

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

RELAZIONE

GEOLOGIA

Studio di compatibilità idrogeologica

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. M. FERRONI		-

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

IF2R 02 E ZZ RH GE0001 006 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzazio Data
A	EMISSIONE	L. BRUNI	25/11/21	M. NUTI	26/11/21	A. OSS	26/11/21	IL PROGETTISTA Ing. A. OSS



27/11/2021

File: IF2R.0.2.E.ZZ.RH.GE.00.0.1.006.A.doc

n. Elab

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 2 di 52

1	PREMESSA.....	4
2	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA.....	5
2.1	SCARPATA IN DEGRADAZIONE AL KM 36+628.....	5
2.2	SCARPATA IN DEGRADAZIONE CON PRESENZA DI FRANOSITÀ DIFFUSA KM 29+500 – 29+6008	
2.3	FOSSI CON TENDENZA ALL'APPROFONDIMENTO KM 29+600 – 30+500.....	11
2.4	SCARPATA IN DEGRADAZIONE IN CORRISPONDENZA DELLO SBOCCO DELLA GALLERIA TUORO S. ANTUONOKM 30+409.....	11
2.5	FENOMENO DI FRANA DI COLAMENTO QUIESCENTE E UNA SCARPATA DI DEGRADAZIONE KM 33+500 – 33+700.....	14
2.6	UNA SCARPATA DI DEGRADAZIONE CON FRANOSITÀ DIFFUSA, UN CORPO DI FRANA INATTIVA KM 33+800– 34+000 SBOCCO GALLERIA CANTONE.....	17
2.7	UNA SCARPATA DI DEGRADAZIONE KM 34+480 – 34+600 IMBOCCO GALLERIA LIMATA31	
2.8	CORPO DI FRANA DI COLAMENTO QUIESCENTE, IN DESTRA IDROGRAFICA DEL V.NE CODACCHIO, KM 34+600.....	31
2.9	SCARPATA IN DEGRADAZIONE IN SINISTRA IDROGRAFICA DEL V.NE CODACCHIO KM 34+900 – 35+000.....	37
2.10	AMBITI DI CONOIDE ALLUVIONALE TRA LE KM 31+000 – 31+300, 31+400 – 31+600, 32+650 – 37+730, 34+080 – 34+300 E AL KM 38+700.....	38
2.11	AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA APA AI KM 43+450 E 45+800.....	40
2.12	AREA DI MEDIA ATTENZIONE A2 TRA IL KM 44+500 E 44+900.....	42
2.13	AREA AREE A RISCHIO MEDIO R2 TRA IL KM 44+500 E IL KM 44+900.....	44
2.14	AREE CON ELEMENTI GEOMORFOLOGICI CARTOGRAFATI.....	44
2.14.1	Scarpate in degradazione tra i km 42+000 e 42+250.....	44
2.14.2	Scarpate in degradazione tra i km 43+150 e 43+550.....	45
2.14.3	Fenomeno di frana di colamento quiescente al km 43+600.....	46

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	3 di 52

2.14.4	<i>Scarpata in degradazione tra i km 44+350 e 44+400.....</i>	47
2.14.5	<i>Fenomeni tra i km 44+700 e 44+900.....</i>	47
2.14.6	<i>Fenomeni imbocco lato Benevento della galleria Le Forche.....</i>	48
2.14.7	<i>Fenomeni tra i km 46+000 e il km 46+300.....</i>	49
2.14.8	<i>Fenomeni uscita di emergenza Forche (lato NA) km 44+294.....</i>	50
2.14.9	<i>Ambiti di conoide alluvionale tra le km 39+400 e 40+200.....</i>	51

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 4 di 52

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'esecuzione della progettazione definitiva per il "Raddoppio Tratta Canello - Benevento; II° lotto funzionale Frasso Telesino – Vitulano", sono stati effettuati i rilievi e gli approfondimenti propedeutici alla redazione degli elaborati di sintesi previsti dal progetto stesso. Il Lotto funzionale Frasso-Telesino – Vitulano è stato a sua volta suddiviso in tre sub-lotti:

- 1° Lotto funzionale Frasso – Telese (km 16+500 – 27+700);
- 2° Lotto funzionale Telese – San Lorenzo (km 27+700 – 38+700);
- 3° Lotto funzionale San Lorenzo – Vitulano (km 38+700 – 46+950).

Il presente documento è stato redatto al fine di ottemperare alle prescrizioni dell'Autorità di Bacino:

- Ordinanza n. 36 per il Lotto 2 – prescrizione n. 65

“provvedere alla redazione di uno specifico studio di compatibilità idrogeologica secondo quanto indicato all'art. 23 delle norme del PsAI-Rf; tener conto nella valutazione della compatibilità idrogeologica degli interventi/opere in progetto per gli ambiti di impluvio perimetrali nel PsAI-Rf come Rpa/Apa, ovvero per i settori di territorio ad essi assimilabili individuati nello studio geologico dei possibili processi alluvionali con trasporto solido che possono interessare l'asta torrentizia (Autorità di Bacino n.1).”

- Ordinanza n. 44 per il Lotto 3 – prescrizione n. 55.

“provvedere alla redazione di uno specifico studio di compatibilità idrogeologica secondo quanto indicato all'art. 23 delle norme del PsAI-Rf, sulla scorta del quale risultino: evidenziato il non aggravamento delle condizioni di stabilità dei fenomeni franosi attraversati, individuate le più idonee tipologie di interventi strutturali e non strutturali necessari alla salvaguardia delle opere da realizzare e al contesto fisico nel quale vengono realizzate ed esplicitati i metodi di calcolo ed i risultati delle analisi che oggettivano gli effetti degli interventi previsti a salvaguardia delle opere da realizzare (AdB n. 0 dell'allegato 2).”

Nell'ambito del presente Progetto Esecutivo è stato dunque redatto uno specifico studio per ottemperare alle richieste di cui sopra, i cui risultati vengono descritti e sintetizzati nei capitoli che seguono. Per ulteriori dettagli su quanto contenuto nel presente documento progettuale, si rimanda agli elaborati del progetto esecutivo.

Relativamente agli aspetti di carattere generale: geologico, stratigrafico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, si rimanda alla relazione geologica posta a corredo del progetto; infine per approfondimenti e dettagli circa gli assetti stratigrafici, geomorfologici e idrogeologici dei singoli settori si rimanda agli elaborati grafici (carte e profili geologici, carte e profili idrogeologici e carte geomorfologiche).

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 5 di 52

2 STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

2.1 SCARPATA IN DEGRADAZIONE AL KM 36+628

Il Piano stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno, come riportato nella nota della stessa Autorità, evidenzia per questo settore "la presenza di ambiti di frana di tipo scorrimento rotazionale in stato di non attività (quiescente)" perimetrando un'area di media attenzione (A2) a ridosso dell'imbocco.

In questa zona i rilievi di campo hanno evidenziato la presenza di un rilievo collinare caratterizzato dalla presenza di spessi depositi alluvionali terrazzati, parzialmente ricoperti da depositi detritico-colluviali alla base del versante. Nella parte alta del rilievo, a monte dell'imbocco orientale della Galleria San Lorenzo, si rinviene una estesa scarpata morfologica interessata da evidenti fenomeni di alterazione e/o degradazione dei terreni affioranti, di natura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa. I rilievi di campo condotti hanno comunque evidenziato l'assenza di fenomeni di frana s.s. in corrispondenza della scarpata e del versante che insistono a monte della zona di imbocco e, pertanto, in tale settore non sussistono elementi di potenziale criticità per le opere in progetto.

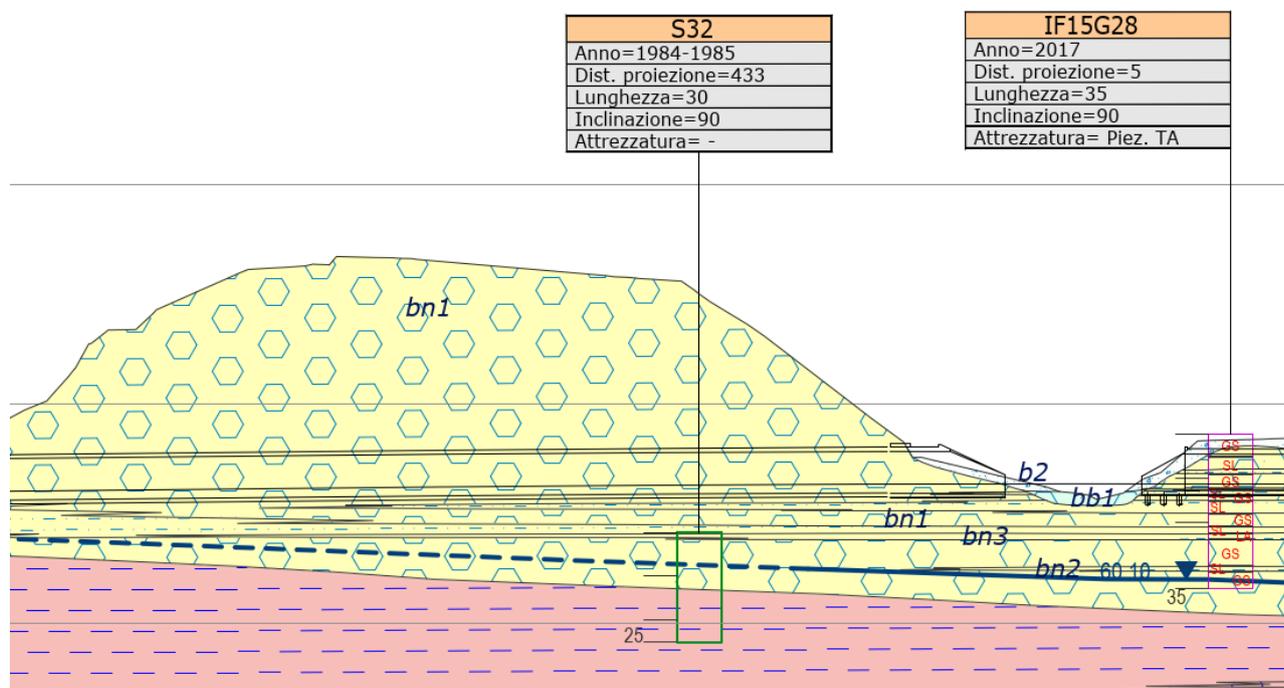


Figura 1 – Sezione geologica del versante su cui insiste l'imbocco della galleria San Lorenzo al km 36+600 circa.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 6 di 52

Anche il profilo topografico della sezione d'imbocco, ricostruito dai rilievi topografici in scala al 1:2.000 appositamente realizzati, non evidenzia forme riconducibili ad ambiti di frana di tipo del tipo scorrimento rotazionale, a conferma di quanto già espresso.



Foto 1 - Vista panoramica del versante presente all'altezza del km 36+600, in corrispondenza dell'imbocco orientale della Galleria San Lorenzo, dove è chiaramente visibile l'assenza di fenomeni franose e forme erosive di particolare rilevanza.

Alla luce delle osservazioni riportate e dell'assenza di forme riconducibili agli ambiti richiamati dal documento della Autorità, si ritiene che le opere in progetto siano perfettamente compatibili con il contesto geologico e geomorfologico rilevato che caratterizza il settore d'imbocco della Galleria San Lorenzo, ferme restando le indicazioni e caratterizzazione geologiche s.l. fornite e le indispensabili verifiche analitiche e di sicurezza delle opere, condotte e verificate negli elaborati tecnici progettuali specifici.

Infine si sottolinea che anche le opere previste all'aperto prevedono sempre lo scavalco aereo dei settori impluviali, tali opere in relazione alle specifiche verifiche progettuali sono state corredate di opportuni interventi di ingegneria civile sia per il corretto dimensionamento idraulico, sia per l'eventuale mitigazione dei fenomeni erosivi. Tali opere, definite secondo i migliori criteri tecnici e secondo quanto previsto dalle normative vigenti, garantiscono il corretto funzionamento dell'intervento nel contesto di riferimento.

L'imbocco lato Benevento della galleria S. Lorenzo è stato progettato prevedendo opere che sin dalle fasi di scavo riducessero al minimo l'impatto con il territorio. La trincee di approccio alle pareti di attacco dello scavo in naturale sono realizzate mediante scavi sostenuti da paratie di

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 7 di 52

pali armati di grandi diametro ($\Phi = 1500$ mm), collegati in testa da una trave di coronamento in c.a.. Le paratie sono puntonate in testa per limitare le deformazioni in fase di scavo.

I prescavi necessari per la realizzazione delle palificate sono protetti da chiodature e reti corredate, nella parte interna, da biostuoie.

Prevedere opere provvisorie rigide in pali di grande diametro ha garantito il contenimento delle deformazioni a monte della paratia stessa. Per la valutazione degli spostamenti sull'opera e per l'individuazione dell'impatto che l'opera ha sul volume di terreno significativo a monte della stessa, sono state effettuate verifiche geotecniche in condizioni statiche (SLU-GEO) e sismiche (SLV-GEO) del complesso opera-terreno e di stabilità globale del sistema opera-terreno (relazione geotecnica e di calcolo IF2R.2.2.E.ZZ.CL.GA.11.0.0.001).

Da tali verifiche si è dedotto che, nella configurazione con massima altezza di scavo, per la paratia sono previsti spostamenti nella parte più superficiale dell'ordine di 25 mm nella condizione statica (SLU_GEO) e 35 mm (SLV GEO) nella condizione sismica e che è garantita la stabilità globale del sistema opera-terreno, con valori della resistenza di progetto sempre maggiore alle azioni sollecitanti di progetto ($R_d > E_d$), come secondo il D.M. 14/01/2008.

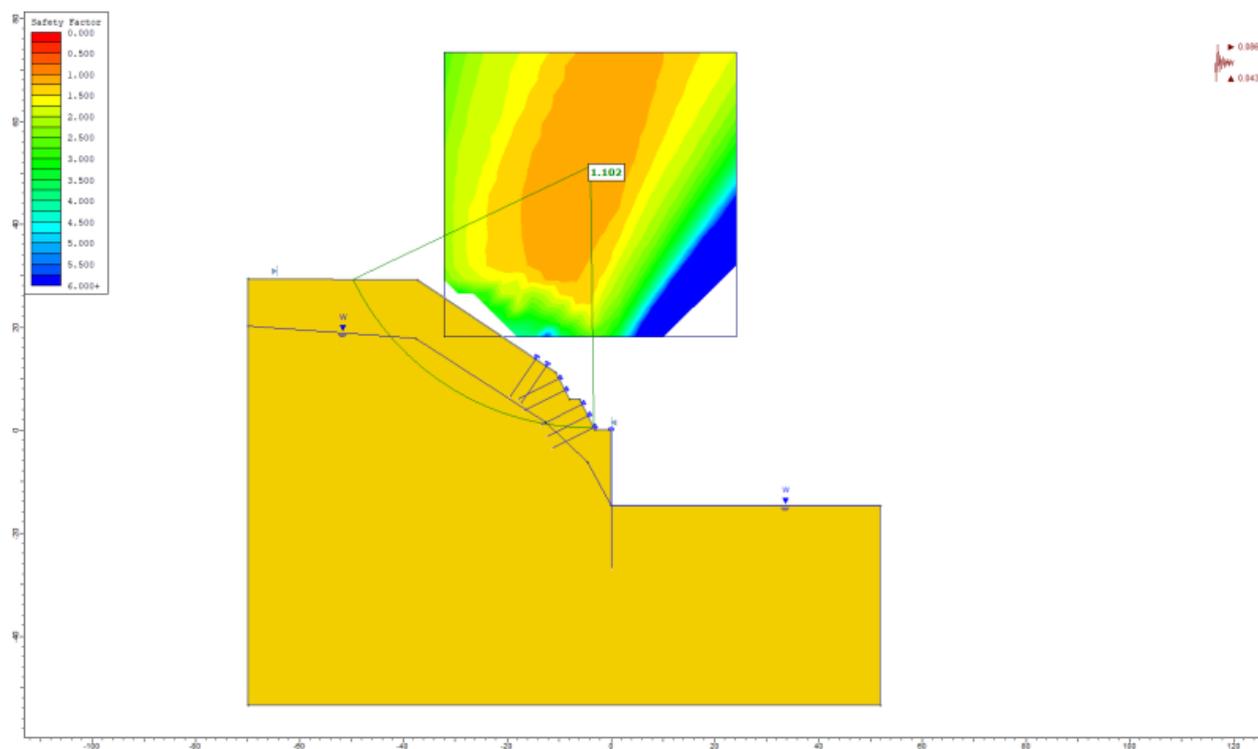


Figura 2 – Galleria S. Lorenzo – Imbocco lato Benevento - Paratia pk 36+621 km – Verifica di stabilità globale. Modello di calcolo superficie di scorrimento critica.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 8 di 52

Come verifica e supporto di quanto previsto progettualmente, sarà effettuato, durante le operazioni di scavo dell'imbocco e della galleria naturale, il monitoraggio degli spostamenti.

A contrasto delle paratie frontali, è prevista l'esecuzione di una dima in cls armato con lo scopo di stabilizzare le opere provvisorie nella fase di demolizione delle stesse, preliminarmente all'attacco del tratto in naturale.

A completamento dell'imbocco viene realizzato un tratto in galleria artificiale e la chiusura con un portale con taglio a becco di flauto. Il ritombamento al di sopra della calotta della galleria artificiale viene rimodellato lungo le scarpate di progetto al fine di ripristinare lo stato originario dei luoghi.

In riferimento a quanto sopra riportato, gli interventi che verranno realizzati soddisfano le verifiche previste dalla normativa vigente; essi sono compatibili con le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito ed escludono la definizione di condizioni peggiorative per la stabilità del versante.

