

DR. GEOL. GIUSEPPE ROMANZI- STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
VIA FENOSA N°2 – SAPRI (SA)
TEL. 3282478043

COMUNE DI ASCEA (Salerno)

**PROGETTO ESECUTIVO PER IL COMPLETAMENTO E
MIGLIORAMENTO DEL SISTEMA FOGNARIO E DEPURATIVO
NEL TERRITORIO COMUNALE – STRALCIO FUNZIONALE N 1 –
LOTTO N 1 - CUP : D68E20000880002- CIG : B0F6EB7D4A**

Determina R.U.P. n°04 del 22/03/2024

RELAZIONE GEOLOGICA

art.23 Legge Regione Campania n°11/1996 e Regolamento Regione
Campania n°03/2017 “Autorizzazione al Vincolo Idrogeologico”

Studio di Compatibilità Geologica per aree classificate a rischio frana medio
“R2” ai sensi degli artt.18 e 51 delle Norme di Attuazione del P.S.A.I.

D. M. 17/01/2018 – Circ. Cons. Sup. LL.PP. n°07 del 21/01/2019

Aprile 2024

GEOLOGO : dr. Giuseppe Romanzi O.G.R.C. n°588



COMMITTENTE : CONSAC S.P.A. – VALLO DELLA LUCANIA (SA)

INDICE

1.Premessa	pag. 3
2.Inquadramento delle aree d'intervento nel P.S.A.I.	pag. 5
3.Geologia delle aree d'intervento.....	pag.10
4.Geomorfologia e stabilità delle aree d'intervento.....	pag.21
5.Modelli geologico, geotecnico ed idrogeologico del sottosuolo delle aree d'intervento.....	pag.29
6.Vincolo idrogeologico (art.23 L.R. 11/1996 e Reg. Reg. Campania 03/2017) e disciplina terre e rocce da scavo (D.P.R. 120/2017).....	pag.54
7.Compatibilità geologica in area "R2" (Via Piano del Pero).....	pag.144
8.Sismicità del settore territoriale in cui ricadono le aree d'intervento.....	pag.147
9. Considerazioni conclusive e criteri d'intervento.....	pag.150

1-PREMESSA

La CONSAC s.p.a, con sede in Vallo della Lucania (SA), con Determina n°04 del 22/03/2024 del R.U.P. ing. Giovanna Ferro, ha affidato allo scrivente Dr. Geol. Giuseppe Romanzi, con studio tecnico in Sapri (SA), l'incarico di redigere la relazione geologica, con studio di compatibilità geologica per area a rischio frana medio "R2", al progetto esecutivo per il "COMPLETAMENTO E MIGLIORAMENTO DEL SISTEMA FOGNARIO E DEPURATIVO NEL TERRITORIO COMUNALE DI ASCEA (SA) – STRALCIO FUNZIONALE N°1 – LOTTO N°1".

Il progetto consta di n°3 tratti di rete fognaria da realizzare ex novo:

- tratti "A" e "B" su Via della Bruca;
- tratto su Via Piano del Pero; questo tratto, nella parte alta in quota, ricade all'interno di areali a rischio frana medio "R2" e moderato "R1", per cui è previsto lo studio di compatibilità geologica ai sensi delle N. di A. del P.S.A.I.;
- tratto su Via Piano della Spina.

Il presente elaborato geologico. è stato redatto ai sensi della seguente normativa vigente:

- art.23 della L.R. n°11/1996 e del Regolamento della Regione Campania n°03/2017 perché aree sottoposte a "Vincolo Idrogeologico";
- articoli 18 e 51 delle Norme di attuazione del P.S.A.I., perché parzialmente la rete fognaria attraversa un'area classificata dal P.S.A.I. a rischio frana R2 (medio);
- D.M. 17/01/2018 e Circ. Cons. Sup. LL.PP. n°07/2019.

Pertanto, sono stati definiti, per le aree d'intervento progettuale, i tematismi geologici; geomorfologici e delle tendenze morfoevolutive; stabilità; modelli geologico e geotecnico del sottosuolo; sismicità territoriale e criteri d'intervento puntuali e generali.

Gli strumenti di indagine utilizzati, per l'acquisizione dei dati di base sono stati:

- dati in possesso formanti il bagaglio di conoscenze legato agli anni di attività professionale
- consultazione di dati bibliografici esistenti su varie fonti, compreso il WEB;
- analisi preliminare su foto aeree, integrata successivamente con osservazioni su area vasta e sull'ambito morfologico significativo, da punti con visuale panoramica;
- rilevamento geologico sull'aree d'interesse progettuale;

- rilevamento degli elementi morfologici particolareggiati, con riguardo alle aree di criticità interessate da dissesti franosi in atto e potenziali.

L'elaborazione dei dati acquisiti nel corso della fase d'indagine sono stati successivamente interpretati elaborati in funzione delle conoscenze specifiche in possesso dello scrivente, per l'esperienza professionale maturata in contesti geologici e geomorfologici analoghi e similari.

La tipologia di opera che costituisce una rete di sottoservizi deve soddisfare requisiti di funzionalità idraulica in condotta e non a pelo libero.

Ne deriva che l'alloggiamento della condotta, per esigenze progettuali non è profondo, rispetto alle sedi viarie, ragion per cui non è stato ritenuto indispensabile, ai fini della ricostruzione dei modelli geologico e geotecnico del sottosuolo, effettuare indagini geognostiche puntuali in situ.

I dati in possesso e quelli acquisiti con le fasi conoscitive indicate in precedenza risultano sufficienti ed attendibili per gli scopi del presente studio geologico.

2-INQUADRAMENTO DELLE AREE D'INTERVENTO NEL P.S.A.I.

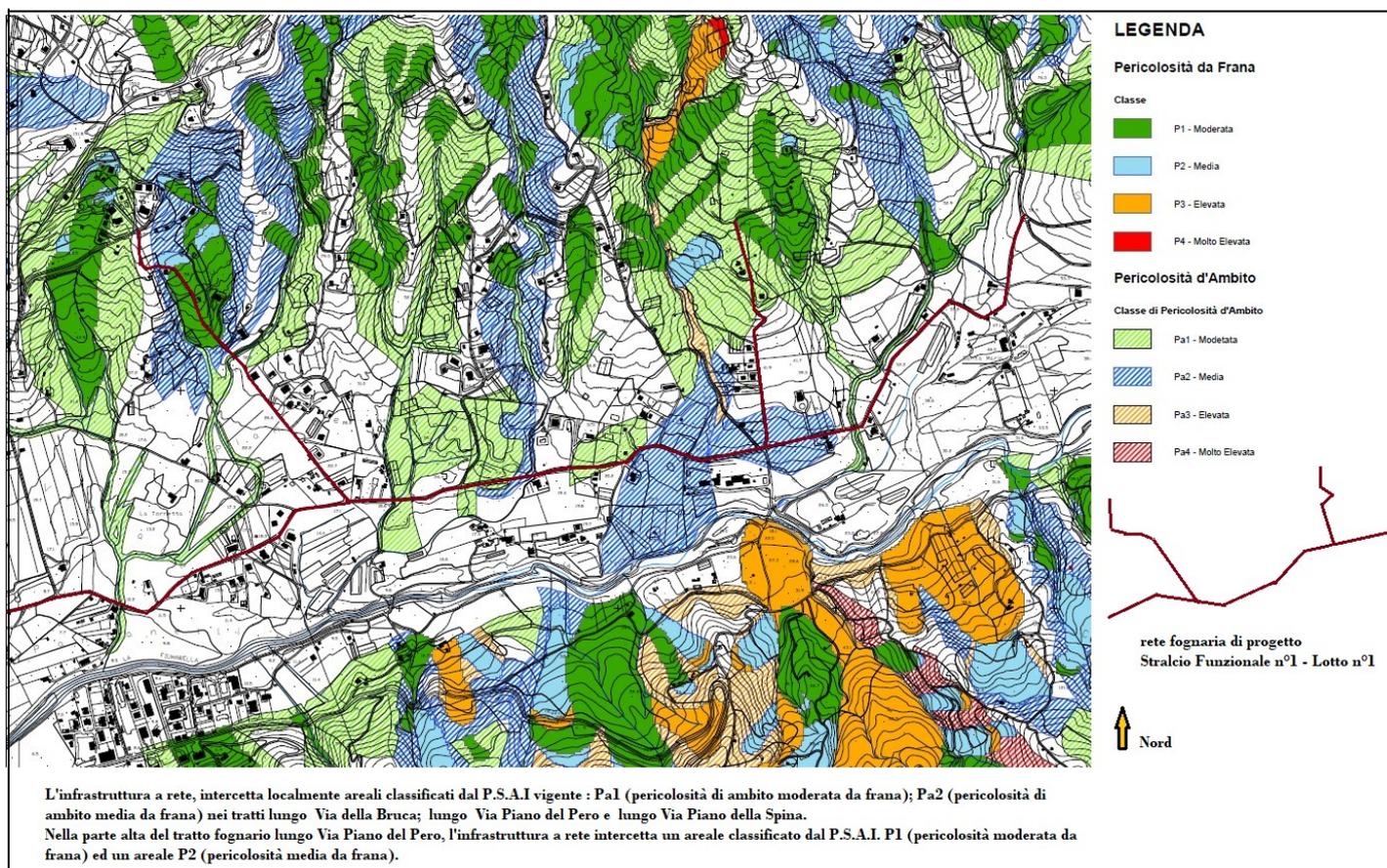
Riguardo ai tematismi della pericolosità e rischio da frana, introdotti dal P.S.A.I., nelle figg. n°1 e n°2 sono riportati gli estratti della carta della pericolosità e del rischio da frane sulle quali è stata evidenziata la rete fognaria in progetto.

Dalla fig. n°1 si ricava che i tratti della rete fognaria che si svilupperanno lungo Via della Bruca, intercetteranno areali classificati a pericolosità da frana potenziale di ambito Pa1 (moderata) e Pa2 (media) del P.S.A.I.

La parte alta della condotta fognaria che si svilupperà lungo Via Piano del Pero, intercetterà areali classificati a pericolosità reale "P1" (moderata) e P2 (media) del P.S.A.I.

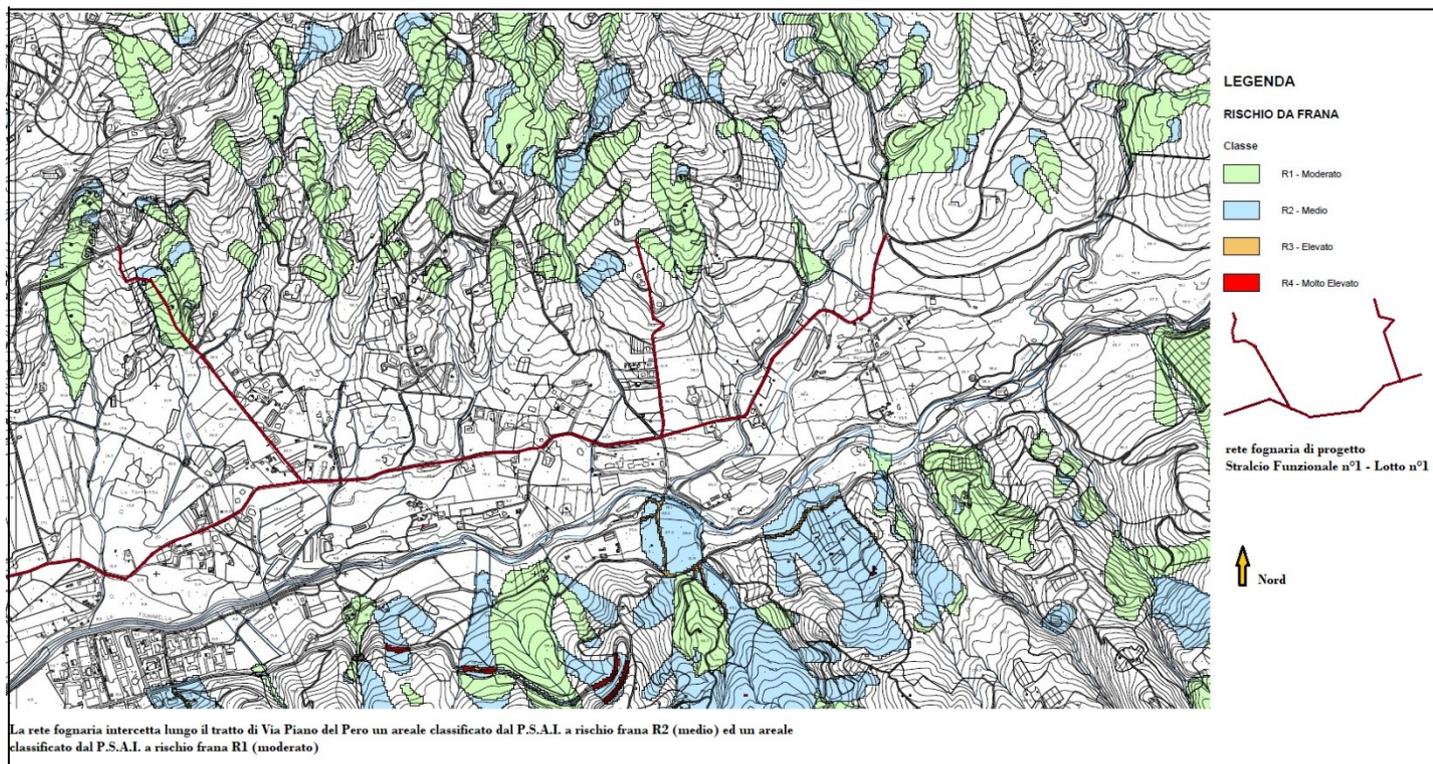
Il tratto di condotta fognaria che sarà realizzato lungo Via Piano della Spina, attraverserà areali classificati a pericolosità potenziale di ambito Pa1 (moderata) e Pa2 (media) del P.S.A.I.

Fig. n°1 – estratto della carta della pericolosità da frana del P.S.A.I. (in scala non definita)



Dalla fig. n°2 si ricava che nel tratto alto della condotta fognaria che si svilupperà lungo Via Piano del Pero, l'opera intercetterà areali classificati a rischio reale moderato "R1" ed medio "R2" (per il quale, all'interno di questo elaborato sarà inserito apposito studio di compatibilità geologica, redatto ai sensi degli artt.18 e 51 delle Norme di Attuazione del P.S.A.I.).

Fig. n°2 – estratto della carta della pericolosità da frana del P.S.A.I. (in scala non definita)



Sempre nella parte alta di Via Piano del Pero, a seguito del rilevamento geologico condotto nelle aree d'interesse progettuale, si segnala che gli areali P1 e R1, rispettivamente delle figure n°1 e n°2, sono di fatto in condizioni di pericolosità e rischio da frana più elevati (almeno P3 ed R4).

Le motivazioni sono:

- presenza di una frana attiva (sospesa) per colata lenta [cfr. con la tavola della carta geomorfologica di riferimento inserita nel testo];
- presenza all'interno della frana di un fabbricato, non ultimato ed abbandonato (evidentemente per il sopraggiungere del dissesto di versante), che come mostrano le foto da n°1 a n°4, risulta profondamente dissestato ed inclinato (ruotato) verso valle. Anche i muri di sostegno di pertinenza esterna sono completamente disarticolati e dissestati. L'attuale stradina che passa di fianco a monte è visibilmente deformata per effetto dell'allargamento verso monte del fenomeno franoso.

Foto n°1 – fabbricato dissestato ed inclinato dalla frana attiva (sospesa) di colata lenta



Foto n°2 – fabbricato dissestato ed inclinato dalla frana attiva (sospesa) di colata lenta



Foto n°3 – fabbricato dissestato ed inclinato dalla frana attiva (sospesa) di colata lenta



Foto n°4 – muri di sostegno esterni al fabbricato dissestati dalla frana attiva (sospesa) di colata lenta

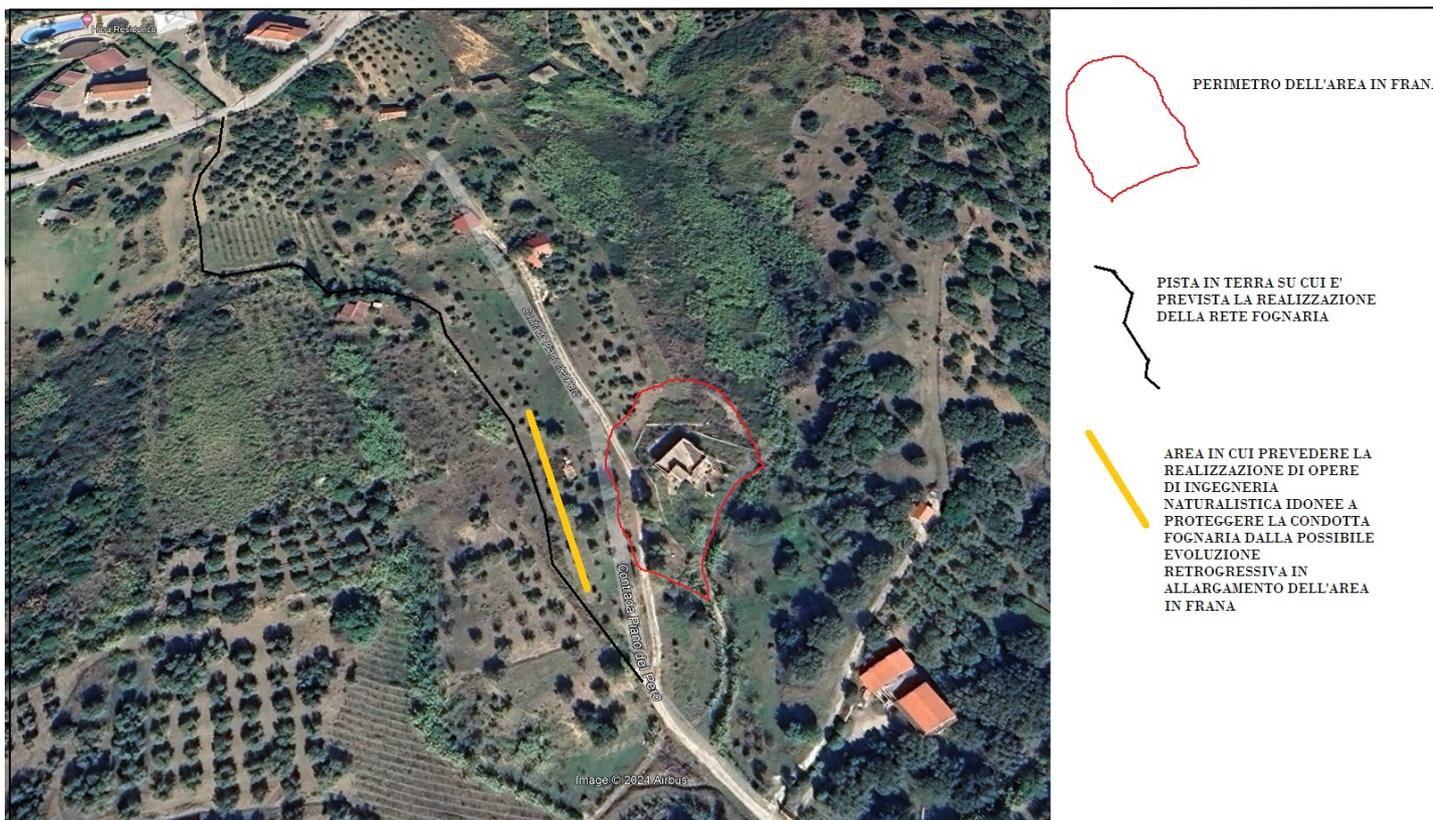


Il progetto, nel tratto alto della rete fognaria lungo Via di Piano del Pero, prevede l'alloggiamento della condotta lungo una pista in terra che si sviluppa su un crinale de posizionale. La condotta fognaria sarà ubicata a monte della stradina in deformazione.

Gli elementi morfologici e di dissesto osservati in situ fanno ipotizzare un allargamento ed arretramento verso monte del perimetro della frana.

E' opportuno che, lungo la scarpata compresa tra il sito di alloggiamento della rete fognaria e la stradina deformata, siano previsti interventi del tipo ingegneria naturalistica a protezione del sedime dell'opera interrata (fig. n°5), nei confronti di un possibile allargamento in arretramento delle deformazioni associate all'attività intermittente (funzione della piovosità stagionale) della colata lenta (tendenze morfoevolutive sfavorevoli alla stabilità).

