Zeitschrift: Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

Herausgeber: Società Svizzera Ingegneri e Architetti

Band: - (2003)

Heft: 1

Artikel: AlpTransit : i lavori principali della galleria di base del San Gottardo su territorio ticinese

Autor: Henke, Andreas

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-132668

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

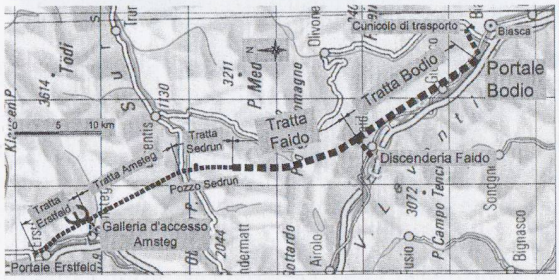
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

I lavori principali della galleria di base del San Gottardo su territorio ticinese

Andreas Henke, Lombardi SA
Membro del Consorzio d'ingegneri
della galleria di base Sud

Integrazione del lotto principale Bodio/Faido nel concetto generale della galleria di base

Il progetto della galleria di base del San Gottardo, già a partire dalla pubblicazione nell'anno 1997, è stato continuamente perfezionato e adattato alle condizioni nuove, in particolare a quelle riguardanti i termini. Le singole fasi di esecuzione delle varie tratte sono fortemente interdipendenti e per questo le fasi stesse fanno parte del concetto generale (fig. 1).



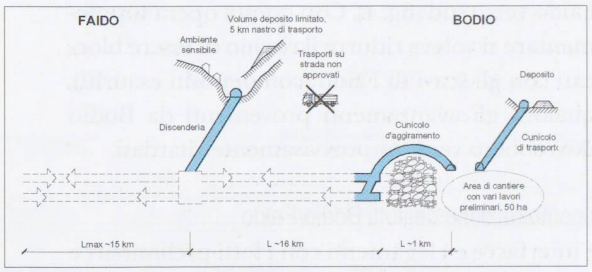
1– Situazione generale: 32 km della galleria di base, cioè più del 50% della lunghezza totale, si trovano su territorio ticinese

Nella metà sud della galleria di base questo concetto è caratterizzato dagli elementi chiave seguenti (figg. 2a, 2b, 2c).

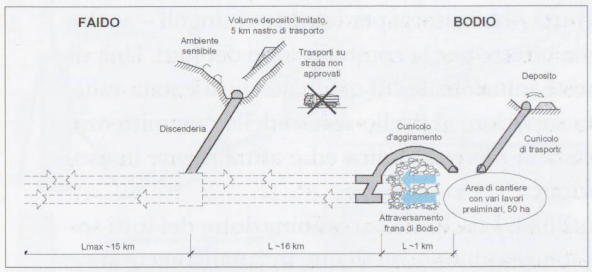
Questo concetto di avanzamento è basato sulla necessità di disporre, al il più presto possibile, di collegamenti logistici tra Faido e Bodio. Questi collegamenti si trovano sul cammino critico, in particolare per quanto concerne i due vettori

- **materiale di scavo**, dato che i depositi nella zona di Faido sono limitati e da eseguire in condizioni difficili (fig. 3), e
- **acqua di drenaggio**, che presenta un fattore di rischio e di costo, fintanto che non può essere evacuata per gravità a partire dal piede della discenderia di Faido. Attualmente le acque raccolte nel punto basso di Faido devono essere riportate al portale mediante pompaggio, per una lunghezza di 2,8 km e un dislivello di oltre 350 m.

