

In cantiere con S.I.G. - Società Italiana Gallerie

Gallerie da record

FEDERICA DELUCCHI



L'Assessorato ai Lavori Pubblici della Provincia di Bolzano, in particolare la Ripartizione Infrastrutture, diretta dal dott. Ing. Valentino Pagani, sta svolgendo in questi anni importanti lavori di circoscrizione dei maggiori centri urbani della Valle al fine di alleggerire i centri abitati dall'intenso traffico che interessa la Provincia. Vi sono cantieri a Nord di Bolzano, a Bressanone e Varna, presso Merano e a Sud di Bolzano, a Laives, S. Giacomo e Ora.

Questi ultimi, sono stati oggetto della visita tecnica del 19 novembre scorso. Entrambi i progetti presentati sono caratterizzati da ampi tratti in galleria, il cui avanzamento dei lavori di scavo è di grande interesse tecnico per vari motivi, dalla geologia del contesto interessato (porfidi e conglomerati gnimbrici particolarissimi, con incisioni vallive, attraversamenti di terreni detritici alluvionali e presenza di torrenti), di conseguenza per le tecnologie di scavo/avanzamento adottate che vedono in cantiere a Ora la presenza del Jumbo per la perforazione automatica computeriz-

La variante SS 12 Bronzolo-Bolzano: visita tecnica in cantiere durante lo scavo di avanzamento della Galleria di Laives e del camerone della galleria di S. Daniele della circoscrizione di Ora, fronte di scavo di 370 m² per l'imbocco sud previsto a 4 corsie

Si tratta della prima visita tecnica per il neo eletto Presidente della Società Italiana Gallerie, l'Ing. Enrico Arini di Metropolitana Milanese. «Le visite tecniche in cantiere sono "l'anima vitale" di S.I.G.» afferma Arini presentando il programma culturale della giornata organizzata da S.I.G. in Alto Adige, che prevede la visita tecnica, insieme alla Direzione Lavori, di due gallerie in fase di esecuzione sulla SS12 Bronzolo-Bolzano, rispettivamente la galleria di Laives, a Sud di Bolzano e la galleria S. Daniele alle spalle dell'abitato di Ora.



Foto di gruppo S.I.G. per la visita tecnica del 19 novembre scorso

Variante SS12 Bronzolo-Bolzano: il progetto

L'oggetto degli interventi descritti è la Variante SS12 presso Bronzolo-Bolzano. La SS12, la strada statale che percorre la Provincia autonoma dal Brennero fino a Salorno, non è più in grado di soddisfare le esigenze di una strada extraurbana, comportando disagi alla popolazione residente. Fra Bolzano e Laives per esempio transitano circa 28.000 veicoli giornalmente e dunque, già dal 1994, si sviluppa l'idea concreta di realizzare una variante in galleria per alleggerire il centro di Laives bypassandolo completamente. Nel 1995 viene indetto un concorso di progettazione vinto dallo studio di Ingegneria EUT di Bressanone e dallo studio di consulenza ingegneristica ILF di Innsbruck. Il progetto prevede la circonvallazione dell'abitato di Laives, circa 9 km di lunghezza, che per quasi il 70% si sviluppano in sotterraneo. Si tratta dell'opera di maggior rilievo negli ultimi anni in Alto Adige. Il progetto prevede 3 gallerie a canna unica e traffico bidirezionale:

- galleria san Giacomo, 2.444 m, di cui 218 in artificiale e sezione scatolare all'imbocco Nord (aperta al traffico dal 2005);
 - galleria di Laives, 2.882 m, di cui 96 in artificiale e sezione scatolare all'imbocco Nord (in costruzione);
 - galleria Bronzolo, 672 m, artificiale con sezione scatolare.
- Nel 2006 il progetto è stato diviso in 4 sublotti: Lotto Pineta; Lotto galleria di Laives;

zata Robofore 470 Robodrill, macchina a tre bracci, 49 t di peso per 19 m di lunghezza, equipaggiata con perforatore idraulico Montabert HC 107.

Infine, ma non certo ultimo, è il tema delle scelte progettuali che ha suscitato l'interesse di S.I.G. per l'organizzazione della giornata di studio.