2.2 SCARPATA IN DEGRADAZIONE CON PRESENZA DI FRANOSITÀ DIFFUSA KM 29+500 – 29+600

In questo settore è prevista la realizzazione della galleria naturale Tuoro S. Antuono; dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata inizialmente dai termini argilloso-marnosi delle Argille varicolori Superiori (**ALVa**), mentre dal km 29+020 al km 29+250 circa il tracciato intercetta i depositi calcareo-marnosi delle Argille Varicolori superiori (**ALVb**), tali unità passano in contatto stratigrafico ai termini calcareo-dolomitici delle Argille Varicolori Superiori (**ALVc**), nel tratto centrale fino alla chilometrica 29+690 circa.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>9 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	9 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	9 di 52								

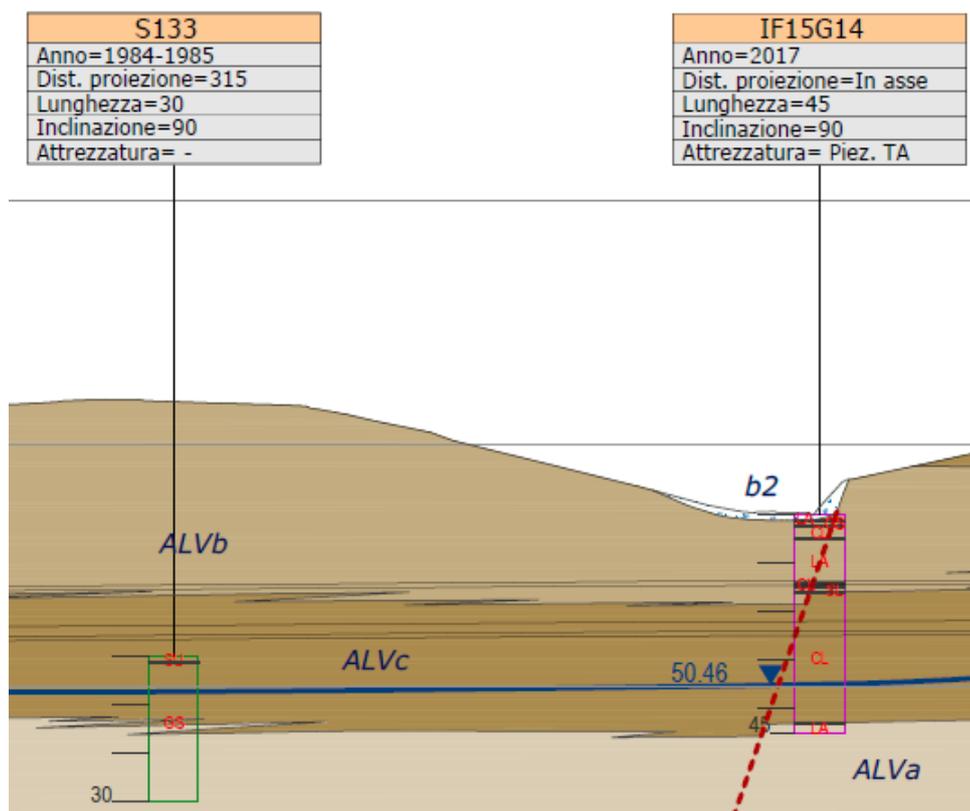


Figura 3 – Sezione geologica del tratto in esame.

Gli studi specialistici di carattere geologico hanno evidenziato, per questo settore, la presenza di fenomeni di dissesto superficiali che interessano un versante con esposizione a sud-est, che si sviluppa a quote comprese tra 109 m s.l.m., per la sommità, e 88 m s.l.m., del fondovalle. Trattandosi di fenomeni di scarsa intensità sia per cinematismo, lento o molto lento, che per masse coinvolte, rappresentate unicamente dalle coltri superficiali e più alterate, questi non presentano nessuna interferenza diretta o indiretta con le opere in progetto.

Nel settore compreso tra il km 29+500 km e il km 29+600, la galleria naturale Tuoro S. Antuono attraversa principalmente la litofacies calcareo-dolomitica delle Argille Varicolori Superiori (**ALVc**) con coperture dall'estradosso del rivestimento definitivo di calotta comprese tra i 15 e i 35 m rispetto al piano campagna. In tale formazione, è previsto un comportamento del nucleo-fronte di scavo prevalentemente stabile e quindi l'avanzamento dello scavo è garantito dalla sola installazione del rivestimento provvisorio e definitivo senza consolidamenti al fronte e al contorno (elaborati sezioni tipo A1 e A2 - IF0H22DBBGN0000001B e IF0H22DBBGN0000002B).

Attraverso analisi di dettaglio di interazione opera-terreno effettuate sia con il metodo delle linee caratteristiche sia con modelli FEM (relazione geotecnica e di calcolo IF0H22D07RBGN01000001A), si è verificato che l'applicazione delle sezioni A1 e A2 nella

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 10 di 52

litofacies ALVc delle Argille Varicolori comporta fasce di plasticizzazioni all'intorno del cavo dell'ordine di circa 2 m di spessore anche in condizioni litostatiche gravose di massima copertura. E' dimostrato, quindi, che le variazioni di stato tensionali associate allo scavo non producono deformazioni che coinvolgono i fenomeni geomorfologici superficiali.

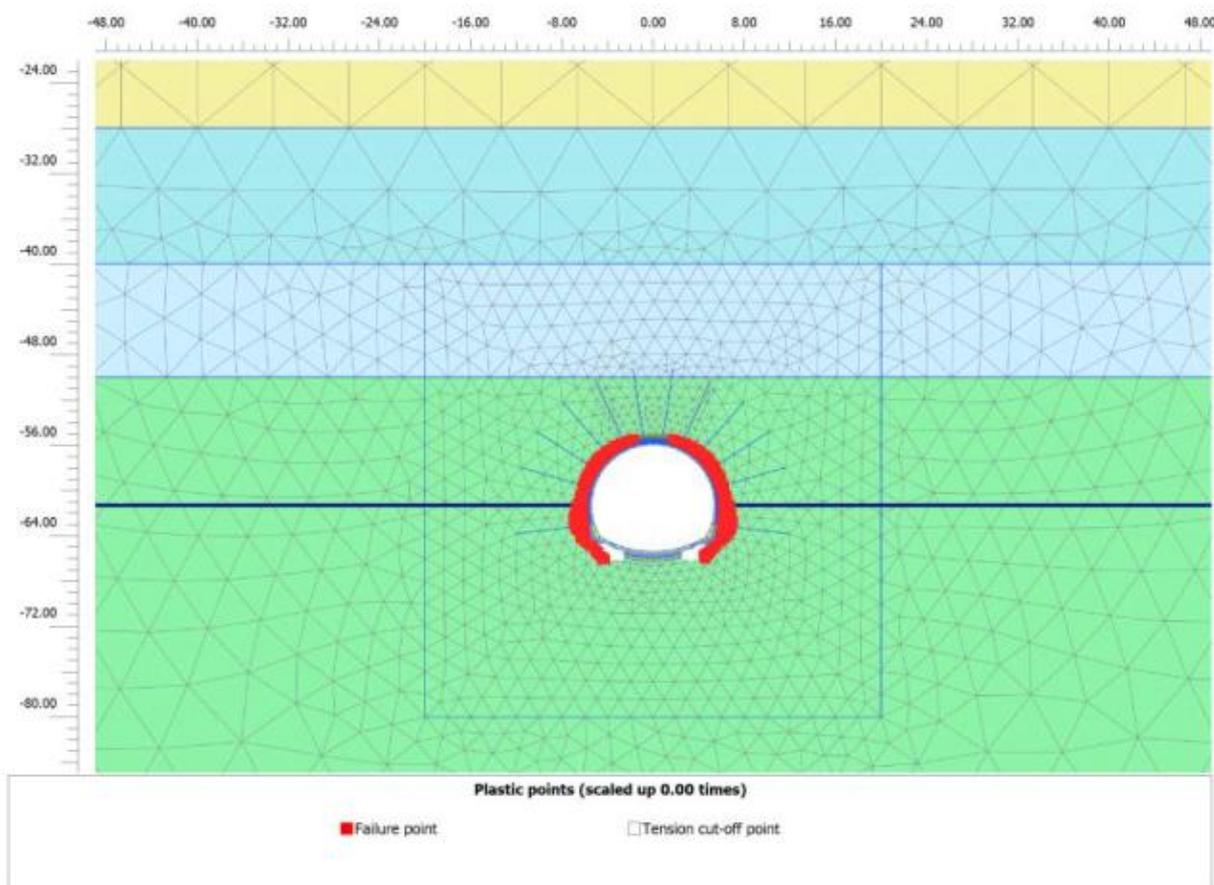


Figura 4 – Galleria Tuoro S. Antuono. Sezione A2. Litofacies ALVc delle Argille Varicolori. Fascia plastica.

Visto lo spessore contenuto della fascia plastica all'intorno del cavo della galleria naturale, è dimostrato che lo scavo della galleria non interferisce con le coltri superficiali presenti a piano campagna nel settore compreso tra il km 29+500 km e il km 29+600. Nel caso in cui, da rilievi del fronte e dal monitoraggio interno effettuato durante le fasi di scavo, si verificasse che la formazione interessata dallo scavo fosse caratterizzata da parametri di resistenza e deformabilità ridotti rispetto a quelli previsti in prevalenza a causa di una maggiore presenza della componente pelitica delle Argille Varicolori, è prevista l'applicazione in progetto in tale tratto (profilo geotecnico IF2R.2.2.E.ZZ.F6.GN.01.0.0.001) di eventuali sezioni di scavo e consolidamento della galleria che prevedono consolidamenti al solo fronte (elaborati sezioni tipo B1 e B2 - IF2R.2.2.E.ZZ.BB.GN.00.0.0.004.B e IF2R.2.2.E.ZZ.BB.GN.00.0.0.005.B) oppure al fronte e al

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 11 di 52

contorno (elaborato sezione tipo C2 - IF2R.2.2.E.ZZ.BB.GN.00.0.0.011.B), atti a garantire il contenimento delle deformazioni e delle plasticizzazioni.

Le verifiche e le scelte progettuali evidenziano la compatibilità dell'intervento con l'assetto geologico e geomorfologico del settore in esame ed escludono la definizione di condizioni peggiorative per la stabilità delle coltri superficiali.

2.3 FOSSI CON TENDENZA ALL'APPROFONDIMENTO KM 29+600 – 30+500

In questo specifico settore il progetto è rappresentato da un'opera in sotterraneo, Galleria Tuoro S. Antuono; l'opera d'arte presenta uno sviluppo altimetrico tale da presentare coperture sulla calotta mediamente superiori a 15/20 m. Gli elementi geomorfologici rilevati non presentano nessuna interferenza diretta con le opere, infatti si tratta di forme di erosione lineare di scarsa intensità che, nell'attuale quadro morfoclimatico, non presentano una tendenza evolutiva tale da poter interferire con le opere in progetto. Pertanto le opere di progetto risultano pienamente compatibili con il contesto geologico e geomorfologico di riferimento.

2.4 SCARPATA IN DEGRADAZIONE IN CORRISPONDENZA DELLO SBOCCO DELLA GALLERIA TUORO S. ANTUONOKM 30+409

Il tratto in esame prevede la realizzazione della galleria naturale Tuoro S. Antuono, con imbocchi in artificiale, ed è individuabile nel settore meridionale del lotto in esame, con quote del piano ferro comprese tra 57.6 e 63.5 m circa s.l.m.. L'imbocco est, nel tratto iniziale in galleria artificiale, intercetta i termini argilloso-marnosi delle Argille varicolori Superiori (**ALVa**) sormontati, con contatto erosivo discordante, dai depositi marini della Formazione delle Arenarie di Caiazzo (**AIZ**).

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 12 di 52

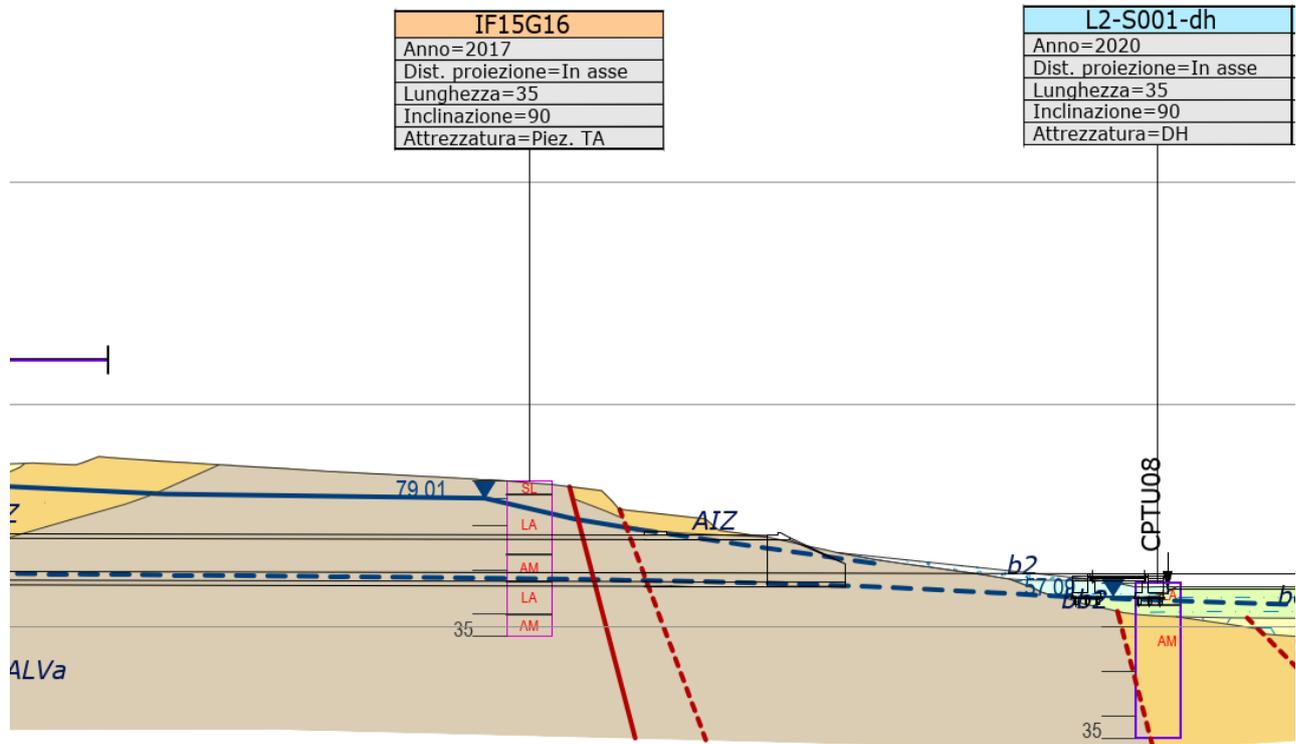


Figura 5 – Sezione geologica in scala omogenea del versante su cui insiste l'imbocco della galleria Tuoro s. Antuono al km 30+400 circa.

Dal punto di vista geomorfologico, il versante su cui s'impone l'imbocco risulta privo di elementi di potenziale criticità per le opere in progetto, si rileva unicamente la presenza di una scarpata di erosione parzialmente degradata come riportato nella foto seguente.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 13 di 52



Foto 2 - Vista panoramica del versante dove è previsto l'imbocco nord-est della galleria Tuoro S. Antuono, in secondo piano è visibile la piccola scarpata in erosione nei depositi terrazzati.

La realizzazione dell'imbocco della galleria Tuoro S. Antuono lato Benevento comporta l'esecuzione di uno sbancamento a partire dalla pk 30+385,40 km con prescavi e una paratia di pali armati e puntonati in testa di grande diametro ($\Phi = 1500$ mm). Tale sbancamento garantisce l'asportazione dei depositi alluvionali terrazzati maggiormente degradati e della scarpata di erosione presente alla pk 30+400 km (Figura 5 e elaborato IF2R.2.2.E.ZZ.L9.GA.04.0.0.001). Nella sistemazione definitiva dell'imbocco, il ritombamento al di sopra della galleria artificiale e del relativo portale sarà tale da rimodellare il versante garantendo un miglioramento della stabilità complessiva del versante rispetto a quella iniziale naturale.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 14 di 52

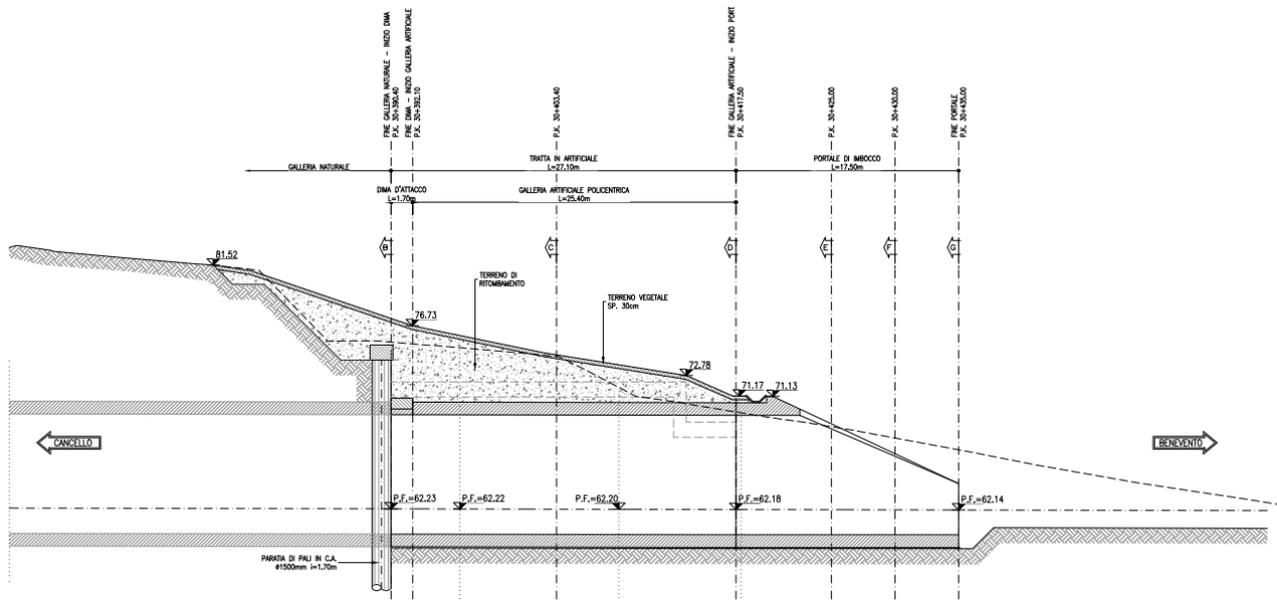


Figura 6 – Galleria Tuoro S. Antuono. Imbocco lato Benevento. Fase provvisoria. Profilo longitudinale.

A valle di quanto evidenziato, è garantita la compatibilità dell'intervento con l'assetto geologico e geomorfologico del settore.

2.5 FENOMENO DI FRANA DI COLAMENTO QUIESCENTE E UNA SCARPATA DI DEGRADAZIONE KM 33+500 – 33+700

Il PAI individua un' "Area di attenzione potenzialmente alta" in corrispondenza dell'intorno delle pk 33+550 e 33+600 circa.

In questo settore il progetto prevede la realizzazione di una galleria naturale, con quote del piano ferro comprese tra i 62.3 e i 67.2 m s.l.m.. La galleria intercetta per tutto il suo sviluppo i Depositi alluvionali terrazzati ghiaioso- sabbiosi (**bn1**) e una lente limoso-argillosa dei Depositi alluvionali terrazzati (**bn3**). Tali terreni poggiano in profondità con contatto discordante sui termini limoso-argillosi dell'Unità di Maddaloni (**MDL3**), con locali lenti, di spessore di circa 3 m, di depositi sabbioso-limosi (**MDL2**).

