



Società Italiana Gallerie

Italian Tunnelling Society

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E
SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI

Relatore: Davide Michelis – MAPEI UTT

“L’industrializzazione nei processi di realizzazione e manutenzione delle infrastrutture in sottterraneo: progettazione ed uso di macchinari e materiali innovativi”.

Rho Fiera Milano 29 – 30 settembre 2021



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



VALUTARE LE OPZIONI DI INTERVENTO IN FUNZIONE DELLA CONDIZIONE DEL DEGRADO DEL SUPPORTO

1) Analizzare la galleria ed il suo stato:

- presenza di acqua
- profondità del degrado
- interessamento del calcestruzzo o solamente della finitura ecc..

2) Progettare l'intervento di ripristino



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



POSSIBILI CAUSE DI DEGRADO DEL CALCESTRUZZO

Meccaniche: abrasione, erosione, carichi statici o dinamici, ecc

Fisiche: variazioni di temperatura e/o umidità, incendi, ecc

Chimiche: carbonatazione in presenza di armature, aggressione di ioni di cloruro (NaCl , CaCl_2), aggressione di sali di solfato (SO_4^{--}), reazione alcali – aggregati silicei

Errata progettazione del cls: mix-design e fabbricazione



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



POSSIBILI CAUSE DI DEGRADO DEL CALCESTRUZZO

OSSIDAZIONE



CARBONATAZIONE

ABRASIONE



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



POSSIBILI CAUSE DI DEGRADO DEL CALCESTRUZZO



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



POSSIBILI CAUSE DI DEGRADO DEL CALCESTRUZZO



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI SUPPORTO IN CALCESTRUZZO

SUDDIVISIONE IN 3 CASISTICHE GENERALI DELLE SITUAZIONI RICONTRABILI

Supporto tipo A

Presenza di diffuse infiltrazioni di acqua, diffuso ammaloramento del calcestruzzo, vespai e deterioramento della pittura

Supporto tipo B

Presenza di infiltrazioni d'acqua localizzate, localizzato ammaloramento del calcestruzzo e deterioramento della pittura.

Supporto tipo C

Presenza di danni legati all'ammaloramento del copriferro o di 10-30mm di calcestruzzo e a difetti estetici della pittura.



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI SUPPORTO IN CALCESTRUZZO

Supporto tipo A - *imbocchi*

Rivestimento di galleria che presenta

- numerose e perenni infiltrazioni di acqua
- diffuso ammaloramento del calcestruzzo
- presenza di vespai
- deterioramento della finitura



Ammaloramento ferri di armatura per possibile presenza di cloruri e processi di carbonatazione

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI SUPPORTO IN CALCESTRUZZO

Supporto tipo A - *imbocchi*

Rivestimento di galleria che presenta

- numerose e perenni infiltrazioni di acqua
- diffuso ammaloramento del calcestruzzo
- presenza di vespai
- deterioramento della finitura



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



Supporto tipo A – *tunnel naturale*

Rivestimento di galleria che presenta numerose e perenni infiltrazioni di acqua, con diffuso ammaloramento del calcestruzzo, presenza di vespai e deterioramento della finitura



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI SUPPORTO IN CALCESTRUZZO

Supporto tipo B

Rivestimento di galleria che presenta infiltrazioni d'acqua localizzate, con localizzato ammaloramento del calcestruzzo e deterioramento della finitura



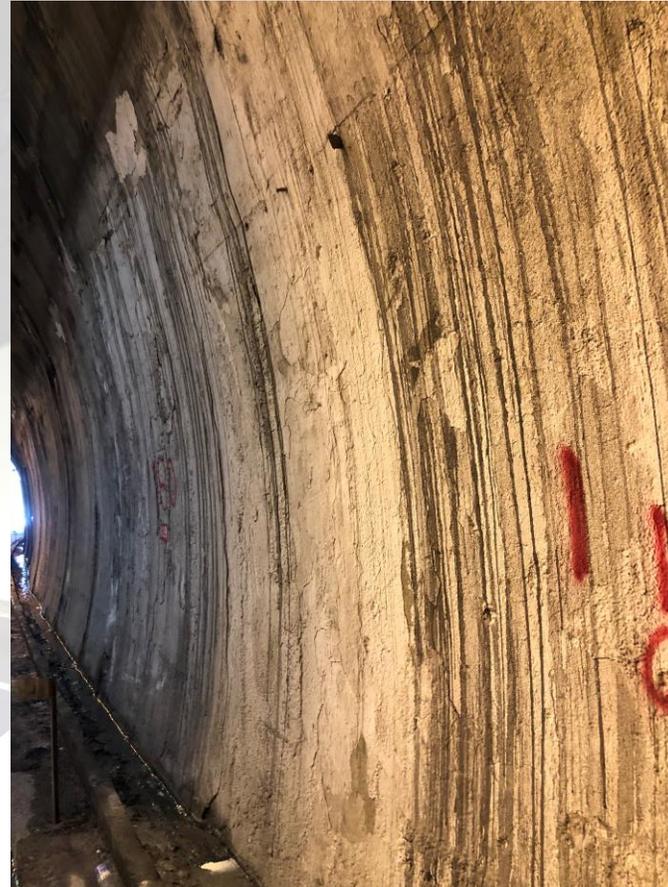
INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



