



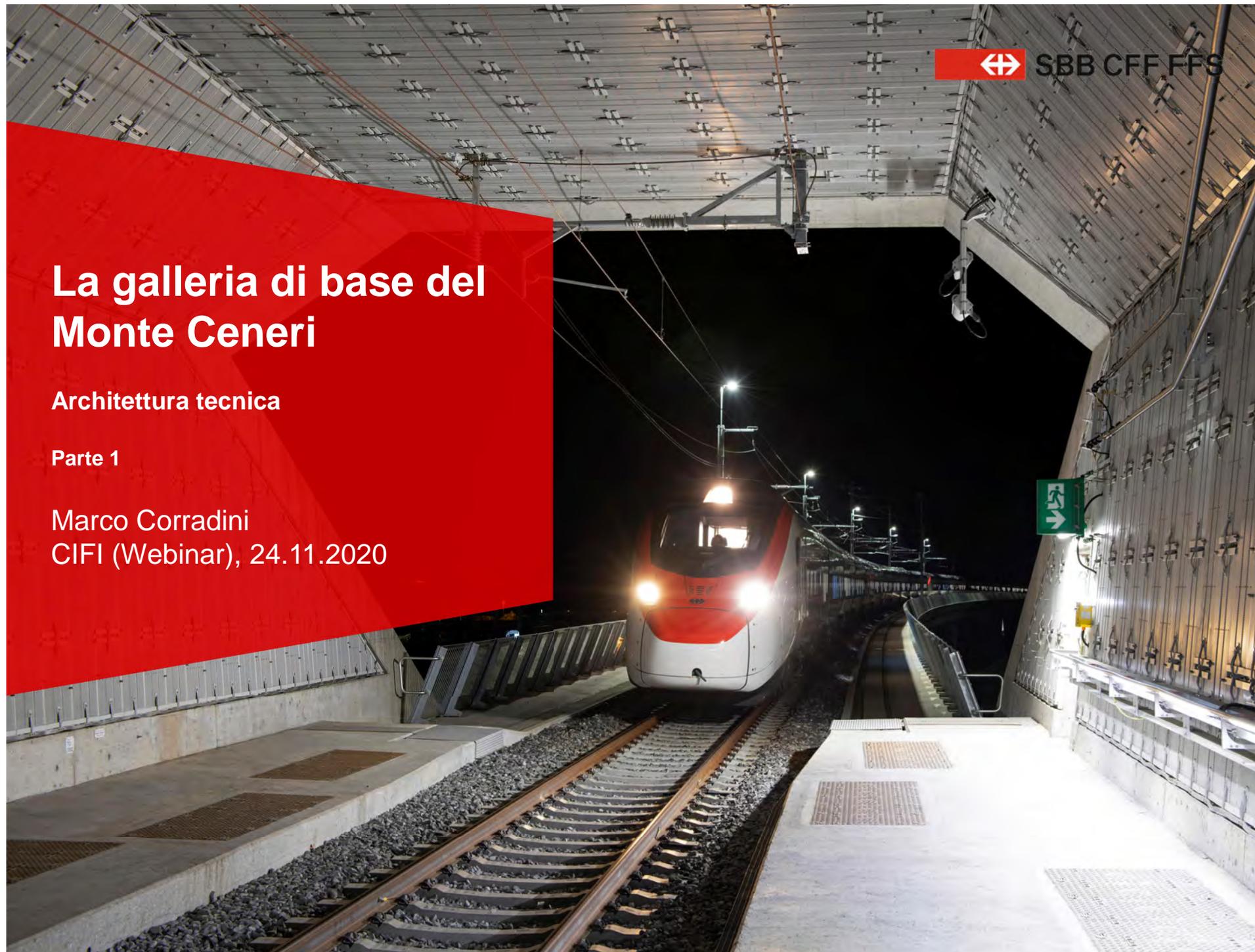
SBB CFF FFS

La galleria di base del Monte Ceneri

Architettura tecnica

Parte 1

Marco Corradini
CIFI (Webinar), 24.11.2020





Indice

- a) Inquadramento della galleria di base e parametri di progetto
- b) Cronoprogramma della messa in esercizio
- c) Perimetro CBT: definizione, schematizzazione ed opere principali
 1. Rappresentazione schematica
 2. Tratta a cielo aperto nord (nodo di Camorino)
 3. Tratta in galleria
 4. Tratta a cielo aperto sud (nodo di Vezia)
- d) Principali elementi dell'asset infrastrutturale
 1. Opere Civili – I viadotti del Nodo di Camorino
 2. Armamento ferroviario
 3. Trazione elettrica
 4. Impianti di sicurezza e segnalamento



a) Inquadramento della galleria di base e parametri di progetto

a1) La galleria di base del Monte Ceneri

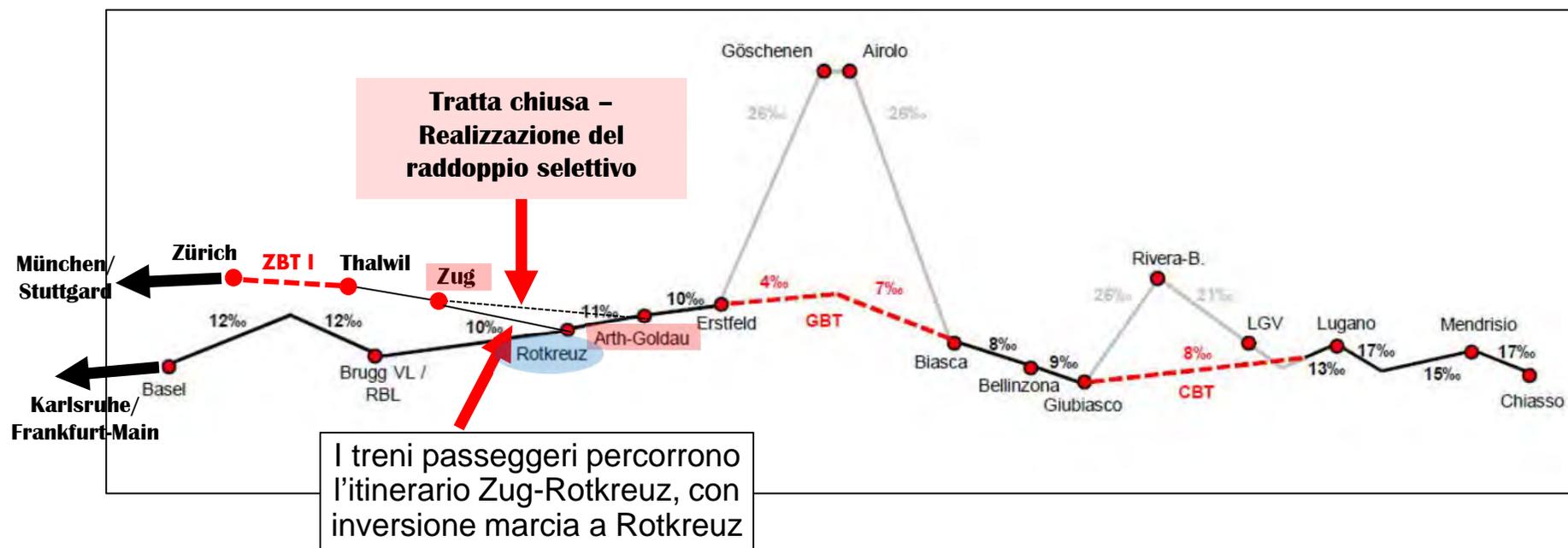
- **Lunghezza: 15,452 km**
Canna est (binario 6000): 15,452 km; canna ovest (binario 7000): 15,289 km;
- **Quota massima: 329 m** (portale sud, Vezia); **quota minima: 216.5 m** (portale nord, Camorino);
- **Pendenza: 6,8‰** (pendenza massima: 12,5‰ tra Sarè e Vezia);
- **Inizio costruzione: aprile 2006**
Evento ufficiale di posa della prima pietra: 02.06.2006, Camorino;
- **Costo di costruzione: 3,6 miliardi di CHF** (prezzi attuali, inclusi rincari, IVA e interessi di costruzione).





a2) La «Ferrovia di pianura attraverso le Alpi»

- Basilea – Lugano: pendenza longitudinale massima del 12,5 ‰;
- La messa in esercizio della GbC permetterà il completamento della “Nuova Ferrovia di pianura attraverso le Alpi”, con notevoli benefici sia per i treni passeggeri (soprattutto per la riduzione dei tempi di viaggio) che per i treni merci (possibilità di aumentare il modulo treno ed il peso del treno).

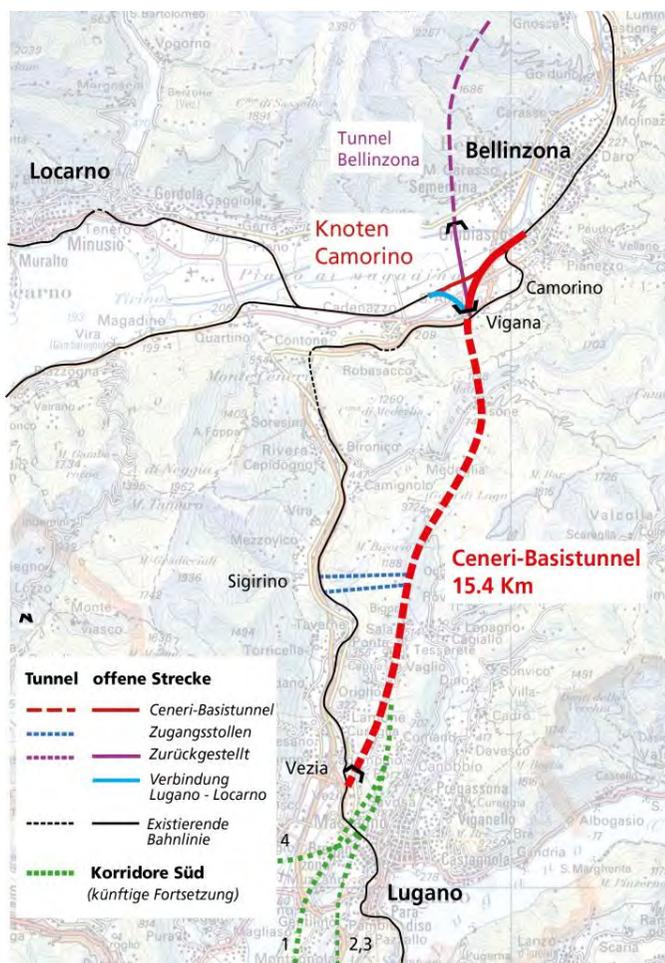


a3) Parametri di progetto

- Doppio binario (galleria a doppia canna, ciascuna a singolo binario)
- Esercizio misto (passeggeri, merci)
- Velocità massima:
 - treni passeggeri: 250 km/h
 - treni merci: 160 km/h ($v_{\min} = 80$ km/h)
- Potenzialità (treni/giorno):
 - treni passeggeri 50 – 80
 - treni merci 220 – 260
- Sagoma limite: EBV 4 (Eisenbahnverordnung 4)
- Altezza l.d.c. (min – max) 5.2 – 5.4 m (EN 50119)
- Alimentazione 15 kV 16.7 Hz
- Scartamento 1435 mm (standard)
- Peso assiale massimo 25 t/asse
- Interasse dei binari 40 m in galleria
5.50 m nelle tratte a cielo aperto
- Pendenza massima 12.5 ‰
- Raggio planimetrico $\geq 4'900$ m (300 m, tratta all'aperto nord)
- Durata d'impiego almeno 100 anni
- Temperatura max. esercizio 40°C



