



ROCK - SOIL TECHNOLOGY AND EQUIPMENTS

www.drillpac.com



TUNNEL



MACERATA (ITALY)

GALLERIA FONTESCODELLA (MACERATA - ITALIA)

PROGETTO:

Costruzione della nuova galleria Fontescodella che attraversa da Nord a Sud il centro storico cittadino, con le opere di completamento ed accessorie, compresi gli impianti tecnologici e di sicurezza.

PERIODO DI ESECUZIONE:

Gennaio 2004 – Settembre 2008

COMMITTENTE:

Comune di Macerata



Fig. 1. Veduta panoramica dell'imbocco Nord della galleria Fontescodella durante i lavori.

Scopo dei lavori e difficoltà principali.

Costruzione della nuova galleria Fontescodella (830 m circa) in attraversamento da Nord a Sud del vecchio centro storico della città di Macerata, con coperture relativamente ridotte; scavo a piena sezione con sostegno provvisorio del fronte mediante ancoraggi VTR; pre-rivestimento con centine metalliche e calcestruzzo proiettato; rivestimento finale di calcestruzzo gettato in opera. Comprese nell'appalto anche le

opere di completamento ed accessorie interne ed asterne, nonché la totalità degli impianti tecnologici e di sicurezza.

Oltre all'assoluto controllo dei possibili cedimenti (non tollerabili in ambito urbano-storico) particolare difficoltà rivestiva l'attraversamento in sotterraneo della linea ferroviaria Civitanova-Albacina, con modesta copertura di soli 8 m circa.

Litologia.

La galleria ha interessato la formazione Plio-Pleistocenica sovrastata, a tetto, dalla serie Quaternaria e quindi dalle colluvioni, alluvioni recenti e riporti superficiali. La formazione Plio-Pleistocenica di origine marina, è costituita da alternanze di argille marnose dure con sottili strati sabbiosi e molase, vale a dire sabbie compatte con livelli arenacei, mentre la serie Quaternaria comprende limi, argille limose e sabbie fini a giacitura pseudostartificata. Ad eccezione di un punto singolare del quale si farà menzione più oltre, la galleria si è sempre trovata all'interno della formazione Plio-Pleistocenica.



Fig. 2. Morfologia dell'area in prossimità dell'imbocco Nord.

Scelte strutturali e metodologiche.

Lungo l'interezza della galleria è stata realizzata una struttura "chiusa", con priverivestimento a mezzo centine e spritz-beton, murette, arco rovesco e calotta di CLS/CA gettati in opera.

E' stato inoltre necessario il sistematico consolidamento del fronte mediante chiodi VTR (in numero da 55 a 103 per fronte a seconda dello stato dello scavo) iniettati con miscela a base centizia.

In corrispondenza degli imbocchi ed in corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria Civitanova-Albacina sono state realizzate in calotta delle coronelle di inflaggi di acciaio iniettati.

Lo scavo è proseguito a piena sezione con una sistematica successione di sette fasi ben definite che, con i necessari adeguamenti in corso di esecuzione, hanno consentito di completare l'opera senza provocare cedimenti superficiali estremamente dannosi per i fabbricati del centro storico.

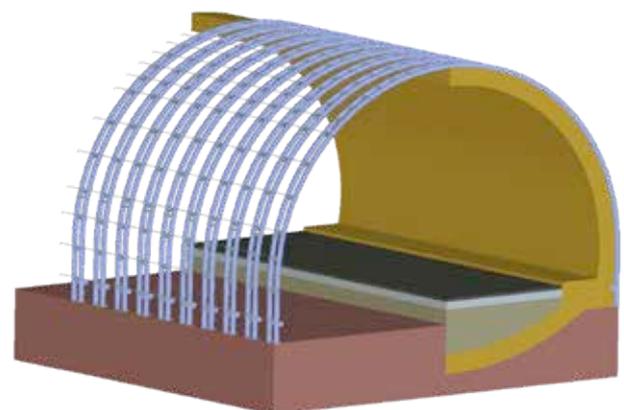


Fig. 3. Spaccato assometrico della strutture di galleria.

