

Figure 3- Portail italien du tunnel du Fréjus en 1871 / Portale italiano del tunnel del Frejus nel 1871



I 150 anni del traforo del Fréjus  
settembre 2021 - 1871



COLLEGIO INGEGNERI  
FERROVIARI ITALIANI  
Sezione di Torino

L'adeguamento del tunnel alla sagoma GB1

Piergiorgio Grasso, *GEODATA Engineering S.p.A., Torino*

## Gli obiettivi dell'adeguamento

### OBIETTIVI

### IMPLICAZIONI

Adeguamento alla sagoma B1



Abbassamento del piano ferro per circa 60-70cm, allargamento interviala a 2,12m

Realizzazione del Blocco Automatico (BAB c.c. 3/3);



Scavo di 53 nuove nicchie e posa di appositi cavi in cunicoli tecnologici REI60

Adeguamento impiantistico norme di sicurezza (antincendio in particolare)



Scavo di un camerone per l'alloggiamento di una vasca di accumulo dell'acqua e di 48 nuove nicchie, e posa di una tubazione lungo l'intera galleria

**Committente**

RFI – Compartimento di Torino

APPALTO INTEGRATO - PROGETTO ITALFERR S.p.A.

**Progetto esecutivo e costruzione**

ATI: CLF S.p.A. (Mandataria), AR.FER S.r.l.,

GEFER S.p.A., SALCEF S.p.A.,

PASOLINI VCB S.r.l., R.T.S. SA, VALDITERRA (Mandanti)

**Progetto esecutivo opere civili e impianti**

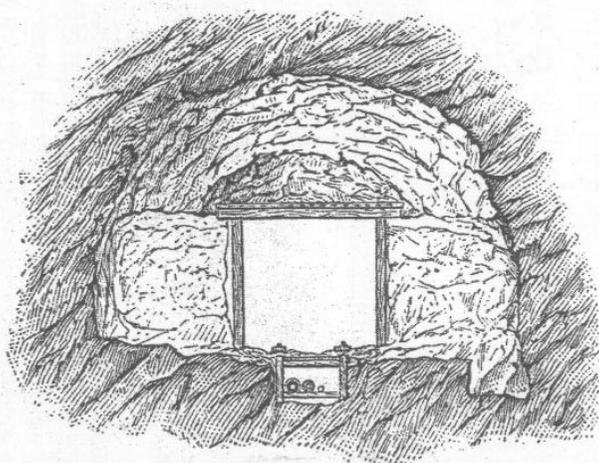
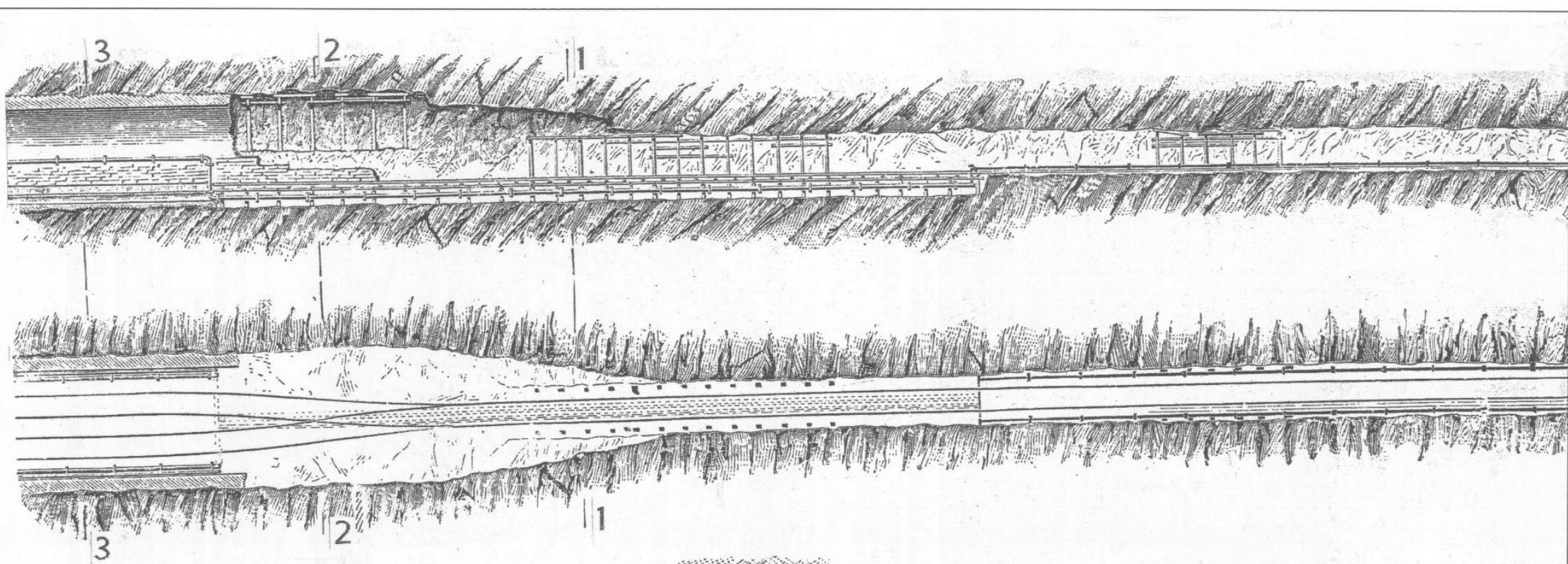
GEODATA S.p.A., BONCIANI S.p.A.

**Direzione lavori**

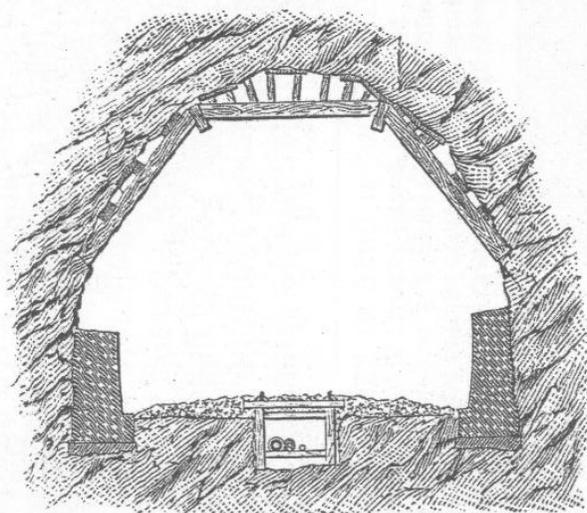
ITALFERR S.p.A.

Inizio lavori: 2003 coesistenti con l'esercizio - Fine lavori: 2007

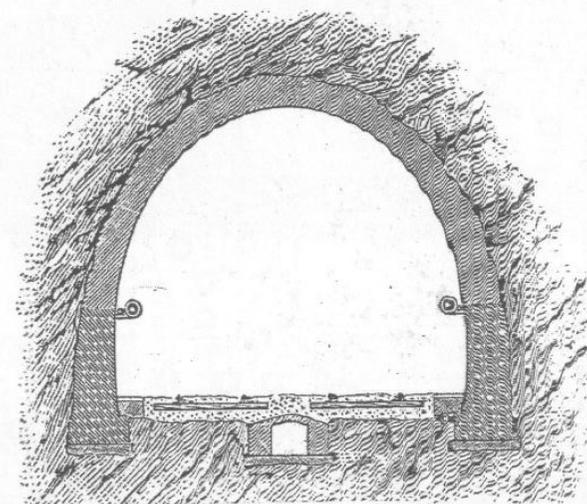
Valore delle opere: 81,3M€



Sezione 1-1



Sezione 2-2



Sezione 3-3

Costruzione  
Lunghezza  
Quota massima

= dal 1857 al 1871  
= 13636m di cui 6791 in Italia  
= 1291m s.l.m. (confine)



Bardonecchia



Muratura



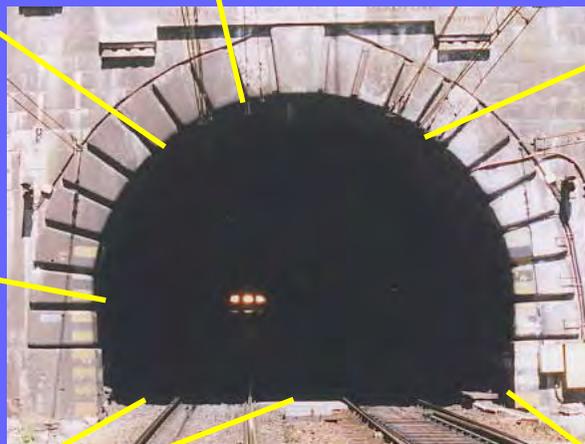
Calcestruzzo



Nicchie per tecnologie



Blocchi di pietra



6.0-6.3m

Assenza di a.r.



