

COLLEGAMENTO FERROVIARIO BELLINZONA – MESOLCINA – VALCHIAVENNA

STUDIO DI VARIANTI E DI FATTIBILITÀ

DEFINIZIONE DEL TRACCIATO, FATTIBILITÀ TECNICA E STIMA DEI COSTI

EDY TOSCANO SA
Engineering & Consulting
Via Lischedo 9
CH-6802 Monteceneri
Tel. +41 91 935 99 99
Fax +41 91 935 99 98
rivera@toscano.ch



ISO 9001:2008 certificato
www.toscano.ch / No. IVA 250 644

460072 - gal/bap
16 novembre 2011

L:\460072 Studio_traforo_Val_Chiavenna\03 Documenti progetto\05 Rapporto studio di fattibilità\001 - Studio di fattibilità GAL.doc

Indice	pagina
1 INTRODUZIONE	4
2 BASI	4
2.1 Norme e direttive	4
2.2 Documenti di progetto	4
3 LE CONDIZIONI QUADRO	5
3.1 Descrizione e scopo del progetto	5
3.2 Perimetro di studio	5
3.3 Tipologia di ferrovia e elementi geometrici principali	6
3.4 Considerazioni e vincoli di progettazione	7
3.4.1 <i>Tracciato</i>	7
4 DESCRIZIONE DELLE VARIANTI PRESE IN CONSIDERAZIONE	8
4.1 Variante Rossa	8
4.2 Variante Blu	8
4.3 Variante Arancio	8
4.4 Variante Verde	9
4.5 Variante Marrone	9
4.6 Variante Magenta	9
5 LA DEFINIZIONE DEL TRACCIATO	10
5.1 Il tracciato	10
5.1.1 <i>Collegamento linea FFS del San Gottardo</i>	10
5.1.2 <i>Intersezione con lo svincolo autostradale Bellinzona Nord</i>	11
5.1.3 <i>Tratta a raso Castione – San Vittore</i>	11
5.1.4 <i>Galleria artificiale di Roveredo</i>	12
5.1.5 <i>Variante corta – portale Roveredo</i>	13
5.1.6 <i>Variante lunga – portale Lostallo</i>	13
5.1.7 <i>Galleria a binario singolo fino a Gordona</i>	14
6 LA FATTIBILITÀ TECNICA	15
6.1 Tracciato orizzontale	15
6.2 Tracciato verticale	15
6.3 Esecuzione	16
6.3.1 <i>Tratta a raso, rilevati, trincee, ponti e sottopassi</i>	16
6.3.2 <i>Tratta in sotterraneo</i>	17
7 IL PROGRAMMA LAVORI	19
7.1 Programma lavori variante corta	19
7.2 Programma lavori variante lunga	21

8	LA STIMA DEI COSTI	23
8.1	Preventivo variante corta – Portale Roveredo	23
8.2	Preventivo variante lunga – Portale Lostallo	23
8.3	Preventivo delle varianti senza galleria di collegamento con l'Italia.	23
9	CONCLUSIONE	24

Allegati

- 1 Stima dei costi variante corta – Portale Roveredo
- 2 Stima dei costi variante lunga – Portale Lostallo
- 3 Stima dei costi variante corta – senza collegamento con l'Italia
- 4 Stima dei costi variante lunga– senza collegamento con l'Italia

Piani

101	Varianti di tracciato – Planimetria generale su CN	1 : 50'000
102	Varianti di tracciato complessive – Planimetria	1: 5'000
103	Varianti di tracciato scelte - Planimetria	1: 5'000
104	Tracciato Castione – Lostallo – Profilo longitudinale	1:10'000/1'000
105	Tracciato Castione – Roveredo - Profilo longitudinale	1:10'000/1'000
106	Galleria Lostallo – Gordona – Profilo longitudinale	1:10'000/1'000
107	Galleria Roveredo – Gordona – Profilo longitudinale	1:10'000/1'000
108	Sezioni tipo	1:100 / 1:50

1 INTRODUZIONE

Questo documento è parte integrante dello studio di varianti e di fattibilità del collegamento ferroviario Bellinzona – Mesolcina – Valchiavenna. Oggetto del presente documento è la descrizione tecnica delle varianti scelte da parte del Committente dopo la prima fase di valutazioni delle possibili alternative, l'analisi della fattibilità tecnica e la stima dei costi.

L'attuale versione del documento rientra nella consegna intermedia dello studio di fattibilità del tracciato, utilizzata per la fase di consultazione dei servizi cantonali e federali interessati. La versione finale e completa dello studio di fattibilità, con integrate le osservazioni scaturite dalla fase di consultazione, sarà consegnata nel corso del mese di dicembre 2011.

2 BASI

2.1 Norme e direttive

Norme SIA:

- SIA 260 (2003) Basi per la progettazione di strutture portanti;
- SIA 261 (2003) Azioni sulle strutture portanti;
- SIA 261/1 (2003) Azioni sulle strutture portanti – Indicazioni complementari;
- SIA 262 (2003) Strutture in calcestruzzo;
- SIA 262/1 (2003) Strutture in calcestruzzo – Indicazioni complementari;
- SIA 267 (2003) Geotecnica;
- SIA 267/1(2003) Geotecnica – Indicazioni complementari;
- SIA 281 (1992) Bitumen- und Polymerbitumen-Dichtungsbahnen

Direttive FFS:

- Norme ferroviarie rilevanti (ad esempio: „Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung; AB-EBV“);

Direttive ASTRA:

- Richtlinie für konstruktive Einzelheiten von Brücken (1990/1996/2001/2005);
- Richtlinie Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen (2005);
- Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern (2001).

2.2 Documenti di progetto

- Vorstudie ÖV Anbindung Oberengadin – Lombardei, Kanton Graubünden, 02.04.2008.

3 LE CONDIZIONI QUADRO

3.1 Descrizione e scopo del progetto

L'incarico prevede lo studio di fattibilità per il collegamento ferroviario a binario unico tra Bellinzona e la regione Valchiavenna attraverso la Mesolcina. Committente del progetto è il Dipartimento costruzioni, trasporti e foreste del Canton Grigioni.

Gli obiettivi principali del progetto e le funzioni da assicurare poste dal Committente sono le seguenti:

- Sviluppo settore turistico;
- Relazioni transfrontaliere e pendolarismo;
- Allacciamento a corridoi internazionali;
- Consentire trasporto merci di valenza locale;
- Uscire dall'isolamento della Mesolcina e della Valchiavenna;
- Opportunità di sviluppo delle regioni toccate.