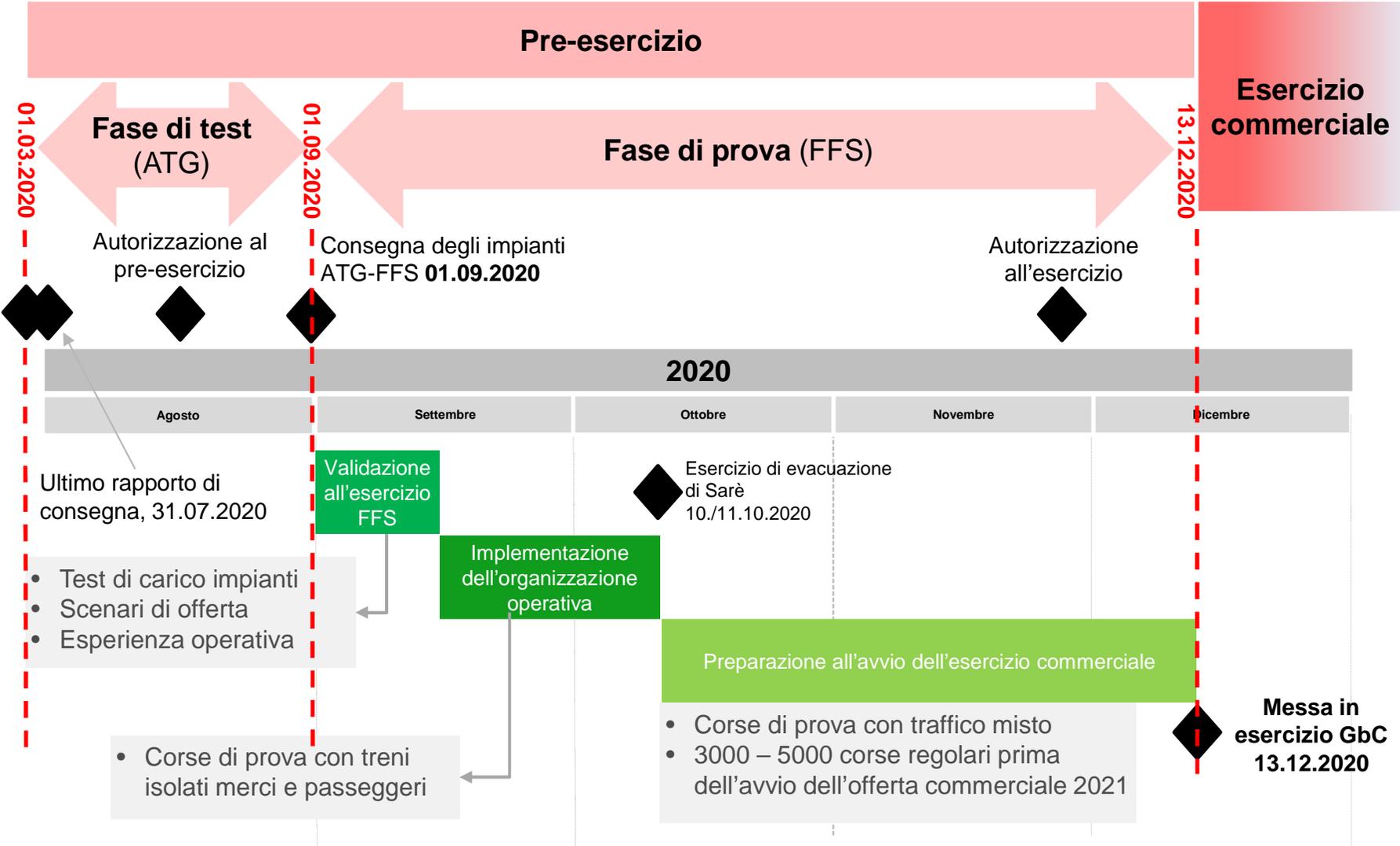
a4) La Galleria di base del Ceneri in cifre



- 66.6 km di rotaie
- 3 scambi (Camorino); 6 scambi (Vezia)
- 30 km linea di contatto (in galleria)
- 10'500 km fibra ottica
- 900 km cavi in rame
- 422 eurobalise (ETCS)
- 191 contaassi
- 48 cunicoli trasversali
- 530 quadri elettrici nei cunicoli trasversali
- 60 trasformatori
- 4 gruppi elettrogeni (2 Vigana, 2 Vezia)
- 32 km di corrimano a luci LED



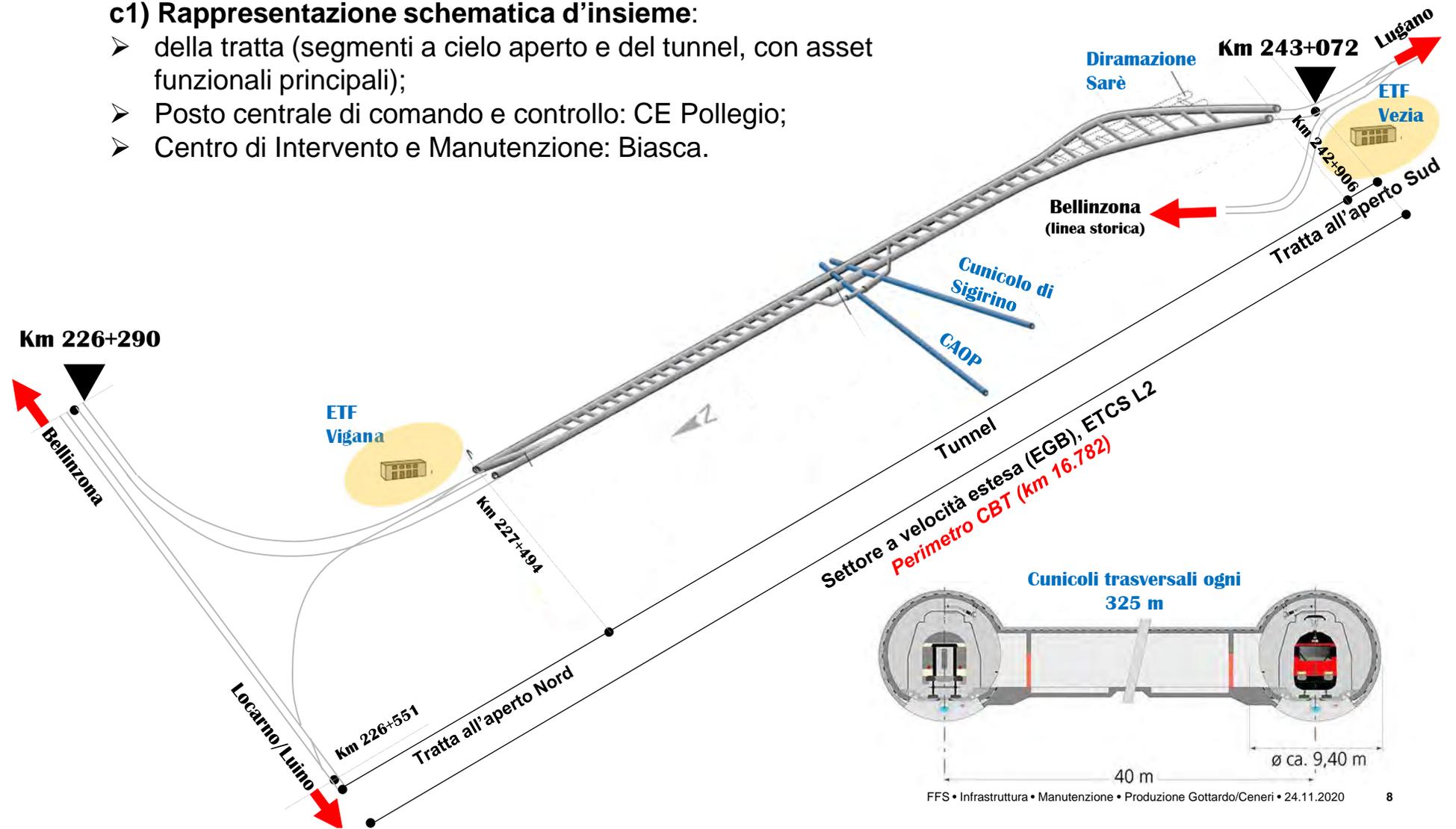
b) Cronoprogramma di messa in esercizio



c) Perimetro CBT: definizione, schematizzazione ed opere principali

c1) Rappresentazione schematica d'insieme:

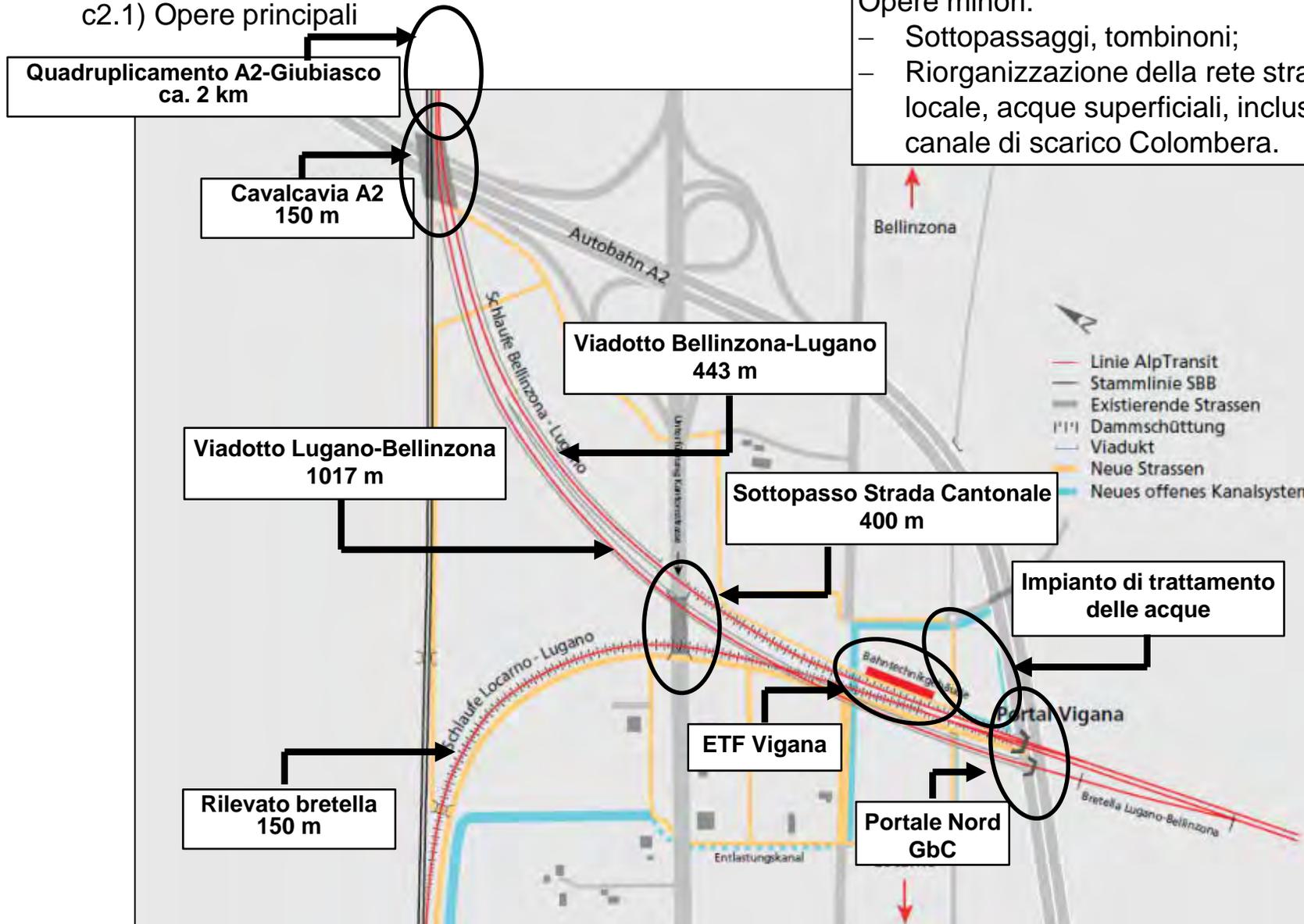
- della tratta (segmenti a cielo aperto e del tunnel, con asset funzionali principali);
- Posto centrale di comando e controllo: CE Pollegio;
- Centro di Intervento e Manutenzione: Biasca.





