

BRENNER BASISTUNNEL
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO



La Galleria di Base del Brennero - un nuovo collegamento attraverso le Alpi

Attualmente, sotto il passo del Brennero si sta costruendo quello che un giorno diverrà il collegamento ferroviario sotterraneo più lungo al mondo. Collegherà l'Italia con l'Austria unendo il Tirolo con l'Alto Adige. La Galleria di Base del Brennero offrirà nuove prospettive al traffico merci e aprirà nuovi orizzonti ai viaggi ferroviari per passeggeri.



Indice

- Il passo del Brennero - una via di transito importante sulle Alpi
pagina 3
- Il Brennero nel contesto europeo
pagina 5
- La ferrovia verso tempi moderni
pagina 7
- Il progetto della Galleria di Base del Brennero
pagina 9
- Metodi di scavo
pagina 12
- Piano di sicurezza
pagina 16
- Rilievi topografici in galleria - punto d'incontro al Brennero
pagina 18
- Nel cuore del massiccio del Brennero
pagina 22
- L'acqua - elisir di vita nelle Alpi
pagina 25
- Ambiente e Natura
pagina 28
- Misure di compensazione ecologica
pagina 31
- Gestione del materiale di scavo
pagina 34
- BBT SE - una società di progetto ai sensi del diritto europeo
pagina 38

Il passo del Brennero - una via di transito importante sulle Alpi

Da sempre il passo del Brennero è considerato un collegamento alpino importante tra nord e sud.

Da tempo immemorabile, la rotta sul Brennero è uno dei collegamenti più importanti tra il nord e il sud dell'Europa. Con i suoi 1.371 m di altitudine, il passo del Brennero è il valico più basso dell'arco alpino ed è transitabile tutto l'anno. Già nell'Età del Bronzo, attorno al 1700 a.C., questo passo venne usato come importante collegamento per il commercio tra i paesi del Nord Europa ed i paesi mediterranei. Nel XIV secolo transitarono attraverso il Brennero oltre 3.000 tonnellate di merci tra cui spezie, vino, zucchero, olio e cotone.

Dall'animale da soma ai mezzi di trasporto moderni

La quantità di merce trasportata attraverso il Brennero ha subito un incremento continuo al punto che, all'inizio del XIX secolo, si registrarono annualmente 15.000 tonnellate di merci transitate e, soli 50 anni più tardi, le tonnellate furono già 60.000. All'epoca, il trasporto avveniva con mezzi trainati da cavalli, i limiti di capacità furono raggiunti in fretta e si decise di costruire una linea ferroviaria. La costruzione della linea esistente risale al periodo compreso tra il 1860 e il 1867.

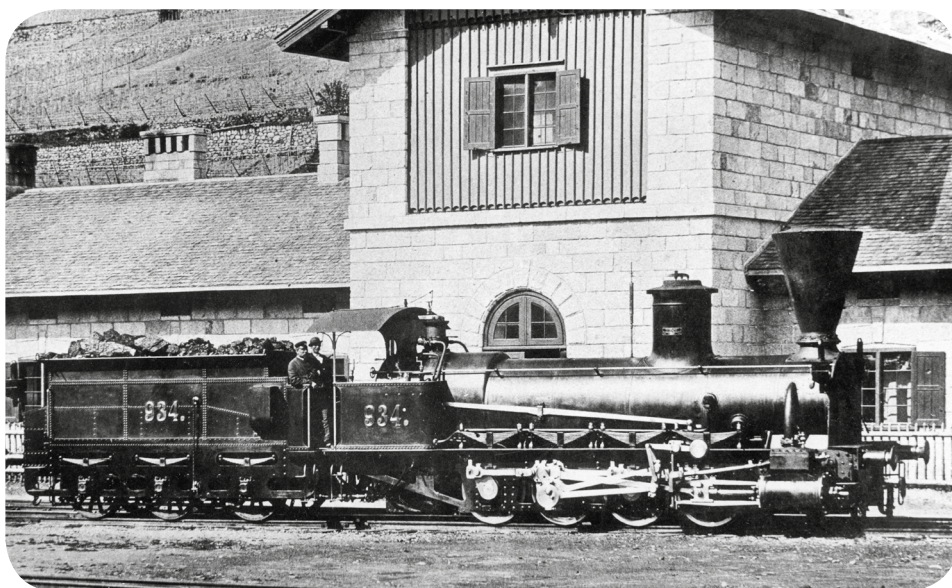


La linea ferroviaria del Brennero – qui la rampa nord presso Patsch intorno al 1900 – era un capolavoro tecnico alla sua inaugurazione nel 1867. Fonte: Collezione “Verkehrsarchiv Tirol” (Archivio trasporto del Tirolo)



Traffico ferroviario intenso alla stazione di Fortezza. Già attorno al 1900 il trasporto passeggeri e merci era notevole. Fonte: Collezione "Verkehrsarchiv Tirol" (Archivio trasporto del Tirolo)

Una locomotiva a vapore della serie SB 34 alla stazione del Brennero, messa in funzione nel 1867 – all'epoca, la locomotiva più pesante e potente dell'Austria. Fonte: Collezione "Verkehrsarchiv Tirol" (Archivio trasporto del Tirolo)



Ferrovia e autostrada

Cento anni dopo si iniziò a costruire l'autostrada del Brennero, che è transitabile dal 1974 sull'A13 in Austria e l'A22 in Italia. Dopo il completamento di questo nuovo collegamento stradale, il volume delle merci trasportate raggiunse le dieci milioni di tonnellate annue. Nel 2008, il traffico merci sul Brennero toccò 50 milioni di tonnellate. Dopo il calo del traffico pesante, causato dalla crisi economica iniziata nel 2009, negli ultimi tempi si sta registrando nuovamente un incremento del trasporto delle merci attraverso il valico.

Il Brennero nel contesto europeo

L'UE si è posta l'obiettivo di garantire un trasporto delle merci rapido, conveniente ed ecologico all'interno dell'Europa, nonché di ideare una nuova dimensione di viaggio per i passeggeri.

Oggi, oltre il 40 % dell'intero traffico delle merci transalpino si svolge attraverso il passo del Brennero. Oltre due terzi del trasporto delle merci avviene su strada, mentre solo un terzo si effettua su rotaia.



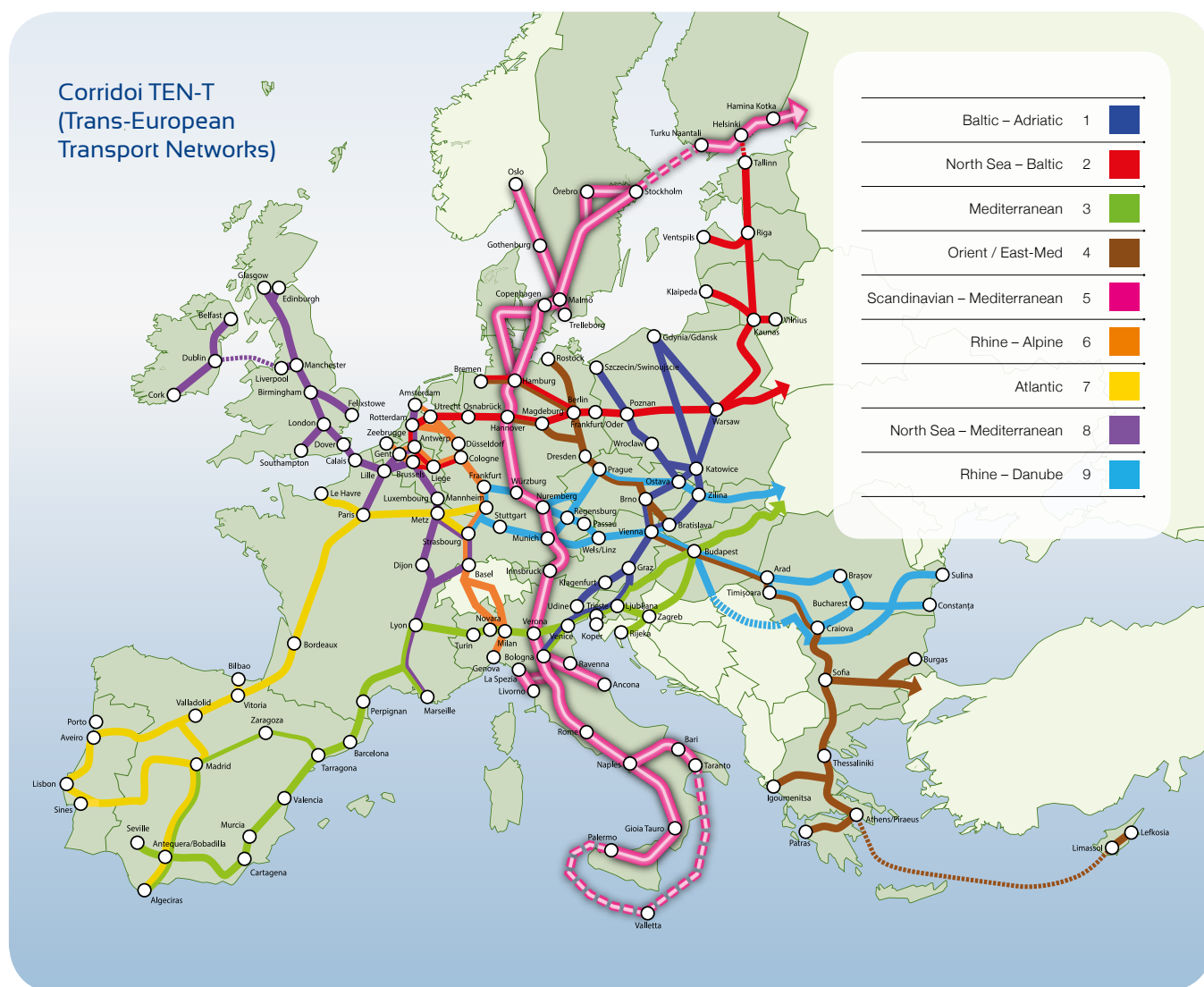
Flussi di traffico transalpini lungo le principali vie di transito
Fonte: AlpiInfo / Land Tirolo (2013)

Nel 1994 l'UE prese la decisione di contrastare il crescente traffico pesante su strada e di favorire la più ecologica infrastruttura ferroviaria, promuovendo il suo potenziamento sostenibile. Un primo passo in tal senso fu lo sviluppo delle reti di trasporto TEN negli anni 1990. Nel dicembre del 2013, l'UE trasformò gli assi TEN in collegamenti transfrontalieri multimodali. I nuovi corridoi TEN-T collegano, ora, i più importanti porti di mare d'Europa con l'infrastruttura ferroviaria ed i relativi accessi alle arterie stradali.

Dalla Finlandia a Malta

Il corridoio SCAN-MED (Scandinavia - Mediterraneo) costituisce il collegamento più lungo e più importante tra il nord e il sud dell'Europa ed è di massima importanza per l'economia e per la mobilità europea, poiché collega importanti centri urbani in Germania ed in Italia con i porti marittimi della Scandinavia e del Mediterraneo. All'interno del corridoio SCAN-MED, la Galleria di Base del Brennero rappresenta il progetto infrastrutturale più importante, poiché consente il superamento della barriera naturale delle Alpi, rivestendo così la massima priorità nell'UE.

Corridoi TEN-T dell'Unione Europea Collegano i porti di mare più importanti d'Europa con l'infrastruttura ferroviaria.



La ferrovia verso tempi moderni

La linea storica del Brennero - pendenze elevate, massima capacità raggiunta

Sulla linea ferroviaria del Brennero, costruita nel 1867, nonostante le proibitive pendenze che raggiungono il 27 %, possono circolare 240 treni al giorno. Per far fronte alle esigenze di trasporto del XXI secolo, è indispensabile potenziare il collegamento ferroviario esistente.

Un treno “dell’autostrada viaggiante” presso St. Jodok am Brenner. I treni guadagnano quota in un grande tornante intorno al paese nonché in una galleria lunga 481 metri. La foto permette di immaginare la salita ripida lungo la rampa nord del Brennero.

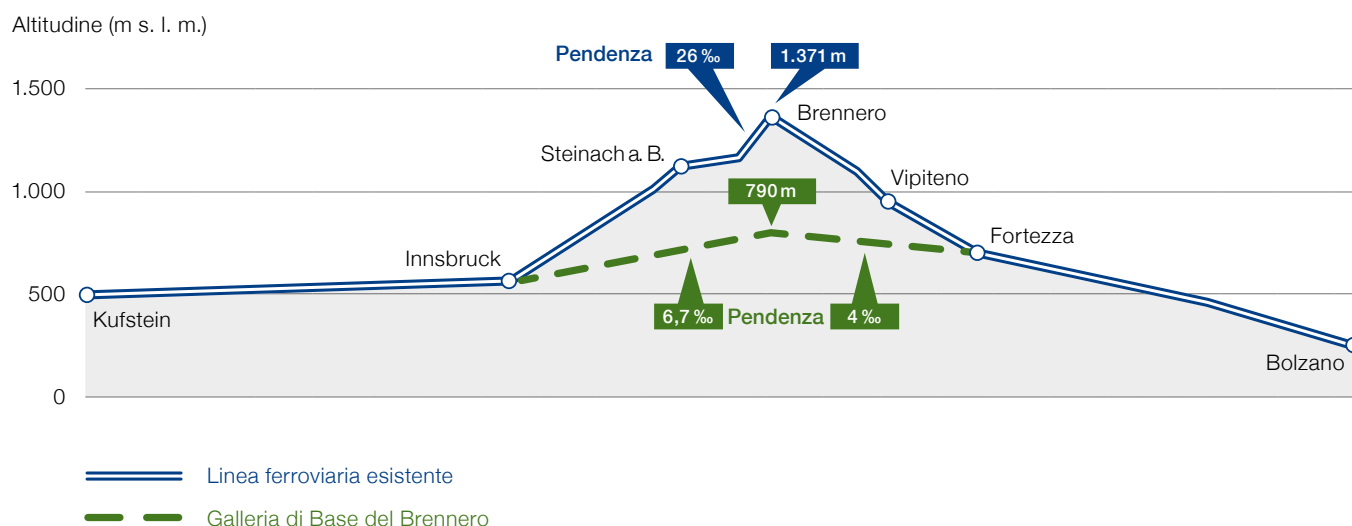


La Galleria di Base del Brennero ridurrà il tempo di percorrenza, liberando delle capacità disponibili per il traffico regionale lungo la linea esistente.

