

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**NODO DI TORINO
COMPLETAMENTO LINEA DIRETTA TORINO PORTA SUSA – TORINO
PORTA NUOVA**

**OPERE CIVILI – GALLERIA ARTIFICIALE
GA02**

GALLERIA ESISTENTE – ANALISI INTERAZIONE CON LA NUOVA GALLERIA

SCALA:



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NT0P 00 D 26 CL GA0200 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Dia
A	Emissione Esecutiva	V. PEISINO	Apr. 2019	V.A. MANITTA <i>[Signature]</i>	Mag. 2019	G. DE MICHELE <i>[Signature]</i>	Mag. 2019	F. SANCIO MAGGIORANI <i>[Signature]</i> Dott. Ing. Francesco Sacchi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 23172 Sez. A

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. GENERALITÀ	5
3. NORMATIVA E RIFERIMENTI	8
3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
3.2 SOFTWARE UTILIZZATI.....	8
4. MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	9
5. ANALISI DI CALCOLO SOLUZIONE P.E. 2002	11
5.1 MODELLAZIONE DELL'OPERA.....	11
5.2 RISULTATO DELLE ANALISI.....	12
5.2.1 ANALISI 2 : PALI AFFIANCATI Ø800 + MICROPALI SOTTO FONDAZIONE G.E.	14
5.2.2 ANALISI 3 : PALI AFFIANCATI Ø800.....	15
5.2.3 ANALISI 4 : PALI AFFIANCATI Ø800.....	16
5.2.4 ANALISI 5 : PALI AFFIANCATI Ø800 + CONSOLIDAMENTO TRA GALLERIE	17
5.2.5 ANALISI 6 : PALI AFFIANCATI Ø800 + AREA CONSOLIDATA ESTESA	18
6. INTEGRAZIONE INDAGINI GALLERIA ESISTENTE	19
7. ANALISI DI CALCOLO A SEGUITO INDAGINI INTEGRATIVE 2018	21
7.1 SOLUZIONE DI SCAVO A CIELO APERTO.....	22
7.2 CONSIDERAZIONI	24
8. DEFINIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE	26

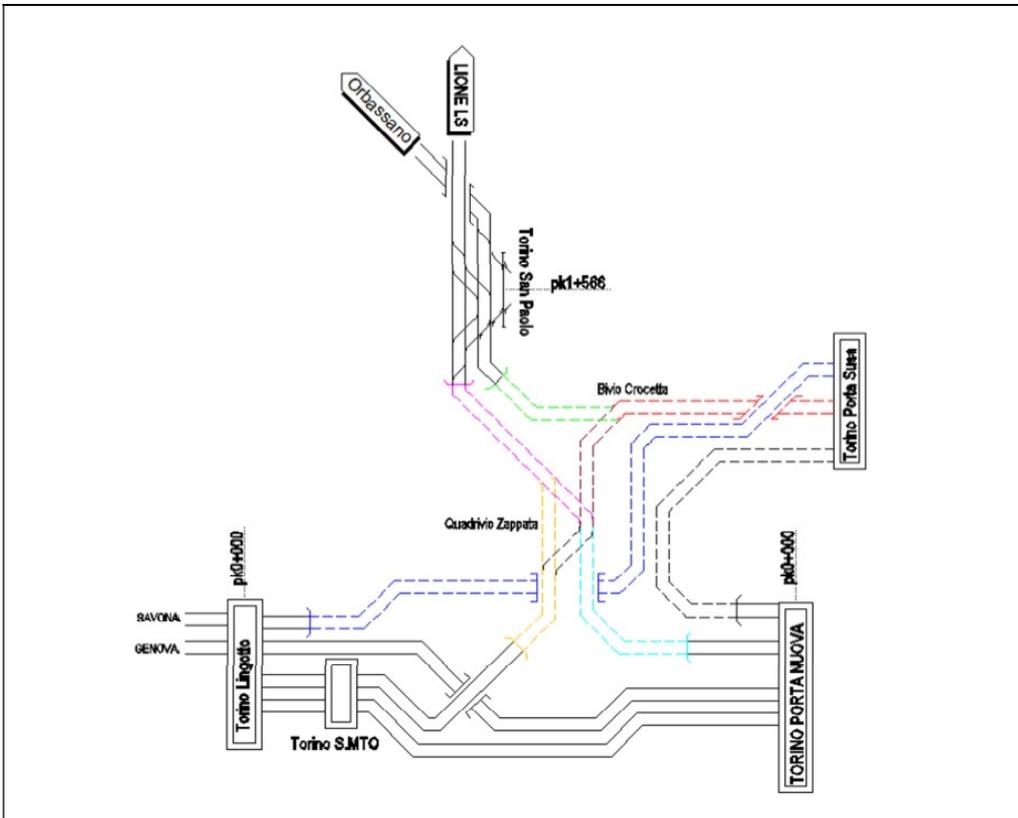
1. PREMESSA

Oggetto del presente intervento è la progettazione definitiva del completamento del collegamento diretto tra Torino Porta Susa e Torino Porta Nuova nell'ambito del Nodo ferroviario di Torino.

Il Nodo di Torino è composto essenzialmente dalle seguenti quattro linee che si sviluppano prevalentemente in sotterraneo:

- Linea Storica: Porta Nuova - Porta Susa, con annessi tratti Bivio Crocetta – San Paolo e Torino Smistamento – Torino San Paolo; (in esercizio);
- Linea Passante: Lingotto – Porta Susa (in esercizio);
- Quadruplicamento da Porta Susa fino a Corso Grosseto (in esercizio)
- Linea Diretta: Porta Nuova – Porta Susa (incompleta e oggetto del presente intervento).

FIGURA 1 COROGRAFIA DI INTERVENTO



**NODO DI TORINO****COMPLETAMENTO LINEA DIRETTA TORINO PORTA SUSÀ – TORINO PORTA NUOVA****ANALISI DI INTERAZIONE GALLERIA ESISTENTE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0P	00	D 26 CL	GA 02 00 002	A	4 di 26

Tale collegamento si inserisce nell'ottica del potenziamento del Nodo Ferroviario di Torino con l'eliminazione dei punti critici in corrispondenza di Quadrivio Zappata e Bivio Crocetta.

La configurazione attuale dei servizi commerciali genera, infatti, elevati livelli di carico nella parte centrale del Nodo e nelle tratte a traffico promiscuo ed interferenze dovute dai servizi regionali e AV provenienti da Milano e quelli metropolitani direzione Bardonecchia/Susa.

Inoltre, i futuri sviluppi infrastrutturali del Nodo con i relativi incrementi di flussi di traffico a seguito dei collegamenti con la Francia ed allo sviluppo del trasporto regionale metropolitano, quale ad esempio la linea SFM5 tra Orbassano e Chivasso, eserciteranno un ulteriore carico incrementando i tagli negli impianti di Quadrivio Zappata e Bivio Crocetta.

La linea diretta si svilupperà in affiancamento alla linea storica esistente tra TO-PN e TO-PS e consisterà nella realizzazione di un nuovo tratto di linea a doppio binario di circa 4 km (di cui circa 3 km in galleria artificiale a singola canna e doppio binario in gran parte già realizzata in occasione dei lavori del Progetto Passante Torino Porta Susa – Lingotto), costituente il proseguimento in corretto tracciato della Linea Storica dai binari 1 e 2 di Torino Porta Susa verso Torino Porta Nuova, con percorso indipendente da Bivio Crocetta e Quadrivio Zappata.

L'innesto della linea nella stazione di Torino Porta Nuova è prevista sull'assetto dell'attuale linea Torino – Milano, il cui tracciato viene modificato creando un nuovo innesto con un bivio a raso con la linea Torino - Genova.

In tal modo i flussi di traffico di lunga percorrenza provenienti da Porta Nuova direzione Milano non interesseranno più Quadrivio Zappata e Bivio Crocetta.

2. GENERALITÀ

Il progetto in esame, relativo alla realizzazione della nuova linea a doppio binario in affiancamento alla linea esistente, nell'ambito del Progetto Definitivo del "Completamento Linea diretta Torino p.ta Nuova – Torino P.ta Susa" nell'ambito del Nodo di Torino, è una revisione della progettazione esecutiva del 2002 dello stesso intervento, non realizzato.

La presente relazione pertanto riporta tutte le analisi di interazione della nuova galleria artificiale a singola canna (ora GA02) con la galleria esistente in affiancamento nella soluzione di P.E. del 2002, evidenziando le criticità presenti in merito allo stretto affiancamento della nuova opera con la galleria storica nonché con le esigenze di limitare l'interferenza, in fase realizzativa, con l'asse viario di Corso Turati e la relativa linea tranviaria.

