

Autostrada A14:

Resina poliuretanic**a** bicomponente rallentata MasterRoc MP 355 MR0 per il preconsolidamento e il presostegno del cavo in terreni limoso-sabbiosi.

Il progetto

Nell'ambito dei lavori di ampliamento della sede stradale esistente, a 3 corsie previste, in corrispondenza della galleria naturale Novilara, situata lungo il tracciato dell'autostrada A14 Bologna – Bari - Taranto, nel tratto Cattolica – Fano, si è reso necessario studiare un consolidamento in avanzamento previsto per lo scavo dei tratti di galleria naturale all'interno dei terreni di caratteristiche geotecniche più scadenti (depositi sabbioso-limosi e detrito di versante).



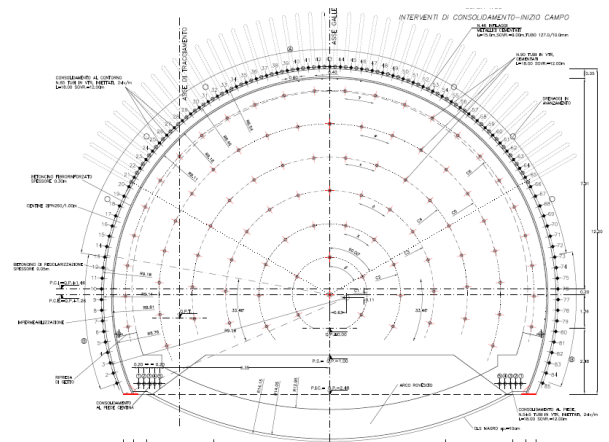
Galleria Novilara oggetto del consolidamento in avanzamento

La sfida

La tratta in esame è caratterizzata da basse coperture e dalla presenza di terreni incoerenti o

poco coerenti. In tali condizioni è stato previsto per lo scavo delle gallerie un sistematico consolidamento del terreno al contorno e sul fronte con l'intento di agevolare la fase di scavo in sicurezza e minimizzare il campo deformativo in superficie. In particolare, l'intervento al contorno prevedeva:

- un preconsolidamento con elementi in vtr di lunghezza pari a 18m, con 2 valvole/m e sovrapposizione pari a 12m, iniettati con miscele cementizie convenzionali
- un presostegno con infilaggi metallici di lunghezza pari a 15m e sovrapposizione di 9m, iniettati con miscele cementizie convenzionali



Venuta d'acqua dal fondo dello scavo del pozzo

Il consolidamento del fronte, invece, è stato previsto mediante l'installazione di elementi resistenti in vetroresina, semplicemente cementati, salvo una sovrapposizione valvolata prevista come eventuale in presenza d'acqua.

I consolidamenti dovevano garantire il raggiungimento dei seguenti parametri geotecnici, come da progetto esecutivo:

Coesione c [kPa]	Modulo elastico E [MPa]
125	150

Durante la fase di iniezione si è riscontrata una scarsa iniettabilità dei terreni limoso-sabbiosi dovuta ad una significativa percentuale di limo e al basso tasso di confinamento, questo ha portato ad una disomogeneità dell'intervento vista in seguito ad un campo prova e ad osservazioni sul campo. Infatti, nonostante gli assorbimenti registrati in corrispondenza di ciascuna valvola, l'osservazione visiva ha evidenziato numerosi tratti privi di miscela all'esterno dell'iniezione di guaina e una distribuzione disomogenea e aleatoria dei trattamenti di iniezione.

Si è riscontrata, poi, anche una perdita di efficienza del presostegno con infilaggi metallici cementati, e un aumento dei rischi di instabilità localizzata (effetto clessidra) in un contesto di basse coperture e basse tolleranze deformative.

Inoltre, l'effetto di miglioramento delle proprietà del terreno a seguito dei trattamenti è risultato ampiamente inferiore ai valori attesi in progetto. Da ciò ne consegue che, per raggiungere i valori di coesione e modulo elastico E da progetto, sarebbe stato necessario aumentare i volumi di iniezione e quindi il numero di passate.

Ovviamente, le tempistiche di realizzazione delle iniezioni per i maggiori volumi di miscela da iniettare, per raggiungere il miglioramento atteso, avrebbero inevitabilmente subito un aumento consistente, e si sarebbe così calcolato un fisiologico allungamento dei tempi di iniezione, per singolo campo di consolidamento, fino a 25 giorni/campo. Questo avrebbe potuto inficiare il regolare svolgimento dell'avanzamento e quindi si è optato per una soluzione alternativa del preconsolidamento al contorno, attraverso l'impiego di una resina strutturale relativamente rapid, quale la resina poliuretana bicomponente MasterRoc MP 355 MR0, a reazione rallentata.