Foto n°5 – ripresa aerea da Google Maps dell'area alta di Via Piano del Pero

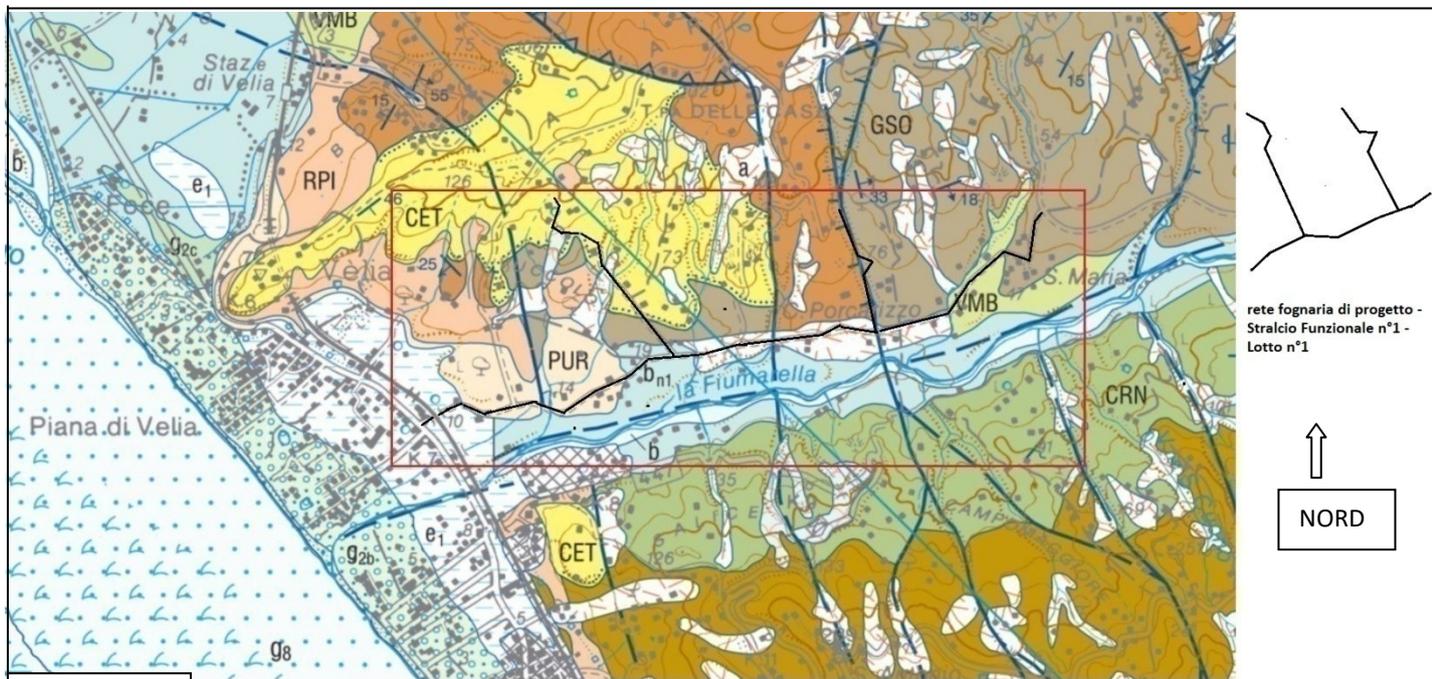


3-GEOLOGIA DELLE AREE D'INTERVENTO

La fig. n°3 rappresenta la geologia di un ambito morfologico significativo per il progetto della rete fognaria. La figura è un estratto della Carta Geologica D'Italia in scala 1:50000 (progetto CARG) Foglio n°519 “Capo Palinuro”. La fonte è il sito dell'ISPRA sul WEB.

Ovviamente i dati ricavati dalla suddetta fonte costituiscono la base di riferimento geologico con cui, successivamente, sono stati confrontati i risultati del rilevamento geologico, effettuato a scala di maggior dettaglio in modo da essere calibrato all'opera di progetto.

Fig. n°3 – estratto della Carta Geologica d'Italia Foglio n° 519 “ Capo Palinuro” (fonte ISPRA)



LEGENDA

 TNC	<p>MARNE E CALCARENITI DEL T. TRENICO Torbiditi marnoso-calcaree e marnoso-arenacee, in strati da medi a molto spessi, tabulari; marne grigie chiare in livelli spessi e argilliti sottilmente laminati, da grigio chiare a scure, raramente rossastre nella parte inferiore; areniti frequentemente carbonatiche, grigie, da medie a fini; A/P variabile da >1 a <<1. Nella parte inferiore sono talora presenti liste e noduli di selce scura. Intensa deformazione fragile pervasiva, con clivaggio tipo <i>pencil slate</i> e frequenti vene di calcite interstrato, che favoriscono un'intensa alterazione fino ad una completa decarbonatazione. Potenza massima di alcune decine di metri, in diminuzione verso est fino a costituire lenti non cartografabili in GSO. Limite superiore netto con PNL; limite inferiore rapido per alternanza con GSO con il quale, verso est, mostra anche rapporti di eteropia. CHATTIANO p.p. - BURDIGALIANO p.p. (NP25/NN1-NN3)</p>
 GSO	<p>ARGILLITI DI GENESIO Prevalenti argilliti foliate generalmente scure, talora policrome, subordinate marne scure, talora silicizzate, e torbiditi con base costituita da siltiti, arenarie fini, rare calcilutiti e areniti carbonatiche, in strati sottili e medi, talora spessi; siltiti e arenarie fini micacee, estremamente alterate, talora silicizzate o con liste di selce scura; A/P generalmente << 1. Intensa tettonizzazione con frequenti piani di frattura e clivaggio di tipo <i>pencil slate</i>; frequenti vene di calcite interstrato; localmente, pieghe mesoscopiche a cuspidate. Verso est comprende lenti, non cartografabili, litologicamente riferibili a TNC e PNL. Potenza affiorante variabile da poche decine fino ad alcune centinaia di metri. Al tetto questa litofacies passa per alternanza, marcata dall'aumento delle torbiditi marnose, a TNC; limite inferiore tettonico sui terreni delle unità tettoniche inferiori. BARTONIANO - BURDIGALIANO p.p. (NP16-NP25/NN1)</p>

Le due formazioni geologiche delle Marne e Calcareniti del Torrente Trenico e delle Argilliti di Genesio, costituiscono il substrato geologico o formazioni geologiche di base, entrambe appartenenti all' Unità Tettonica di seguito indicata.

UNITÀ TETTONICA CASTELNUOVO CILENTO
(cfr. terreni ad "affinità sicilide" Auctt.)

Sono formazioni geologiche terrigene sedimentatesi nei settori di avanfossa di bacini pelagici. L'età relativa è Oligocene sup. – Miocene inf.

Per quanto riguarda la natura litologica delle due formazioni si rimanda alla legenda nella pagina precedente.

A copertura delle formazioni geologiche di base (substrato geologico) delle Marne e Calcareniti del Torrente Trenico e delle Argilliti di Genesio affiorano altre formazioni sedimentarie di facies continentale che vengono descritte di seguito.

Queste fanno parte della successione, prevalentemente clastica, denominata :

SUCCESSIONE PLIO-QUATERNARIA DEL CILENTO



DEPOSITO DI VERSANTE S.L.



Coltri detritiche di alterazione eluvio-colluviale, di spessore variabile, a prevalente componente limoso-argillosa e sabbiosa, con scheletro detritico eterometrico da minuto a grossolano; comprendono locali depositi torrentizi prevalentemente limoso-sabbiosi, anch'essi con scheletro detritico eterometrico, talora con inclusi detritici ciottolosi, a luoghi terrazzati. È possibile che comprendano anche depositi di paleofrane che non mostrano più i tipici caratteri morfologici distintivi dei movimenti gravitativi. Dove le condizioni morfometriche e morfologiche del rilievo lo consentono, tali depositi si organizzano in con di deiezione, prevalentemente accumulati per azione della gravità. Spessori variabili, generalmente di pochi metri.

Tardo PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE

ALLUVIONI TERRAZZATE DEL I ORDINE



Depositi eterometrici ed eterogenei incoerenti, a luoghi debolmente coesivi e/o cementati, relitti, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie, ciottoli e blocchi generalmente ben arrotondati, talora molto alterati, in matrice sabbioso-ghiaiosa con intercalazioni di lenti sabbioso-limose e limo-argillose. Sono presenti caratteristiche strutture da embriciatura e/o da ostacolo. Tali depositi sono terrazzati, al massimo alcuni metri al di sopra dell'alveo attuale, ai bordi delle aree golenali, a luoghi fossilizzati da una debole copertura eluvio-colluviale pedogenizzata. In molti casi, queste aree sono interessate da impianti arborei e da strutture antropiche. Spessore variabile, da pochi metri a qualche decina di metri.

Parte terminale del PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE

ALLUVIONI ATTUALI



Depositi eterometrici ed eterogenei incoerenti, mobilizzabili, costituiti prevalentemente da ciottoli, talora embriciati, da sabbie grossolane e sabbie limose, talora da blocchi. Si rinvencono negli alvei attuali o costituiscono terrazzi poco più alti dell'alveo attuale, nell'ambito delle aree golenali. Spessore variabile, generalmente fino ad un massimo di pochi metri.

OLOCENE ATTUALE

E' emerso, a seguito del rilevamento geologico più approfondito alla scala dell'opera, che la rete fognaria di progetto, interagirà con le litologie di gran parte delle formazioni geologiche descritte, in misura maggiore con quelle di copertura, i cui terreni sono sia in giacitura primaria che secondaria (rimaneggiati).

In particolare, il tratto di nuova rete fognaria su Via della Bruca attraverserà prevalentemente terreni colluviali ed alluvionali recenti, senza intercettare quelli del substrato geologico (formazioni geologiche delle Marne e Calcareniti del Trenico e delle Argilliti di Genesisio).

Il tratto di condotta fognaria su Via Piano del Pero intercetterà le litologie della Formazione dei Conglomerati di Centola ed i depositi colluviali recenti.

Il tratto di rete fognaria che interesserà Via Piano della Spina intercetterà le litologie della Formazione delle Argilliti di Genesisio (substrato geologico/formazione geologica di base) ed i depositi colluviali recenti.

TRATTI DI CONDOTTA "A" E "B" FOGNARIA SU VIA DELLA BRUCA

Lo scavo per la rete fognaria, in base ai profili longitudinali di progetto raggiungerà profondità, a partire dal piano stradale, produrrà pareti di scavo di altezze comprese tra 1,0 e 3,0 m.

In riferimento alla fig. n°4, nel tratto fognario "A" su Via della Bruca, lo scavo coinvolgerà, inizialmente, terreni alluvionali ghiaioso-ciottolosi recenti (DAL) al di sotto di un suolo humificato limo-sabbioso.

Lo scavo proseguirà fino al termine del tratto “A” in terreni detritico-colluviali (DTCLa e DTCLb), costituiti da una matrice sabbioso-limosa marrone che ingloba elementi litoarenitici, eterometrici (DTCLa – foto n°6); da una matrice sabbioso-siltosa che ingloba elementi arenacei e calcarenitici, eterometrici, con contorni da smussati a sub arrotondati (DTCLb - foto n°7).

Foto n°6 – detriti colluviali DTCLa



Foto n°7 – detriti colluviali DTCLb

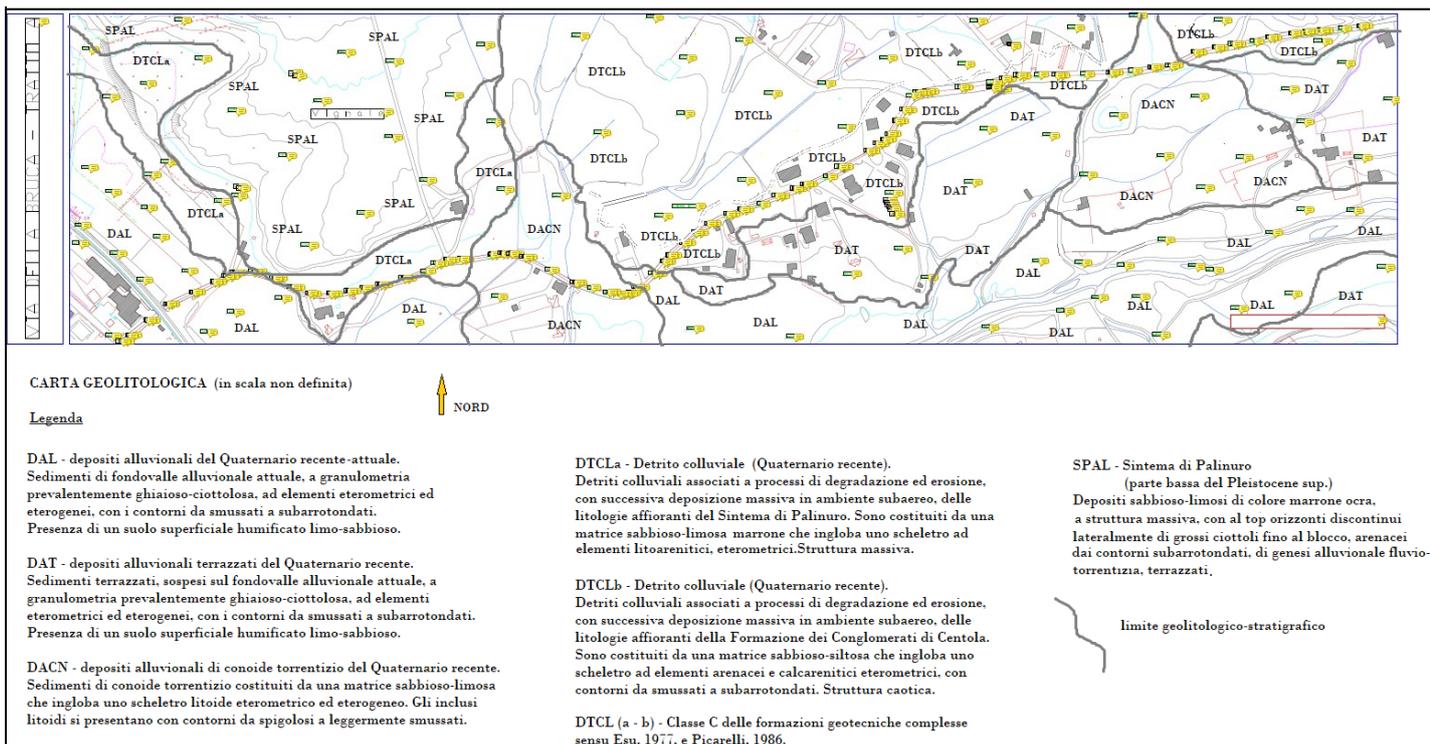


Altri terreni attraversati sono di facies di conoide alluvionale costituiti da elementi litoidi eterometrici, dai contorni da spigolosi a sub arrotondati, in matrice sabbioso limosa (DACN-foto n°8).

Foto n°8 – detriti alluvionali di conoide torrentizio (DACN)



Fig. n°4 Carta Geolitologica del tratto “A” della rete fognaria su Via della Bruca (in scala non definita)



In riferimento alla fig. n°5, il tratto fognario “B” su Via delle Bruca, impegnerà con lo scavo terreni detritico-colluviali (DTCL foto n°9), costituiti da una matrice sabbioso-limosa grigio scura che ingloba inclusi litoarenitici e marnosi, policromi ed eterometrici.

Foto n°9 – detriti colluviali DTCL



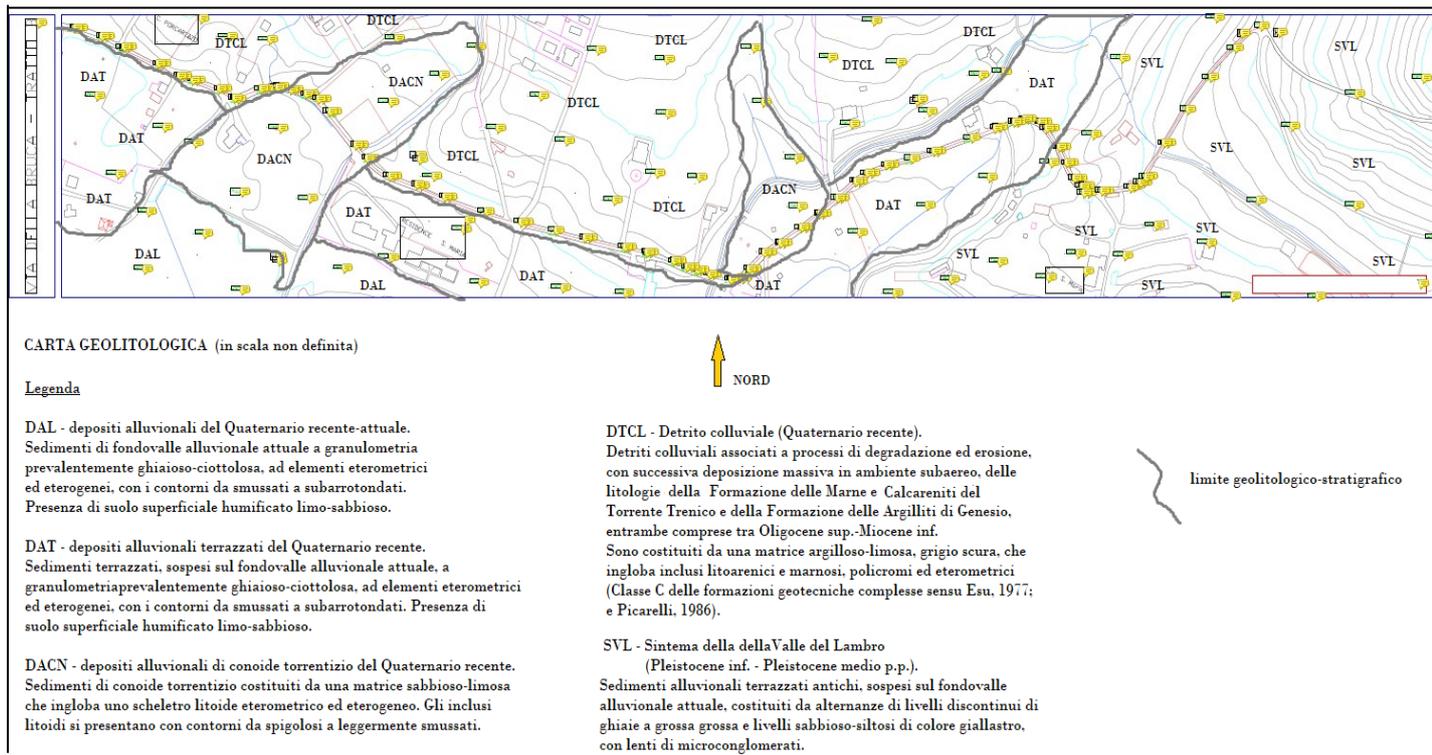
Lo scavo della condotta fognaria coinvolgerà anche i seguenti terreni:

- depositi in facies di conoide alluvionale costituiti da elementi litoidi eterometrici, dai contorni da spigolosi a sub arrotondati, in matrice sabbioso limosa (DACN - di cui alla foto n°8);
- depositi alluvionali ghiaioso-ciottolosi, ad elementi eterometrici ed eterogenei, dai contorni sia smussati che subarrotondati, terrazzati, sospesi sull'attuale fondovalle alluvionale del torrente La Fiumarella (DAT);
- terreni appartenenti al Sintema della Valle del Lambro, costituiti da alluvioni terrazzate antiche, sospesi sul fondovalle alluvionale attuale del Torrente La Fiumarella. Si tratta di livelli sabbioso-siltosi che si alternano a lenti di microconglomerati e livelli ghiaiosi grossolani (SVL). Di queste litologie nella foto n°10 è rappresentata la parte superficiale rimaneggiata e disturbata a seguito di lavorazioni agricole (aratura), in quanto non è stato possibile rinvenire, nell'intorno significativo per l'intervento di progetto, affioramenti dei litotipi di SVL, in assetto indisturbato e giacitura primaria.

Foto n°10 – terreni rimaneggiati per aratura SVL



Fig. n°5 Carta Geolitologica del tratto “B” della rete fognaria su Via della Bruca (in scala non definita)



TRATTO DI CONDOTTA FOGNARIA SU VIA PIANO DEL PERO

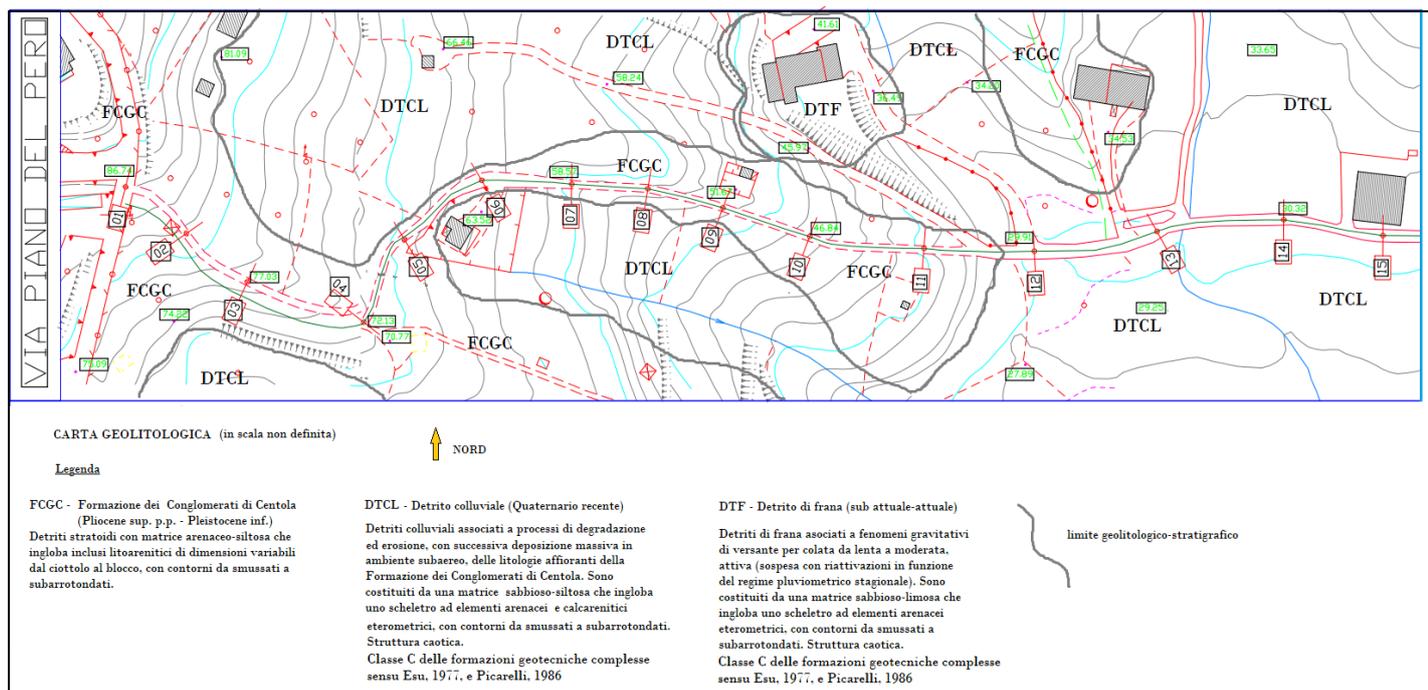
Lo scavo per la rete fognaria, in base ai profili longitudinali di progetto, raggiungerà profondità, a partire dal piano stradale, che produrrà pareti di scavo di altezze comprese tra 1,0 e 2,0 m.