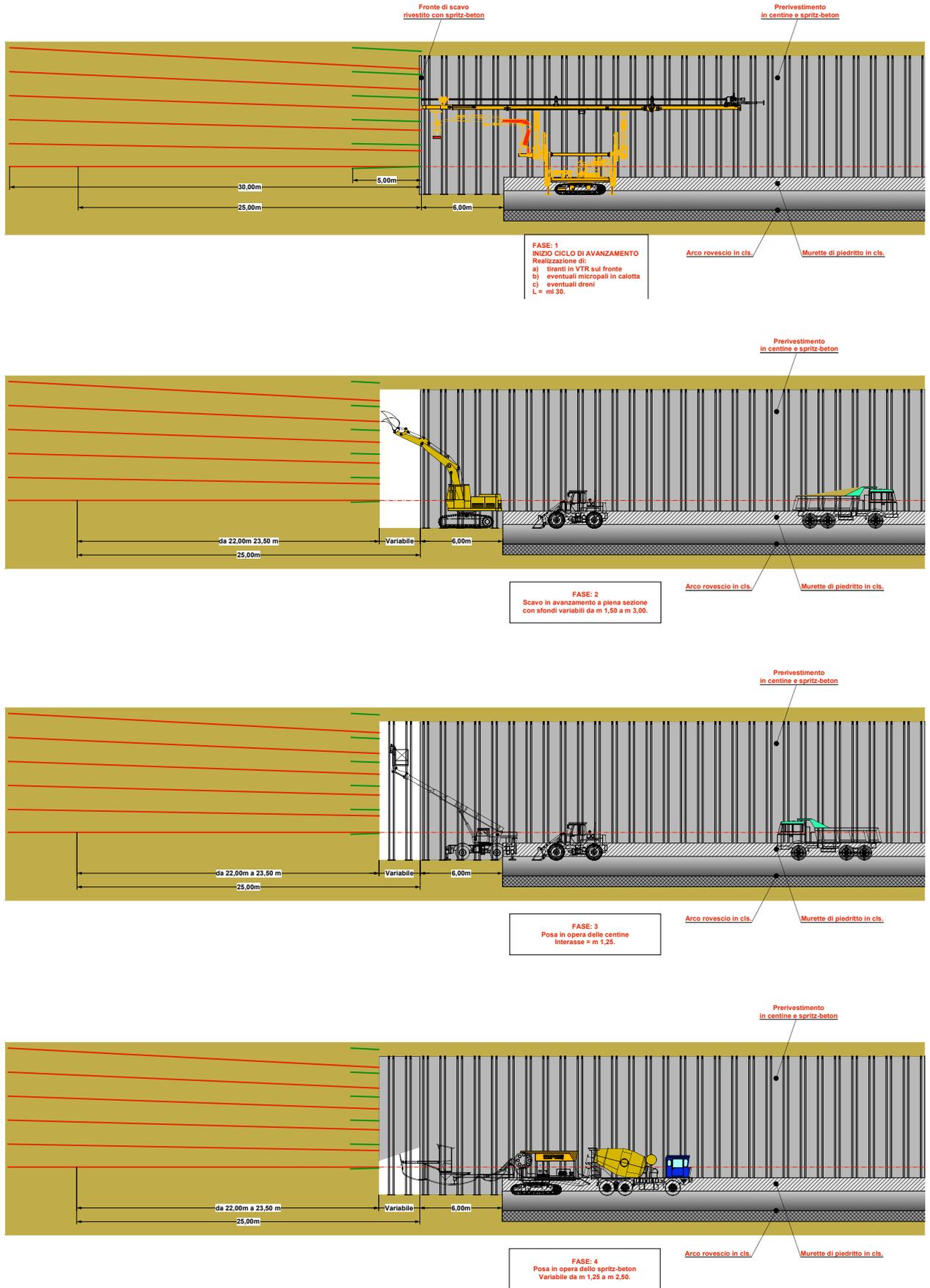