Le gallerie in costruzione hanno dimensioni notevoli e in particolare, presso Ora, è in fase di esecuzione una caverna da record: 32 m di larghezza e sezione di scavo di circa 370 m² per ospitare una galleria bidirezionale con due corsie e altrettante rampe di ac-

cesso per la presenza di uno svincolo in galleria. Ma vediamo con ordine la descrizione dei progetti e i relativi cantieri.

Ringraziamo per l'ospitalità in cantiere l'Ing. Georg Fischnaller, della Società di Ingegneria EUT di Bressanone, progettista generale e delle opere in sotterraneo e Direttore Lavori della Variante SS12 Bolzano-Bronzolo, Lotto Galleria di Laives, e l'Ing. Werner Hünglinger della Società Plan Team di Bolzano, Responsabile della Progettazione e Direzione Lavori della circonvallazione di Ora e delle opere ad essa connesse.



Planimetria della circonvallazione di Laives

Sono previsti inoltre 4 cameroni per la sosta di emergenza, un tratto a 3 corsie in corrispondenza dell'imbocco sud, una caverna di ventilazione collegata ad un pozzo di ventilazione di 291 m di altezza e ad un cunicolo di ventilazione lungo 225 m.

I fumi vengono aspirati da ventilatori assiali con diametro di 3,30 m e potenza 500 kW; portati nei condotti di aspirazione ed evacuati all'esterno attraverso il camino di ventilazione. Il cunicolo è 2.400 m di lunghezza, la sezione 13,50 mq e la distanza delle botole di aspirazione è 84 m circa.

La realizzazione della galleria è in corso dai due imbocchi nord e sud.

Attualmente l'avanzamento è alla progressiva 1305, proprio in corrispondenza della valle, dell'attraversamento della Vallarsa, in una zona geologicamente complessa per la presenza di materiale

sciolto, del torrente Vallarsa e per la copertura limitata di questa parte.

Sono in corso dettagliate indagini per definire come operare tecnicamente l'attraversamento del corso d'acqua. Il sistema di avanzamento previsto è quello tradizionale austriaco: si scava la galleria con esplosivo, poi si realizza un pre-rivestimento di spessore variabile da 15 a 25 cm con centine, spritz e chiodi.

La problematica di scavo nel porfido è legata in particolare al possibile distacco di grossi blocchi ma non a problematiche di stabilità dell'ammasso roccioso. Preventivamente erano state fatte, dall'esterno, indagini per capire dove fosse la linea della roccia e la zona invece con presenza di materiale sciolto. Su una lunghezza di circa 200 m il progetto prevedeva un tratto centrale a tenuta stagna, con un rivestimento interno armato da 80 cm in grado di resistere

Cartello dei lavori, lotto galleria di Laives

Committente: Provincia Autonoma di Bolzano, Ripartizione Infrastrutture

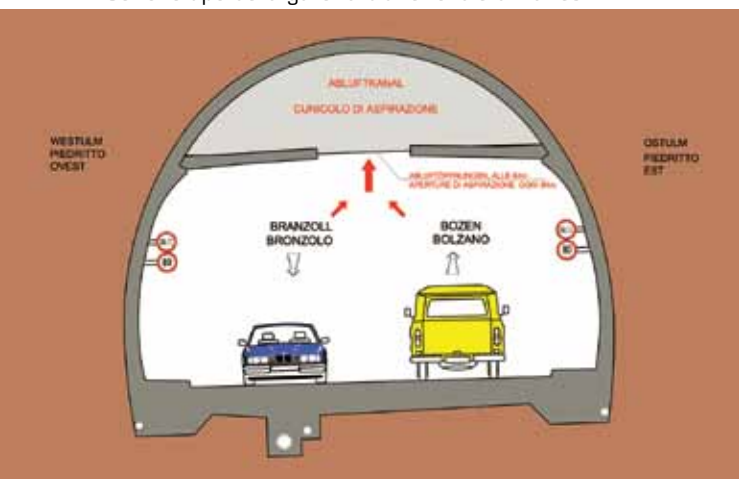
Direzione Lavori: Gruppo di Progettazione ILF Innsbruck, EUT Bressanone, Dott. Ing. Georg Fischnaller