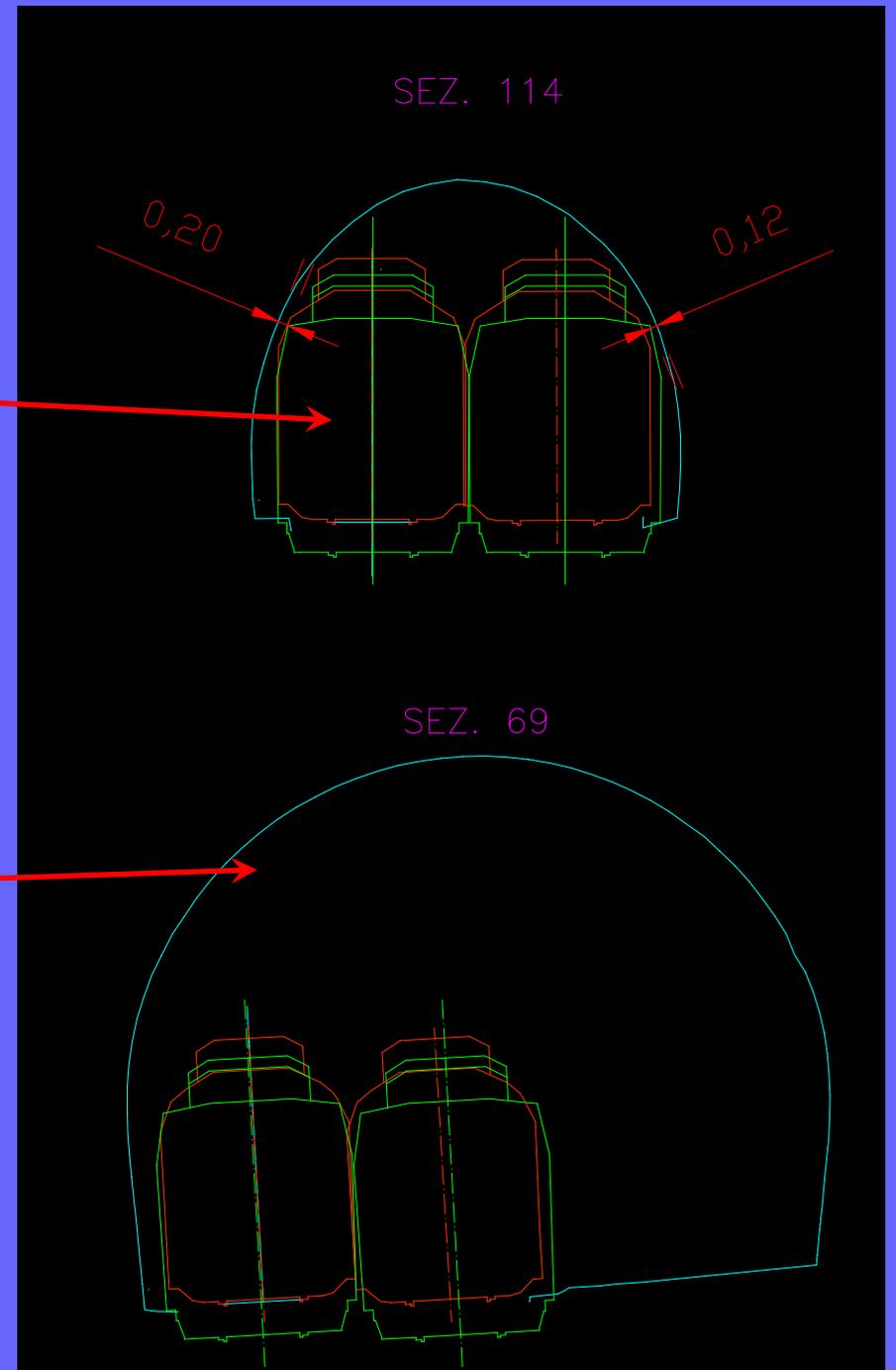
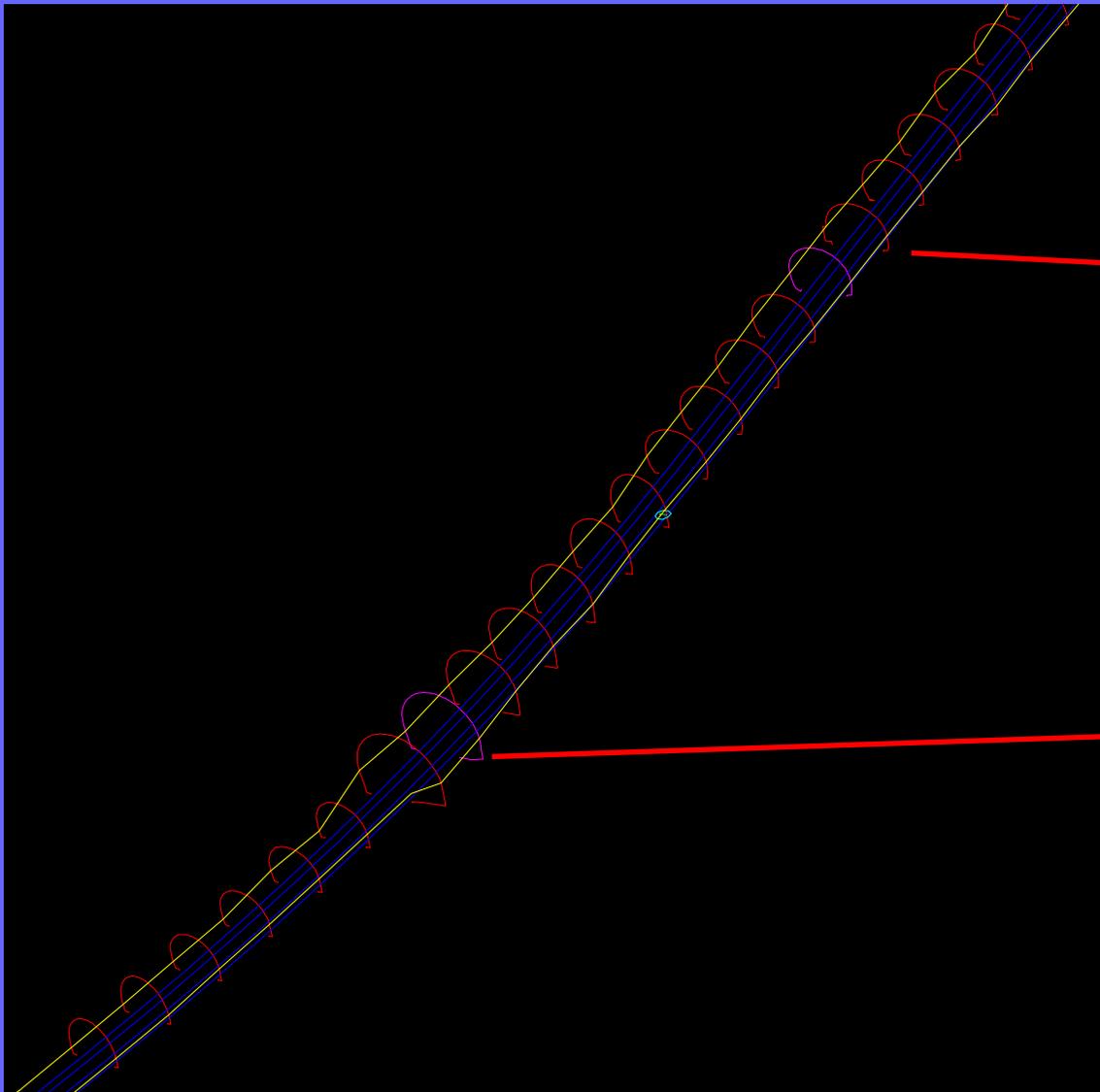
7.8-8.0m

Canaletta centrale



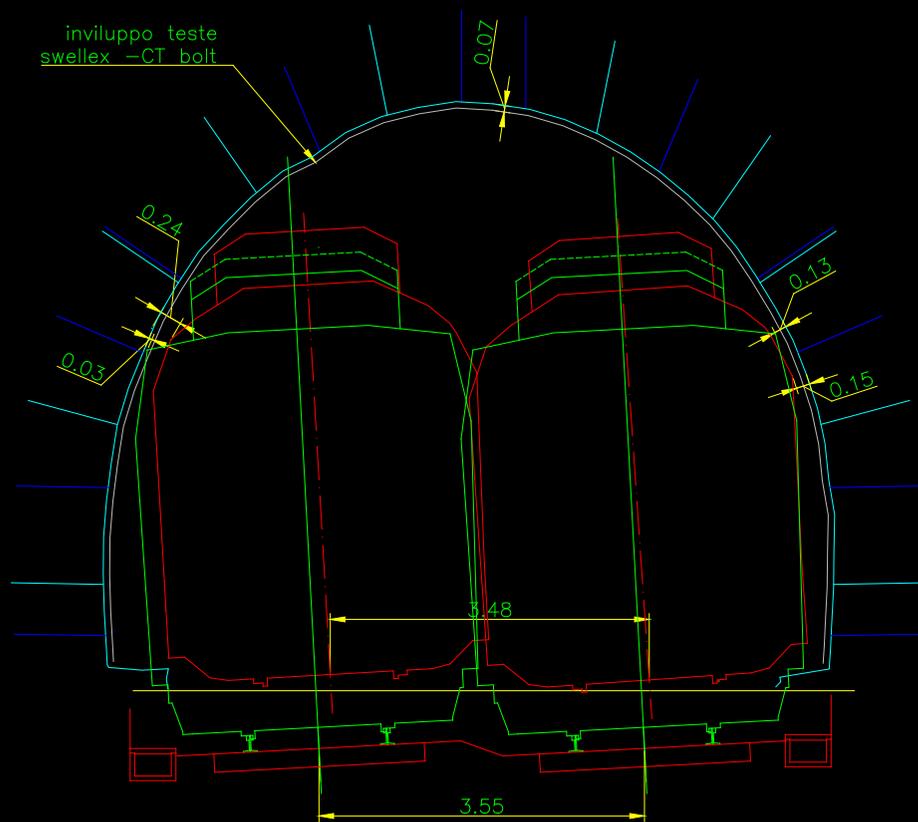
Nicchie Salva-uomo





Ident: 106  
 Progressiva: 84951,44

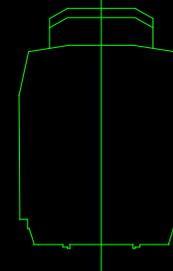
Scala 1:50



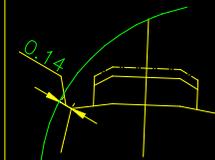
LEGENDA :



P.M.O. PC30 ATTUALE



P.M.O. B1-MODALOHR



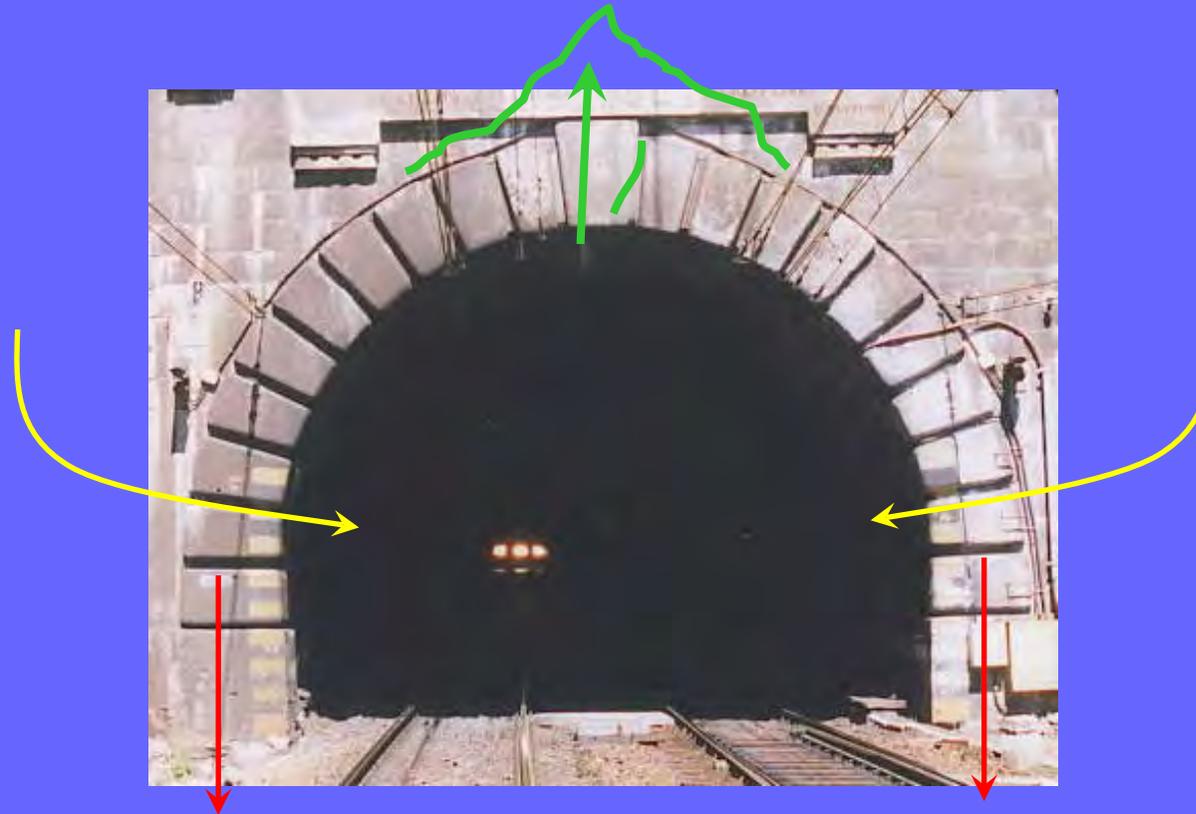
SPAZIO ESISTENTE TRA SAGOMA  
 E INTRADOSSO RIVESTIMENTO

- Asse perforazioni bulloni raggiera 1
- Asse perforazioni bulloni raggiera 2

NOTE:

1. Tutte le distanze progressive sono riferite all'asse del tunnel
2. Per la tipologia di nicchie vedi elaborato D04300EZZDBGN000A001B

Potenziali meccanismi d'instabilità per la struttura portante



1. Tendenza a convergere (assenza di arco rovescio e  $k_0 > 1$ )
2. Tendenza a cedere (presenza localizzata di fondazione scadente costituita da materiale di riporto e asimmetria del carico)
3. Tendenza al sollevamento della calotta e rottura della chiave di volta (forte compressione laterale, scarso confinamento all'estradosso)

## La soluzione progettuale per il consolidamento della galleria

### OBIETTIVI

### INTERVENTO

Impedire la convergenza

- 
- Iniezioni di contatto sui piedritti
  - Bullonatura attiva con elementi iniettati e pretesati