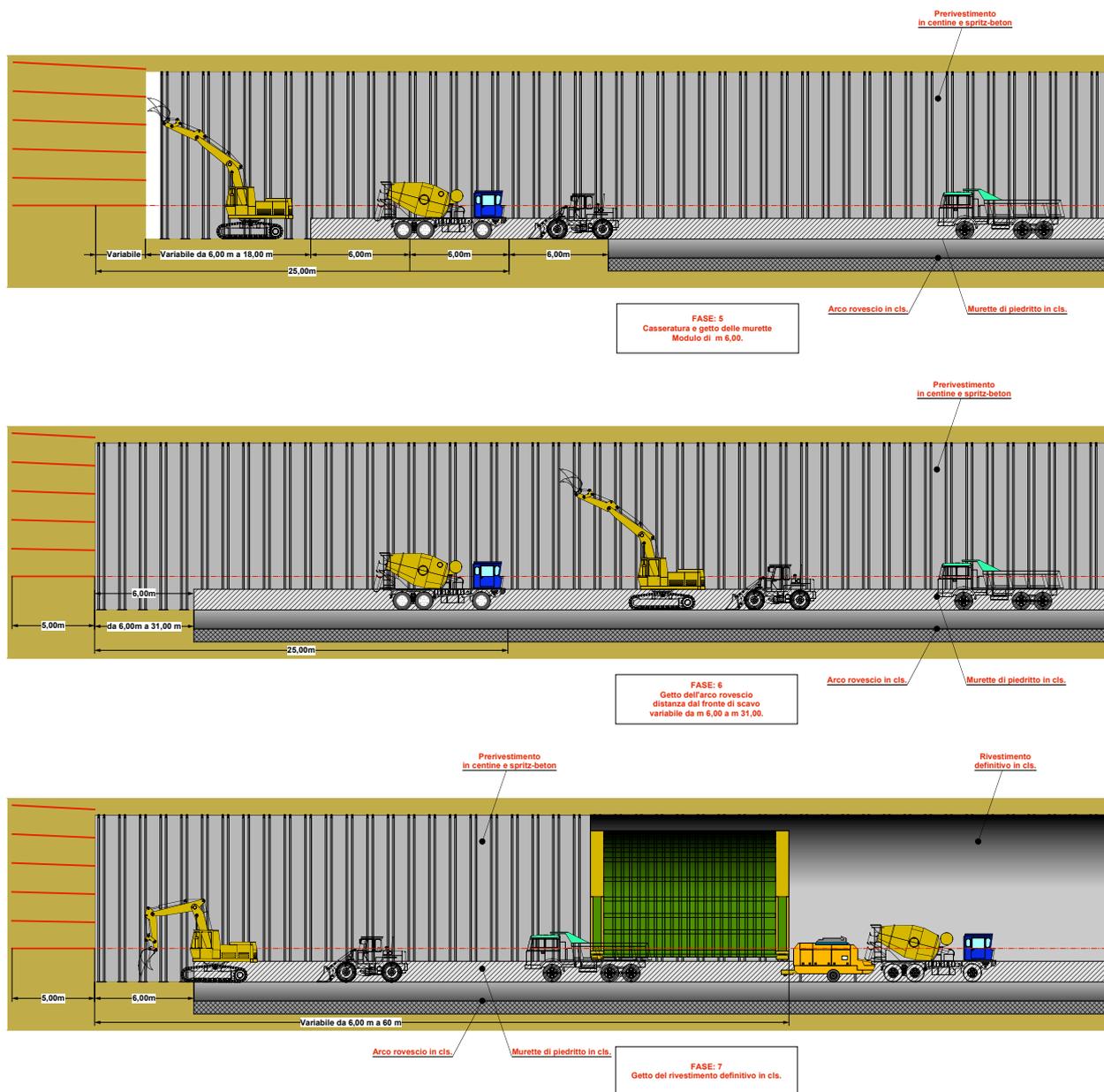


