilo del Tunnel di Base. Inoltre la livelletta della galleria della Maddalena dovrà essere modificata coerentemente all'andamento previsto per il livello superiore della galleria intertubo dell'Area di Sicurezza, descritta al paragrafo precedente.

Lo scavo del cunicolo produrrà marino di galleria per il quale è stato previsto un appropriato sistema di trasporto e schema di deposito, sia temporaneo che definitivo. Attraverso la galleria verrà trasportato inoltre il marino derivante dallo scavo dell'Area di Sicurezza e della galleria di ventilazione di Clarea.



SEZIONE DEL CUNICOLO DELLA MADDALENA

7.2.4 DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE

Il tracciato della NLTL nel tratto A-B non presenta sostanziali interferenze con le presistenze antropiche e naturali.

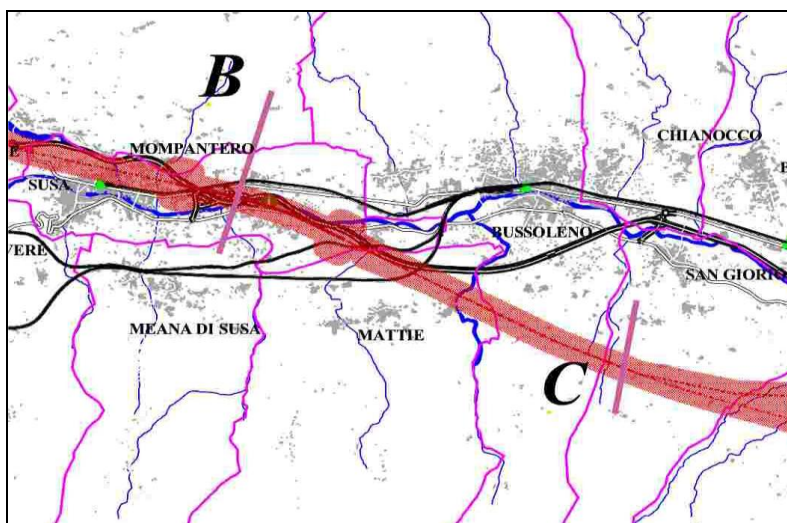
Nel tratto tra la pk 52+280 e la pk 56+500 il tracciato ferroviario si sviluppa a nord delle gallerie dell'impianto idroelettrico di Pont Ventoux (1). La distanza planimetrica minima tra la canna pari della Linea Nuova e la più vicina condotta dell'impianto è di circa 200 m. Intorno alla pk 56+200 il tracciato passa al di sotto di alcuni edifici del Comune di Venaus (2), con coperture dell'ordine di 55 m.

Alla pk 56+920 circa il tracciato sottopassa il torrente Cenischia (3) con una copertura di 45 m circa.

Per quanto riguarda la zona del Tunnel di Base le maggiori interferenze dei sotto-sopra servizi si hanno con la teleferica per il trasporto del marino alla Carriere du Paradis e con i cavi elettrici di collegamento della Sottostazione Elettrica Terna di Pont Ventoux con la Sottostazione Elettrica LTF nell' Area Tecnica della Piana di Susa.

Sono interessati i Comuni di Giaglione, Mompantero e Venaus e le Società ENEL(Produzione e Distribuzione), TERNA, AEM (Pont Ventoux e Mont Cenis), ENI Rete Gas, Telecom, ACEA (acquedotti e fognature), Acquedotti comunali di Mompantero e Venaus.

7.3 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PROGETTO – TRATTA B-C - NODO DI SUSÀ E STAZIONE INTERNAZIONALE



RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA TRATTA B-C

7.3.1 CARATTERISTICHE GENERALI DEL TRACCIATO

Il tratto si estende all'aperto dalla pk 60+987 alla pk 63+760 (BP) e comprende un'area di circa 51 ettari occupata, oltre che dai binari della nuova linea, da:

- Stazione Internazionale di Susa
- Area di Sicurezza di Susa
- Area Tecnica con fabbricati tecnologici e fascio binari di manutenzione



PIANA DI SUSÀ

Nella piana di Susa la Linea Nuova si sviluppa all'aperto, parte in trincea e parte in rilevato. In prossimità dell'intersezione con la linea ferroviaria Torino – Susa e con la SS25, si trova la Stazione Internazionale di Susa. Dopodiché il tracciato attraversa con un ponte la Dora

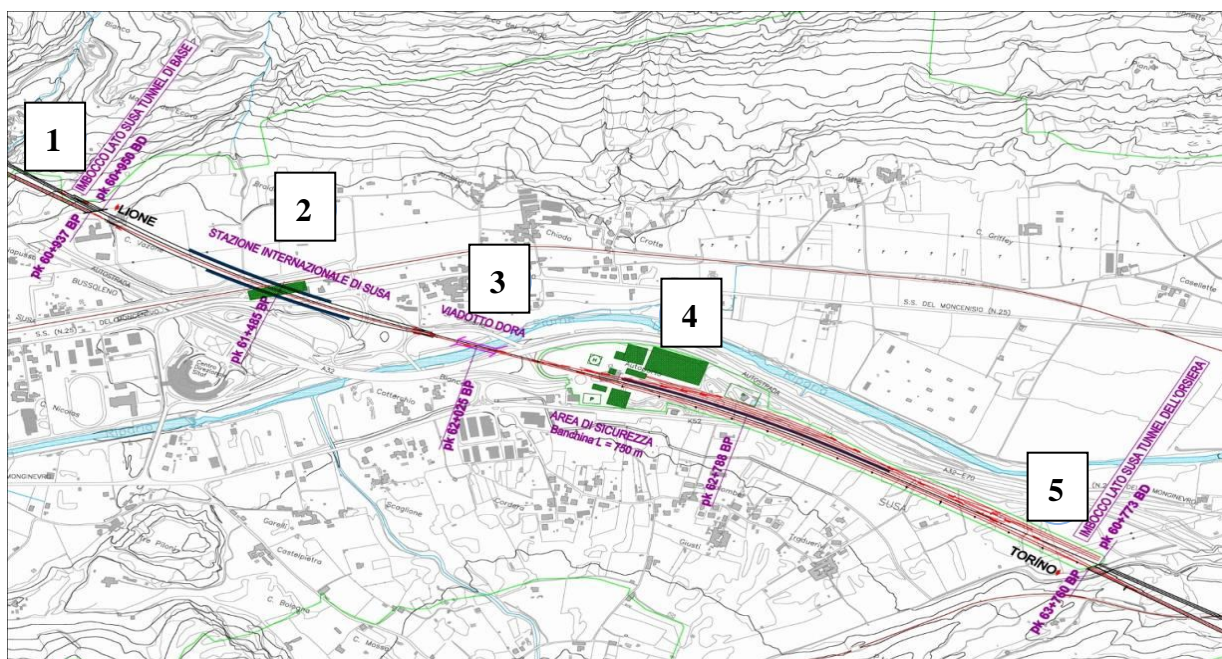
Riparia. Superato il fiume la linea sottopassa l'autostrada A32, attraversa l'area di sicurezza in corrispondenza dell'odierno autoporto di Susa ed entra in galleria attraverso il portale ovest del Tunnel dell'Orsiera.

Planimetricamente il tracciato presenta due curve, tra le quali è interposto un tratto di rettilo in corrispondenza del Ponte sulla Dora: la prima curva si trova in corrispondenza della Stazione Internazionale, la seconda in corrispondenza dell'area tecnica e di sicurezza. La linea ferroviaria imbecca il Tunnel dell'Orsiera in un tratto di rettilo.

La pendenza longitudinale della linea è dettata dalle esigenze ferroviarie e dai vincoli imposti dalle condizioni al contorno. In particolare, in corrispondenza della Stazione Internazionale e dell'area tecnica e di sicurezza, nella zona di stazionamento sul binario di soccorso deve essere garantita la pendenza del 2‰. Al termine dell'Area di Sicurezza i binari di corsa presentano livellata in discesa con pendenza del 12‰, necessaria a sottopassare il canale Coldimosso nella zona dell'imbocco del Tunnel dell'Orsiera, senza interferire con il fondo del canale stesso. Nel tratto finale dell'area tecnica e di sicurezza i tronchini dei binari di servizio mantengono invece una pendenza del 2‰. Si genera pertanto un dislivello significativo tra i tronchini di manovra ed i binari di corsa; in tale zona viene previsto un muro di sostegno per la parte di rilevato dei binari di servizio.

Il complesso di opere civili presenti nella piana ed evidenziate in figura (1-portale est del Tunnel di Base, 2-stazione Internazionale, 3-ponte sulla Dora, 4-edifici dell'Area Tecnica, 5-portale Orsiera) deve avere una sua unitarietà ed essere correttamente inserito nell'ambiente circostante.

LA PIANA DI SUSA



Per quanto riguarda il dettaglio delle opere civili nella piana di Susa, il criterio base utilizzato per la definizione delle stesse è quello dell'unitarietà architettonica definita dalle Linee Guida del gruppo di architettura EAP.

7.3.2 MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E IDROGEOLOGICO PIANA DI SUS

7.3.2.1 Imbocco est del Tunnel di Base

L'area dell'imbocco, dal punto di vista geomorfologico, presenta differenti criticità riconducibili principalmente alla dinamica di versante. Per quanto riguarda la dinamica di versante, l'imbocco è situato al piede di un versante caratterizzato da pendenze che variano da 25° fino a raggiungere circa 50° con la possibilità che lungo il versante si possano innescare fenomeni franosi coinvolgenti la copertura quaternaria, ad esempio in relazione ad eventi meteorici intensi. Questo fenomeno sarà preso in conto nello studio di dettaglio delle opere di imbocco.

Per quanto riguarda la dinamica fluvio-torrentizia, l'area dell'imbocco è ubicata in corrispondenza di un conoide di origine mista alluvionale-detritico, originato presumibilmente dal Rio Giandula in un periodo in cui esso scorreva in un alveo diverso dall'attuale e non più presente. Poiché il Giandula scorre in un alveo molto incassato, si può escludere che esso possa riattivare il conoide.

L'area dell'imbocco dista circa 600 m dall'alveo attivo del F. Dora Riparia, e circa 250 m dal limite della Fascia C. Si può quindi ragionevolmente escludere la possibile interazione delle acque della Dora Riparia con l'area dell'imbocco, anche in concomitanza con eventi di piena eccezionali.

7.3.2.2 Piana di Susa

Il settore della Piana di Susa interessato dalle opere della Nuova Linea Ferroviaria Torino – Lione corrisponde al tratto in cui saranno realizzate le opere all'aperto (Stazione Internazionale di Susa, Area di Sicurezza, Ponte sulla Dora, rilevati ferroviari) di raccordo alle tratte in galleria (Tunnel di Base e Tunnel dell'Orsiera).

I sondaggi realizzati in questo settore, tra i quali i sondaggi S65, S66, S67 nonché S72 realizzati durante la più recente campagna geognostica nell'inverno 2010, mostrano una generale omogeneità dell'assetto stratigrafico in cui prevalgono ghiaie medie e grossolane, sabbie medio – fini immerse in una matrice sabbioso – limosa e limosa. Questi terreni sono generalmente poco coesivi.

La profondità del basamento roccioso al di sotto dei depositi alluvionali non è conosciuto. I sondaggi più profondi (S66) hanno raggiunto una profondità di 130 metri senza incontrare il basamento roccioso. Alla profondità di circa 55 metri è stato intercettato un livello di conglomerati cementati con potenza di circa 10 metri. Questo, comunque, non costituisce un elemento di interferenza con la realizzazione delle opere.

Da un punto di vista idrogeologico, i depositi alluvionali presentano un grado di permeabilità medio – alto e sono stati inseriti all'interno del **Complesso Idrogeologico Q1**. La presenza della falda freatica è stata rilevata a una profondità di circa 30 - 35 metri e le criticità connesse a questo settore sono dovute all'interferenza con le fasce fluviali della Dora Riparia. Le opere, infatti, attraversano la fascia C di rispetto nel settore a monte del viadotto sulla Dora (nel tratto compreso tra la linea Susa – Bussoleno e la Dora). La fascia B in questo settore coincide con le aree di inondazione dell'evento 2000 che dunque hanno interessato l'area interclusa tra la Dora e il rilevato della linea Susa – Bussoleno.

Le caratteristiche litotecniche dei terreni sono state definite sulla base dei dati di letteratura e dei risultati delle prove in foro e in laboratorio eseguite recentemente. Nella tabella che segue sono riportati i parametri di riferimento per questo settore (gruppo geomeccanico G11).

<i>parametro</i>	<i>valore</i>	<i>unità</i>
gamma	20-22	kN/m ³
c	0-0.010	MPa
Phi	33-37	°
Ed	0.05-0.2	GPa
v(Poisson)	0.3	-

Dai dati ottenuti dalle prove SPT realizzate nei sondaggi S65, S66 e S67 della zona dell'autoporto i terreni attraversati ricadono nei terreni classificati dal DM 14/1/2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” come tipo C ovvero “depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti”.

7.3.2.3 Imbocco ovest del Tunnel dell'Orsiera

L'area dell'imbocco dal punto di vista geomorfologico presenta differenti criticità riconducibili alla dinamica di versante e alla dinamica fluvio-torrentizia.

Per quanto riguarda la dinamica di versante, l'imbocco è situato al piede di un versante ad elevata pendenza (circa 45°). Lungo il versante in prossimità dell'imbocco si possono innescare fenomeni franosi (tipo colamento veloce) coinvolgenti la copertura quaternaria e fenomeni di crollo coinvolgenti il substrato roccioso affiorante.

Inoltre proprio in corrispondenza dell'imbocco è presente il canale Coldimosso, utilizzato a fini agricoli e idroelettrici, per il quale sono previsti accorgimenti tecnici per garantire il deflusso delle acque sia in fase di realizzazione delle opere che in fase di esercizio.

L'area dell'imbocco dista circa 300 m dall'alveo attivo del F. Dora Riparia, e circa 250 m dal limite dalla Fascia C. Si può quindi ragionevolmente escludere la possibile interazione delle acque della Dora Riparia con l'area dell'imbocco, anche in concomitanza con eventi di piena eccezionali.

7.3.2.4 Sintesi del modello idrogeologico per la Piana di Susa

Il settore della Piana di Susa comprende un breve tratto della valle principale a valle della confluenza del Cenischia. I tratti distintivi del settore sono definiti dalla presenza dei depositi quaternari della piana alluvionale della Dora Riparia e da estesi conoidi alluvionali (Giandula, Grilli, Scaglione e Corrente).

I terreni della piana sono costituiti da depositi alluvionali non coesivi, rappresentati principalmente da ghiaie sabbioso - limose e da ghiaie ciottolose con sabbie.

Per quanto riguarda la profondità del basamento al di sotto dei depositi quaternari, le indagini spinte fino alla profondità di 130 m non hanno incontrato il basamento.

A valle dello sbocco delle Gorge di Susa, l'alveo della Dora è inciso nei depositi alluvionali di fondovalle con scarpate di altezza metrica. All'interno dell'abitato di Susa le sponde sono completamente definite da muri di difesa alti fino a 5 metri. La presenza di muri di sponda e di difesa longitudinali, scogliere ed argini è costante fino a valle dell'autoporto, al di là del quale la Dora riprende il suo corso naturale.

In occasione degli eventi alluvionali esaminati (1957, 1977, 2000 e 2008) la zona di fondovalle è stata interessata da esondazione e allagamenti da parte della Dora e dei rii laterali.

Il fondovalle della Val di Susa è localmente normato dai vincoli definiti dal PAI (Piano Assetto Idrogeologico) del Fiume Po. In corrispondenza della Piana di Susa il tracciato esaminato attraversa le fasce A, B e C.

Si segnala inoltre la presenza di un'area identificata come a Rischio idrogeologico Medio Elevato (RME) nei pressi della confluenza tra il Torrente Cenischia e il Fiume Dora, che non interessa direttamente il tracciato.

Da un punto di vista idrogeologico, i depositi alluvionali presentano un grado di permeabilità medio – alto e sono stati inseriti all'interno del generico **Complesso Idrogeologico Q1**. Nell'area di fondovalle è presente una falda libera con una soggiacenza media di circa 20 – 30 m che appare alimentata sia dall'idrografia secondaria e dalle acque provenienti dal versante, sia dalla Dora Riparia in corrispondenza del fondovalle. Oltre alle variazioni stagionali, sono possibili locali variazioni, anche importanti, del livello piezometrico che possono determinarne la risalita fino al piano di campagna.

7.3.3 DESCRIZIONE DELLE OPERE ALL'APERTO

7.3.3.1 Portale est Tunnel di Base

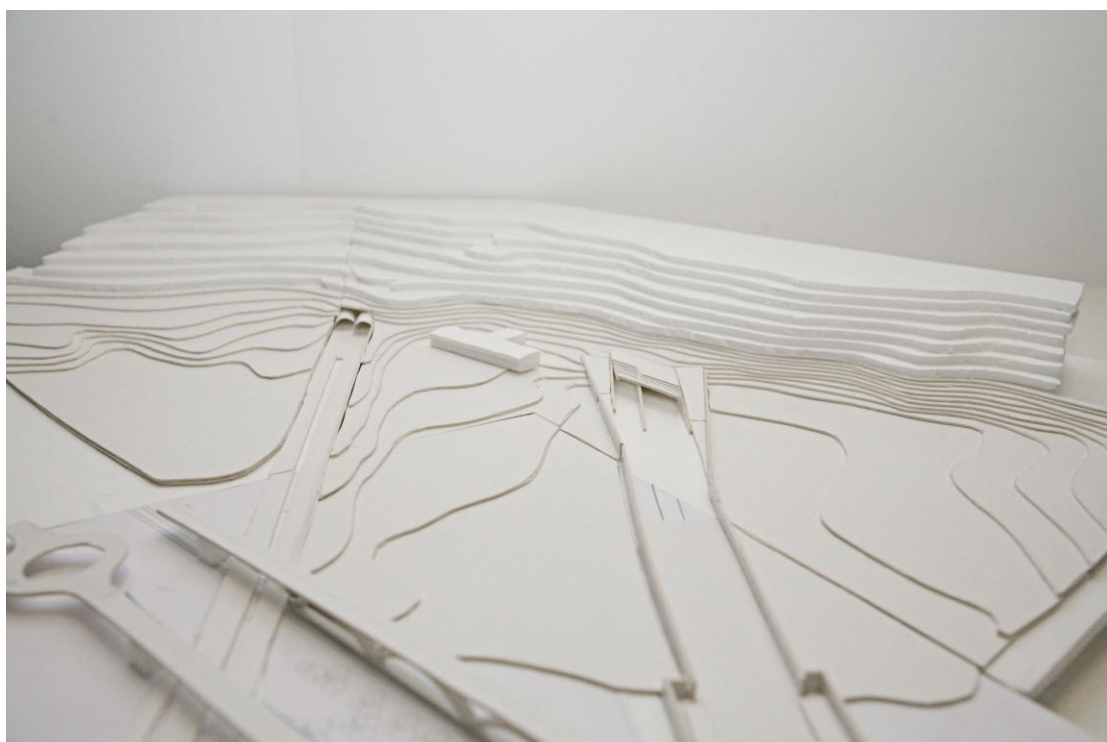
L'imbocco della galleria naturale del Tunnel di Base si trova alla pk 60+932 BP. La zona tra l'imbocco della galleria naturale ed il portale viene realizzato in galleria artificiale. La lunghezza della galleria artificiale sul binario pari e di quella sul binario dispari sono diverse, in quanto i portali sui due binari vengono sfalsati per ridurre l'effetto del cosiddetto "boom sonico" e del ricircolo dell'aria calda tra le due canne. Al fine di controllare ulteriormente questi fenomeni viene realizzato anche un muro di separazione tra i due binari, di lunghezza circa 30 m, oltre il portale del binario dispari.

Lo sfalsamento dei portali viene mascherato con una struttura a "brise soleil" che li inserisce gradevolmente nel paesaggio

All'uscita dal portale il corpo ferroviario è sostenuto per un primo tratto da muri di sostegno posti sia sul lato BP, sia sul lato BD. Dopodiché il corpo ferroviario si sviluppa su rilevato.

Accostato al portale lato binario dispari si trova l'edificio tecnico contenente la vasca antincendio ed i relativi locali di pompaggio.

L'accesso a questi locali tecnici ed alla zona di imbocco è garantito da una strada di nuova realizzazione a nord della linea, che si ricollega alla viabilità secondaria esistente in Loc. Braide.



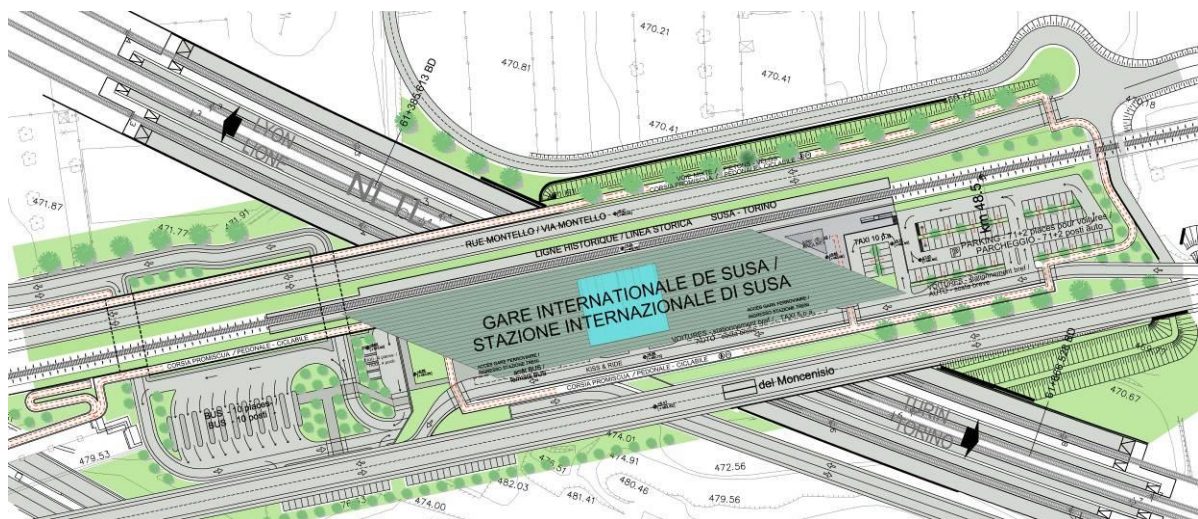
IMBOCCO TUNNEL DI BASE

7.3.3.2 La Stazione Internazionale di Susa

Essa si sviluppa su due livelli e presenta, sulla linea nuova, oltre ai due binari di corsa, due binari di precedenza lunghi 750 m e due banchine per treni viaggiatori lunghe 400 m; sulla linea storica sono previste due banchine per treni viaggiatori a fianco dei binari di corsa lunghe 250 m. Il collegamento tra linea nuova e linea storica è quindi di tipo pedonale inserito nel fabbricato Stazione Internazionale.

Il progetto della Stazione di Susa, seguendo anche quelle che sono le indicazioni della Carta Architettonica, riprende, in qualità di porta sul lato italiano, le linee architettoniche e l'impostazione distributiva della Stazione di Saint-Jean-de-Maurienne, anch'essa situata all'incrocio delle due linee ferroviarie Nuova e Storica. Come Saint-Jean-de-Maurienne è quindi un polo di riferimento per il territorio circostante e rappresenta il polo gemello di un sistema duale.

La Stazione di Susa è nodo intermodale di confluenza per la circolazione, attraverso un sistema di collegamenti e di aree di sosta funzionali: su strada (locale ed autostradale), su ferrovia (locale ed internazionale), su pista ciclabile ove sono presenti anche aree di sosta per taxi, bus e veicoli privati, aree pedonali e zone verdi.



PLANIMETRIA ZONA STAZIONE INTERNAZIONALE

ASPETTI ARCHITETTONICI

La Stazione Internazionale di Susa è un edificio su più piani così strutturato:

- piano terreno, al livello della Nuova Linea Torino Lione
- piano primo, al livello della Linea Storica Torino Bussoleno
- piano secondo, strettamente collegato al primo per eventuali funzioni accessorie di servizio al pubblico (funzioni di supporto alla rete su gomma, centro informativo, bar-ristorante, spazi commerciali, ecc.).



La stazione ha una dimensione in pianta al piano primo, considerato il piano principale, di circa 160x30 m, che è funzione della distanza fra i binari della NLTL, della conseguente posizione dei nodi di distribuzione verticale, e della necessità di un percorso anulare di collegamento con i nuovi locali della stazione per la Linea Storica.

La superficie coperta è di 6052 m², mentre la superficie utile lorda complessiva è di 9860 m²: La Stazione è dimensionata per una presunta utenza contemporanea massima di 750 passeggeri con bagaglio.

La Stazione è posta in zona centrale rispetto al sistema della mobilità che coordinerà la A32, le SS25 e SS24, la viabilità locale e le linee ferroviarie all'interno della Piana di Susa.

La distribuzione casuale delle vie di traffico circostanti, frutto di successivi interventi, viene riordinata per l'organizzazione degli accessi all'area, con una configurazione per fughe rettilinee.

L'edificio è a ponte posto all'intersezione degli assi ferroviari e viari ed insiste su una pianta romboidale a spigoli smussati al piano primo. I locali destinati alla Stazione della Linea Storica sono posti in avancorpo sulle banchine.

Sul lato nord e sul lato sud sono presenti terrazzi coperti in affaccio rispettivamente sulla valle e sulle montagne.

Le due viste frontali sono interrotte a nord dalla ferrovia della Linea Storica, a sud dalla viabilità: l'edificio viene quindi percepito esternamente nella sua interezza solo a partire dal piano primo.

L'edificio, progettato secondo gli schemi indicativi della Carta Architettonica, è costituito da un volume ad altezza costante, circondato da un porticato aperto a colonne e sormontato da un'ampia copertura metallica piana a pianta romboidale, interrotta nella parte centrale da un lucernario vetrato. Il rivestimento dell'edificio è costituito da pareti ventilate con paramento interno vetrato ed esterno in cotto su struttura metallica. All'interno le partizioni dei locali sono realizzate con pareti vetrate e pennellature cieche. Le colonne sono in acciaio .



Aspetti funzionali e destinazioni d'uso

La Stazione Internazionale di Susa non è solo stazione per i viaggiatori, ma polo di attrazione anche per il territorio circostante.

All'esterno è nodo intermodale di confluenza per la circolazione, svolto attraverso un sistema di collegamenti e di aree di sosta funzionali ai vari utilizzi trasportistici: su strada (locale ed autostradale), su ferrovia (locale ed internazionale), su pista ciclabile.

All'interno i locali a servizio per il tempo libero ne consentono la fruizione non solo in funzione dell'utilizzo principale ferroviario, ma anche come luogo di sosta (punti di informazione per la valle: percorsi turistici artistici e storici, passeggiate, piste ciclabili,..) e di divertimento (caffetteria, bar, ristorante).

Il corpo di fabbrica principale è sito al piano primo e, tramite i nodi di distribuzione verticali, è collegato con il piano banchine della NLTL, con la zona di servizio a parcheggi al piano campagna . Un sistema di percorsi pedonali, ciclabili e stradali ne consente il collegamento al centro cittadino, alle zone urbanizzate circostanti ed alle funzioni che saranno localizzate nell'intorno.

L'impostazione distributiva e la consistenza degli spazi riprendono gli schemi progettuali adottati per la Stazione di Saint-Jean-de-Maurienne.

La distribuzione è suddivisa in due zone principali per l'utilizzo da parte dei viaggiatori:

- una zona "controllata" interna, secondo i principi funzionali degli aeroporti, per l'accesso ai binari della Nuova Linea e alle funzioni collegate ;

- una zona “non controllata”, di accesso alla Stazione Linea Storica Torino-Susa, alle aree di sosta, ai percorsi di collegamento e di distribuzione generale fra le funzioni ubicate nel fabbricato.

I nodi verticali sono costituiti da quattro gruppi composti da scale fisse, scale mobili incrociate ed ascensori, con flussi separati fra zone controllate e non controllate ed in funzione delle attività da servire.

La zona controllata per partenze e arrivi internazionali è baricentrica per permettere l'ottimizzazione dei percorsi.

La circolazione non controllata è anulare per consentire, tramite gli ingressi frontali principali di accesso all'edificio, il collegamento di tutti gli ambienti fruibili non solo dai viaggiatori, ma anche dagli utenti dei servizi connessi: commerciali, d'informazione e di comunicazione per il territorio, oppure, anche attraverso i percorsi pedonali esterni, il raggiungimento della Stazione della Linea Storica.

E' stato inserito un secondo piano sopra il piano principale, con balconate interne e terrazzi esterni, l'interno con una vista scenografica sulla valle e sui monti

All'interno della Stazione sono presenti i locali necessari per il funzionamento dell'opera e precisamente:

- al piano terreno (livello NLTL): locali di transito ed attesa per i viaggiatori internazionali, locali a servizio degli autisti bus, locali tecnici
- al primo piano (livello linea ferroviaria storica): percorsi circolazione controllata e non controllata, biglietteria ferroviaria e per bus, locali polizia, servizi igienici, bar, edicola, ufficio turismo, caffetteria, locali commerciali, locali tecnici.
- al secondo piano: percorsi circolazione non controllata, locali commerciali, caffetteria-ristorazione, servizi igienici, terrazzi coperti, balconate interne.

Nei locali commerciali al piano secondo sono state inserite aree attrezzate da utilizzare come spazi per riunioni di affari per i viaggiatori in transito, oppure, coerentemente con la scelta informativa a servizio del territorio, per la comunicazione turistica sulla valorizzazione del patrimonio storico, culturale ed ambientale, o sullo stato di avanzamento dei lavori dell'opera ferroviaria Torino Lione.

Tutti i livelli dell'edificio sono previsti accessibili alle persone con ridotta capacità motoria.

Spazi esterni

La stazione permettere l'intermodalità fra i mezzi di trasporto con la previsione di spazi di sosta e di interconnessione fra treni internazionali e locali, bus, automobili, taxi, bici, pedoni. Sono state quindi previste le seguenti aree esterne, collegate dai percorsi necessari e funzionali:

- al piano terreno (livello NLTL) :stazione autobus (10 posti), parcheggio autovetture (49 posti), parcheggio taxi (4 posti)
- al piano primo (livello Linea Storica): stazione taxi (15 posti), parcheggio autovetture (73 posti), parcheggio auto sosta breve (5 posti), fermata bus, sosta bici, aree verdi e relativi percorsi pedonali, percorsi ciclabili

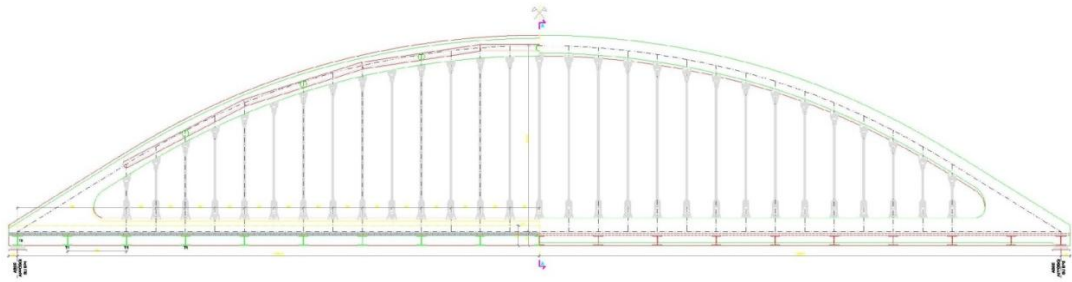
7.3.3.3 Il Ponte sulla Dora Riparia.

Superata la Stazione Internazionale di Susa, la linea scavalca la Dora Riparia: il ponte sulla Dora ha uno sviluppo di circa 115 m, con struttura a campata unica ad arco superiore.

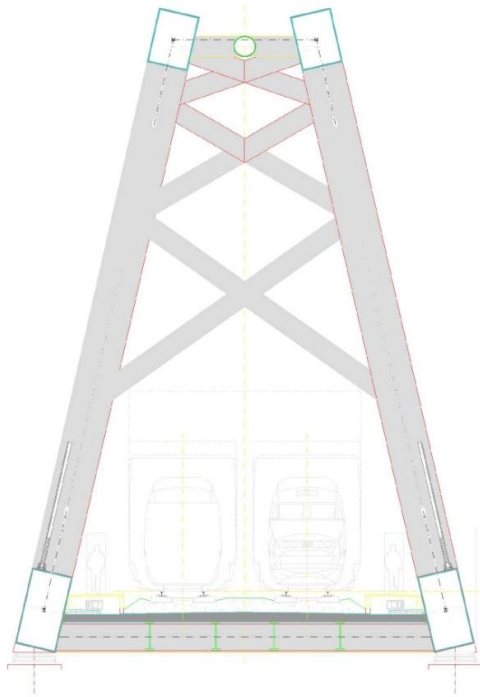
La struttura è stata prescelta dopo aver preso in considerazione in alternativa una struttura reticolare di pari luce ed una struttura strallata. Quest'ultima è stata scartata perché geometricamente incompatibile con il vincolo idraulico costituito dalla quota di massima piena prevista per la Dora Riparia, e per simmetria con la soluzione adottata a St-Jean-de-Maurienne per scavalcare l'Arc.

A valle del ponte sulla Dora la Nuova Linea interseca l'autostrada A32. Al fine di risolvere tale interferenza è necessario realizzare un sottopasso scatolare all'interno del quale transita la ferrovia. L'autostrada deve essere rialzata in sede di circa 1,5 m.





PROSPETTO PONTE AD ARCO SUPERIORE SULLA DORA RIPARIA L = 115 m



**SEZIONE PONTE AD ARCO SUPERIORE SULLA DORA RIPARIA
(L=16,8 m, H=23,2 m)**

La struttura è costituita da due archi superiori portanti alti 23,2 m, in struttura metallica a cassoni (alti 2 m e larghi 1,5m), inclinati di circa 13°, controventati con tubi metallici di diametro 75 cm. A questi archi, mediante pendini metallici, è appeso l'impalcato, largo 16,80 metri ed alto 2.2 metri, in struttura mista acciaio-calcestruzzo, su cui è posta la via di corsa ferroviaria con armamento su ballast.

I pendini, disposti a passo 3,25 m, sono costituiti da barre in acciaio del diametro di 140 mm. L'impalcato è previsto con una struttura in grigliato di travi metalliche a doppio T, controventate nel piano su cui poggia la soletta in cemento armato che contiene il ballast della sovrastruttura ferroviaria.

Il ponte poggia, attraverso quattro appoggi a cerniera sferica, su due spalle in cemento armato a loro volta fondate su pali trivellati in c.a. diametro 1,50 m.

7.3.3.4 L'Area di Sicurezza ed Il Fascio Binari di Servizio di Susa

A valle della Stazione Internazionale di Susa e del ponte sulla Dora, si trova l'Area di Sicurezza di Susa (in corrispondenza della pk 62+844 circa), che assolve anche il compito di area di servizio ferroviaria. In quest'area sono previsti, in adiacenza ai binari di corsa, due binari di precedenza lunghi almeno 750 m e, dopo il binario di precedenza dispari, il binario di soccorso, anch'esso di lunghezza 750 m, che ha la funzione di trattamento del treno incendiato, con relativa banchina per l'evacuazione dei viaggiatori.. Il fascio binari di servizio è in curva, con 4 binari dello sviluppo totale di 1600 m circa. La pendenza longitudinale è del 2‰ e deriva dalla coniugazione delle esigenze funzionali che il fascio deve rispettare e dei vincoli altimetrici presenti sulla nuova linea.

Per il funzionamento del fascio sono presenti ulteriori 3 binari, di cui un'asta di manovra di circa 296 m di sviluppo, un binario per la sosta di un treno di evacuazione lungo circa 210 m ed un binario per la sosta del treno di soccorso lungo 238 m circa.

Nell'Area tecnica e di sicurezza sono previsti alcuni fabbricati tecnologici in cui sono alloggiati impianti ferroviari e non ferroviari a servizio della linea e alcune aree ove vengono concentrate le funzioni di sicurezza e di manutenzione.

Si elencano di seguito i principali fabbricati per l'operatività tecnologica e la manutenzione::

- FSA: zona di rimessa carrelli, con due binari collegati al fascio di manutenzione;
- SSE: Sottostazione elettrica LTF;
- PM: Posto di Movimento;
- Zona di parcheggio e stoccaggio (Area magazzino pesante TE ed armamento, zona deposito area magazzino elettrico ed elettronico, ecc);
- Uffici Tecnici

Si elencano di seguito le principali aree funzionali per l'organizzazione delle operazioni di sicurezza:

- CRM: Centro Raccolta Mezzi;
- PCA: Posto di Comando Avanzato, che assicura la comunicazione tra il PCO e le squadre di intervento;
- PRV: Punto di Raccolta Feriti;
- PMA: Posto Medico Avanzato;
- CRI: Centro di Raccolta viaggiatori coinvolti nell'Incidente;
- Area elicottero.

L'area tecnica e di sicurezza di Susa, dal punto di vista architettonico, è caratterizzata da:

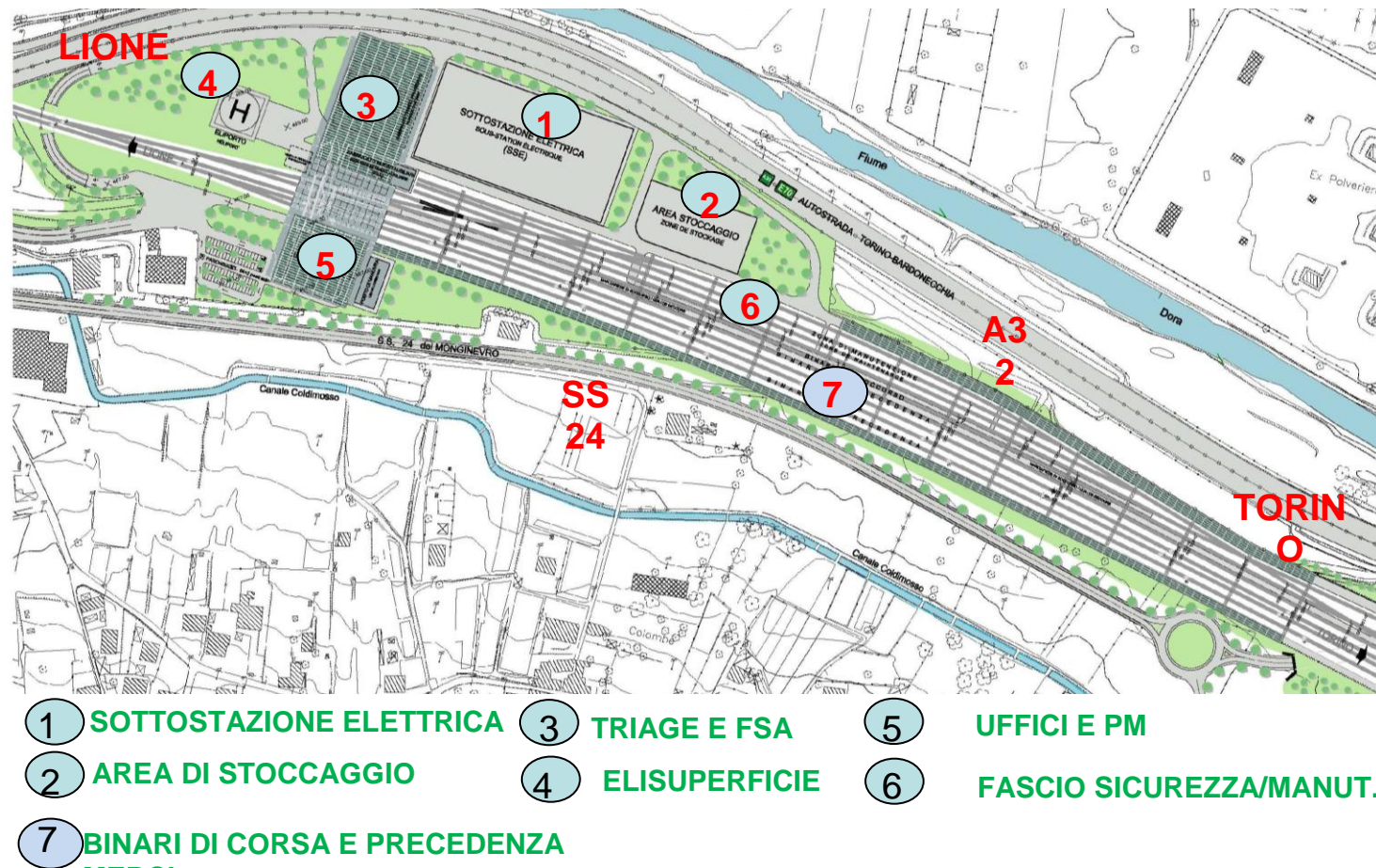
- Una zona coperta di imbocco lato Susa che contiene i fabbricati uffici tecnici, PM, PCA, PMA, CRI.
Questa zona presenta una tettoia che sovrasta i fabbricati e che sostiene una serie di pannelli fotovoltaici.
- Una serie di portali in struttura metallica reticolare, con passo di 50 m. Questi portali hanno la duplice funzione di scansione architettonica del volume lineare dei binari, di

possibile sostegno della linea di trazione elettrica dei binari di corsa, dei binari di precedenza merci e del binario di soccorso.

- I portali suddetti sono collegati sui lati est e ovest dell'area da altri portali che sostengono una serie di pannelli fotovoltaici che corrono lungo l'area stessa.
- Barriere con funzione antirumore sui lati est ed ovest dell'area. Queste barriere hanno all'interno dei pannelli fonoassorbenti, mentre all'esterno hanno un rivestimento in liste di cotto a correre, secondo quanto indicato nella carta architettonica.

Anche i fabbricati sono caratterizzati da pareti ventilate formate da elementi in cotto a correre in modo da rispettare i dettami della carta architettonica.

Nell'immagine che segue sono messi in evidenza i principali elementi che costituiscono l'area tecnica e di sicurezza.



PLANIMETRIA - AREA DI SICUREZZA E AREA TECNICA

7.3.3.5 Gli interventi sulla infrastrutture viarie e ferroviarie esistenti nella Piana di Susa

La realizzazione delle opere della nuova linea ad alta velocità Torino-Lione interessa la Piana di Susa, con attraversamento a cielo aperto di circa 2700 metri tra l'imbocco Est del Tunnel di Base e l'imbocco ovest del Tunnel dell'Orsiera. In questo tratto vengono interferite un discreto numero di infrastrutture viarie e stradali esistenti e precisamente, da Nord a Sud

- via Montello, nel tratto dalla scavalco dell'A32 fino all'intersezione con la strada di accesso alla Borgata Ambruna che rappresenta un collegamento dalla S.S.25 a Susa, Urbano, Mompantero, con la viabilità locale a S. Giacomo e Borgata Braide;
- linea storica ferroviaria Susa – Torino, nel tratto intorno al manufatto di scavalco della Autostrada A 32
- Strada Statale 25, interessata dall'interferenza nel tratto compreso tra l'attuale intersezione con il sistema di svincolo della A32 e lo scavalco della stessa;
- Autostrada A32 e relativo sistema di svincolo a servizio dell'abitato di Susa;
- Autoporto di Susa;
- Piste per i corsi di “Guida Sicura” della Società CONSEPI
- Strada Statale 24 , nel tratto in affiancamento all'Autoporto di Susa;
- Viabilità locale a servizio della frazione Traduerivi.

L'interferenza non è solo con le opere ferroviarie definitive, ma anche con i cantieri per la realizzazione della Nuova Linea e delle opere connesse, rappresentati da approntamenti ed impianti anche di tipologia industriale con insediamenti permanenti per tutta la durata della costruzione dell'opera e le conseguenti necessità di collegamento tra gli stessi per la movimentazione di mezzi e materiali.

In tale contesto si è esaminata e studiata, per il complesso delle opere della Piana di Susa, una fasizzazione degli interventi che consenta di ridurre o , ove possibile, eliminare l'interruzione di esercizio dell'infrastruttura e che comunque concentri, nel primo periodo di durata dei lavori dell'opera principale, gli interventi su di essa, restituendo quindi nel minor tempo possibile al territorio ed all'utenza la fruibilità della viabilità o genericamente del collegamento, già nella forma finale prevista.

Per maggior chiarezza di comprensione delle fasi di intervento si riportano nel seguito una descrizione sintetica degli interventi previsti sulle infrastrutture interferite

Via Montello e viabilità locale

L'intervento su via Montello è un adeguamento della una viabilità esistente con ridefinizione altimetrica della piattaforma stradale per consentire lo scavalco della N.L.T.L. al km 61+420.

Vi è inoltre una modifica planimetrica che consiste nel prolungamento della strada fino all'intersezione con la strada locale a servizio della Borgata Ambruna. Tale prolungamento, unitamente all'innalzamento della linea ferroviaria Susa-Torino, consente di ovviare al limite di altezza alla circolazione dei veicoli esistente nei sottopassi attualmente in esercizio.

L'innalzamento di via Montello, realizzato pressoché in asse alla attuale viabilità, è previsto in rilevato al di fuori dell'impronta della N.L.T.L ed in manufatto in c.a. al di sopra di essa.