Impedire / limitare il cedimento della fondazione

- 
- Iniezioni in pressione per il consolidamento della fondazione

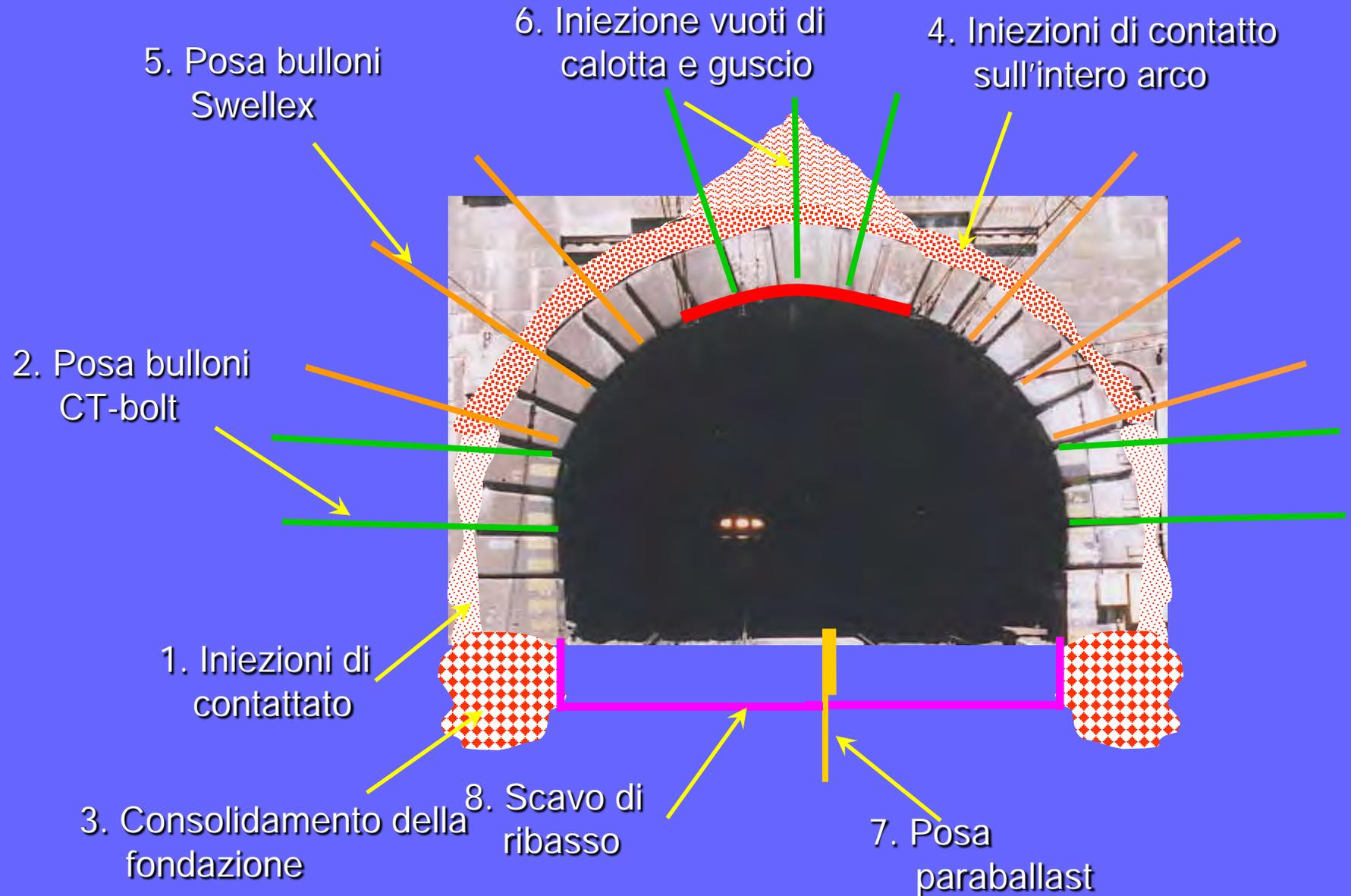
Riabilitare la struttura portante in calotta

- 
- Realizzazione di un guscio strutturale in clsp armato
  - Iniezioni di riempimento dei vuoti in calotta con malta espansiva
  - Installazione 3 ordini di bulloni CT-Bolt in calotta

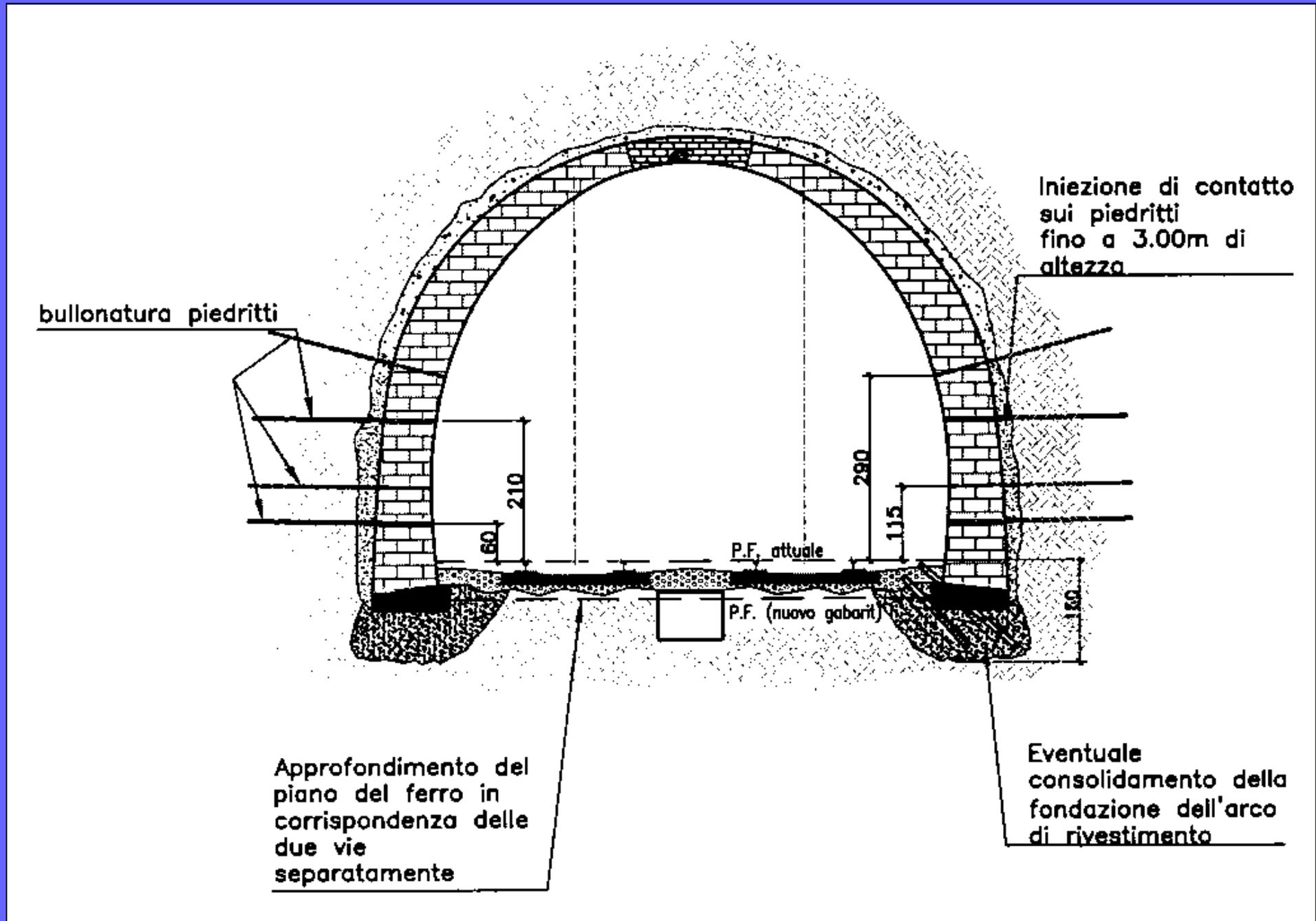
Sostegno dell'arco per lo scavo delle nicchie

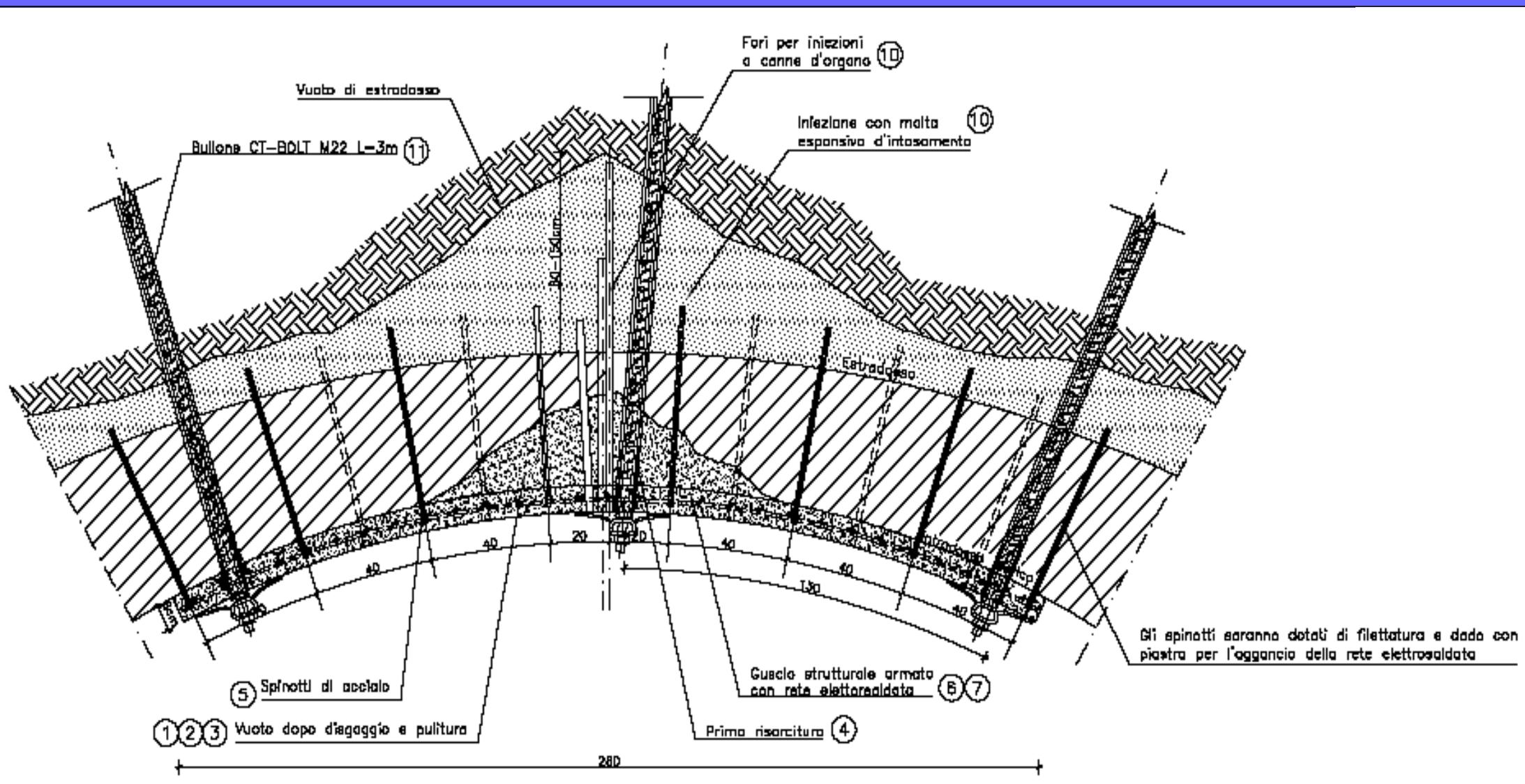
- 
- Iniezioni di contatto su tutto l'arco
  - Bullonatura di tutto l'arco
  - Posa di portale in acciaio