Il progetto esecutivo prevedeva preliminarmente alla realizzazione della nuova canna in affiancamento, il consolidamento dell'attuale galleria esistente con micropali in corrispondenza dei maschi murari e nella zona delle nicchie; successivamente si procedeva alla realizzazione della nuova canna i cui elementi verticali sono costituiti, lato via Jonio, da diaframmi 1.00x2.40 m mentre lato via Egeo da un diaframma-setto, ovvero da un diaframma 1.00x2.40 m fino a quota imposta fondazione della galleria esistente seguita in continuità da un setto in c.a. dello spessore di 1 m.

FIGURA 2 PIANTA GALLERIA ESISTENTE DA P.E. 2002

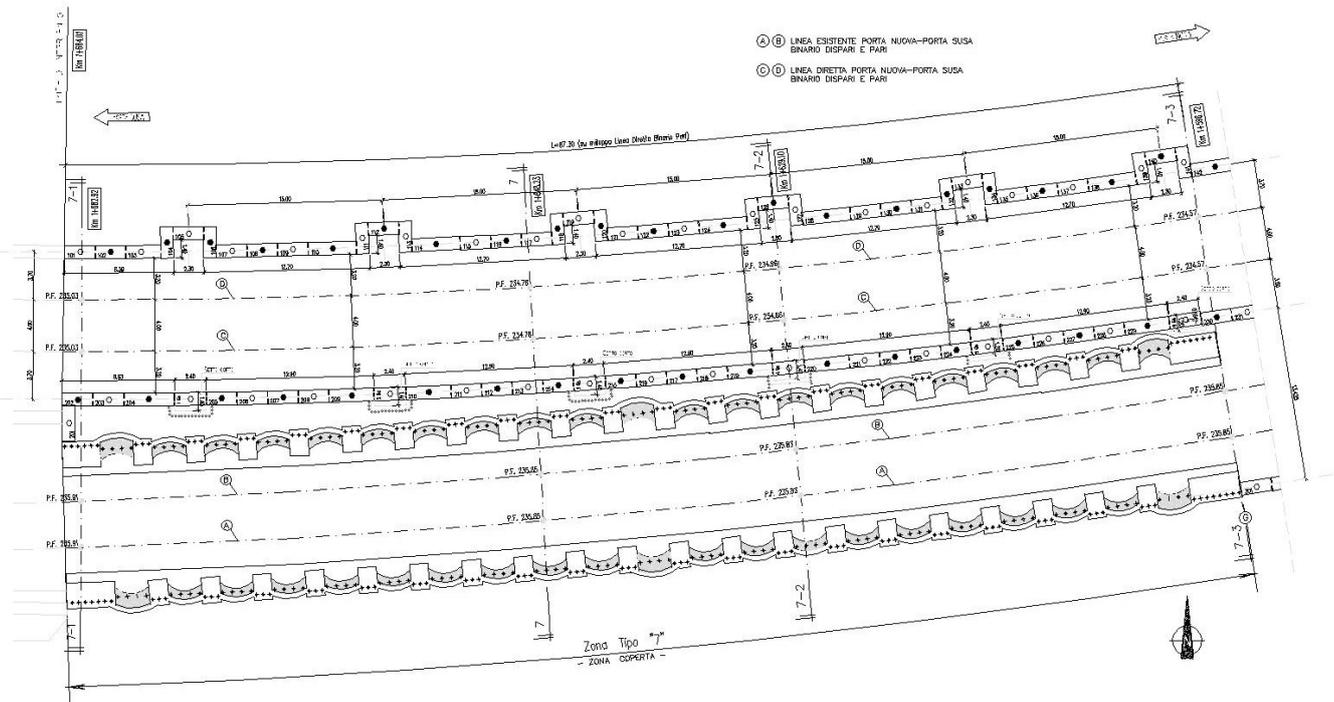
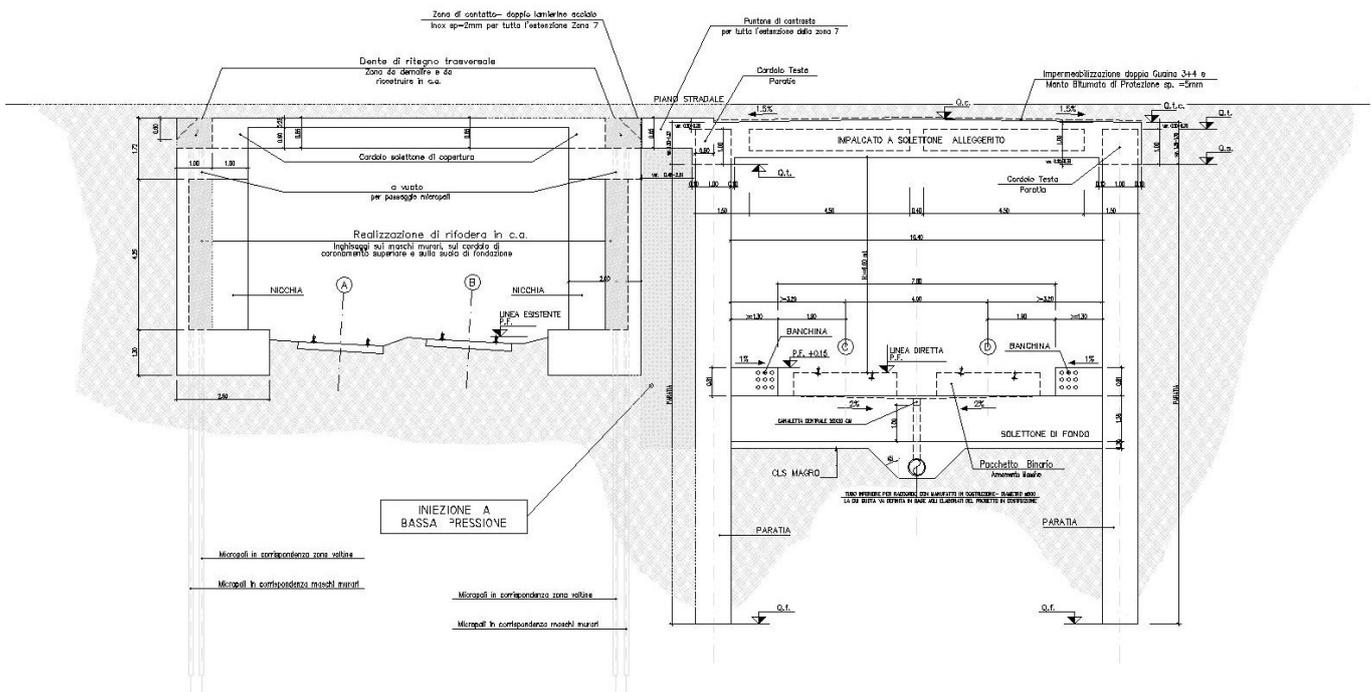


FIGURA 3 SEZIONE TRASVERSALE DA P.E. 2002



La copertura della galleria è realizzata con travi prefabbricate in c.a. a T rovescia, appoggiate direttamente ai cordoli di coronamento delle strutture verticali. Dopo il varo delle travi prefabbricate, sulle anime vengono disposte lastre prefabbricate per sostenere il getto in opera della soletta di completamento di spessore variabile minimo di 25 cm. Infine si procede alla solidarizzazione della sommità dei piedritti con le sezioni di estremità delle travi, realizzando quindi una completa continuità strutturale. All'interno della galleria la sede ferroviaria è realizzata su un solettone di fondazione in c.a. in adiacenza alle paratie e di spessore pari a 1.28 m.

La canna esistente consta di maschi murari in c.a. come piedritti e di travi prefabbricate in c.a. a copertura dell'opera. Il piano di imposta delle fondazioni della galleria esistente si trovano presumibilmente ad una quota di circa 2 m superiore al piano di imposta del solettone di fondazione della nuova galleria.

In sede di rivisitazione del P.E. 2002, è stata poi valutata la soluzione di sostituire i diaframmi in c.a. 1.00x2.40 m con pali trivellati del diametro $\varnothing 800$ mm accostati (interasse pari a 0.80 m) e di valutare la necessità o meno della realizzazione dei micropali di consolidamento e/o delle iniezioni a bassa pressione tra le nicchie e tra galleria nuova ed esistente.