c2) Tratta a cielo aperto nord (Nodo di Camorino):

c2.1) Opere principali



c2.2) Immagini
Vista verso nord





Vista verso sud (Portale nord GbC)

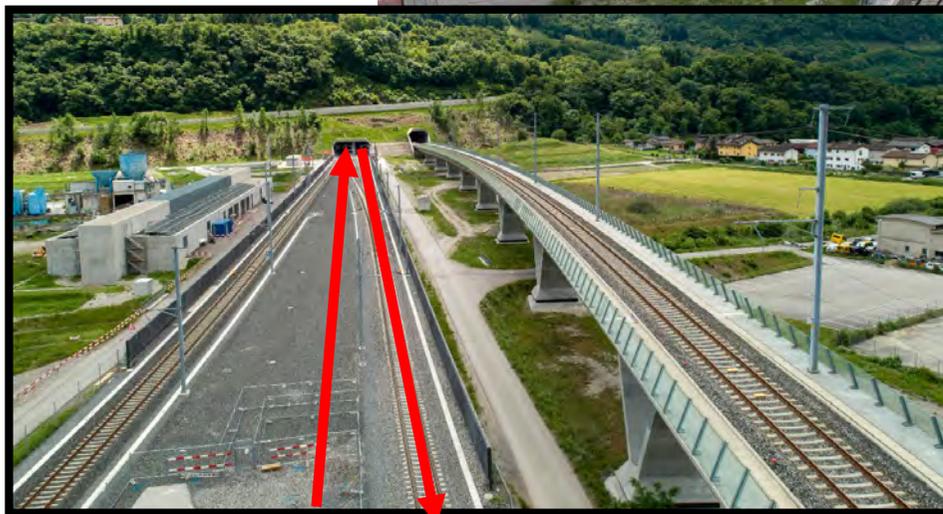
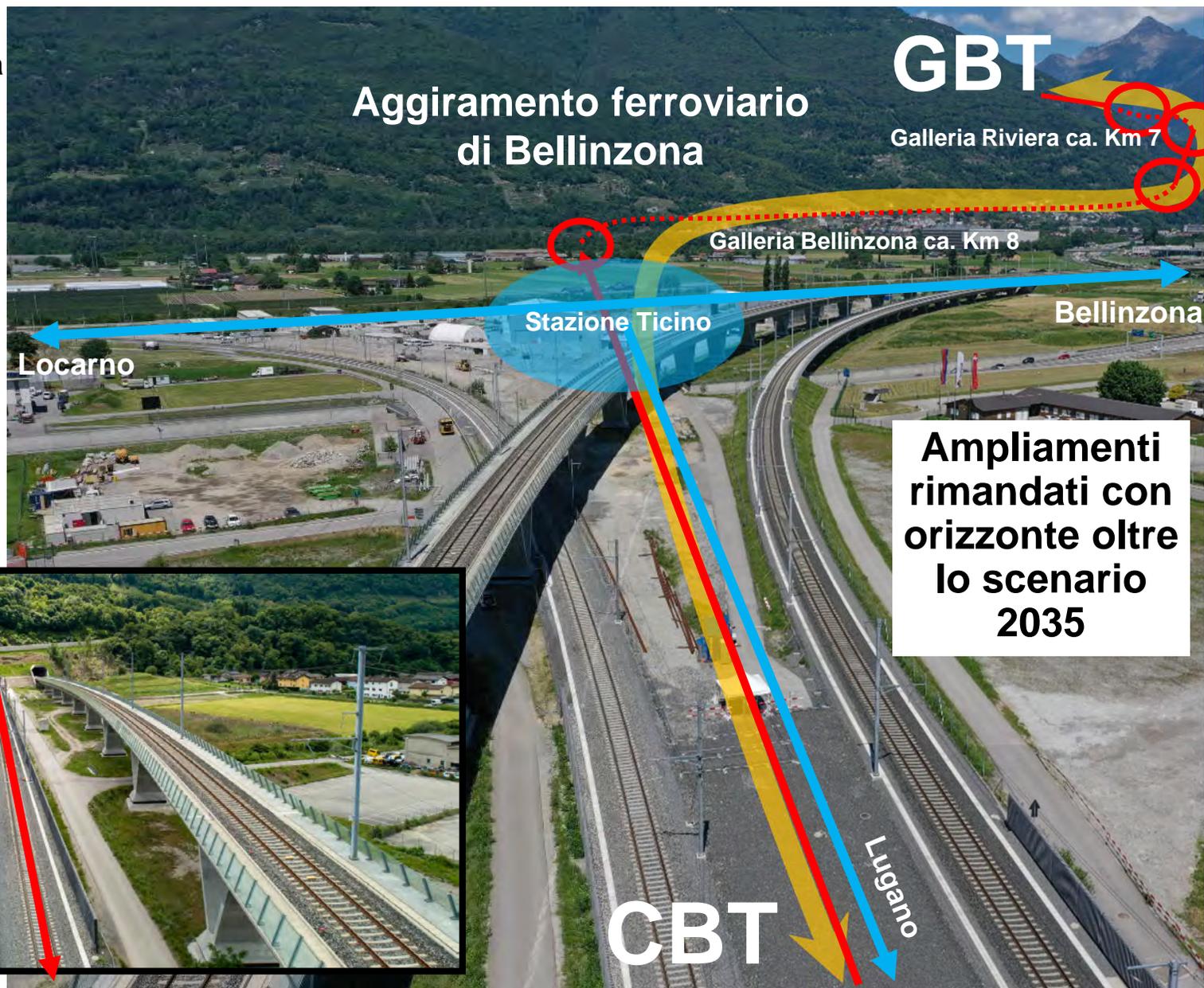


c2.3) Approfondimento



1- La «circonvallazione» di Bellinzona permetterà di mettere in collegamento diretto la GbC con la GbG, evitando che i treni, soprattutto quelli merci, entrino a Bellinzona;