Oltre al trasporto ferroviario di passeggeri e merci di valenza locale, il progetto prevede anche un servizio navetta con carico e scarico del traffico stradale privato.

Le frequenze d'esercizio previste prevedono un treno viaggiatori ogni 60 minuti e un treno navetta ogni 30 minuti in entrambe le direzioni.

3.2 Perimetro di studio

Il perimetro tecnico di studio per definire il tracciato è indicato nella cartina sottostante.



Figura 1: Perimetro di studio per il collegamento ferroviario Bellinzona –Valchiavenna

A Sud-Ovest il perimetro è delimitato dal collegamento con l'asse Nord-Sud della rete ferroviaria esistente e in particolare dal collegamento con la stazione TILO di Arbedo-Castione e con la stazione FFS di Bellinzona.

Proseguendo da Bellinzona in direzione Nord-Est, il perimetro di studio è delimitato dalla morfologia del territorio, dalla presenza dell'asse autostradale del San Bernardino (N13) e dalla necessità posta dal Committente di collegare i centri urbani più importanti della Mesolcina con delle fermate passeggeri poste lungo il tracciato.

Un altro vincolo al perimetro di studio è posto dal portale italiano della galleria Mesolcina - Valchiavenna previsto nei pressi di Gordona. Da qui il tracciato si collegherà nei pressi di San Cassiano alla rete ferroviaria italiana (vedi schema sottostante) che collega sull'asse Nord-Sud Lecco a Chiavenna e sull'asse Ovest-Est Colico con Sondrio e Tirano.

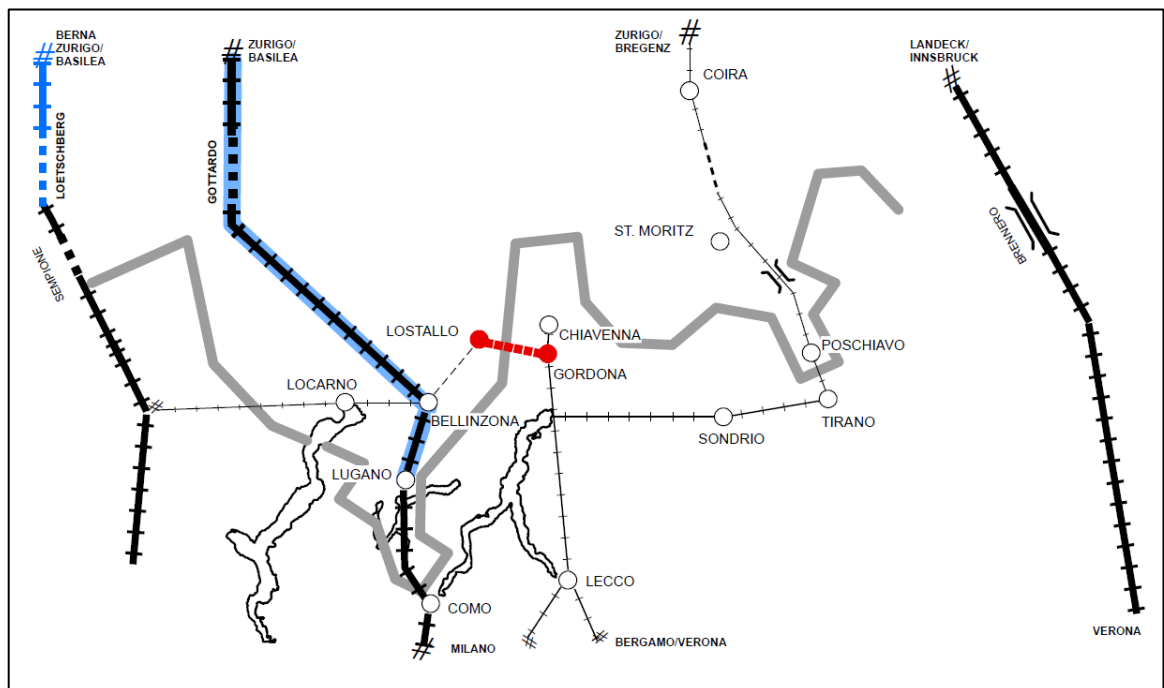


Figura 2: Schema dei collegamenti ferroviari esistenti

3.3 Tipologia di ferrovia e elementi geometrici principali

Il progetto prevede un collegamento ferroviario a scartamento normale a binario singolo. Lungo il tracciato sono previste brevi tratte a binario doppio per l'incrocio dei treni nei due sensi di marcia e per garantire la frequenza di esercizio richiesta.

Di seguito vengono elencati gli elementi geometrici principali utilizzati per l'elaborazione delle varianti:

- Sagome ferroviaria: EBV 2 / EBV4
- Raggio planimetrico orizzontale:
 - Raggio minimo standard: $R_{\min} = 250 \text{ m}$

- Raggio minimo con correzioni della sagoma: $R_{\min} = 150 \text{ m}$
- Raggio verticale:
 - Raggio minimo: $R_v = 5'000 \text{ m}$
 - Raggio minimo con correzioni della sagoma: $R_v = 1'000 \text{ m}$
- Stima della velocità di percorrenza in funzione del raggio:
 - R > 1'100 m: $v = 120 \text{ km/h}$
 - R > 800 m: $v = 100 \text{ km/h}$
 - R > 500 m: $v = 80 \text{ km/h}$
 - R > 300 m: $v = 60 \text{ km/h}$
 - R > 200 m: $v = 50 \text{ km/h}$
 - R > 150 m: $v = 40 \text{ km/h}$
- Viadotti:
 - Stima larghezza viadotti a binario singolo: $B = 6 \text{ m}$
- Gallerie a binario singolo
 - Stima profilo F_{air} interno: $F_{\text{air}} = 40 \text{ m}^2$
 - Stima profilo di scavo: $A_{\text{scavo}} = 60 \text{ m}^2$

3.4 Considerazioni e vincoli di progettazione

3.4.1 Tracciato

Per il tracciato dei binari sono da considerare le seguenti condizioni:

- In caso di attraversamento tramite viadotto dell'autostrada bisogna mantenere un'altezza minima del profilo di luce libero sopra l'autostrada pari a 4.80m;
- Il tracciato orizzontale è condizionato in modo marcato dal collegamento della nuova linea ferroviaria con la linea Nord-Sud esistente a Bellinzona, dalla necessità di allacciare i centri urbani della Mesolcina, dalla morfologia del territorio e dal portale italiano nei pressi di Gordona.

4 DESCRIZIONE DELLE VARIANTI PRESE IN CONSIDERAZIONE

Nel corso dello studio di varianti sono state proposte al Committente differenti alternative di tracciato, che vengo brevemente riassunte nei seguenti capitoli.