Fig. 6. Fasi esecutive avanzamento in galleria; ciclo completo (1-7)



Questo sistema ha consentito di scavare in sicurezza i tratti terminali, ove il cavo interessa formazioni litologiche alluvionali o di riporto con caratteristiche meccaniche scadenti, ed ha permesso l'attacco della galleria e lo sbocco finale senza l'esecuzione di ulteriori opere preventive di sostegno (palificate, diaframmi o altro).

Avanzamento in galleria.

Lo scavo della galleria è stato effettuato con escavatore (raramente con l'ausilio del martellone) a piena sezione, avanzando da un solo fronte – Nord – previo consolidamento con chiodi sub-orizzontali in VTR iniettato e calcestruzzo proiettato; lo smarino è stato trasportato



Fig. 7. Vista dell'imbocco Nord prima dell'inizio dei consolidamenti.



Fig. 8-9. Particolare dell'esecuzione e panoramica degli infilaggi d'acciaio sub-orizzontali preliminari al primo attacco del fronte.



all'esterno con camion carichi con pala e/o escavatore. Si è realizzato un pre-rivestimento sistematico con centine metalliche, rete elettrosaldata a calcestruzzo proiettato. Dopo il getto delle murette e dell'arco rovescio, il rivestimento definitivo in CLS è stato gettato in opera mediante l'impiego di un apposito cassero metallico (CIFA) per conci di 12 m di lunghezza; ad eccezione degli imbocchi e di alcune altre posizioni singolari, non è armato.



Fig. 10. Attacco del fronte dall'imbocco Nord.

Per i lavori speciali di consolidamento sono state impiegate attrezzature di progettazione e costruzione PACCHIOSI (in particolare sonda idraulica TAF).



Fig. 11. Chiodatura del fronte con PACCHIOSI P1500TAF.



Fig. 12. Chiodatura del fronte con PACCHIOSI P1500TAF.

Incidente geologico del 24 gennaio 2006.

La notte tra il 23 ed il 24 gennaio 2006, alla progressiva 727,75, è avvenuto un fornello sul lato destro del fronte, in calotta. Il fenomeno ha originato un cono franoso risalente fino alla superficie in corrispondenza del campo da baseball.



Fig. 13. Fronte di scavo; visibile la stratigrafia dei terreni.

Fig. 14. Pre-rivestimento ed arco rovescio ad immediato ridosso del fronte.



Fig. 15-16-17. Cassero per il getto della volta; allestimento all'esterno, introduzione in galleria, lavorazioni in avanzamento.





Fig. 18. "Smorza" di estremità eseguita in opera per un perfetto adeguamento al profilo del perivestimento già in opera.

L'accadimento è stato causato dall'inaspettata ed imprevedibile drastica riduzione di spessore della coltre Plio-Pleistocenica attesa, a favore di un litotipo della serie quaternaria ad alto contenuto d'acqua e con scadenti caratteristiche meccaniche.

Una serie mirata di nuove indagini geognostiche ha permesso, a lavori fermi con galleria in sicurezza, lo studio di una soluzione che potesse permettere una veloce e sicura ripresa dei lavori in sotterraneo.

Riparazione fornello e completamento della galleria.

Vista la specializzazione della PACCHIOSI stessa in lavori di consolidamento in generale e la vasta esperienza maturata proprio in occasione della riparazione di fornelli in galleria, il Responsabile del Procedimento ha affidato alla PACCHIOSI lo studio e la realizzazione di un trattamento di consolidamento Jet Grouting atto allo scopo. Il trattamento è stato eseguito dalla superficie con speciali attrezzature, di progettazione e costruzione PACCHIOSI, che hanno permesso la realizzazione di colonne di terreno consolidato compenetrante di diametro superiore a 3 m (sistema PACCHIOSI MEGA JET PS3), per formare attorno al futuro cavo della galleria una sorta di "duomo" resistente, per tutta l'area interessata dai terreni ammalorati.

Gli scavi in galleria hanno così potuto essere ripresi in poco tempo, per tornare rapidamente al regime di avanzamento precedente, con rinnovata sicurezza.

Altro punto delicato da superare è stato l'interferenza delle linea ferroviaria Civitanova-Albacina, immediatamente prima dello sbocco al portale Sud. In questo caso, oltre ai consueti chiodi VTR al fronte, sono stati realizzati in calotta degli infilaggi di acciaio sub-orizzontali che hanno collaborato con gli omologhi già realizzati dall'esterno sul fianco del rilevato ferroviario. L'attraversamento in sotterraneo è stato realizzato mantenendo in esercizio la linea ferroviaria, sotto lo speciale controllo degli incaricati delle FS.

