

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

PROGETTISTA:

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI

Ing. Fabio Rizzo

Ing. Piergiorgio GRASSO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

GA02 - GALLERIA ARTIFICIALE TELESE

Analisi dei Rischi

APPALTATORE		SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A. Dott. Ing. Salvo Del Balzo IL DIRETTORE TECNICO Ing. S. Del Balzo 23/06/2020		-

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

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	G	A	0	2	0	0	0	1	5	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
-	-	G. Brino	18/06/2020	A. Fernandez	19/06/2020	P. Grasso	23/06/2020	Ing. Fabio RIZZO



File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.GA.02.0.0.015.A.doc

n. Elab.:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
GA02 – Analisi dei Rischi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0200 015</td> <td>A</td> <td>2 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	2 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	2 di 29								

Indice

1	GENERALITÀ	3
1.1	INTRODUZIONE.....	3
1.2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	3
1.3	ELABORATI DI RIFERIMENTO	4
2	LINEE GUIDA PER L'ANALISI DELLA SCELTA PROGETTUALE	5
3	ELEMENTI DI RISCHIO E VALUTAZIONE DEL RISCHIO INIZIALE	6
3.1	PRINCIPALI ELEMENTI DI RISCHIO.....	6
3.2	VALUTAZIONE DEL RISCHIO INIZIALE LUNGO IL TRACCIATO	9
3.3	POSSIBILI CONTROMISURE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO	14
4	SCELTA DELLE CONTROMISURE E ZONE DI APPLICAZIONE.....	16
4.1	CNT.03. MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE DEI PALI	16
4.2	CNT.04: INSTALLAZIONE DI SETTI IN PALI.....	16
4.3	CNT.05: UTILIZZO DEL LAMIERINO.....	23
4.4	VALUTAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO	24
5	CONCLUSIONI	28
6	ALLEGATI	29
6.1	ALLEGATO 1	29

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
GA02 – Analisi dei Rischi	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0200 015</td> <td>A</td> <td>3 di 29</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	3 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	3 di 29								

1 GENERALITÀ

1.1 INTRODUZIONE

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici del Progetto Esecutivo (PE) per il Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Cancello-Benevento / 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano e si occupa, in particolare, dell'analisi di rischio della Galleria Artificiale Telese, codificata a nome GA02, e rappresentata da una struttura realizzata in Cut&Cover con il cosiddetto Metodo Milano.

Vista la sua notevole lunghezza, che supera i 2900m, e la varietà delle condizioni geometriche e geotecniche incontrate lungo il suo sviluppo, la verifica della stabilità e sicurezza strutturale dell'opera viene articolata in più Relazioni di Calcolo che studiano le varie Sezioni Tipo A e C composte da Cut&Cover con pali di diametro 1200 mm disposti ad interasse 1.500 m, e di due Relazioni di Calcolo degli Imbocchi, lato Benevento (Nord) e lato Cancello (Sud). Le tratte della Galleria sono riassunte nella seguente tabella.

Tabella 1: Tratti della Galleria Artificiale Telese (GA02)

Tratto	da PK	a PK	Sez. Tipo	Lunghezza
	km	km		m
Imbocco SUD Lato Cancello	22+263.00	22+295.00	G	32.00
Galleria Artificiale GA02	22+295.00	22+310.00	F	15.00
Galleria Artificiale GA02	22+310.00	25+110.00	A, C	2 800.00
Galleria Artificiale GA02	25+110.00	25+162.00	D	52.00
Imbocco NORD Lato Benevento	25+162.00	25+200.00	E	38.00

Galleria Artificiale di Telese (GA02)	22+263.00	25+200.00		2 937.00

1.2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

La presente relazione si occupa, in particolare, dell'analisi di rischio geotecnico effettuata sull'intera galleria a partire dal modello geotecnico di PE.

Infatti la progettazione delle opere in sotterraneo nel suo complesso è stata condotta secondo il metodo dell'analisi di rischio (Rif. [XIII]). Questa analisi ha l'obiettivo di:

- Determinare il rischio iniziale
- Esplorare le possibili contromisure da applicare
- Determinare il rischio residuo

Quest'analisi ha così portato alla definizione delle tratte di applicazione delle contromisure lungo il tracciato, con un approfondito studio progettuale che ha portato all'introduzioni di Sezioni Tipo aggiuntive rispetto al Progetto Definitivo, in modo da ottenere un rischio residuo accettabile.

1.3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

La relazione fa riferimento ai seguenti elaborati di progetto:

- Rif. [I] IF26.1.2.E.ZZ.CL.GA.02.0.0.010: Galleria Artificiale di Telese dal km 22+263 al km 25+200 – Relazione di calcolo Imbocco lato Canello e Sezione Tipo F;
- Rif. [II] IF26.1.2.E.ZZ.CL.GA.02.0.0.012: Galleria Artificiale di Telese dal km 22+263 al km 25+200 – Relazione di calcolo Imbocco lato Benevento e Sezione Tipo D;
- Rif. [III] IF26.1.2.E.ZZ.CL.GA.02.0.0.016: Galleria Artificiale di Telese dal km 22+263 al km 25+200 – Relazione di calcolo Sezioni Tipo C2* e C4*
- Rif. [IV] IF26.1.2.E.ZZ.RG.GE.00.0.1.001: Relazione Geologica, geomorfologica ed idrogeologica
- Rif. [V] IF26.1.2.E.ZZ.SG.GE.00.0.5.001: Dossier indagini
- Rif. [VI] IF26.1.2.E.ZZ.RB.GE.00.0.1.001: Relazione geotecnica generale
- Rif. [VII] IF26.1.2.E.ZZ.FZ.GE.00.0.5.001-008: Profilo geotecnico di linea – Tavole da 1 a 8.
- Rif. [VIII] IF26.1.2.E.ZZ.B9.GA.02.0.0.019-029: Pianta scavi – Tavole da 1 a 12
- Rif. [IX] IF26.1.2.E.ZZ.W9.GA.02.0.0.001-013: Scavi – Sezioni – Tavole da 1 a 13
- Rif. [X] IF26.1.2.E.ZZ.FZ.GA.02.0.0.001-003: Galleria Artificiale di Telese dal km 22+263 al km 25+200 – Profilo di rischio geotecnico.

In aggiunta, si fa riferimento alle seguenti raccomandazioni internazionali:

- Rif. [XI] Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain (AFTES), 2012. GT32R2A1 - Characterisation of geological, hydrogeological and geotechnical uncertainties and risks. Tunnels et Espace Souterrain 232: 315-355.
- Rif. [XII] International Tunnelling Association (ITA), 2004. Guidelines for tunnelling risk management: International Tunnelling Association, Working Group No. 2. Tunnelling and Underground Space Technology 19 (2004): 217–237.

In ultimo, si fa riferimento ai seguenti riferimenti a pubblicazioni:

- Rif. [XIII] Guglielmetti V., Grasso P., Mahtab A., Xu, S., 2008. Mechanized Tunnelling in Urban Areas: design methodology and construction control. Taylor & Francis Ed., London, UK.

2 LINEE GUIDA PER L'ANALISI DELLA SCELTA PROGETTUALE

La presente trattazione definisce una **accurata analisi del rischio di instabilità globale basato su considerazioni di natura geologica, geotecnica e strutturale** sull'intero tracciato della GA02, da cui deriva l'applicazione delle contromisure in oggetto in determinate porzioni del tracciato.

La scelta tecnica riguardante la progettazione di una galleria da utilizzare è legata ad una serie di fattori tra di loro interconnessi, che sono analizzati approfonditamente nelle raccomandazioni fornite dalle maggiori associazioni nazionali e internazionali di studiosi e professionisti nell'ambito delle opere in sotterraneo.

In particolare, le raccomandazioni di riferimento che sono state utilizzate per definire i criteri inclusi nell'analisi multicriteria sono state proposte dall'Associazione Mondiale delle Gallerie (International Tunnelling Association) in Rif. [XII] e dall'associazione francese in particolare (AFTES, "Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain") in Rif. [XI] in maniera ancor più approfondita.

Il rischio derivante da ognuno dei seguenti elementi è stato valutato come segue:

$$R = P \times I$$

Dove:

- R = livello di rischio
- P = probabilità di accadimento
- I = impatto

Tabella 2: Analisi del rischio geotecnico, matrice di rischio utilizzata

		Rischio (R = P x I)				
		5	10	15	20	25
Probabilità (P)	4	8	12	16	20	
	3	6	9	12	15	
	2	4	6	8	10	
	1	2	3	4	5	
			Impatto (I)			

Tabella 3: Analisi del rischio geotecnico, matrice di rischio utilizzata

Livello	Descrizione	Colore	Azione
17-25	Non accettabile		Rischio da ridurre indipendentemente dai costi
10-16	Sostanziale		Misure di mitigazione devono essere identificate ed implementate
6-9	Significante		Il rischio dev'essere gestito. Le misure di mitigazione sono lievi e possono essere aggiornate in corso d'opera
3-5	Accettabile		Nessuna ulteriore azione, rischio soggetto a monitoraggio con procedure
1-2	Minimo		Nessuna ulteriore considerazione o contromisura da applicare con i dati attuali

 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	GA02 – Analisi dei Rischi	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0200 015	REV. A

3 ELEMENTI DI RISCHIO E VALUTAZIONE DEL RISCHIO INIZIALE

Il primo punto dell'analisi di rischio è la determinazione di **quali sono i principali elementi di rischio** nel progetto e una **valutazione del livello di rischio iniziale**.

3.1 PRINCIPALI ELEMENTI DI RISCHIO

I principali elementi di rischio di natura geologica, geotecnica e strutturale che concorrono all'instabilità globale sul tracciato della galleria artificiale sono qui indicati:

- GEO.01: Possibile presenza di materiali argillosi lungo il tracciato
- GEO.02: Presenza di vuoti o materiale dilavato
- TUN.01: Condizioni parietali della galleria
- TUN.02: Impatto su terze parti (edifici, strade, ferrovie)

3.1.1 GEO.01: PRESENZA DI LENTI DI MATERIALI ARGILLOSI

La presenza di **depositi di materiale argilloso (MDL3)**, illustrato in Figura 1, in corrispondenza dello scavo implica l'aumento di rischio di instabilità globale nella zona di galleria artificiale GA02.



Figura 1: Argille e limi argillosi (MDL3) rinvenuti dal sondaggio S-PE-17 Rif. [IV] Rif. [V]

Infatti, la presenza del deposito dell'unità di Maddaloni MDL3 (litofacies pelitica è costituita da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio, nocciola e grigio-azzurro) è un fattore di rischio importante sulla GA02 poiché si tratta del deposito con peggiori caratteristiche meccaniche lungo l'intero tracciato (Tabella 4) e quindi determina un fattore di sicurezza di stabilità globale minore.