Il perimetro tecnico di studio è stato diviso in 3 settori. Il primo settore comprende la tratta da Bellinzona al confine tra il Canton Ticino e il Canton Grigioni, il secondo settore dal confine dei due cantoni fino a Roveredo, il terzo settore da Roveredo al portale italiano di Gordona.

La rappresentazione grafica dei diversi tracciati si trova sui piani 101 e 102 allegati.

4.1 Variante Rossa

La variante rossa si sviluppa nel primo e nel secondo settore prevalentemente in galleria. Si caratterizza positivamente per gli impatti ridotti sul territorio (ambiente, conflitti con gli insediamenti), per la velocità del tracciato e per il fatto di rafforzare il nodo di Castione. I punti deboli sono però molti, e concernono principalmente i costi di realizzazione molto elevati e la difficoltà di realizzazione delle lunghe gallerie. Il portale svizzero della galleria di collegamento con l'Italia è previsto a Grono.

4.2 Variante Blu

La variante blu ha in un primo tratto un profilo simile alla variante rossa, sviluppandosi subito dopo la stazione di Arbedo-Castione in galleria. Questa variante permette però (rispetto alla variante rossa) un miglior allacciamento del territorio di Lumino e di S. Vittore ed una posizione più favorevole della stazione di trasbordo per il treno navetta. La tratta in galleria viene ridotta rispetto alla variante rossa, diminuendone così anche i costi di costruzione. Questa variante resta però più cara delle varianti a raso. Il tracciato della variante blu risulta nel primo settore più lento rispetto a quello della variante rossa a causa di raggi più stretti di curvatura. Nel secondo settore il tracciato si distingue per il portale svizzero della galleria di collegamento con l'Italia previsto a San Vittore

4.3 Variante Arancio

La variante arancio con portale su suolo svizzero a Prové, si caratterizza per un ottimo allacciamento del territorio, in particolare di Roveredo, per la possibilità di realizzazione a tappe e per gli aspetti legati allo sviluppo centripeto. I punti negativi sono i costi elevati, la complessità della realizzazione soprattutto per il passaggio angusto nel centro abitato di Castione e gli impatti sull'ambiente. Il passaggio nel centro abitato di Castione impone raggi di curvatura molto stretti, i quali riducono di molto la velocità di percorrenza dei convogli ferroviari.

La variante arancio con portale su suolo svizzero a Lostallo ha i suoi punti di forza nell'allacciamento capillare del territorio, nella possibilità di realizzazione a tappe, nella localizzazione della stazione per il treno navetta e nei costi di investimento relativamente bassi. Gli svantaggi nel primo settore, con il passaggio attraverso il centro abitato di Castione, restano invariati.

4.4 Variante Verde

La variante verde prevede oltre all'allacciamento verso Nord con la stazione di Arbedo-Castione, anche un allacciamento diretto da e verso Sud con la stazione FFS di Bellinzona. Questo collegamento aumenta l'attrattività dell'intera tratta. Il portale svizzero della galleria di collegamento con l'Italia è previsto a Roveredo.

Il tracciato nel primo settore non presenta grosse difficoltà tecniche. La linea si sviluppa a raso utilizzando dei sottopassaggi dello svincolo autostradale di Bellinzona Nord già esistenti e costeggiando poi l'autostrada, senza interferire con i centri urbani. I raggi di curvatura restano sufficientemente elevati in modo da permettere una velocità di percorrenza della tratta medio-alta.

Nel secondo settore la tratta è caratterizzata da una lunga galleria che funge da circonvallazione del centro abitato di Roveredo, per poi immettersi a Nord di Roveredo nella galleria che porta a Gordona.

4.5 Variante Marrone

La variante Marrone si sviluppa solo nel terzo settore. Nei primi due settori può essere integrata con una delle varianti descritte nei precedenti capitoli. Questa variante è caratterizzata dal portale su suolo Svizzero della galleria per Gordona a Cama.

La tratta costeggia l'autostrada e non presenta grandi difficoltà tecniche. In questo settore il tracciato è simile a quello della variante arancio, con l'unica differenza che non raggiunge Lostallo, ma entra in galleria a Cama. Ne risulta quindi una galleria verso l'Italia più lunga e quindi più cara rispetto alla variante arancio.

4.6 Variante Magenta

Come la variante Marrone, anche questa variante si sviluppa solo nel terzo settore e può essere integrata alle varianti precedentemente descritte nei primi due settori.

Il tracciato di questa variante è praticamente identico a quello della variante Arancio con portale a Lostallo. L'unica differenza consiste nell'attraversamento dell'autostrada previsto subito dopo Cama. In questo modo, la variante Magenta si snoda verso Nord alla destra dell'autostrada, e permette una più facile realizzazione rispetto alla variante Arancio, della stazione passeggeri e navetta di Lostallo, non trovandosi incastonata tra autostrada e fiume Moesa.

Il tracciato scelto permette l'allacciamento della nuova linea alla linea esistente del San Gottardo, sia in direzione Nord, verso la stazione di Arbedo-Castione, sia in direzione Sud verso la stazione di Bellinzona. Oltre a rendere la tratta più attrattiva grazie al collegamento diretto con Bellinzona, questo doppio collegamento permette notevoli vantaggi nella gestione del traffico e della frequenza di transito rispetto ad un singolo collegamento con la sola stazione di Arbedo-Castione.

Come rappresentato nella figura 3, il collegamento alla linea esistente verso Sud avviene con la realizzazione di un nuovo manufatto a binario singolo sul fiume Moesa. Verso Nord invece il tracciato si sviluppa a raso fino alla stazione di Arbedo-Castione.

5.1.2 Intersezione con lo svincolo autostradale Bellinzona Nord

Come rappresentato nella figura 3, il tracciato interseca in tre punti lo svincolo autostradale di Bellinzona Nord (al km 0+200, al km 0+425, e al km 0+735). Nei primi due punti si prevede di utilizzare dei sottopassi esistenti. Questi sottopassi furono già predisposti durante l'esecuzione dello svincolo autostradale per la possibile realizzazione di una futura linea ferroviaria industriale.

A causa dei raggi planimetrici troppo stretti, il terzo sottopassaggio già predisposto non può invece essere utilizzato. In questo punto è quindi prevista la realizzazione di un nuovo sottopasso dell'autostrada.



Figura 4: Sottopassi dello svincolo autostradale di Bellinzona Nord già predisposti. Sottopasso al km 0+200 a sinistra, sottopasso al km 0+425 a destra.

