

Committente

# La Ferrovia retica fra conservazione e modernizzazione

Grazie a circa 1600 collaboratrici e collaboratori ogni anno la Ferrovia retica offre una spettacolare avventura attraverso i Grigioni a circa 11 milioni di passeggeri. La rete ferroviaria, che si snoda lungo 384 chilometri, affascina con cifre impressionanti: un terzo si trova a 1'500 metri di altitudine o persino oltre e un quinto sopra o all'interno di opere architettoniche.

Nell'ambito della conservazione della sostanza di questi manufatti unici nel loro genere la FR è ripetutamente confrontata con questi interrogativi: in quale misura le infrastrutture possono essere conservate così come sono state edificate? O ancora, ha senso modificarle con interventi incisivi per adeguarle agli attuali standard di trasporto e sicurezza?



Il viadotto Landwasser nei pressi di Filisur in fase di realizzazione, 1902  
**Immagine:** Archivio FR



Il taglio di precisione delle pietre era considerato una particolare abilità degli operai edili, 1908.  
**Immagine:** Archivio FR

-----  
**Testo:** Christian Florin,  
responsabile infrastruttura  
e vicedirettore FR  
-----

### La costruzione della Ferrovia retica (FR)

Ad eccezione della linea del Vereina, la FR è stata realizzata in soli 25 anni a partire dal 1889. Nonostante i miglioramenti intervenuti nei metodi di costruzione e le nuove possibilità tecniche, oggi sarebbe difficilmente immaginabile un periodo tanto breve. Contrariamente ad oggi, i costi salariali erano però piuttosto bassi se confrontati ai costi dei materiali, quindi il numero di lavoratori impiegati in ciascun cantiere era sempre molto elevato. Durante la fase principale di costruzione del tunnel dell'Albula si contavano fino a 1300 operai.

Anno di fondazione:	1889
Lunghezza della rete:	384 km
Ponti:	620
Tunnel e gallerie:	115
Fermate:	103 fermate
Collaboratori:	1600
Passeggeri all'anno:	11 mio.

I pionieri dell'epoca avevano avuto l'intuizione di integrare nel paesaggio una ferrovia senza precedenti. Il tracciato era caratterizzato da pendenze ben calcolate (ogni linea ha una propria specifica pendenza) nonché da numerosi ponti, tunnel e gallerie. Uno scenario che ancora oggi contraddistingue la FR.

Già allora si era riusciti a lavorare con grande efficienza grazie alla standardizzazione delle procedure. Per esempio per i ponti si era introdotta una griglia di 2.40 m, che consentiva l'applicazione dei medesimi piani per più ponti. Si tratta di un approccio, oggi più attuale che mai. Così, nel frattempo la FR è stata già in grado di convertire 100 degli oltre 350 ponti in pietra naturale, in maniera che dispongano di una nuova vasca di contenimento ghiaia impermeabilizzata, che protegge il ponte dalle infiltrazioni di acqua e ne prolunga la vita per altri 100 anni.

Particolare attenzione è stata pure dedicata all'intera configurazione. Potendo confezionare nuovamente i rivestimenti in pietra naturale (spesso persino riutilizzando le pietre originali), osservata dall'esterno l'opera mantiene l'aspetto di un tempo, ma ha lo standard di un impianto di «nuova costruzione». Grazie alla collaborazione di numerose imprese edili attive nel Cantone dei Grigioni, questa tecnica è stata fortemente ottimizzata negli ultimi anni. Ne è conseguita una modalità di costruzione molto efficiente ed economica, che convince anche dal punto di vista della conservazione dei monumenti storici. Le immagini riportate su questa pagina e sulle prossime pagine illustrano molto chiaramente le differenze fra il prima e il dopo.