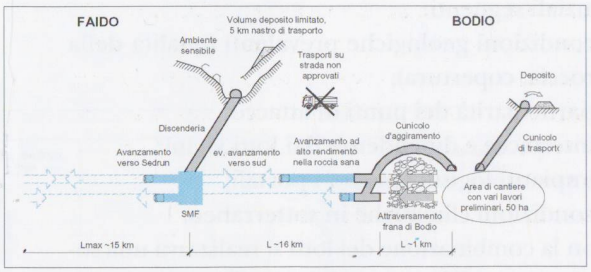
Ovviamente ci sono altre ragioni per un collegamento veloce dei due punti di attacco Faido e Bodio, tra cui la sicurezza dei cantieri in sotterraneo



2a – Messa in opera anticipata dei lavori preliminari, determinanti per l'avanzamento principale, presso il portale di Bodio, in particolare del cunicolo di aggiramento, eseguito nella roccia sana con il metodo tradizionale



2b – Attraversamento separato e indipendente della frana di Bodio, lungo 420 m, con le due canne principali



2c – Avanzamento ad alto rendimento delle due canne del lotto principale, a partire dalla disponibilità delle frese meccaniche, per ca. 15 km verso nord, per ottenere un traforo rapido al piede della discenderia di Faido, eseguita precedentemente

(fuga e accessi in caso di incidenti) e le facilità per la ventilazione.

Nel progetto di appalto dei due lotti principali Bodio e Faido, allestito e emesso nell'anno 2000, erano considerati due importanti provvedimenti alfine di poter garantire le esigenze temporali:

- avanzamento della prima canna (est) mediante una fresa a doppio scudo, atta – più o meno indipendente dalla qualità della roccia – a garantire una velocità di avanzamento alta costante;
- opzione di una galleria di trasporto, eseguita da Faido verso sud (fig. 4). Con questa opera supplementare si voleva ridurre il rischio di essere bloccati con gli scavi di Faido (con depositi esauriti), qualora gli avanzamenti provenienti da Bodio dovrebbero venir improvvisamente ritardati.

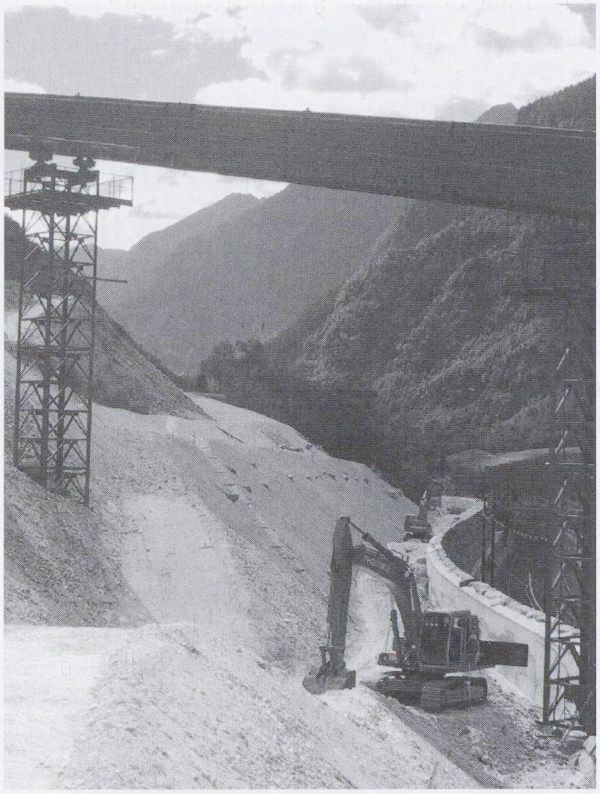
La combinazione dei lotti Bodio/Faido

Le interfacce e i legamenti con i lotti preliminari e vicini, come pure le premesse logistiche permettono che i lavori possono essere svolti nell'ambito di una combinazione di lotti e non per il tramite di due singoli lotti Bodio e Faido. All'occasione della messa in appalto simultanea dei due lotti principali, difatti, 5 offerenti hanno inoltrato – oltre all'offerta obbligatoria per i due lotti singoli – anche delle offerte per la combinazione dei lotti. Una di queste soluzioni, la cui qualità tecnica è stata valutata superiore al livello severo della committenza, è stata la più economica ed è attualmente in esecuzione.