La necessità di un percorso pianeggiante

A causa della quota di 1.370 m del passo del Brennero, che presenta un tracciato con pendenze elevate e molti tornanti, le possibilità di potenziare la linea esistente in superficie sono limitate. Ciò ha reso necessario progettare una tratta con pendenze limitate, attualmente in fase di realizzazione. La Galleria di Base del Brennero presenta un tracciato pressoché pianeggiante, con una pendenza massima del 6,7 ‰ sul territorio austriaco e del 4 ‰ sul territorio italiano. Il tracciato si sviluppa in modo quasi rettilineo, così riducendo la distanza fra Innsbruck e Fortezza a soli 55 km, contro i 75 km della linea storica.

Sezione longitudinale linea ferroviaria di Brennero / Galleria di Base del Brennero



Percorrere le Alpi in 25 minuti

La nuova linea riduce drasticamente i tempi di percorrenza. In galleria, i treni passeggeri viaggeranno con una velocità superiore a 200 km/h. Grazie all'eliminazione delle pendenze, treni più lunghi e con carichi di merci maggiori potranno circolare sulla linea in numero più elevato ed a velocità più sostenute. Tali convogli necessiteranno di minori potenze e minore energia, raggiungendo le proprie destinazioni in tempi minori grazie al tracciato più breve e più favorevole.

In futuro, i treni passeggeri percorreranno la tratta Innsbruck – Fortezza in soli 25 minuti, a fronte degli attuali 80 minuti.

Il progetto della Galleria di Base del Brennero

La Galleria di Base del Brennero rappresenta la parte centrale del collegamento ferroviario europeo più importante tra il nord e il sud Europa.

Un trasporto delle merci più moderno, efficiente ed ecologico lungo l'asse nord-sud più importante delle Alpi potrà essere raggiunto unicamente attraverso la realizzazione di una linea ad alta capacità attraverso il massiccio roccioso del Brennero. Ciò avverrà con la costruzione della Galleria di Base del Brennero.

La Galleria di Base del Brennero è una galleria ferroviaria che collega Innsbruck a Fortezza. Insieme con la già esistente circonvallazione di Innsbruck, raggiungerà una lunghezza pari a 64 km. Sotto il passo del Brennero è attualmente in fase di costruzione quello che un giorno diverrà il collegamento ferroviario sotterraneo più lungo al mondo. Non considerando la circonvallazione di Innsbruck, la galleria tra il portale di Innsbruck e quello di Fortezza avrà una lunghezza di 55 km.

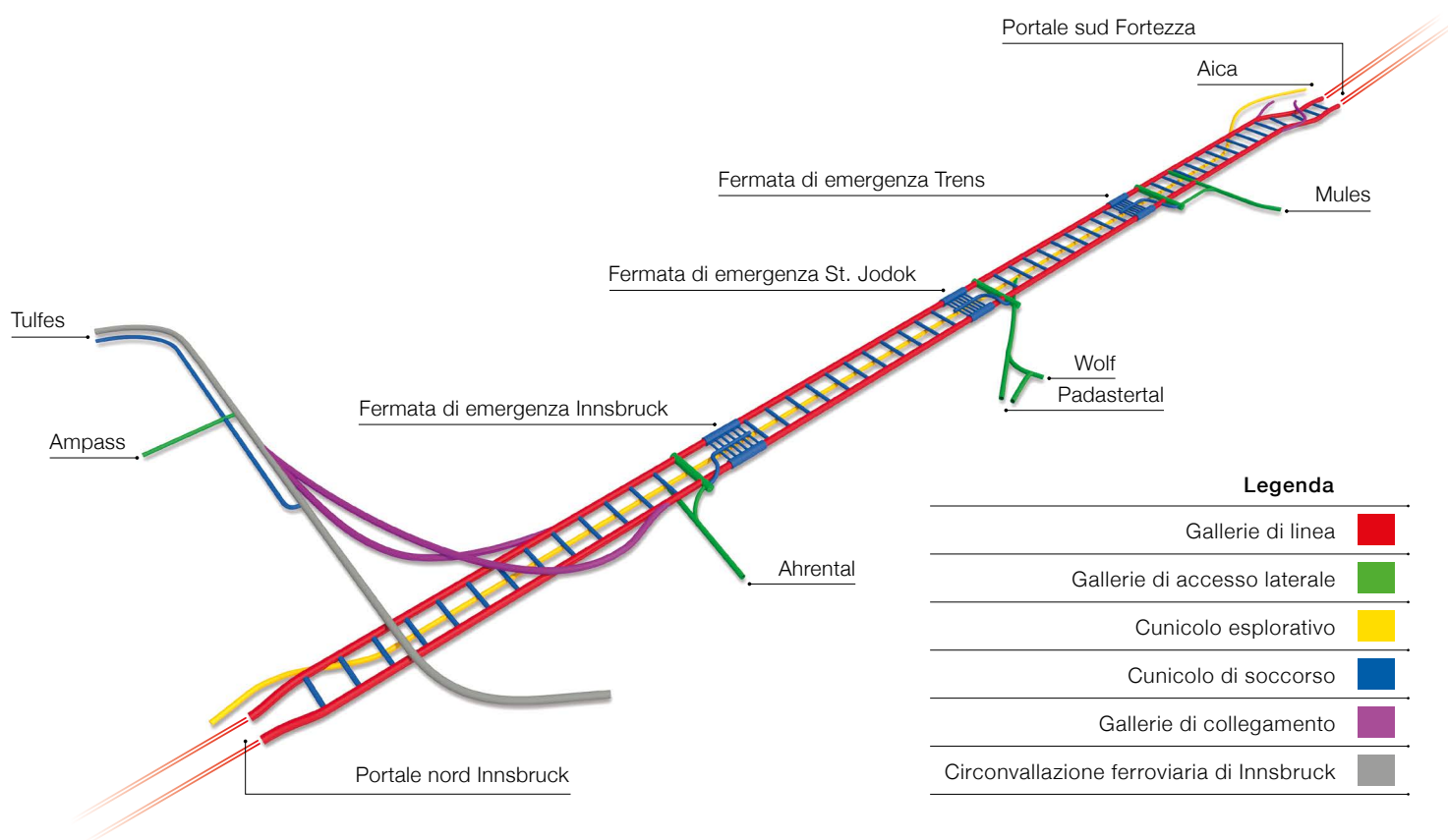
Dal punto di vista tecnico ed ingegneristico, la Galleria di Base del Brennero è considerata un'opera pionieristica, che porterà miglioramenti notevoli in termini di possibilità di viaggio e di trasporto in Europa.

Hightech e competenza umana possono smuovere le montagne!
(Festa della rottura del diaframma cunicolo esplorativo Aica del 3. novembre 2010)



Il sistema delle gallerie

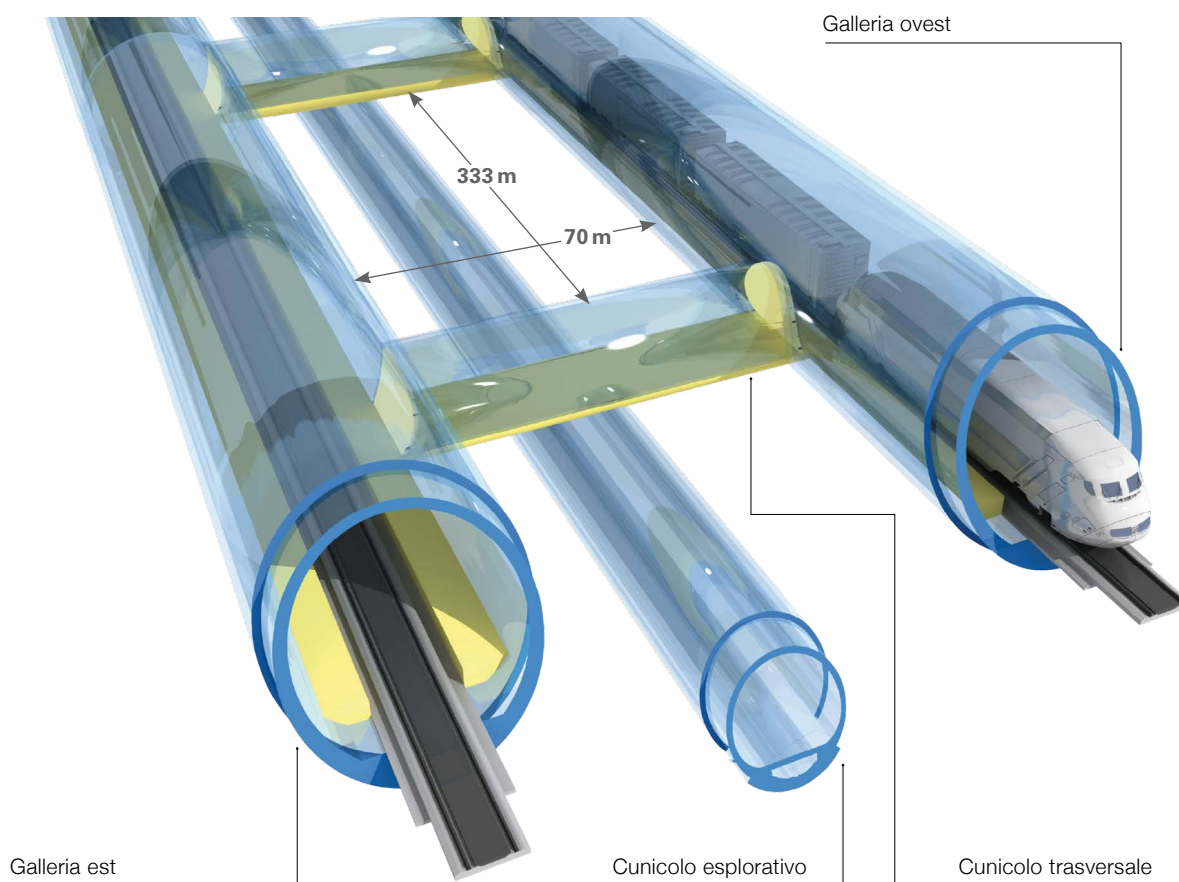
La Galleria di Base del Brennero si compone di un cunicolo esplorativo, due gallerie principali e quattro gallerie di accesso laterali. Queste ultime sono collocate ad Ampass, Ahrental e Wolf in territorio austriaco ed a Mules in Italia, e collegano la superficie con le gallerie principali. Durante la fase di costruzione, le gallerie di accesso hanno una funzione logistica, ovvero vengono utilizzate sia per il trasporto del materiale di scavo ai depositi esterni, sia per rifornire i cantieri sotterranei di materiali ed attrezzature necessarie per eseguire le lavorazioni (calcestruzzo, ferro, conci prefabbricati, frese).



Dati principali

Lunghezza galleria di base portale Tulfes – portale Fortezza	64 km
Lunghezza galleria di base portale Innsbruck – portale Fortezza	55 km
Copertura massima	1800 m
Diametro interno delle gallerie principali	8,1 m
Pendenza longitudinale	4,0 ‰ - 6,7 ‰
Velocità di progetto per il traffico delle merci	120 - 160 km/h
Velocità di progetto per il traffico dei passeggeri	250 km/h

Fermate di emergenza (Innsbruck, St. Jodok, Trens)	3
Volume del materiale di scavo	17 mln m ³
Metodi di scavo	30 % in tradizionale 70 % con fresa
Alimentazione trazione elettrica	25 kV 50 Hz
Sistema di comando e controllo	ETCS Level 2
Completamento previsto	2025
Entrata in esercizio prevista	2026



Tra Innsbruck e Fortezza sono previste due gallerie principali a binario semplice, con un interasse che varia da 40 a 70m. Ogni 333m, le gallerie saranno collegate da cunicoli trasversali. Tali collegamenti svolgono la propria funzione sia in situazioni ordinarie che in caso di emergenza. Il cunicolo esplorativo, invece, si estende da un'estremità all'altra dell'area di progetto e si colloca in posizione centrale, ad una profondità di 12m sotto le gallerie principali. Il cunicolo esplorativo fornirà informazioni geologiche, fungerà da galleria logistica e di servizio durante la fase di costruzione e sarà utilizzato come galleria di manutenzione e di drenaggio durante la fase di esercizio. Complessivamente, il sistema delle gallerie dell'opera progettata prevede lo scavo di circa 230km tra cunicoli e gallerie.

Ogni fase lavorativa richiede una progettazione esatta.



Metodi di scavo

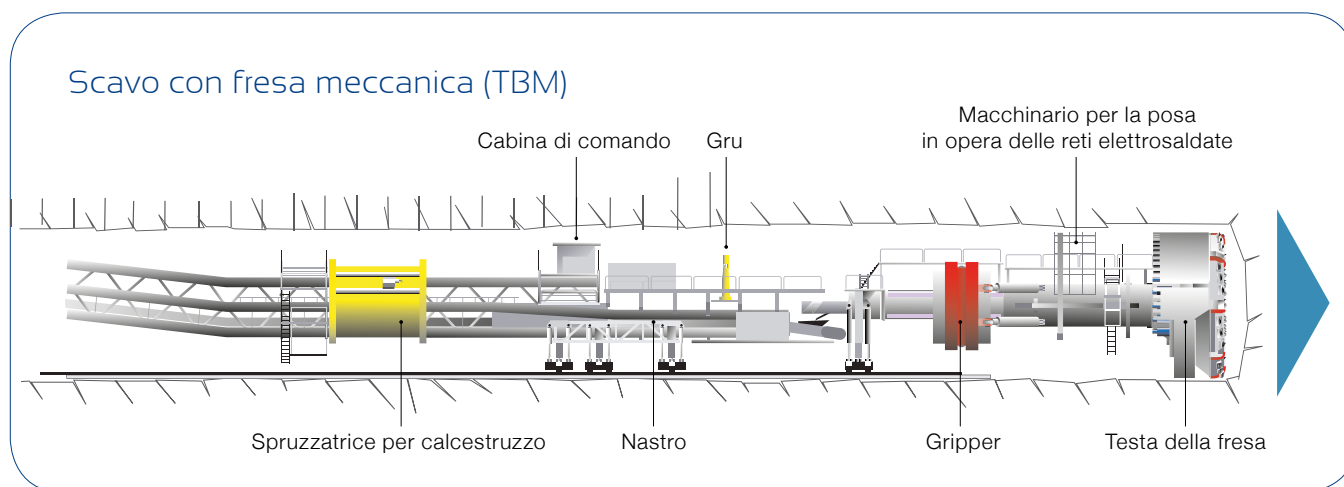
Scavo meccanizzato o tradizionale – saranno utilizzate varie metodologie per la realizzazione della Galleria di Base del Brennero.

