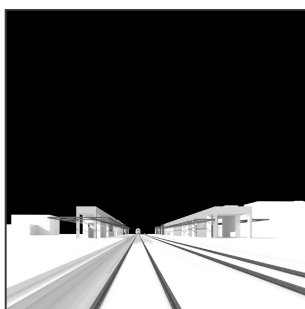
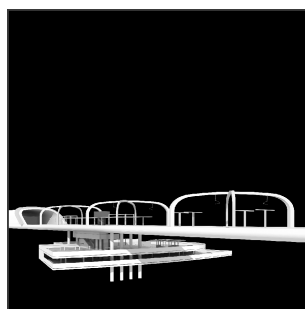


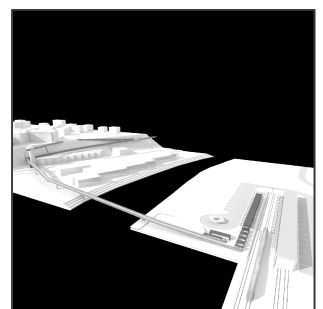
ROVERETO



ALTO GARDA



COMANO TERME



TIONE

1. Obiettivi del progetto Metroland

I tre obiettivi principali del progetto Metroland – Linea Azzurra, che collegherà Rovereto a Tione (“Linea Azzurra”) sono stati indicati nel bando di concorso al Cap. 1.3.

La “Linea Azzurra” è stata giudicata prioritaria nel Piano Urbanistico Provinciale del 2008, sia per la presenza di importanti centri urbani interessati (Arco, Riva e Tione), che apporteranno un elevato numero di transiti vista la loro importanza turistica, sia per la possibilità di riutilizzare i materiali calcarei provenienti dallo scavo delle gallerie.

Il tracciato parte dall'abitato di Rovereto, si stacca dalla linea storica ed attraversa l'Adige con un tratto molto breve all'aperto. Prosegue, in galleria fino alla prima fermata nella valle del Basso Sarca. Da qui risale, sempre in galleria, verso la fermata di Comano Terme e termina in vicinanza di Tione.

Per raggiungere gli obiettivi cercati, si fa riferimento alle più recenti esperienze italiane ed estere di linee regionali simili.

2. Il territorio coinvolto

2.1 Orografia e geologia

La zona dell'intervento interessa un sistema di valli con orientazione NNE-SSO (Sarca, Adige). La quota più bassa lungo il tracciato è di 80 m.s.l.m. nella piana tra Riva del Garda e Arco Garda, la più alta 1.750 m.s.l.m. (Monte Misone). Il punto di arrivo a Tione è a 525 m.s.l.m..

Le indagini geologiche e geognostiche disponibili evidenziano la presenza di ammassi calcarei e dolomie in quasi tutta l'area di intervento. La sequenza comincia con Dolomia Principale, Triassico medio e superiore, fino alle Argille di Ponte Arche, Neogene inferiore. Principalmente, si tratta di rocce buone per realizzazione di opere in sotterraneo, anche se ci possono essere rischi geologici / geotecnici da prendere in considerazione: Gli ammassi sono infatti piegati e scomposti in numerose lastre. Queste lastre sono separate da faglie, che possono contenere rocce molto fratturate o essere riempite d'acqua e rappresentano i rischi più grandi per lo scavo di gallerie. Le necessarie successive investigazioni geotecniche dovranno investigare le possibili connessioni a risorse idriche in uso per approvvigionamento idrico. Gli ammassi nella zona di Ponte Arche del Neogene inferiore possono contenere rocce espansibili.

Nei fondovalle dell'Adige e del Sarca sono presenti ghiaie, sabbie e argille, da indagare puntualmente in relazione alle opere previste (fondazioni dei ponti, sottopassi stradali).

Nelle zone di Lenzima, Chienis, Tenno, Cares e Zuclo sono presenti coperture quaternarie, che possono soffrire di drenaggio e mostrare assestamenti. Per la loro analisi sarà necessario fare investigazioni geofisiche e perforazioni nel quaternario prima degli scavi e, se necessario, adottare misure speciali durante la realizzazione delle opere.

Da un punto di vista idrogeologico si ritiene probabile l'intercettazione di venute consistenti in corrispondenza degli assi strutturali principali. È assolutamente necessario fare un programma di



monitoraggio delle risorse idriche e si raccomanda di iniziare questo programma prima possibile per raccogliere dati importanti fino ai procedimenti di ammissione.

2.2 Urbanistica, insediamenti residenziali, produttivi e turistici

Il progetto mette in collegamento insediamenti residenziali e produttivi molto diversi tra loro per condizioni spaziali, tipologia strutturale e processi dinamici. Esso comprende il territorio che si estende dagli agglomerati urbani e centri economici della Val Lagarina fino ad aree periferiche della provincia di Trento caratterizzate da vallate a concentrazione insediativa relativamente minore.

Rovereto-Mori con i suoi 50.000 abitanti è il secondo insediamento residenziale e produttivo per grandezza del Trentino. Nella stretta valle fluviale dell'Adige si concentrano importanti infrastrutture viarie (la A 22 e la linea ferroviaria del Brennero quali parti di uno dei corridoi viari trans-europei), la conurbazione di Rovereto e Mori e superfici agricole a utilizzo intensivo. Rovereto è il capoluogo della Comunità della Vallagarina; è un centro dinamico e di un certo rilievo a livello regionale. La zona artigianale e quella industriale sono tra le maggiori del Trentino.

Riva-Garda con più di 30.000 abitanti è il terzo insediamento residenziale e produttivo per grandezza del Trentino. I due centri Riva del Garda, capoluogo della Comunità Alto Garda e Ledro, ed Arco, con 15.000 abitanti ciascuno, mostrano un'intensa dinamica insediativa e si stanno progressivamente fondendo in un'unica area. Località di minori dimensioni come S. Giorgio sono assorbite da strutture insediative più ampie. La piana a nord del Lago di Garda rappresenta uno spazio importante per attività di carattere economico, formativo e del terziario ed una meta turistica tra le più richieste.

Comano Terme si trova nel punto di intersezione dei tre altopiani delle Giudicarie Esteriori ed è circondata da molte località di quasi uguale dimensione distribuite su questi altipiani senza però un centro insediativo chiave riconoscibile. Questa zona dominata da aree agricole, con i suoi circa 7.000 abitanti, è caratterizzata da attività agricola alpina, non si mostra particolarmente dinamica. Le Terme di Comano sono un centro turistico-termale conosciuto anche al di fuori della regione.

Tione con soli 4.000 abitanti è di fatto il capoluogo della Comunità delle Giudicarie. Si trova su un'altura ben visibile all'intersezione delle vallate delle Giudicarie Interiori, nelle quali risiedono circa 20.000 persone. In queste vallate è tipico l'alternarsi pressoché regolare di località di piccole e medie dimensioni, ben distinguibili tra loro, separate da superfici ad utilizzo agricolo.

2.3 Ambiente e paesaggio

Il progetto attraversa vallate che per topografia, altitudine e utilizzo antropico sono molto differenti tra loro dal punto di vista paesaggistico: la Val Lagarina, l'Alto Garda e le Giudicarie.

L'area di fondovalle del fiume Adige in Val Lagarina è caratterizzata da utilizzo intensivo del suolo (zone industriali, infrastrutture e superfici agricole a coltura intensiva, in particolare per la viticoltura); questo è dovuto alla presenza di centri molto popolosi e alla posizione su un asse primario di collegamento infrastrutturale. Sulle zone di pendio lungo il fiume Adige si trovano habitat ecologici di pregio e aree parzialmente protette.



Anche nell'Alto Garda, a livello del fondovalle a nord del Lago, predomina l'utilizzo intensivo delle superfici. A causa dell'intenso sviluppo insediativo tra Riva del Garda ed Arco gli spazi liberi e le aree agricole continuano a ridursi. Ad est del fiume Sarca, asse di collegamento ecologico, prevalgono frutteti e vigneti. La piana è divisa in modo marcato dal Monte Brione che si erge tra Riva del Garda e Torbole e sul cui sfondo si elevano montagne fino a 2.000 m di altezza. I ripidi pendii della parte orientale sono per lo più ricoperti di bosco, mentre sui pendii terrazzati ad ovest si trovano insediamenti e viene praticata la viticoltura.

Nelle Giudicarie, la zona di Comano Terme risulta interessante dal punto di vista morfologico. La località di Ponte Arche e le Terme di Comano si trovano nel punto di intersezione di tre vasti altopiani che si ergono fino a 100 m sopra i fiumi Sarca e Duina: gli altopiani del Bleggio, del Lomaso e del Banale. Tra queste terrazze moreniche del terziario, su cui si trovano aree abitate, coltivate e boschive esistono ampie relazioni visive. Il paesaggio rurale dei pendii adiacenti è di particolare pregio.

Il bacino di Tione si trova alla confluenza di Val del Chiese, Val Rendena e Valli Giudicarie. In corrispondenza di Tione la valle del fiume Sarca volta verso est restringendosi rapidamente fino al bacino artificiale di Ponte Pià. Il fondovalle è utilizzato prevalentemente per scopi agricoli, soprattutto per l'allevamento di bovini ma anche come arativo. Una particolarità sono gli impianti di itticultura lungo il fiume Sarca. Strutture insediative storiche (come a Preore, Ragoli e Zuclo), utilizzo agricolo estensivo e presenza di biotopi umidi e di numerosi elementi paesaggistici conferiscono alla vallata particolare pregio sia in funzione del paesaggio rurale che dell'ecologia.

3. Metroland linea azzurra: Trento-Tione - La "visione"

Innanzitutto si è inteso confermare la scelta di un sistema di trasporto su sede riservata e a guida vincolata di tipo ferroviario tradizionale. Infatti, tenuto conto che il servizio da fornire è di tipo extra-urbano, degli obiettivi dell'intervento e dell'assenza di direttrici preferenziali (lo sviluppo è "a macchia d'olio", soprattutto in zona Alto Garda) dove sia realmente possibile utilizzare e rendere efficiente sistemi di trasporto innovativi (ad esempio tipo tram o "treno-tram"), nonché l'esigenza di rendere interoperabile la linea con la rete RFI, la scelta ferroviaria appare la meglio confacente.

Gli spostamenti dovranno perciò sempre avvenire dapprima verso il caposaldo (stazione), poi utilizzando la linea Trento-Tione. Ciò significa che, a parte Rovereto, si prevedono appositi nodi di scambio ed un servizio di TPL integrato; in particolare, la posizione della stazione Alto Garda è determinata in modo da massimizzare il numero di utenze raggiungibili in un raggio di 2-3km, previo il rispetto di ambiente, pianificazione, pre-esistenze ed impiego di territorio.

La realizzazione di una nuova linea ferroviaria da Tione deve contemporaneamente lo sviluppo e la valorizzazione del territorio senza sconvolgerne l'equilibrio socio-economico, ambientale e paesaggistico. In questa logica un'offerta attraente di trasporti pubblici su rotaia dovrà contemplare:

- Una sufficiente copertura del territorio mediante il suo servizio.
- Il mantenimento degli insediamenti esistenti, ma lontani dai poli di sviluppo, e il loro sviluppo sostenibile, superando il progressivo accentramento economico tra Rovereto e Trento.



- L'accurato posizionamento delle stazioni il più vicino possibile agli insediamenti abitativi per aumentare al massimo le zone d'influenza, dotandole di parcheggi per incentivare l'uso di treno, anche agli attuali utilizzatori di mezzi propri per gli spostamenti verso la val d'Adige.
- L'integrazione e la facilità di scambio con gli altri sistemi di trasporto pubblico, creando in corrispondenza delle stazioni efficaci nodi di scambio modale, volti a minimizzare i tempi di spostamento per gli utenti, sommando a quelli di percorrenza del treno e sosta nelle fermate, i tempi di accesso alle stazioni.
- La riorganizzazione del TPL, eliminando i servizi sostituiti dall'offerta di trasporto ferroviaria (più sicura e caratterizzata da ridotti tempi di percorrenza) con conseguenti minori costi di gestione.
- Il contenimento dei costi di costruzione e di gestione utilizzando le nuove tecnologie per ridurre i costi, aumentando la sicurezza per utenti e per impianti, in particolare in galleria.
- L'equilibrio tra il raggiungimento degli obiettivi di carattere trasportistico, sociale e urbanistico, nel rispetto dei vincoli tecnico-funzionali, ambientali ed economici.
- La valorizzazione delle aree intorno ai nodi controllandone positivamente lo sviluppo.
- La relazione con i molti interventi viari pianificati nell'area di intervento, individuando la nuova linea come occasione di valorizzazione del territorio (turistica ed economica) e di tendenza al risparmio del territorio in una più ampia ed unitaria accezione rispetto a quella seguita nella previsione di interventi viari locali (limitati nel loro sviluppo e nei loro obiettivi), i quali potrebbero essere ridimensionati ed integrati nel e con il progetto della "Linea Azzurra".
- La creazione di un'offerta di trasporto facile da comprendere e utilizzare anche per l'utenza turistica e residente occasionale, creando una frequenza standardizzata lungo l'arco della giornata (orario "cadenzato"), da estendere ed integrare con tutte le principali linee di trasporto pubblico afferenti al nuovo sistema di trasporto, con l'obiettivo finale di "avvicinarsi alla casa del potenziale utente".
- Un sistema tariffario integrato con le altre ferrovie e con gli altri modi di trasporto pubblico, indipendentemente dai singoli operatori.
- La possibilità di attivare il servizio in successive fasi funzionali (tratta prioritaria Alto Garda - Rovereto) in relazione alle risorse finanziarie disponibili e alla sostenibilità di gestione.
- La possibilità di un servizio merci adeguato alla struttura produttiva e commerciale dell'area, nei limiti degli obiettivi posti per l'intervento.

L'obiettivo economico non dovrà perciò essere solo il contenimento dei costi di costruzione, ma più in generale l'intero "lyfe cost" dell'opera, comprensivo dei costi di esercizio del sistema nella sua più ampia accezione (infrastrutture ed installazioni fisse, materiale rotabile, personale, energia). In tal senso, l'attenzione ai costi di esercizio durante la vita utile dell'opera, che sarà non inferiore a 50 anni, passa anche per una concezione delle opere e degli impianti che garantiscano la necessaria durabilità e manutenibilità e, più in generale, rispondano ai requisiti di *Reliability, Availability, Maintainability and Safety* (RAMS).