Lo scavo del tratto superiore della rete fognaria su Via Piano del Pero (fig. n°6) coinvolgerà i terreni della Formazione dei Conglomerati di Centola (FCGC – foto n°11), costituiti da detriti stratoidi con matrice arenaceo-siltosa che ingloba elementi litoarenitici di dimensioni variabili dal ciottolo al blocco, con contorni da smussati a subarrotondati.

Foto n°11 – detriti della Formazione dei Conglomerati di Centola (FCGC)



Fig. n°6 Carta Geolitologica tratto sup. della rete fognaria su Via Piano del Pero (in scala non definita)



Proseguendo verso quote più basse, sempre in riferimento alla fig. n°6, e poi nel tratto inferiore della rete fognaria su Via Piano del Pero (fig. n°7), lo scavo interesserà i detriti colluviali (DTCL - foto n°12), costituiti da una matrice sabbioso-siltosa che ingloba elementi arenacei e calcarenitici eterometrici, con contorni da smussati a subarrotondati.

Fig. n°7 Carta Geolitologica tratto inf. della rete fognaria su Via Piano del Pero (in scala non definita)

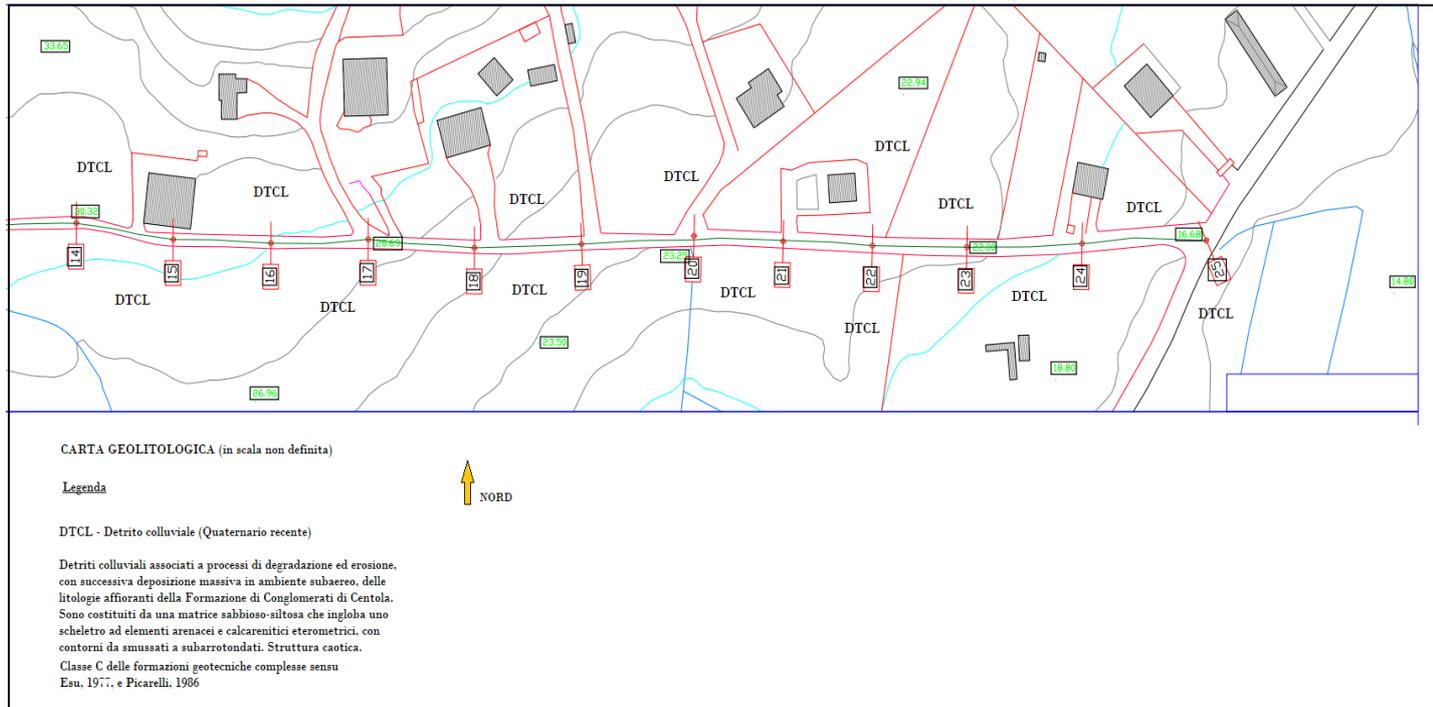


Foto n°12 – detriti colluviali (DTCL)



TRATTO DI CONDOTTA FOGNARIA SU VIA PIANO DELLA SPINA

Lo scavo per la rete fognaria, in base ai profili longitudinali di progetto, raggiungerà profondità, a partire dal piano stradale, che produrrà pareti di scavo di altezze comprese tra 1,0 e 1,50 m.

Dalla fig. n°8 si evince che lo scavo per la realizzazione della nuova condotta fognaria impegnerà per il tratto di metà superiore, le litologie argillitico-marnose silicizzate, di colore grigio scuro, e subordinatamente calcilutiti e calcareniti, grigio scure, della Formazione delle Argilliti di Genesisio (AGSO – foto n°13 e n°14).

Foto n°13 – argilliti, marne e calcareniti della Formazione delle Argilliti di Genesisio (AGSO)



Foto n°14 – argilliti, marne e calcareniti della Formazione delle Argilliti di Genesisio (AGSO)

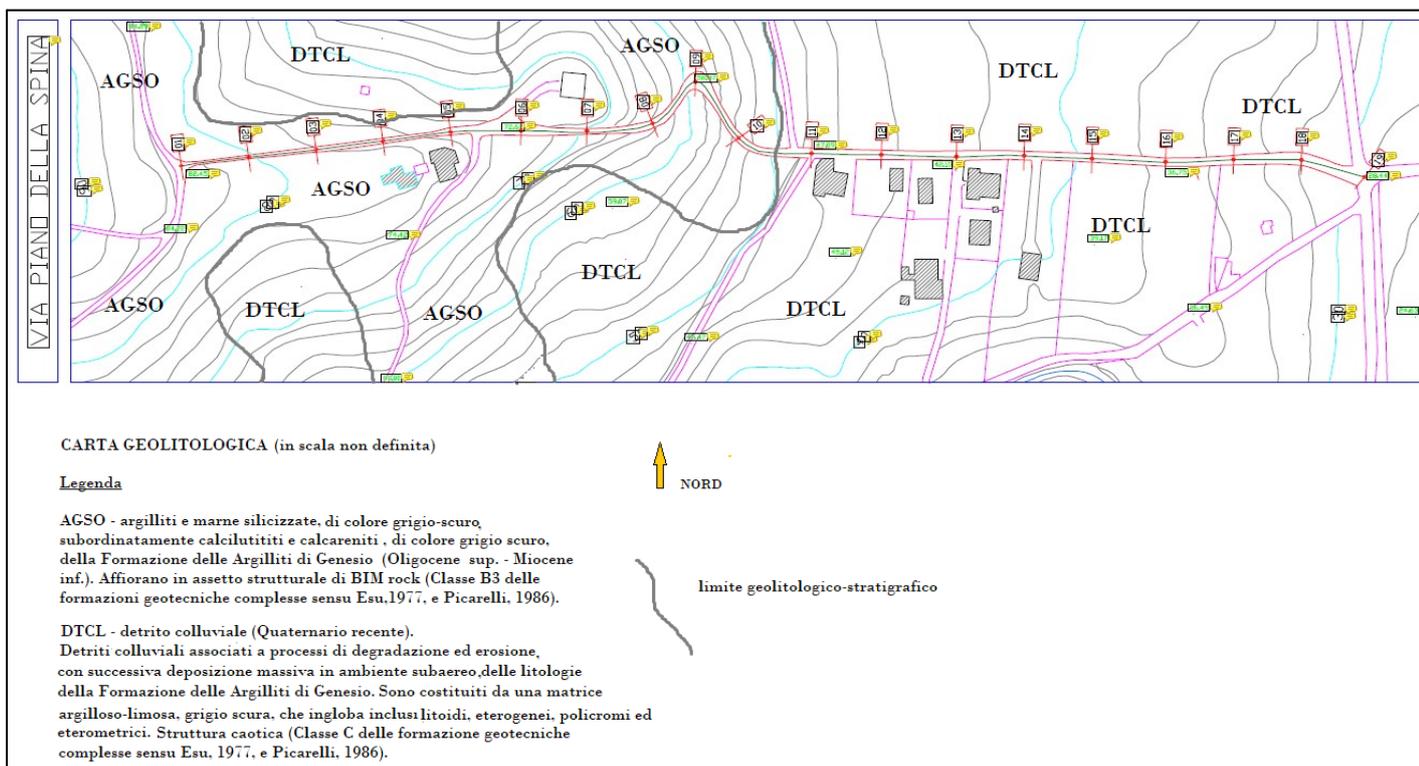


Nel tratto di metà inferiore della rete fognaria, lo scavo intercetterà i terreni detritico colluviali costituiti da una matrice argilloso-limosa, di colore grigio scuro, che ingloba inclusi litoidi eterogenei, policromi ed eterometrici (DTCL – foto n°15).

Foto n°15 – detriti colluviali (DTCL)



Fig. n°8 Carta Geolitologica tratto della rete fognaria su Via Piano della Spina (in scala non definita)



4-GEOMORFOLOGIA E STABILITA' DELLE AREE D'INTERVENTO

Il settore morfologico interessato dalla costruzione del sistema fognario occuperà aree alla base di versanti collinari ad acclività medio-basse (tratti su Via della Bruca e solo nei tratti bassi su Via Piano del Pero e su Via Piano della Spina, che si raccorderanno su Via della Bruca).

I tratti alti su Via Piano del Pero e su Via Piano della Spina, interesseranno aree di versante collinare.

Il sistema morfologico di versante collinare nella sua generalità comprende il complesso morfologico di crinale, i complessi di versante collinare denudazionale, deposizionale e di aggradazione colluviale; i complessi morfologici di ripiano collinare; le unità morfologiche di frana, creep, di vallecola a fondo concavo e di conoide torrentizio.

Nel sistema morfologico di fondovalle alluvionale rientrano i complessi morfologici di terrazzo alluvionale del Quaternario recente e dei complessi morfologici di fondovalle attuali e sub attuali del torrente La Fiumarella.

Il paesaggio è il risultato del modellamento da parte dei processi morfogenetici della dinamica esogena che hanno agito su litologie a comportamento reologico duttile, predisponente alla costruzione di una morfologia dolce e poco articolata, senza discontinuità morfostrutturali significative che potessero costituire singolarità morfologiche del rilievo.

Il reticolo idrografico di superficie è formato da fossi, a carattere torrentizio, di basso ordine gerarchico (II°); gli impluvi sono poco approfonditi ed in uno stadio geomorfologico giovanile.

Infatti, sul fianco del crinale collinare principale (vista frontale rispetto al punto delle riprese fotografiche), è possibile riconoscere la morfologia svasata degli impluvi e delle testate delle aste torrentizie, che si raccordano, secondo profili poco acclivi, alle sommità del crinale principale e dei crinali secondari.

Il livello di base dell'erosione locale, per il reticolo idrografico di superficie è correlato al livello di base del torrente La Fiumarella, a sua volta correlato al livello del mare, dove il corso d'acqua sfocia.

Lo scarso approfondimento, per erosione verticale, delle aste torrentizie collinari è correlato ad una sostanziale stabilità del livello di base dell'erosione principale per il settore geomorfologico di riferimento.

Infatti, nel fondovalle del torrente La Fiumarella sono presenti morfotipi (terrazzi) e litologie (sedimenti alluvionali grossolani) che sono associati a fasi di sovralluvionamento Oloceniche (Quaternario recente), correlabili ad una stabilità tettonica dell'area vasta, che non ha determinato repentine variazioni del livello di base dell'erosione locale.

Le caratteristiche idro-geomorfologiche descritte sono visibili nelle foto panoramiche dalla n°16 alla n°19.

Foto n°16 – foto raffigurante sullo sfondo il versante collinare interessato dalla costruzione dell'opera



Foto n°17 – foto raffigurante sullo sfondo il versante collinare interessato dalla costruzione dell'opera



Foto n°18 – foto raffigurante sullo sfondo il versante collinare interessato dalla costruzione dell’opera



Foto n°19 – foto raffigurante sullo sfondo il versante collinare interessato dalla costruzione dell’opera



TRATTI DI CONDOTTA FOGNARIA “A” E “B” SU VIA DELLA BRUCA

Le figure n°9 e n°10 rappresentano le carte geomorfologiche dei tratti “A” e “B” della rete fognaria che si svilupperà su Via della Bruca.

In esse sono cartografate le morfologie (complessi ed unità) che saranno coinvolte dalla realizzazione dell’infrastruttura a rete.

Fig. n°9 Carta Geomorfologica del tratto "A" della rete fognaria su Via della Bruca (in scala non definita)

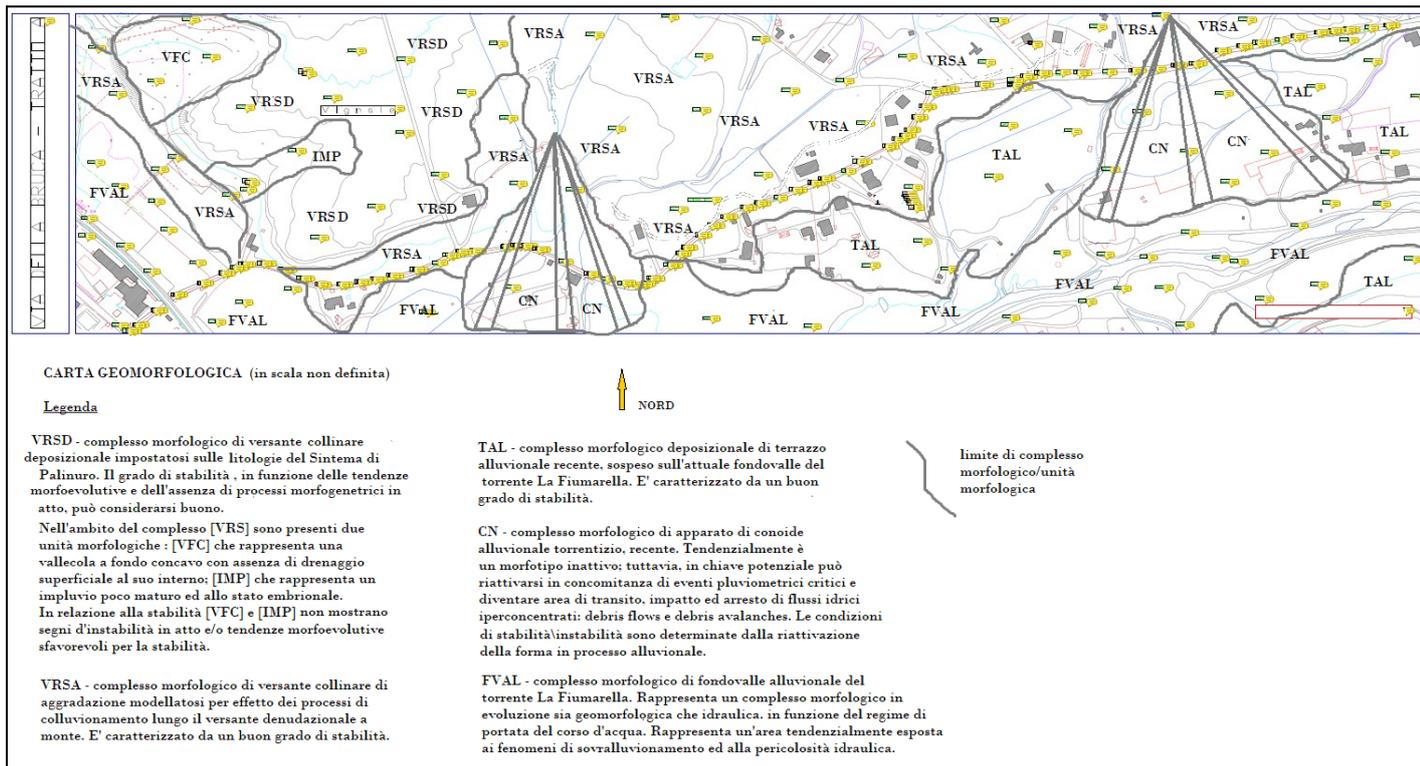
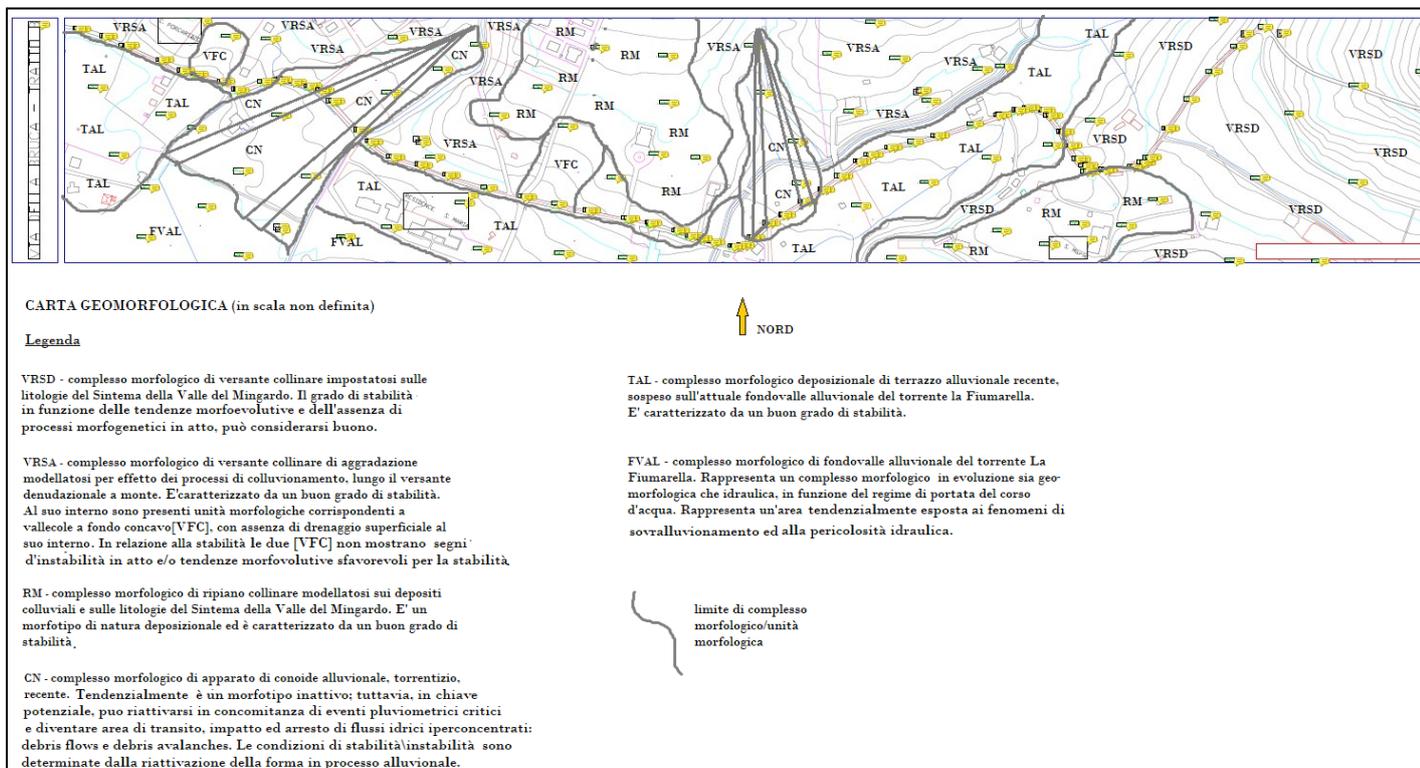


Fig. n°10 Carta Geomorfologica del tratto "B" della rete fognaria su Via della Bruca (in scala non definita)



I complessi morfologici e le unità morfologiche che saranno interessati dalla condotta fognaria per entrambi i tratti sono:

- VRSD e VRSA; complessi di versante deposizionale e di aggradazione colluviale, debolmente acclivi; condizioni di complessiva buona stabilità, legate al basso gradiente di pendio. L'unità morfologica [VFC], vallecòla a fondo concavo con assenza di drenaggio superficiale al suo interno. Morfotipo sostanzialmente stabile.
- RM; complesso di ripiano collinare, caratterizzato da un buon grado di stabilità.
- CN; complesso morfologico di conoide torrentizia (morfotipo alluvionale). Tendenzialmente è inattivo. Tuttavia, in relazione ai processi idraulici-alluvionali che lo hanno costruito, non si può escludere che, in concomitanza di eventi pluviometrici critici, se non estremi, può riattivare fenomeni border-line tra le frane a rapido cinematismo e i fenomeni alluvionali s.s., per invasione (transito, impatto ed arresto) di flussi iperconcentrati, quali sono i debris flows ed i debris avalanches.
- TAL; complesso di terrazzo alluvionale recente, caratterizzato da un buon grado di stabilità. E' sospeso sull'attuale fondovalle alluvionale del torrente La Fiumarella.
- FVAL; complesso di fondovalle alluvionale a morfologia da pianeggiante a sub-pianeggiante; condizioni di buona stabilità, riguardo ai processi morfogenetici di versante. Tuttavia, sono aree tendenzialmente esposte ai fenomeni di sovralluvionamento ed alla pericolosità idraulica, in particolare quelle a ridosso dell'attuale alveo torrentizio. La rete fognaria su via della Bruca, è a distanza di sicurezza dal letto de La Fiumarella, per cui non ci sono criticità al riguardo.

