RESISTERE AI SOLFATI

Attraverso l'utilizzo di una malta speciale e di macchine intonacatrici opportunamente modificate è stato possibile ripristinare la galleria autostradale di Piedicastello sull'Autobrennero.

di Pasquale Zaffaroni

L'adozione di specifici accorgimenti, messi a punto per questa particolare applicazione, ha permesso l'esecuzione dei lavori di ordinaria manutenzione nella canna nord della galleria di Piedicastello, commissionati e diretti dalla A22 Autostrade del Brennero e vinti in gara d'appalto dall'ATI, di cui la capogruppo è la società S.C.A. S.p.A. (Società Costruzioni Appalti) di Roma. La galleria di Piedicastello è formata da due fornici separate da un esiguo diaframma di 2.80 m e copertura massima di 100 m.
Lo stralcio canna sud è stato il banco di perfezionamento per la messa a punto di una macchina intonacatrice a miscelazione continua generalmente utilizzata per l'applicazione di intonaci civili (Putzmeister MP 25 S distribuita in Italia dalla Agres S.r.l.).
Poiché questa attrezzatura, impiegata per aumentare la versatilità e la comodità d'uso, si è dimostrata all'altezza del compito è stata adottata anche nello stralcio nord, lungo 900 metri.

Natura dell'opera

Scavata alla fine degli anni Sessanta, la galleria di Piedicastello attraversa formazioni sedimentarie Cretaciche e Paleoceniche con evidenti fenomeni di permeabilità e di scarse caratteristiche meccaniche. Il rivestimento della galleria è privo di impermeabilizzazione e risulta armato quasi interamente in calotta e

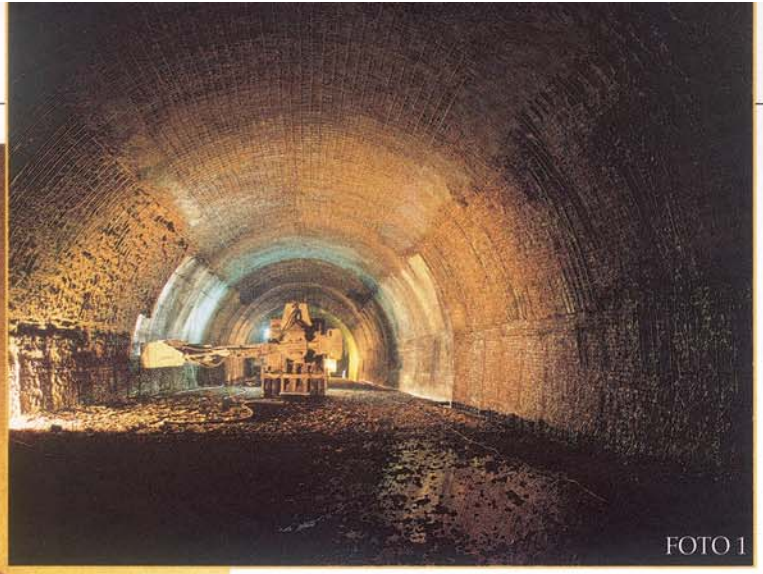
FOTO 1

parzialmente su piedritti e arco rovescio. L'elevata permeabilità della formazione rocciosa, molto frammentata, e l'assenza di impermeabilizzazione hanno contribuito ad accentuare percolazioni e stillicidi attraverso il rivestimento, in particolare sulle riprese di getto longitudinali e trasversali.
Il percolamento di acque ricche di sali solubili, in particolare solfati, assieme ai fenomeni di gelo-disgelo che colpiscono gli imbocchi della galleria e insieme alle emissioni di anidride solforosa e carbonica, rappresentano le principali cause di degrado del cls.

