

AIGUEBELLE - TUNNEL DES HURTIERES (FRANCIA)

AIGUEBELLE - TUNNEL DES HURTIERES (FRANCIA)

PROGETTO:

Consolidamento a protezione dello scavo della galleria autostradale a doppia canna "Tunnel des Hurtières" (nella bassa valle della Maurienne), interessato da un incidente geologico.

PERIODO DI ESECUZIONE:

luglio 1995-marzo 1996

COMMITTENTE:

Scetauroute - S.F.T.R.F.

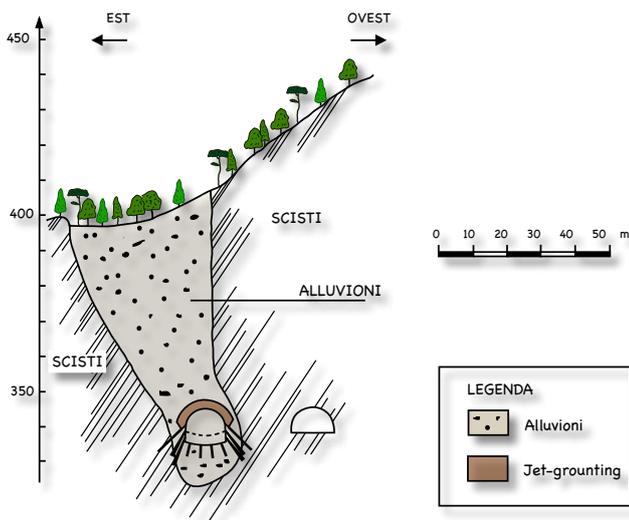


Fig. 1. Sezione geologica.

Fig. 2. Imbocchi dei tunnel des Hurtières, gallerie Est ed Ovest.



Litologia

Depositi fluvio-glaciali con ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa.

Scopo del lavoro, difficoltà e soluzioni adottate.

I lavori per la costruzione della galleria autostradale "Tunnel des Hurtières", lunga circa 1200 m, iniziarono nel luglio del 1994, ma furono interrotti durante lo scavo della canna ovest a causa di un fornello verificatosi a 300 m di distanza dall'imbocco. Il fenomeno coinvolse alcune migliaia di metri cubi di materiale a granulometria eterogenea (sabbie e ciottoli). Il fornello ebbe conseguenze anche in superficie, dove si creò una voragine di 20 m di diametro per 20 m di profondità. In questo tratto di galleria un'indagine geologica individuò la presenza di una forra di origine glaciale, profonda 70-80 metri, riempita da materiale alluvionale sciolto, molto permeabile e saturo d'acqua in corrispondenza della quota di scavo (Fig. 3).

