



BREVETTO EUROPEO n. 0.851.064

UNI EN ISO 9001:2008 Certificato di Sistema di Gestione Qualità TÜV nr. 50 100 7969
BS OHSAS 18001:2007 Certificato di Sistema di Gestione Sicurezza TÜV nr. 50 100 10538
UNI EN ISO 14001:2004 Certificato di Sistema di Gestione Ambientale TÜV nr. 50 100 12148



Casi Speciali
Case Historie

CONSOLIDAMENTO di un TERRAPIENO FERROVIARIO

Rijeka - Croazia - 2010

IL MANUFATTO

Il terrapieno della ferrovia è stato realizzato circa 150 anni fa ed è costituito da un riempimento in pietre che colma una fossa già scavata in precedenza ad una profondità di circa 13,0 m sotto l'attuale strada ferrata.

IL PROBLEMA

Per posare un gasdotto sotto il terrapieno, si è scavato un tunnel del diametro di 0,65 m perforando il sottosuolo con la tecnologia HDD (Horizontal Directional Drilling). Durante la realizzazione del tunnel e l'inserimento del tubo si è scoperta la presenza di un cedimento sotto la ferrovia. I lavori sono stati bloccati in attesa di un intervento di ripristino della sicurezza del cantiere.

LA SOLUZIONE

Si è scelta la tecnologia brevettata Uretek Deep Injections® capace di ridurre la quantità e la dimensione dei vuoti presenti fra gli elementi che costituiscono il terrapieno aumentandone di fatto la rigidità. Questa tecnologia utilizza iniezioni della speciale resina Geoplus® a rapida espansione ed alta pressione di rigonfiamento. Grazie ad una accurata analisi 3D agli elementi finiti, è stato possibile individuare le zone più sollecitate dallo scavo del tunnel nelle quali concentrare l'azione dell'intervento Uretek, sia per stabilizzare la situazione iniziale che per prevenire eventuali cedimenti futuri. L'intervento ha avuto pieno successo ed è stato possibile terminare la posa della tubazione.



FASI
INTERVENTO

URETEK® DEEP INJECTIONS

per la stabilizzazione dei terreni di fondazione

I PUNTI DI FORZA:

- Non invasivo, senza scavi o lavori in muratura;
- Rapido ed immediatamente efficace;
- Non sporca e non produce scarti;
- Permette interventi parziali e localizzati;
- Monitorato con livello laser in tempo reale.

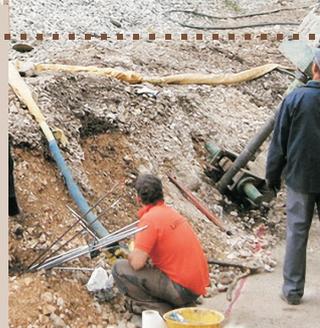
La resina URETEK GEOPLUS®

- Espande rapidamente con alta pressione di rigonfiamento;
 - Rimane confinata nel volume significativo;
 - Stabile nel tempo;
 - Eco-compatibile: non inquina;
- Prodotta in esclusiva per Uretek.



OSSERVAZIONI

Dalla scoperta del cedimento e per tutto il periodo di rimessa in sicurezza del cantiere, il traffico ferroviario non è stato interrotto ma la velocità dei convogli in transito è stata ridotta a circa 20 Km/h.



L'INTERVENTO NEL DETTAGLIO

IL CEDIMENTO

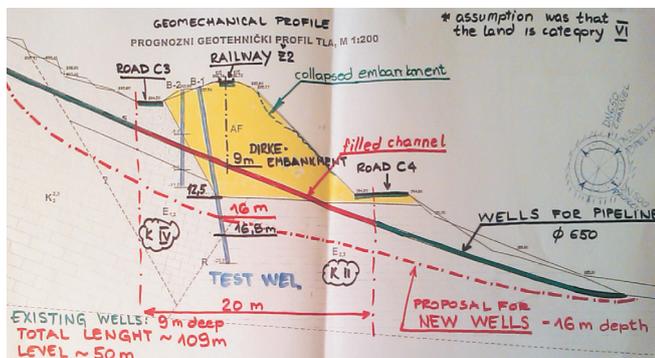
Il terrapieno che ha una base larga circa 30,0 m ospita, oltre al tracciato ferroviario, anche due strade collocate una sul lato nord della ferrovia e l'altra sul lato sud.