FIGURA 4 PIANTA GALLERIA ESISTENTE DA P.E. 2002 CON PALI TRIVELLATI

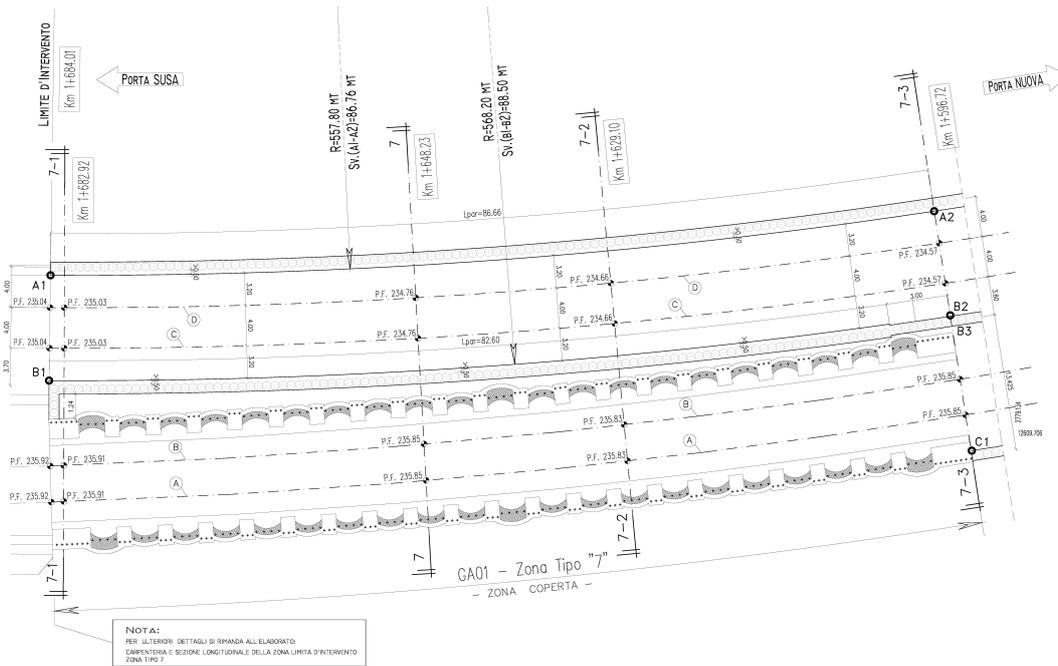
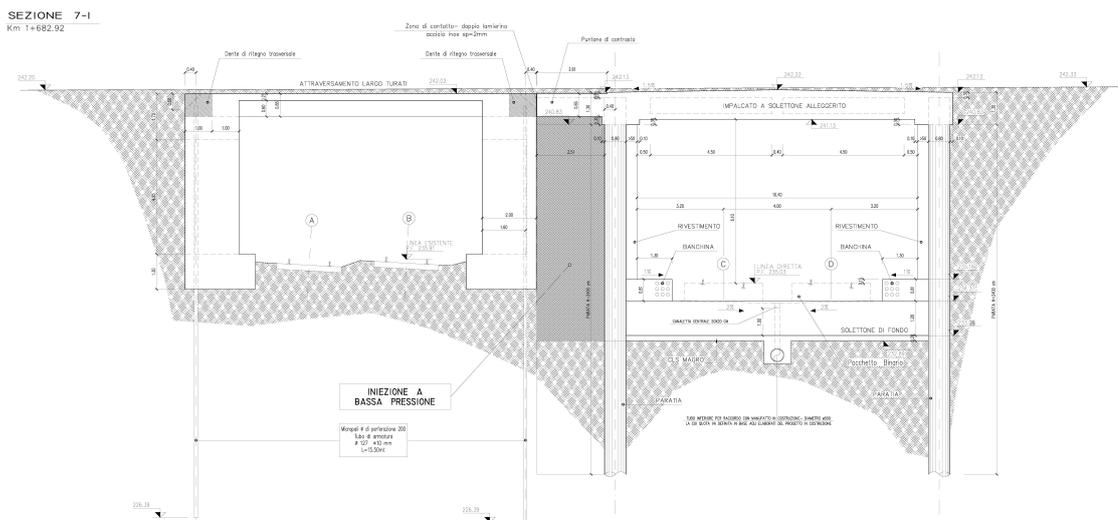


FIGURA 5 SEZIONE TRASVERSALE DA P.E. 2002 CON PALI TRIVELLATI



Nei seguenti capitoli saranno ripercorse le analisi delle soluzioni progettuali previste in P.E. 2002 e confrontate con le ipotesi di nuove soluzioni al fine di definire la più opportuna modalità realizzativa da porre in progetto.

3. NORMATIVA E RIFERIMENTI

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 17.01.2018 – “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l’applicazione delle “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- RFI – Manuale di progettazione delle opere civili – Documento n° RFI-DTC-SI-PS-MA-IFS-001-B del 22 Dicembre 2017
- CNR DT 207/2008: “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”.

3.2 SOFTWARE UTILIZZATI

Per le analisi delle opere in esame è stato utilizzato in software Plaxis 8.6.

4. MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

La caratterizzazione geotecnica dei litotipi interessati dall'opera è stata condotta sulla base della relazione geotecnica generale del progetto esecutivo del 2002 e sulla base delle risultanze ad oggi disponibili della campagna di indagini geognostiche integrativa condotta relativamente all'attuale incarico di progettazione. Per maggiori dettagli sui dati delle pregresse caratterizzazioni geotecniche e sulle risultanze delle nuove indagini si rimanda alla relazione geotecnica di progetto.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica dei litotipi presenti ed i parametri geotecnici caratteristici utilizzati in sede di calcolo.

- **Terreno A:** Terreno di riporto di spessore variabile da 1÷4 m. Materiale di riporto superficiale molto eterogeneo, costituito da livelli di materiale incoerente con notevole frazione grossolana e livelli di materiale fine coesivo plastico.

- peso dell'unità di volume $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- coesione drenata $c' = 0 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza a taglio $\varphi' = 33^\circ$
- modulo di Young $E = 15 \text{ MPa}$
- coefficiente di Poisson $\nu = 0.25$

- **Terreno B:** Ghiaia con sabbia/Sabbia con ghiaia di spessore medio pari a circa 5 m. Terreni ghiaiosi-sabbiosi con presenza talvolta di livelli cementati.

- peso dell'unità di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- coesione drenata $c' = 0 \div 20 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza a taglio $\varphi' = 38^\circ$
- modulo di Young $E = 70 \text{ MPa}$
- coefficiente di Poisson $\nu = 0.25$

- **Terreno C:** Ghiaia con sabbia con spessori > 15 m. E' lo stesso materiale del Terreno B ma con minor presenza di livelli cementati.

- peso dell'unità di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- coesione drenata $c' = 0 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza a taglio $\varphi' = 38^\circ$

**NODO DI TORINO****COMPLETAMENTO LINEA DIRETTA TORINO PORTA SUSÀ – TORINO PORTA NUOVA****ANALISI DI INTERAZIONE GALLERIA ESISTENTE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0P	00	D 26 CL	GA 02 00 002	A	10 di 26

- modulo di Young $E = 70 \text{ MPa}$
- coefficiente di Poisson $\nu = 0.25$

Dalla presa visione di quanto riportato in relazione geotecnica e dalla conoscenza dei litotipi presenti in loco, a fronte di esperienze maturate per altri lavori afferenti la stessa area, sembra poco probabile una cementazione dello strato B come su esposto, per cui sono state condotte anche analisi trascurando cautelativamente la coesione del suddetto strato.

Per quanto concerne invece la quota della falda, questa è stata assunta a vantaggio di sicurezza posta a **-9 m dal p.c.**

5. ANALISI DI CALCOLO SOLUZIONE P.E. 2002

5.1 MODELLAZIONE DELL'OPERA

La sezione trasversale di studio presenta i seguenti elementi caratteristici per metro lineare di opera.

Impalcato galleria esistente

- Lunghezza: $L = 11 \text{ m}$
- Rigidezza a compressione: $EA = 1.18 \text{ E}+07 \text{ kN/m}$
- Rigidezza flessionale: $EI = 7.34 \text{ E}+05 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- Peso dell'elemento: $W = 14 \text{ kN/m}$

Elemento verticale muri galleria esistente (piedritto)

- Lunghezza: $L = 6.50 \text{ m}$
- Rigidezza a compressione: $EA = 1.97 \text{ E}+07 \text{ kN/m}$
- Rigidezza flessionale: $EI = 7.03 \text{ E}+06 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- Peso dell'elemento: $W = 22.4 \text{ kN/m}$

Elemento orizzontale muri galleria esistente (fondazione)

- Lunghezza: $L = 2.50 \text{ m}$
- Rigidezza a compressione: $EA = 3.12 \text{ E}+07 \text{ kN/m}$
- Rigidezza flessionale: $EI = 4.39 \text{ E}+06 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- Peso dell'elemento: $W = 32.5 \text{ kN/m}$

Micropalo galleria esistente

- Lunghezza: $L = 9.00 \text{ m}$
- Rigidezza a compressione: $EA = 2.59 \text{ E}+06 \text{ kN/m}$
- Rigidezza flessionale: $EI = 5.62 \text{ E}+03 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- Peso dell'elemento: $W = 0 \text{ kN/m}$

Impalcato nuova galleria

ANALISI DI INTERAZIONE GALLERIA ESISTENTE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0P	00	D 26 CL	GA 02 00 002	A	12 di 26

- Lunghezza: $L = 11.5 \text{ m}$
- Rigidezza a compressione: $EA = 2.16 \text{ E}+07 \text{ kN/m}$
- Rigidezza flessionale: $EI = 2.44 \text{ E}+06 \text{ kNm/m}$
- Peso dell'elemento: $W = 17.25 \text{ kN/m}$

Paratia galleria esistente

- Lunghezza: $L = 14 \text{ m}$
- Rigidezza a compressione: $EA = 3.12 \text{ E}+07 \text{ kN/m}$
- Rigidezza flessionale: $EI = 2.60 \text{ E}+06 \text{ kNm/m}$
- Peso dell'elemento: $W = 5 \text{ kN/m}$

Le condizioni di vincolo per la galleria esistente sono di incastro tra elementi orizzontali e verticali e tra fondazioni e micropali; si considera invece un vincolo di cerniera tra impalcato e muri.