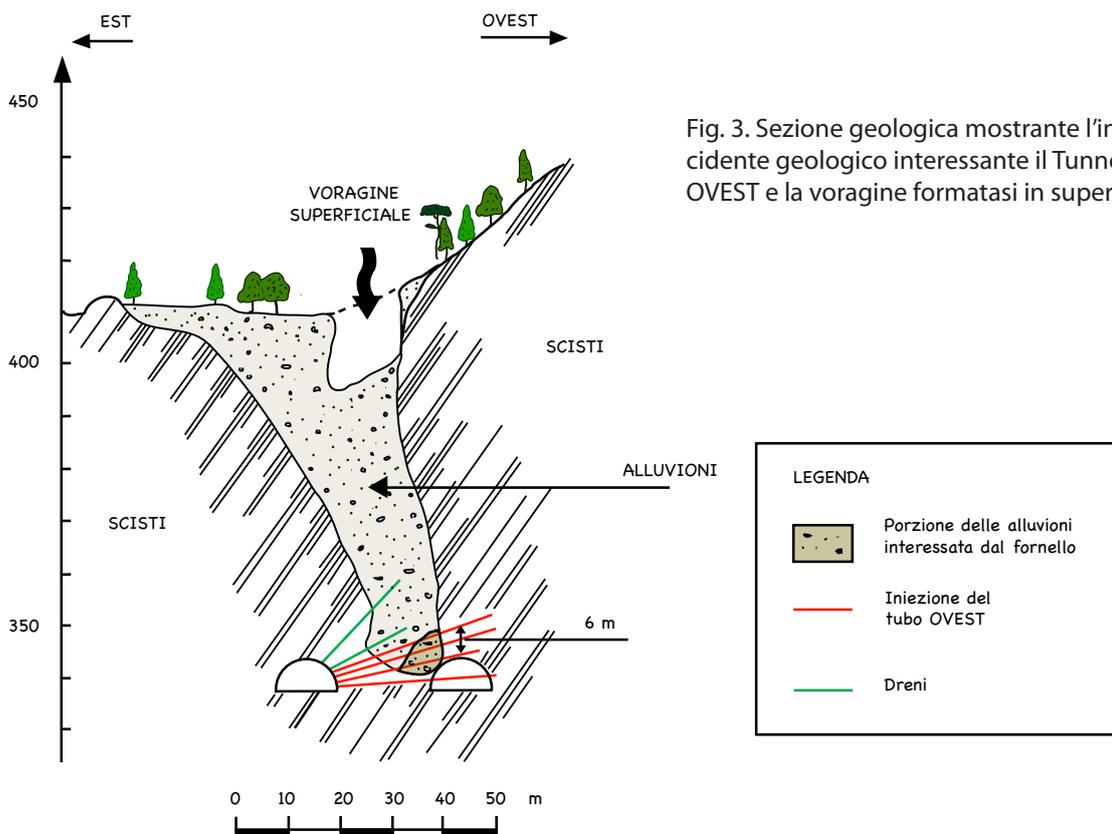


Fig. 3. Sezione geologica mostrante l'incidente geologico interessante il Tunnel OVEST e la voragine formatasi in superficie.

Il tracciato dei tunnels prevedeva l'attraversamento della forra sia con la canna Est (50 metri) sia con la canna Ovest (25 metri). Per terminare la costruzione di quest'ultima lo scavo fu trattato con iniezioni di tipo tradizionale che non diedero, almeno inizialmente, risultati soddisfacenti, tanto che si creò un ulteriore fornello, aggravando la voragine preesistente. Consapevoli dei problemi verificatisi con le tecniche tradizionali, la canna Est fu invece trattata con iniezioni eseguite con la tecnica del jet grouting, che garantiva tempi di esecuzione più rapidi ed un maggior grado di sicurezza.

Nel caso specifico si utilizzò il sistema **Pacchiosi System 1 (PS1)**, già testato con successo in numerosi lavori di consolidamento a protezione di scavi, realizzati in materiali della stessa natura.



Fig. 4. Perforatrice P1500 TAF impiegata per il consolidamento della calotta.

Descrizione dell'intervento.

Il lavoro di consolidamento è stato eseguito in due fasi: consolidamento della mezza sezione e consolidamento dell'arco rovescio (Fig. 4).

Consolidamento della mezza sezione.

L'intervento prevedeva quattro fasi operative:

- a) consolidamento della calotta mediante una doppia serie di colonne sub-orizzontali, passo 50 cm, armate con tubi di acciaio, lunghe 15 m con diametro di 60