La scelta del metodo di scavo dipende dalle caratteristiche geologiche dell'ammasso roccioso, dalle conoscenze e dalle previsioni geotecniche, nonché da valutazioni economiche e logistiche. Anche la lunghezza del tratto da scavare e la durata dei lavori influiscono sulla scelta del metodo di avanzamento. Alcune sezioni, infatti, saranno scavate in tradizionale, altre invece meccanicamente (TBM).

Lo scavo meccanizzato

A seconda delle necessità del caso, le frese (o talpe meccaniche) utilizzate nell'ambito della costruzione della Galleria di Base del Brennero presentano una lunghezza che varia dai 180 ai 400 m e si compongono di una testa (la parte scavante) e di un back-up, ossia la parte che trasporta gli impianti di servizio.

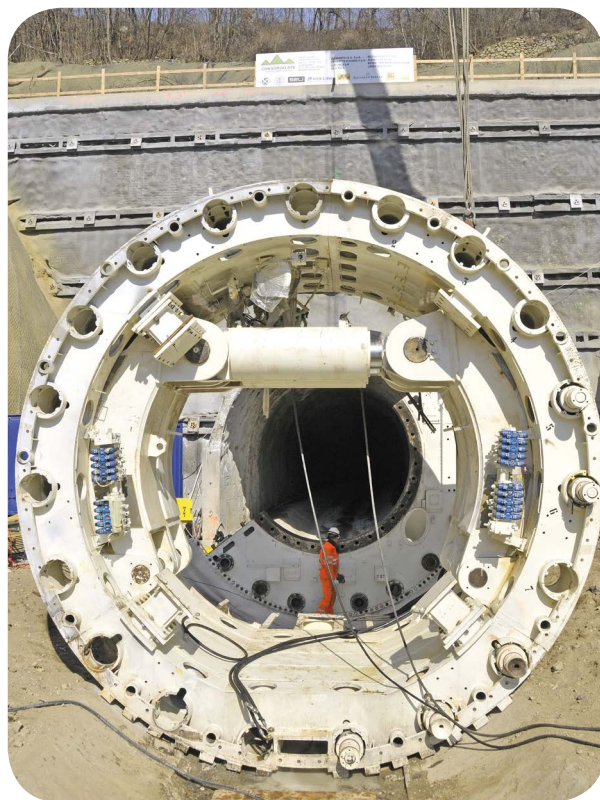
Il vantaggio dello scavo meccanizzato consiste nella più elevata velocità di avanzamento. Oltre a ciò, l'avanzamento con TBM garantisce maggiore sicurezza sul lavoro per gli operai. La parte più importante della fresa è rappresentata dalla testa, che costituisce una vera e propria macchina nella macchina. Nel caso della Galleria di Base del Brennero, la testa ha la dimensione di circa dieci metri di diametro ed è dotata da numerosi cutter che, facendo pressione sul fronte di scavo, frantumano la roccia. Il back-up, la struttura a traino situata dietro la testa della fresa, assicura lo smaltimento del materiale appena scavato, nonché l'approvvigionamento necessario all'avanzamento. Contiene, inoltre, gli impianti di ventilazione, di abbattimento delle polveri e di consolidamento della roccia.



Fonte: AlpTransit Gotthard AG

Poiché il costo di una fresa è piuttosto elevato ed il suo utilizzo, rispetto allo scavo tradizionale, richiede tempi di avvio più lunghi, il macchinario viene impiegato preferibilmente negli scavi delle tratte più lunghe.

L'80 % della Galleria di Base del Brennero viene scavato con sistema meccanizzato, utilizzando frese aperte (consolidamento dello scavo tramite calcestruzzo proiettato, ancoraggi e reti elettrosaldate) e frese scudate (rivestimento con conci prefabbricati in calcestruzzo).

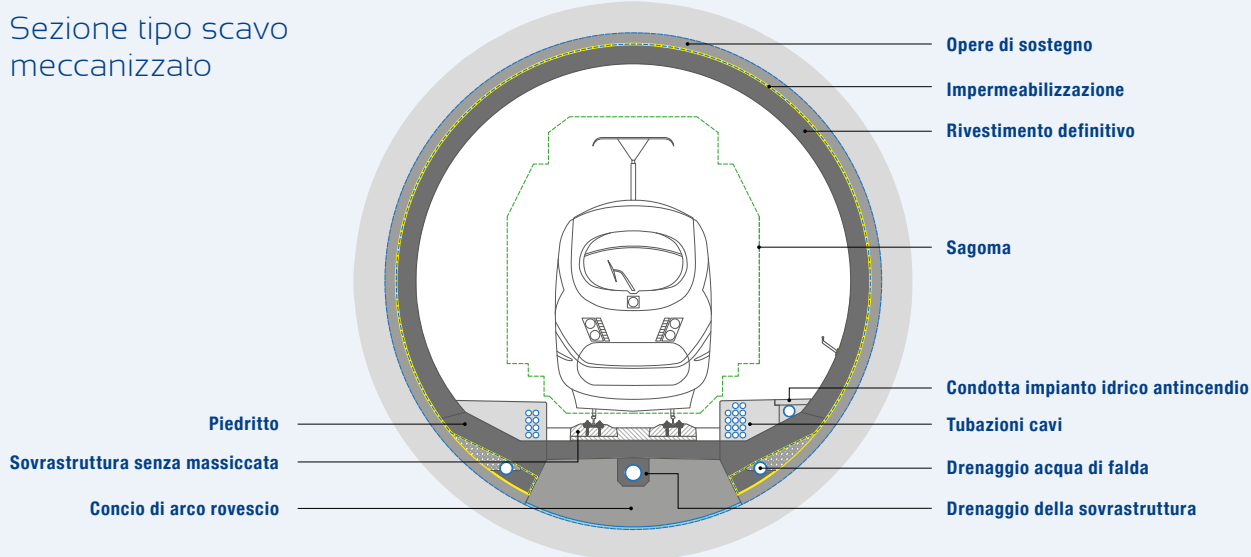


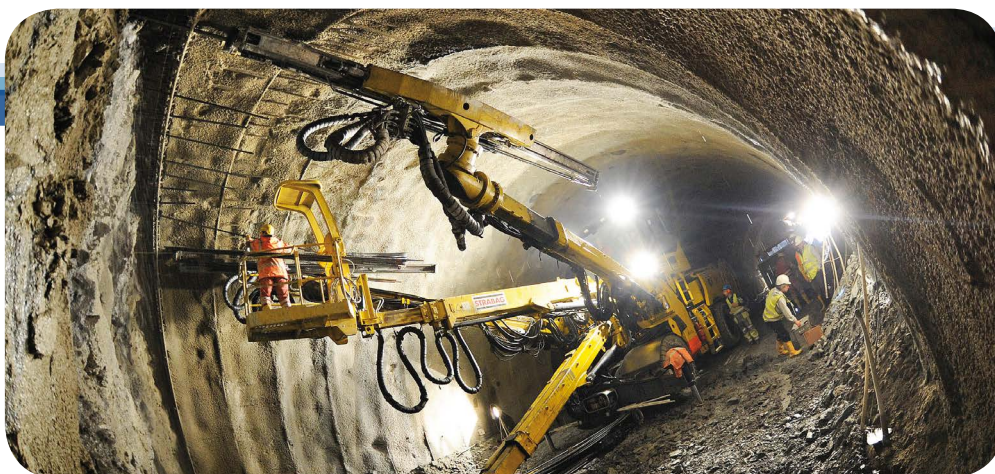
Montaggio di una fresa. La foto mostra solo una piccola parte della fresa lunga fino a 400 metri.



La testa della fresa presenta numerosi cutter. Questi frantumano la roccia in piccoli pezzi che di seguito vengono automaticamente asportati.

Sezione tipo scavo meccanizzato





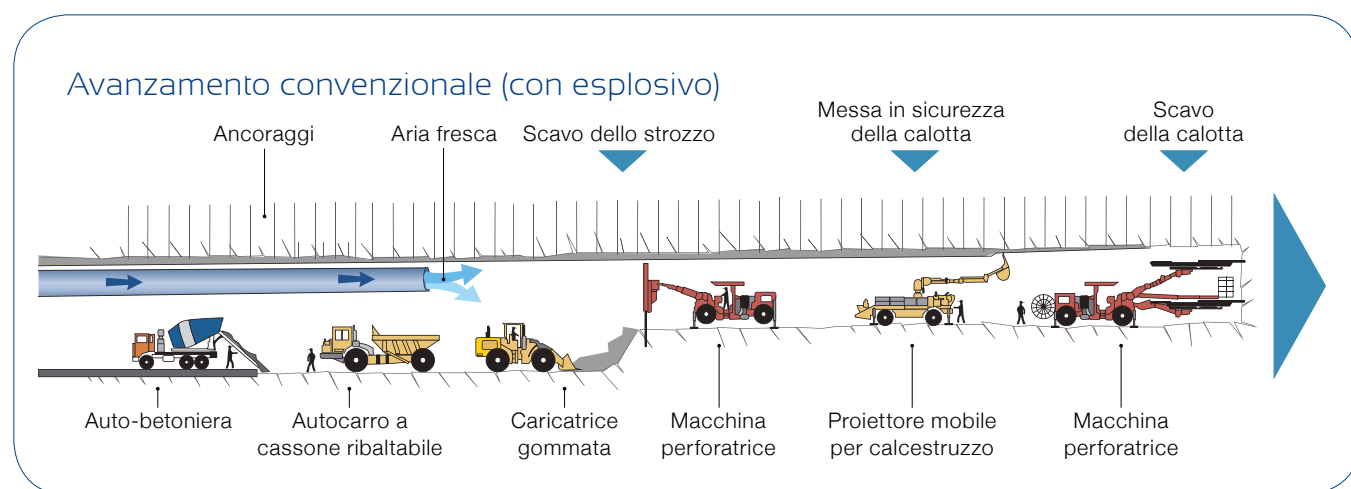
**Stabilizzazione della galleria
tramite reti di armatura.**

Lo scavo tradizionale

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.

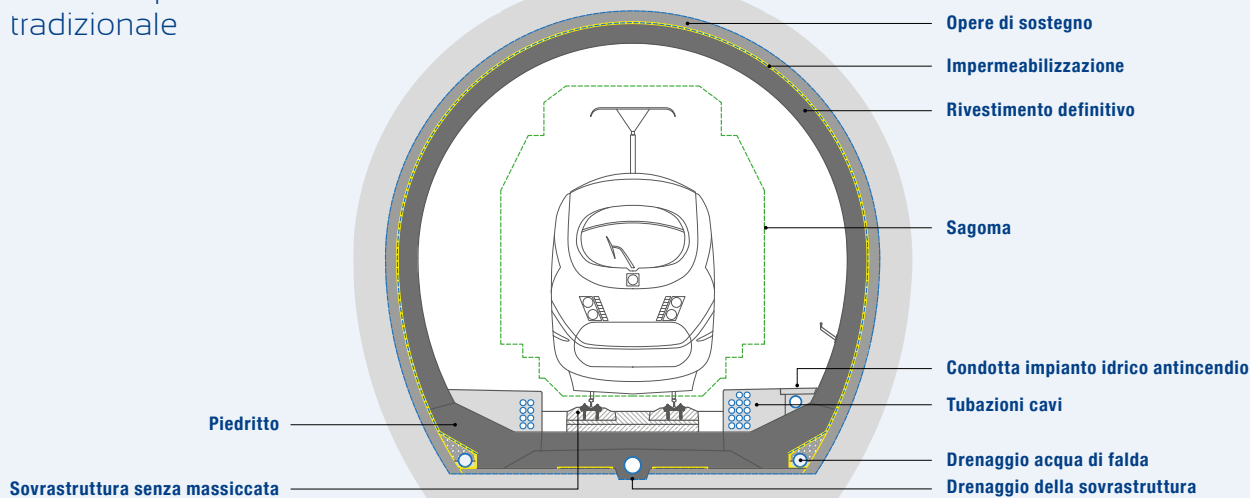
In presenza di condizioni di scavo complesse, alcuni tratti dell'opera vengono realizzati con avanzamento tradizionale. Tra questi vanno citati: alcune sezioni delle gallerie principali e del cunicolo esplorativo, entrambe le gallerie di interconnessione di Innsbruck, tutte le gallerie di accesso, i cameroni logistici e di ventilazione, le gallerie di interconnessione, le fermate di emergenza ed i cunicoli trasversali. Lo scavo si realizza generalmente mediante l'utilizzo di esplosivo (a sezione piena o parzializzata) con consolidamento del cavo in calcestruzzo proiettato.

Nel caso di scavo tradizionale, le fasi lavorative e la loro successione sono consequenziali e cioè: la predisposizione dei fori, il riempimento degli stessi con esplosivo ed il successivo brillamento. Dopo l'asporto del materiale così abbattuto, si procede con il consolidamento del cavo con calcestruzzo proiettato, ancoraggi, centine metalliche e reti di armatura. Conclusa questa fase, si ricomincia con un nuovo ciclo di brillamento. A seconda delle condizioni del tratto da scavare, durante la realizzazione della Galleria di Base del Brennero, sono previsti intervalli di tempo tra le tre e le sei ore fra un brillamento e l'altro.



Fonte: AlpTransit Gotthard AG

Sezione tipo scavo tradizionale



Rivestimento interno

Il rivestimento e le strutture portanti dell'opera devono avere una durata di 200 anni. Risulta quindi irrinunciabile la qualità elevata sia dei materiali di costruzione che delle modalità di lavoro.

Al termine dei lavori di scavo e di consolidamento, seguono gli interventi di impermeabilizzazione. Il cavo precedentemente consolidato viene rivestito da un tessuto protettivo e drenante (geotessile) e da uno strato impermeabilizzante (guaina in materiale sintetico termosaldato). Successivamente, si procede con il getto rivestimento interno in calcestruzzo, avente uno spessore minimo di 30 cm.