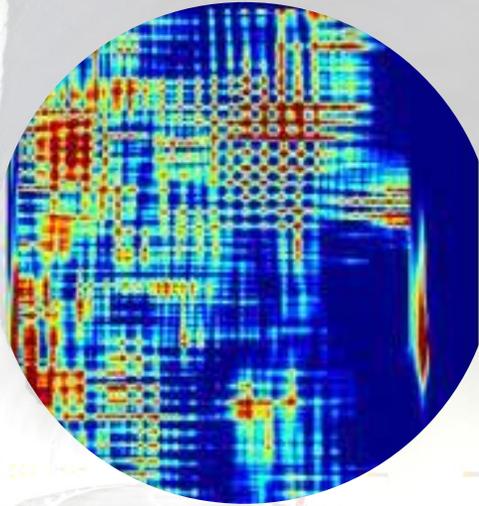
INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI SUPPORTO IN CALCESTRUZZO

Supporto tipo C

Rivestimento di galleria con danni principalmente legati all'ammaloramento del copriferro o dei primi 10-30mm di calcestruzzo e a difetti estetici della finitura



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



Riempimento di sovrascavi

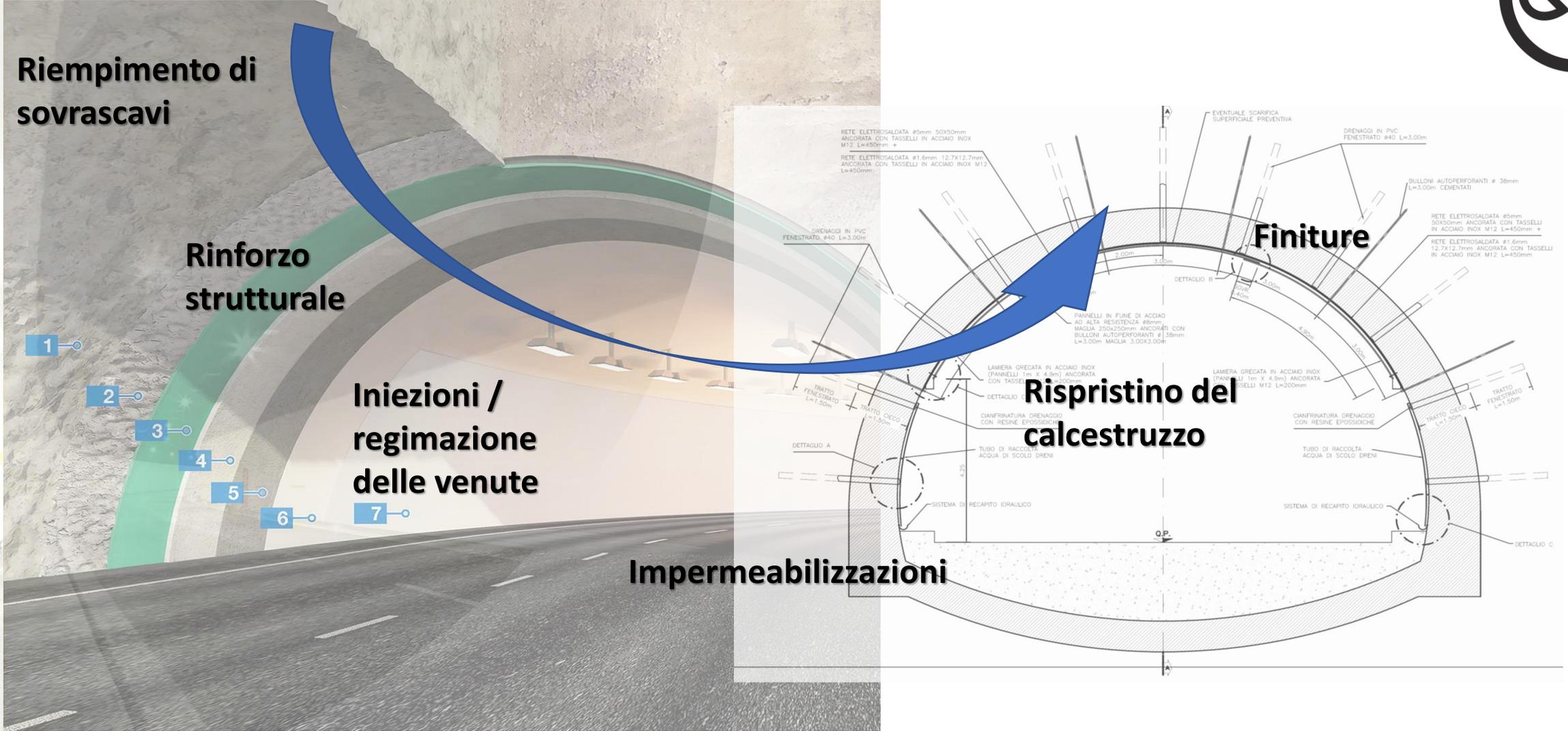
Rinforzo strutturale

Iniezioni / regimazione delle venute

Impermeabilizzazioni

Finiture

Rispristino del calcestruzzo

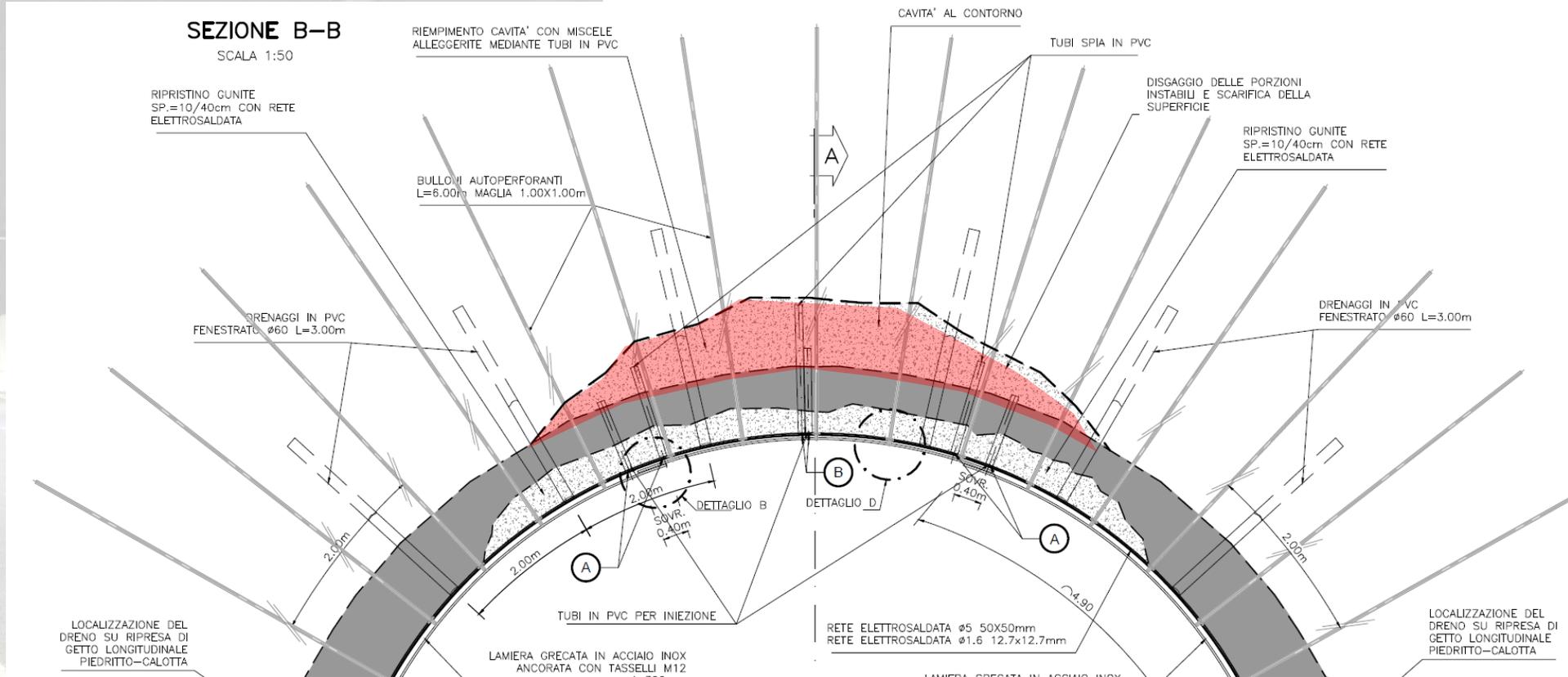


INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

1. Riempimento di sovra scavi a tergo del rivestimento definitivo, con malta alleggerita con rapido sviluppo delle resistenze meccaniche



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

1. Riempimento di sovra scavi a tergo del rivestimento definitivo, con malta alleggerita con rapido sviluppo delle resistenze meccaniche

- Resistenze meccaniche:
 - Dopo 4 ore: > 3.5 MPa
 - Dopo 24 ore: > 8 MPa
 - Dopo 28 giorni: > 15 MPa
- Massa volumica del prodotto asciutto: $1000-1100 \text{ kg/m}^3$

Il rapido sviluppo delle resistenze meccaniche è fondamentale:

- Chiusure solo notturne
- Ri-perforazione rapida per collocazione bulloni

Il basso peso specifico fornisce alle imprese e ai progettisti la possibilità di iniettare anche in situazioni con rivestimenti con scarse caratteristiche meccaniche

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

1. Riempimento di sovra scavi a tergo del rivestimento definitivo, con malta alleggerita con rapido sviluppo delle resistenze meccaniche