Tale intervento comporta quindi l'interruzione della viabilità esistente e la realizzazione di una viabilità alternativa per consentire il mantenimento in esercizio del collegamento.

Le opere risultano strettamente connesse con gli interventi previsti sulla linea ferroviaria Susa – Torino e con la realizzazione della Stazione Internazionale ed i tempi di realizzazione degli stessi, previsti all'avvio del cantiere del tunnel di base e stimati, per la riapertura della viabilità definitiva, in 18-24 mesi.

L'intervento comporta anche lo spostamento e la sistemazione della viabilità di accesso a Borgata Braide ed a S. Giacomo.

Linea Storica Susa-Torino

L'intervento sulla linea storica ha il duplice scopo di consentire il sovrappasso della stessa sulla N.L.T.L. alla PK 61+446, e la realizzazione di una fermata che consenta lo scambio passeggeri con la nuova linea in corrispondenza della nuova Stazione Internazionale.

Attualmente la linea storica è in ascesa da Busoleno a Susa con pendenza di circa il 10%; l'innalzamento per lo scavalco della nuova linea e la realizzazione della banchina di fermata di lunghezza 250m, comportano un intervento di modifica altimetrica per un tratto pari a circa 1300 m tra le PK di linea 47+986 (lato est) e 49+238 (lato ovest). L'innalzamento della linea è variabile, con una punta massima di 7 metri in corrispondenza della fine della banchina della nuova stazione di Susa lato Busoleno.

A parte il tratto di scavalco della N.L.T.L. realizzato con uno scatolare in c.a. a più fornici, l'innalzamento viene realizzato in rilevato, mantenendo l'attuale ingombro planimetrico della proprietà ferroviaria attraverso l'introduzione di muri sottoscarpa ad altezza variabile.

Con l'occasione vengono adeguati alle dimensioni richieste dalla normativa stradale attualmente in vigore due sottopassi stradali esistenti (via Montello e Borgata Chiodo), mentre un terzo, di accesso a Borgata Ambruna, viene spostato per razionalizzare la rete viabile.

Sono inoltre previsti due nuovi sottopassi veicolari tra la N.L.T.L. e la A32.

Lo scavalco della A32 avviene in asse al tracciato esistente ma con un innalzamento del piano ferro pari a circa 3m.

Tale situazione, unitamente all'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), ed alle problematiche connesse alla possibile demolizione con rifacimento dell'attuale scatolare di sottopasso alla linea ferroviaria della A32, ha portato a propendere, nell'attuale fase progettuale, ad una soluzione di scavalco con ponte metallico a struttura reticolare di luce 75m, indipendente dal manufatto esistente, e mantenimento di quest'ultimo quale galleria artificiale di protezione (sullo stesso passa comunque via Montello come nella situazione attuale).

La tipologia strutturale di questo ponte potrà essere soggetta a variazione alla luce di ulteriori valutazioni con gli enti locali e gestori.

Allo stato attuale per realizzare l'intervento si è valutata l'interruzione dell'esercizio della linea ferroviaria tra Susa e Busoleno per una durata di circa 18-24 mesi, con servizio sostitutivo su gomma. Attraverso un ulteriore e successivo confronto con gli Enti (RFI, ANAS, SITAF, Comune di SUSa) potrà forse essere valutata una soluzione alternativa che consenta la deviazione temporanea della linea con riduzione della sospensione dell'esercizio.

Strada Statale 25

La strada statale 25, interferisce con le nuove opere in località S. Giuliano, ove corre parallela alla linea ferroviaria Susa-Torino. Tale tratto è interessato anche dall'innesto dello svincolo di Susa della Autostrada A32.

Come Via Montello e la linea ferroviaria storica Susa – Bussoleno la SS 25 risulta interferente con la N.L.T.L. in corrispondenza della nuova Stazione internazionale, alla PK 61+558, della quale è previsto lo scavalco.

L'intervento previsto si estende per circa 1100m, tra l'attuale incrocio ad est della A32 per il collegamento con la S.S.24 e l'incrocio con la strada locale per Borgata Chiodo.

Da Susa verso Bussoleno le opere previste sono sintetizzabili come segue:

- Nuova rotatoria di innesto con la viabilità di collegamento con la S.S.24;
- Un primo tratto di 600 m circa con variazione piano altimetrica del tracciato, comprendente il nuovo scavalco della A32 e lo scavalco della N.L.T.L., compreso tra la suddetta rotatoria e l'attuale incrocio con il sistema di svincolo autostradale e l'innesto sulla S.S. 25 di via Montello.
- Un tratto in sede di circa 200 m con di raccordo altimetrico alla livelletta attuale.
- Un ulteriore tratto di circa 300m fino all'incrocio con Borgata Chiodo in cui è previsto l'adeguamento in sede della viabilità esistente e la nuova rotatoria che consente l'accesso allo svincolo autostradale (lato Bussoleno) ed il collegamento con l'area della Stazione internazionale e la S.S.24.

L'intervento sulla S.S.25 e l'analogo intervento sulla linea ferroviaria Susa-Torino consente e/o impone, di intervenire anche sulla viabilità locale per la quale si prevede:

- accesso da Susa alle aree di S.Giuliano, tra la S.S.25 e la Dora, attraverso via Montello ed il sottopasso della S.S.25 (in quota per scavalcare la N.L.T.L.);
- nuovo collegamento con via Montello e Borgata Ambruna con spostamento dell'innesto sulla S.S. 25 in S. Giuliano e realizzazione di un nuovo sottopasso sotto la linea Susa-Torino con altezza libera a norma (5 m)
- interruzione dell'attuale innesto sulla S.S.25 della viabilità per Borgata Ambruna;
- viabilità di accesso a Borgata Chiodo dalla nuova rotatoria e con realizzazione di un nuovo sottopasso ad altezza limitata a 3,5m
- accesso a via Formazione Stellina da rotatoria.

Con la costruzione della N.L.T.L. è inoltre prevista la realizzazione di una “viabilità di collegamento”, alternativa in parte alla stessa S.S.25, che, attraverso la realizzazione di un nuovo tratto e l'adeguamento dell'esistente, collega, con doppio senso di marcia, la rotatoria sulla S.S.25 (Borgata Chiodo) con gli svincoli autostradali, l'area interclusa tra la N.L.T.L. e, attraverso il ponte esistente Dora 3, ed una nuova rotatoria prevista a tergo della palazzina uffici SITAF, con la S.S.24 o ancora con rientro sulla S.S.25.

Tale viabilità risulta fondamentale, in fase di realizzazione delle opere, per consentire il mantenimento in esercizio della S.S.25.

Autostrada A32

La N.L.T.L. attraversa la A32 tra i ponti Dora 1 e Dora 2, facenti parte del sistema di svincolo della A32 e di collegamento con l'Autoporto, subito dopo il suo passaggio sulla Dora Riparia. L'incrocio tra le due infrastrutture avviene indicativamente alla PK 62+115 della N.L.T.L. ed alla PK 35+336 dell'autostrada A32.

Le quote imposte dal vincolo idraulico vigente nel passaggio della N.L.T.L. sulla Dora ed il franco richiesto dalla linea A.V. comporta la necessità di un innalzamento in sede dell'autostrada. Tale innalzamento, su una lunghezza di intervento di circa 700m e con una sopraelevazione massima pari a circa 1,3 m, avviene su un tratto attualmente su rilevato sostenuto da terre armate ed interessato dalla presenza di un manufatto di sottopasso.

L'innalzamento avviene quindi attraverso la realizzazione di muri in c.a. addossati alle attuali terre armate; tale operazione implica l'occupazione e la necessità di intervento sulle piste dello svincolo di Susa in uscita (direzione Frejus) ed entrata (direzione Torino).

Il rilevato autostradale deve essere inoltre scavato per consentire la realizzazione del manufatto di sottopasso della N.L.T.L.

Come detto il piano stradale della A32 viene modificato altimetricamente senza intervenire sulla geometria dello stesso.

Tali interventi impongono l'interruzione del traffico sul tratto autostradale in questione; la continuità di esercizio è comunque garantita attraverso la realizzazione di una deviazione temporanea composta da due corsie provvisorie per senso di marcia.

La viabilità temporanea è realizzata nell'area dell'autoporto, a sud della sede autostradale esistente, su rilevato. Il tracciato si stacca dalla sede autostradale alla PK 34+750 (progressive SITAF), in corrispondenza dell'innesto delle attuali piste dello svincolo di Susa lato est, e con uno sviluppo di circa 800m, rientra sull'attuale sede stradale alla PK 35+550, immediatamente a tergo della spalla est del viadotto Autoporto.

Per quanto concerne l'attuale sistema di svincolo e di collegamento tra le diverse funzioni SITAF e CONSEPI (piazzale di stoccaggio mezzi, edifici tecnici e di servizio, autoporto) con la necessaria rilocalizzazione dell'autoporto e di alcune funzioni e l'occupazione della N.L.T.L., l'attuale sistema, molto articolato, viene variato.

In direzione Frejus dei tre svincoli esistenti, uscita Susa, ingresso da autoporto e ingresso da Susa, vengono mantenuti il primo e l'ultimo, con collegamento di entrambi tramite rotatoria con la "viabilità di collegamento". Il braccio di ingresso in direzione Frejus, che attualmente passa in galleria artificiale al di sotto dell'area di stoccaggio mezzi pesanti, è spostato a cielo aperto a lato della sede autostradale, in modo tale da non vincolare l'eventuale utilizzo dell'area compresa tra la N.L.T.L. e la A32.

In direzione Torino delle tre piste esistenti dello svincolo, uscita Susa, ingresso da Susa e ingresso da autoporto, vengono mantenuti i primi due, con collegamento di entrambi tramite rotatoria con la "viabilità di collegamento". Anche in questo caso la pista di uscita viene affiancata alla sede autostradale lungo il piazzale attualmente esistente.

Per quanto concerne le rimanenti piste di collegamento, attualmente percorribili a senso unico queste sono adeguate ed integrate con la nuova viabilità al fine di creare collegamenti tra S.S.25, A32 e S.S.24.

Il ponte Dora 2, può eventualmente essere utilizzato dalla viabilità pubblica come ulteriore possibilità di collegamento tra la S.S.24 (area produttiva), la S.S.25 e la A32.

Strada Statale 24

La S.S. 24 interferisce con l' Area Tecnica della N.L.T.L. nel tratto a sud dell'attuale sovrappasso sulla A32 , in corrispondenza di frazione Traduerivi e del Centro Guida Sicura gestito da CONSEPI.

L'attuale sede stradale deve quindi essere spostata a sud e deve essere realizzato un sottopasso al di sotto del fascio binari dell'Area Tecnica della N.L.T.L.

La nuova viabilità in variante incrocia la N.L.T.L. alla PK 63+264 e si sviluppa per circa 750 m a partire dall'altezza dell'attuale edificio di servizio dell'autoporto alla rampa sud del sovrappasso della A32.

È previsto un tratto di circa 350 m, che da piano campagna scende in trincea, (profondità circa 2,5 m da p.c.), una rotatoria che consente il collegamento in sicurezza con la viabilità verso la frazione Traduerivi, un sottopasso di lunghezza 147 m sotto il fascio binari ed il raccordo di circa 100 m con la strada esistente.

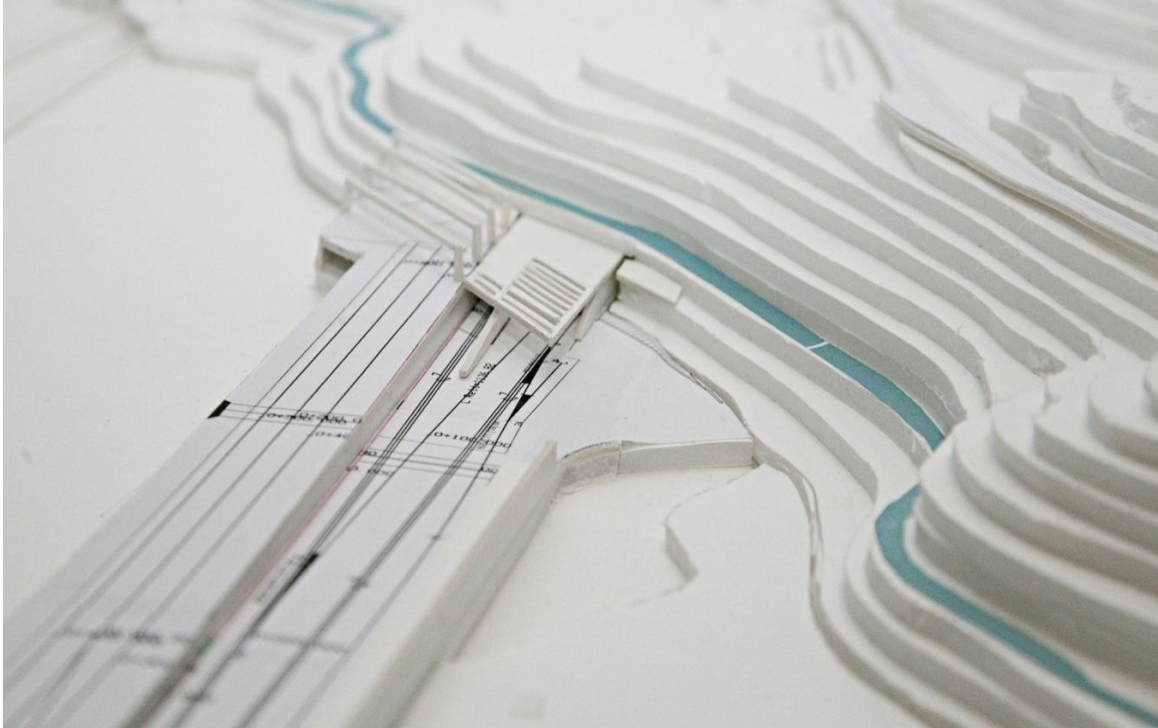
7.3.3.6 Imbocco Lato Ovest Tunnel Orsiera

La zona all'aperto della piana di Susa termina all'ingresso della linea nel tunnel dell'Orsiera. L'imbocco della galleria del Tunnel dell'Orsiera si trova alla pk 63+760 BP. La lunghezza della galleria artificiale sul binario pari e di quella sul binario dispari sono diverse, in quanto i portali sui due binari vengono sfalsati per ridurre l'effetto del cosiddetto "boom sonico" e del ricircolo dell'aria calda tra le due canne. Il portale del binario dispari è più avanzato rispetto a quello del binario pari ma gli stessi sono mascherati da una struttura a "brise soleil" secondo il criterio di inserimento paesaggistico utilizzato anche per il Tunnel di Base.

All'ingresso del portale il corpo ferroviario si sviluppa in rilevato. Sul lato del binario dispari si trova un muro di sostegno di lunghezza circa 200 m, necessario a sostenere il rilevato dei tronchini di manovra dell'Area tecnica e di sicurezza, che presentano pendenza longitudinale del 2‰, mentre i binari di corsa presentano pendenza più elevata (12,5‰ circa) in quanto devono sottopassare il Canale Coldimosso in corrispondenza della zona di imbocco.

Accostato al portale lato binario dispari si trova l'edificio tecnico contenente la vasca antincendio ed i relativi locali di pompaggio, a servizio del Tunnel dell'Orsiera. L'accesso a questi locali tecnici ed alla zona di imbocco è garantito da una strada di nuova realizzazione a sud della linea, che si ricollega alla SS24 in corrispondenza della nuova rotatoria a sud del sottopasso dell'Area tecnica.

IMBOCCO DEL TUNNEL DELL'ORSIERA



7.3.4 IDRAULICA DELLA PIANA DI SUSÀ

Nella Piana di Susa la linea ferroviaria attraversa la Dora su un ponte ad arco superiore di luce oltre 100 m. Per la definizione della luce e per la quota dell'intradosso della struttura è stato necessario eseguire un calcolo idraulico sulla scorta dei dati idrologici calcolati come illustrato al capitolo 2.1.6.

Lo schema di calcolo adottato è quello del moto permanente, che consente di considerare la variazione delle sezioni d'alveo e la presenza di manufatti, restringimenti, argini ed attraversamenti nelle condizioni di moto unidimensionale a portata costante, mediante la risoluzione di equazioni di bilancio energetico. Per la determinazione del profilo di moto permanente è stato utilizzato il codice HEC-RAS. La modellazione geometrica delle sezioni d'alveo è stata effettuata sulla base di un rilievo topografico di dettaglio delle sezioni significative, completato con il rilievo dei manufatti esistenti.

Il tratto di fiume preso in considerazione si sviluppa dal ponte di Via Mazzini in Susa sino a monte della confluenza del Rio Corrente con la Dora, per un tratto d'alveo lungo complessivamente 2200 m circa.

Il modello in moto permanente si basa sulle seguenti condizioni al contorno:

- portata al colmo costante in tutto il tratto, con tempi di ritorno 20, 200 e 500 anni
- altezza idrometrica di monte e valle calcolata in moto uniforme indisturbato, con pendenza dello 0,5 % (corrispondente alle condizioni locali dell'alveo nei punti significativi).

Per quanto riguarda il coefficiente di scabrezza adottato per la Dora Riparia, si sono considerati coefficienti differenti per alveo e golena, per tener conto della vegetazione e degli ostacoli puntuali, utilizzando i valori di Manning.

La definizione dei livelli idrometrici eseguita per tempo di ritorno 500 anni ha permesso di evidenziare che il progetto eseguito modifica in minima parte i livelli e di fatto non modifica le condizioni generali di assetto del corso d'acqua richiedendo una modifica non sostanziale delle difese spondali e quindi una revisione delle fasce fluviali. Le condizioni generali di deflusso nel tratto indagato sono generalmente di corrente lenta. L'intervento progettualmente previsto rispecchia l'andamento delle fasce fluviali di Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)

La direttiva infrastrutturale del PAI richiede che il franco minimo tra la quota di massima piena di progetto e la quota di intradosso del ponte sia pari a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1 m. Con un tempo di ritorno di 500 anni, risultano i seguenti franchi:

spalla lato Lione:	franco 1,15 m
centro ponte:	franco 1,25 m
spalla lato Torino:	franco 1,31 m.

Per poter mantenere un franco superiore al metro rispetto alla quota cinetica sotto il nuovo ponte della ferrovia, è necessario aprire un fornice in corrispondenza della spalla in sinistra orografica dell'esistente ponte dello svincolo autostradale (ponte "Dora 1" a valle del ponte ferroviario); con questa premessa, il franco idraulico rispetto all'intradosso del ponte "Dora

l'” risulta pari a 1,00 m. Di conseguenza, è stato ricalcolato il franco idraulico sotto l'esistente ponte dell'autostrada (“Dora 2”) a monte del nuovo ponte ferroviario, che risulta pari a 1,02 m.

7.3.5 DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE

Nella Piana di Susa il tracciato si sviluppa a cielo aperto, in una zona già densamente infrastrutturata, pertanto si possono individuare numerose interferenze con edifici, infrastrutture, canali, alcuni edifici esistenti.

Nella zona dell'imbocco del Tunnel di Base, il tracciato interferisce direttamente con un edificio rurale con torre, che dovrà essere demolito, mentre non interferisce direttamente con l'edificio della Casa di riposo San Giacomo la quale, data la vicinanza alla linea, non potrà tuttavia mantenere le proprie funzionalità, che dovranno essere ricollocate in maniera definitiva altrove.

Tra la pk 61+400 e la pk 61+600 il tracciato interferisce con la viabilità locale (Via Montello), la linea ferroviaria Susa-Torino e la SS25. Tali interferenze vengono risolte rialzando in sede la viabilità locale, la linea storica (in modo da garantire sulla Linea Nuova il franco di 7,20 m), mentre la SS25 subisce una modifica sia almetrica, sia planimetrica per l'inserimento della nuova Stazione Internazionale e la modifica complessiva della viabilità.

Dopo l'interferenza con la Dora Riparia (risolta con la realizzazione del Ponte) la Linea Nuova sottopassa l'autostrada A32, che sarà rialzata in sede di circa 1,5 m.

Nella zona della Area tecnica e di sicurezza il nuovo tracciato interferisce con l'autoporto di Susa, con il Centro di Comando e Controllo di SITAF e con il Centro di Guida Sicura CONSEPI. Tutte queste strutture dovranno essere rilocalizzate, in parte nel complesso delle opere SITAF esistenti, in parte altrove.

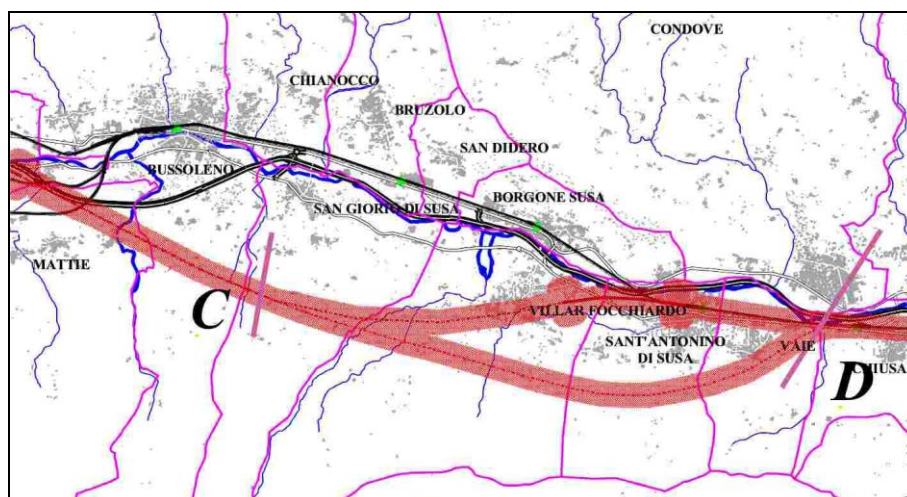
Alla pk 62+830 circa si individua l'interferenza con la SS24, che verrà deviata planoaltimetricamente, con realizzazione di un nuovo sottopasso a sud dello scavalco esistente della A32 che verrà mantenuto inalterato.

In corrispondenza del portale del Tunnel dell'Orsiera, la Linea interferisce con l'esistente canale della centrale idroelettrica di Coldimosso. Per poter risolvere tale interferenza si dovrà realizzare una leggera deviazione del canale stesso, tenendo conto sia delle esigenze idrauliche sia delle esigenze paesaggistiche, dal momento che il canale è un'opera di una qualche rilevanza architettonica.

Infine, nella zona dell'Area tecnica e di sicurezza e della zona della deviazione della SS24, le nuove infrastrutture interferiscono con il Canale irriguo del Consorzio Bussoleno.

I sotto-sopraservizi interferiti sono in massima parte di proprietà/gestione dell'ACEA e sono costituiti da acquedotti, fognature e canali irrigui. Esistono poi diversi sottoservizi di proprietà SITAF. Infine sono presenti alcune tubazioni di ENI Rete Gas ed alcune linee elettriche.

7.4 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PROGETTO – TRATTA C-D GALLERIA DELL'ORSIERA – PIANA DELLE CHIUSE-



RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLA TRATTA C- D



PANORAMICA DELLA PIANA DELLE CHIUSE

7.4.1 CARATTERISTICHE GENERALI DEL TRACCIATO

La tratta C-D si sviluppa dalla Piana di Susa fino alla Piana delle Chiuse, attraverso il Tunnel dell'Orsiera e la zona a paratie dell'Area di Sicurezza di Piana delle Chiuse e dell'interconnessione con la Linea Storica.

Il Tunnel dell'Orsiera si snoda per 19.243 m, dalla pk 63+760 alla pk 83+003. Al km 82+538 si ha il passaggio dalla galleria naturale alla galleria artificiale. E' costituito da due gallerie monobinario di interasse normalmente di 40 m, che viventano 50 m in corrispondenza dei cameroni per la comunicazione tra i binari verso lo sbocco del tunnel lato Chiusa. .

A partire dall'imbocco del Tunnel dell'Orsiera, il tracciato prima piega verso est, poi si mantiene rettilineo per circa 5,5 km. Intorno al km 71 la linea nuova disegna una curva verso sud, poi si mantiene nuovamente rettilineo per circa 2,7 km e piega successivamente verso nord con un'ampia curva dopo la quale è inserito un tratto di rettilineo di circa 1,2 km; in corrispondenza di esso è inserito il binario di comunicazione Pari/Dispari tra le due canne del tunnel. Per tenere in considerazione le non ottimali caratteristiche geomeccaniche del terreno in tale zona, l'interasse tra le canne viene localmente aumentato a 50 m nel tratto in corrispondenza di questa comunicazione.

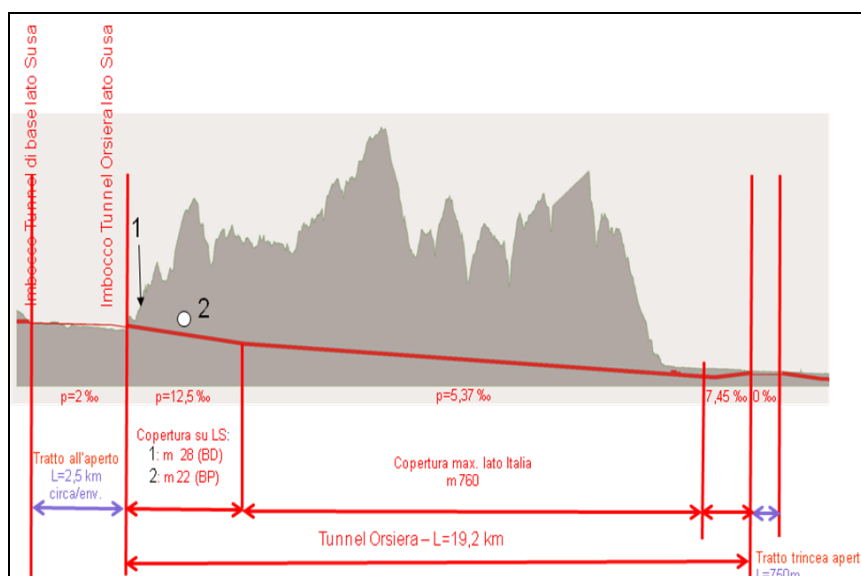
Al termine della stessa il tracciato presenta una curva verso nord-est, in prossimità dell'abitato di Vaie, ed esce dall'Orsiera in galleria artificiale posizionandosi sul corridoio della Linea Storica, che necessita di una lieve modifica plano-altimetrica su un'estensione di circa 3,5 km (a partire dalla stazione di Condove - Chiusa San Michele fino alla zona industriale di Sant'Ambrogio); dopo circa 550 m è previsto un tratto in trincea aperta lungo 750 m per consentire la realizzazione dell'Area di Sicurezza di Piana delle Chiuse.

Tra i binari di corsa della Linea Nuova e i binari della Linea Storica deviata vengono realizzati i due binari di interconnessione.

A valle dell'Area di sicurezza, il tracciato prosegue per un breve tratto in galleria artificiale diventando competenza di RFI (dalla pk 84+100), dopodiché intorno alla pk 84 +900 circa rientra in galleria naturale contornando all'esterno l'abitato di Sant'Ambrogio e rientrando sul corridoio della Linea Storica ad Avigliana.

All'interno del Tunnel dell'Orsiera il tracciato presenta un primo tratto con livelletta in discesa pari al 12,5‰, per uno sviluppo di circa 3 km; dopodiché il tracciato prosegue in discesa con una pendenza minore, pari a circa il 5,3 ‰, per uno sviluppo di circa 15 km.

Circa 800 m prima della fine della galleria naturale il tracciato prosegue con livelletta in ascesa pari al 7,5‰, con uno sviluppo di circa 1100 m, necessaria per riportarsi ad una quota di circa -10 m rispetto al piano campagna, alla quale si realizza l'Area di Sicurezza di Piana delle Chiuse, in trincea aperta, con livelletta circa orizzontale. Al termine dell'Area di sicurezza, il tracciato presenta livelletta in discesa pari al 12‰, per riportarsi ad una quota sufficiente per ripassare nuovamente da galleria artificiale a galleria naturale, nella tratta di competenza RFI.



PROFILO DELLA TRATTA C-D

7.4.2 GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA DEL TRATTO GALLERIA DELL'ORSIERA – PIANA DELLE CHIUSE

7.4.2.1 Descrizione geologica

Tunnel dell'Orsiera in roccia

Il Tunnel dell'Orsiera ha uno sviluppo di circa 19 km di cui circa 16,5 in roccia. I restanti 2,5 km circa corrispondono al tratto scavato in depositi quaternari del fondovalle della Valle di Susa che corrisponde al settore della Piana delle Chiuse. Il tracciato si sviluppa interamente lungo il versante destro della media Valle di Susa e la tratta scavata in roccia corrisponde al tratto di tunnel tra località Coldimosso (imbocco di monte) a ovest e Vaie (ad est). La galleria è caratterizzata da coperture medie di 400 metri con picco di 750 metri nell'intorno della pk 76+000.

Nel settore del Tunnel dell'Orsiera non è stato ancora possibile eseguire specifiche indagini volte a definire le condizioni geologiche del sottosuolo; in attesa di disporre dei suddetti risultati per lo sviluppo del progetto definitivo, le valutazioni ora eseguite sono state realizzate esclusivamente sulla scorta delle indagini e dei rilevamenti geologici di superficie.

Il Raggruppamento TSE3 ha potuto avvalersi della consulenza scientifica del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino per una lettura critica dei dati bibliografici disponibili e dei dati raccolti direttamente sul terreno.

Alcune estrapolazioni della caratterizzazione della geologia del sottosuolo sono state eseguite confrontando i dati geologici ottenuti durante la realizzazione della galleria autostradale Prapontin il cui tracciato, se pur a quote differenti, si sviluppa lungo i primi tre chilometri del Tunnel dell'Orsiera. Sono stati inoltre consultati i dati prodotti per la progettazione della Galleria di Bussoleno facente parte dell'alternativa di tracciato delle linea Torino-Lione studiata nell'APR/PR.

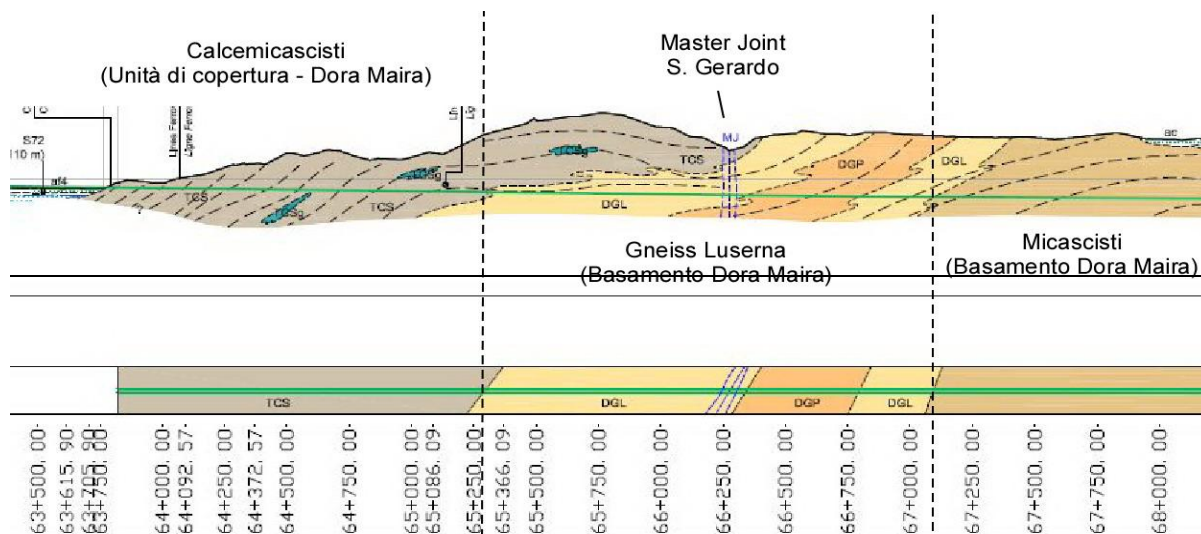
Il tunnel attraverserà esclusivamente litotipi di pertinenza del Massiccio Dora Maira con una certa prevedibile omogeneità, se non a livello litologico, per lo meno a livello di comportamento geomeccanico dell'ammasso roccioso. In particolare:

- portale di Coldimosso, il tunnel sarà realizzato nei calcemicascisti che costituiscono le coperture del Massiccio Dora Maira; sono caratterizzati da una scistosità con immersione verso NNW e inclinazione media di circa 40° che, in relazione con l'andamento del tracciato, potrebbe generare crolli localizzati all'interno del cavo (spalling).

Dal punto di vista strutturale la zona fragile è contraddistinta da una serie di strutture allineate con direzione ENE - WSW la cui natura, allo stato delle conoscenze, non è del tutto chiara.

Sono invece stati osservati direttamente sul terreno, una serie di superfici piane con orientazione circa N - S lisce, sub verticali. Tali strutture sono state denominate "master joint" per la loro elevata persistenza (ettometrica). Un esempio è presente nei pressi del Rio Gerardo in cui ad un master joint sono associati una serie di giunti

persistenti ad alto angolo. L'estensione di questa fascia di giunti è di circa 50 m. E' ipotizzabile che tale zona di disturbo sia presente anche a quota tunnel vista la copertura abbastanza limitata in questo settore del tunnel (circa 200 m).



- Da PK 65+300 a PK 67+100 e tra le PK 74+000 e 80+300 si trovano le zone di Gneiss tipo « Pietra di Luserna » e di Metagranito di Borgone:** lo scavo del Tunnel dell'Orsiera interessa per lunghi tratti gli gneiss i metagranitoidi afferenti alle unità di basamento. I primi sono costituiti principalmente da gneiss fengitici di colore grigio-verdastro, con scistosità piuttosto pervasiva e tipica fissilità lastroide. Sono presenti sia varietà a grana fine, che più marcatamente occhiadina. I secondi sono costituiti da leucogneiss a tormalina, sempre dello stesso complesso, e da ortogneiss occhiadini afferenti al complesso del Metagranito di Borgone; si presentano di colore bianco, tessitura equigranulare con grana medio fine e aspetto generalmente massiccio.

Dal punto di vista strutturale duttile la scistosità all'interno di questi litotipi presenta orientazione con immersione variabile da NNW (nel settore di Tignai) a N (nel settore di Villar Focchiardo) e NNE (nel settore di S. Antonino di Susa - Vaie) e inclinazione di circa 40 - 50°. Si riscontra la presenza di numerose pieghe alla mesoscala, con assi mediamente diretti E - W. Le strutture plicative sono complicate da interferenze e sovrapposizioni di fasi differenti. Dal punto di vista fragile la zona è caratterizzata dalla presenza di due principali sistemi:

- un sistema ad orientazione media circa ESE - WNW e immersione da medio ad alto angolo verso NNE;
- un secondo sistema sempre a medio e alto angolo con orientazione circa NE - SW ed immersione verso NW.

Alcune di queste strutture sono attraversate dal tracciato all'altezza dell'intersezione con il Rio Molesecco e con il Rio Frangerello, ove sono presenti piani di faglia principali subverticali. Tali strutture sviluppano rocce di faglia costituite principalmente da cataclasi e gouge argilloso-sabbioso con potenza variabile da 10 cm fino a oltre 2 m e bande di fratturazione da 5 a 20 m (Faglia di Vaie, pk 76+900 - 77+150 circa).

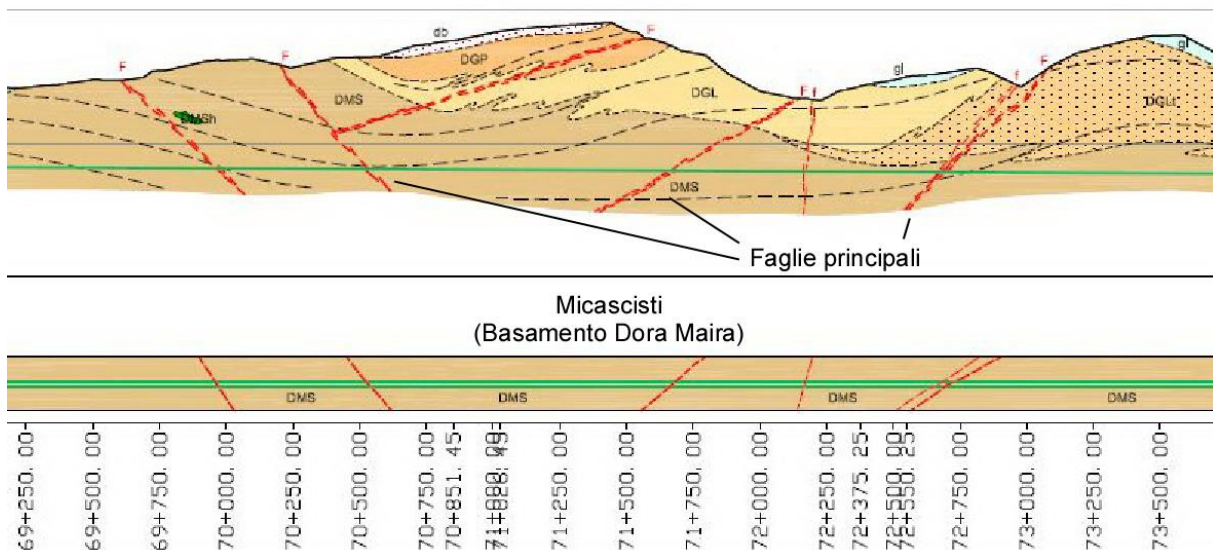
- **PK 67+100 e 74+000 Complesso polimetamorfico:** si tratta di micascisti a granato e cloritoide caratterizzati da una scistosità finemente crenulata, talora definita da un layering compositivo. Talvolta vi si trovano associate intercalazioni di lenti quarzose feldspatiche a grana fine e/o boudins di metabasiti (scisti anfibolici e prasiniti).

L'andamento della scistosità in questo settore è abbastanza costante con direzione circa E - W ed immersione variabile da nord a sud, complicata dalla presenza di pieghe ad assi con generale direzione E - W. Anche in questo caso la generale l'orientazione della foliazione è potenzialmente in grado di originare sul cavo del tunnel fenomeni di spalling (crolli localizzati all'interno del cavo).

Dal punto di vista strutturale fragile tale settore è caratterizzato da almeno due sistemi di faglie:

- un sistema ad orientazione da ENE - WSW a ESE - WNW formato da due famiglie di faglie coniugate. L'angolo di immersione varia da medio ad alto
- un secondo sistema sub verticale con orientazione circa NNE - SSW ed immersione verso SE.

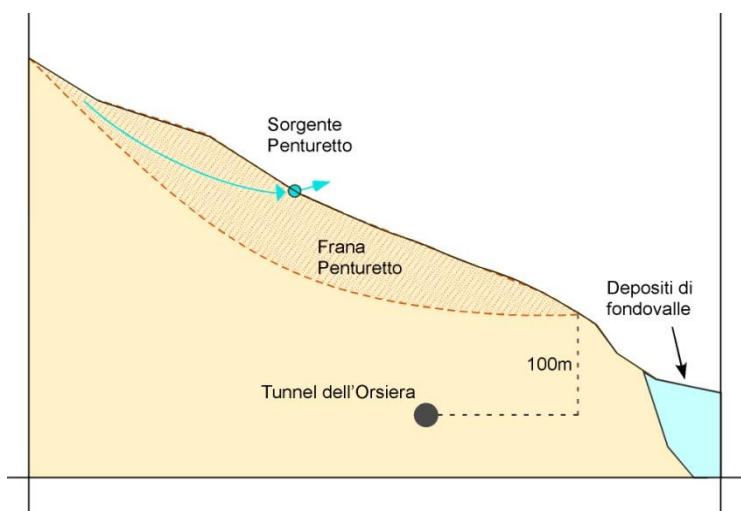
E' ragionevole ipotizzare che tali strutture possano spingersi fino alla quota del tunnel, determinando in questo settore un aumento della fratturazione dell'ammasso e conseguente diminuzione delle qualità geomeccaniche.



- **Settore Penturetto del Tunnel dell'Orsiera**

Altro tipo di criticità è quello connesso alla presenza di frane profonde (DGPV - Deformazioni Gravitative Profonde di Versante); in particolare le frane del Penturetto e Rumiano presenti nel settore in cui il tracciato si raccorda dal versante roccioso ai depositi sciolti alluvionali di fondovalle. Tali fenomeni franosi sono stati identificati e descritti nel PRGC di Vaie come attualmente quiescenti ad eccezione di limitati settori cui si anche osservano piccole frane superficiali. In particolare la frana Penturetto non dovrebbe interessare lo scavo delle opere in quanto il suo limite verso il basso dovrebbe rimanere a una quota

superiore a quella del tunnel (vedi figura seguente il profilo schematico dei rapporti geometrici tra la galleria e il corpo di frana Penturetto).



Piana delle Chiuse

Il settore della Piana delle Chiuse interessato dalle opere della Nuova Linea Ferroviaria Torino-Lione corrisponde al tratto in cui il Tunnel dell'Orsiera è scavato all'interno dei depositi quaternari di fondovalle tra l'abitato di Vaie e quello di Chiusa di S. Michele fino al sito d'interconnessione con la linea storica (da pk 80+300 fino a pk 84+100 circa).

I sondaggi realizzati in questo settore, tra i quali il sondaggio S87 realizzato durante la più recente campagna geognostica nell'inverno 2010, mostrano un'alternanza di livelli sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi con matrice più o meno limosa intervallati da orizzonti da sabbios-limosi ad argillosi. Lo scavo delle opere avverrebbe, quindi, in terreni eterogenei per il loro comportamento geotecnico e per il loro ruolo idrogeologico.

Le criticità connesse a questo settore sono dovute soprattutto alla ricostruzione della stratigrafia dei depositi quaternari e alla loro caratterizzazione geotecnica e idrogeologica.

Infatti i dati a disposizione (sondaggio S87, profondità 22,5 m) evidenziano come il tracciato attraversi terreni di scarsa qualità geotecnica (presenza di limi e sabbie poco addensati) sotto falda (soggiacenza prossima al piano campagna).

Interferenze possono essere inoltre generate da un possibile effetto diga esercitato dalle opere in progetto nel tratto di attraversamento dell'acquifero ospitato nei depositi quaternari.

Inoltre, la possibile presenza di un sistema multi falda determina condizioni di drenanza (ovvero la connessione tra livelli permeabili separati da acquicludi) importanti per la circolazione idrica sotterranea nel caso, per esempio, dell'intercettazione di livelli in pressione. Sulla base dei maggiori dati che saranno disponibili dai sondaggi in corso di esecuzione e quelli che verranno previsti per il progetto definitivo, saranno definiti i provvedimenti idonei per evitare effetti negativi a riguardo.

Settore Area di Sicurezza e Interconnessione a Piana delle Chiuse

Dal punto di vista geomorfologico l'area dell'interconnessione presenta criticità riconducibili alla dinamica fluviale della Dora Riparia.

L'area infatti ricade all'interno delle fasce fluviali "B" e "B di progetto", identificata quindi come area a pericolosità molto elevata e corrispondente ad aree esondabili dalla Dora in concomitanza con eventi alluvionali con tempi di ritorno $Tr=200$ anni.

A protezione delle aree di cantiere e dell'opera in progetto sono quindi previste opere di difesa (arginature, difese spondali, ecc) dimensionate in maniera da contenere anche la piena catastrofica ($Tr=500$ anni). Tali opere garantiscono l'assoluta mancanza di interferenza tra le acque di piena e il tratto a cielo aperto dell' Area di Sicurezza e dell'Interconnessione in progetto. Inoltre, la progettazione delle opere di difesa valuta gli effetti delle stesse sull'andamento delle piene e, conseguentemente, sul limite delle fasce fluviali a monte e a valle dell'intervento, per un'estensione sufficiente.

7.4.2.2 Sintesi del modello geotecnico e geomeccanico di riferimento

Come per il Tunnel di Base, nell'ambito della presente fase progettuale è stato applicato al tracciato del Tunnel dell'Orsiera il sistema classificativo definito sull'individuazione di 11 gruppi geomeccanici (10 per l'ammasso roccioso e 1 - G11 - per i depositi sciolti) in base al comportamento previsto in fase di scavo (resistenza dell'ammasso allo scavo). Anche se mancano dati e misurazioni dirette lungo il Tunnel dell'Orsiera, il sistema classificativo è stato estrapolato ai litotipi presenti lungo quest'opera cercando di equiparare il comportamento dell'ammasso roccioso di questo settore alle condizioni previste secondo i modelli classificativi più classici quali RMR di Bieniawski e GSI di Hoek partendo dalle osservazioni e misurazioni eseguite in superficie.

Nella tabella che segue sono riassunti i principali parametri geomeccanici dei litotipi che interessano lo scavo del Tunnel dell'Orsiera.