In base alla relazione geotecnica stilata da uno studio incaricato, il terrapieno è stato costruito con materiali lapidei omogenei, molto probabilmente con pietra di forma irregolare delle dimensioni di 5-20 cm senza utilizzare materiale fine. Questa struttura è caratterizzata da una notevole percentuale di vuoti. Secondo i dati raccolti dalla perforazione e dall'esperienza in strutture edilizie simili sulla linea Zagabria - Rijeka, si è stimato un indice dei vuoti del 35% nella parte superiore del rilevato e del 30% nella parte inferiore.

La causa più probabile del cedimento è riconducibile al collasso del tunnel della condotta per effetto delle vibrazioni associate allo scavo.

Una volta estratti i tubi di protezione si è cercato di cementare lo strato di terrapieno interessato dal cedimento. Il tentativo non ha avuto successo perché i vuoti tra le pietre erano troppo grandi per poter trattenere il calcestruzzo. Nel frattempo l'abbassamento del terrapieno continuava (circa 5 cm/settimana) e per compensare, la ferrovia è stata sostenuta molte volte e in brevi intervalli di tempo con l'apporto di pietra nuova.

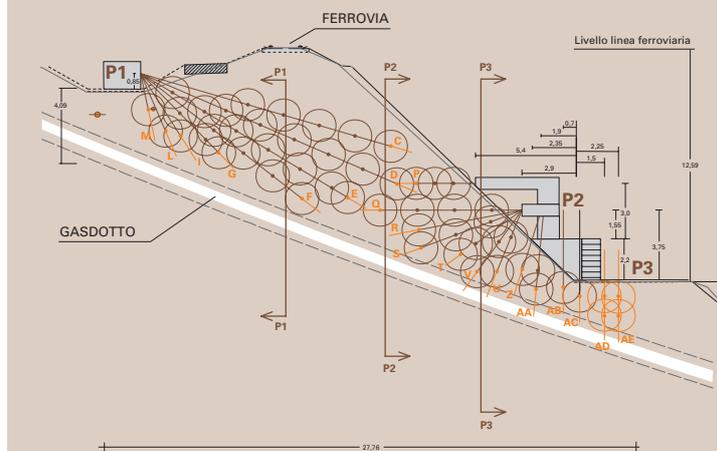
PLANIMETRIA DELL'INTERVENTO



L'INTERVENTO URETEK

Le operazioni di foratura del terrapieno sono state eseguite da una ditta specializzata che ha provveduto ad inserire un rivestimento, del diametro di circa 110 mm, entro il quale posare i condotti d'iniezione avvolti in un unico fascio. Per poter raggiungere con precisione il punto d'iniezione prestabilito i condotti, avevano lunghezze diverse come canne d'organo. Per ogni iniezione è stato impiegato un condotto monouso del diametro 12 mm. Le iniezioni, inoltre, hanno seguito una sequenza alternata per consentire la dissipazione delle sovrappressioni dovute al rigonfiamento della resina nel terreno. Dopo la posa di ogni fascio di condotti, il rivestimento veniva rimosso.

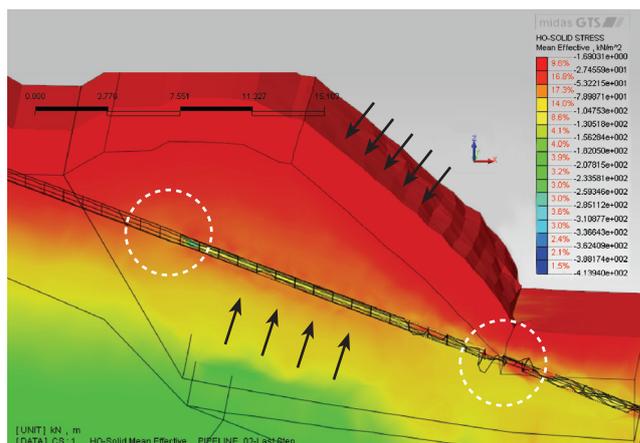
SEZIONE RAPPRESENTATIVA DEI PUNTI D'INIEZIONE



ANALISI 3D AGLI ELEMENTI FINITI

Al fine di analizzare il volume di terreno prevalentemente influenzato dalla foratura per la posa della tubazione, è stata effettuata una analisi FEM 3D che si basa sullo stato dell'arte dell'analisi agli elementi finiti e permette di generare modelli geotecnici complessi.

PUNTI CRITICI PER LA STABILITÀ DEL TERRAPIENO



L'analisi ha evidenziato le zone più soggette alle sollecitazioni, indotte dallo scavo del tunnel, dove concentrare le iniezioni per evitare cedimenti futuri. Complessivamente, includendo le fasi di foratura ed iniezione, l'intera operazione ha richiesto circa 15 giorni lavorativi.