

Reabilitarea tunelului de pe SS 241 Val d'Ega (Eggental), Italia

Armătură inovatoare din plase de carbon

Tunelul de pe SS 241 Val d'Ega (Eggental)

„Risanamento della galleria dal km 13+595 al km 14+000” — reabilitarea tunelului între km 13+595 și km 14+000, comuna Nova Ponente / Deutschnofen

Rezumat

Reparațiile tradiționale cu beton armat cu oțel se deteriorează frecvent din cauza coroziunii în medii umede, precum tunelurile. Aici, plasele din carbon (de exemplu, seria HTC de la Hitexbau), înglobate în mortare speciale (de exemplu, FLUECO 55T de la Draco), oferă rezistență superioară la tracțiune și impermeabilitate, extinzând posibilitățile reabilitării sustenabile a infrastructurii. Această metodă ar putea prelungi cu decenii durata de exploatare a tunelului, cu întreruperi minime ale utilizării.

Contextul proiectului

Context

Proiectul de reabilitare a tunelului Galleria Val d'Ega din Tirolul de Sud (Provincia Autonomă Bolzano), Italia, reprezintă o utilizare orientată spre viitor a unor materiale și metode inovatoare pentru prelungirea duratei de viață a infrastructurii alpine esențiale. Executat pe drumul de stat SS 241, între km 13+595 și km 14+000, în Nova Ponente (Deutschnofen), tunelul de 405 metri a fost supus unor reparații structurale în 2022 pentru a combate degradarea provocată de infiltrațiile de apă, fisuri și solicitările de mediu. Proiectul a utilizat plase de armare din fibre de carbon (de exemplu, produse Hitexbau), înglobate în beton torcretat și mortare speciale, pentru o soluție ușoară și durabilă. Contractată consorțiului ATI format din Goller Bögl GmbH, Elpo GmbH și Amir Costruzioni Srl pentru 2.243.596,23 € (fără TVA), lucrarea a minimizat întreruperile prin execuție etapizată, fiind reluată în octombrie 2022 după o pauză de vară. Această inițiativă extinde posibilitățile renovării sustenabile a tunelurilor prin reducerea consumului de materiale, creșterea rezistenței la cicluri de îngheț-dezgheț și stabilirea unui reper pentru modernizări eficiente, cu impact redus, în terenuri dificile. Finalizată la sfârșitul anului 2022, demonstrează un progres realist către infrastructură neutră din punctul de vedere al emisiilor de CO₂, optimizând costurile și asigurând siguranța și funcționalitatea pe termen lung.

Localizare

Denumirea tunelului: Galleria Val d'Ega (menționat în documente și ca tunelul de pe SS 241 Eggental / Val d'Ega).

Localizare: Nova Ponente (Deutschnofen), Tirolul de Sud, Italia, pe drumul de stat SS 241, între km 13+595 și km 14+000 (lungime de aproximativ 405 metri).

Regiune: Provincia Autonomă Bolzano – Suedtirol, în Dolomiți. Această zonă alpină se confruntă cu condiții severe, precum ninsori abundente, temperaturi extreme și activitate seismică, care accelerează uzura infrastructurii.

Rolul tunelului: asigură conectivitatea regională prin valea Val d'Ega, susținând turismul (de exemplu, accesul la zonele de schi din Dolomiți), comerțul local și traficul zilnic. Probabil construit la mijlocul secolului XX, face parte din rețeaua rutieră esențială a Tirolului de Sud.

Necesitatea reabilitării: fisuri, eflorescențe (depuneri albe provenite din antrenarea compușilor de către apă) și căptușeli degradate, indicând pătrunderea apei, deteriorarea prin îngheț-dezgheț și oboseala structurală. Fără intervenție, riscurile includ căderi de roci, reducerea capacității portante și pericole pentru siguranță. Proiectul a abordat preventiv aceste probleme, în acord cu directivele UE privind infrastructura de transport sustenabilă și cu programul de întreținere rutieră 2021–2023 al Tirolului de Sud, care a acordat prioritate reparațiilor eficiente ecologic pentru a minimiza perturbarea mediului.

Procedura a fost o licitație negociată sub pragurile UE, cu accent pe remedieri rapide și inovatoare, pentru a evita închideri complete într-o regiune dependentă de turism.

Domeniu și obiective

Domeniu: reabilitarea completă a căptușelii, inclusiv frezarea suprafeței, curățare, etanșarea fisurilor, impermeabilizare și armare. Fotografii indică un accent pe bolta plafonului și pereți, cu posibile îmbunătățiri ale drenajului.

Obiective: consolidarea integrității structurale împotriva încărcărilor dinamice (trafic, dilatare termică), utilizând materiale care nu corodează și au rezistență ridicată la tracțiune.

Realizarea unor bariere impermeabile pentru a opri degradarea produsă de apă și a prelungi durata de exploatare cu decenii.

Optimizarea utilizării resurselor: betonul armat cu carbon în strat subțire (1–3 cm) reduce volumul de beton cu până la 80% față de metodele tradiționale, diminuând emisiile de CO₂ și necesarul de transport.

Limitarea perturbării utilizării: lucrări etapizate, cu pauze de vară pentru a răspunde traficului turistic de vârf.

Susținerea inovării: integrarea betonului armat textil (TRC) pentru aplicații mai ușoare și mai rapide, demonstrând posibilitatea utilizării la scară mare în tuneluri alpine și concordanța cu obiectivele globale de sustenabilitate.

