

# Giornata porte aperte - 8 giugno 2024

## Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT-SE

La Galleria di Base del Brennero, con una lunghezza complessiva di 64 km (includendo la circonvallazione di Innsbruck), rappresenterà in futuro il collegamento ferroviario sotterraneo più lungo al mondo.

L'obiettivo principale a seguito della realizzazione dell'opera sarà quello di trasferire, il più possibile, il traffico merci dalla gomma alla rotaia e di dare maggiore impulso allo sviluppo della rete locale ed europea per il traffico passeggeri. Oggi, per spostarsi in treno da Fortezza a Innsbruck sono necessari 80 minuti per il traffico passeggeri e 105 per il traffico merci mentre in futuro, a BBT completato, ne saranno sufficienti, rispettivamente, 25 e 35.

Il Brennero, per via della sua esigua altitudine (1370 m s.l.m.) rispetto agli altri passi di confine tra Italia e Austria, risulta essere il più importante valico di frontiera tra i due paesi, nonché uno dei collegamenti più rilevanti tra il nord e il sud dell'Europa.

La Galleria di Base del Brennero sarà decisiva per i collegamenti transfrontalieri in Europa, costituisce infatti la parte centrale del nuovo corridoio ferroviario Monaco-Verona.

Gli obiettivi del rinnovato collegamento ferroviario di 435 km nel cuore dell'Europa saranno principalmente l'aumento della capacità di trasporto merci, l'utilizzo di treni più lunghi e più pesanti grazie alla riduzione della pendenza, la mitigazione dell'impatto acustico del traffico pesante e la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Grazie alla nuova linea ferroviaria, infatti, potranno circolare i treni lunghi 740 m (rispetto ai 450 m attuali), trasportando fino a 2000 t di merci (contro le 1400 t attuali) con un solo locomotore (rispetto ai 2-3 di oggi). Potranno circolare anche più treni: la capacità della Galleria di Base del Brennero e della linea storica sarà di circa 400 treni al giorno, di cui oltre 300 merci.

La Galleria di Base del Brennero è anche parte integrante del corridoio Scandinavo-Mediterraneo, all'interno della rete europea di trasporti (TEN-T).



Oltre il 60% del tracciato del progetto transfrontaliero della Galleria di Base del Brennero si sviluppa in Austria. Attualmente i cantieri attivi sono quattro, di cui 3 in Austria:

- H61 Mules 2-3 in Italia;
- H53 Pfnos-Brennero, in Austria, confinante con il cantiere di Mules;
- H41 Gola del Sill-Pfnos in Austria
- H21 Gola del Sill, sempre in Austria.

## Visita al Cantiere di Hinterrigger

I conci necessari per il progetto della Galleria di Base del Brennero sono fabbricati in due stabilimenti:

- **ad Hinterrigger (in Alto Adige, nei pressi di Varna) dove** circa il 30% dei materiali di scavo (soprattutto il granito) proveniente dal lotto H61 Mules 2-3 viene riutilizzato.
- **ad Ahrental (in Tirolo, nei pressi di Innsbruck),** dove la produzione dei conci direttamente nel cantiere H41 Gola del Sill-Pfnos consente di risparmiare circa 27000 trasporti in camion.



Nel lotto H53 Pfnos-Brennero, a causa degli spazi ristretti, non è stato possibile prevedere la produzione dei conci direttamente in cantiere. Il trasporto dei conci su rotaia, tuttavia, consentirà di evitare il trasporto in camion e minimizzare così l'impatto ambientale.

**La fabbrica dei conci di Hinterrigger**, gestita dall'impresa lombarda Isocell Precompressi S.p.A., si sviluppa su un'area di circa 30.000 m<sup>2</sup> (di cui 15.000 m<sup>2</sup> coperti) e si colloca in

corrispondenza del portale sud del cunicolo esplorativo che consente il passaggio dei trenini di cantiere, che in due ore circa trasportano i conci fino alla TBM.