Progettista Generale: Gruppo di Progettazione ILF Innsbruck, EUT Bressanone, Dott. Ing. Georg Fischnaller

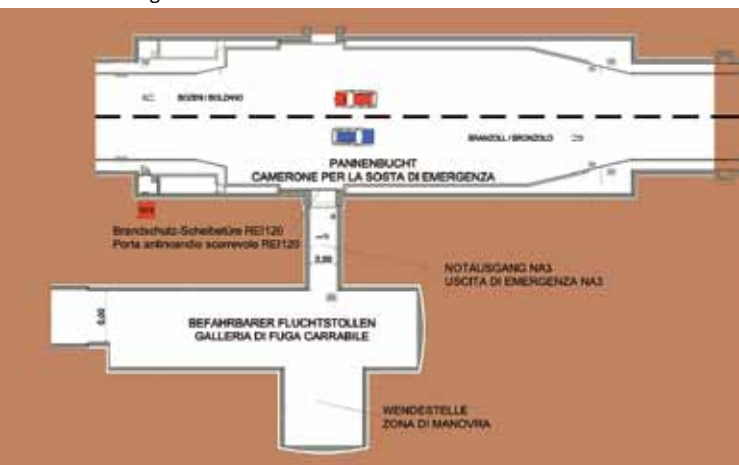
Progettista Opere in Sottterraneo: Gruppo di Progettazione ILF Innsbruck, EUT Bressanone, Dott. Ing. Georg Fischnaller

Impresa esecutrice: ATI Conbau, Edilmac, Fondazioni Speciali, PAC

Sezione tipo della galleria bidirezionale di Laives



Planimetria del camerone per la sosta di emergenza e galleria di fuga carrabile con area di manovra mezzi



all'ipotetica spinta idraulica di 6 bar. Il progetto prevedeva tuttavia in fase esecutiva la realizzazione di indagini in fase di avanzamento. Erano previsti interventi di consolidamento e impermeabilizzazione dell'ammasso roccioso, oltre che di ottimizzazione dello scavo, progettando le esplosioni in modo

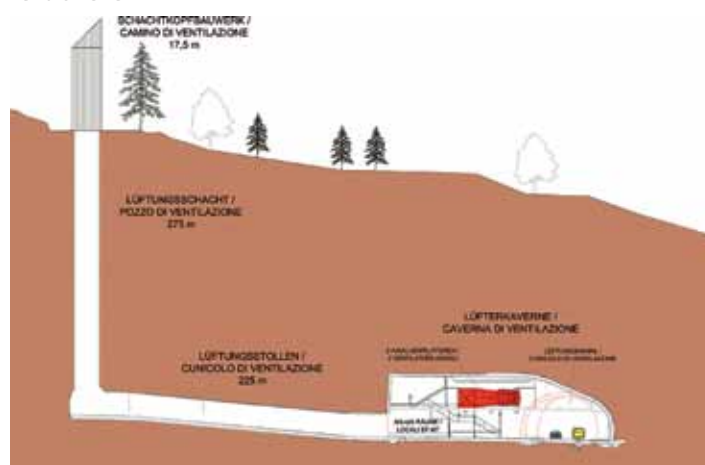
da ridurre al massimo le vibrazioni e dunque i possibili danni all'ammasso roccioso circostante.