Le dettagliate indagini sullo stato di conservazione dell'opera, commissionate dalla Società Autobrennero S.p.A. al fine di valutare l'intervento più adeguato, hanno portato alle seguenti conclusioni:
• la galleria Piedicastello non presentava particolari deficienze costruttive;
• il calcestruzzo risultava mediamente di buona qualità nelle parti interne, anche se interessato da fessurazioni profonde. Lungo la zona superficiale era presente uno strato degradato di spessore variabile da 5 a 25 cm;
• sul rivestimento era attivo uno stato tensionale dovuto alle caratteristiche della massa rocciosa;
• l'ammasso roccioso nell'immediato intorno del rivestimento si presentava molto fratturato con presenza di vuoti.
Il criterio di base per la sistemazione della galleria ha previsto un risanamento del rivestimento superficiale, la sua impermeabilizzazione perimetrale e il miglioramento dell'interazione tra rivestimento e massa rocciosa.
La società Autobrennero ha optato per un intervento di tipo a guscio con idrodemolizione corticale del rivestimento, risarcitura e ricostruzione del guscio drenante impermeabile e coibentato.

FOTO 2

FOTO 3

Idrodemolita e rimessa in sagoma

Dopo lo smantellamento degli impianti esistenti e la messa in sicurezza attraverso tiranti fissati su tutta la lunghezza della galleria, è iniziata l'idrodemolizione ad alta pressione per rimuovere il calcestruzzo ammalorato (Foto 1). Come ci spiega il geom. Luca Manueli della ditta Mosconi S.r.l. di Edolo (TN), l'impresa che ha eseguito l'idrodemolizione del cls: "l'drodemolizione è stata eseguita con una macchina a 1250 atmosfere e un'altra, più potente, a 1350 atmosfere, che ha consentito di asportare circa 8 cm di spessore medio di calcestruzzo (per un totale di 1400 m^3 di volume idrodemolito). L'acqua impiegata è stata poi recuperata e depurata attraverso un impianto speciale e rigettata a fiume, completamente ripulita".