**Costruire mantenendo la circolazione dei treni**

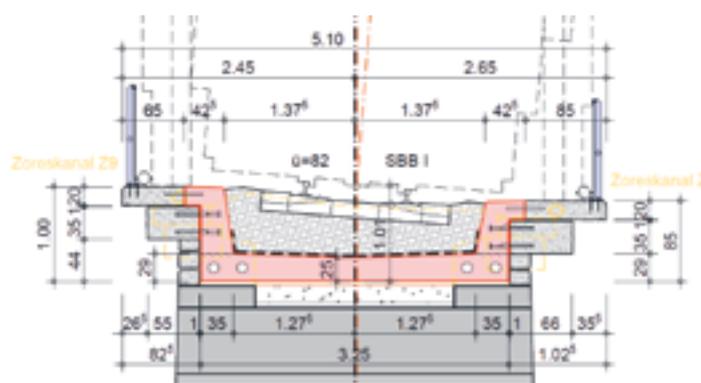
La maggiore difficoltà nella costruzione di ferrovie è spesso costituita dagli orari d'esercizio dei convogli. I lavori devono essere eseguiti mantenendo operativa la circolazione dei treni o durante brevi intervalli notturni. Sovente le ore a disposizione sono solo poche, prima che circoli il primo treno del mattino. Di conseguenza spesso occorre operare con cantieri provvisori.

**Quanto si può spendere in più pur di conservare i manufatti?**

Naturalmente bisogna pur sempre chiedersi: quanto può costare mantenere intatte queste belle opere architettoniche per le generazioni future? La nostra esperienza traccia un quadro sorprendente: molto spesso non ci sono pressoché costi aggiuntivi. È assai complicato demolire un ponte o una galleria e sostituirli con una nuova struttura portante, soprattutto perché il tracciato orizzontale esistente determina già le cose. Infatti essendo già dati i raggi minimi e le



Viadotto elicoidale di Brusio  
Immagine: messa a disposizione da FR



Viadotto Schmittnertobel: sezione trasversale di un ponte in pietra naturale con una vasca in calcestruzzo quale impermeabilizzazione  
Immagine: messa a disposizione da FR

pendenze di ciascuna linea, lo spazio di manovra è molto limitato e non consente alcun altro tracciato. Vi si aggiunge il fatto che la rete a corsia unica della FR difficilmente permette lunghe interruzioni per far spazio ai lavori di costruzione. Si è quindi costretti ad acquisire un nuovo manufatto o a realizzarne uno nuovo sotto quello esistente per collocarlo nella posizione auspicata solo successivamente. Se si conosce la topografia della FR, si capisce in fretta quanto sia difficile e quali importanti costi comporterebbe.



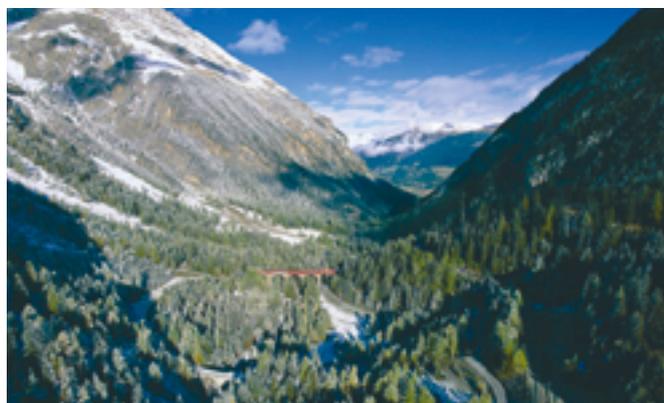
Oggi le modifiche del terreno necessarie per la costruzione non sono quasi più visibili.

**Immagine:** Archivio FR

---

### **Intervento nel paesaggio**

Spesso gli interventi durante i lavori di costruzione sono stati massicci e hanno lasciato nella natura ferite profonde e visibili per lungo tempo. Nel frattempo tutto si è rimarginato ed è stato ben accettato. Ed è stato proprio questo tracciato unico nel suo genere con le sue impressionanti opere architettoniche inserite in un paesaggio mozzafiato a contribuire alla fama mondiale conquistata dalla tratta fra Thusis e Tirano (linea Albula/Bernina) con il riconoscimento UNESCO di patrimonio mondiale dell'umanità.