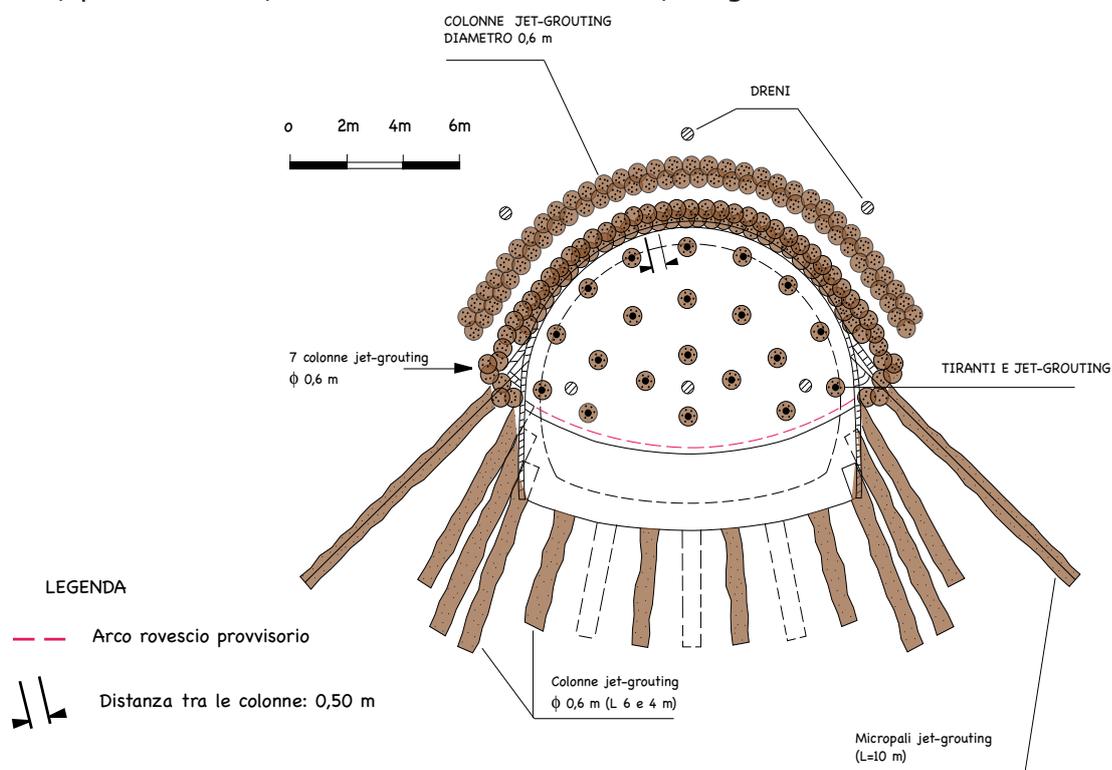


Fig. 4. Sezione trasversale della galleria EST, mostrante i particolari d'intervento.

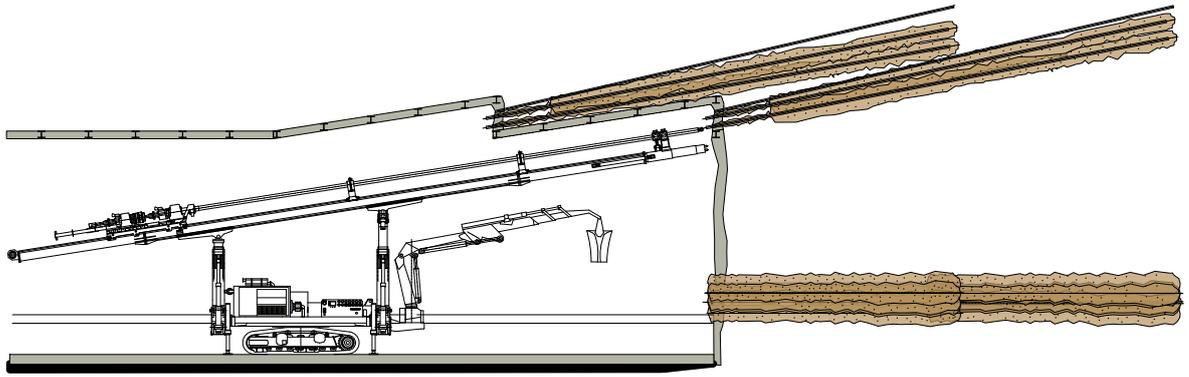


Fig. 5. Sezione longitudinale della galleria EST, mostrante lo schema di posizionamento delle colonne per il consolidamento della calotta e del fronte di scavo.



Fig. 5a. Perforatrice P1500 TAF durante il consolidamento del fronte di scavo.

cm. L'avanzamento era garantito dalla sovrapposizione delle colonne armate (minimo 7 metri) (Fig. 5);

- b) consolidamento del fronte di scavo mediante colonne orizzontali, armate con bulloni in fibra di vetro, lunghe 18 m, diametro 80 cm (Fig. 5a);
- c) consolidamento sotto le centine mediante l'esecuzione di 7 colonne sub-orizzontali, non armate, lunghe 7 m, diametro 60 cm.
- d) realizzazione di drenaggi all'esterno del consolidamento in calotta, lunghi 15-21 m, attrezzati con tubo microfessurato, per scaricare eventuali sacche d'acqua.