Le condizioni di vincolo per la galleria nuova sono di incastro tra paratie ed impalcato mentre il puntone di collegamento tra la struttura esistente e quella nuova si ipotizza vincolato con 2 cerniere alle estremità.

5.2 RISULTATO DELLE ANALISI

Il progetto esecutivo del 2002 consta di una analisi del sistema a doppia canna secondo le seguenti ipotesi:

- Unità B cementata;
- Paratie realizzate mediante diaframmi in c.a. di dimensione 2.40x1.00 m
- Presenza di micropali di consolidamento in corrispondenza dei piedritti della GA esistente

Nella presente relazione di analisi sono state invece ipotizzate altre soluzioni, sulla base delle nuove indicazioni da parte della stazione appaltante e sulla rielaborazione delle caratteristiche geotecniche dei litotipi stessi. In particolare:

- Unità B non cementata (coesione nulla)
- Minori moduli elastici dei litotipi
- Presenza o meno della consolidazione con micropali
- Riduzione delle caratteristiche di resistenza dei materiali della galleria esistente
- Sostituzione dei diaframmi in c.a. con pali trivellati $\varnothing 800$ accostati

A fronte di ciò, al fine di valutare quindi l'interazione tra le due strutture ed in particolare gli effetti che la nuova opere determina su quella esistente, sia in fase costruttiva che in fase di esercizio, sono state sviluppate diverse modellazioni di calcolo, di seguito riassunte:

- Analisi 1a: Analisi del sistema già proposto nel progetto esecutivo
- Analisi 1b: Analisi del sistema con pali trivellati come da P.E.
- Analisi 2: Analisi del sistema con pali trivellati, unità B non cementata e con micropali di consolidazione
- Analisi 3: Analisi del sistema con pali trivellati, unità B non cementata, moduli elastici del terreno ridotti e senza micropali di consolidazione
- Analisi 4: Analisi del sistema con pali trivellati, unità B non cementata, moduli elastici del terreno ridotti , moduli elastici del cls esistente abbattuti e senza micropali di consolidazione
- Analisi 5: Analisi del sistema con pali trivellati, unità B non cementata, moduli elastici del terreno ridotti , moduli elastici del cls esistente abbattuti, senza micropali di consolidazione e consolidazione tra gallerie
- Analisi 6: Analisi del sistema con pali trivellati, unità B non cementata, moduli elastici del terreno ridotti , moduli elastici del cls esistente abbattuti, con micropali di consolidazione e consolidazione terreno di base della nuova canna

Di seguito si riportano i grafici relativi ai massimi spostamenti per le analisi 2÷6 nella fase di massimo scavo e di completamento dei lavori.

5.2.1 Analisi 2 : Pali affiancati Ø800 + Micropali sotto fondazione G.E.

FIGURA 6: FASE 16 - SCAVO FINALE (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - J=20MM E=7.5MM)

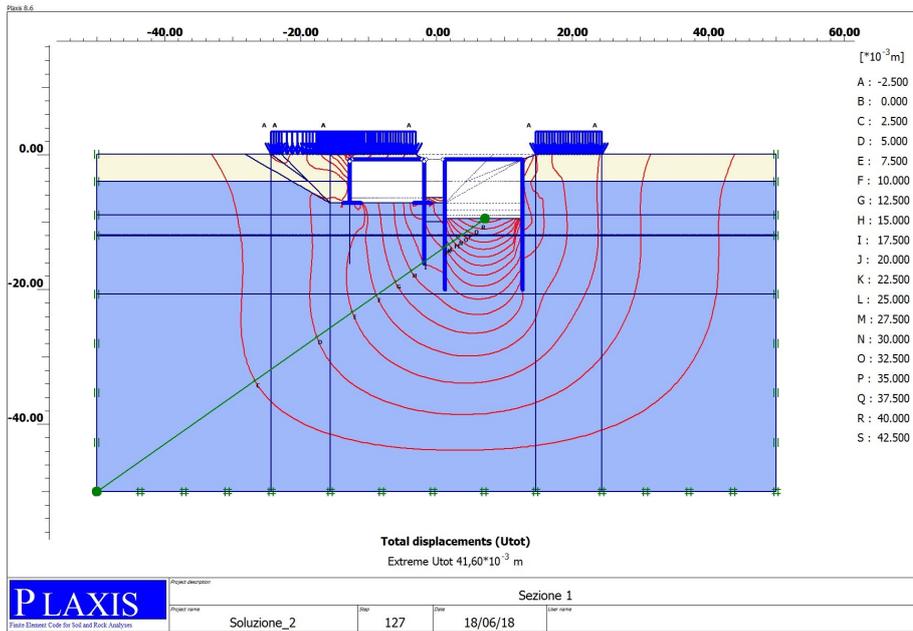


FIGURA 7: FASE 18 - RIPRISTINO VIABILITÀ (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - F= 8.0MM D=4.0MM)



5.2.2 Analisi 3 : Pali affiancati Ø800

FIGURA 8: FASE 16 - SCAVO FINALE (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - J=20MM E=7.5MM)

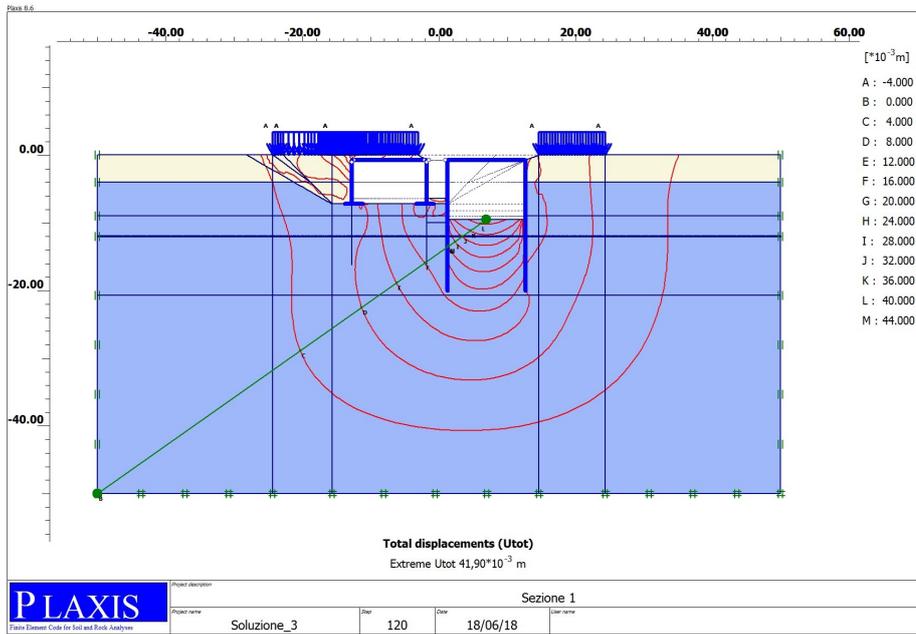
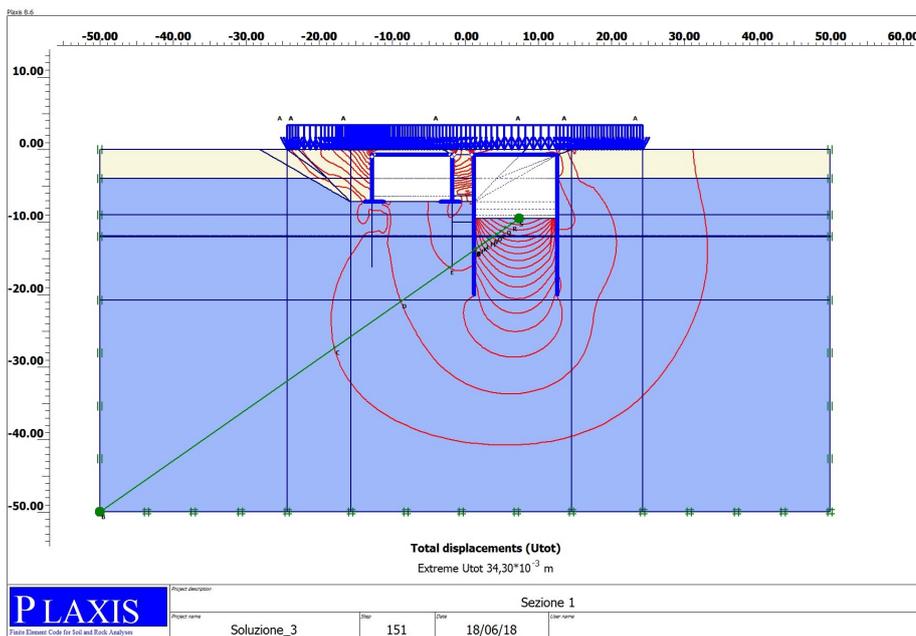