Tabella 4: Parametri di calcolo utilizzati per il calcolo strutturale e geotecnico (Rif. [I] , Rif. [II] , Rif. [VI])

Unità Geotecnica	Descrizione	PARAMETRI GEOTECNICI					
		Modello	γ	ϕ'	c'	$E'_{0,50}$	$E'_{ur,50}$
(UG)			(kN/m ³)	(°)	(kPa)	(MPa)	(MPa)
Ra	Terreno di riporto	HSM-DR	20	35	0	35	70
TGC2	Tufo Grigio Campano Cenere sabbioso, sabbioso limosa	HSM-DR	17	33	0	35	70
MDL1	Unità di Maddaloni Ghiaia sabbiosa	HSM-DR	20	38	0	120	240

GA02 – Analisi dei Rischi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	7 di 29

MDL2	Unità di Maddaloni Sabbia, sabbia limosa	HSM-DR	20	32	0	60	120
MDL3	Unità di Maddaloni Argille limose	HSM-DR	20	24	10	50	150
MDL4	Unità di Maddaloni Sabbia travertinosa	HSM-DR	20	34	30	200	600

3.1.2 GEO.02: PRESENZA DI VUOTI O MATERIALE DILAVATO

La presenza di **vuoti o materiale dilavato** può manifestarsi in materiali litoidi o sabbiosi, quali i depositi MDL4 per il rischio di cavità e MDL2 per il rischio dilavamento (Figura 2), per effetto dell'oscillazione della falda (avvenuta in tempi recenti o a causa della storia geologica del deposito in sito). Il rischio è stato illustrato anche nella relazione geologica (Rif. [IV] a pag.50):

“La facies travertinosa dell’unità di Maddaloni presenta un aspetto vacuolare e localmente si osservano cavità originatesi a seguito di processi erosivi che hanno luogo in corrispondenza dei livelli sabbiosi sciolti e poco consolidati. Le cavità all’interno livelli sabbiosi sciolti dell’Unità possono inoltre essere legate a fenomeni di erosione legati all’oscillazione periodica e stagionale della falda che dilavano il materiale sabbione creando una cavità. Tali cavità, se confinate tra due livelli a comportamento litoide possono preservarsi.”



Figura 2: Livelli sabbioso limoso (MDL2) rinvenuti dal sondaggio S-PE-11 Rif. [IV] Rif. [V]

La presenza dei depositi sabbiosi o travertinosi dell’unità di Maddaloni MDL2 e MDL4 sono un fattore di rischio importante riguardante la possibile perdita di miscela cementizia nel suolo causata dalla presenza di vuoti e cavità, con abbassamento della qualità delle prestazioni del palo stesso.

3.1.3 TUN.01: CONDIZIONI PARIETALI

Le **condizioni parietali della galleria** sono un elemento di rischio importante, poiché determinano una forte asimmetria di carico sulla struttura, andando ad inficiare la creazione del cuneo di spinta attiva dietro alla paratia nella zona di valle e la formazione di una superficie di scivolamento, come emerso dalle analisi 2D con software per analisi ad elementi finiti riportati nelle relazioni di imbocco (per maggiori dettagli Rif. [I] e Rif. [II])

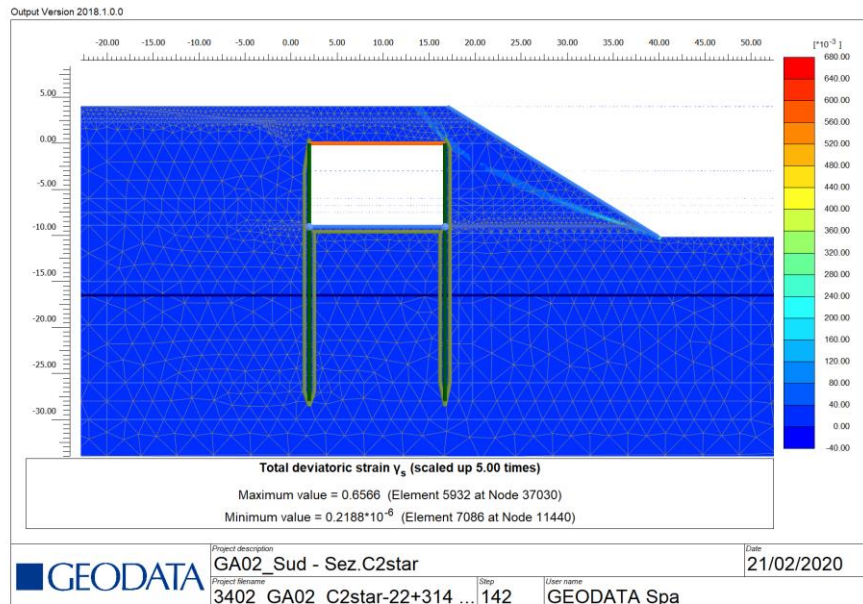


Figura 3: Formazione della superficie di scivolamento a valle della galleria artificiale in condizioni parietali (Rif. [1])

3.1.4 TUN.02: IMPATTO SU TERZE PARTI

Un altro fattore importante per lo studio della stabilità globale è il **possibile impatto sulle strutture limitrofe**, in particolare edifici, strade, servizi, che possono essere danneggiati in caso di eccessive deformazioni o instabilità del pendio. Al contrario degli elementi precedenti, che influiscono maggiormente sulla probabilità di accadimento dell'evento, questo elemento è un fattore che influisce in modo rilevante sull'impatto che un possibile evento di eccessiva deformazione/instabilità può avere nelle aree interessate.



Figura 4: Strada e centro abitato nei pressi della progressiva 22+310 della GA02 (sopralluogo in data 07/11/19)

3.2 VALUTAZIONE DEL RISCHIO INIZIALE LUNGO IL TRACCIATO

In seguito all'individuazione delle principali sorgenti di rischio lungo il tracciato, si è proceduto all'individuazione delle aree in cui il prodotto da probabilità di accadimento e impatto di ciascun rischio è maggiore.

Nelle tavole in allegato sono riportate in dettaglio le progressive esatte di riferimento.

3.2.1 GEO.01: PRESENZA DI LENTI DI MATERIALI ARGILLOSI

L'elemento **GEO.01** è relativo alla **presenza di lenti di argilla**. Il rischio è stato considerato maggiore in quelle zone dove i sondaggi hanno rivelato la presenza di **lenti argillose di potenza metrica in corrispondenza della galleria e in cui la frequenza dei sondaggi è minore.**

Le aree a rischio maggiore sono qui riassunte:

- Nei **pressi degli imbocchi**, dove i sondaggi S-PE16 (imbocco sud, lato Cancello, Figura 5a), S-PE19, S-PE32, S-PE33 (imbocco nord, lato Benevento, Figura 5b), hanno individuato **importanti lenti di argilla**, con potenza dai 2m ai 5m.
- Nella **zona centrale della GA02**, dove la potenza del deposito si argilla varia tra i 2.5m e i 4m (Figura 5c).

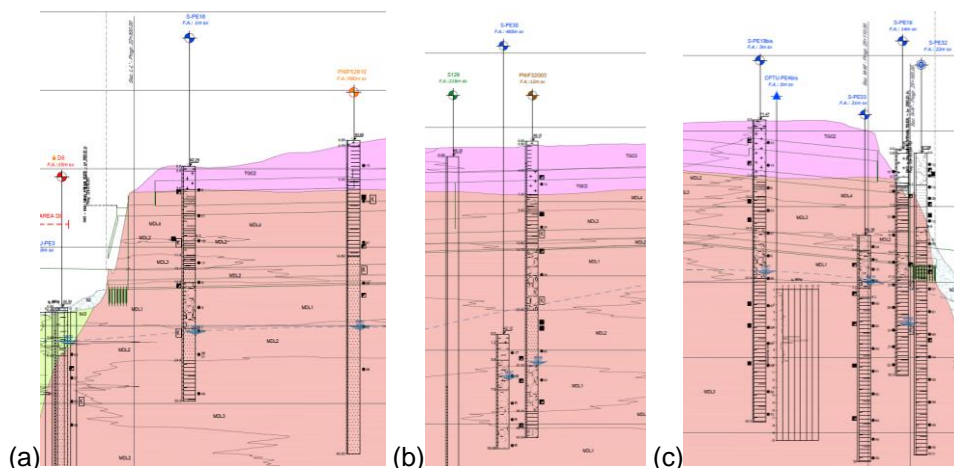


Figura 5: Porzioni del tracciato con maggiore rischio di presenza di lenti di argilla MDL3 (GEO.01)

3.2.2 GEO.02: PRESENZA DI VUOTI O MATERIALE DILAVATO

L'elemento **GEO.02** è relativo alla **presenza di vuoti o cavità** dovute all'oscillazione della falda. Il rischio è stato considerato significativo in quelle zone dove i sondaggi hanno rivelato la presenza di **depositi di MDL2 e MDL4 nella vicinanza della falda**, ovvero in maggior parte nei pressi dell'imbocco nord.

In aggiunta alle aree in esame, si evidenzia come **durante l'esecuzione del sondaggio S-PE17 (pk 23+498) si è individuato ad una importante profondità tra 7m e 8.7m di profondità**, come si può notare dalla scheda riportata in seguito (. Alla profondità in esame, il deposito presente è **per l'appunto il deposito MDL4**, in cui la probabilità di accadimento della presenza di cavità è più alta.