Putzmeister SP11



Bunker B100



Putzmeister S5EVTM



Macchina Turbosol mod. POLY-T



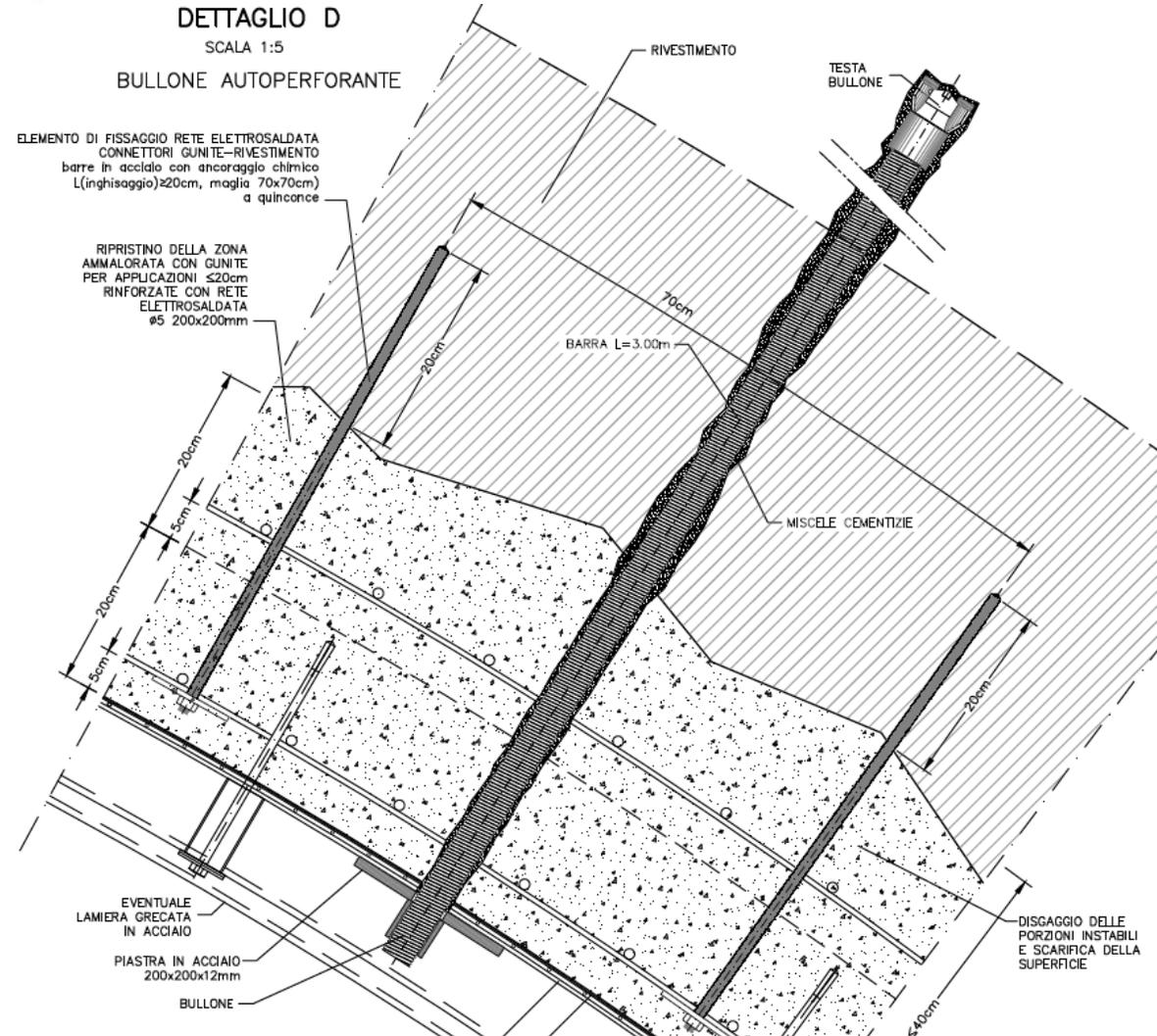
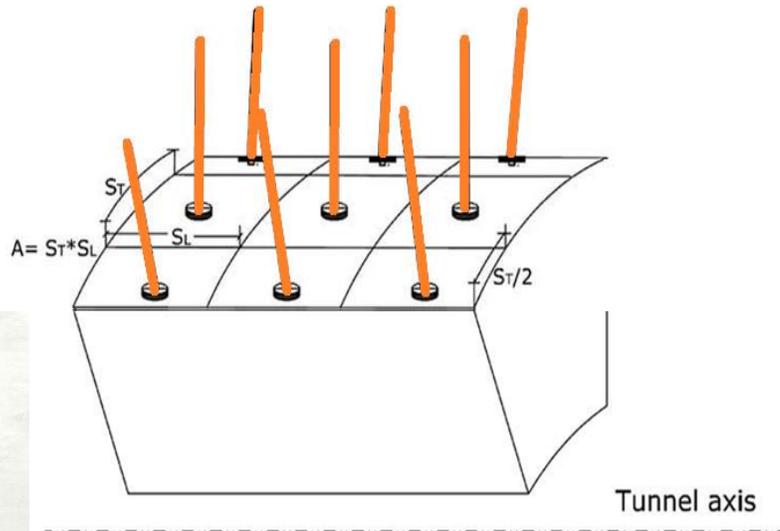
INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

2. Rinforzo strutturale con bullonature

Iniezione di chiodature radiali di lunghezza 2 – 6m con malta tissotropica a rapido sviluppo delle resistenze meccaniche