4. Criteri guida delle scelte trasportistiche

4.1 La domanda potenziale

Per la definizione della domanda di trasporto si è fatto riferimento al "Documento Preliminare alla Progettazione" a base di gara, il quale affermava che "per la linea Rovereto-Arco sono previsti,



negli studi allegati, circa 20 mila passaggi potenziali, questi potrebbero avere anche un forte impulso turistico nella interconnessione su Rovereto".

Una prima considerazione da fare è che tale numero è nettamente superiore ai corrispondenti delle altre linee ferroviarie locali attualmente in esercizio nel territorio trentino, come ad esempio la Trento-Malé, la quale trasporta circa 9.000 passeggeri al giorno con 56 treni. Rimandando alle prossime fasi progettuali per la redazione di uno studio trasportistico ad hoc per la "Linea Azzurra" che tenga peraltro conto delle ipotesi progettuali formulate nel presente studio, per la definizione della domanda potenziale attratta sia dal trasporto privato sia da quello pubblico per ora si è fatto principalmente riferimento all'"Analisi trasportistica relativa alla proposta provinciale di collegamento intervallivo".

I dati contenuti in tale documento, sono stati riaggregati con l'obiettivo potenziale di raggiungere i 20.000 passaggi giornalieri, nell'ipotesi di rendere quanto più appetibile il servizio e soprattutto la fermata prevista nella bassa valle del Sarca (zona Arco, Riva del Garda, Torbole).

La valutazione degli effetti nelle ore di punta è stata condotta in modo sommario, tenendo conto dei dati di traffico e degli attuali orari del TPL (servizi di bus tra Trento e Tione, lungo la valle del Sarca con arrivo a Trento, servizi di bus interessanti Arco e Riva, nonché i treni lungo la linea ferroviaria del Brennero), così da avere un dato utilizzabile per la determinazione della distribuzione delle caratteristiche e del numero dei treni durante la giornata.

4.2 Interoperabilità e relazione con la rete ferroviaria RFI

La "Linea Azzurra" fa parte della più generale rete ferroviaria trentina (esistente o futura) e la strutturazione della nuova rete si basa sull'individuazione di connessioni funzionali con le reti ferroviarie esistenti (trentina e Verona – Brennero); la possibilità di rendere interoperabile la linea con altre esistenti o pianificate, porta alla scelta dello scartamento tra i binari di comune uso, cioè quello ordinario (1.435mm).

Secondo le previsioni di RFI al 2015 la linea esistente Verona-Brennero arriverà a essere quasi satura (267 tracce/giorno programmate su circa 300 di capacità, principalmente destinate a treni merci ed a lunga percorrenza), nonostante siano previsti interventi di potenziamento tecnologico; solo a seguito dell'attivazione del Quadruplicamento Verona-Monaco, previsto non prima del 2028, si prevede una forte riduzione del traffico sulla linea esistente (96 tracce/giorno programmate, corrispondente a un grado di utilizzo della sua capacità del 43%) e quindi la liberazione di tracce orarie tra Trento e Rovereto.

Considerata la prevista apertura della "Linea Azzurra" per Tione (intorno al 2022) e l'obiettivo di massimizzare l'indipendenza rispetto alla linea esistente fino a Rovereto, si possono prevedere due macro-fasi funzionali: *A) Provvisoria* – Con rottura di carico per Trento che avviene a Rovereto, senza impegno della linea attuale – Dal 2022 circa al 2028; *B) Definitiva* – Con arrivo diretto a Trento (senza rotture di carico), utilizzando la linea esistente da Rovereto a Trento – Dal 2028.



4.3 Programma di esercizio

4.3.1 Fasi funzionali

L'incremento dell'offerta è stato ipotizzato in modo progressivo con il potenziale incremento della domanda e sulla base del prevedibile sviluppo dei finanziamenti, individuando tre fasi funzionali di esercizio (Rovereto – Alto Garda, Rovereto – Tione e Trento – Tione):

- **FASE 1**, Prima fase funzionale - Rovereto - Alto Garda
- **FASE 2-3**, Seconda fase funzionale - Rovereto - Tione
- **FASE 4**, Terza fase funzionale - Rovereto - Trento

La **FASE 1** prevede l'attivazione di un terzo binario adiacente alla linea RFI esistente da Mori a Rovereto per evitare interferenze con linea RFI, il potenziamento della stazione di Rovereto con tre binari attestati (adiacenti ai 3 attualmente utilizzati per il servizio passeggeri da RFI), la realizzazione della stazione Alto Garda, predisposta per l'attestamento treni.

La **FASE 2-3** prevede l'inserimento dei treni a più lunga percorrenza da Rovereto a Tione con predisposizione per eventuale futuro prolungamento per Pinzolo; poiché una notevole parte dell'utenza gravita nella zona di Arco-Riva-Torbole, si prevede che il servizio esclusivo proprio della Fase 1 rimarrà attivo anche durante le altre fasi, prevedendo specifici treni nella tratta Rovereto (o Trento) – Alto Garda, da inserirsi nelle tracce orarie lasciate libere dai treni a più lunga percorrenza Rovereto (o Trento) – Tione.

La **FASE 4** prevede l'allaccio a raso con la linea esistente Verona-Brennero per le esigenze del servizio passeggeri, in corrispondenza alla "radice nord" della stazione di Rovereto, e l'attivazione del servizio diretto fino a Trento.

4.3.2 Circolazione sulla linea

Per definire il modello di circolazione sulla linea e sviluppare l'orario grafico, si tiene conto dei tre elementi essenziali: *infrastruttura*, *regime di esercizio*, *materiale rotabile*.

- Riguardo l'**infrastruttura**, si è fatto riferimento allo studio plano-altimetrico descritto nei successivi paragrafi (includere le posizioni delle stazioni su cui si effettuano le fermate), considerando una velocità di tracciato pari a 140km/h fino al km 2+500, 160km/h tra km 2+500 e km 13+000, 160km/h tra km 13+000 e km 15+000 e 160km/h tra km 15+000 e km 41+000; come si può notare tali tratti hanno uno sviluppo almeno pari a 2km, in accordo alle disposizioni di RFI sulla definizione delle velocità di fiancata a velocità costante. A tali velocità si è applicata una riduzione del 10% per arrivare alla velocità di esercizio effettiva.
- Riguardo il **regime di esercizio**, si tratta di una linea a singolo binario, perciò tra due incroci successivi può essere presente un solo treno in linea.
- Riguardo il **materiale rotabile** si è fatto riferimento alle caratteristiche di trazione dei migliori elettro-treni per il trasporto regionale attualmente in commercio (tipo Stadler o Coradia) con alimentazione elettrica 3kV in c.c.



Sulla base delle suddette caratteristiche si è ricavato il diagramma di marcia dei treni in direzione Tione ed in direzione Rovereto. Di seguito si riporta solamente quello in direzione Tione perché quello in direzione Rovereto è simile, a parte il tratto tra Alto Garda e Terme Comano, differente se percorso in salita od in discesa; ad ogni modo, considerate le elevate prestazioni del materiale rotabile, la riduzione della velocità massima in salita è comunque confrontabile con quella di fiancata (circa 135km/h, invece di 144 km/h).

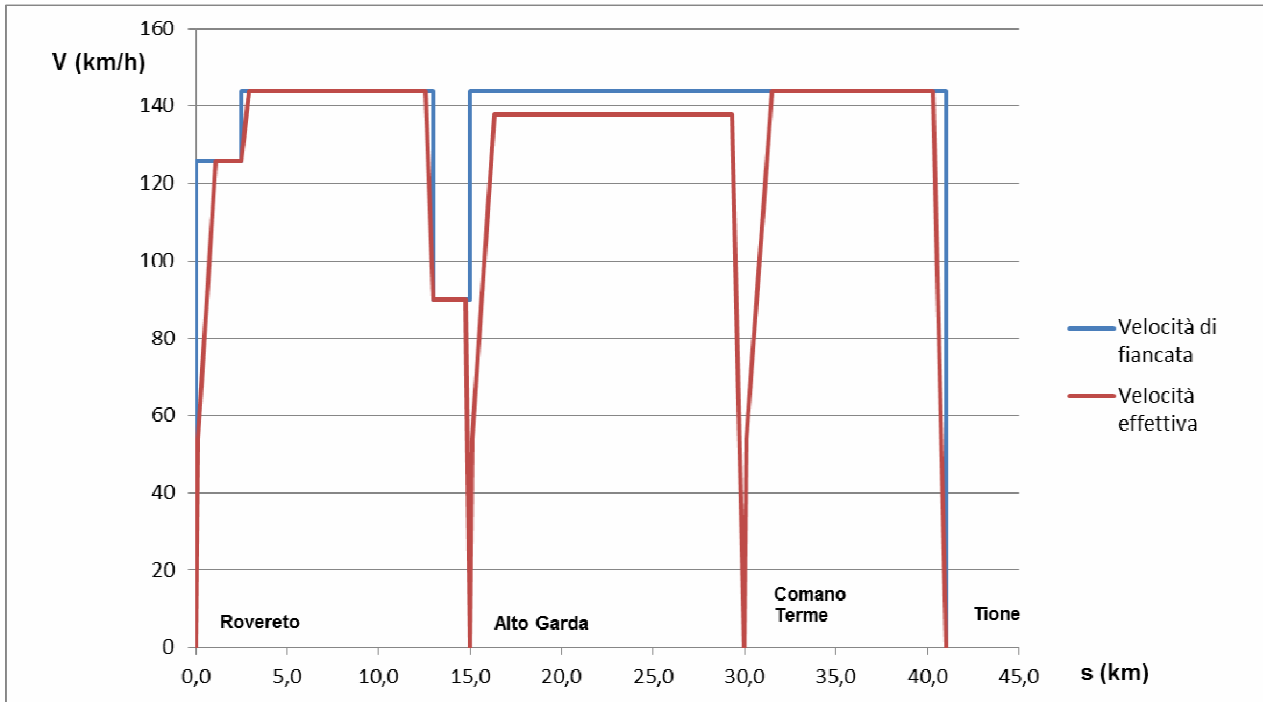


Fig. 1: Diagramma marcia treno Rovereto-Tione in direzione Tione

4.3.3 Offerta treni

Grazie all'omotachia, alla possibilità di cadenzamento del servizio e all'elevata velocità di percorrenza, è possibile raggiungere elevate frequenze di traffico (fino a 15 minuti per direzione, sia pur con notevoli vincoli di orario) anche con la presente linea a binario unico, prevedendo un numero limitato di incroci tra i treni. Peraltro, ipotizzare un maggior numero di incroci porta inevitabilmente ad un aumento delle percorrenze di circa 4-5 minuti per ogni incrocio, risultando un perditempo non trascurabile sul totale dei tempi complessivi di un servizio veloce, quale si propone di essere la "Linea Azzurra".

L'aspettativa di avere un elevato numero di treni nella linea (al limite della capacità) e quindi una grande capacità di trasporto comporta di avere anche oltre 300 passeggeri/treno per raggiungere lo scopo di poter trasportare 20.000 passeggeri giorno. Soprattutto, la previsione di un elevato numero di treni è congruente con l'esigenza che una simile e così costosa infrastruttura con $V_p=160\text{km/h}$ non possa essere concepita per pochi passeggeri ed un servizio a bassa intensità e frequenza.

Di seguito si riportano gli orari grafici della Fase 2 per l'intera giornata e per il periodo mattutino di punta dalle 6 alle 9.