TRATTO DI CONDOTTA FOGNARIA SU VIA PIANO DEL PERO

Le figure n°11 e n°12 riportano la carte geomorfologiche del tratto della rete fognaria che si svilupperà su Via Piano del Pero.

In esse sono cartografate le morfologie (complessi ed unità) che saranno coinvolte dalla realizzazione dell'infrastruttura a rete.

I complessi morfologici e le unità morfologiche che saranno interessati dalla condotta fognaria per entrambi i tratti sono:

- RM; complesso di ripiano collinare, caratterizzato da un buon grado di stabilità.
- CRN; complesso di crinale collinare, con discreto grado di stabilità nella zona dei cresta sommitale: lateralmente passa al complesso morfologico di versante denudazionale [VRS].

- VRS; complesso di versante denudazionale, mediamente acclive; con grado di stabilità variabile in funzione della presenza o meno di processi morfogenetici legati alla gravità ed all'erosione lineare per fossi. L'unità morfologica [VFC], vallecicola a fondo concavo, è tendenzialmente instabile, per la possibilità che al suo interno possano instaurarsi processi erosivi per fossi e/o lenti fenomeni deformativi per "creep". Rispetto a questa, un'analogha unità morfologica [VFC], ubicata a quota inferiore sul versante, è sostanzialmente stabile per il basso gradiente di pendio. L'unità morfologica [FRN] è un'area instabile perché frana attiva.
- VRSA; complesso di versante di aggradazione colluviale, debolmente acclive, caratterizzata, nel complesso, da un buon grado di buona stabilità, legato al basso gradiente di pendio.
- RMA; complesso di ripiano collinare di aggradazione colluviale, caratterizzato da un buon grado di stabilità.

Fig. n°11 Carta Geomorfologica tratto sup. della rete fognaria su Via Piano del Pero (in scala non definita)

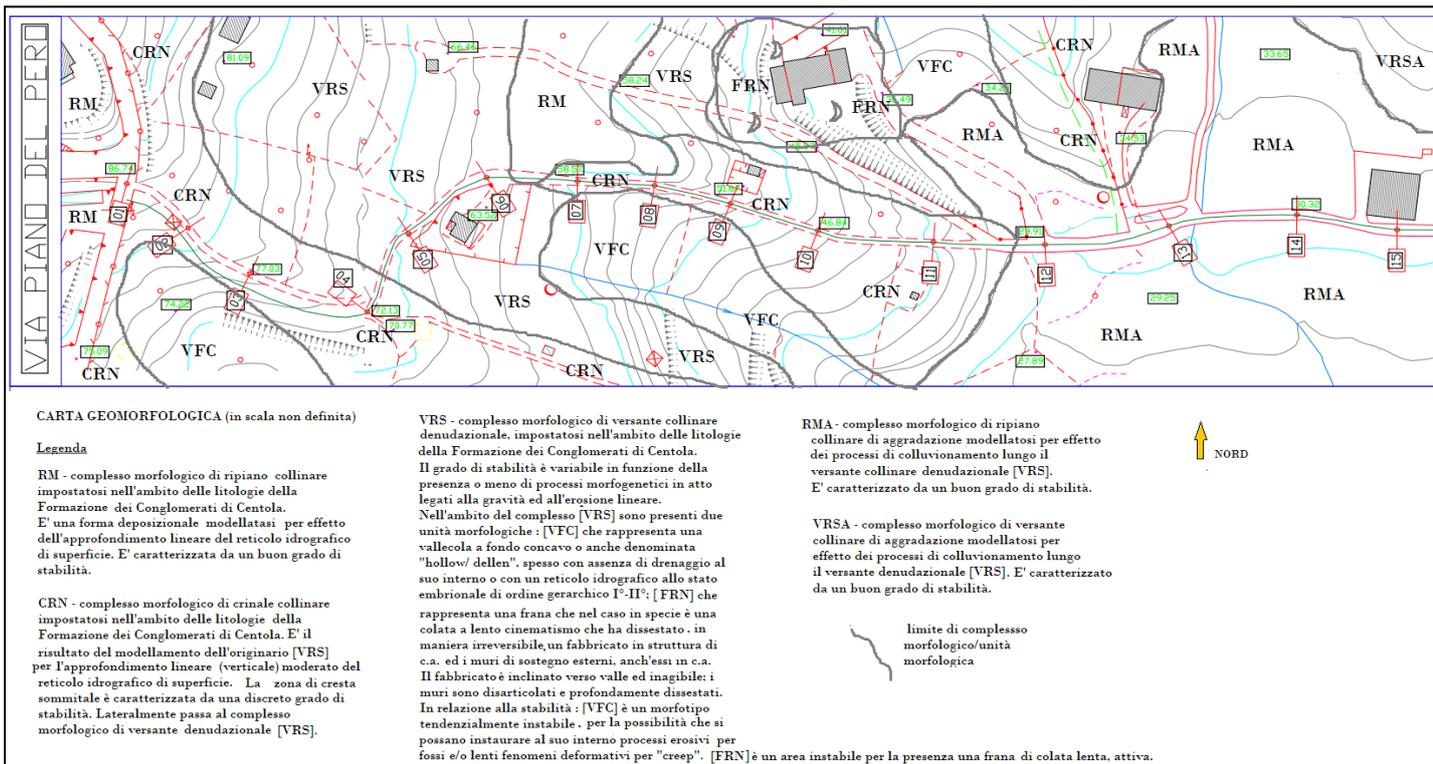
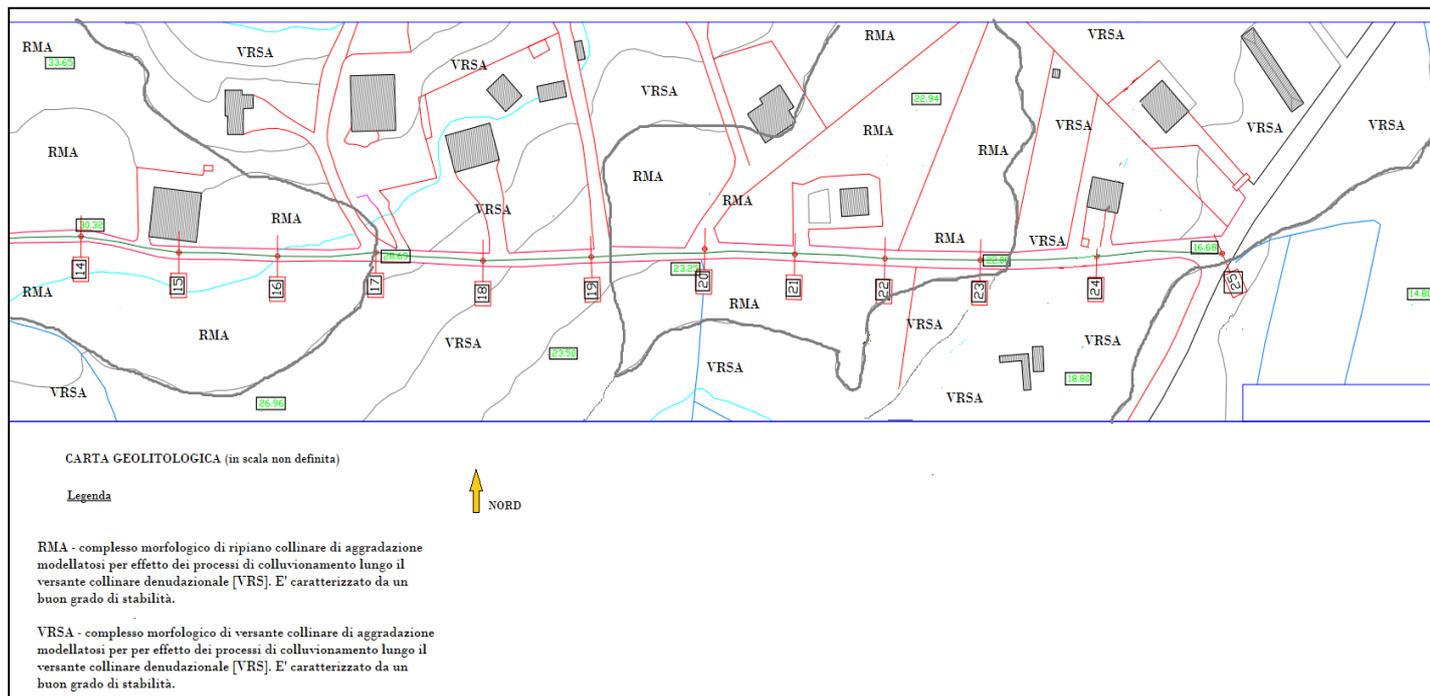


Fig. n°12 Carta Geomorfologica tratto inf. della rete fognaria su Via Piano del Pero (in scala non definita)



TRATTO DI CONDOTTA FOGNARIA SU VIA PIANO DELLA SPINA

La figura n°13 riporta la carta geomorfologica del tratto della rete fognaria che si svilupperà su Via Piano della Spina.

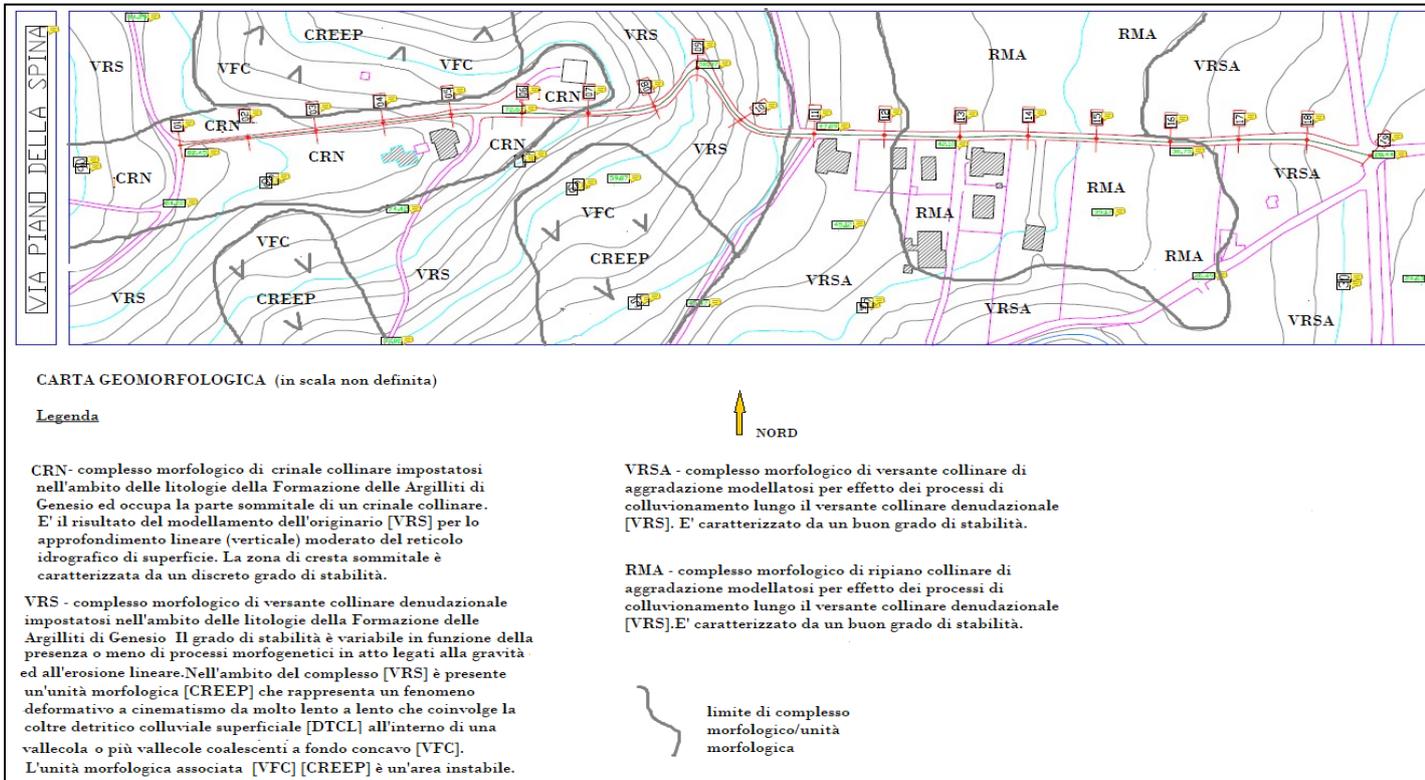
In essa sono cartografate le morfologie (complessi ed unità) che saranno coinvolte dalla realizzazione dell'infrastruttura a rete.

I complessi morfologici e le unità morfologiche che saranno interessati dalla condotta fognaria per entrambi i tratti sono:

- CRN; complesso di crinale collinare, a discreto grado di stabilità nella zona dei cresta sommitale: lateralmente passa al complesso morfologico di versante denudazionale [VRS].
- VRS; complesso di versante denudazionale, mediamente acclive; con grado di stabilità variabile in funzione della presenza o meno di processi morfogenetici legati alla gravità ed all'erosione lineare per fossi. L'unità morfologica [VFC], vallecchia a fondo concavo, è instabile, per la presenza al suo interno di un fenomeno deformativo superficiale, a cinematismo da molto lento a lento [CREEP].
- VRSA; complesso di versante di aggradazione colluviale, debolmente acclive. Nel complesso presenta condizioni di buona stabilità, legate al basso gradiente di pendio.

- RMA; complesso di ripiano collinare di aggradazione colluviale, caratterizzato da un buon grado di stabilità.

Fig. n°13 Carta Geomorfologica tratto della rete fognaria su Via Piano della Spina (in scala non definita)



5-MODELLI GEOLOGICO, GEOTECNICO ED IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO NELLE AREE D'INTERVENTO

I modelli geologici e geotecnici del sottosuolo nelle aree interessate dalla costruzione delle reti fognaria sono abbastanza semplici e poco complessi.

La particolarità dell'opera, che costituisce una rete di raccolta e convogliamento dei reflui domestici, è quella di realizzare profondità di scavo non eccessive, per cui lo sviluppo sarà prevalentemente all'interno di terreni incoerenti della copertura del Quaternario recente.

Solo per in un tratto minore, quello superiore su Via Piano del Pero, saranno intercettati litologie del substrato geologico pre-Quaternario (Formazioni delle Argilliti di Genesio; Oligocene sup.-Miocene inf.).

Di seguito si descrivono i principali caratteri geolitologici e geotecnici dei terreni nel sottosuolo che interagiranno con la rete fognaria in progetto, descritti in riferimento ai singoli tratti.

TRATTI FOGNARI "A" E "B SU VIA DELLA BRUCA"

I terreni coinvolti dalla realizzazione dell'opera saranno :

- alluvioni ghiaioso-ciottolose con matrice sabbiosa debolmente limosa, sia di fondovalle che terrazzati [DAL e TAL];
- detriti di conoide alluvionale torrentizia, con matrice sabbioso-limosa che ingloba uno scheletro ad elementi eterogenei, policromi ed eterometrici, dai contorni da smussati a subarrotondati [DACN];
- detriti colluviali con matrice sabbioso-limosa che ingloba uno scheletro ad elementi eterogenei, policromi ed eterometrici, dai contorni da irregolari e spigolosi a smussati [DTCL e DTCL(a-b)];
- livelli ghiaiosi a grana grossa alternati a livelli sabbioso-siltosi [SVL] "Sintema della Valle del Lambro.

Il comportamento geotecnico d'insieme dei suddetti litotipi è tipico di un terreno al cui interno la resistenza è fornita, in parte dalla coesione ed in parte dall'attrito interno, tra le particelle.

Le differenze litologiche tra i terreni descritti non incidono in misura rilevante sulle caratteristiche e proprietà geotecniche d'insieme.

Pertanto, è ragionevole assegnare, per tutti questi tipi di terreno, un unico set di valori ai parametri geotecnici, ricavati dai dati in possesso dello scrivente, più volte validati e verificati ex post, nel corso della pratica professionale.

In questo modo, si applica un modello geotecnico di sottosuolo, uniformato e semplificato.

I valori dei principali parametri geotecnici sono:

peso unità di volume naturale $\gamma_n = 20,3 \text{ kN/m}^3$;

peso unità di volume saturo $\gamma_{\text{sat}} = 21,2 \text{ kN/m}^3$;

coesione $c = 4,5 \text{ kN/m}^2$ o kPa;

angolo di attrito interno $\varphi = 29,6^\circ$.

Nel sottosuolo è ipotizzabile la presenza della falda freatica che si livella a quota alveo torrentizio de La Fiumarella, quindi ad una profondità variabile in relazione alla quota di progetto, che a sua volta dipende dall'andamento altimetrico del piano stradale.

In base alle osservazioni condotte nel corso del rilevamento geologico ed alle conseguenti deduzioni ed interpretazioni, la profondità della falda freatica è certamente $> 10 \text{ m}$ dal p.c., per cui, viste le profondità di scavo di progetto, non ci sarà possibilità alcuna che il livello piezometrico interferisca con i lavori di escavazione e di alloggiamento della condotta fognaria.

TRATTO FOGNARIO SU VIA PIANO DEL PERO

I terreni coinvolti dalla realizzazione dell'opera saranno :

- detriti colluviali con matrice sabbioso-limosa che ingloba uno scheletro ad elementi eterogenei, policromi ed eterometrici, dai contorni da irregolari e spigolosi a smussati [DTCL];
- detriti stratoidi con matrice arenaceo-siltosa che ingloba inclusi litoarenitici di dimensioni variabili dal ciottolo al blocco, con contorni da smussati a subarrotondati [FCGC] “Formazione dei Conglomerati di Centola”.

Anche in questo caso, come nel precedente, il comportamento geotecnico d'insieme dei suddetti litotipi è tipico di un terreno al cui interno la resistenza è fornita, in parte dalla coesione ed in parte dall'attrito interno, tra le particelle.

Le differenze litologiche tra i terreni descritti non incidono in misura rilevante sulle caratteristiche e proprietà geotecniche d'insieme.

Come per il tratto fognario precedente, è ragionevole assegnare, per tutti questi tipi di terreno, un unico set di valori ai parametri geotecnici, ricavati dai dati in possesso dello scrivente, più volte validati e verificati ex post, nel corso della pratica professionale.

Anche in questo caso, si applica un modello geotecnico di sottosuolo, uniformato e semplificato, con i valori delle principali grandezze fisico – meccaniche, analoghi ai precedenti:

peso unità di volume naturale $\gamma_n = 20,3 \text{ kN/m}^3$;

peso unità di volume saturo $\gamma_{\text{sat}} = 21,2 \text{ kN/m}^3$;

coesione $c = 4,5 \text{ kN/m}^2$ o kPa;

angolo di attrito interno $\varphi = 29,6^\circ$.

In base alle osservazioni condotte nel corso del rilevamento geologico, non sono emerse evidenze idrogeologiche di superficie tali da far ipotizzare la presenza di una falda freatica superficiale lungo il versante.

Di conseguenza, date le profondità di scavo di progetto, non ci sarà alcuna interferenza tra falda freatica ed i lavori di escavazione e di alloggiamento della condotta fognaria.

TRATTO FOGNARIO SU VIA PIANO DELLA SPINA

I terreni coinvolti dalla realizzazione dell'opera saranno :

- detriti colluviali con matrice sabbioso-limosa che ingloba uno scheletro ad elementi eterogenei, policromi ed eterometrici, dai contorni da irregolari e spigolosi a smussati [DTCL];
- argilliti e marne silicizzate subordinatamente calcareniti e calcilutiti, di colore grigio scuro, della Formazione delle Argilliti di Genesio [AGSO].

Il comportamento geotecnico di [DTCL] è, tipico di un terreno al cui interno la resistenza è fornita, in parte dalla coesione ed in parte dall'attrito interno, tra le particelle.

Pertanto, nel modello geotecnico di sottosuolo i valori delle principali grandezze fisico – meccaniche di [DTCL] sono:

peso unità di volume naturale $\gamma_n = 20,3 \text{ kN/m}^3$;

peso unità di volume saturo $\gamma_{\text{sat}} = 21,2 \text{ kN/m}^3$;

coesione $c = 4,5 \text{ kN/m}^2$ o kPa;

angolo di attrito interno $\varphi = 29,6^\circ$.

L'assetto strutturale dei litotipi di [AGSO] è tipico delle BIM rock (block in matrix rock) anche classificate come "B3" nelle formazioni geotecniche complesse (Esu, 1977; Picarelli, 1986), per cui il loro comportamento geotecnico è influenzato dallo stress tettonico e dagli sforzi di taglio ripetuti subiti, che ne determinano l'assetto strutturale in affioramenti mostrato in foto n°20.