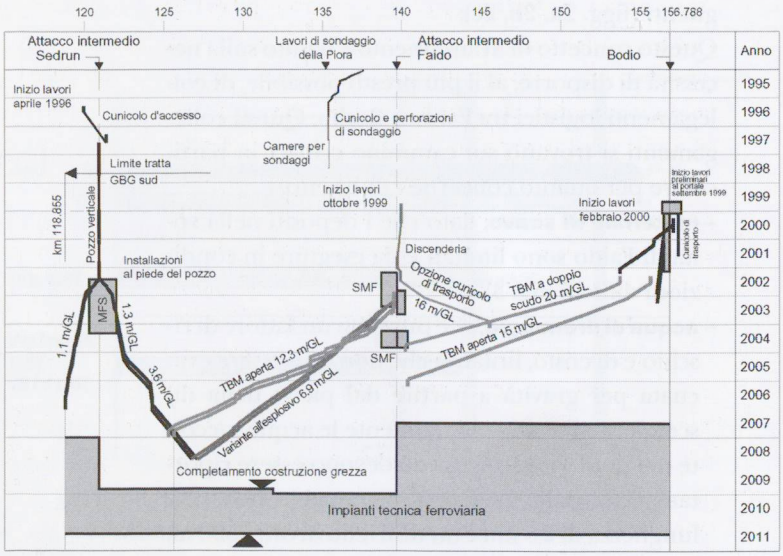
L'utilità e i rischi della combinazione dei lotti sono state esaminate mediante un'analisi accurata e approfondita. Per la valutazione dei criteri di idoneità e di aggiudicazione si dovevano considerare sia le caratteristiche in comune di due lotti, ma anche le differenze (fig. 5). Si ricorda che le due tratte si distinguono abbastanza negli aspetti essenziali seguenti:

- condizioni geologiche prevalenti (qualità della roccia, copertura);
- particolarità dei punti di attacco;
- interfacce e dipendenze dai lotti vicini;
- impianti logistici presso i portali;
- condizioni climatiche in sotterraneo.

Con la combinazione dei lotti si realizzava una soluzione semplificata e univoca dell'interfaccia che permetteva di sfruttare in modo ottimale le sinergie per le istallazioni di cantiere. L'utilità risulta evidente per i vettori di alimentazione (energia, acqua industriale, comunicazione, aria compressa, ventilazione, raffreddamento) e di evacuazione (smarino, acque sporche, acqua di drenaggio). L'enorme parco di mezzi di trasporto (120 km di binari, 100 vagoni di trasporto, 30 locomotive) può



3 – Deposito definitivo Cavienca vicino a Faido: spazio limitato e ambiente sensibile



4 – Programma di lavoro secondo il progetto di appalto. È previsto l'uso di una fresa a doppio scudo e l'opzione di un cunicolo di trasporto a partire da Faido, come misure a garanzia del programma di esecuzione

essere installato e gestito a partire dal punto saldo di Bodio, e questo per un estensione dei lavori di ca. 35 km.

Per quanto concerne il programma dei lavori, la combinazione dei lotti, malgrado non possa interamente raggiungere le premesse temporali iniziali, è conforme al programma generale rettificato, che ha subito – per cause esterne e non tecniche – alcuni ritardi. Secondo il contratto d'impresa il traforo con la tratta di Sedrun è fissato per fine ottobre 2008, cioè 88 mesi dopo la delibera dei lavori, premesse le condizioni geologiche pronosticate (fig. 6). Per aumentare l'affidabilità di questo programma, il cunicolo di trasporto, inizialmente previsto a partire da Faido verso sud, è stato sostituito dall'avanzamento verso nord (da Faido) delle due canne principali, e questo per un tratto di ca. 3 km con il metodo tradizionale. Risulta così che a Faido – prima dell'arrivo delle frese da sud – quasi 4 km delle due canne principali, compresa la gran parte della stazione multifunzionale, saranno già scavate e provvisoriamente rivestite (fig. 7).