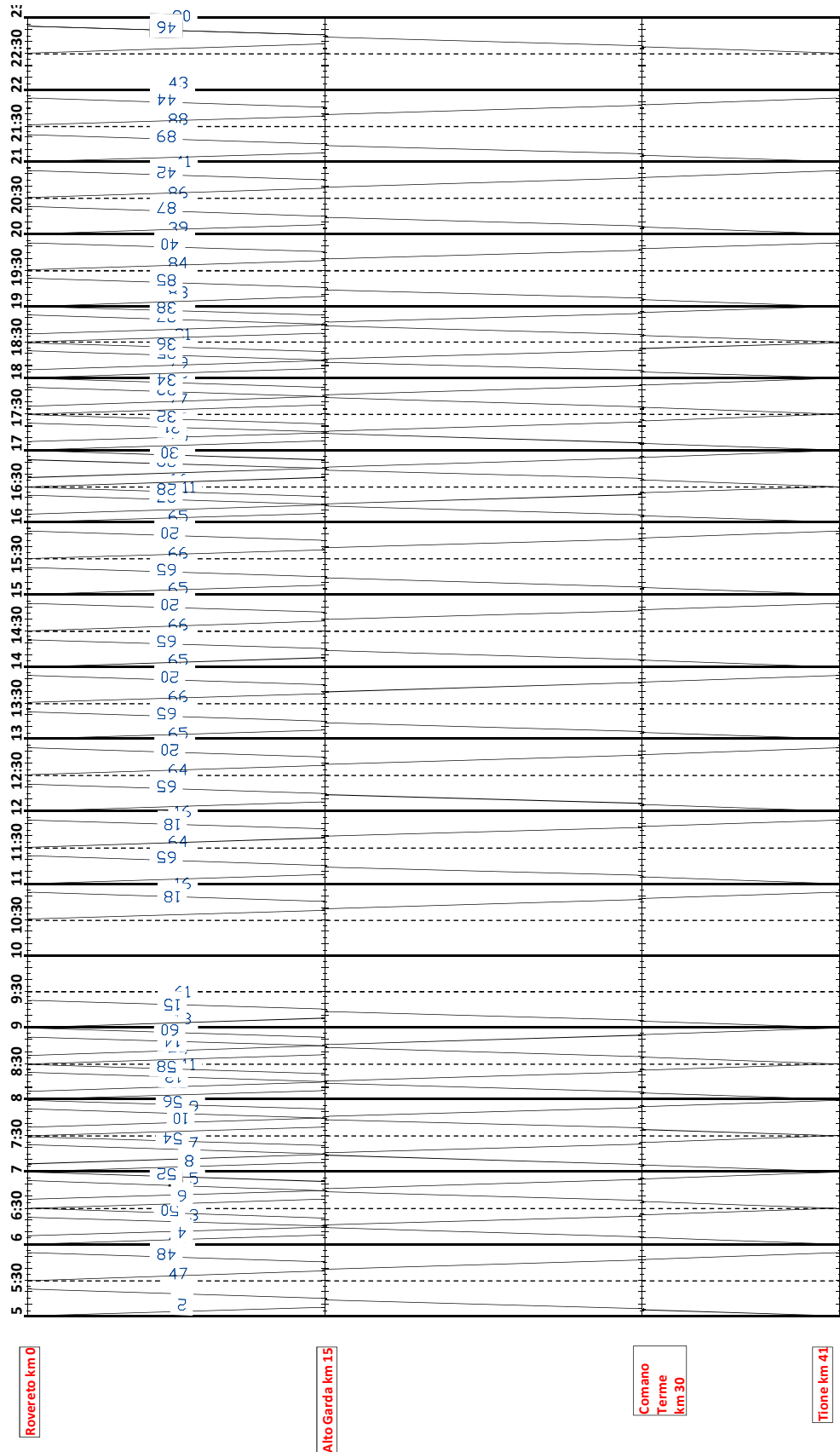


Fig. 2: Orario grafico servizio Rovereto-Tione nell'intera giornata



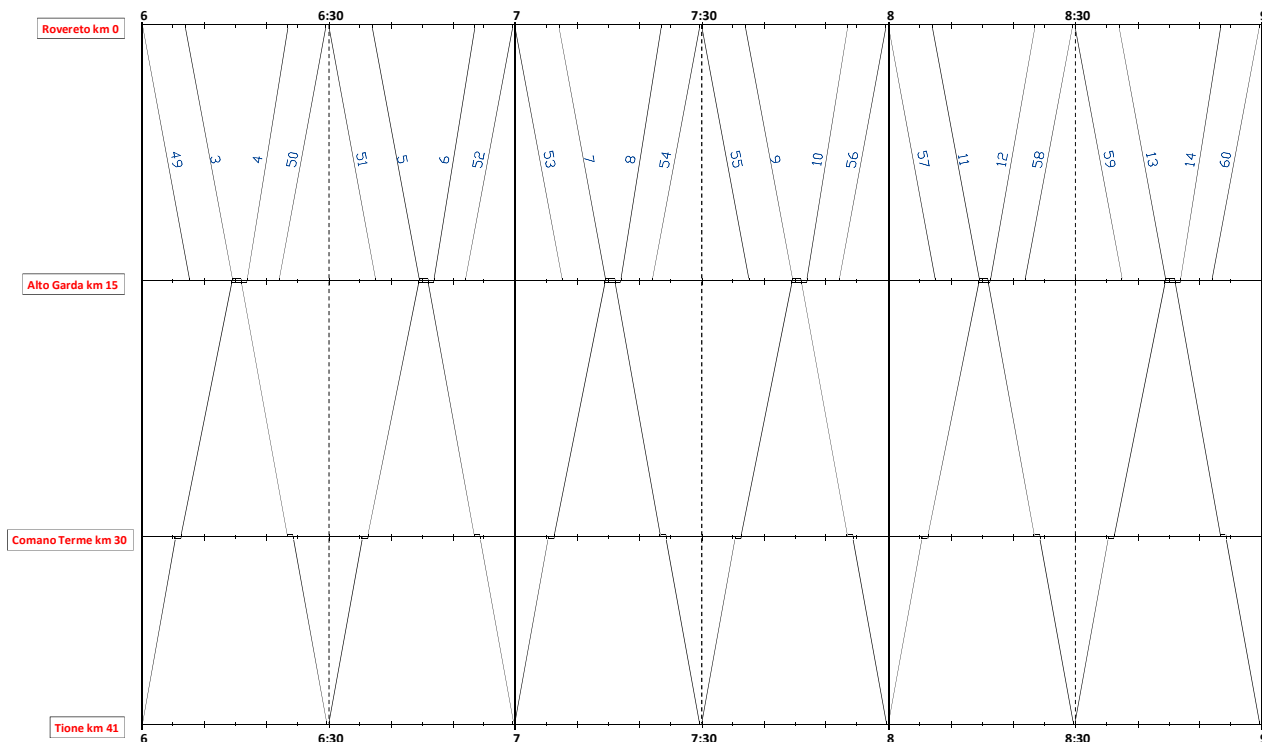


Fig. 3: Orario grafico servizio Rovereto-Tione nel periodo di punta mattutino (6-9)

Il servizio inizia alle 5 e termina intorno alle 23; l'orario è stato concepito in modo tale da avere sempre frequenze doppie nel tratto Rovereto – Alto Garda, rispetto a quelle del tratto Alto Garda – Tione. Si prevede anche l'interruzione diurna del servizio tra le 9.30 e le 11. Nelle ore di punta (6-9 e 16-19) si prevedono frequenze di 15' minuti fino a Alto Garda e di 30' fino a Tione; nelle ore normali (5-6, 11-16, 19-21) si prevedono frequenze di 30' minuti fino a Alto Garda e di 60' fino a Tione. Nelle ore di morbida, tra le 21 e le 23, il servizio è ulteriormente diradato.

I diagrammi evidenziano la notevole densità di circolazione del tratto tra Rovereto e Alto Garda; al limite della capacità e limitando gli effetti delle perturbazioni si arriva fino a oltre 80 treni/giorno che, con composizioni da 6 casse, sono sufficienti per il trasporto di 20.000 passeggeri/giorno, considerando i passeggeri tutti seduti.

4.3.4 Il materiale Rotabile

Vanno individuati veicoli ferroviari moderni e ottimizzati per il trasporto regionale con buone doti di accelerazione e frenata, così da garantire elevate velocità medie, nonché in grado di offrire adeguato comfort per spostamenti di breve durata con spazi multifunzionali per il trasporto di bagagli ingombranti, passeggeri, biciclette. I veicoli dovranno essere di tipo "eletto-treno", quindi a composizione a bloccata, in modo da limitare i perditempo nelle stazioni di testa al cambio di direzione.

I veicoli ATR della Stadler o tipo Coradia dell'Alstom consentono velocità massime pari a 160km/h accelerazioni massime dell'ordine di 1.2-1.3 m/s² (fino a 55-60 km/h circa, per poi decrescere a valori medi intorno a 0,5 m/s²); per la decelerazione si è considerato un valore costante pari a 1,0 m/s² (valori impiegati nelle simulazioni di circolazione). Tali prestazioni consentono peraltro di avere migliori prestazioni rispetto i treni regionali attualmente impiegati da Trenitalia nella linea del



Brennero, facendo guadagnare 1-2 minuti nella percorrenza tra Rovereto e Trento, rispetto i 14 minuti attuali. Per quanto riguarda la capacità di trasporto, tali veicoli si caratterizzano per un rapporto numero di posti / lunghezza veicolo di circa 6 e per un rapporto posti seduti / posti totali di circa 0.4; in altre parole, per veicoli a tre casse (lunghezza compresa tra 50 e 55m consentono di trasportare circa 150 passeggeri seduti. Tale composizione a tre casse è quella scelta per le fasi 1 e 2, mentre per quelle 3 e 4, si prevede l'acquisto di ulteriori casse (incluse le motrici), realizzandosi una composizione ed una capacità di trasporto doppia.

Per motivi di sicurezza, nei vani viaggiatori è bene non avere un comando diretto di frenatura di emergenza, ma unicamente un comando di allarme ed un citofono di collegamento con il macchinista; in tal modo, si evita in situazione di emergenza, quale ad esempio un incendio in corso, che il treno possa bloccarsi all'interno delle gallerie (vedi paragrafo sulla sicurezza delle gallerie), consentendo al macchinista di arrestare il treno dove previsto dal piano di emergenza. La salita e discesa dei passeggeri sono controllate dal macchinista direttamente dal posto di guida, mediante apposite telecamere, come avviene nelle linee metropolitane.

5. La funzionalità della Linea Azzurra

5.1.1 La scelta degli standard tecnici della linea

Per quanto riguarda la sagoma limite, trattandosi di una linea servizio regionale si sceglie come sagoma limite dei rotabili il **Gabarit B1** dell'UIC (Union International Chemin de Fer) ed il Profilo minimo degli Ostacoli (P.M.O.) n. 3. Al fine di garantire i tempi di percorrenza ricercati, la velocità di tracciato è fissata in 160 km/h, superiore agli standard delle linee a vocazione esclusivamente locale, generalmente predisposte per 140 km/h; in particolare, visto il contesto orografico ed il tipo di traffico quasi esclusivamente passeggeri, si è studiata la plano-altimetria della linea svolgendo le necessarie verifiche cinematiche in solo **Rango "C"**, cui peraltro afferiscono gli elettro-treni passeggeri destinati a circolare nella linea. La velocità di progetto si mantiene costantemente pari a 160km/h con due sole locali eccezioni in vicinanza delle stazioni: 140km/h in uscita da Rovereto fino all'attraversamento dell'Adige, per consentire un attraversamento quasi in retto del fiume; 100km/h, in corrispondenza dell'area antropizzata prima della stazione Alto Garda, per consentire l'inserimento del tracciato nella zona scelta per l'ubicazione della stazione.

Nel disegno altimetrico della linea si è tenuto conto della sua destinazione prevalentemente passeggeri, sfruttando le possibilità offerte dal nuovo materiale rotabile. Infatti il materiale rotabile tipo "Stadler" o "Coradia" elettrico è in grado di fornire, con la tensione di alimentazione prevista (3kV in c.c.), sforzi di trazione tali da superare pendenze longitudinali superiori al 35 per mille, garantendo velocità superiori ai 100 km/h. Maggiori limitazioni sono invece previste per il trasporto merci, che comunque si prevede nel solo primo tratto di linea dove le pendenze longitudinali sono limitate, ed è prevedibilmente effettuato in condizioni di assenza di traffico passeggeri (ore notturne) e si possono utilizzare composizioni di treni con due locomotive accoppiate.

Per la dotazione ed il dimensionamento degli elementi delle stazioni-fermate si fa riferimento alle indicazioni fornite nelle Linee Guida per la Progettazione di piccole stazioni e fermate di RFI (2007), alla composizione dei treni (modulo dei binari, lunghezza ed altezza dei marciapiedi prevista in 55cm dal p.f., informazione agli utenti, sorveglianza, ecc.), all'affluenza di viaggiatori prevista ed alla previsione di "non presidio" delle stesse. Nelle stazioni trovano alloggio



anche i binari di precedenza, necessari per effettuare gli incroci dei treni della linea a singolo binario, nonché binari attestati e le necessarie aste di manovra.

Per quanto riguarda la manutenzione dell'infrastruttura e dei rotabili è stato previsto un deposito (n. 4 mezzi) e officina in zona Rovereto sud - Mori; preme evidenziare come la manutenzione considerata è quella giornaliera e ordinaria, prevedendo la manutenzione straordinaria in officine al di fuori della "Linea Azzurra", dove i treni possono accedere attraverso il collegamento alla linea esistente Verona-Brennero, da realizzarsi nella radice nord della stazione di Rovereto già dalla prima fase funzionale. Gli spazi sono stati dimensionati in accordo alle esigenze manutentive e alle lunghezze del materiale rotabile, nonché in base al tipo ed al numero di mezzi di servizio che devono essere ospitati nel deposito. Sono inoltre previste due altre rimesse a Tione (n. 2 binari) e Alto Garda (n. 1 binario) per consentire le prime partenze mattutine, limitando i viaggi a vuoto.

L'alimentazione per la trazione elettrica a 3kV c.c. avviene con la necessaria ridondanza mediante due Sottostazioni Elettriche (SSE) inserite in corrispondenza di linee esistenti elettriche ad alta tensione, a Riva del Garda (poco prima della stazione Alto Garda) ed a Tione, in sponda destra del fiume Sarca.

Le varie informazioni generali sono sintetizzate nella figura seguente riportante lo schematico generale di linea.

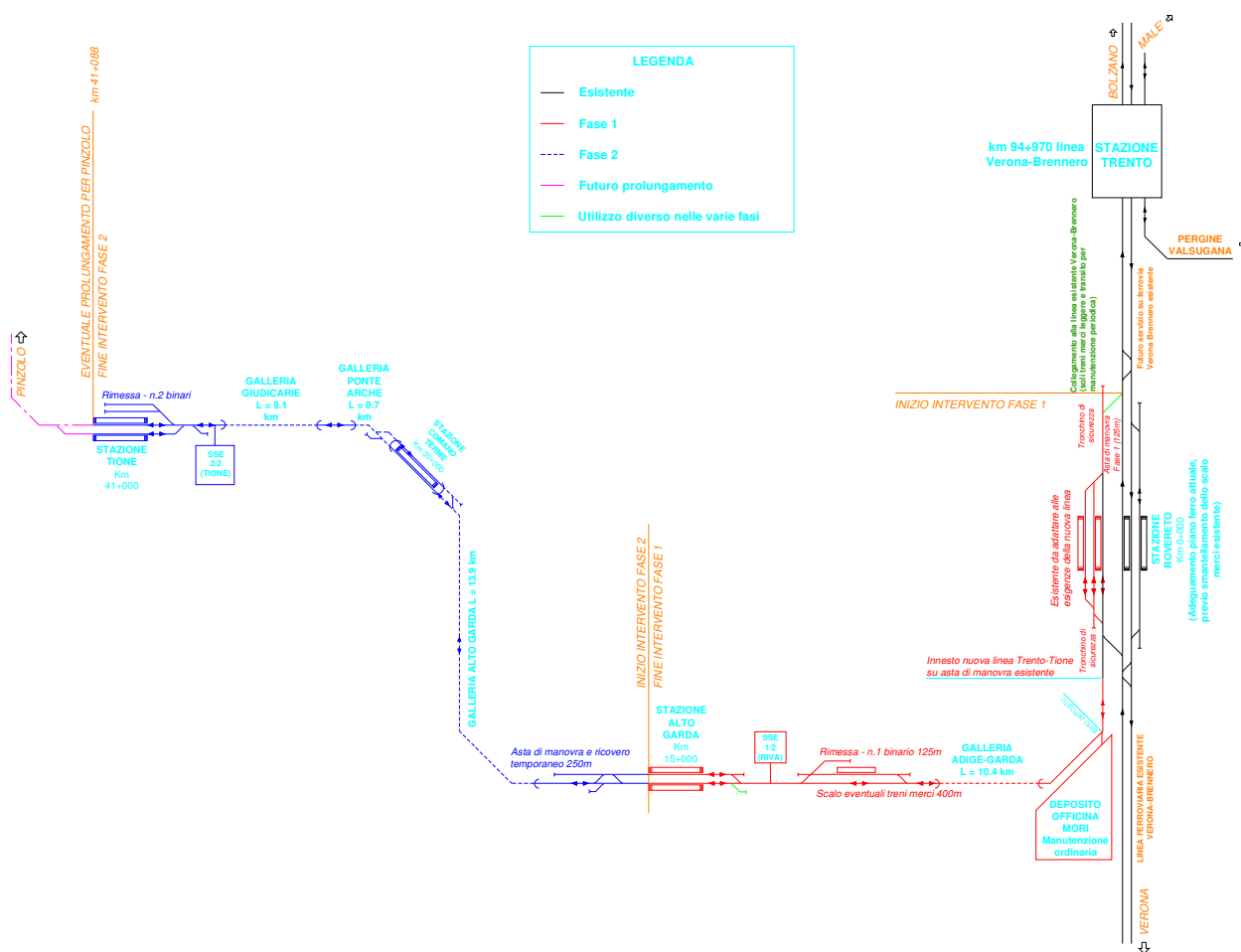


Fig. 4: Schema generale della linea



Infine, non si prevedono incroci in galleria, ad ogni modo, per lasciare aperta la possibilità di differenti futuri tipi di servizio, si possono prevedere allargamenti delle lunghe gallerie (cameroni) in posizione baricentrica tra le due stazioni contigue, senza prevedere l'attrezzaggio ferroviario.