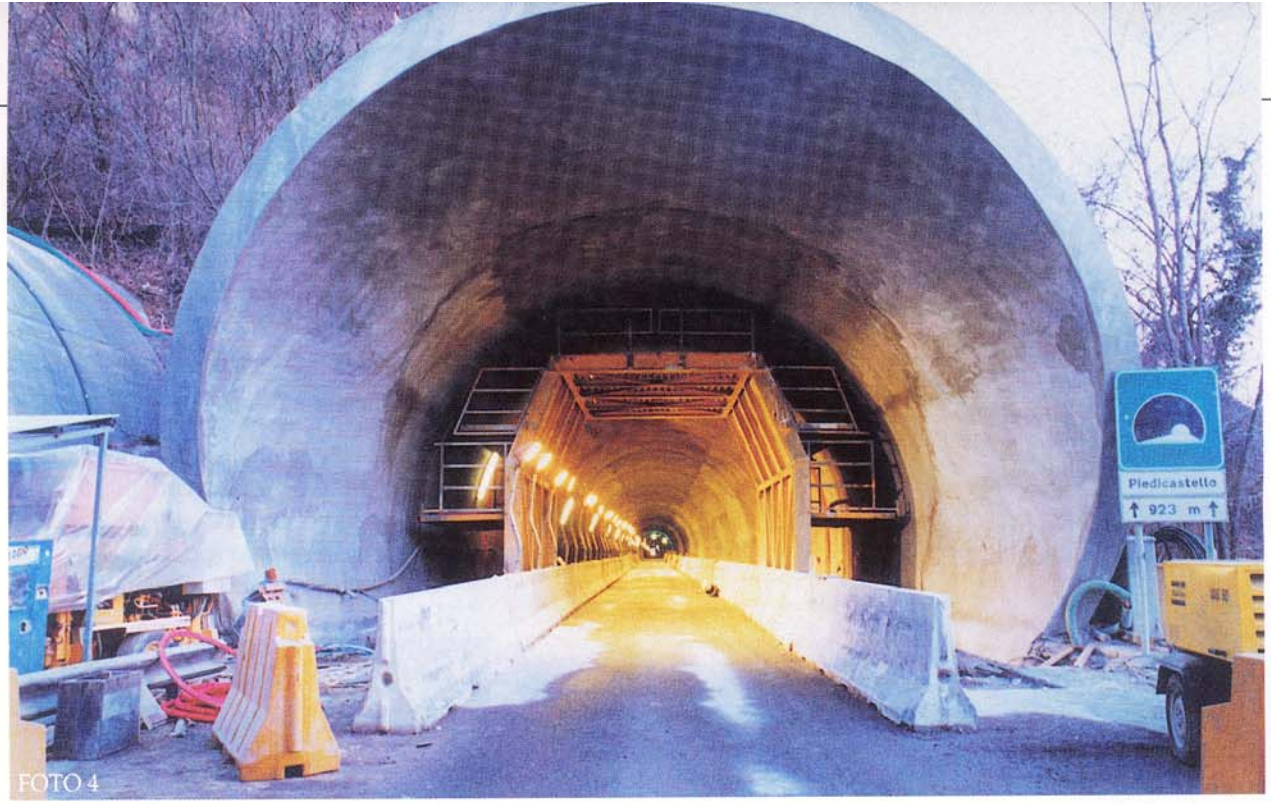

FOTO 4

L'idrodemolizione ha permesso di ottenere i seguenti vantaggi: tempi d'intervento contenuti, assenza completa di vibrazioni sulla vicina canna in esercizio e sulla massa rocciosa, rimozione selettiva del cls degradato e conservazione delle armature esistenti.
Per motivi strutturali, gli interventi si sono svolti secondo la seguente procedura:
1. idrodemolizione della calotta;
2. ancoraggio delle armature scoperte e riempimento della cavità con betoncini premiscelati;
3. idrodemolizione dei piedritti.
Dopo questa fase è stata prima riparata la calotta, previa posa di una rete elettrosaldata di rinforzo collegata a oltre 3000 bulloni di ancoraggio lunghi 4.50 m, e poi rimessa in sagoma l'intera galleria, ricostruendo lo spessore con più riprese di MAPEGROUT T60, malta monocomponente tissotropica fibrorinforzata resistente ai solfati (Foto 2, 3 e 4).
I lavori di finitura sono consistiti nel rivestimento in lastre grecate di acciaio inox, materassino fonico e pannello antiriflettente in alluminio (Foto 5 e 6).

Lavoro senza sosta

Le condizioni in cui si trovavano gli addetti erano molto particolari, come ha spiegato Natale Corina, capo squadra dell'équipe di 20 operatori impegnati in questo cantiere: "le 24 ore lavorative erano scandite a ritmo di 8 ore a turno, compreso il sabato. Ogni settimana c'era il cambio turno e il lavoro praticamente non ha conosciuto soste".
Inoltre, come ulteriore complicazione, secondo un calendario previsto al momento della gara d'appalto, in tutti i week-end doveva essere consentito il traffico a una sola carreggiata, senza interrompere mai i lavori.
"Il MAPEGROUT T60 impiegato per intonacare ha caratteristiche particolari che danno ottimi risultati e una buona resa", continua Corina, "per cui riusciamo a spruzzare anche 10 pallet con una sola macchina per ogni turno (125 quintali per macchina)".
I lavori sono avanzati con una media di 20 metri lineari al giorno per tutte le fasi e ha richiesto l'impiego di una settantina di uomini.

Resistere alle aggressioni

MAPEGROUT T60, la malta monocomponente tissotropica firborinforzata a base cementizia impiegata in questo cantiere, ha caratteristiche che rispondono al rigoroso capitolato delle Autostrade del Brennero.
Il materiale è nato fondamentalmente per il ripristino strutturale del calcestruzzo ammalorato di gallerie, viadotti e opere idrauliche, e, contenendo un cemento con un basso C_3A, resiste perfettamente all'aggressione solfatica, fattore particolarmente importante quando, come in questo caso, siamo in presenza di acque aggressive.
Inoltre, l'elevata tissotropia di