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 15 di 52

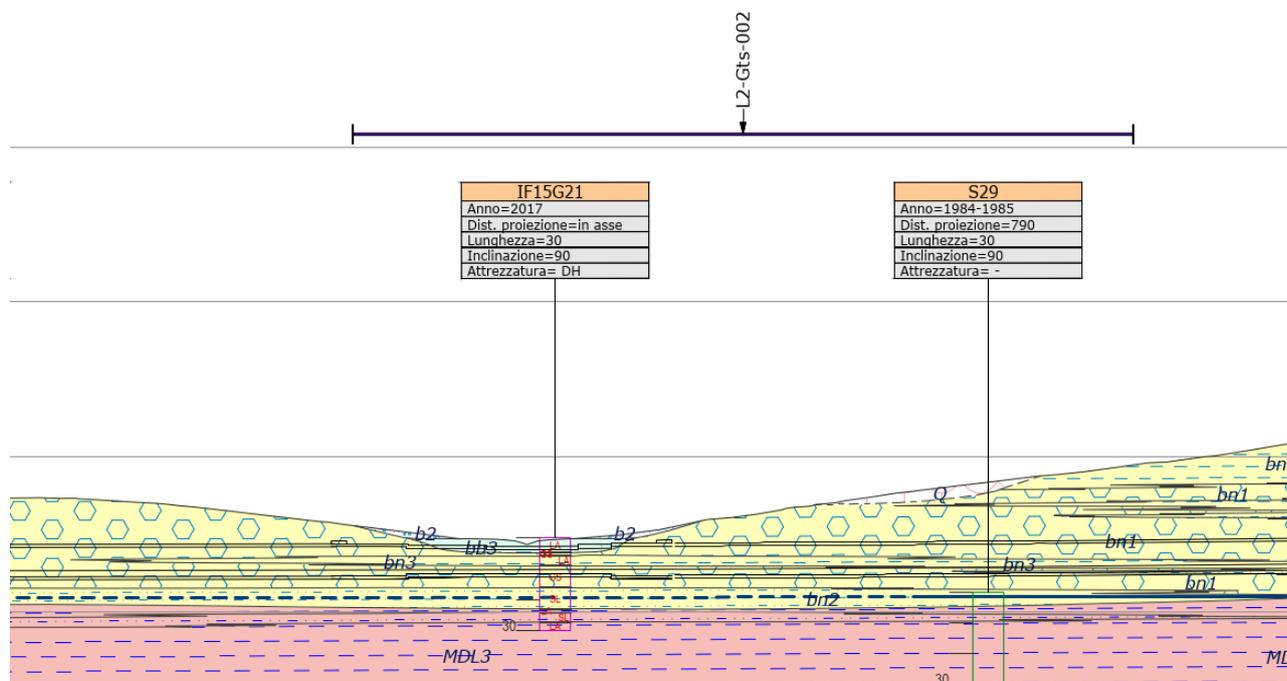


Figura 7 – Sezione geologica del versante del settore compreso tra le km 33+500 – 33+700 circa.

Dal punto di vista geomorfologico, gli elementi segnalati alle specifiche progressive, sono rappresentati da:

- un fenomeno di frana di colamento quiescente, che si sviluppa su un versante con esposizione a ovest, tra le quote di 95 m s.l.m. , nella zona di corona, a 75 m s.l.m. al piede del corpo di frana. La frana si sviluppa con direzione circa est-ovest con il piede posto immediatamente a monte della linea di tracciato prescelto. Le analisi di campo e fotointerpretative condotte consentono di caratterizzare il fenomeno con distribuzione costante o debolmente retrogressiva, con stadio senile, inoltre non hanno evidenziato elementi che possano lasciar prevedere un'intensificazione del fenomeno ed un eventuale approfondimento a quote che possano interferire con le opere in progetto.
- La scarpata morfologica di degradazione è posta sempre su un versante con esposizione ad ovest ad una quota di circa 87 m s.l.m.

Dalla pk 33+600 km alla pk 33+650 km è prevista la realizzazione della galleria naturale Cantone attraverso depositi alluvionali terrazzati con prevalente componente ghiaiosa in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa e con coperture tra estradosso rivestimento definitivo di calotta e piano campagna dell'ordine di 15 m. Vista la natura dei terreni attraversati saranno realizzati in avanzamento, per garantire la stabilità del fronte e del contorno, interventi in jet grouting (Figura 7 e elaborato IF2R.2.2.E.ZZ.BB.GN.00.0.0.008).

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica		COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 16 di 52

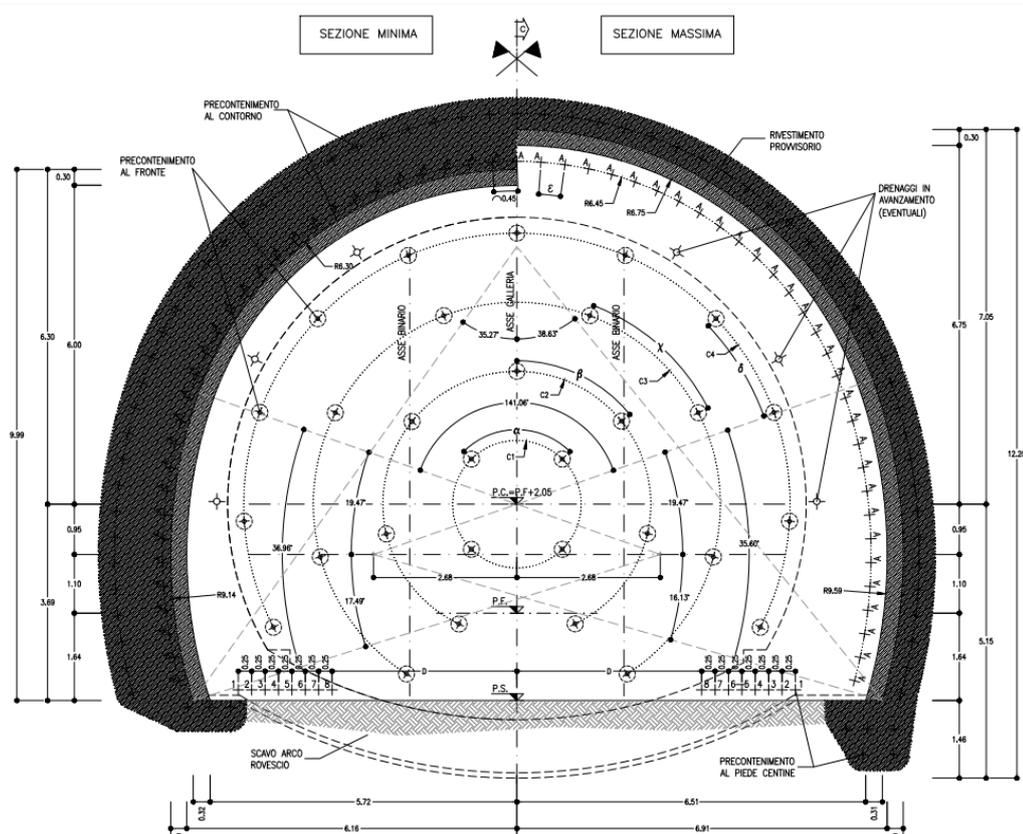


Figura 8 – Galleria Cantone. Sezione C1. Scavo e consolidamenti.

Attraverso analisi di dettaglio di interazione opera-terreno effettuate con modelli FEM (relazione geotecnica e di calcolo IF2R.2.2.E.ZZ.CL.GN.02.0.0.001.B, è stato verificato che gli interventi previsti in progetto garantiscono la stabilità del fronte e del contorno durante le operazioni di scavo e che lo scavo stesso della galleria comporta plasticizzazioni nell'intorno del cavo in corrispondenza della calotta di spessore inferiore a 1 m (Figura 8).

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>17 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	17 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	17 di 52								

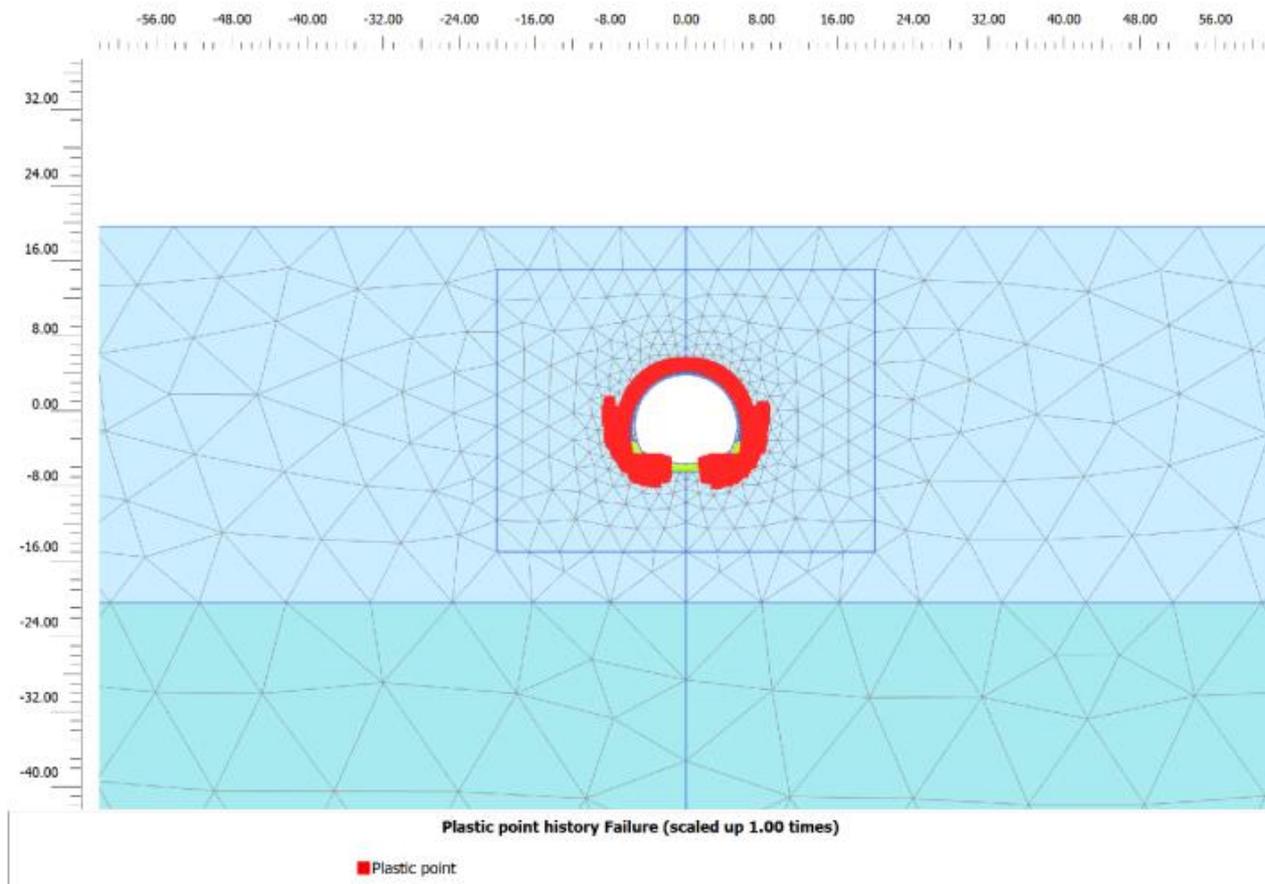


Figura 9 – Galleria Cantone. Sezione C1. Depositi alluvionali terrazzati. Copertura 15 m. Fascia plastica.

Lo spessore contenuto della fascia plastica all'intorno del cavo della galleria naturale dimostra che le variazioni di stato tensionali associate allo scavo producono deformazioni che non inficiano la stabilità dei fenomeni geomorfologici superficiali nel settore compreso tra il km 33+600 km e il km 33+650.

Le verifiche e le scelte progettuali evidenziano la compatibilità dell'intervento con l'assetto geologico e geomorfologico del settore in esame ed escludono la definizione di condizioni peggiorative per la stabilità delle coltri superficiali.

2.6 UNA SCARPATA DI DEGRADAZIONE CON FRANOSITÀ DIFFUSA, UN CORPO DI FRANA INATTIVA KM 33+800– 34+000 SBOCCO GALLERIA CANTONE

Il settore di versante su cui s'impone l'imbocco orientale della galleria Cantone, alla km 33+900 circa, è caratterizzato dalla presenza di una frana con stato quiescente, classificabile come

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 18 di 52

colamento lento. Sotto il profilo geomorfologico, il movimento franoso interessa la parte medio-alta di una estesa scarpata morfologica impostata su depositi alluvionali terrazzati. La conformazione e l'estensione del dissesto è stato definito sia dall'analisi del rilievo topografico redatto appositamente per la presente progettazione sia dai rilievi eseguiti in campagna, anche se in parte limitati per l'estesa copertura vegetale presente nell'area.

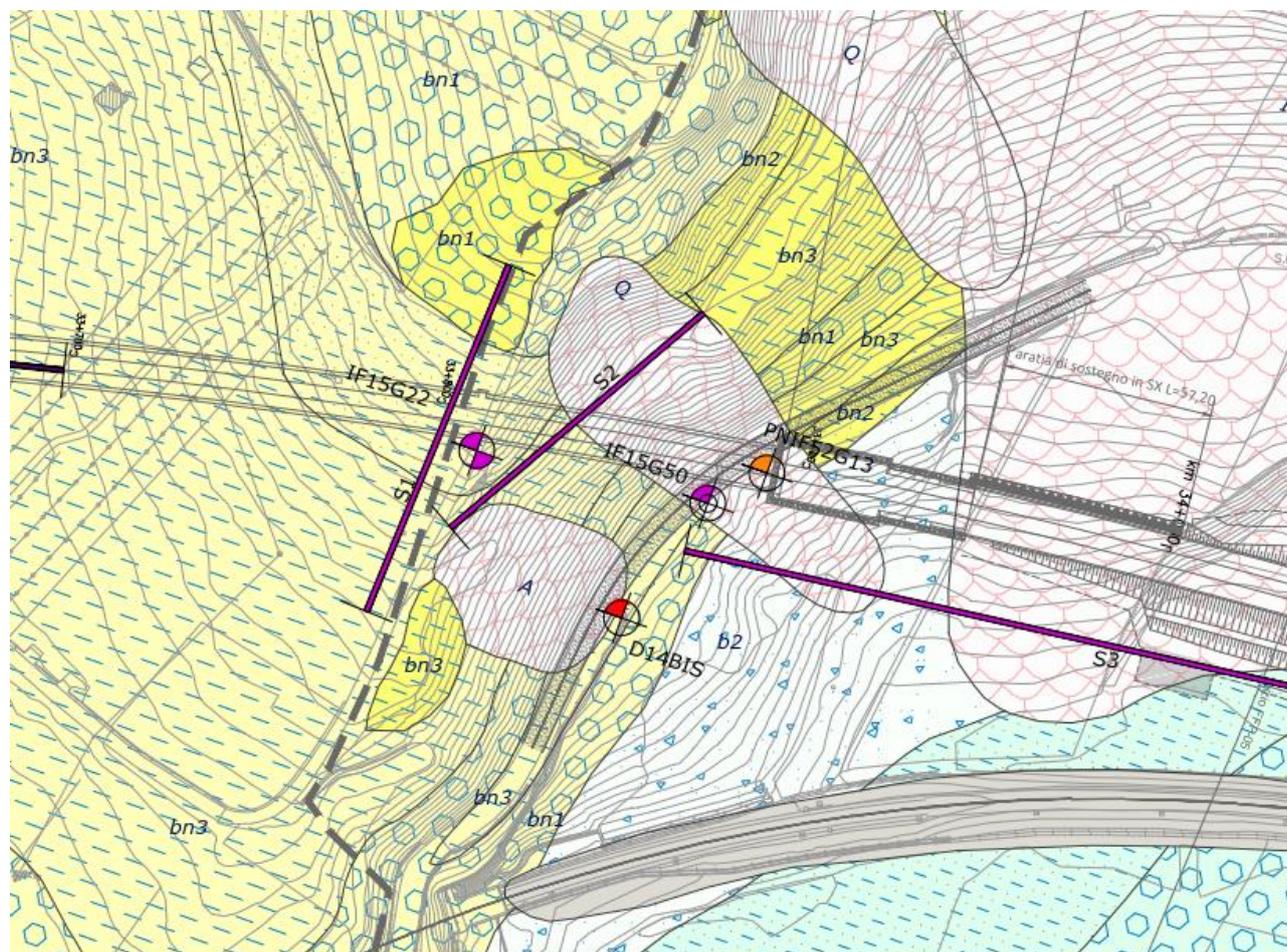


Figura 10 – Stralcio della carta geologica con elementi di geomorfologia del tratto d'interesse, con indicazione delle sezioni nel corpo di frana presente nell'area d'imbocco.

Le analisi geologiche e geomorfologiche evidenziano forme compatibili con una frana con spessori generalmente contenuti, mediamente nell'ordine di 2-5 m. Pertanto il fenomeno di dissesto interessa essenzialmente le coltri di copertura eluvio-colluviali o le porzioni più superficiali ed alterate dei depositi alluvionali terrazzati. Il fenomeno interessa anche la locale strada provinciale che presenta deformazioni parzialmente saldate con riempimento di terriccio e vegetazione a testimonianza di un quadro fessurativo quiescente e non riconducibile agli ultimi cicli stagionali.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>19 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	19 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	19 di 52								

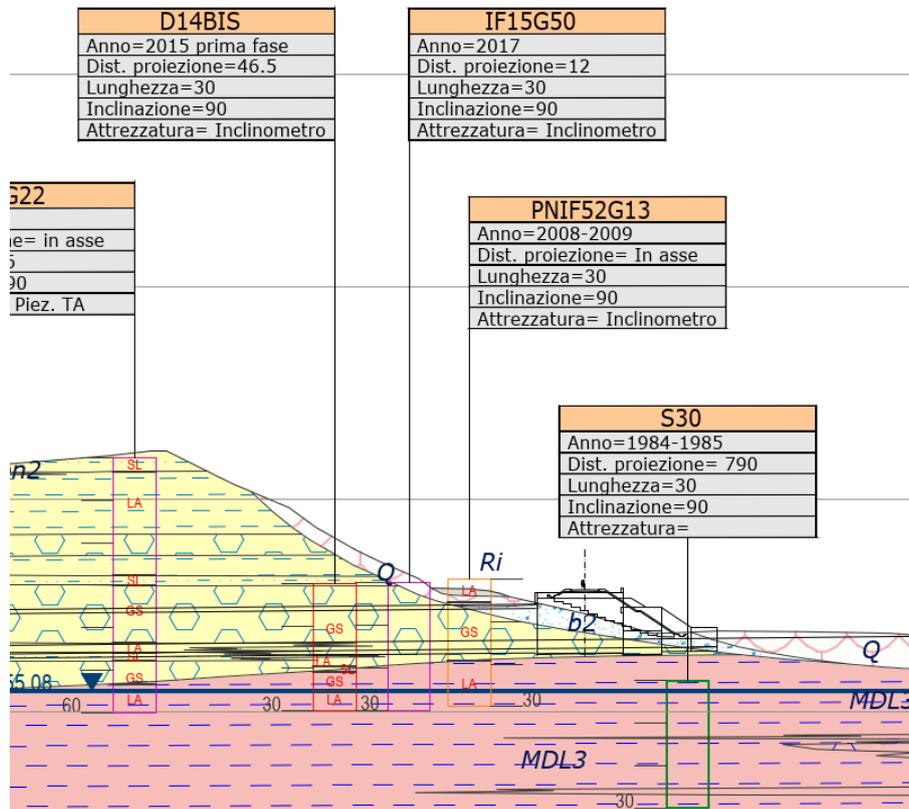


Figura 11 – Sezione geologica elaborata in asse alla linea ferroviaria presente nel settore d'imbocco della galleria Cantone.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	20 di 52
Studio di compatibilità idrogeologica							



Foto 3 - Deformazioni e cedimenti sulla sede della strada provinciale a monte dell'imbocco orientale della galleria Cantone.