2- La «stazione Ticino» sarà baricentrica su Bellinzona, Lugano e Locarno

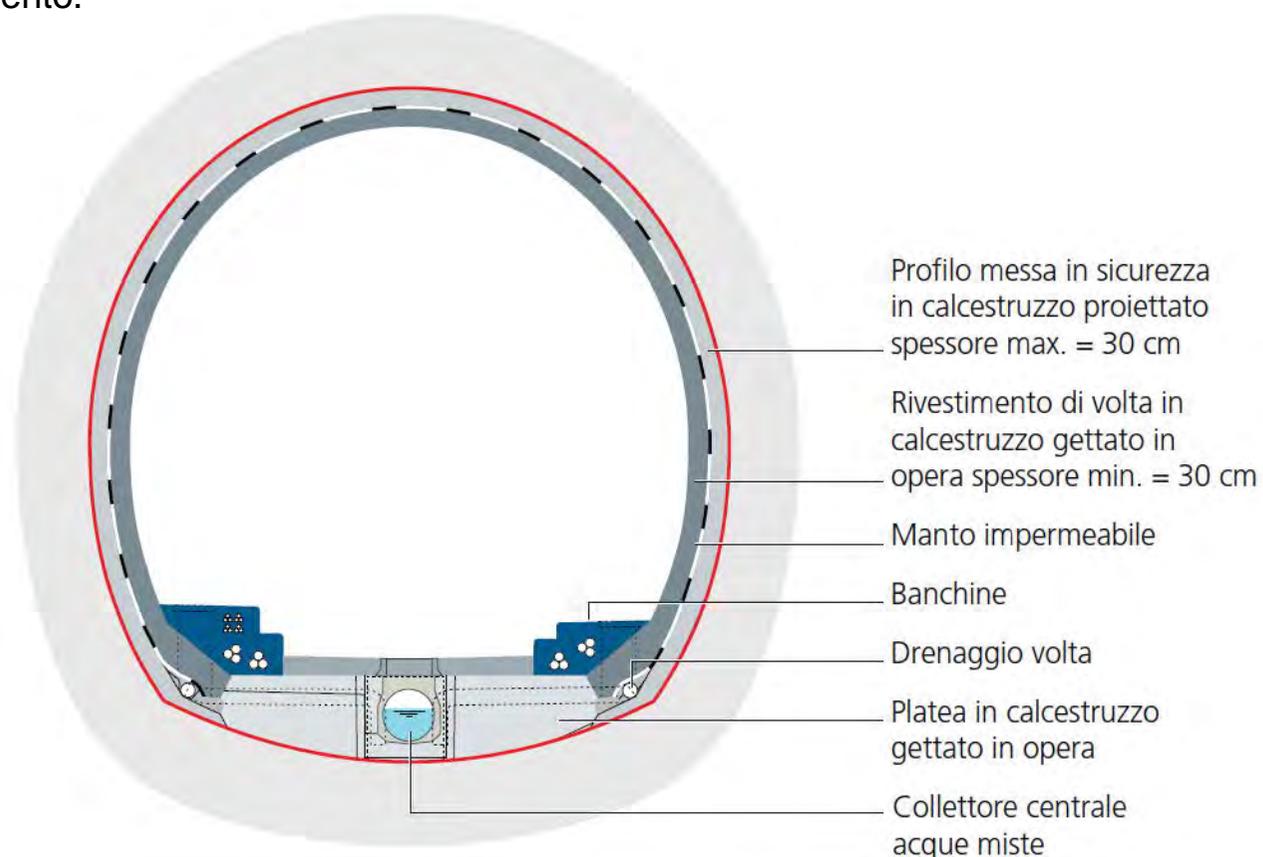




c3) Tratta in galleria

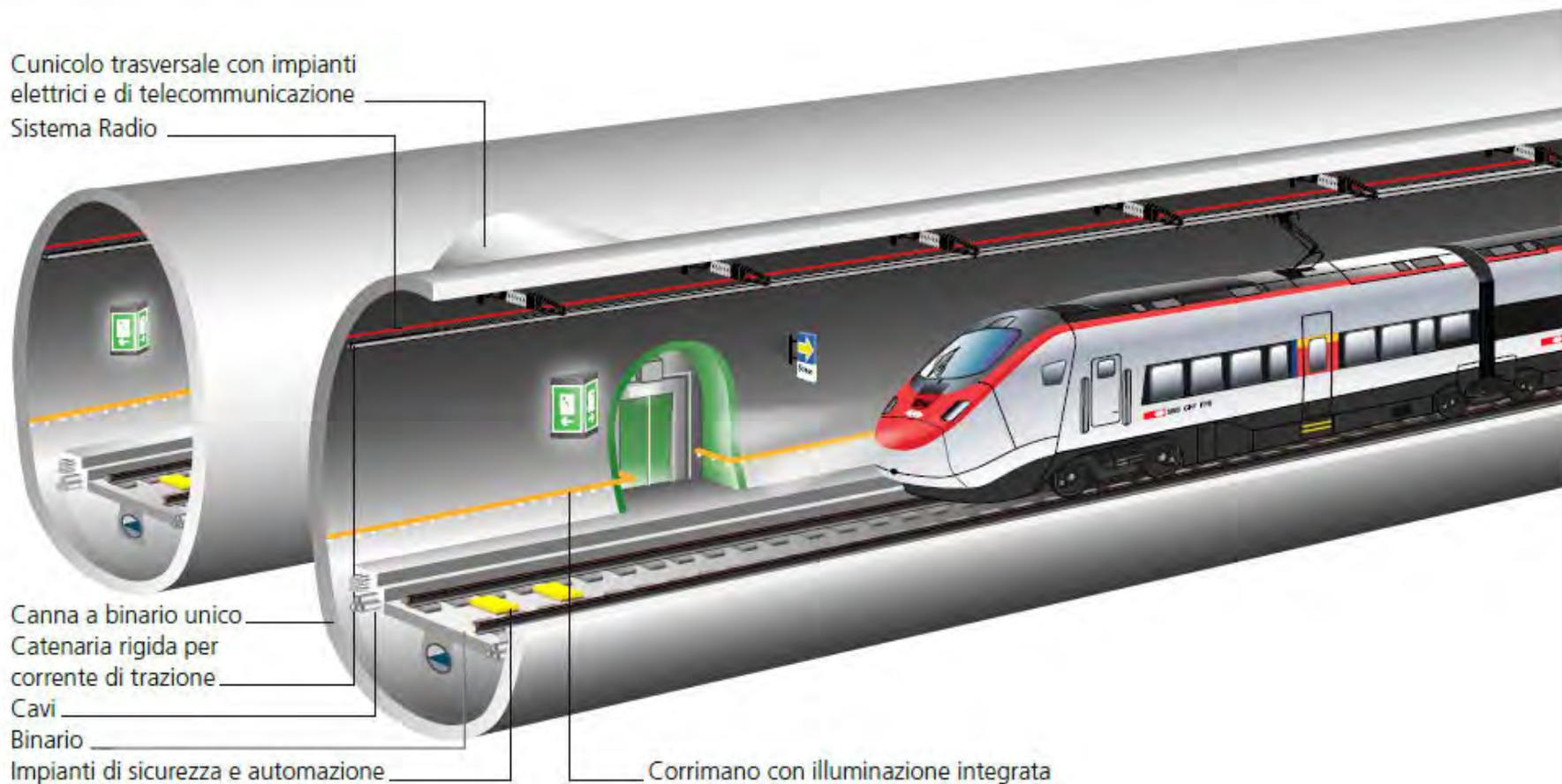
c3.1) Generalità

- 2 canne separate, collegate ogni 325 m (circa) da cunicoli trasversali;
- 48 cunicoli trasversali (dove sono alloggiati soprattutto gli impianti LFM, IS e telecom);
- Il sistema di raccolta delle acque è promiscuo, cioè tutte le acque («sporche» e di montagna) confluiscono nel condotto centrale e fuoriescono al portale nord, dove è presente l'impianto di trattamento.





A differenza della galleria di base del San Gottardo (GbG), dove sono utilizzate lampade alogene come punti luminosi singoli e distanziati di circa 10 m l'uno dall'altro (svantaggio: effetto «zebra»), nella GbC l'illuminazione di ogni canna è realizzata da luci LED integrate nel corrimano.





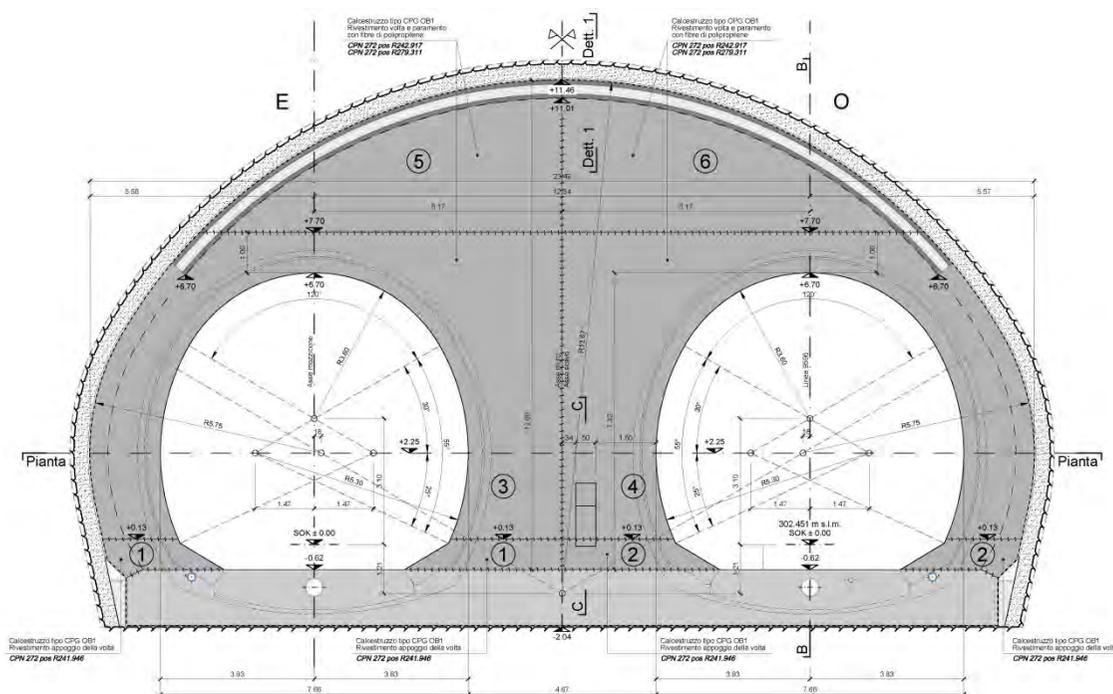
c3.2) Diramazione di Sarè

c3.2.1) Generalità

A circa 2.5 km dal portale sud è situata la «diramazione di Sarè».

Si tratta di un grande bivio sotterraneo che permetterà in futuro il prosieguo ad alta velocità, sempre in galleria, in direzione di Chiasso / dell'Italia oppure verso l'uscita a Lugano. Le interconnessioni in uscita sono in ascesa fino a Vezia (pendenza 12.5 ‰).

Il bivio è stato realizzato solo per quanto riguarda la parte di opere civili, inclusi i tratti di circa 150 m per canna del tracciato principale. Sono presenti i binari (correnti) solo nella direzione di uscita verso Lugano.

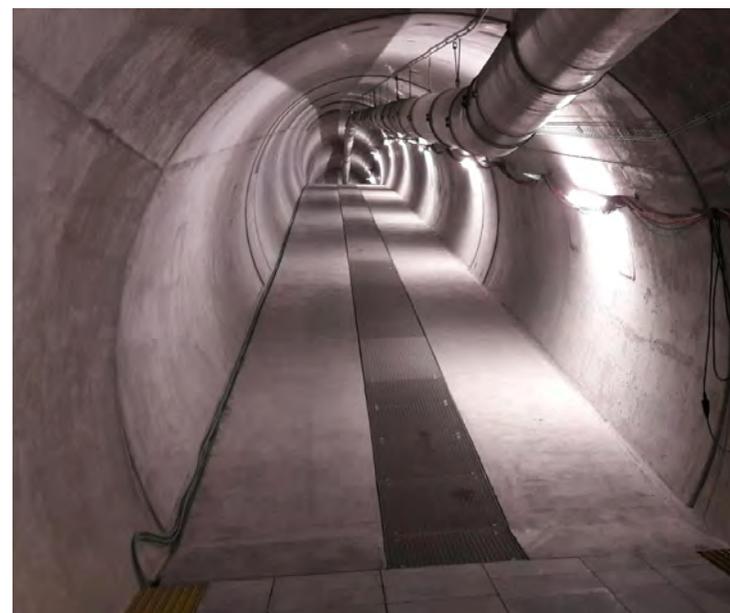


c3.2.2) Immagini



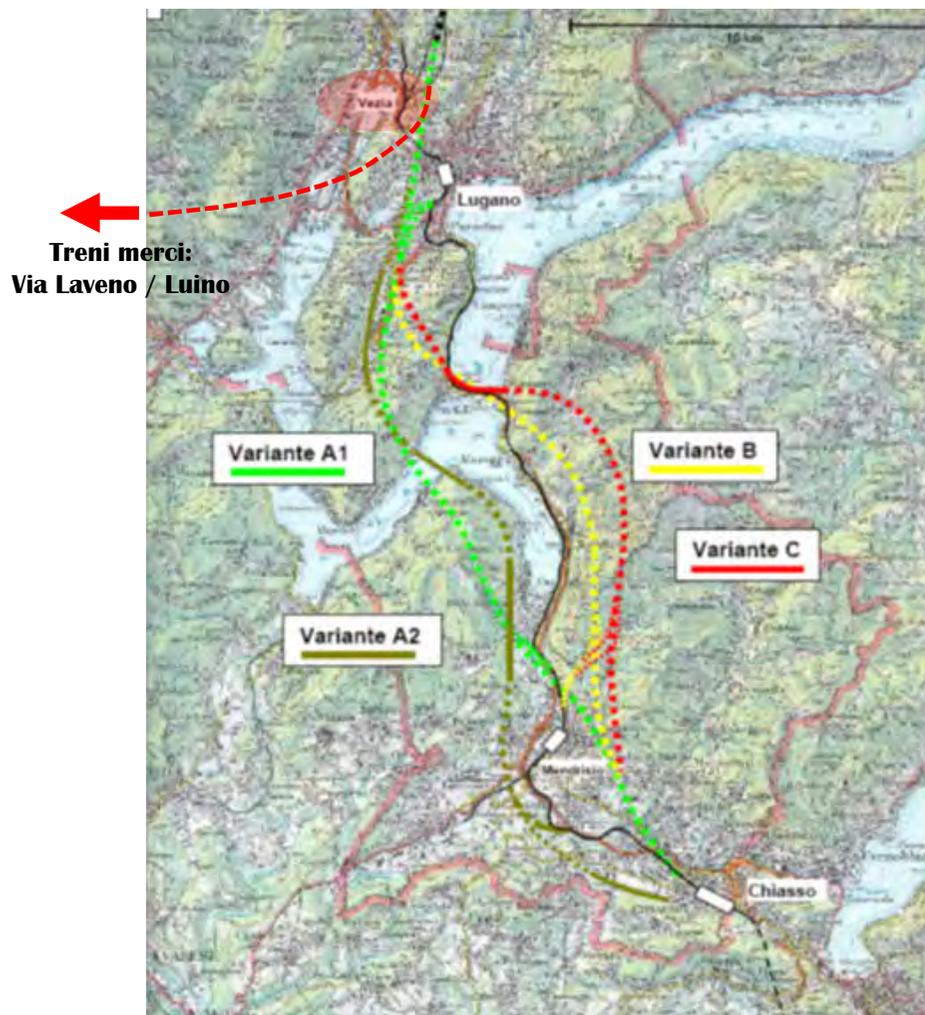
Il «salto di montone» dovuto alla diramazione di Sarè comporta che i cunicoli trasversali della parte meridionale della GbC siano in pendenza.