La definizione del profilo tipo

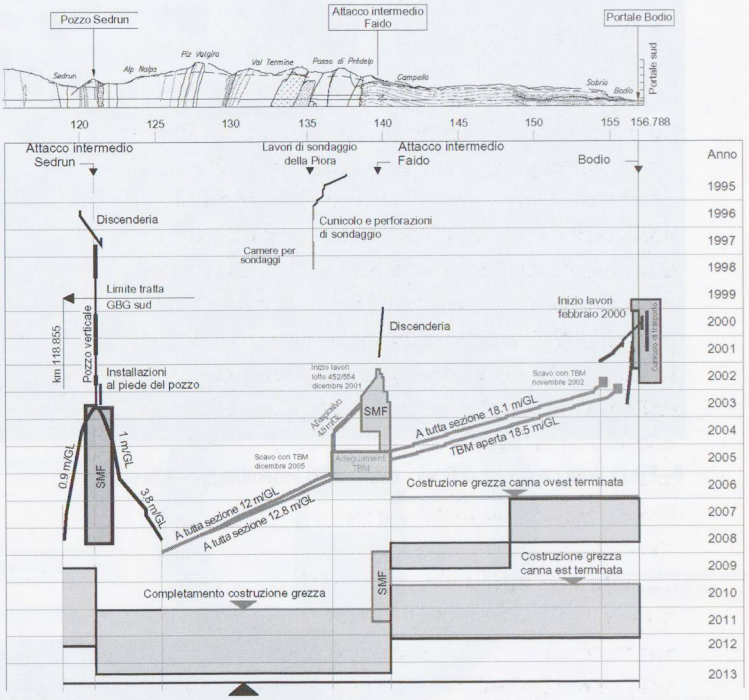
Il compito essenziale per ogni progetto di galleria, cioè la definizione del profilo tipo, è ancora più importante per una galleria scavata per il tramite di una fresa meccanica (fig. 8). Il noto conflitto tra necessità tecnica minima e riserve eccedenti costose si manifesta nella definizione del diametro di scavo.

Eventuali adattamenti in corso d'opera, nel caso in cui le condizioni geologiche richiedano un aumento dello spessore del rivestimento strutturale della galleria, sono realizzabili solo in maniera limitata. Per la definizione delle riserve di spazio occorreva tenere conto in modo ragionevole di possibili imprevisti, dato che si tratta di avanzamenti lunghi e profondi. Anche con le estese campagne di prospezione, che sono state eseguite, e l'interpretazione migliore delle prognosi, non è possibile eliminare tutte le incertezze. Di fronte alla notevole lunghezza di circa 2x26 km, realizzata con le frese a partire da Bodio, appare ovvio che ogni modesta modifica del profilo tipo, sia per la superficie di scavo, sia per lo spessore del rivestimento in calcestruzzo, riporta un impatto enorme sui costi di costruzione.

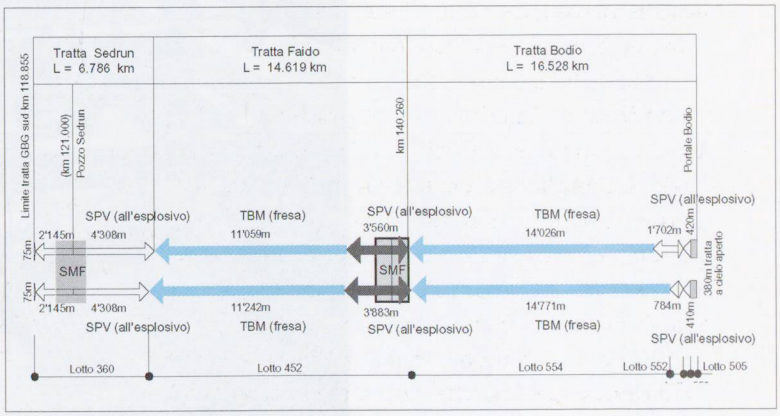
Oltre alla fissazione del diametro di scavo, ci sono altre disposizioni che devono essere determinate in base a valori pronosticati, per esempio la capacità idraulica delle canalizzazioni di asportazione delle acque di drenaggio, o la resistenza del calcestruzzo di fronte all'attacco da acque con