5.1.3 Tratta a raso Castione – San Vittore

Dopo l'attraversamento dello svincolo autostradale di Bellinzona Nord, il tracciato prosegue a raso costeggiando l'autostrada N13. In questo tratto non si riscontrano difficoltà o ostacoli particolari alla realizzazione del tracciato, se non la presenza di alcuni sopra- e sottopassaggi dell'autostrada per riali o per strade secondarie. Questi dovranno essere allungati e adattati per il passaggio della ferrovia.

In prossimità di Lumino, il tracciato abbandona lentamente l'autostrada per avvicinarsi al centro urbano e permettere così la realizzazione di una fermata passeggeri facilmente raggiungibile.

Il tracciato procede poi parallelo all'autostrada attraverso la zona industriale di San Vittore, dove, sfruttando la realizzazione futura del nuovo semivincolo autostradale, è prevista la realizzazione della fermata per carico/scarico navetta (km 4+700) per la variante corta (con portale Svizzero a Roveredo).

5.1.4 Galleria artificiale di Roveredo

Dopo l'attraversamento di San Vittore, il tracciato attraversa su viadotto il fiume Moesa (km 6+300), prima di scendere sotto il livello del terreno (km 6+765) nella galleria artificiale che attraversa il centro di Roveredo.

Sfruttando la connessione con il progetto di riorganizzazione del centro di Roveredo e la messa in funzione della circonvallazione autostradale, il tracciato prevede di svilupparsi lungo l'asse attuale della N13 grazie ad una galleria artificiale, realizzata a cielo aperto, sopra la quale verrà poi realizzata la nuova strada cantonale.

Nel centro di Roveredo è così prevista una fermata passeggeri sotterranea (km 7+100).

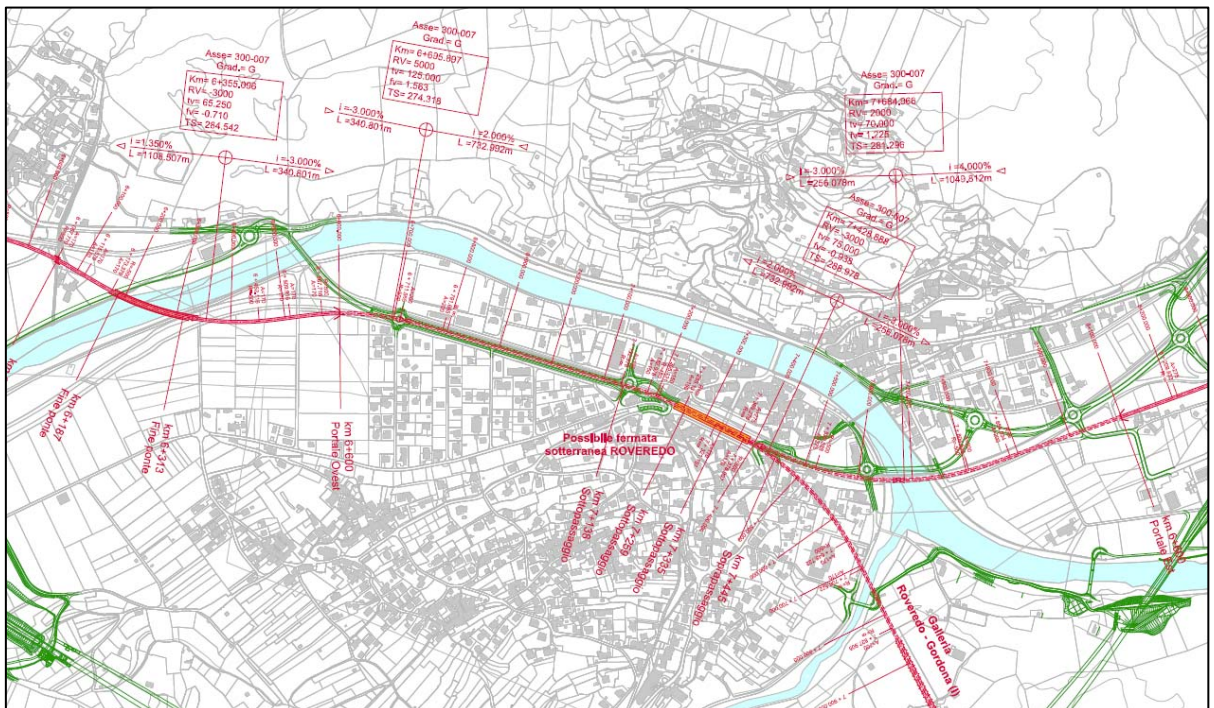


Figura 5: Estratto planimetria nei pressi di Roveredo

5.1.5 Variante corta – portale Roveredo

Dalla fermata sotterranea di Roveredo, il tracciato analizzato propone due possibili varianti. La cosiddetta variante corta, prevede di non più risalire in superficie, ma di proseguire in sotterraneo in direzione Sud-Est e di immettersi quindi direttamente nella galleria vera e proprio in direzione di Gordona (km 7+995).

In questo modo si garantisce un collegamento più veloce e diretto tra Bellinzona e la Valchiavenna, ma d'altro canto si esclude dal progetto l'alta Mesolcina ed in particolare il collegamento con il paese di Lostallo.

Il tracciato è rappresentato nella planimetria generale, piano numero 103.

5.1.6 Variante lunga – portale Lostallo

Questa variante mira a collegare al progetto anche il paese di Lostallo. Dalla fermata sotterranea di Roveredo, il tracciato prevede di attraversare sempre in sotterraneo il fiume Moesa e tornare in superficie nei pressi dell'attuale svincolo autostradale di Roveredo (km 8+200). È stata analizzata anche la possibilità di elevarsi in superficie prima di attraversare la Moesa (km 7+600), attraversamento che avverrebbe così tramite un viadotto. La necessità di una quota di progetto di ca. 6 m inferiore al livello del terreno alla stazione sotterranea di Roveredo rispettivamente di 6 m superiore per l'attraversamento della Moesa impone però delle pendenze verticali troppo elevate, che rendono questa opzione impraticabile.

Dopo l'attraversamento della Moesa, il tracciato procede in superficie, attraversando tramite viadotto il fiume Calancasca (km 8+600) per poi affiancare l'autostrada N13. Al km 10+400 è previsto un ulteriore attraversamento della Moesa su ponte. Da qui il tracciato corre parallelo all'autostrada in direzione Nord, incastonato tra la stessa e il fiume Moesa.