Tracciato della linea dell'Albula inserita nel paesaggio

**Immagine:** FR, Tibert Keller

---



### Ultima novità: la standardizzazione del metodo di costruzione per gallerie

Negli ultimi anni si sono estese anche alle gallerie le tecniche, che si erano rivelate molto valide per i ponti, ovvero il cosiddetto metodo standard di costruzione delle gallerie. Sovente ci si imbatte in gallerie originariamente concepite per l'esercizio a vapore e prive, sia a sinistra sia a destra, di vani di sicurezza per la manutenzione o come semplici vie di fuga in caso di incidenti o guasti. Negli ultimi anni sono stati fortemente implementati soprattutto i requisiti di sicurezza per le gallerie viarie e ferroviarie. Ciò richiede profili nettamente più ampi per le gallerie, che devono essere anch'essi realizzati mantenendo in esercizio la rete ferroviaria. Ricapitolando, la FR si è trovata a dover realizzare una nuova galleria più grande all'interno della vecchia galleria senza interrompere la circolazione dei convogli. La FR ha raccolto anche questa sfida e grazie all'ampio sostegno di numerose imprese edili ha sviluppato un nuovo metodo di costruzione. In una prima fase si è ricostruita all'interno del cunicolo di sperimentazione Hagerbach (fra Sargans e Walenstadt) una galleria FR in scala originale e dotata di tutte le infrastrutture ferroviarie (binari e linee). In questo modo c'è stata l'opportunità di testare in condizioni reali quale libertà di movimento consente effettivamente la galleria e quali dispositivi possono essere impiegati.



Tunnel Glatscheras sulla linea dell'Albula, metodo di costruzione standardizzato con impalcatura di protezione per lo scavo  
Immagine: FR, Andrea Badrutt



Tunnel Glatscheras sulla linea dell'Albula  
Confronto fra il portale prima e dopo i lavori di rinnovamento  
**Immagine:** messa a disposizione da FR

Ben presto si è capito che è possibile lavorare in maniera efficiente, solo se lo scavo può avvenire con la protezione di un rivestimento in acciaio. Questo rivestimento consente di bypassare una parte della roccia non ancora messa in sicurezza e può essere realizzato con elementi prefabbricati. Al contempo si è rapidamente intuito che l'espansione del profilo funziona solo verso l'alto, se si vogliono evitare problemi nel tracciato verticale. La FR è riuscita a ottenere una sostanziale ottimizzazione nel 2020, quando per la prima volta è stato possibile configurare il percorso in galleria in modo tale da corrispondere allo stato finale e quindi evitare di allestire una sezione a bassa velocità durante i lavori. Non si sono quindi prodotti ritardi sui tempi di percorrenza e l'orario è stato rispettato con maggiore stabilità, il che è di centrale importanza per un'azienda ferroviaria, che deve poter garantire un orario affidabile. Solo così possono pure essere assicurate le coincidenze nelle stazioni di trasbordo e può essere salvaguardata la catena di viaggio. Si tratta di un requisito di crescente importanza, in quanto l'attività edilizia della FR si intensificherà ulteriormente nei prossimi anni con il conseguente impatto sull'orario dei convogli durante i lavori di costruzione. Grazie alle innovazioni degli impresari costruttori, in futuro potranno essere gestiti contemporaneamente più cantieri nelle gallerie della rete della FR senza pregiudicare l'orario di circolazione dei treni. Un vantaggio impagabile, che genera molte soluzioni economicamente più favorevoli.

Naturalmente è anche importante dar seguito alle esigenze della conservazione dei monumenti storici. Lo si fa ricostruendo come prima i portali di entrata e di uscita e rivestendoli con pietre simili a quelle utilizzate per la costruzione della ferrovia.

### Un risultato positivo

Le nostre esperienze evidenziano come i costruttori della FR abbiano compiuto una magnifica prestazione pionieristica, che ci permette non solo di conservare le opere edilizie, ma anche di svilupparle ulteriormente per lasciarle in eredità alle future generazioni in perfetto stato. La FR non perde nulla del proprio carisma ed è anche convincente dal punto di vista dell'economia e della conservazione dei monumenti storici. Come per molte innovazioni, è imporrante che clienti e appaltatori si sostengano a vicenda e lavorino assieme come una squadra alla ricerca della soluzione migliore. La FR intrattiene rapporti costruttivi con i progettisti e le imprese edili per sviluppare ulteriormente i metodi di costruzione e avvicinarsi ancora di più a soluzioni ottimali. Benché il Cantone dei Grigioni sia ripetutamente considerato periferia, in queste riflessioni è proprio al centro dell'azione.