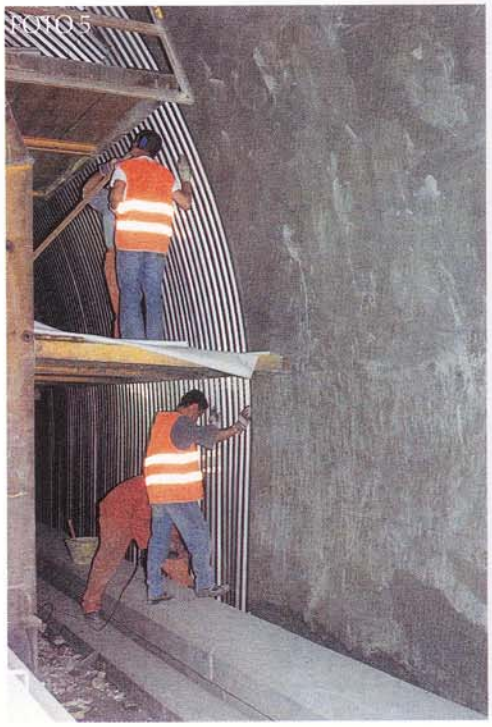
FOTO 5

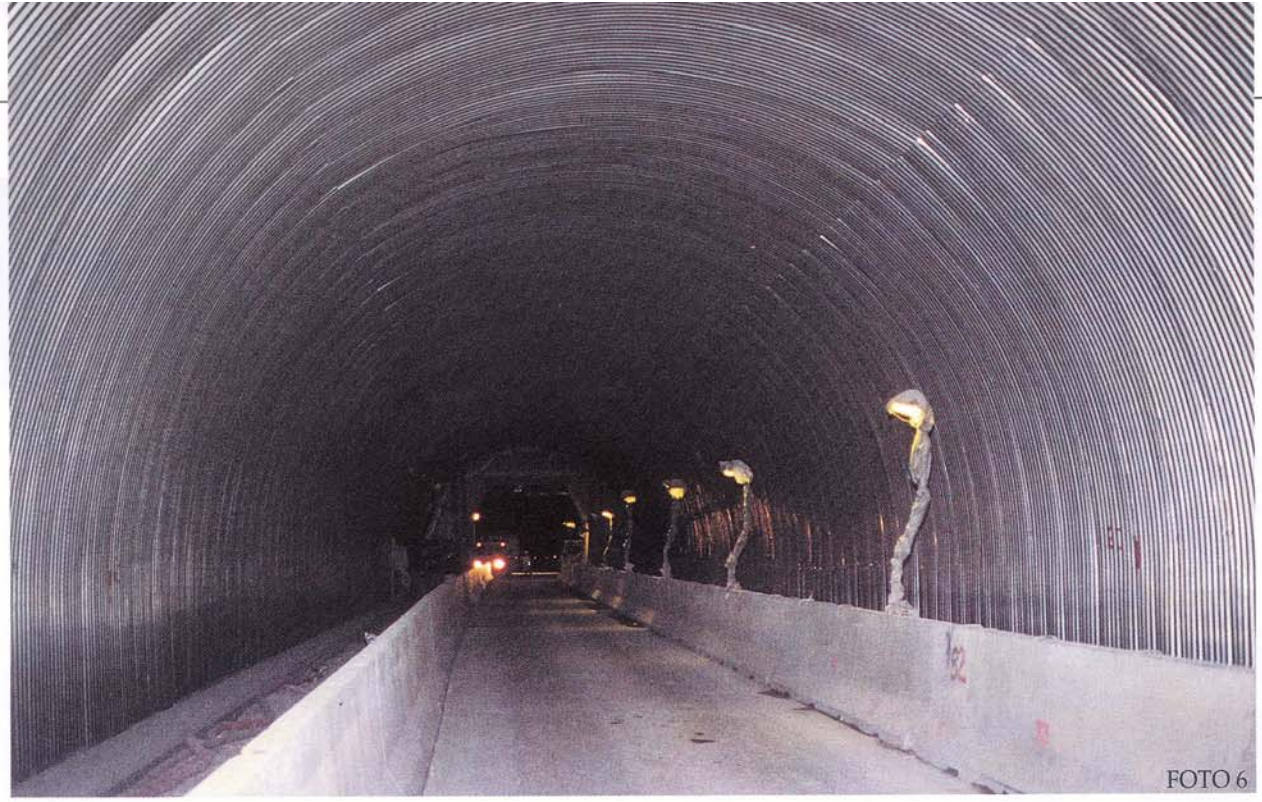

FOTO 6

MAPEGROUT T60 rende facile l'applicazione mediante proiezione per via umida, anche se gli spessori da riportare sono notevoli. MAPEGROUT T60 è dotato di elevate resistenze meccaniche a compressione: per questa specifica applicazione, veniva richiesta un'adesione al supporto molto elevata, superiore ai 2 MPa e un'adesione su "cunei" (secondo il metodo autostrade) superiore a 6 MPa.

Un materiale studiato e testato

La fornitura di MAPEGROUT T60 è stata indubbiamente molto impegnativa: è stato infatti necessario consegnare fino a 4 autotreni di prodotto al giorno per diversi mesi.
La ricerca ha svolto un ruolo determinante nel mettere a punto questo prodotto: sono infatti stati eseguiti test di cicli di invecchiamento accelerati e una simulazione di aggressioni anche esasperate per monitorare il comportamento di MAPEGROUT T60 nel tempo. Le prove effettuate nelle apposite camere di simulazione ai cicli gelo-disgelo hanno tra l'altro evidenziato che il prodotto ha un'ottima resistenza.
I controlli di Autostrade del Brennero sul materiale in opera sono stati rigorosissimi: alcune prove sono state fatte in situ prelevando non solo i campioni di MAPEGROUT T60 durante l'esecuzione del getto, ma anche i campioni del prodotto applicato per mezzo di prove di pull out (resistenza per trazione diretta).

Cantiere qualificato