Si è infine completato lo scavo con lo sbocco a Sud e, conseguentemente, il rivestimento definitivo della galleria e la realizzazione dell'artificiale Sud.

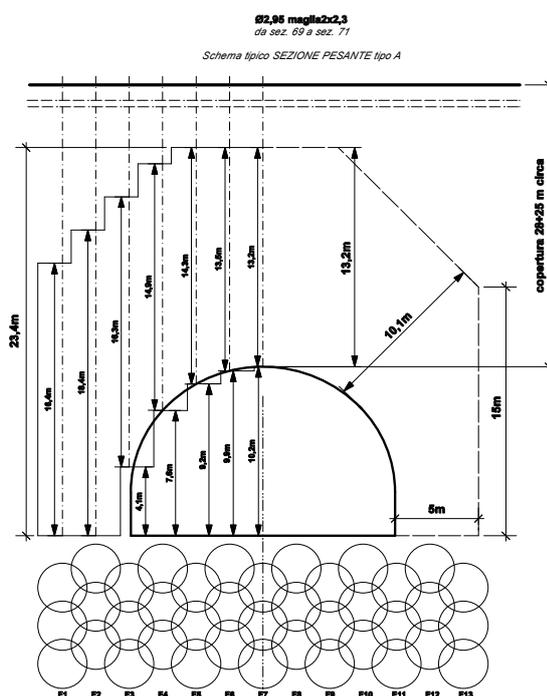


Fig. 19. Schema del consolidamento dall'esterno in JET GROUTING per il superamento del fornello.



Fig. 20-21. Sbocco; vista dell'interno della galleria in direzione da Nord a Sud e ispezione dall'esterno, dalla scarpata del fronte Sud.



Sono quindi state realizzate le opere accessorio secondarie, il completamento della tratta stradale e l'installazione degli impianti.

Impianti.

La dotazione impiantistica comprende:

- sistemi di illuminazione permanente, di rinforzo agli imbocchi e di emergenza comandati mediante regolatori di flusso luminoso asserviti a sonde di luminanza esterna,
- sistema di ventilazione longitudinale con due coppie di ventilatori, asserviti a specifici anemometri, con regolazione continua di velocità, possibilità di inversione della direzione del flusso e comando diretto da parte dei VVFF da quadri dedicati posizionati agli imbocchi,
- impianti semaforici e pannelli a messaggi variabili esterni in prossimità degli imbocchi,
- sistema di rilevazione incendi, costituito di un unico cavo termosensibile, sistemato nella parte superiore della galleria e munito di un sensore in continuo che rileva aumenti anomali della temperatura e individua l'esatto punto in cui si sviluppa l'eventuale incendio,
- impianto SOS, impianto interfonico ed impianto chiamate di emergenza,
- segnalazioni luminose,
- impianto di monitoraggio (TVCC) con 12 telecamere per controllare costantemente la situazione e l'andamento del traffico nella galleria che saranno collegate ad un centro controllo,