I rilievi di campo ripetuti tra 2015 e il 2017 non hanno dato evidenza di incrementi delle deformazioni della sede stradale, mentre l'area a valle della provinciale risulta caratterizzata da una forte copertura vegetale arbustiva e boschiva e, in questo settore, non sono stati rilevati indizi morfologici di una riattivazione del fenomeno nella sua interezza.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 21 di 52



Foto 4 – Deformazioni e cedimenti sulla sede della strada provinciale a monte dell'imbocco orientale della galleria Cantone, sono evidenti le parziali deformazioni dei gabbioni nella zona sommitale, dove si concentrano prevalentemente le spinte delle coltri localmente rimobilizzate.

Gli studi geologici del PE hanno sostanzialmente confermato quanto rappresentato nel PD in termini di perimetrazione delle frane, ma i più recenti rilevamenti di superficie hanno messo in evidenza riattivazioni recenti di tale dissesto.

In particolare, sono evidenti i segni di dissesto sulle gabbionate a bordo strada (Figura 12; Figura 13), sulla strada a monte (Figura 14) e sul alcune strutture antropiche del corpo franoso (Figura 16). Tali evidenze sono molto chiare anche riguardo la loro recente comparsa, che quindi porta ad individuare questi fenomeni come riattivazioni recenti di fenomeni considerati inattivi in sede di PD. Tale circostanza porta quindi a considerare tali fenomeni come elementi imprevisi e imprevedibili prima dell'esecuzione degli studi di approfondimento del PE.

Lo spessore dei terreni potenzialmente instabili è individuabili dai sondaggi già disponibili senza tuttavia che questi indichino con certezza lo spessore della coltre in movimento che le evidenze di superficie indicano con chiarezza.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>22 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	22 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	22 di 52								



Figura 12: Gabbionate disarticolate nell'area del dissesto



Figura 13: Gabbionate disarticolate nell'area del dissesto

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>23 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	23 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	23 di 52								



Figura 14: Segni di fessurazione sul manto stradale a monte dell'area di frana

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>24 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	24 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	24 di 52								



Figura 15: Lesioni del muro di controripa

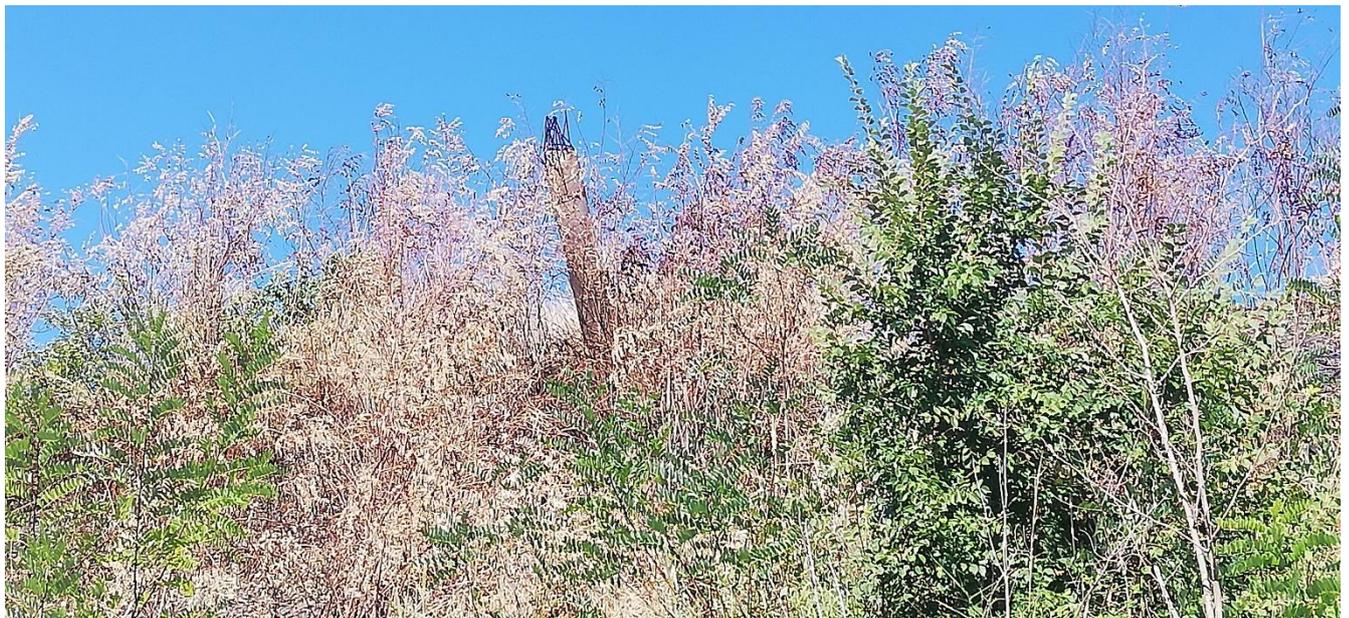


Figura 16: Strutture antropiche inclinate a seguito della riattivazione del movimento.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 25 di 52

I dissesti rilevati lungo le scarpate della s.p. e i danneggiamenti alle opere di contenimento evidenziano, dunque, piccoli scivolamenti delle coltri che non hanno comunque determinato lo scalzamento o il sollevamento alla base delle opere, ne hanno determinato danni rilevanti alla sede stradale stessa e, dunque, non presentano un livello di criticità ostativo per le opere in progetto.

Propedeuticamente alla progettazione dell'imbocco della galleria Cantone lato Benevento sono stati effettuati degli approfondimenti atti a determinare la natura dei fenomeni di dissesto superficiali individuati sul versante (elaborato IF2R.2.2.E.ZZ.RG.GN.00.0.0.001). Lo stato di maturità dei fenomeni è testimoniato sia da indicazioni di misure degli spostamenti orizzontali relativi agli inclinometri installati nel settore di interesse (PNIF52G13 - campagna 2009, IF15G50 e IF15G61 - campagna 2017), che da alcuni dati relativi alle analisi di spostamenti superficiali mediante la tecnica di monitoraggio satellitare SqueeSAR™ (radar COSMO-SkyMed, periodo 2012-2016). Dall'analisi di tali dati di monitoraggio, difatti, non emergono indicazioni di movimenti del versante, sia nel recente passato che allo stato attuale.

A valle di tali approfondimenti, le scelte progettuali e le verifiche delle opere di imbocco sono comunque state condotte considerando la presenza delle coltri di copertura eluvio-colluviali e prevedendo opere rigide atte a limitare le deformazioni e gli spostamenti nel volume di terreno significativo a monte delle stesse.

L'imbocco lato Benevento sarà realizzato per fasi in modo tale da non intercettare i depositi di versante a monte della SP106 e in modo da risolvere l'interferenza con strada. Saranno realizzati rilevati di approccio in corrispondenza dei quali è prevista una paratia in pali armati di grande diametro ($\Phi = 1200$ mm) che avrà carattere definitivo nel tratto prossimo alla paratia frontale di imbocco in naturale e carattere provvisorio nel tratto contiguo alle opere all'aperto successive della linea. Nel tratto provvisorio, nella configurazione definitiva sono previsti muri ad U, mentre nel tratto definitivo è prevista la realizzazione di uno scatolare con scavo dal basso, in modo da poter procedere con la deviazione provvisoria della SP106 interferente non appena completata la solettadi copertura.

Per la valutazione degli spostamenti sull'opera e per l'individuazione dell'impatto che l'opera ha sul volume di terreno significativo a monte della stessa, sono state effettuate verifiche geotecniche in condizioni statiche (SLU-GEO) e sismiche (SLV-GEO) del complesso opera-terreno e di stabilità globale del sistema opera-terreno (relazione geotecnica e di calcolo IF2R.2.2.E.ZZ.CL.GA.07.0.0.001).

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	26 di 52
Studio di compatibilità idrogeologica								

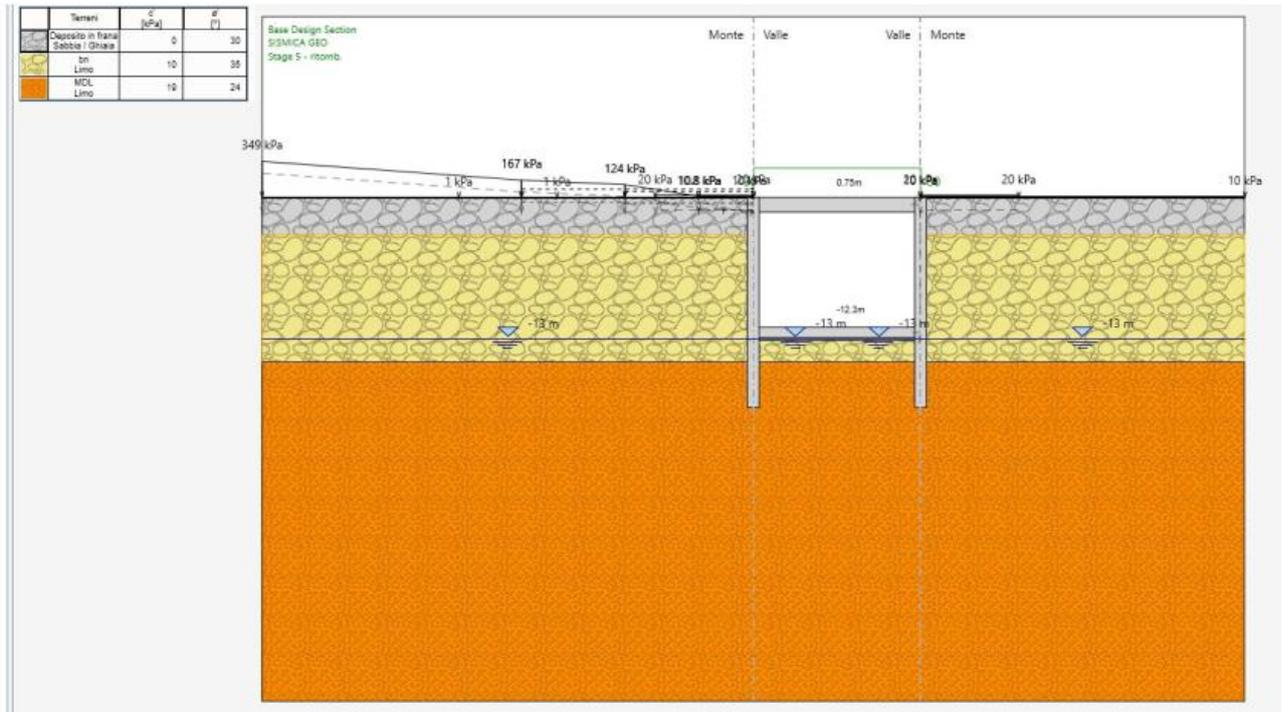


Figura 17 – Galleria Cantone. Imbocco lato Benevento. Modello di calcolo galleria artificiale scatolare

Da tali verifiche si è dedotto che, nella configurazione con massima altezza di scavo, per la paratia sono previsti spostamenti nella parte più superficiale pari a 1 cm (condizione SLU-GEO) nella condizione statica e pari a circa 5-6 cm nella condizione sismica e che è garantita la stabilità globale del sistema opera-terreno, con valori della resistenza di progetto sempre maggiore alle azioni sollecitanti di progetto ($R_d > E_d$), come secondo il D.M. 14/01/2008 (Figura 17).

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>28 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	28 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	28 di 52								

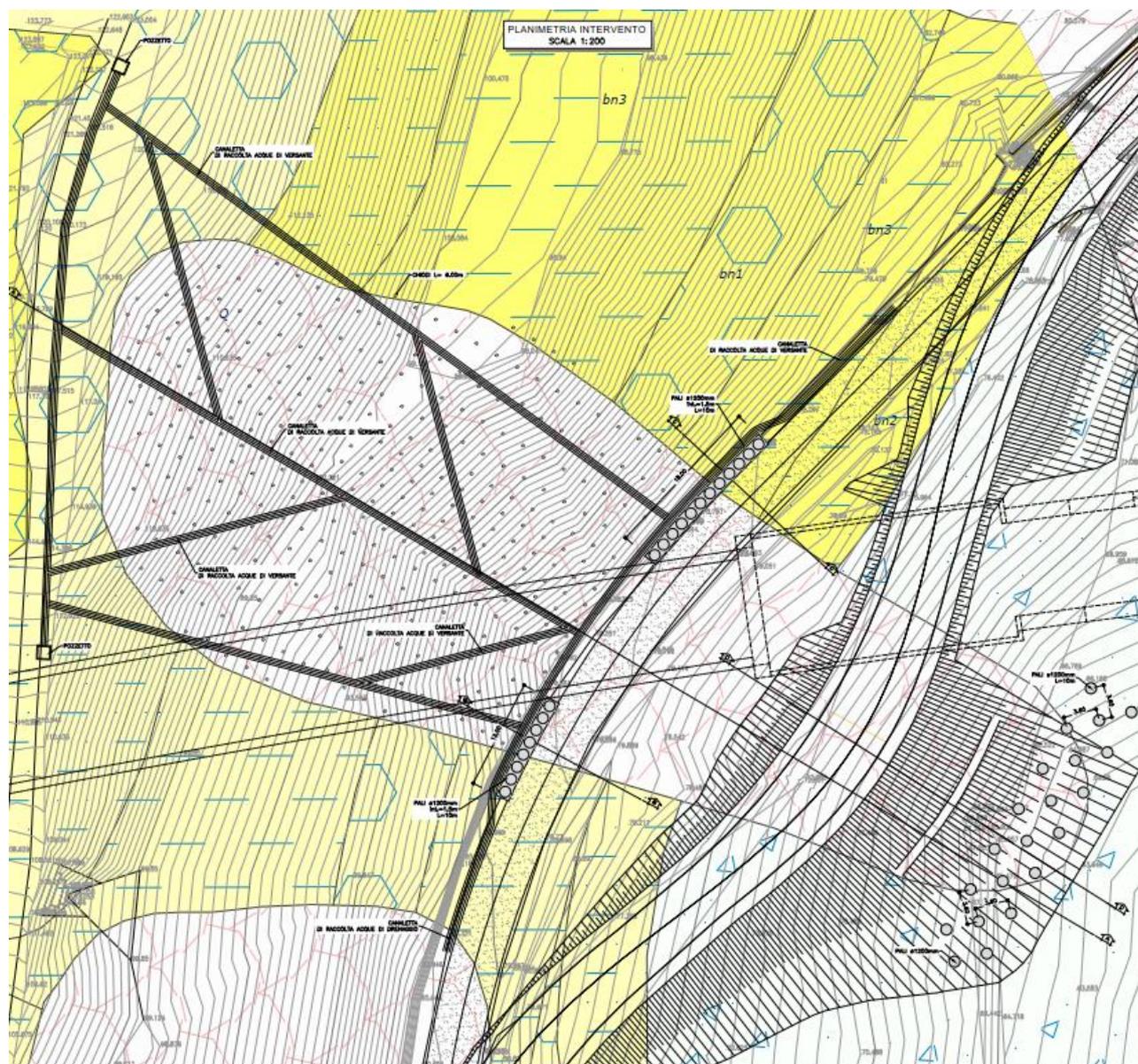


Figura 19 – Galleria Cantone. Imbocco lato Benevento. Planimetria sistemazione definitiva

Nei settori di versante a nord-est dell'imbocco sono presenti ulteriori movimenti franosi, talora di notevoli dimensioni, che interessano tutto il margine meridionale del terrazzo alluvionale. In particolare è stato individuato un esteso scivolamento in terra che dalla scarpata morfologica più alta del terrazzo si protende fino alla piana alluvionale del F. Calore, in prossimità dell'attuale linea ferroviaria. Il fenomeno risulta attualmente inattivo, in quanto non sussistono più le condizioni morfo-climatiche che ne hanno determinato l'attivazione. Inoltre, in corrispondenza del piede sono visibili scarpate fluviali parzialmente degradate, che dimostrano come l'accumulo di frana sia stato

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>29 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	29 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	29 di 52								

inciso e successivamente rimodellato dalle acque correnti superficiali e dagli agenti esogeni in genere, senza subire ulteriori spostamenti e/o deformazioni recenti. Nella parte alta del fenomeno, in prossimità dei fianchi della nicchia di distacco, sono comunque presenti ulteriori piccoli fenomeni secondari quiescenti, che contribuiscono all'evoluzione morfologica della scarpata.