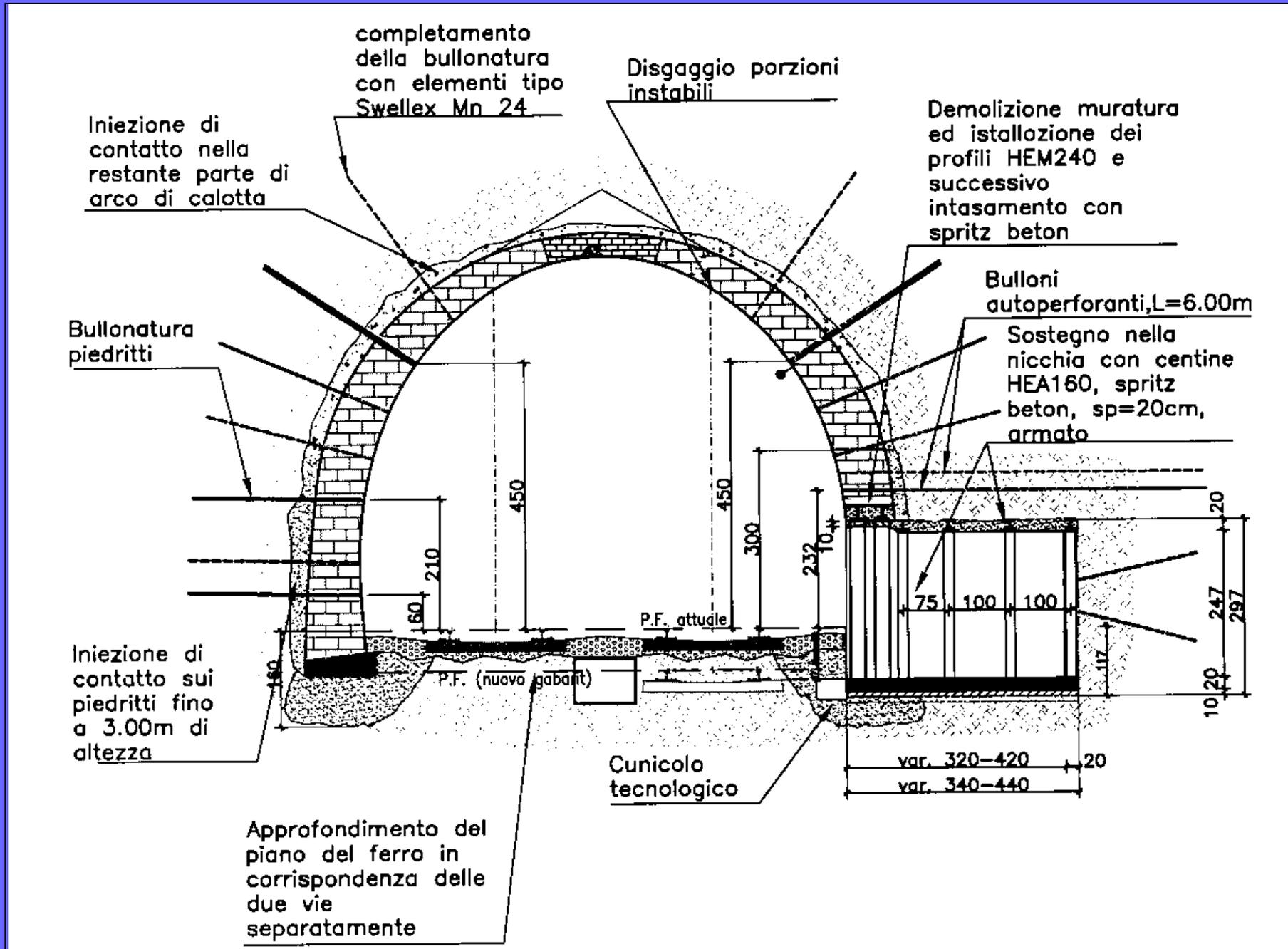
La sequenza temporale delle lavorazioni



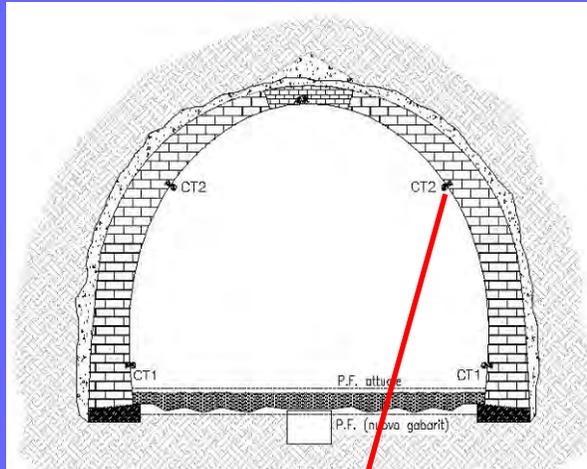
9. Lo scavo delle nicchie avviene dopo il consolidamento, ma prima del ribasso lato pari.







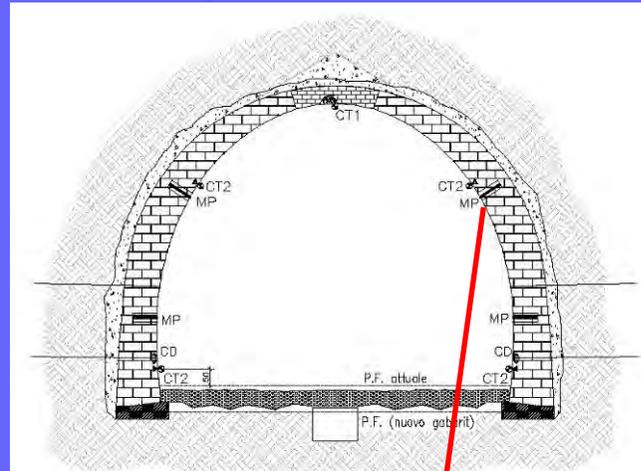
Sezione corrente



Mira ottica per il controllo topografico



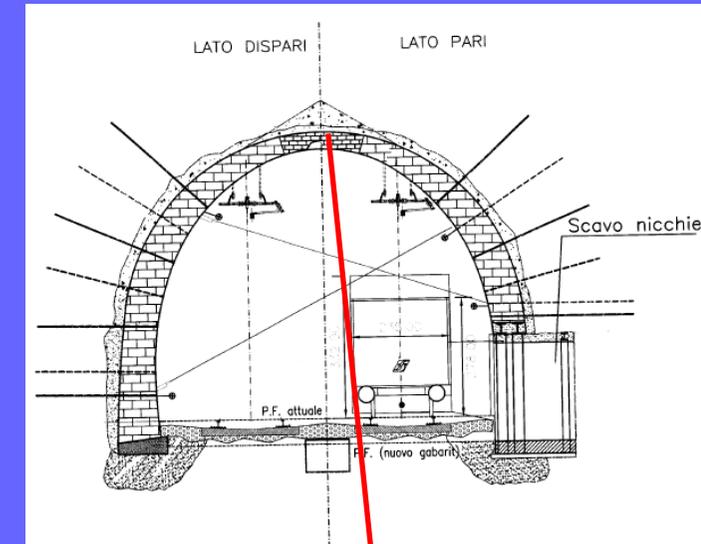
Sezione speciale



Martinetto piatto

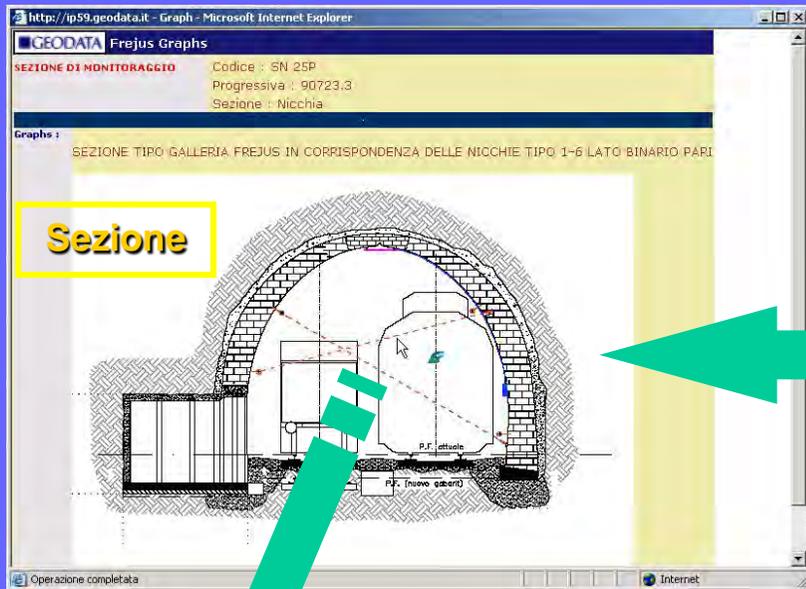


Sezione per lo scavo delle nicchie

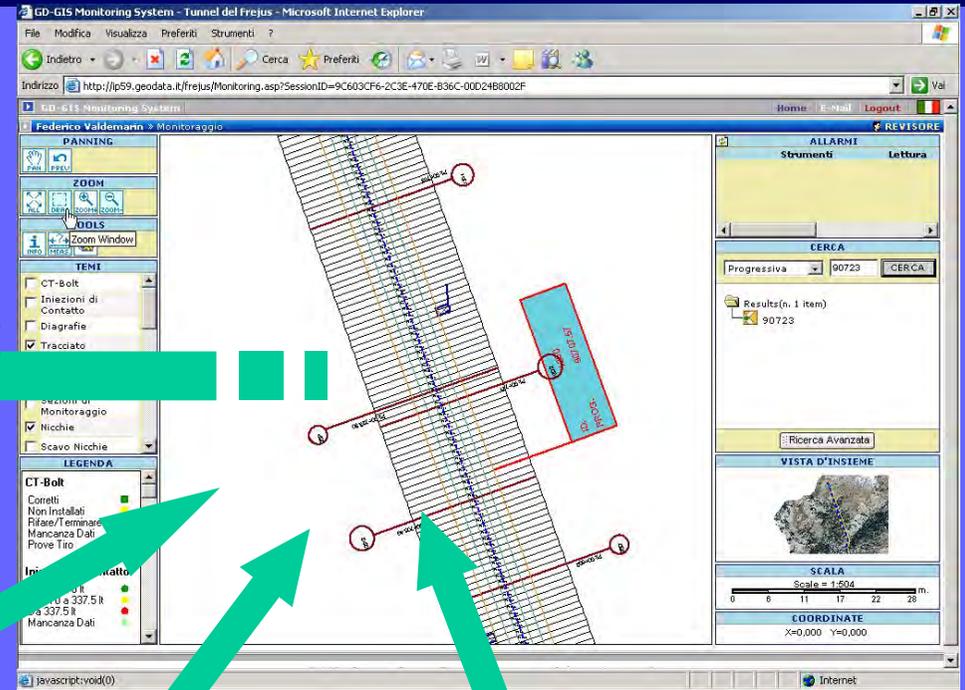


Fessurimetro





Interrogazione sezione



Interrogazione Mappa

Inserimento dati di monitoraggio in DB

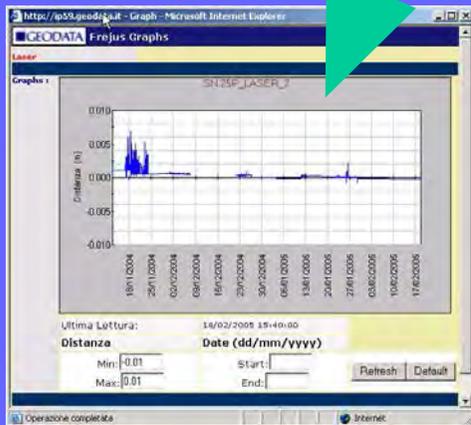
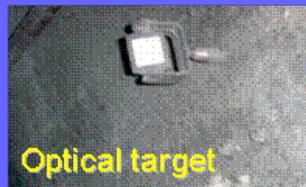


Grafico dello strumento



Optical target



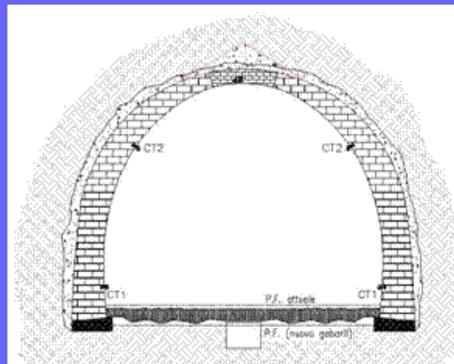
Flat Jack



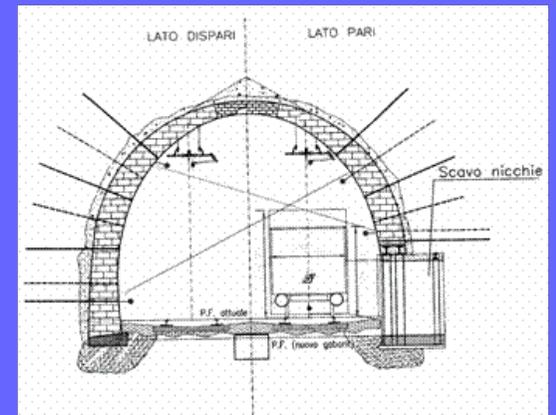
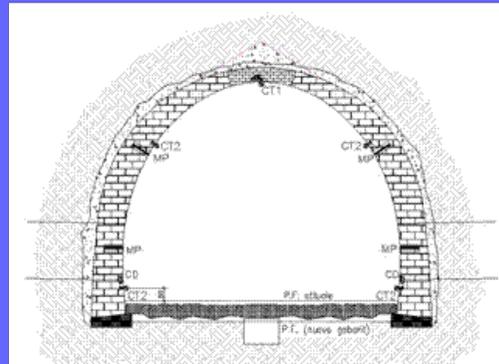
Crackmeter