5.1.2 La concezione della sicurezza ferroviaria

In generale per una linea ferroviaria moderna come la "Linea Azzurra", per garantire il necessario livello di sicurezza, occorre da subito stabilire alcuni criteri generali alla base della concezione infrastrutturale, distinguendo fra tratti in superficie e tratti in galleria (per le seconde vedi apposita sezione).

I principali riferimenti normativi sono la legge 26/04/74, n.191, il D.P.R. n. 753/1980, le "Indicazioni normative relativamente all'osservanza dei franchi di sicurezza per l'infrastruttura ferroviaria" di RFI-Italferr, le linee guida per l'affiancamento strada-ferrovia di Italferr ed il D.M. n. 2445/1971 e s.m. "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie e altre linee di trasporto".

In particolare, trattandosi di una nuova linea ferroviaria, **non sono stati previsti né passaggi a livello viari, né attraversamenti pedonali dei binari a raso nelle stazioni**, mentre nelle stazioni sono state garantite le necessarie distanze di sicurezza dal filo marciapiede, al netto dei franchi di sicurezza di norma, materializzati nelle usuali striscie gialle.

5.1.3 Le tecnologie ferroviarie

Per gli impianti di segnalamento e sicurezza saranno adottati sistemi innovativi che, oltre a garantire elevati standard di funzionalità e sicurezza, consentono di raggiungere un livello di automazione assai spinto, dando la possibilità di avere l'agente unico sui treni, in modo analogo a quanto previsto per le linee metropolitane.

Per il sistema di esercizio della linea, sono previsti un Sistema di Comando e Controllo (SCC) centralizzato con Dirigente Centrale Operativo (DCO) a Rovereto che consentono il controllo della circolazione e delle attività connesse (incluse le informazioni al pubblico) per l'intera linea da remoto, telecomandando gli apparati delle singole stazioni. In tale apparato sono integrate tutte le funzioni che nel comando di traffico centralizzato di tipo tradizionale sono distribuite tra gli apparati centrali delle singole stazioni ed in altri posti lungo la linea; inoltre il DCO può telecomandare anche impianti tecnologici diversi da quello di segnalamento, venendo a creare un'integrazione di sistema tra i vari impianti ferroviari previsti. La sicurezza dei treni in linea è garantita dal tradizionale Blocco Conta Assi (BCA), semplice ed economico.

Da quanto sopra esposto, ne consegue che le apparecchiature installate nei fabbricati di stazione risultano ridotte, garantendo peraltro la possibilità di non presenziarle. Considerati poi il tipo di linea, la sua velocità di esercizio ed il traffico ferroviario previsto, si prevede un Sistema di Supporto alla Condotta (SSC), che fornisce un ausilio al macchinista, controllando la velocità reale del treno ammissibile in relazione alla velocità consentita dalla linea e dall'aspetto dei segnali, proteggendo automaticamente la marcia del treno da possibili errori nella condotta; nel caso in cui la velocità istantanea risulti troppo elevata, il sistema interviene tramite un comando di frenatura.

In un'ottica di interoperabilità si valuterà se affiancare a tali moderni sistemi di segnalamento, quello di tipo tradizionale, utile per la circolazione di treni meno moderni, oltre che in caso di avaria del sistema automatico.

6. Percorso della linea Azzurra - Vincoli urbanistici, ambientali e paesaggistici

La progettazione di un tracciato ferroviario si basa sull'analisi dei potenziali conflitti urbanistici, ambientali e paesaggistici e sulla valutazione del contributo apportato dal progetto al conseguimento degli obiettivi urbanistici e all'intensificazione dell'impulso dato allo sviluppo atteso. Per ciascuna delle quattro aree interessate a partire da Rovereto, stazione di testa, se considerata in rapporto al progetto "Linea Azzurra" di Metroland, o di transito, se considerata nel futuro servizio Trento-Tione. E' stata condotta una approfondita analisi della situazione territoriale e dei vincoli urbanistici, ambientali e paesaggistici su tre sostanziali alternative di corridoio e puntualmente di tracciato individuando quello che favorisce al meglio sviluppi positivi e attraverso il quale, contemporaneamente, si evitano conflitti o si mantengono comunque ad un livello modesto.

6.1 Tratta Rovereto - Alto Garda

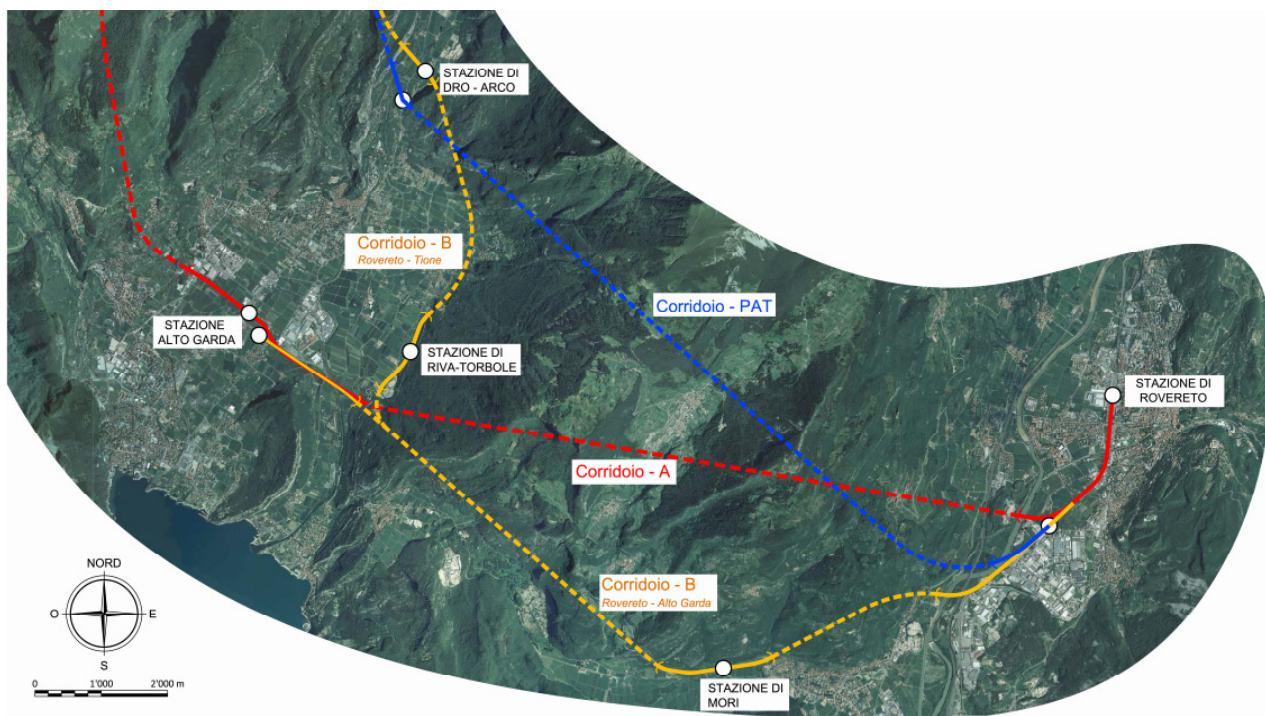


Fig. 5: Alternative nella tratta Rovereto - Mori

6.1.1 Rovereto – Mori

Lo spazio all'interno e a sud di Rovereto risulta limitato dalle aree produttive presenti o in progetto così come da superfici agricole di alto valore, ed è necessario attestare la nuova linea ferroviaria nella stazione attuale, per non interferire con l'esercizio della linea del Brennero, oggi praticamente satura. Conseguentemente il tracciato della "Linea azzurra" corre parallelo alla linea del Brennero esistente per un tratto il più breve possibile con stacco a nord dell'impianto di depurazione. Al fine



di ridurre l'occupazione di superficie e i segni tangibili di un intervento in quest'area ad utilizzo intensivo si prevede di mantenere il tracciato parallelo alla linea del Brennero.

Un attraversamento dell'Adige più a sud (Corridoio PAT) appena a sud dell'impianto di depurazione, oltre ad avere problemi di quota per sottopassare la A23, avrebbe effetti negativi perché crea una barriera all'interno di una zona per insediamenti destinata all'ampliamento urbano e compromette, direttamente o indirettamente, la Zona di Protezione Speciale (ZPS) "Adige" (IT3120156), importante habitat di sosta per specie ornitiche in transito. Collocandolo ancora più a valle (Corridoio B) aumenterebbero ulteriormente i costi per il prolungamento del tratto in affiancamento alla linea Brennero, per difficoltà nell'incrocio con la A23 e opere idrauliche della galleria Mori Torbole), senza apportare vantaggi di rilievo, salvo poter realizzare una nuova stazione a Mori più prossima al centro (Corridoio B).

L'attuale areale dello scalo ferroviario di Rovereto, oggetto di trattative con RFI, è idoneo a collocarvi le infrastrutture di stazione della nuova linea, e si pone come potenziale oggetto di una riqualificazione urbana integrata a tutto il comparto urbano contiguo e di riferimento nonché di una ricucitura, con opportuni sottopassi, tra le zone est ed ovest di questa parte di città.

Per il loro connaturato impatto volumetrico le rimesse dei treni sono previste in una lingua di terra triangolare all'altezza della zona industriale di Rovereto, in prossimità dello stacco dalla linea storica RFI del Brennero. Tale lembo urbano, ora ad uso agricolo, sarebbe diversamente spazio residuo, intercluso fra la "Linea Azzurra", quella del Brennero e la viabilità ordinaria. Questa ipotesi oltre a sollevare da una potenziale insostenibile congestione infrastrutturale nella stazione di Rovereto, consentirà di cogliere l'occasione per rigenerare l'area da spazio di risulta a spazio con specifica funzione infrastrutturale, urbanistica ed architettonica, coerente al processo di riqualificazione dell'ambito suburbano adiacente alla grande area industriale di Rovereto.

Nella zona della nuova ferrovia e stazione Metroland è prevedibile un aumento dell'appetibilità delle aree, sia in vista della risaldatura con nuovi sottopassi della zona est ed ovest in cui la città è divisa dall'asse ferroviario del Brennero, sia per il nuovo affaccio urbano ad ovest che la nuova stazione andrà di fatto a costituire. Tutto con i conseguenti riflessi sul mercato immobiliare e sulle potenziali iniziative edilizie, prevedibilmente indirizzate al settore produttivo terziario e dei servizi.

Lungo il tratto in galleria tra Rovereto e l'Alto Garda si trova il sito Natura 2000 "Manzano" (IT3120111), comprendente soprattutto prati secchi e boschi non condizionati da acque di falda. Si escludono impatti sul sito originati dalla presenza del tunnel sottostante e il tracciato può quindi essere realizzato indipendentemente dalla posizione del sito protetto.

6.1.2 Zona Alto Garda (Riva-Arco)

La disponibilità di un nodo trasportistico in posizione centrale, agevolmente accessibile utilizzando qualsiasi mezzo di trasporto è giudicato obiettivo primario per la zona dell'Alto Garda e chiave del successo della "Linea Azzurra", essendo l'area maggiormente abitata (circa 30.000 persone) dove si possono ottenere i risultati più evidenti a livello di mobilità.

L'Alto Garda è costituito da una zona ad intensa concentrazione insediativa e produttiva; questo comporta numerose limitazioni di carattere urbanistico ma anche paesaggistico ed ecologico, di cui si deve tener conto durante la pianificazione. Il previsto sviluppo di aree abitative ed industriali intorno alle località di Riva del Garda e Arco limita il sorgere di infrastrutture. In considerazione di



quelli che sono gli aspetti trasportistici, la stazione Alto Garda è stata concepita in modo da poter servire un ampio bacino d'utenza, dal quale poter essere anche facilmente raggiungibile. Tre le alternative analizzate per la posizione della stazione:

- 1) tra Riva del Garda e Arco, in SP45bis - Via S. Caterina (Corridoio - A): gli utenti possono raggiungere da Arco e da Riva la stazione con i mezzi pubblici (5-10 minuti), che già collegano i due centri o mezzi propri (autovettura o bici); questo tracciato consente la creazione di uno scalo merci presso l'area industriale di S. Giorgio. L'inevitabile effetto frantumazione dello spazio aperto è ridotto dal passaggio della linea lungo il confine di aree coltivate o appezzamenti e da misure accompagnatorie ecologico-paesaggistiche
- 2) tra Arco e Dro (Corridoio - PAT): serve un bacino d'utenza minore e comporta un significativo adeguamento del sistema di trasporto pubblico. Per i residenti di Riva del Garda è poco attraente per tragitto più lungo, dato soprattutto che la prevista circonvallazione di Nago-Torbole ridurrà i tempi di percorrenza per gli autoveicoli verso la Valle dell'Adige.

Sono state analizzate altre soluzioni (corridoio B) che prevedevano una stazione di testa in vicinanza dell'area industriale di S. Giorgio, per non attraversare la piana di Riva, e/o una stazione in linea a ridosso dell'uscita della galleria (Riva Torbole) e/o una tra Arco e Dro, soluzioni tutte scartate per la compromissione del paesaggio ad est del Sarca di particolare pregio e pressoché intatto, in particolare nel caso di stazione a Riva-Torbole con le relative viabilità di accesso. Anche l'attraversamento del fiume Sarca tra Arco e Dro comporta un pesante intervento sul paesaggio.