BBT SE, di concerto con la Provincia Autonoma di Bolzano, ha fortemente voluto che la produzione dei conci avvenisse in loco: il materiale di scavo esce dal cantiere tramite i nastri, viene rielaborato e riutilizzato e, in forma di conci, una parte del materiale rientra in galleria per dare vita al rivestimento definitivo. Oltre 700.000 m<sup>3</sup> di materiali, necessari per la realizzazione dei conci prefabbricati, derivano dalla frantumazione del materiale proveniente dagli scavi di avanzamento nel granito di Bressanone. Ciò consente di ridurre l'impatto sull'ambiente, evitando scavi di sbancamento su altre aree, trasporti su strada, inquinamento da polvere e rumore.

Oggi, nel cantiere di Hinterrigger sono impiegate circa 30 persone nella produzione dei conci per la Galleria di Base del Brennero. In passato, quando tutte e tre le TBM del cantiere di Mules (Serena, Virginia e Flavia) erano operative, le persone impiegate in questo cantiere erano circa 160 persone.

Nell'impianto di Hinterrigger si producono i conci per:

- la Galleria di Base del Brennero che hanno due guarnizioni nere.
- la tratta Fortezza-Ponte Gardena, parte dell'accesso sud al BBT che hanno una sola guarnizione nera, e si vedono appena entrati nello stabilimento, a destra.

I conci per le gallerie principali pesano circa 9 t, quelli del cunicolo esplorativo circa la metà. Un anello è composto da 6 conci più la chiave. I conci sono fabbricati utilizzando le casseforme dove in precedenza sono stati integrati un'armatura in acciaio e un nastro di impermeabilizzazione. Gli stampi vengono quindi riscaldati (attraverso un sistema di serpentine posizionate sotto le casseforme) e i conci prefabbricati lasciati a "cuocere". Ogni singolo elemento di calcestruzzo viene poi controllato prima di essere temporaneamente stoccato per completarne l'indurimento. La maturazione del calcestruzzo impiega 28 giorni.

L'impianto di Hinterrigger terminerà la produzione dei conci per la Galleria di Base del Brennero entro la fine di quest'estate. Proseguirà l'attività invece nella fabbrica situata presso il cantiere H41 Gola del Sill-Pfons.

Ogni concio è unico nel suo genere e dotato di un codice a barre che viene apposto sul concio, non appena il calcestruzzo si asciuga, e traccia la storia del concio dalle prime fasi "di vita". Vengono riportate le seguenti informazioni: la linea, il segmento (cassero) nel quale è stata posata l'armatura, quando è stato eseguito il getto di calcestruzzo all'interno del cassero, a quale delle sette tipologie di concio appartiene, quanto volume occupa e quanto pesa. All'interno del codice a barre confluiscono inoltre le informazioni relative ai ferri d'armatura (ferriera produttrice, dati tecnici dell'armatura, etc...).

Una volta che la superficie del concio è asciutta e il codice a barre viene posato, esso viene letto da un laser ed entra a far parte di un database. Ciò serve per collocare all'interno dell'area di stoccaggio i concii, in maniera tale da poter favorire l'ingresso degli ultimi prodotti ed estrarre con poche manovre del carroponte quelli già maturi da mandare in galleria.

Eventuali altri utilizzi sono relativi al tracciamento delle non conformità sul concio, siano esse in fase di realizzazione del prodotto oppure in fase di revisione antecedente l'invio in galleria.

Infine, il codice a barre può essere anche associato al concio nel caso in cui esso venga contrassegnato come rifiuto dal produttore, e serve dunque a tenere traccia di quanto materiale debba essere smaltito.

## Visita al cantiere di Mules

- **Lotto H71 - Sottoattraversamento Isarco**

La visita parte dal lotto del Sottoattraversamento dell'Isarco, dove era stata celebrata la conclusione dei lavori il 4 dicembre 2023 in occasione di Santa Barbara, patrona dei minatori. In questo lotto è attualmente in corso la rinaturazione che ha tra i suoi obiettivi il rinverdimento dell'area del cantiere per riportarla alle sue condizioni originarie: entro agosto 2024, saranno piantate circa 50000 piante.