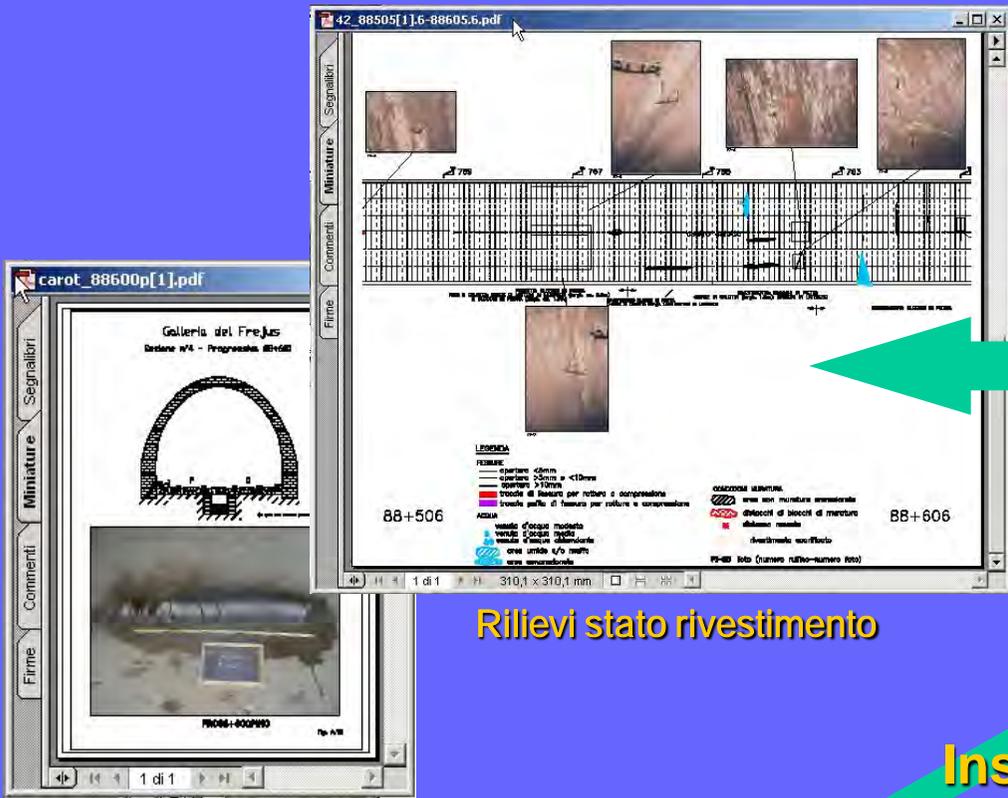
Niches Section

Current Section (1/50m)



Special Section (delicate zones)



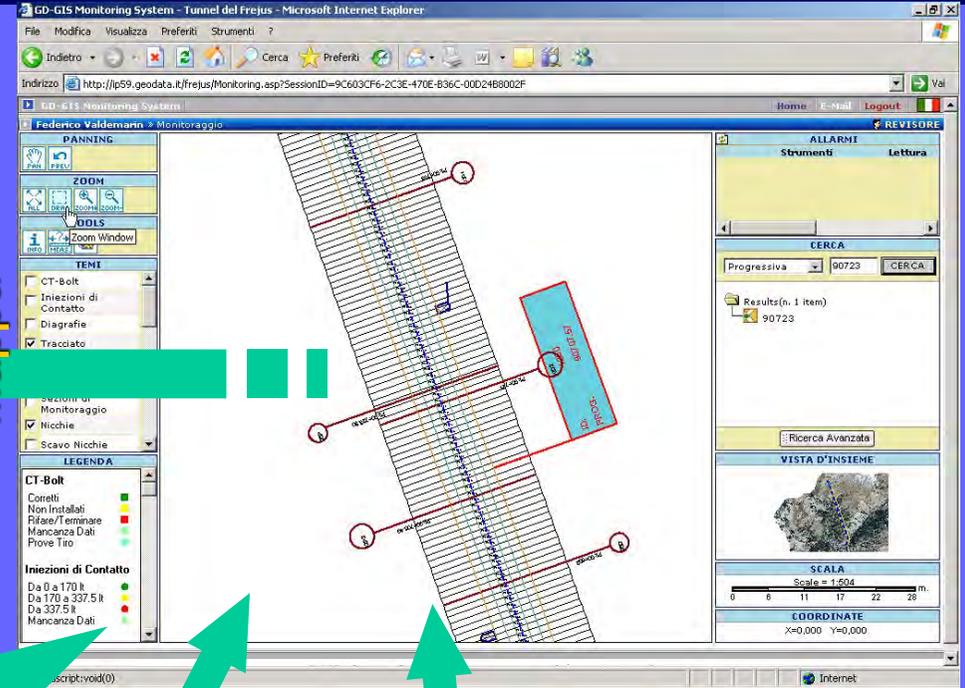


Rilevi stato rivestimento



Schede sondaggi

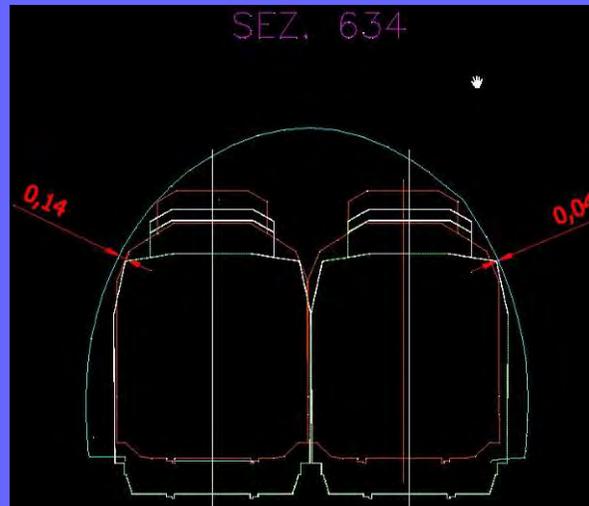
Interrogazione  
Mappa



Inserimento dati Progetto in DB



Foto indagini



Rilevi profiometrici

**Geotecnica** - COMMITTENTE: GD TEST S.r.l. - SONDAGGIO N. S13v  
 CALITA': Traforo ferroviario del Frejus - Bin. disparti Km 90+855 COMMESSA N. 48/00  
 Metodo perforazione: Carotaggio continuo diam. perf.: 101/127 RCQ: Dr. M. Petricig  
 Data inizio: p.c. data: dal 18/07/00 al 18/07/00 RCN: D. Capaldo

Rivestimento	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	Manovre carot.	RQD	Spezzoni	Tubo ABS
	0,45		Ballast ferroviario costituito da scaglie e frammenti di calcinacci (D. max 6-8 cm).					
	1		Formazione di calcinacci costituita da sassi filadici grigi scuri, localmente grigi, da grigio scuro a grigio nerastro con livelli quarzificati da millimetrici a centimetrici. Presenza di due famiglie di discontinuità, una per fratturazione con inclinazione subverticale e JRC = 2-3 e una per scistolosità con inclinazione i=10°-30°, spaccatura da 1-2 cm a 15-18 cm, JRC = 2-4, riempimento quarzifero. La roccia si presenta sotto forma di scaglie e frammenti alle seguenti profondità: (1-1,25 m). Presenza di micropaglie diffuse.		1,00			
	2,00		FINE SONDAGGIO.		2,00			

Stratigrafie sondaggi

- Tutte le lavorazioni (h24 con turni variabili in funzione dell'attività) sono eseguite in **soggezione di traffico ferroviario**. Si occupa quindi un binario solo senza invadere la rimanente via di corsa.
- Esclusivamente per 4 ore al giorno è possibile accedere al binario in esercizio (**interruzioni totali del traffico**); durante tali interruzioni contemporanee della linea possono avvenire i rifornimenti ai vari cantieri e l'ingresso dei mezzi di lavoro.
- La **coesistenza di diverse lavorazioni** (sino ad un massimo di 8 cantieri indipendenti) su 6,5km di linea implica la necessità di una attenta programmazione.
- I treni cantiere sono accompagnati da scorte (RFI) e protezioni (Appaltatore) abilitate. **L'accesso per il controllo** del progettista, della DL o degli addetti all'impresa è difficile e comunque deve essere programmato con attenzione.

1) C

- in
- p
- in

2) R

- lo
- sp
- in
- in
- p





## Le scelte del sistema di scavo per il ribasso

La necessità di eseguire lo scavo in roccia compatta e su un'estensione longitudinale pari a circa 6700m, ha indotto a scegliere un sistema di scavo che permettesse elevate produzioni e il rispetto dei pesanti vincoli imposti, quali:

- impossibilità di utilizzare **esplosivo**
- mantenimento del **traffico ferroviario sul binario adiacente**
- necessità di **rispettare con precisione la sezione di scavo**



### Roadheader Voest Alpine AHM105

Lunghezza = 12.20m

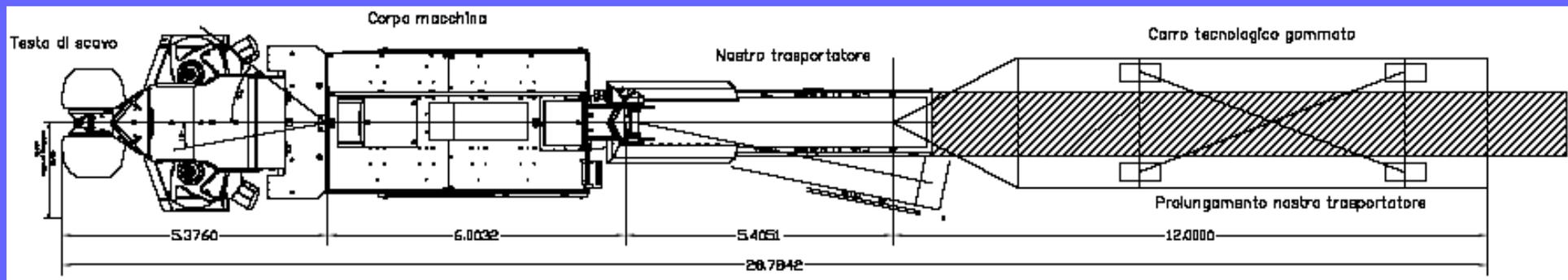
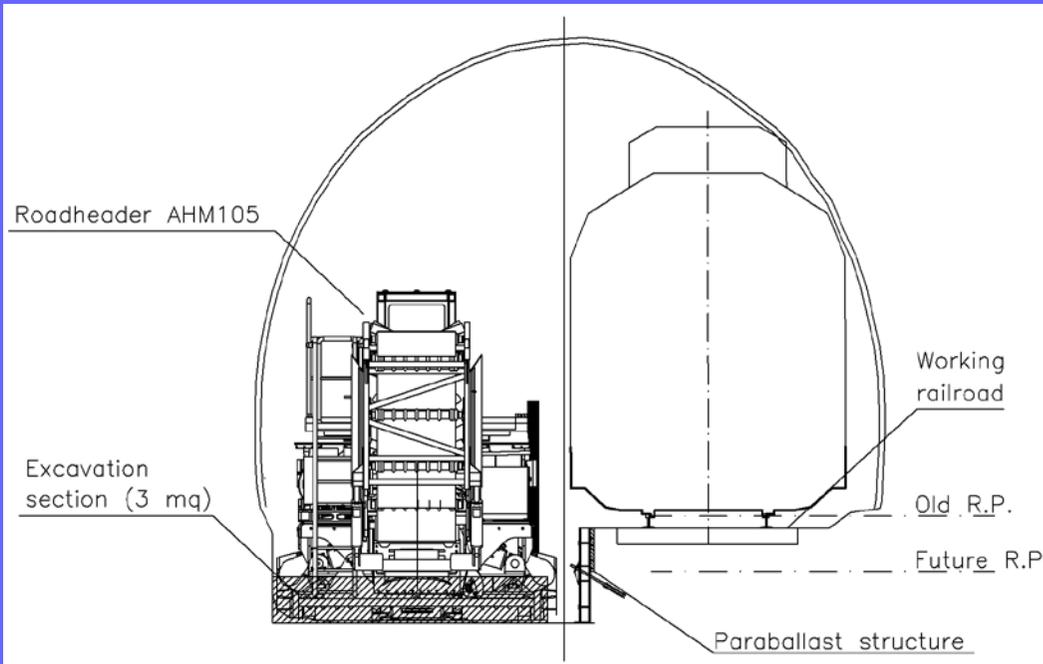
Larghezza = 3.56m