La proposta tiene conto delle linee del TPL e della viabilità esistente ed in progetto, favorendone la concentrazione su pochi assi. Il progetto è attento all'esecuzione per fasi funzionali distinte temporalmente, in modo che la stazione di Alto Garda possa essere realizzata indipendentemente dal tratto verso Tione, rinviando l'immediata necessità del sottopasso di via Santa Caterina. La stazione è prevista in un'area ora occupata da una concessionaria d'auto di cui si propone il recupero più a nord lungo la nuova viabilità. L'ubicazione identifica tale fermata come vera stazione metropolitana di portata territoriale in grado di favorire le potenzialità di utilizzo da parte di passeggeri provenienti sia dagli ambiti turistici di Riva del Garda, Arco, Dro e Torbole che dall'ambito produttivo e civile dei medesimi comuni. E' prevedibile l'aumento dell'appetibilità edilizia delle aree limitrofe per il nuovo affaccio urbano, con riflessi sulla potenziale filiera edilizia.

La posizione del tracciato tra Riva del Garda ed Arco riduce gli interventi in aree abitative e i conflitti con gli edifici presenti. Il tracciato attraversa la valle in prevalenza lungo il confine di aree coltivate o appezzamenti riducendo così i segni tangibili di un intervento. La realizzazione del tracciato lungo la Zona Industriale S. Giorgio ne consente l'allacciamento attraverso un binario proprio. Il tracciato surroga una ideale funzione di limite tra l'inurbamento produttivo industriale e la piana verde a sud ben interpretando anche le previsioni strategiche di piano.

L'attraversamento del Sarca avviene in uno dei punti più stretti dell'area di protezione fluviale che, più a nord presenta caratteristiche più evidenti. Il tracciato tiene conto del collegamento ecologico e della protezione dalle inondazioni lungo il fiume Sarca. Le aree rurali maggiori tra Sarca e i pendii presso Bolognano sono classificate come "paesaggio di particolare pregio" e non vengono quasi intaccate dal passaggio del tracciato. In questa zona di confine il tracciato riduce i segni tangibili dell'intervento non perdendo di vista l'estetica del paesaggio. Il tracciato è compatibile con la prevista circonvallazione di Nago. Il sito Natura 2000 sul Monte Brione non ne è compromesso.



I celebri di insediamenti di epoca preistorica e protostorica disseminati su questo territorio non sono fundamentalmente toccati dal progetto. A sud della Zona Industriale S. Giorgio, tuttavia, il tracciato è molto vicino ad una fornace di epoca romana (bene archeologico rappresentativo) e ad una necropoli di epoca romana (sito archeologico), che durante la fase di costruzione verranno sottoposte a controlli, tutelate e mantenute così sotto la superficie.

6.2 Alternative tratta Alto Garda - Tione

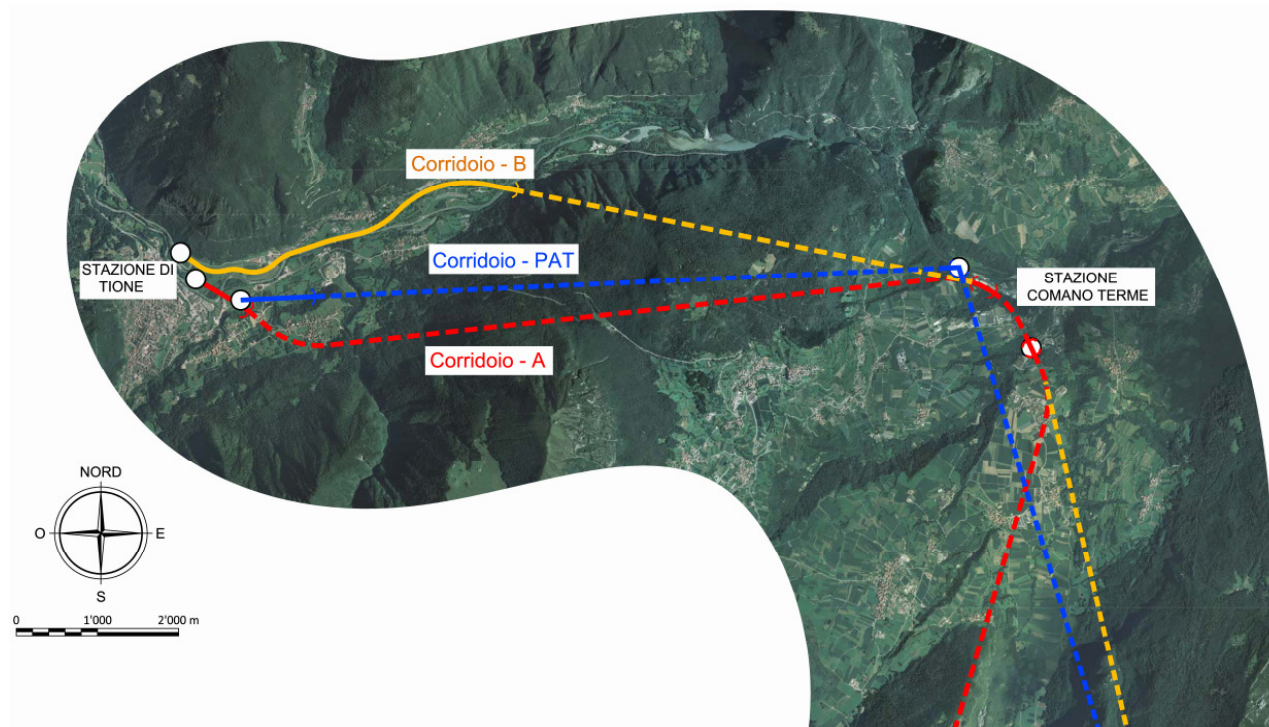


Fig. 6: Alternative nella tratta Alto Garda - Tione

6.2.1 Zona Comano Terme

Per l'accesso a Ponte Arche sono state analizzate soluzioni che prevedevano parte del tracciato all'aperto lungo la valle del torrente Dal (SP 213) e ubicazione della stazione tra Poia e Campo, scartate per motivi tecnici (pendenza massima circa 5%), sia soluzioni con percorso totalmente in galleria da Riva (Corridoio A) e da Dro (Corridoi - PAT e B), queste ultime scartate perché lungo il tunnel si trovano i siti Natura 2000 del "Monte Brento" (IT3120115) ad ovest di Dro, che comprende prati aridi e la "Torbiera Lomasona" (IT312006), prevedibilmente con collegamenti con il regime idrico di falda. Per questo motivo e per le condizioni geologiche il tracciato prescelto passa al di sotto della dorsale ovest della Val Lomasona, per evitare la compromissione degli habitat umidi di superficie lungo la valle del Dal.

Considerati i ristretti spazi disponibili rispetto a viabilità, edificato urbano e insediamenti produttivi, la galleria esce a sud di Ponte Arche, dove è prevista la stazione di Comano Terme nel punto confluenza di SS421 e SP5 per ottimizzare la accessibilità sia dal centro e da Stenico che dagli altopiani di Bleggio, Lomaso e Banale, lasciando libere a sud ampie superfici di espansione.

Infatti considerata la dispersione insediativa che caratterizza il bacino d'utenza di questa stazione risulta meno efficace dal punto di vista tecnico-transportistico, l'alternativa analizzata (Corridoio -



PAT) che ne prevede l'ubicazione ad ovest di Ponte Arche lungo la SS 237, posizione che mal si integra nel sistema dei trasporti esistente nelle Giudicarie Esteriori, richiedendo un accesso da tutti e tre gli altopiani attraverso Ponte Arche, con sovraccarico del centro e delle strade di accesso.

La soluzione proposta è una stazione a ponte, di alto contenuto ingegneristico ed architettonico, dotata di parcheggi, pertinenze infrastrutturali e di intermodalità compatte e funzionali, pensate per un'efficace interazione tra gli accessi automobilistici pubblici e privati e quelli pedonali e rivolta a facilitare lo smistamento passeggeri da e per la vicina zona turistico termale di Comano. Tenuto conto del profilo paesaggistico e delle esigenze del comparto turistico cui si rivolge, la soluzione proposta occupa il minimo spazio fisico, sottolineando e rispettando il valore dei luoghi e la cultura che vi è sottesa. Un atteggiamento positivo di interazione con il paesaggio si realizza infatti non semplicemente con operazioni di mimetismo o nascondendo le infrastrutture necessarie per rendere quel sito più vivibile ma stabilendo con lo stesso un dialogo capace di riprenderne il genius loci e sottolinearne con accortezza e coerenza architettonica i tratti costitutivi ed essenziali. La prossimità della stazione all'importante realtà turistica di Comano Terme, favorirà nuove forme di turismo legate alla facilità di accesso rapido, sostenibile e suggestivo dal punto di vista ambientale e una costruttiva sinergia fra i centri turistici con prerogative affini ed attrattive complementari.

Non si riscontrano particolari restrizioni di tipo ecologico e paesaggistico per presenza di aree di protezione fluviale o riserve locali. La valle del fiume Duina è attraversata in un'area già urbanizzata, con carattere semi-naturale inferiore a quello della gola limitrofa posta più a sud.

6.2.2 Zona di Tione

Strutture insediative storiche, utilizzo agricolo estensivo e presenza di biotopi umidi conferiscono alla valle del Sarca ad est di Tione particolare pregio sia da un punto di vista paesaggistico-rurale che ecologico, la cui importanza è confermata dall'indicazione sul fondovalle e sui pendii di un'area di protezione fluviale, a tratti ampia, e di numerose riserve locali. In particolare la zona di pendio tra Ragoli e Preore presenta numerosi elementi paesaggistici, ma anche aree insediative e aree utilizzate per attività economiche (aree produttive, itticoltura), che condizionano ogni possibile tracciato lungo valle. Il tracciato all'aperto lungo il Sarca tra Ragoli a Tione (Corridoio - B) è stato analizzato nel dettaglio per ridurre la lunghezza del tunnel e aumentare la percezione visiva delle strutture trasporto pubblico, ma alla fine scartato per soluzioni non ottimali (raggi di curvatura ridotti, interferenza con viabilità, attraversamento Sarca) per risolvere i citati condizionamenti.

Per evitare conflitti con aree ad utilizzo antropico e con biotopi di elevato valore si propone un tracciato che attraversa la valle al di sotto dei paesi di Zuclò e Bolbeno, in un'area non sottoposta a particolari vincoli urbanistici e paesaggistici. Il tracciato entra nella piana di Preore/ Tione in sinistra Sarca, nel modo idoneo sotto il profilo paesaggistico ed ambientale, con limitata interferenza con le preesistenze edificate, consentendo di collocare la stazione in un luogo prossimo al centro urbano di Tione ed al suo plesso scolastico, il più frequentato ed importante della valle. Si ottiene un livello di integrazione alle caratteristiche geografiche e paesaggistiche di uno dei luoghi più integri e suggestivi della parte alta del fiume Sarca. La proposta consente la teorica futura ipotesi di prolungamento della linea verso Pinzolo e prevede un percorso della nuova circonvallazione di Tione per le provenienze da Pinzolo praticamente parallelo alla linea ferroviaria, percorso variato rispetto alle previsioni del Piano Urbanistico Provinciale (PUP), ma che consente la possibilità di creare una pista ciclabile lungo Sarca lontana dal traffico. Il collegamento delle diverse



infrastrutture viarie incrementa il mantenimento di spazi liberi su cui non sorgano nuove costruzioni e di superfici a utilizzo agricolo minimizzando nel contempo i segni tangibili dell'intervento.

La vicinanza della stazione al centro di Tione, permetterà il riposizionamento della stazione autocorriere dal centro verso la stazione Metroland che dista, pedonalmente, quattrocento metri dal complesso scolastico di riferimento, maggior utilizzatore appunto di mezzi pubblici su gomma. E' infine da mettere in conto l'effetto urbanistico derivante da domanda di aree fabbricabili per il settore turistico e terziario nelle zone limitrofe alla nuova stazione ed incrementi di domanda per trasporto di merci leggere verso i centri urbani serviti dal tracciato, fino al capoluogo Trento.

7. Le opere d'arte

7.1 Opere in sottterraneo

Poiché si tratta di opere complesse e di gran lunga più costose, nei prossimi capitoli sarà trattata in modo più esteso la loro concezione funzionale, realizzativa e cantieristica.

7.1.1 Concezione della sicurezza

Le gallerie ferroviarie possono ritenersi luoghi relativamente sicuri per l'assenza di rischi dovuti a fenomeni naturali, d'altro canto lo spazio angusto le rende luoghi in cui l'evacuazione e l'autosoccorso dei passeggeri risultano difficoltosi. Inoltre, mentre un incendio che si sviluppa all'aperto può costituire un evento "facilmente controllabile", una situazione all'interno di una galleria può assumere proporzioni catastrofiche. *Per tali motivi, unitamente alle ricadute economiche delle scelte da intraprendere, tale tema è di fondamentale importanza nella progettazione di una linea ferroviaria che prevede gallerie di lunghezza importante, come la "Linea Azzurra".*

7.1.1.1 Riferimenti normativi

La Comunità Europea si è dotata di un riferimento normativo - **Specifico tecnica d'Interoperabilità sulla Sicurezza in Galleria (Safety in Railway Tunnels - TSI/SRT)**, del 20/12/07 in vigore dal 01/07/08; tale norma prevede misure di sicurezza in grado di contenere unicamente i rischi connessi ad incidenti in galleria. Se è vero che la "Linea Azzurra" non è una linea internazionale, è anche vero che il presupposto di possibile interoperabilità porta necessariamente a mettere in conto delle indicazioni contenute nella TSI.

Peraltro, il D.M. 28/10/2005, antecedente alla TSI, che trova applicazione in Italia e che riporta maggiori indicazioni di tipo infrastrutturale, ha recentemente diminuito il suo valore, in quanto l'art. 53 del nuovo DL 24/02/12 n. 1 dispone che *"non possono essere applicati alle nuove infrastrutture ferroviarie nazionali standard tecnici e funzionali più stringenti rispetto a quelli previsti dagli accordi e dalle norme dell'Unione Europea"*.

7.1.1.2 Confronto tra DM 28-10-2005 e la TSI/SRT

Combinando insieme i requisiti richiesti dal DM 28-10-2005 e dalla TSI/SRT e facendo riferimento ad esperienze progettuali italiane recenti e similari, si arriva a predisporre alcune dotazioni infrastrutturali da garantirsi per le gallerie di lunghezza compresa tra 5 e 20km, come nel caso di quelle della "Linea Azzurra"; tali dotazioni riguardano la previsione dell'impianto anti-incendio continuo secondo il DM 28-10-2005, la minimizzazione del numero di deviatori in galleria



(condizione garantita, non prevedendosi punti di incrocio nelle gallerie), l'inserimento di una marciapiede di adeguata larghezza lungo tutta la galleria, l'inserimento di accessi carrabili e collegamenti fra gallerie parallele, l'inserimento di un piazzale di emergenza agli imbocchi e relative strade di accesso, nonché di elisoccorso.