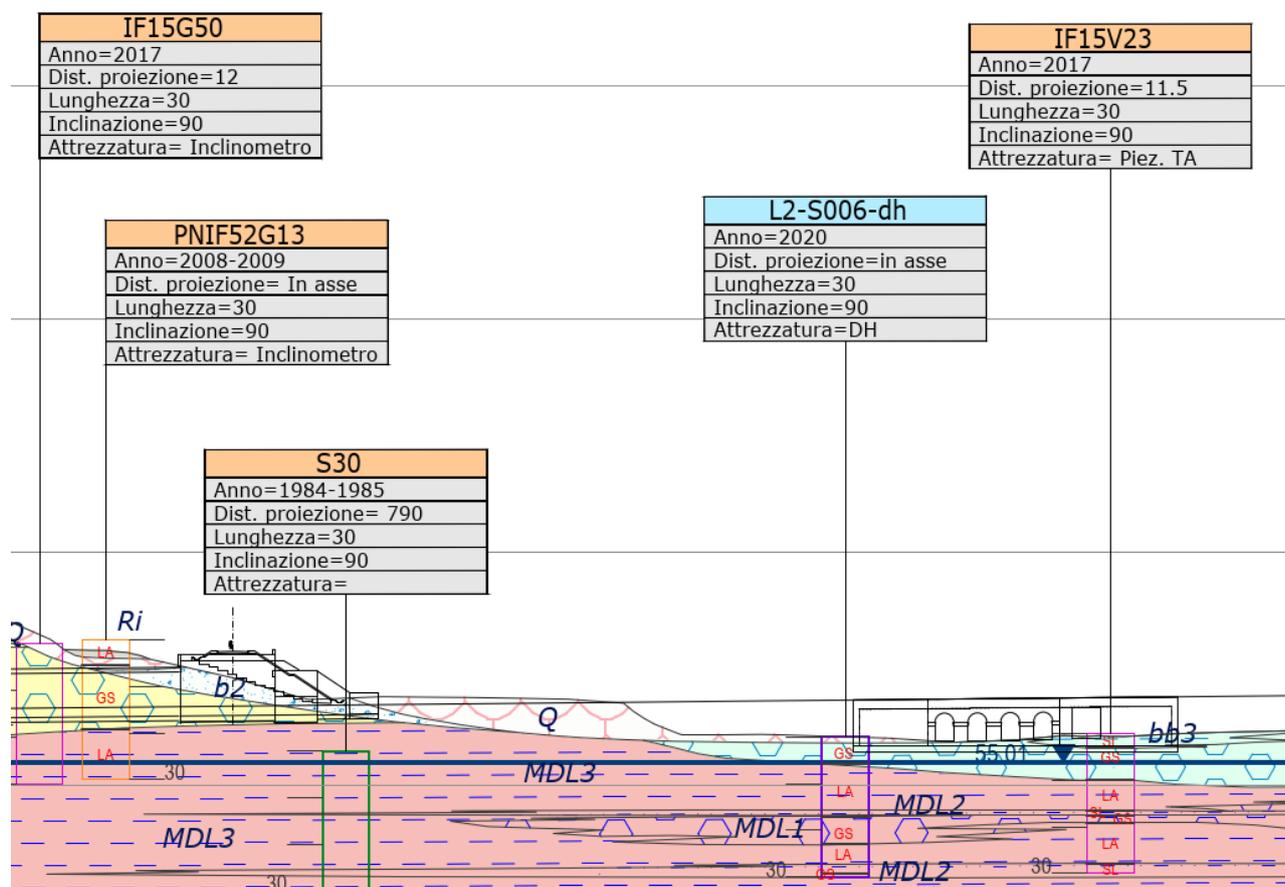


Figura 20 – Sezione geologica elaborata in asse al tracciato nel settore del corpo di frana inattiva a nord-est dell'imbocco della galleria Cantone.

Le opere all'aperto di contenimento del terreno in uscita dalla galleria, in corrispondenza del lato Nord-Est (lato binario dispari), sono costituite da una paratia di pali di grande diametro che delimita, nel tratto a monte, la sede ferroviaria in trincea.

Pur essendo la frana, lato binario dispari, quiescente, si è scelto di adottare una soluzione che anche nelle fasi di realizzazione non crei un "allentamento" del contrasto allo scivolamento della coltre detritica.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 30 di 52

Lo spessore della coltre è stimato tra i 2.0 m e i 5.0 m. L'opera è dimensionata per una altezza dello strato detritico di 5.0 m, ma in fase di progetto esecutivo sarà opportuno ricostruire la sezione geologica con maggiore accuratezza.

Sarà inoltre necessario prevedere il monitoraggio dell'area a monte della paratia, almeno di fino alla realizzazione della piattaforma ferroviaria, in modo da verificare che le condizioni di stabilità del suolo non siano alterate significativamente dalle opere in progetto. Le attrezzature ipotizzate sono inclinometri e piezometri.

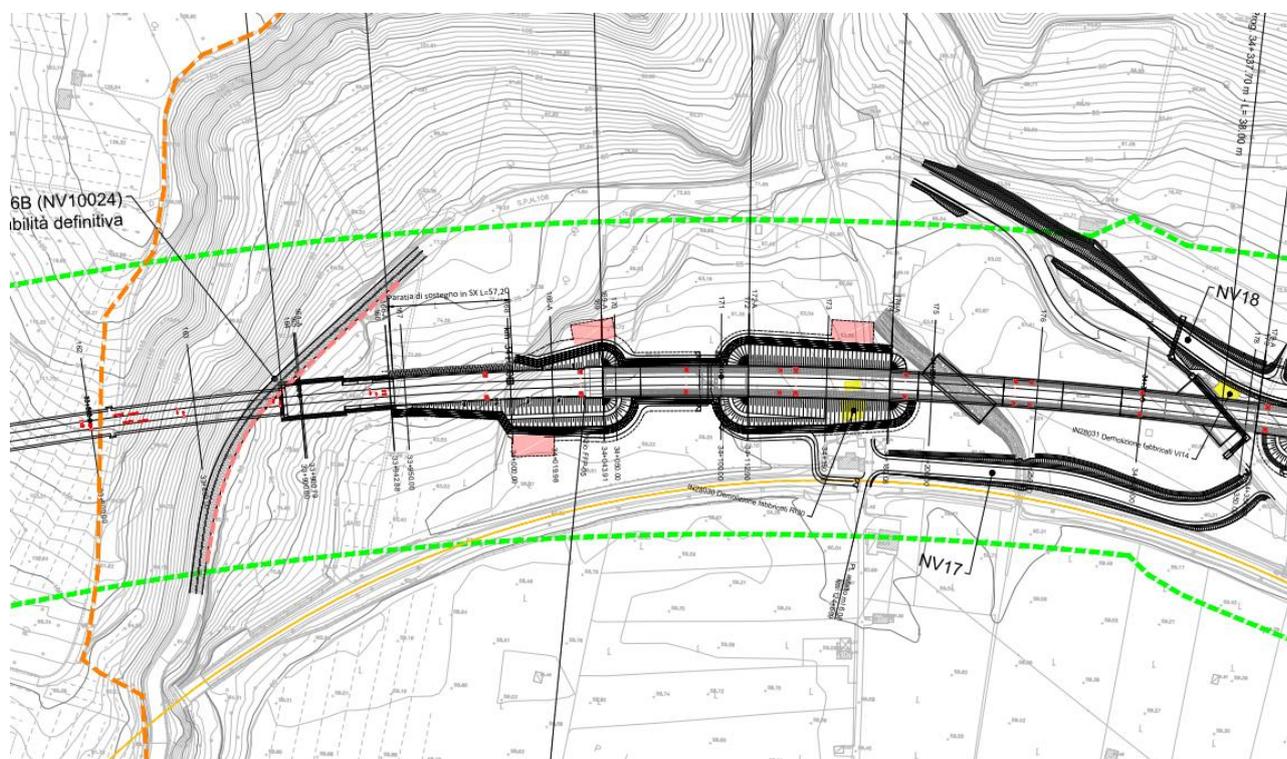


Figura 21 – Planimetria posizionamento paratia ai piedi della frana quiescente

Tra le progressive 34+037 e 34+348, il progetto prevede l'attraversamento del fondovalle in viadotto, realizzato mediante due opere a struttura scatolare con fondazioni dirette, separate da un breve tratto in rilevato. L'opera scatolare tra le progressive 34+037 e 34+106 lambisce il margine dell'area interessata dal corpo di frana inattiva. Lo specifico contesto geomorfologico è compatibile con la realizzazione dell'opera; prudenzialmente, nel tratto interferente è prevista in progetto un'opera provvisoria a protezione degli scavi di fondazione del manufatto.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>31 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	31 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	31 di 52								

2.7 UNA SCARPATA DI DEGRADAZIONE KM 34+480 – 34+600 IMBOCCO GALLERIA LIMATA

La galleria Limata si colloca nel settore centrale della tratta in esame, a quote del piano ferro variabili tra i 71.9 e i 72.8 m circa s.l.m.. Il tracciato intercetta, nel tratto iniziale del suo sviluppo, i terreni sabbioso-limosi ghiaioso-sabbiosi dei Depositi alluvionali terrazzati (**bn2** e **bn1**), mentre nel tratto finale interessa i depositi limoso-argillosi dell'Unità di Maddaloni (**MDL3**). In corrispondenza dell'imbocco ovest l'opera impegna direttamente i Depositi alluvionali terrazzati (**bn2** e **bn1**).

Dal punto di vista geomorfologico il versante su cui s'impone l'imbocco risulta esente da fenomeni di frana s.s., al contempo è caratterizzato da acclività elevata, con ripide scarpate impostate sui termini ghiaioso sabbiosi ben addensati o cementati dei depositi alluvionali terrazzati. Tali scarpate presentano processi erosivi attivi, sia di degradazione che di erosione morfoselettiva, che hanno determinato l'accumulo di corpi detritici alla base del versante.

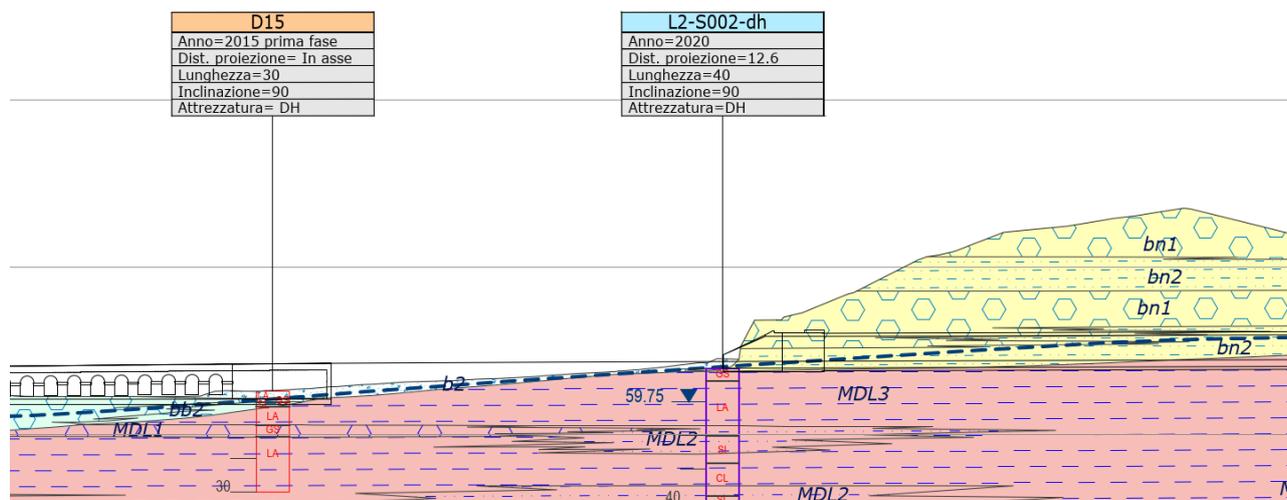


Figura 22 – – Sezione geologica elaborata in asse al tracciato nel settore d'imbocco ovest della galleria Limata.

Le opere in progetto sono compatibili con il contesto di riferimento e non comportano un incremento dei fenomeni erosivi sul versante.

2.8 CORPO DI FRANA DI COLAMENTO QUIESCENTE, IN DESTRA IDROGRAFICA DEL V.NE CODACCHIO, KM 34+600

La galleria Limata si colloca nel settore centrale della tratta in esame, a quote del piano ferro variabili tra i 71.9 e i 72.8 m circa s.l.m.. Il tracciato intercetta, nel tratto iniziale del suo sviluppo, i terreni sabbioso-limosi ghiaioso- sabbiosi dei Depositi alluvionali terrazzati (**bn2** e **bn1**), mentre

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 32 di 52

nel tratto finale interessa i depositi limoso-argillosi dell'Unità di Maddaloni (**MDL3**). In corrispondenza dell'imbocco orientale sono presenti depositi di frana di esiguo spessore.



Foto 5 – Panoramica del settore d'imbocco della galleria Limata lato Benevento, sul versante è già presente un'opera di attraversamento dell'acquedotto locale che si presenta senza alcun dissesto.

Nel settore di imbocco della Galleria Limata lato Benevento, al km 34+750 circa, è stata rilevata la presenza di una frana complessa piuttosto estesa, che interessa buona parte del versante orientale del rilievo attraversato della galleria. Si tratta di un fenomeno quiescente da lunga data, che non mostra segni di riattivazioni recenti. Dal punto di vista geomorfologico, il fenomeno risulta chiaramente visibile sia in sito che tramite analisi morfologica delle cartografie topografiche e analisi fotointerpretativa delle immagini aeree disponibili. Nella parte alta del rilievo è facilmente individuabile una estesa area svuotata, che rappresenta la zona di alimentazione del fenomeno.

Nella parte medio-bassa del pendio, invece, è chiaramente visibile una estesa zona di accumulo che, nel settore più meridionale, interferisce parzialmente col tracciato ferroviario in progetto. La zona di accumulo è costituita da un settore di versante convesso e lobato, estremamente differente dalla zona di alimentazione posta a monte. Tale accumulo interrompe la continuità morfologica del versante, sia in senso longitudinale che trasversale, estendendosi fino all'interno

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 33 di 52

della piana alluvionale antistante al rilievo. Il corso d'acqua, d'altro canto, risulta chiaramente deviato verso il versante opposto dal piede di frana e va quindi a formare un'ansa piuttosto evidente e fortemente atipica se si considera l'andamento generalmente rettilineo dei corsi d'acqua secondari che alimentano il F. Calore.

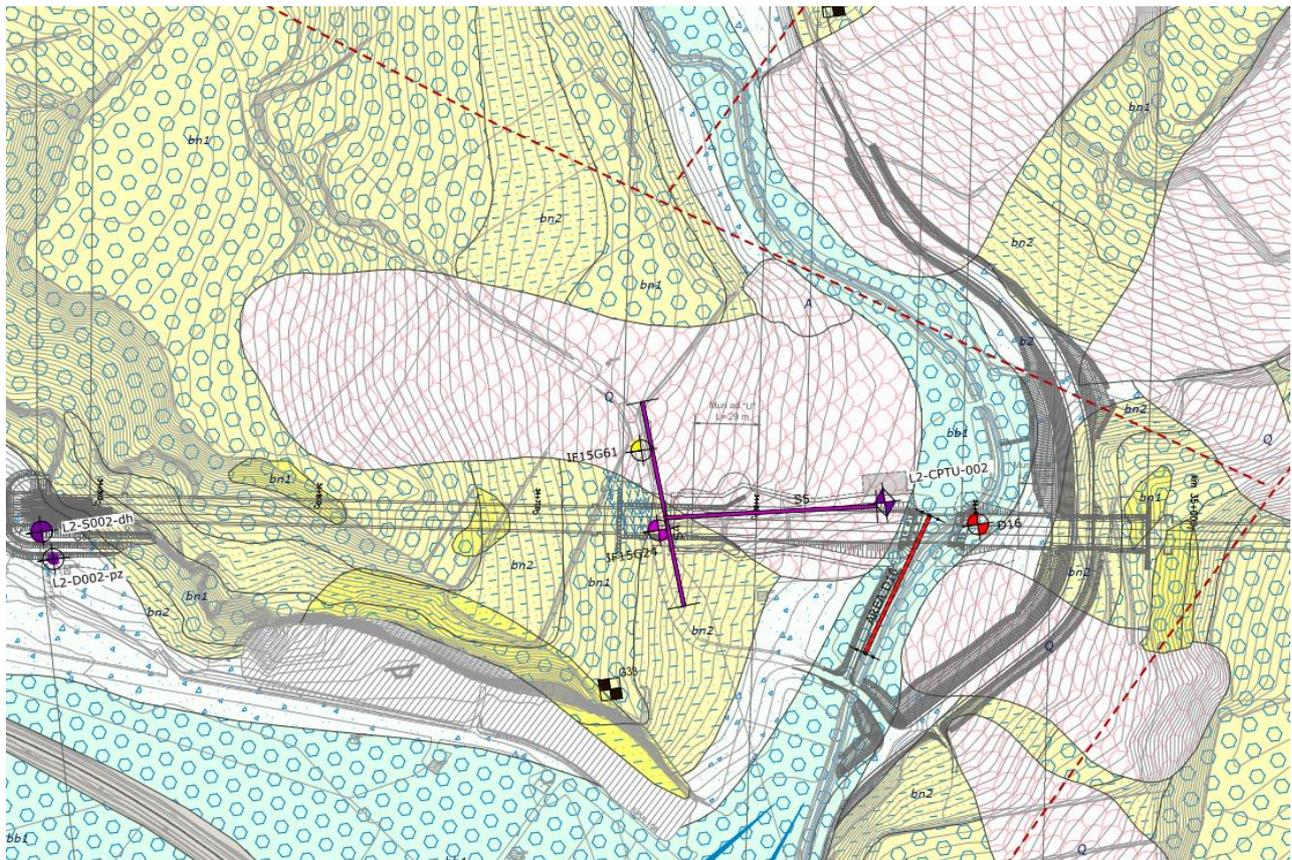


Figura 23 – Stralcio della carta geologica con elementi di geomorfologia del settore relativo all'imbocco lato Benevento della galleria Limata, con indicazione dell'opera.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 34 di 52

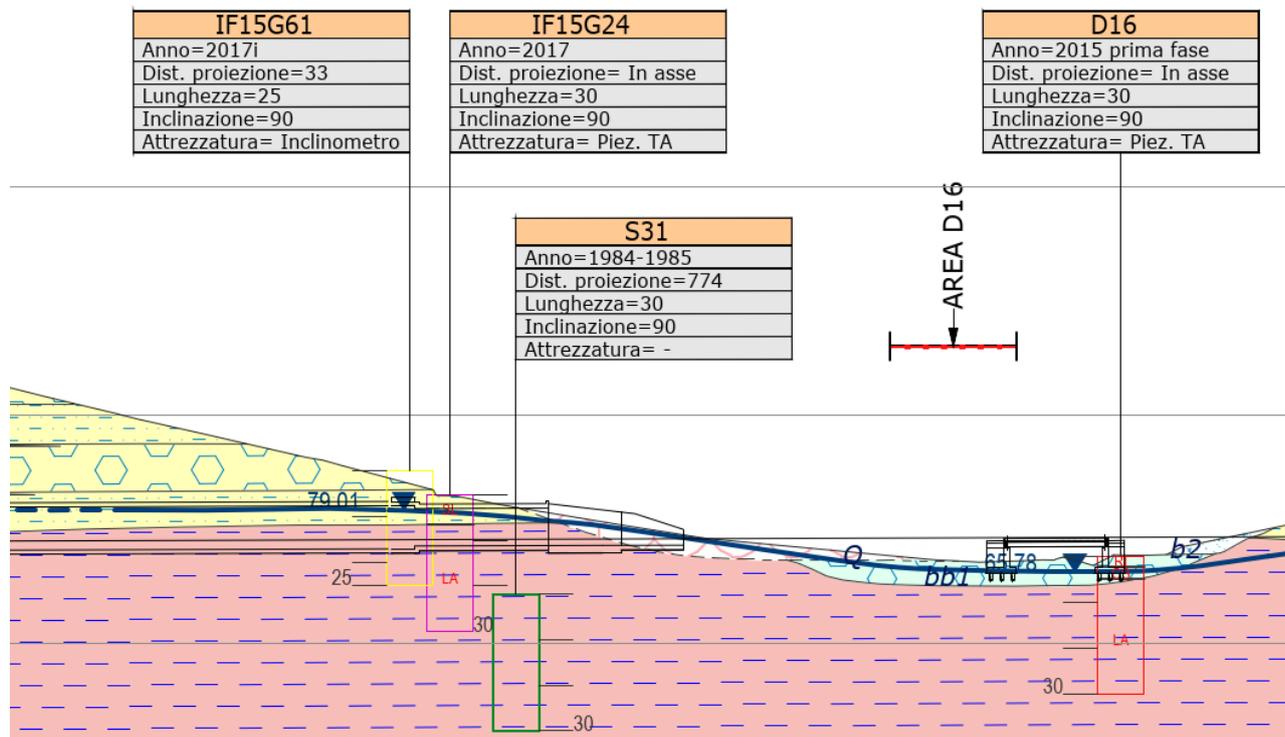


Figura 24 – – Sezione geologica elaborata in asse al tracciato nel settore d'imbocco lato Benevento della galleria Limata.