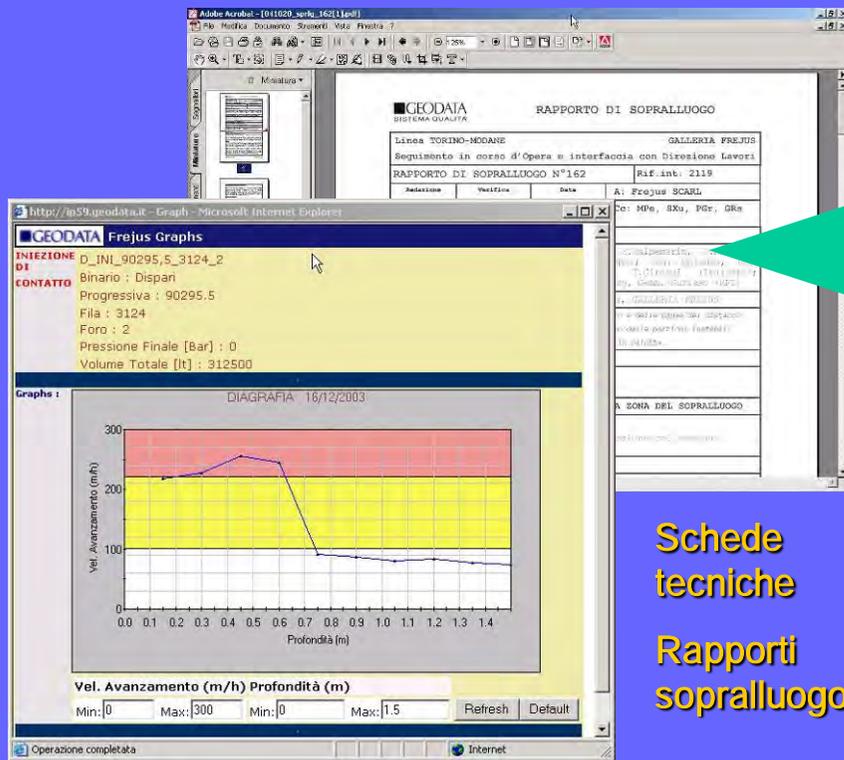
Peso = 1100kN

Diametro della testa = 1.30m

La sezione di scavo

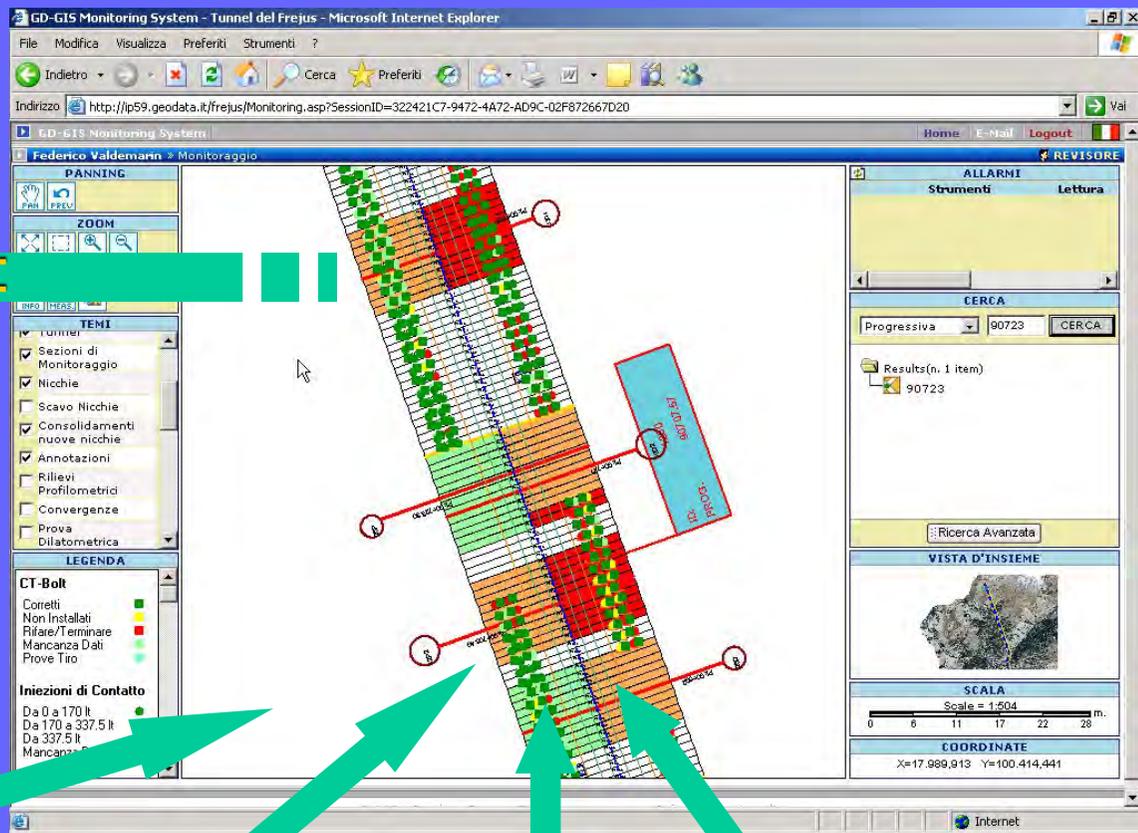
Lo scavo di ribasso avviene pertanto con ridotti franchi rispetto alla sagoma dei treni sul binario in esercizio (sagoma PC30).





Schede tecniche  
 Rapporti sopralluogo

Interrogazione  
 Mappa



Inserimento dati di produzione in DB



Dati generali



Parametri di iniezione



Dati di sondaggio



Dati di produzione

Tutti i **parametri di scavo sono stati giornalmente registrati** al fine di poter confrontare la produttività ottenuta con quella relativa ad altri lavori di scavo in cui è stato utilizzato il road header VAB.

Le prestazioni risultanti della fresa relative allo scavo di ribasso del primo binario sono di seguito riportate:

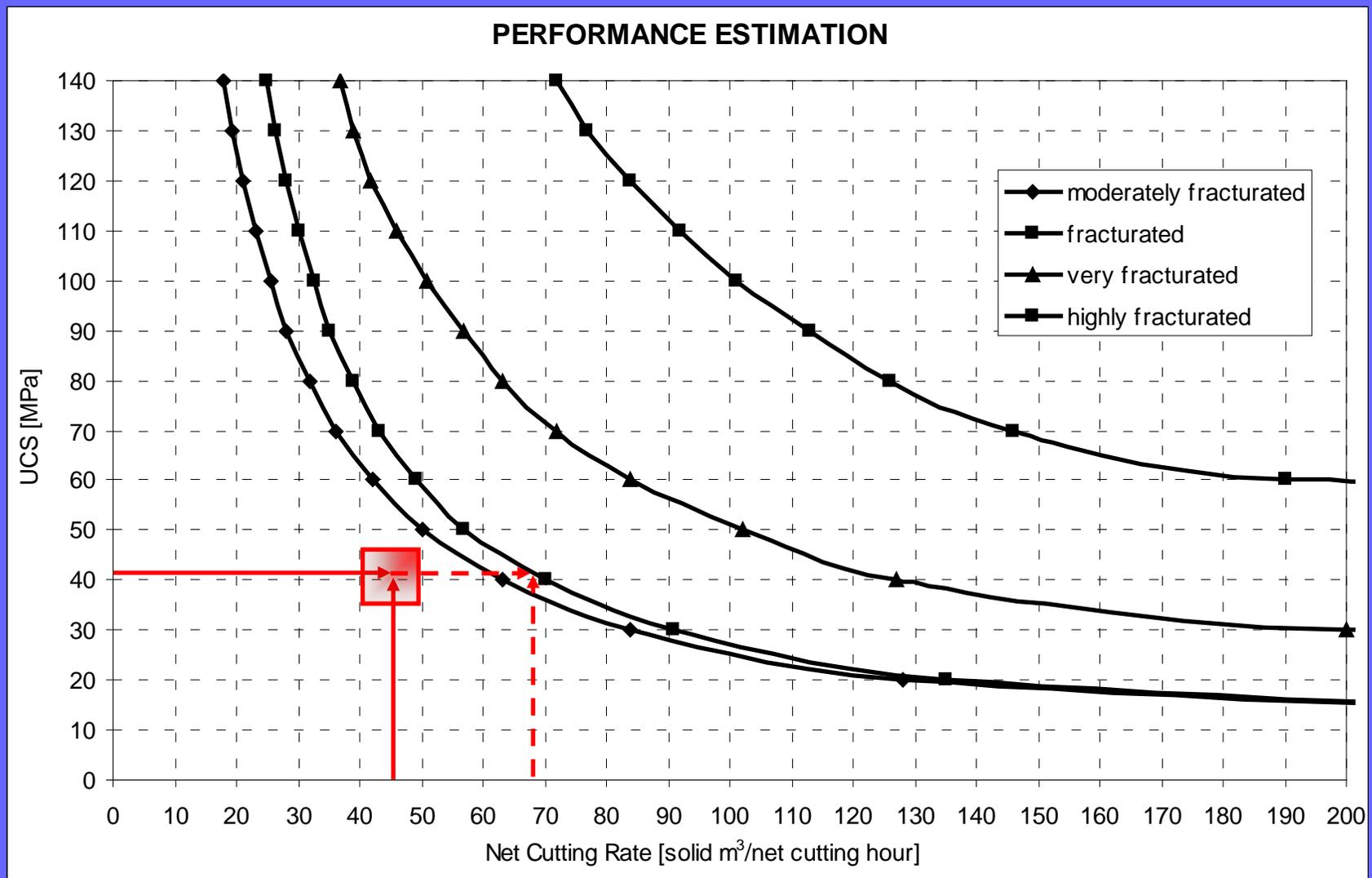
Total excavated volume	27815 bank m <sup>3</sup>
Effective net cutting time	49,36%
Average net advance per hour rate	10,92 m/h
Average net cutting rate (NCR)	45,98 bank m <sup>3</sup> /h
Av. Spec. pick consumption	0,08 pick/bank m <sup>3</sup>