Per permettere la realizzazione della fermata passeggeri e la fermata carico navetta a Lostallo, è necessario un attraversamento dell'autostrada. Mantenendo la linea ferroviaria tra il fiume Moesa e la N13 non ci sarebbe infatti sufficiente spazio per allestire le installazioni e gli allacciamenti stradali e pedonali della stazione.

Sfruttando la morfologia del territorio e la quota dell'autostrada esistente, si prevede di realizzare l'attraversamento prima del paese di Cama, al km 12+100 ,tramite un sottopassaggio.

Il tracciato prosegue così sempre parallelo all'asse autostradale fino alla stazione di Lostallo, per poi immettersi nella galleria a binario singolo (km +18.250) in direzione di Gordona

Il tracciato è rappresentato nella planimetria generale, piano numero 103.

5.1.7 Galleria a binario singolo fino a Gordona

La galleria che collega la Mesolcina all'Italia, è una galleria a binario singolo a scartamento normale. La dimensioni principali del profilo di scavo e della sistemazione interna sono rappresentate nella figura sottostante:

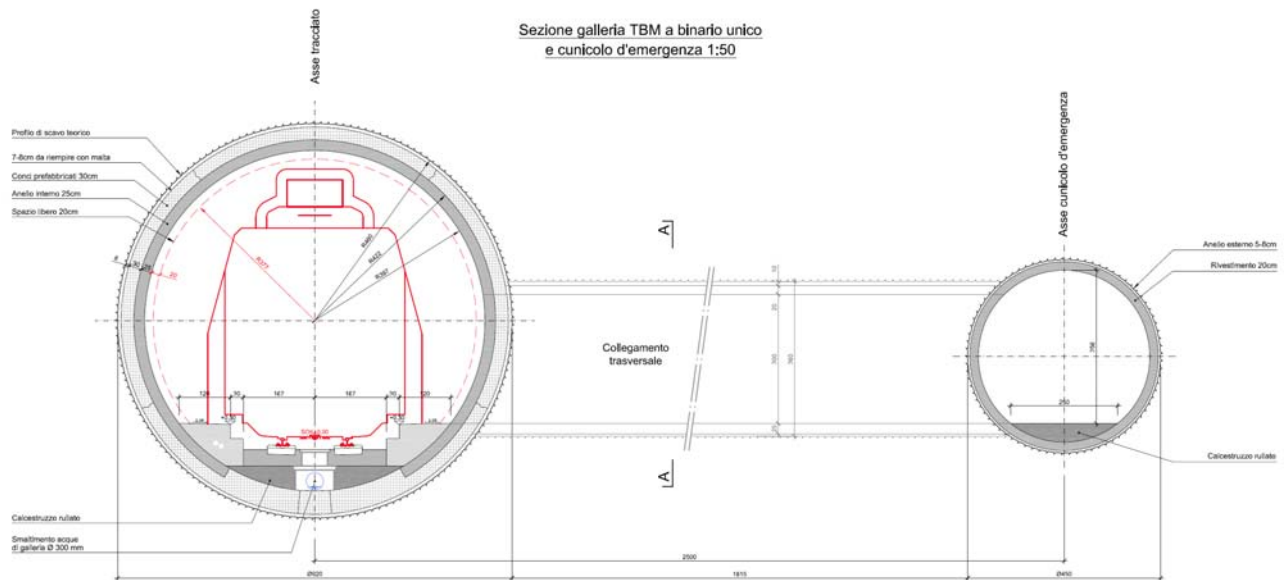


Figura 6: Sezione tipo galleria a binario singolo e cunicolo di sicurezza

Per garantire la sicurezza e l'evacuazione dei passeggeri in caso di incidente si prevede di realizzare un cunicolo di sicurezza del diametro di ca. 4.5 m che corre parallelo alla canna principale. L'accesso dei passeggeri al cunicolo di sicurezza sarà garantito grazie a collegamenti trasversali posti ogni 300 m lungo la galleria.

6 LA FATTIBILITÀ TECNICA

6.1 Tracciato orizzontale

Come già riportato nelle caratteristiche geometriche principali elencate nel capitolo 3.3, il tracciato orizzontale è determinato dalla sagoma ferrovia EBV 2 / 4.

Nelle zone al di fuori dai centri abitati e libere da ostacoli esistenti, il tracciato è stato progettato in modo da mantenere raggi di curvatura maggiori ai 500 m, garantendo così una velocità di percorrenza minima tra gli 80 e i 100 km/h.

Localmente, per esigenze di tracciato dovute alle infrastrutture esistenti e alla morfologia del terreno, sono previsti raggi inferiori, fino ad un minimo di 150 m in zona dello svincolo autostradale di Bellinzona Nord. In questi brevi tratti è necessaria una riduzione della velocità di percorrenza fino ad un minimo di 40 km/h.

Per la visualizzazione grafica del tracciato orizzontale si rimanda al piano no.103.

6.2 Tracciato verticale

Nei piani no. 104 e 105 sono rappresentati i profili longitudinali di entrambe le varianti descritte nei precedenti capitoli.

Da Bellinzona (km 0+000) fino al territorio di San Vittore (km 6+300) il tracciato si sviluppa regolarmente con pendenze longitudinali inferiori al 3 %. Da qui al km 8+700, dovuto d'apprima all'attraversamento della Moesa tramite viadotto, alla tratta in sotterranea attraverso il centro di Roveredo e sotto il fiume Moesa e alla risalita in superficie, il tracciato verticale presenta cambi di pendenze più rapidi fino alla pendenza massima del 3.8% nella rampa che dalla stazione sotterranea di Roveredo riporta il tracciato in superficie in prossimità dello svincolo autostradale. Anche in questo breve tratto, dovuto alle forze di frenata e di accelerazione in entrata e in uscita dalla stazione sotterranea di Roveredo sono da prevedere velocità di percorrenza ridotte, nell'ordine dei 40-50 km/h.

Un'analisi più dettagliate delle velocità di percorrenza lungo l'intera tratta e una relativa ottimizzazione del profilo longitudinale sarà da eseguire nelle prossime fasi di progetto

6.3 Esecuzione

6.3.1 Tratta a raso, rilevati, trincee, ponti e sottopassi

L'esecuzione del tracciato a cielo aperto presenta diversi punti di conflitto con le infrastrutture esistenti e con il fiume Moesa.

Sottopassi svincolo autostradale Bellinzona Nord:

I sottopassi esistenti 1 e 2 dello svincolo autostradale di Bellinzona Nord descritti nel capitolo 4.2.2 possono venir adattati e predisposti al passaggio della linea ferroviaria senza limitazione al traffico stradale soprastante.