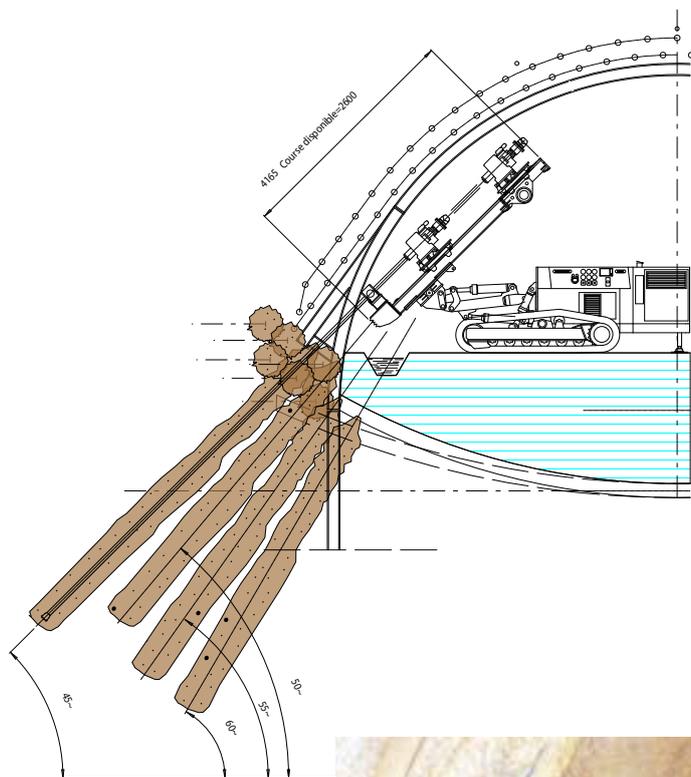


Fig. 6. Sezione trasversale della galleria EST, consolidamento piedritti e micropali.



Fig. 7. Perforatrice PRP 105 nella fase del consolidamento piedritti e micropali.

Consolidamento dello strozzo e dell'arco rovescio.

L'intervento prevedeva tre fasi operative:

- consolidamento del terreno di fondazione dell'arco rovescio mediante colonne subverticali, con maglia 1,5x2 m, non armate, lunghe 4 m, diametro 60 cm;
- consolidamento dei piedritti mediante tre serie di colonne jet ad inclinazione variabile, non armate, lunghe 6 m, diametro 60 cm ;
- realizzazione di micropali di rinforzo al piede delle centine mediante colonne jet inclinate di 45°, passo 50 cm, armate con tubi di acciaio, lunghe 10 m, diametro 60 cm

L'insieme degli interventi è rappresentato tramite il modello 3D di figura 9.

I parametri di spinta, avanzamento, rotazione, profondità, ecc. della perforazione di tutte le colonne sono stati registrati sistematicamente in tempo reale (sistema **PRS3**), individuando puntualmente il contatto roccia-materiale sciolto e ricostruendone così la geometria. Questo ha permesso di intervenire in maniera più efficace sui parametri di iniezione, per ottimizzare l'esecuzione delle colonne. I fori di controllo, eseguiti a carotaggio continuo, hanno consentito di verificare la qualità delle stesse: i campioni di carote inviati in laboratorio hanno fornito valori di resistenza R_c anche maggiori di 300 kg/cmq. Lo scavo dei 50 m del tunnel Est, trattato con la tecnica del Jet Grouting, è stato quindi realizzato in completa sicurezza, evidenziando un'ottima percentuale di sostituzione della miscela cementizia con i terreni sciolti sotto falda ed un forte indice di compattazione del materiale attorno alle colonne.



Fig. 8. Impianto di miscelazione ed iniezione.