*tempo effettivo di scavo* (movimento della testa fresante) 605h

*totale utilizzo del road header* (funzionamento impianto idraulico) 1225,80h

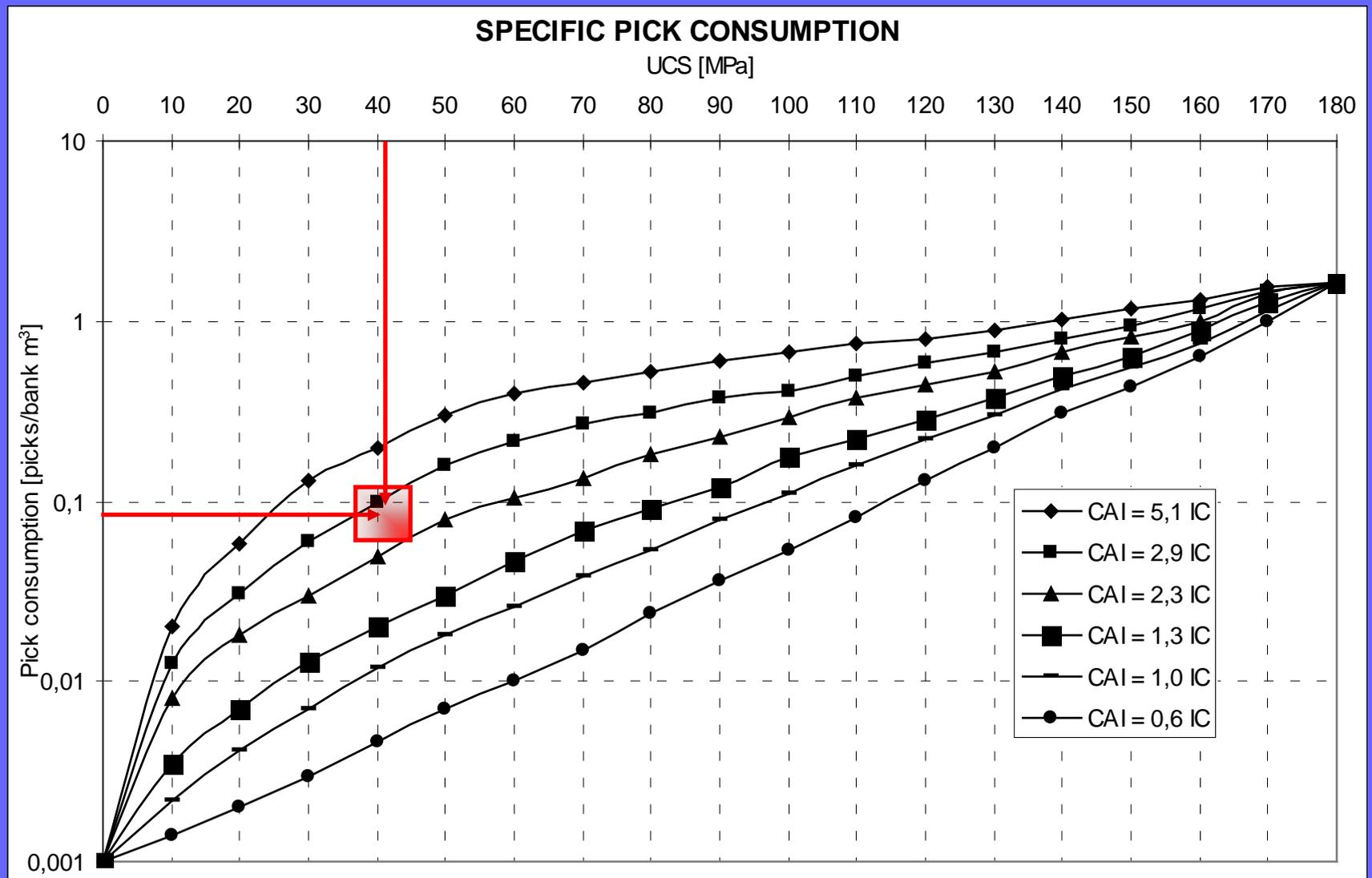
## Confronto con altri lavori di scavo con Roadheader AHM

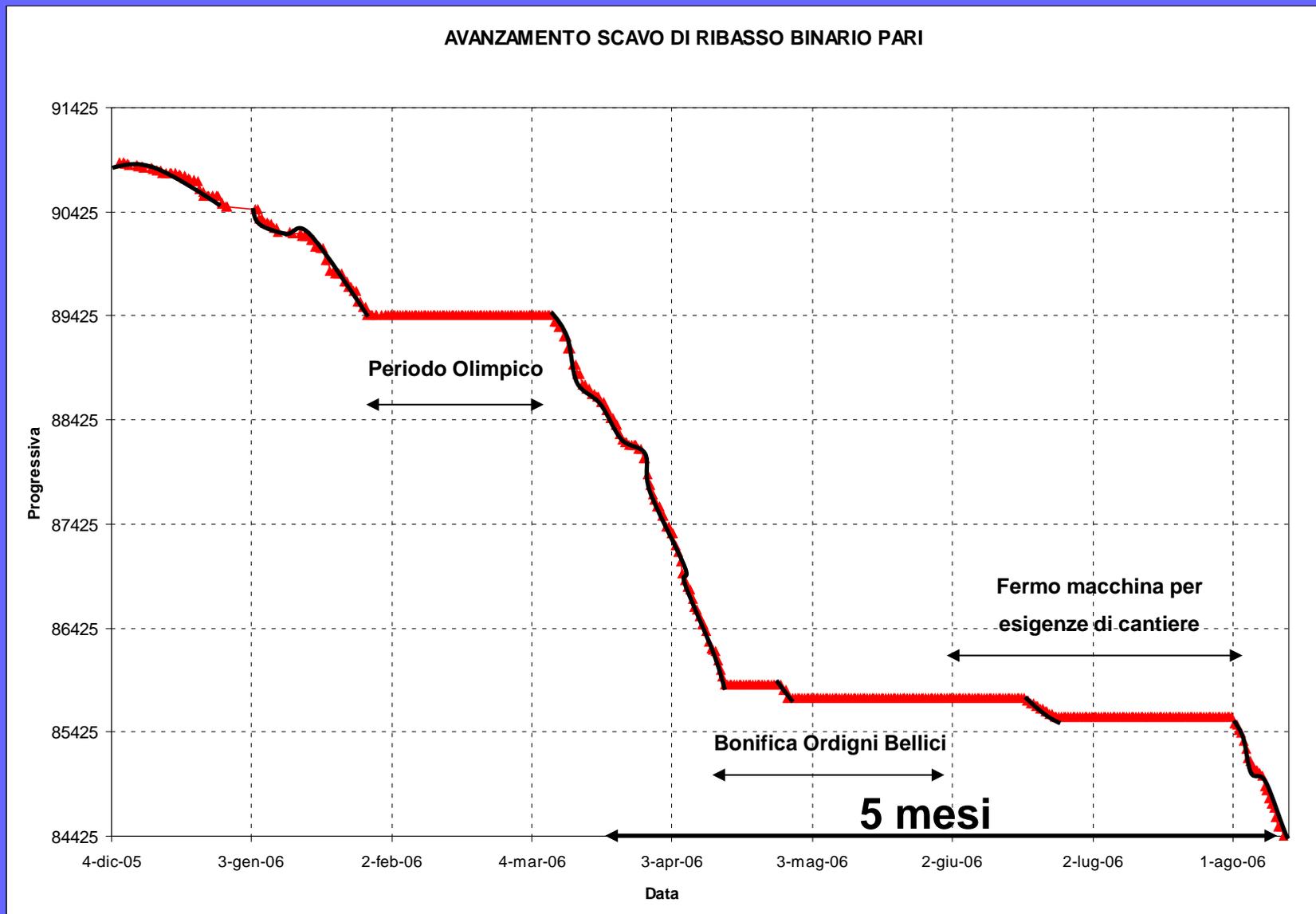
Confrontando il risultato in termini di *Net Cutting Rate* con le prestazioni attese secondo gli standard relativi ad altri lavori di scavo con fresa AHM (grafico VAB) si che il risultato ottenuto è inferiore alle previsioni.



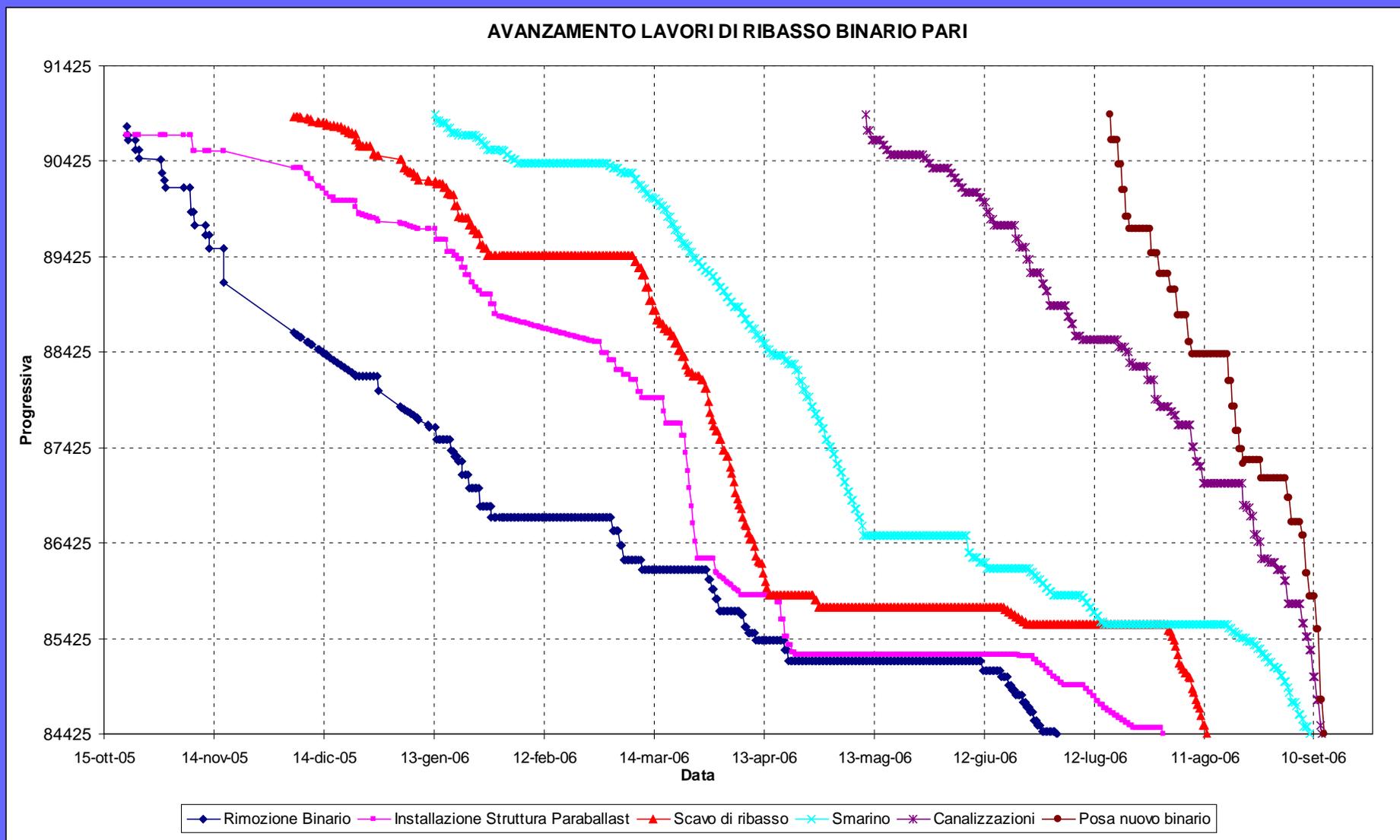
## Confronto con altri lavori di scavo con Roadheader AHM

Infine in termini di consumo specifico di utensili di scavo si resta in linea con le attese; il consumo di picchi è stato pari a 0,08 picchi/m<sup>3</sup>.





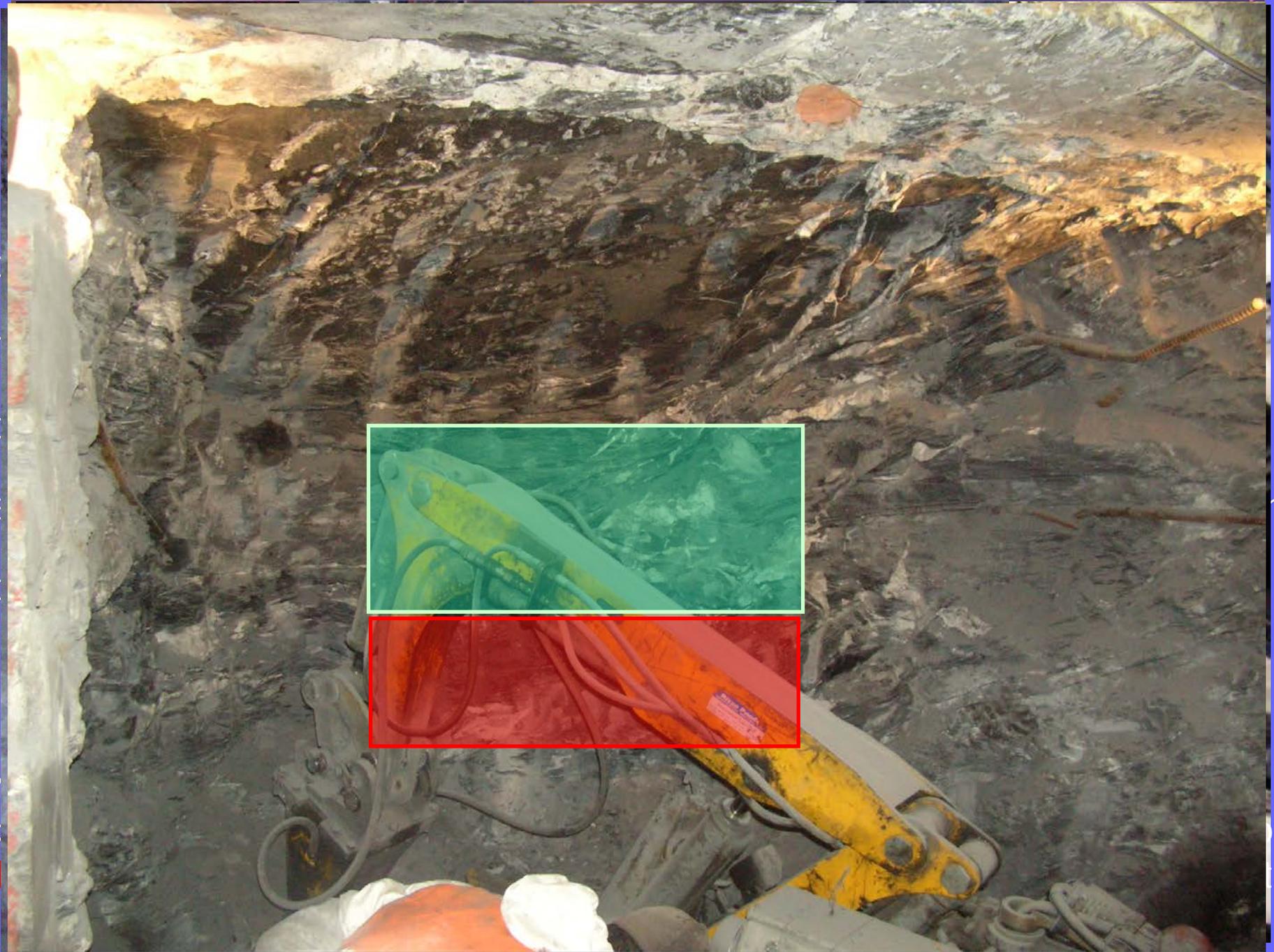
Analizzando il grafico dell'avanzamento dei lavori connessi al ribasso del binario pari è possibile identificare le lavorazioni "critiche" che hanno limitato il rendimento del cantiere.