La realizzazione del nuovo sottopasso dell'autostrada N13 dovrà essere realizzato senza limitare il traffico autostradale, che in quel tratto prevede solo una corsia di transito verso Nord e una verso Sud. Questo è possibile realizzando dapprima un sottopasso temporaneo di fianco all'autostrada, sul quale deviare temporaneamente il traffico stradale per permettere poi la realizzazione del sottopassaggio definitivo.

Viadotti

I viadotti saranno eseguiti presumibilmente in calcestruzzo armato precompresso in modo da meglio inserirsi nel contesto autostradale esistente. La sezione tipo della sovrastruttura è rappresentata nella seguente figura:

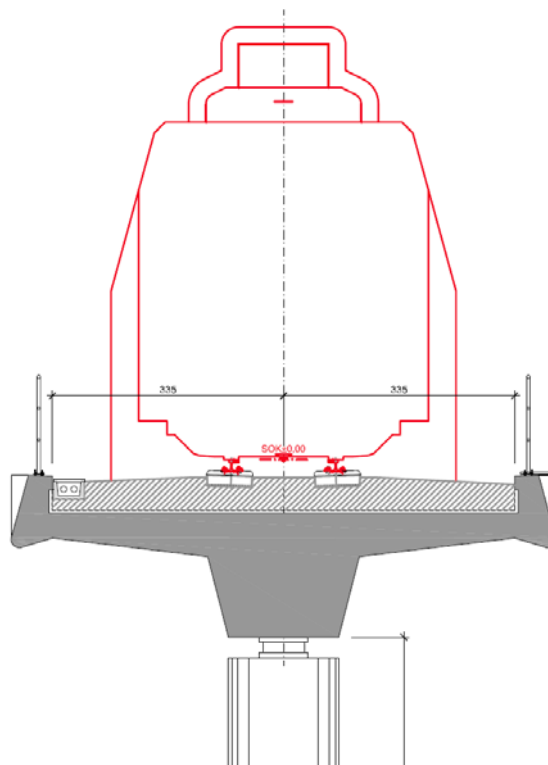


Figura 7: Sezione tipo tracciato su viadotto

Adattamento sottopassi, riali, passerelle e ponti esistenti

Lungo il tracciato dovranno essere adattati e allungati diversi sottopassi e cavalcavia esistenti che attraversano l'autostrada in modo da permettere anche l'attraversamento della futura linea ferroviaria. Questi lavori potranno essere eseguiti prima della realizzazione vera e propria del tracciato, in modo da non limitare i lavori.

6.3.2 Tratta in sotterraneo

Galleria artificiale di Roveredo

L'esecuzione della tratta sotterranea attraverso Roveredo è possibile sfruttando il progetto di riorganizzazione del centro del borgo, progetto necessario con la messa in funzione della circonvallazione di Roveredo, che sposterà l'attuale linea autostradale al di fuori dal centro urbano. L'autostrada esistente verrà quindi rimossa e sistemata come strada cantonale. Nell'ambito di questi lavori di riorganizzazione, è possibile realizzare la galleria a cielo aperto scavando dalla superficie. Si prevede di realizzare un cassone in calcestruzzo armato, che verrà poi ricoperto dal terreno, sopra il quale verrà realizzata la nuova strada cantonale che attraverserà il centro di Roveredo lungo l'asse della vecchia autostrada.

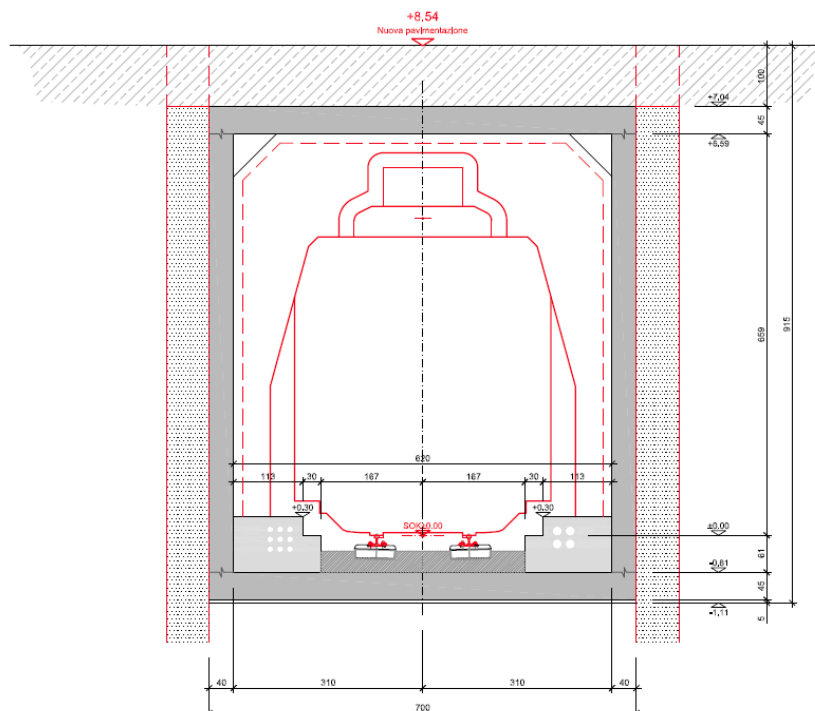


Figura 8: Sezione tipo galleria artificiale a Roveredo

Si prevede uno scavo fino ad una quota di ca. 8 m di profondità con pareti verticali assicurate da pali in acciaio o in calcestruzzo armato, riempimento in calcestruzzo spruzzato o travi di legno, e puntelli su più livelli lungo le due pareti parallele.

Una volta getta la platea del cassone e parte delle elevazioni per assicurare la stabilità necessaria alla pareti di scavo, sarà possibile rimuovere i puntelli orizzontali e

realizzare la soletta di copertura, anch'essa in calcestruzzo armato, e procedere così ai lavori di riempimento e di preparazione della superficie per la sistemazione della nuova strada cantonale.

Galleria a binario unico Mesolcina – Gordona

La sezione tipo della galleria a binario unico che collega la Mesolcina all'Italia è rappresentata nel capitolo 5.1.7.

Data la lunghezza elevata della galleria (13 km per la variante con portale a Lostallo, 19 km per la variante con portale a Roveredo) si prevede in entrambi i casi di realizzare lo scavo tramite avanzamento con macchina fresatrice (Tunnelbohrmaschine TBM). Questo sia per il cunicolo di sicurezza, dove verrà utilizzata una TBM dal diametro più piccolo, pari a ca. 4.5 m, sia per lo scavo della canna principale con diametro di scavo di ca. 9.5 m. I cunicoli trasversali verranno realizzati tramite scavo convenzionale.