Il lotto H71, il più a sud dell'intero progetto BBT e con il tratto di galleria relativamente breve (ca. 6 km) è stato contraddistinto da notevoli sfide dal punto di vista tecnico. La sua realizzazione è stata infatti altamente complessa sia per le tecniche costruttive utilizzate sia per il passaggio sotto il fiume. Alcune sezioni di galleria sottoattraversano il fiume Isarco, l'autostrada del Brennero e la SS 12. L'obiettivo è stato quello di collegare la Galleria di Base del Brennero alla linea ferroviaria esistente, nonché alla nuova linea ad alta velocità e ad alta capacità in costruzione tra Fortezza e Ponte Gardena.

Nel lotto del Sottoattraversamento Isarco i lavori sono iniziati nel 2015. Sono stati costruiti 4,5 km di gallerie di linea e 1,5 km di gallerie di interconnessione con la linea ferroviaria esistente. Le gallerie d'interconnessione costituiscono il collegamento tra la Galleria di Base del Brennero - che attraversa la montagna in profondità con una pendenza del 4-7‰ e la linea storica, inaugurata nel 1867, che ha una pendenza del 26‰ e attraversa il Valico del Brennero a quota 1371 metri sul livello del mare.

Il 4 dicembre 2018, con la rottura del diaframma del portale sud, è stato inaugurato il punto più meridionale della Galleria di Base del Brennero, situato a pochi metri dalla stazione ferroviaria di Fortezza.

Due anni più tardi, nell'ottobre 2020, sono iniziati i lavori di scavo di quattro tratti di galleria sotto l'Isarco grazie al congelamento del terreno con azoto liquido ed al successivo mantenimento a basse temperature mediante la circolazione della salamoia; alla realizzazione dei due pozzi profondi 20-25 m su ciascun lato del fiume.

La tecnica del congelamento è una tecnica di consolidamento ecocompatibile, ed è stata scelta per poter mantenere il fiume Isarco nel suo alveo originale, preservando al tempo stesso la flora e la fauna di questa zona. Oggi, i 4 pozzi risultano completamente riempiti con materiale di scavo.

Per poter procedere con i lavori di scavo sia delle gallerie di linea che d'interconnessione si è reso necessario spostare i binari della ferrovia storica del Brennero: tale spostamento è stato completato l'8 febbraio 2021.

Il 19 maggio 2022, con l'abbattimento del diaframma tra i lotti H71 Sottoattraversamento Isarco e H61 Mules (l'altro lotto costruttivo presente in territorio italiano, ed il più grande dell'intero progetto BBT) si realizza un collegamento senza soluzione di continuità dal portale sud di Fortezza al Brennero. Infatti, nel novembre 2021, nel lotto H61 Mules, la TBM Serena ha raggiunto il Brennero attraverso il cunicolo esplorativo. Un traguardo analogo, attraverso la galleria di linea est, lo ha raggiunto la TBM Virginia nel marzo del 2023.



L'8 agosto 2023 scorso sono stati completati i lavori di costruzione delle future gallerie di linea realizzate nel lotto del Sottoattraversamento Isarco. In 8 anni di lavori sono stati realizzati oltre 6 km di gallerie e il relativo rivestimento interno.

- **Lotto H61 - Mules 2-3**

All'interno di questo lotto sono impiegati sia il metodo di scavo tradizionale, sia quello meccanizzato. La scelta del metodo dipende da diversi fattori, ad esempio la lunghezza del tratto da scavare (valutazioni economiche e logistiche), il tipo di roccia che si incontra, le possibilità economiche, nonché le tempistiche di costruzione



Lo **scavo tradizionale**, con successivo consolidamento in calcestruzzo proiettato, rappresenta un metodo di scavo flessibile, che si rivela molto efficace in presenza di ammassi rocciosi instabili e mutevoli e in caso di geometrie delle sezioni di dimensioni variabili e complesse. Il metodo consente un avanzamento medio di 5-8 m/gg.

La tratta di circa 5 km verso il camerone logistico ovest è stata scavata con il metodo tradizionale tra il 2017 e il 2020. Il rivestimento definitivo delle gallerie scavate in tradizionale è effettuato con l'utilizzo dei casseri

I due grandi camerone logistici di Mules erano stati inizialmente utilizzati per il montaggio delle TBM, ora sono impiegati come centro nevralgico per la logistica all'interno della galleria, consentendo di ottimizzare gli spostamenti e di ridurre l'impatto

ambientale. Qui si trovano l'impianto di ventilazione, i nastri per il trasporto dei materiali presso il deposito di Hinterrigger e l'impianto di betonaggio.