Faido-Bodio Combinazione dei lotti	2 lotti separati
Aspetti comuni	Differenze
– Progetto della sistemazione interna – Esigenze di qualità – Logistica in sotterraneo	– Geologia – Proporzione avanzamenti tradizionali – Punti di attacco – Lotti adiacenti – Logistica a cielo aperto – Clima in sotterraneo

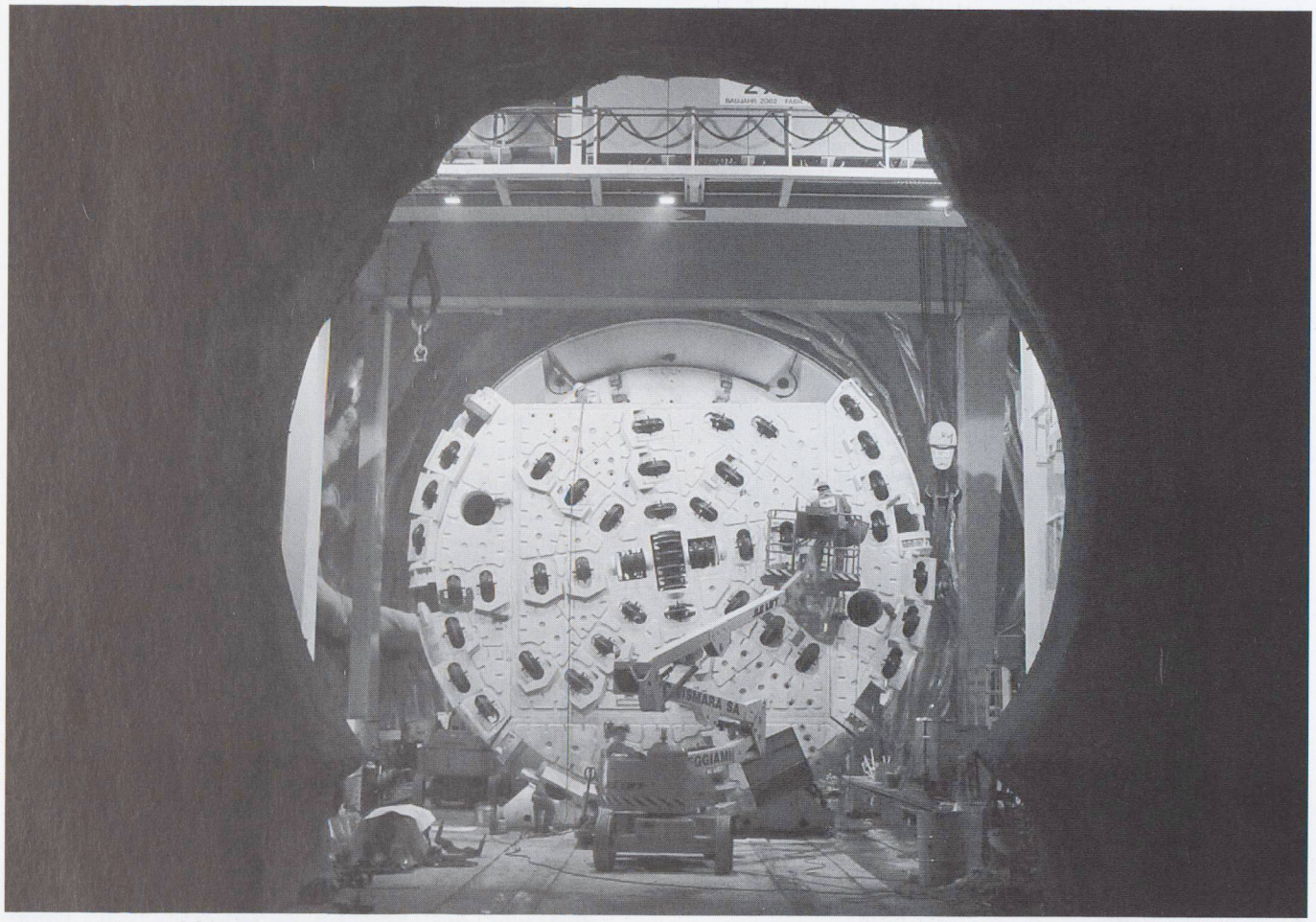
5 – Faido / Bodio: sinergie e differenze