Attrezzaggio della galleria

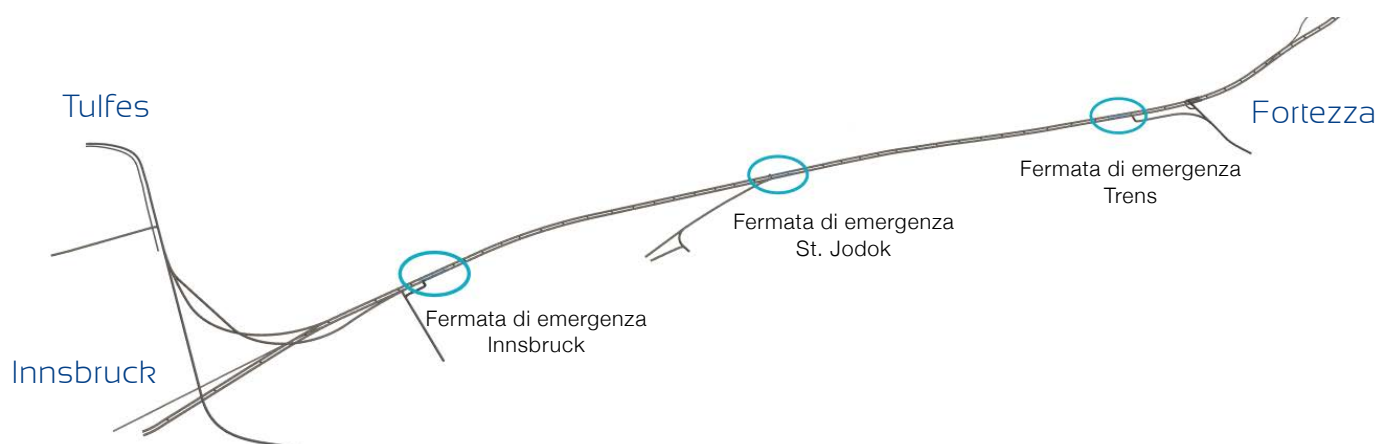
Una volta completata la costruzione della struttura cosiddetta "grezza", saranno realizzati la sovrastruttura costituita da binario senza massicciata e gli impianti ferroviari caratteristici che comprendono: gli impianti di comando, controllo e segnalamento, i sistemi di telecomunicazione e di sorveglianza, gli impianti di ventilazione e di condizionamento in galleria, cablaggi.



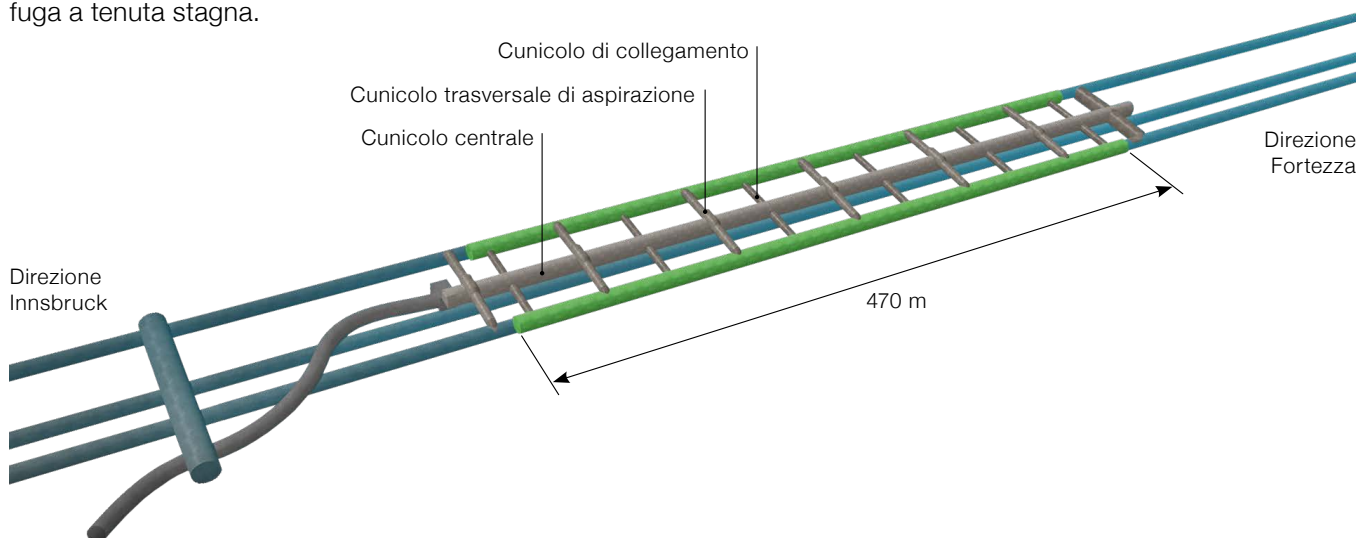
Piano di sicurezza

La sicurezza delle persone trasportate ha la priorità assoluta.

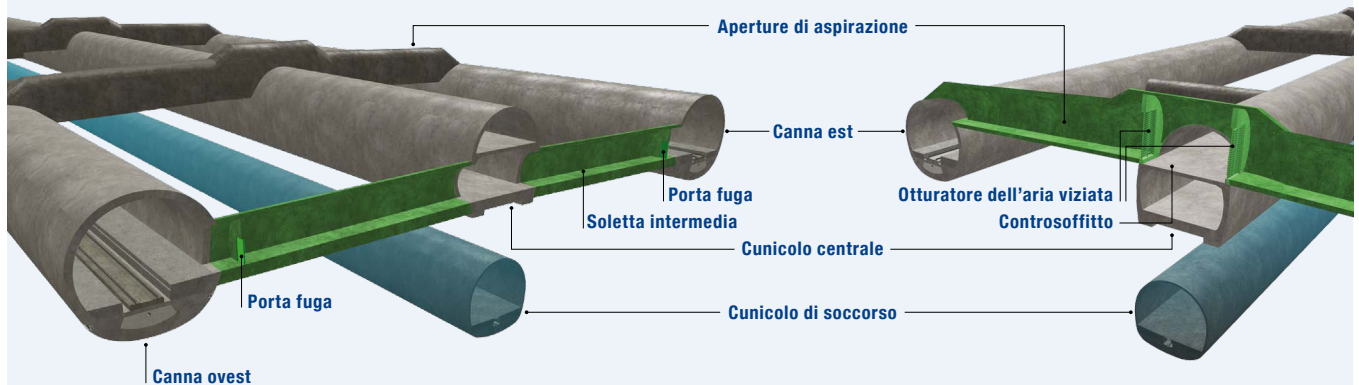
E' questa la ragione primaria per cui la galleria est e la galleria ovest sono collegate da cunicoli trasversali ogni 333 m. In caso di emergenza, tali cunicoli saranno utilizzati come vie di fuga. Inoltre, il piano della sicurezza prevede la realizzazione di tre fermate di emergenza, che sono collocate rispettivamente a Innsbruck, sotto St. Jodok ed a Campo di Trens. Dette fermate di emergenza sono poste ad una distanza di ca. 20 chilometri l'una dall'altra.



Ogni fermata di emergenza è lunga 470 m ed è fornita di vie di fuga verso il cunicolo centrale ogni 90 m e di cunicoli trasversali per l'estrazione dell'aria viziata, posizionati anch'essi a una distanza di 90 m l'uno dall'altro, in una posizione sfalsata di 45 m rispetto ai passaggi di fuga. Nel cunicolo centrale, è stato progettato un soffitto intermedio che seziona la canna in una parte superiore e in una parte inferiore. Tra le canne principali e il cunicolo centrale, nella sezione superiore del cunicolo centrale, saranno realizzate delle canne trasversali di aspirazione dell'aria viziata, attrezzate con valvole di scarico, mentre nella sezione inferiore sono previsti cunicoli di collegamento con porte di fuga a tenuta stagna.



Visualizzazione di dettaglio dei cunicoli di collegamento e dei cunicoli trasversali di aspirazione



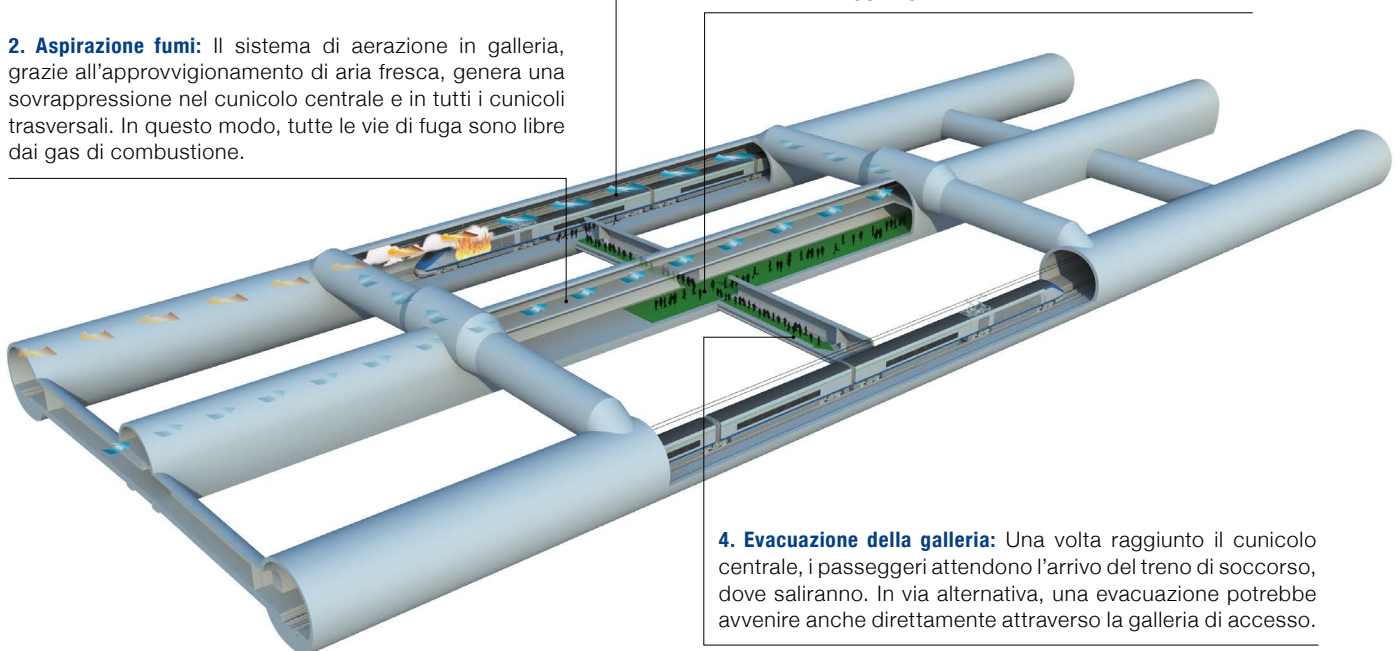
Le fermate di emergenza sono collegate con l'esterno. L'aria fresca viene pompata nel cavo per creare una sovrappressione atta ad evitare la propagazione del fumo nell'intero sistema di gallerie. In tal modo si garantisce un costante ricambio dell'aria nei cunicoli trasversali.

Piano degli interventi di soccorso in galleria

1. Fermata d'emergenza: In caso di incendio, il treno non sosterrà mai in galleria, ma si fermerà unicamente nelle fermate di emergenza.

2. Aspirazione fumi: Il sistema di aerazione in galleria, grazie all'approvvigionamento di aria fresca, genera una sovrappressione nel cunicolo centrale e in tutti i cunicoli trasversali. In questo modo, tutte le vie di fuga sono libere dai gas di combustione.

3. Evacuazione del treno: I passeggeri scendono dal treno e raggiungono le vie di fuga. Attraverso i cunicoli trasversali si raggiunge facilmente il cunicolo centrale.



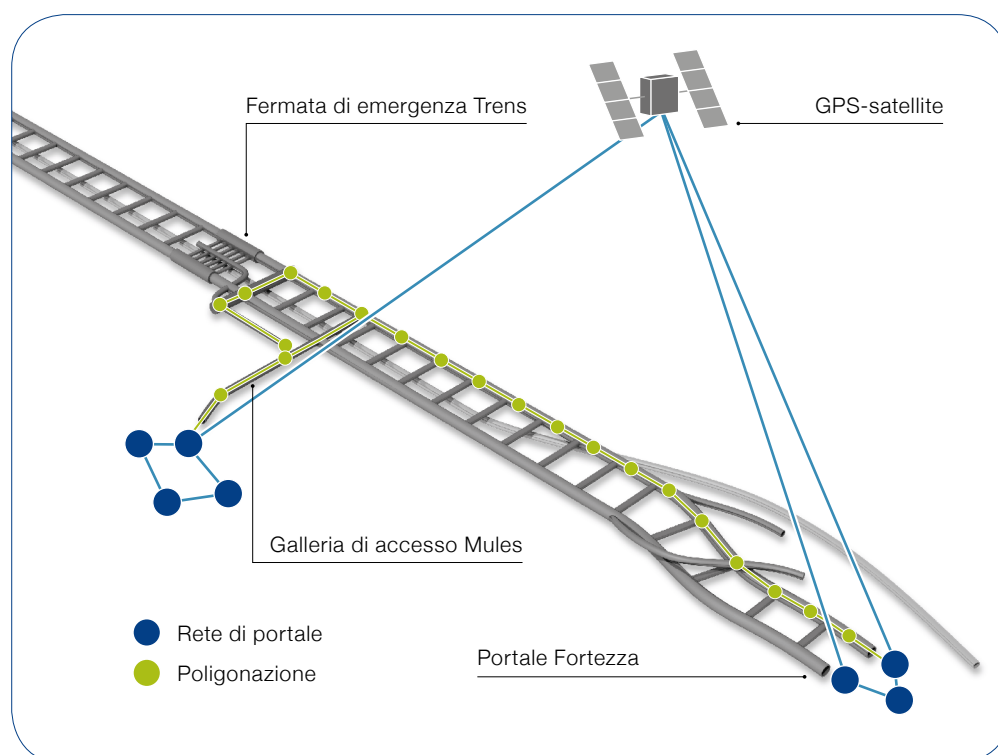
4. Evacuazione della galleria: Una volta raggiunto il cunicolo centrale, i passeggeri attendono l'arrivo del treno di soccorso, dove saliranno. In via alternativa, una evacuazione potrebbe avvenire anche direttamente attraverso la galleria di accesso.