Sul corpo di frana sono localmente visibili fenomeni gravitativi secondari, quali piccole frane e fenomeni di deformazione viscosa delle coltri (soliflussi e/o *creep*), non cartografabili alla scala del rilievo. Un piccolo scivolamento in terra attivo è presente lungo il margine settentrionale del piede di frana, in prossimità del fondovalle, che comunque non hanno nessuna relazione diretta con l'intero fenomeno di frana, ne possono determinare condizioni per la sua riattivazione. I processi di deformazione viscosa delle coltri, al contrario, interessano buona parte del corpo di frana quiescente, soprattutto nei settori centrali dello stesso. Si tratta di fenomeni estremamente lenti e piuttosto superficiali, che interessano per lo più i suoli poco maturi posti a copertura delle coltri rimaneggiate quiescenti (corpo della frana). Tali elementi sono chiaramente visibili a causa degli effetti prodotti a lungo termine nelle zone interessate, quali fessurazione del manto stradale, inarcamento degli alberi e rigonfiamenti del terreno.

I fenomeni in questione si inseriscono in un contesto morfologico specifico, che si differenzia chiaramente dalla maggior parte dei terrazzi alluvionali individuati nell'area. In tale settore, infatti, il numero di fenomeni franosi ed elementi di dissesto risulta decisamente superiore alle porzioni di territorio limitrofe, essenzialmente a causa di caratteristiche geologiche peculiari. Infatti, anche in quest'area, come nel settore della galleria Cantone, il contatto tra i depositi alluvionali grossolani e

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 35 di 52

i depositi lacustri prevalentemente pelitici risulta molto più alto rispetto agli altri settori e, localmente, emerge di diversi metri alla base del versante (in genere è molto più profondo del livello di base del fondovalle). Tale condizione, unitamente alla presenza di spesse intercalazioni limoso-sabbiose all'interno dei depositi terrazzati, produce un notevole scadimento delle caratteristiche di resistenza che, unitamente alla morfologia localmente piuttosto aspra che contraddistingue la zona dei terrazzi ha rappresentato e rappresenta la condizione predisponente all'innesco dei dissesti censiti. Inoltre, la presenza di terreni pelitici ad una quota elevata favorisce la presenza di una falda freatica piuttosto alta, sostenuta dai livelli poco permeabili di base e chiaramente interferente con la dinamica di versante superficiale.

L'imbocco della galleria Limata lato Benevento lambisce lateralmente il lembo destro (per uno spessore di circa 1- 2 m) della zona di accumulo del corpo di frana quiescente di lunga data. Nella medesima area è stata realizzata un'opera di trattamento delle acque con sistema di fitodepurazione (oggetto di successiva demolizione, in quanto interferente con il tracciato).

Propedeuticamente alla progettazione definitiva dell'imbocco sono stati effettuati degli approfondimenti atti a determinare la natura dei fenomeni di dissesto individuati sul versante. I dati satellitari (radar COSMO-SkyMed, periodo 2012-2016) provenienti dallo studio di dettaglio condotto, non indicano movimenti spazialmente correlati nell'area in esame, confermando la maturità morfologica del fenomeno ed il relativo stato di quiescenza. Pertanto, tale fenomeno non costituisce criticità di tipo ostativo per le opere in progetto.

A valle di tali approfondimenti, le scelte progettuali e le verifiche delle opere di imbocco sono comunque condotte considerando la presenza della coltre superficiale di versante e prevedendo opere rigide (pali di grande diametro 1500mm con soletta di contrasto in testa e solettone di fondo), che limitano le deformazioni a monte delle stesse.

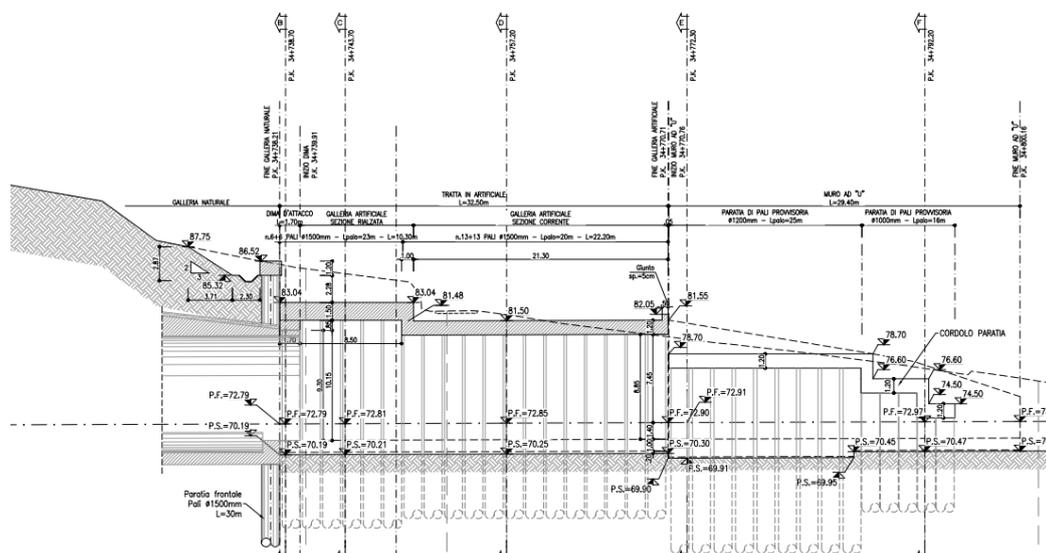


Figura 25 – Galleria Limata. Imbocco lato Benevento. Sezione longitudinale.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>36 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	36 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	36 di 52								

Prevedere opere rigide in pali di grande diametro ha garantito il contenimento delle deformazioni a monte della paratia stessa. Per la valutazione degli spostamenti sull'opera e in particolare della paratia laterale e per l'individuazione dell'impatto che l'opera ha sul volume di terreno significativo a monte della stessa, sono state effettuate verifiche geotecniche in condizioni statiche (SLU-GEO) e sismiche (SLV-GEO) del complesso opera- terreno e di stabilità globale del sistema opera-terreno (relazione geotecnica e di calcolo IF2R.2.2.E.ZZ.CL.GA.09.0.0.001).

Da tali verifiche si è dedotto che per la paratia laterale sono previsti spostamenti nella parte più superficiale dell'ordine di 4 mm nella condizione statica e 40 mm nella condizione sismica e che è garantita la stabilità globale del sistema opera-terreno, con valori della resistenza di progetto sempre maggiore alle azioni sollecitanti diprogetto ($R_d > E_d$), come secondo il D.M. 14/01/2008.

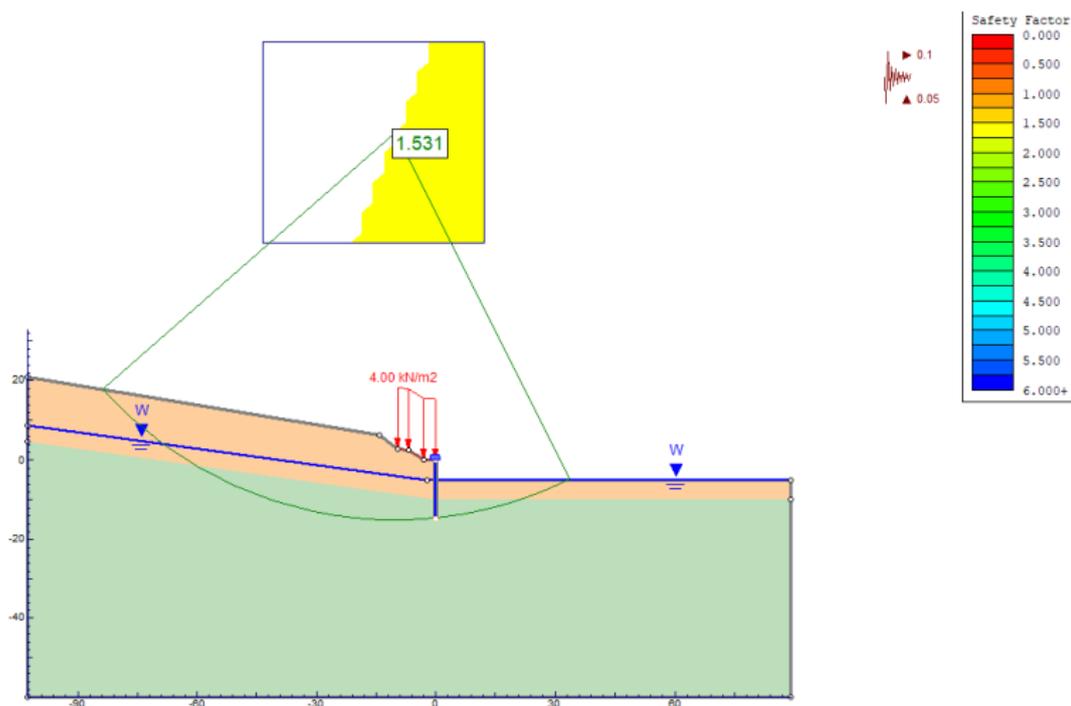


Figura 26 – Galleria Limata. Imbocco lato Benevento. Paratia pk 34+764,10 km. Verifica di stabilità globale. Modello di calcolo e superficie di scorrimento critica.

Come verifica e supporto di quanto previsto progettualmente, sarà effettuato, durante le operazioni di scavo dell'imbocco e della galleria naturale, il monitoraggio degli spostamenti.

In riferimento a quanto sopra riportato, gli interventi che verranno realizzati soddisfano le verifiche previste dalla normativa vigente e sono compatibili con le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 37 di 52

Il tratto all'aperto fino alla spalla del ponte VI15 si presenta in uscita dalla galleria scatolare nella prima parte in trincea e successivamente in rilevato. Nel tratto in trincea la sede è delimitata da un muro ad "U". Nell'impronta della piattaforma ferroviaria la coltre detritica è quindi alleggerita dallo scavo all'interno del muro suddetto.

Nel segmento successivo il rilevato presenta una altezza massima di 5.00m che insiste sulla coltre detritica avente uno spessore variabile da 0 a 3m circa; inoltre la superficie di contatto tra la coltre e la sottostante formazione (ghiaia in matrice sabbiosa e sabbiosa limosa) risulta pressoché sub-orizzontale.

Pertanto non si ritiene che le opere da realizzare possano compromettere le condizioni dell'area classificata come area in frana quiescente.

Si ritiene comunque opportuno anche in questo caso prevedere un monitoraggio in corso di costruzione.

2.9 SCARPATA IN DEGRADAZIONE IN SINISTRA IDROGRAFICA DEL V.NE CODACCHIO KM 34+900 – 35+000

Il tracciato in questo settore impegna il versante in sinistra idrografica del V.ne Codacchio ad una quota compresa tra 70 e 80 m s.l.m., in particolare è previsto l'imbocco della galleria San Lorenzo; il PAI individua in questo settore un'area di media attenzione A2.

Nel tratto iniziale l'opera impegna una sottile coltre eluvio colluviale (**b2**), i terreni sabbioso-limosi dei Depositi alluvionali terrazzati (**bn2**) e in seguito i terreni ghiaioso-sabbiosi della medesima unità (**bn1**), posti in appoggio con contatto erosivo sui depositi argilloso- limosi dell'Unità di Maddaloni (**MDL3**).



Foto 6 - Vista panoramica del settore centrale del tratto esaminato, in corrispondenza dell'area impluviale del Torrente lanare in località Tenzone a circa 3 km a SSE di S. Lorenzo Maggiore.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	38 di 52
Studio di compatibilità idrogeologica							

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per l'imboccolato Canello della galleria in progetto. Si ha la presenza di una scarpata di erosione parzialmente degradata che s'impone nei depositi alluvionali terrazzati (evidente in secondo piano nella Foto 6). Tale scarpata è stata rilevata ad una quota di circa 85 m s.l.m. La scarpata non evidenzia una particolare intensità in senso evolutivo, infatti si presenta parzialmente rivegeta e modificata da attività antropiche.

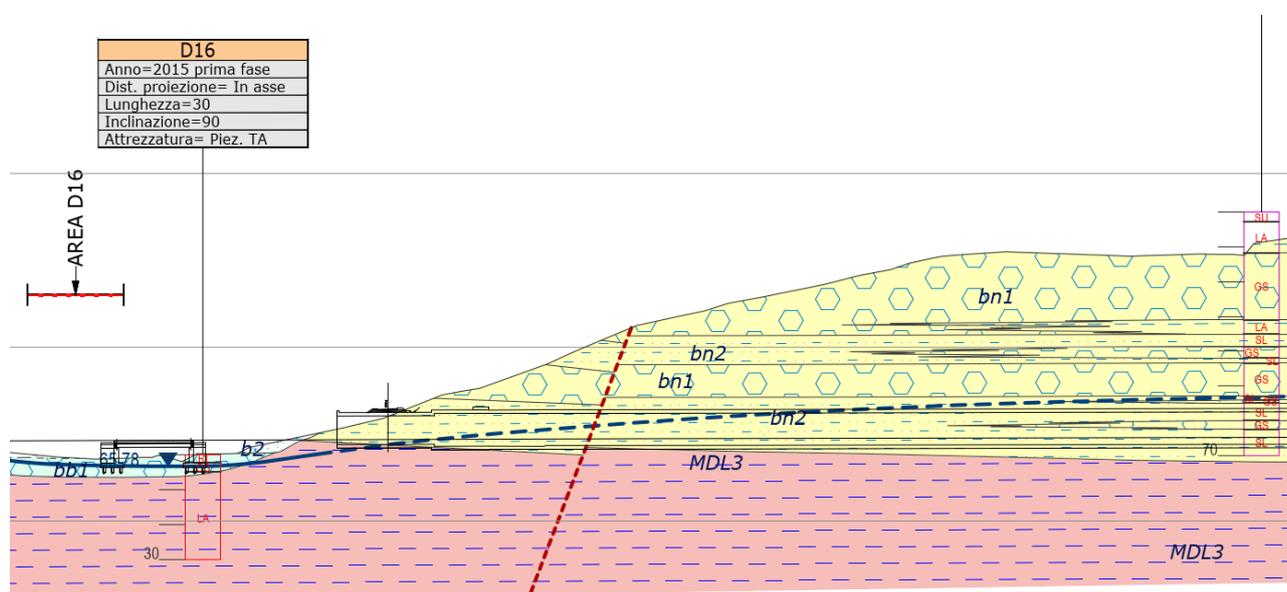


Figura 27 – Sezione geologica in scala omogenea, elaborata in asse al tracciato nel settore d'imbocco della galleria San Lorenzo lato Canello.

Le opere in progetto sono compatibili con il contesto di riferimento e non comportano un incremento dei fenomeni erosivi sul versante.

2.10 AMBITI DI CONOIDE ALLUVIONALE TRA LE KM 31+000 – 31+300, 31+400 – 31+600, 32+650 – 37+730, 34+080 – 34+300 E AL KM 38+700

In corrispondenza dei settori di fondovalle sono presenti solo sporadiche conoidi alluvionali localizzate lungo i versanti posti a sud delle colline che bordano la piana del Fiume Calore. In questo caso, la ridotta intensità dei fenomeni e i modesti volumi delle masse instabili non determinano livelli di criticità degni di nota.

Gli ambiti di conoide a cui si fa riferimento, dunque, sono relativi a settori di piana alluvionale posti allo sbocco di affluenti minori in destra del F. Calore. Gli studi condotti attraverso rilievi diretti e analisi fotointerpretative hanno consentito di classificare tali forme come quiescenti. Si tratta

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 39 di 52

dunque di forme e processi dovuti alle acque correnti superficiali, con bassa intensità e ridotti tassi di evoluzione, infatti le verifiche mediante analisi fotointerpretativa a scala multi-temporale non hanno evidenziato sostanziali fenomeni di alluvionamento fuori alveo, con trasporto ed accumulo tali da determinare condizioni di criticità per l'intervento.

In relazione alle specifiche caratteristiche rilevate tali settori non rappresentano una condizione ostativa per le opere che risultano compatibili con il contesto di riferimento, ferme restando le indicazioni e caratterizzazione geologiche s.l. fornite e le indispensabili verifiche analitiche e di sicurezza delle opere, condotte e verificate negli elaborati tecnici progettuali specifici.

In questi tratti la linea risulta prevalentemente in rilevato; la pendenza del terreno naturale lato monte (lato binario dispari) risulta modesta, variando dal 2 % al 10%, pertanto non si attendono fenomeni erosivi significativi.

Ai piedi del rilevato è previsto un fosso che raccoglie le acque di ruscellamento e le convoglia nei tombini di attraversamento della nuova linea ferroviaria.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 40 di 52

2.11 AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA APA AI KM 43+450 E 45+800

Il Piano stralcio di Assetto Idrogeologico dell’Autorità di bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno evidenzia per questi settori la presenza di impluvi interessati da fenomeni erosivi in alveo e/o lungo le sponde ovvero da fenomeni alluvionali con trasporto solido.