Nelle prossime fasi di progetto saranno necessarie analisi più approfondite sulla geologia della roccia e su eventuali zone disturbate, in modo da poter valutare attentamente il tipo di TBM da utilizzare, le prestazioni previste ed eventualmente ottimizzare il tracciato orizzontale e verticale alle necessità geologiche. Lo scavo anticipato del cunicolo di sicurezza potrà in questo senso fornire valide informazioni e dati per lo scavo della canna principale.

7 IL PROGRAMMA LAVORI

Il programma lavori dipende quasi interamente dai tempi di realizzazione della galleria che collega la Mesolcina al portale italiano di Gordona. La tratta tra Bellinzona e Roveredo, rispettivamente Lostallo per la variante lunga, può essere realizzata in un lasso di tempo nettamente inferiore a quello necessario per la realizzazione della galleria. Per questo motivo in questa fase di progetto si è analizzato solo il programma lavori per la realizzazione del traforo, in modo da ottenere in grandi linee un'indicazione sulla durata complessiva dei lavori.

Nella prossima fase di progetto si potrà dettagliare il programma lavori con l'inserimento di tutte le altre parti d'opera.

7.1 Programma lavori variante corta

La variante corta con portale svizzero a Roveredo, presenta una lunghezza complessiva della galleria fino al portale italiano a Gordona di ca. 19 km. Utilizzando valori di standard di riferimento per l'avanzamento con TBM e lo svolgimento dei lavori e di messa in sicurezza si ipotizza il programma lavori indicato nella tabella 1.

Nelle prossime fasi di progetto saranno necessarie analisi più approfondite sulla geologia della roccia e su eventuali zone disturbate in modo da poter ottimizzare il programma lavori ed aumentarne la precisione.

Per la stima del tempo di lavoro sono stati utilizzati i seguenti parametri:

- Esercizio continuo (7 giorni per settimana)
- 10.5 mesi lavorativi per anno
- 30 giorni lavorativi per mese
- Ca. 315 giorni lavorativi per anno

Attività principali	Stima in mesi lavorativi	Cumulativo in mesi lavorativi
• Delibera	0	0
• Allestimento / firma del contratto	3	3
• Periodo di mobilitazione	3	6
• Lavori preliminari nelle zone del portale (installazioni, trincee)	6	12
• ¹⁾ Montaggio TBM per cunicolo di sicurezza	0	12
• ¹⁾ Avanzamento TBM cunicolo: T _{cun} =19'000m / 15m/gl	0	12

• Montaggio TBM galleria principale – parte 1	3	15
• Completamento montaggio TBM (treno di alimentazione dopo ca. 300m di avanzamento)	1	16
• ²⁾ Avanzamento TBM galleria: T _{gall} = 19'000m / 12m/gl	53	69
• Platea → solo dopo ultimazione dell'avanzamento	2	71
• Rivestimento: T _{riv} = 19'000 / 24 m/gl (un terzo in contemporanea)	17	88
• Sistemazione interna → banchine, pozzi, pozzetti ecc., da iniziare solo dopo ultimazione del rivestimento.. T _{sist} =19'000m / 50m/gl	13	101
• Finiture, lavori di sistemazione, ecc	3	104
• Messa a disposizione della galleria per i lavori della tecnica ferroviaria:	dopo 104 mesi (ca. 10 anni)	
• Lavori Tecnica ferroviaria incl. collaudi, test, prove	25	129
• Esercizio di prova → esercizio commerciale	2	131
→ Messa in funzione	Dopo ca. 12.5 anni	

Tabella 1: Stima programma lavori, galleria a binario singolo Roveredo-Gordona (L=19 km)

Osservazioni:

- 1) È stato previsto un avanzamento parallelo dello scavo del cunicolo di sicurezza con lo scavo della galleria principale. Se si vuole realizzare lo scavo del cunicolo di sicurezza in precedenza, in modo da utilizzarlo come prospezione geologica per lo scavo della galleria principale, sono da aggiungere al programma lavori i rispettivi tempi di costruzione.
- 2) Si potrebbe accelerare l'avanzamento utilizzando una TBM a scudo con rivestimento mediante tubing prefabbricati, a ca. 16m/gl, riducendo così il programma lavori di ca. 1 anno.

7.2 Programma lavori variante lunga

La variante lunga con portale svizzero a Lostallo, presenta una lunghezza complessiva della galleria fino al portale italiano a Gordona di ca. 13 km. Utilizzando valori di standard di riferimento per l'avanzamento con TBM e lo svolgimento dei lavori e di messa in sicurezza si ipotizza il programma lavori indicato nella tabella 2.

Nelle prossime fasi di progetto saranno necessarie analisi più approfondite sulla geologia della roccia e su eventuali zone disturbate in modo da poter ottimizzare il programma lavori ed aumentarne la precisione.

Per la stima del tempo di lavoro sono stati utilizzati i seguenti parametri:

- Esercizio continuo (7 giorni per settimana)
- 10.5 mesi lavorativi per anno
- 30 giorni lavorativi per mese
- Ca. 315 giorni lavorativi per anno

Attività principali	Stima in mesi lavorativi	Cumulativo in mesi lavorativi
• Delibera	0	0
• Allestimento / firma del contratto	3	3
• Periodo di mobilitazione	3	6
• Lavori preliminari nelle zone del portale (installazioni, trincee)	6	12
• ¹⁾ Montaggio TBM per cunicolo di sicurezza	0	12
• ¹⁾ Avanzamento TBM cunicolo: T _{cun} =13'000m / 15m/gl	0	12
• Montaggio TBM galleria principale – parte 1	3	15
• Completamento montaggio TBM (treno di alimentazione dopo ca. 300m di avanzamento)	1	16
• ²⁾ Avanzamento TBM galleria: T _{gall} = 13'000m / 12m/gl	36	52
• Platea → solo dopo ultimazione dell'avanzamento	2	54

• Rivestimento: T riv = 13'000 / 24 m/gl (un terzo in contemporanea)	12	66
• Sistemazione interna → banchine, pozzi, pozzetti ecc., da iniziare solo dopo ultimazione del rivestimento.. Tsist=10'000m / 50m/gl	9	75
• Finiture, lavori di sistemazione, ecc.	3	78
• Messa a disposizione della galleria per i lavori della tecnica ferroviaria:	dopo 110 mesi (ca. 7.5 anni)	
• Lavori Tecnica ferroviaria incl. collaudi, test, prove	25	103
• Esercizio di prova → esercizio commerciale	2	105
→ Messa in funzione	Dopo ca. 10 anni	

Tabella 2: Stima programma lavori, galleria a binario singolo Lostallo-Gordona (L=13 Km)

Osservazioni:

- 1) È stato previsto un avanzamento parallelo dello scavo del cunicolo di sicurezza con lo scavo della galleria principale. Se si vuole realizzare lo scavo del cunicolo di sicurezza in precedenza, in modo da utilizzarlo come prospezione geologica per lo scavo della galleria principale, sono da aggiungere al programma lavori i rispettivi tempi di costruzione.
- 2) Si potrebbe accelerare l'avanzamento utilizzando una TBM a scudo con rivestimento mediante tubing prefabbricati, a ca. 16m/gl, riducendo così il programma lavori di ca. 1 anno.