La lunghezza delle due tratte di 150m permetterà la ripresa dello scavo delle canne della galleria principale, senza causare interferenze con l'esercizio ferroviario.





c3.3) Il proseguimento verso sud



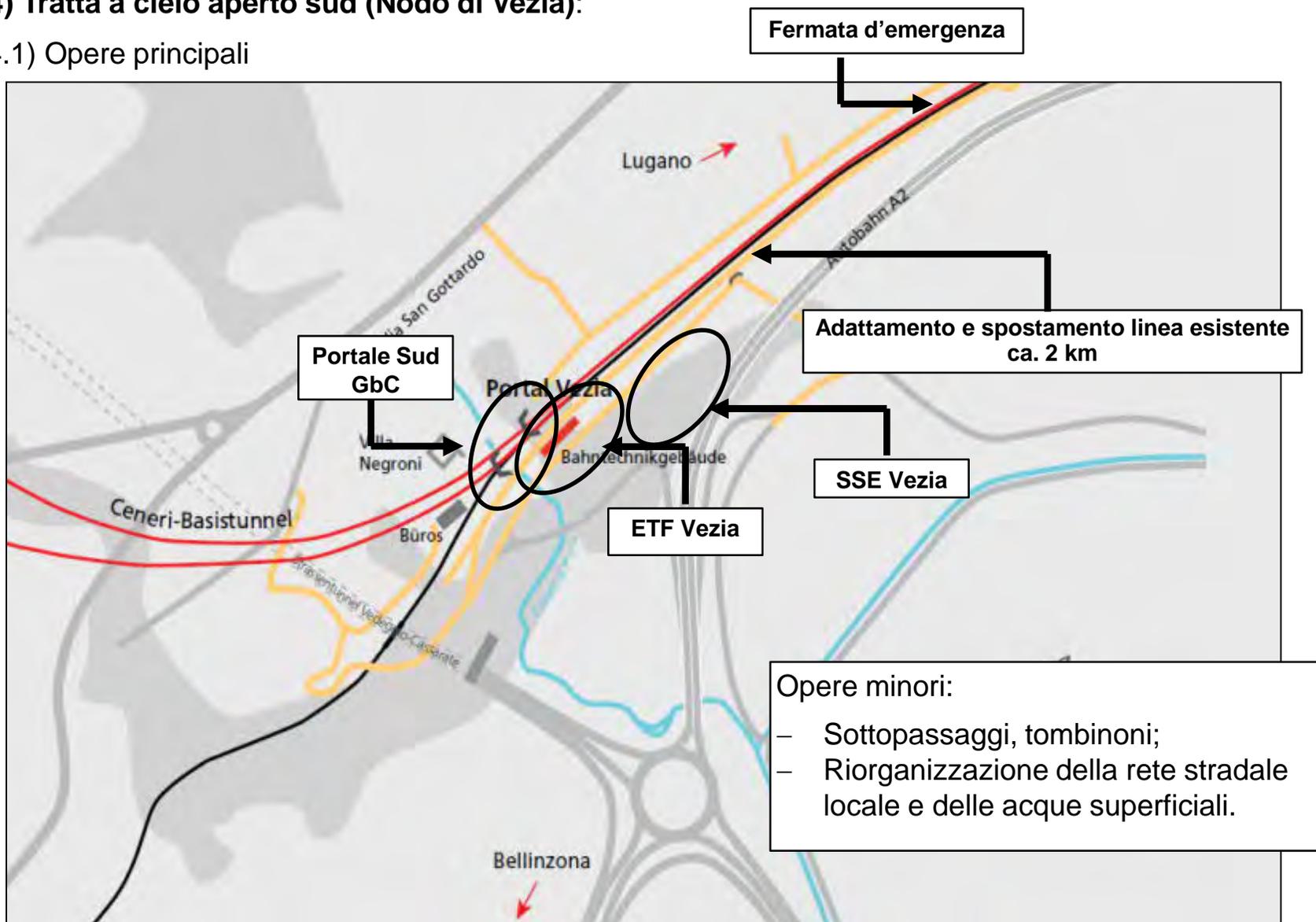
Sono state studiate diverse ipotesi di proseguimento verso sud:

- Completamente/parzialmente in galleria fino a Chiasso, passando sotto al Monte San Giorgio;
- Completamente/parzialmente in galleria fino a Chiasso, passando per il Ponte Diga di Melide e sotto il Monte Generoso.

Sono tuttora in corso i dibattiti a livello di pianificazione del territorio e dei trasporti, i corrispondenti confronti con gli uffici federali preposti e le influenze della politica, ma tenuto conto delle misure di risparmio finanziario che si stanno sempre più consolidando **non si vede una plausibile implementazione di tale proseguimento prima dell'orizzonte 2035.**

c4) Tratta a cielo aperto sud (Nodo di Vezia):

c4.1) Opere principali



c4.2) Immagini
Vista verso nord (Portale sud GbC)



Primo piano del portale sud GbC

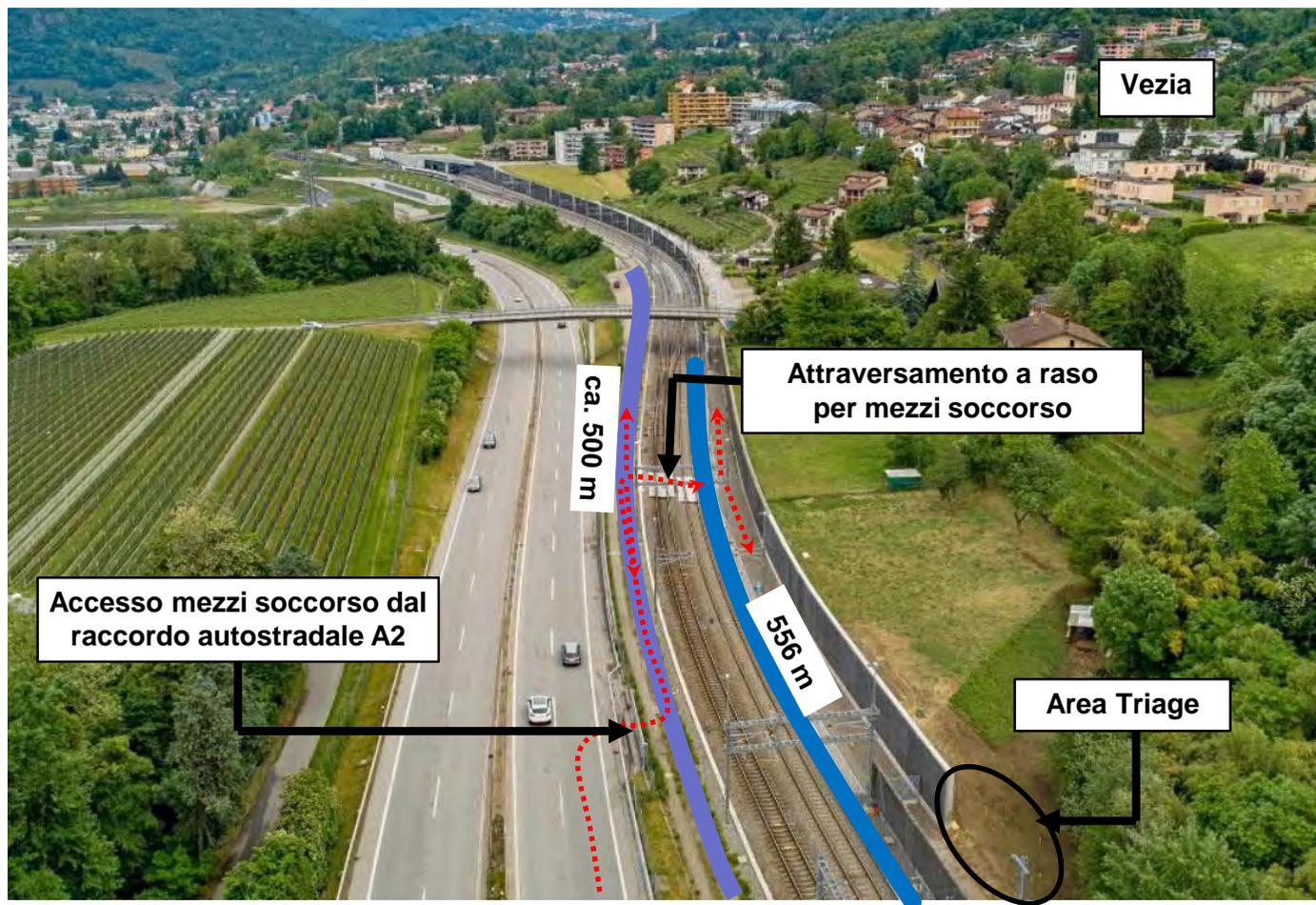




c4.3) Fermata d'emergenza di Vezia

Presente su entrambi i binari pari e dispari, di lunghezza di 500 m (di cui solo il binario dispari è dotato di scalini di ausilio alla discesa per i viaggiatori).

L'accesso dei mezzi di soccorso avviene dal raccordo autostradale A2.



N.B.: La fermata d'emergenza per il portale nord coincide con la stazione di Giubiasco.



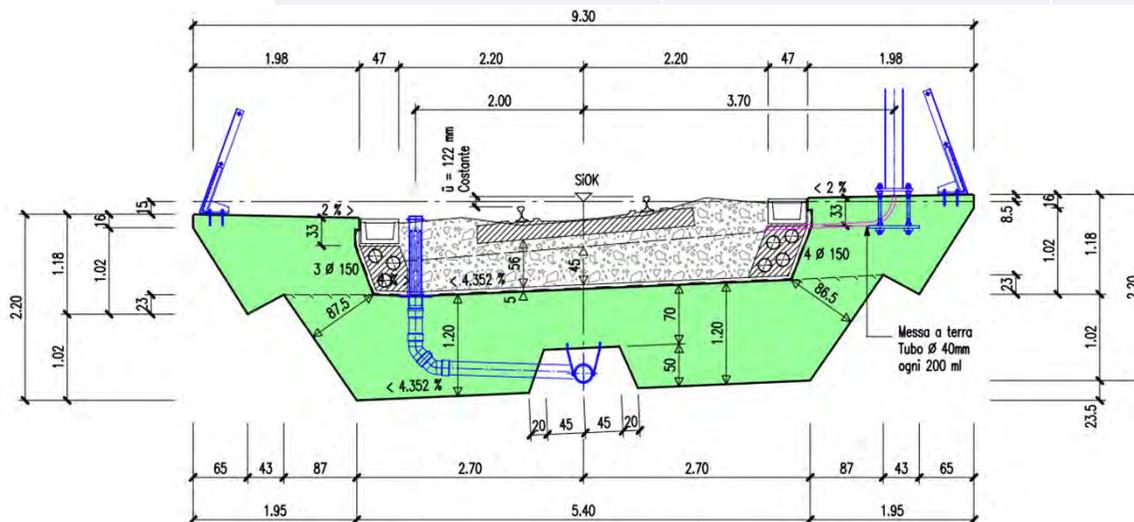
d) Principali elementi dell'asset infrastrutturale: d1) Opere civili – I viadotti del nodo di Camorino