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

2. Rinforzo strutturale con bullonature

Iniezione di chiodature radiali di lunghezza 2 – 6m con malta tissotropica a rapido sviluppo delle resistenze meccaniche



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

2. Rinforzo strutturale con bullonature



Iniezione di malta tissotropica con pompa a miscelazione continua



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI

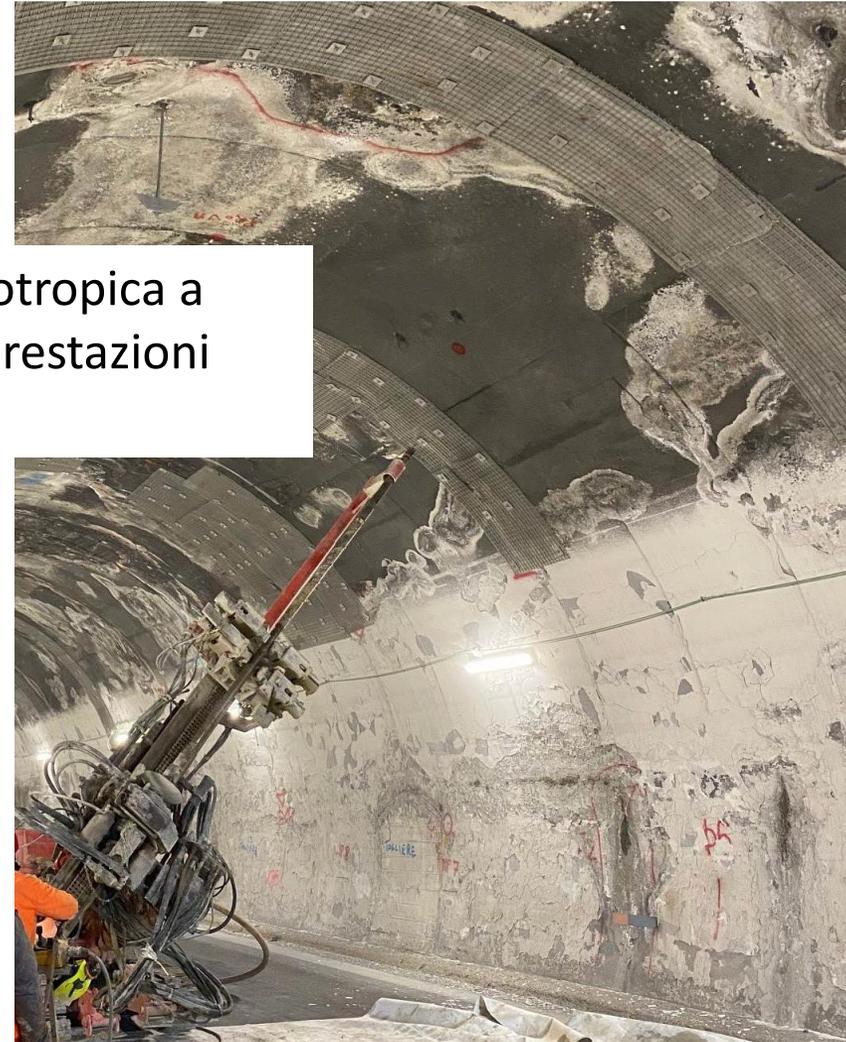


SOLUZIONI

2. Rinforzo strutturale con bullonature