<i>Litotipo</i>	<i>Formazione</i>	<i>Unità</i>	<i>Condizioni generali</i>	<i>Instabilità locale</i>	<i>comportamento spingente</i>	<i>RMR</i>	<i>GSI</i>	<i>Gruppo Geomeccanico</i>
micascisti	Complesso di Clarea	Massiccio d'Ambin	buone	si	no	III (P), II (S)	55-65	G3, G4
gneiss	Complesso d'Ambin	Massiccio d'Ambin	molto buone	si	no	II (P), I (S)	70-80	G2, G3
quarziti	Coperture permotriassiche	Massiccio d'Ambin	discrete/buone	si	si	III (P), IV, II (S)	50-60	G3, G4, G6
calcescisti	Zona a Scaglie, U. Puy-Venaus	Zona Piemontese	discrete/buone	no	si	III (P), II, IV (S)	50-60	G4, G5, G6
gneiss	Gneiss di Charbonnel	Zona Piemontese	buone	no	si	II (P), III, IV (S)	55-65	G4, G5, G6
metabasiti	U. Valle di Susa, Rocciavré, Valle di Viù	Zona Piemontese (unità oceaniche)	discrete	si	si	III (P), II, IV (S)	50-60	G4, G5, G6
Faglie principali	-	-	pessime	si	si	IV (P), V (S)	20-30	G10
Faglie secondarie	-	-	pessime	si	si	IV (P), III (S)	20-30	G5, G9

Per i depositi quaternari di Piana delle Chiuse, la classificazione RMR di Bieniawski e il GSI non sono applicabili. In questo caso, i depositi sono stati inquadrati nella classe geomeccanica G11 che rappresenta i depositi sciolti. Il comportamento allo scavo e le problematiche

connesse con questi depositi sono infatti completamente differenti rispetto agli ammassi rocciosi; in linea generale si tratta di terreni da mediamente a scarsamente coesivi. Lo scavo della tratta in terreni alluvionali di fondovalle (da pk 80+300 fino a pk 84+100 circa) avverrà in condizioni sature; la falda freatica si trova pressoché a piano campagna con una soggiacenza di circa 2 metri.

Le caratteristiche litotecniche dei terreni sono state definite sulla base dei dati di letteratura e dei risultati delle prove in foro e in laboratorio eseguite recentemente. Nella tabella che segue sono riportati i parametri di riferimento per questo settore.

<i>parametro</i>	<i>valore</i>	<i>unità</i>
gamma	20-22	kN/m ³
c	0-0.010	MPa
Phi	33-37	°
Ed	0.05-0.2	GPa
v(Poisson)	0.3	-

Dai dati ottenuti dalle prove SPT realizzate nei sondaggi S87 della zona della stazione FS di Chiusa-Condove i terreni attraversati sono classificati dal DM 14/1/2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” come tipo C e D ovvero “depositi di terreni a grana grossa rispettivamente mediamente o scarsamente addensati e terreni a grana fine rispettivamente mediamente o scarsamente consistenti”. A causa delle scarse caratteristiche litotecniche dei terreni e delle limitate coperture, bisognerà prestare particolare attenzione alla possibilità che si verificano fenomeni di subsidenza e cedimenti in superficie (fornelli).

7.4.2.3 Sintesi del modello idrogeologico di riferimento

Tunnel dell’ Orsiera

Per il Tunnel dell’Orsiera è stato elaborato un modello idrogeologico di riferimento malgrado l’assenza di misurazioni in foro. La caratterizzazione idrodinamica dei litotipi attraversati dalle opere (p.es. grado di permeabilità e carichi idraulici) è stata eseguita quindi per comparazione con contesti geologici e idrogeologici simili e limitrofi come per esempio il versante sinistro della media Valle di Susa dove sono presenti sondaggi e prove in foro eseguite in litotipi simili a quelli attraversati dal Tunnel dell’Orsiera. Tuttavia le valutazioni eseguite devono essere considerate preliminari soprattutto in relazione alla forte variabilità delle condizioni geologiche e strutturali che caratterizzano l’idrogeologia dei mezzi fratturati.

Allo stesso modo, quindi, le analisi quantitative fornite rispetto alla valutazione delle portate drenate dalle opere sotterranee nonché al loro chimismo e temperatura, e le interferenze sulla risorsa idrica sotterranea e di superficie rappresentano una prima fase di analisi che dovrà essere verificata con i risultati delle indagini geognostiche che verranno eseguite in previsione del progetto definitivo.

Come per il Tunnel di Base, i terreni attraversati dalle opere sono caratterizzati da permeabilità per porosità primaria pressoché nulla. Si tratta, infatti, di rocce di basamento e copertura afferenti al Massiccio Dora Maira (micascisti, gneiss e metagranitoidi) permeabili per porosità secondaria ovvero con un grado di permeabilità connesso al loro stato di fratturazione. Scarsi, se non assenti del tutto sono i fenomeni di dissoluzione chimica che possono generare morfologie carsiche. Per quanto concerne il tratto di galleria che attraverserà la Piana delle Chiuse, lo scavo avverrà in depositi sciolti di tipo alluvionale permeabili per porosità primaria ovvero connessa alla porosità efficace del sedimento.

I litotipi di basamento sono stati raggruppati in un unico complesso idrogeologico (**Complesso idrogeologico 5** – Micascisti e gneiss) caratterizzato da comportamento idrogeologico omogeneo le cui direttrici di flusso sono soprattutto sviluppate lungo i sistemi di fratturazione e faglia principali. I calcemicascisti del Complesso Meana – M. Muretto (coperture mesozoiche) sono stati invece assimilati al **Complesso Idrogeologico 6** – Calcescisti e flysch.

Il Tunnel dell'Orsiera si mantiene a una quota per la quale non si hanno coperture particolarmente elevate. La copertura media al di sopra del cavo è di circa 400 metri. La profondità massima è di circa 750 metri in corrispondenza del settore centrale dell'opera. Per tali valori non si prevede una sostanziale variazione delle caratteristiche idrodinamiche del massiccio in profondità ovvero si presuppone che spostandosi in profondità la permeabilità del massiccio non diminuisca in maniera sensibile.

Il carico piezometrico, in assenza di misure dirette a quota galleria, è stato cautelativamente considerato coincidente con la copertura al di sopra delle opere sotterranee. Ai fini del calcolo delle portate drenate, si è mantenuto un approccio cautelativo e si è considerato che lungo tutto il tunnel il carico idraulico è pari a 500 metri. Tale valore rappresenta il valore di riferimento per l'applicazione del metodo di valutazione delle portate in galleria proposto da Zhang (1993) secondo il quale le portate in galleria crescono all'aumentare delle coperture fino a 500 metri.

Le criticità sono quindi rappresentate da potenziali venute d'acqua da attendersi principalmente lungo le zone a maggior fratturazione associate alle strutture fragili principali. Inoltre, si segnala la presenza di sorgenti captate a scopo idropotabile presenti sul versante destro della media Valle di Susa alimentate da circuiti più o meno superficiali per le quali non si può preliminarmente escludere la possibilità che siano influenzate dal drenaggio delle falde in roccia da parte delle opere sotterranee. Si fa particolarmente riferimento alle sorgenti alimentate dai circuiti idrici sviluppati all'interno delle frane in roccia la cui connessione con settori profondi del massiccio potrebbe avvenire lungo zone di fratturazione. Tra queste si segnala la sorgente Penturetto che alimenta l'abitato di Vaie.

Depositi quaternari della Piana delle Chiuse

I depositi alluvionali di fondovalle estremamente eterogenei, formano un acquifero caratterizzato dall'alternarsi di livelli molto permeabili con livelli limosi e limoso-argillosi poco permeabili. È quindi possibile che la falda presenti, anche solo localmente, livelli in pressione o falde sospese.

L'andamento della piezometrica della falda freatica in questo settore si suppone pressoché a piano campagna (soggiacenza di circa 2 – 3 m). I carichi idraulici presunti variano in funzione del profilo altimetrico delle opere da 0 a 20 m circa.

La falda freatica risulterebbe in connessione con il complesso reticolo idrico superficiale costituito, oltre che dai corsi d'acqua naturali, da canali artificiali che, in occasione degli eventi di piena, sono soggetti a diffusi fenomeni di esondazione. Essi inoltre, intercettano le acque provenienti dai rii laterali (Arpiat, Pentureto, Margara, Combalosa e Pracchio) presenti nel tratto vallivo destro tra Vaie e Chiusa San Michele.

In assenza di trattamenti dei terreni di scavo previste sarebbero da prevedere venute diffuse importanti. Il tratto deve quindi necessariamente essere scavato prevedendo l'impermeabilizzazione del cavo. Tale scelta progettuale contribuisce a rendere pressoché nulle le portate drenate dalle opere.

Per quanto riguarda i possibili impatti sulla risorsa idrica sotterranea, l'adozione di tecniche di scavo volte a impermeabilizzare le opere consentirà di minimizzare la criticità per i punti di approvvigionamento idrico presenti in questo settore.

Tuttavia, le caratteristiche idrogeologiche di questo settore (falda prossima a piano campagna e presenza di lenti a bassa permeabilità che compartimentano la falda freatica) potrebbero determinare condizioni di criticità connesse allo sbarramento dei flussi (effetto diga) esercitato dalle opere che sono orientate in alcuni tratti trasversalmente alle direttrici di flusso principali. Tale elemento di criticità, benché ancora da quantificare con precisione, è comunque superabile attraverso la messa in opera di strutture drenanti come trincee e "materassi" di materiale permeabile attorno e in prossimità delle opere atte a garantire il normale deflusso delle acque sotterranee mitigando quindi l'effetto di sbarramento.

I pochi dati attualmente disponibili sul chimismo delle acque sotterranee non mettono in evidenza la presenza di acque ricche in solfati aggressive nei confronti dei calcestruzzi. Si tratta infatti di acque generalmente bicarbonatiche, calciche, localmente ricche di NaCl molto probabilmente in relazione a inquinamento di origine antropica (utilizzo di sale anticongelante sulle strade durante la stagione invernale).

Valutazione delle portate drenate dal Tunnel dell'Orsiera

Le portate drenate in regime stabilizzato dal Tunnel dell'Orsiera sono state stimate suddividendo il tracciato in tratte idrogeologicamente omogenee e applicando per ciascuna di queste tratte una portata specifica (l/s/km) ottenuta sulla base del ritorno di esperienza dello scavo di opere sotterranee in contesti simili a quello del progetto. Tali valori di riferimento sono stati verificati attraverso l'applicazione di metodologie analitiche che prendono in conto la possibile diminuzione di permeabilità dell'ammasso roccioso con la profondità (metodo di Heuer, 1995) e la limitazione del carico idraulico a 500 metri (metodo di Zhang, 1993) valore per il quale si presuppone si verifichino le portate massime.

Le portate drenate da entrambe le canne del Tunnel dell’Orsiera nel settore scavato in roccia sono state valutate tra 171 e 350 l/s in regime stabilizzato. La differenza tra il valore minimo e il valore massimo rappresenta il grado di incertezza delle previsioni. Infatti, la mancanza di indagini del sottosuolo non permette di definire con sicurezza il comportamento idrogeologico dell’ammasso roccioso in profondità.

In particolare, significativa incertezza è connessa alla mancanza di dati relativi alle zone di faglia e fratturazione principali il cui apporto alle acque drenate dalle gallerie incide per circa il 75% delle venute totali.

A ciascuna zona di faglia principale è stata attribuita una portata specifica che varia tra 25 e 50 l/s a seconda della sua probabilità di occorrenza e della presunta capacità di drenare sistemi di flusso di una certa importanza. Nelle fasi successive di progettazione si verificherà tale valutazione al fine di diminuire il grado d’incertezza della previsione.

Con i limiti sopra indicati le portate drenate dal Tunnel dell’Orsiera sono state calcolate e risultano analiticamente nella tabella che è presente nella Relazione Geologico-geotecnica-idrogeologica del Progetto Preliminare a cui si rimanda per informazioni dettagliate.

Qui viene riportata la tabella riassuntiva con le portate allo sbocco del tunnel dell’ Orsiera :

Portate drenate dal Tunnel dell'Orsiera				
Venute diffuse	<i>Complesso idrogeologico</i>	<i>Lunghezza cumulata (m)</i>	<i>Portata specifica (l/s/km)</i>	<i>Portata cumulata (l/s)</i>
	6	1525	4 - 12	6 - 18
	5	14717	2 - 6	29 - 59
	Q1/Q3	2173	0	0
	Totale venute diffuse			35 - 77
Venute puntuali	<i>Complesso idrogeologico</i>	<i>Numero faglie attive</i>	<i>Portata specifica (l/s/faglia)</i>	<i>Portata cumulata (l/s)</i>
	5	5	25 - 50	125 - 250
	Totale venute puntuali			125 - 250
Totale venute			1 canna	160 - 327
			2 canne	171 - 350

Per quanto riguarda il tratto di galleria che sarà scavato nei depositi alluvionali di fondovalle della Piana delle Chiuse (complessi idrogeologici Q1 e Q3 dalla pk 80+327 e pk 82+500), in questa fase si è ritenuto che le modalità di realizzazione delle opere garantiscano la completa impermeabilizzazione del cavo e che quindi l’apporto di acque drenate sia nullo.

Chimismo delle acque drenate dal Tunnel dell’Orsiera

Da un punto di vista idrogeochimico non si prevedono acque con impronta particolare. I dati di superficie indicano come i circuiti siano generalmente di tipo bicarbonato-calcici tipici per circuiti brevi con basso grado di interazione con il substrato roccioso. Tuttavia, i dati del monitoraggio dei punti acqua ha permesso di individuare circuiti in roccia lungo faglia: si tratta di acque bicarbonato – solfato calciche a salinità intermedia che però non dovrebbero rappresentare un elemento di criticità relativamente alla loro aggressività nei confronti dei calcestruzzi. Le concentrazioni in solfati misurate nelle acque delle sorgenti più solfatiche di questo settore sono di circa 30 mg/l. Si rammenta che la normativa europea in materia di aggressività delle acque sui calcestruzzi fissa a 200 mg/l il limite per acque debolmente aggressive.

Allo stato attuale delle conoscenze non esistono elementi che escludano la potabilità delle acque drenate dal Tunnel dell’Orsiera. La totalità delle acque drenate, quindi, è stata considerata potabile.

Temperature delle acque drenate dal Tunnel dell’Orsiera

Le coperture relativamente ridotte non determinano condizioni di criticità per quanto concerne le temperature. Analogamente a quanto previsto per il Tunnel di Bussoleno analizzato nelle fasi precedenti di progettazione delle opere connesse alla nuova linea ferroviaria Torino-Lione, la temperatura delle acque drenate in corrispondenza del punto di raccolta per la loro evacuazione non dovrebbe superare, i 18°C.

In particolare, le temperature misurate sul versante sinistro della Valle di Susa (sondaggi S25 e S17) a una quota paragonabile a quella del Tunnel dell’Orsiera (circa 450 m slm) risultano pari a circa 10 - 12°C. Nella parte di Dora Maira con più alte coperture, in corrispondenza del sondaggio S10, la temperatura estrapolata a quota galleria risulta pari a circa 16 - 17°C.

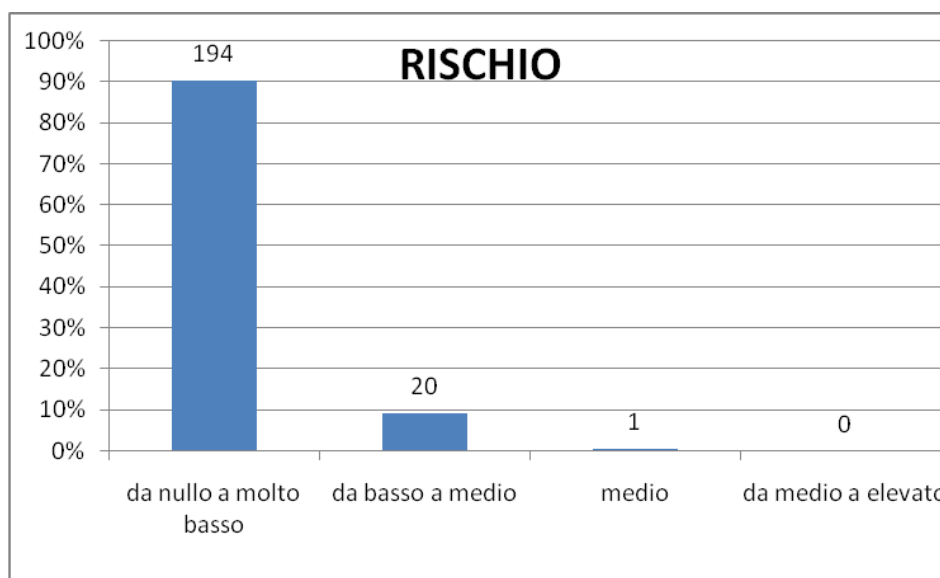
Valutazione del rischio d’impatto sulla risorsa idrica

Nel settore del Tunnel dell’Orsiera (pk 63+760 – pk 84+000 circa) i punti per i quali è stato effettuato il calcolo DHI sono complessivamente 216; di questi, 69 sono inseriti nella rete di monitoraggio.

Dall’analisi della distribuzione delle classi di probabilità si deduce che 195 punti acqua (90%) presentano rischio di isterilimento da nullo a molto basso, 20 punti presentano rischio medio-basso (circa 10%) mentre un punto soltanto rientra nella classe a rischio medio (AST552).

La distribuzione percentuale delle sorgenti per grado di rischio di isterilimento riferita al Tunnel dell’Orsiera e il numero di sorgenti ricadenti in ciascuna classe è riportata nella tabella che segue.

DHI		RISCHIO	N.	%
1	0-0.1	da nullo a mo lto basso	195	90%
2	0.1-0.2	da basso a me dio	20	9%
3	0.2-0.3	medio	1	0%
4	0.3-1	da medio a elevato	0	0%
			216	100%



I punti acqua a rischio medio-basso sono distribuiti nei comuni di Bussoleno, S. Giorio di Susa, Mattie, Vaie e S. Antonino di Susa.

Trattasi sia di sorgenti di origine superficiale che di origine mista, potenzialmente interconnesse idraulicamente al tracciato mediante strutture tettoniche (faglie). Questo elemento, accoppiato alla distanza del punto acqua dal tracciato determina la probabilità d’isterilimento. Bisogna comunque sottolineare che l’analisi di rischio è stata eseguita considerando i dati del monitoraggio della risorsa idrica iniziata nel mese di novembre 2009 e attualmente in corso. Le valutazioni sono state eseguite sulla scorta dei soli dati raccolti fino al mese di febbraio-marzo 2010. I risultati, quindi, dell’analisi eseguita in questa fase, dovranno essere verificati alla luce dei dati che il monitoraggio fornisce riguardo l’evoluzione dei parametri chimici e fisici delle acque.

La valutazione delle probabilità d’isterilimento mostra come alcune delle sorgenti che presentano una probabilità d’isterilimento comunque bassa sono captate ad uso idropotabile. Per queste sorgenti e per quelle ritenute di particolare importanza sia da un punto di vista naturalistico – ambientale che socio culturale, nel prosieguo degli studi sarà prevista la progettazione di interventi di prevenzione o mitigazione del rischio con metodologia analoga a quella descritta al capitolo 3.2.3.4 riguardante l’individuazione delle fonti di approvvigionamento alternative del Tunnel di Base. Per maggiori informazioni si rimanda al suddetto capitolo. Le misure di compensazione saranno comunque concordate con le amministrazioni coinvolte e con il Soggetto Gestore del Servizio Idrico Integrato (ACEA) sia delle sorgenti sia della rete acquedottistica attualmente in funzione.

7.4.3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

7.4.3.1 Tunnel dell'Orsiera

Il tunnel è costituito da due gallerie monobinario di interasse prevalentemente di 40 m.

Nel tratto finale del tunnel, lato Piana delle Chiuse, l'interasse diviene 50 m per poter realizzare in sicurezza i cameroni per il mutuo collegamento dei binari di corsa. Ogni galleria presenta sezione circolare di diametro minimo utile interno di 8,40 m, comprensivo di 30 cm di tolleranze costruttive. La sezione utile di ogni galleria è di 43 m².

Lungo i due lati del binario sono disposti un marciapiede di evacuazione di larghezza minima 1,20 m (lato interno) ed un marciapiede di manutenzione (lato esterno).

Ogni 333 m i marciapiedi di evacuazione delle due canne ferroviarie sono collegati tra loro mediante un ramo di collegamento, di sagoma utile pari a 4,30 m di larghezza e 2,93 m di altezza. Indicativamente un ramo su quattro presenta due camere trasversali per ospitare i locali tecnici necessari al funzionamento degli impianti.

Per le sezioni circolari del Tunnel dell'Orsiera scavate con metodo tradizionale o con TBM, si rimanda alle sezioni del Tunnel di Base.

L'imbocco ovest del tunnel si trova a Susa nei pressi dell'imbocco della galleria autostradale di Prapontin; l'imbocco est si trova nella Piana delle Chiuse nei pressi della stazione ferroviaria di Condove-Chiusa San Michele.

Lungo l'intero tunnel sono previsti:

- rami di comunicazione tra le due canne del tunnel con mutua distanza normalmente di 333 m con funzione di sicurezza per i viaggiatori in caso di incidente, in particolare di incendio. I rami sono in totale 56; alcuni di questi rami sono dotati al loro interno di locali tecnici per la sicurezza. In funzione della presenza o meno di locali tecnici e della tipologia degli stessi vi sono tre differenti tipologie di rami, denominati R0 (n° 42), R1 (n° 13), R1-2 (n°1) le cui caratteristiche salienti sono illustrate nel capitolo relativo alla descrizione del Tunnel di Base al quale si rimanda per ulteriori delucidazioni.
- Due cameroni, uno sulla canna pari e l'altro sulla canna dispari, collegati da una galleria di traversata, per realizzare una comunicazione pari/dispari tra i binari prima della interconnessione con la linea storica prevista in corrispondenza dell'Area di Sicurezza delle Chiuse.

La comunicazione Pari/Dispari (di lunghezza pari a 1123 m tra le Punte Scambi Estreme) si sviluppa dalla pk 79+080 (BP) alla pk 80+133 (BD). I due cameroni, lunghi ciascuno 330 m sono messi in comunicazione da una galleria monobinario (traversata) di 470 m. In questo settore l'interasse dei binari aumenta a 50 m per permettere la realizzazione di quest'ultima galleria senza creare instabilità nell'ammasso roccioso.

Nella zona centrale della galleria di traversata sono previsti due nicchioni in cui alloggiare un portone a doppio battente in gardo di assicurare l'indipendenza aerea

delle due canne e di conseguenza di mantenere l'isolamento della canna sana dalla canna incidentata in caso di incendio.

Caratteristiche costruttive

Dal punto di vista costruttivo il tunnel è suddiviso nelle seguenti tratte

TIPOLOGIA	GALLERIA PARI		GALLERIA DISPARI	
	DA KM	A KM	DA KM	A KM
Scavo tradizionale	63+760	65+440	63+729	66+140
Scavo con TBM aperta	65+440	75+410	66+140	74+800
Scavo con EPB	75+410	82+538	74+800	82+494
Scavo tra paratie	82+538	83+003	82+494	82+960

Sono previsti due cantieri, uno a Susa all'imbocco ovest e l'altro nella Piana delle Chiuse, quest'ultimo più complesso perché a servizio sia del tunnel, sia della zona a paratie dell'Area di Sicurezza e dell'Interconnessione.

All'attacco a Susa è previsto un tratto in scavo tradizionale in quanto in questa zona, per esigenze ferroviarie, le due canne hanno dimensioni diverse (una è a due binari) ed è necessario costruire il camerone per il lancio della fresa. Nel successivo tratto si utilizza una fresa per roccia dura (TBM).

All'attacco da Chiusa si utilizza un tratto costruito in galleria artificiale a paratie per montare la fresa, che in questo caso deve essere una TBM confinata (EPB o mixshield) per superare i primi due chilometri in cui sono presenti le alluvioni. Al termine delle alluvioni sarà effettuato un cambio della testa fresante, per montare i coltelli duri da roccia, senza dover cambiare la macchina.

Il rivestimento definitivo delle gallerie è in calcestruzzo dello spessore di 50 cm: Nei tratti ove lo scavo è eseguito con il sistema meccanizzato, tale rivestimento è in conci prefabbricati con guarnizioni in gomma per garantire la impermeabilizzazione dello stesso rivestimento. Nei tratti ove lo scavo è eseguito con il sistema tradizionale il rivestimento è gettato in opera ed a seconda delle condizioni geotecniche il rivestimento è composto da calcestruzzo armato o non armato. Gli archi rovesci sono sempre armati.

Sistema di raccolta ed evacuazione acque di drenaggio e liquidi pericolosi

In relazione alla quantità di acqua stimata, l'inserimento di un sistema d'impermeabilizzazione sistematico è raccomandato sia per garantire la durabilità delle strutture sia per mantenere un ambiente confortevole nella galleria.

Per questo motivo le gallerie (comprese i rami e i locali tecnici) sono dotati di **impermeabilizzazione** lungo la circonferenza dell'arco e dei piedritti. La parte inferiore (arco

rovescio) della galleria rimane di norma senza impermeabilizzazione tranne che nelle zone di faglia attraversate con fresa aperta o in tradizionale e laddove siano previste acque aggressive. Il sistema d'impermeabilizzazione è composto da un geotessile e da una membrana in pvc.

Un sistema di drenaggio longitudinale è comunque previsto al fine di ridurre le pressioni sul rivestimento definitivo. Il collettore principale è inserito nella parte inferiore della galleria, e presenta un diametro compreso tra 600 e 800 mm. Per maggiori informazioni si rimanda alla relazione specifica (C3A_0388_60-01-05_10-01 Drainage Orsiera_0)

Nella Galleria dell'Orsiera i **liquidi pericolosi** (liquidi provenienti da eventi anomali, acque antincendio) intercettati sulla sovrastruttura sono drenati separatamente dalle acque di falda, verso le vasche di ritenuta tramite condutture e sifoni. Sono previsti serbatoi di raccolta di capacità 120 m³ al passo massimo di 2700 m circa. Anche per questo argomento si rinvia, per una descrizione dettagliata e per il calcolo delle dimensioni del sistema d'evacuazione materie pericolose alla relazione di drenaggio succitata.

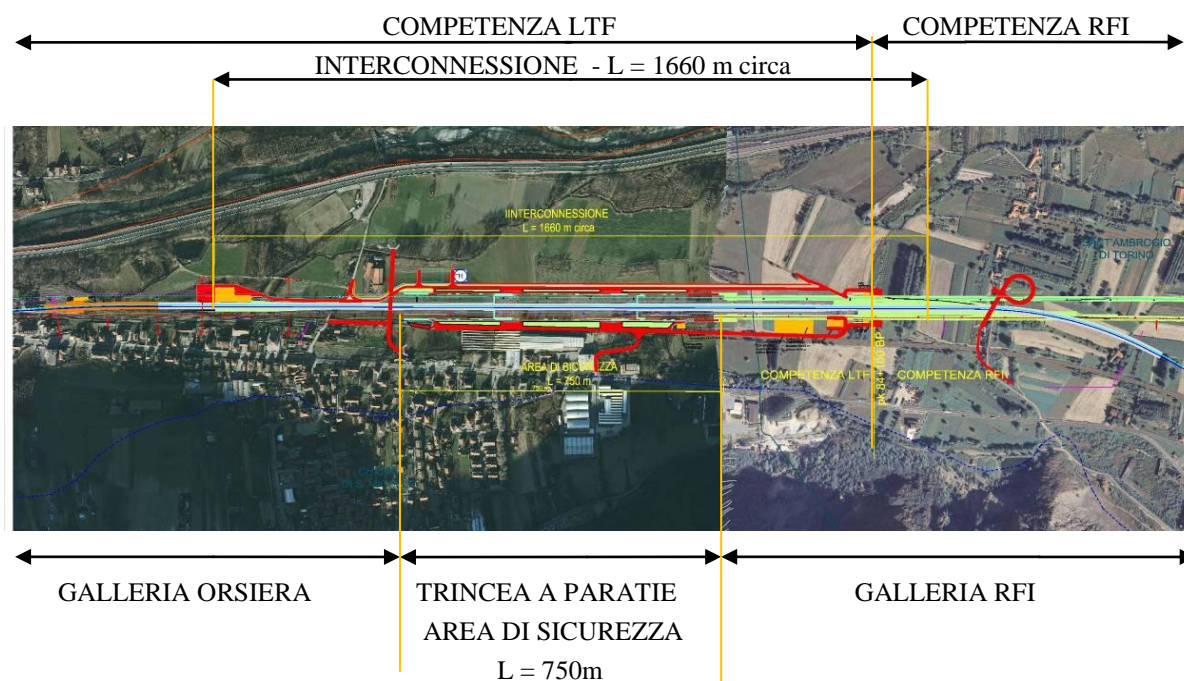
7.4.3.2 Descrizione delle opere all'aperto : Zona di Interconnessione e Area di Sicurezza

Nell'ambito delle opere previste per la nuova linea ad alta capacità Torino-Lione, la Piana delle Chiuse è stata individuata come area idonea per l'interconnessione tra la rete AC e la linea storica Torino-Modane.

La sua posizione baricentrica tra l'area di sicurezza di Susa e lo Scalo Ferroviario di Orbassano (ove la linea esce in superficie) la rende inoltre indicata per il posizionamento di un'area di sicurezza che consenta l'intervento dei soccorsi e il trattamento /evacuazione dei treni.

La zona di interconnessione si estende per 1.660 m circa; nel primo tratto i binari di interconnessione si staccano dai binari di linea e si sviluppano in galleria artificiale. Dal momento che i binari di linea, in corrispondenza dell'Area di Sicurezza, si sviluppano pressoché in orizzontale, mentre i binari di interconnessione, in trincea aperta, presentano livelletta in ascesa in quanto si devono ricollegare alla Linea Storica in superficie. L'interconnessione ovest consente il passaggio dei treni dalla Linea Nuova alla Linea Storica in direzione Lione-Torino e il passaggio dalla Linea Storica alla Linea Nuova in direzione Torino-Lione; la seconda metà dell'interconnessione, che consente i passaggi in direzioni opposte, sarà realizzata invece ad Avigliana, nel tratto di competenza RFI.

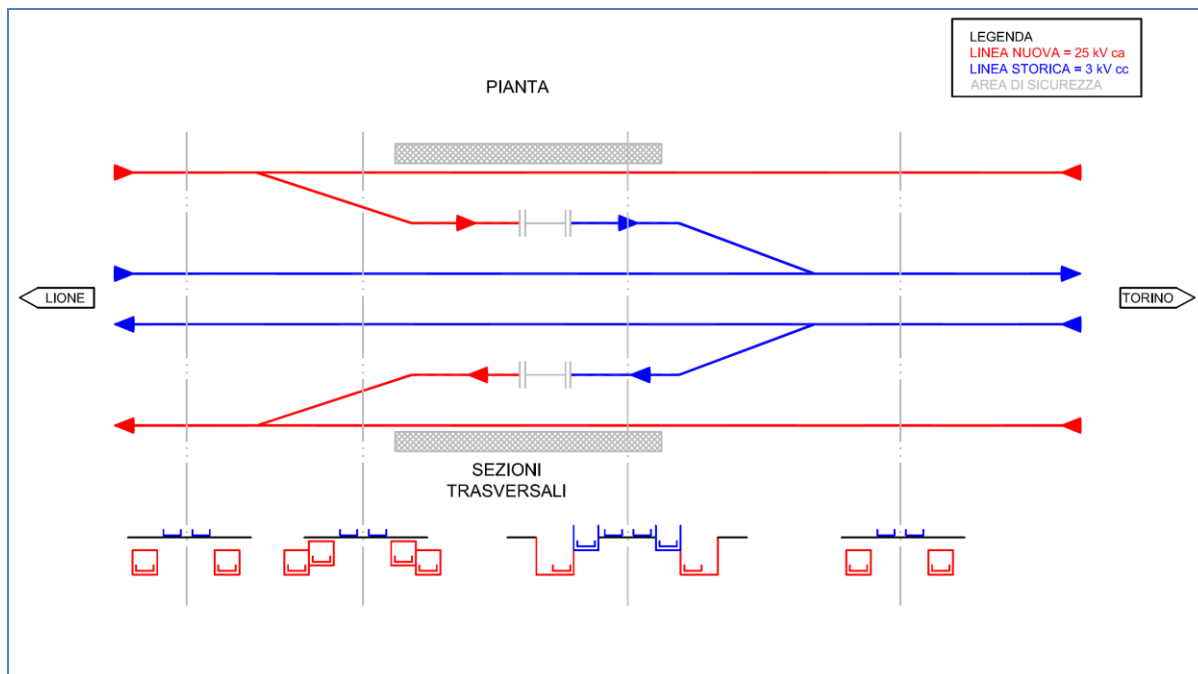
L'area di Sicurezza della Piana delle Chiuse si estende dalla pk 83+003 alla pk 83+753. È costituita da due banchine ai lati della linea di corsa, di sviluppo di 750 m, raggiungibili dai mezzi di soccorso. Essa si sviluppa in trincea aperta, delimitata da opere di sostegno in c.a..



AREA DI SICUREZZA DELLA PIANA DELLE CHIUSE

Interconnessione

Lo schema nella figura successiva descrive la funzionalità dell'interconnessione e dell'area di sicurezza.



Nella tratta di competenza LTF i binari della linea storica Torino-Modane e quelli della linea ad Alta Capacità (A.C.) Lione-Torino sono collegati dall'Interconnessione Ovest, su cui viene posizionato il Posto di Confine (P.O.C.), cioè il tratto ove l'alimentazione della linea di contatto passa dai 25kV ca della linea A.C. ai 3 kV cc della Linea Storica e dove vi è anche il passaggio dal sistema di segnalamento ERTMS 2 della linea A.C. al sistema di segnalamento tradizionale della Linea Storica. Il binario dispari dell'interconnessione si sviluppa per una lunghezza di 1.664 m, mentre quello pari per 1.668 m, ed entrambi si arrestano dopo il confine di competenza LTF

Riferendoci alle progressive del Binario Pari, il tratto di linea a paratie, ove hanno sede l'Interconnessione e l'Area di Sicurezza, si sviluppa invece dal km 82+538 (Inizio lato Est della galleria naturale dell'Orsiera) al km 84+100 (limite tratta di competenza LTF lato Torino)

A partire dalla pk 82+538 sono presenti ad intervalli regolari di 333m, sia lungo i binari della LN (ad esclusione dell'area di sicurezza in cui vi è un diverso schema di evacuazione) sia lungo i binari di interconnessione delle uscite di sicurezza.

Tali uscite sono costituite da un manufatto con scala dotato, lato ferrovia, di una porta HCM 90 (o REI 120), che consente ai viaggiatori che abbandonano il treno incidentato, di raggiungere la superficie. Tutte le uscite sono raggiungibili, a piano campagna, dai mezzi di soccorso attraverso una viabilità dedicata.

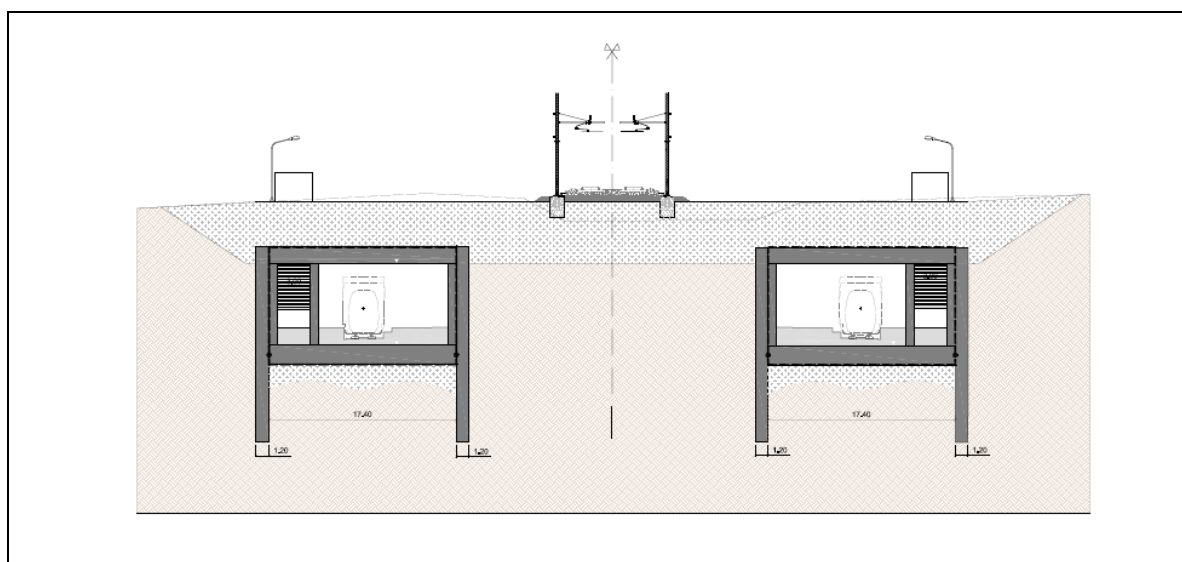
La tabella seguente descrive in maniera più dettagliata le funzionalità e le tipologie strutturali del sito dell'interconnessione:

BINARIO PARI		LINEA	FUNZIONALITÀ	TIPOLOGIA STRUTTURALE	SEZIONE TIPOLOGICA
DA PK	A PK				
82+538	82+592	LN	Singolo binario LN	Scatolare chiuso	A
82+592			PSE binario di Interconnessione		A
82+590	82+810	LN + BI	Doppio binario LN e BI	Scatolare chiuso	B
82+810	83+003	LN	Singolo binario LN	2 Scatolari chiusi indipendenti	C
		BI	Singolo binario Interconnessione		C
83+003	83+131	LN	Singolo binario area di sicurezza LN	Scatolare aperto	D
83+131	83+753	LN	Singolo binario area di sicurezza LN	Scatolare aperto	D
83+003	83+131	BI	Singolo binario Interconnessione	Scatolare chiuso	D
83+131	83+753	BI	Singolo binario Interconnessione	Scatolare aperto	E
83+753	84+100	LN	Singolo binario LN	Scatolare chiuso	E
83+753	84+222	BI	Singolo binario Interconnessione	trincea o rilevato	F

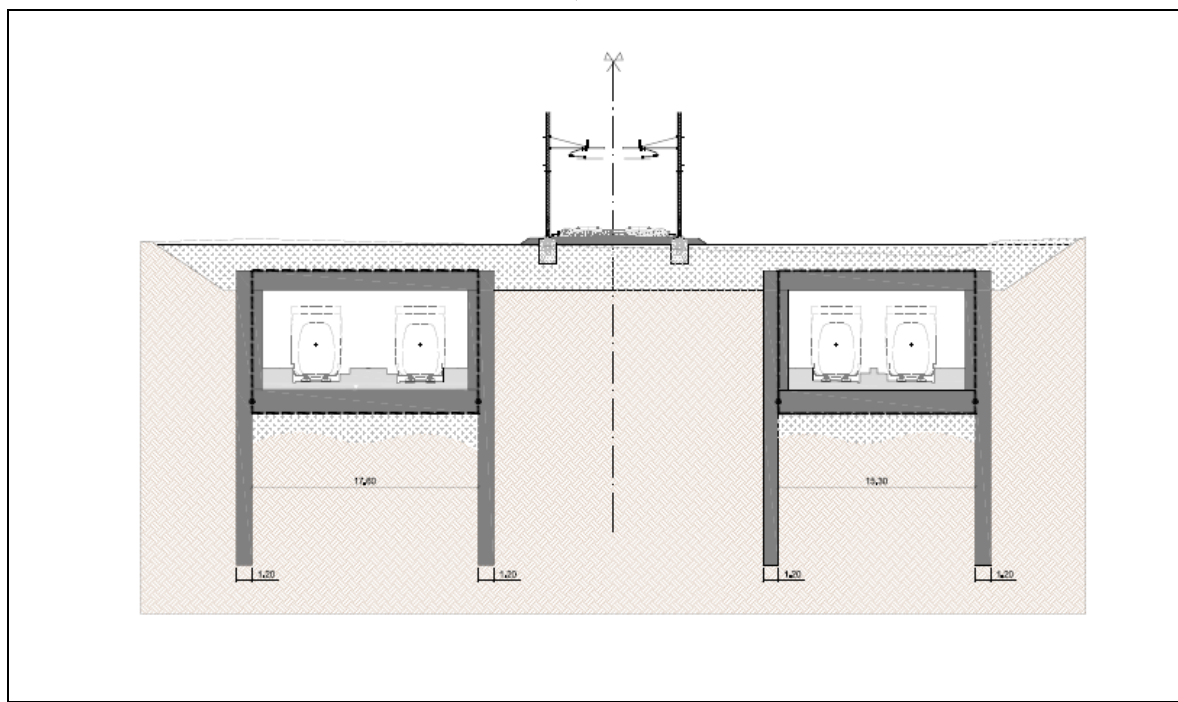
FUNZIONALITÀ E TIPOLOGIE STRUTTURALI DEL SITO DI INTERCONNESSIONE / AREA DI SICUREZZA

Nelle immagini che seguono sono raffigurate alcune sezioni del sito dell'Interconnessione e dell'Area di Sicurezza della Piana delle Chiuse.