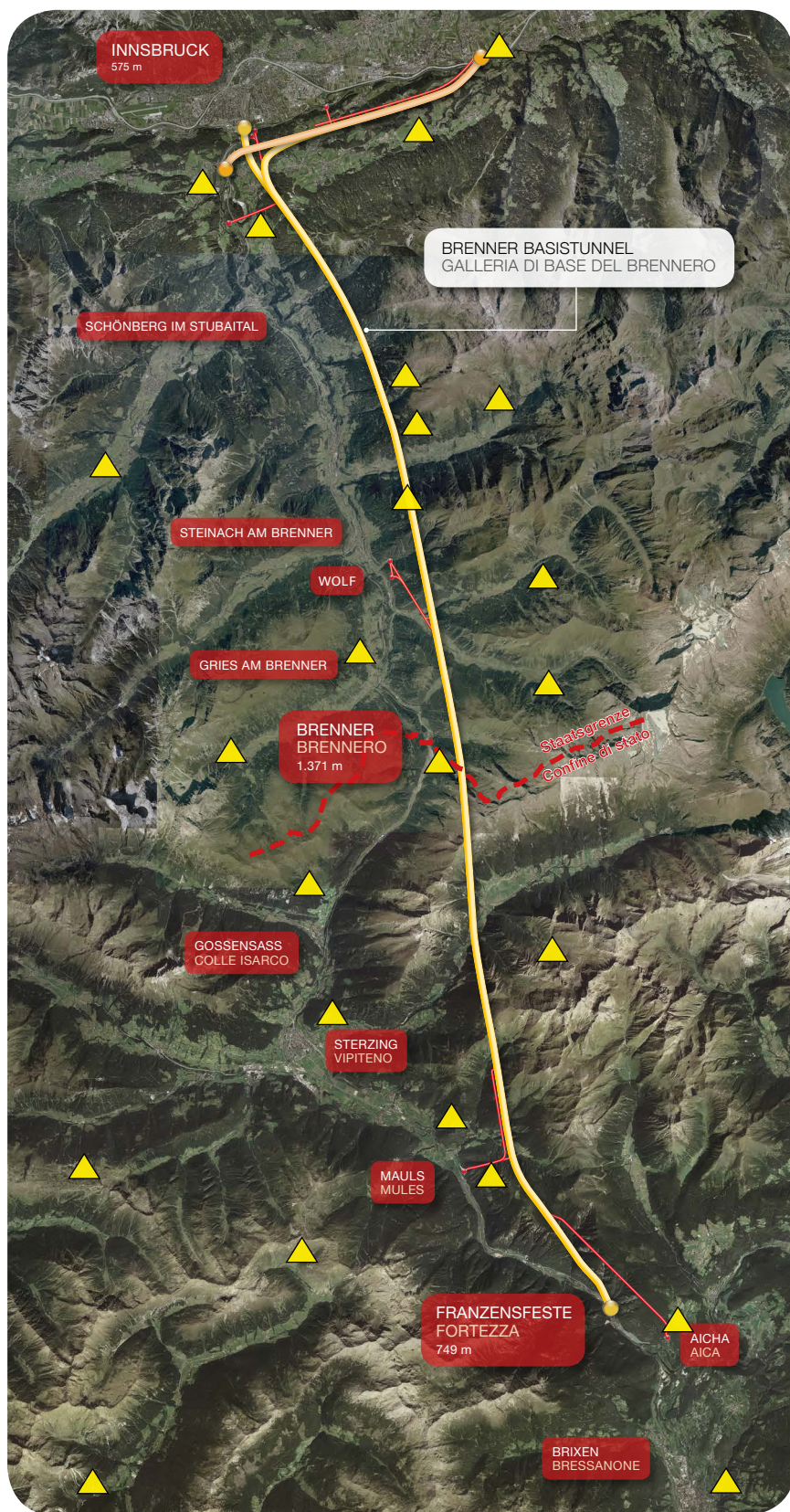
Rilievi topografici in galleria - punto d'incontro al Brennero

La realizzazione di una galleria ferroviaria così lunga richiede degli elevatissimi standard di precisione in tutte le fasi costruttive. In particolare per le operazioni topografiche.

Per eseguire i rilievi topografici necessari alla realizzazione della Galleria di Base del Brennero è stata, innanzitutto, realizzata una rete geodetica d'inquadramento per la lettura degli elaborati grafici relativi ai siti di lavoro, che viene utilizzata anche come base per il picchettamento in galleria. I 28 punti cardine costituenti la rete geodetica d'inquadramento sono stati individuati con la tecnica del rilievo topografico satellitare. A tale scopo, l'area di progetto è stata oggetto di due cicli di rilievi topografici di 24 ore effettuati con GPS, raggiungendo in tal modo una precisa misurazione avente uno scarto di 7 mm.

28 punti, stabiliti con la tecnica del rilievo topografico satellitare, formano la base per l'ulteriore rilievo della galleria. Questo rilievo avviene tramite il principio della poligonazione incrociata mediante misurazioni continuative degli angoli e delle distanze fino a dentro alla galleria.



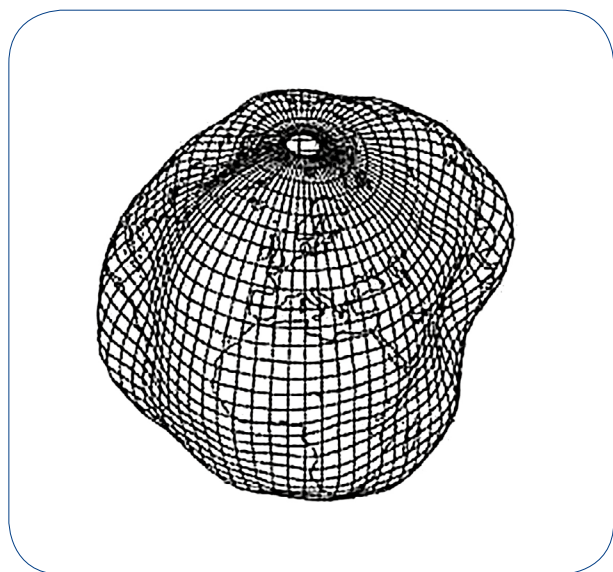


La rete geodetica d'inquadrimento è una rete di punti di misura (evidenziati in giallo), distribuiti in un'area vasta che formano la base per il rilievo della Galleria di Base del Brennero in combinato disposto con il sistema GPS.

Rilievi topografici in galleria in corso d'opera

In corso d'opera, la tecnica di rilievo topografico utilizzata è quella della poligonazione incrociata, mediante misurazioni continuative degli angoli e delle distanze fino al fronte della galleria. Oltre a ciò, viene utilizzato un giroscopio di misurazione, il cui moto pendolare è influenzato dalla rotazione terrestre e che indica il nord geografico. Esso supporta le misurazioni del tacheometro moderno che, su tratti di un chilometro, ha uno scarto di due millimetri. Il tacheometro emette raggi infrarossi che vengono puntati verso dei riflettori.

Topografo al lavoro con il tachimetro



Eliminare le possibili fonti d'errore

Solitamente, la temperatura delle pareti della galleria è più elevata rispetto all'asse di mezzeria della galleria stessa a causa della temperatura della roccia. Per effetto di ciò, le misurazioni topografiche vengono effettuate in mezzeria. Si deve, inoltre, tenere conto del fatto che la forma del globo terrestre non è sferica.

Geoide: questo grafico dimostra che la terra non è un globo perfetto. Questo fatto dovrà essere considerato anche nel corso della progettazione.

Una ulteriore difficoltà consiste nel fatto che, in Austria e in Italia, vengono utilizzati diversi punti altimetrici di riferimento. Il punto di riferimento è il livello del mare: per l'Italia si utilizza Genova e per l'Austria Trieste. Tale circostanza comporta uno scostamento di 12,5 cm al Brennero, per cui, per la realizzazione della Galleria di Base del Brennero, è stato concordato di utilizzare la rete europea UELN (United European Levelling Net), il cui punto di riferimento altimetrico è situato ad Amsterdam.

Monitoraggio continuo

Durante i lavori per la Galleria di Base del Brennero è necessario effettuare rilevamenti topografici continuativi, poiché il cavo è soggetto a deformazioni. Per rilevare i fenomeni deformativi vengono inseriti dei chiodi “di convergenza” nella roccia. Gli eventuali spostamenti, cedimenti e movimenti longitudinali o trasversali rispetto all’asse della galleria vengono rilevati con l’ausilio di prismi ed i risultati dei rilievi vengono rappresentati graficamente con diagrammi di spostamento, grazie ai quali il geotecnico può valutare il comportamento dell’ammasso roccioso.

Laser scanner in galleria

La scansione laser permette di rilevare milioni di punti di misurazione in galleria in pochi secondi. Ciò è necessario per verificare le dimensioni del cavo. Se le scansioni vengono eseguite in diverse fasi di costruzione, per esempio dello scavo grezzo prima e con il rivestimento in calcestruzzo proiettato dopo, questo metodo permette di verificare lo spessore del rivestimento, consentendo così al committente di verificare l’osservanza delle direttive tecnico-costruttive.

I punti luminosi ben visibili sulla foto sono punti di misura sotto forma di riflettori che rendono possibili delle misurazioni e dei controlli molto dettagliati durante l'intero tempo di costruzione.



Precisione del punto di rottura del diaframma

Nella costruzione del cunicolo esplorativo, la maggiore divergenza rispetto al punto d’incontro stabilito è prevista tra Mules e Wolf, con uno scostamento laterale di 22 cm. Nel caso della costruzione delle canne principali della galleria, la maggiore divergenza rispetto al punto d’incontro stabilito è prevista tra Mules e il sottoattraversamento dell’Isarco, con uno scostamento trasversale di 9 cm. Lo scostamento dal punto d’incontro delle canne principali sarà minore poiché ai fini del rilevamento topografico si potrà risalire alla posizione esatta mediante i collegamenti verticali con il cunicolo esplorativo già ultimato.

Data rottura del diaframma	Tunnel	lunghezza (m)	lunghezza trasversale (mm)	lunghezza (mm)	altezza (mm)
24. 06. 2011	Galleria Padaster	1.004	5	2	2
24. 02. 2012	Galleria Saxen	1.002	10	2	3
11. 10. 2012	Cunicolo esplorativo Innsbruck – Galleria di accesso Ahrental	6.042	18	16	12
04. 09. 2014	Pozzo di ventilazione di Patsch	180	8	5	11

Nel cuore del massiccio del Brennero

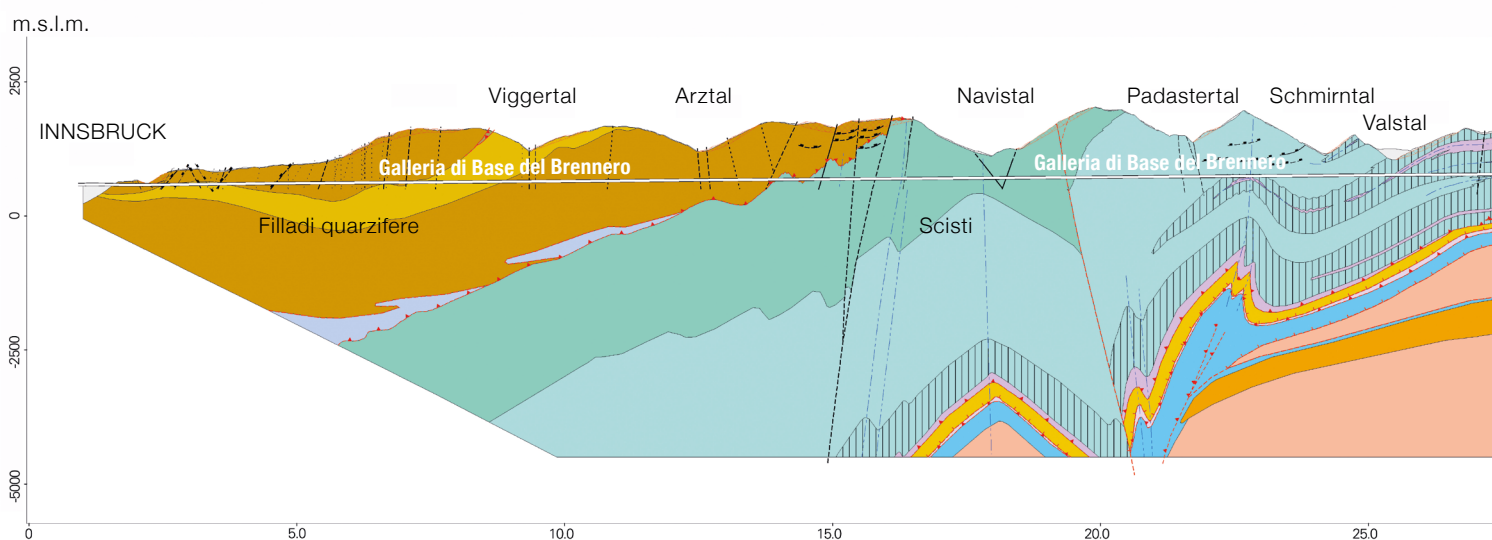
Neppure ricorrendo alle tecnologie più moderne è possibile formulare previsioni precise sulle condizioni geologiche esistenti nel cuore della montagna. Ciononostante, il rischio di costruzione può essere ridotto al minimo grazie alle valutazioni di geologi esperti e ai dati raccolti nei sondaggi di prospezione e durante la realizzazione del cunicolo esplorativo.

La realizzazione della galleria e la sua posizione sono condizionate in modo decisivo dalle condizioni geologiche e idrogeologiche. Per determinare il tracciato più adatto per la Galleria di Base del Brennero sono stati eseguiti oltre 35.000 metri di sondaggi in diverse zone di tutta l'area di progetto; in parte fino alla quota della galleria. Sono anche stati prelevati campioni di roccia e successivamente analizzati in laboratorio.

Nonostante l'impiego di tecniche moderne, le reali condizioni geologiche all'interno della montagna non possono essere determinate con precisione. Per questo motivo il progetto della Galleria di Base del Brennero prevede lo scavo di un cunicolo esplorativo ininterrotto, al fine di acquisire informazioni dettagliate sulle caratteristiche della roccia su tutta la tratta e, conseguentemente, ottimizzare lo scavo dal punto di vista tecnico ed economico.