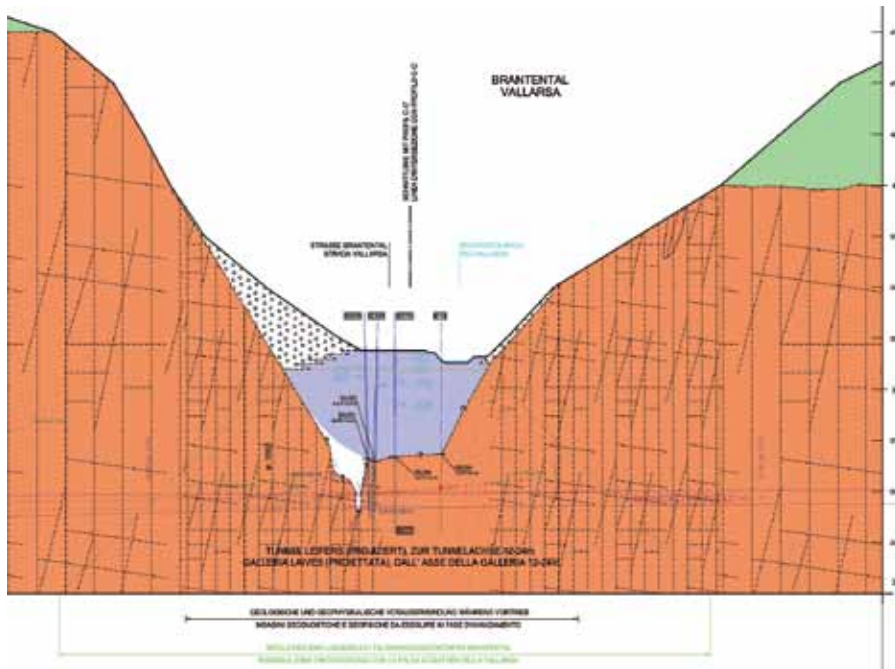
Attraverso 2 fori a carotaggio verso l'alto e un altro a distruzione oltre la Vallarsa sono state riscontrate zone dove la consistenza è abbastanza buona, alternate ad altre dove si presenta fratturata.

Un terzo foro in fase di realizzazione al fondo definirà meglio la conformazione, tipica del porfido, con presenza di una gola riempita di materiale alluvionale e calcare.

Si sta così mettendo a punto la strategia di intervento corretta per questo attraversamento, rispettando le indicazioni

Sezione della caverna di ventilazione, del cunicolo e del pozzo di ventilazione





Sezione sulla Vallarsa

di VIA che chiedono la limitazione delle interferenze con la falda acquifera che alimenta dei pozzi che a loro volta servono l'abitato di Laives. Il sistema di avanzamento adottato è quello tradizionale con ombrello di infilaggi con iniezioni primarie e secondarie, con scavo tradizionale, riducendo le lunghezze di sfondo e rinunciando all'impermeabilizzazione completa e riducendo lo spessore di rivestimento.

Fra le problematiche che sono occorse in cantiere vi è stata, al raggiungimento di circa 30 m dall'imbocco sud, la fessurazione nel pre-rivestimento, la cui origine era dovuta al carico a causa della conformazione dell'ammasso roccioso, a lastroni. Interventi di iniezione e chiodatura hanno definitivamente risolto il problema. Dal punto di vista geologico la galleria manifestava una serie di fessurazioni, faglie subparallele alla galleria che hanno portato alcune infiltrazioni di acqua in galleria.

Oggi all'imbocco nord registriamo circa 10-15 l/sec.

Quest'acqua confluisce all'impianto di depurazione installato dall'impresa e viene quindi immessa in un fosso adiacente. I lavori sono previsti in 52 mesi; l'avanzamento Nord è iniziato nel febbraio 2009 e ha raggiunto i 1305 m (ottobre 2010); a Sud un po' più tardi a

causa di lavori di messa in sicurezza necessari prima dello scavo. A Sud l'avanzamento è iniziato a maggio 2010 e ha raggiunto i 90 m. I cunicoli della via di fuga N3 e N4 sono stati realizzati per circa 500 m e il cunicolo di ventilazione è stato completato. Il foro pilota del pozzo di ventilazione ha raggiunto oggi la profondità di 60 m.