L'organizzazione del cantiere durante i mesi antecedenti l'inizio delle fasi operative è stata in questo caso fondamentale, in quanto, per la buona riuscita del lavoro e della consegna negli stretti tempi previsti, è stato necessario lo studio delle attrezzature con la relativa pre-qualifica dei prodotti e la stretta collaborazione di tutti i tecnici coinvolti. Tutto ciò ha consentito di partire con idee molto chiare sulla tempistica, l'ottimizzazione delle capacità produttive, l'adeguamento delle macchine intonacatrici e la messa a punto della corretta applicazione del prodotto.

Rielaborazione dell'articolo tratto da "Costruzioni" 5/99 che ringraziamo. Le foto 2 e 3 sono gentilmente concesse dalla Agres S.r.l. di Monza (MI)

DATI TECNICI PRESTAZIONALI DI MAPEGROUT T60

Spandimento:	40-80% (UNI 7044/72)
Resistenza a compressione:	> 60 MPa (a 28 gg)
Resistenza a flessione:	> 9 MPa (a 28 gg)
Modulo elastico statico a compressione:	27.000-31.000 Mpa
Adesione al supporto:	> 2 MPa
Adesione su "cunei autostrade":	> 5,5

Le scheda tecnica del prodotto citato in questo articolo è contenuta nel raccoglitore Mapei numero 3 "Linea edilizia".

SCHEDA TECNICA

Galleria di Piedicastello (Canna Nord) - Trento

Anno dell'intervento: 1998-1999

Progetto: Autostrade del Brennero - ufficio tecnico dell'A22

Direzione Lavori: Autostrade del Brennero - ing. Vivaldelli

Impresa: ATI (S.C.A. S.p.A.) di Roma - ing. Giuliano Cecchini

Impresa di idrodemolizione: Mosconi di Edolo (TN)

Prodotto per la ricostruzione del cls: MAPEGROUT T60

Coordinamento Mapei: Pasquale Zaffaroni e Fulvio Bianchi