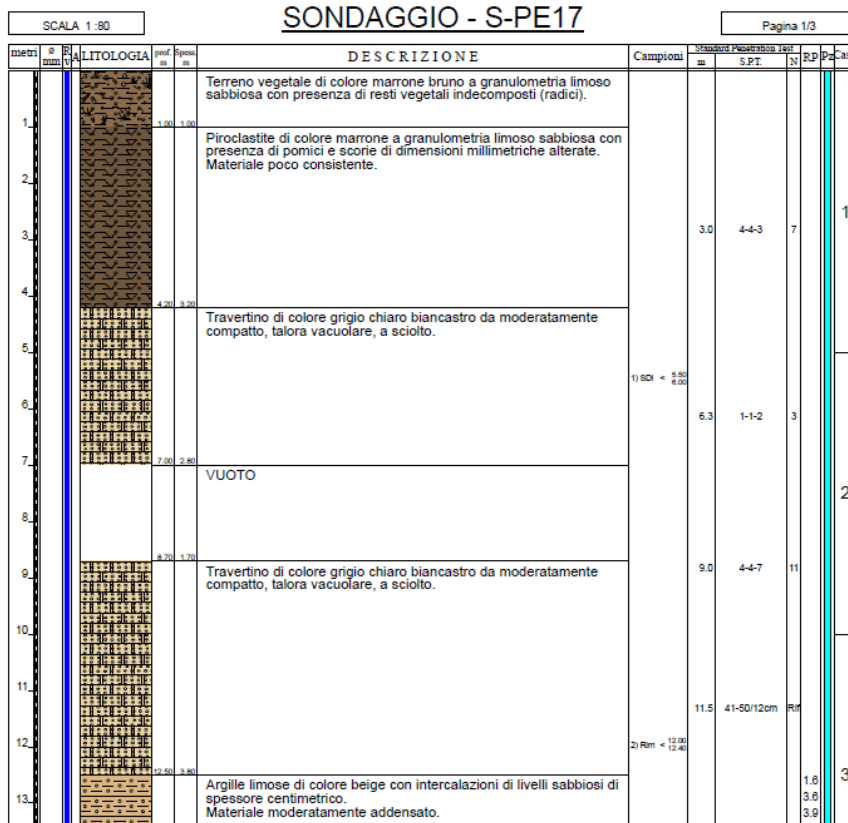


Figura 6: Scheda del sondaggio S-PE17 effettuato in data 26/10/2019, in cui è stata individuata la cavità a profondità 7m-8.7m nel deposito MDL4 (rischio GEO.02)

L'area a rischio maggiore è l'area all'intorno della **progressiva pk 23+498**, dove il **sondaggio S-PE17 ha individuato un importante vuoto a 7m di profondità.**

In misura minore, un possibile rischio sono invece nei **pressi dell'imbocco Nord lato Benevento**, dove i sondaggi S-PE19, S-PE32, S-PE33 hanno individuato **una falda prossima ai depositi MDL2** (possibile dilavamento) e **MDL4** (possibile presenza di cavità nella parte sommitale del palo).

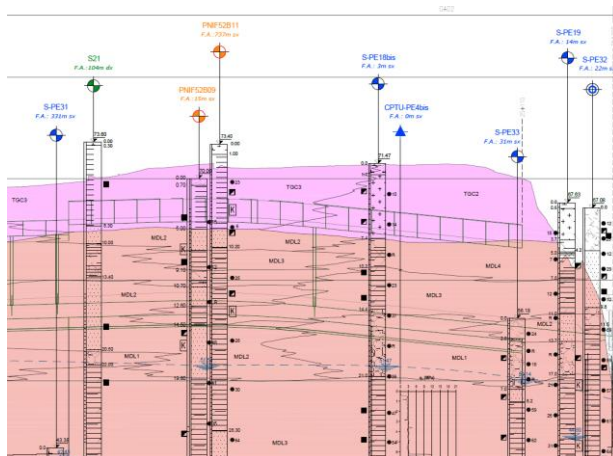


Figura 7: Porzioni del tracciato con maggiore rischio di presenza di vuoti (GEO.02)

3.2.3 TUN.01: CONDIZIONI PARIETALI

L'elemento **TUN.01** relativo alla **condizione di asimmetria di carico dovuta alle condizioni parietali della galleria**. Questa deriva da considerazioni di ordine geometrico e geotecnico ed ha un rischio maggiore nelle seguenti aree:

- Nei **pressi degli imbocchi**, in cui la galleria, per necessità di tracciato, non si immette in direzione perpendicolare alle isoipse e il reinterro è impossibilitato a causa della presenza di una **strada che porta al centro abitato** nei pressi dell'imbocco lato Cancello e dalla presenza della **ferrovia Caserta-Foggia** nei pressi dell'imbocco lato Benevento.

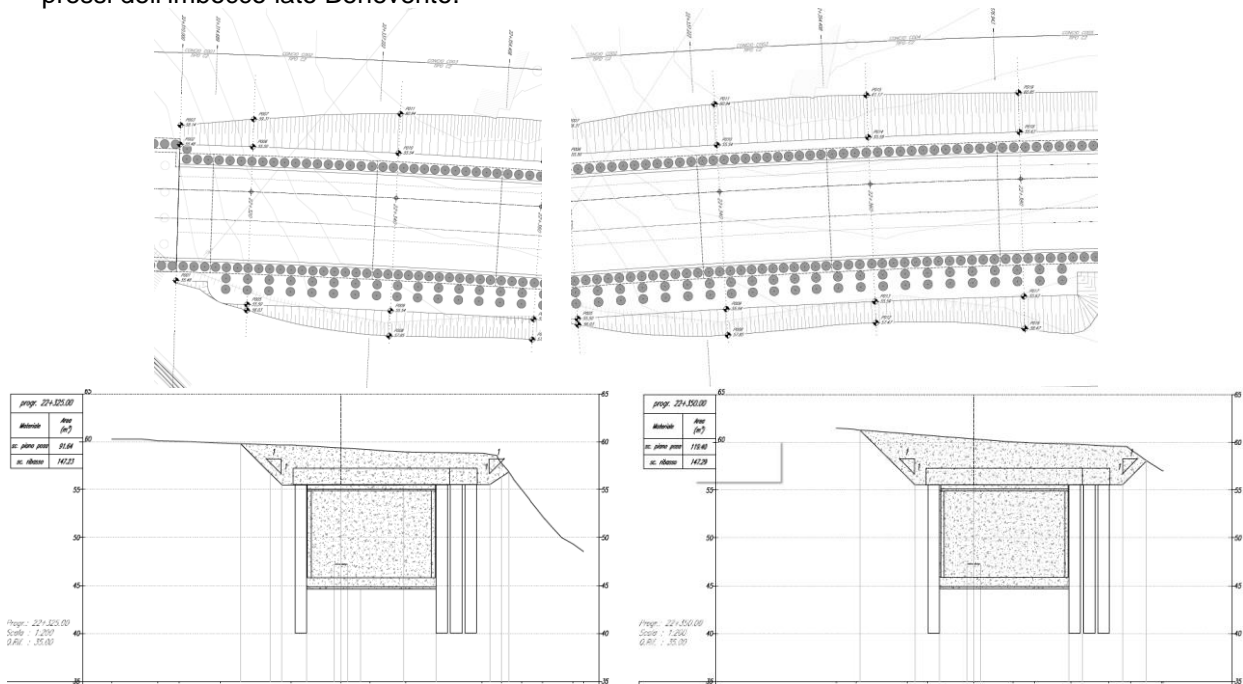


Figura 8: Stralcio della pianta scavi e delle sezioni dell'imbocco Sud (Rif. [VIII] e Rif. [IX])

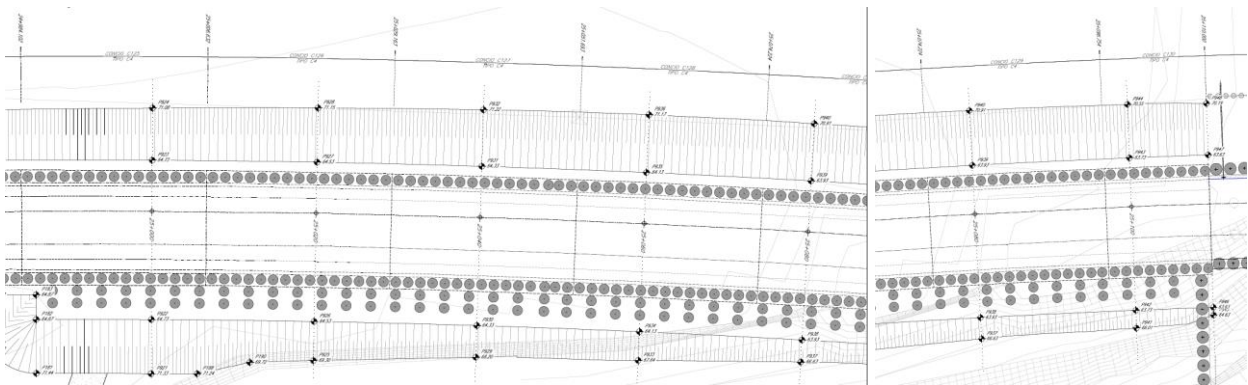


Figura 9: Stralcio della pianta scavi e delle sezioni dell'imbocco Nord (Rif. [VIII] e Rif. [IX])

- Nell'area in cui sono presenti le strutture dei fabbricati Italcostruzioni (pk 22+750 - 22+800) costruite su materiale di riporto e nei pressi del pendio

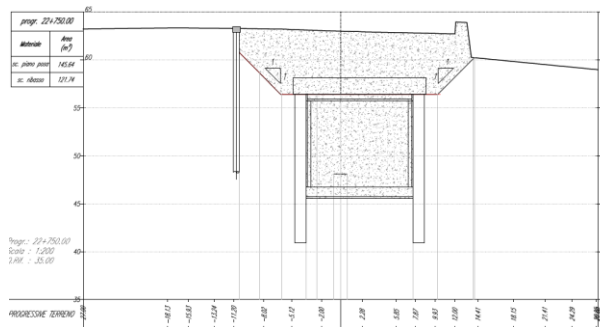


Figura 10: Stralcio della pianta scavi e delle sezioni dell'area dei fabbricati Italcostruzioni (Rif. [VIII])

- Nell'area in cui è presente una **rientranza del pendio verso l'area della galleria** (pk 22+925-22+975)



Figura 11: Stralcio della pianta scavi e delle sezioni dell'area in oggetto (Rif. [VIII])

3.2.4 TUN.02: IMPATTO SU TERZE PARTI

L'elemento **TUN.02** relativo all'**impatto su strutture e infrastrutture adiacenti**, in particolare nel caso della GA02 la ferrovia e una strada.

Si è rilevato un rischio maggiore nelle seguenti aree:

- Nei **pressi degli imbocchi**, in cui l'eventuale instabilità interesserebbe:
 - una **strada che porta al centro abitato, e alcuni fabbricati alle basi del pendio** nei pressi dell'imbocco lato Canello
 - la **ferrovia Caserta-Foggia** nei pressi dell'imbocco lato Benevento.



Figura 12: Strada e centro abitato nei pressi dell'imbocco Sud della GA02 (sopralluogo in data 07/11/19)

GA02 – Analisi dei Rischi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	13 di 29



Figura 13: Ferrovia Caserta-Foggia nella zona vicina all'imbocco Nord della GA02 (sopralluogo in data 04/12/19)

- Nell'area in cui sono presenti le strutture dei fabbricati Italconstruzioni (pk 22+750 - 22+800)



Figura 14: Fabbricati e silos Italconstruzioni, pk 22+750-800 della GA02 (sopralluogo in data 07/11/19)

- In misura minore, in alcune altre aree lungo il tracciato.

Queste aree sono riassunte nelle tavole allegate alla presente relazione.