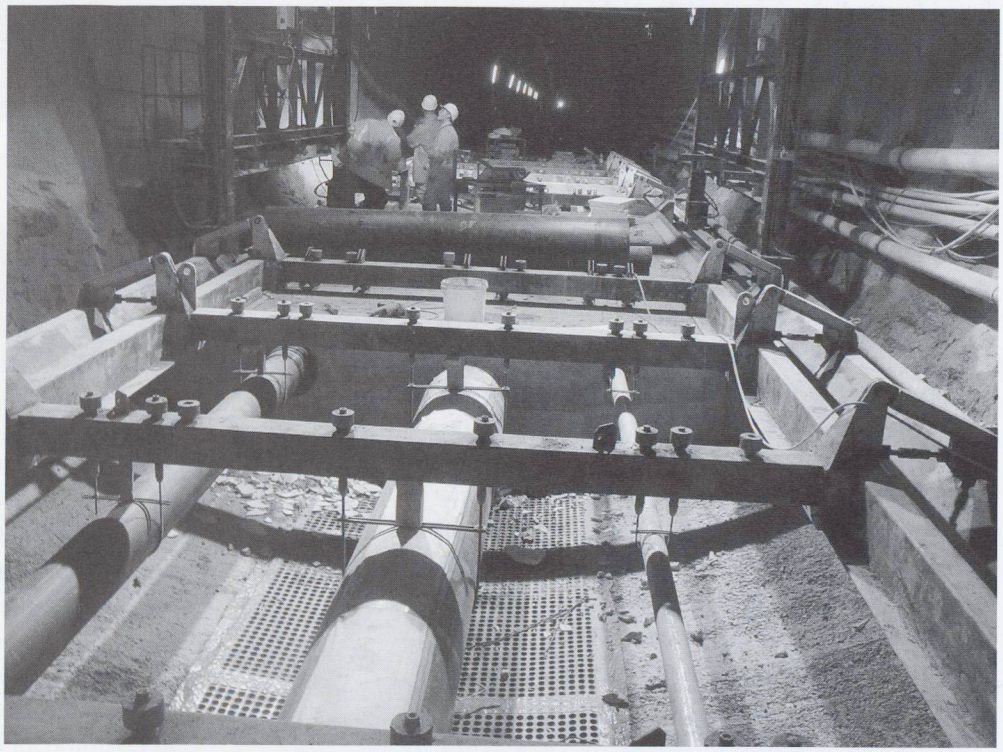
6 – Programma dei lavori della combinazione dei lotti