Lo studio ha puntualmente riscontrato e rilevato tale condizione evidenziando la presenza di settori impluviali con tendenza all’approfondimento, solchi di erosione concentrata e/o all’erosione di sponda con intensità moderata o media.

Infatti, tali settori sono caratterizzati dal punto di vista geomorfologico dalla presenza di diffusi fenomeni erosivi dovuti al deflusso delle acque correnti superficiali in corrispondenza di valloni e alvei attuali, testimoniati dalla presenza di scarpate fluviali e zone di erosione laterale delle sponde. Tali elementi lineari presentano altezze generalmente piuttosto esigue (inferiori a 2 m) con intensità dei fenomeni piuttosto blanda.

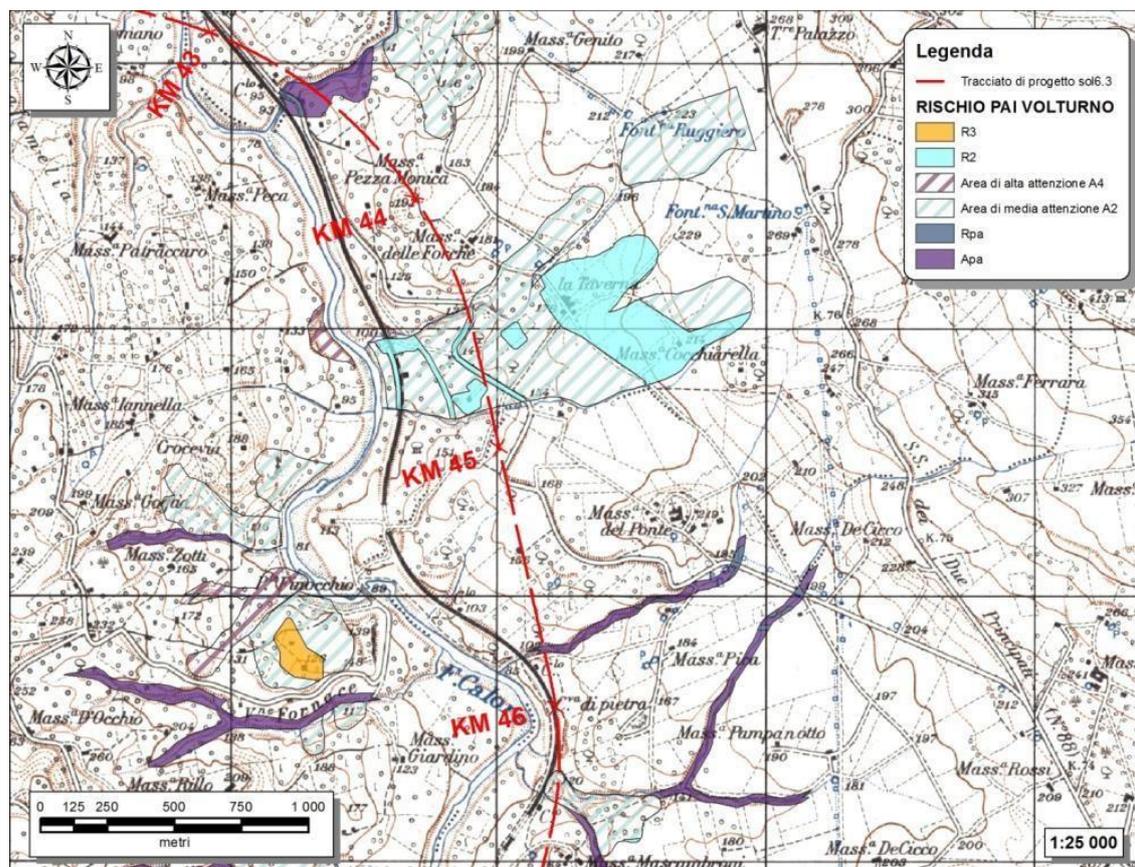


Figura 28 – Stralcio della carta del Rischio tratta dal Piano stralcio di Assetto Idrogeologico dei Fiumi Liri Garigliano e Volturno, tratto km 43+000÷46+500 circa.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 41 di 52

Per questi settori sono previste opere all'aperto, in particolare l'area al km 43+450 circa ricade in corrispondenza dell'imbocco nord-occidentale della Galleria Le Forche. In corrispondenza della scarpata morfologica presente immediatamente a monte dell'imbocco, sono presenti crolli e/o scivolamenti di piccoli blocchi calcarei e detritici, nell'ordine di pochi centimetri o decimetri cubici. Per l'imbocco lato Canello della galleria Le Forche, la sistemazione finale prevede un intervento di protezione della scarpata da erosione superficiale tramite idrosemina e biostuoia.

In corrispondenza dell'areale al km 45+800 circa gli interventi in progetto sono rappresentati da opere all'aperto (trincee e tombino idraulico) che risultano compatibili con il locale contesto geomorfologico e litostratigrafico ricostruito nell'ambito del presente studio.

In relazione alle evidenze geomorfologiche e alle caratteristiche geologiche s.l. rilevate gli interventi in progetto risultano pienamente compatibili con gli areali di attenzione segnalati nell'ambito del PAI, in particolare in ragione della scarsa o bassissima intensità dei fenomeni di erosione/dissesto segnalati, ferme restando le indicazioni e caratterizzazione geologiche s.l. fornite e le indispensabili verifiche analitiche e di sicurezza delle opere, condotte e verificate negli elaborati tecnici progettuali specifici.



Foto 7 - Scarpata soggetta a fenomeni di crollo e/o scivolamenti di piccoli blocchi calcarei appartenenti alla porzione litoide delle Argille Varicolori Superiori (ALVc), dove è riportata la presenza di una "area di attenzione potenzialmente elevata (Apa)".

Si sottolinea infine che le opere all'aperto previste prevedono sempre lo scavalco aereo dei settori impluviali. Tali opere, in relazione alle specifiche verifiche progettuali, sono state corredate di

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>42 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	42 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	42 di 52								

opportuni interventi di ingegneria civile sia per il corretto dimensionamento idraulico, sia per l'eventuale mitigazione dei fenomeni erosivi. Tali opere, definite secondo i migliori criteri tecnici e secondo quanto previsto dalle normative vigenti, garantiscono il corretto funzionamento dell'intervento nel contesto di riferimento.

2.12 AREA DI MEDIA ATTENZIONE A2 TRA IL KM 44+500 E 44+900

Il Piano stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno evidenzia per questo settore fenomeni di deformazione viscosa delle coltri e, probabilmente, frane quiescenti che si estendono a monte del settore interessato dall'intervento.

In questa zona i rilievi di campo hanno evidenziato la presenza di un esteso corpo di frana complessa in terra (cfr. carta geologica e profilo geologico IF2R.0.2.E.ZZ.N6.GE.00.0.1.011). Il rilevamento di campagna ha consentito di definire le principali caratteristiche del fenomeno, in particolare si tratta di una frana quiescente, con distribuzione costante e stadio esaurito o al più senile. Si tratta infatti di un ampio versante su cui non sono riconoscibili indizi di riattivazioni del fenomeno di frana nella sua interezza, che presenta, sulla scorta delle indagini dirette realizzate, uno spessore delle masse rimaneggiate variabile tra gli 11 ed i 17, e coinvolge unicamente i termini prevalentemente pelitici delle Argille Varicolori Superiori (**ALVa**). Inoltre, lo stato della frana è stato analizzato attraverso monitoraggio inclinometrico (campagna 2017 – monitoraggio dal maggio 2017 al gennaio 2018) e mediante la tecnica di monitoraggio satellitare SqueeSAR™ (radar SENTINEL-1, periodo 2014- 2017 e COSMO-SkyMed, periodo 2012-2016). Da tali approfondimenti di indagine, si è evinto che si tratta di un fenomeno deformativo lento con un trend di spostamenti dell'ordine dei 3-4 mm annui, in riferimento al periodo di osservazione indicato.

Gli studi condotti nel progetto hanno dimostrato che lo scavo della galleria Le Forche non interferisce con il corpo di frana in virtù delle coperture in gioco, di circa 40 m dal p.c. nel tratto di interesse, ed in considerazione della soluzione di scavo e consolidamento di progetto (Relazione Tecnica delle opere in sotterraneo - IF2R.3.2.E.ZZ.RG.GN.00.0.0.001) che prevede interventi al fronte ed al contorno dello scavo in grado di contenere e limitare in maniera efficace gli effetti deformativi ed i fenomeni di plasticizzazione eventualmente connessi alla realizzazione della galleria.

Tutto ciò premesso, il progetto prevede di rendere drenante il contorno della galleria mediante l'adozione di una particolare soluzione che consiste nell'installazione full round di una membrana bugnata in PEAD, affiancata alla classica membrana di impermeabilizzazione in PVC. Il drenaggio delle acque al contorno del cavo determinato da tale sistema contribuisce ad incrementare il fattore di sicurezza del pendio in condizioni di lungo termine, come dimostrato dalle analisi di stabilità condotte mediante modellazioni numeriche a supporto della progettazione (Relazione Tecnica delle opere in sotterraneo - IF2R.3.2.E.ZZ.RG.GN.00.0.0.001).

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 43 di 52

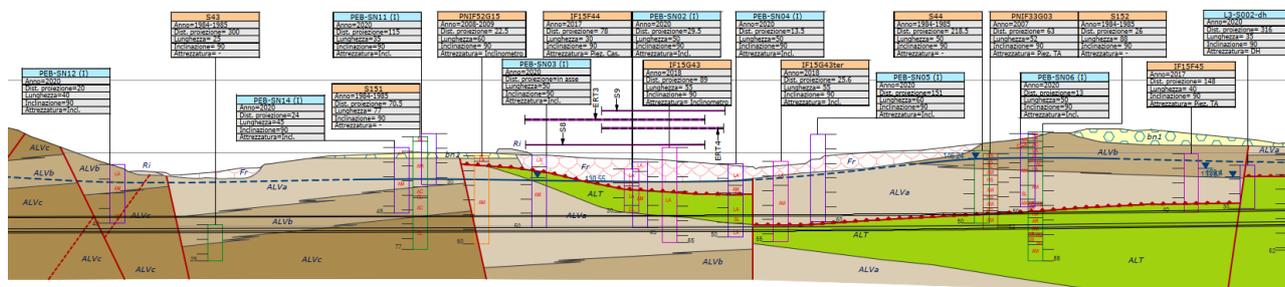


Figura 29 – Sezione geologica del versante su cui insiste la frana complessa con stato quiescente al km 44+800 circa.



Foto 8 - Panoramica del versante interessato dal fenomeno di frana quiescente, ripreso dal settore di monte, sono presenti anche numerose infrastrutture che non presentano evidenze di dissesti riconducibili al dissesto in oggetto.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>44 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	44 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	44 di 52								

In corrispondenza dei fenomeni di frana segnalati, cartografati e censiti nell'ambito del presente studio, è opportuno ad ogni modo prevedere approfondimenti geognostici puntuali nel corso del progetto esecutivo (realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo per la puntuale definizione delle geometrie dei corpi di frana e installazione di strumentazioni di monitoraggio sia di superficie che profondi).

2.13 AREA AREE A RISCHIO MEDIO R2 TRA IL KM 44+500 E IL KM 44+900

Si rimanda al punto precedente trattandosi dello stesso settore.

2.14 AREE CON ELEMENTI GEOMORFOLOGICI CARTOGRAFATI

2.14.1 Scarpate in degradazione tra i km 42+000 e 42+250

Le scarpate in degradazione registrate dagli studi specialistici s'impostano nei depositi alluvionali terrazzati. Tali scarpate sono state rilevate ad una quota di circa 120 m s.l.m., in corrispondenza della galleria Ponte con quote del piano ferro comprese tra 88.4 e 91.7 m circa s.l.m., in particolare tali scarpate interessano il versante a monte dell'imbocco lato Benevento.

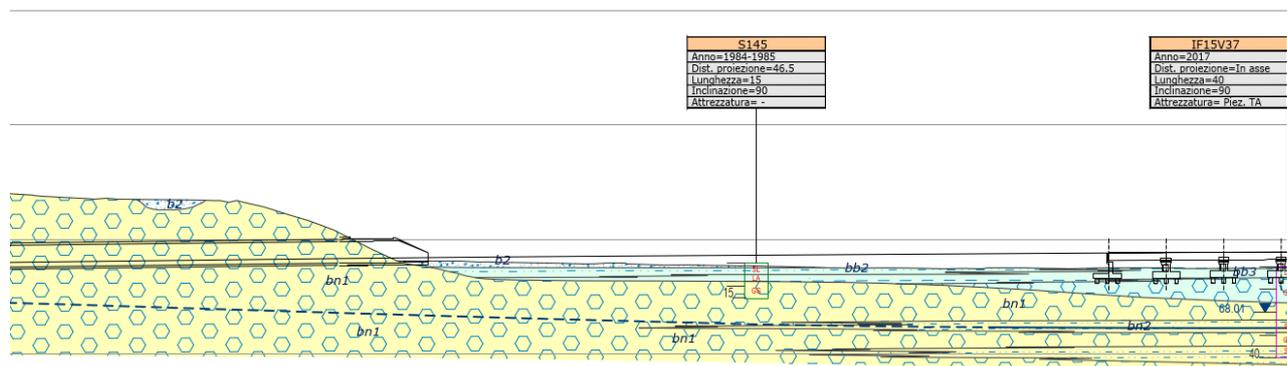


Figura 30 – Sezione geologica del versante su cui insiste l'imbocco lato Benevento della galleria Ponte.

Le opere provvisorie di sostegno degli scavi per l'imbocco della galleria Ponte lato Benevento saranno realizzate mediante una struttura di elevata rigidità, costituita da paratie di pali in c.a. $\Phi = 800$ mm posti ad interasse $i=1$ m di lunghezza variabile da 18m a 28m in funzione del profilo del terreno. Le paratie sono vincolate mediante tiranti con un numero di ordini che varia a seconda dell'altezza di scavo. Un sistema di canalette e fossi di guardia al contorno dell'area di scavo permetterà di regimare le acque superficiali. Le opere d'imbocco saranno completate con la realizzazione della galleria artificiale che sarà ritombata in sistemazione finale allo scopo di

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	45 di 52

ripristinare la configurazione originaria del versante. Tale sistemazione finale prevede un intervento di protezione della scarpata da erosione superficiale tramite rete e chiodi.

2.14.2 Scarpate in degradazione tra i km 43+150 e 43+550

Le scarpate in degradazione evidenziate dagli studi specialistici s'impostano sui termini calcareo-marnosi delle Argille Varicolori (**ALVb**) e sui termini calcareo-dolomitici (**ALVc**). In particolare la scarpata al km 43+150 è stata rilevata ad una quota di circa 110 m s.l.m., in corrispondenza della galleria Reventa con quote del piano ferro variabili tra 94.9 e 96.1 m circa s.l.m.. Mentre, la scarpata al km 43+550 si colloca lungo il versante che interessa l'imbocco sud della galleria Le Forche. Il versante su cui è previsto l'imbocco sud della galleria presenta un'acclività mediamente prossima al 10-15 %, con forme piuttosto regolari e blande ondulazioni, riconducibili unicamente a fenomeni di deformazione molto lenta delle coltri, non sono stati rilevati indizi di frana s.s. in atto o potenziali come scarpate, zone in compressione e fessurazioni.

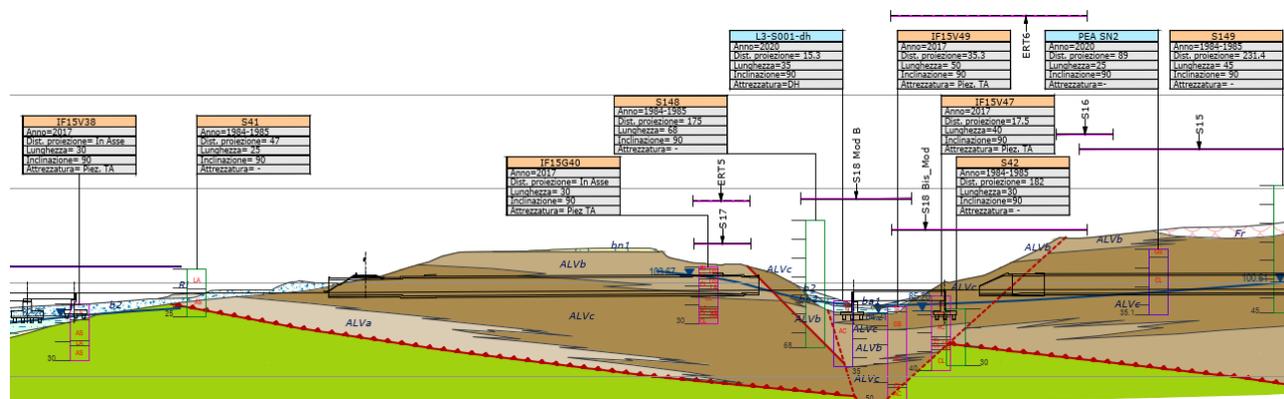


Figura 31 – Sezione geologica dei versanti interessati dalla realizzazione della galleria Reventa e della galleria Le Forche.

In relazione allo specifico contesto e alla ridotta intensità dell'elemento erosivo non sono da attendersi interferenze dirette con le opere che risultano compatibili con il contesto di riferimento.

Tali opere, definite secondo i migliori criteri tecnici e secondo quanto previsto dalle normative vigenti, garantiscono il corretto funzionamento dell'intervento nel contesto di riferimento, sono compatibili con le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito ed escludono la definizione di condizioni peggiorative per la stabilità del versante.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Studio di compatibilità idrogeologica	<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>IF2R</td> <td>0.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GE.00.0.1.006</td> <td>A</td> <td>46 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	46 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	46 di 52								

2.14.3 Fenomeno di frana di colamento quiescente al km 43+600

In questo settore è stata individuata e censita una frana classificabile come colamento lento, con stato quiescente e distribuzione in diminuzione o costante. Tale fenomeno presenta spessori variabili tra 4 e 6 m circa e interessa essenzialmente le coltri di copertura o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico dell'area, qui rappresentato dai termini calcareo-marnosi delle Argille Varicolori Superiori (ALVb/ALVc).