Nel camerone logistico Ovest del cantiere di Mules, a circa 800 m di profondità, l'impianto di betonaggio produce calcestruzzo pronto per l'uso, per tutte le gallerie.

Nel camerone logistico Est del cantiere di Mules il materiale veniva frantumato e con un sistema di nastri trasportato attraverso il cunicolo esplorativo fino all'area di deposito di Hinterrigger. Questo camerone è ora in corso di smantellamento, dopo che a marzo 2023 la TBM Virginia - raggiunto il Brennero - ha concluso lo scavo della sezione italiana della galleria di linea est, creando un collegamento senza soluzione di continuità tra il portale sud di Fortezza e il Brennero. Si sta costruendo una galleria "artificiale". Si sta procedendo al parziale riempimento della galleria con materiale di scavo per evitare in futuro "vuoti d'aria": rimarrà uno spazio di circa quattro metri.

Lo **scavo meccanizzato** è eseguito tramite le TBM che per questo progetto - in fase di avanzamento - posano anche i conci prefabbricati in calcestruzzo per il rivestimento definitivo delle gallerie. Il metodo consente un avanzamento medio di 10-15 m/gg.

Due delle tre grandi TBM impiegate presso il cantiere di Mules hanno già raggiunto il Brennero. La TBM Serena (diametro 6,8 m), partita a maggio 2018, ha raggiunto il confine di Stato il 24 novembre 2021, dopo aver scavato i 14 km del cunicolo esplorativo lato Italia. Durante il prossimo anno, è atteso il completamento del cunicolo esplorativo (con metodo tradizionale)

fino al Brennero anche dal lato austriaco: si avrà per la prima volta un collegamento senza soluzione di continuità tra Italia e Austria.

La TBM Virginia (diametro 10,71 m) ha completato nel marzo 2023 – dopo 4 anni - lo scavo di 14 km della galleria di linea Est. La TBM Virginia nel mese di marzo 2021 aveva stabilito il record di scavo di 859,50 m, posando 56.800 conci prefabbricati.

Oggi Flavia, l'ultima delle tre TBM e anch'essa con 10,71 m di diametro, sta avanzando nella galleria di linea ovest, si trova a poco più di 2 km dal confine di Stato. Il suo arrivo al Brennero è previsto durante la primavera del prossimo anno.

La TBM Flavia nell'aprile 2023, quando si trovava a circa 3,5 km dal termine dello scavo, ha subito un fermo causato dalla complessa geologia del cantiere di Mules che presenta tipologie di rocce molto diverse (scisti, filladi, quarziti, marmi e orizzonti di carniolo, solo per menzionarne alcune) ad intervalli molto brevi. A causa della copertura elevata di oltre 1200 m e della bassa resistenza delle rocce fratturate, l'ammasso roccioso, premendo contro la TBM, ne ha impedito l'avanzamento. Nell'autunno 2023, dopo diversi tentativi, la TBM è ripartita.

La visita prosegue e dal camerone logistico si imbecca la discenderia. Il progetto BBT, che consta in totale di oltre 225 km di gallerie, comprende, oltre alle due gallerie principali est e ovest, dove transiteranno in futuro i treni, anche numerose altre gallerie (logistiche e di sicurezza, ad esempio), tra cui la cosiddetta **discenderia** di Mules, una galleria di accesso lunga circa 1,8 km che conduce a circa 800 m di profondità nell'ammasso roccioso e che - quando la Galleria di Base del Brennero sarà in esercizio - non sarà una galleria ferroviaria. Attualmente è utilizzata per accedere ai cantieri in sotterraneo e per fornire aria fresca in galleria.

La prima galleria che si incontra a destra dopo l'inizio della discenderia è quella di accesso al cunicolo esplorativo, la seconda è la galleria di accesso alla fermata di emergenza.