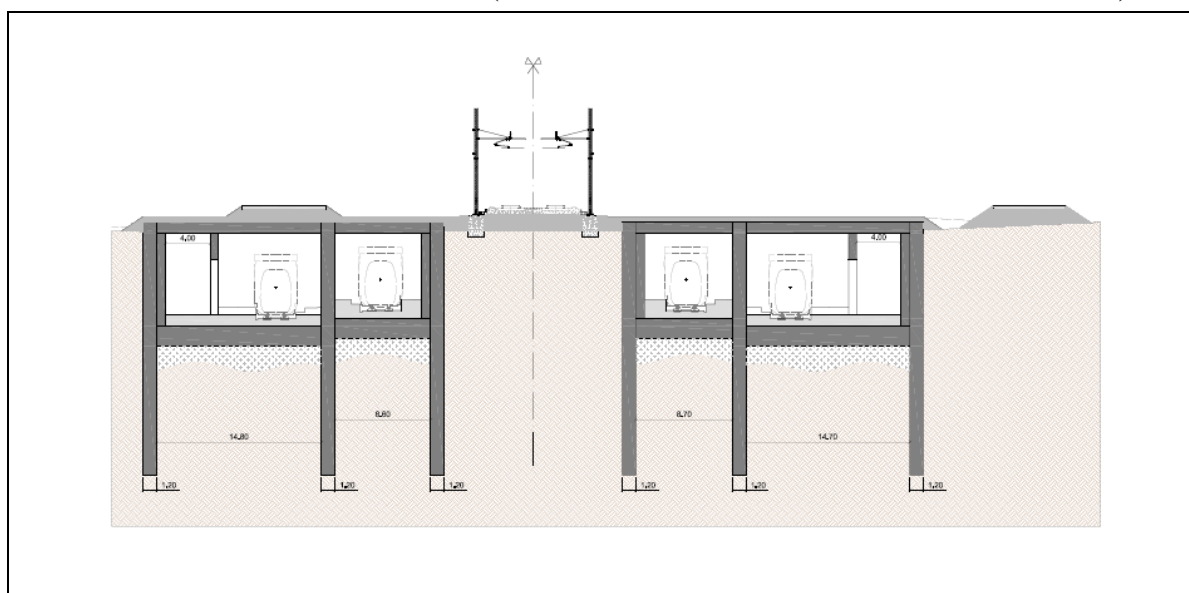
SEZIONE TIPOLOGICA "A" (IN CORRISPONDENZA DELL'USCITA DI SICUREZZA) – SCATOLARE CHIUSO A SINGOLO BINARIO



SEZIONE TIPOLOGICA “ B”
SCATOLARE CHIUSO A DOPPIO BINARIO (LINEA NUOVA + BINARIO INTERCONNESSIONE)

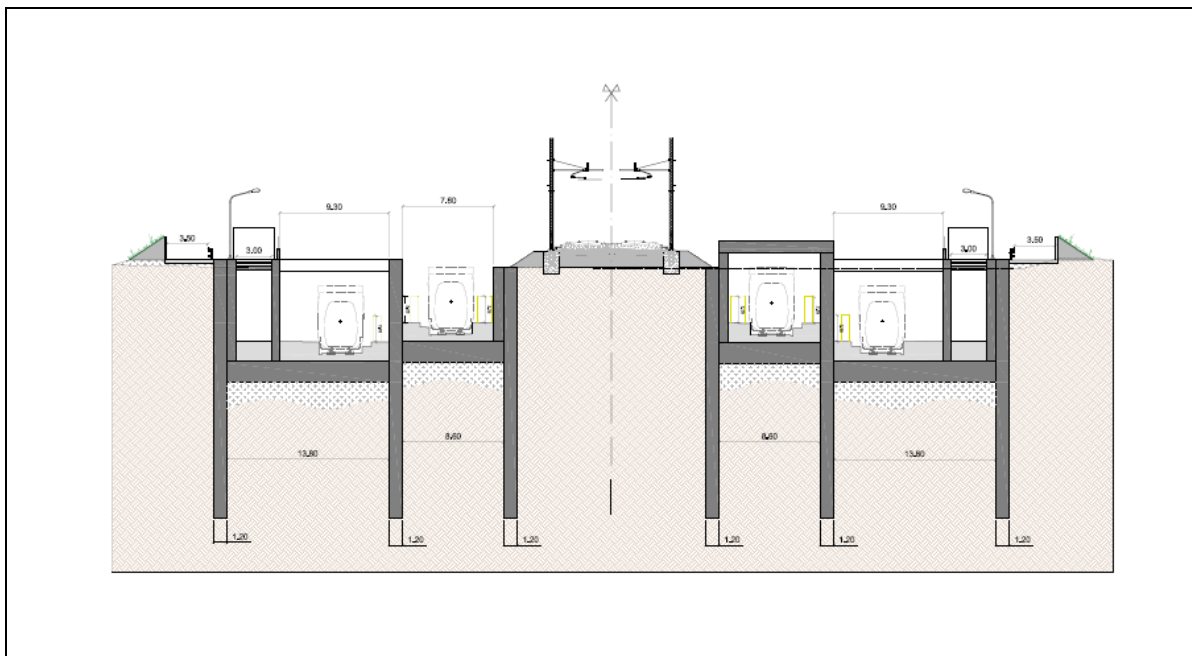


SEZ. TIPOLOGICA “ C “ (IN CORRISPONDENZA ZONA INSERIMENTO MEZZO BIMODALE) –
DOPPIO SCATOLARE CHIUSO (LINEA NUOVA + BINARIO INTERCONNESSIONE)

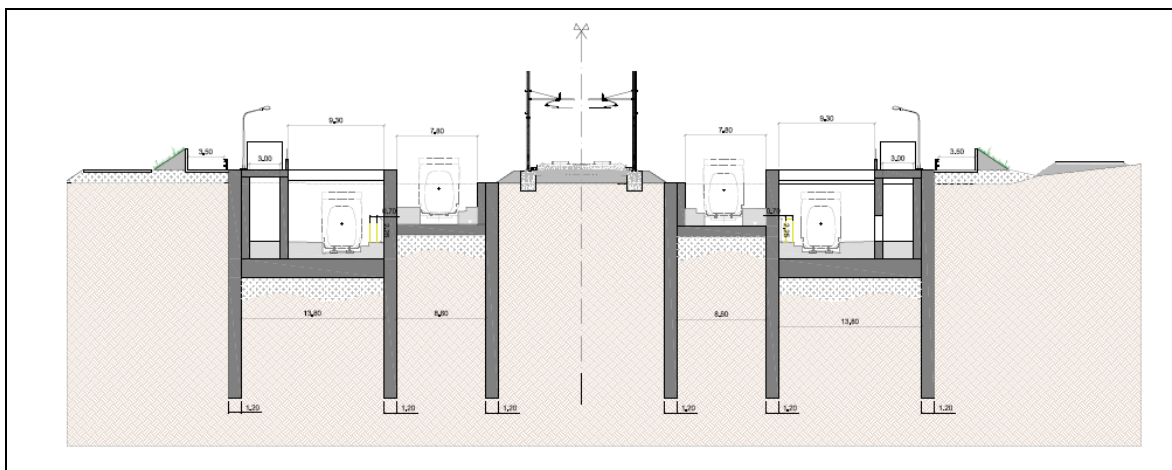


SEZIONE TIPOLOGICA “ D “ (IN CORRISPONDENZA DELL’AREA DI SICUREZZA)

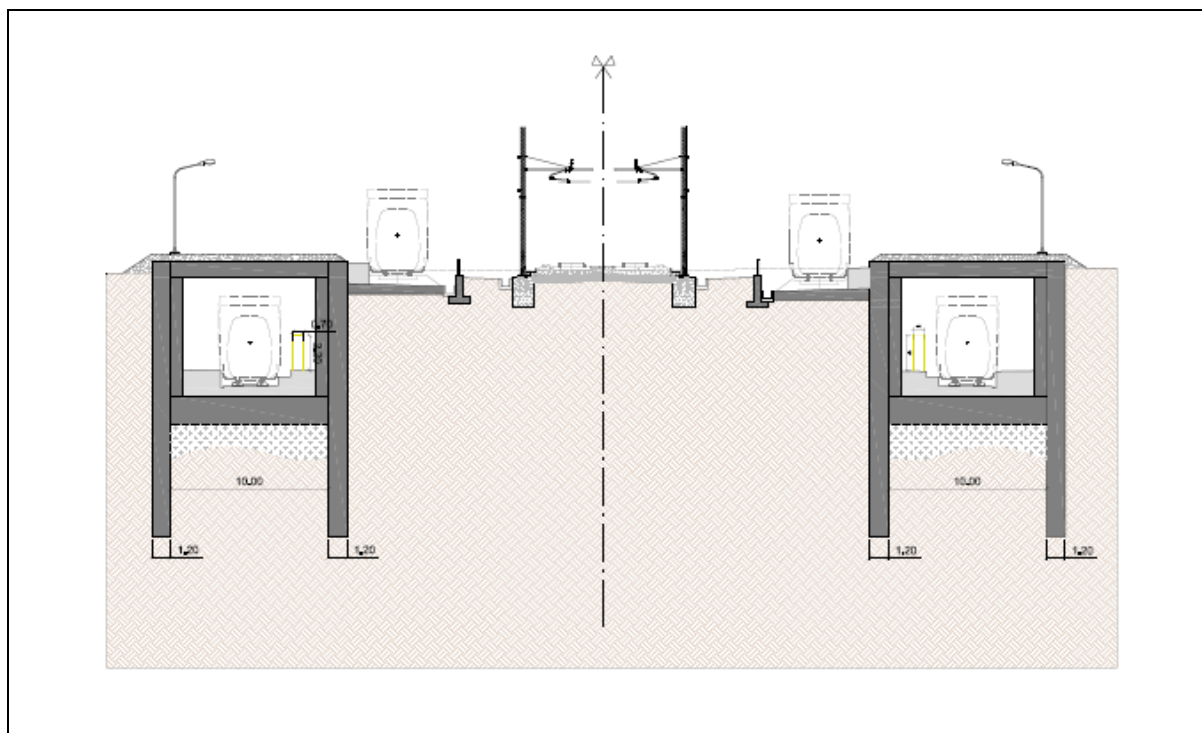
- LATO BINARIO DISPARI: SCATOLARE APERTO (LINEA NUOVA ED INTERCONNESSIONE)
- LATO BINARIO PARI: SCATOLARE CHIUSO (INTERCONNESSIONE), SCATOLARE APERTO (LINEA NUOVA)



**SEZIONE TIPOLOGICA “E” (IN CORRISPONDENZA DELL’AREA DI SICUREZZA)
DOPPIO SCATOLARE APERTO (LINEA NUOVA + BINARIO INTERCONNESSIONE)**



**SEZIONE TIPOLOGICA “F”
SCATOLARE CHIUSO (LINEA NUOVA)
LINEA IN TRINCEA o RILEVATO (INTERCONNESSIONE)**



Area di Sicurezza

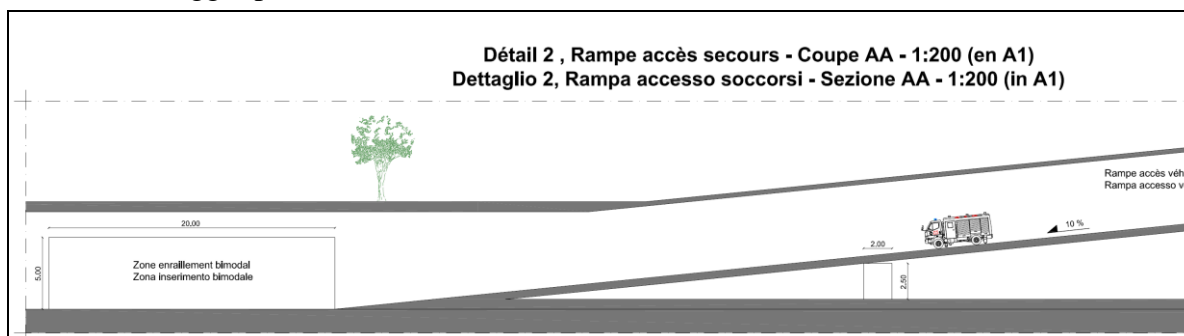
L'Area di Sicurezza di Chiusa si sviluppa per una lunghezza complessiva di 750 m, con pendenza pressoché nulla, con il binari posti ad una profondità di 8 m circa rispetto al piano campagna, a cielo aperto.

Tale area è stata concepita per consentire, in caso di incendio di un convoglio, l'evacuazione in sicurezza dei viaggiatori e del personale di servizio, nonché il trattamento del convoglio stesso.

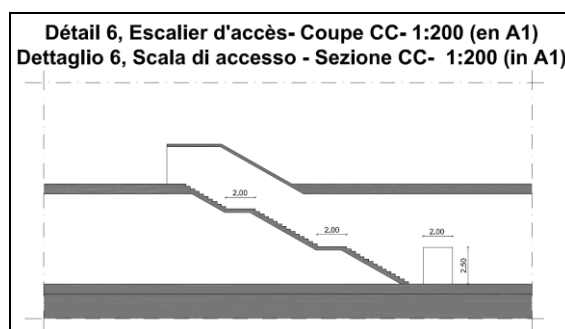
Essa è essenzialmente costituita da:

- Un marciapiede di soccorso all'esterno di ognuno dei binari di corsa della Nuova Linea.lungo 750 m e largo 3 m.
- Un vano a lato del marciapiede contenente le vie di fuga (scale e rampe) dal marciapiede stesso. Scale e rampe sono separate dalla zona ove è fermo il treno incidentato mediante porte tagliafuoco REI 120. La zona riservata all'evacuazione e al trattamento dei treni passeggeri è quella centrale e si estende per una lunghezza complessiva di 400m. In questa zona il passo di tali vie di fuga è di 50 metri. Le rampe sono state progettate in ossequio al D.M. n° 236/89 per persone con ridotta attività motoria e quindi hanno pendenza massima dell'8% e ripiani ogni 10 m.
- Quattro rampe veicolari (due per binario), alle estremità dell'area di Sicurezza per l'accesso in linea di mezzi bimodali
- Viabilità pedonale e veicolare dedicata per l'accesso dei veicoli di soccorso ai vani scala

- Piattaforma per l'operatività di elicotteri in caso di emergenza
- Aree di triage
- Parcheggio per veicoli dei soccorritori



SEZIONE LONGITUDINALE AREA DI SICUREZZA – RAMPE DI ACCESSO VEICOLI BIMODALI



SEZIONE LONGITUDINALE AREA DI SICUREZZA – SCALE DI ACCESSO DEI SOCCORSI

Variante Linea Storica

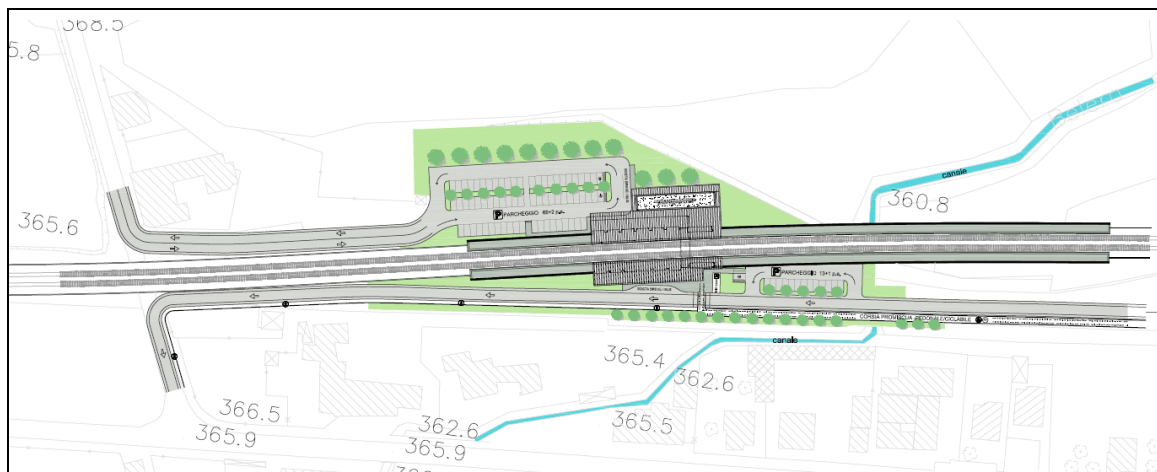
Per esigenze funzionali (di tracciato) e di cantiere si rende necessario, nella zona dell'intervento, eseguire una modifica del tracciato della Linea Storica.

In totale, rispetto alla posizione attuale, sono da prevedersi quattro spostamenti della Linea Storica: tre temporanei, da eseguirsi per la fasizzazione del cantiere, il quarto a carattere definitivo sul futuro tracciato della Linea Storica. Per maggiori informazioni su questa fasizzazione si rimanda alla specifica relazione di progetto (Documento C3A-TS3-0734-0-PA-NOT "Deviazione Linea Storica a Chiusa S. Michele – Relazione Illustrativa")

La linea storica è interessata dall'intervento complessivamente per una lunghezza di 3.447,11 m per quel che riguarda il binario dispari e per 3.444,85 m per quello pari. La zona di intervento è situata tra la stazione di Condove/Chiusa S.Michele e la stazione di Sant'Ambrogio.

Il nuovo tracciato della Linea Storica interferisce con l'attuale fabbricato della stazione di Condove/Chiusa S. Michele; si prevede dunque anche un rifacimento della suddetta stazione.

La figura seguente raffigura la nuova posizione e il layout funzionale della nuova stazione di Condove/chiusa S. Michele.



Fabbricati Tecnologici

Nell'Area di Sicurezza sono previsti alcuni fabbricati tecnologici in cui sono alloggiati impianti ferroviari e non ferroviari a servizio della linea e alcune aree ove vengono concentrate le funzioni di sicurezza.

Si elencano di seguito i principali fabbricati tecnologici dell'Area di Sicurezza di Chiusa San Michele:

- Posto di Interconnessione 1(PJ1): in sotterraneo (36x15 m) nell'area della stazione di Condove;
- Posto di Interconnessione 2(PJ2): in superficie (36 x 15 m) poco oltre l'area di sicurezza lato Torino;
- Cabina Trazione Elettrica (TE) e filtro POC: in superficie (8 x 15 m) con relativo piazzale (33 x 40 m) poco oltre l'area di sicurezza lato Torino;
- Posto di Parallelo Doppio (PPD): in sotterraneo (6 x 20 m) poco oltre l'area di sicurezza lato Torino;
- Area predisposta per Posto di Alimentazione (PdA): in superficie (8 x 30 m) con relativo piazzale, a fianco della Cabina TE;
- Posto di Sicurezza per la Trazione Elettrica (PdS): in superficie (8 x 25 m), nella zona del fascio binari di Condove;
- Stazione di Pompaggio antincendio (in superficie, 48 m²) e Serbatoio idrico sotterraneo (200 m³): nella zona del fascio binari di Condove.

Viabilita'

La attuale viabilità esistente nella zona della Piana di Chiusa oggetto dei lavori subirà alcune razionalizzazioni anche per renderla coerente con la nuova viabilità che è prevista a servizio dell'Area di Sicurezza. Trattasi di:

- via Condove e nuovo sovrappasso RFI realizzato per la soppressione del passaggio a livello, asse viario di collegamento tra la S.S.24 e la S.S. 25;
- Via Cantore e nuovo sovrappasso RFI realizzato per la soppressione del passaggio a livello;

- Via Cascina Bertini e sovrappasso esistente;
- Viabilità locale tra Via Cantore e Cascina Bertini.

Una sintetica illustrazione degli interventi è la seguente:

- In **Via Condove** è attualmente in realizzazione un cavalcaferrovia sulla Linea Storica. Questa viabilità riveste una importanza locale in quanto collega gli abitati di Chiusa S. Michele e Condove e le statali 25e 24. La N.L.T.L. sottopassa la galleria dispari, scavata con fresa, alla pk 81+911 senza interferire strutturalmente con la stessa. Nel corso dei lavori se ne prevede il mantenimento in esercizio, fatta eventualmente eccezione per il momento del passaggio dello scavo sotto al manufatto.
- In **via Cantore** è attualmente in realizzazione un cavalcaferrovia sulla Linea Storica. Il nuovo manufatto non verrà modificato nella sua rampa sud, mentre dovrà essere rifatto come impalcato e rampa nord, modificandone il tracciato, perché interferente con le nuove opere e per renderlo funzionale alla nuova viabilità dell'Area di Sicurezza.
- **Via Cascina Bertini** attraversa attualmente con sovrappasso la Linea Storica, servendo la fascia di territorio compresa tra la stessa e la Dora..Il manufatto esistente risulta interferente sia con la deviazione della Linea Storica sia con le opere della N.L.T.L., attraversata alla pk 84+347 e quindi già nella Tratta Nazionale. Analogamente a quanto detto per via Cantore, è prevista la demolizione ed il rifacimento del manufatto di scavalco con geometria, luci ed opere di fondazione, adeguata alle opere della N.L.T.L. che prevede, nel tratto interessato, la realizzazione del collegamento pari-dispari. Il nuovo manufatto è quindi realizzato spostato di circa 30 m ad est rispetto all'esistente ed utilizza, seppur leggermente modificata, la rampa di accesso sud esistente. Sul lato nord, è prevista una nuova rampa ad andamento elicoidale per collegarsi all'attuale sede di via Cascina Bertini.
- **Viabilità locale:** in tutta la zona sono previsti interventi di eventuali allargamenti e di pavimentazione di strade locali sia per dare continuità alla rete stradale sia in fase definitiva, sia in fase di cantierizzazione. In particolare sono previsti interventi di sistemazione di Via Stazione, atti a prolungare la stessa fino alla nuova fermata di Condove_Chiusa sia alle relative aree attrezzate per la sosta.
- Sul lato sud della linea ferroviaria, sul **sedime dismesso della Linea Storica** si è ipotizzata la realizzazione di una viabilità locale tra via Cantore ed il tratto di via Condove, divenuto a fondo cieco dopo la realizzazione del nuovo sovrappasso. Tale viabilità consentirebbe un più agevole collegamento tra Vaie e la nuova fermata ferroviaria sia veicolare che ciclopedonale oltre a servire l'Area di Sicurezza..
Il tratto di sedime ferroviario da via Cantore e Via Cascina Bertini è previsto utilizzato nella parte terminale lato est per l'accesso agli edifici tecnici attinenti l'area di sicurezza e l'interconnessione disposti sul lato sud della stessa; la rimanente tratta potrà eventualmente essere convertita in viabilità locale o in pista ciclopedonale.

- La **nuova viabilità** riguarda le due strade lato nord e lato sud **lungo l'Area di Sicurezza**, che sono a servizio dell'Area stessa, ma permettono anche l'accesso alle proprietà limitrofe. Queste strade sono collegate ad ovest con via Cantore ed a est con la via Cascina Bertini.
- Infine in fase di cantiere è prevista la realizzazione di uno **svincolo provvisorio**, a servizio dei soli mezzi di cantiere, **sull'autostrada A32** attuando le sole piste di ingresso in direzione Frejus ed uscita in direzione Torino. Questo svincolo si inserisce sulla viabilità locale limitrofa all'Autostrada nel tratto tra via Condove e via Cantore.

Metodologia di realizzazione delle opere in progetto

Per la realizzazione delle opere si è previsto di impiegare la tecnica costituita dall'esecuzione delle paratie in c.a. e successivo scavo fino alla quota di fondo scavo.

Sono state previste, a sostegno degli scavi, strutture ad elevata rigidità flessionale quali diaframmi continui realizzati prevalentemente di spessore 120 cm in grado di sopportare notevoli altezze di scavo con l'eventuale ausilio di contrasti orizzontali intermedi.

In merito agli scavi, l'interferenza della falda con le operazioni di scavo, comporta l'adozione di accorgimenti e tecniche esecutive specifiche al fine di garantire gli adeguati fattori di sicurezza in tutte le diverse fasi realizzative dell'opera. Si è pertanto prevista la realizzazione di consolidamenti impermeabilizzanti di spessore adeguato, eseguiti dalla superficie con jet grouting.

Le finalità che si conseguono attraverso tali interventi sono:

- impermeabilizzare il fondo scavo per eseguire in sicurezza e all'asciutto le operazioni di scavo e i getti delle strutture;
- evitare il possibile fenomeno di trasporto solido associato con il moto di filtrazione (sifonamento), con conseguente reinterro degli scavi eseguiti e, più grave ancora, l'instabilità degli edifici e delle strutture circostanti eventualmente esistenti;
- consolidare e migliorare le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione, offrendo un adeguato contrasto al piede delle paratie e aumentando le caratteristiche di capacità portante.

In via preliminare le varie fasi necessarie per la costruzione delle opere interconnessione si possono così sintetizzare::

- realizzazione degli accessi;
- realizzazione dei diaframmi;
- realizzazione del tampone di fondo al fine di impermeabilizzare il fondo scavo;
- scavo e realizzazione del solettone di copertura;
- scavo ed eventuale posa in opera di puntelli provvisori al fine di limitare l'inflessione delle paratie;
- scavo e realizzazione del solettone di fondo
- rimozione dei puntoni nel caso in cui siano posti in opera
- Realizzazione del consolidamento a tergo della zona di lancio della fresa
- demolizione dei pannelli di paratia in corrispondenza delle zone di attacco della fresa;

- esecuzione delle strutture interne del corpo interconnessione (fodere, banchine, pareti, scale, rampe, ecc.);
- completamento opere accessorie.

Preventivamente alla esecuzione degli scavi delle nuove opere sopra illustrate, per alcuni edifici esistenti, si prevedono degli interventi di presidio quali iniezioni subverticali o inclinate per evitare fenomeni tenso-deformativi sul terreno e sugli edifici esistenti. Durante le lavorazioni saranno eseguiti dei monitoraggi in continuo per verificare che i parametri monitorati non superino le soglie attese per evitare danneggiamenti a terzi.

7.4.4 IDRAULICA DELLA PIANA DELLE CHIUSE

La piana delle Chiuse è interessata dalla Nuova Linea Torino – Lione da tratti di galleria naturale (Orsiera e RFI), artificiali (Orsiera e RFI) e dalla trincea a paratie che costituisce il sito di sicurezza e l'interconnessione con la linea storica. Particolare rilevanza da un punto di vista delle problematiche idrauliche riveste la realizzazione del sito di sicurezza ed interconnessione, in comune di Chiusa San Michele, che comporta la realizzazione di un "varco" a cielo aperto. L'idrologia della zona è stata illustrata nel capitolo 2.1.6. La zona ove sorge tale varco è compresa nella fascia B del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI). La assoluta necessità di salvaguardare di opere ferroviarie da eventuali piene catastrofiche porta alla conclusione di innalzare le quote del manufatto ferroviario a cielo aperto in modo tale che queste stiano al di sopra della piena cinquecentesca. Operando in tale maniera per la sola opera ferroviaria, non viene data la possibilità al territorio di salvaguardarlo dal rischio idraulico oggi presente in quanto una discreta parte delle zone antropizzate di Condove e Chiusa San Michele si trovano entro la fascia B. Partendo da questo presupposto e su sollecitazione anche della Provincia di Torino in sede di Osservatorio Torino – Lione, si è valutata, congiuntamente con RFI che sta progettando nella stessa zona il tratto della NTL da Chiusa a Settimo Torinese, la possibilità di risolvere questa problematica di sicurezza del territorio. Si è pertanto incontrato l'Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPO) e si è concordato di eseguire uno studio idraulico volto a definire l'andamento di un'opera di protezione idraulica (argine) dell'asta fluviale della Dora Riparia a partire dalla zona di Vaie fino a Sant'Ambrogio.

Lo studio idraulico è stato svolto in via preliminare adottando uno schema di calcolo del moto permanente, che consente di considerare la variazione delle sezioni d'alveo e la presenza di manufatti nelle condizioni di moto unidimensionale a portata costante, mediante la risoluzione di equazioni di bilancio energetico. Per la determinazione del profilo di moto permanente è stato utilizzato il codice HEC-RAS. La modellazione geometrica delle sezioni d'alveo è stata effettuata sulla base di un rilievo topografico di dettaglio delle sezioni più significative integrandolo nel rilievo aerofotogrammetrico generale già fatto eseguire da LTF per la progettazione della Nuova Linea. Il tratto di fiume preso in considerazione è lungo circa 5100 m; l'area interessata si estende dalla SS24 alla SS25.

Per quanto riguarda gli scenari di simulazione adottati, nell'ipotesi di proporre una modifica della fascia B di progetto per tener conto sia delle esigenze progettuali strettamente legate alla ferrovia sia quelle territoriali, si sono tenute in conto:

- Condizioni attuali
- Ipotesi di realizzazione della fascia B di progetto prevista dall'AIPO
- Ipotesi di variare la fascia B di progetto in funzione delle esigenze territoriali
- Ipotesi di proteggere transitoriamente le aree di cantiere durante la realizzazione delle opere, considerando sia i cantieri LTF sia il cantiere RFI di Sant'Ambrogio, in quanto ricadente nel tratto fluviale della Dora preso in considerazione.

Il modello in moto permanente si basa sulle seguenti condizioni al contorno:

- Portata al colmo costante in tutto il tratto con tempi di ritorno di 20, 200 e 500 anni

- Altezza idrometrica di monte e di valle calcolata in condizioni di moto uniforme indisturbate con pendenza pari allo 0,2 % (rappresentativa delle condizioni dell'alveo)

Per quanto riguarda il coefficiente di scabrezza adottato per la Dora Riparia, si sono considerati coefficienti differenti per alveo e golena, per tener conto della vegetazione e degli ostacoli puntuali, utilizzando i valori di Manning.

Premesso che nel PAI attualmente vigente esistono due fasce B, la prima esistente e la seconda di progetto, approvata, per la cui realizzazione sarebbe necessario eseguire un'arginatura, sono stati calcolati i livelli idrometrici della Dora nei vari scenari sopra indicati. Rimandando alla relazione idraulica l'analisi delle calcolazioni, sinteticamente si può affermare che, nel caso del tempo di ritorno di 500 anni, la realizzazione delle nuove opere ferroviarie comporta innalzamenti rispetto agli attuali livelli idrici poco maggiori rispetto a quelli previsti dalla realizzazione della fascia B di progetto vigente. Il massimo livello di innalzamento conseguente al progetto LTF, rispetto alle condizioni attuali, risulta di 37 cm e quello medio sull'intera tratta di 18 cm.

Nella fase transitoria di cantiere, l'innalzamento massimo rispetto alle condizioni attuali risulta pari a 53 cm e quello medio a 24 cm. In definitiva, la realizzazione delle opere richiede la contemporanea realizzazione di un argine di protezione in sponda orografica destra, peraltro già previsto nel PAI a difesa degli abitati. Le verifiche in moto permanente non evidenziano modifiche significative in termini di ampliamento delle aree esondabili in sinistra, né dell'assetto di progetto previsto dal PAI.

L'argine previsto in assetto finale, dimensionato nel rispetto del tempo di ritorno di 500 anni, ha mediamente altezze di 2,50 m rispetto all'attuale piano di campagna, con una quota in testa argine di almeno un metro sopra il livello della massima piena cinquecentennale.

La realizzazione dell'opera ha la duplice valenza di salvaguardia della linea e di messa in sicurezza di una vasta porzione di territorio, in gran parte antropizzato, attualmente a rischio esondazioni. Sia pure con i limiti di una modellazione in moto permanente, adatta a questa fase di progetto preliminare ma da eseguire poi in moto vario in sede di progettazione definitiva, i risultati delle elaborazioni evidenziano come:

- gli innalzamenti di livello dovuti alla realizzazione di nuove opere sono contenuti
- sono limitate altresì anche le variazioni delle altre principali grandezze idrauliche (numero di Froude, velocità dell'acqua, larghezza del pelo libero)
- la riduzione di area esondata e soprattutto il volume di invaso disponibile, si può individuare, in condizioni stazionarie e con tempo di ritorno cinquecentennale, in circa il 9 % rispetto alle attuali condizioni.

7.4.5 DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE

Le infrastrutture viarie e gli elementi che sono interferiti dal tracciato della Nuova Linea nella tratta C-D riassunti nell'elenco seguente:

- una zona archeologica nei pressi dell'abitato di Vaie, dove è presente un percorso archeologico-didattico creato dal Comune, che viene sottopassato in galleria profonda senza alcuna criticità;
- una zona ricca di sorgenti idropotabili;
- il cimitero di Vaie, ad est dell'abitato: la Nuova Linea passa in galleria profonda, ad una distanza planimetrica di circa 25 m;
- la viabilità locale esistente tra la ferrovia storica, via Condove, via Cascina Bertini e la Autostrada A32 (vedi capitolo 7.4.3.2.)
- la viabilità scavalcante la linea storica (via Condove con relativo sovrappasso in costruzione, via Cantore con relativo sovrappasso in fase di realizzazione, via Cascina Bertini e relativo sovrappasso esistente) – Vedi Capitolo 7.4.3.2.

- la **Linea Storica**: nella zona di Chiusa San Michele la Nuova Linea si sviluppa per un tratto sotto l'impronta della Linea Storica Torino – Modane o in stretto affiancamento ad essa; in tale zona si deve inoltre realizzare l'interconnessione ovest tra la Linea Nuova e la Linea Storica. Al fine di evitare le interruzioni di esercizio sulla linea esistente in fase di cantiere e al fine di ottenere una sistemazione definitiva delle aree che non interferisca con il centro abitato, si è deciso di effettuare una modesta deviazione plano-altimetrica della Linea Storica a partire dalla Stazione di Condove-Chiusa San Michele, fino alla zona industriale di Sant' Ambrogio;

La deviazione della Linea Storica e la realizzazione di alcuni fabbricati tecnologici al servizio della Nuova Linea, comportano l'occupazione della zona del fascio di binari della esistente Stazione Condove-Chiusa S.Michele (peraltro attualmente già dismesso) e la demolizione del fabbricato viaggiatori, che verrà ricostruito in accordo con le indicazioni del gruppo di architetti EAP.

Le opere civili della NLTL saranno realizzate fin dove consentito rispetto alla LS (PK 82+537), dove sarà necessario procedere ad una prima limitata deviazione della Linea Storica, effettuata senza interruzione di esercizio, per consentire l'installazione del cantiere di costruzione della Nuova Linea.

Dopo il completamento delle opere civili della NLTL, il vecchio tracciato della Linea Storica, in questa zona, verrà dismesso definitivamente ed i due nuovi binari permetteranno la prima parziale interconnessione tra la LS e la LN, poco prima della comunicazione Pari/Dispari dei binari della LN (realizzata nella tratta di competenza di RFI).

In corrispondenza della pk 82+700 circa i binari sottopassano due canali irrigui di Chiusa S. Michele.

Altre informazioni sui lavori che dovranno essere eseguiti sulla deviazione della linea storica anche per poterla collegare alla Nuova Linea con una Interconnessione sono riportate nel capitolo 7.4.3.2.

- **I sotto-sopra servizi** interferiti sono soprattutto di proprietà/gestione della ACEA (acquedotti e fognature), ENI Rete Gas (erogazione di gas domestico), Telecom. Sono interessati i territori comunali di Chiusa S. Michele, Condove, Sant' Ambrogio, Vaie.

8 IL PROGETTO PRELIMINARE 2010: ARMAMENTO E TECNOLOGIA FERROVIARIA

8.1 PREMESSA

Obiettivo del presente capitolo è fornire un quadro di insieme dell'armamento, degli impianti ferroviari e non ferroviari di cui si compone l'infrastruttura oggetto della presente progettazione.

Tra gli impianti ferroviari si annoverano:

- Impianti fissi di Trazione Elettrica;
- Armamento;
- Segnalamento e Controllo;
- Telecomunicazioni.

Tra gli impianti non ferroviari ricordiamo:

- Distribuzione elettrica;
- Ventilazione;
- Illuminazione;
- Impianti di sicurezza;
- Impianti antincendio.

8.2 ARMAMENTO

L'armamento è previsto per il passaggio di convogli con carico massimo per asse pari a 25 t (possibilità fino a 30t).

È stata scelta la posa del binario su calcestruzzo in tunnel e su ballast per i binari all'aperto; inoltre per entrambi è stato previsto un identico sistema di attacco dei binari principali, in modo tale da ridurre sia lo stock del parco dei ricambi, sia i costi di manutenzione.

I binari su ballast e su calcestruzzo avranno le caratteristiche seguenti :

- Scartamento internazionale UIC: 1435 mm
- Spaziatura delle traverse: 1666 traverse/km
- Inclinazione di rotaia: 1/20

Per quanto attiene ai binari in tunnel, si prevede una posa di binario su piastra. Essa è composta di traverse in calcestruzzo bi-blocco immerse in lastra di calcestruzzo non armato. L'elasticità del binario è ottenuta grazie ad una soletta elastomerica situata sotto i blocchetti e mantenuta da uno zoccolo che avvolge la parte inferiore dei blocchetti della traversa. Questo tipo di binario è efficace, tuttavia presenta l'inconveniente della difficoltà in caso di

sostituzione delle traverse. Pertanto è stato aggiunto un guscio rigido che avvolge lo zoccolo, con una guarnizione stagna tra il calcestruzzo ed il guscio.

L'attacco viene realizzato con un sistema premontabile allo scopo di ridurre i costi di montaggio e di omogeneizzazione dei binari:

- Tipo “Vossloh W14” (messo in opera sulla sezione 2 del progetto CRTL in Inghilterra)
- Tipo “Pandrol Fastclip” (messo in opera sul progetto LAV [collegamento ad alta velocità] Est in Francia)

Nelle zone di transizione tra i binari su ballast ed i binari su lastre di calcestruzzo, si installerà su circa 50 m dal lato binario su calcestruzzo (tunnel) un sistema sensibilmente identico al binario corrente ma che permette una regolazione laterale e altimetrica per poter correggere il tracciato in occasione dei lavori di intasamento durante la manutenzione.

Questo tipo di binario con traverse a guscio permette di rispettare le norme relative al rumore e alla trasmissione delle vibrazioni. Questo sistema permette anche di ridurre, all'occorrenza, la trasmissione delle vibrazioni modificando la rigidità della soletta elastomerica in zone particolari. Quest'ultima soluzione è stata adottata nel tunnel della sezione 2 di CRTL (zona sensibile, abitazioni al di sopra del tunnel). Il progetto ricalca sostanzialmente quanto previsto nell'APR, con l'unica differenza che nelle zone all'aperto su ballast si prevede la posa in opera di traverse monoblocco in c.a.p.

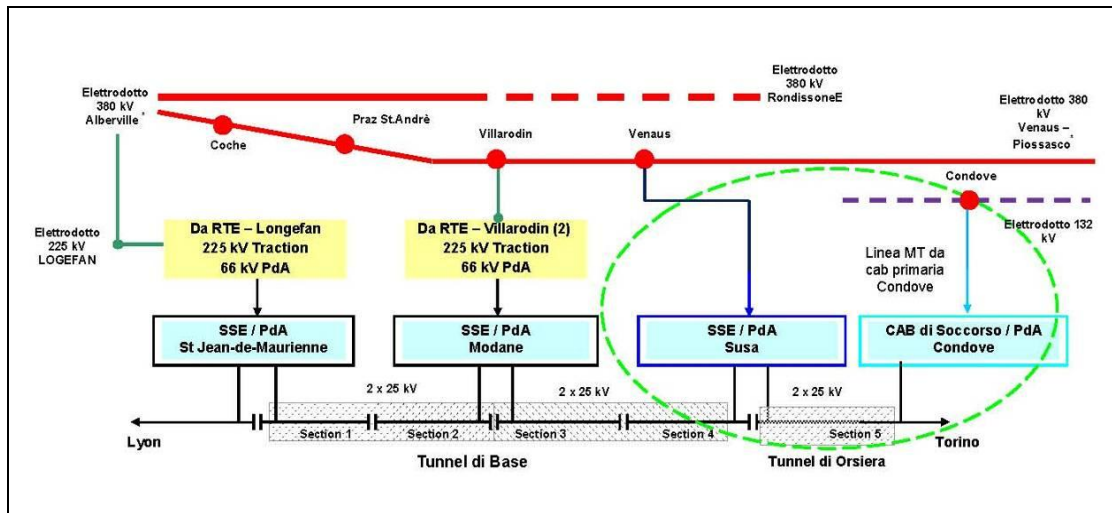
Per quanto attiene alle caratteristiche tecniche di dettaglio, si rimanda agli elaborati di progetto.

8.3 ELETTRIFICAZIONE

8.3.1 Generalità

Vengono illustrati, in sintesi, gli impianti di elettrificazione a 25 kVca della NLTL (sottostazioni, posti di autotrasformazione, linea primaria 132 kv) e gli interventi agli impianti 3 kVcc di deviazione linea storica a Chiusa.

L'architettura complessiva degli impianti per la trazione elettrica a 25 kV della linea AC è rappresentata nel seguente schema:



SCHEMA DI ALIMENTAZIONE SISTEMA DI TRAZIONE / (PDA)

8.3.2 Sottostazioni elettriche- Posti di Alimentazione

Per l'alimentazione degli impianti di trazione elettrica 2x25 kV della tratta internazionale sono previsti tre sottostazioni di trasformazione 132 kV (ovvero 220 kV)/2x25 kV.

Per tali impianti si conferma l'architettura di APR.

In particolare la nuova SSE/PdA di Susa è analoga a quanto previsto in APR per gli impianti di Bruzolo non più necessari.

Il Posto di Alimentazione (PdA) sarà quindi costituito da due arrivi linea (uno normalmente dedicato agli impianti di trazione, l'altro dedicato all'alimentazione degli impianti non ferroviari), da una sbarra divisa in due sezioni da un doppio congiunture di barra, e da quattro stalli di trasformazione (due dedicati alle macchine 132/2x25 kV per la trazione elettrica e due dedicati ai trasformatori 132/20 kV trifase alimentanti i quadri MT della distribuzione a 20 kV).

Il secondario dei trasformatori 132/2x25 kV, sarà collegato al quadro blindato 2x25 kV di alimentazione e protezione della linea di contatto. Da tale quadro si dipartiranno gli alimentatori in cavo diretti verso la sede ferroviaria.

Le altre due sottostazioni (Saint-Jean-de-Maurienne e Modane) sono invece dedicate ai soli impianti di trazione ferroviaria, in quanto i PdA sono realizzati su piazzali adiacenti ma distinti.

Queste SSE sono pertanto costituite da due arrivi linea a 220 kV, entrambi dedicati alla trazione elettrica, da una sbarra divisa in due sezioni da un congiunture di barra, e da due stalli di trasformazione 220/2x25 kV. Il reparto MT è invece analogo a quanto sopra descritto per Susa, seppur alimentato con il 65 kV al primario.

Vengono infine apportate le seguenti modifiche rispetto all'APR:

- Modifica della taglia degli autotrasformatori 132/2x27,5 kV e 220/2x27,5 kV. Tale modifica scaturisce dalle maggiori potenzialità richieste alla linea in seguito all'allungamento del tracciato lato Italia;

- Introduzione di due sezionatori di riserva (pari dispari) nei quadri 25 kV delle sottostazioni;
- Eliminazione del terzo stallo trasformatore a Modane;

8.3.3 Posti di Autotrasformazione

Anche per quanto riguarda l'architettura i posti di auto trasformazione, si conferma quanto previsto in sede di APR.

In particolare ogni posto di auto trasformazione sarà realizzato installando all'interno di apposite nicchie, un autotrasformatore e un quadro 2x25 per ogni binario.

L'autotrasformatore avrà il compito di permettere la richiusura delle correnti dal binario al feeder negativo -25 kV, mentre il quadro elettrico alloggerà gli organi di manovra e protezione che permetteranno di:

- Effettuare la disinserzione e l'inserzione del trasformatore sulla linea di contatto;
- Effettuare la protezione del Trasformatore;
- Stabilire o disinserire il parallelo tra la linea di contatto del binario pari e quella del binario dispari.

Nell'ambito del progetto preliminare è prevista la ricollocazione dei posti di auto-trasformazione in funzione della nuova posizione dei Rameau e l'eliminazione del posto di auto trasformazione in corrispondenza alla SSE;

Nel nuovo assetto della tratta saranno previsti 11 posti di auto-trasformazione, distanziati ognuno di circa 7-8 km.

8.3.4 Posto di alimentazione di Soccorso a Chiesa San Michele

A causa della notevole distanza tra la SSE di Susa (pk 62+500) e la progressiva di fine tratta (interconnessione di Chiesa San Michele - pk 84+000) è stato inserito un posto di alimentazione di soccorso.

In tale impianto, alimentato da rete pubblica in media tensione, sono installati un quadro 2x25 kV e due trasformatori 15/25 kV di potenza idonea (2,5 MVA) a permettere l'uscita a bassa velocità del treno dalla galleria dell'Orsiera nel caso sia necessario sezionare la linea di contatto all'interno del tunnel (a seguito di incidente, guasto, eccetera).

8.3.5 Linea Primaria 132 kV

Per l'allacciamento del nuovo impianto di Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) di Susa alla rete elettrica nazionale verrà realizzata una nuova linea in cavo 132 kV di tipo ARG7H1E di sezione pari a 1600 mm².

Tale cavidotto, realizzato in doppia terna, avrà una lunghezza di circa 8,1 km e si svilupperà lungo la viabilità secondaria di collegamento del nuovo impianto di Susa con la cabina Primaria TERNA di Venaus.

Per garantire la continuità di esercizio e migliorare la compatibilità ambientale dell'opera, la posa sarà prevalentemente effettuata con cavo interrato in trincee separate, ubicate ai due lati della strada e profonde circa 1,6 m.

Laddove il tracciato si avvicinerà alle abitazioni, al fine di rispettare la normativa Vigente in merito all'esposizione ai campi elettromagnetici, saranno realizzate apposite schermature in materiale ferromagnetico, oppure, ove possibile, le trincee saranno approfondite oltre 1,6 m.

In particolare le simulazioni condotte hanno evidenziato che per profondità di posa pari a 3,1 m, le zone con campo magnetico $B > 3 \mu\text{T}$ prodotto dai conduttori rimangono sempre confinate al di sotto della superficie del suolo.

Lungo il tracciato saranno realizzate 16 buche giunti. Le buche giunti di ogni terna di cavi avranno dimensioni 8x2,5 m e profondità 2 m.

8.3.6 Impianti 3 kVcc

Il nuovo tracciato della tratta internazionale della linea AC Torino-Lione prevede, nei pressi della località di Chiusa San Michele, la realizzazione di una nuova interconnessione con la linea storica. Per poterla realizzare è necessario eseguire una deviazione della linea storica lunga circa 3,5 km.

E' pertanto necessario realizzare tutti gli interventi connessi agli impianti di trazione elettrica legati alle nuove opere sopra descritte, ed in particolare:

- Realizzazione della Linea di contatto (sezione 440mm²) relativa al nuovo tracciato in variante e alle interconnessioni con la linea storica;
- Realizzazione del POC per il passaggio da 25 kV a 3 kV e viceversa sulle interconnessioni pari e dispari;
- Realizzazione dei sezionamenti del nuovo impianto di bivio;
- Trasformazione dell'attuale stazione di Condove in fermata;
- Demolizione della linea di contatto dedicata all'attuale linea a doppio binario 3kVcc.

E' anche necessario realizzare una nuova cabina TE, dotata di 6 interruttori extrarapidi, avente le seguenti funzioni:

- Gestione del nuovo Bivio e protezione del POC (in caso di mancato abbassamento del pantografo del treno in prossimità del POC, è prevista l'apertura degli interruttori

dedicati ai binari di interconnessione, lasciando in servizio i binari di corretto tracciato);

- Costituire una elevata impedenza per le armoniche a 50 Hz provenienti dal sistema di trazione 2x25 kVca, che potrebbero propagarsi agli impianti 3 kVcc con conseguenti problemi di incompatibilità con i circuiti di segnalamento ferroviario.

8.3.7 Distribuzione 20 kV

Per l'alimentazione di tutte le utenze elettriche presenti in galleria e nei siti all'aperto (impianti di illuminazione, di segnalamento, di telecomunicazione, di ventilazione, spegnimento incendi, eccetera) è prevista la realizzazione di un sistema in media tensione di distribuzione dell'energia elettrica in galleria.

Tale rete MT è allacciata alla rete pubblica in quattro punti:

- il primo, situato all'imbocco ovest del tunnel di Base in corrispondenza della stazione di St.-Jean-de-Maurienne, prenderà l'alimentazione dalla rete AT 63 kV EDF;
- Il secondo, situato in corrispondenza dell'imbocco esterno della discenderia di Modane, prenderà l'alimentazione dalla rete AT 63 kV EDF;
- il terzo, situato fra l'imbocco est del tunnel di Base e l'imbocco Ovest del tunnel dell'Orsiera in prossimità dell'area di sicurezza di Susa, prenderà l'alimentazione dalla rete AT 132 kV TERNA. Quest'ultimo impianto sarà di tipo promiscuo SSE/PDA. Sono infatti previsti due arrivi linea (uno normalmente dedicato agli impianti di trazione, l'altro all'alimentazione degli impianti non ferroviari), confluenti su una sbarra divisa in due sezioni da un doppio congiuntore di barra. Sulla prima sezione di sbarra sono previsti due stalli di trasformazione 132/2x25 kV per la trazione elettrica, mentre sulla seconda saranno presenti due trasformatori 132/20 kV trifase alimentanti i quadri MT di distribuzione).
- il quarto impianto, situato a Chiusa S. Michele, prenderà alimentazione dalla rete MT ENEL a 15 kV mediante linea in cavo della lunghezza pari a circa 1,6 km proveniente dalla vicina cabina primaria di Condove.