 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
GA02 – Analisi dei Rischi	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0200 015</td> <td>A</td> <td>14 di 29</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	14 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	14 di 29								

3.2.5 VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO INIZIALE LUNGO IL TRACCIATO

Alla luce degli elementi di rischio sopra elencati, si fornisce una stima del rischio geotecnico complessivo sulla tratta di galleria artificiale GA02, che si può concretizzare in instabilizzazione del versante, asimmetria di carico sui pali, chiusura di infrastrutture, danneggiamenti ad edifici.

Tabella 5: Analisi del rischio geotecnico, valutazione del rischio iniziale

Livello	Aree	Rischi
Non accettabile	Prossimità dell'imbocco nord e dell'imbocco sud	GEO.01 – TUN.01 – TUN.02 Rischio non accettabile o sostanziale
Sostanziale	Aree prossime alle aree a rischio "non accettabile" dell'imbocco nord e dell'imbocco sud	GEO.01 – TUN.01 Rischio sostanziale e significativa
Significante	Area dei fabbricati Italcostruzioni e insenatura del pendio	TUN.01 – TUN.02 Rischio sostanziale, in assenza di GEO.01
	Prossimità del sondaggio S-PE17 (pk 23+498)	GEO.02 Rischio non accettabile
Accettabile	Aree prossime alle aree in rischio "significante"	TUN.01 – TUN.02 Rischio significativo/accettabile in assenza di GEO.01
	Prossimità dell'imbocco nord	GEO.02 Rischio significativo/accettabile

Come da schema precedente, si è deciso di agire con:

- **contromisure preventive** in caso di **rischio non accettabile**
- **monitoraggio** nelle aree in **rischio sostanziale, significativa**
- possibile monitoraggio negli altri casi, **da valutare una volta arrivati al piano di impostazione dei pali ed avuta accessibilità alle aree limitrofe.**

3.3 POSSIBILI CONTROMISURE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Gli elementi prima valutati lungo il tracciato concorrono alla valutazione del rischio di instabilità lungo il tracciato dovuto alla geometria dei luoghi attraversati dalla infrastruttura e alle possibili variazioni e singolarità della geologia rispetto ai risultati delle indagini.

A dispetto di quanto avviene per le gallerie naturali, in cui l'utilizzo del metodo osservazionale è prassi comune ed è agevole modificare in corso d'opera la soluzione in termini di supporto e rivestimento definitivo, nel caso delle gallerie artificiali costruite in diaframmi o paratie di pali va sottolineato che non si può adottare la stessa strategia progettuale. Infatti, **le contromisure devono essere attuate per la gran parte prima di iniziare la fase di scavo**, poiché non sarà possibile modificare i sostegni in corso d'opera, a meno di operazioni poco agevoli e che comportano un impatto significativo sul programma dei lavori (parzializzazione dello scavo, installazione di tiranti provvisori aggiuntivi, reinterro).

Le misure di mitigazione del rischio che possono essere utilizzate sono qui elencate.

 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
GA02 – Analisi dei Rischi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0200 015</td> <td>A</td> <td>15 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	15 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	15 di 29								

3.3.1 CNT.01: INDAGINI AGGIUNTIVE PER VERIFICARE LE CONDIZIONI IN SITO

Questa contromisura comporta una **possibile riduzione della probabilità di accadimento** riguardante soprattutto la sorgente di rischio GEO.01, che dipende dall'**incertezza del modello geologico**. Si può applicare quindi nel caso in cui ci sia una zona con bassa densità di sondaggi.

3.3.2 CNT.02. MONITORAGGIO DELLA STRUTTURA

Un monitoraggio della struttura può essere una **efficace misura di controllo per valutare contromisure aggiuntive** da applicare in caso di deformazioni superiori ad una determinata soglia.

3.3.3 CNT.03. MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE DEI PALI

Un monitoraggio dell'andamento dei parametri di perforazione della macchina per l'esecuzione dei pali è una **buona misura di controllo per valutare eventuali deviazioni dalle condizioni previste, la presenza di cavità o vuoti lungo l'area di installazione di nuovi pali e l'eventuale necessità di approfondimenti** progettuali che possano portare all'individuazione di nuove contromisure quali la necessità di installazione di nuovi pali (CNT.04).

3.3.4 CNT.04: INSTALLAZIONE DI SETTI IN PALI

La contromisura definisce una **consistente e sicura riduzione dell'impatto** riguardante tutti gli elementi di rischio precedentemente elencati.

La misura prevista è stata definita in base ai macchinari presenti in cantiere e alle lavorazioni già presenti, ed è stata quindi individuata in un **contrafforte formato da due file di pali in cemento armato in direzione trasversale rispetto alla galleria, aventi diametro DN1200, spaziati 1500mm tra loro**.

3.3.5 CNT.05: UTILIZZO DEL LAMIERINO

La contromisura definisce una **consistente e sicura riduzione dell'impatto** del rischio di perdita di boiaccia cementizia utilizzata per la creazione del palo in presenza di una cavità.

 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
GA02 – Analisi dei Rischi	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0200 015</td> <td>A</td> <td>16 di 29</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	16 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	16 di 29								

4 SCELTA DELLE CONTROMISURE E ZONE DI APPLICAZIONE

In seguito si riportano le analisi effettuate per la giustificazione delle contromisure applicate

4.1 CNT.03. MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DI PERFORAZIONE DEI PALI

Nelle aree in cui la stabilità è verificata con le condizioni geometriche e geotecniche derivanti dalle informazioni attuali, è stato scelto di monitorare le condizioni in sito con maggiore precisione tramite l'**applicazione della contromisura CNT.03**, ovvero il **monitoraggio dei parametri di perforazione della macchina per l'esecuzione dei pali** per le tratte definite in Tabella 6.

Tabella 6: Identificazione delle progressive del monitoraggio della realizzazione dei pali (CNT.04) lungo la GA02

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Lunghezza totale (m)
22+391	22+400	9
22+753	22+794	41
22+939	22+954	15
25+001	25+042	41

4.2 CNT.04: INSTALLAZIONE DI SETTI IN PALI

Nella fase di istruttoria si è effettuato uno studio di approfondimento sulle aree in oggetto, per verificare in modo ulteriore la necessità dei setti nell'area della galleria artificiale di Telesse con modellazioni FEM 2D con il software PLAXIS versione 2019.

Lo studio effettuato ha definito la necessità di applicare la misura che ha un maggior effetto di abbattimento dell'impatto degli elementi TUN.01 e TUN.02, per cui è stata scelta l'**applicazione della contromisura CNT.04**, ovvero l'**installazione di setti stabilizzanti di pali in c.a.** per le tratte definite in Tabella 7.

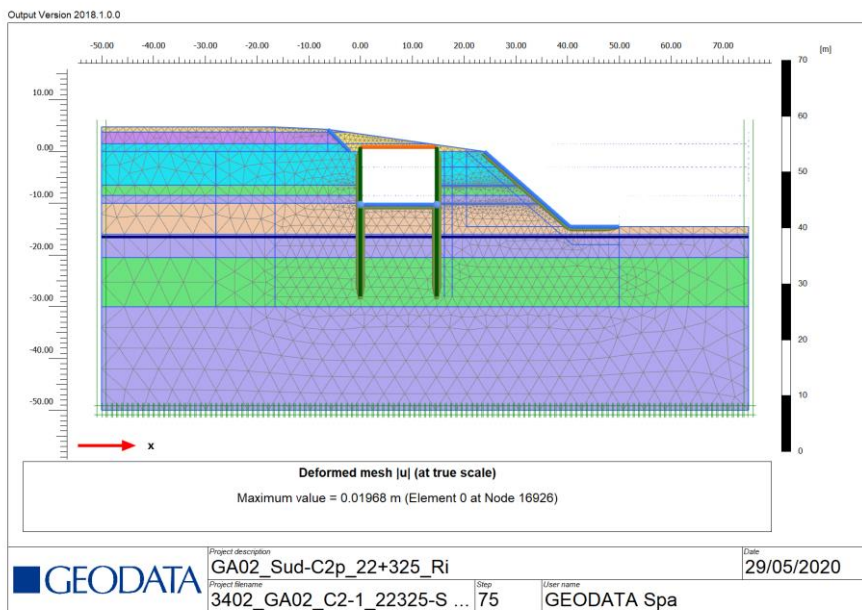
Tabella 7: Identificazione delle progressive di adozione degli interventi di stabilizzazione (CNT.04) lungo la GA02

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Lunghezza totale (m)
22+310	22+391	81
25+042	25+110	68

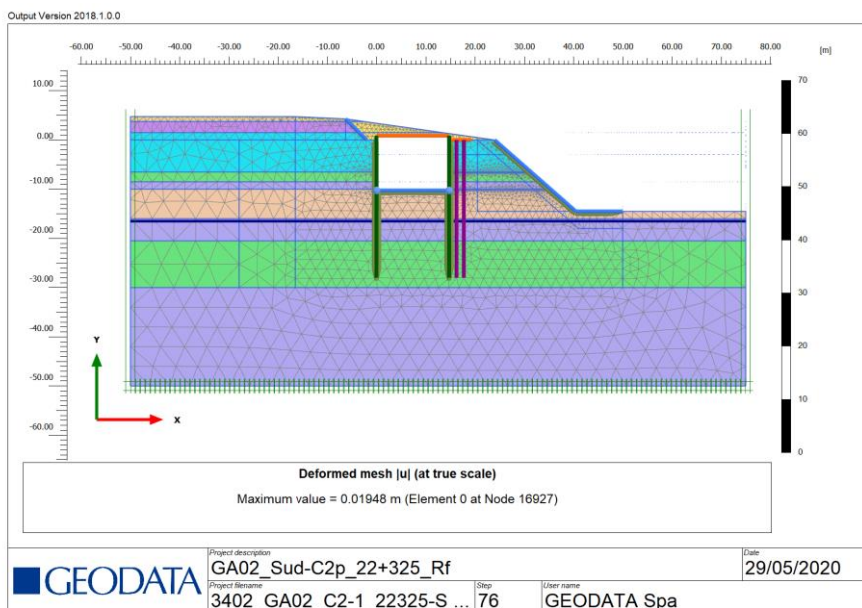
Questa analisi è approfondita e dettagliata nella relativa relazione di calcolo (Rif. [III]).