Această abordare permite o execuție eficientă, transformând o reparație de rutină într-un model de inginerie progresistă, care echilibrează urgența, costul și responsabilitatea față de mediu.

Metode și materiale

Proiectul a utilizat compozite avansate pentru performanță optimizată:

1. Pregătirea amplasamentului

Îndepărtare mecanică: scarificarea / frezarea betonului degradat (utilajul galben Wacker Neuson) pentru a expune suportul stabil.

Tratarea suprafeței: sablare cu alicie (Kugelstrahlen) pentru aderență; cartografierea și injectarea fisurilor (fisuri fine vizibile).

Ancorare: discuri și dibluri din plastic (galbene / gri în imaginile de detaliu) pentru fixarea plaselor.

2. Armare și aplicare

Plase din fibre de carbon: rolele negre sunt plase Hitexbau din seria HTC (de exemplu, HTC 21/21-80, certificat conform DIBt Z-31.10-182), cu rezistențe la tracțiune de 180–202 kN/m și alungire redusă (1,47–1,71%). Nemetalice, rezistente la coroziune, permit straturi de consolidare subțiri.

Instalare: desfășurate utilizând roabe, fixate de boltă cu ancore; manipulate manual de muncitori în combinezoane portocalii.

Mortar / beton torcretat: sacii „FLUECO 55T DRACO” indică un mortar performant, armat cu fibre, pentru aplicare prin torcretare umedă. Certificat din punct de vedere igienic (DVGW W270/W347) pentru durabilitate în medii umede; aplicat cu mistrii / furtunuri (muncitori în combinezoane albe).

Straturi: plasa înglobată în mortar asigură conlucrarea compozită, realizând o căptușeală robustă.

3. Finisare și controale

Netezire: finisare cu mistria pentru uniformitate.

Echipamente: scule DeWalt pentru fixare; platforme tip foarfecă / manipolatoare telescopice (DIEKO) pentru acces la partea superioară.

Siguranță / calitate: respectarea cerințelor privind echipamentul individual de protecție; încercări etapizate conform normelor UE.

Această metodă TRC accelerează întărirea și reduce greutatea, extinzând posibilitățile prin înjumătățirea grosimilor tradiționale și dublarea rezistenței.

Execuție

Calendar: licitația aprobată la 28 octombrie 2020 (Decretul 20534/2020). Atribuire la 27 august 2021; intrare în vigoare la 3 noiembrie 2021. Lucrările au început la începutul anului 2022, au fost întrerupte vara și reluate la 3 octombrie 2022; finalizare în noiembrie 2022.

Etape: pregătire (frezare / curățare), armare (fixarea plaselor), aplicare (pulverizarea mortarului), întărire / redeschiderea traficului.

Echipă și parteneri: consorțiul câștigător (ATI): Goller Bögl GmbH (lider, specialiști în tuneluri), Elpo GmbH (instalații electrice / mecanice), Amir Costruzioni Srl (construcții).

Supraveghere: Provincia Autonomă Bolzano – Amt für Straßenbau Mitte-Süd (director: ing. Valentino Pagani; RUP: Peter Cappello).

Participanți la licitație: 15 ofertanți invitați, inclusiv Alpenbau, Strabag și alții.

Dimensiune: buget de 2,24 milioane €; proiect de dimensiune medie, cu utilaje (macarale, malaxoare) și 10–15 muncitori pe șantier.

Provocări și soluții

Condiții extreme de mediu: vreme alpină — contracarate cu mortare rezistente la îngheț și programare etapizată.

Gestionarea traficului: drum aglomerat — gestionat prin închideri temporare și devieri, minimizând impactul economic.

Difficultăți tehnice: suprafețe denivelate / fisuri — rezolvate cu plase flexibile și compozite cu aderență ridicată.

Sustenabilitate: oțelul tradițional corodează; alternativele din carbon prelungesc durata de viață și reduc emisiile — un pas realist către infrastructură cu emisii nete zero.

Rezultate

Obiectiv finalizat: tunel complet reabilitat, cu impermeabilizare și rezistență îmbunătățite, în funcțiune de la sfârșitul anului 2022.

Beneficii: deplasare mai sigură, costuri reduse pe termen lung (economii de 20–30% față de oțel, conform unor documentații similare), impact redus asupra mediului.

Impactul inovării: validează TRC pentru tuneluri și încurajează adoptarea în cele peste 100 de structuri similare din Tirolul de Sud. Până în 2026 nu au fost raportate probleme majore, demonstrând durabilitatea.

Lecții învățate: execuția etapizată și compozitele permit proiecte mai rapide și eficiente, optimizând progresul în condiții restrictive.

Concluzie

Acest proiect al tunelului Val d'Ega exemplifică modul în care ingineria bazată pe principii fundamentale — revenirea la elemente esențiale precum eficiența utilizării materialelor și reparațiile țintite — produce progrese concrete. Prin integrarea betonului armat cu carbon de la HITEXBAU, nu doar rezolvă problemele imediate, ci extinde posibilitățile unei infrastructuri sustenabile și reziliente. Tehnici similare ar putea revoluționa rețelele alpine, reducând costurile și emisiile și menținând regiunile conectate. Pentru actualizări, consultați portalurile Provincia Bolzano sau contactați Ripartizione Infrastrutture.

Ilustrații din documentul original