In ogni PdA il livello di tensione sarà portato a 20 kV attraverso due trasformatori AT/MT 63/20 kV, (PdA S. Jean de Maurienne e Modane) AT/MT 132/20kV (SSE/PdA Susa) e MT/MT 15/20 kV (PdA Chiusa).

Si segnala infine che a differenza di quanto previsto nell'APR e in uniformità con i nuovi Criteri di Sicurezza della CIG V.22 par. 12.1, per garantire le funzionalità minime richieste dagli impianti di soccorso (illuminazione delle vie di esodo del tunnel), di telecomunicazione, di segnalamento ed ausiliari di cabina MT / BT in caso di black-out nazionale (rete AT), ciascun PdA sarà equipaggiato con un gruppo elettrogeno, in esecuzione containerizzata ed insonorizzata da esterno, di potenza pari a 2 MVA.

8.3.8 Distribuzione elettrica in bassa tensione e illuminazione

Per l'alimentazione delle utenze di galleria (illuminazione, impianti di segnalamento, telecomunicazione, ventilazione, eccetera) sono stati previsti dei locali elettrici in grado di ospitare le apparecchiature idonee allo scopo. Tra i locali elettrici, in seguito denominati cabine elettriche, si individuano le tipologie di seguito elencate:

- Cabine MT/BT di piazzale, poste agli imbocchi e nei piazzali ferroviari;
- Cabine MT/BT di ramo tecnico;
- Cabine MT/BT tunnel discenderia, ubicate all'interno delle discenderie e del cunicolo della Maddalena;
- Cabine MT/BT discenderia, ubicate agli innesti delle discenderie e del cunicolo della Maddalena;
- Cabine MT/BT Pompaggio e ventilazione, ubicate negli innesti delle discenderie e del cunicolo, chiamate ad alimentare i rispettivi impianti antincendio e ventilazione locali tecnici;
- Cabine MT/BT ventilazione estrazione, iniezione e raffrescamento poste all'esterno degli imbocchi discenderie e tunnel.

In tali locali verrà prelevata energia dalla rete di distribuzione MT descritta nel precedente paragrafo, e verrà trasformata e distribuita al livello 400/230 V alle utenze sopra individuate, tra le quali:

- Impianti illuminazione imbocchi;
- Impianti illuminazione siti di sicurezza;
- Impianti illuminazione camminamenti;
- Impianti illuminazione punte scambi (PS);
- Impianti riscaldamento deviatori.

8.4 SEGNALAMENTO E CONTROLLO

La NLTL è un sistema di trasporto costituito da infrastrutture e tecnologie idonee a supportare un traffico di tipo misto ad alta capacità che può essere utilizzato da differenti tipologie di materiale rotabile. In funzione delle prestazioni da rispettare, prendendo in considerazione valutazioni costi/benefici e visti i progetti in corso di realizzazione al momento sulle reti confinanti, è stata adottata la soluzione ERTMS/ETCS (European Rail Traffic Management System/ European Train Control System) Livello 2 per il distanziamento e per il comando/controllo della marcia dei treni (funzione ATC-Automatic Train Control). Le stazioni, i bivi e più in generale tutti i Posti di Servizio sono controllati con apparati interlocking computerizzati (Nuclei Vitali Periferici).

Il sistema tecnologico ERTMS, oltre ad essere stato espressamente richiesto dalla Commissione Intergovernativa (CIG) all'interno dei criteri di sicurezza, è stato scelto nel presente Progetto Preliminare in quanto:

- è diventato lo standard europeo in materia di circolazione ferroviaria sicura ed interoperabile;
- i componenti e gli apparati rispondenti alle specifiche ERTMS sono prodotti da numerosi costruttori, cosa che permette di evitare situazioni di monopolio, in occasione di future estensioni o modifiche del sistema;
- l'ERTMS è concepito per potersi evolvere e poter completare delle installazioni esistenti, a condizione che queste non siano obsolete;
- con ERTMS è possibile raggiungere alte velocità con il minimo distanziamento tra i treni (incremento delle Prestazioni);
- grazie alla particolare architettura del sistema ERTMS, sono presenti pochi dispositivi lungo linea ed è quindi ridotta la probabilità di guasto (incremento Disponibilità/Affidabilità).

Le caratteristiche cinematiche dei treni sono gestite a bordo e questo permette di gestire meglio la circolazione di treni di caratteristiche diverse, di aumentare la capacità globale della linea e di diminuire i tempi di percorso.

In funzione delle prestazioni da rispettare, prendendo in considerazione valutazioni costi/benefici e visti i progetti in corso di realizzazione al momento sulle reti confinanti, sarà sviluppata una soluzione ERTMS di livello 2 associata ad un sistema di comunicazioni radio GSM-R (anch'esso divenuto uno standard europeo nel campo delle comunicazioni radio applicate alle ferrovie).

Gli impianti dei Posti di Servizio sono di tipo a calcolatore (o "statico", da cui ACC – Apparato Centrale Computerizzato) e conformi ai modelli omologati dalle amministrazioni ferroviarie italiana e francese (nelle funzionalità base) ed, o più generalmente europee, in ogni caso rispondenti agli Standard EN 50126, 50128 e 50129.

Gli enti di piazzale saranno di tipologia adeguata in relazione all'armamento e agli attuatori del sistema di interlocking.

Tutto il sistema di segnalamento sarà sviluppato in livello di sicurezza SIL = 4.

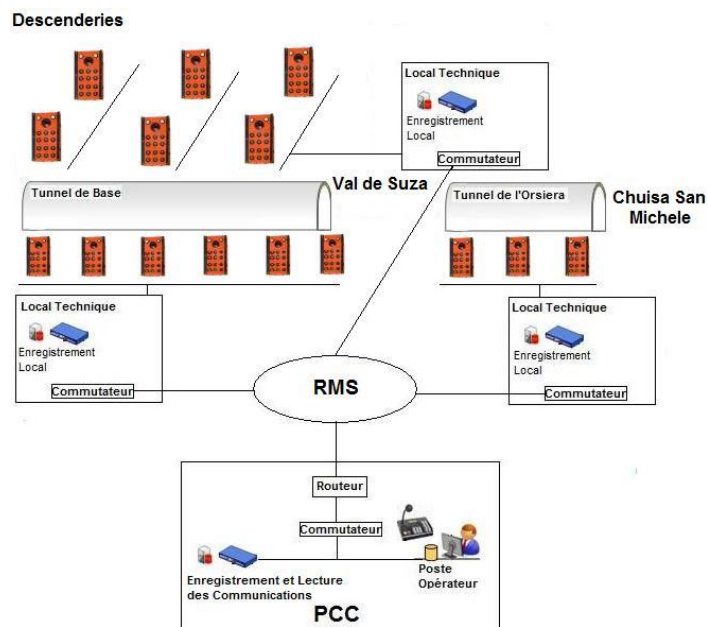
8.5 TELECOMUNICAZIONI

Il sistema di telecomunicazioni è composto dai seguenti sistemi

- Sistemi di telecomunicazioni di emergenza in galleria
- Sistemi di video sorveglianza
- Sistemi radio
- Sistemi di diffusione sonora
- Sistemi di telefonia amministrativa e automatica
- Sistemi trasmissivi

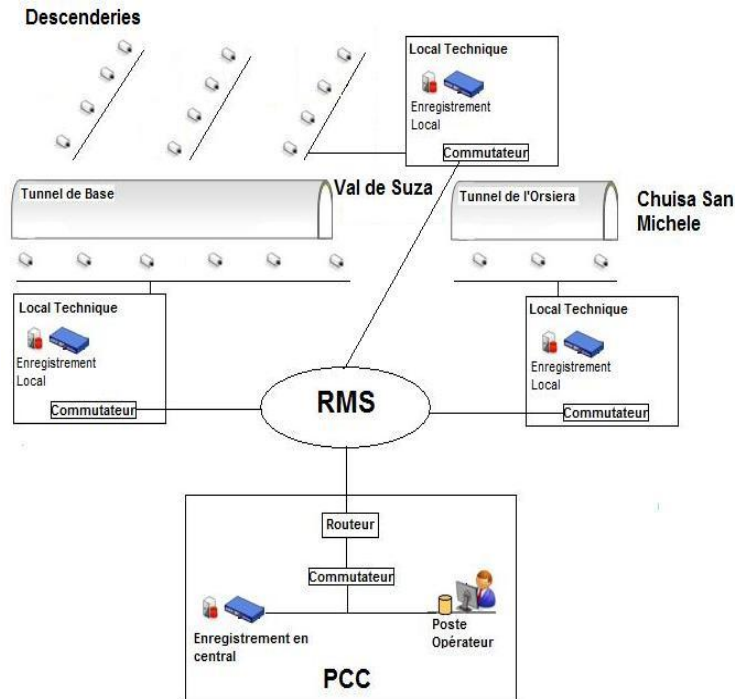
Il **sistema di telefonia di emergenza** permette, a mezzo di colonnini SOS posizionati all'interno delle gallerie, la comunicazione tra persone (sia personale che viaggiatori) interni alla galleria e i due PCC ed i locali tecnici posizionati all'esterno delle gallerie.

Tale sistema utilizza la tecnologia Voice over IP per collegare i telefoni interni alla galleria e l'esterno.



Il **sistema di Video** sorveglianza prevede l'installazione di telecamere presso gli imbocchi dei By-pass e all'interno degli stessi.

Le immagini saranno rimandate verso i PCC ed i locali9 esterni alle gallerie.

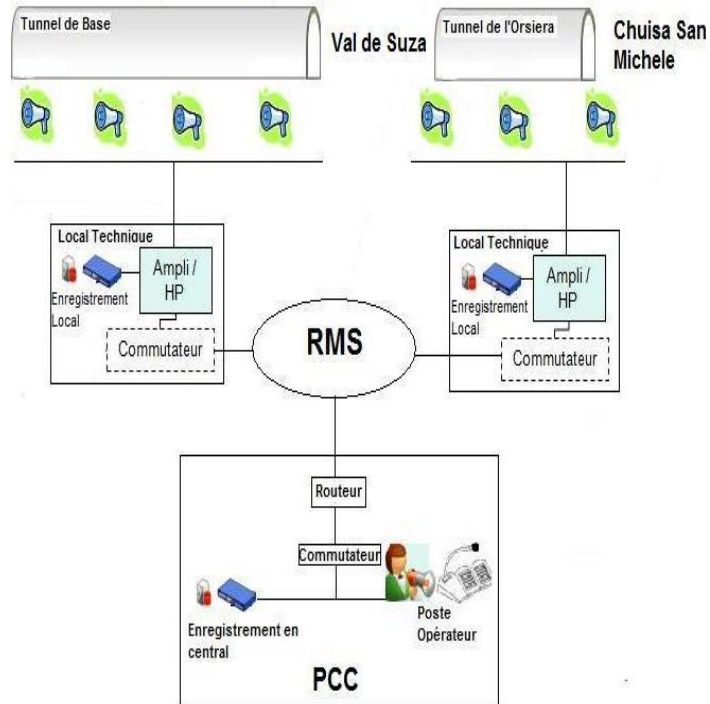


Il **sistema radio** prevede di radio estendere su tutta la linea il segnale GSM-R

In aggiunta nelle gallerie saranno previsti i seguenti sistemi radio:

- TETRA per la manutenzione ed i servizi di soccorso e di sicurezza interni;
- TETRAPOL per la sicurezza civile;
- Reti operatori di telefonia mobile.
- ACROPOL & ANTARES per la sicurezza

La **diffusione sonora** è realizzata nel Tunnel di Base e nel Tunnel dell'Orsiera. Le apparecchiature sonore destinate all'autosalvataggio delle persone in caso d'incendio o d'incidente. La copertura include i marciapiedi di evacuazione.



Il **sistema di telefonia ferroviaria** è destinato alle relazioni telefoniche ferroviarie necessarie all'esercizio della linea ed alla circolazione dei treni. Questo sistema permette le comunicazioni telefoniche necessarie all'espletamento del traffico ferroviario, alla gestione dell'energia di trazione, alla gestione tecnica centralizzata, all'espletamento della manutenzione dei sistemi di segnalamento.

Il **sistema trasmissivo** utilizza i cavi a fibra ottica posati lungo linea per collegare gli apparati (TVCC, telefonia, segnalamento, ecc) lungo tutta la linea da e verso i PCS.

8.6 VENTILAZIONE

I dispositivi di ventilazione riguardano l'insieme delle opere sotterranee della sezione internazionale.

Il loro scopo è da una parte, di assicurare l'evacuazione fumi in caso di incendio, e d'altra parte di mantenere una qualità dell'aria compatibile con il funzionamento degli apparecchiature e dell'esercizio ferroviario.

Il sistema di ventilazione comprende i seguenti sottosistemi :

- Evacuazione fumi dai tunnel
- Ventilazione igienica dei tunnel
- Ventilazione delle discenderie
- Ventilazione dei locali tecnici
- Ventilazione dei siti di sicurezza
- Ventilazione dei rami di comunicazione
- Porte di comunicazione pari / dispari

Nel Tunnel di Base, le centrali di estrazione dei fumi sono 4, ubicate agli imbocchi delle discenderie di Saint Martin la Porte (con portata di estrazione/pompaggio di 300 m³/s) e La Praz (con portata di estrazione/pompaggio di 300 m³/s), all'inizio di un pozzo dedicato ad Avieux (con portata doppio flusso di 400+400 m³/s) e all'imbocco di una galleria di ventilazione in Val Clarea (con portata di estrazione/pompaggio di 400 m³/s).

Per il Tunnel dell'Orsiera non sono previste centrali di ventilazione dedicate bensì 134 acceleratori da 1130 N per ciascuna canna.

La problematica della ventilazione dei tunnel ferroviari, e ancor di più per i tunnel di notevole sviluppo, è strettamente legata agli effetti areodinamici dovuti all'effetto pistone dei treni, agli effetti termici dovuti alle differenze di temperatura tra l'esterno e l'interno del tunnel, così come agli effetti dovuti alle contropressioni non nulle, che possono raggiungere il migliaio di Pascal.

D'altra parte, la problematica della ventilazione dei tunnel è strettamente legata ai problemi relativi alla sicurezza delle persone, particolarmente in caso di incendio. In questo caso, la ventilazione deve assicurare i seguenti obiettivi:

- Lo spostamento dei fumi attraverso un controllo della corrente d'aria longitudinale, qualunque sia la posizione del fuoco nel ramo e il tipo di ramo.
- L'evacuazione dei viaggiatori e dei membri dell'equipaggio verso le uscite di sicurezza, nelle condizioni più sicure possibili.

La tabella seguente ricapitola, in funzione del tipo di treno incendiato, della posizione dell'incendio sul treno (unicamente TGV) e della fase considerata, le strategie di ventilazione previste.

Tipo di treno	Ubicazione sul treno	Fase	Strategia
TGV	Motrice di testa	1 : Evacuazione	Velocità critica nel senso della circolazione
		2 : Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro
	Motrice intermedia	1 : Evacuazione	Velocità elevata o velocità ridotta nel senso della circolazione
		2 : Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro
	Motrice di coda	1 : Evacuazione	Velocità critica in senso opposto alla marcia
		2 : Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro
Treno merci		1 : Evacuazione	Velocità critica in senso opposto alla marcia
		2 : Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro
Treno Autostrada Ferroviaria		1 : Evacuazione	Velocità critica in senso opposto alla marcia
		2 : Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro

Nella tabella seguente è indicata l'opera di ventilazione attraverso cui vengono estratti i fumi, in funzione del tipo di treno incendiato, della posizione dell'incendio sul treno (unicamente TGV) e della fase considerata.

Tipo di treno	Ubicazione sul treno	Fase	Linea corrente	Area di sicurezza
TGV	Motrice davanti	1 : Evacuazione	Pozzo antecedente all'incendio	Serrande d'estremità antecedenti l'incendio
		2 : Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi	
	Motrice intermedia	1 : Evacuazione	Pozzo da entrambi i lati della tratta in cui si situa l'incendio (velocità ridotta) o pozzo antecedente l'incendio (velocità elevata)	n. 10 serrande in corrispondenza della sala d'accoglienza
		2 : Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi	Serrande di estremità dal lato in cui sono sospinti i fumi
	Motrice di coda	1 : Evacuazione	Pozzo posteriore all'incendio	Serrande d'estremità posteriori all'incendio
		2 : Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi	
Treno merci	1 : Evacuazione	Pozzo posteriore all'incendio	n. 10 serrande in corrispondenza dell'area di stazionamento	
	2 : Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi		
Treno Autostrada Ferroviaria	1 : Evacuazione	Pozzo posteriore all'incendio	n. 10 serrande in corrispondenza dell'area di stazionamento	
	2 : Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi		

Nella tabella seguente sono riepilogati i tipi di incendio da considerare, la loro potenza nominale, e le velocità della corrente di aria longitudinale da creare allo scopo di controllare i fumi.

Tipo di incendio	Potenza nominale totale (MW)	strategia	Velocità della corrente d'aria necessaria (m/s)
Motrice centrale di un TGV	30	Diluizione a velocità elevata	> 6
	15	Stratificazione a bassa velocità	0.5 ± 0.5
Motrice d'estremità di un TGV	27	Scorrimento alla velocità critica	2.8
FRET	170	Scorrimento alla velocità critica	3.8

Le altre condizioni da rispettare sono :

- Velocità di ritorno < 1m/s
- Evitare il riciclaggio dei fumi agli imbocchi : velocità > 1 m/s
- Non dispersione dei fumi nella scia

La tabella seguente mostra i tempi di procedura nel caso dell'incendio di un treno passeggeri :

Tempo (min)	Azioni	
	Canna incidentata	Canna sicura
0	Lancio della procedura di arresto Lancio della procedura di ventilazione fase 1	
2	Arresto del treno incendiato e dei treni successivi	
3	Inizio del rallentamento dei treni precedenti	Inizio frenatura dei treni che non hanno superato il sinistro Inizio rallentamento dei treni che hanno superato il sinistro
5	Treni precedenti a velocità ridotta	Arresto dei treni che non hanno superato il sinistro Treni che hanno superato il sinistro a velocità ridotta
7	Regime di ventilazione stazionario	
10	Inizio allontanamento dei treni successivi a velocità ridotta Inizio evacuazione attraverso 2 rami in corrispondenza del treno incendiato	Inizio allontanamento dei treni che non hanno superato il sinistro
30	Fine dell'evacuazione attraverso i rami Lancio della procedura di ventilazione fase 2	

Le prestazioni succitate devono essere ottenute fino a una differenza di pressione atmosferica (dopo la correzione relativa alla differenza di altitudine) tra i due imbocchi del tunnel di:

- ± 1000 Pa per il tunnel di base,
- ± 150 Pa per il tunnel dell'Orsiera.

8.6.1 Ventilazione igienica dei tunnels

La ventilazione sanitaria dei tunnels ha i seguenti obiettivi:

- Assicurare uno scorrimento longitudinale per evitare il ristagno dell'aria,
- Apportare un volume d'aria pura alle persone presenti,
- Assicurare la diluizione delle sostanze inquinanti.

Gli impianti di ventilazione sanitaria dei tunnel devono garantire una qualità dell'aria accettabile in permanenza, e soprattutto durante le operazioni di manutenzione o durante lo svolgimento di lavori in galleria.

La quantità minima di aria da fornire a livello di ciascuna zona interessata è definita dal maggiore valore tra quelli riportati sotto:

- Apporto di 50 l/s/persona
- Apporto di 50 l/s/cv (se in presenza di macchine con motorizzazione termica)
- Creazione di una corrente d'aria longitudinale di 1 m/s

8.6.2 Ventilazione delle discenderie

Le discenderie (St Martin, La Praz, Modane) e la galleria (Maddalena) di accesso al tunnel di base comprendono una zona destinata al traffico stradale.

Per queste zone occorre assicurare tre funzionalità:

- L'estrazione dei fumi in caso di incendio nella discenderia,
- La ventilazione sanitaria,
- La messa in pressione in caso di incendio nel tunnel ferroviario.

Nel caso di un incendio in una discenderia o in galleria, il principio di estrazione dei fumi adottato consiste nel creare uno scorrimento longitudinale dell'aria nella piena sezione dell'opera, in modo da respingere i fumi.

La ventilazione sanitaria delle discenderie o gallerie rispetta i seguenti obiettivi:

- mantenimento permanente di una qualità dell'aria compatibile con il normale esercizio nell'opera,
- tasso minimo di ricambio dell'aria di un volume/ora,
- velocità di scorrimento minima dell'aria di 1 m/s per ventilare tutta la zona rettilinea delle discenderie o le gallerie, senza alcuna zona morta.

La messa in pressione delle discenderie è così configurata:

- In situazione normale di esercizio ferroviario e in situazione di manutenzione, la decompressione dell'aria immessa nelle discenderie si effettua verso il tunnel ferroviario. In situazione normale di esercizio, e solo quando nessun veicolo è

presente nell'opera, è possibile dimezzare la portata. In situazione di manutenzione, la ventilazione è assicurata grazie alla portata d'aria riportata sopra.

- In situazione di incendio nel tunnel ferroviario (uso delle discenderie per assicurare l'evacuazione): la decompressione viene effettuata verso l'esterno. La ventilazione è assicurata grazie alla portata d'aria riportata sopra.
- In caso di incendio nel tunnel ferroviario, l'impianto di ventilazione sanitaria assicurerà un livello di sovrappressione nella discenderia pari a 70 Pa rispetto alla pressione che regna nella camera in fondo alla discenderia.

8.6.3 Ventilazione dei locali tecnici

La ventilazione sanitaria dei locali tecnici in galleria ha i seguenti obiettivi:

- Assicurare il ricambio minimo dell'aria,
- Mantenere la temperatura sotto la soglia prefissata.

La ventilazione sanitaria dei locali tecnici in galleria rispetta i seguenti requisiti:

- Mantenimento permanente di una temperatura compatibile con il funzionamento delle apparecchiature presenti nei locali, fissata ad un massimo di 40 °C;
- Tasso minimo di ricambio dell'aria di 3 vol/h;
- L'aria immessa nei locali proverrà dalle canne dei tunnel ferroviari;
- Come soluzione alternativa, l'aria fresca esterna potrà essere prelevata dai condotti di aria fresca in fondo alle discenderie (conformemente all'osservazione della CIG espressa nel dossier di APS/PP);
- Le reti di mandata e di evacuazione dell'aria saranno munite di dispositivi (valvole) che consentano di ricostituire, in caso di incendio, il grado tagliafuoco di tutte le pareti attraversate.

8.6.4 Ventilazione delle Aree di Sicurezza

La ventilazione delle zone non ferroviarie delle Aree di Sicurezza garantisce due funzionalità:

- La ventilazione sanitaria,
- La messa in pressione in caso di incendio nel tunnel ferroviario.

La ventilazione delle zone non ferroviarie delle Aree di Sicurezza rispetta i seguenti requisiti:

- L'aria immessa nei locali è prelevata all'esterno.
- Le reti di mandata e di evacuazione dell'aria sono munite di dispositivi (valvole) che consentano di ricostituire, in caso di incendio, il grado tagliafuoco di tutte le pareti attraversate.
- Gli impianti sono studiati per resistere al primo difetto.

Nel caso di un incendio in una canna ferroviaria, queste aree devono essere messe in sovrappressione per evitare che vengano invase dai fumi.

I criteri adottati sono:

- La sovrappressione dei locali rispetto alla canna incidentata è di 80 Pa, con tutte le porte chiuse;
- Nel caso in cui le porte di accesso siano aperte, la velocità della corrente dell'aria attraverso le porte è compresa tra 1 m/s e 13 m/s, dal locale verso il tunnel.

In ventilazione sanitaria, la portata immessa in permanenza è pari a circa il 50% della portata in caso di incendio.

8.6.5 Rami di comunicazione

I rami di collegamento tra le due canne ferroviarie assicurano le seguenti funzioni:

- Nel caso di un incendio in una canna ferroviaria, impediscono la propagazione dei fumi dalla canna incidentata verso l'altra canna;
- Assicurano il passaggio delle persone da una canna ferroviaria all'altra.

Per evitare che la canna non incidentata venga invasa dai fumi, sono rispettati i due criteri seguenti:

- In corrispondenza del treno incendiato, la sovrappressione della canna sicura rispetto alla canna incidentata è di 80 Pa, con tutte le porte dei rami chiuse;
- Nel caso in cui le porte dei rami siano aperte, ciò che corrisponde al periodo di evacuazione delle persone dalla canna incidentata verso l'altra canna, la velocità della corrente dell'aria attraverso le porte è compresa tra 1 m/s e 13 m/s, dalla canna sicura verso la canna incidentata.

8.6.6 Porte sulle comunicazioni pari/dispari

Le comunicazioni pari-dispari sono i binari ferroviari che collegano le due canne del tunnel di base e le due canne del tunnel dell'Orsiera.

- Tunnel di base: sono ubicate alle estremità della stazione sotterranea di Modane-bis;
- Tunnel dell'Orsiera: una comunicazione P/D è ubicata all'estremità Est del tunnel. Questa comunicazione consente il passaggio dalla canna Sud verso la canna Nord.

Al centro di esse è predisposta una cavità per l'alloggiamento dei dispositivi di otturazione.

Il ruolo di queste porte è assicurare, in caso di incendio in una delle due canne ferroviarie, l'indipendenza aeraulica tra il binario pari e il binario dispari, in modo da agevolare l'azione degli impianti di estrazione dei fumi.

Questa indipendenza è mantenuta per una durata minima di 2 ore.

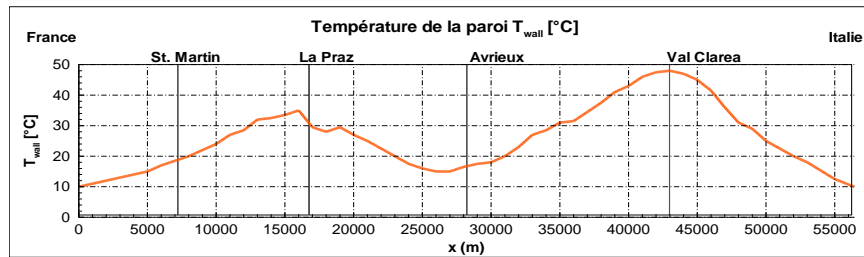
Per realizzare questa funzione è stato adottato il criterio di avere una otturazione minima pari all'80 % della sezione, senza interferenza con la catenaria e il binario.

Gli altri requisiti relativi al funzionamento di questi elementi sono i seguenti:

- Le porte restano normalmente in posizione aperta,
- In questa posizione, non incidono sulla sagoma ferroviaria,
- Il tempo di chiusura o apertura è stato fissato in 1 minuto,
- Le porte possono essere manovrate in qualsiasi momento.

8.7 RAFFREDDAMENTO

Il tunnel di Base è lungo 57.3 km, attraversa il massiccio montagnoso franco-italiano ad una profondità che, su un tratto non trascurabile, può raggiungere i 2300 m. Ad una tale profondità la temperatura della roccia è elevata, localmente superiore a 45 °C, come mostrato dagli studi geologici svolti durante la fase dell'APR/PD e aggiornati in questa fase di Progetto Preliminare.



Queste temperature si uniformano progressivamente durante il passaggio continuo dei treni ma restano relativamente elevate (> 30°C)

Il sistema di raffreddamento del tunnel ha i seguenti effetti:

- Migliora il comfort dei passeggeri e degli operai durante la manutenzione
- Riduce la potenza necessaria al sistema di climatizzazione dei treni e di conseguenza il rischio di malfunzionamenti ,
- Migliora le condizioni ambientali che impattano gli impianti presenti nel tunnel e quindi la loro affidabilità e durata di vita.

Lo studio dell'evoluzione della temperatura dell'aria all'interno della galleria di base è stato affrontato separatamente per le due canne, nella configurazione pari che prevede solamente due pozzi aperti: i pozzi di La Praz e di Val Clarea nella Canna Dispari Francia → Italia e i pozzi di Avrieux e di St. Martin nella Canna Pari Italia → Francia.

L'obiettivo di base del dimensionamento del sistema è quello di mantenere permanentemente e in tutte le zone del tunnel una temperatura inferiore o uguale ai 32°C.

Il sistema di raffreddamento ad acqua comprende una centrale di raffreddamento dell'acqua, composta da gruppi di refrigerazione e da torri di raffreddamento, e produce un'importante quantità di acqua fredda. Quest'acqua viene in seguito utilizzata per il raffreddamento della galleria, tramite circolazione in un condotto posto nelle zone calde.

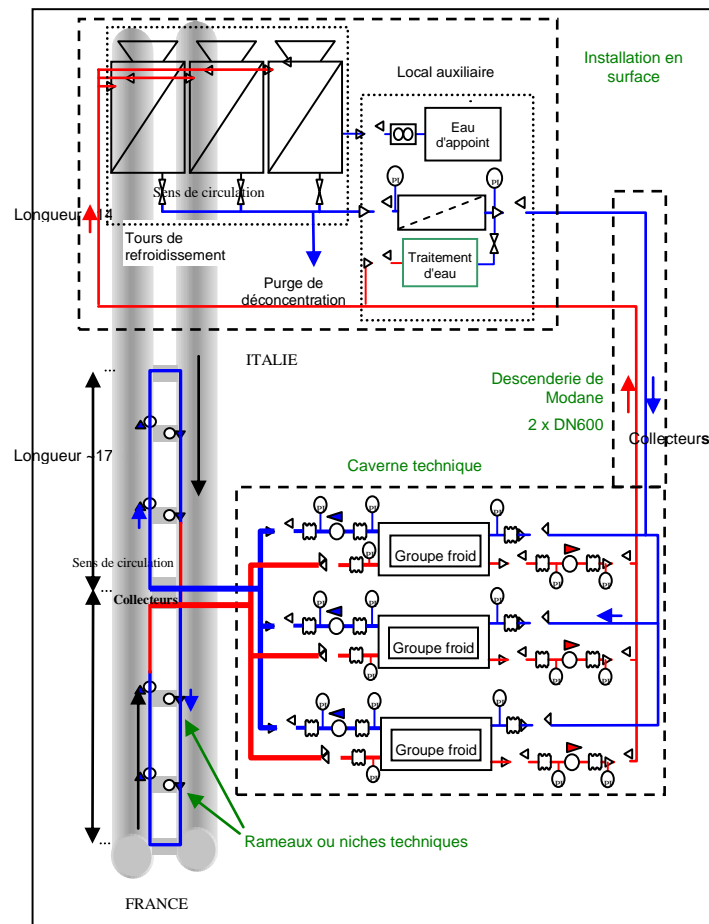
Il sistema di raffreddamento ad acqua consiste in due circuiti distinti, che funzionano a due livelli di temperatura differenti:

- il primo permette il trasferimento di calore con l'atmosfera attraverso delle torri di raffreddamento;

- il secondo, installato all'interno della galleria, ha lo scopo di estrarre il calore dal tunnel.

La circolazione dell'acqua nei due circuiti è assicurata attraverso un sistema di pompaggio. I gruppi freddi permettono di trasferire il calore dal circuito secondario (a bassa temperatura) verso quello primario (ad alta temperatura)

Questa acqua circola nel tunnel all'interno di condotti da 350 mm, viene dunque impiegata per raffreddarlo nelle zone più calde. La tabella seguente mostra la potenza termica assorbita dal sistema di raffreddamento : 15.4 MW durante il periodo più caldo e 11.4 MW all'inizio e fine dell'estate



Potenza assorbita dal sistema di raffreddamento	Circuito 1		Circuito 2	
	Giugno/Ottobre	Agosto	Giugno/Ottobre	Agosto
Temperatura acqua in mandata	3°C	3°C	3°C	3°C
Temperatura acqua in ritorno	13.5°C	16.3°C	13.2°C	15.7°C
Potenza (MW)	6.0	7.9	5.4	7.5

8.8 ILLUMINAZIONE

Nel presente paragrafo si descrivono gli equipaggiamenti facenti parte del sistema di illuminazione della tratta comune, suddivisi in base alla tipologia di area servita: tunnel, rami di comunicazione, discenderie, delle aree di sicurezza in galleria, piazzali di imbocco, camminamenti, punte scambi, locali tecnici del tunnel.

Illuminazione Gallerie: l'impianto di illuminazione delle gallerie è costituito da apparecchi illuminanti installati sulle pareti della galleria a circa 2 m di altezza rispetto ai camminamenti. Sul lato adiacente ai rami, tali impianti sono posti tipicamente ogni 11,9 m, mentre sul lato di galleria opposto alla via di esodo, sono previsti apparecchi illuminanti di riferimento ogni 83 m circa.

In prossimità degli apparecchi illuminanti sottesi al circuito denominato di emergenza, è installato un pulsante luminoso che permette di inviare un segnale al sistema di supervisione che provvede all'accensione di tutta l'illuminazione dell'area interessata. In tal modo è possibile illuminare il camminamento posto in adiacenza ai rami tecnici in caso di emergenza. L'alimentazione elettrica dei circuiti d'illuminazione ha origine dal quadro elettrico posto in luogo protetto, all'interno del ramo tecnico. Per motivi di praticità, i circuiti di alimentazione degli apparecchi illuminanti sono stati denominati "normale" e di "emergenza". Il primo tipo è alimentato direttamente dal quadro elettrico, il secondo viene alimentato con riserva di energia (UPS con autonomia 90'). Ogni tre apparecchi illuminanti due appartengono al circuito "normale", uno al circuito di "emergenza". I cavi di alimentazione sono posati entro la polifora sotto i camminamenti; solo il tratto finale (83 m) risulta installato a vista entro tubazioni in acciaio zincato.

La gestione dell'illuminazione durante la marcia normale del treno, prevede il tunnel normalmente spento; tuttavia è possibile accendere simultaneamente gli apparecchi illuminanti di tutto il tunnel.

La divisione dei circuiti ed il sistema di telegestione dell'accensione dell'illuminazione di emergenza, permettono di attivare l'illuminazione anche solamente in alcuni e di parzializzarla, così come previsto dalle prescrizioni della CIG relativamente ai criteri di sicurezza dell'esercizio.

Illuminazione Rami di collegamento tra le due canne della galleria: nei rami di collegamento sono previsti apparecchi illuminanti posti a plafone. Detti apparecchi sono in alluminio, con schermo in vetro temperato e recuperatore di flusso in alluminio. Il cablaggio è realizzato con reattore di tipo elettronico per una lampada fluorescente da 36 W. I corpi illuminanti sono distribuiti a quinconce lungo il ramo di collegamento con un passo medio di circa 12-15 m, per ottenere un livello di illuminamento medio di 30 lux a pavimento su tutta la superficie del ramo tecnico. L'alimentazione elettrica dei circuiti d'illuminazione avrà origine dal quadro elettrico posto in luogo protetto, all'interno del ramo di collegamento.

La gestione dell'illuminazione durante la marcia normale del treno, prevede che i rami di collegamento abbiano normalmente le luci spente; tuttavia il dimensionamento del sistema è previsto per poter accendere simultaneamente tutte le luci dei rami di collegamento. L'accensione dell'illuminazione dei rami è direttamente collegata a quella dell'illuminazione delle gallerie, in quanto trattasi di via di esodo.

Illuminazione delle Discenderie: l'illuminazione delle discenderie è realizzata in modo del tutto identico a quello delle gallerie, quindi costituito da apparecchi illuminanti installati sulle pareti delle discenderie a circa 2 metri di altezza rispetto ai camminamenti, con interdistanza pari a circa 11,9 m.

Durante la marcia normale del treno, le luci delle discenderie sono normalmente spente; tuttavia il dimensionamento del sistema è previsto per poter accendere simultaneamente tutte le luci.

Illuminazione delle Aree di sicurezza in galleria: nelle aree di sicurezza sono previsti apparecchi illuminanti posti a plafone come quelli descritti per l'illuminazione dei Rami di collegamento.

L'illuminamento medio garantito è anche in questo caso di 30lux a pavimento su tutta la superficie dell' Area di Sicurezza.

L'alimentazione elettrica dei circuiti d'illuminazione ha origine dal quadro elettrico posto in luogo protetto, all'interno di un locale tecnico della discenderia di competenza dell'Area di Sicurezza..

I circuiti di alimentazione degli apparecchi illuminanti sono analoghi a quelli delle gallerie. Le luci dei siti di sicurezza sono normalmente spenti durante la marcia normale del treno.

Illuminazione Piazzali di imbocco: i piazzali all'imbocco delle gallerie sono illuminati con armature di tipo stradale, poste su paline in vetroresina di altezza fuori terra pari a 5,4 m. Le armature hanno ottica particolare in grado di illuminare i camminamenti laterali. Sono dotate di lampada a vapori di sodio ad alta pressione (SAP) da 125W-150W. L'illuminamento medio è di circa 10 lux sul piano di calpestio (interdistanza media 15-20 m). L'alimentazione è derivata dalle cabine di piazzale più vicine. Ogni 3-5 paline circa è installato un pulsante luminoso, che permette di comandare l'accensione del circuito sotteso.

Illuminazione Camminamenti e punte scambi: i camminamenti laterali alla linea che conducono dagli imbocchi ed alle aree di triage sono illuminati con apparecchi illuminanti simili a quelli utilizzati nelle gallerie e nelle discenderie, ma sono dotati di lampada da 32 W. poste su paline in vetroresina di altezza fuori terra pari a 5.4m. L'illuminamento medio è di circa 10 lux sul piano di calpestio (interdistanza media 15- 20 m).e l'alimentazione è derivata dalle cabine di piazzale più vicine. Ogni 3-5 paline circa è installato un pulsante luminoso per l'accensione del circuito sotteso.

Le punte scambi delle stazioni di S. J. De Maurienne, Susa e Chiusa S. Michele sono realizzate in modo analogo a quanto descritto per l'illuminazione dei camminamenti.

Illuminazione dei Locali tecnici delle gallerie: nei locali tecnici delle gallerie vi sono apparecchi illuminanti, posti a plafone, analoghi a quelli previsti per i rami di collegamento tra le due canne, con lampade fluorescenti da 36W., distribuiti in modo da ottenere un livello di illuminamento medio di 200 lux a pavimento sulla superficie utile del locale tecnico. L'alimentazione elettrica dei circuiti d'illuminazione ha origine dal quadro elettrico posto nel locale tecnico. I circuiti di alimentazione degli apparecchi illuminanti sono analoghi a quelli delle gallerie. La gestione dell'illuminazione durante la marcia normale del treno, prevede che le luci dei locali tecnici siano normalmente spente.

8.9 IMPIANTI DI SICUREZZA

Gli impianti e dispositivi di sicurezza intervengono in maniera sostanziale nel controllo dell'opera, in modo da assicurare la protezione delle persone e dei beni. Questi impianti dovranno dunque essere definiti in maniera ottimale, sia dal punto di vista tecnico che economico.

Gli impianti di sicurezza sono costituiti dai seguenti dispositivi:

- rilevatori incendio:
- portali termografici,
- rilevatori di sagoma
- rilevatori di gas,
- rilevatori di boccole calde,
- rilevatori di deragliamenti,
- segnalamento nei rami di collegamento,
- stazioni meteo.

8.9.1 Rilevamento incendi in galleria

L'obiettivo del sistema di rilevamento incendio nei tunnel ferroviari è quello di rilevare al più presto possibile i segni di un incendio, localizzato su qualsiasi tipo di materiale rotabile per:

- Impedire che il treno seguente entri nella zona di fumo creata dal treno incendiato
- Limitare al minimo il numero di persone che sono costrette ad evacuare in una zona invasa dal fumo
- Dare la possibilità al personale preposto di prendere tutte le misure necessarie per l'esercizio in presenza di un treno incendiato.

8.9.2 Rilevamento incendi nei locali tecnici

L'obiettivo del sistema, nei locali tecnici, consiste nel rilevare, al più presto, i segni di un incendio per:

- Isolare il luogo dell'incendio,
- Far scattare un intervento di emergenza.

8.9.3 Rilevamento termografico

La Nuova Linea Ferroviaria prevede il trasporto su appositi vagoni di camion (Autostrada Ferroviaria). Questi camion potrebbero essere fonte di incendio similmente a quanto avviene nel traffico stradale. Per ovviare a questo problema, sono stati previsti dei portali termografici che completano gli impianti di sicurezza messi in opera nelle zone all'aperto vicine agli

imbocchi dei tunnel. I portali termografici hanno quindi lo scopo di rilevare punti anormalmente caldi presenti sopra il materiale rotabile, in modo da poter rilevare in anticipo pericoli di incendio e da poter quindi fermare il convoglio dell'Autostrada Ferroviaria prima della sua entrata nel tunnel.

8.9.4 Rilevamento della sagoma

Il diametro dei tunnel della zona internazionale è stato definito sulla base di una sagoma di ostacolo massima. Solo i treni la cui sagoma cinematica (sagoma del materiale rotabile tenendo conto degli spostamenti geometrici e dinamici ai quali sono sottoposti i veicoli per la flessibilità delle loro sospensioni) non eccede la sagoma d'ostacolo massima (sagoma AF nominale) del tunnel sono autorizzati a percorrere il tunnel, in quanto un treno che non rispettasse questo vincolo sarebbe suscettibile di danneggiare la struttura e gli impianti fissi nel tunnel oltre che sé stesso.

Il rilevamento di sagoma sarà realizzato su ogni binario della Nuova Linea e sulla Linea Storica in provenienza dalle reti RFF e RFI, qualsiasi sia il senso di circolazione dei treni. In tal modo, tutti i treni che devono transitare nei tunnel della Nuova Linea subiscono una verifica di conformità.

8.9.5 Rilevamento della presenza di gas

I convogli merci e di autostrada ferroviaria sono suscettibili di trasportare dei prodotti allo stato gassoso. Malgrado la qualità dei contenitori attuali, il rischio di una fuga è sempre possibile.

Il rilevatore di gas completa gli impianti di sicurezza messi in opera nei tunnel e rileva i gas tossici ed esplosivi nelle canne ferroviarie.

L'obiettivo del sistema di rilevamento di gas tossici ed esplosivi consente di rilevare, al più presto, la presenza di particelle di gas in canne ferroviarie in modo da prendere le opportune misure per l'esercizio ferroviario.

8.9.6 Rilevamento di deragliamenti

Uno dei punti critici per la sicurezza della circolazione ferroviaria è costituito dalla presenza di "scambi", in particolar modo se questi sono ubicati in galleria. È importante per la sicurezza della circolazione, che a monte di ogni gruppo di scambi sia posto un apparato di rilevamento dello stato delle ruote del treno in quanto, se queste non sono in condizioni perfette, potrebbero danneggiare gli scambi e giungere fino a produrre il deragliamenti del treno.

8.9.7 Rilevamento boccole calde

Malgrado il miglioramento delle norme e delle tecniche di manutenzione del materiale rotabile, i gestori delle reti ferroviarie ammettono che non è possibile eliminare completamente il pericolo potenziale di avere dei deragliamenti dovuti alla rottura di un asse di un vagone o di una motrice. Una delle cause principali di rottura d'asse è costituita dal surriscaldamento di un cuscinetto dell'asse stesso. Individuato in tempo il surriscaldamento, si può eseguire una semplice ispezione del cuscinetto surriscaldato in officina. In caso contrario, gli effetti possono anche arrivare a produrre il deragliamenti del treno con evidenti gravi conseguenze.

Il dispositivo di rilevamento di temperatura di boccole è in grado, in un lasso di tempo in cui la temperatura abitualmente aumenta, di rilevare il surriscaldamento anormale di una boccola, secondo anche quanto prescritto dalle norme STI.

8.9.8 Segnalamento di sicurezza nei rami di collegamento del tunnel

Il tunnel è costituito da due canne. Esse sono collegate tra di loro mediante dei rami di collegamento distanziati di 333 m in sezione corrente. Nelle Aree di Sicurezza, questi rami permettono alle persone di raggiungere la Stazione di Sicurezza in caso d'incendio e quindi sono distanziati di 50 m su di una lunghezza di 400 m.

Il passaggio dei treni nelle canne genera delle variazioni di pressione molto importanti.

Se qualche viaggiatore si trovasse in uno dei rami, la cui porta che dà sul binario su cui transita il treno fosse aperta, sarebbe proiettato a terra o contro l'altra porta del ramo, a causa della sovrappressione generata dal treno o travolto dal treno a causa della depressione che si forma dietro il treno.

E' importante che le persone presenti nei rami siano coscienti delle condizioni di sicurezza nelle quali si trovano prima di scegliere di aprire la porta di un ramo che dà sull'altro binario.

L'utilizzazione del segnalamento di sicurezza in un ramo riduce la probabilità d'apertura di una porta del ramo al passaggio di un treno.

Il dispositivo di segnalamento dei rami è destinato a preservare le persone presenti nei rami dai pericoli d'apertura delle porte che danno accesso alle strade ferrate in tunnel.

8.9.9 Stazioni meteorologiche

Poiché la Nuova Linea si trova per notevole lunghezza in alta vallata alpina con altitudine tra 500 e 1000 m), vista l'influenza dei parametri meteorologici sull'esercizio ferroviario (vento, gelo, pressione atmosferica, neve), è sembrato utile, malgrado la diffusione d'informazioni meteorologiche nazionali (francese e italiana), raccogliere dei dati meteorologici particolarmente mirati all'esercizio di quest'opera, mediante un sistema dedicato.