4.2.1 SEZIONE C2* – PK 22+325

Alla luce dell'analisi geometrica e della stratigrafia, nel PE è stata effettuata un'analisi numerica agli elementi finiti 2D con il software PLAXIS per la **sezione di calcolo C2* (C2 con setto in pali)** a progressiva 22+325, rappresentativa delle condizioni geometriche e stratigrafiche all'imbocco sud, con stratigrafia considerata a partire dal sondaggio S-PE 16. **Queste condizioni geometriche e stratigrafiche si estendono fino alla progressiva 22+391, per cui lo studio è rappresentativo dell'intero tratto in esame.**



a)



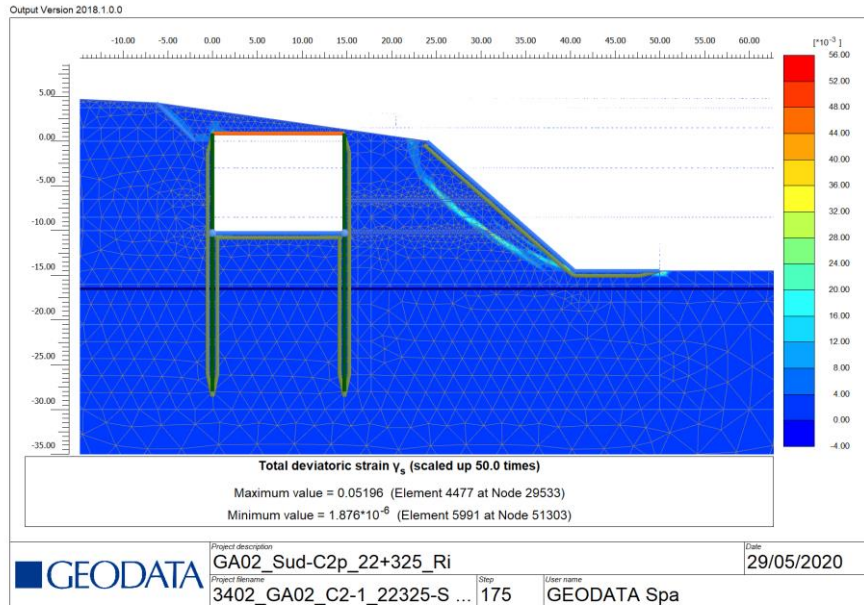
b)

Figura 15: Geometria del modello, sezione C2*, pk 22+325 a) in assenza di setti; b) in presenza di setti.

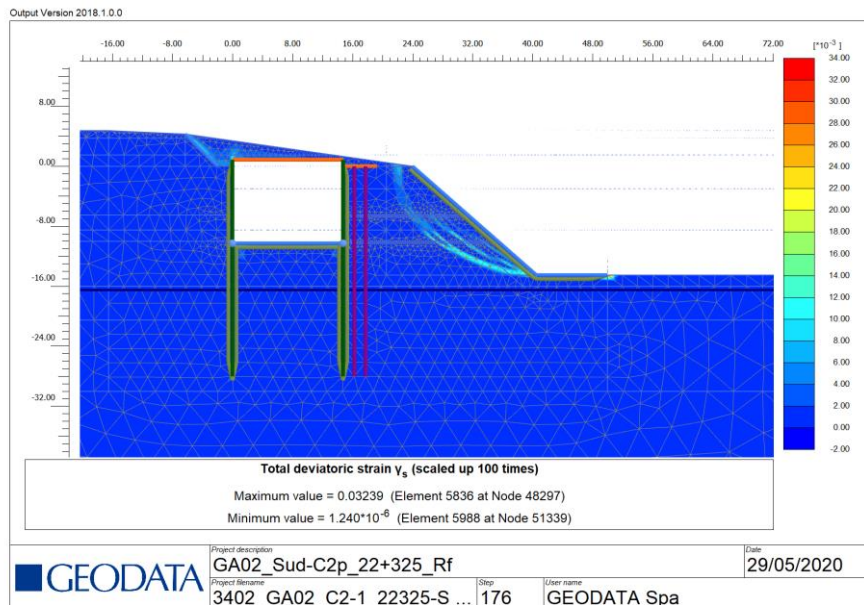
GA02 – Analisi dei Rischi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	18 di 29

Il risultato è stato il passaggio da un fattore di sicurezza sulla stabilità globale di 1.01 ($\Sigma Msf = 1.252$), inaccettabile dalla normativa vigente, ad un fattore di sicurezza pari a 1.14 ($\Sigma Msf = 1.42$).

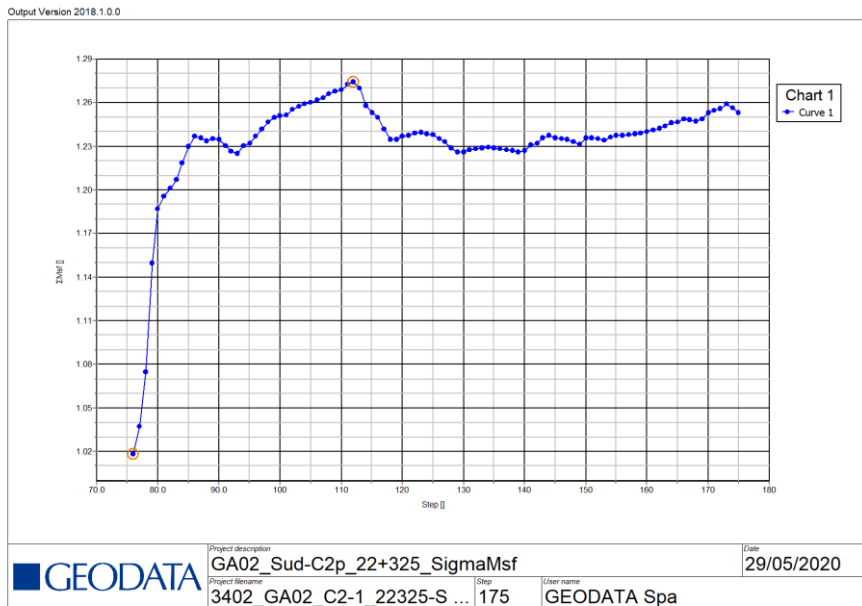


a)

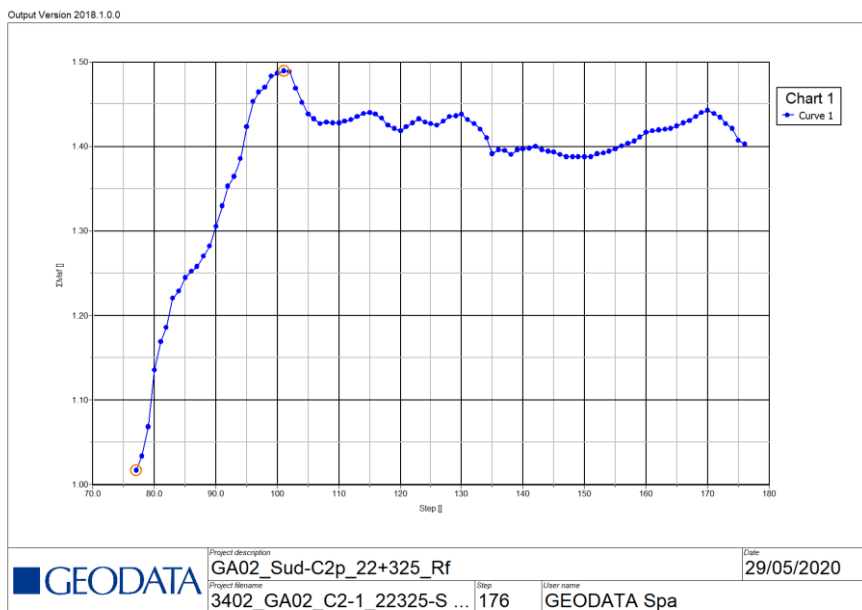


b)

Figura 16: Risultato della procedura “phi/c reduction” sezione C2*, pk 22+325, deformazione totale deviatorica a) in assenza di setti; b) in presenza di setti.



a)

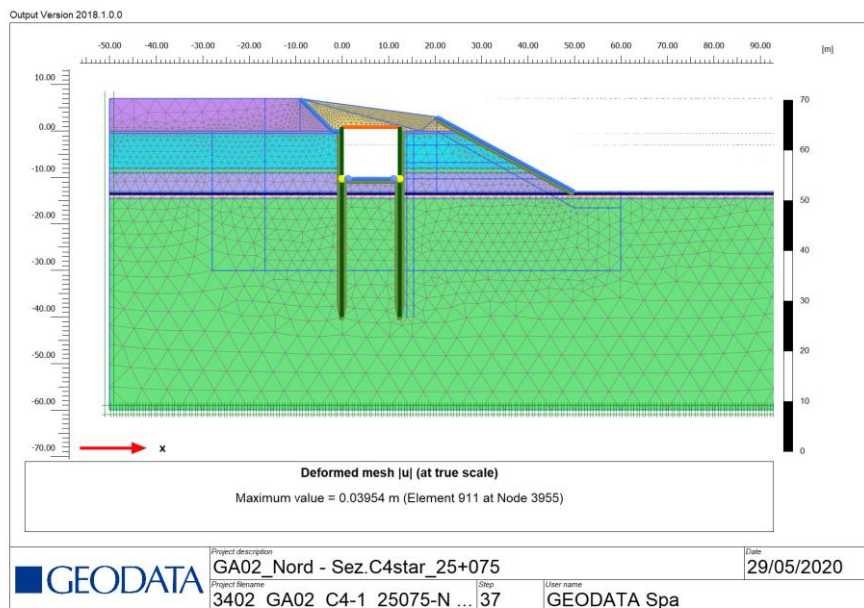


b)

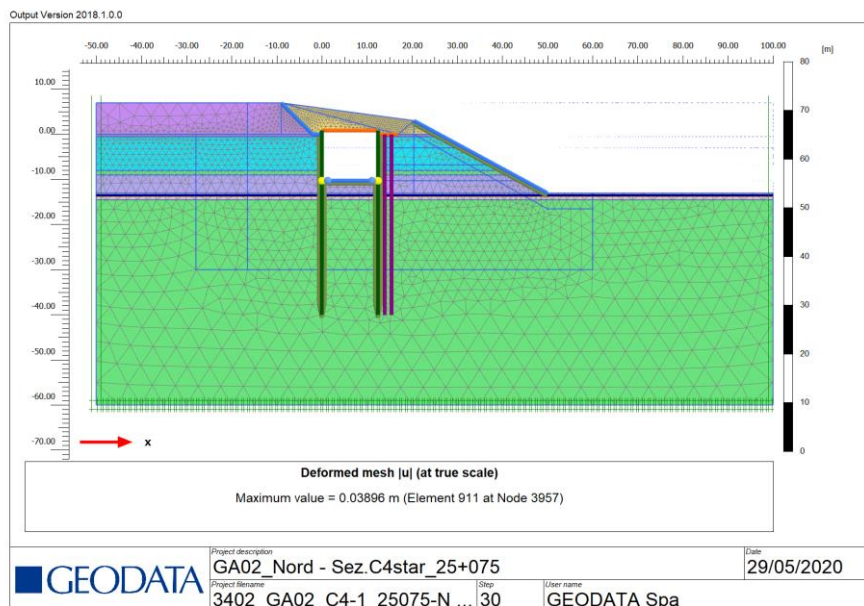
Figura 17: Risultato della procedura “phi/c reduction”, sezione C2*, pk 22+325, evoluzione di ΣMsf fino al raggiungimento del valore di progetto a) in assenza di setti; b) in presenza di setti.