Traduzione  
italiana



Translaziun  
rumantscha



Impresario

## FR – 100 anni di costruzione ferroviaria in montagna

Da oltre 100 anni la Ferrovia retica circola attraverso valli pittoresche, gole profonde e scoscesi passi alpini. Grazie a una rete di oltre 384 chilometri collega fra loro magnifiche località grigionesi e le mette in relazione con il mondo esterno. Un buon 20 per cento del tracciato su rotaia si snoda attraverso e sopra strutture ingegneristiche (tunnel, gallerie o ponti). Questa elevata percentuale di manufatti è da ascrivere alla variegata topografia del Cantone alpino.



Lavori di manutenzione galleria Chaneletta, Bergün-Muot, 2019-2020

Immagine: impresa di costruzione Erni AG



---

**Testo:** Gabriel Derungs, CEO impresa  
di costruzione Erni AG, Flims

---

Sono sempre state le montagne a guidare il percorso della ferrovia nel Cantone dei Grigioni. Tuttavia, nella loro lotta contro le forze indisciplinate della natura, la geologia insidiosa e il terreno impervio i pionieri dell'arte edilizia nei Grigioni hanno creato opere uniche. Non sorprende quindi che alcuni tratti del tracciato siano stati premiati dall'UNESCO con il titolo di patrimonio mondiale dell'umanità. Il fatto che questa rete ferroviaria senza precedenti esista già da più di cento anni lo si deve alle impressionanti prestazioni pionieristiche degli impresari costruttori e dei progettisti dell'epoca.

#### **Materiali di costruzione e danni**

La maggior parte dei manufatti costruiti 100 anni fa è costituita da strutture in pietra naturale. Per ragioni di costo questo materiale di costruzione veniva spesso estratto nelle immediate vicinanze del cantiere. La qualità e la classe della pietra naturale utilizzata varia notevolmente - la gamma delle pietre impiegate spazia dal calcare morbido al granito duro (gneiss), che è stato utilizzato principalmente nelle valli meridionali dei Grigioni. Naturalmente l'uso della pietra, in parte per più di cento anni, ha lasciato tracce sulla sostanza. Inoltre gran parte del tracciato si trova a un'altitudine di oltre 1500 metri e quindi fortemente esposta agli effetti della neve e del gelo. Le fondamenta delle opere architettoniche, alcune delle quali sono situate in terreni molto ripidi, pesano ulteriormente sul tessuto edilizio a causa degli spostamenti di pendenza. Nel corso del tempo tutti questi influssi hanno generato danni con crepe di assestamento, distacco della malta di giunzione e sinterizzazione della calce sulla muratura.

### Riparazione e manutenzione

Si tratta ora di riparare il danno con l'aiuto dell'attuale tecnica edilizia. Occorre farlo tuttavia con il necessario rispetto e la debita stima per l'arte architettonica di grande qualità messa in campo da chi ha costruito questi manufatti. È bene tenerne conto in special modo nei tratti protetti dall'UNESCO.

### Pianificazione dei risanamenti

I pianificatori devono prendere in considerazione le condizioni quadro specifiche dell'oggetto già durante la fase di progettazione. Si deve verificare se l'uso delle attrezzature e dei macchinari necessari per l'esecuzione prevista sia possibile. A dipendenza dell'ubicazione del cantiere, il sito potrebbe per esempio essere raggiungibile solo con la ferrovia, il che ha implicazioni importanti per le possibilità di esecuzione. Per la valutazione del progetto più adatto si è rivelato valido il metodo della sperimentazione preliminare in condizioni di laboratorio. Per esempio sono stati fatti dei test preliminari con varie aziende in vista di ristrutturazioni di tunnel con elementi prefabbricati in calcestruzzo. Lo scopo di questi test era quello di armonizzare e ottimizzare fra loro i processi di costruzione, che prevedevano l'impiego di elementi in calcestruzzo, con il possibile uso delle attrezzature. Questo modo di procedere dimostra come la committenza, confrontata con le condizioni quadro dettate da cantieri di montagna difficilmente accessibili, possa affrontare questo problema coinvolgendo per tempo tutti i partecipanti al progetto.