Tale sistema permette di raccogliere le informazioni meteorologiche seguenti :

- Misura della velocità e della direzione del vento per permettere, in caso di vento trasversale forte, di degradare la circolazione dei treni e dell'autostrada ferroviaria (AF), nonché d'informare il gestore della ferrovia sul rischio di spostamento della catenaria della linea di contatto al di fuori della zona di sfregamento normale del pantografo.
- Analisi del rischio di gelo per permettere il riscaldamento degli scambi e informare il gestore della ferrovia sulle possibilità di formazione di brina sulla catenaria della trazione elettrica.
- Misura della pressione atmosferica agli imbocchi dei tunnel per dare le informazioni al gestore della linea utili a calibrare il sistema di evacuazione dei fumi in caso d'incendio.
- Misura delle precipitazioni e analisi delle altezze di neve per consentire al gestore di programmare le operazioni di sgombero della neve.

8.10 IMPIANTI ANTINCENDIO

Nel presente paragrafo sono presentate le dotazioni previste per la NLTL lungo tutto l'intervento in territorio italiano, per quanto attiene gli impianti antincendio di spegnimento e di attenuazione previsti sia nei tunnel, sia nelle aree di sicurezza esterne.

Vi sono tre tipologie di impianti fissi antincendio di estinzione/attenuazione:

- impianto ad idranti per la protezione delle gallerie e delle aree di sicurezza esterne;
- impianto brumizzazione ad alta pressione per la protezione delle aree di sicurezza interne;
- Impianto ad estinguente gassoso nei by-pass con locali tecnologici all'interno del tunnel di base e del tunnel dell'Orsiera, nonché nei locali dei fabbricati tecnologici.

I primi due tipi di impianto (ove coesistenti) presentano in comune la vasca di accumulo, dimensionata per entrambe le esigenze, ed il locale centrale di pompaggio antincendio.

Ai due imbocchi del tunnel di Base sono situate le aree di sicurezza esterne di St.-Jean-de Maurienne e di Susa.

Lungo il percorso sono situati tre aree di sicurezza in corrispondenza delle discenderie (accessi dall'esterno) e precisamente l'area di sicurezza di La Praz, l'area di sicurezza di Modane e l'area di sicurezza di Val Clarea.

Per quanto riguarda il tunnel dell'Orsiera, all'imbocco lato Torino è prevista l'area di sicurezza esterna di Chiusa di San Michele.

Rispetto all'APR la discenderia di St. Martin non viene più attrezzata come sito di intervento ma comunque sono previste una stazione di pompaggio ed una riserva idrica a servizio della rete idranti del tunnel.

Una ulteriore variazione rispetto all'APR è relativa alla architettura dell'impianto idrico antincendio ad idranti nel tunnel.

Tale impianto in APR prevedeva l'installazione della condotte primaria antincendio in canaletta a pavimento per l'intera lunghezza di una canna del tunnel. Tale condotta alimentava gli equipaggiamenti idranti posizionati ogni 133,33 m lungo detta canna; gli idranti posizionati similmente lungo l'altra canna del tunnel venivano alimentati da una condotta secondaria a pavimento, derivata dalla primaria ogni 400 m in corrispondenza dei rami di collegamento fra i due tunnel.

Nella soluzione introdotta in questa revisione del preliminare in entrambe le canne è prevista l'installazione di una condotta antincendio primaria. Ogni condotta principale alimenta gli idranti posizionati ogni 111 m lungo la canna. Tale architettura permette, nell'eventualità di

un incendio, di utilizzare la tubazione della canna non incidentata per rialimentare la stazione di pompaggio che è coinvolta nello spegnimento dell'incendio.

Per quanto riguarda gli impianti idrici di estinzione/attenuazione incendi, come da indicazioni condivise con la committenza, è stato sostituito l'impianto ad acqua/schiuma (previsto nelle aree di sicurezza interne) con un sistema di attenuazione incendi a brumizzazione.

Per quanto riguarda l'impianto ad estinguente gassoso non vi sono significative modifiche tecniche rispetto all'APR.

8.10.1 Impianto di spegnimento ad idranti:

Come in APR il Tunnel di Base è dotato di quattro stazioni di pressurizzazione interne e due stazioni di pressurizzazione esterne (una ad ognuno degli imbocchi), mentre il Tunnel dell'Orsiera è caratterizzato da una stazione di pressurizzazione interna e da due stazioni di pressurizzazione esterne (una ad ognuno degli imbocchi).

All'esterno nella area di Saint-Jean-de-Maurienne si conserva quanto previsto in APR, mentre all'uscita del Tunnel di Base lato Italia è predisposta una stazione di pressurizzazione nell'Area di sicurezza di Susa. Vi è inoltre un'Area di sicurezza esterna con relativa stazione di pressurizzazione anche a Chiusa S.Michele in corrispondenza dell'uscita del Tunnel dell'Orsiera. Per tutte le centrali è garantita l'accessibilità dall'esterno.

Per ciascuna di queste stazioni di pressurizzazione è previsto un complesso “serbatoio di stoccaggio - stazione di pompaggio”. Il sistema di pompaggio di ciascuna sezione di impianto è stato suddiviso in due: un sistema a bassa pressione per l'alimentazione della prima metà della sezione (idraulicamente più favorita) ed un sistema ad alta pressione per l'alimentazione della seconda metà della sezione. Ciascun sistema è dotato di due elettropompe di cui una di completa riserva.

Al fine di garantire la massima sicurezza di funzionamento ciascuna sezione di impianto può essere alimentata, oltre che dal proprio, anche dal complesso serbatoio-centrale posto all'altra estremità; in tal caso viene inserito il sistema di pompaggio a bassa pressione per le più favorevoli condizioni idrauliche.

Differentemente da quanto previsto in APR le tubazioni principali dell'impianto sono posate all'interno di ciascuna delle due canne. In centrale è possibile discriminare quale tratto di tubazione mettere in pressione per lo spegnimento incendi. La tubazione installata nella canna non coinvolta nell'incendio può essere utilizzata per rialimentare la stazione di pressurizzazione in funzionamento.

Nella sezione corrente della galleria, ogni tubazione principale alimenta gli equipaggiamenti idranti posizionati ogni 111 m in armadi di acciaio inox. La distanza tra gli idranti nelle aree di sicurezza interne sarà al massimo 50 m; per le aree di sicurezza esterne la distanza massima tra gli idranti sarà di 125 m.

Conformemente all'APR, per ciascuna delle aree di sicurezza interne ed esterne è prevista la predisposizione di una centrale di pompaggio antincendio per impianto ad idranti. Per quanto riguarda le aree interne, vasca e stazione di pompaggio sono collocati in adiacenza fra loro ai piedi della discenderia di pertinenza; sul lato della vasca confinante con la stazione di pompaggio è ricavata la zona di aspirazione delle diverse elettropompe, che si trova sullo stesso piano della centrale. Nelle stazioni di pressurizzazione a servizio della rete del tunnel si prevede l'installazione di quattro elettropompe, destinate all'alimentazione ed alla pressurizzazione della rete, così suddivise: due pompe (una di riserva all'altra) a bassa pressione per l'alimentazione della metà dell'impianto idraulicamente più favorita; due pompe (una di riserva all'altra) ad alta pressione per l'alimentazione della metà dell'impianto idraulicamente più sfavorita.

L'approvvigionamento idrico delle vasche di accumulo potrà avvenire o attraverso il collegamento a acquedotti comunali o attraverso un pozzo appositamente scavato. Le vasche delle aree di sicurezza interne del Tunnel di Base sono dimensionate per garantire sia il funzionamento dell'impianto ad idranti sia il funzionamento del sistema di attenuazione incendi. In particolare le vasche di accumulo delle stazioni interne hanno capacità utile di 1.220 m³. Le vasche di accumulo delle aree di sicurezza esterne, conformemente all'APR, hanno capacità utile di 120 m³. Infine le vasche di accumulo a servizio del Tunnel dell'Orsiera, per garantire il funzionamento esteso, hanno capacità utile di 200 m³.

8.10.2 Reti idriche antincendio impianti a brumizzazione.

Ogni area di sicurezza è dotata di un impianto di attenuazione incendi del tipo a brumizzazione (è prevista una stazione di pompaggio e una riserva).

All'interno di ciascuna area l'impianto è installato in ogni canna, a protezione di un tratto di binario di lunghezza 750 m; l'impianto è suddiviso in sezioni di 30 m.

Dalla stazione di pompaggio ha origine, per ogni canna, la condotta principale da cui vengono derivate 25 sezioni costituite da una tubazione principale fino alla valvola a diluvio e da due tubazioni secondarie, installate sulla calotta della galleria ai lati del binario, sulle quali sono previste delle derivazioni per alimentare gli ugelli erogatori.

In condizioni operative "normali" le tubazioni dell'impianto di spegnimento sono vuote e le elettrovalvole a diluvio sono chiuse. In caso di incendio, il sistema di supervisione invierà un comando di apertura alla valvola di smistamento e al gruppo di pompe, attivando la pressurizzazione e l'erogazione nell'area interessata.

8.10.3 Impianti di spegnimento a gas inerte.

Si prevede di installare tale tipologia di impianto nei by-pass con locali tecnologici (sia nel Tunnel di Base che nel Tunnel dell'Orsiera) e nei locali dei fabbricati tecnologici. L'impianto non presenta sostanziali variazioni rispetto a quanto previsto in APR.

Le bombole di gas estinguente sono posizionate in appositi armadi e sono dotate di una valvola ad apertura rapida comandata da un sistema pneumatico per l'attuazione della scarica.

9 CANTIERIZZAZIONE – LOGISTICA -TRASPORTO E MESSA A DEPOSITO DEL MATERIALE DI RISULTA DEGLI SCAVI

9.1 CRITERI GENERALI

9.1.1 Cantierizzazione

La cantierizzazione della tratta ferroviaria di competenza LTF sarà definita in stretto coordinamento con l'analogo studio della tratta nazionale di competenza RFI, in modo da minimizzare l'impegno di aree e la necessità di movimentazione dei materiali.

Per evidenti ragioni di carattere logistico e organizzativo, i cantieri sono previsti agli imbocchi delle gallerie e in siti ove saranno da eseguire opere significative (es. siti di sicurezza, o interconnessioni, dove si devono costruire gallerie artificiali, zone ove si stoccherà e/o si tratterà il materiale scavato, ecc.), tuttavia, attenendosi alle linee guida evidenziate nella Carta Architettonica, si mirerà a localizzare il più possibile i cantieri e i depositi di materiale di smarino in aree già compromesse, intercluse o già occupate da attività trasportistiche, cercando nel contempo di minimizzare le necessità di trasporto, e quindi l'impatto sulla rete di trasporto locale.

Sempre in accordo con la Carta Architettonica e con le Specifiche Progettuali dell'Osservatorio Torino-Lione, l'impostazione della cantierizzazione prevede l'utilizzo prioritario delle risorse disponibili sul territorio (es. l'utilizzo per quanto possibile di strutture esistenti per l'alloggio e la ristorazione del personale, da verificare con gli Enti locali) in modo da minimizzare l'impegno di aree e originare una ricaduta positiva sull'economia locale. La cantierizzazione può essere un'opportunità per il recupero di strutture esistenti: ad esempio, l'ex-caserma Cascino di Susa potrebbe essere ristrutturata, utilizzata come Campo Base, poi restituita alla Comunità locale. Questo modello organizzativo vuole ricalcare quello che viene utilizzato in Francia per la realizzazione delle grandi opere e che viene denominato "Demarche Gran Chantier"

9.1.2 Gestione dei materiali di scavi e logistica

Il progetto è impostato in modo da prevedere la massima riutilizzazione dei materiali scavati attraverso l'identificazione delle possibilità di "valorizzazione" e dell'ubicazione sia delle aree di provenienza che di quelle di utilizzo dei materiali, in modo da minimizzare la quantità di materiale da trasportare e da mettere a deposito. Per i materiali da costruzione e i prodotti da utilizzare in cantiere sarà data indicazione di preferenza, a parità di caratteristiche, a quelli con marchio ecologico e provenienti da una produzione a ridotto consumo energetico ed emissione di CO₂.

La realizzazione della linea, che si svolge in massima parte in sotterraneo, produrrà una rilevante quantità di materiale. In linea con gli esempi più recenti (grandi tunnel ferroviari svizzeri e austriaci in particolare) si prevede con opportune tecniche di “valorizzazione” (selezione, vagliatura e frantumazione) di massimizzare il riutilizzo del materiale scavato sia per rilevati sia come inerte per calcestruzzi, riducendo la necessità di aprire nuove cave e la quantità di materiale da mettere a deposito.

9.1.3 Siti di deposito definitivi

Per la parte di smarino che non sarà possibile riutilizzare è stata preventivamente condotta un'indagine nell'ambito dei “piani cave” provinciali e regionali, studiando le possibilità di ulteriore riutilizzo o di collocazione in siti da individuare tenuto conto delle caratteristiche del materiale, delle caratteristiche dei siti e della distanza dai luoghi di produzione. I siti saranno prioritariamente ricercati nell'ambito di situazioni di degrado locale, cogliendo l'occasione di miglioramento attraverso progetti di riambientalizzazione, e tenendo in considerazione la salvaguardia degli equilibri ecologici e paesaggistici.

9.2 COSTRUZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

9.2.1 Scenario di costruzione

Lo scenario costruttivo di riferimento, per quanto riguarda le opere in sotterraneo della tratta in territorio italiano, è rappresentato nella tabella seguente :

Opera	Dalla Pk alla Pk	Lunghezza media su due canne (m)	Metodo costruttivo	Direzione altimetrica di scavo
Tunnel di Base: Dall'imbocco Est verso Modane	54+900 - 52+600 (BP) 54+900 - 52+020 (BD)	2 590	Fresa aperta	↑
	55+500 - 54+900 (BP) 55+500 - 54+900 (BD)	600	Tradizionale	↑
	56+000 - 55+500 (BP) 56+000 - 55+500 (BD)	500	Fresa mista (modalità aperta)	↑
	57+200 - 56+000 (BP) 57+200 - 56+000 (BD)	1 200	Fresa mista (fronte confinato)	↑
	60+500 - 57+200 (BP) 60+500 - 57+200 (BD)	3 300	Fresa mista (modalità aperta)	↑
	60+900 - 60+500 (BP) 60+900 - 60+500 (BD)	400	Tradizionale	↑
Tunnel dell'Orsiera: Dall'imbocco Ovest verso Chiusa	63+760 - 65+440 (BP) 63+760 - 66+140 (BD)	2 030	Tradizionale	↓
	65+440 - 75+410 (BP) 66+140 - 74+800 (BD)	9 310	Fresa aperta	↓
Tunnel dell'Orsiera: Dall'imbocco Chiusa verso Susa	80+400 - 75+410 (BP) 80+400 - 74+800 (BD)	5 300	Fresa EPB (modalità aperta)	↑
	82+530 - 80+400 (BP) 82+530 - 80+400 (BD)	2 130	Fresa EPB (fronte confinato)	↑
Galleria di Clarea: Dal sito di sicurezza di Clarea verso il Val Clarea	-	4 522	Tradizionale	↑

La galleria di Clarea e l'area di sicurezza di Clarea saranno costruiti in metodo tradizionale (esplosivo). L'accesso avviene dalla galleria della Maddalena.

9.2.2 Galleria della Maddalena

Agli effetti del Progetto Preliminare, la galleria geognostica della Maddalena si considera già eseguita: sono da completare nell'ambito dello stesso, le aree di incrocio e di manovra e il rivestimento definitivo che sarà gettato al termine dei lavori di scavo del Sito di Clarea e della galleria di ventilazione di Clarea.

9.2.3 Avanzamenti nei terreni potenzialmente amiantiferi

Come risulta dalle indagini geologiche preliminari, la possibilità di incontrare terreni potenzialmente amiantiferi non può essere del tutto esclusa e potrebbe riguardare un settore del Tunnel di Base di circa 400 m poco dopo l'imbocco di Susa .

Secondo lo scenario costruttivo ipotizzato, il settore interessato verrebbe scavato in metodo tradizionale D&B, il che è favorevole in presenza di rocce potenzialmente amiantifere, per il controllo della qualità delle polveri nell'aria (la dimensione media del marino, più grande che con scavo meccanizzato, riduce possibilità di liberazione di eventuali fibre). Per quanto riguarda la definizione della pericolosità dei materiali inerti (quali il marino di gallerie), l'indice che permette di definire la soglia di ammissibilità del contenuto di minerali asbestiformi è detto Indice di Rilascio (IR), ed è stato definito dal Decreto del Ministero della Sanità del 14/5/1996. Per quanto attiene alle condizioni da garantire sul posto di lavoro al fine di minimizzare l'esposizione dei lavoratori al rischio amianto, la normativa di riferimento è costituita dal Decreto Legislativo 9 aprile 2008 Numero 81, Titolo IX, Capo III.

L'indice di Rilascio (IR) viene determinato seguendo una procedura specifica di seguito descritta:

- pesatura del materiale;
- prova di sfregamento tramite automacinazione per quattro ore con apposita macchina le cui caratteristiche vengono definite nel decreto;
- lavaggio del materiale, filtrazione del liquido di lavaggio e raccolta della polvere su filtro;
- analisi della polvere con metodi quantitativi per la valutazione della presenza di amianto in fibre (e.g., infrarossi, SEM).
- I limiti ammissibili di concentrazione di asbesto sono definiti sulla base della seguente formula:

$$IR = \% \text{ amianto liberata} / \% \text{ densità relativa}$$

dove la % densità relativa è definita dalla seguente espressione:

$$\% \text{ densità relativa} = \text{densità apparente} / \text{densità assoluta}$$

intendendo per densità apparente quella del materiale dopo l'aumento di volume determinato

dalla prova di automacinazione e la densità assoluta quella della roccia intatta.

Secondo il DM 14/5/96 i materiali in breccia debbono avere un $IR < 0,1$ per poter essere considerati non pericolosi e quindi riutilizzati come inerti.

Un aspetto fondamentale nella determinazione dell'IR è costituito dal concetto di **campionamento rappresentativo** introdotto nel DM del 14/5/1996, ovverosia dalla significatività del prelievo e delle analisi dei materiali che vengono sottoposti al test di rilascio. Poiché, infatti, la normativa vigente impone che detto test venga eseguito ogni 1000 m^3 di materiale, se ne desume che il campione da sottoporre ad analisi debba essere rappresentativo di detta massa.

La correttezza dell'IR e della rappresentatività del campionamento assumono dunque un ruolo di primaria importanza per la determinazione del livello di rischio costruttivo associato alla presenza di minerali asbestiformi, che ha le sue dirette conseguenze in termini di tempi e costi di realizzazione dell'opera.

In sintesi, sulla base della normativa vigente si conclude che:

1. nel caso in cui l'IR sia inferiore a 0,1 il materiale potrà essere riutilizzato a vari scopi;
2. nel caso in cui l'IR sia superiore a 0,1 il materiale potrà seguire due diversi destini:
 - a) smaltimento in discarica seguendo le indicazioni della normativa discariche D. Lgs. 36/2003: in funzione della verifica di non pericolosità (allegato 2, tab 1, DM 3 agosto 2005), il materiale di risulta potrà essere smaltito in discarica per rifiuti non pericolosi, altrimenti dovrà essere smaltito in discarica per rifiuti pericolosi;
 - b) trattamento del materiale di risulta in impianti autorizzati secondo gli artt. 208-209 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.:
 - nel caso in cui il trattamento risponda alle caratteristiche definite nella Tab. A del DM 248 del 29/07/2004 ed il prodotto generato presenti un indice di rilascio $< 0,6$, esso potrà essere conferito in discarica per rifiuti non pericolosi, diversamente dovrà essere smaltito in discarica per rifiuti pericolosi;
 - nel caso in cui il trattamento risponda alle caratteristiche definite nella Tab. B del DM 248 del 29/07/2004 ed il prodotto generato presenti le caratteristiche previste dall'allegato 3 dello stesso decreto, il materiale potrà essere utilizzato come materia prima.

Di seguito in modo schematico sono forniti gli elementi di precauzione da considerare ai fini del trattamento del materiale contenente amianto durante le fasi di scavo, che devono essere eseguite in ottemperanza al succitato Decreto Legislativo 9 aprile 2008 Numero 81, Titolo IX, Capo III in materia di sicurezza sul luogo di lavoro.

- scelta della tecnica di scavo sulla base dei risultati di analisi preventive atte a determinare la concentrazione e la distribuzione delle rocce amiantifere;
- definizione della misure di sicurezza dell'ambiente di lavoro: monitoraggio aria di

galleria e acqua di ricircolo;

- confinamento delle aree di scavo:
 - compartimentazione delle aree per livello di contaminazione;
 - gestione acque di lavorazione. La necessità di garantire l'abbattimento delle polveri in fase di scavo, mediante continua bagnatura del fronte, e la presenza di sistemi di confinamento dinamico (barriere ad acqua) comporta un'ingente consumo di acqua per cui devono essere previsti impianti di riuso (depurazione e filtraggio assoluto);
 - filtrazione dell'aria della galleria (sistema con sola aspirazione al fronte e filtri assoluti prima dell'immissione in atmosfera);
- gestione dei mezzi e materiali:
 - lavaggi dei mezzi;
 - gestione delle aree di lavaggio.

In ogni caso tutte le problematiche relative allo scavo in terreni potenzialmente amiantiferi e alla relativa gestione del materiale sono trattati in modo approfondito nel documento PP2-C3B-TS3-0061-NOT “Gestione del materiale contenete amianto”, nel quale sono riportati anche i casi significativi del tunnel del Loetschberg e della galleria di Cesana sulla variante alla S.S.24.

9.2.4 Avanzamenti nei terreni a rischio radon e uranio

Questo rischio, in base agli studi effettuati, è quasi nullo, comunque si è ritenuto opportuno mettere in opera un sistema di monitoraggio. Al riguardo, le zone eventualmente interessate dal rischio di incontrare terreni che contengono minerali radioattivi (uranio) o radon sono quelle degli gneiss del massiccio di Ambin.

Per determinare l'eventuale presenza di minerali radioattivi, in metodo TBM o D&B, è necessario organizzare una procedura di protezione. Per la costruzione del cunicolo esplorativo di Venaus, la “Giunta Regionale del Piemonte” ha richiesto di mettere in opera un sistema di monitoraggio continuo che prevede, tra l'altro:

- rilevamenti al fronte da parte di un geologo,
- rilevare ed esaminare le polveri in galleria e in superficie,
- fare un monitoraggio continuo della radioattività per mezzo di un contatore Geiger collegato ad un allarme e posizionato a differenti luoghi (fronte, back-up, imbocco, nastri trasportatori);
- installare -sulla TBM o lungo la galleria per il metodo D&B- due pareti d'acqua al fine di delimitare 3 zone di lavoro differenti (A: zona di scavo, B: zona di transizione e C: zona protetta) che devono essere utilizzabili immediatamente in caso di bisogno;
- possibilità di trasporto e di stoccaggio differenziato di materiali a rischio;

- posizionamento di un impianto idrico per mantenere umido lo smarino sui nastri trasportatori e sul luogo di stoccaggio;
- apparecchi di misura di irradiazione per tutto il personale esposto.

Il trasporto e la messa a discarica dei materiali con uranio o radon si faranno dopo procedure speciali in funzione del loro livello di inquinamento in discariche speciali.

Queste procedure dovranno essere stabilite con il PSS/POS prima dell'inizio dei lavori di scavo nei materiali a rischio.

Per determinare la presenza eventuale di radon, devono essere fatte misure periodiche al fronte ed al livello delle bocche d'aspirazione della ventilazione di cantiere nei terreni potenzialmente interessati da radon. Tutte le misure tecnologiche atte a ridurre l'esposizione al livello più basso possibile devono essere messe in opera nel caso di un superamento del limite di 400 Becquerel.

In parte il rischio del radon si situa naturalmente nell'acqua. È per questo che è necessario prevedere impianti di trattamento delle acque al livello delle zone di cantiere (vasca di gorgogliamento con prelievo di campioni).

9.3 COSTRUZIONE DELLE OPERE NELLA PIANA DI SUSÀ

Nell'organizzazione dei lavori si avrà cura di:

- Anticipare le misure di protezione dai possibili disturbi generati dal cantiere (polveri e rumori), quali dune di protezione, recinzioni e schermature (sia delle singole attrezzature sia perimetrali) ;
- Anticipare gli interventi sulla viabilità locale, gli svincoli autostradali e la Linea Storica in modo da minimizzare il disturbo alla mobilità locale e contenere al massimo l'interruzione del servizio ferroviario secondo gli indirizzi dell'Osservatorio Torino-Lione ;

I lavori nella zona della Piana di Susa saranno eseguiti secondo le macrofasi nel seguito evidenziate:

- Fase 0:
 - Scotico superficiale e messa in deposito temporaneo della terra vegetale
 - Installazione cantieri per la viabilità provvisoria;
 - Preparazione aree per installazione cantieri industriali e logistico;
 - Scavo della zona a ridosso del canale di Coldimosso;
 - Costruzione dei rilevati lato portale del tunnel dell'Orsiera, in modo da schermare l'abitato di Traduerivi;
 - Realizzazione del manufatto ponte-canale per deviazione in sede definitiva del canale di Coldimosso
 - Deviazione in sede definitiva del canale di Coldimosso;
 - Demolizione edifici lato portale del tunnel di base;
 - Spostamento del centro controllo della A32 in area da definirsi e demolizione edifici autoporto;

- Anticipazione delle sistemazioni finali a verde del Parco Fluviale della Dora.
- Fase 1:
 - Interruzione temporanea e limitata dell'esercizio ferroviario sulla linea Susa-Bussoleno, sostituendolo temporaneamente con autobus;
 - Costruzione della deviazione provvisoria fuori sede dell'autostrada A32;
 - Costruzione della deviazione provvisoria della S.S. n°24;
 - Mantenimento della viabilità esistente e preparazione della viabilità finale;
 - Installazione dei cantieri industriali e logistico.
- Fase 2:
 - Esercizio della A32 su deviazione provvisoria, lavori di innalzamento A32 in sede attuale e realizzazione del sottopasso ferroviario;
 - Spostamento progressivo del traffico da viabilità attuale a fase finale senza interruzione della viabilità stessa;
 - Esercizio della S.S. n°24 sulla sede stradale definitiva;
 - Attività dei cantieri industriali e logistico con realizzazione del ponte a partire dalla sponda sinistra della Dora e scavo delle gallerie naturali Tunnel di Base e dell'Orsiera.
- Fase 3 (inizio previsto dopo 1,5÷2 anni dall'avvio dei lavori):
 - Riattivazione dell'esercizio sulla linea Susa-Bussoleno;
 - Esercizio dell'autostrada A32 in sede stradale definitiva (innalzata);
 - Spostamento della S.S. n°25 su viabilità provvisoria;
 - Completamento attività dei cantieri industriali e logistico (previsto termine scavo delle gallerie entro il 7°anno dall'avvio dei lavori);
 - Realizzazione della stazione e degli altri edifici;
 - Realizzazione dell'armamento e degli impianti tecnologici.

9.4 COSTRUZIONE DELLE OPERE NELLA PIANA DELLE CHIUSE

Per i lavori nella zona di Chiusa di San Michele si prevedono invece le fasi seguenti:

- Realizzazione svincolo di servizio A32 a Chiusa (da e per Bardonecchia)
- Costruzione dell'argine di protezione dei cantieri;
- Installazione dei cantieri.
- Demolizione sovrappasso ferroviario esistente nella zona della futura area di sicurezza.
- Inizio lavori di costruzione del manufatto del pozzo di lancio della TBM (BD). Scavo e realizzazione del tampone di fondo del pozzo di lancio TBM (BD)
- Lancio della TBM (BD)
- Costruzione fuori sede di una deviazione provvisoria della linea storica a monte della stazione di Condove-Chiusa per un'estensione di circa 1300 m;
- Costruzione di una nuova fermata di Condove della linea storica Torino-Modane in superficie lungo la prevista nuova sede, senza interruzione;
- Spostamento dell'esercizio ferroviario sulla deviazione provvisoria senza interruzioni;

- Inizio lavori di costruzione del manufatto del pozzo di lancio della TBM (BP). Scavo e realizzazione del tampono di fondo del pozzo di lancio TBM (BP)
- Lancio della TBM (BP)
- Realizzazione della parte di paratie in prossimità della linea storica attuale (deviata ad inizio fase)
- Lavori su canali irrigui e viabilità locale senza interruzione della funzionalità;
- Ripristino del tracciato attuale LS all'esterno dell'area cantiere e mantenimento della linea storica in esercizio sulla sede attuale;
- Completamento della realizzazione trincee e gallerie artificiali per il sito di sicurezza e l'interconnessione, tamponi di fondo e scavi e strutture;
- Piena operatività cantiere di scavo delle gallerie naturali.
- Completamento attività di scavo delle gallerie naturali (previsto entro il 5°anno dall'inizio dei lavori);
- Installazione del cantiere industriale dell'armamento e degli impianti tecnologici e realizzazione di queste opere;
- Demolizione dell'argine provvisorio e costruzione delle tratte mancanti;
- Attivazione dell'esercizio sulla nuova sede della linea storica;
- Ripristini e riambientalizzazione attuale sede linea storica.
- Realizzazione della linea storica nella sua sede deviata
- Deviazione in sede definitiva della linea storica
- Demolizione della attuale stazione di Condove.

9.5 CANTIERI PER LA COSTRUZIONE

9.5.1 Generalità

9.5.1.1 Cantieri di imbocco

Ospitano le attrezzature necessarie allo svolgersi del lavoro per la realizzazione delle opere in sotterraneo. Sono di norma installati agli attacchi dei tunnel e prevedono :

- Impianti a servizio delle lavorazioni quali cabine elettriche, centrali di ventilazione e raffreddamento, sili per lo stoccaggio degli inerti, centrale per la preparazione del calcestruzzo e officine (elettriche, meccaniche ecc.);
- Aree per la movimentazione e sosta dei mezzi del cantiere;
- Aree per lo stoccaggio temporaneo dello smarino, dei materiali da costruzione;
- Impianti di trattamento delle acque;
- Uffici, infermeria e una zona destinata a parcheggio;
- Zona riservata alle attrezzature elettromeccaniche.

9.5.1.2 Aree di Lavoro

Ospitano le attrezzature necessarie allo svolgersi del lavoro per la realizzazione delle opere all'aperto (Rilevati, trincee, viadotti, gallerie artificiali, fabbricati, impianti, ecc.).

Prevedono impianti ed aree simili a quelle dei cantieri di imbocco, ma prevedono anche aree per lo stoccaggio temporaneo del terreno vegetale.

9.5.1.3 Aree Industriali

Sono attrezzati in modo tale da “fornire supporto” ai cantieri di imbocco ed alle aree di lavoro, con attrezzature e impianti non strettamente legati all'attività, ma alla valorizzazione del materiale di scavo e alla preparazione di conci. In esse sono presenti:

- Centrale di frantumazione e vagliatura;
- Centrale per la preparazione del calcestruzzo;
- Impianti per la prefabbricazione dei conci per il rivestimento delle gallerie.

9.5.1.4 Campi base

Coerentemente con quanto previsto nella tratta francese del progetto e in linea con gli indirizzi della cosiddetta Démarche Grand Chantier, non si prevede la realizzazione di campi base, poiché le maestranze che saranno impegnate nella costruzione delle opere ubicate in Italia verranno ospitate in strutture esistenti (alberghi, case di affitto, ecc.) o strutture

attualmente non utilizzate ed eventualmente recuperate, che al termine dei lavori potranno venir restituite al territorio.

9.5.1.5 Siti di deposito provvisori

I siti di deposito provvisori sono considerati all'interno delle aree industriali, come anche le aree connesse alla movimentazione dei materiali, in particolare quelle relative alla teleferica :

- Stazione di carico sul sito di Prato Giò;
- Stazioni intermedie;
- Stazione di scarico alla "Carrière du Paradis" (in Francia)

9.5.2 Area di lavoro di Clarea

Il cantiere è situato al portale della galleria di Clarea è finalizzato alla costruzione della centrale di ventilazione all'imbocco della galleria di Clarea. Date le piccole quantità di materiale coinvolte, il collegamento all'Area Industriale di Susa (fornitura di calcestruzzo ed impianti) è previsto su gomma.

L'area di cantiere è di circa 10.600 m², la quota è di circa 1.125 m slm.

L'accesso avviene attraverso la S.S. 25 all'altezza del Km 60, tramite la strada della Val Clarea ed una strada di accesso al cantiere da realizzare di sviluppo circa 180 m.

Il fabbisogno di energia elettrica è di circa 500 Kw, il fabbisogno di acqua industriale è di circa 4,8 m³/giorno, il fabbisogno di acqua idropotabile è di circa 3,5 m³/giorno.

9.5.3 Cantiere di imbocco della Maddalena

Il cantiere è situato al portale della galleria della Maddalena ed è finalizzato alla costruzione della galleria di ventilazione di Clarea e del sito di sicurezza di Clarea. È collegato all'Area Industriale di Susa (fornitura di aggregati, allontanamento materiali di scavo) su gomma mediante la creazione di un collegamento all'autostrada A32.

L'area di cantiere è di circa 52.000 m², la quota è di circa 672 m slm.

L'accesso avviene attraverso la viabilità locale (Via dell'Avenà), collegata alla S.S. 25 e all'autostrada A32 attraverso uno svincolo/accesso di cantiere da realizzare.

Il fabbisogno di energia elettrica è di circa 3.000 Kw, il fabbisogno di acqua industriale è di circa 194 m³/giorno, il fabbisogno di acqua idropotabile è di circa 20 m³/giorno.

9.5.4 Deposito provvisorio di Prato Giò

In comune di Giaglione è previsto un deposito provvisorio in prossimità dell'autostrada A32 e della SS25, in località denominata "Prato Giò", su una superficie di circa 58.200 m².

Questo cantiere è dedicato principalmente:

- Alla realizzazione della stazione di carico della teleferica verso il deposito della Carrière du Paradis;
- Al deposito provvisorio dello smarino destinato al sito di deposito della Carrière du Paradis via teleferica.

L'area è accessibile, per le direzioni da e per la Francia, attraverso lo svincolo esistente dell'A32. Per i movimenti da e per Susa bisognerà concordare con la Società Concessionaria della A32 l'utilizzo di cantiere di un ramo esistente in direzione di Susa e la creazione di un nuovo ramo per i movimenti in uscita provenienti da Susa. Il collegamento dallo svincolo autostradale all'area di cantiere avverrà poi percorrendo un breve tratto (circa 1,3 km) della SS 25.

Il fabbisogno di energia elettrica è di circa 2.000 Kw, il fabbisogno di acqua idropotabile è di circa 2,6 m³/giorno.

9.5.5 Teleferica Prato Giò – Carrière du Paradis

Nell'ambito degli studi dell'APR-PR che hanno preceduto l'attuale fase, sono stati studiati diversi sistemi di trasporto. Dopo aver valutato soluzioni di teleferiche mono e bifune, di nastri trasportatori aerei sospesi a funi portanti, di trasporto su gomma attraverso la S.S. 25 era stato individuato il sistema teleferica a doppio cavo con ammorsamento automatico. Nel presente progetto preliminare in variante si riconferma la scelta fatta in APR-PR.

L'impianto è una teleferica a doppio monocavo ad ammorsamento automatico con una fune portante per ciascun ramo che supporta dei vagoncini che si ammorsano ad un anello di fune traente marciante a velocità costante.

Le caratteristiche principali sono:

▪ Lunghezza	9 003 m
▪ Altitudine della stazione di partenza	680 m slm
▪ Altitudine della stazione intermedia 1	1 125 m slm
▪ Altitudine della stazione intermedia 2	1 160 m slm
▪ Altitudine della stazione di arrivo	1 980 m slm
▪ Dislivello totale	1 300 m
▪ Velocità	5,5 m/s
▪ Portata massima	500 t/h
▪ Massima velocità del vento laterale ammissibile	40 m/s

In funzione del diametro e della lunghezza delle funi e, quindi, del loro peso che è limitato da problemi di produzione e trasporto, si rendono necessarie stazioni intermedie “rompitratte” delle funi portanti. L'impianto risulta quindi suddiviso in tre tratte (inferiore, medio e superiore).

Al fine di garantire la massima portata richiesta (500 t/ora), l'impianto è equipaggiato con vagoncini aventi peso a vuoto pari a 1300 kg e capacità di 4 m³ con 4.200 kg di carico utile (peso complessivo del vagoncino carico = 5.500 kg).

I vagoncini a pieno carico saranno riempiti a circa il 75% della loro capacità al fine di evitare qualunque rischio di caduta materiale anche in caso di forti oscillazioni.

Il numero totale dei vagoncini sarà pari a 140 di cui 110 in linea. I 30 vagoncini supplementari derivano dalla necessità di garantire le operazioni di carico (nella stazione a Prato Giò) e scarico (nella stazione a Carrière du Paradis).

Alla stazione di partenza di Prato Giò la teleferica è alimentata attraverso nastri trasportatori, alla stazione superiore di Carrière du Paradis lo scarico avviene su nastri trasportatori mobili in grado di trasferire il materiale in diversi punti del deposito definitivo.

Il tracciato della teleferica è stato scelto in modo da evitare di sorvolare i centri abitati di Venaus e di Bar Cenisio e di interessare il lago di Moncenisio. Il passaggio sopra la viabilità avviene con opere di protezione dimensionate per sopportare l'eventuale caduta di un vagoncino.

Il numero dei piloni è di circa 42, le campate tra i diversi piloni passano prevalentemente al di sopra delle zone boschive limitando al minimo le zone da disboscare.

Il rumore causato dalla teleferica in funzionamento è molto debole in quanto tutti i rulli sopra i piloni sono rivestiti in gomma.

Le stazioni sono 4 e precisamente:

- Stazione di partenza a Prato Giò: edificio di circa 525 m². La sua funzione è quella di ospitare i motori della tratta inferiore e le attrezzature di carico automatico dei vagoncini.
- Stazione intermedia 1: edificio di circa 500 m², ubicato in Comune di Venaus immediatamente sopra della S.S. 25 alla quota di circa 1.125 m slm. La sua funzione è quella di permettere il cambio di direzione di 70° verso Est.
- Stazione intermedia 2: edificio di circa 460 m², ubicato in Comune di Venaus in località Molaretto, al di sotto della S.S.S 25 alla quota di circa 1.160 m slm. La sua funzione è quella di permettere il cambio di direzione di 48° verso Ovest.
- Stazione di arrivo a Carrière du Paradis: edificio di circa 525 m². La sua funzione è quella di permettere lo scarico dei vagoncini. E' ubicata in territorio francese a quota 1.975 m slm su un altipiano ad Est della vecchia Cava du Paradis

La costruzione della teleferica avverrà in circa 18 mesi incluso anche il tempo della progettazione.

La teleferica è in grado di funzionare in modo completamente automatico operando fino a 24 ore al giorno se necessario.

9.5.6 Cantieri nella Piana di Susa

9.5.6.1 Cantiere di imbocco Est del tunnel di Base

Il cantiere è situato all'imbocco Est del tunnel di base ed è dedicato alla costruzione della tratta di tunnel di base compresa tra l'imbocco Est (Susa) e l'area di sicurezza di Clarea

(esclusa). È interamente compreso nell'area interclusa tra la futura linea ferroviaria, la autostrada A32 e la SS25 ed è collegato all'Area Industriale di Susa mediante nastri trasportatori che corrono all'interno delle aree di lavoro insonorizzati e provvisti di capottatura per impedire la dispersione di polveri.

Una duna in terreno vegetale, con funzione di mascheramento del cantiere, è prevista sul perimetro del cantiere, laddove non interferente con la viabilità.

L'area di cantiere è di circa 72.000 m².

L'accesso avviene attraverso una viabilità di cantiere collegata alla S.S. 25 e all'autostrada A32.

Il fabbisogno massimo di energia elettrica è di circa 13.000 Kw, compresa la potenza necessaria per il funzionamento di due TBM; il fabbisogno di acqua industriale è di circa 1.225 m³/giorno, il fabbisogno di acqua idropotabile è di circa 20 m³/giorno.

9.5.6.2 Area di lavoro per le opere esterne

L'area di lavoro per le opere esterne (sottopassi, viadotti, cavalcaferrovia, edificio di stazione e fabbricati tecnologici, rilevati, ecc.) è situata nella piana di Susa ed è composta da diverse zone nei pressi dei lavori. E' una serie di piccoli cantieri, che seguono lo sviluppo dei lavori in modo dinamico.

I fabbisogni energetici e idrici sono indicati al punto successivo.

9.5.6.3 Area Industriale di Susa Autoporto

L'Area industriale di Susa Autoporto serve gli impianti di produzione del calcestruzzo per le opere esterne nella piana di Susa e degli aggregati per le opere sotterranee ed è interamente compresa nell'area oggi già infrastrutturata ed occupata dall'Autoporto di Susa. Nell'area di Susa è previsto anche lo spazio per gli impianti di prefabbricazione, finalizzati in particolare alla produzione dei conci per il rivestimento delle gallerie.

Un rilevato in terreno vegetale è previsto lungo il perimetro del cantiere, per un corretto inserimento paesaggistico fin dal periodo di cantierizzazione.

Inoltre lungo tutto il lato nord del cantiere, al di là della sede autostradale, è prevista l'esecuzione anticipata della sistemazione finale a verde che andrà a costituire la sistemazione finale del Parco Fluviale della Dora.

L'area di cantiere è di circa 120.000 m².

L'accesso avviene attraverso la S.S. 24 e lo svincolo di Susa Autoporto dell'autostrada A32.

Il fabbisogno massimo di energia elettrica è di circa 2.500 Kw, il fabbisogno di acqua industriale è di circa 652 m³/giorno, il fabbisogno di acqua idropotabile è di circa 20 m³/giorno. Questi fabbisogni comprendono anche quelli relativi all'area di lavoro per le opere esterne di cui al punto precedente.

9.5.6.4 Cantiere di imbocco Ovest del tunnel dell'Orsiera

Il cantiere situato al portale Ovest del tunnel dell'Orsiera è finalizzato alla costruzione di una parte del tunnel dell'Orsiera, alla nuova viabilità e relative opere d'arte nella zona Est dell'area di sicurezza/manutenzione, alla deviazione del canale di Coldimosso. Utilizza un'area degradata già utilizzata per il cantiere della galleria autostradale Prapontin ed è collegato all'Area Industriale di Susa mediante nastri trasportatori.

L'area di cantiere è di circa 104.500 m².

L'accesso avviene attraverso la S.S. 24. Dopo la realizzazione del sottopasso della S.S. 24 l'area sarà accessibile anche attraverso la viabilità di cantiere dall'area industriale Susa autoporto.

Il fabbisogno massimo di energia elettrica è di circa 13.500 Kw, compresa la potenza necessaria per il funzionamento di due TBM; il fabbisogno di acqua industriale è di circa 1.724 m³/giorno, il fabbisogno di acqua idropotabile è di circa 20 m³/giorno.

9.5.7 Cantieri nella Piana delle Chiuse

9.5.7.1 Cantiere di imbocco Est del tunnel dell'Orsiera

Il cantiere è situato al portale Est del tunnel dell'Orsiera ed è finalizzato alla costruzione di una parte del tunnel dell'Orsiera. È limitrofo al Sito di sicurezza di Chiusa ed è collegato alla Area di Lavoro ed all'Area Industriale di Chiusa San Michele mediante nastri trasportatori.

L'area di cantiere è di circa 55.550 m².

L'accesso avviene attraverso la viabilità locale, collegata alla A32 tramite un accesso di cantiere da concordare con la società concessionaria (SITAF). L'area di cantiere comunque è collegata anche, sempre attraverso la viabilità locale, alla S.S. 24 e alla S.S. 25.

Il fabbisogno massimo di energia elettrica è di circa 13.000 Kw, compresa la potenza necessaria per il funzionamento di due TBM; il fabbisogno di acqua industriale è di circa 1.224 m³/giorno, il fabbisogno di acqua idropotabile è di circa 20 m³/giorno.

9.5.7.2 Area di Lavoro e Area Industriale di Chiusa San Michele

L' Area di Lavoro di Chiusa San Michele serve la costruzione del tratto di linea in galleria artificiale, la trincea dell'Area di Sicurezza, l'interconnessione con la linea storica, la deviazione della linea storica e gli edifici presenti nella Piana delle Chiuse, l'argine di protezione dall'eventuale esondazione della Doria Riparia.

Nello stesso luogo è prevista l' Area Industriale con l'installazione degli impianti di produzione del calcestruzzo (e degli aggregati) e degli impianti di prefabbricazione, finalizzati in particolare alla produzione dei conci per il rivestimento delle gallerie. Inoltre il sito è anche dedicato alla realizzazione di un deposito provvisorio dei materiali di scavo dell'ibocco Est del tunnel dell'Orsiera e dalla valorizzazione di questi materiali.