4.2.2 SEZIONE C4* – PK 25+075

Alla luce dell'analisi geometrica e della stratigrafia, nel PE è stata effettuata un'analisi numerica agli elementi finiti 2D con il software PLAXIS per la **sezione di calcolo C4* (C4 con setto in pali)** a progressiva 25+075, rappresentativa delle condizioni geometriche e stratigrafiche all'imbocco sud, con stratigrafia considerata a partire dal sondaggio S-PE 33.



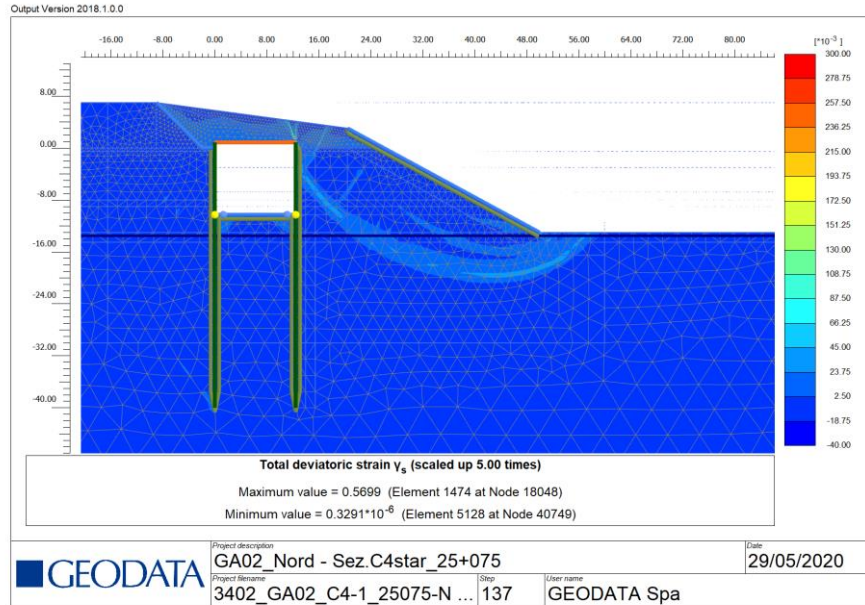
a)



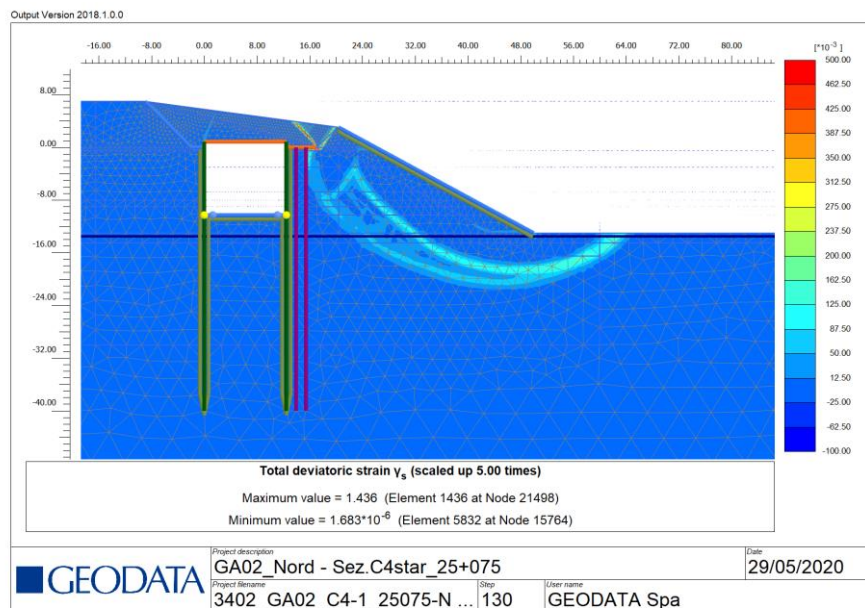
b)

Figura 18: Geometria del modello, sezione C4*, pk 25+075 - a) in assenza di setti; b) in presenza di setti.

Il risultato è stato il passaggio da un fattore di sicurezza sulla stabilità globale di **1.3 ($\Sigma M_{sf} = 1.65$)**, accettabile ma **impattante in termini di deformazione sulla base del pendio (dove è presente la ferrovia)** ad un fattore di sicurezza pari a **1.43 ($\Sigma M_{sf} = 1.78$)**.

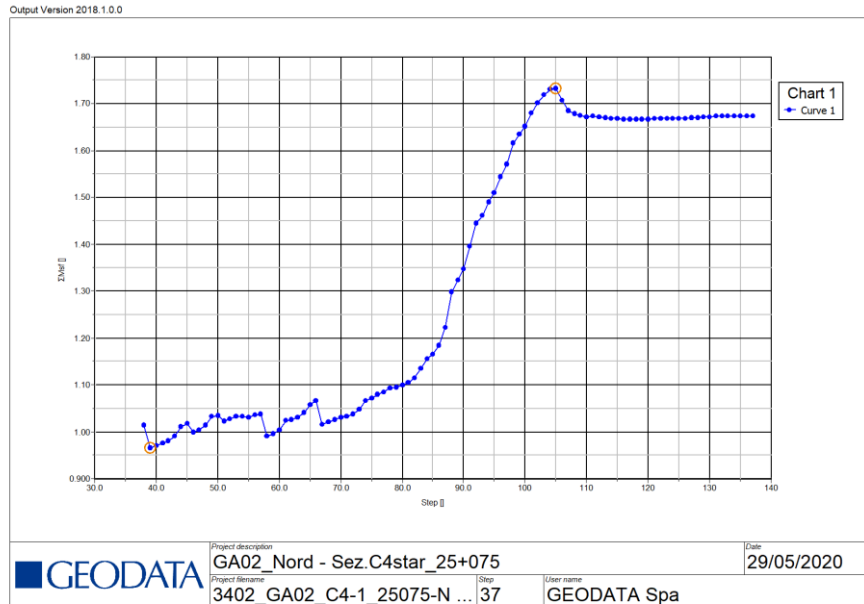


a)

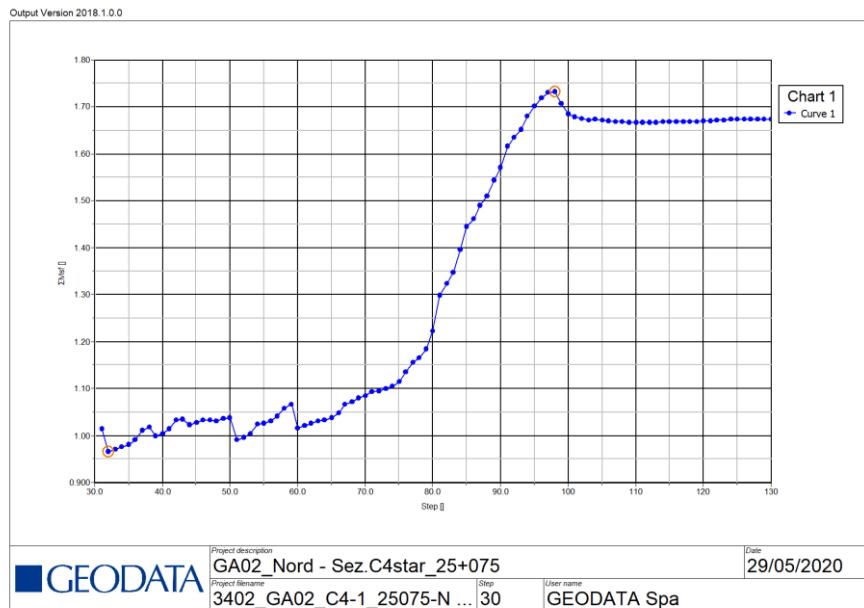


b)

Figura 19: Risultato della procedura “phi/c reduction”, sezione C4*, pk 25+075 - deformazione totale deviatorica
a) in assenza di setti; b) in presenza di setti.



a)



b)

Figura 20: Risultato della procedura “phi/c reduction”, sezione C4*, pk 25+075 - evoluzione di ΣM_{sf} fino al raggiungimento del valore di progetto a) in assenza di setti; b) in presenza di setti.

 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
GA02 – Analisi dei Rischi	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0200 015</td> <td>A</td> <td>23 di 29</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	23 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	23 di 29								

4.3 CNT.05: UTILIZZO DEL LAMIERINO

Nella porzione di tracciato in cui si è verificata la presenza di **cavità e vuoti** si è individuata la **necessità di abbattere il rischio di perdita di materiale durante la realizzazione dei pali** tramite l'**applicazione della contromisura CNT.05**, ovvero l'**utilizzo del lamierino durante l'installazione dei pali per una lunghezza di 4m** per le tratte definite in Tabella 8.

Tabella 8: Identificazione delle progressive dell'applicazione del lamierino (CNT.05) lungo la GA02

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Lunghezza totale (m)
22+473	22+523	50

Vista la possibilità dell'applicazione della contromisura CNT.05 in altre aree della GA02 con rischio significativo, nel computo si è prevista una **applicazione del lamierino per una lunghezza di palo più limitata, pari a 2m, per la porzione di tracciato tra le progressive 24+335 e 25+110 (775m)**, la cui necessità sarà analizzata con dovizia di dettagli in corso d'opera se si noteranno dei picchi anomali delle produzioni (velocità di avanzamento della perforazione) dei pali, il che indica la possibile presenza di vuoti.

 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
GA02 – Analisi dei Rischi	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">GA0200 015</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">24 di 29</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	24 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	24 di 29								

4.4 VALUTAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO

Alla luce delle contromisure sopra indicate, si fornisce una stima del rischio geotecnico residuo sulla tratta di galleria artificiale GA02.

Tabella 9: Analisi del rischio geotecnico, valutazione del rischio iniziale

Livello	Aree	Contromisure
Accettabile	Aree in cui sono presente le contromisure indicate precedentemente	CNT.03 – CNT.04 – CNT.05
Minimo	Aree prossime alle aree precedenti	Possibile applicazione delle altre contromisure

Va sottolineato come **l'applicazione di ulteriori contromisure e/o l'adattamento delle stesse possono essere previste in fase di costruzione in seguito alla raccolta di nuovi elementi ed evidenze.**

In seguito sono riportate la legenda e gli stralci del profilo di rischio geotecnico Rif. [X] .