Iniezione di resina tissotropica a rapido sviluppo delle prestazioni meccaniche



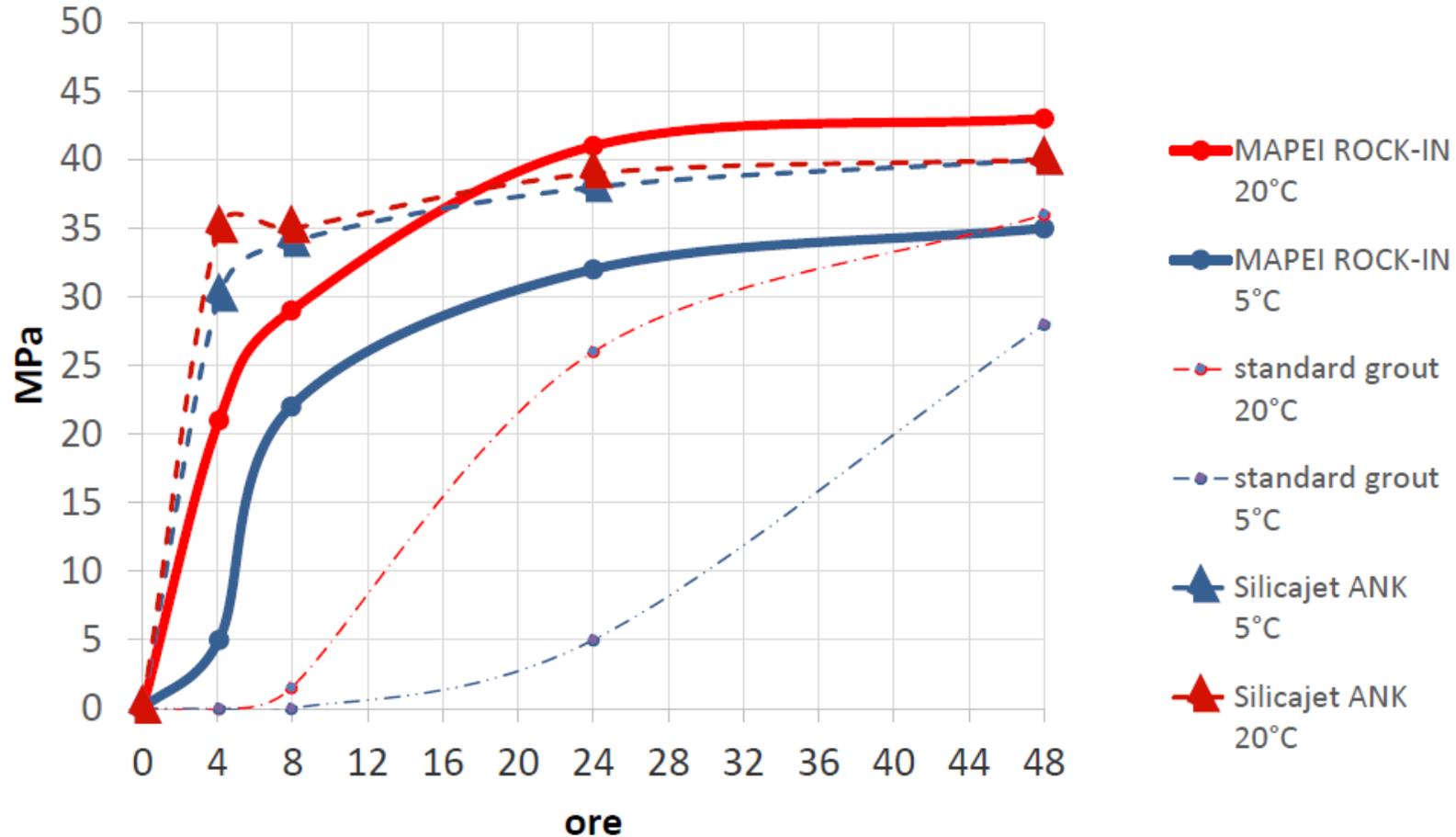
INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

2. Rinforzo strutturale con bullonature

sviluppo resistenze prodotti inghisaggio bulloni



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

3. Iniezioni / regimazione delle venute



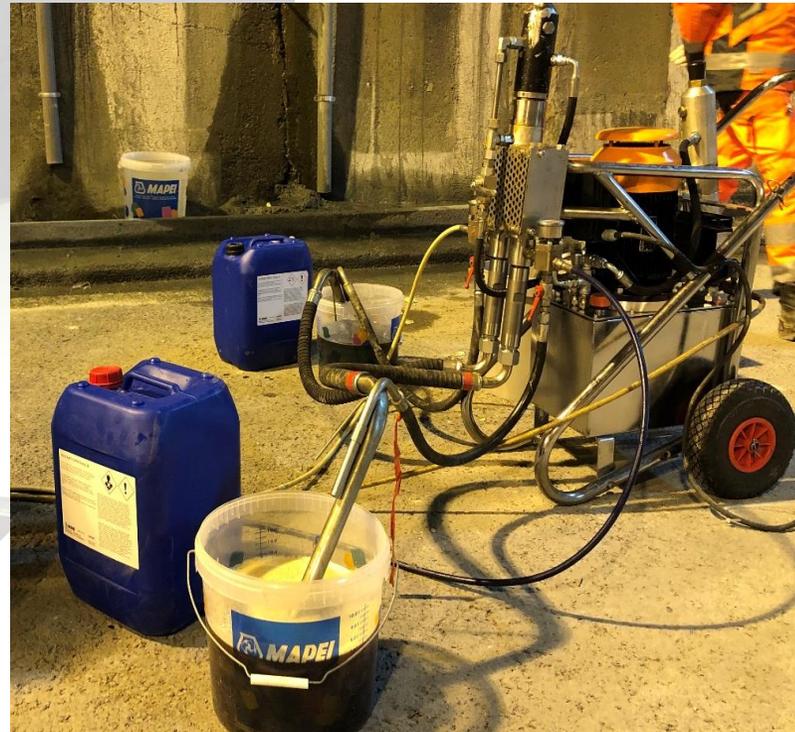
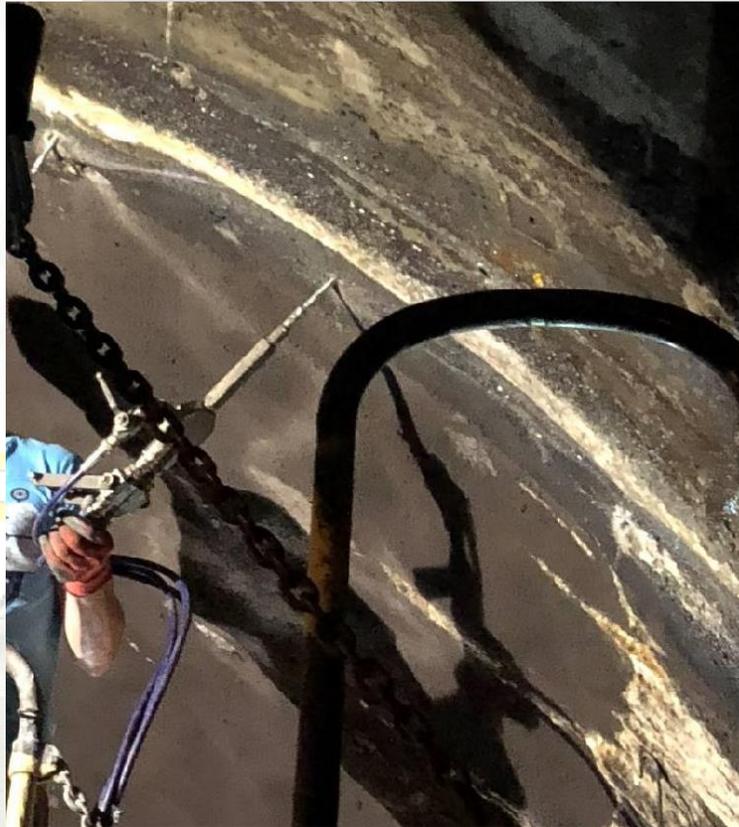
Introduzione del dreno e rapida messa in esercizio con resina a rapida reazione con cianfrinatura antiritiro