Importante è inoltre evidenziare *anche* che *la configurazione plano-altimetrica della linea deve tenere conto, per quanto possibile, della "sicurezza in galleria"*, evitando di realizzare gallerie immediatamente contigue che finiscono per costituire un unico sistema nel loro insieme. In tal senso, la zona della stazione di Comano Terme, che non raggiunge i 500m richiesti dalle STI, è da considerarsi come elemento di continuità per le due gallerie adiacenti. In tale area, tenendo anche conto della configurazione in viadotto della linea ferroviaria tra le due gallerie non è possibile inserire il piazzale di emergenza che è quindi posto nell'area compresa tra le gallerie Ponte Arche e Giudicarie.

7.1.1.3 Scelta dello schema funzionale

Innanzitutto, è previsto nelle TSI che un treno in emergenza possa raggiungere una fermata di emergenza in 15 minuti procedendo a 80 km/h, che significa 20km. Essendo le gallerie tutte inferiori a tale distanza, non è necessario l'inserimento di fermate di emergenza all'interno delle gallerie previste. Ad ogni modo, in caso sia necessario l'auto-salvataggio in galleria si devono comunque prevedere idonei "luoghi sicuri".

La scelta della tipologia di sezione (monotubo o bitubo) da adottare per le nuove gallerie a singolo binario non è argomento trattato dalla TSI/SRT. In linea di principio, la TSI/SRT consente sia una soluzione di raccordo strutturale con collegamenti trasversali ad altri tunnel eventualmente limitrofi, sia il ricorso a *soluzioni tecniche alternative* di altro tipo, comunque ad inter-distanza non superiore a 1.000m, qualora i costi di costruzione delle uscite laterali o verticali dovessero rivelarsi troppo elevati. Inoltre, alla luce delle prescrizioni contenute del D.M. 28.10.2005 che impongono, per gallerie a singola canna, il requisito minimo di avere accessi intermedi ogni 4 km, definendo l'eventuale galleria di sicurezza parallela solamente quale "requisito integrativo" in funzione delle risultanze di un'apposita "analisi di rischio", si impone la necessità di valutare preliminarmente la possibilità di realizzare accessi intermedi ovvero di costruire una seconda canna.

Il confronto fra le soluzioni dovrebbe essere supportato da un'adeguata analisi del rischio; ad ogni modo, nella presente fase progettuale si propende per l'inserimento del cunicolo di sicurezza, piuttosto che per l'inserimento di accessi intermedi d'emergenza ubicati ad intervalli regolari non superiori a 4km. Ciò perché, secondo il punto in cui potrebbe venirsi a trovare un treno coinvolto in un incidente, le condizioni di fatto per un auto-salvataggio sono ovviamente più favorevoli. Poiché difficilmente in seguito si potrà prevedere un raddoppio della linea Rovereto-Tione, in definitiva la realizzazione di una galleria di sicurezza parallela collegata con la galleria principale da cunicoli trasversali e percorribile a piedi e/o da *mezzi di soccorso gommati di ridotte dimensioni* e dotati di cabina di guida a entrambe le estremità appare oggi la più sostenibile.

Essendo esclusa la possibilità di transito contemporaneo di treni passeggeri e treni merci con merce pericolose, si prevedono i cunicoli trasversali di collegamento alla inter-distanza massima consentita dalle norme, cioè *ogni 500m*.



7.1.2 Dimensioni gallerie

Tenuto conto della sagoma limite del materiale rotabile e delle curve presenti in galleria, la sezione tipo della galleria principale accogliente il traffico ferroviario, da realizzarsi mediante TBM di forma circolare, ha diametro interno pari a 7,7 m e di scavo 9,5 m; il cunicolo ha diametro interno pari a 4,9m ed esterno di scavo pari a 6,0m.

L'interasse fra le gallerie principali e le gallerie di sicurezza è ordinariamente pari a 30 m.

7.1.3 La ventilazione e gli impianti tecnologici in galleria

Il cunicolo di sicurezza è mantenuto in sovra-pressione rispetto alla galleria attraverso ventilatori collocati in apposite centrali presso i portali, così, in caso d'incidente, all'apertura delle porte che separano la galleria dai cunicoli trasversali (by-pass), si stabilisce un flusso d'aria da questi verso quella, sufficiente a prevenire l'eventuale ingresso di fumi nelle vie di fuga.

Ogni 2.000m saranno previsti cunicoli trasversali più ampi rispetto a quelli ordinari di sola sicurezza-manutenzione e con spazi adeguati per ospitare le apparecchiature tecnologiche (quadri elettrici, trasformatori, cabine, ecc.).

L'impianto antincendio sarà alimentato da apposite centrali antincendio poste agli imbocchi o nei cunicoli trasversali di collegamento destinati agli impianti, unitamente ad apposite vasche di accumulo dell'acqua. Il numero di tali centrali varia in funzione del dislivello da superare, perciò se ne prevedono: due per la Galleria Adige Garda, di cui una all'imbocco lato Rovereto e una a metà galleria in un cunicolo tecnologico; quattro per la Galleria Sarca, di cui una all'imbocco lato Comano Terme e tre uniformemente distribuite in lunghezza nella galleria, alloggiate nei by-pass tecnologici; due per la galleria Giudicarie, di cui una all'imbocco lato Tione una a metà galleria in un cunicolo tecnologico.

7.1.4 Modalità di scavo

La geologia lungo il tracciato della Linea Azzurra, pur sempre da approfondire nelle successive fasi, non presenta particolari problemi per la realizzazione dell'opera. Tutti i tracciati della nuova linea proposti attraversano gli ammassi rocciosi prevalentemente costituiti da calcari duri dotati di elevata capacità portante.

La copertura massima delle gallerie risulta essere di circa 1000 m tra Mori ed Riva, di circa 1300 m tra Riva e Ponte Arche e di circa 1000 m tra Terme Comano e Tione.

Considerata la notevole lunghezza delle tre gallerie, l'impiego di una fresa TBM (Tunnel Boring Machine) per la realizzazione delle gallerie è tecnicamente possibile e consente risparmi nei tempi di costruzione rispetto al metodo di scavo convenzionale di circa il 50%. Il ricorso al metodo tradizionale di scavo è comunque consigliato nelle tratte geotecnicamente difficili. Di seguito si riportano alcune sintetiche considerazioni su geologia, rischi geologico-realizzativi e riutilizzo del materiale di scavo.



| Galleria | Lunghezza (m) | Geologia e uso di materiale di scavo | Rischi geologici |
|----------------|---------------|--|--|
| Adige Garda | 10.070 m | Dolomia Principale. | Zone di basalti alterati Ingresso acque freatiche con elevati deflussi (faglie o grotte di carst) |
| | | I materiali di calcari e dolomia si possono utilizzare per i calcestruzzi | Lago di Loppio – evitare il drenaggio Frana Monte Brugnolo/Monte Creino – no problemi a livello gallerie Zone di Protezione/Rispetto risorse Idriche |
| Sarca | 13.860 m | La geologia é dominata di calcari grigi (formazioni di Rotzo, di Loppio, di Monte Zugna) e Dolomia Principale, utilizzabili per calcestruzzi e in cementeria | Zone di faglie importanti con massicci alterati / fratturati Accessi di acque freatiche con elevati deflussi (per faglie oppure per grotte di carst) |
| | | Da Dasindo verso nord, predominano argille e marne argillose. I materiali di calcari e dolomia si possono usare per calcestruzzo oppure per fabbricazione di cemento. | Zona Torbiera Lomasona – evitare dreno zona corrispondente Zone protezione idrogeologica 5606 e 5607, e di 5744, 5770, 5775: tracciato evita e adottare misure speciali durante costruzione |
| | | Il materiale argilloso è utilizzabile per terrapieni o per recupero ambientale ex cave o portato in discarica. | Faglia valle Lomasona: adottato tracciato quasi ortogonale |
| Cares | 740 m | La geologia della galleria dominata da argille della formazione "Argille di Ponte Arche". Il materiale è utilizzabile per terrapieni o per recupero ambientale ex cave o portato in discarica. | Alta quantità di sorgenti in superficie. |
| Giudicarie | 8.800 m | La geologia della galleria Giudicarie é dominata da argille, marne, calcari e dolomie. Il calcare e ladolomia si possono usare per la produzione di calcestruzzi oppure di cemento. | Zone di faglia importanti con massicci alterati / fratturati Accessi di acque freatiche con alti deflussi (per faglie oppure per grotte di carst) |
| | | Il materiale argilloso è utilizzabile per terrapieni o per recupero ambientale ex cave o portato in discarica. | Presenza zona con faglie con scaglie nella zona centrale della galleria. Zone di protezione idrogeologica |

Tab.1: Sintesi delle modalità di scavo delle gallerie e di riutilizzo del materiale di scavo

7.2 Corpo stradale e opere d'arte all'aperto

Nella tavola 1 sono illustrate le sezioni tipo adottate nelle varie situazioni in cui dovrà essere realizzata la nuova linea. Particolare attenzione è posta all'inserimento dell'opera nel territorio e alle azioni di mitigazione e di mascheramento nei punti più critici, evidenziate nelle tavole 5-8.

Le opere esterne principali saranno i viadotti di attraversamento dell'Adige (m180), del Sarca a Riva Torbole (m 175) e a Tione (160), e del Duina (m184) presso la stazione di Comano Terme.

Per l'opera più significativa del tracciato, viadotto sull'Adige con scavalco senza pile in alveo, è stata studiata una particolare geometria che consente di sfruttare il fattore forma tubolare. La presenza di elementi inclinati di parete fa considerare la struttura come una reticolare spaziale in grado di distribuire su tutta l'altezza della sezione dell'opera, le sollecitazioni flessionali, di taglio e torsionali, dal diaframma posto nella parte superiore, alla struttura di sostegno del piano viario, oltre a garantire la rigidità adeguata a soddisfare i limiti deformativi funzionali al comfort di percorrenza dell'infrastruttura. La sezione resistente globale risulta costituita da una piattabanda superiore composta da doppia lamiera curva nervata, collegata per mezzo di conci di tubo



incrociati 460x8 in acciaio, preposti alla trasmissione del taglio globale alla parte inferiore. Il piano viario si prevede realizzato da una sezione chiusa cassonata costituita da lamiera metallica inferiore nervata con elementi irrigidenti longitudinali sui quali si imposta il piano viario, costituito da una soletta in cemento armato di spessore pari a 25 cm. Il getto della soletta in cemento è previsto su lamiera grecata h 200 mm. La connessione fra l'impalcato e la sottostruttura metallica è affidata a connettori metallici a taglio.

Il modello di pre-dimensionamento ha verificato la funzionalità della struttura rispetto ai principali carichi di un treno di carico variabile verticale tipo LM 71, incrementato degli effetti dinamici e dai carichi orizzontali rappresentati dalle forze di serpeggio e dalla pressione del vento. Rispetto a tali carichi la struttura è risultata conforme ai principali requisiti di resistenza agli stati limite ultimi ed ai limiti deformativi imposti dalla normativa tecnica per il comfort dei passeggeri.

Con strutture analoghe sono previsti anche i due ponti sul Sarca a Riva e a Tione, anche per dare unità formale a tutte le opere principali.

7.3 Opere Complementari - Varianti stradali e piste ciclopedonali

La realizzazione delle tratte all'aperto in prossimità delle stazioni impone la risoluzione delle interferenze con le infrastrutture stradali e delle piste ciclabili esistenti o già pianificate dalla Provincia. Per ragioni di sicurezza non sono stati previsti passaggi a livello e tutta la viabilità sotto passerà la linea ferroviaria, evitando in questo modo la realizzazione di scavalchi, che avrebbero comportato cavalcavia di notevole altezza sul piano campagna esistente.

Per le strade si sono adottate le sezioni tipo previste dal DM 5 novembre. 2001: tipo C per le strade provinciali, tipo F per le strade comunali. Le strade agricole e minori saranno larghe 5.0 m (4 m pavimentati + 2 banchine da 0.5 m). Le piste ciclabili sono state di larghezza 3.0 m. Complessivamente sono previsti ed inclusi nei costi interventi per la realizzazione di oltre 7 km di nuova viabilità o adeguamento di quella esistente. Particolarmente rilevanti sono:

- **Variante SS240** (2597 m), prevista dalla pianificazione provinciale e comunale, a partire dalla esistente rotatoria sulla SS 45 bis tra Riva e Arco fino al punto di riunificazione in sinistra Sarca (ponte incluso) delle varie soluzioni studiate ed in corso di valutazione per la variante di Nago-Torbole; il nuovo tracciato è in parziale variante con le ipotesi già progettate, per rendere compatibile l'incrocio tra linea ferroviaria e variante, in corrispondenza del viadotto che scavalca il Sarca
- **Sottopassi a Riva di via delle Grazie** (315 m) e **via S. Caterina** (155m), per evitare la realizzazione di passaggi a livello, entrambe da realizzare a fine lavori della galleria Sarca, per limitare l'impatto sul traffico locale solo al momento della entrata in esercizio della linea
- **Variante SS 421** (930 m) per renderla compatibile con la nuova stazione di Comano Terme
- **Circonvallazione di Tione** (893 m), tra la SP 34 e la SS 237 per renderla compatibile con la nuova stazione di Tione (compreso ponte sul Sarca, parallelo alla nuova linea ferroviaria)

8. Architettura delle stazioni

L'architettura delle fermate prende spunto dalle recenti realizzazioni in Alto Adige, in Austria ed in Svizzera, in base alle seguenti ipotesi: costruzione della stazione con un'adeguata zona d'attesa e l'eliminazione di barriere architettoniche con ascensori e rampe; riorganizzazione dei parcheggi e



dei collegamenti con gli autobus; costruzione di percorsi pedonali e ciclabili che collegano i centri alla stazione.

Le stazioni si presentano con un corpo semplice ed allungato con un volume di circa 1000 mc (si vedano le soluzioni illustrate negli allegati 9-12). Vi sono collocati la zona d'attesa riscaldata, vani tecnici, il sottopassaggio con ascensore e rampa, come anche uno spazio per il noleggio di biciclette. Adiacente alla zona d'attesa sono collocati l'area d'accesso per gli autobus di linea e l'ampio parcheggio principale per macchine, permettendo un facile orientamento ai passeggeri e garantendo l'accessibilità dei vari servizi e ai treni. Chi arriva in bicicletta trova un parcheggio coperto in prossimità dei binari.