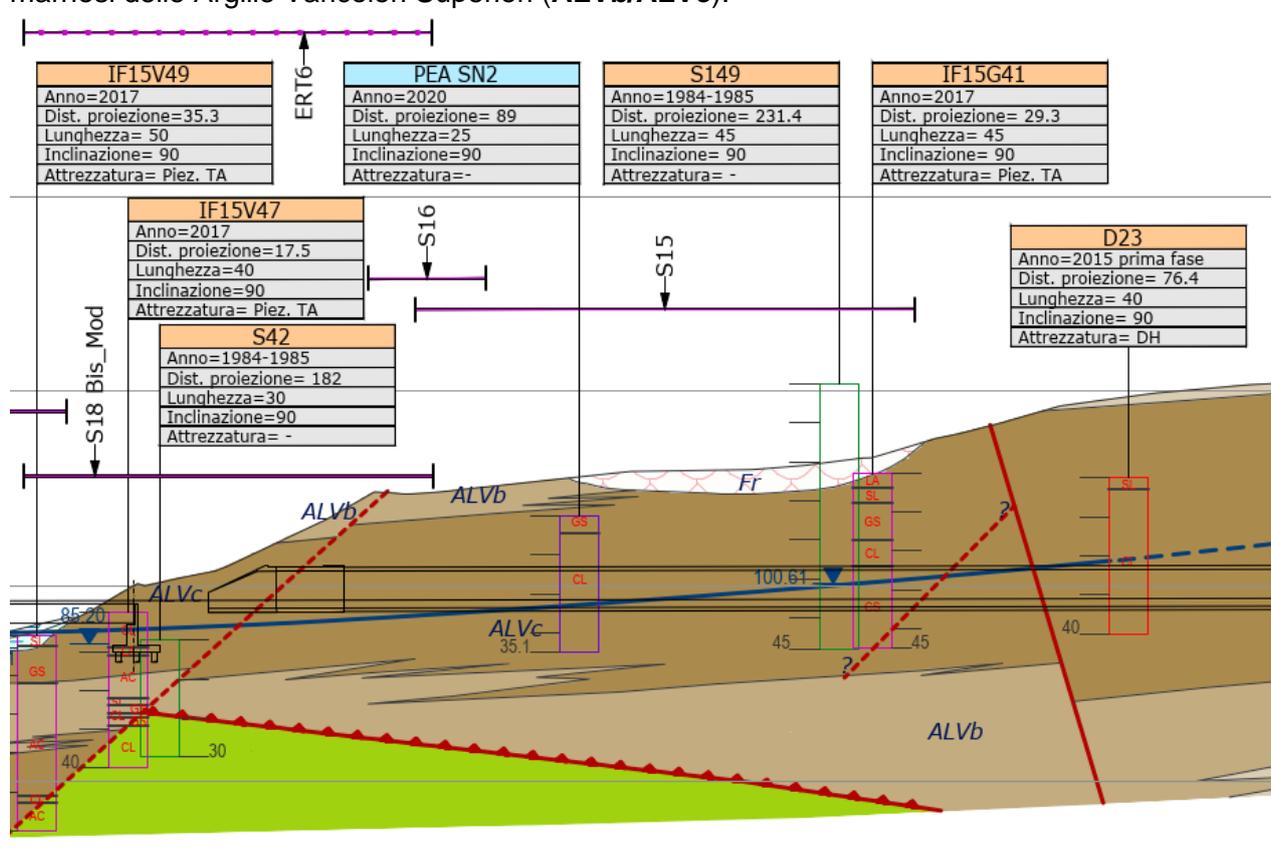


Figura 32 – Sezione geologica del versante su cui insiste il colamento lento con stato quiescente al km 43+600 circa.

I rilievi di campo non hanno evidenziato elementi morfologici che possano testimoniare una riattivazione del fenomeno, inoltre in questo settore il progetto prevede l'attraversamento in sotterraneo con coperture rispetto al piano campagna di circa 25 m. Lo scavo della galleria Le Forche non interferisce con il colamento lento in virtù delle coperture in gioco ed in considerazione degli interventi in sotterraneo (interventi di presostegno/precontenimento al fronte ed al contorno di scavo della galleria) tali da garantire variazioni di stato tensionali associate allo scavo che producono deformazioni ridotte che non inficiano la stabilità dei fenomeni geomorfologici superficiali.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	0.2.E.ZZ	RH	GE.00.0.1.006	A	47 di 52

In relazione al contesto geomorfologico e stratigrafico delineato il progetto non presenta interrelazioni dirette né criticità sostanziali.

2.14.4 Scarpata in degradazione tra i km 44+350 e 44+400

La scarpata in degradazione evidenziata dagli studi specialistici s'impone sui termini calcareo-marnosi delle Argille Varicolori (**ALVb/ALVa**). Tale scarpata è stata rilevata ad una quota di circa 155 m s.l.m., in corrispondenza della galleria Le Forche che si colloca a quote del piano ferro comprese di circa 98 m circa s.l.m.

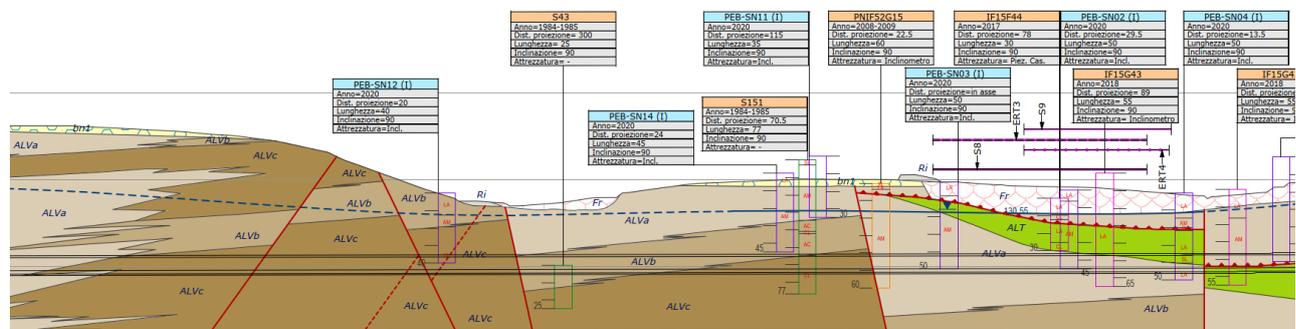


Figura 33 – Sezione geologica del versante su cui insiste la scarpata di degradazione al km 44+400 circa.

In relazione al contesto geomorfologico delineato e alle coperture rispetto all'opera ferroviaria in sotterraneo, il progetto non presenta interferenza né criticità in tale tratto.

2.14.5 Fenomeni tra i km 44+700 e 44+900

In tale settore le opere in progetto attraversano aree interessate deformazioni superficiali lente e fenomeni franosi s.s.. In particolare, tra il km 44+700 e il km 44+900 circa il tracciato attraversa una estesa frana complessa in terra, con stato quiescente e distribuzione costante. Per i dettagli si rimanda al paragrafo 2.12.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 48 di 52



Foto 9 - Vista panoramica del versante interessato dalla frana complessa quiescente presente tra il km 44+700 e il km 44+900.

2.14.6 Fenomeni imbocco lato Benevento della galleria Le Forche

In corrispondenza di tale imbocco sono presenti dissesti superficiali di bassa intensità situati lungo i fianchi del vallone che alimenta il Fiume Calore in destra idrografica. A monte dell'imbocco sono presenti alcune frane quiescenti classificabili come colamenti, scivolamenti e frane complesse con terra, con distribuzione costante o retrogressiva e spessore delle masse mobilizzate compreso tra 3 e 5 m circa.

Tali fenomeni non presentano interferenza diretta con le opere e, in relazione alle caratteristiche geomorfologiche dell'area, non costituiscono elementi di potenziale criticità per le stesse.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 49 di 52



Foto 10 - Vista panoramica del vallone su cui insiste l'imbocco lato Benevento della Galleria Le Forche, interessato da movimenti franosi quiescenti nella parte alta e da deformazioni viscosi delle coltri in prossimità dell'opera.

In corrispondenza della zona di imbocco della galleria Le Forche, immediatamente ad est dei movimenti franosi suddetti, sono invece presenti diffusi fenomeni di deformazione viscosa delle coltri, quali creep e/o soliflusso. Tali dissesti interessano unicamente i depositi eluvio-colluviali che ricoprono diffusamente il versante, con velocità di deformazione sempre estremamente basse.

Le opere provvisorie di sostegno degli scavi per l'imbocco della galleria Le Forche lato Benevento saranno realizzate mediante una struttura di elevata rigidità, costituita da paratie di pali in c.a. $\Phi = 1500$ mm posti ad interasse $i=1.7$ m puntati in testa. Le paratie rigide consentono di limitare il disturbo al contorno garantendo piccoli valori di deformazioni del terreno a tergo delle stesse.

In relazione alle caratteristiche geomorfologiche dell'area e alla bassissima intensità dei processi, i suddetti fenomeni non rappresentano elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto.

2.14.7 Fenomeni tra i km 46+000 e il km 46+300

Gli studi specialistici di carattere geologico hanno evidenziato, per questo settore, la presenza di due estesi movimenti franosi situati lungo il margine occidentale del fondovalle del Fiume Calore. Si tratta di un colamento lento e di una frana complessa in terra, con stato quiescente e stadio senile

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 50 di 52

o esaurito. La frana complessa presenta uno spessore di circa 8-9 m, mentre il colamento lento è caratterizzato da uno spessore di circa 4-5 m. Nell'attuale contesto morfoclimatico, tali fenomeni non presentano elementi che lascino ipotizzare una loro completa riattivazione, in quanto gli accumuli interessati dal tracciato si presentano sostanzialmente stabili e caratterizzati unicamente da locali fenomeni di deformazione viscosa.

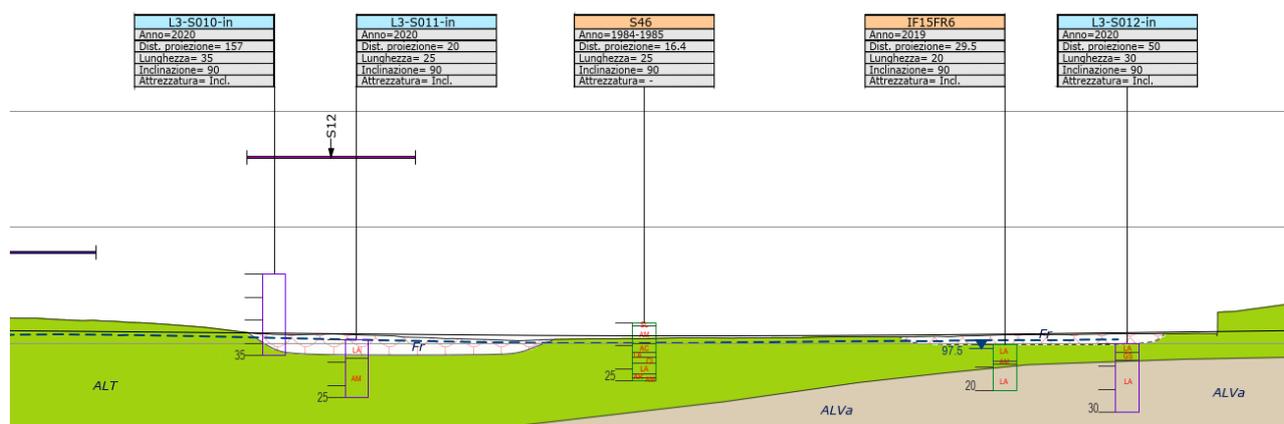


Figura 34 – Sezione geologica del versante su cui insistono il colamento lento e una frana complessa in terra tra i km 46+000 e 46+300.

Nel tratto in cui i corpi di frana quiescenti intercettano il tracciato, la sede ferroviaria è praticamente a raso, in ampliamento rispetto alla sede esistente. Quindi il nuovo tracciato in progetto non apporterà modifiche sostanziali rispetto alla condizione geomorfologica esistente. Si escludono perciò potenziali interferenze con i corpi di frana quiescenti segnalati.

Per quanto esposto, i suddetti movimenti franosi non costituiscono elementi ostativi alla realizzazione delle opere.

2.14.8 Fenomeni uscita di emergenza Forche (lato NA) km 44+294

In corrispondenza dell'uscita di emergenza Forche (lato NA) si sottolinea la presenza di un movimento franoso quiescente posto a valle del tracciato di interesse. Tale fenomeno presenta uno spessore piuttosto contenuto, nell'ordine dei 2-3 m circa, e non è interferente con l'opera in progetto.

Al fine di dettagliare meglio l'estensione e la geometria del corpo franoso individuato sono state eseguite due tomografie sismiche della lunghezza di 120m ciascuna (Figura 35).

I risultati degli stendimenti sismici hanno confermato la presenza di una coltre di potenza limitata caratterizzata da basse velocità di propagazione. Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato IF2R.0.2.E.ZZ.RG.MD.00.V.0.015 e alla relazione geologica, morfologica e idrogeologica IF2R.0.2.E.ZZ.RH.GE.00.0.1.002.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 51 di 52

La presenza di questo fenomeno rende non sicuro (quantomeno a lungo termine) lo scavo della trincea prevista da progetto definito. Anche se le evidenze geomorfologiche renderebbero ovvia la decisione di introdurre un'opera di sostegno, tale ipotesi è stata suffragata da analisi di stabilità che dimostrano la necessità di tali opere.

A sostegno dello scavo si prevede dunque una paratia di pali di grande diametro, \varnothing 1200 mm, ad interasse di 1.5 m collegati in testa da una trave di coronamento in c.a. con sezione 1.0 x 1.5 m.

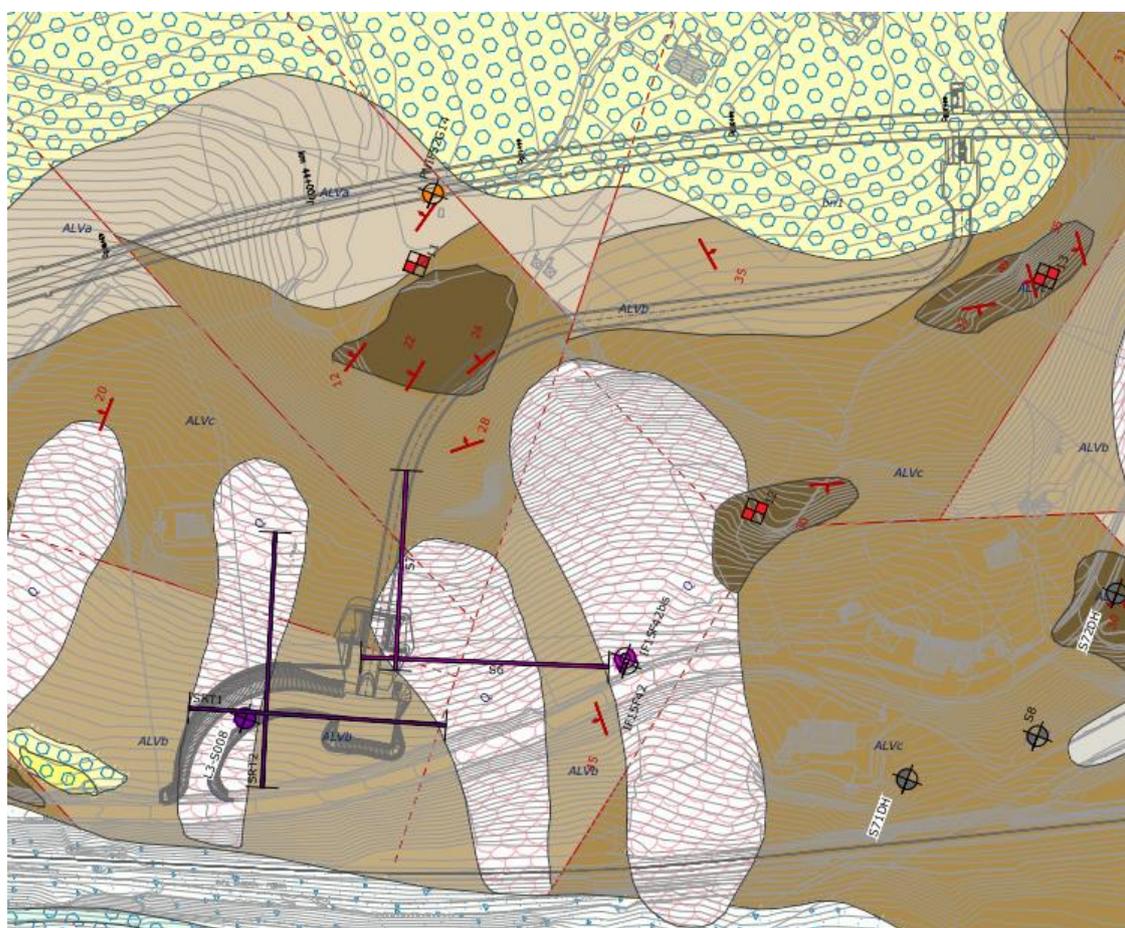


Figura 35 – Galleria Le Forche: uscita di emergenza con innesto alla galleria di linea alla pk 44+294.

2.14.9 Ambiti di conoide alluvionale tra le km 39+400 e 40+200

In corrispondenza dei settori di fondovalle sono presenti solo sporadiche conoidi alluvionali localizzate lungo i versanti posti a sud delle colline che bordano la piana del Fiume Calore. In

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
Studio di compatibilità idrogeologica	COMMESSA IF2R	LOTTO 0.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE.00.0.1.006	REV. A	FOGLIO 52 di 52

questo caso, la ridotta intensità dei fenomeni e i modesti volumi delle masse instabili non determinano livelli di criticità degni di nota.

Gli ambiti di conoide a cui si fa riferimento, dunque, sono relativi a settori di piana alluvionale posti allo sbocco di affluenti minori in destra del F. Calore. Gli studi condotti attraverso rilievi diretti e analisi fotointerpretative hanno consentito di classificare tali forme come quiescenti. Si tratta di dunque di forme e processi dovuti alle acque correnti superficiali, con bassa intensità e ridotti tassi di evoluzione, infatti le verifiche mediante analisi fotointerpretativa a scala multi-temporale non hanno evidenziato sostanziali fenomeni di alluvionamento fuori alveo, con trasporto ed accumulo tali da determinare condizioni di criticità per l'intervento.

In relazione alle specifiche caratteristiche rilevate tali settori non rappresentano una condizione ostativa per le opere che risultano compatibili con il contesto di riferimento, ferme restando le indicazioni e caratterizzazione geologiche s.l. fornite e le indispensabili verifiche analitiche e di sicurezza delle opere, condotte e verificate negli elaborati tecnici progettuali specifici. Anche in questo caso si sottolinea che le opere, in relazione alle specifiche verifiche progettuali, sono state corredate di opportuni interventi di ingegneria civile sia per il corretto dimensionamento idraulico, sia per la mitigazione dei fenomeni erosivi, di sponda e in alveo, nei settori impluviali di maggiore rilevanza.

Per quanto riguarda le opere all'aperto si precisa che i suddetti conoidi alluvionali lambiscono il tracciato in esame, che nel tratto in questione è praticamente a raso, e quindi il nuovo tracciato in progetto non apporterà modifiche sostanziali rispetto alla condizione geomorfologica esistente.