FIGURA 9: FASE 18 - SCAVO FINALE (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - D=4MM E=6MM)



5.2.3 Analisi 4 : Pali affiancati Ø800

FIGURA 10: 16 - SCAVO FINALE (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - I=17.5MM E=7.5MM)

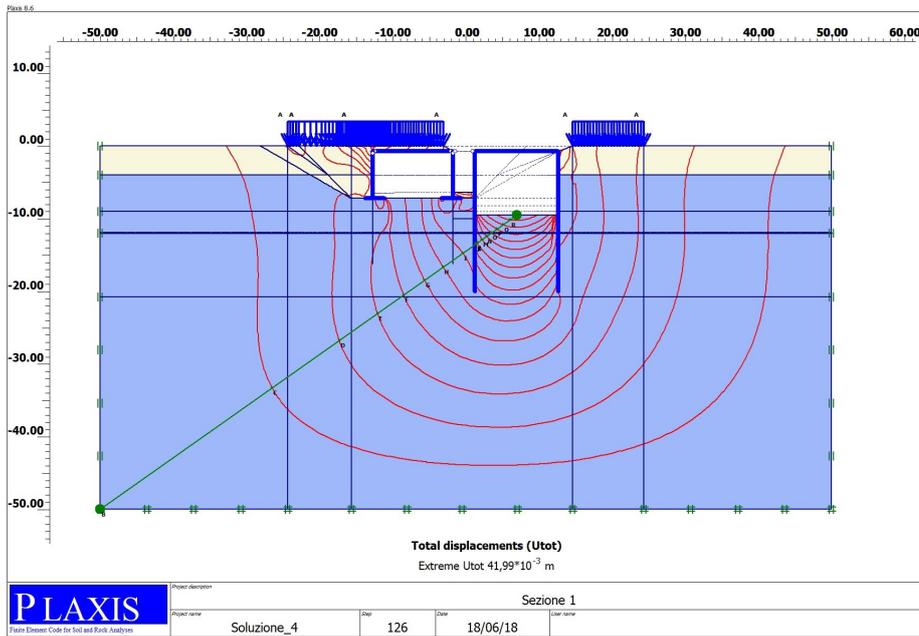
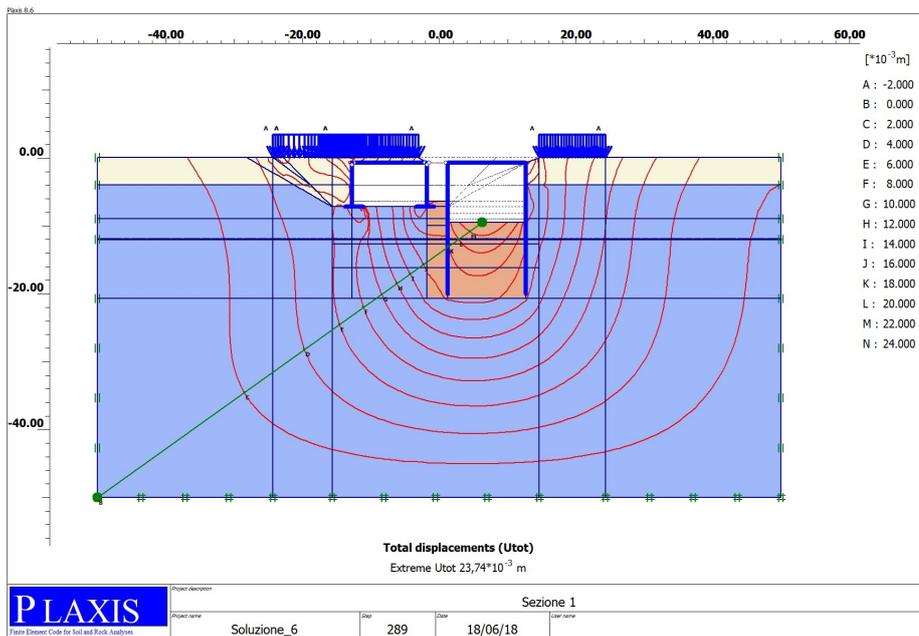


FIGURA 11: 16 - FASE 18 - SCAVO FINALE (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - D=4MM E=6MM)



5.2.4 Analisi 5 : Pali affiancati Ø800 + Consolidamento tra gallerie

FIGURA 12: 16 - SCAVO FINALE (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - I=17.5MM E=7.5MM)

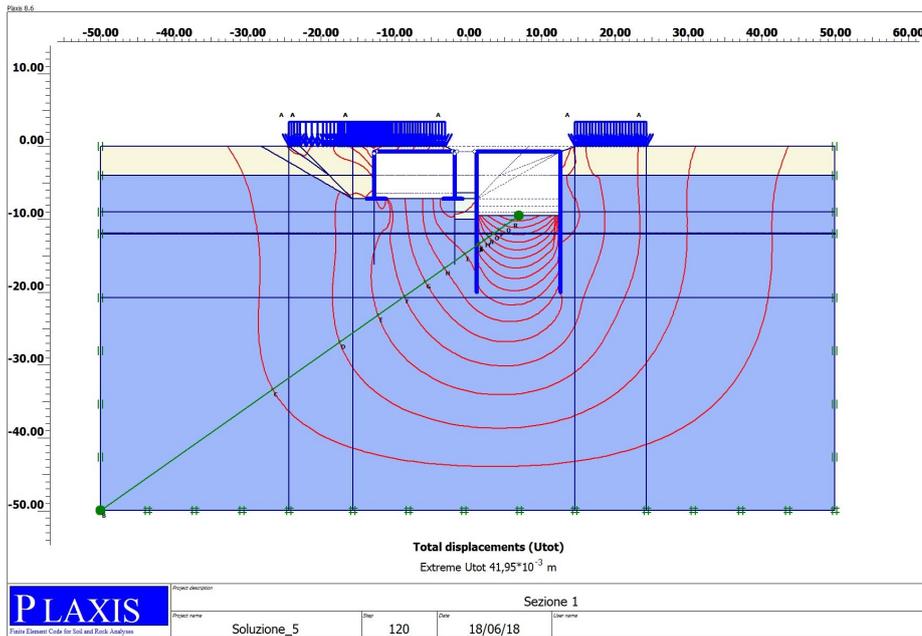
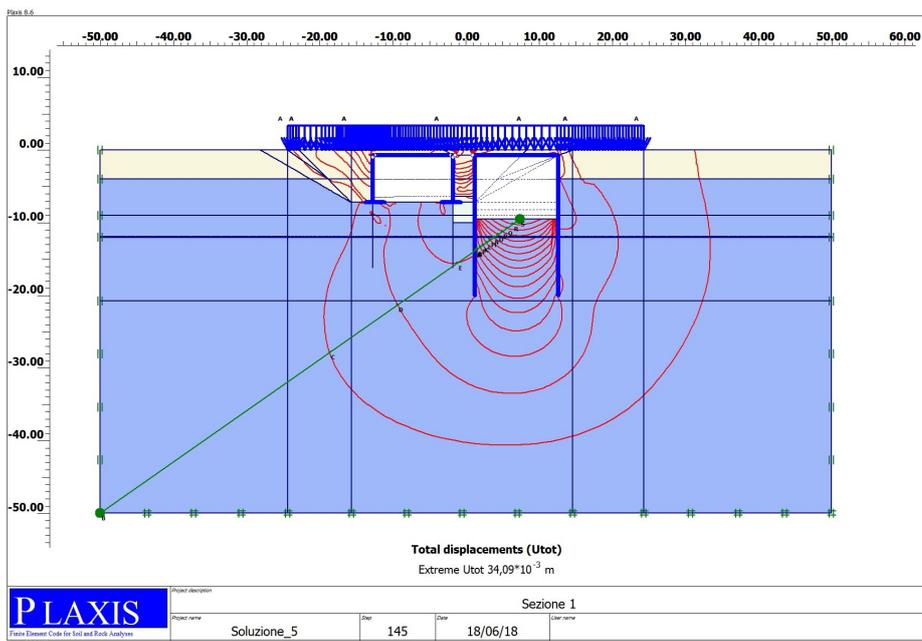


FIGURA 13: FASE 18 - SCAVO FINALE (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - D=4MM E=6MM)