#### Cunicolo esplorativo

Il cunicolo esplorativo si estende a una profondità di circa 12 m sotto le gallerie principali. Le sue funzioni principali durante la fase di costruzione del progetto sono due: fornire informazioni sulla struttura della roccia e studiare le condizioni geologiche per lo scavo delle gallerie principali. Il cunicolo esplorativo - quando il tunnel sarà terminato e il BBT sarà in funzione - sarà utilizzato per il drenaggio delle acque e le manutenzioni degli impianti.

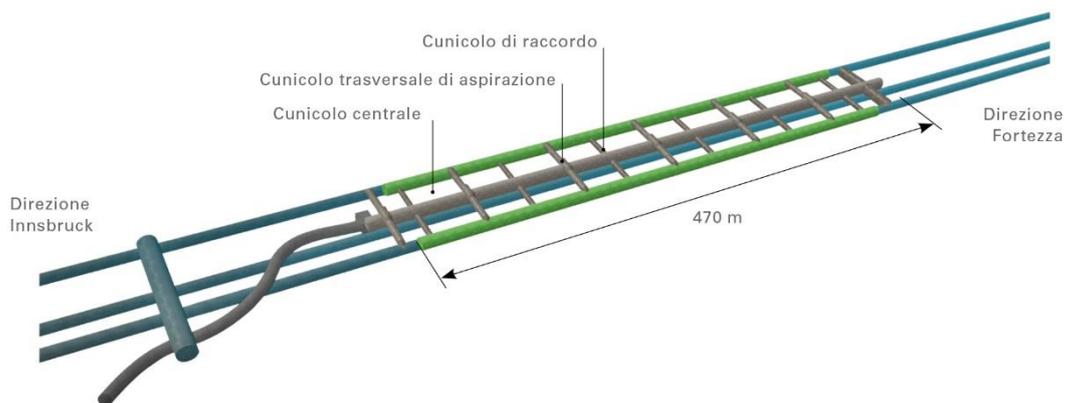
#### Fermata di emergenza di Trens

Un'altra particolarità del cantiere di Mules è la presenza di una delle tre fermate di emergenza situate lungo l'area di progetto, ogni 20 km. Oltre a quelle di Innsbruck e St. Jodok, situate in territorio austriaco, la fermata di emergenza di Trens è l'unica presente in territorio italiano e si trova all'interno di questo cantiere.

La galleria di accesso alla fermata di emergenza è lunga 3,8 km, la fermata stessa circa 600 m (più o meno come le altre due fermate di Innsbruck e St. Jodok).

In caso di evento incidentale, come potrebbe essere ad esempio un incendio, i fumi vengono aspirati dalla parte superiore, mentre nella parte inferiore si immette aria fresca all'interno delle aree sicure. Tutte le fermate di emergenza sono collegate con le gallerie di accesso e quindi con l'esterno.

I passeggeri raggiungono, in caso di incidente, il cunicolo centrale, dal quale vengono prelevati dal treno di soccorso. In alternativa, essi possono essere evacuati direttamente attraverso la galleria di accesso.



Proseguendo nella visita e percorrendo la discenderia sulla destra si può osservare l'imbocco di una galleria laterale che porta al camerone di ventilazione, dove sono installati gli impianti di ventilazione per l'immissione dell'aria fresca e per l'estrazione dell'aria viziata.

Lungo le pareti laterali della galleria sono posizionate una serie di tubazioni a servizio del cantiere, in cui sono trasportate principalmente corrente elettrica, acqua ed aria compressa.

BBT SE ha recentemente affidato la progettazione dell'attrezzaggio tecnologico, comprendente tutti gli apparati, gli impianti tecnici e le necessarie connessioni cablate per la futura gestione del traffico ferroviario. Al momento si prevede che l'inizio dei lavori avverrà tra il 2027 e il 2028.

La fine dei lavori sia di costruzione del tunnel sia di attrezzaggio della linea ferroviaria, secondo l'attuale pianificazione, è prevista per il 2031. La messa in esercizio del tunnel è prevista nel 2032, dopo un periodo di prova, durante il quale verranno verificati e testati i protocolli di sicurezza e l'adeguatezza dell'intera infrastruttura.

A seguito di un'analisi completa effettuata lo scorso anno, i costi complessivi del progetto per la Galleria di Base del Brennero sono stati stimati in circa 10,5 miliardi di Euro.