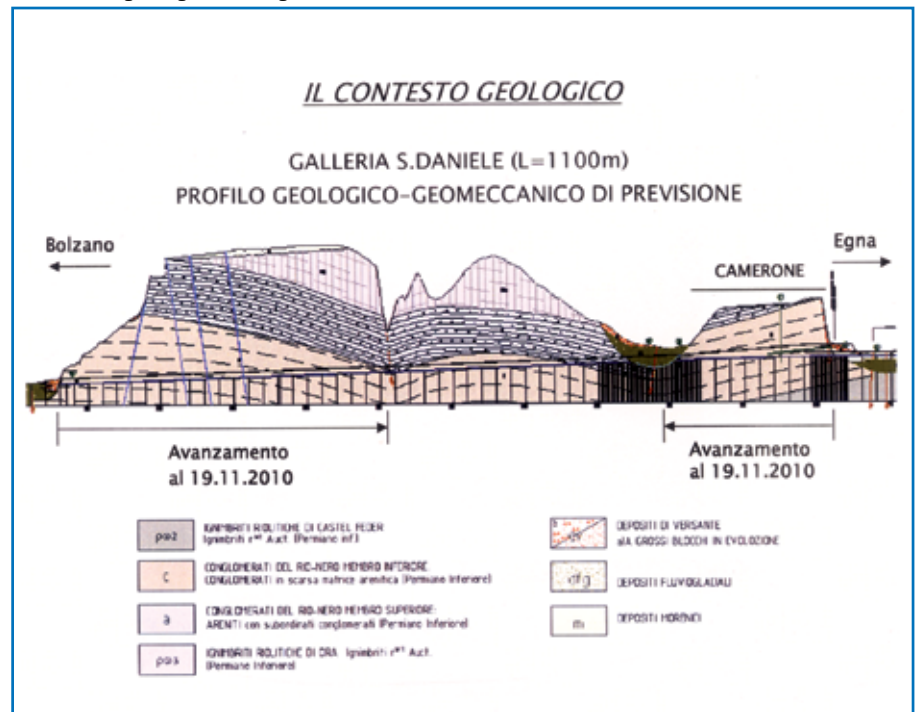
La piattaforma stradale, in accordo con

l'amministrazione provinciale prevede un progetto pilota con piattaforma in calcestruzzo per motivi di durabilità e per problematiche di sicurezza anti-incendio.

SS12 circonvallazione di Ora e collegamento fra la SS 48 Ora-S. Lugano e la A22

L'abitato di Ora è attraversato da nord a sud dalla SS 12 e si trova oggi all'incrocio di diverse vie di collegamento, oltre alla SS 12, la SS 48 della Val di Fiemme e la SP 12 da Termeno. Con l'aumento del traffico pendolare e lo sviluppo delle zone residenziali periferiche, Ora si è trovata ad assumere il ruolo di un grande nodo di passaggio, di traffico intenso, ma solo di transito. Di qui la decisione della Provincia Autonoma di Bolzano di progettare la circonvallazione dell'abitato, con la realizzazione di un tracciato in galleria e svincoli in rotatoria per suddividere il traffico locale dal traffico di transito e verso la Val di Fiemme. Nel 2000 è stata vinta la gara di progettazione dal raggruppamento temporaneo Bonifica Spa di Roma, Studio

Il contesto geologico della galleria S. Daniele

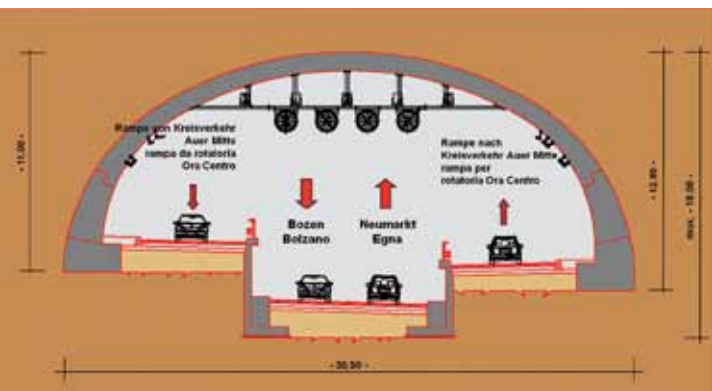




La rotonda dello svincolo di Ora, prima e dopo l'intervento

Ing. Bergmeister Srl di Varna e Dott. Ing. Johann Röck, Plan Team Srl di Bolzano. Il progetto è suddiviso in due lotti funzionali, il primo (valore circa 20 milioni)

Sezione della galleria S. Daniele nel tratto a 4 corsie parallele (imbocco sud)



è già realizzato e aperto al traffico dal 2009. Esso comprende la galleria Castelfeder di 995 m, la rotonda presso il ponte sul Rio Nero e una breve galleria di collegamento, la galleria Montagna, di 145 m.