5.2.5 Analisi 6 : Pali affiancati Ø800 + Area consolidata estesa

FIGURA 14: 16 - SCAVO FINALE (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - J=16MM F=8.0MM)

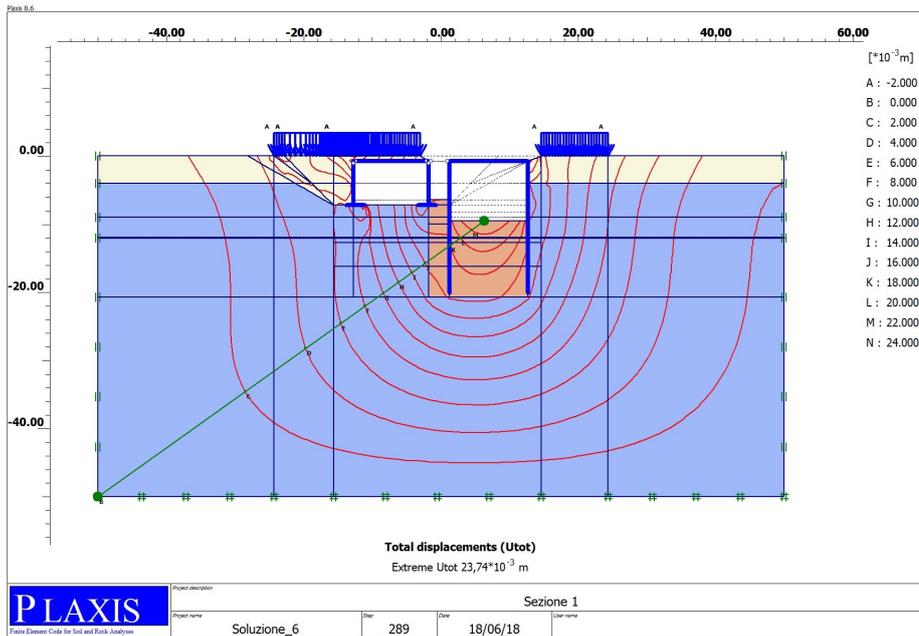
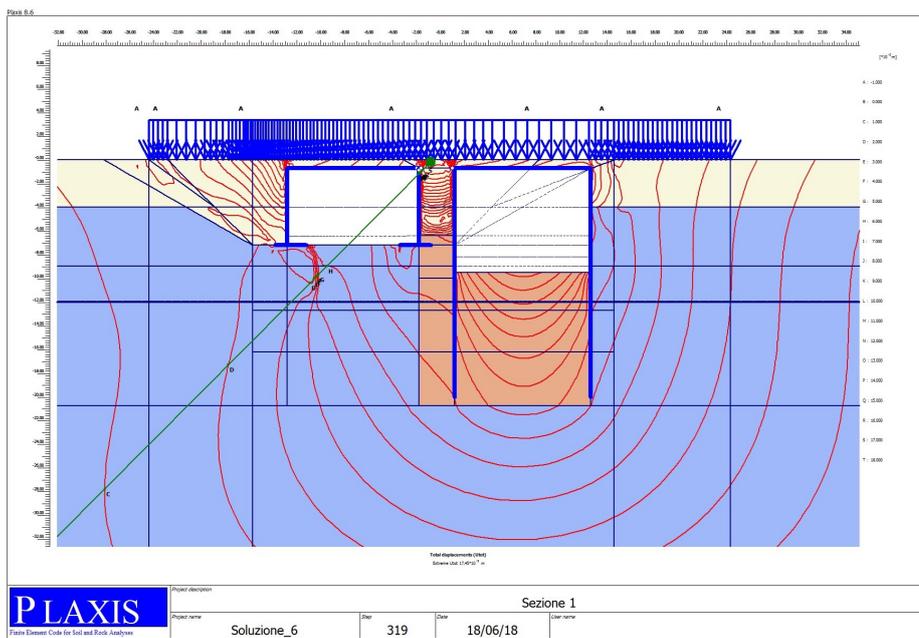


FIGURA 15: FASE 18 - SCAVO FINALE (SPOSTAMENTI ESTREMI G. A. - D=2MM J=8MM)



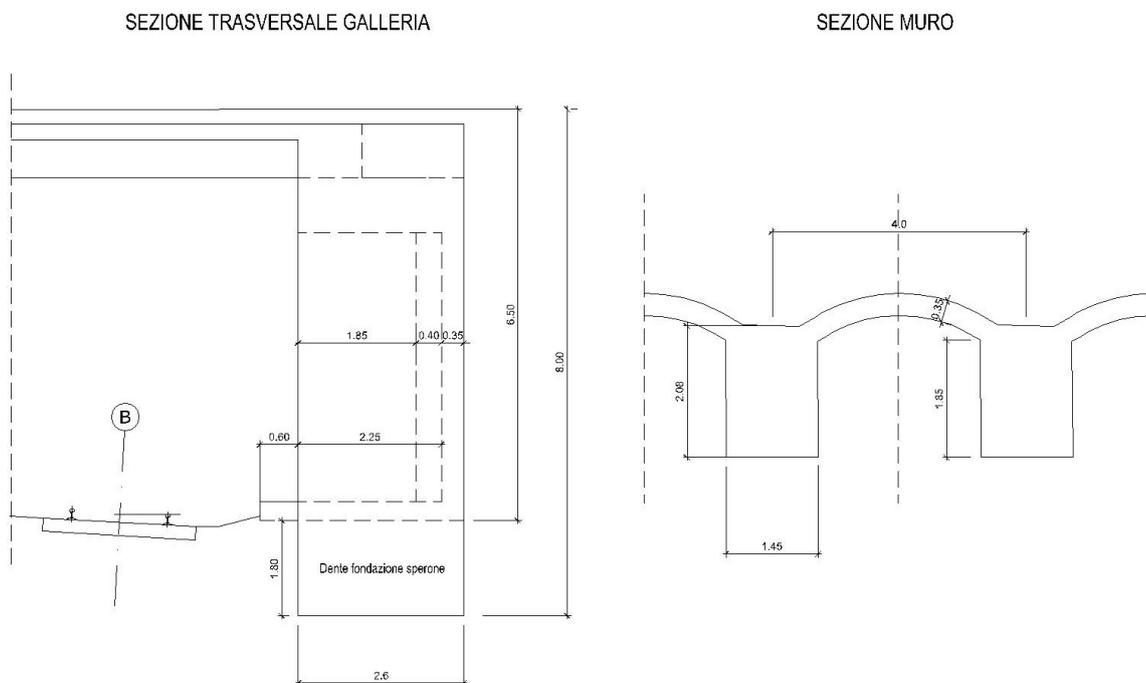
6. INTEGRAZIONE INDAGINI GALLERIA ESISTENTE

Come si evince dalle analisi condotte, la realizzazione delle paratie (siano esse su diaframmi che su pali trivellati) della nuova canna a ridosso dei muri verticali della galleria esistente e l'ipotesi di collegamento mediante puntone delle 2 strutture risultano soluzioni particolarmente invasive sulla galleria esistente, non avendo oltretutto dati certi sulla sua geometria e stato di conservazione.

A fronte di tali considerazioni si è proceduto nel 2018 a sviluppare una campagna di indagine integrativa, oltre per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, soprattutto per incrementare il livello di conoscenza della galleria esistente. In particolare è stata condotta una indagine geofisica di tipo sismico tomografico 3D che ha consentito di stabilire la geometria della struttura esistente.

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica della sezione trasversale rilevata:

FIGURA 16: GEOMETRIA MURO GALLERIA ESISTENTE



Dalla tomografia è stata definita una struttura a muri portanti in CLS composta da speroni e nicchie (come anche già previsto da P.E. 2002); le travi di copertura sono vincolate come semplice appoggio alla struttura muraria e le pareti delle nicchie (volte)

**NODO DI TORINO****COMPLETAMENTO LINEA DIRETTA TORINO PORTA SUSÀ –
TORINO PORTA NUOVA****ANALISI DI INTERAZIONE GALLERIA ESISTENTE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTOP	00	D 26 CL	GA 02 00 002	A	20 di 26

di spessore pari a 35 cm si appoggiano al pinnao di camminamento per cui consentono solo di scaricare le spinte sugli speroni di fondazione.