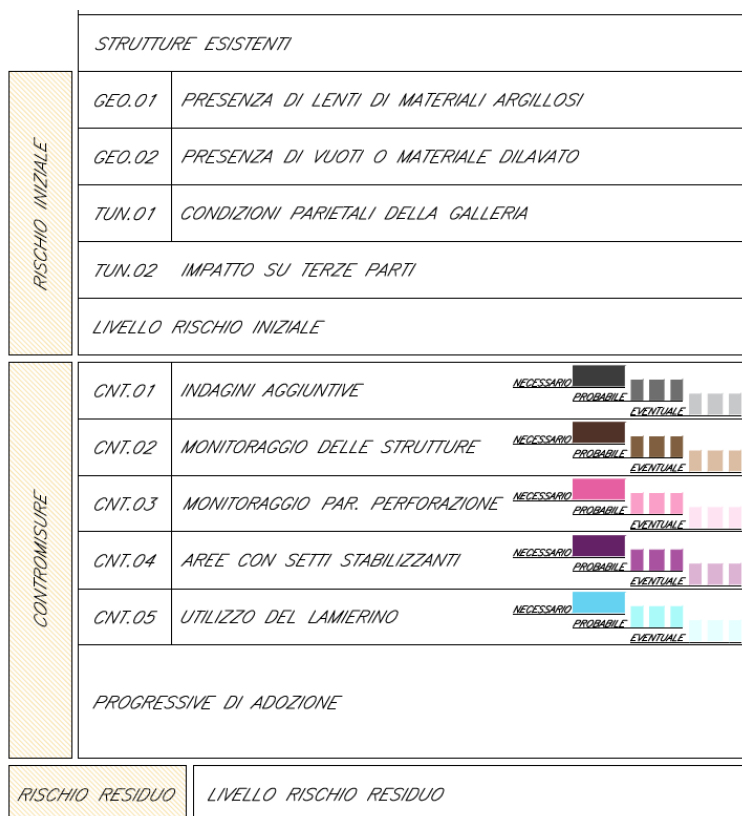


Figura 21: Profilo con analisi di rischio geotecnico lungo la GA02 (in allegato), legenda degli elementi principali

GA02 – Analisi dei Rischi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	25 di 29

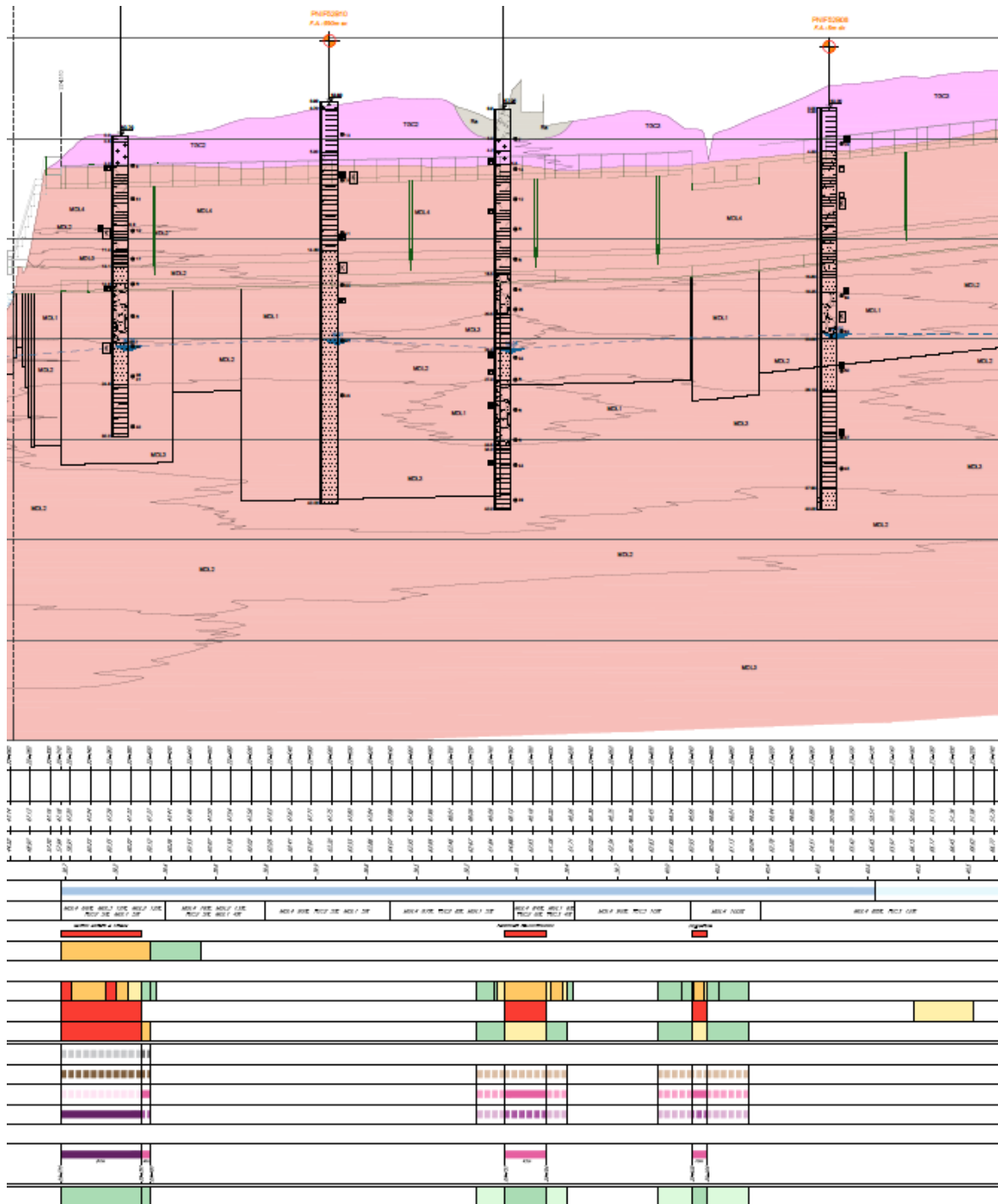


Figura 22: Profilo con analisi di rischio geotecnico lungo la GA02, pk 22+310 - 23+200, Rif. [X]

GA02 – Analisi dei Rischi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	26 di 29

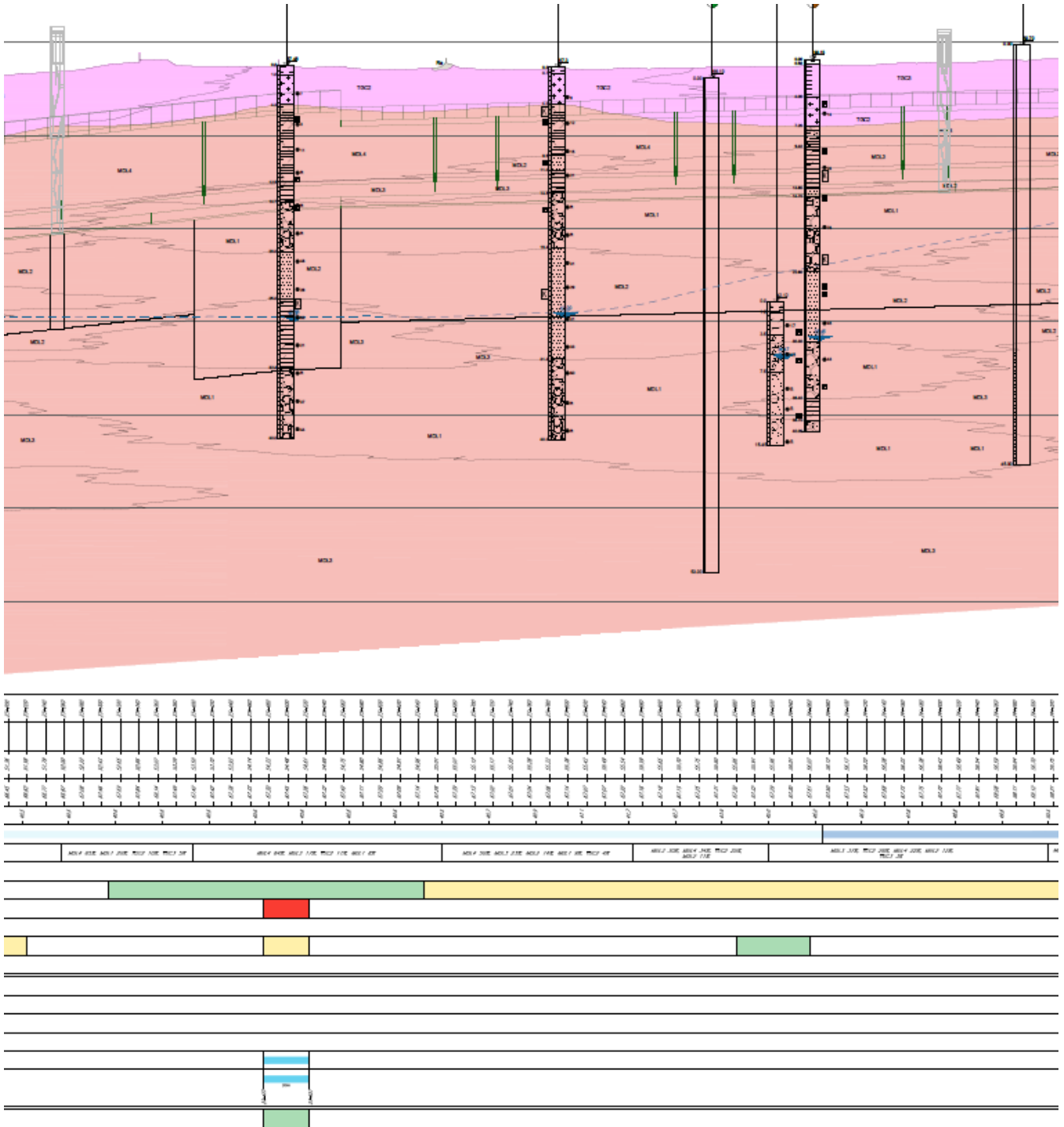


Figura 23: Profilo con analisi di rischio geotecnico lungo la GA02, pk 23+200 - 24+500, Rif. [X]

GA02 – Analisi dei Rischi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	27 di 29