È prevista la realizzazione di un argine provvisorio lungo il perimetro del cantiere, dato che questo si trova nella fascia fluviale B del fiume Dora Riparia. La costruzione dell'argine avverrà per quanto possibile nella fase iniziale del cantiere.

L'area di cantiere è di circa 123.800 m².

L'accesso avviene attraverso la viabilità locale, collegata alla A32 tramite un accesso di cantiere da concordare con la società concessionaria (SITAF). L'area di cantiere comunque è collegata anche, sempre attraverso la viabilità locale, alla S.S. 25.

Il fabbisogno massimo di energia elettrica è di circa 2.000 Kw, il fabbisogno di acqua industriale è di circa 904 m³/giorno, il fabbisogno di acqua idropotabile è di circa 20 m³/giorno.

9.6 GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO, VALORIZZAZIONE E TRASPORTO

9.6.1 Materiali di scavo

Lo scavo dei tunnel produce una grande quantità di smarino. I materiali scavati nei tunnel della tratta lato Italia ammontano a circa 17.038.000 tonnellate, equivalenti a circa 6,5 milioni di metri cubi in banco. Nella misura del possibile, i materiali di scavo dei tunnel saranno riutilizzati nell'opera stessa, per una quota prevista in circa il 44% tra inerti per calcestruzzo e per rilevati.

Sulla base delle caratterizzazioni litologiche e geotecniche dei terreni e in funzione dei metodi di scavo previsto, i materiali di scavo sono stati quantificati e classificati secondo la loro capacità di essere riutilizzati.

Le classi utilizzate sono :

- Classe CL 1: materiali di qualità ottimale per la produzione di aggregati per il calcestruzzo e per la costruzione dei rilevati;
- Classe CL 2: materiali di buona qualità utilizzati per la costruzione dei rilevati;
- Classe CL 3: materiali non riutilizzabili per la produzione di aggregati o la costruzione dei rilevati. Devono essere messi a deposito definitivo. Nella classe CL 3, si distinguono la classe CL 3a, materiali non riutilizzabili da mettere a deposito (materiali inerti con un'alta percentuale di fino) e la classe CL 3b, materiali non riutilizzabili e che richiedono una messa a deposito speciale (materiali con un'alta percentuale in anidrite e/o gessi o contenenti amianto).

9.6.2 Trasporto dei materiali di scavo in sotterraneo

In sotterraneo tutti i materiali scavati sono trasportati dal fronte verso l'esterno per mezzo di nastri trasportatori, ad eccezione degli eventuali materiali amiantiferi che saranno movimentati in contenitori chiusi. I materiali da costruzione ed il personale possono essere portati al fronte tramite autocarri ed autobus.

Se non si considerano il rivestimento definitivo e le banchine laterali, la sezione tipo del tunnel permette di far incrociare due *dumper* (profilo limite più penalizzante). La comunicazione tra le canne sarà possibile ogni 333 m di tunnel in corrispondenza dei rami di comunicazione.

9.6.3 Trasporto dei materiali di scavo all'aperto

Si prevede di utilizzare prevalentemente nastri trasportatori per collegare i siti dei cantieri industriali e i cantieri logistici (una pista di cantiere di servizio sarà realizzata lungo il

percorso dei nastri trasportatori). Questo sistema ha il vantaggio rispetto al trasporto su gomma di essere meno inquinante e meno impattante a livello acustico e sul traffico locale.

Per minimizzare ulteriormente la possibilità di dispersione di polveri o rumori, analogamente a quanto fatto nelle più recenti realizzazioni (es. grandi tunnel svizzeri) i nastri trasportatori saranno del tipo provvisto di cappottatura ed insonorizzati.

I materiali estratti dagli imbocchi di Susa Ovest e Susa Est saranno trasportati da nastri trasportatori fino all' Area Industriale di Susa. Analogamente avviene per i materiali estratti all'imbocco est del tunnel dell'Orsiera che saranno trasportati fino all'Area Industriale di Chiusa di San Michele. Questi nastri trasportatori garantiscono da un lato lo sgombero dello smarino e dall'altro l'approvvigionamento di inerti al fronte.

Per ogni Area Industriale, è previsto un deposito temporaneo che serve da polmone per il cantiere di prefabbricazione e per il trasporto dei materiali di scavo al deposito definitivo: questi depositi saranno opportunamente schermati per contenere la dispersione di polveri in atmosfera.

Gli eventuali materiali amiantiferi, movimentati in contenitori chiusi, saranno messi in un deposito sotterraneo o destinati a discarica speciale.

Il trasporto dello smarino all'esterno nella Piana di Susa segue lo schema seguente:

Da	A	Modalità di trasporto
Area industriale di Susa Ovest	Sito di selezione di Susa	Nastri trasportatori
Area industriale di Susa Est	Sito di selezione di Susa	Nastri trasportatori
Area industriale della Maddalena	Sito di selezione di Susa	Camion su A32
Area industriale di Clarea	Non previsto smarino	Non previsto smarino

Il trasporto dello smarino all'esterno nella Piana delle Chiuse segue lo schema seguente:

Da	A	Modalità di trasporto
Area industriale di Chiusa-portale est Orsiera	Sito di selezione di Chiusa	Nastri trasportatori
Area di lavoro di Chiusa	Sito di selezione di Chiusa	Nastri trasportatori

9.6.4 Trasporto degli inerti

La scelta di centralizzare le Aree Industriali a Susa e Chiusa è legata alla scelta di base del progetto di collegare tutte le Aree Industriali, e dunque tutte le centrali di betonaggio di ogni cantiere, attraverso nastri trasportatori. Ciò permette di minimizzare il trasporto su gomma, di minimizzare gli impatti della fase cantiere sull'ambiente e di ridurre il costo unitario della produzione di inerti a partire dai materiali di scavo.

9.6.5 Gestione del materiale potenzialmente amiantifero

Come accennato ai paragrafi precedenti, questo tipo di materiale verrà gestito con procedure specifiche :

- sigillatura del marino secondo la normativa. L'impiego di *big bag*, ideati per materiali edili e non per il marino di galleria, risulta problematico (in fase di trasporto e in fase di stoccaggio). Per il progetto di completamento della Galleria Cesana sono stati previsti cassoni in calcestruzzo sigillati con getto in cemento;
- gestione dei materiali di lavoro da trattare come rifiuti speciali pericolosi;
- identificazione delle aree o dei metodi di smaltimento:
 - discarica per rifiuti pericolosi;
 - deposito sotterraneo opportunamente dimensionato - da realizzare contestualmente o già disponibile idoneo ai sensi del D.Lgs. 36/2003; il progetto è soggetto ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) di competenza, per il settore di studio della Provincia di Torino. Nel caso di Cesana, la Provincia di Torino ha richiesto l'esatta quantificazione del volume di materiale asbestifero mediante la realizzazione di sondaggi orizzontali, geofisica ecc., per dimensionare il deposito e minimizzare l'impatto legato al suo scavo; il deposito progettato per la galleria di Cesana è circa 4 volte il volume di materiale amiantifero che si prevede di scavare;
 - gestione dei materiali ai sensi del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. con individuazione di soggetti iscritti all'Albo gestori per la gestione dei rifiuti e del deposito sotterraneo se previsto.

Nell'ambito della gestione del marino può essere presa in considerazione la possibilità di un recupero del materiale ai sensi del DM n. 248 del 29/07/2004:

- trattamento del materiale mediante processi che determinano la modificazione totale della struttura cristallografica dei minerali asbestiformi. Il prodotto che si ottiene è per legge considerato una materia prima secondaria riciclabile all'interno di prodotti industriali di largo uso quali le piastrelle ceramiche, i mattoni, il calcestruzzo.
- Trattamento del materiale pericoloso mediante processi di stabilizzazione che permettono di abbassare le proprietà di volatilità delle fibre. Tali processi consentono, a seguito della valutazione dell'IR, di smaltire i materiali in discariche per rifiuti non pericolosi.

I processi descritti sono classificati in base agli effetti prodotti sui minerali asbestiformi dal DM n.248 del 29/07/2004

9.6.6 Valorizzazione dei materiali

Il bilancio di ciascun cantiere è funzione dello scenario costruttivo di riferimento e dell'avanzamento dei fronti. La tabella seguente fornisce le indicazioni relative alle quantità di marino prodotte ed alle previsioni di loro possibile riutilizzo.

Per semplicità di riferimento, dato che la densità del materiale cambia durante le varie fasi di lavorazione, la tabella è data in tonnellate, riportando solo alla fine in m³ la quantità di materiali da mettere a deposito. Per coerenza con gli studi precedenti, la conversione in m³ si ottiene con i seguenti valori convenzionali :

- Roccia in posto : 2,65 t/m³
- Materiale in mucchio (trasporto) : 1,65 t/m³
- Materiale compattato a deposito : 2,00 t/m³

TRATTA INTERNAZIONALE (Sito di Clarea - Chiusa)									
	PRODUZIONE TOTALE (ton)	NECESSITA' inerti da calcestruzzo (ton)	NECESSITA' materiali per rilevati (ton)			SURPLUS/DEFICIT (CL1) inerti da calcestruzzo (ton in banco)	SURPLUS/DEFICIT (CL2) materiali per rilevati (ton in banco)	SURPLUS (CL3a) da mettere a deposito nei siti individuati (ton in banco)	MATERIALI CONTAMINATI da portare a deposito speciale (ton in banco)
IMBOCCO DELLA MADDALENA	2.668.978	530.662	0			761.834	1.040.718	335.763	0
IMBOCCO EST DEL TUNNEL DI BASE	3.657.349	1.480.331	0			-822.285	2.107.307	704.926	187.069
IMBOCCO OVEST DEL TUNNEL DELL'ORSIERA	5.276.728	1.450.972	0			1.011.018	2.257.780	554.905	2.052
IMBOCCO EST DEL TUNNEL DELL'ORSIERA	3.148.705	888.623	0			625.589	574.138	1.060.235	120
AREA DI LAVORO DI CHIUSA SAN MICHELE	2.286.240	900.000	512.600			-900.000	630.520	1.143.120	0
AREA DI LAVORO DI SUSÀ	0	140.000	1.540.000			-140.000	-1.540.000	0	0
TOTALE	17.038.000	5.390.589	2.052.600			536.156	5.070.463	3.798.950	189.242
		{ Tot. Riutilizzati (t) 7.443.189 = 44%				{ Tot. Riutilizzabile in altri progetti (t) 5.606.619		{ Tot. Non Riutilizzabile (t) 3.988.192	
								{ Tot. a Deposito (mc a trasporto) 5.970.011 = 56%	
								{ (equivalenti a m ³ a Deposito) 4.955.109	
		* N.B : date le caratteristiche dei materiali (prevalentemente rocce e terre in posto), si considera convenzionalmente:							
		peso specifico roccia in banco	2,65 t/m ³			peso specifico roccia a depos	2,0 t/m ³		
		peso specifico depositi in banco	2,2 t/m ³			peso specifico terre a deposi	1,7 t/m ³		
		coefficiente di aumento di volume	1,6						
		coefficiente di compattazione	0,83						

L'analisi delle quantità e della qualità dei materiali di scavo, pur tenendo conto che si lavora su dati preliminari, mette in evidenza una considerevole quantità di materiali di qualità ottimale per la riutilizzazione come materiali da costruzione: la quantità di materiali trattabili per essere valorizzati (Classi CL1 + CL2 “*Riutilizzati + Riutilizzabili*”) arriva al 76% del totale estratto, ovvero 13 milioni di tonnellate che potrebbero produrre in assoluto, per esempio, 5,9 milioni di tonnellate di inerti per calcestruzzo (equivalenti a circa 2,7 Mmc in cumulo/a trasporto), oltre a materiale per rinterri e rilevati (7,1 milioni di tonnellate circa, equivalenti a circa 3,3 Mmc in cumulo/a trasporto)

Peraltro il fabbisogno del progetto è solo di 5,4 milioni di tonnellate di inerti per calcestruzzo oltre a 2 milioni di tonnellate di materiale per rinterri, così ripartiti :

- produzione di inerti per il calcestruzzo (materiali CL 1) nelle stazioni di trattamento di materiali di Susa (3,6 M.tonnellate) e di Chiusa (1,8 M.tonnellate);
- produzione di inerti per rilevati e sistemazioni paesaggistiche (materiali CL2) per circa 2 M.tonnellate (\approx 1,5 Mton a Susa e 0,5 Mton a Chiusa) ;

che rappresenta una percentuale di valorizzazione di circa 44 %.

La parte di inerti prodotti nella costruzione del tunnel che non sarà riutilizzata nell'ambito del progetto e che sarà quindi messa a deposito definitivo è di circa 9,6 milioni di tonnellate (56 % del totale). pari a circa 4,8 milioni di m³ compattati a deposito.

Questo scenario è quello di riferimento del progetto, fatta salva la possibilità, in corso di approfondimento con i competenti organi provinciali e regionali, di metterne una parte a disposizione degli Enti locali per l'effettuazione di opere di risistemazione di aree degradate, od eventualmente di poterne rendere disponibile sul mercato, con priorità per le opere pubbliche, limitando così la necessità, oltre che di aree di deposito, anche di nuovi siti di estrazione.

Tra il materiale da mettere a deposito, figurano circa 189.000 tonnellate di materiali del tipo CL 3b. Per questi materiali viene previsto il trasporto in discariche speciali autorizzate dagli Enti competenti o all'estero' L'argomento è comunque trattato diffusamente nel documento PP2-C3B-TS3-0061-NOT “Gestione del materiale contenete amianto”, al quale si rimanda.

9.7 MESSA A DEPOSITO DEFINITIVO DEI MATERIALI NON RIUTILIZZABILI E DEI MATERIALI IN ESUBERO

Stante il consistente volume da mettere a deposito, si è provveduto all'identificazione dei potenziali siti da utilizzare allo scopo.

Allo scopo di minimizzare la necessità di materiale da mettere a deposito e di ottimizzare la gestione dei materiali provenienti dagli scavi ed in generale la logistica, questa materia ed in particolare la ricognizione dei possibili Siti di Deposito e la scelta di quelli da utilizzare è stata effettuata di concerto con RFI, responsabile della tratta nazionale (Piana delle Chiuse-Orbassano-Settimo T.).

La ricognizione è stata effettuata prendendo in esame :

- siti già individuati in precedenti studi, e costituiti dalla Carrière du Paradis, in territorio francese, già in possesso di DUP (Dichiarazione di Utilità Pubblica francese) nei pressi del Colle del Moncenisio, e dal sito di Cantalupo, nel comune di Meana di Susa;
- informazioni desumibili da Piano Provinciale delle Attività Estrattive della Provincia di Torino (PPAE - anno 2006) e dai dati disponibili presso le banche dati della Regione Piemonte, che hanno portato ad identificare 16 potenziali siti di destinazione.

9.7.1 Carrière du Paradis

La Carrière du Paradis si trova sul colle del Moncenisio in territorio francese, nei pressi del confine con l'Italia ed è un'ex cava di estrazione dei materiali utilizzati per la realizzazione della diga del Moncenisio, situata a circa 2000 m di quota., di superficie di circa 16.500 m .

La Declaration d'Utilité Publique (DUP) francese ha autorizzato una capacità massima di materiale a deposito pari a 6 milioni di mc.

L'accesso dei materiali alla carrière du Paradis avviene mediante una teleferica che la collega al sito di Prato Giò. Le caratteristiche salienti di questa teleferica sono illustrate al capitolo 9.5.5 "Teleferica Prato Giò – Carrière du Paradis"

I materiali di scavo immagazzinati provvisoriamente a Prato Giò provengono dal tunnel di base e dal Tunnel dell'Orsiera via autostrada dalle aree di cantiere di Susa Autoporto e di Piana delle Chiuse.

Tenuto conto dell'aspetto depressionario del sito, nella fase definitiva non sarà necessario adottare misure particolari per quanto riguarda la stabilità dei terrazzamenti ed eseguire particolari opere idrauliche. La messa a dimora del materiale di risulta il sito alla sua configurazione originale.

9.7.2 Sito di Cantalupo

Il sito è localizzato a Sud di Susa, nei comuni di Meana di Susa e, marginalmente, Gravere. Si estende su una superficie di circa m^2 80.000 con una capacità di accogliere materiali per circa m^3 720.000.

Morfologicamente si tratta di una vasta zona incassata con asse principale che si estende in direzione est – ovest, già sede di una cava e attualmente utilizzata come discarica di inerti. La zona è boschiva sulla sua periferia sud.

Il sito di Cantalupo può essere usato utilmente d'inverno, quando le condizioni climatiche non permettono lo stoccaggio alla carrière du Paradis.

Una linea elettrica aerea di cui si dovrà tenere conto attraversa la parte Sud di Cantalupo.

Il progetto di messa a discarica ha imposto che la medesima non dovesse essere deviata, Trasporto dei materiali a discarica

I materiali provenienti dallo scavo del tunnel tunnel di base o del tunnel dell'Orsiera (imbocco Ovest) saranno trasportati con un nastro trasportatore dall'imbocco della galleria fino al cantiere logistico di Susa Autoporto. Da questo luogo saranno trasportati, attraverso la strada Comunale per Meana – Gravere, con camion fino a Cantalupo, che è a circa 5 chilometri da Susa.

I materiali saranno depositati sui fianchi Nord e Sud della zona incassata, collocati secondo terrazzamenti orizzontali distanziati in altezza di 6 metri,

Una volta depositati completamente, questi materiali conferiranno al sito la forma di una valle (a V), con fondo piatto posto a quota media 580 m s.l.m.

La sistemazione finale della discarica per il suo recupero paesaggistico, comporterà la collocazione di terreno vegetale sia sulle piattaforme che sulle scarpate. Questo terreno potrà essere prelevato nell'ambito dei lavori relativi alle opere ferroviarie

Dovranno essere eseguite delle Opere idrauliche quali canalette posizionate lungo la massima pendenza di ciascuna scarpata . fossi longitudinali alla base di ciascuna scarpata,. canali di gronda ai margini nord e sud, allo scopo di regimentare gli apporti idrici al sito. L'insieme delle acque di deflusso del sito sarà in seguito canalizzato fino al fiume Dora.

9.7.3 Siti individuati nel progetto e modalità di trasporto del materiale

Al termine della ricognizione, viste le quantità in gioco e le disponibilità dei siti individuati in APR è stato definito lo scenario base che prevede lo stoccaggio definitivo dei materiali provenienti dagli scavi del Tunnel di Base e di parte del Tunnel dell'Orsiera a Carrière du Paradis e a Cantalupo.

In particolare:

- tutto il materiale destinato a deposito selezionato a Susa (ved. par. 4.2.2), pari a circa 3 milioni di m^3 a deposito, viene messo a dimora definitiva a Carrière du Paradis; si

prevede il trasporto su gomma via A32 e SS25 dei materiali dal cantiere logistico di Susa ad un cantiere logistico intermedio ubicato a Prato Gio, dove è situata la stazione di partenza di una teleferica per il trasporto a Paradis; a Prato Gio vengono stoccati temporaneamente circa 50.000 m³ di materiali, ma si può arrivare fino a 250.000 m³ in caso di fermo temporaneo della teleferica;

- anche una parte del materiale selezionato a Chiusa viene messo a deposito a Carrière du Paradis trasportandolo preliminarmente su gomma via A32 e SS25 a Prato Gio; il volume di questo materiale ammonta a circa 1,1 milioni di mc e costituisce la parte eccedente la capacità complessiva del sito di Cantalupo; complessivamente quindi si prevede a Carrière du Paradis lo stoccaggio complessivo di **4,1 milioni di m³** di materiale; Una parte di questo volume (circa 160.000 m³ in cumulo) dovranno essere temporaneamente stoccati essendo materiale di risulta dello scavo con EPB e quindi deve subire un preventivo processo di “essiccazione”, per una durata prevista di circa 3 mesi.
- I restanti **0,7 milioni di m³** vengono messi a dimora a Cantalupo trasportandoli su gomma.

Nelle tabelle seguenti sono evidenziati le stime preliminari del numero di passaggi di camion sulla viabilità pubblica.

			NUMERO CAMION (SOLO ANDATA)							
Da	A	kilometri	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Totale
Imbocco Est Tdb	Area industriale Susa	-								
Imbocco Ovest Tdo	Area industriale Susa	-								
Imbocco Maddalena	Area industriale Susa	10,2	35.127	6.426	25.863	20.750	23.062	16.316	9.666	137.211
Imbocco Est Tdo	Area industriale Chiusa	-								
Imbocco Est Tdb	Area industriale Susa	-								
Imbocco Ovest Tdo	Area industriale Susa	-								
Imbocco Maddalena	Prato Gio	6,3	0	714	1.530	1.625	714	1.258	713	6.555
Imbocco Maddalena	Cantalupo	15,7	4.873	0	0	0	0	0	0	4.873
Imbocco Est Tdo	Area industriale Chiusa	-								
Imbocco Est Tdb	Discarica speciale	?	84	1.706	48	25	57	9	0	1.929
Imbocco Ovest Tdo	Discarica speciale	?	2	21	3	59	37	0	0	121
Imbocco Est Tdo	Discarica speciale	?	0	0	0	2	7	0	0	10

NUMERO MEDIO CAMION PER GIORNO (ANDATA E RITORNO)							
Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Med
234	43	172	138	154	109	64	131
0	5	10	11	5	8	5	6
32	0	0	0	0	0	0	5

			NUMERO CAMION (SOLO ANDATA)							
Da	A	kilometri	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Totale
Area industriale Susa	Imbocco Est Tdb	2,5	215	2.878	15.510	21.271	21.271	16.764	1.039	78.949
Area industriale Susa	Imbocco Ovest Tdo	0,5	446	10.711	16.218	31.901	30.451	0	0	89.728
Area industriale Susa	Imbocco Maddalena	10,2	0	2.311	4.267	4.267	4.267	2.587	5.657	23.355
Area industriale Susa	Area di lavoro di Susa	1,6	3.365	3.365	0	0	0	2.524	4.206	13.460
Area industriale Susa	Area industriale di Chiusa	22,9	0	0	9.965	0	19.424	0	0	29.389
Area industriale Chiusa	Imbocco Est Tdo	0,0	0	4.735	31.375	33.151	22.727	14.577	0	106.565
Area industriale Chiusa	Area di lavoro di Chiusa	0,0								
Area industriale Susa	Imbocco Est Tdb	2,5	869	0	0	0	0	0	8.882	9.751
Area industriale Susa	Area di lavoro di Susa	1,6	4.636	4.636	9.273	0	0	0	22.249	40.794
Area industriale Chiusa	Area di lavoro di Susa	22,9	0	0	0	0	0	0	13.043	13.043

NUMERO MEDIO CAMION PER GIORNO (ANDATA E RITORNO)							
Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Med
1	19	103	142	142	112	7	75
3	71	108	213	203	0	0	85
0	15	28	28	28	17	38	22
22	22	0	0	0	17	28	13
0	0	66	0	129	0	0	28
0	32	209	221	152	97	0	101
6	0	0	0	0	0	59	9
31	31	62	0	0	0	148	39
0	0	0	0	0	0	87	12

			NUMERO CAMION (SOLO ANDATA)							
Da	A	kilometri	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Totale
Area industriale Susa	Prato Gio	6,4	0	21.022	115.484	123.322	100.266	18.179	0	378.273
Area industriale Susa	Cantalupo	5,6	15.909	32.688	10.024	12.668	0	0	0	71.289
San Didero	Prato Gio	17,8	0	0	0	16.619	13.091	7.773	3.261	40.743
Area industriale Chiusa	San Didero	11,5	0	0	16.619	13.091	7.773	3.261	0	40.743
Area industriale Chiusa	San Didero	25,7	0	0	45.453	39.272	23.319	9.782	0	117.825
Area industriale Chiusa	Cantalupo	18,2	6.529	4.253	0	0	0	0	0	10.781
Prato Gio	Carrière du Paradis	-								

NUMERO MEDIO CAMION PER GIORNO (ANDATA E RITORNO)							
Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Med
0	140	770	822	668	121	0	360
106	218	67	84	0	0	0	68
0	0	0	111	87	52	22	39
0	0	111	87	52	22	0	39
0	0	303	262	155	65	0	112
44	28	0	0	0	0	0	10

Tutto quanto sopra descritto rappresenta lo scenario di riferimento del progetto, fatta salva la possibilità, ipotizzata negli incontri già tenuti con gli uffici provinciali e regionali, e la cui fattibilità dovrà essere ulteriormente approfondita, di metterne una parte a disposizione degli Enti locali per l'effettuazione di opere di risistemazione di aree degradate, od eventualmente di poterla rendere disponibile sul mercato limitando così la necessità di nuovi siti di estrazione.

9.7.4 Durata dei cantieri e personale impiegato

Nella seguente tabella sono riassunti, per ogni cantiere sul lato italiano, le previsioni temporali della realizzazione delle opere ed il personale impegnato:

Cantiere	Tipologia	Durata (mesi)			Personale	
		Da	A	Totale	Quadri	Maestranze
Imbocco Maddalena	Tradizionale	T0+14	T0+90	76	50	150
Imbocco Clarea	Esterno	T0+81	T0+94	13	10	25
Imbocco Ovest tunnel di base	Tradizionale	T0+11	T0+24	13	25	75
	Fresa Scudata	T0+19	T0+60	41	50	150
	Tradizionale	T0+52	T0+68	16	50	150
	Fresa Aperta	T0+65	T0+82	17	50	150
Area di lavoro di Susa	Esterno	T0+6	T0+85	79	32	96
Area industriale di Susa Autoporto	Area industriale	T0+11	T0+81	70	20	70
Imbocco Est Orsiera	Tradizionale	T0+11	T0+34	23	50	150
	Fresa Aperta	T0+27	T0+64	37	50	150
Imbocco Ovest Orsiera	Fresa Scudata	T0+18	T0+61	43	50	150
Area industriale e area di lavoro di Chiusa	Interconnessione	T0+10	T0+85	75	24	72
	Area industriale	T0+10	T0+70	60	20	70
	Esterno 1	T0+0	T0+13	13	12	36
	Esterno 2	T0+70	T0+85	15	12	36
Sito di Prato Giò	Teleferica	T0+24	T0+84	60	6	14
	Deposito provvisorio	T0+24	T0+84	60	1	5
Carrière du Paradis	Teleferica	T0+24	T0+84	60	3	6
	Deposito definitivo	T0+24	T0+84	60	3	15
Cantalupo	Deposito definitivo	T0+10	T0+60	50	3	15

Tabella 1: Stime personale e maestranze

La media delle persone presenti negli 85 mesi di realizzazione delle opere civili è pari a 1020 persone (250 quadri e 770 operai), il picco di presenze è pari a 1700 persone, di cui 400 quadri e 1300 maestranze.

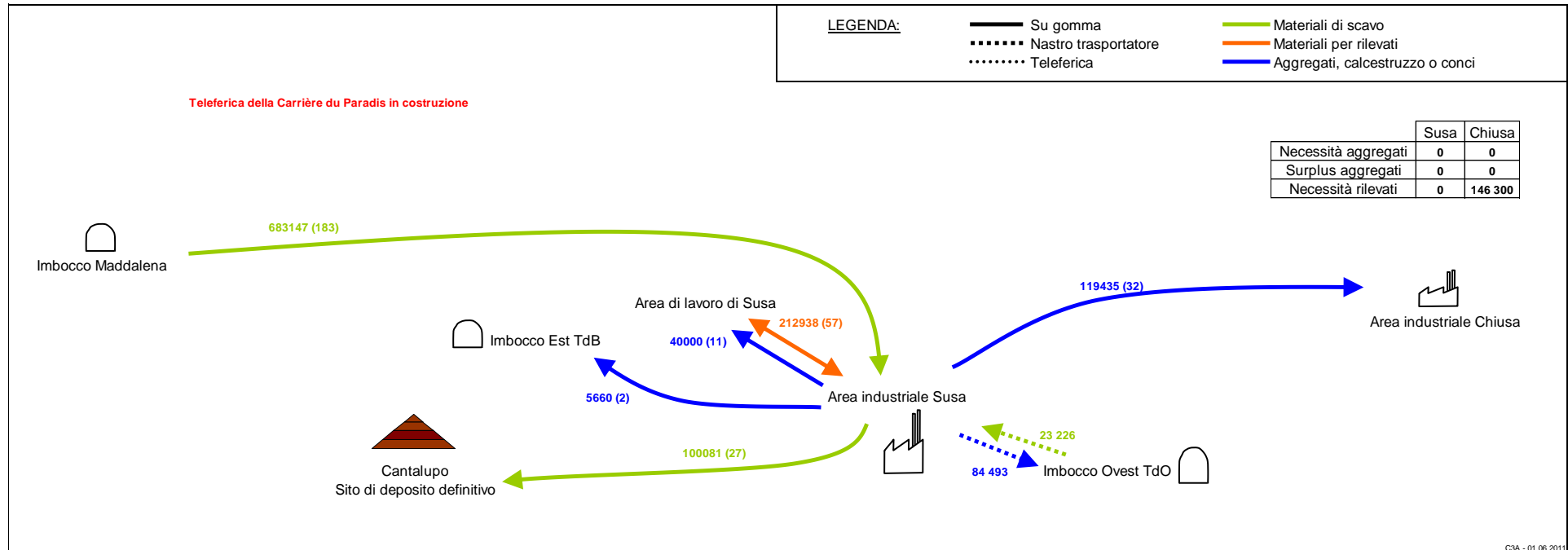
9.7.5 Schemi Dei Flussi Dei Materiali

Nel seguito sono riportati degli schemi, suddivisi per anno, del trasporto dei materiali sul lato italiano.

Sono indicate le quantità dei materiali trasportati (in tonnellate) e, tra parentesi, il numero medio di camion per giorno per quanto riguarda il trasporto su gomma.

FLUSSO MATERIALI ANNO 1

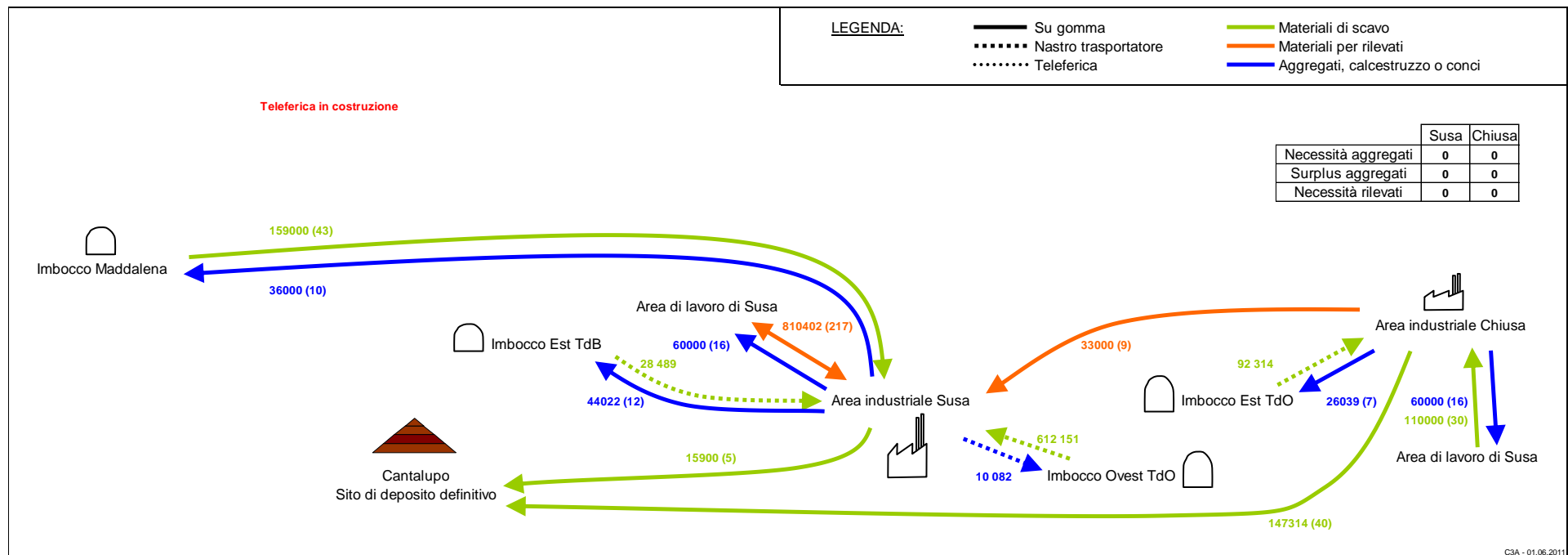
Schema del trasporto dei materiali lato Italia - Movimenti con riferimento alle quantità e al numero di camion per l'anno 1



Sono indicate le quantità di materiali in ton e tra parentesi il numero medio di camion per giorno per quanto riguarda il trasporto su gomma.

FLUSSO MATERIALI ANNO 2

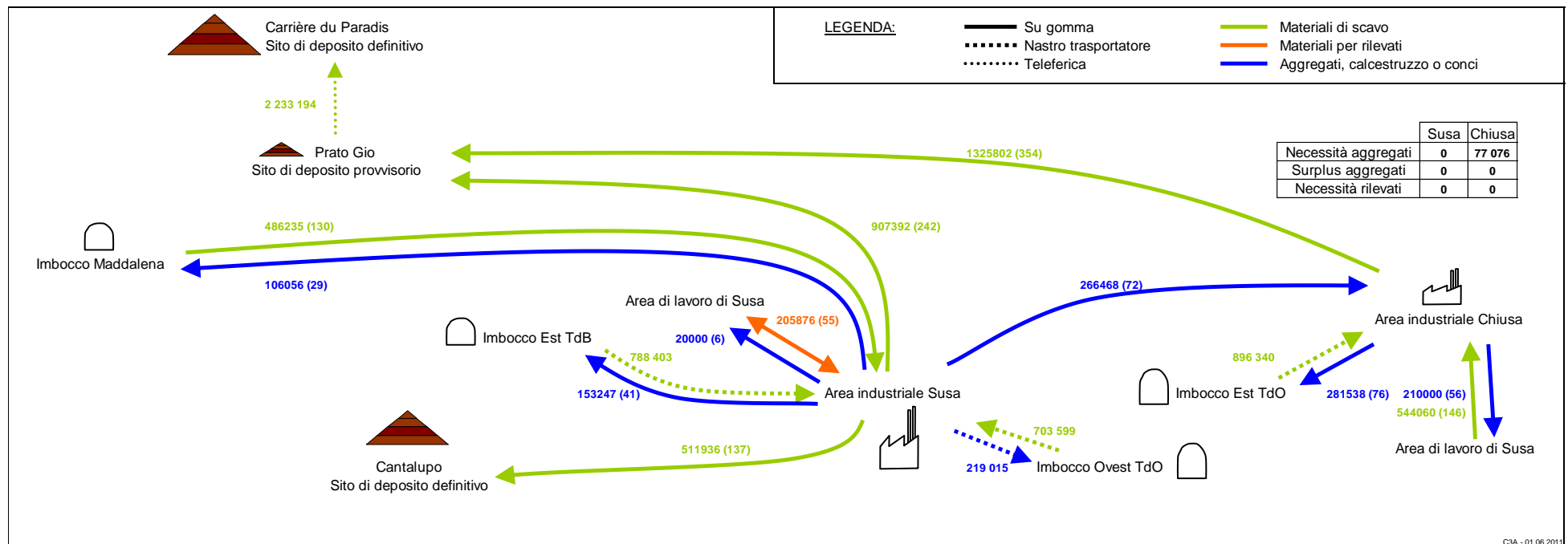
Schema del trasporto dei materiali lato Italia - Movimenti con riferimento alle quantità e al numero di camion per l'anno 2



Sono indicate le quantità di materiali in ton e tra parentesi il numero medio di camion per giorno per quanto riguarda il trasporto su gomma.

FLUSSO MATERIALI ANNO 3

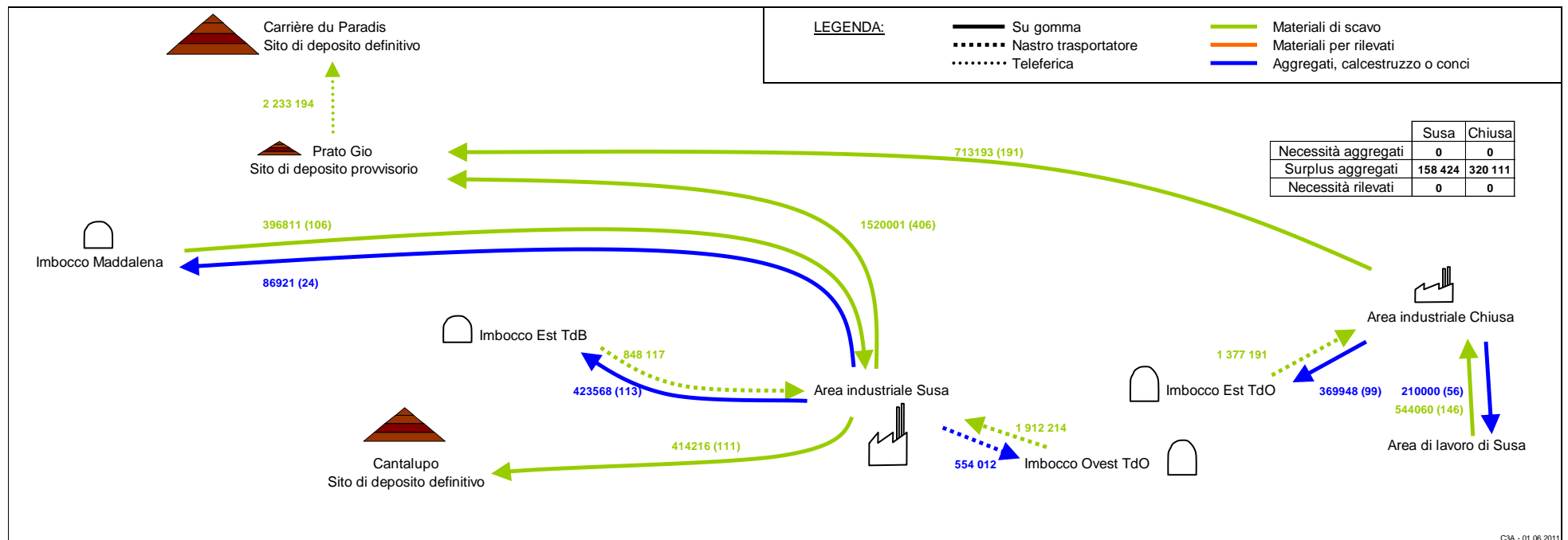
Schema del trasporto dei materiali lato Italia - Movimenti con riferimento alle quantità e al numero di camion per l'anno 3



Sono indicate le quantità di materiali in ton e tra parentesi il numero medio di camion per giorno per quanto riguarda il trasporto su gomma.

FLUSSO MATERIALI ANNO 4

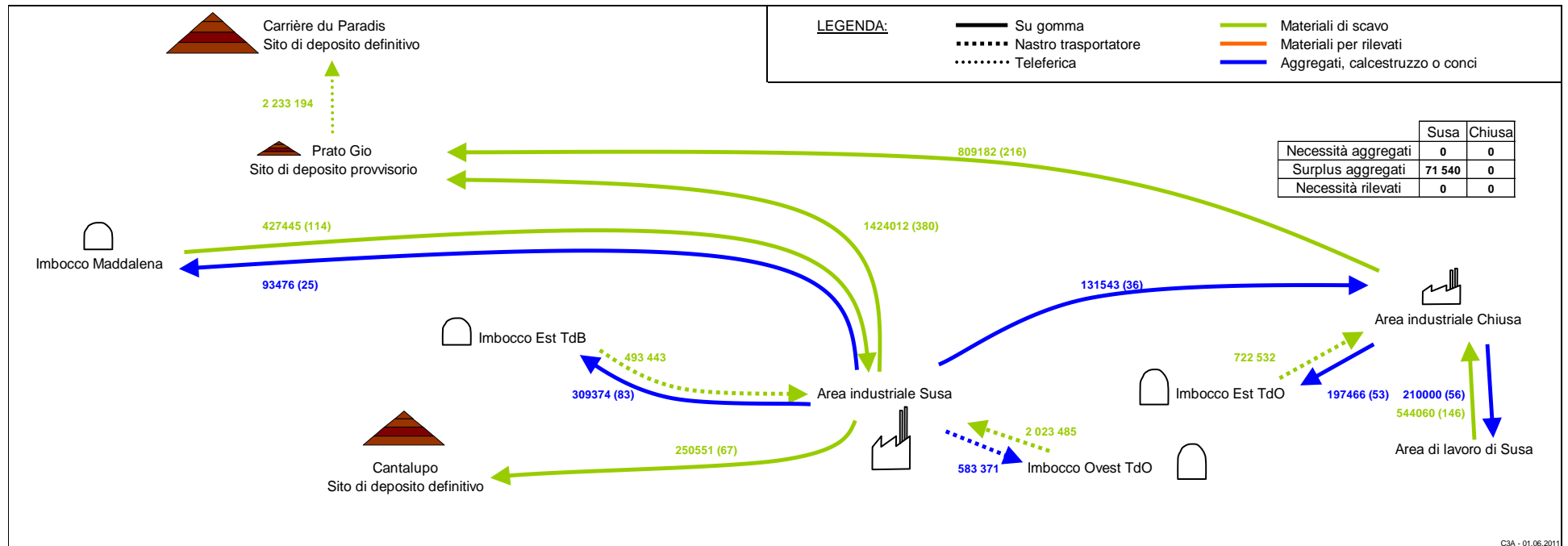
Schema del trasporto dei materiali lato Italia - Movimenti con riferimento alle quantità e al numero di camion per l'anno 4



Sono indicate le quantità di materiali in ton e tra parentesi il numero medio di camion per giorno per quanto riguarda il trasporto su gomma.

FLUSSO MATERIALI ANNO 5

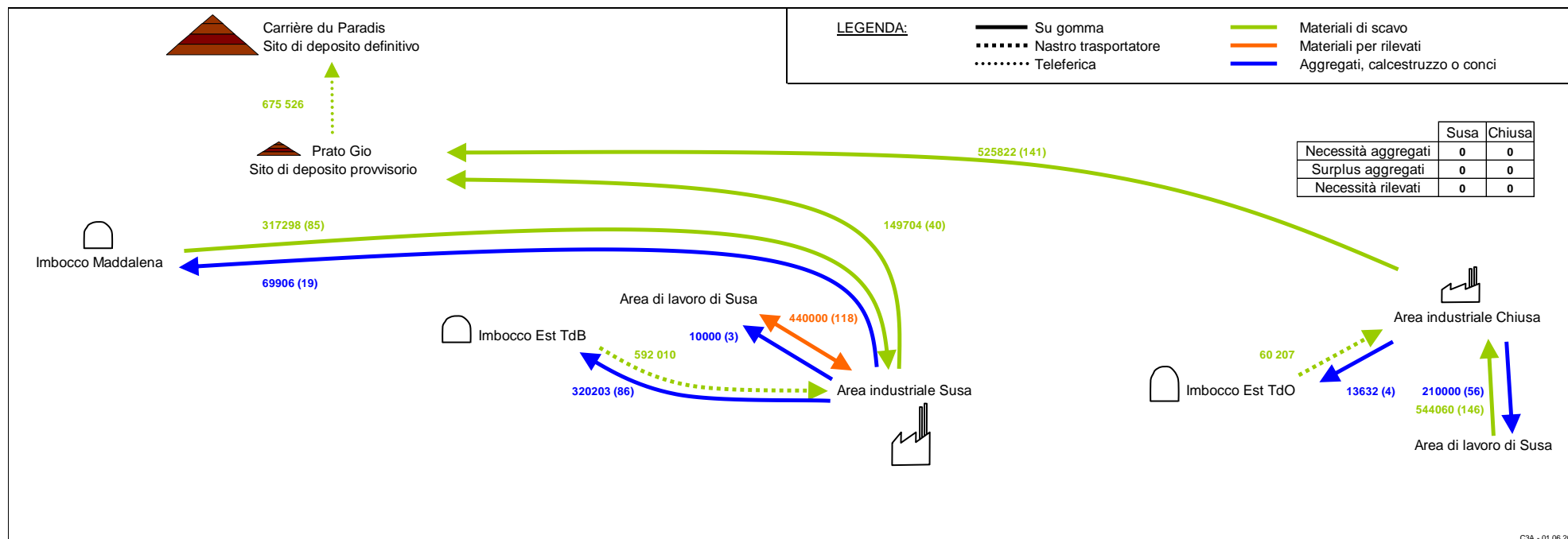
Schema del trasporto dei materiali lato Italia - Movimenti con riferimento alle quantità e al numero di camion per l'anno 5



Sono indicate le quantità di materiali in ton e tra parentesi il numero medio di camion per giorno per quanto riguarda il trasporto su gomma.