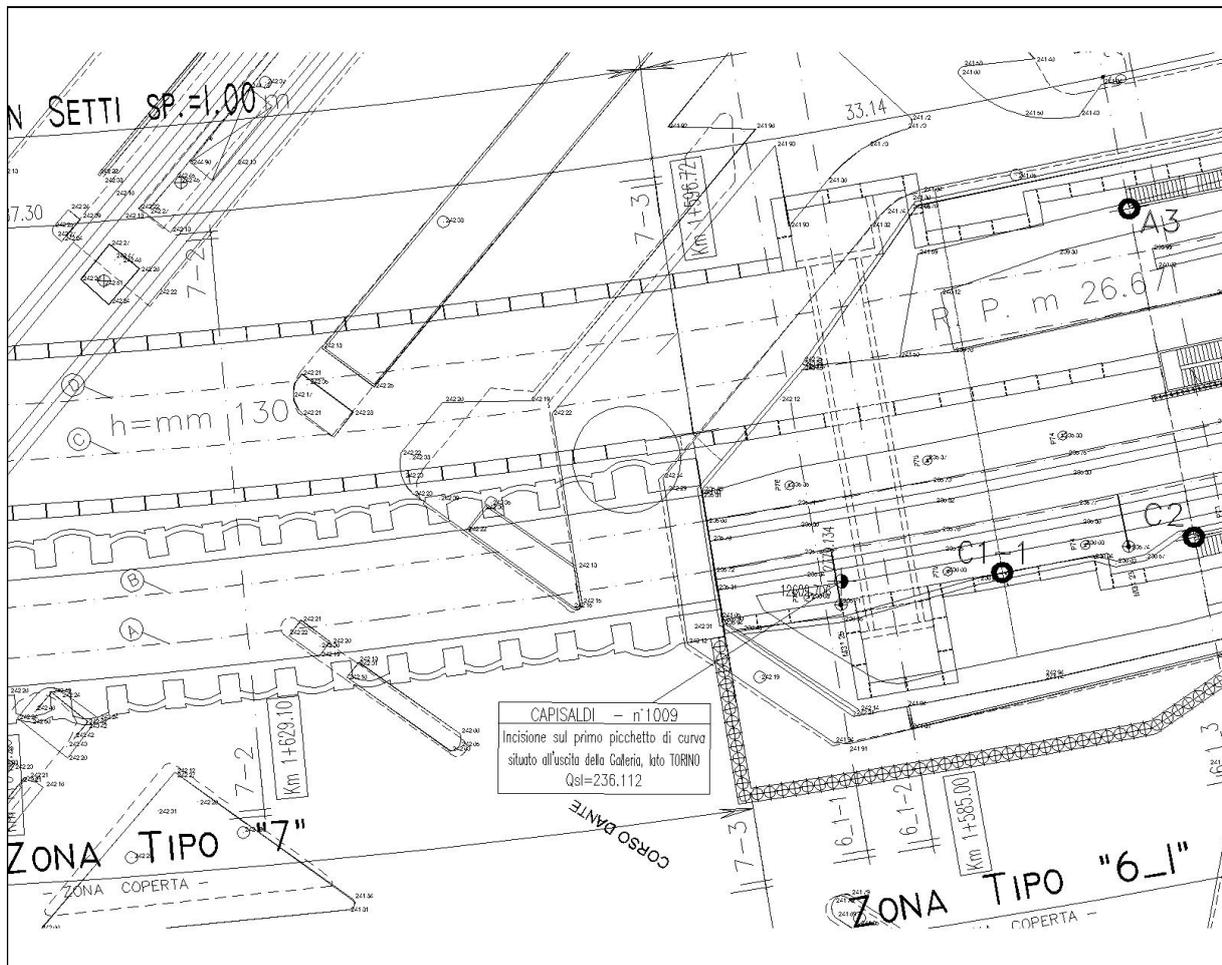
Per maggiori dettagli sulla tomografia sismica 3D si rimanda agli specifici elaborati di progetto "NTOP00D69IGGE0001002A" e "NTOP00D69IGGE0001003A".

7. ANALISI DI CALCOLO A SEGUITO INDAGINI INTEGRATIVE 2018

A partire dalla nuova geometria della struttura esistente, a seguito della campagna di indagini integrative, è stata condotta una verifica di equilibrio di corpo rigido dello sperone, in particolare la verifica a ribaltamento della struttura, ipotizzando che in testa non ci sia il contributo resistente del contrasto della soletta. Le analisi condotte utilizzando i parametri caratteristici raggiungono l'equilibrio con un fattore di sicurezza pari circa all'unità. Ovviamente procedendo con le medesime verifiche secondo le normative vigenti (applicando i coefficienti parziali di sicurezza previsti, i carichi variabili, ecc.) la verifica non risulta più soddisfatta (il fattore di sicurezza è largamente inferiore all'unità).

Oltre a ciò, la situazione che risulta più controversa è la realizzazione del diaframma centrale nel "tratto 7" in adiacenza alla galleria esistente. In particolare nel tratto iniziale il diaframma risulta lambire il piedritto esistente e per cui sembra rischioso eseguire una lavorazione di questo tipo.

FIGURA 17: STRALCIO PIANTA IN CUI SI EVIDENZIA LA VICINANZA DEL DIAFRAMMA AL MURO DELLA GALLERIA ESISTENTE



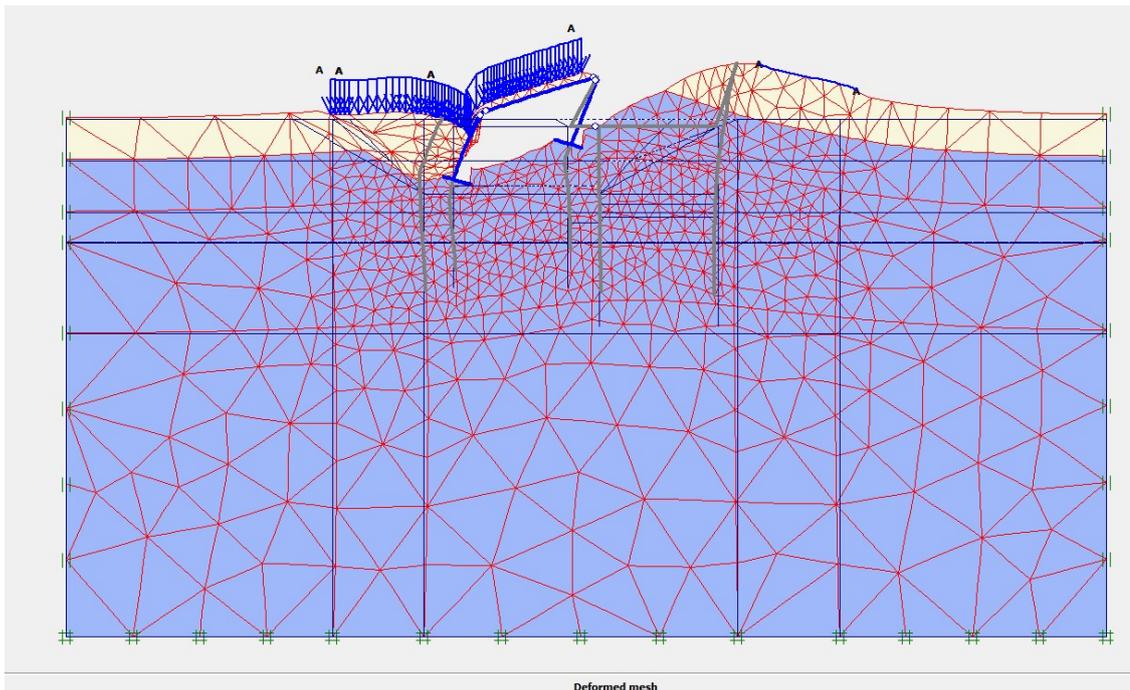
Anche sostituendo il diaframma con pali trivellati, l'interferenza risulta analoga, con distanze nette < 50 cm.

A fronte di ciò si è studiata una soluzione con scavo completo a tergo della galleria esistente in modo da realizzare una palificata a tergo opera a quota fondazione esistente per poi elevare dalla sommità paratia un piedritto di spessore 1 m da collegare in testa mediante l'impalcato di copertura alla paratia lato dx (stessa soluzione già prevista in progetto esecutivo nel tratto scoperto della galleria).

7.1 SOLUZIONE DI SCAVO A CIELO APERTO

Nella figura seguente si riporta il risultato grafico della modellazione condotta con il codice di calcolo Plaxis:

FIGURA 18: DEFORMATA DELLA GALLERIA ESISTENTE CON SCAVO COMPLETO A TERGO



Come si evince, la spinta del terreno e del carico verticale (che simula il carico veicolare a traffico aperto) determinano una deformazione della struttura esistente con spostamenti orizzontali della stessa di circa 20-30 mm, che visto il grado di conoscenza dell'opera esistente, risulta un valore importante e meritevole di particolare attenzione. E' inoltre necessario sottolineare che la modellazione eseguita ipotizza la presenza di una fondazione diretta alla base dei piedritti della galleria esistente (così come previsto dal PE); la nuova campagna di indagini ha invece mostrato che gli speroni portanti della struttura non presentano alcuna fondazione ma sono semplicemente ammorzati al terreno di base per circa 1.50-2.00 m. Rimodellando

pertanto la galleria, l'analisi non risulta convergere, ovvero non si raggiunge la stabilità della struttura esistente. Ciò risulta in accordo con quanto già espresso al punto precedente.