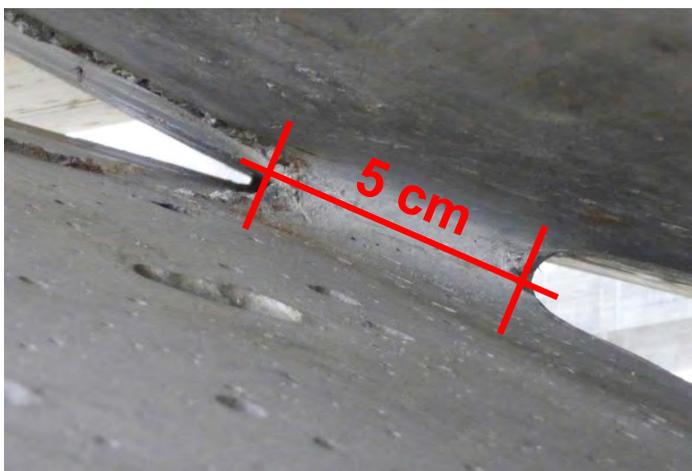
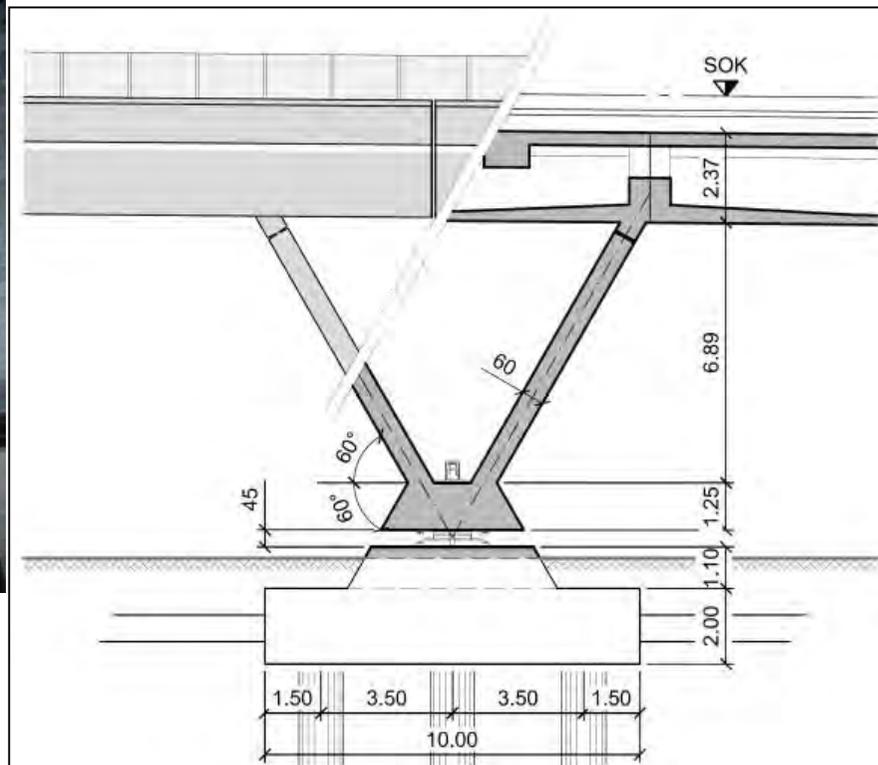
d1.1) Generalità



VIADOTTO DATI CARATTERISTICI	LUGANO-BELLINZONA (BIN. PARI)	BELLINZONA-LUGANO (BIN. DISPARI)
Lunghezza	1017 m	443 m
Altezza massima (all'intradosso)	ca. 9 m	ca. 7 m
Larghezza impalcato	9.3 m	9.3 m
Altezza impalcato	3.10÷3.40 m	2.2 m
Raggio planimetrico	850 m – 1065 m	850 m
Schema statico	10 settori Telai precompressi a 2-3 campate	5 settori Telai precompressi a 2-4 campate



Le pile di entrambi i viadotti poggiano su pali (12 ÷ 18 a pila, a seconda delle caratteristiche del terreno) di lunghezza variabile tra 17 e 25 m.

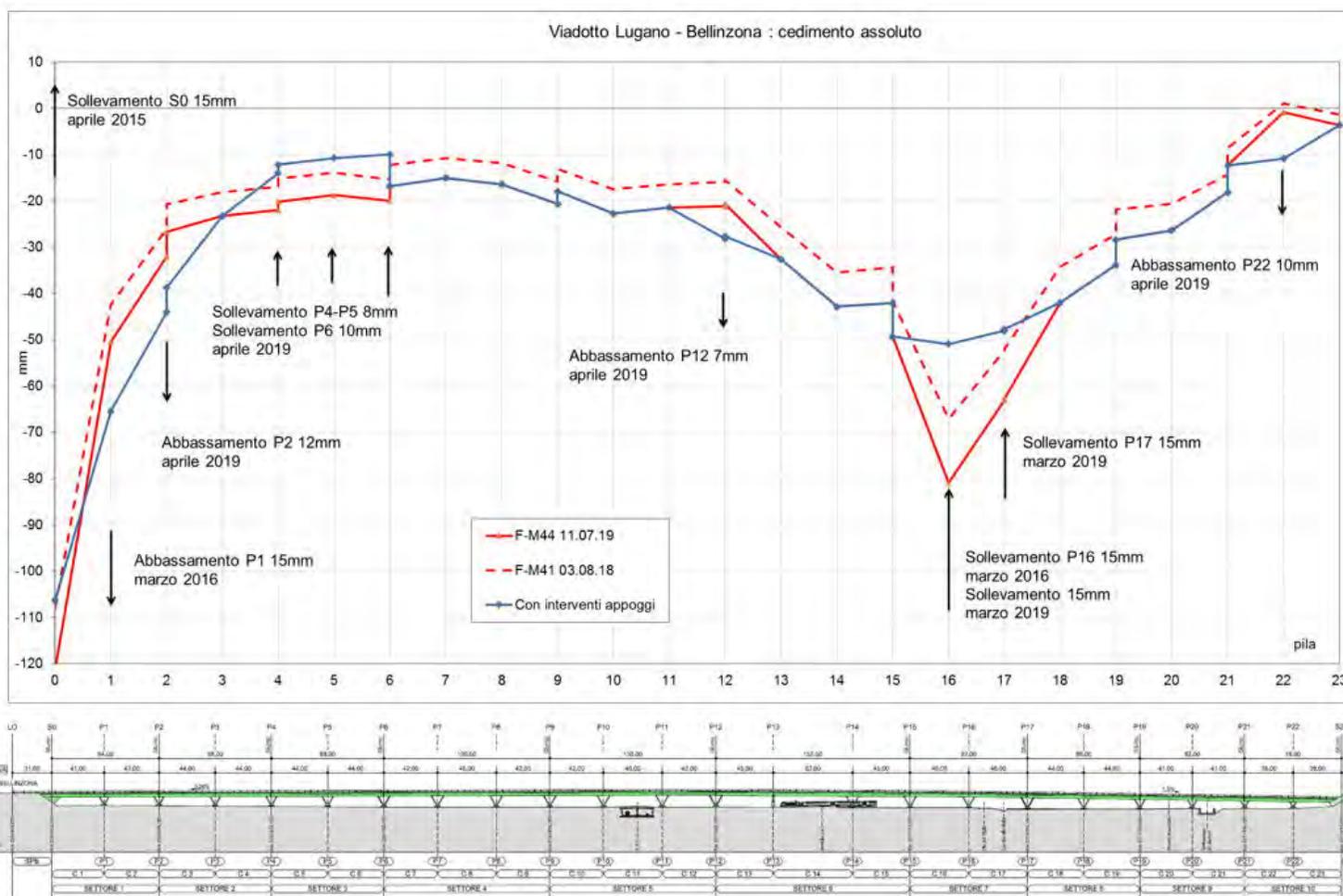


La forma a «V» delle pile permette di assorbire le forze di accelerazione e di frenatura dei treni senza dover prevedere apparecchi di compensazione della dilatazione delle rotaie.

I ritegni fluidodinamici aiutano a distribuire gli sforzi longitudinali tra settori adiacenti.

La rototraslazione della struttura viene garantita tramite l'inserimento di una «cerniera» nella struttura stessa precompressa, la cui sezione fortemente armata si riduce a pochi centimetri

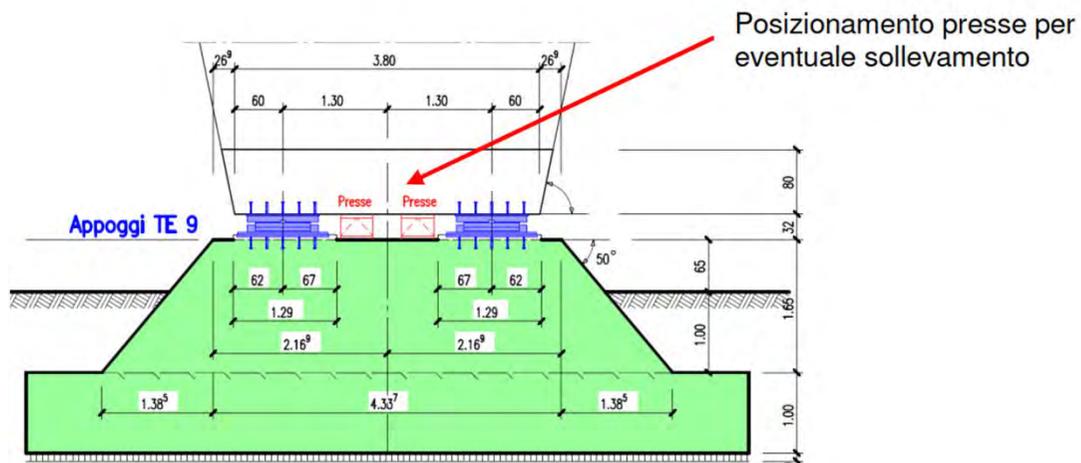
d1.2) Cedimenti



Per anticipare i cedimenti sono state realizzati rilavati di precarico in corrispondenza di ogni pila di entrambi i viadotti. Le «piramidi» di precarico sono rimaste in opera per circa 2 anni.

I cedimenti maggiori (durante il precarico) si sono registrati in zona portale.

Negli ultimi 2 anni i cedimenti maggiori sono stati registrati nei pressi della linea Locarno-Bellinzona ed, ancora, in corrispondenza del portale.



In corrispondenza di ogni pila è possibile applicare dei martinetti idraulici per sollevare in modo controllato la pila (e corrispondentemente l'impalcato) al fine di regolare la nuova altezza degli appoggi fissi e compensare il cedimento del terreno che si verifica.



d2) Armamento ferroviario

d.2.1) Tratte all'aperto:

- Sovrastruttura tradizionale con sub-ballast:
 - Rotaie SBB VI (Tipo UIC60E1 R16);
 - Traverse monoblocco in c.a.p. (Tipo B91);
 - Pietrisco 30-60, spessore 35 cm;
 - Sub-ballast in conglomerato bituminoso;
- Scambi a cuore mobile e comando oleodinamico.



d.2.2) Galleria:

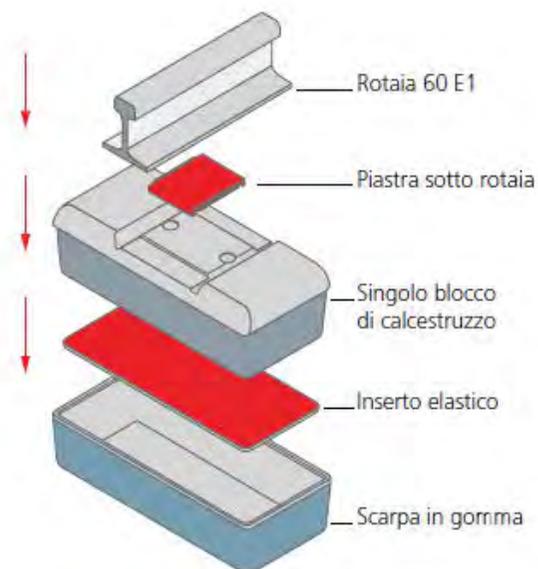
- Sovrastruttura rigida (Tipo LVT Sonnevile):
 - Rotaie SBB VI (Tipo UIC60E1 R16);
 - Traverse biblocco, inserite in una guaina gommosa, ed annegate in una platea in conglomerato cementizio;
- Scambi a cuore mobile con comando oleodinamico (EW VI-1600-1:20.3).





d.2.3) Particolarità:

- Nella GbC le rotaie sono state posate con uno scartamento (di costruzione) pari a 1437 mm, per cautela nei confronti del presunto restringimento che si registrerà dopo l'assestamento delle parti elasto-plastiche della sovrastruttura (esperienza maturata in GbC);
- Le ultime tre traverse vengono posate in color oro a segnalare il completamento dei lavori di armamento della galleria (analogamente alla GbG).



d3) Trazione elettrica

d3.1) Generalità:

- Tensione 15 kV, alternata 16.7 Hz;
- Catenaria:
 - tradizionale tipo R2 FFS (all'aperto);
 - rigida (in galleria);
- Alimentazione:
 - SSE Giubiasco (lato nord);
 - SSE Vezia (lato sud).