FLUSSO MATERIALI ANNO 6

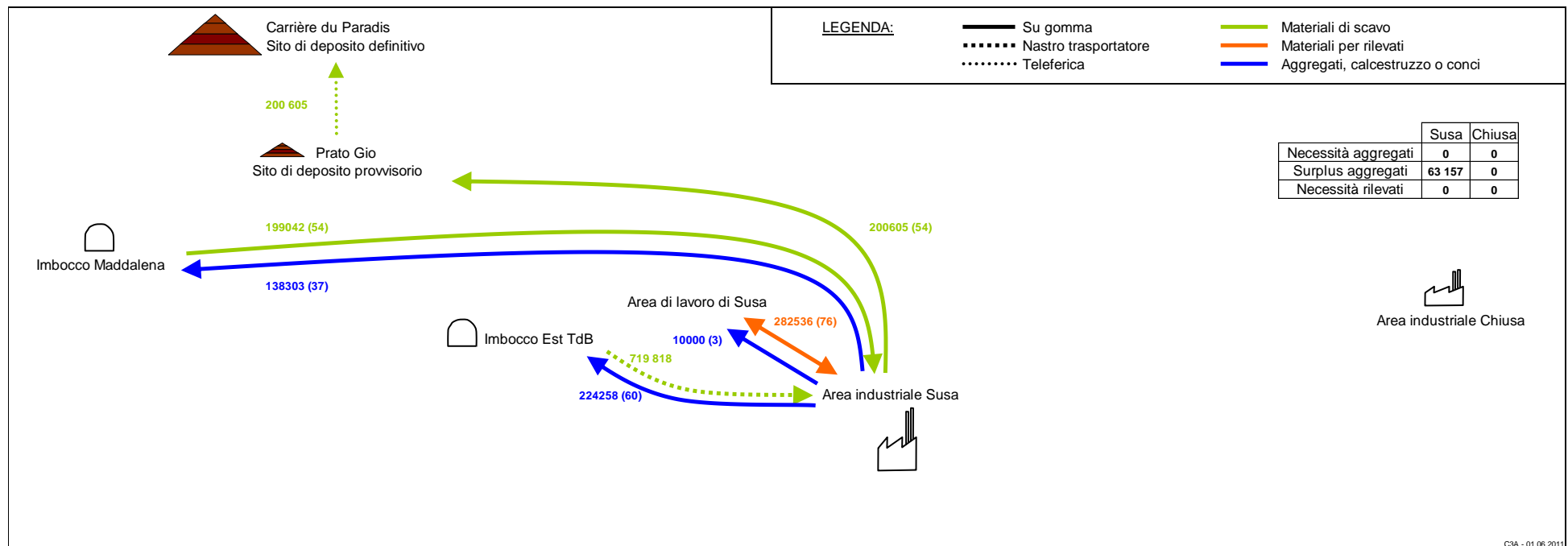
Schema del trasporto dei materiali lato Italia - Movimenti con riferimento alle quantità e al numero di camion per l'anno 6



Sono indicate le quantità di materiali in ton e tra parentesi il numero medio di camion per giorno per quanto riguarda il trasporto su gomma.

FLUSSO MATERIALI ANNO 7

Schema del trasporto dei materiali lato Italia - Movimenti con riferimento alle quantità e al numero di camion per l'anno 7



Sono indicate le quantità di materiali in ton e tra parentesi il numero medio di camion per giorno per quanto riguarda il trasporto su gomma.

9.8 COSTRUZIONE IMPIANTI FERROVIARI E NON FERROVIARI

Ai fini della costruzione, gli impianti interessati sono di 2 tipi:

- gli impianti elettromeccanici ferroviari (autotrasformatori, cavo alta tensione...) e non ferroviari (ventilazione, rete antincendio, correnti deboli.....) localizzati in aree ben precise adiacenti alla linea ;
- gli impianti ferroviari distribuiti lungo tutta la linea, quali l'armamento, il segnalamento, la catenaria, i cavi e gli apparati di telecomunicazioni e di Luce e Forza Motrice di linea.

9.8.1 Fasizzazione e metodo di costruzione

Come nell' APR-PR, la posa degli impianti segue le fasi seguenti :

- Realizzazione degli impianti dei rami di comunicazione in parallelo alle opere civili.
- La messa in parallelo di questi cantieri con quelli delle opere civili è possibile per il loro carattere puntuale e isolato. Peraltro è necessario che l'installazione nei rami cominci solo a una certa distanza dall'ultimo fronte di attacco in ragione della logistica propria delle opere civili. I mezzi di trasporto sono analoghi a quelli utilizzati dalle opere civili. In caso di emergenza, i rami dovranno comunque garantire un percorso di soccorso da una canna all'altra anche durante e dopo la fase di installazione.
- Stesura e fissaggio dei cavi e posa degli impianti di linea, non appena il cantiere viene lasciato libero dalle opere civili. Questo permette di approfittare dei diversi punti di accesso costituiti dalle discenderie e della elasticità di questi cantieri, a fronte dei possibili rischi di ritardo dei cantieri delle opere civili nella messa a disposizione di ogni tratta di linea.
- Posa dell'armamento, della catenaria e degli impianti di segnalamento di linea.

In tunnel l'armamento sarà costruito con l'impiego di 3 "treni di lavoro" :

- Un "treno di betonaggio" per realizzare il piano di posa dei binari. Il treno di betonaggio si compone di tre parti : la testa con il vagone di erogazione (pompa di calcestruzzo) e la betoniera, il centro con i vagoni per l'acqua ed il cemento e la coda con i vagoni per gli inerti (sabbia ed aggregati premescolati);
- Un treno di traverse composto da 4 carri pianale;
- Un treno di LRS (Lunga Rotaia Saldata) composto da 10 vagoni.

Questa scelta è giustificata dalla necessità di ottenere cadenze elevate, per la lunghezza importante delle linee in sotterraneo e per l' assenza di binario adiacente. La sequenza di posa

dell'armamento è scomposta in 3 fasi: la posa dell'armamento a vuoto (traverse e binari), durante la quale il binario è armato a vuoto sulla soletta delle opere civili, il "sovralzo" (sagoma, sopraelevazione) e la stesura del calcestruzzo di bloccaggio.

9.8.2 Aree per i cantieri degli impianti

A parte i cantieri di armamento e quelli degli impianti non ferroviari (ventilazione, rete antincendio, correnti deboli, cavi etc.), gli impianti richiedono aree di cantiere con accesso dalla rete viabilistica il più possibile vicini agli imbocchi dei tunnel ferroviari, direttamente collegati alle linee ferroviarie esistenti, poiché, come poc'anzi specificato, il trasporto dei materiali da costruzione avviene via treno.

Per questo motivo si prevede di installare la base di lavoro lato Italia in adiacenza all'attuale piazzale della stazione di Condove - Chiusa San Michele sulla linea storica.

Questa zona corrisponde ai binari di ricezione dei treni descritti precedentemente, degli stoccaggi necessari di vagoni, di un binario di manutenzione del materiale rotabile, di un binario accessibile dalla rete viaria per il carico degli altri materiali (deviatoi ecc), di aree di stoccaggio (materiali di armamento, aggregati e centrale di premiscolamento degli aggregati).

I carri carichi di traverse premontate e di LRS arrivano sul cantiere dalla Linea storica; un binario provvisorio, posato nella trincea e nella galleria artificiale dell'Interconnessione collegherà questa linea alla futura Linea Nuova

10 AMBIENTE

10.1 ASPETTI GENERALI

Il progetto preliminare della nuova linea Torino-Lione si è posto l'obiettivo di ricercare ed individuare idee e soluzioni tecniche a partire dal territorio, non soltanto in termini di rispetto di vincoli tecnici ed ambientali, quanto, soprattutto, indirizzandosi verso scelte di corridoio e di tracciato potenzialmente in grado di indurre delle positività nel contesto sociale, economico ed ambientale locale. Questo obiettivo potrà essere reso possibile agendo in coerenza e sinergia con azioni coordinate di tipo settoriale da prevedersi nell'ambito della pianificazione alle diverse scale territoriali e già prefigurate nel piano strategico della provincia di Torino.

In questa logica, l'approccio tradizionale, solitamente banalizzato nello schema "progettazione → mitigazioni degli impatti → compensazione dell'impatto residuo" è stato radicalmente modificato. L'opera è stata di conseguenza pensata come un elemento da fare emergere dal contesto locale per contribuire a creare valore aggiunto territoriale, e non calata in esso indipendentemente dalle dinamiche in grado di innescare. L'opera è stata inoltre progettata sulla base di principi della sostenibilità e operando "ciclicamente" sulle relazioni fra pressioni indotte, risposte possibili e previsione di dinamiche di stato ambientale in ogni fase dello sviluppo progettuale. Secondo questa logica, in luogo di una analisi tipicamente sequenziale e per lo più orientata verso la riduzione e compensazione del "negativo" si è preferito studiare il problema in termini di dinamiche complessive prefigurando scenari di impatto/opportunità e di risorse da attivare a fianco delle necessarie azioni di tutela (queste ultime aventi, il più possibile, un carattere preventivo).

Anziché trovarsi nella situazione di "mitigare" e "compensare" impatti indesiderati, il progetto ha quindi cercato di porsi in una più ampia visione di dinamica del territorio che, secondo la logica del modello concettuale "pressione-stato-risposte", potesse permettere di indurre e stimolare risposte sia di tutela ambientale sia di equilibrato sviluppo socio-economico.

Per tale ragione, l'azione progettuale ha tenuto conto non solamente dei bisogni generali dell'opera da realizzare ma anche della necessità di integrarla nella pianificazione del territorio, cogliendo opportunità e risorse principalmente per i temi sotto citati:

- Ambiente (es: contributo a riqualificazione e ricostituzione della rete ecologica, parco fluviale della Dora, benefici sulla qualità dell'aria da trasferimento modale).
- Tessuto urbano (es: riqualificazione urbanistica nella zona della nuova stazione e piana di Susa)
- Viabilità e trasporti (es: miglioramento della mobilità locale)
- Recupero di superfici; (es: aree intercluse)
- Attrattiva turistica (es: treni della neve)

Anche la logica dell'applicazione della “Démarche Grand Chantier” per la fase di costruzione va nella direzione e nella logica di azione sopra citata.

La Démarche Grand Chantier è un procedimento messo in opera in Francia per la realizzazione delle grandi opere, che consiste essenzialmente in una serie di provvedimenti da parte degli Enti Territoriali, volti a predisporre le condizioni perché il territorio sia pronto ad usufruire delle ricadute economiche connesse alla realizzazione delle opere.

In un contesto di complessità territoriale e ambientale la risposta che si è inteso fornire nell'ambito dell'analisi ambientale risulta, in sostanza, principalmente riassumibile nei seguenti punti:

- Superamento dell'approccio di tipo valutativo-mitigativo-compensativo a favore di un obiettivo di internalizzazione del progetto nelle dinamiche del territorio.
- Ricerca di un approccio scevro da ogni condizionamento a carattere strumentale in merito all'opera. Tutte le valutazioni di carattere disciplinare si sono attenute a norme di buona tecnica, all'uso di modelli previsionali affrontati nel modo più oggettivo possibile e, in ogni caso, rendendo esplicite e ripercorribili le assunzioni alla base delle analisi svolte.
- Applicazione di una metodologia di lavoro in grado di risultare il più possibile aperta, in fase di confronto procedurale, alle modifiche, integrazioni ed approfondimenti che scaturiranno dai molti punti di vista con i quali lo Studio verrà letto ed analizzato.
- Conformità dell'analisi allo stato di progetto preliminare per quanto il confronto svolto in sede di Osservatorio Tecnico e la ricca documentazione pregressa e/o acquisita con le indagini in campo abbiano tuttavia consentito alcuni approfondimenti già tipici di fasi progettuali di maggiore dettaglio.
- Unitarietà di approccio con la tratta nazionale. I gruppi di lavoro dei due proponenti, LTF-RFI, hanno condiviso parti dello Studio ed operato in analogia di metodo laddove necessario e possibile in relazione alle caratteristiche del territorio e ai tempi di progetto.

10.2 IL MODELLO PRESSIONE-STATO-RISPOSTE

Il modello concettuale di riferimento per gli studi e le analisi ambientali del progetto della NLTL è quello conosciuto come “**Pressione-Stato-Risposta (PSR)**”, ideato negli anni '70 dallo statistico canadese Anthony Friend. Questo modello prevede una lettura integrata dei fenomeni studiando le interdipendenze della catena causale fra le pressioni antropiche (industria, trasporti, urbanizzazione), lo stato delle risorse ambientali (aria, acqua, suolo ecc.) e le risposte che una società è in grado di mettere in atto per mantenere equilibrio fra le proprie pressioni e la tutela delle risorse ambientali. In questa logica, il progetto della NLTL diventa un tassello di questo sistema di analisi e, accanto alle nuove pressioni inevitabilmente indotte con la sua costruzione ed esercizio, si pone il fine di indurre nel tempo risposte

positive in termini di equilibrio fra i tre fondamenti della sostenibilità (ambiente, economia e sociale).

10.3 LE FASI DEL LAVORO PER L'ANALISI AMBIENTALE

Le fasi di lavoro per la redazione degli studi ambientali di progetto possono essere descritte come segue:

- Fase preliminare – in tale fase è stato prescelto il modello PSR e definito un primo set di indicatori per la successiva analisi ambientale.
- Fase 1) – in questa fase dello Studio sono state integrate le conoscenze pregresse (di prevalente fonte pubblica grazie al sistema informativo provinciale e al censimento dati ambientali condotto da LTF) con quanto è stato possibile osservare e misurare in campo o mediante approfondimenti documentali e bibliografici di natura tecnico-scientifica. Da questa attività sono emerse le principali relazioni fra le nuove pressioni delle diverse tipologie di tracciato dell'opera indotte sul territori. L'analisi ha anche permesso di ragionare sin dall'inizio in termini integrati fra impatti, opportunità e risposte di progetto.
- Fase 2) – in questa fase è stata compilata per ciascun sito ricettore oggetto di pressioni dell'opera una matrice di stima degli impatti (tenuto conto del livello preliminare del progetto) in relazione a tutte le componenti ambientali di studio. Gli impatti sono stati valutati ed evidenziati con un sistema a punteggio sia nella loro natura (positiva, negativa) che intensità e riportati su cartografia per evidenziarne la dimensione spaziale.
- Fase 3) Progettazione ambientale – Si tratta della fase di “risposta” tesa non solo a ridurre gli impatti ma anche a perseguire valore aggiunto territoriale grazie alle scelte di progetto e alle opportunità offerte dalla fase di costruzione. In tale fase è stato svolto un riesame e una messa a punto di quanto in precedenza svolto. Questa fase non va infine intesa come di “conclusione” ma come spunto di inizio del confronto e degli approfondimenti nella direzione del progetto definitivo.

10.4 DOCUMENTAZIONE DI BASE

Le principali tipologie di dati di base utilizzati per l'analisi e la progettazione ambientale sono risultati i seguenti:

- La normativa ambientale vigente e la normativa europea di riferimento.
- Le specifiche funzionali e tecniche del progetto e il rispetto delle norme della sicurezza.

- Gli orientamenti definiti nei sette quaderni elaborati nella prima fase dei lavori dell'Osservatorio Torino-Lione, nell'Accordo di Pracatinat, inclusi gli studi di prefattibilità realizzati da LTF su richiesta dell'Osservatorio.
- Le “Specifiche progettuali” dell'Osservatorio Torino-Lione del 4 febbraio 2009, che si riferiscono al progetto preliminare dell'intera tratta della Linea Nuova in territorio italiano.
- Gli “Indirizzi Operativi” per la NLTL dell'Osservatorio del 29 gennaio 2010.
- Le Linee Guida Architettoniche e Paesaggistiche definite nel quadro di studi redatti da professionisti incaricati da LTF.
- Gli esiti dello Studio socio-economico derivati dall'attività di uno specifico gruppo di lavoro.
- Gli esiti dell'Analisi Costi Benefici condotta da uno specifico gruppo di lavoro.
- Gli esiti dell'Analisi Multicriteri svolta mediante uno specifico gruppo di lavoro.
- Gli esiti, nel periodo di compatibilità di tempi, degli altri gruppi di lavoro dell'Osservatorio Torino-Lione (es. Susa).

Tutti i dati progettuali hanno costituito elementi di ingresso per le valutazioni ambientali ma nell'ambito di un processo di lavoro interattivo teso a restituire informazioni di natura ambientale ai progettisti sia prima che nel corso delle decisioni sull'opera. In sintesi, questo lavoro di continua interazione ha portato alla definizione di:

- Progetto del tracciato ferroviario, suddiviso per tipologie.
- Progetto dei cantieri, cave, depositi e della logistica di costruzione.
- Progetto degli impianti, ferroviari e non ferroviari
- Progetto dell'adduzione elettrica.
- Progetto della viabilità.
- Progetti delle stazioni e dei fabbricati.
- Progetti idraulici.
- Altri progetti di opere provvisorie o definitive accessorie.

Tutta la progettazione può quindi definirsi come inscindibile da quella ambientale e da essa non distinguibile, se non per convenzioni di forma e per comodità di lettura di taluni elaborati nei quali si è ritenuto opportuno evidenziare ed approfondire talune specificità (opere a verde e barriere antirumore).

Un'ultima categoria di dati in ingresso, utilizzati per indirizzare la citata progettazione, ha riguardato quelli di carattere tipicamente ambientale e di pianificazione del territorio di prevalente provenienza pubblica e di acquisizione in campo nel periodo di progettazione:

- Censimento dati ambientali (svolto da LTF 2008-2009)
- Dati resi disponibili con il piano delle indagini ambientali e i sopralluoghi tecnici per quanto è risultato possibile effettuare sul territorio.

10.5 LA DOCUMENTAZIONE AMBIENTALE PRODOTTA PER IL PROGETTO PRELIMINARE DELLA NLTL.

Per quanto sopra affermato, la documentazione di carattere ambientale per il progetto è stata sviluppata in modo integrato con il restante complesso di elaborati del Progetto Preliminare. I singoli elementi di tale lavoro sono evidenziati in una specifica sezione dell'elenco elaborati. Questa documentazione risulta organizzata nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale al quale sono allegati una serie di Dossier come di seguito illustrato.

10.6 LO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE E I DOSSIER ALLEGATI

Lo Studio di Impatto Ambientale è stato redatto in fase di progetto preliminare e prevede un iter autorizzativo ai sensi dell'art 165 del D.Lgs. n. 163/2006. (Legge Obiettivo). Tale procedura, per espressa volontà dell'Osservatorio Tecnico, verrà svolta mediante un percorso di ascolto e condivisione con il territorio come esplicitato nel documento di "Indirizzi Operativi del 29 gennaio". In tale documento si precisa infatti che l'attività di progettazione preliminare è *un processo aperto in cui l'interazione con il territorio attraverso l'Osservatorio parte prima dell'avvio del progetto stesso, e ne accompagna passo dopo passo lo sviluppo (orientandone le progressive evoluzioni), fino alla sua conclusione tecnica (corredata di SIA, Valutazione Costi-Benefici e Studio delle ricadute territoriali)*. Il documento prosegue indicando che a tale fase seguirà quella di Progettazione Definitiva *"con la sua ulteriore Valutazione di Impatto Ambientale"*.

Lo Studio di Impatto Ambientale è stato organizzato nei tre quadri di riferimento di legge (Programmatico, Progettuale ed Ambientale) corredato da una sintesi non tecnica. A questi volumi di testo sono state allegate le seguenti carte ed elaborati:

- Corografia generale dell'intervento e inquadramento dell'area di studio;
- Carta del reticolo idrografico;
- Carta geologica e geolitologica;
- Carta geomorfologica;
- Carta idrogeologica;
- Carta dell'uso del suolo;
- Carta della vegetazione;
- Carta delle emergenze paesaggistiche e culturali;
- Carta degli elementi di rilevanza ecologica e sensibilità naturalistica;
- Carta dei ricettori (con approfondimenti per le vibrazioni);
- Carta delle infrastrutture tecnologiche e delle sorgenti elettromagnetiche;
- Carta dei vincoli paesaggistici ed archeologici;
- Carta dei vincoli naturalistici ed idrogeologici;

- Carta degli strumenti urbanistici;
- Album fotografico;
- Cartografia delle alternative locali di tracciato;
- Carta di inquadramento dei cantieri e della logistica di cantiere;
- Carta di inquadramento di cave, discariche, siti inquinati e aziende a rischio rilevante;
- Cartografia degli impatti – fase di costruzione;
- Cartografia degli impatti – fase di esercizio;
- Carta delle ricadute al suolo dei principali inquinanti atmosferici;
- Schede descrittive – fauna;
- Cartografia degli impatti;

Oltre ai citati allegati sono stati redatti ulteriori specifici dossier, a loro volta completi di propri allegati, relativi alle seguenti tematiche:

- Opere a verde
- Rumore
- Rischio archeologico
- Valutazione di incidenza sui SIC
- Siti inquinati
- Relazione paesaggistica
- Impatti transfontalieri
- Monitoraggio ambientale
- Gestione ambientale dei cantieri
- Analisi multicriteri delle alternative locali di tracciato

Quest'ultimo documento, allegato al Quadro Progettuale, trova una specifica descrizione all'interno della presente sintesi ed è stato redatto in forma congiunta dai due proponenti LTF e RFI.

Costituisce infine documento sintetizzato nello Studio di Impatto Ambientale anche l'Analisi Costi-Benefici redatta da LTF, documento che risulta in sviluppo in forma partecipata anche da parte di uno specifico gruppo di lavoro in ambito Osservatorio.

Tutti i dati e le informazioni di natura cartografica sono stati trattati a mezzo di software GIS (Geographical Information System) in modo da poter agevolmente essere riprese e riutilizzate nel successivo iter di progetto. Il lavoro sin qui svolto consta di dieci "progetti GIS tematici", funzionali alla predisposizione degli elaborati cartografici per ogni componente ambientale del territorio e di un progetto di insieme navigabile e interrogabile.

10.7 L'AMBIENTE E LA CARTA ARCHITETTONICA E PAESAGGISTICA

Le relazioni fra la Carta Architettonica e Paesaggistica e le attività di analisi ambientale sono risultate molto strette, come logico attendersi, sin dalle prime fasi di avvio della progettazione preliminare. Senza dilungarsi sui contenuti della Carta, a cui viene dedicata una sezione delle presente sintesi, giova ricordare in questa sede come da essa siano pervenute anche le “Linee Guida architettoniche e paesaggistiche”, accolte nel progetto mediante un’attività di confronto e coordinamento. Anche la Carta Architettonica e Paesaggistica rientra concettualmente fra i documenti che perseguono il principio di “non mitigare” interventi decisi con poca o scarsa attenzione sul territorio, ma di ricercare all’origine le “mitigazioni” o, meglio, la qualità ambientale di ogni singolo elemento dell’opera in una visione unitaria del progetto. Dalla carta architettonica sono scaturite alcune importanti indicazioni quali, sotto il profilo naturalistico e paesaggistico, l’idea del Parco fluviale della Dora, le modalità di risoluzione delle tipologie di imbocchi, l’architettonico per il ponte sulla Dora.

Alcune indicazioni sono fornite anche riguardo alla fase di cantierizzazione, con l’anticipazione delle opere a verde, e a un “linguaggio comune” per tutti i fabbricati. Un ulteriore tema importante ha riguardato lo studio sugli schermi acustici, indispensabili nelle tratte all’aperto al fine di rientrare nei limiti di legge. Le barriere acustiche proposte dalla carta prevedono in tal senso anche l’abbinamento con pannelli fotovoltaici.

10.8 PRINCIPALI ASPETTI AMBIENTALI DEL PROGETTO

L'opera, prevalentemente in sotterraneo, interessa una porzione minima di territorio rispetto al suo sviluppo complessivo. Ciò non riduce l'importanza delle zone all'aperto, quali la piana di Susa, il sito di sicurezza a Chiusa San Michele e le aree che saranno impegnate, a diverso titolo, per la fase di costruzione. Appare tuttavia evidente come, nell'insieme, sia il sottosuolo sia l'ambiente nel quale si manifesteranno le principali pressioni dell'opera e per il quale la scelta del tracciato costituisce di per se stessa (unitamente a modalità e tecniche di scavo) la principale azione per agire all'origine sulla tutela ambientale del territorio. In questo senso, pur con la parzialità dei sondaggi svolti, l'analisi di confronto multi criteri ha tenuto in debito conto questo tema e la scelta fatta rappresenta anche quella di principale forza sotto il profilo delle minori pressioni di carattere idrogeologico.

Per quanto di riferimento agli ambienti in superficie, la limitata occupazione di suolo avviene in ogni caso in contesti particolarmente complessi e rilevanti sotto il profilo dell'analisi ambientale. Gli aspetti ambientali relativi alle analisi di superficie sono sinteticamente accorpabili nelle seguenti tre categorie:

- Ambiente antropico
- Paesaggio
- Ambiente biotico

Alle quali si aggiunge quella geologica ed idrogeologica a cui possono essere associate le acque superficiali, anche in relazione alle potenziali relazioni che caratterizzano la circolazione idrica:

- Ambiente geologico, acque superficiali e idrogeologia

10.8.1 Ambiente antropico

L'ambiente antropico risulta fra i principali elementi dell'analisi ambientale sia in qualità di ricettore di impatto che come fattore di pressione del modello "pressioni-stato-risposte".

L'ambiente antropico è stato pertanto indagato, nello Studio di Impatto Ambientale sotto diversi profili, in particolare:

- Nel contesto socio-economico di carattere locale;
- Quale ricettore di impatto da rumore, vibrazioni, atmosfera e, più in generale, di salute pubblica.

La gestione del primo punto è stata oggetto di specifica analisi ed è riconducibile alla Démarche Grand Chantier (per la fase di costruzione) e agli interventi di miglioramento urbanistico e della mobilità in fase di esercizio (in definizione da parte dei gruppi di lavoro quale quello di "Susa"). Per quanto riguarda gli impatti da rumore, vibrazioni, qualità dell'aria e salute pubblica il principale intervento è risultato quello di agire sul tracciato indirizzandosi verso la soluzione di minore pressione sul territorio e sui fabbricati. Ciò risulta vero sia nella piana di Susa (alternativa definita "D" senza problematiche di sottoattraversamenti di edifici

con basse coperture) che nella sostituzione degli interventi a Villarfocchiardo/Sant'Antonino con il sito di sicurezza di Chiusa San Michele. Con questa variante (variante definita "F") il tracciato ferroviario si affianca a direttrici viarie esistenti (in particolare la SS25 del Moncenisio), non comporta il "taglio" ortogonale di superfici agricole in precedenza necessario a Villarfocchiardo e riduce notevolmente le interferenze con l'edificato rispetto a quanto previsto in comune di Sant'Antonino.

Per quanto riguarda gli specifici aspetti acustici, tutte le tratte all'aperto si caratterizzano per la presenza di barriere, viste come elemento architettonicamente integrato nell'opera e, per quelle con esposizione favorevole, abbinabili con pannelli fotovoltaici.

10.8.2 Ambiente geologico, acque superficiali e sotterranee

Come già accennato, il tracciato si sviluppa principalmente in gallerie naturali, in buona parte profonde. Per lo studio sugli aspetti geologici ed idrogeologici il progettista ha potuto avvalersi solo parzialmente di dati di campo e di sondaggi, che dovranno essere completati prima della fase di progetto definitivo. Gli aspetti rilevanti dell'attività sin qui svolta possono essere rappresentati come segue:

- **Rischi amianto, uranio e radon.** Per quanto di conoscenza allo stato attuale il rischio amianto risulta confinato a circa 400 m di scavo nella zona Susa-Mompantero. Si tratta di un rischio di sicurezza per i lavoratori ma anche economico di gestione. Le tecniche di lavoro e di sicurezza oggi previste escludono tuttavia qualsiasi possibilità di contaminazione in ambiente esterno e conseguenti esposizioni per la popolazione. Per quanto riguarda uranio e radon il ragionamento è in parte analogo anche se le informazioni sono ad oggi minori. Sono state al momento messe a punto tutte le procedure necessarie ad intervenire in attesa degli approfondimenti previsti in sede di progettazione definitiva.
- **Vulnerabilità dell'acquifero e falda.** Analizzando i dati disponibili emerge un quadro di vulnerabilità differenziato, in base al quale l'area di fondovalle della Valle Cenischia in destra idrografica del torrente omonimo presenta una vulnerabilità decisamente inferiore rispetto a quella in sinistra idrografica e del fondovalle della piana delle Chiuse. Anche in questo caso è stata la localizzazione del tracciato stesso a ricercare e configurare le ipotesi di minore pressione all'origine.
- **Sorgenti.** Sono state effettuate per quanto possibile le indagini in campo e l'ubicazione del tracciato ha puntato a salvaguardare quanto più possibile questo prezioso elemento ambientale. Per quanto ad oggi non si ravvedano problematiche particolari, su questo tema opportuni sono previsti ulteriori approfondimenti ed indagini in sede di progetto definitivo. In particolare, da novembre 2009 è in corso un ampio Piano di Monitoraggio delle risorse idriche esteso a tutti i settori interessati.

- **Terre e rocce da scavo:** La gestione dei volumi scavati, la logistica dei movimenti terra, le aree di scavo ai siti di conferimento è stata valutata con la finalità di rendere riutilizzabili il più possibile i materiali origine degli scavi. Questo aspetto, una delle più immediate ed efficaci considerazioni di risparmio ambientale si scontra tuttavia al momento della stesura del progetto con una legislazione in fase di cambiamento e che dovrà anch'essa risultare oggetto di valutazioni in sede procedurale.

Sulla base della classificazione geotecnica dei materiali estratti sono tuttavia già state individuate linee di riutilizzo nel rispetto di tutti i vincoli. Quanto non fosse recuperabile per rilevati, ritombamenti e produzione di conglomerati cementizi in cantiere, è stato al momento previsto che il materiale venga avviato, anche previo stoccaggio temporaneo, presso siti di ritombamento e recupero morfologico dedicati, con sistemi di trasporto su gomma, nastri trasportatore e teleferica (quest'ultima in direzione della Carrière du Paradis, sito in Francia già autorizzato dalla DUP). E' peraltro in corso, in sede di Osservatorio e con il coinvolgimento di Provincia e di Regione, una iniziativa volta a favorire l'utilizzo in altri progetti del materiale, di idonee caratteristiche, eccedente le necessità del progetto, per diminuire le necessità di siti di deposito e contemporaneamente la necessità di aprire nuove cave nel territorio.

10.8.3 Ambiente biotico

L'ambiente biotico analizzato per il progetto si è basato in larga parte sullo studio delle aree protette e delle reti ecologiche, elemento prioritario sia per la pianificazione regionale che provinciale. Per quanto riguarda lo stato attuale, sia la piana di Susa che quella delle Chiuse possono essere considerate zone a ridotto grado di naturalità a causa delle importanti pressioni antropiche esistenti ed alla graduale semplificazione delle forme e delle risorse agro-forestali osservabile nel tempo. Anche le sponde fluviali della Dora Riparia (nonché la qualità biologica delle acque in più stazioni di rilevamento) presentano elementi di criticità e giudizi e insufficienza, con obiettivi di risanamento anche nell'ambito della pianificazione pubblica. In questo contesto semplificato permangono frammenti di corridoi e di "isole di verde" della rete ecologica che, mediante opportuni interventi di ricucitura a verde, potrebbero essere nuovamente meglio connessi con le vaste aree di grandissimo interesse naturalistico quali il Parco dell'Orsiera-Rocciavrè, il Sito di importanza comunitaria delle oasi xerothermiche di Foresto e, più a valle, l'orrido di Chianocco. Si tratta di zone naturalistiche che conservano un'elevata biodiversità e specie rare e che risultano di conseguenza fondamentali sia per gli equilibri naturalistici che per gli aspetti paesaggistici dell'intera valle.

10.8.4 Paesaggio

La Carta Architettonica e Paesaggistica indica espliciti interventi al fine di "*costruire con il paesaggio*": la nuova linea ferroviaria, caratterizzata da molteplici opere complementari ed accessorie deve pertanto prevedere l'inserimento di nuovi elementi valorizzando gli spazi e armonizzando, per quanto possibile, l'insieme delle diverse infrastrutture viarie e ferroviarie che si verranno a determinare. Sia la Carta Architettonica che l'intenzione del progettista non si fermano a questo aspetto, ma puntano ad indurre dinamiche favorevoli ad uso anche privato

più coerente che in passato con le scelte di insieme che dovrebbero derivare dal lavoro di pianificazione territoriale. Nonostante il progetto, per sua natura possa operare solo all'interno delle aree di propria competenza, è indubbio che un lavoro di partecipazione alla fase procedurale (auspicabile anche da parte della cittadinanza) possa portare a risultati complessivi realmente migliorativi.

10.9 LA GESTIONE AMBIENTALE DELLA FASE DI COSTRUZIONE

La fase di costruzione della Nuova Linea comporta anche numerose attività di Monitoraggio Ambientale, in parte già anticipate nel corso della redazione dello Studio di Impatto Ambientale. Si tratta di rilievi strumentali, censimenti ed osservazioni che coinvolgono tutti i temi ambientali, quali ad esempio lo stato delle acque, dell'aria, il rumore e le varie componenti naturalistiche. Il Progetto Preliminare di Monitoraggio Ambientale, allegato al SIA, descrive e programma il prosieguo di queste attività per le fasi di ante-operam, in corso d'opera e post-operam.

Ai fini della qualità ambientale della fase di costruzione grande importanza rivestono poi sia le scelte di ubicazione delle aree di lavoro (solitamente caratterizzate tuttavia da vincoli importanti di tipo tecnico e funzionale) che le procedure, i criteri e i comportamenti, previsti in sede di progettazione. Tali aspetti risultano infatti realmente in grado di determinare un significativo contenimento dei rischi di inquinamento, di qualsivoglia entità, e favoriscono l'accettazione sociale dei lavori quando accompagnata da una corretta e trasparente comunicazione.

Uno dei principi previsti preliminarmente dal progetto è, in tal senso, quello dell'impiego di “*Best Available Techniques – BAT*”, ossia delle più efficienti e avanzate tecnologie, industrialmente *disponibili* in un dato momento sul mercato, che siano al contempo *applicabili* in condizioni tecnicamente valide e capaci di *garantire* un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso. Si tratta di tecnologie elencate e disciplinate a livello comunitario.

Più in generale, e a titolo esemplificativo, il progetto risponde a requisiti di efficienza nel contempo tecnica ed ambientale in vari modi:

- adottando tecnologie di scavo con TBM;
- operando con mezzi a bassi consumi, minime emissioni di particolato e schermati acusticamente;
- prevedendo il confezionamento del calcestruzzo in installazioni dedicate e controllate;
- prevedendo aree attrezzate di deposito additivi e per le sostanze potenzialmente pericolose;

Oltre alla scelta delle tecnologie, tutta l'operatività di cantiere sarà garantita mediante l'adozione di un sistema di gestione ambientale conforme alla norma ISO14001; fra gli

elaborati ambientali è in tal senso incluso un documento che tratta, anch'esso a un livello preliminare, la gestione di tutti gli aspetti ambientali significativi di cantiere (dalla gestione dei rifiuti, agli audit, ai riesami periodici in ottica di miglioramento).

10.10 RECUPERI E RIPRISTINI AMBIENTALI A FINE LAVORI

I lavori di recupero ambientale interessano tutte le opere strettamente connesse alla realizzazione dell'infrastruttura e sono finalizzati alla tutela del suolo fertile, agli equilibri ecologici ed agli obiettivi paesaggistici indicati dalla carta architettonica e paesaggistica.

Più in dettaglio, gli obiettivi perseguiti nel corso della progettazione della NLTL sono stati i seguenti:

- Armonizzazione ed ottimizzazione dell'inserimento dei nuovi manufatti nel contesto territoriale e paesaggistico;
- Ripristino delle aree interessate dal fronte avanzamento lavori in Val Cenischia, nella piana di Susa e nella piana di Chiusa San Michele;
- Riqualficazione delle aree intercluse o marginali, anche già esistenti e di situazioni suscettibili di miglioramenti ambientali (es. Parco fluviale della Dora)
- Armonizzazione degli imbocchi dei tunnel con gli elementi paesaggistici e naturalistici circostanti, mediante utilizzo di raccordi di morfologia e impiego di specie vegetali autoctone.

Coerentemente con questi obiettivi sono stati progettati interventi di ripristino nelle seguenti aree:

- Cantiere di Clarea, particolarmente sensibile sotto il profilo naturalistico per quanto soggetto a minima occupazione di suolo.
- Cantiere delle Maddalena, anch'esso in prossimità di zone naturali importanti, per quanto già prescelto in area di abbandono dopo i lavori autostradali.
- Imbocco del tunnel di base, particolarmente rilevante sotto il profilo paesaggistico e di cui è stato previsto l'addolcimento di pendenza per consentire adeguata piantumazione.
- Piana di Susa e zone di cantiere, ossia le aree che saranno più a lungo oggetto di attività e con le più importanti sistemazioni finali da armonizzare (linea, fabbricati, spazi verdi ecc.)
- Imbocco ovest tunnel dell'Orsiera, in analogia a quanto già detto per l'imbocco del tunnel di base e con la risoluzione paesaggistica degli alti rilevati
- Imbocco est tunnel dell'Orsiera, anch'esso con necessità di raccordo con il territorio
- Chiusa San Michele, con l'entità della trincea e la sua visibilità da siti panoramici, quali la viabilità in direzione del monte Pirchiriano.

10.11 RELAZIONI FRA GLI ASPETTI AMBIENTALI DI PROGETTO E I TEMI RILEVANTI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Uno degli obiettivi fondamentali del progetto, indicati in seno all'Osservatorio Tecnico, risulta quello della suo inserimento nell'ambito della pianificazione territoriale, non solo in termini di "corridoio" previsto dai principali documenti di indirizzo strategico ma anche quale elemento in grado di legarsi alle diverse politiche in previsione di attuazione. Nella tabella che segue vengono pertanto le principali relazioni e collegamenti fra il progetto, le politiche ambientali e dei trasporti e i temi ambientali rilevanti e di grande attenzione da parte degli strumenti di pianificazione.

Tema	Riscontro nel progetto
Fattore ambiente nelle politiche	La NLTL rappresenta un asse di collegamento tra le politiche trasportistiche e quelle ambientali, poiché risponde alla necessità di dare priorità al trasporto ferroviario, di maggiore sostenibilità rispetto a quello aereo e su gomma, e pianificato a livello europeo (corridoio 5).
Cambiamento climatico	Il trasferimento di quota parte del trasporto merci da gomma a ferro implica la diminuzione delle emissioni dei gas ad effetto serra vista l'assenza di emissioni dirette in atmosfera del trasporto ferroviario. Possibile integrazione fra NLTL e produzione di energia da fonti rinnovabili mediante l'uso di barriere antirumore fotovoltaiche ed altre opportunità (fabbricati, spazi) approfondibili nelle successive fasi di progetto.
Natura e biodiversità	Prevalente sviluppo del tracciato in galleria, con limitato consumo di suolo. Contestuale recupero a verde di suoli improduttivi e parziale ricucitura delle connessioni con le "core areas" dei SIC. Questo tema è stato trattato in maniera particolarmente approfondita sia per favorire gli equilibri ecologici che gli aspetti paesaggistici. La realizzazione del Parco fluviale della Dora nell'area di progetto rappresenta la principale azione di accompagnamento dell'opera su questo tema.
Ambiente e salute	Tutte le azioni di progetto sono relazionate alla tutela dei lavoratori e della salute pubblica; quest'ultimo tema è stato oggetto di specifiche valutazioni nel Quadro Ambientale. Ricadute positive sulla salute pubblica sono individuabili anche nella prevista riduzione dell'inquinamento atmosferico nell'Alta Valle in conseguenza del trasferimento modale su ferro e dall'adozione di misure di accompagnamento quali il citato Parco fluviale della Dora.

<p>Gestione risorse naturali</p>	<p>Dall'analisi delle alternative di tracciato sino alle scelte dei materiali tutte le valutazioni effettuate si inseriscono in un contesto di ricerca di contenimento nell'uso di risorse ambientali, nel massimo riciclo di materiali e delle terre di scavo e nella contemporanea riduzione, nei limiti del possibile, dei rifiuti prodotti.</p> <p>Fra le risorse ambientali principali è stato considerato il suolo nella doppia logica di ridurre il consumo al minimo e favorirne il recupero, ove possibile, con gli interventi complementari alla realizzazione dell'opera.</p> <p>La corretta gestione delle risorse naturali sarà infine garantita dall'adozione in cantiere di un sistema di gestione ambientale.</p>
<p>Tutela del territorio</p>	<p>La realizzazione della NLTL induce pressioni sul territorio, alle quali fornire non solo tradizionali risposte di tipo mitigativo ma soprattutto ricerca di opportunità secondo il seguente approccio della pianificazione pubblica che ha guidato sia le scelte di tracciato che quelle della fase di costruzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rendere massima la salvaguardia dell'agricoltura di pianura e delle aree agricole periurbane, minacciate dall'invadenza immobiliare. • Promuovere il riutilizzo di aree abbandonate, ma già urbanizzate, piuttosto che l'urbanizzazione di nuove aree. • Promuovere il recupero-riutilizzo delle aree degradate o in stato di abbandono a verde pubblico o privato di interesse pubblico (compresa la progettazione di orti urbani a funzioni polivalenti, anche artistico – culturali). • Privilegiare l'utilizzo delle aree meno pregiate o non riutilizzabili in senso agricolo per opere legate alle infrastrutture. <p>Pur perseguendo questi principi la realizzazione della linea creerà comunque inevitabilmente alcune aree intercluse che attualmente ospitano edifici a destinazione terziaria (area SITAF) o in condizioni di degrado di suolo (area guida sicura), per le quali sono previsti interventi di riqualificazione e valorizzazione. Per l'unico caso di interferenza diretta con edificio sensibile (casa di riposo San Giacomo, già attualmente in posizione non ottimale) se ne prevede una rilocalizzazione in area più adeguata alla sua funzione.</p> <p>Il progetto preliminare comprende anche interventi di tipo paesaggistico integrando lo sviluppo della linea con il mosaico paesaggistico preesistente (quando caratterizzato da orditure o morfologie da preservare) o modificandone più radicalmente la percezione quando in presenza di situazioni suscettibili di potenziali miglioramenti.</p> <p>Il Progetto Preliminare prevede infine il recupero o la riqualificazione delle aree su cui sorgeranno i cantieri, il recupero dei siti di deposito temporaneo e l'inserimento paesaggistico dei</p>

	siti di deposito permanenti.
Sviluppo economico sostenibile	<p>La localizzazione della Stazione Internazionale di Susa rientra nella logica di ottimizzare i benefici economici che la NLTL può apportare alla Valle, in termini di mobilità sostenibile locale ma anche turistica, come nel caso dei “Treni della neve”. Il turismo (insieme con le attività produttive) è anche uno dei due elementi di forza dello sviluppo economico individuati dalla Provincia di Torino. Inoltre, sempre la Provincia vede nello sviluppo del sistema delle comunicazioni (tra cui la realizzazione della NLTL) uno dei motori dello sviluppo economico locale.</p>
Mobilità sostenibile	<p>La pianificazione stessa della NLTL risponde ad un'esigenza, riconosciuta a tutti i livelli di governo del territorio, di improntare il sistema della mobilità a principi di sostenibilità, poiché consentirebbe il passaggio di quote significative di trasporto (passeggeri ma soprattutto merci) da gomma a ferrovia.</p> <p>La creazione di un modello di mobilità sostenibile è stata inserita tra le priorità di sviluppo da parte della provincia di Torino che intende, con la NLTL, promuovere un'interazione molto stretta con il sistema delle metropolitane torinesi, non solo al servizio del capoluogo ma includendo anche Rivoli e Orbassano, realizzando un grande sistema che attraverso nodi di interscambio il più possibile esterni alla città consentano lo scambio con la gomma.</p> <p>Inoltre, il Progetto Preliminare include misure volte a minimizzare gli impatti della linea sulle popolazioni e gli insediamenti locali, come ad esempio, il risanamento acustico.</p>

11 QUADRO ECONOMICO RIEPILOGATIVO

Si riporta la tabella di sintesi del quadro economico riepilogativo della tratta internazionale in territorio italiano desunta dal documento PP2.C30.TS3.0118.0.AP.NOT « Quadro economico riepilogativo »

Il Quadro Economico e' in Euro ed riferito al gennaio 2010

DESCRIZIONE	PARZIALE	TOTALE
A)LAVORI		3.561.584.516,60
1) Esecuzione lavori	3.456.168.806,60	
2) Piani di sicurezza	105.415.710,00	
B) SOMME A DISP. STAZIONE APPALTANTE		723.882.464,81
1) Lavori in economia	0,00	
2) Rilievi, accertamenti, indagini	15.625.000,00	
3) Imprevisti	492.310.324,38	
4) Espropri, occupazioni. temporanee., convenzioni.	114.094.100,45	
5) Spese tecniche	60.962.776,41	
6) Spese consulenze o supporti	28.189.250,00	
7) Spese pubblicita' e opere artistiche	3.263.615,57	
8) Spese per accertamenti laboratorio, verifiche, Collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico ed eventuali collaudi specialistici	9.437.398,00	
C) IVA ed eventuali altre imposte		833.979.820,19
TOTALE QUADRO ECONOMICO		5.119.446.801,60

Il costo complessivo delle opere sul lato italiano è di 4.285.441.315 Euro + I.V.A., quello sul lato francese è di 5.973.376.685 Euro + T.V.A. per un costo complessivo di 10.258.818.000 Euro + I.V.A (lato Italia) + T.V.A. (lato Francia).