Foto n°20 – argilliti e marne silicizzate in assetto strutturale di classe "B3" [BIM rock]



Nel modello geotecnico di sottosuolo, semplificato, i valori delle principali grandezze fisico – meccaniche di [AGSO] sono riferiti alla matrice, prevalentemente di natura pelitica, che ingloba i litorelitti, tenendo conto che in tal modo si caratterizza [AGSO], in condizioni sottostimate (a vantaggio di sicurezza):

peso unità di volume naturale $\gamma_n = 19,1 \text{ kN/m}^3$;

peso unità di volume saturo $\gamma_{\text{sat}} = 20,3 \text{ kN/m}^3$;

coesione $c = 22 \text{ kPa}$ o kN/m^2 ;

angolo di attrito interno $\varphi = 21,9^\circ$.

Infine, in base alle osservazioni condotte nel corso del rilevamento geologico, non sono emerse evidenze idrogeologiche di superficie tali da far ipotizzare la presenza di una falda freatica superficiale lungo il versante.

Di conseguenza, date le profondità di scavo di progetto, non ci sarà alcuna interferenza tra falda freatica ed i lavori di escavazione e di alloggiamento della condotta fognaria.

PROVENIENZA DEI DATI GEOTECNICI

I valori attribuiti ai terreni che saranno coinvolti negli scavi della condotta fognaria derivano da prove geotecniche di laboratorio effettuate su campioni di terreno che, per caratteri litologici, formazionali, strutturali e tessiturali simili, sono rappresentativi di quelli affioranti nelle aree interessate dalla realizzazione della rete fognaria.

Le prove di laboratorio sono state eseguite, per i parametri geotecnici attribuiti ai terreni [DAL;TAL; DACN; DTCL e DTCL(a-b); FCGC; SVL], dalla Laborgeo s.r.l. di Matera; per i parametri geotecnici attribuiti ai terreni [AGSO], dalla I.P.M. s.r.l. di Atena Lucana (SA)

Entrambi i laboratori geotecnici erano muniti all'epoca delle prove delle necessarie autorizzazioni ministeriali per l'esecuzione delle prove di laboratorio su terre e rocce.

Questi risultati, più volte verificati e validati nel corso della propria attività professionale, fanno parte del bagaglio conoscitivo dello scrivente che, pertanto, li considera attendibili.

Di seguito, sono state inserite nel testo le tabelle ed i grafici che riportano i risultati delle prove geotecniche di laboratorio da cui sono stati ricavati i valori dei principali parametri fisico-meccanici attribuiti ai terreni di [DAL;TAL; DACN; DTCL e DTCL(a-b); FCGC; SVL] ed ai terreni di [AGSO].

TABELLE E GRAFICI DEI VALORI ATTRIBUITI AI PARAMETRI GEOTECNICI RIFERITI AI TERRENI [DAL;TAL; DACN; DTCL e DTCL(a-b); FCGC; SVL]



Laborgeo s.r.l.
Via Dei Mestieri n° 16 – 75100 MATERA
Tel. 0835.387641 - E-mail: laborgeo@tin.it

LABORGEO

UNI EN ISO 9001:2015

Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – C.S.L.P.

Decreto 0000073 del 09.04.2020 Settore "A" e "B"

Prove di laboratorio su Terre, Rocce e Aggregati

Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del 30% ai sensi della L.R. 01/2011 e s.m.i. del fabbricato sito alla frazione Capitello, – Ispani (SA)

Verbale di accettazione n° 64T/2022 del 01.03.2022

Certificati emessi dal n° 951T/2022 al n° 955T/2022

COMMITTENTE:	
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitello - Ispani (SA)
SONDAGGIO: T1	CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.20

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	12,0	%
Peso di volume	20,3	kN/m ³
Peso di volume secco	18,1	kN/m ³
Peso di volume saturo	21,2	kN/m ³
Peso specifico	26,2	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,445	
Porosità	30,8	%
Grado di saturazione	72,4	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A1-b	I.G. = 0

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	33,3	%
Sabbia	43,1	%
Limo	16,6	%
Argilla	7,0	%
D 10	0,009190	mm
D 50	1,091993	mm
D 60	2,676453	mm
D 90	19,374390	mm
Passante set. 10	56,6	%
Passante set. 42	39,4	%
Passante set. 200	23,6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	4,5	kPa	ϕ' 29,6 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Limo sabbioso con ghiaia di colore marrone

COMMITTENTE:			
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitulo - Ispani (SA)		
SONDAGGIO:	T1	CAMPIONE:	C1
		PROFONDITA': m	1,00 - 1,20

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.	Sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa
-------------------	---

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

Abaco di plasticità di Casagrande	
I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,00$	
A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,00	

CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa	
1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto	

CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 0,0kPa	
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0,0kPa	
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0,00	
Limo sabbioso con ghiaia di colore marrone	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00951	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/03/22	Inizio analisi: 02/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 64T-22 del 01.03.22		Apertura campione: 01.03.22	Fine analisi: 03/03/22

COMMITTENTE:		
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitello - Ispani (SA)	
SONDAGGIO: T1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.20

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 12,0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo sabbioso con ghiaia di colore marrone



SGEO - Laboratorio 6.3 - 2021

Lo sperimentatore
Dr. Geol. Daniele Santospirito

Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Angelo Capodilupo

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00952	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/03/22	Inizio analisi: 02/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 64T-22 del 01.03.22		Apertura campione: 01.03.22	Fine analisi: 02/03/22

COMMITTENTE:					
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitulo - Ispani (SA)				
SONDAGGIO:	T1	CAMPIONE:	C1	PROFONDITA':	m 1.00 - 1.20

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20,3 kN/m³

Limo sabbioso con ghiaia di colore marrone

SGEO - Laboratorio 6.3 - 2021

Lo sperimentatore
Dr. Geol. Daniele Santos



Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Angelo Capodilupo

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00953	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/03/22	Inizio analisi: 07/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 64T-22 del 01.03.22		Apertura campione: 01.03.22	Fine analisi: 08/03/22

COMMITTENTE:			
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitulo - Ispani (SA)		
SONDAGGIO: T1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	1,00 - 1,20

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,2 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,2 kN/m³

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Limo sabbioso con ghiaia di colore marrone

SGEO - Laboratorio 6.3 - 2021

Lo sperimentatore
 Dr. Geol. Daniele Santospirito



Direttore del Laboratorio
 Dr. Geol. Angelo Capodilupo

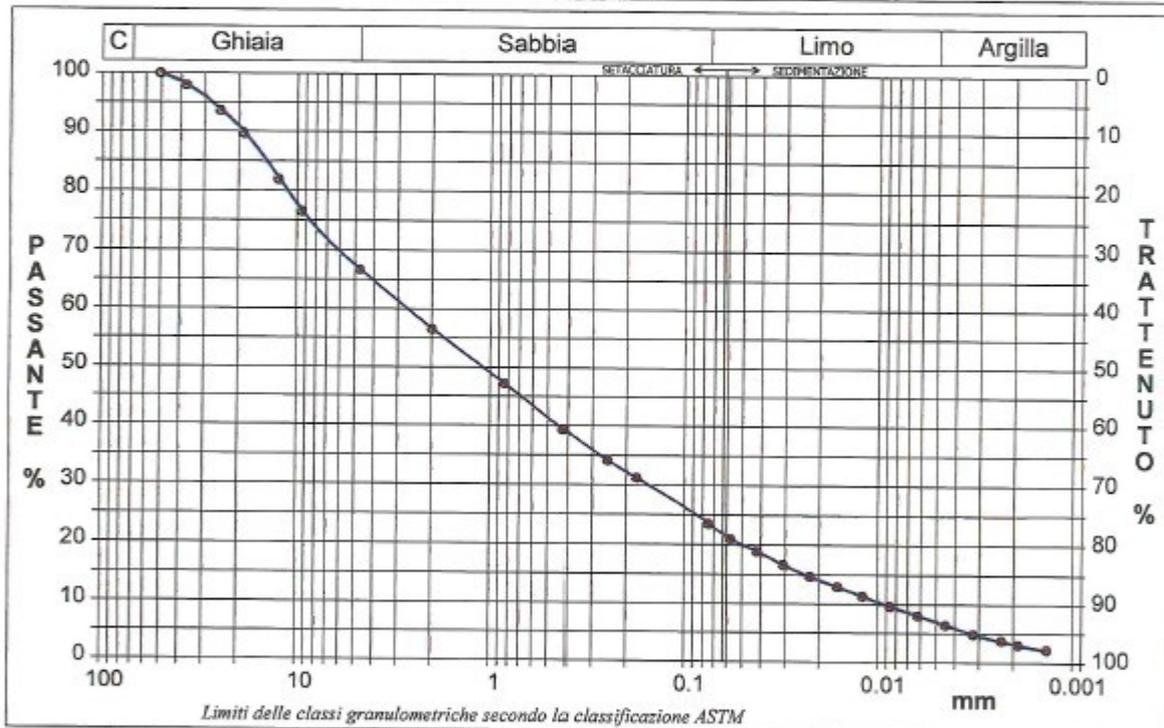
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00954	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/03/22	Inizio analisi: 08/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 64T-22 del 01.03.22		Apertura campione: 01.03.22	Fine analisi: 09/03/22

COMMITTENTE:			
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitulo - Ispani (SA)		
SONDAGGIO: T1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1,00 - 1,20	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	33,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	56,6 %	D10	0,00919 mm
Sabbia	43,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	39,4 %	D30	0,15406 mm
Limo	16,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	23,6 %	D50	1,09199 mm
Argilla	7,0 %			D60	2,67645 mm
Coefficiente di uniformità		291,24	Coefficiente di curvatura		0,96
			D90		19,37439 mm



Diametro mm	Passante %								
50,8000	100,00	9,5200	76,54	0,2500	34,18	0,0307	16,66	0,0062	8,10
37,5000	97,95	4,7500	66,74	0,1770	31,24	0,0223	14,69	0,0045	6,50
25,0000	93,58	2,0000	56,58	0,0750	23,56	0,0161	12,99	0,0032	4,90
19,0000	89,73	0,8410	47,16	0,0577	20,99	0,0120	11,39	0,0023	3,77
12,5000	81,94	0,4200	39,39	0,0421	18,92	0,0087	9,70	0,0019	3,11

Limo sabbioso con ghiaia di colore marrone

SGEO - Laboratorio 6.3 - 2021

Lo sperimentatore
 Dr. Geol. Daniele Santospirito



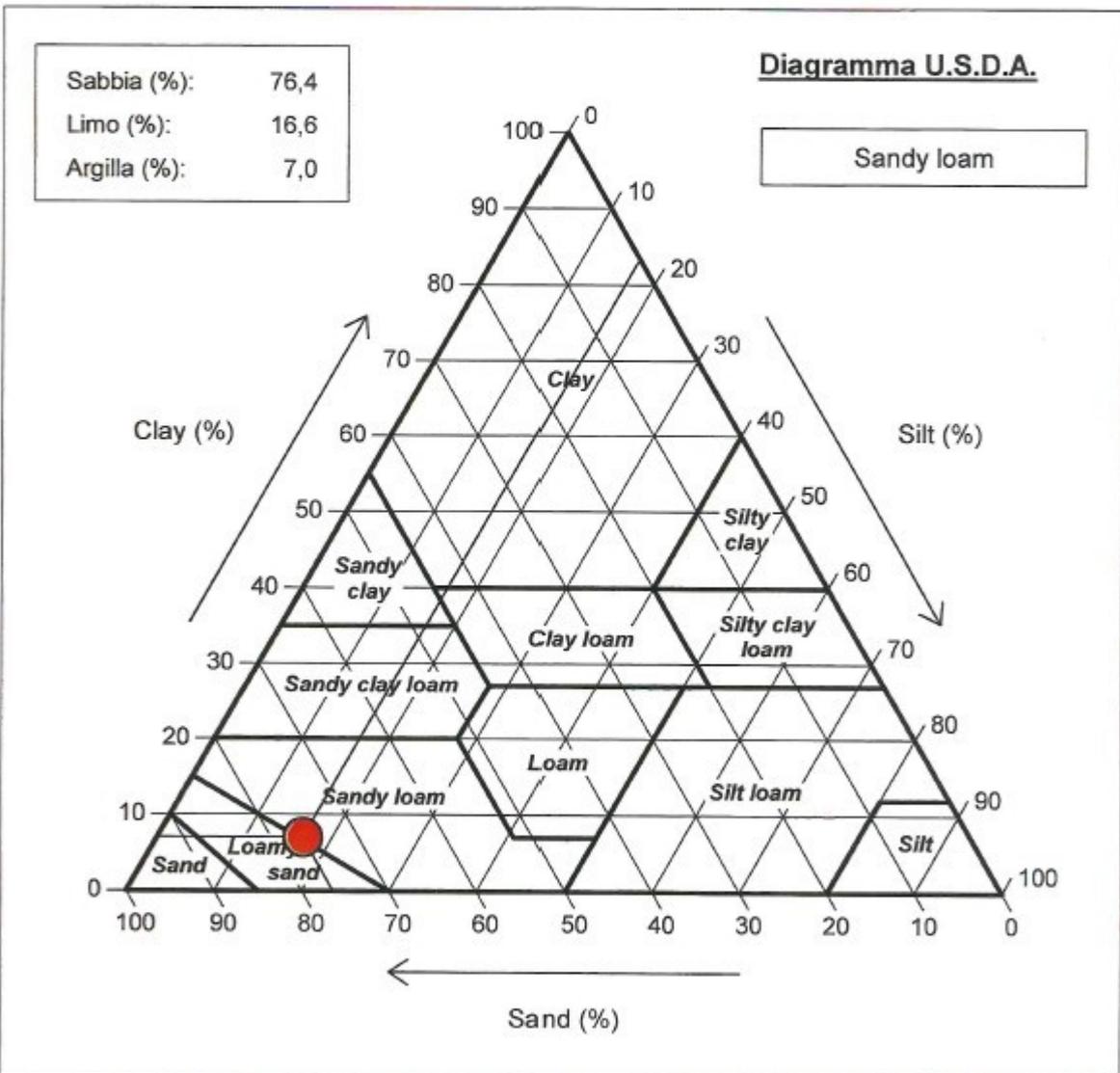
Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Geol. Angelo Capodilupo

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00954	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 14/03/22	Inizio analisi: 08/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 64T-22	del 01.03.22	Apertura campione: 01.03.22	Fine analisi: 09/03/22

COMMITTENTE:			
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitello - Ispani (SA)		
SONDAGGIO: T1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.20	

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



Limo sabbioso con ghiaia di colore marrone

SGEO - Laboratorio 6.3 - 2021

Lo sperimentatore
 Dr. Geol. Daniele Santospirito

Direttore del Laboratorio
 Geol. Angelo Capodilupo



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00954	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 14/03/22	Inizio analisi: 08/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 64T-22 del 01.03.22		Apertura campione: 01.03.22	Fine analisi: 09/03/22

COMMITTENTE:			
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitello - Ispani (SA)		
SONDAGGIO: T1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.20	

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	56,6	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	39,4	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	23,6	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	---	%
Limite di plasticità	---	%
Indice di plasticità	---	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A1-b INDICE DI GRUPPO: 0

Tipi usuali dei materiali principali:

Ghiaia o breccia, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane

Limo sabbioso con ghiaia di colore marrone

SGEO - Laboratorio 6.3 - 2021

Lo sperimentatore
 Dr. Geol. Daniele Santospirito



Il direttore del Laboratorio
 Dr. Geol. Angelo Capodilupo

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00955	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 14/03/22	Inizio analisi: 07/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 64T-22 del 01.03.22		Apertura campione: 01.03.22	Fine analisi: 10/03/22

COMMITTENTE:			
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitello - Ispani (SA)		
SONDAGGIO: T1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.20	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	12,0 12,3	12,1 12,5	12,1 12,6
Peso di volume (kN/m³):	20,3	20,4	20,3
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,002 mm / min	

DIAGRAMMA
 Tensione
 Deformazione orizzontale

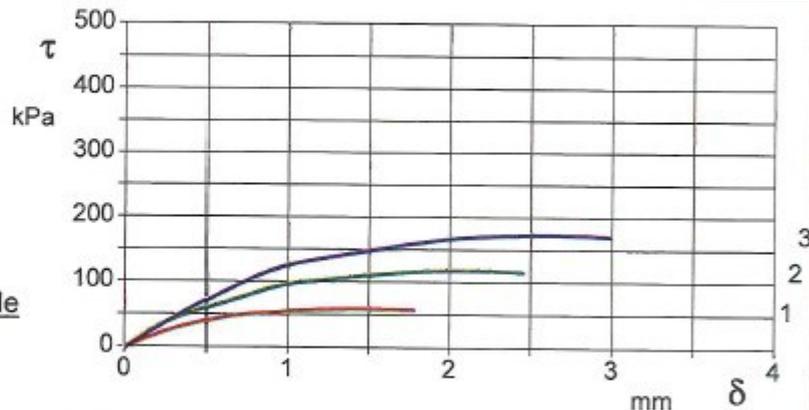
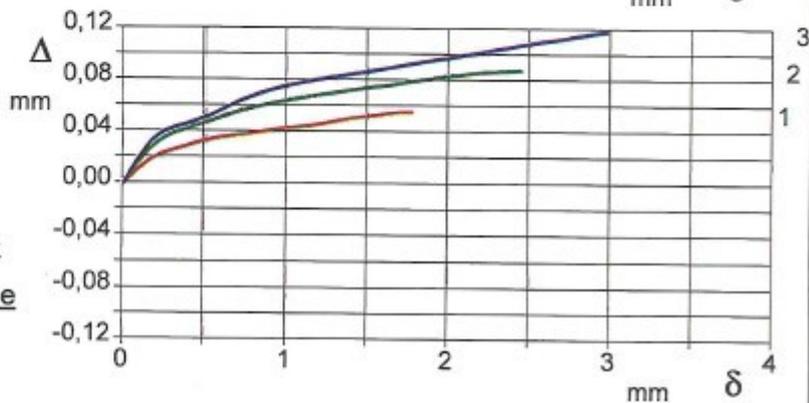


DIAGRAMMA
 Deformazione verticale
 Deformazione orizzontale



Limo sabbioso con ghiaia di colore marrone

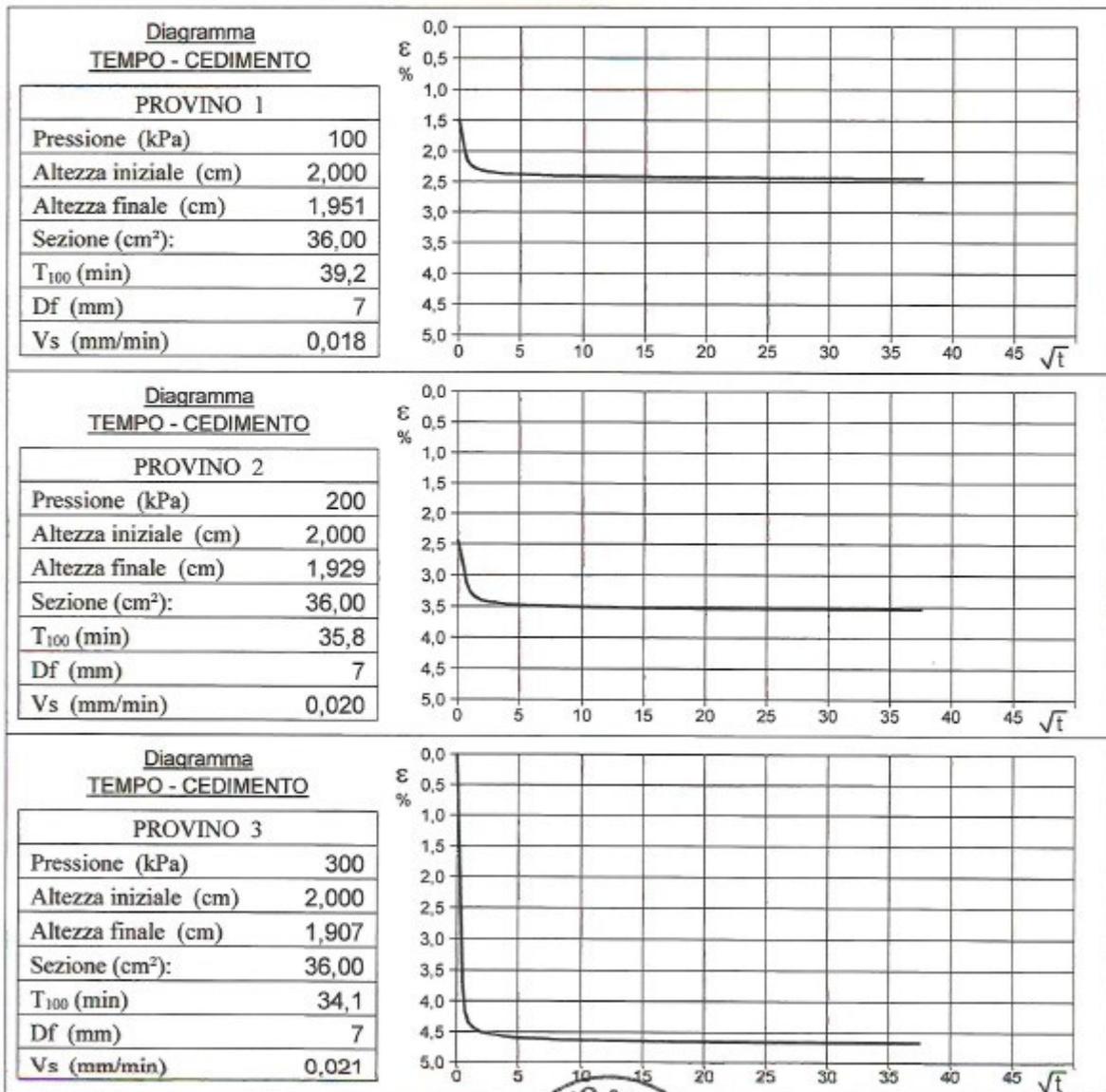


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00955	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 14/03/22	Inizio analisi: 07/03/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 64T-22 del 01.03.22		Apertura campione: 01.03.22	Fine analisi: 10/03/22