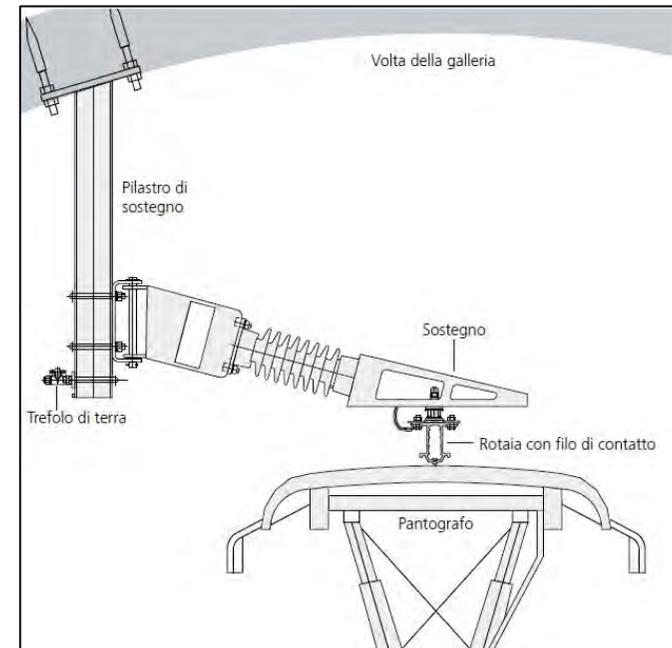


d3.2) Catenaria rigida – Galleria:

- Linea di contatto (monofilo in Cu) 107 mm²
- Altezza ldc rispetto PF 5.20 m
- Sezione trasversale cat. rigida (Al) 2100 mm²
- Giunti di dilatazione in catenaria 650 ÷ 800 m
- Distanza mensole 7 m (± 30 cm)
- Conduttori di messa a terra (Cu) 2 x 150 mm²
- Vel. max treni 250 km/h

Allgemeine Technische Daten		
Nennspannung	V DC	750-3000
	kV AC	11-25
Kurzschlussstrom	kA	40 während 60 ms
Dauerstrom über alle Bauteile*	A	3500
Max. Leitertemperatur	°C	90
Tragwerksabstand	m	7-12(15)
Max. Befahrgeschwindigkeit	km/h	250
Stromschiennenquerschnitt	mm ²	2100
Stromschiennenmaterial	Aluminiumlegierung	
Verwendbarer Fahrdrat	EN 50149 100-161 mm ²	
Max. Länge zwischen Längenausgleichselementen	m	800
Gewicht der Stromschiene ohne Fahrdrat	kg/m	ca. 6.1

*auch über Längenausgleichselemente





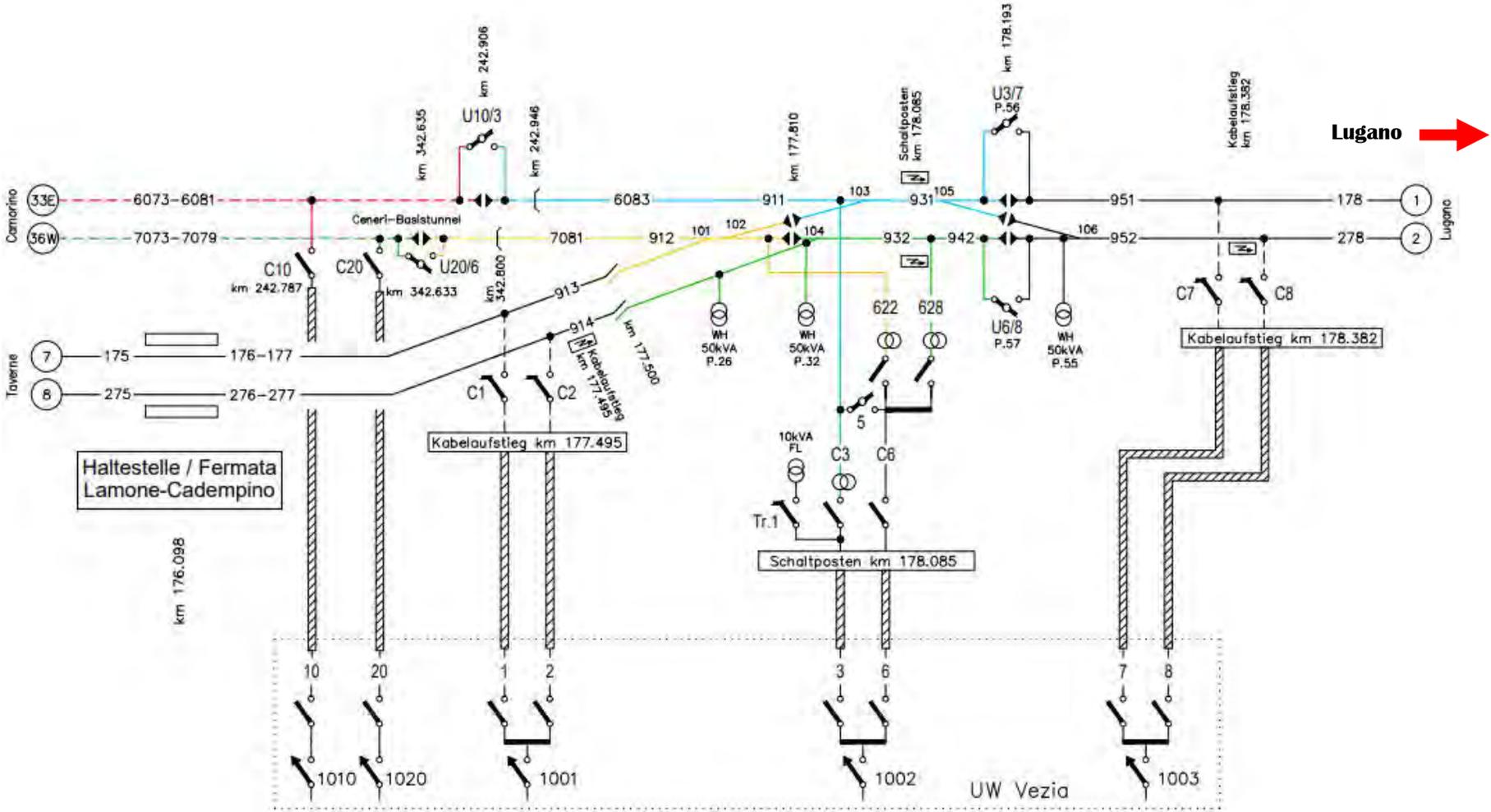
d3.3) Catenaria tradizionale (tipo R2 FFS) – Tratte all'aperto:

- Altezza l.d.c. rispetto PF 5.50 m
- Linea di contatto (monofilo in Cu) 107 mm²
- Fune portante 92 mm²
- Conduttore di rinforzo 150 mm²
- Conduttori di messa a terra (Cu) 2 x 150 mm²
- Linea di trasporto da SSE 3 x 150 mm²
- Velocità ammessa ≥ 160 km/h
- Completamente contrappesata





Parte Sud





d4.2) Sottosistema ETCS L2

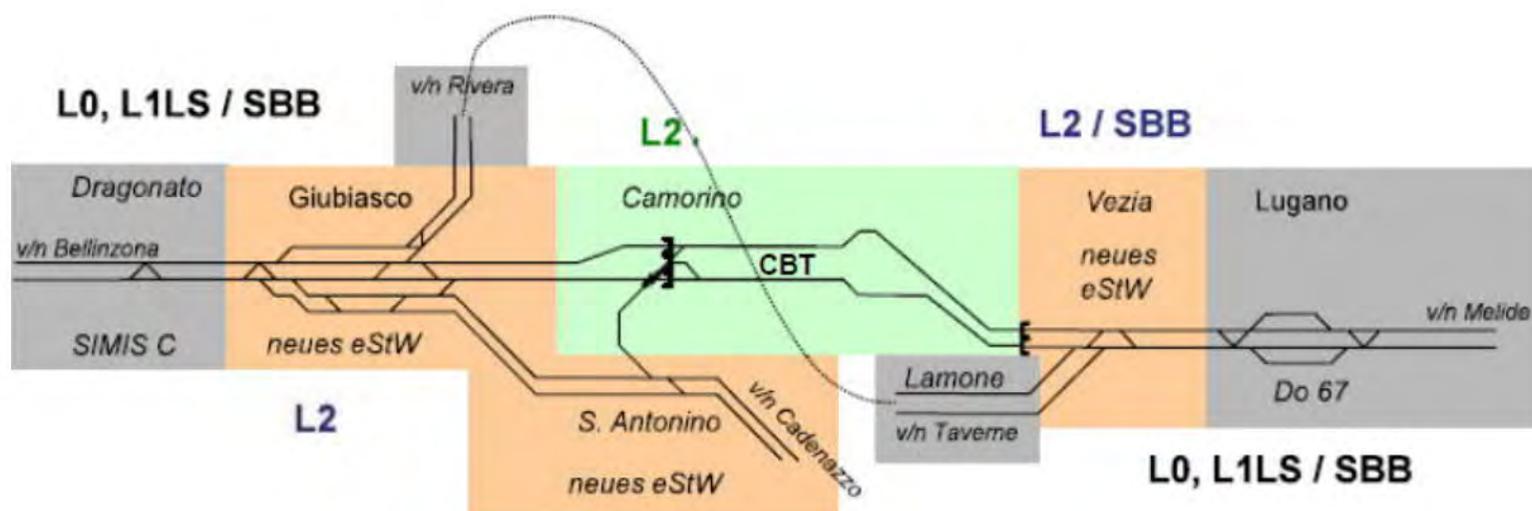
Il distanziamento dei treni viene garantito dal sottosistema ETCS L2.

Le singole sezioni di binario sono identificate e controllate da conta-assi ad anello elettromagnetico, posti a gruppi di 2 unità accoppiate per garantire la ridondanza.