Queste opere intercettano il traffico dalla Val di Fiemme e lo indirizzano verso sud direttamente, nei pressi del casello della A22.

Il secondo lotto, in esecuzione (valore circa 30 milioni) è il prolungamento e completamento della circonvallazione di Ora verso nord. È deno-

minato S. Daniele dal nome della galleria in costruzione, di lunghezza 1.062 m che tramite una nuova rotonda collegherà con l'attuale SS12, deviando in galleria tutto il traffico di transito sull'asse nord-sud.

La galleria San Daniele è particolare per la sezione: all'inizio si presenta con una sezione di scavo standard di circa 80 m², poi all'interno della montagna è previsto uno svincolo, quindi rampe di accesso e di uscita.

La galleria diventa a 4 corsie e la SS12 si immette sotto la rotonda in galleria artificiale per poi proseguire in una caverna che presenta una particolarità: 4 corsie, quasi 32 m di larghezza per una sezione che varia fra 250 e 300 m².

Planimetria degli interventi di circonvallazione e bypass di Ora





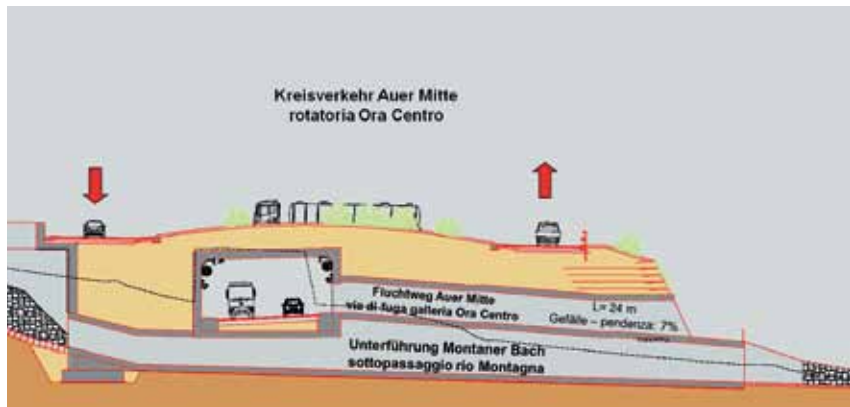
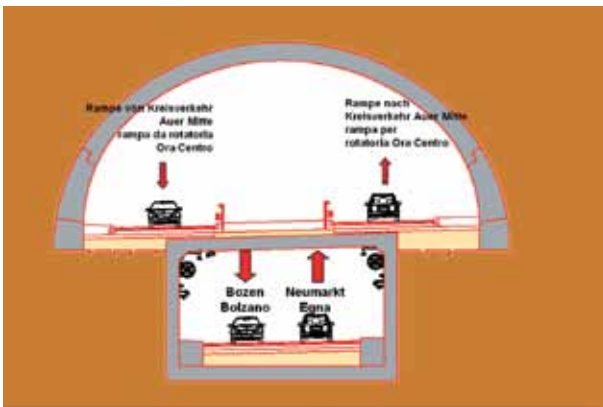
Fase di scavo del camerone: scavo parzializzato dei cunicoli laterali. In un secondo tempo si prevede l'abbattimento del pilastro centrale. Sezioni tipo sulle due fasi di lavorazione

Presso la rotonda all'imbocco sud vi sono 3 livelli di progetto: la rotonda superficiale che smista il traffico locale con lo svincolo Ora centro, il bypass

sotterraneo per il traffico diretto in Val di Fiemme e il rio Montagna che passa al di sotto di questi. La galleria S. Daniele si scava su due

fronti: da sud è stata raggiunta la progressiva 210 m, da nord 420 m. L'apertura al traffico è prevista per il 2013-2014.

Sezione della galleria e della rotonda presso lo svincolo di Ora centro



La rotonda di Ora centro in costruzione e ultimata





La tecnica di scavo del camerone

La galleria di Ora presenta delle peculiarità: le dimensioni eccezionali della caverna che ha larghezza massima di 32 m e sezione circa 370 m².