COMMITTENTE			
RIFERIMENTO:	Progetto di demolizione e ricostruzione con ampliamento del fabbricato sito alla frazione Capitello - Ispani (SA)		
SONDAGGIO: T1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	1.00 - 1.20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata $tf = 10 \times T_{100}$ Vs = Df / tf



**TABELLE E GRAFICI DEI VALORI ATTRIBUITI AI
PARAMETRI GEOTECNICI RIFERITI AI TERRENI [AGSO]**



ISTITUTO TECNOLOGICO SPERIMENTALE

PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE E AGGREGATI
Autorizzazione rilasciata dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. N° 23401 del 31.03.1983 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 29 della Legge N° 1086/1971 e dell'Art. 99 del D.P.R. N° 381/2001 e Circolare N° 7617/STC del 08.09.2010

PROVE GEOTECNICHE SULLE TERRE E SULLE ROCCE
Autorizzazione rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con D.M. N° 7728 del 02.08.2012 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 58 del D.P.R. N° 380/2001 e Circolare N° 7619/STC del 08.09.2010

	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Romanzi Giuseppe	RIF. ACCETTAZIONE: TR1176 del 05/09/23
RIFERIMENTO: ristrutturaz. edilizia con demoliz. e ricostruz. di un fabbricato in località Marcaneto, frazione Scarlo - San Giovanni a Piro (SA)		
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,10 - 2,40
MODULO RIASSUNTIVO		

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	13,7	%
Peso di volume	19,1	kN/m ³
Peso di volume secco	16,8	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,3	kN/m ³
Peso specifico	26,4	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,571	
Porosità	36,4	%
Grado di saturazione	64,2	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
----------	-----	----------------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	22,0	kPa	ϕ 21,9 °
c Res		kPa	ϕ Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia		%
Limo		%
Argilla		%
D 10		mm
D 50		mm
D 60		mm
D 90		mm
Passante set. 10	0,0	%
Passante set. 40	0,0	%
Passante set. 200	0,0	%

PROVA EDOMETRICA

σ	E	Cv	k
kPa	kPa	cm ² /sec	cm/sec

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------



LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (Sa) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell.380.3125804 - 348.6909389 - 335.7165650 - Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00 - S.D.I. M5UXCR1

www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it



Organizzazione con Scopo di Gestione della Qualità
Certifica UNI EN ISO 9001:2015 - N° Q132832



ISTITUTO TECNOLOGICO SPERIMENTALE

PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE E AGGREGATI

Autorizzazione rilasciata dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. N° 23401 del 31.03.1983 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 20 della Legge N° 1090/1971 e dell'Art. 59 del D.P.R. N° 380/2001 e Circolare N° 7617/STC del 06.09.2010

PROVE GEOTECNICHE SULLE TERRE E SULLE ROCCE

Autorizzazione rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con D.M. N° 7726 del 02.08.2012 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 50 del D.P.R. N° 380/2001 e Circolare N° 7619/STC del 06.09.2010

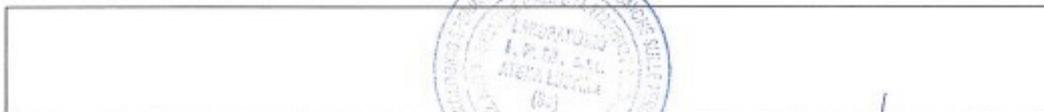
CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1176/A1	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/09/23	Inizio analisi: 13/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1176 del 05/09/23		Apertura campione: 13/09/23	Fine analisi: 14/09/23

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Romanzi Giuseppe		RIF. ACCETTAZIONE: TR1176 del 05/09/23	
RIFERIMENTO: ristrutturaz. edilizia con demoliz. e ricostruz. di un fabbricato in località Marcaneto, frazione Scario - San Giovanni a Piro (SA)			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,10 - 2,40	
CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE			
Modalità di prova: Norma ASTM D 2216			

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 13,7 %

Struttura del materiale: Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (Sa) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell.380.3125804 - 348.6909389 - 335.7165650 - Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00 - S.D.I. M5UXCR1

www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it



Organizzazione con Sistema di Gestione della Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001:2015 - N. 0111289



ISTITUTO TECNOLOGICO SPERIMENTALE

PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE E AGGREGATI
Autorizzazione rilasciata dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. N° 23401 del 31/03/1993 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 20 della Legge N° 1086/1971 e dell'Art. 59 del D.P.R. N° 380/2001 e Circolare N° 7011/STC del 08/09/2010

PROVE GEOTECNICHE SULLE TERRE E SULLE ROCCE
Autorizzazione rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con D.M. N° 7728 del 02/08/2012 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. N° 380/2001 e Circolare N° 7618/STC del 08/09/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1176/B1	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/09/23	Inizio analisi: 13/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1176	del 05/09/23	Apertura campione: 13/09/23	Fine analisi: 13/09/23

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Romanzi Giuseppe		RIF. ACCETTAZIONE: TR1176 del 05/09/23
RIFERIMENTO: ristrutturaz. edilizia con demoliz. e ricostruz. di un fabbricato in località Marcaneto, frazione Scario - San Giovanni a Piro (SA)		
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,10 - 2,40

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,1 kN/m³

Nota: il peso di volume è stato determinato su provini ricostituiti.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Rotenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (Sa) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell.380.3125804 - 348.6909369 - 335.7165650 - Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00 - S.D.I. M5UXCR1

www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it



Organizzato con Iscra il Gestore della Qualità
Certificazioni UNI EN ISO 9001:2015 - UNI EN ISO 14001



ISTITUTO TECNOLOGICO SPERIMENTALE

PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE E AGGREGATI

Autorizzazione rilasciata dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. N° 29401 del 31.03.1963 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 20 della Legge N° 1088/1971 e dell'Art. 51 del D.P.R. N° 380/2001 e Circolare N° 7613/STC del 08.09.2010

PROVE GEOTECNICHE SULLE TERRE E SULLE ROCCE

Autorizzazione rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con D.M. N° 7728 del 02.06.2012 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. N° 380/2001 e Circolare N° 7618/STC del 08.09.2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1176/C1	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/09/23	Inizio analisi: 14/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1176	del 05/09/23	Apertura campione: 13/09/23	Fine analisi: 14/09/23

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Romanzi Giuseppe			RIF. ACCETTAZIONE: TR1176 del 05/09/23
RIFERIMENTO: ristrutturaz. edilizia con demoliz. e ricostruz. di un fabbricato in località Marcaneto, frazione Scario - San Giovanni a Piro (SA)			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,10 - 2,40	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,4

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,3

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,8 °C

Disaerazione eseguita per bollitura



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Cappozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (Sa) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell.380.3125804 - 348.6909389 - 335.7165650 - Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 611 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00 - S.D.I. MSUXCR1

www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it



ISTITUTO ITALIANO
CERTIFICAZIONE
QUALITÀ
Organizzazione con Sistema di Gestione della Qualità
Certificata UNI EN ISO 9001:2015 - N. Q12228

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1176/D1	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 22/09/23	Inizio analisi: 13/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1176 del 05/09/23		Apertura campione: 13/09/23	Fine analisi: 15/09/23

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Romanzi Giuseppe	RIF. ACCETTAZIONE: TR1176 del 05/09/23
RIFERIMENTO: ristrutturaz. edilizia con demoliz. e ricostruz. di un fabbricato in località Marcaneto, frazione Scario - San Giovanni a Piro (SA)	
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,10 - 2,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	200	400	600
Tensione a rottura (kPa):	101	184	262
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4,99 -0,46	4,60 -0,30	4,13 -0,41
Umidità iniziale e umidità finale (%):	13,9 17,7	13,3 16,2	13,7 15,6
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,1 21,8	19,1 22,0	19,0 22,8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	65,2 100,0	63,5 100,0	64,0 100,0

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	22,0 kPa
Angolo di attrito interno:	21,9 °
Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

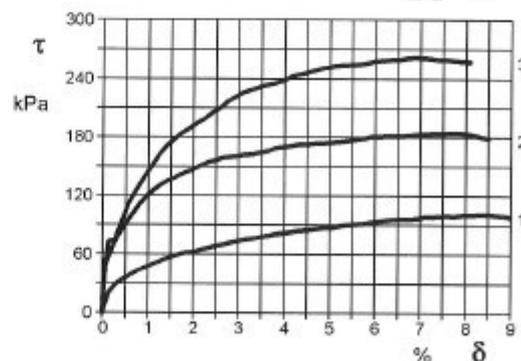
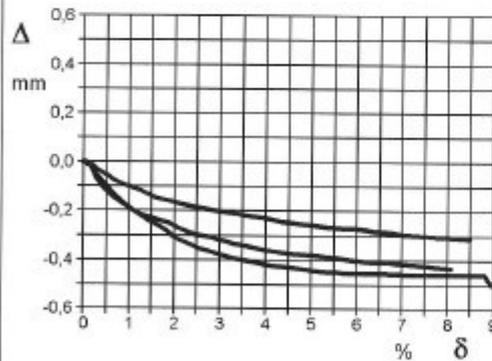
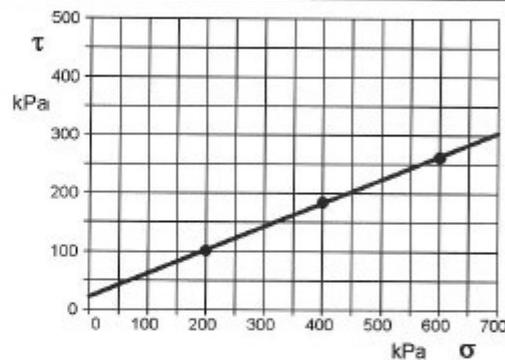


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Lo Sperimentatore
Ing. Concetta Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.
 S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (Sa) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell.380.3125804 - 348.6909389 -
 335.7165650 - Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 -
 Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00 - S.D.I. M5UXCR1
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it



Organizzato con Scopo di Gestione della Qualità
 Certificato UNI EN ISO 9001:2015 - N. 012023



ISTITUTO TECNOLOGICO SPERIMENTALE

PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE E AGGREGATI
 Autorizzazione rilasciata dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. N° 29401 del 31.05.1983 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 20 della Legge N° 1096/1971 e dell'Art. 59 del D.P.R. N° 380/2001 e Circolare N° 7617/STC del 06.09.2010

PROVE GEOTECNICHE SULLE TERRE E SULLE ROCCE
 Autorizzazione rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con D.M. N° 7728 del 02.08.2012 e successivi rinnovi ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. N° 380/2001 e Circolare N° 7618/STC del 06.09.2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1176/D1 Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 22/09/23	Inizio analisi: 13/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1176 del 05/09/23	Apertura campione: 13/09/23	Fine analisi: 15/09/23

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Romanzi Giuseppe	RIF. ACCETTAZIONE: TR1176 del 05/09/23
RIFERIMENTO: ristrutturaz. edilizia con demoliz. e ricostruz. di un fabbricato in località Marcanelo, frazione Scario - San Giovanni a Piro (SA)	
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,10 - 2,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,079	21	-0,01	0,025	46	0,00	0,038	54	0,00
0,285	34	-0,09	0,198	78	-0,04	0,077	73	-0,01
0,459	43	-0,15	0,387	100	-0,07	0,252	93	-0,11
0,654	49	-0,20	0,583	120	-0,10	0,448	126	-0,16
0,867	56	-0,24	0,771	131	-0,12	0,651	150	-0,20
1,088	62	-0,28	0,968	139	-0,15	0,842	171	-0,23
1,287	64	-0,32	1,170	146	-0,16	1,035	183	-0,24
1,476	68	-0,35	1,382	154	-0,18	1,240	194	-0,27
1,677	72	-0,37	1,588	158	-0,19	1,454	205	-0,30
1,893	76	-0,39	1,789	161	-0,20	1,658	217	-0,31
2,119	78	-0,40	1,981	162	-0,21	1,869	226	-0,32
2,310	81	-0,41	2,194	166	-0,22	2,057	231	-0,34
2,501	83	-0,42	2,401	170	-0,23	2,269	235	-0,35
2,707	85	-0,43	2,613	172	-0,25	2,486	242	-0,36
2,928	87	-0,44	2,815	174	-0,25	2,687	246	-0,37
3,142	89	-0,45	3,013	174	-0,26	2,892	251	-0,38
3,330	91	-0,45	3,233	176	-0,27	3,093	253	-0,38
3,518	92	-0,45	3,446	178	-0,27	3,308	254	-0,39
3,723	94	-0,45	3,650	180	-0,28	3,517	256	-0,40
3,955	96	-0,45	3,851	181	-0,28	3,717	259	-0,41
4,161	97	-0,46	4,053	181	-0,29	3,928	259	-0,41
4,353	98	-0,46	4,275	183	-0,30	4,127	262	-0,41
4,551	99	-0,46	4,496	184	-0,30	4,348	261	-0,42
4,766	100	-0,46	4,693	184	-0,30	4,550	259	-0,42
4,992	101	-0,46	4,891	182	-0,31	4,753	258	-0,43
5,201	99	-0,46	5,097	178	-0,31			
5,387	98	-0,50						

Lo Sperimentatore
 Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
 Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (Sa) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell.380.3125804 - 348.6909389 - 335.7165650 - Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00 - S.D.I. MSUXCR1

www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it



Organizzazione con Scopo di Gestione della Qualità
 Certificazione UNI-EN ISO 9001:2015 - N. Q112028

6.VINCOLO IDROGEOLOGICO (ART.23 L.R. 11/1996 E REGOLAMENTO. REGIONE CAMPANIA 03/2017) E DISCIPLINA TERRE E ROCCE DA SCAVO (D.P.R. 120/2017)

La costruzione della condotta fognaria è soggetta alla richiesta dell'autorizzazione ai fini del "vincolo idrogeologico" da parte della competente Comunità Montana "Bussento-Lambro e Mingardo" (art.23 L.R. n°11/1966 e Regolamento Regione Campania n°03/2017, art.166. coomma 1, lettera O).

Legge Regionale 7 maggio 1996 n. 11

"Modifiche ed integrazioni alla legge regionale 28 febbraio 1987, n. 13, concernente la delega in materia di economia, bonifica montana e difesa del suolo".

(B.U. n. 29 del 21 maggio 1996)

Art. 23 - Trasformazione e mutamento di destinazione dei boschi e dei terreni sottoposti a vincolo idrogeologico - 1. Nei terreni e nei boschi di cui all'articolo 14, sottoposti a vincolo idrogeologico, i movimenti di terra nonché la soppressione di piante, arbusti e cespugli, finalizzati ad una diversa destinazione o uso dei medesimi, sono soggetti ad autorizzazione ai sensi dell'articolo 7 del R.D. 3 dicembre 1923, n. 3267.

2. L'autorizzazione di cui al comma 1, è rilasciata dal Presidente della Comunità Montana per il territorio di sua competenza e dei Comuni interclusi e dal Presidente dell'Amministrazione

Provinciale per il restante territorio, previa acquisizione del parere espresso dalla competente Area Generale di Coordinamento Sviluppo Attività Settore Primario - Settori Tecnico Amministrativi Provinciali Foreste.

Art. 166

Opere, lavori e movimenti di terreno soggetti ad autorizzazione

1. Eccettuati gli interventi elencati nei precedenti articoli 164 e 165 e le opere realizzate dagli Enti delegati di cui al precedente articolo 144, sono soggetti ad autorizzazione, ai fini del vincolo idrogeologico, gli interventi di seguito elencati, nonché la realizzazione di tutte le opere e movimenti di terreno da eseguire con modalità diverse da quelle indicate dalle norme tecniche di cui al precedente Capo II:

- a. trasformazione dei boschi e dei pascoli;
- b. trasformazioni dei terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione;
- c. realizzazione di movimenti di terreno o di opere, che possano alterare la stabilità dei terreni e la regimazione delle acque, ancorché connessi alla coltivazione dei terreni agrari ed alla sistemazione idraulico-agraria e idraulico-forestale degli stessi;
- d. esecuzione degli interventi necessari per la manutenzione straordinaria della viabilità forestale esistente e per la realizzazione di nuovi sentieri e mulattiere;
- e. trasformazione della destinazione d'uso dei terreni attuata per la realizzazione di edifici, manufatti edilizi, opere infrastrutturali ed altre opere costruttive;
- f. espianto di colture arboree di interesse agrario;
- g. nuove costruzioni o ampliamento planimetrico di edifici di qualsiasi volumetria e destinazione, compresi gli annessi agricoli;
- h. nuova viabilità, pubblica o privata, piazzali ed ogni altra opera che trasformi in modo permanente la destinazione dei terreni;
- i. ampliamento o manutenzione straordinaria della viabilità, pubblica o privata, che comporti l'allargamento del piano viario;
- j. apertura di strade di qualsiasi ordine e grado, compresi piste, carraie e piazzali;
- k. qualsiasi intervento sul demanio marittimo, anche di tipo precario e stagionale, comunque vietato sui cordoni dunali;
- l. discariche conseguenti ad impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti;
- m. aeroporti, porti e moli, ferrovie, ponti di qualsiasi ordine e grado, per le parti al di fuori del demanio fluviale e marino;
- n. cambi di destinazione d'uso, con o senza opere che determinino un incremento

- dell'esposizione all'eventuale rischio di frana, caratteristico dell'area di intervento;
- o. condotte di acquedotti, collettori fognari, gasdotti ed oleodotti (di lunghezza superiore a 100 metri o di profondità superiore a 1,50 metri), comprese le relative infrastrutture e servitù;
- p. impianti di smaltimento dei reflui esterni alla rete fognaria, mediante trattamenti vari (sub irrigazione, fitodepurazione, filtro aerobico/anaerobico, ecc.);
- q. scavi di qualunque profondità che interessino le falde acquifere sotterranee;
- r. linee aeree elettriche di alta tensione (uguale o superiore a 132.000 V), comprese le relative infrastrutture e servitù;
- s. linee elettriche aeree di media e bassa tensione, linee telefoniche o di altra natura, comportanti scavo di fondazione, per ogni singolo elemento di sostegno e/o opera connessa (cabine, ecc.), superiore a 15 metri cubi;
- t. opere di sostegno (muri, paratie di pali/micropali, gabbionate, terre armate, ecc.) di altezza superiore a 1,5 metri o di lunghezza superiore a 10 metri;
- u. livellamenti di terreno che comportino scavi e riporti di profondità o altezza superiori a 0,50 metri;
- v. canalizzazione, idrovie, canali e loro rettifiche;
- w. bacini idrici artificiali (dighe, laghetti, invasi, casse di espansione, vasche per l'acquacoltura, ecc.), sistemi di derivazione ed utilizzo delle acque e realizzazione di zone umide;
- x. costruzione di briglie, pennelli, repellenti, soglie, impermeabilizzazione e copertura dell'alveo;
- y. bonifiche, prosciugamenti e tombamenti di zone umide;
- z. impianti per l'estrazione di liquidi e gas dal sottosuolo (pozzi, trivellazioni, ecc.) ad uso non domestico;
- aa. disboscamenti e dissodamenti di terreni saldi;
- bb. opere di captazione di sorgenti;
- cc. sistemazione di terreni con opere di drenaggio;
- dd. tutti gli interventi che possono arrecare i danni di cui all'articolo 1 del R.D. n. 3267/1923.

Regolamento regionale 28 settembre 2017, n. 3.

“REGOLAMENTO DI TUTELA E GESTIONE SOSTENIBILE DEL PATRIMONIO FORESTALE REGIONALE”.

TITOLO V VINCOLO IDROGEOLOGICO

CAPO I NORME GENERALI

Sezione I

L'art. 149 del Reg.Reg. n°03/2017, prevede la verifica di stabilità dei fronti/pareti di scavo e dei riporti, ove previsti, e la verifica di stabilità generale del pendio nelle condizioni precedenti la costruzione dell'opera, durante le fasi di cantiere e dopo la realizzazione dell'opera.

Per la rete fognaria in progetto si è proceduto alla verifica di stabilità della pareti di scavo di altezze max previste in progetto, in relazione alle caratteristiche geotecniche associate ai vari tipi di terreno, come da capitolo 5.

Per i tipi di terreno compresi nelle seguenti sigle [DAL;TAL; DACN; DTCL e DTCL(a-b); FCGC; SVL] e caratterizzati da i seguenti parametri geotecnici:

peso unità di volume naturale $\gamma_n = 20,3 \text{ kN/m}^3$;

peso unità di volume saturo $\gamma_{\text{sat}} = 21,2 \text{ kN/m}^3$;

coesione $c = 4,5 \text{ kN/m}^2$ o kPa;

angolo di attrito interno $\varphi = 29,6^\circ$;

Le verifiche di stabilità delle pareti di scavo hanno riguardato altezze $H = 3,0 \text{ m}$; $H = 1,5 \text{ m}$.