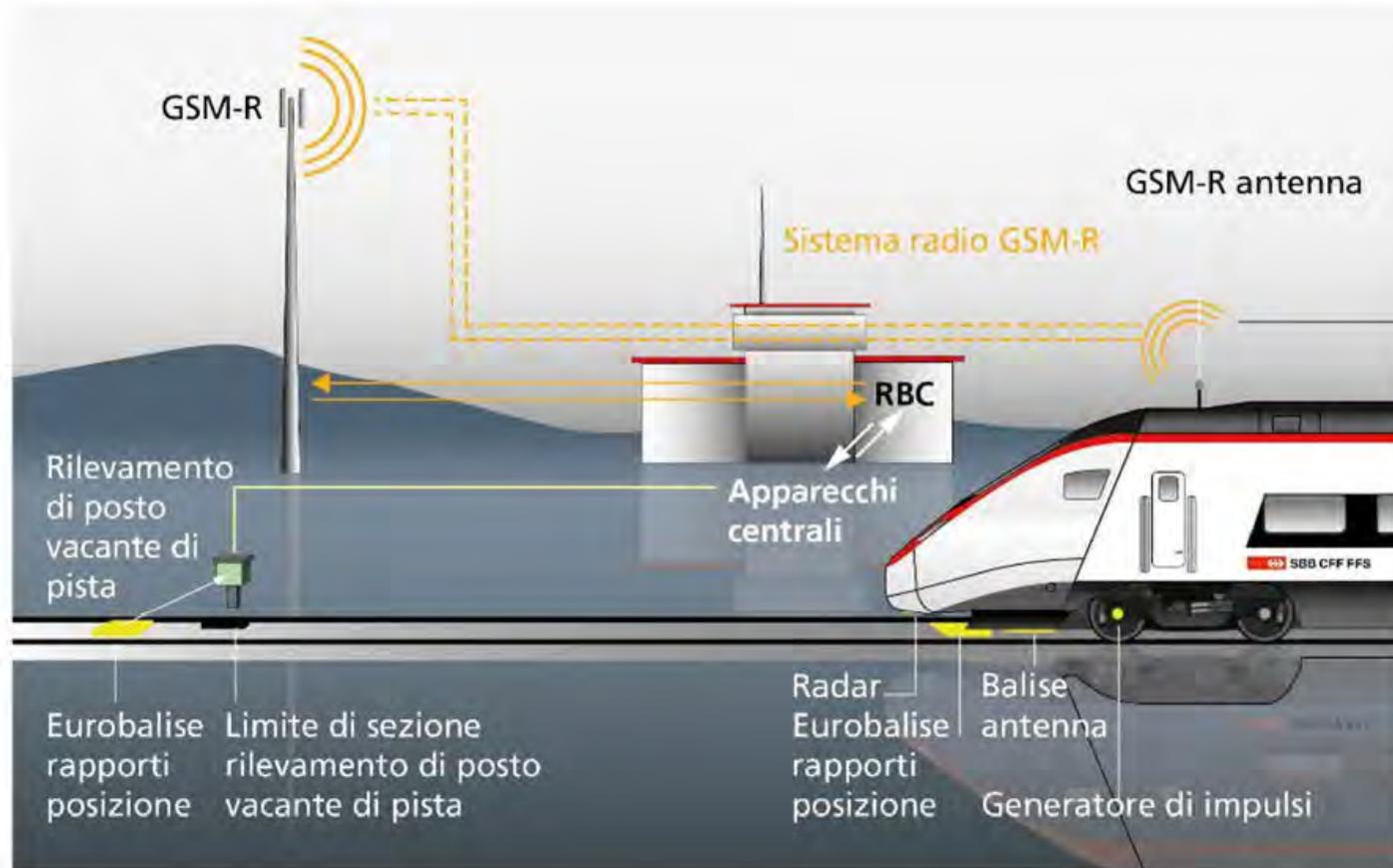
La lunghezza delle sezioni di binario è di regola di 900 m.

Le eurobalise sono solo di tipo fisso (non ci sono quindi punti informativi commutabili).

L'applicazione del sottosistema ETCS L2 nella stazione di Giubiasco e nel nodo di Vezia comporta che per entrambe le relazioni Bellinzona-Chiasso e Bellinzona-Luino (e viceversa), possano essere impiegate esclusivamente macchine di trazione attrezzate con bordo ETCS L2.



d4.3) Sottosistema GSM-R



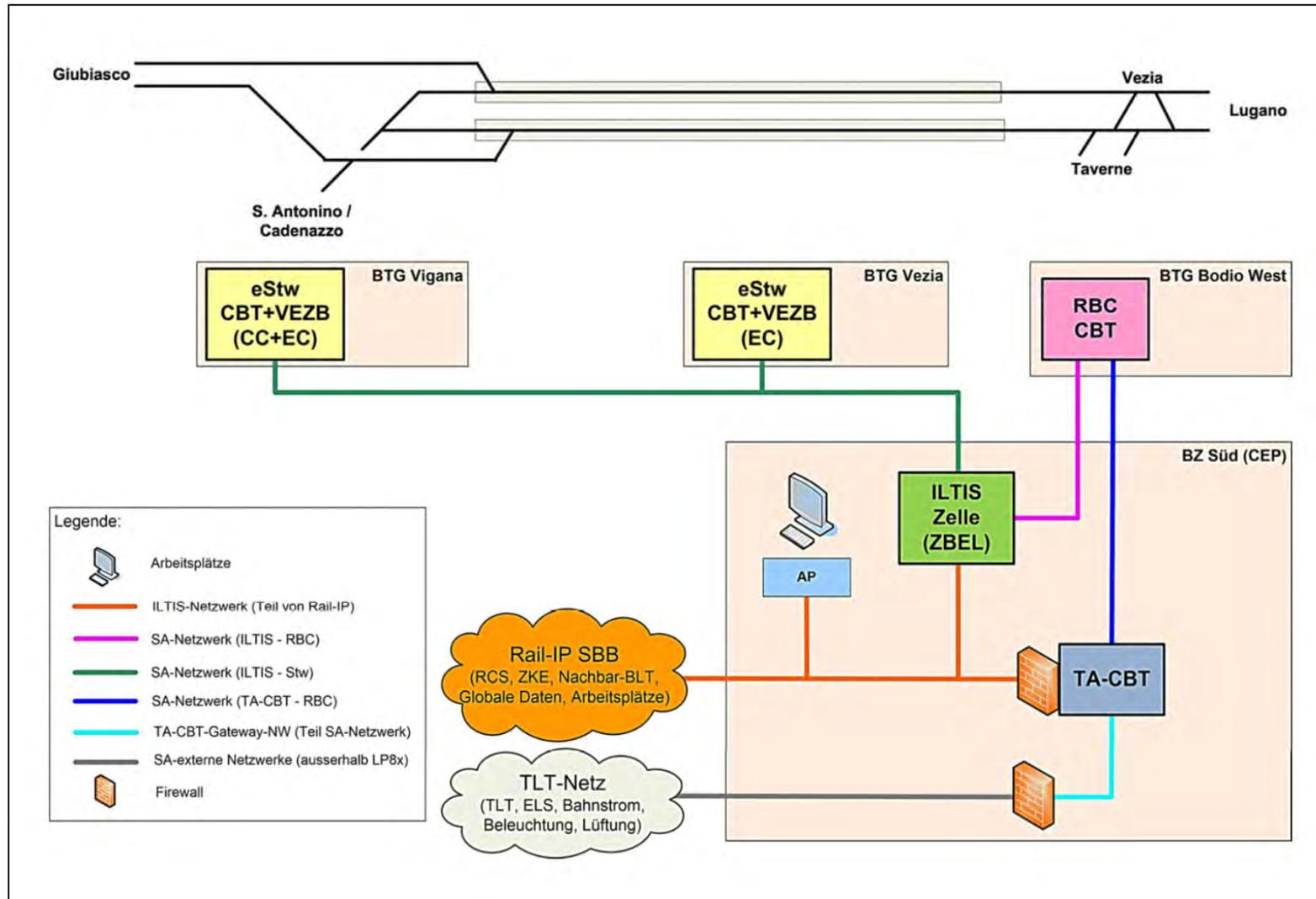
L'attrezzatura ETCS del treno invia via radio i dati sulla posizione del treno e altri dati del treno al Radio Block Center (RBC).

Il macchinista legge le immagini del segnale sullo schermo in cabina di guida.

Passando sopra le boe queste trasmettono la posizione esatta del treno alla sua attrezzatura ETCS.



d4.4) Quadro sinottico generale degli impianti IS, TLC, TAG e TLT nel perimetro CBT





d4.5) Settori di manutenzione

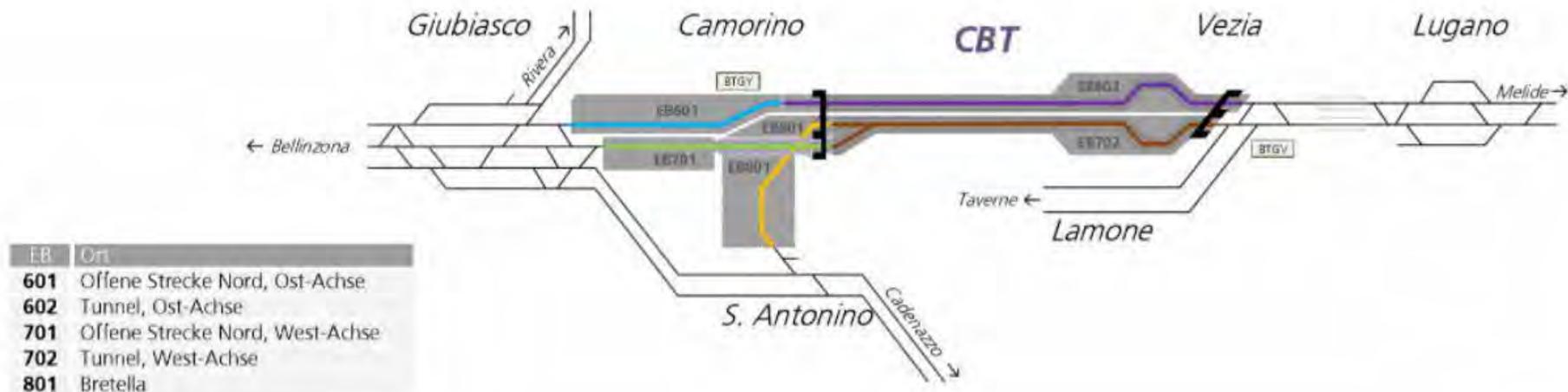
A scopo di incrementare la sicurezza durante l'esecuzione della manutenzione sono stati definiti nell'impianto IS i cosiddetti «settori di manutenzione».

Ogni volta che ha luogo la manutenzione in una tratta del perimetro GbC viene preliminarmente attivato il corrispondente settore di manutenzione (SM) dal responsabile della circolazione dei treni.

L'attivazione del SM abbassa la velocità massima ad 80 km/h ed impedisce che nel SM possano essere instradati treni commerciali passeggeri e merci.

Nella GbC sono presenti 5 SM, che possono essere attivati singolarmente od a gruppi.

Attivare un SM significa naturalmente disporre di un programma di interruzioni della circolazione ferroviaria approvato dal servizio FFS designato.





Galleria del Monte Ceneri

Attivazione:
Binario singolo (10.04.1882)
Raddoppio (21.01.1934)

Galleria di base del Monte Ceneri

Attivazione:
13.12.2020



E la storia continua



Grazie per l'attenzione



Bibliografia:

- FFS, Documentazione per la formazione di base CBT, 2019;
- FFS, Ceneri-Basistunnel, Reader CBT, versione 2.0/2020;
- FFS, Scheda informativa: La galleria di base del Monte Ceneri, 01.09.2020;
- FFS, Pianificazione dell'esercizio di prova, 26.05.2020,
- ATG, Galleria di base del Ceneri – La logica continuazione verso sud, 2017;
- ATG, Galleria di base del Ceneri, 2020.

- Documentazione fotografica:
 - Media center FFS;
 - Galleria AlpTransit;
 - Alcune foto dell'autore.

- Immagini dal Web:
 - www.furrerfrey.ch/
 - www.schieneverkehr-schweiz.ch/

Contatto:

Marco Corradini

Responsabile Produzione Gottardo-Ceneri



I-NAT-GLCM-GOT-PGC

Infrastruttura – Impresa Generale Gottardo

Via alla Centrale, 16 CH-6710 Biasca / Lindenstrasse, 15 CH-6472 Erstfeld

Skype: +41 512 852874

Mobile: +41 79 621 38 20

marco.corradini@ffs.ch / www.ffi.ch