Resina poliuretana bicomponente, a reazione rallentata, MasterRoc MP 355 MR0 in espansione libera

Quindi, diventava necessario:

- un aumento di prestazionalità dell'intervento di iniezione del presostegno
- la creazione di un arco chiuso di presostegno, con effetto ponte atto a garantire la stabilità in calotta in un contesto di coperture ridotte e materiale scadente
- un miglioramento dell'aderenza tra elementi di preconsolidamento e terreno
- il rispetto dei tempi di esecuzione dell'opera

La soluzione Master Builders Solutions

Dopo aver constatato l'impossibilità di creare una massa di terreno omogeneamente consolidata al contorno dello scavo, è risultato di particolare importanza garantire la tenuta dell'intervento di

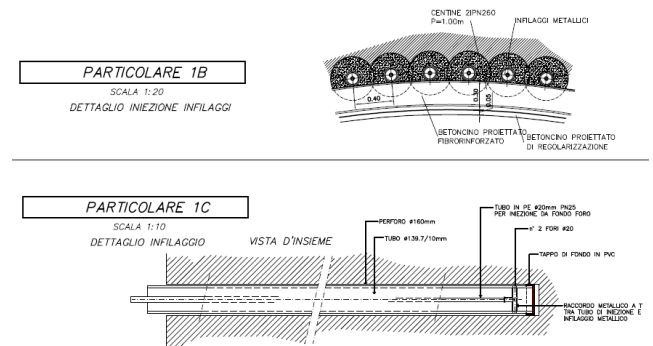
presostegno al contorno dello scavo, per ovviare a possibili refluenti del terreno sabbioso attraverso i tubi degli infilaggi che, a causa della ridotta copertura, avrebbero potuto creare importanti subsidenze in superficie.

Per ridurre tutti i potenziali rischi connessi con la realizzazione di un non corretto presostegno, è stata elaborata una soluzione di adeguamento della sezione tipo incentrata sull'aumento del diametro dei tubi di infilaggio e l'utilizzo di miscele chimiche, quali la resina poliuretanica bicomponente MasterRoc MP 355 MR0, con l'intento di creare un "ponte" consolidato resistente tra due tubi di infilaggio accostati. Come intervento complementare si è scelto poi di aumentare il diametro di perforazione per gli elementi in vetroresina e impiegare una miscela cementizia con legante a ritiro compensato.

Per l'iniezione degli infilaggi metallici si è scelto di operare con la resina poliuretanica bicomponente MasterRoc MP 355 MR0, a reazione rallentata, in modo tale da permettere alla resina di percorrere l'intera lunghezza del tubo (15m) fino al raggiungimento dei punti di fuoriuscita ed iniezione all'interno dell'ammasso.

Quindi, nella fattispecie, la resina poliuretanica bicomponente MasterRoc MP 355 MR0 è stata iniettata all'interno di infilaggi metallici, con tappo di fondo in pvc, al posto della miscela cementizia convenzionale. Il foro di 160mm ospitava un tubo metallico di 139,7mm di diametro e 10mm di spessore, nel quale alloggiava un tubicino in polietilene PN25, di 20mm di diametro, con un raccordo metallico a T a fondo foro. Attraverso il tubicino in polietilene scorreva la resina, adeguatamente tarata, e fuoriusciva da due fori di

20mm di diametro in corrispondenza del raccordo a T.



Particolare dell'infilaggio metallico attraverso cui è stata iniettata la resina MasterRoc MP 355 MR0



Tubicino in polietilene PN25 per l'iniezione della resina MasterRoc MP 355 MR0



Raccordo a T a fondo foro per l'iniezione della resina MasterRoc MP 355 MR0

I risultati

Per quanto riguarda il preconsolidamento al contorno, è stato riscontrato che il lavoro congiunto della resina poliuretanica bicomponente MasterRoc MP 355 MR0 iniettata dall'interno degli infilaggi metallici e della malta espandente all'interno dei vtr ha sortito eccellenti risultati tra cui:

- omogeneizzazione dell'intervento con creazione di un ponte mediamente continuo a presostegno del cavo
- effetto di ricompressione indotto sia dall'intervento di presostegno che da quello di preconsolidamento
- assenza di rotture per claquage indotte sul terreno e ridotta dispersione delle miscele
- riduzione complessiva della conducibilità idraulica al contorno