Nel caso di risultato positivo delle verifiche, le altezze di scavo minori di $H = 3,0 \text{ m}$ e $H = 1,5 \text{ m}$ potranno essere considerate, altrettanto, stabili.

I tratti di fognatura per i quali saranno significativi i risultati delle verifica di stabilità della parete di scavo di altezza $H = 3,0 \text{ m}$ sono: **TRATTI FOGNARI “A” e “B SU VIA DELLA BRUCA – TRATTO FOGNARIO SU VIA PIANO DEL PERO.**

Il tratto di fognatura per il quale saranno significativi i risultati delle verifica di stabilità della parete di scavo di altezza $H = 2,0 \text{ m}$ sono: **“TRATTO FOGNARIO SUPERIORE SU VIA PIANO DELLA SPINA”.**

Per quanto concerne le verifiche di stabilità del pendio, previste dall’art.149 del R.R.C. n°07/2017, si è operato in modo da valutare direttamente l’influenza dell’inserimento dell’opera in rete con la stabilità delle aree di pendio interessate.

Fatta eccezione per l’area a rischio frana medio “R2”, nel tratto di condotta fognaria superiore su Via Piano del Pero, e per l’area nel tratto di condotta fognaria superiore su Via Piano della Spina, a maggiore acclività, tutti gli altri settori, per la debole pendenza che li caratterizza non sono stati oggetto di verifiche di stabilità generali del pendio, avendone constatato la fattuale e significativa stabilità geomorfologica, attraverso le osservazioni ed interpretazioni effettuate nel corso del rilevamento geologico.

Alla luce delle suddette considerazioni, sono state effettuate le verifiche di stabilità globale del pendio per i seguenti tratti della nuova condotta fognaria:

TRATTO FOGNARIO SUPERIORE SU VIA PIANO DEL PERO (comprendente anche l’area sa rischio medio “R2”) E TRATTO FOGNARIO SUPERIORE SU VIA PIANO DELLA SPINA”.

Art. 149

Indagini geologiche

1. La realizzazione di opere, l'esecuzione di scavi finalizzati alla modificazione dell'assetto morfologico dei terreni vincolati, con o senza la realizzazione di opere costruttive, nonché l'esecuzione di riporti di terreno, devono essere precedute da indagini geologiche atte a verificare la compatibilità degli stessi con la stabilità dei terreni. In particolare, deve essere preliminarmente valutata la stabilità dei fronti di scavo o di riporto a breve termine, in assenza di opere di contenimento, determinando le modalità di scavo e le eventuali opere provvisorie, necessarie a garantire la stabilità dei terreni durante l'esecuzione dei lavori.
2. Nei terreni posti su pendio o in prossimità di pendii, oltre alla stabilità localizzata dei fronti di scavo, deve essere verificata la stabilità del pendio nelle condizioni attuali, durante le fasi di cantiere e di realizzazione del progetto, considerando a tal fine le sezioni e le ipotesi più sfavorevoli, nonché i sovraccarichi determinati dalle opere da realizzare o da quelle già realizzate.
3. Le indagini geologiche devono, inoltre, prendere in esame la circolazione idrica superficiale, ipodermica e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto.
4. Le indagini, le valutazioni e le verifiche di cui al presente articolo devono estendersi ad un intorno significativo all'area oggetto dei lavori, evidenziando le eventuali azioni degli scavi, dei riporti e delle opere in progetto su manufatti, quali costruzioni, strade ed altre infrastrutture, su sorgenti e su altre emergenze significative ai fini idrogeologici, quali aree di frana o di erosione, alvei o impluvi.
5. Le indagini, le valutazioni e le verifiche di cui ai commi 1, 2, 3 e 4 devono formare oggetto di una relazione geologica e geotecnica, che costituisce parte integrante della progettazione delle opere, nella quale devono essere esposti i risultati delle indagini compiute, i parametri adottati, i metodi, i calcoli ed i coefficienti determinati, relativamente alla stabilità dei pendii.
6. Solo per opere di modesto rilievo ed entità (movimentazione di terra e roccia non superiore a 3 metri cubi o per aree già caratterizzate e di sicura ed accertata stabilità, ovvero lievi interventi di livellamento, può essere ritenuta sufficiente una relazione geologica semplificata, a firma di un professionista iscritto all'albo.
7. Tali indagini, valutazioni e verifiche, ove non espressamente richieste, possono essere omesse anche per le opere ed i movimenti di terreno rientranti nelle tipologie di opere liberamente consentite o soggette a dichiarazione, nonché per le opere connesse ai tagli dei boschi non ricomprese nelle opere soggette ad autorizzazione, di cui al successivo articolo 165, salvo diversi riscontri da parte dell'Ente delegato territorialmente competente, sia in sede di accettazione che d'istruttoria dell'istanza.
8. I sondaggi e le altre prove necessarie alle indagini geologiche di cui ai commi precedenti sono eseguibili senza autorizzazione o dichiarazione, purché comportino limitati movimenti di terreno senza la realizzazione di nuova viabilità di accesso o l'estirpazione di piante o ceppaie forestali e, comunque, accompagnate dal ripristino dello stato originale dei luoghi.

REPORT DELLA VERIFICA DI STABILITA' PER ALTEZZA DI SCAVO H = 3,0 m.

Parametri geotecnici dei terreni [DAL;TAL; DACN; DTCL e DTCL(a-b); FCGC; SVL].

peso unità di volume naturale $Y_n = 20,3 \text{ kN/m}^3$;

peso unità di volume saturo $Y_{\text{sat}} = 21,2 \text{ kN/m}^3$;

coesione $c = 4,5 \text{ kN/m}^2$ o kPa;

angolo di attrito interno $\varphi = 29,6^\circ$;

NORMATIVA DI RIFERIMENTO ED UNITA' DI MISURA

I calcoli vengono eseguiti in osservanza alle vigenti Leggi ed in particolare del D.M. 17 Gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e della Circolare del Cons. Sup. LL.PP. n°7/2019.

Le unita' di misura adottate sono quelle del S.I.:

Forze [daN] - Lunghezze [cm] - Pressioni [daN/cm²; bar].

APPROCCI DI CALCOLO

Le verifiche di stabilità vengono eseguite tenendo conto che le spinte sui conci del terreno sono azioni permanenti, e considerando le più gravose tra le seguenti combinazioni:

Combinazione a): Approccio 1 - Comb.2 (A2 + M2 + R2).

Combinazione b): Sismica(A2* + M2* + R2 +- Sisma).

con i coefficienti di sicurezza parziali sotto indicati:

coefficienti parziali moltiplicativi delle azioni o degli effetti delle azioni (YF).

CARICHI EFFETTO COEFFICIENTI PARZIALE A2 (GEO) A2*

Permanenti Favorevoli	YG1	1,0	1,0
Permanenti Sfavorevoli	YG1	1,0	1,0
Permanenti non strutt. Favorevoli	YG2	0,8	0,8
Permanenti non strutt. Sfavorevoli	YG2	1,3	1,0
Variabili Favorevoli	YQi	0,0	0,0
Variabili Sfavorevoli	YQi	1,3	1,0

Coefficienti Parziali riduttivi dei parametri geotecnici del terreno (YM).

PARAMETRO GRANDEZZA A CUI APPLICARE I COEFFICIENTI PARZIALI M2 M2*(Comb.Sismica)

Tang.Angolo attrito	tang σ'	1,25	1,00
Coesione	c'	1,25	1,00
Coesione non drenata	cu	1,40	1,00
Peso / Volume	Y	1,00	1,00

Coefficienti Parziali per le resistenze Caso Pendii Naturali (YR – NTC 2018).

VERIFICA DI STABILITA' R2 R2*(comb.sismica) (secondo il progettista) $\geq 1,0$ - $\geq 1,0$

Coefficienti Parziali per le resistenze Caso Pendii Artificiali (YR – NTC 2018)

VERIFICA DI STABILITA' R2 - R2*(comb.sismica)
1,10 1,20

DATI SISMICI

Riferimenti: Long.15,187\Lat.40,143\Vn=50\CL=I\VR=35\TR=332.

Zona sismica = 3.

Categoria del suolo = C.

Accelerazione orizzontale sismica su suolo A, ag = 0,0914g.

Fattore amplificazione massima su suolo A, $F_0 = 2,698$.

Fattore stratigrafico, $1 < S_s = 1,7 - 0,6F_0 * a_g/g < 1,5 = 1,5$.

Fattore di amplificazione topografico, $S_t = 1$.

Accelerazione sismica massima, $a_{max} = a_g * S_s * S_t = 0,137$.

VERIFICHE ESEGUITE

Le verifiche che seguono vengono eseguite in Combinazione Sismica:

β_s (Tab.7.11.I NTC) = 0,2.

Accelerazione sismica di calcolo, $K_h = \beta_s * a_{max} = 0,027$.

Accelerazione sismica verticale, $K_v = K_h/2 = 0,014$.

COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI ASSUNTI

Ai parametri geotecnici, $Y_M = 1$.

Alla resistenza (stabilità), $Y_R = 1$.

DATI GEOMETRICI E STRATIGRAFICI

Lunghezza del pendio, $L = 200$ cm.

Dislivello del pendio, $H = 300$ cm.

Y_t = peso specifico del terreno (daN/cm³).

ϕ'_k = angolo di attrito efficace caratteristico del terreno (gradi).

c'_k = coesione caratteristica del terreno (daN/cm³ - bar).

Strato n.	Y_t	ϕ'_k	c'_k
1	0,002100	29,60	0,05

Posizione degli strati

Sez.	X	Zs1
n.	cm	cm
1	0	325
2	42	325
3	85	325
4	128	325
5	171	325
6	214	325
7	257	325
8	300	325

IPOTESI, METODI E CODICI DI CALCOLO

La procedura di calcolo fa riferimento al metodo: Janbu. Le ipotesi di calcolo considerano essenzialmente:

- che l'instabilità per slittamento possa avvenire secondo una superficie qualsiasi, con generatrici orizzontali;
- che le forze d'interconco siano orizzontali;
- che la forza normale alla base dei conci dipenda dalle forze d'interconco;
- che prudenzialmente per vibrazioni sismiche sia nulla la variazione delle forze verticali d'interconco.

Le equazioni d'equilibrio utilizzate si riferiscono alle forze verticali per il calcolo di N, ed alle forze orizzontali.

- che prudenzialmente, in presenza di vibrazioni sismiche sia nulla la variazione delle forze verticali d'interconco.

Il procedimento è iterativo fino alla convergenza.

Il coefficiente di resistenza si esprime dunque, in termini di forze, con il rapporto tra quelle resistenti disponibili e quelle attive mobilitate: $YR = Rd / Ed$

avendo per ogni conco:

$$N = \{W + Sa - [c' * L * \sin(\beta) + U * \tan(\phi') * \sin(\beta)] / YR\} / \{\cos(\beta) + [\sin(\beta) * \tan(\phi')] / YR\}$$

si ottiene:

$$Rd = \sum [(N + U) * \tan(\phi') * \cos(\beta) + c' * L * \cos(\beta)]$$

$$Ed = \sum [N * \sin(\beta)] + \sum(SS)$$

Le sommatorie sono estese a tutti gli <n> conci.

In ogni caso si assume:

YR = coefficiente di sicurezza parziale di resistenza.

YM = coefficiente di sicurezza parziale geotecnico.

YF = coefficiente di sicurezza parziale per le azioni.

β = angolo di pendenza della base del conco.

L = lunghezza della base del conco.

h = altezza del conco di terreno di scorrimento.

hw = altezza colonna d'acqua sopra il pendio (scarpate sommerse).

u = altezza di terreno immerso dalla base del conco.

dx = $L / \cos(\beta)$, lunghezza orizzontale del conco.

c'k = coesione caratt. alla base del conco (cu-per ver. a breve termine).

$c' = c'k/YM$, coesione di calcolo.

$\phi'k$ = angolo di attrito interno effettivo, caratt. alla base del concio.

$\phi' = \text{Atn}(\phi'k/YM)$, angolo di attrito di calcolo.

Y_t = peso/volume saturo terreno del concio.

Y_a = peso/volume acqua (0,001 daN/cm³).

q = carico esterno verticale/superficie sul concio.

$W = (Y_t * h + q) dx$, peso agente sulla base del concio.

$S_a = (Y_a * h_w) dx$, sovraccarico colonna acqua sopra il pendio (scarpate sommerse).

$U = (u + h_w) Y_a * L$, forza interstiziale dell'acqua alla base del concio.

$SS = W * Kh$, forza orizzontale sismica su ogni concio.

SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CRITICA

Il software in automatico va alla ricerca della seguente superficie di scorrimento circolare critica, individuando: - la posizione cerchio scorrimento da testa $b_1 = 50$ cm;

- la posizione cerchio scorrimento da piede $b_2 = 50$ cm;

- il raggio del cerchio di scorrimento $r = 320$ cm.

Si verifica per la seguente superficie critica di scorrimento:

x = posizione della sezione nel sistema di riferimento prescelto X-Z;

z_a = quota del pendio nel sistema di riferimento X-Z;

z_b = quota base sezione scorrimento;

Sezione n.	x(cm)	z _a (cm)	z _b (cm)
1	0	0	0
2	42	0	153
3	85	0	209
4	128	0	246
5	171	0	271
6	214	0	288
7	257	0	297
8	300	299	301

Si considerano i seguenti valori in asse dei conci:

dx = lunghezza orizzontale del concio.

$L = dx/\cos(\beta)$, lunghezza della base del concio.

h = altezza del concio.

h_w = altezza sovraccarico colonna d'acqua sopra il pendio (scarpate sommerse).

u = altezza d'acqua dalla base del concio ($u=0$ =assenza di falda d'acqua).

ϕ' = angolo di attrito di calcolo sulla base del concio.

β = angolo di inclinazione della base del concio.

c' = coesione di calcolo sulla base del concio.

q = carico esterno sulla sup. del pendio (Somma perm. $YG2 \cdot G2 + \text{var. } YQ \cdot Q$).

Concio	sez.	dx	L	h	hw	u	ϕ'	β	c'	q
n.	i - j	cm	cm	cm	cm	cm	gradi	gradi	daN/cm ²	daN/cm ²
1	1 2	42	158	76	0	0	29,60	74,66	0,05	0,00
2	2 3	43	70	181	0	0	29,60	52,49	0,05	0,00
3	3 4	43	56	228	0	0	29,60	40,72	0,05	0,00
4	4 5	43	49	258	0	0	29,60	30,18	0,05	0,00
5	5 6	43	46	280	0	0	29,60	21,58	0,05	0,00
6	6 7	43	43	292	0	0	29,60	11,82	0,05	0,00
7	7 8	43	43	150	0	0	29,60	5,32	0,05	0,00

RISULTATI DELL'ANALISI DI STABILITA'

Si indicano con:

R_d = forze resistenti disponibili.

E_d = forze motrici mobilitate.

L = lunghezza base del concio.

$c' \cdot L$ = contributo resistente coesivo.

W = $(Y_t \cdot h + q) dx$, peso agente sulla base del concio.

S_a = $(Y_a \cdot hw) dx$, sovraccarico colonna acqua sopra il pendio (scarpate sommerse).

U = $(u + hw) Y_a \cdot L$, forza interstiziale dell'acqua alla base del concio.

SS = $W \cdot K_h$, forza orizzontale sismica su ogni concio.

Si ottengono i seguenti risultati:

Concio	W	S _a	U	$c' \cdot L$	SS	R _d	E _d
n.	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN
1	6,80	0,00	0,00	7,11	0,19	2,20	2,20
2	16,42	0,00	0,00	3,15	0,45	7,13	12,40
3	20,59	0,00	0,00	2,52	0,56	9,85	12,59
4	23,41	0,00	0,00	2,21	0,64	12,09	11,06
5	25,28	0,00	0,00	2,07	0,69	13,86	9,00
6	26,49	0,00	0,00	1,94	0,72	15,51	5,74
7	13,61	0,00	0,00	1,94	0,37	9,28	1,57

In definitiva si ottiene:

Sviluppo lunghezza della superficie di scorrimento $L = 465 \text{ cm}$.

Forza resistente $R_d = 69,91 \text{ daN}$.

Tensione media tangenziale resistente, $\tau_R = R_d/L = 0,150 \text{ daN/cm}^2 - \text{bar}$.

Forza attiva motrice $E_d = 54,56 \text{ daN}$.

Tensione media tangenziale motrice, $\tau_E = E_d/L = 0,117 \text{ daN/cm}^2 - \text{bar}$.

$R_d - E_d = 15,35 \text{ daN}$.

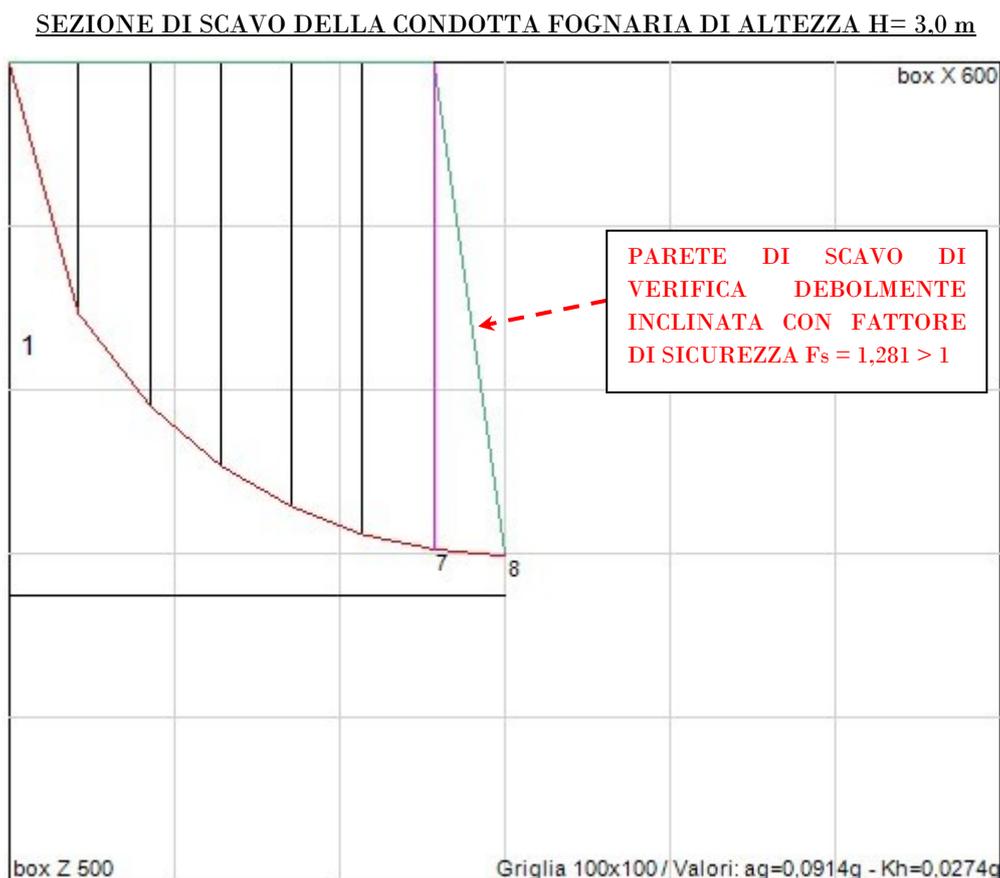
(per spessore $s_y = 1 \text{ m}$): $R_d - E_d = 1535 \text{ daN}$.

In definitiva risulta:

- coefficiente di sicurezza alla resistenza: $Y_R = R_d / E_d = \tau_R / \tau_E = 1,281$.

La stabilità della parete di scavo di altezza $H = 3,0 \text{ m}$ risulta verificata perché $Y_R > 1$ che rappresenta il valore di progetto limite e discriminante per considerare verificata la stabilità.

Ne consegue che le pareti di scavo della condotta fognaria, con altezze minori, risulteranno anch'esse verificate dal punto di vista della stabilità.



Nonostante i fattori di sicurezza indichino condizioni di stabilità delle pareti di scavo, si suggerisce, per i tratti di altezza $h > 2,0 \text{ m}$, di operare in fase esecutiva con scavi pilota ed attenzionarne l'evoluzione della stabilità a breve termine, valutando l'opportunità o meno di utilizzare sostegni provvisori (ad es. sbatacchi).

REPORT DELLA VERIFICA DI STABILITA' PER ALTEZZA DI SCAVO H = 1,5 m.

Parametri geotecnici dei terreni [AGSO].

peso unità di volume naturale $\gamma_n = 19,1 \text{ kN/m}^3$;

peso unità di volume saturo $\gamma_{\text{sat}} = 20,3 \text{ kN/m}^3$;

coesione $c = 22 \text{ kPa}$ o kN/m^2 ;

angolo di attrito interno $\varphi = 21,9^\circ$.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO ED UNITA' DI MISURA

I calcoli vengono eseguiti in osservanza alle vigenti Leggi ed in particolare del D.M. 17 Gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e della Circolare del Cons. Sup. LL.PP. n°7/2019.

Le unità di misura adottate sono quelle del S.I.:

Forze [daN] - Lunghezze [cm] - Pressioni [daN/cm²; bar].

APPROCCI DI CALCOLO

Le verifiche di stabilità vengono eseguite tenendo conto che le spinte sui conci del terreno sono azioni permanenti, e considerando le più gravose tra le seguenti combinazioni:

Combinazione a): Approccio 1 - Comb.2 (A2 + M2 + R2).

Combinazione b): Sismica(A2* + M2* + R2 +- Sisma).

con i coefficienti di sicurezza parziali sotto indicati:

coefficienti parziali moltiplicativi delle azioni o degli effetti delle azioni (YF).