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

3. Iniezioni / regimazione delle venute



Iniezione con resine poliuretatiche bicomponenti a rapida reazione.

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI

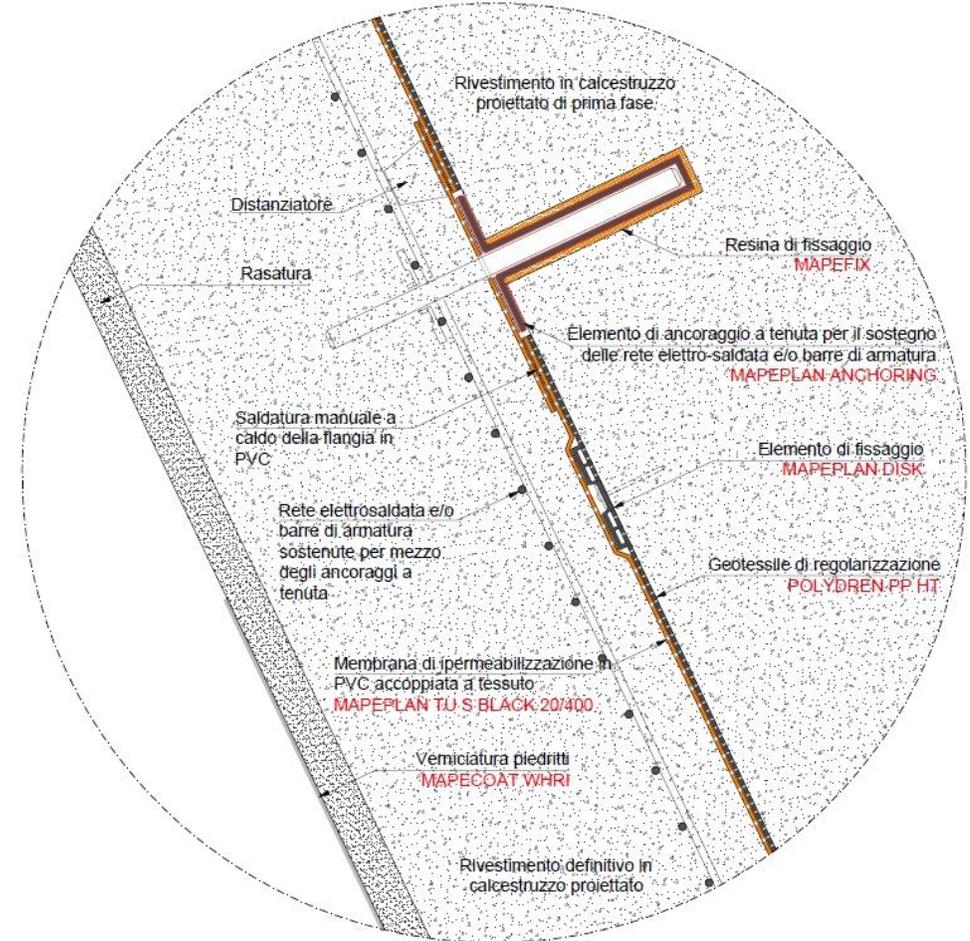


SOLUZIONI

4. Impermeabilizzazione



Impermeabilizzazione mista
manto in PVC – membrana a spruzzo



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

4. Impermeabilizzazione con membrana a spruzzo



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

4. Impermeabilizzazione con membrana a spruzzo

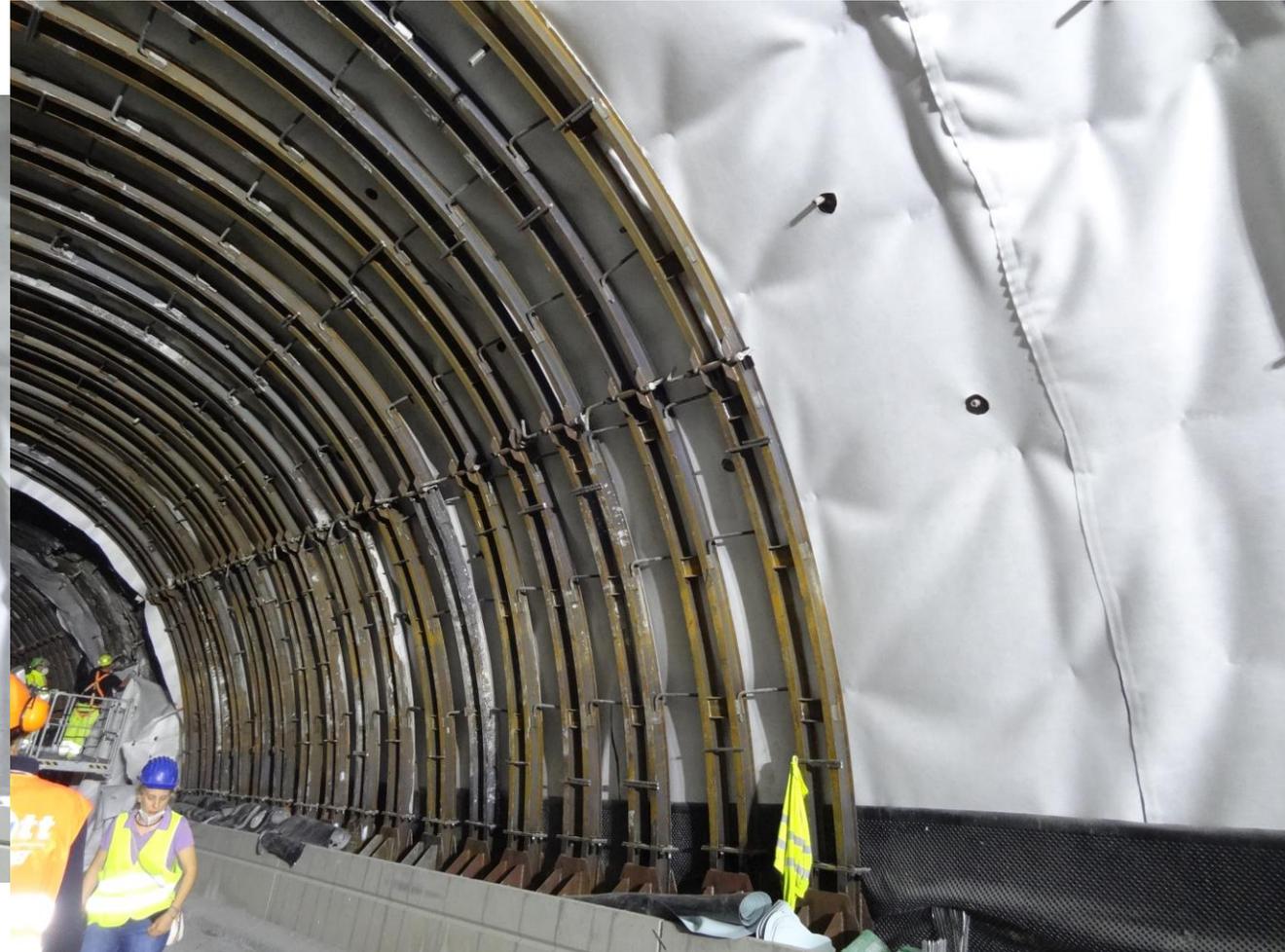


INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

4. Impermeabilizzazione con membrana in PVC



INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

5. Ripristino degli spessori con malta o calcestruzzo proiettato



Spessori di 4-5cm con malta premiscelata



Elevati spessori con Spritz beton

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

5. Ripristino degli spessori con malta o calcestruzzo proiettato



Scarifica



Malta premiscelata su spessori di 3-5cm

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

5. Ripristino degli spessori con malta o calcestruzzo proiettato



Rasatura su bassi spessori

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

6. Finiture



Finitura con ciclo costituito da:

- coating epossidico
- coating acrilico con protezione

Elevata luminosità

Soddisfa requisiti stringenti come linee guida OBV austriache

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



SOLUZIONI

6. Finiture



Finitura con ciclo costituito da:

- coating epossidico
- coating acrilico con protezione

Elevata luminosità

Soddisfa requisiti stringenti come linee guida OBV austriache

Bassa presa di sporco

Semplice pulizia

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



RAPIDITÀ DELLE TECNICHE DI RIPRISTINO: PUNTI SALIENTI

- L'efficacia di un sistema di interventi è frutto di sinergia tra designer, imprese e fornitori per ottimizzare soluzioni, interventi e processi
- La rapidità è spesso fondamentale in contesti di ripristino in concomitanza di chiusure limitate nel tempo
- l'iter di risanamento, dall'impermeabilizzazione al miglioramento delle caratteristiche meccaniche, deve essere frutto di un'attenta scelta di prodotti e soluzioni

INTERVENTI DI RISANAMENTO DEL CALCESTRUZZO E SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE SU GALLERIE ESISTENTI



GRAZIE PER LA VOSTRA PARTECIPAZIONE

Hq.utt@utt.mapei.com