8 LA STIMA DEI COSTI

Il preventivo è stato calcolato sulla base parametrica basandosi su costi di riferimento di progetti simili e su valori di esperienza. La base dei prezzi è fissata a ottobre 2011.

Il preventivo ha una precisione del +/- 30%. Nel preventivo è stato considerato l'allacciamento alla stazione di Arbedo-Castione e l'allacciamento in direzione di Bellinzona, come pure l'allacciamento su territorio italiano della tratta dal portale di Gordona alla rete ferroviaria esistente nella località di San Cassiano.

8.1 Preventivo variante corta – Portale Roveredo

Il costo stimato per la realizzazione della variante con portale su suolo svizzero a Roveredo è di **1'320 Mio. CHF** IVA inclusa.

Il preventivo include i costi di costruzione, la tecnica ferroviaria, espropri e indennizzi e gli onorari di progettazione.

Vedi preventivo dettagliato nell' allegato 1.

8.2 Preventivo variante lunga – Portale Lostallo

Il costo stimato per la realizzazione della variante con portale su suolo svizzero a Lostallo è di **1'120 Mio. CHF** IVA inclusa.

Il preventivo include i costi di costruzione, la tecnica ferroviaria, espropri e indennizzi e gli onorari di progettazione.

Vedi preventivo dettagliato nell' allegato 2.

8.3 Preventivo delle varianti senza galleria di collegamento con l'Italia.

Il costo di entrambe le varianti è stato analizzato anche nel caso in cui si rinunciassero al collegamento in galleria con l'Italia. Si tratterebbe in questo caso quindi di un semplice collegamento tra Bellinzona e la Mesolcina, fino a Roveredo per quanto riguarda la variante corta, fino a Lostallo per la variante lunga.

Il costo stimato per la **variante corta** ammonta così a **134 Mio. CHF** (IVA inclusa) e il costo per la **variante lunga** a **268 Mio. CHF** (IVA inclusa).

Vedi preventivo dettagliato negli allegati 3 e 4.

9 CONCLUSIONE

A livello tecnico i vincoli preponderanti sono dettati prevalentemente dalla tratta a cielo aperto. La tratta in sotterraneo risulta variabile, nelle diverse opzioni, unicamente per quanto riguarda la lunghezza della galleria, mentre, seppur non si dispone di indicazioni dettagliate sulla geologia, si può ipotizzare una conformazione rocciosa paragonabile per i differenti possibili tracciati in galleria.

Nella definizione del tracciato sul fondovalle si sono potute verificare molteplici varianti che collegassero Castione ed il portale della galleria tra la Mesolcina e la Valchiavenna. È stata scelta una variante per la fase di approfondimento che permette una buona fluidità del traffico ferroviario e nel contempo collega i nuclei dei principali Comuni mesolcinesi. La variante è stata suddivisa a sua volta in due sottovarianti denominate “Variante corta” con portale a Roveredo e “Variante lunga” con portale a Lostalio, mantenendo lo stesso tracciato tra Castione e Roveredo.

In parte è possibile riprendere il tracciato esistente della ferrovia retica Bellinzona-Mesocco, in particolare sul territorio di San Vittore (zona industriale) dove la linea non entrava in conflitto con gli insediamenti. Mentre in altre zone (Lumino, Roveredo, Grono e alta valle) si è proceduto ad allontanare la linea dagli insediamenti, mantenendo dei punti di contatto unicamente per l'allacciamento dei nuclei alla linea.

Sono state ipotizzate delle fermate a Lumino (in zona Pro Leone / Tiro), a San Vittore (zona industriale con possibile stazione di trasbordo per navetta), a Roveredo (centro paese in sotterranea), e unicamente per la “Variante Lunga” a Grono (in zona Pascolet) e a Lostalio (in zona Corsetana / pista mini racing, con possibile stazione di trasbordo per navetta).

In corrispondenza di Roveredo, vista la difficoltà dettata dalla morfologia del territorio, di attraversare in superficie il borgo, si è scelto di procedere in sotterraneo garantendo un perfetto allacciamento urbano con la fermata sotterranea in centro paese, ciò a scapito di un tracciamento scorrevole della linea ferroviaria. Infatti in corrispondenza delle rampe di accesso alla stazione sotterranea di Roveredo sono previste pendenze, per la “Variante Lunga” di poco inferiori al 4% che rappresentano un ostacolo alla fluidità del traffico in transito.

I tempi di costruzione della linea (da 10 a 13 anni) sono fortemente condizionati dallo scavo della galleria che varia dai 13 km della “Variante Lunga” ai 18 km della “Variante Corta”. Sono ipotizzabili delle ottimizzazioni del programma lavori da approfondire in fasi successive di studio, ad esempio prevedendo un controavanzamento dal versante italiano.

Anche a livello di costi di investimento la galleria è l'opera preponderante della nuova linea transfrontaliera. Si passa da un investimento complessivo, compresi oneri di progettazione, tecnica ferroviaria, espropri e indennizzi ed imprevisti, di ca. 1.1 mia. CHF (Iva inclusa) per la “Variante Lunga” a ca. 1.3 mia. CHF per la “Variante Corta”. La tratta a sul fondovalle tra Castione e Roveredo (compresa stazione sotterranea in centro a Roveredo) costerebbe ca. 130 mio. CHF, mentre la tratta complessiva tra Castione e Lostalio ca. 270 mio. CHF.

Altre parti d'opera che hanno un influsso importante sul preventivo di costruzione sono l'allacciamento diretto con nuovo manufatto in direzione di Bellinzona a Castione (ca. 5 mio. CHF) e la galleria artificiale sotto il paese di Roveredo (ca. 20-25 mio CHF). Un allacciamento unicamente della zona industriale di San Vittore non è stato valutato in termini variante a se stante.

Monteceneri, 16 novembre 2011

Ing. Andrea Galli

Ing. Patrick Bassetti