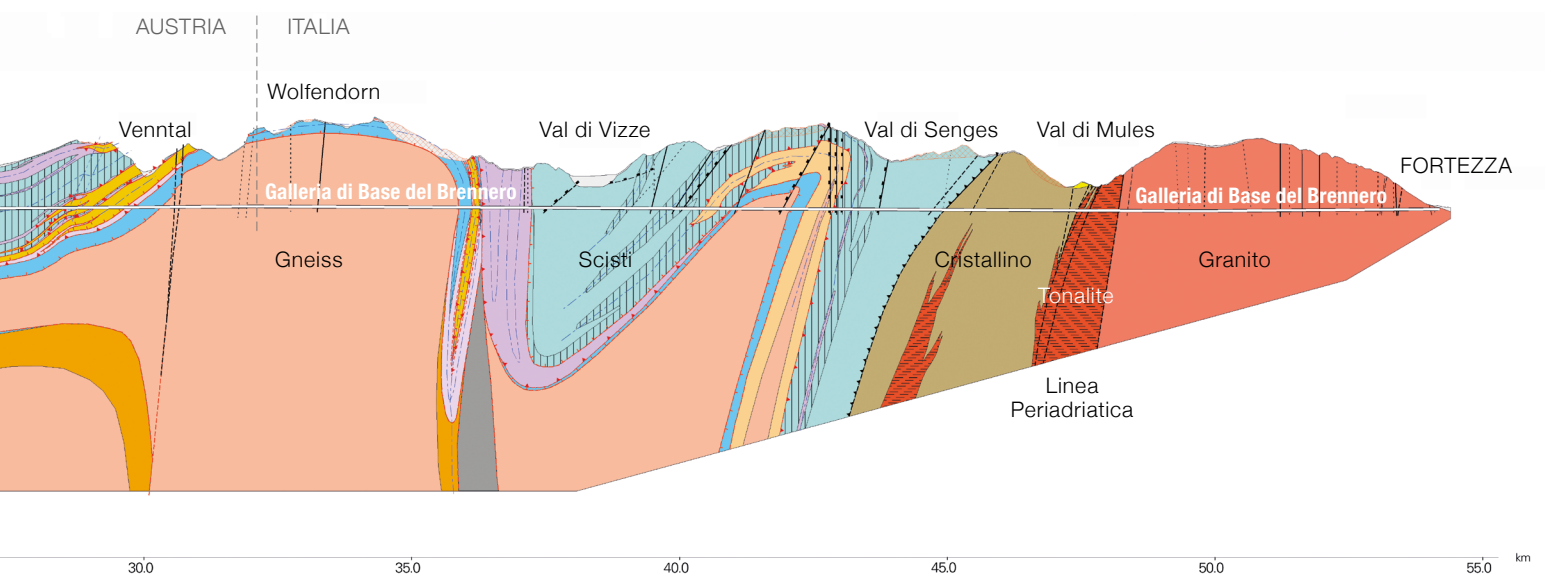
Tra Innsbruck e Fortezza, la Galleria di Base del Brennero attraversa, in linea di massima, quattro diverse tipologie di roccia, ossia: filladi quarzifere, scisti, gneiss e granito.

Profilo longitudinale geologico tra Innsbruck e Fortezza





Questi campioni di roccia sono il risultato di sondaggi di prospezione. Informano sulle caratteristiche geologiche dell'ammasso roccioso e formano la base per misure di ottimizzazione.



Tra le Alpi meridionali e occidentali

La sfida più grande che si dovrà affrontare nella realizzazione della Galleria di Base del Brennero sarà quella dell'attraversamento del lineamento periadriatico, la più lunga zona di faglia dell'intero arco alpino, che si estende per una lunghezza di 700 km e che interseca il tracciato della galleria presso Mules per un tratto ampio circa 700 m. La faglia periadriatica divide le Alpi meridionali dalle Alpi orientali e occidentali.



L'acqua - elisir di vita nelle Alpi

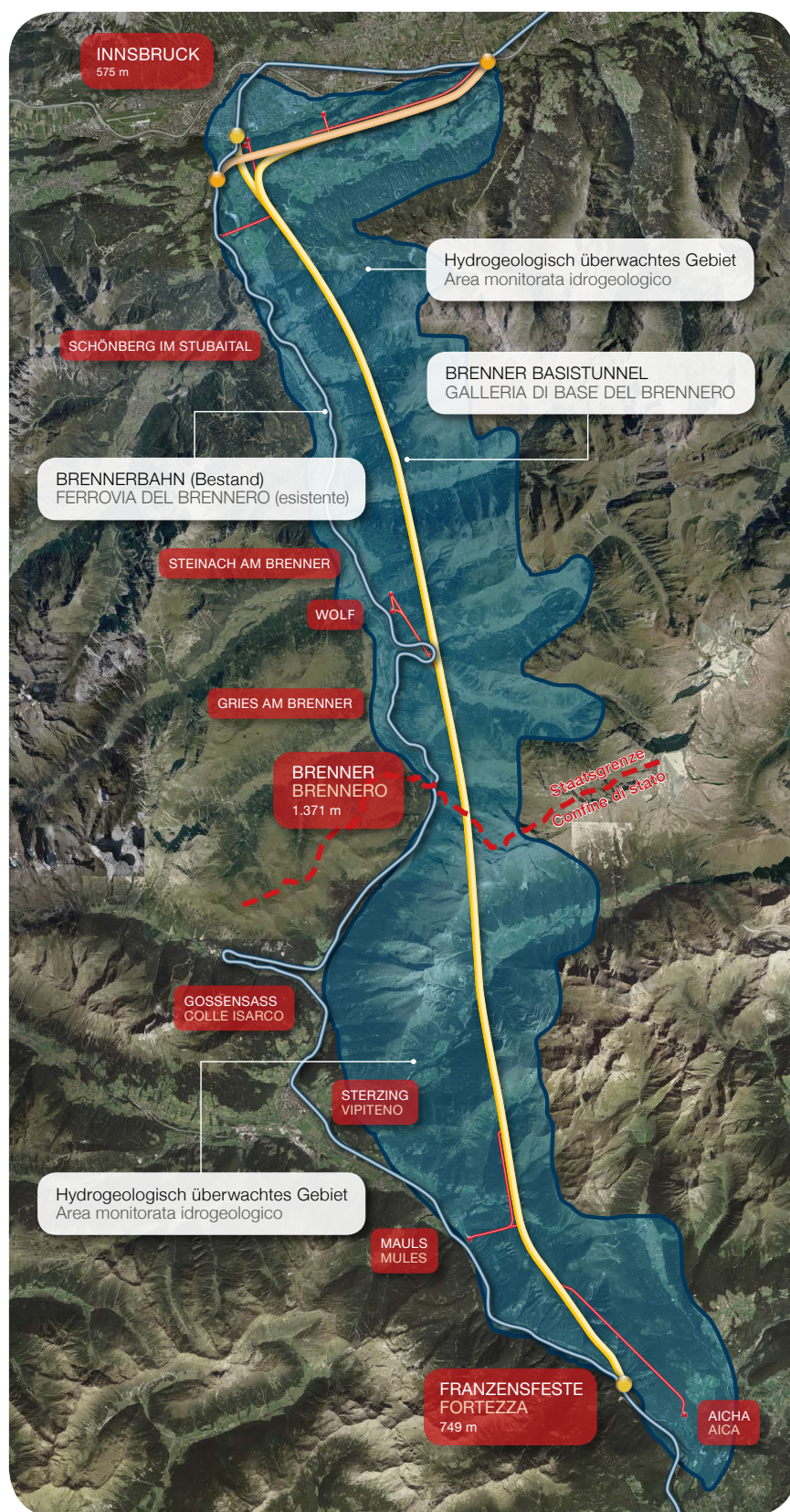
Monitoraggio delle risorse idriche e idrogeologiche

Le Alpi sono il serbatoio d'acqua dell'Europa. Per preservare questa inestimabile risorsa, i lavori per la realizzazione della Galleria di Base del Brennero sono accompagnati da un ampio programma di monitoraggio delle risorse idriche.

Il monitoraggio delle risorse idriche è iniziato già ante operam, negli anni tra il 2001 e il 2005, quando sono stati installati numerosi punti di misurazione sulla catena alpina. L'obiettivo del monitoraggio è quello di cogliere ogni eventuale impatto dovuto alla costruzione della galleria sul bacino idrico interessato.



La tutela delle acque, sia in superficie sia sotterranee, ha la massima priorità durante tutte le attività di costruzione della Galleria di Base del Brennero.



Il grafico mostra l'area di progetto della Galleria di Base del Brennero, la quale è continuamente sottoposta ad un'esatta supervisione idrogeologica.

Ci sono già oltre 1.300 punti di misurazione dislocati tra Innsbruck e Fortezza in cui viene monitorata la qualità e la quantità delle acque di superficie e sotterranee. In tal modo, si rilevano le caratteristiche delle acque come pure la portata di sorgenti e torrenti, i livelli di falda, la temperatura e la conducibilità, prima, durante e dopo i lavori per la realizzazione della galleria. Viene rilevato, inoltre, il volume delle precipitazioni. In tal modo è possibile verificare se il livello delle acque cambia, eventualmente a causa delle opere o a causa dei vari volumi di precipitazioni.

Gli esperti prelevano regolarmente dei campioni d'acqua che di seguito vengono analizzati in laboratori accreditati.



Un gruppo di addetti effettua inoltre regolari campionamenti che vengono analizzati in laboratorio, per verificarne la composizione chimica. La Galleria di Base del Brennero viene realizzata a notevoli profondità e, in gran parte, attraversando la roccia compatta. Pertanto, il rischio di isterilimento delle sorgenti è ridotto. Se, ciò nonostante, il bilancio delle risorse idriche nell'area del progetto dovesse subire cambiamenti, sono già definite misure atte ad evitare la compromissione delle risorse idriche.

Oltre al monitoraggio, i dati raccolti servono come base per l'elaborazione dei modelli idrogeologici. L'ammasso roccioso è stato suddiviso, a tal fine, in zone idrogeologiche in base alla permeabilità della roccia, rendendo possibile il rilevamento della presenza di sistemi di flusso profondi. Questi ultimi sono stati utilizzati per la progettazione delle opere.

Ambiente e Natura

Nell'ambito della realizzazione della Galleria di Base del Brennero, Austria e Italia svolgono numerosi progetti di tutela ambientale. In tal modo, questa tratta ad alta capacità contribuisce anche alla salvaguardia della zona alpina. Anche i lavori vengono eseguiti nel massimo rispetto dell'ambiente.



L'area di cantiere di Mules mostra le misure di tutela ambientale e dalle emissioni.

Salvaguardia Ambientale

La realizzazione della Galleria di Base del Brennero è accompagnata da numerose misure di tutela ambientale atte a ridurre al minimo gli impatti sia per la popolazione che per la flora e la fauna. Le opere sono soggette a rigide prescrizioni volta a garantire la più elevata tutela ambientale.

Tutela della popolazione

L'immissione di polveri e di rumore dal cantiere all'ambiente circostante sarà ridotta al minimo possibile. Per la protezione dal rumore sono stati eretti rilevati e barriere antirumore. Per mitigare gli effetti indesiderati (rumore) delle turbine che ventilano la galleria, sono stati realizzati appositi cameroni per collocare gli impianti di ventilazione all'interno della montagna. Nel caso in cui i cantieri si trovino nelle vicinanze di aree residenziali, gli orari di lavoro in cantiere vengono limitati per limitare il disagio dei residenti.

Anche l'impatto sulla qualità dell'aria, dovuto al traffico di cantiere, sarà mantenuto entro i parametri minimi possibili. A tal fine sono stati realizzati svariati punti di accesso e uscite autostradali in tutta l'area di progetto, rendendo in questo modo possibile l'approvvigionamento dei cantieri tramite la rete di trasporto primaria. Si evita così di transitare per i centri abitati.



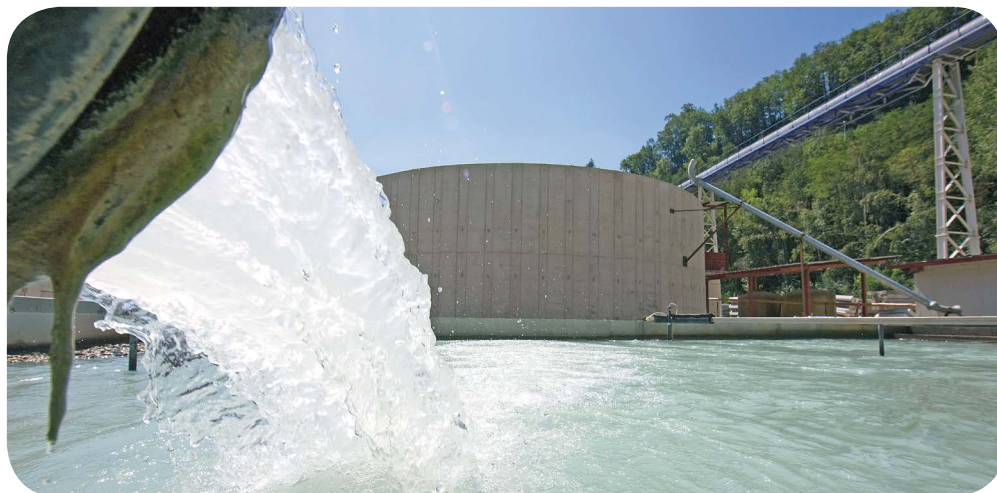
Il cantiere di Wolf dispone di un collegamento diretto all'autostrada A13 del Brennero nonché (dal 2016) di un proprio raccordo ferroviario alla ferrovia del Brennero.

Per il cantiere di Wolf, presso Steinach, è stata realizzata un'apposita galleria di accesso: la galleria Saxen. Tutto il traffico di cantiere parte dal Centro per la Sicurezza Autostradale dell'autostrada del Brennero A13 e arriva, passando attraverso la galleria Saxen, direttamente al cantiere di Wolf. In tal modo si evita il traffico di cantiere nell'abitato di Steinach. Oltre a ciò, a partire dal 2015, il cantiere di Wolf avrà una propria interconnessione ferroviaria alla rete. Il materiale di costruzione e i macchinari saranno approvvigionati e rimossi tramite ferrovia.

Ai fini dell'abbattimento delle polveri, tutta la viabilità di cantiere e i depositi provvisori di materiale saranno trattati con sistemi di bagnatura quali impianti di irrigazione e nebulizzatori. I veicoli e i macchinari di cantiere vengono puliti regolarmente. I trasporti di materiale all'interno del cantiere avvengono per lo più con i nastri trasportatori. Tutti i veicoli di cantiere e le macchine operatrici impiegati devono essere conformi agli standard tecnologici più recenti.