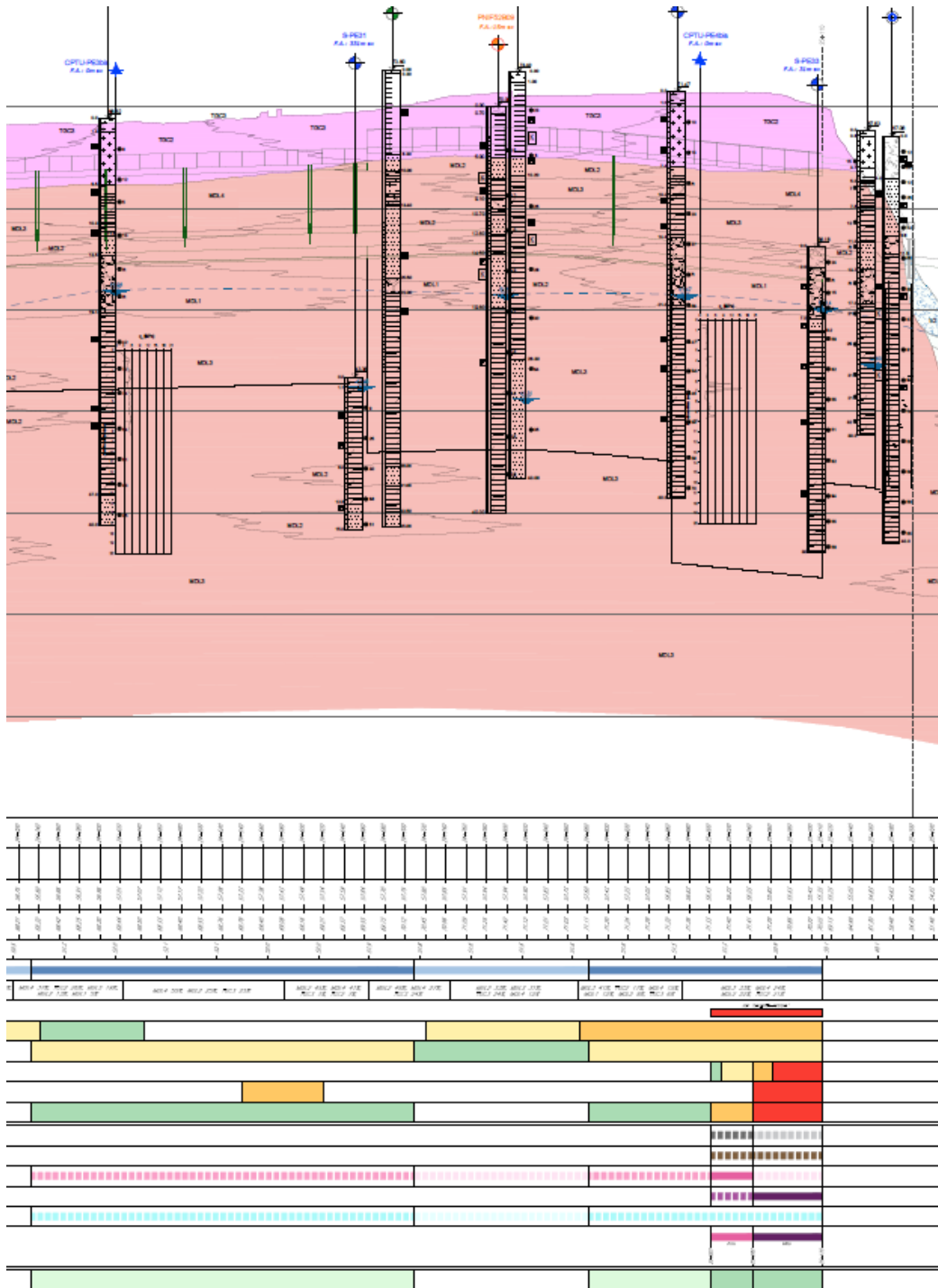


Figura 24: Profilo con analisi di rischio geotecnico lungo la GA02, pk 24+500 - 25+110, Rif. [X]

5 CONCLUSIONI

L'analisi del rischio eseguita sulla galleria GA02 ha portato, dopo approfondite analisi quantitative basate sui dati disponibili, alla decisione di prendere le seguenti scelte progettuali:

- applicare la contromisura di installazione di setti di irrigidimento in pali in c.a. per le tratte indicate in Tabella 7
- definire l'utilizzo del lamierino per le tratte indicate in Tabella 8 e nelle aree a rischio significativo di presenza di cavità

Alla luce di quanto sopra, si conclude che **le misure previste sono necessarie per la mitigazione del rischio di instabilità del pendio e di asimmetria di carico sulle paratie in pali (setti di irrigidimento), così come per il rischio di perdita di boiaccia cementizia durante la realizzazione dei pali (utilizzo del lamierino).**

Per argomentare ulteriormente le scelte progettuali, sono state prodotte ulteriori analisi per le sezioni con applicazione dei setti lungo il tracciato con analisi geotecniche agli elementi finiti 2D con il software PLAXIS, che dimostrano la necessità dell'applicazione degli interventi, esplicitate con maggior dettaglio in Rif. [III] .

GA02 – Analisi dei Rischi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	GA0200 015	A	29 di 29

6 ALLEGATI

6.1 ALLEGATO 1

Scheda del sondaggio S-PE17, eseguito in data 26/10/2019.

Certificato n° del	
Committente: ATI Pizzarotti-Ghella-Itinera	Sondaggio: S-PE17
Riferimento: Raddoppio Tratta Ferroviaria Cancellò-Benevento - I° Loto Funzionale Frasso Telesino-Telese	Data: 26/10/2019
Coordinate: (WGS84) Lat. 41.198364 Long. 14.496146	Quota:
Perforazione: Carotaggio Continuo	

SCALA 1:80

SONDAGGIO - S-PE17

Pagina 1/3

metri	Ø mm	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test						
								m	S.P.T.	N	RP	Pz	Cass.	
1				1.00	1.00	Terreno vegetale di colore marrone bruno a granulometria limoso sabbiosa con presenza di resti vegetali indecomposti (radici).								
2						Piroclastite di colore marrone a granulometria limoso sabbiosa con presenza di pomici e scorie di dimensioni millimetriche alterate. Materiale poco consistente.								
3								3.0	4-4-3	7			1	
4				4.20	3.20									
5						Travertino di colore grigio chiaro biancastro da moderatamente compatto, talora vacuolare, a sciolto.								
6							1) SDI < 5.50 6.00							
7				7.00	2.80			6.3	1-1-2	3				
8						VUOTO							2	
9				8.70	1.70	Travertino di colore grigio chiaro biancastro da moderatamente compatto, talora vacuolare, a sciolto.								
10														
11														
12														
13				12.50	3.80	Argille limose di colore beige con intercalazioni di livelli sabbiosi di spessore centimetrico. Materiale moderatamente addensato.								
14													1.6 3.6 3.9 2.1 3.1	3
15				14.70	2.20	Ghiaie calcaree di colore biancastro di dimensioni eterometriche variabili da 1 a 6-7 centimetri a spigoli subarrotondati immerse in matrice a granulometria sabbiosa ghiaiosa di colore beige. Materiale addensato.								
16							3) Rim < 15.00 15.40	15.0	50/7cm	Rif				4

Certificato n° del	
Committente: ATI Pizzarotti-Ghella-Itinera	Sondaggio: S-PE17
Riferimento: Raddoppio Tratta Ferroviaria Cancello-Benevento - I° Loto Funzionale Frasso Telesino-Telese	Data: 26/10/2019
Coordinate: (WGS84) Lat. 41.198364 Long. 14.496146	Quota:
Perforazione: Carotaggio Continuo	

SCALA 1 :80

SONDAGGIO - S-PE17

Pagina 2/3

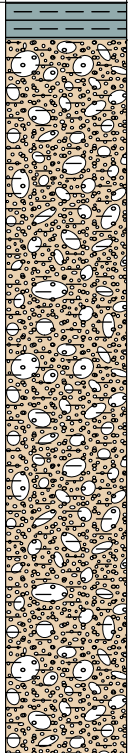
metri	Ø mm	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test						
								m	S.P.T.	N	RP	Pz	Cass.	
17						Ghiaie calcaree di colore biancastro di dimensioni eterometriche variabili da 1 a 6-7 centimetri a spigoli subarrotondati immerse in matrice a granulometria sabbiosa ghiaiosa di colore beige. Materiale addensato.								
18				18.0	37-50/10cm	Rif							4	
19						Sabbie limose di colore beige giallastro parzialmente alterate e addensate.								
20				20.00	5.30									
21				21.0	16-19-27	46							5	
22						Argille limose di colore grigio azzurro da moderatamente consistenti a consistenti con intercalazioni di livelli sabbiosi presenti soprattutto a partire da m 28.00 a m 32.00. Da m 28.00 a m 29.50 il materiale si presenta alterato e di colore beige. Da m 30.70 a m 30.80 si rinvenivano tracce di legnetti.								
23				24.0	8-14-14	28								
24				25.00	5.00									
25				27.0	21-29-34	63							6	
26														
27				28.0										
28				29.0										
29				30.0	7-10-11	21								
30				31.0										
31														
32														

Certificato n° del	
Committente: ATI Pizzarotti-Ghella-Itinera	Sondaggio: S-PE17
Riferimento: Raddoppio Tratta Ferroviaria Cancellò-Benevento - I° Loto Funzionale Frasso Telesino-Telese	Data: 26/10/2019
Coordinate: (WGS84) Lat. 41.198364 Long. 14.496146	Quota:
Perforazione: Carotaggio Continuo	

SCALA 1 :80

SONDAGGIO - S-PE17

Pagina 3/3

metri	Ø mm	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test							
								m	S.P.T.	N	RP	Pz	Cass.		
33				32.40	7.40	Argille limose di colore grigio azzurro da moderatamente consistenti a consistenti con intercalazioni di livelli sabbiosi presenti soprattutto a partire da m 28.00 a m 32.00. Da m 28.00 a m 29.50 il materiale si presenta alterato e di colore beige. Da m 30.70 a m 30.80 si rinvengono tracce di legnetti.									
34						Ghiaie calcaree e arenacee di colore biancastro di dimensioni eterometriche variabili da 1 a 5-6 centimetri a spigoli subarrotondati immerse in matrice a granulometria sabbiosa ghiaiosa di colore beige giallastro. Materiale addensato.									7
35															
36								36.0	13-19-18	37					
37															
38															
39								39.0	15-21-23	44					
40	101			40.00	7.60										8

Il sondaggio è stato attrezzato con tubi in PVC per successive misure piezometriche.
Il boccapozzo è stato protetto con un pozzetto metallico.
Nel corso della perforazione è stata eseguita n. 1 prova di permeabilità Lefranc alla quota di progetto (26.00 m p.c.).
Prelevati n. 3 campioni ambientali alle quote di m (0.00-1.00) - (4.00-5.00) - (9.00-10.00).