Infine, per quanto concerne i movimenti verticali della struttura esistente, le analisi mostrano che non è possibile scavare a lato della stessa per raggiungere la quota finale di posa della nuova galleria senza alcuna opera provvisoria. Ipotizzando invece di arrestare lo scavo fino a quota fondazione della galleria esistente risulta quanto riportato dalle seguenti figure:

FIGURA 19: ANALISI DEGLI SPOSTAMENTI VERTICALI – SOLUZIONE SENZA OPERE PROVVISORIALI

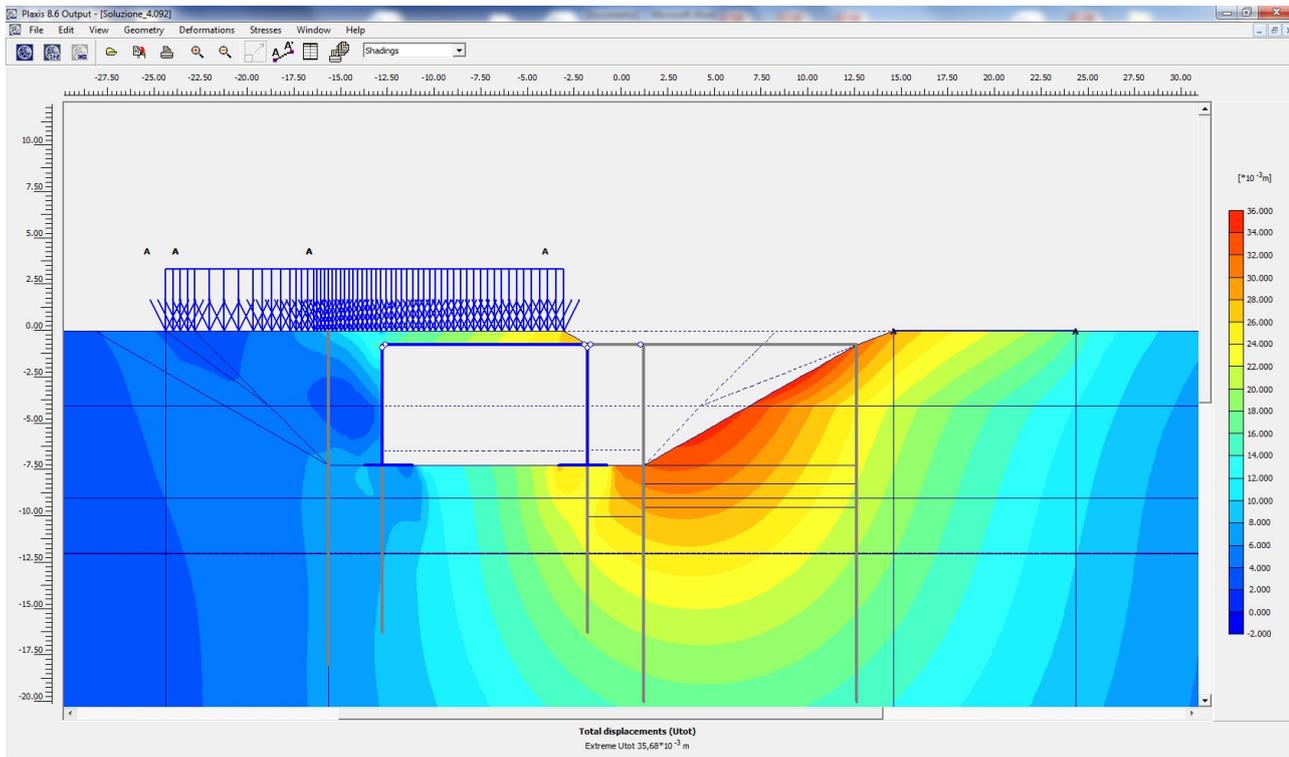
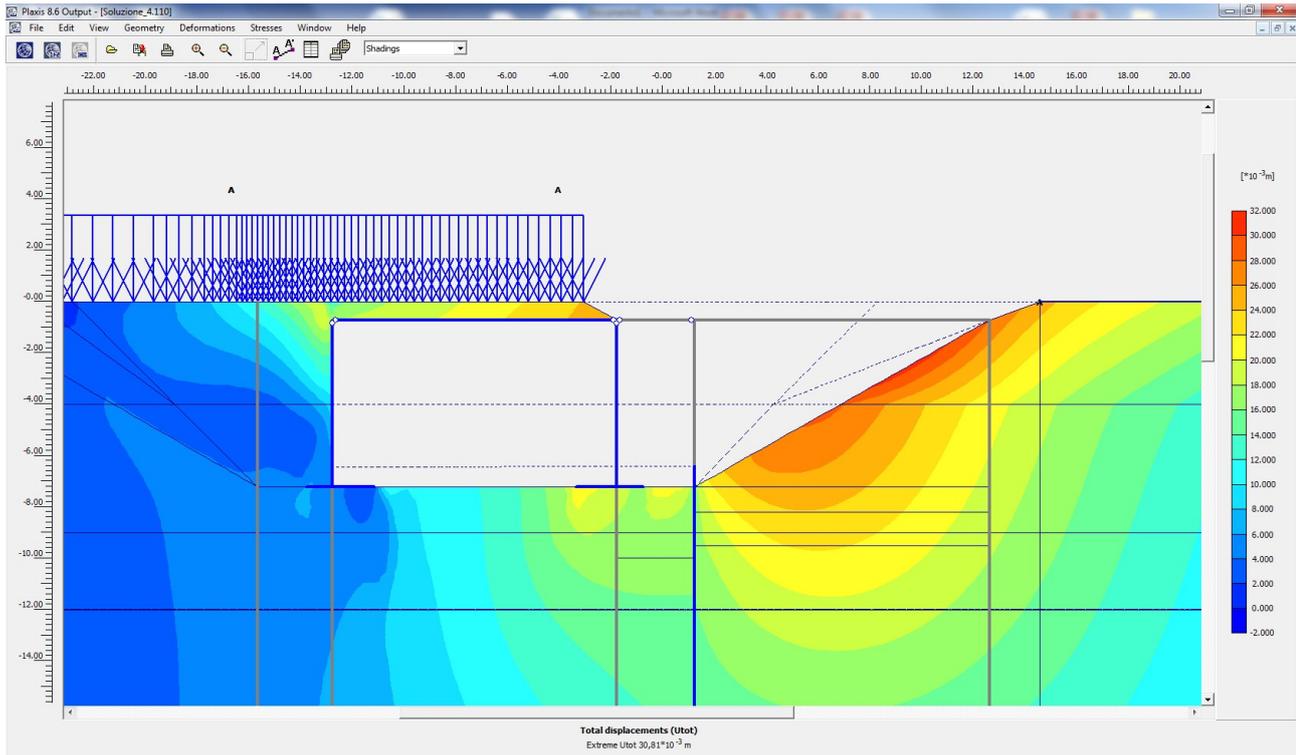


FIGURA 20: ANALISI DEGLI SPOSTAMENTI VERTICALI – SOLUZIONE CON OPERE PROVVISORIALI



Come si evince dai grafici precedenti, la presenza dell'opera provvisoria, oltre a consentire il raggiungimento della quota di fondo scavo della struttura nuova in affiancamento come già detto, consente di ridurre lo spostamento verticale della galleria esistente lato scavo di circa il 30%, passando da un valore di circa 30mm ad un valore di circa 22mm. Occorre però sottolineare che queste considerazioni prescindono dalla stabilità della struttura esistente in termini di deformazione a seguito del carico asimmetrico, e che sono state ricavate utilizzando il modello che assume l'esistenza di una fondazione del paramento della vecchia galleria.

7.2 CONSIDERAZIONI

Sulla base dello studio qui esposto si può osservare quanto segue:

- lo scavo completo a lato della galleria esistente non garantisce la stabilità dell'opera. Si dovrebbe pertanto prevedere un intervento di consolidamento a tergo della galleria esistente, sul lato opposto agli scavi, al fine di ridurre al minimo le spinte sulla stessa e quindi evitare la possibile instabilità della struttura causata da un regime di spinta dissimmetrico.

- lo scavo completo della nuova galleria in affiancamento alla struttura esistente raggiunge una quota inferiore a quella del piano ferro e di imposta dei piedritti esistenti: pertanto la realizzazione di un'opera provvisoria per il sostegno degli scavi risulta necessaria, sia per la stabilità della vecchia galleria sia per limitare i movimenti verticali della stessa.

Per tali considerazioni, in relazione al fatto che gli interventi sopra citati risultano essere eccessivamente invasivi per il mantenimento dell'esercizio sulla viabilità di Corso Turati, si prevede la realizzazione dell'intervento con il "Metodo Milano", a mezzo paratie di pali CFA e soletta di copertura, sviluppando una apposita fasizzazione della cantierizzazione che ne limita l'interferenza.