Acque reflue di galleria

Le acque reflue, sia ipogee che utilizzate per l'esecuzione dei lavori, vengono depurate e raffreddate in conformità alle disposizioni di legge, prima di essere immesse nei ricettori naturali (fiumi e torrenti). La depurazione avviene negli impianti di trattamento delle acque che si trovano nelle diverse aree di cantiere. Durante la fase di realizzazione l'acqua proveniente dai cunicoli e dalle gallerie viene captata e deviata all'impianto di trattamento, dove viene depurata e raffreddata.



Tutte le acque prodotte durante la costruzione della galleria vengono depurate in impianti di trattamento delle acque.



Quotidianamente vengono prelevati dei campioni di acque e analizzati in laboratori accreditati.

Inoltre, vengono monitorati in modo costante i parametri rilevanti per l'ecosistema fluviale (ad esempio il pH, l'azoto ammoniacale, l'intorbidamento, ecc.) in base a misurazioni continuative e con il prelievo di campioni misti giornalieri, soggetti poi a controlli presso enti statali e laboratori certificati. In tal modo, viene assicurato il rispetto dei valori limite prescritti dalla legge.

I risultati delle misurazioni vengono trasmessi regolarmente alle autorità preposte al controllo. Tutti i parametri rilevati in maniera continuativa possono essere monitorati in tempo reale online.

Tutela di flora e fauna

La realizzazione della Galleria di Base del Brennero interferisce anche con gli habitat di fauna e flora locale, soprattutto nelle vicinanze delle aree di cantiere e dei depositi per lo smarino. La maggior parte dei terreni è soggetta ad occupazione soltanto temporanea e saranno, poi, ivi ripristinati la destinazione d'uso e lo stato originale dei terreni.

Misure di compensazione ecologica

Per quanto concerne l'ecologia, nell'ambito della realizzazione della Galleria di Base del Brennero si implementeranno, fra le altre, le seguenti misure che rappresentano un valore aggiunto sia per la popolazione che per l'ambiente naturale.

In molti casi, le misure necessarie a causa delle opere in sotterraneo hanno come conseguenza un grande miglioramento sia per la natura sia per la popolazione.



Progetto di rivitalizzazione del complesso boschivo-paludoso Tantegert

In collaborazione con la città di Innsbruck e con diversi soggetti privati, proprietari delle aree, si provvederà a rivitalizzare un'area boschiva paludosa presso il Lanser Kopf alla fermata del tram di Tantegert. Il progetto sarà implementato in due fasi nel corso delle quali BBT SE provvederà ad eseguire tutte le misure per la realizzazione del complesso boschivo-paludoso.

Sull'area paludosa, attualmente drenata, si alzerà il livello dell'acqua e si creerà una zona con due piccoli specchi d'acqua. In tal modo, si andrà a rivalutare il boschetto di ontani bianchi, rimuovendo le specie estranee. La città di Innsbruck, inoltre, realizzerà un sentiero privo di barriere architettoniche attorno alla futura zona paludosa, collocandovi pannelli informativi e panchine. In tal modo si realizzerà un luogo ricreativo di qualità elevata per gli abitanti di Innsbruck, accessibile anche a coloro che vorranno recarvisi con i mezzi pubblici.

Progetto di rivalutazione della struttura esistente al Patschberg/ Lanser Kopf

In collaborazione con il dipartimento forestale della città di Innsbruck e con diversi soggetti privati, proprietari di superfici boschive, il monotono bosco di conifere sul Patschberg sarà soggetto a ristrutturazione. Mediante interventi mirati di disboscamento e riforestazione, si realizzerà un bosco misto-latifoglie con una maggiore varietà di specie e, pertanto, di maggior valore. L'obiettivo di tale programma è la creazione di un habitat il più simile possibile allo stato originario del territorio.

Ampliamento e miglioramento della struttura esistente del fiume Isarco

Nell'area paludosa conosciuta come Sterzinger Moos, l'Isarco sarà ampliato per una lunghezza di 200m ed una superficie di 0,5 ha. Nell'ambito di tale misura di compensazione è prevista la creazione di un'isola non consolidata, nonché il modellamento delle sponde con un alto grado di naturalizzazione con vegetazione arborea.

Verranno applicate, inoltre, misure compensative per il miglioramento dell'Isarco nell'area compresa tra il deposito di Genauen ed il bacino artificiale di Fortezza, che, in determinati tratti, prevedono la posa in opera di massi ciclopici a secco, nonché il posizionamento di massi a gruppi di scogli nell'alveo. Complessivamente saranno utilizzati ca. 6.500m³ di massi.

Le misure previste per l'Isarco comprendono, fra l'altro, il modellamento delle sponde con un alto grado di naturalizzazione con vegetazione arborea.



Misure di ecologia idrica

Con questi interventi si intende adempiere alle prescrizioni del Piano Nazionale di Tutela delle Risorse Idriche e rivitalizzare contestualmente uno degli habitat più preziosi della regione alpina, preservandolo per i posteri.



Numerose misure di ecologia idrica garantiscono la tutela di tutte le acque lungo la Galleria di Base del Brennero.

Ristrutturazione di corsi d'acqua per migliorarne le possibilità di passaggio per la fauna ittica:

- Eliminazione degli ostacoli posti da stramazzi nel torrente Sill nel territorio comunale di Innsbruck;
- Allargamento della foce del torrente Padaster;
- Realizzazione di un passaggio per i pesci nel torrente Gschnitz;
- Ristrutturazione del torrente Navis.

Allargamento dei fiumi e realizzazione di prati ripariali:

- Allargamento torrente Vize-Isarco;
- Allargamento del torrente Sill al portale di Wolf.

Ulteriori Misure

- Realizzazione di un sentiero didattico geologico a Campo di Trens;
- Costruzione di bacini idrici per l'irrigazione di terreni adibiti ad agricoltura;
- Impermeabilizzazione del punto di scarico del Schrüttensee;
- Realizzazione di barriere antirumore lungo la linea ferroviaria esistente;
- Interramento di linee elettriche aeree a Campo di Trens e a Varna;
- Realizzazione di isole ecologiche interrate per la raccolta dei rifiuti sotterranei.

Gestione del materiale di scavo

La gestione attenta delle risorse naturali e la tutela dell'ambiente sono aspetti fondamentali del progetto.

Nel corso della realizzazione della Galleria di Base del Brennero verranno estratti ca. 17 milioni m³ di smarino che, in base alle sue caratteristiche, sarà conferito in deposito o riutilizzato.



La maggior parte del materiale di scavo viene trattato in diretta vicinanza delle gallerie di accesso e quindi riutilizzato come inerte. Il trasporto di materiale avviene in gran parte automaticamente tramite dei nastri trasportatori.

Dal materiale di scavo al materiale per la costruzione

Il trattamento e il riutilizzo del materiale di scavo aiutano a preservare le risorse naturali. Il materiale trattato può essere riutilizzato nel corso delle lavorazioni in galleria, per la produzione di calcestruzzi necessari alla realizzazione di conci di rivestimento e solette, nonché come betoncino proiettato. Dato che il materiale di scavo, da un punto di vista geologico, si presenta variamente costituito, la quantità di materiale riutilizzabile varia notevolmente. Laddove il materiale trattato è in esubero rispetto al fabbisogno da riutilizzare internamente ai cantieri, verrà impiegato in altre lavorazioni come inerte per calcestruzzo.

Università e industria stanno sviluppando tecniche ed impianti innovativi al fine di individuare nuovi metodi per il riutilizzo di grossi quantitativi di inerti. In laboratorio, e nei cantieri vengono svolte continue ricerche e test affinché si compri l'idoneità del materiale per i diversi utilizzi. La preparazione degli inerti per il calcestruzzo avviene attraverso gli impianti di frantumazione direttamente nei cantieri. Un sistema di controllo all'avanguardia garantisce un livello qualitativo costante ed elevato.



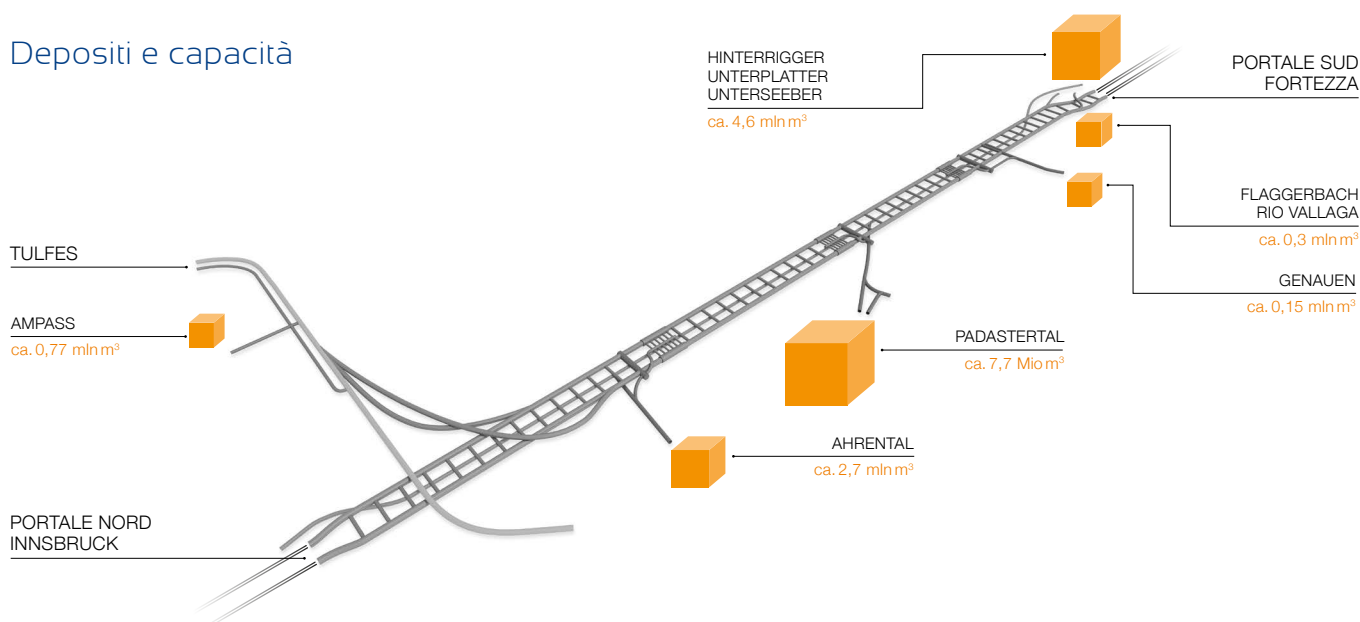
Deposito Ahrental

Depositi lungo il tracciato

Per il deposito del materiale non riutilizzabile, nell'area di progetto sono state individuate complessivamente sette aree, che si trovano ad Ampass, Ahrental, Ponte Europa e Padastertal in Austria, e Genauen, Rio Vallaga e Hinterrigger in Italia. Al fine di rendere il tragitto tra cantiere e deposito il più breve possibile, le aree di stoccaggio sono state individuate nelle immediate vicinanze delle gallerie di accesso. Attraverso l'utilizzo di nastri trasportatori, il materiale di scavo viene trasportato direttamente dal fronte di scavo all'area di deposito, senza perturbare il traffico veicolare sulle pubbliche strade

Oltre a ciò, è stata prestata molta attenzione all'obiettivo di rendere le aree la possibilità di fungere da schermatura dai rumori causati dalle principali vie di trasporto e/o come aree divisorie tra i boschi ed i pascoli. Infatti, i depositi sono stati concepiti in modo da inserirsi armonicamente nel contesto paesaggistico, senza distruggerlo o rappresentare un elemento di disturbo. Una volta depositato tutto il materiale, le singole aree di deposito saranno ricoltivate in superficie, restituendole alla natura come terreno boschivo o agrario.