9. Riorganizzazione del sistema di trasporto

9.1 Servizio pubblico autobus attuale

Le linee del trasporto pubblico nelle tre Comunità di Valle servite dalla "Linea Azzurra" sono attualmente esercite da autobus. All'interno dell'area interessata dal progetto l'azienda Trentino Trasporti Esercizio S.p.A. offre un servizio urbano per Rovereto e l'Alto Garda ed anche un servizio extraurbano, che mette in collegamento tutte le vallate e le località. La Comunità delle Giudicarie e la Comunità Alto Garda e Ledro sono collegate a Trento attraverso la località di Sarche. Le linee principali erogano un servizio diurno a cadenza regolare, con incremento corse nelle ore di punta. Le linee meno frequentate sono attuate solo negli orari lavorativi e scolastici.

Il servizio urbano di Rovereto copre anche i comuni ad esso confinanti e quindi anche tutto il vicino fondovalle dell'Adige, compresa Mori. Il servizio urbano dell'Alto Garda è organizzato in modo simile e serve i comuni di Riva del Garda, Arco und Nago-Torbole e le relative frazioni.

Il servizio extraurbano è adeguato alle esigenze di mobilità delle vallate. Le linee verso Trento e Rovereto costituiscono la spina dorsale della rete e sono integrate da navette provenienti dalle vallate minori, che permettono di raggiungere anche centri locali come Tione e Riva del Garda. L'unica eccezione e questo capillare servizio pubblico autobus è costituita da Mori,

Il servizio extraurbano è adeguato alle esigenze di mobilità delle vallate. Le linee verso Trento e Rovereto costituiscono la spina dorsale della rete e sono integrate da navette provenienti dalle vallate minori, che permettono di raggiungere anche centri locali come Tione e Riva del Garda. L'unica eccezione e questo capillare servizio pubblico autobus è costituita da Mori,

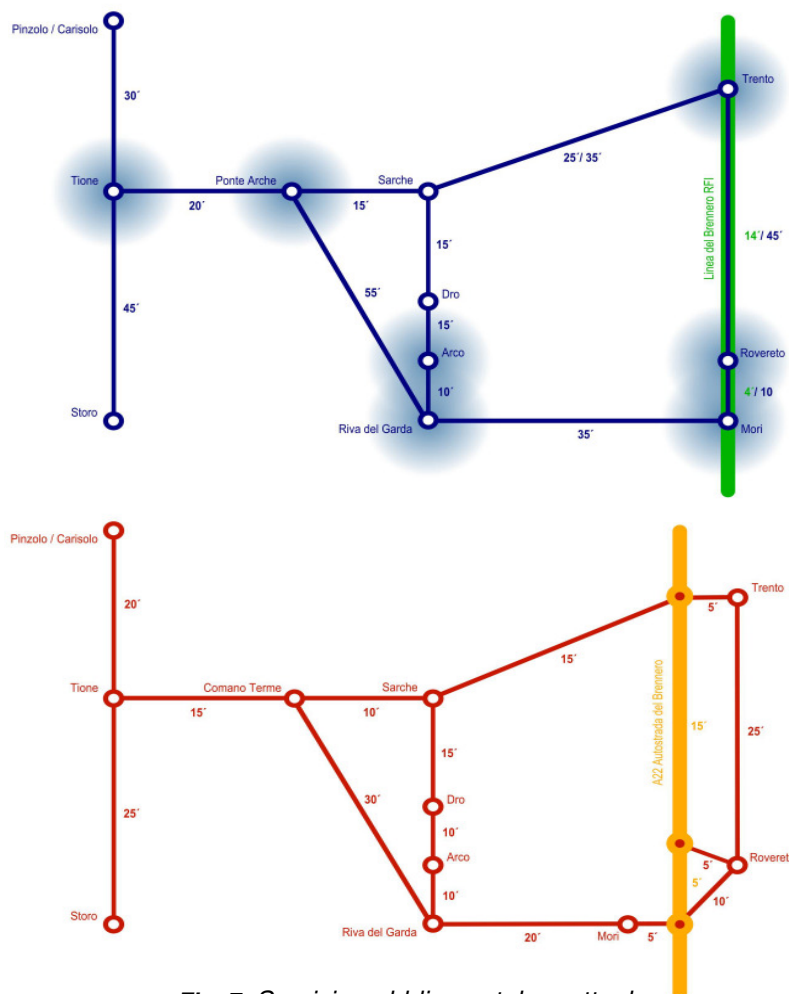


Fig. 7: Servizio pubblico autobus attuale



che è dotata di una propria stazione ferroviaria sulla linea del Brennero esistente. La stazione, pur trovandosi all'esterno di Mori, è ben collegata anche alla rete degli autobus e dispone di parcheggi-auto. Da qui Rovereto è raggiungibile con la ferrovia in 5 minuti e Trento in 20.

I successivi schemi illustrano il trasporto pubblico in direzione dei centri principali Trento, Rovereto e Riva del Garda, a confronto con il trasporto privato su auto. Le tratte più rappresentative prevedono tempi di percorrenza bus più lunghi rispetto a quelli con un'automobile, evidenziati nello schema successivo.

9.2 Il servizio Metroland "Linea Azzurra"

L'offerta della "Linea Azzurra" contribuirà a modificare le abitudini di mobilità di coloro che si muovono tra le aree periferiche del Trentino e i suoi centri economico-produttivi e tra i bacini serviti. A tale scopo risulta fondamentale non soltanto pianificare tempi di percorrenza su rotaia competitivi, ma anche far sì che i tempi complessivi di spostamento (senza utilizzare la propria autovettura) tra località di partenza e di arrivo costituiscano per gli utenti un'alternativa allettante e non trascurabile, considerati i reali minori costi dei trasporti con mezzi propri. I tempi di percorrenza e la frequenza dei treni (15' e 30' tra Riva e Rovereto e 30' - 1h tra Tione e Rovereto) risulteranno molto attraenti per l'utenza non pendolare soprattutto nei periodi invernali (maggior sicurezza della circolazione) e turistici, ma anche nei momenti di punta quando i reali tempi di percorrenza con i mezzi propri possono essere significativamente superiori.

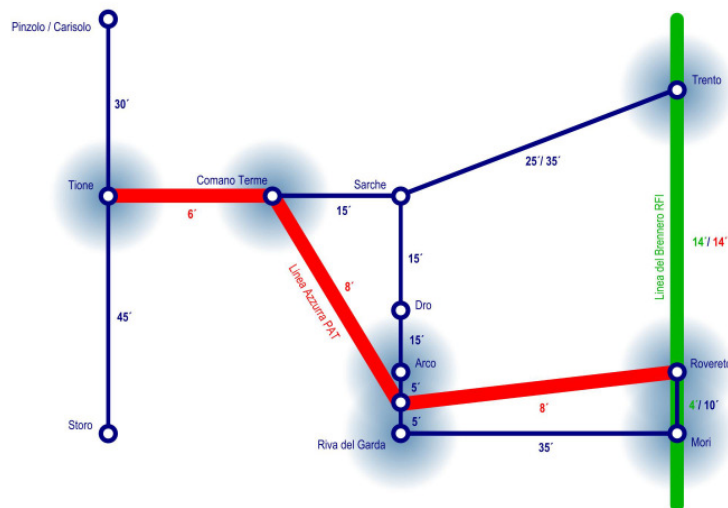


Fig. 8: Il servizio Metroland "Linea Azzurra"

| DA | A | Auto | TPL attuale | Metroland |
|----------------|----------------|------|-------------|-----------|
| Riva del Garda | Rovereto | 30' | 45' | 8' |
| Riva del Garda | Trento | 45' | 70' | 22' |
| Comano Terme | Riva del Garda | 30' | 55' | 8' |
| Comano Terme | Rovereto | 65' | 100' | 18' |
| Comano Terme | Trento | 30' | 40' | 32' |
| Tione | Comano Terme | 15' | 55' | 6' |
| Tione | Riva del Garda | 45' | 75' | 14' |
| Tione | Rovereto | 80' | 110' | 24' |
| Tione | Trento | 45' | 70' | 36' |
| Pinzolo | Trento | 60' | 110' | 72' |
| Storo | Trento | 70' | 120' | 87' |

I tempi non includono quelli del tragitto da e verso la fermata autobus. Per gli utenti di Pinzolo e Storo è stato considerato un tempo di cambio tra bus e treno a Tione di 5 minuti

Tab. 2: Confronto tempi di percorrenza

9.3 Attestazione del Servizio pubblico alle stazioni

Il tracciato proposto prevede 4 stazioni, posizionate in punti ben accessibili e strategicamente integrabili nel sistema esistente del TPL per servire il bacino d'utenza più ampio possibile senza pregiudicare la qualità del servizio. I cambiamenti maggiori riguarderanno le linee autobus che collegano le vallate con Rovereto e Trento e che, non dovendo più svolgere servizio extraurbano, potranno essere soppresse o almeno ridimensionate.

L'orario cadenzato integrato costituirà l'impalcatura dell'offerta in fatto di mobilità. La cadenza intensificata delle corse autobus al mattino e alla sera e durante l'orario pre-scolastico è ancora



opportuna e non dovrà obbligatoriamente corrispondere agli orari di arrivo e partenza della “Linea Azzurra”. Il sistema tariffario tipo dovrà favorire i viaggiatori abituali e funzionare con la tecnologia di convalida “contactless”, consentendo un rapido cambio tra autobus e nuova ferrovia. La auspicata e completa integrazione cadenzata di orari e tariffe sarà facilmente attuabile se il servizio autobus e “Linea Azzurra” sarà gestito da un’unica azienda (oggi Trentino Trasporti Esercizio S.p.A).

Rovereto - La stazione esistente deve essere trasformata, indipendentemente dalla “Linea Azzurra”, in un importante nodo della mobilità con una nuova stazione delle autocorriere. L’ampliamento della stazione ferroviaria di Rovereto con il binario della “Linea Azzurra” contribuirà alla rivalutazione di questo nodo e non sarà necessario modificare il sistema TPL. Mori continuerà ad essere collegata con Rovereto e Trento attraverso la linea RFI del Brennero esistente. Considerato che gran parte del servizio extraurbano Riva del Garda – Mori – Rovereto diventerà obsoleto, si dovrà potenziare l’integrazione di Mori nel servizio urbano di Rovereto.

Alto Garda - La stazione si trova sull’asse principale dell’attuale sistema del TPL (SP45bis via S. Caterina) e risulta pertanto raggiungibile in modo ottimale da tutto il bacino d’utenza Riva Arco. Nessuna linea bus farà capolinea presso la stazione dell’Alto Garda ed i terminal rimarranno quelli di Riva ed Arco. Per ottimizzare l’accessibilità, le fermate bus rimarranno su via S. Caterina, ma avvicinate alla stazione. Dopo la realizzazione della tratta Alto Garda - Terme di Comano, le fermate saranno spostate nel sottopasso ferroviario, collegate alla stazione mediante scale ed ascensori diretti ai binari. Gli orari delle corse saranno adattati a quelli di arrivo e partenza della “Linea Azzurra”. Le corse degli bus in direzione di Trento e Rovereto potranno essere in gran parte soppresse e sostituite da corse del servizio urbano dell’Alto Garda a cadenza intensificata che includano anche collegamenti con Dro, Torbole e Nago.

Comano Terme - La stazione può essere raggiunta direttamente da due dei tre altopiani (Lomaso e Bleggio) senza attraversare Ponte Arche. Il capolinea delle due linee degli autobus continuerà ad essere presso la stazione d autocorriere di Ponte Arche. La linea bus proveniente dall’altopiano di Stenico sarà fatta proseguire fino a quella ferroviaria, da dove ritornerà alla stazione autocorriere. Gli orari saranno adattati a quelli di arrivo e partenza della “Linea Azzurra” e le corse in direzione Tione, Riva del Garda e, soprattutto, Trento potranno essere in gran parte soppresse.

Tione - La stazione ferroviaria e delle autocorriere, di cui si prevede lo spostamento dal centro di Tione, costituisce il nuovo nodo della mobilità per le Giudicarie Interiori. Il nuovo nodo della mobilità sorgerà sulla nuova circonvallazione di Tione da dove saranno raggiungibili a piedi, attraverso nuovi percorsi attrezzati anche con passerella ciclopedonale sul Sarca, tutte le destinazioni principali (centro storico complesso scolastico e ospedale), possono essere raggiunte a piedi passando attraverso spazi suggestivi, di fatto servendo anche in modo più efficace l’utente proveniente dalle valli. Saranno mantenute tutte le linee degli bus delle Giudicarie Interiori (verso Saone e Pinzolo) che arriveranno al nuovo nodo e vi fanno capolinea, senza proseguire verso Trento. Gli orari di arrivo e partenza della “Linea Azzurra” faranno sì che il nuovo centro per la mobilità funzioni da nodo di cadenzamento, anche per quanto riguarda la linea “city-bus” che continuerà a collegare la stazione delle autocorriere con l’ospedale.



9.4 Parcheggi di stazione e fermate autobus

Lo studio delle quattro stazioni è stato integrato al contesto urbano di riferimento e confortato da opportune valutazioni di carattere trasportistico, di viabilità infrastrutturale e per la sosta. In particolare lo studio ha indagato le varie situazioni inerenti il trasporto sia pubblico che privato nelle condizioni attuali, per comprenderne le prerogative e le possibili criticità, proiettando le previsioni future in una proposta conforme alle nuove condizioni di integrazione con Metroland. Gli aspetti inerenti le soluzioni adottate per la circolazione prevista sono evidenti sulle tavole grafiche delle stazioni mentre il dimensionamento dei parcheggi è in rapporto agli utenti di ogni stazione. In generale, ognuna prevede una specifica viabilità di accesso, accostamento e stazionamento breve per i mezzi pubblici e privati, specifici spazi di rimessaggio per le biciclette, spazi di sosta sia per i mezzi pubblici che privati. Questi ultimi sono previsti in ragione circa di 1 posto auto ogni 3-4 utenti in arrivo con mezzi propri nell'arco di una giornata. Il piano proposto per la stazione Alto Garda già individua l'ubicazione di un parcheggio multipiano per non interessare ulteriormente territorio da realizzare se il dimensionamento risulterà insufficiente.

9.5 Inserimento di scalo merci a Riva – Trasporto piccole merci e biciclette

Nel cuore produttivo industriale della piana tra Arco e Riva (Z.I S. Giorgio), separato dalla stazione Alto Garda, il progetto realizza uno scalo merci, per contribuire all'attivazione di forme di intermodalità. Potranno avvantaggiarsene produzioni di pezzi speciali, elementi altamente tecnologici posizionati nel settore del prodotto just in time e di nicchia, sensibili all'utilizzo dei trasporti pubblici, se efficienti affidabili e economicamente competitivi per l'approvvigionamento e la consegna.