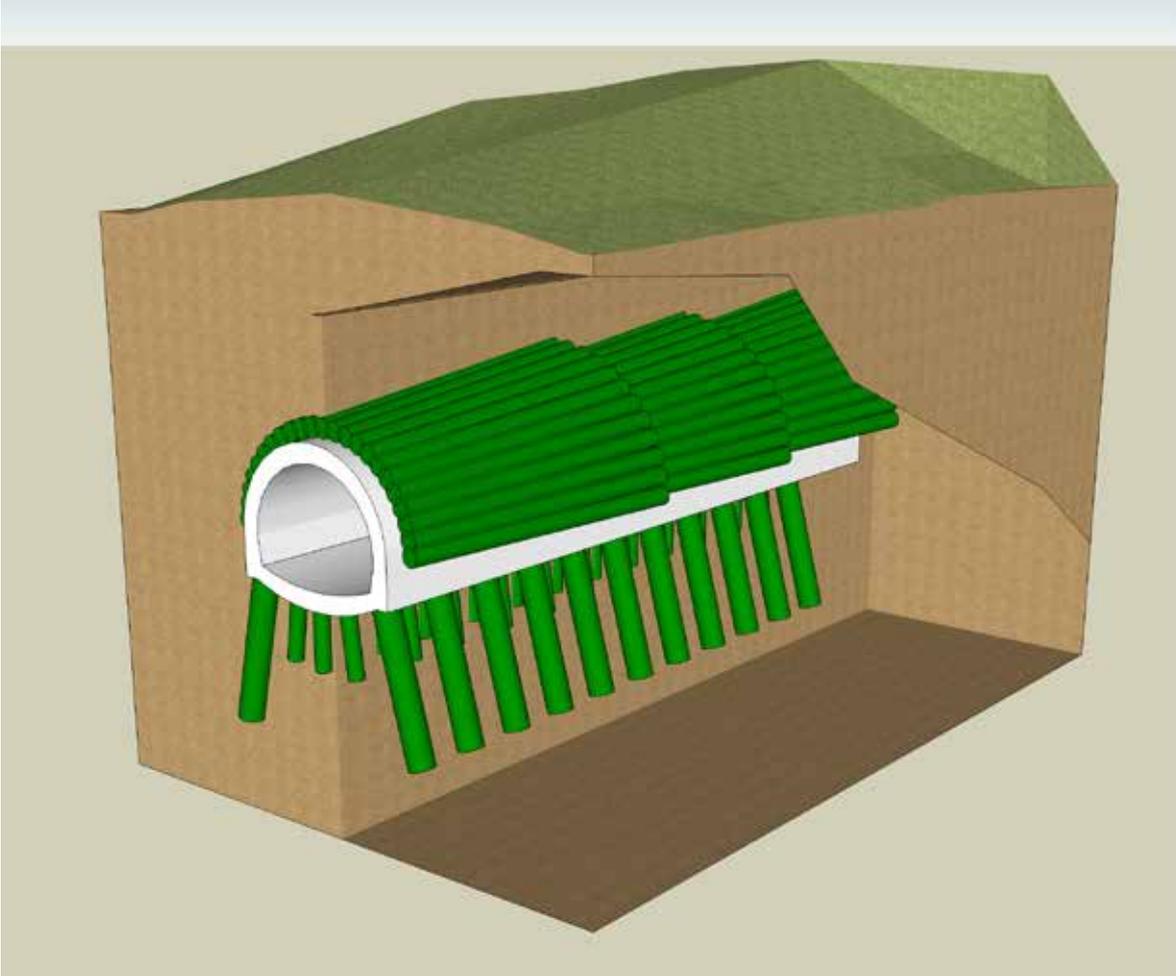


Fig. 9. Ricostruzione 3D dei lavori eseguiti per il consolidamento del tunnel.

ROCK - SOIL TECHNOLOGY AND EQUIPMENTS



**COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001:2015 =**

Branches

AMERIQUE DU NORD PACCHIOSI INC, Canada

PACCHIOSI DRILL USA INC, USA

Drill Pac S.r.l. – Società soggetta a direzione e coordinamento di Ghella S.p.A
Sede Legale: Via Pietro Borsieri, 2/a - 00195 Roma (RM)
Tel. +39 06 45603.1 – Fax +39 06 45603040 – e-mail: info@drillpac.com
Sede Operativa: Frazione Borgonovo, 22 – 43018 Sissa Trecasali (PR)
Tel. +39 0521 379003 – Fax +39 0521 879922 - Sito web: www.drillpac.com