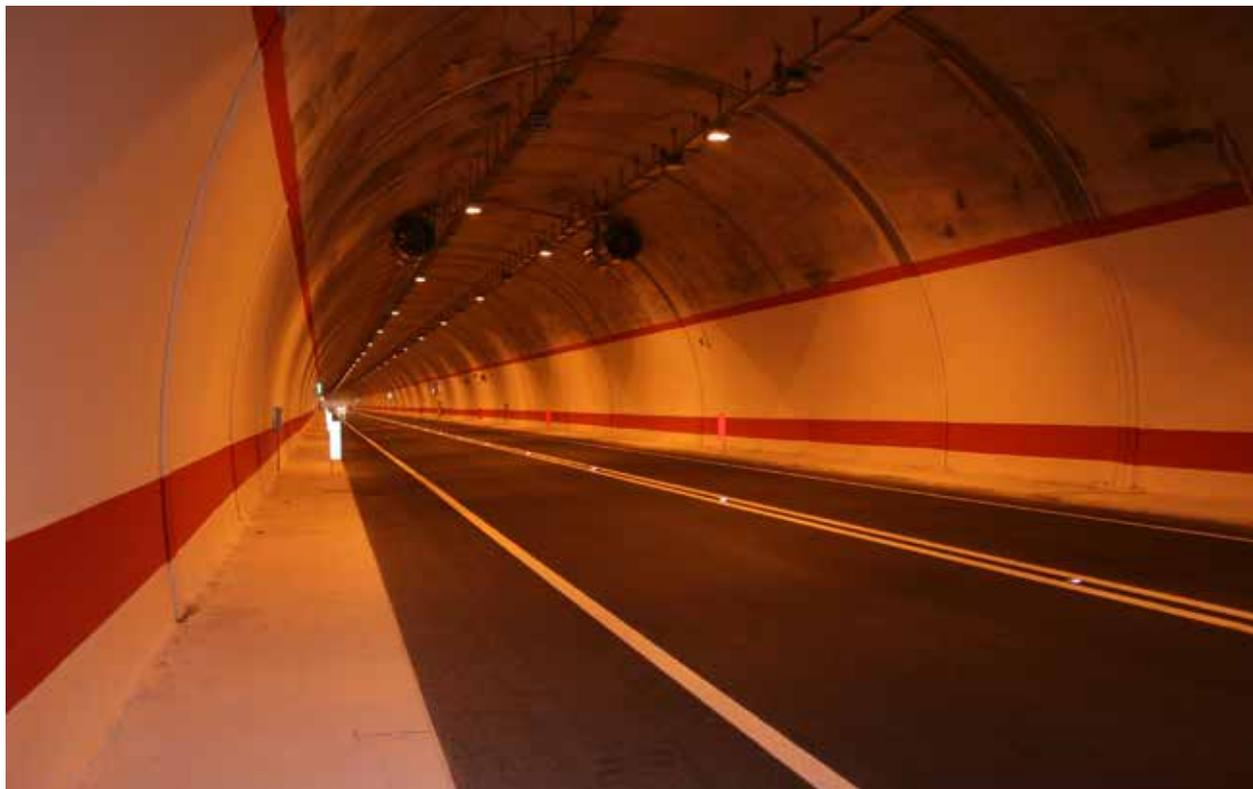


Fig. 23. Interno della galleria finita ed allestita con gli impianti.

- sistema di controllo e monitoraggio dell'aria mediante di rilevamento CO e opacimetri,
- armadi con estintori per l'SOS,
- sistema di supervisione e comando (strumentale ed audio/video) locale in cabina e remoto in apposito ufficio comunale
- gruppo di continuità con batteria della durata di 60',
- elettrogeneratore a motore diesel con serbatoio supplementare da 3.000 l,
- sistema di spegnimento incendi ad acqua, dotato di armadi con idranti a manichetta di 20 m, posti sui due lati della galleria ad una interdistanza massima di 50 m; l'alimentazione idrica é garantita dall'allaccio dell'impianto alla rete comunale, ad entrambe le estremità.

Caratteristiche salienti dell'opera.

Galleria stradale a canna singola con doppio senso di marcia

Lunghezza totale del tronco stradale: 1.174 m

Quota imbocco Nord: 217 msm

Quota imbocco Sud: 221 msm

Lunghezza galleria: 850 m

Pendenza galleria: 0,05 %

Copertura massima: 63 m

Copertura sotto la linea FS: 8 m

Sezione di scavo: 170 mq

Sezione utile: 130 mq Carreggiata: 10,5 m oltre due marciapiedi da 1,6 m



Fig. 24. Imbocco Sud della nuova galleria in esercizio.

Volume di terreno scavato: circa 125.000 mc

Calcestruzzo impiegato: circa 30.000 mc

Acciaio impiegato: circa 1.100 ton

Chiodi VTR per il sostegno del fronte: circa 113.000 ml

Consolidamento Jet Grouting per il superamento dell'incidente geologico: circa 25.000 mc.

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