La

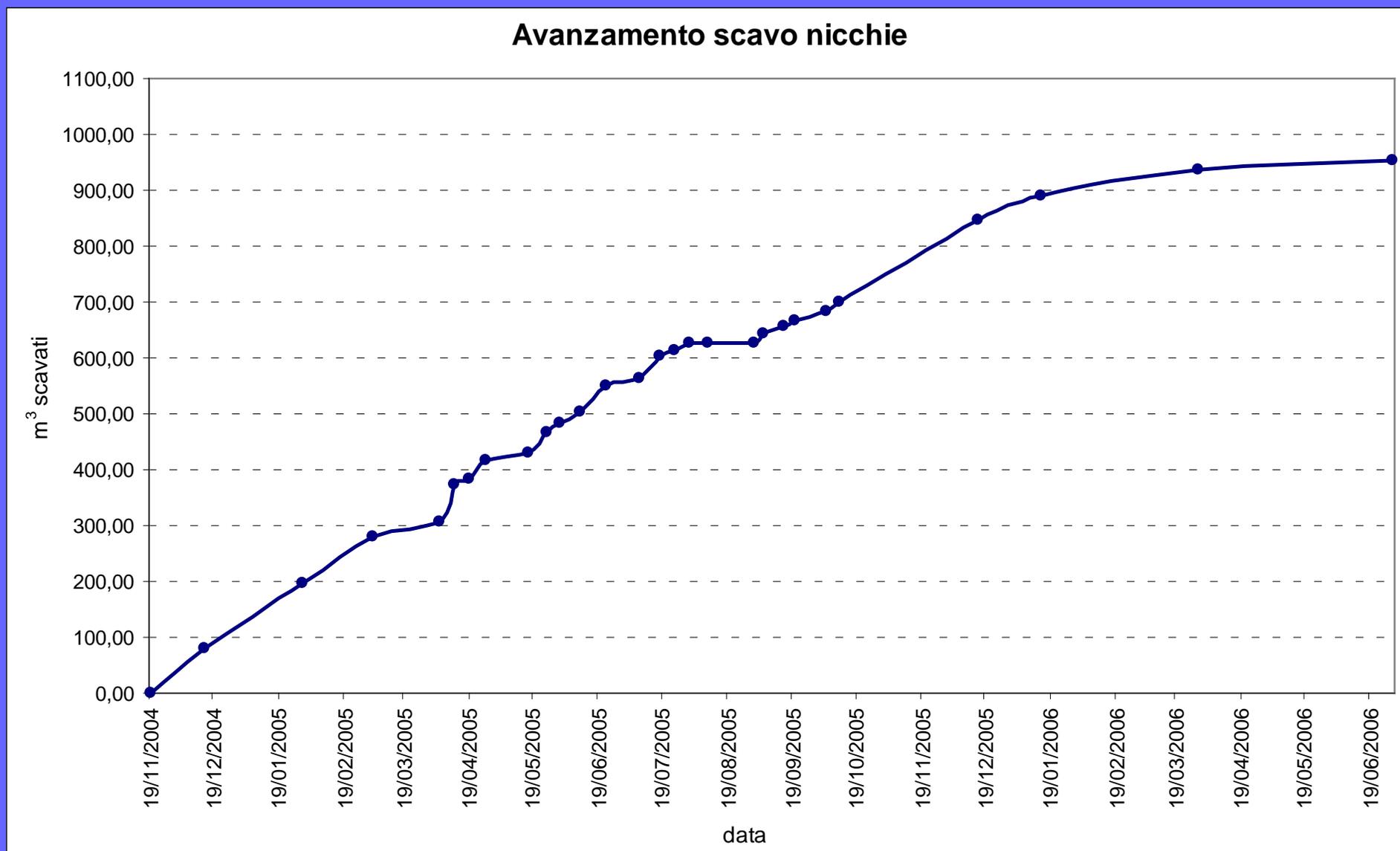
- p
- r
- p
- a
- p
- l

Il r  
il c  
cel  
de



no;

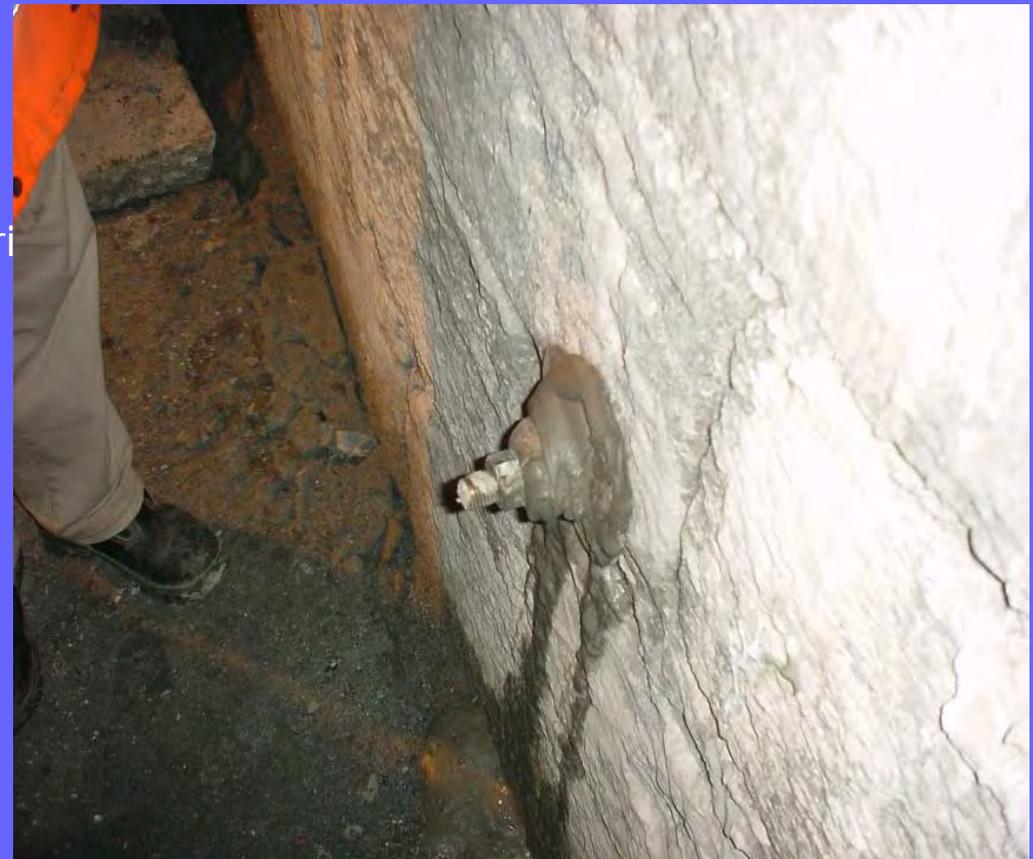
per  
n  
tà



## Tempi di avanzamento delle lavorazioni

### 1) Consolidamenti COMPLETATI (ottobre 2003 - novembre 2005)

- 6
- 9
- 8
- 3



## Tempi di avanzamento delle lavorazioni

- 2) Scavo delle nuove **nicchie pari** per alloggiamento tecnologie COMPLETATO (Novembre 2004 - Giugno 2006)
  - 49 nicchie di 13 diverse tipologie e dimensioni



## Tempi di avanzamento delle lavorazioni

- 3) Scavo di ribasso lato Binario Pari COMPLETATO (dicembre 2005 - Agosto 2006)
  - Ribasso eseguito con roadheader Voest Alpine AHM105 su 6710m di linea.



# GEODATA WEB-GIS "As Built" del completo ciclo delle lavorazioni

**Temi**

**Opera**

**Selezione del tema**

**interfaccia**

**Applicazioni**

**Informazioni**



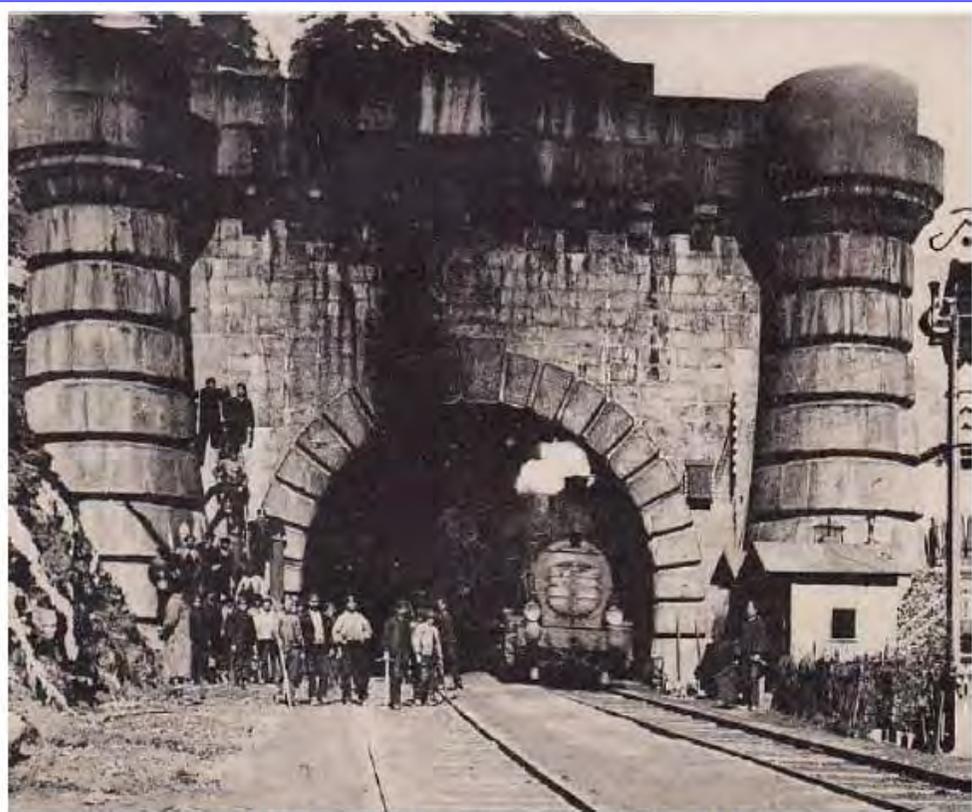


Figure 3- Portail italien du tunnel du Fréjus en 1871 / Portale italiano del tunnel del Frejus nel 1871



I 150 anni del traforo del Fréjus  
settembre 2021 - 1871



COLLEGIO INGEGNERI  
FERROVIARI ITALIANI  
Sezione di Torino

L'adeguamento del tunnel alla sagoma GB1

Piergiorgio Grasso, *GEODATA Engineering S.p.A., Torino*