7 – Procedimento di avanzamento lotto principale Bodio/Faido



8 – Fresa della canna est di Bodio, allo stato di assemblaggio nella caverna



9 – Getto della platea

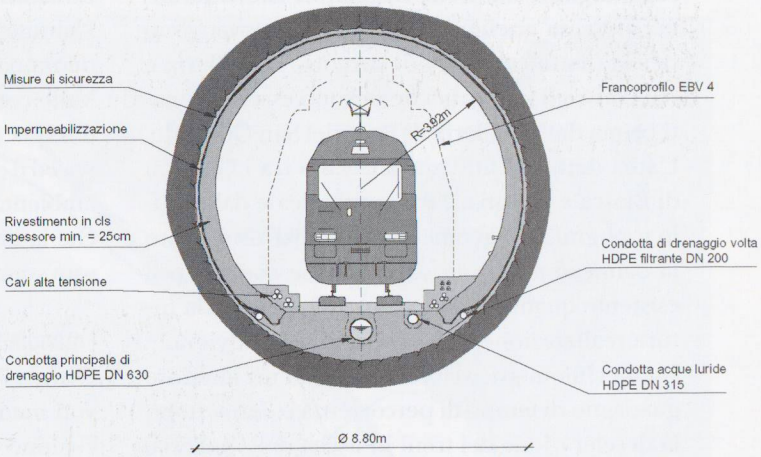
sostanze aggressive. C'è da notare che la canalizzazione principale della galleria nella zona del portale Bodio è già stata realizzata per vari chilometri (fig. 9), mentre che lo scavo dei 36 km, lungo i quali il sistema di evacuazione verrà alimentato con acqua d'infiltrazione, è appena iniziato.
Per l'esecuzione della combinazione dei lotti, l'impresa non fa più uso di una fresa scudata, ma per ambedue le canne vengono impiegate delle frese aperte. A causa del previsto fabbisogno diverso di mezzi di supporto (centine pesanti in acciaio), il diametro di scavo nella tratta di Bodio (R = 8,83 m) (fig. 10) è inferiore di quello della tratta di Faido (R = 9,34 m). La modifica del diametro di scavo avviene dopo l'arrivo delle frese nella caverna di Faido, dove, nell'ambito di una revisione totale delle macchine, le teste di scavo verranno cambiate.

Isolazione idrica e gestione delle acque

Oltre al dimensionamento strutturale del sostegno provvisorio e del rivestimento definitivo della galleria, la gestione delle acque d'infiltrazione è stata curata con particolare attenzione. In generale, le infiltrazioni d'acqua non sono benvenute in nessuna galleria. Non sono però da evitare, dove la pressione esterna eccessiva di acqua, contenuta nei pori del massiccio roccioso, può superare la resistenza di un rivestimento ragionevolmente dimensionato. Nella galleria di base del San Gottardo sono previste delle iniezioni di consolidamento, per poter limitare le infiltrazioni di acqua permanenti e per rendere la struttura rocciosa attorno la galleria più resistente al carico dovuto alla pressione d'acqua residua. Questi provvedimenti sono appropriati in generale per ragioni di conservazione del regime naturale delle acque sotterranee, ma in particolare anche nelle zone di influsso dei bacini idroelettrici, dove eventuali assestamenti di terreno, dovuti all'effetto di drenaggio del sottofondo, possono causare danni alle dighe.
La galleria di base è munita di un sistema di impermeabilizzazione del tipo a ombrello. Le acque raccolte dietro il foglio di isolazione vengono convogliate, al livello della platea, in un sistema di canalizzazioni e in seguito allontanate. Le esigenze richieste dagli specialisti riguardo al clima interno della galleria in servizio (temperatura e umidità dell'aria) sono estremamente severe. Risulta che la galleria deve essere quasi perfettamente stagna. Le conseguenze costruttive ed esecutive sono difficili da realizzare, in particolare per quanto concerne i raccordi e i giunti da eseguire nella platea.
A parte il sistema di drenaggio delle acque provenienti dalla roccia, anche la galleria del Gottardo è provvista di un sistema separato di evacuazione delle acque sporche e liquidi risultanti da incidenti all'interno della galleria. Si tratta di una condotta sifonata per ogni canna, munita con pozzetti d'immissione regolari e vari impianti annessi (alimentazione per flusso permanente, pozzetti per spurgo, bacini di ritenzione presso i portali di Bodio e Erstfeld, sensorizzazione e commando automatico).

Conclusione

Allo stato attuale, tutti i lavori preliminari e i lotti secondari della galleria di base su territorio Ticinese sono terminati. Il più grande cantiere della Svizzera, quello dei lavori principali di Bodio si trova in piena attività e a tutt'oggi sono già scavati ca. 4 km di canne singole della galleria principale, mentre lo scavo mediante la prima fresa è in corso. Le premesse, che prevedono che fra due anni può avvenire il collegamento della galleria a Faido sono rispettate.



10 – Profilo tipo tratta di Bodio