### Procedure d'esecuzione

Per ragioni di efficienza, per i lavori di ristrutturazione e manutenzione vengono utilizzati dettagli di esecuzione con il maggior grado di standardizzazione possibile. Per esempio i ponti in pietra naturale vengono completati con una soletta sovrastante. Questo serve principalmente a proteggere la muratura sottostante dalle infiltrazioni di acqua. Anche i sottopassaggi in muratura di pietra naturale vengono rinnovati con la medesima procedura. In questi casi l'esecuzione avviene con elementi prefabbricati e in calcestruzzo precompresso. Le fondamenta dei muri di sostegno esistenti sono rinforzate con ancoraggi tieback, micropali o pozzi di fondazione. Inoltre la testa del muro di contenimento è completata da una mensola in calcestruzzo con un sistema di fissaggio tieback (via di servizio, spazio di sicurezza). Per il risanamento delle gallerie viene applicato il metodo standardizzato della FR. Questo sistema è stato sviluppato appositamente dalla FR. Le gallerie vengono allargate e rivestite con elementi prefabbricati. Inoltre i portali dei tunnel vengono ricostruiti in muratura di pietra naturale.

### Manufatti

Nei manufatti lungo le reti ferroviarie si distinguono le seguenti tipologie di oggetti:

- muri di sostegno e muri parietali
- ponti e sottopassaggi
- tunnel
- gallerie

Gli oggetti esistenti vengono perlopiù risanati e riparati. Solo in singoli casi vengono sostituiti da nuove costruzioni.

### Condizioni quadro

Le singole tipologie di oggetti hanno differenti condizioni quadro, che sostanzialmente si differenziano per i seguenti aspetti:

- ubicazione del cantiere (accessibilità)
- esecuzione mantenendo attiva la circolazione ferroviaria (in parte lavoro notturno)
- situazione topografica (costruzione su terreni scoscesi)
- allacciamento (urbanizzazione) alla strada o possibile solo via ferrovia



Rinnovamento viadotto Schmittnertobel, Alvaneu-Filisur, 2020

Immagine: impresa di costruzione Erni AG

### Urbanizzazione e logistica

Una sfida centrale per l'impresario costruttore è l'urbanizzazione del cantiere e la logistica durante i lavori di costruzione. La maggior parte dei cantieri è difficilmente raggiungibile, a volte anche solo attraverso la linea ferroviaria. La fornitura di elettricità e di acqua al cantiere deve essere adattata alle condizioni del luogo. Inoltre deve essere garantita la consegna dei materiali di costruzione, in special modo del calcestruzzo preconfezionato, e anche in questo ambito le modalità vanno adeguate alle condizioni del luogo. Per di più la maggior parte dei cantieri si trova sopra i 1500 metri di altitudine, quindi il periodo di costruzione è fortemente limitato a causa della neve, del pericolo di valanghe e dei giorni di gelo.

### Sicurezza

La sicurezza dei lavoratori edili - e nel caso della costruzione ferroviaria anche quella dei passeggeri e del personale ferroviario - ha la massima priorità durante l'intero processo di costruzione. Pertanto è importante che l'organizzazione di tutti gli aspetti rilevanti per la sicurezza venga dettagliatamente pianificata nell'ambito della preparazione del lavoro (AVOR). In montagna si aggiunge una complicazione in più: la difficile accessibilità. Da un lato ciò implica tempi di reazione più lunghi per le squadre di soccorso, dall'altro le loro possibilità di salvataggio in montagna sono fortemente limitate. Anche se le reti di comunicazione sono migliorate molto negli ultimi anni, ci sono sempre ancora oggetti in costruzione situati in aree discoste, dove non è disponibile alcuna rete di telefonia mobile.



Nuova costruzione portale tunnel Glatsheras, Bergün, 2016

**Immagine:** impresa di costruzione Erni AG

### Conclusione

La storia della costruzione della rete ferroviaria della FR in montagna è una storia di prestazioni pionieristiche – oggi come allora le montagne richiedono soluzioni innovative, all'avanguardia e lungimiranti da parte dei committenti, degli ingegneri e dei costruttori. I progettisti sono sempre riusciti a combinare l'estetica con la praticabilità. Oggi le richieste della FR a noi impresari costruttori sono impegnative e di molteplice natura. Con la nostra esperienza e conoscenza possiamo contribuire proficuamente alla ricerca di soluzioni e quindi giocare un ruolo attivo nell'ulteriore sviluppo dei progetti ferroviari. In questo modo possiamo dare un contributo alle opere edilizie pionieristiche dei nostri antenati.



Traduzione  
italiana



Translaziun  
rumantscha