Dal punto di vista geologico, lo scavo interessa il Complesso Vulcanico Atesino, costituito qui da conglomerati ignimbrici, che sembrano del tutto simili ai porfidi, ma in realtà si tratta di rocce sedimentarie. Questi conglomerati porfirici hanno una struttura inu-

suale nei porfidi, con presenza di interessanti blocchi massivi. Per questo motivo è stata sperimentata un'operazione di cavazione in galleria con l'ausilio di attrezzature a filo diamantato.

Il risultato, se dal punto di vista tecnico è stato buono, purtroppo non lo è stato altrettanto dal punto di vista geologico, a causa di una diffusa presenza di inclusi alterati, retrocessi e trasformati in argilla. L'avanzamento ad oggi dalla parte nord, dal punto di vista geologico e gomeccanico ha raggiunto una faglia che non causa particolari problemi; dall'al-

Cartello dei lavori, lotto 1+2

Committente: Provincia Autonoma di Bolzano, Ripartizione Infrastrutture.

Direzione Lavori: Raggruppamento temporaneo: Bonifica Spa di Roma, Studio Ing. Bergmeister Srl di Varna e Dr. Ing. Johann Röck, Plan Team Srl di Bolzano (D.L. 1° Lotto Dr. Ing. Johann Röck, Plan Team, Bolzano; D.L. 2° Lotto Dr. Ing. Cristofaro Broda, Bonifica Spa, Roma).

Progettista generale: Raggruppamento temporaneo: Bonifica Spa di Roma, Studio Ing. Bergmeister Srl di Varna e Dott. Ing. Johann Röck, Plan Team Srl di Bolzano.

Progettista Opere in Sottterraneo: Raggruppamento temporaneo: Bonifica Spa di Roma, Studio Ing. Bergmeister Srl di Varna e Dr. Ing. Johann Röck, Plan Team Srl di Bolzano.

Impresa esecutrice 1° lotto: Conbau Srl, Bolzano; Oberosler Spa, Bolzano, PAC Spa, Bolzano.

Impresa esecutrice 2° lotto: PAC Spa, Bolzano, Conbau Srl, Bolzano.

Svincolo di Ora centro. Prima dei lavori, rendering di progetto e opere realizzate



tra parte, completato lo scavo del camerone, è stato raggiunto un paleoalveo con materiale sciolto e lo scavo procede mediante pre-sostegni con infilaggi e consolidamento del fronte con vetroresina. Sono previsti anche dei drenaggi in avanzamento per la presenza di molta acqua.

Per lo scavo del camerone di svincolo sud, date le dimensioni notevoli, il progetto ha previsto una parzializzazione dello scavo: dapprima l'avanzamento dai due cunicoli laterali che hanno avuto anche funzione di sondaggio diagnostico; in un secondo tempo è stato abbattuto il pilastro centrale. L'operazione ha evidenziato problemi di stabilità in calotta. Il monitoraggio ha evidenziato in particolare l'estensione della fascia plasticizzata a contorno dello scavo superiore alle attese e con deformazioni importanti.

La profondità delle barre di ancoraggio era stata prevista di 7,5 m, ma è stata dunque portata a 12 m e non è stata rilevata più alcuna deformazione. Durante lo scavo del pilastro centrale si è verificata la difficoltà a profilare per frantumamento e distacchi di materiale in calotta. Ovvviare al problema con pre-sostegni classici tramite infilaggi risultava particolarmente oneroso per il posizionamento di centine su una sezione di questo tipo, per cui si è scelto insieme alla Direzione Lavori di eseguire delle lance in avanzamento con 24 barre cave autoperforanti da 38 mm e di 6 m di lunghezza. Si realizzano 2 sfondi da 2 m ciascuno e si ripete l'intervento di chiodatura in avanzamento. Per poter ripartire le 24 barre sull'arco di calotta è stata realizzata una trave di ripartizione dei chiodi con semicentina reticolare bullonata e spritz. Ad ogni sfondo di 2 m si realizza una raggiera di bulloni meccanici (ancoraggi tipo swellex) e alla fine di ogni campo si realizzano bulloni pretesati, di 12 m di lunghezza con ancoraggio puntuale in testa. In questo modo, grazie alla pretensione, viene garantita sempre la presenza di un ancoraggio attivo in avanzamento. ■