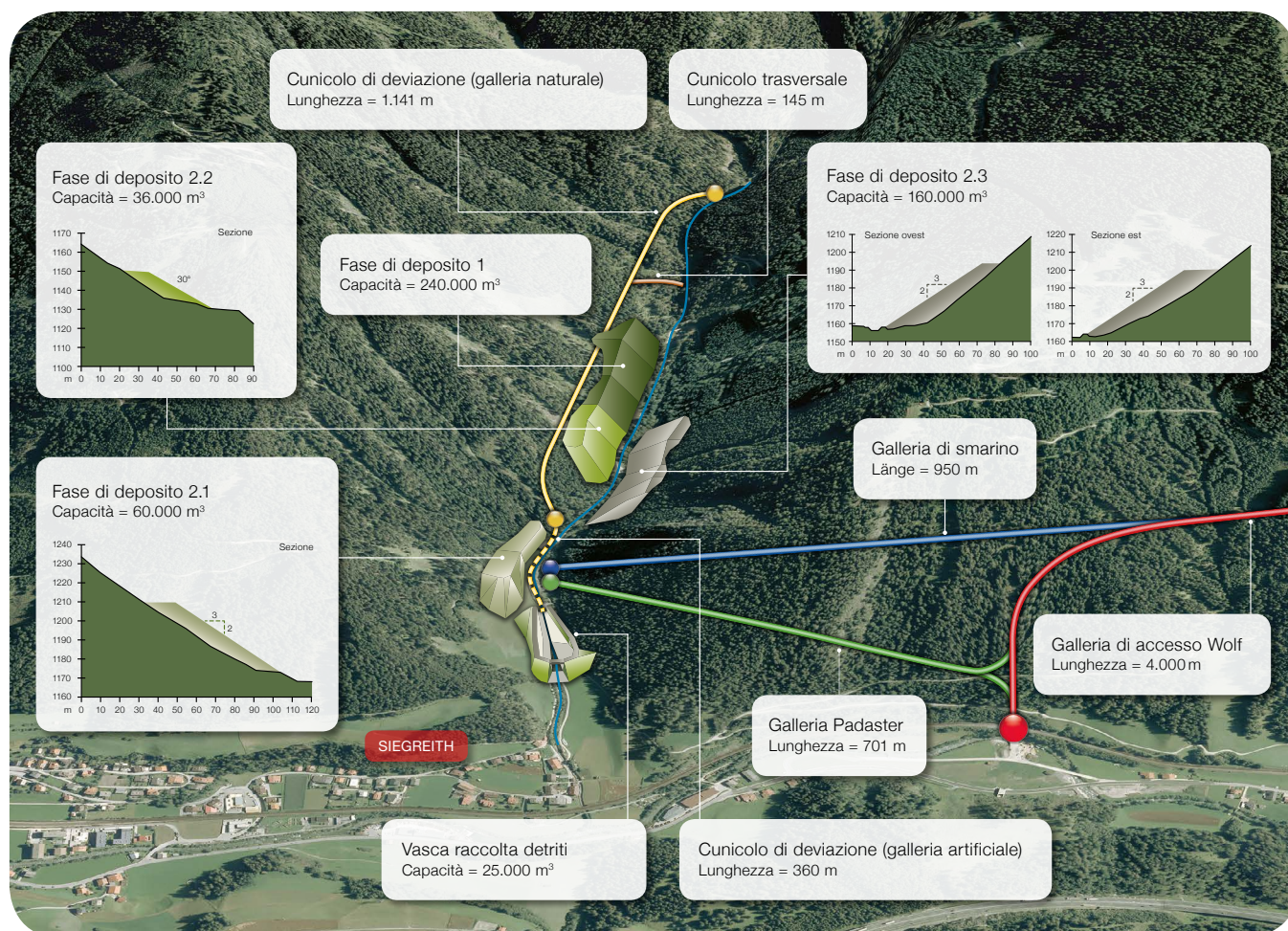
Depositi e capacità



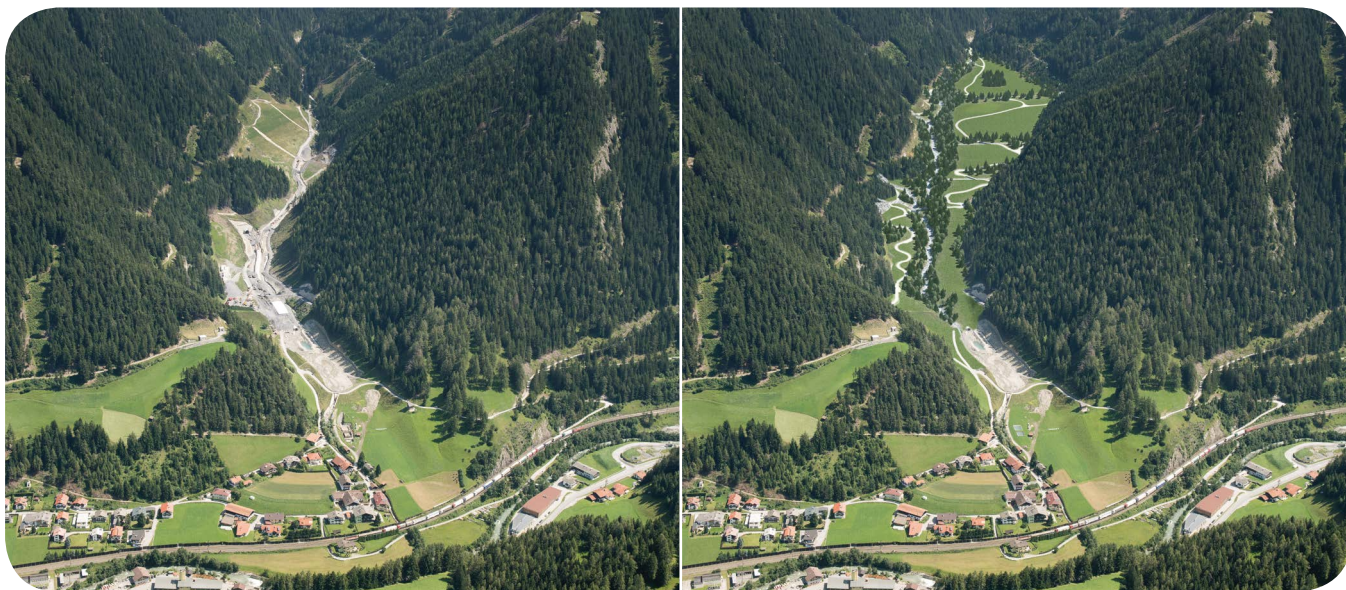
Dalla valle a "V" alla valle a "U"

Il deposito più esteso nell'area di progetto è quello nella Padastertal in Austria, una valle laterale della Wipptal. In quell'area, saranno depositati ca. 7,7 milioni m³, che corrispondono a circa la metà di tutto il materiale estratto sul versante austriaco.

Per la predisposizione di tale area di deposito, si sono rese necessarie una serie di misure propedeutiche come la realizzazione di un cunicolo di deviazione del torrente Padaster. Tale intervento è risultato indispensabile per ottenere l'autorizzazione a realizzare il deposito in detta area. Durante la fase di costruzione delle gallerie e di deposito del materiale di smarino, il corso del torrente Padaster viene deviato in un cunicolo realizzato allo scopo.



Il grafico mostra le singole fasi di conferimento nonché le attività di costruzione necessarie alla realizzazione del deposito (cunicolo di deviazione, torrente Padaster, briglia di ritenuta di materiale detritico, cunicolo di smarino ecc.).



Veduta attuale della Val Padaster: Le attività di costruzione (cunicolo di smarino, bacini per l'acqua dell'impianto) sono ultimate, il deposito del materiale di scavo è in corso.

La Val Padaster verrà completamente rinaturalizzata una volta terminato il deposito del materiale di scavo (rimboscamiento, nuovo corso del torrente, aree di compensazione ecologiche ecc.)

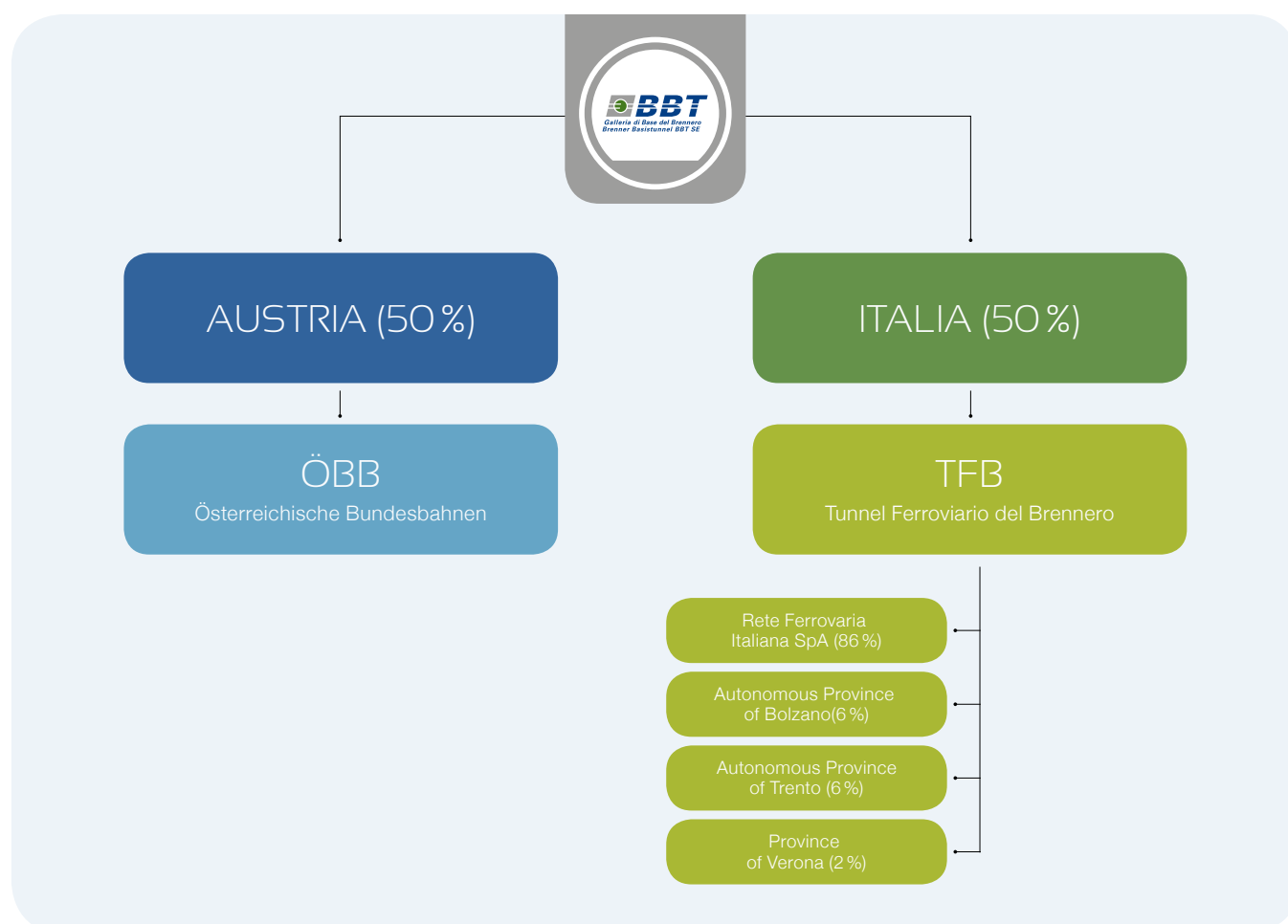
Oltre a ciò, per bypassare l'abitato, è stata realizzata la galleria Padaster di 700m e un ulteriore cunicolo di 800 m, all'interno del quale transiterà il materiale di smarino su nastri trasportatori.

A monte del cunicolo di deviazione è stata costruita una grande briglia di ritenuta per il materiale detritico e un'opera di presa più a valle, attraverso la quale il torrente Padaster viene deviato nel cunicolo di deviazione. Entrambe queste opere hanno sia lo scopo di proteggere il deposito da inondazioni e frane durante la fase di costruzione, sia quello di proteggere la frazione di Siegreith (Steinach am Brenner) da eventuali catastrofi naturali. Dove il torrente Padaster ritorna in superficie, dopo essere stato deviato in sotterraneo, è stata costruita un'ulteriore briglia di ritenuta per il materiale detritico. Anch'essa contribuisce a difendere la frazione di Siegreith da eventuali frane. Infatti, in occasione dell'inondazione avvenuta nel corso dell'estate 2012, questo bacino di ritenuta ha mostrato tutta la sua efficacia, risparmiando Siegreith da una probabile catastrofe.

Una volta realizzato il deposito, il nuovo fondovalle verrà completamente rinaturalizzato. Si creeranno pascoli, aree di compensazione ecologiche, una strada forestale ed un nuovo corso naturale del torrente.

La BBT SE - una società di progetto ai sensi del diritto europeo

Nel 1999, i Ministri dei Trasporti di Austria e Italia costituirono il Gruppo Europeo di Interesse Economico, denominato BBT GEIE, con lo scopo di progettare la Galleria di Base del Brennero. Il 16 dicembre 2004 venne istituita la Galleria di Base del Brennero - Brenner Basistunnel BBT SE, incaricata anche della costruzione della Galleria di Base del Brennero. I lavori propedeutici alla costruzione della galleria hanno avuto inizio nel 2006. La costruzione vera e propria della galleria è iniziata nel 2007 e sarà completata nel 2025. La galleria entrerà in esercizio nel 2026.



Azionisti

Le azioni della società di progetto BBT SE sono ripartite in uguale misura tra Austria ed Italia. La Österreichische Bundesbahnen Infrastruktur A.G. detiene il 50 % del pacchetto azionario ed è socio unico per l'Austria. In Italia, la società di partecipazione TFB S.p.A. (Tunnel Ferroviario del Brennero Società di Partecipazione) detiene il restante 50 %, così ripartito tra i soci italiani: Rete Ferroviaria Italiana 85,5 %, Province Autonome di Bolzano e di Trento 6,256 % ciascuna e Provincia di Verona 1,988 %.

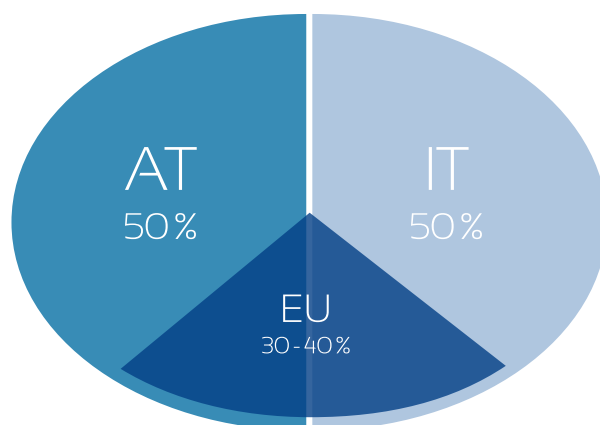
Sede della società

Alla stipula dell'Accordo di Stato tra Austria e Italia in data 30.04.2004 per la costruzione della Galleria di Base del Brennero, la sede legale della BBT SE era stabilita ad Innsbruck. Con l'inizio della fase di costruzione nel 2011, la sede legale della società è stata trasferita a Bolzano. In ragione di ciò, a decorrere da tale data gli appalti e gli affidamenti sono gestiti secondo il diritto degli appalti italiano. La sede legale tornerà ad Innsbruck quando la Galleria di Base del Brennero sarà messa in esercizio nel 2026. Oltre alle due sedi di Bolzano e di Innsbruck sono stati allestiti degli uffici di cantiere nelle aree di progetto tra Tulfes e Fortezza.

Finanziamenti

La realizzazione della Galleria di Base del Brennero viene cofinanziata dall'Unione Europea fino ad un massimo del 40 %. In questo ambito, l'UE verifica costantemente lo stato di avanzamento dei lavori e l'utilizzazione dei fondi concessi. Di conseguenza, delibererà su eventuali finanziamenti futuri. Il restante 60 % dei costi viene ripartito equamente tra Austria e Italia.

I costi complessivi della Galleria di Base del Brennero vengono valutati pari a circa 9 miliardi di Euro.





Siete interessati a visitare la Galleria di Base del Brennero?

**Le prenotazioni per le visite avvengono attraverso il nostro sito internet
www.bbt-se.com/it/tools/visita/**

La BBT SE organizza annualmente una “Giornata delle porte aperte”, dove i visitatori possono visitare i cantieri per constatare l’avanzamento dei lavori.

www.bbt-se.com

**Aggiornamento continuo sul progetto della Galleria di Base del Brennero.
Prenotazione di visite guidate, informazioni su appalti di lavori e servizi.**

Gli Infopoint

Infopoint alla stazione centrale di Innsbruck

LUN–GIOV ore 9–12.30 e ore 13–17 ; VEN ore 9–15

Infopoint di Fortezza

A partire dall'estate 2015 nel forte di Fortezza

Infopoint di Steinach am Brenner

Apertura in autunno 2015