Oltre ai trasporti di biciclette, che rappresentano un *asset* specifico in ambito turistico, si potranno trasportare piccoli prodotti agricoli o alimentari di nicchia, attrezzature sportive, giornali, per l'approvvigionamento di negozi delle vallate in zone molto sensibili (ecologia, turismo, ecc.). Nella stazione di Tione è stata prevista l'accessibilità al binario direttamente dalla viabilità.

10. Le opere di mitigazione e compensazione

Misure di protezione e di compensazione contribuiranno a ridurre gli impatti negativi del progetto o a rafforzare gli eventuali impatti positivi. Le misure definite per ogni contesto spaziale e di presenza dell'opera hanno l'obiettivo di ottimizzare il progetto da un punto di vista ecologico, urbanistico ed estetico-paesaggistico. Gli interventi previsti sono:

- schermature per ridurre la visione sul tracciato dal territorio circostante e dalle aree abitative;
- ripristino di superfici agricole od ecologiche occupate durante la fase di costruzione;
- creazione di nuovi biotopi o elementi paesaggistici per compensare la perdita di superfici
- mantenimento e miglioramento della permeabilità del paesaggio nel senso di una connessione ecologica del paesaggio stesso;
- mantenimento di collegamenti stradali e dei percorsi di collegamento di livello locale (sentieri e passeggiate, piste ciclabili, strade interpoderali).

Nel collocare le superfici di compensazione si tiene conto dell'utilizzo attuale (ad es. aree agricole di particolare pregio) così da non procedere ad una occupazione eccessiva.



Tratta Rovereto – imbocco galleria Mori-Riva Tra la stazione di Rovereto e l'imbocco della galleria Mori-Riva si prevede la piantumazione di strisce di boschetto ad ovest del tracciato, per ridurre la visibilità dalle vicine aree insediative e per il tempo libero e compensare la perdita del boschetto presente lungo il tracciato. Le strisce di boschetto costituito da alberi ed arbusti sono mantenute strette per limitare l'occupazione dell'area insediativa. Nei punti di passaggio verso i confinanti giardini e spazi liberi delle aree insediative si inseriscono arbusti ornamentali. Lungo il Leno si estendono verso ovest i boschetti ripariali e si piantano boschetti lungo la ferrovia del Brennero. Per rispetto delle superfici pregiate coltivate a viti in destra Adige non si prevedono superfici compensative. Si ricoltivano le superfici agricole occupate durante la fase di costruzione.

Il ponte sull'Adige è realizzato in modo da mantenere la permeabilità lungo il fiume e la pista ciclabile. Per compensare perdite di aree boschive nell'area del portale e per migliorare la zona ripariale lungo l'Adige, si integrano e si allestiscono di nuovo i boschetti ripariali lungo il fiume.

Attraversamento piana Alto Garda Si sono evitati alti rilevati e trincee, mantenendo il tracciato al piano campagna (max 1-2 m), limitando la vista dalle aree insediative limitrofe e dal paesaggio circostante, riducendo l'occupazione di suolo antropico pregiato. Ad ovest della stazione dell'Alto Garda si devono limitare le relazioni di visibilità con le aree abitative nei dintorni di San Nazzaro-San Tomaso e Pasina. L'attraversamento delle aree di protezione del Sarca su viadotto mantiene la permeabilità per i collegamenti locali (strade interpoderali, piste ciclabili), il deflusso acque (protezione dalle piene) e i corridoi per le specie animali selvatiche, per le quali sono introdotti passaggi a tubo nei tratti in rilevato.

Piantumazioni di boschetti riducono ulteriormente la visione sull'opera dal paesaggio aperto e dalle aree insediative limitrofe. In particolare, per proteggere il paesaggio antropico pregiato intorno al Monte Brione, sono previste misure che riducono anche la visibilità dell'area industriale e della circonvallazione in progetto, contribuendo alla rivalutazione complessiva dell'area.

Nell'area della stazione Alto Garda il modellamento del paesaggio concorre alla realizzazione degli obiettivi urbanistici integrando il modellamento architettonico delle stazioni allo spazio pubblico.

Attraversamento Giudicarie Esteriori A Comano Terme sono necessari pochi interventi per l'integrazione estetico-paesaggistica del ponte e della stazione. Lungo il corso del Duina, oggi del tutto privo di vegetazione, sono piantati nuovi boschetti ripariali, che ne rivalutano il paesaggio.

Superfici a prato e a bosco sono allestite sul versante destro della valle su aree rese libere dallo spostamento della SS421. Esse costituiscono la cornice per il modellamento architettonico della zona di stazione pensile e svolgono la funzione di superfici ecologiche di compensazione.

Tione Nell'area di Tione il tracciato attraversa la valle per un breve tratto limitando, rispetto ad un tracciato all'aperto lungo il fiume, la necessità di misure di compensazione e di mitigazione. Le superfici agricole di basso valore intorno al portale della galleria sono adatte al rimboschimento sostitutivo a compensazione delle perdite di bosco

I ponti sul Sarca del tracciato ferroviario e della nuova circonvallazione di Tione sono previsti paralleli in modo da minimizzare l'area coinvolta e da poter armonizzare le opere. I ponti proseguono nelle aree di protezione fluviale in viadotto, per mantenere la permeabilità dell'opera per i collegamenti locali (piste ciclabili), il deflusso delle acque (protezione piene) e i corridoi per



specie animali selvatiche. Per schermare gli spazi aperti ad utilizzo agricolo dall'opera e ridurre la sua visibilità, si piantano boschetti ad ambo i lati del tracciato. A nord del Sarca i boschetti si legano alle strutture esistenti con specie coerenti con terreno e sostituiscono l' abete rosso presente lungo il fiume Sarca. A sud elementi lineari del paesaggio antropico sono ripresi nel modellamento (viali con salice vimine). Attorno alla stazione di Tione le misure paesaggistiche completano il modellamento architettonico della stazione e formano un'area di passaggio verso il piano ad utilizzo agricolo, che si trova ad est, e le aree naturali lungo il fiume Sarca.

11. La cantierizzazione

11.1 Cantieri gallerie e smaltimento materiali di scavo

Nel successivo prospetto sono sintetizzati i dati fondamentali delle 4 gallerie previste, e negli allegati 2-4 sono individuati i cantieri e le ubicazioni delle discariche/depositi che si ipotizza di utilizzare, tenendo conto che il materiale sarà in gran parte riutilizzabile viste le sue caratteristiche.

| Galleria | Lunghezza (m) | Cantiere operativo | Modalità di scavo galleria | Durata cantiere di scavo | Ubicazione depositi per successivo riutilizzo/discariche definitive | Riutilizzo materiale di scavo | Volumi scavo e deposito riuso per calcestruzzi |
|-------------|---------------|---|---|--------------------------|---|--|--|
| Adige Garda | 10.070 | Cornadè (Rovereto): Il cantiere è situato in vicinanza della cava esistente (ca 5 ha), accessibile realizzando una breve raccordo stradale, raggiungibile dalla viabilità ordinaria e autostrada (Rovereto sud) | Scavo tradizionale accesso galleria ca. 100 m Scavo convenzionale 100 m (est) +3.900 m (ovest) | 27 Mesi | A Ravazzone di Mori, ca. 2 km al sud di Cornalé, area di 10 ha usata per lavorazione inerti. Smarino trasportabile su chiatte sull'Adige per evitare il traffico su strada. | 80-90 % utilizzabile per calcestruzzi 5-15 % utilizzabile per terrapieni 5 % a discarica permanente | V. Scavo 553.000 m ³ V. Deposito 508.000 m ³ V. Calcestruzzi 45.000 m ³ |
| | | Torbole: Il cantiere è accessibile tramite viabilità accesso alla discarica esistente. Utilizzerà solo parte di terreno agrario per salvaguardare l'area di pregio ambientale | Scavo continuo (TBM) 6.070 m (ovest) | 27 Mesi | Discarica esistente (300 m) da imbocco galleria e Cava abbandonata di Varignano (4 km a nord-ovest) Possibile utilizzo di nastro trasportatore Materiale riutilizzabile anche da cementificio di Riva (a 3 km) | | V. Scavo 839.000 m ³ V. Deposito 771.000 m ³ V. Calcestruzzi 68.000 m ³ |
| Sarca | 13.860 | Riva: Il cantiere è collocato accanto alla fabbrica di cemento, direttamente su Via delle Grazie (circonvallazione di Riva/Arco) | Scavo continuo (TBM) Nord 7.860 m. | 33 Mesi | Varignano: ex cava con spazio per accogliere il materiale delle gallerie di Adige Garda (771.000 m ³) e Sarca (998.000 m ³). Il materiale si potrà riusare dopo fase esecutiva. Da cantiere a cava è realizzabile nastro trasportatore. (1.5 km) | 40-50 % utilizzabile per fabbricazione cemento 30-40 % supplemento a calcestruzzo 10-20 % per terrapieni ca. 5 % discarica permanente | V. Scavo 1.087.000 m ³ V. Deposito 998.000 m ³ V. Calcestruzzi 89.000 m ³ |
| | | Dasindo: Il cantiere è situato in località Dasindo Interesserà terreno piano ca. 200 m a sud imbocco. L'area è sufficiente per cantiere e discarica e/deposito temporaneo. | Scavo convenzionale da pozzo Dasindo Sud 3.400 m, Nord 900 m. | 24 Mesi | Dasindo: ca 200 m a sud abitato è previsto l'imbocco pozzo di cantiere. | | V. Scavo 610.000 m ³ V. Deposito 561.000 m ³ V. Calcestruzzi 59.000 m ³ |
| | | Comano Terme Il cantiere è in prossimità della stazione, accessibile da viabilità modificata per consentire la realizzazione delle opere | Scavo convenzionale Sud 1.700 m | 15 Mesi | Dasindo: ca 3000 m a sud da imbocco galleria Comano Terme. | | V. Scavo 235.000 m ³ V. Deposito 216.000 m ³ V. Calcestruzzi 19.000 m ³ |
| Cares | 740 | Ponte Arche Il cantiere è collocato dietro una ex fabbrica accessibile da Via Guglielmo Marconi. | Scavo convenzionale 740 m | 10 Mesi | Dasindo (km 3.4) oppure cave presso Ponte Ragoli (km 5.4) – San Giovanni a Saone (km 6.3) entrambe con superficie utile di ca 3.0 ha | 30-40 % utilizzabile per terrapieni 60-70 % a discarica | V. Scavo 100.000 m ³ V. Deposito 100.000 m ³ V. Calcestruzzi ???.000 m ³ |
| Giudicarie | 8.800 | Ponte Arche Il cantiere è collocato dietro una ex fabbrica accessibile da Via Guglielmo Marconi. | Scavo convenzionale 4.460 m | 27 Mesi | A Ponte Arche non ci sono discariche utilizzabili. Si possono utilizzare le cave di Ponte Ragoli (km 4.6) e San Giovanni a Saone (km 5.5), entrambe con superfici utili di ca 3 ha | 30-35 % utilizzabile per fabbricazione cemento ca. 30-40 % per calcestruzzi 15-25 % per terrapieni 5-10 % a discarica | V. Scavo 425.000 m ³ V. Deposito 375.000 m ³ V. Calcestruzzi 50.000 m ³ |
| | | Zuclo Il cantiere è collocato nella cava esistente presso l'imbocco della galleria. | Scavo convenzionale 4.340 m | 27 Mesi | Cava Ponte Ragoli (4 km) Saone (1 km) ca. 3 ha per 200.000 m ³ Zuclo (100 m est): ca. 1 ha per 100.000 m ³ | | V. Scavo 414.000 m ³ V. Deposito 365.000 m ³ V. Calcestruzzi 49.000 m ³ |

Tab.3: Cantierizzazione gallerie

11.2 Tratti all'aperto e deviazioni/sottopassi

Le tratte all'aperto sono relativamente brevi, salvo l'attraversamento della piana tra Arco e Riva. I cantieri dovranno far precedere nelle zone più critiche la realizzazione della viabilità complementare e deviata a quella della linea, in modo di liberare la pista di costruzione della stessa. I cantieri di costruzione saranno organizzati utilizzando le aree delle future stazioni come basi operative per uffici, officine, depositi temporanei dei materiali permanenti, zone manutenzione e lavaggio mezzi.

11.3 Mitigazione durante la fase esecutiva

La realizzazione di una tratta ferroviaria provoca impatti sulle aree circostanti dovuti a immissione di rumore, polveri e vibrazioni così come occupazione di superfici e scompensi temporanei a livello di quadro paesaggistico. Tale situazione è più evidente nel caso di grandi cantieri per lo scavo di gallerie e della loro attività di recupero, deposito e trasporto di materiale inerte. Tali cantieri sono allestiti su aree produttive o arativi, a distanza dalle aree abitate e dalle superfici ecologiche di pregio, evitando colture speciali (frutteti e vigneti) per minimizzare gli impatti durante la costruzione. Un criterio importante nella riduzione dell'impatto ambientale è costituito dall'ottimizzazione del trasporto materiali così da contenere, in particolare, il numero dei viaggi degli autocarri. Si prevede che il trasporto di materiale di scavo dai portali di Torbole e Riva del Garda verso i vicini depositi avvenga tramite nastro trasportatore, mentre per quello di Rovereto è possibile il trasporto su chiatte lungo l'Adige. Sono previste misure accompagnatorie per ridurre l'impatto da immissioni sulle aree insediative e rurali circostanti, quali protezione del cantiere anti-vibrazioni e anti-rumore (quando necessarie), veicoli e tecnologie allo stato più avanzato della tecnica, applicazione delle misure di umidificazione (procedure di irrigazione prima dello scarico del nastro trasportatore sul deposito intermedio, pulizia superfici carreggiabili, lavaggio ruote), incapsulamento ventilazione e betoniera, depurazione acque provenienti dal cantiere e acque di infiltrazione in fase di costruzione.

I depositi sono stati previsti in siti già utilizzati come cave di prestito o centri per calcestruzzi e sono previsti rinaturalizzati. Per il cantiere pozzo di Dasindo e del relativo deposito è prevista la schermatura temporanea con un terrapieno rinverdito o barriere antirumore. E' opportuno anche economicamente considerare il recupero del materiale per calcestruzzi, cemento e rilevati in modo da evitare l'apertura di nuove cave.