CARICHI EFFETTO COEFFICIENTI PARZIALE A2 (GEO) A2*

Permanenti Favorevoli	YG1	1,0	1,0
Permanenti Sfavorevoli	YG1	1,0	1,0
Permanenti non strutt. Favorevoli	YG2	0,8	0,8
Permanenti non strutt. Sfavorevoli	YG2	1,3	1,0
Variabili Favorevoli	YQi	0,0	0,0
Variabili Sfavorevoli	YQi	1,3	1,0

Coefficienti Parziali riduttivi dei parametri geotecnici del terreno (YM).

PARAMETRO GRANDEZZA A CUI APPLICARE I COEFFICIENTI PARZIALE M2

M2*(Comb.Sismica)

Tang. Angolo attrito	tang σ'	1,25	1.00
Coazione	c'	1,25	1.00
Coazione non drenata	c_u	1,40	1.00
Peso / Volume	Y	1,00	1.00

Coefficienti Parziali per le resistenze Caso Pendii Naturali (YR – NTC 2018).

VERIFICA DI STABILITA' $R_2 - R_2^*(\text{comb.sismica})$ (secondo il progettista) $\geq 1,0 - \geq 1,0$

Coefficienti Parziali per le resistenze Caso Pendii Artificiali (YR – NTC 2018)

VERIFICA DI STABILITA' $R_2 - R_2^*(\text{comb.sismica})$

1,10 1,20

DATI SISMICI

Riferimenti: Long.15,187\Lat.40,143\Vn=50\CL=I\VR=35\TR=332.

Zona sismica = 3.

Categoria del suolo = C.

Accelerazione orizzontale sismica su suolo A, $a_g = 0,0914g$.

Fattore amplificazione massima su suolo A, $F_o = 2,698$.

Fattore stratigrafico, $1 < S_s = 1,7 - 0,6F_o * a_g / g < 1,5 = 1,5$.

Fattore di amplificazione topografico, $S_t = 1$.

Accelerazione sismica massima, $a_{max} = a_g * S_s * S_t = 0,137$.

VERIFICHE ESEGUITE

Le verifiche che seguono vengono eseguite in Combinazione Sismica:

β_s (Tab.7.11.I NTC) = 0,2.

Accelerazione sismica di calcolo, $K_h = \beta_s * a_{max} = 0,027$.

Accelerazione sismica verticale, $K_v = K_h / 2 = 0,014$.

COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI ASSUNTI

Ai parametri geotecnici, $Y_M = 1$.

Alla resistenza (stabilità), $Y_R = 1$.

DATI GEOMETRICI E STRATIGRAFICI

Lunghezza del pendio, $L = 150$ cm.

Dislivello del pendio, $H = 150$ cm.

Y_t = peso specifico del terreno (daN/cm³).

ϕ^k = angolo di attrito efficace caratteristico del terreno (gradi).

c^k = coesione caratteristica del terreno (daN/cm³ - bar).

Strato n.	Y_t	ϕ^k	c^k
1	0,002000	21,90	0,22

Posizione degli strati

Sez.	X	Zs1
n.	cm	cm
1	0	162
2	16	162
3	33	162
4	50	162
5	66	162
6	83	162
7	100	162
8	116	162
9	133	162
10	150	162

IPOTESI, METODI E CODICI DI CALCOLO

La procedura di calcolo fa riferimento al metodo: Janbu. Le ipotesi di calcolo considerano essenzialmente:

- che l'instabilità per slittamento possa avvenire secondo una superficie qualsiasi, con generatrici orizzontali;
- che le forze d'interconco siano orizzontali;
- che la forza normale alla base dei conci dipenda dalle forze d'interconco;
- che prudenzialmente per vibrazioni sismiche sia nulla la variazione delle forze verticali d'interconco.

Le equazioni d'equilibrio utilizzate si riferiscono alle forze verticali per il calcolo di N, ed alle forze orizzontali.

- che prudenzialmente, in presenza di vibrazioni sismiche sia nulla la variazione delle forze verticali d'interconco.

Il procedimento è iterativo fino alla convergenza.

Il coefficiente di resistenza si esprime dunque, in termini di forze, con il rapporto tra quelle resistenti disponibili e quelle attive mobilitate: $YR = Rd / Ed$

avendo per ogni conco:

$$N = \{W + Sa - [c * L * \text{sen}(\beta) + U * \text{tan}(\theta') * \text{sen}(\beta)] / YR\} / \{\cos(\beta) + [\text{sen}(\beta) * \text{tan}(\theta')] / YR\}$$

si ottiene:

$$Rd = \text{sum} [(N + U) * \text{tan}(\theta') * \cos(\beta) + c * L * \cos(\beta)]$$

$$Ed = \text{sum} [N * \text{sen}(\beta)] + \text{sum}(SS)$$

Le sommatorie sono estese a tutti gli <n> conci.

In ogni caso si assume:

Y_R = coefficiente di sicurezza parziale di resistenza.
 Y_M = coefficiente di sicurezza parziale geotecnico.
 Y_F = coefficiente di sicurezza parziale per le azioni.
 β = angolo di pendenza della base del concio.
 L = lunghezza della base del concio.
 h = altezza del concio di terreno di scorrimento.
 h_w = altezza colonna d'acqua sopra il pendio (scarpate sommerse).
 u = altezza di terreno immerso dalla base del concio.
 dx = $L/\cos(\beta)$, lunghezza orizzontale del concio.
 c'_k = coesione caratt. alla base del concio (cu-per ver. a breve termine).
 c' = c'_k/Y_M , coesione di calcolo.
 ϕ'_k = angolo di attrito interno effettivo, caratt. alla base del concio.
 ϕ' = $\text{Atn}(\phi'_k/Y_M)$, angolo di attrito di calcolo.
 Y_t = peso/volume saturo terreno del concio.
 Y_a = peso/volume acqua (0,001 daN/cm³).
 q = carico esterno verticale/superficie sul concio.
 W = $(Y_t \cdot h + q)dx$, peso agente sulla base del concio.
 S_a = $(Y_a \cdot h_w)dx$, sovraccarico colonna acqua sopra il pendio (scarpate sommerse).
 U = $(u + h_w)Y_a \cdot L$, forza interstiziale dell'acqua alla base del concio.
 SS = $W \cdot K_h$, forza orizzontale sismica su ogni concio.

SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CRITICA

Il software in automatico va alla ricerca della seguente superficie di scorrimento circolare critica, individuando :

- posizione cerchio scorrimento da testa $b_1 = 0$ cm
- posizione cerchio scorrimento da piede $b_2 = 0$ cm
- raggio del cerchio di scorrimento. $r = 160$ cm

Si verifica per la seguente superficie critica di scorrimento:

x = posizione della sezione nel sistema di riferimento prescelto X-Z;
 z_a = quota del pendio nel sistema di riferimento X-Z;
 z_b = quota base sezione scorrimento;

Sezione n.	x(cm)	z _a (cm)	z _b (cm)
1	0	0	0
2	16	0	68

3	33	0	94
4	50	0	112
5	66	0	125
6	83	0	135
7	100	0	142
8	116	0	147
9	133	0	150
10	150	150	151

Si considerano i seguenti valori in asse dei conci:

dx = lunghezza orizzontale del concio.

L = $dx/\cos(\beta)$, lunghezza della base del concio.

h = altezza del concio.

hw = altezza sovraccarico colonna d'acqua sopra il pendio (scarpate sommerse).

u = altezza d'acqua dalla base del concio ($u=0$ =assenza di falda d'acqua).

ϕ' = angolo di attrito di calcolo sulla base del concio.

β = angolo di inclinazione della base del concio.

c' = coesione di calcolo sulla base del concio.

q = carico esterno sulla sup. del pendio (Somma perm. $YG2*G2$ + var. $YQ*Q$).

Concio	sez.	dx	L	h	hw	u	ϕ'	β	c'	q
n.	i - j	cm	cm	cm	cm	cm	gradi	gradi	daN/cm ²	daN/cm ²
1	1 2	16	69	34	0	0	21,90	76,77	0,22	0,00
2	2 3	17	31	81	0	0	21,90	56,83	0,22	0,00
3	3 4	17	24	103	0	0	21,90	46,65	0,22	0,00
4	4 5	16	20	118	0	0	21,90	39,10	0,22	0,00
5	5 6	17	19	130	0	0	21,90	30,47	0,22	0,00
6	6 7	17	18	138	0	0	21,90	22,39	0,22	0,00
7	7 8	16	16	144	0	0	21,90	17,36	0,22	0,00
8	8 9	17	17	148	0	0	21,90	10,01	0,22	0,00
9	9 10	17	17	76	0	0	21,90	3,37	0,22	0,00

RISULTATI DELL'ANALISI DI STABILITA'

Si indicano con:

R_d = forze resistenti disponibili.

E_d = forze motrici mobilitate.

L = lunghezza base del concio.

$c'*L$ = contributo resistente coesivo.

$W = (Y_t \cdot h + q) dx$, peso agente sulla base del concio.

$S_a = (Y_a \cdot h_w) dx$, sovraccarico colonna acqua sopra il pendio (scarpate sommerse).

$U = (u + h_w) Y_a \cdot L$, forza interstiziale dell'acqua alla base del concio.

$SS = W \cdot K_h$, forza orizzontale sismica su ogni concio.

Si ottengono i seguenti risultati:

Concio	W	S _a	U	c'·L	SS	R _{di}	E _{di}
n.	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN
1	1,12	0,00	0,00	15,18	0,03	15,2	1,10
2	2,78	0,00	0,00	6,82	0,08	7,41	2,37
3	3,54	0,00	0,00	5,28	0,10	6,23	2,64
4	3,81	0,00	0,00	4,40	0,10	5,56	2,49
5	4,46	0,00	0,00	4,18	0,12	5,70	2,37
6	4,72	0,00	0,00	3,96	0,13	5,69	1,91
7	4,63	0,00	0,00	3,52	0,13	5,28	1,50
8	5,06	0,00	0,00	3,74	0,14	5,73	1,01
9	2,58	0,00	0,00	3,74	0,07	4,78	0,22

In definitiva di ottiene:

Sviluppo lunghezza della superficie di scorrimento $L = 231$ cm.

Forza resistente $R_d = 61,65$ daN.

Tensione media tangenziale resistente $\tau_R = R_d/L = 0,267$ daN/cm² – bar.

Forza attiva motrice $E_d = 15,61$ daN.

Tensione media tangenziale motrice $\tau_E = E_d/L = 0,068$ daN/cm²- bar.

$R_d - E_d = 46,04$ daN.

(per spessore $s_y = 1$ m): $R_d - E_d = 4604$ daN.

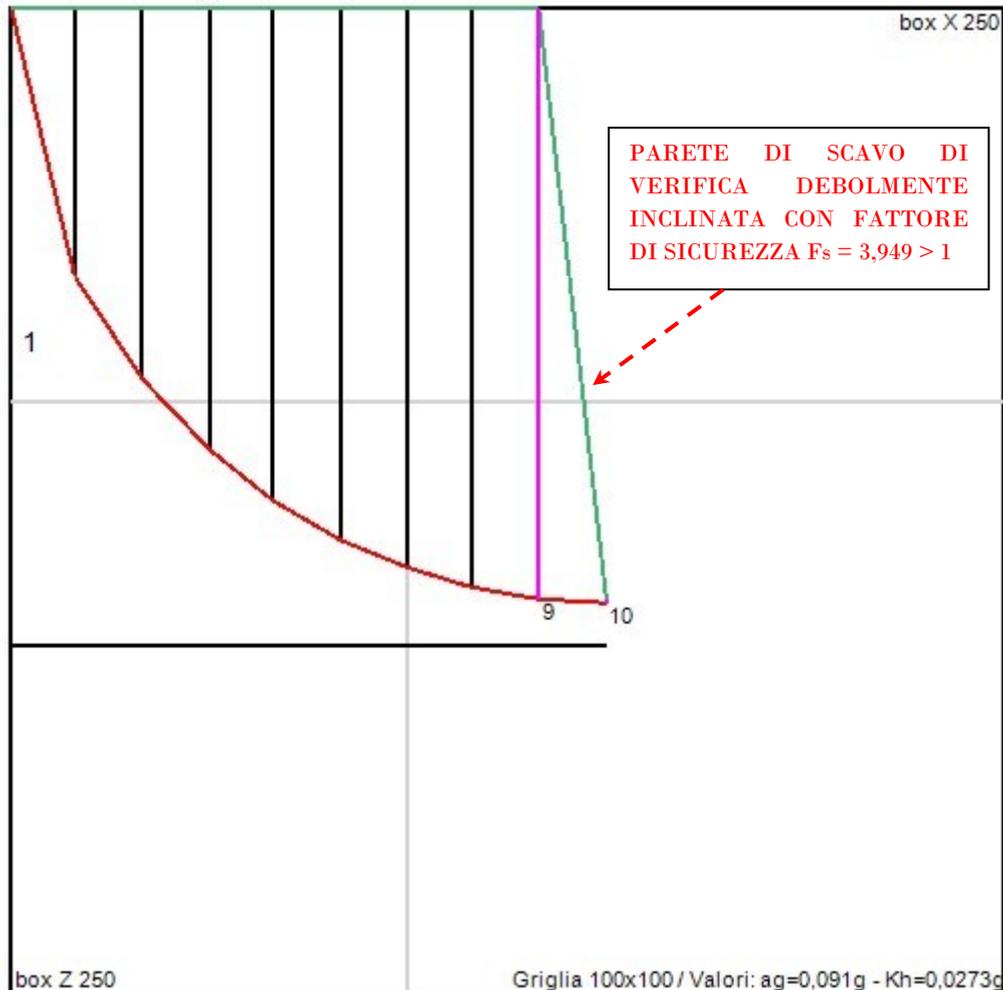
In definitiva risulta:

- coefficiente di sicurezza alla resistenza: $Y_R = R_d / E_d = \tau_R / \tau_E = 3,949$.

La stabilità della parete di scavo di altezza max $H = 1,5$ m risulta verificata perché $Y_R > 1$ che rappresenta il valore di progetto limite e discriminante per considerare verificata la stabilità.

Ne consegue che le pareti di scavo della condotta fognaria, con altezze minori, risulteranno anch'esse verificate dal punto di vista della stabilità.

SEZIONE DI SCAVO DELLA CONDOTTA FOGNARIA DI ALTEZZA H= 1,5 m



Nonostante i fattori di sicurezza indichino condizioni di stabilità delle pareti di scavo, si suggerisce, per i tratti di altezza $h > 2,0$ m, di operare in fase esecutiva con scavi pilota ed attenzionarne l'evoluzione della stabilità a breve termine, valutando l'opportunità o meno di utilizzare sostegni provvisori (ad es. sbatacchi).

REPORT VERIFICA DI STABILITA' DEL COMPLESSO OPERA-PENDIO (tratto sup. via Piano del Pero)

Le verifiche di stabilità globale del pendio sono state effettuate applicando la teoria di Coulomb dell'equilibrio limite, rappresentata dalla seguente relazione: $\tau = c + \sigma \tan \theta$ con τ = resistenza allo sforzo di taglio del terreno; c = coesione del terreno; σ = tensione verticale agente sul terreno; θ = tangente angolo di attrito interno del terreno.

La teoria dell'equilibrio limite prevede che la rottura nel terreno per frana avvenga simultaneamente lungo tutta la superficie di scorrimento. Nella realtà la rottura lungo la superficie di scorrimento è quasi sempre di tipo progressivo.

Il metodo dell'equilibrio limite prevede che per un fattore di sicurezza $F_s = 1$, il sistema pendio o manufatto-pendio sia al limite della stabilità; per $F_s > 1$, il sistema sia stabile; per $F_s < 1$, il sistema sia instabile.

Il software utilizzato per la verifica di stabilità del pendio è SSAP 5.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2023), in formato FREE sul WEB, dell'autore Dr. Geol. LORENZO BORSELLI. E' stato utilizzato il metodo di calcolo ed analisi di Janbu (rigoroso – 1973).

Nelle verifiche l'azione sismica è stata inserita attraverso i parametri K_x e K_y richiesti dal programma. I due valori K_x e K_y sono stati determinati attraverso le tabelle che seguono.

Parametri sismici				
	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [...]	T_C^* [s]
SLO	30	0,291	2,396	0,279
SLD	35	0,311	2,420	0,292
SLV	332	0,719	2,608	0,474
SLC	682	0,896	2,698	0,516

$$K_x = \beta_s * a_{max}/g \quad e \quad K_y = +- K_x/2$$

Tabella per la determinazione di β_s

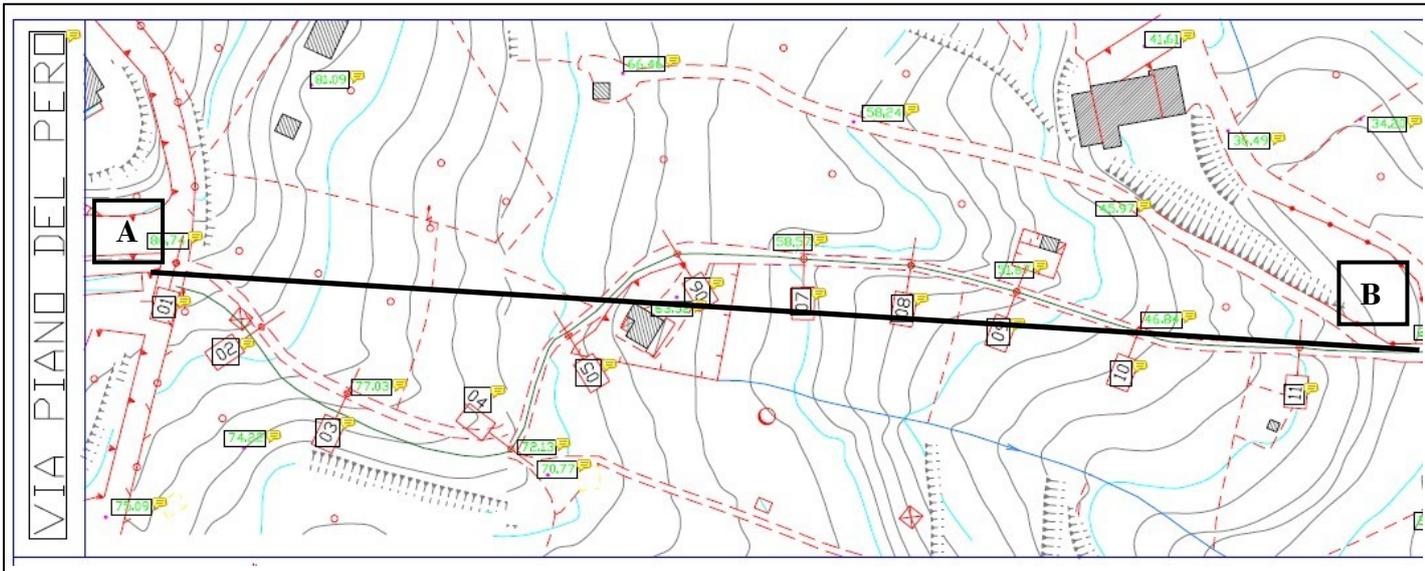
	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,4$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

$$a_g = 0,719 \text{ m/s}^2 \text{ per SLV. } a_g = 0,719/9,8 = 0,07336.$$

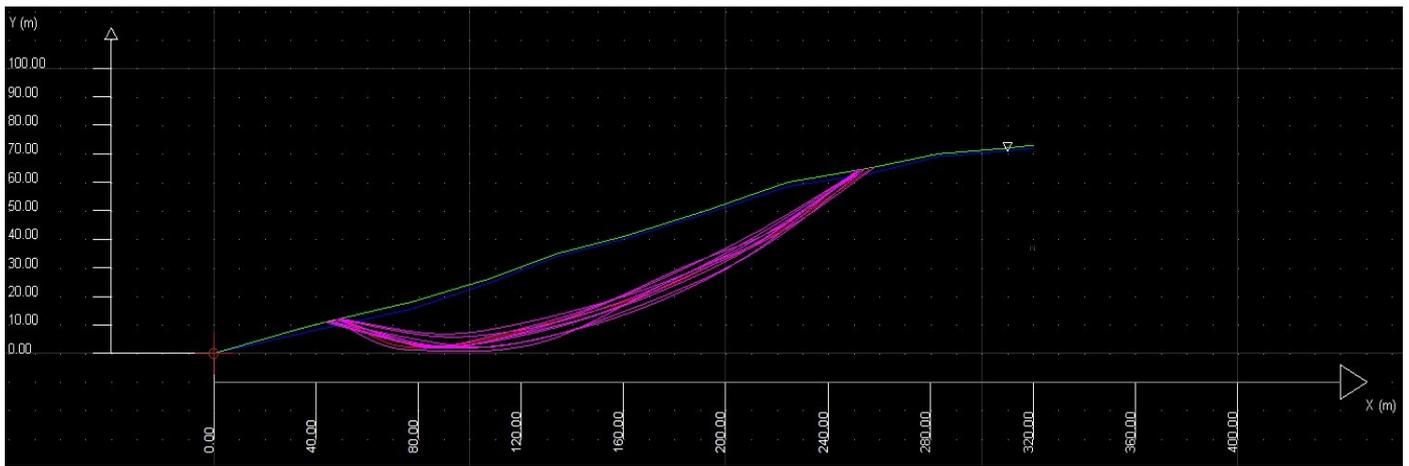
$$K_x = 0,20 \times 0,07336 = 0,0146. \quad K_y = 0,0146/2 = 0,0073.$$

L'inserimento delle rete fognaria lungo il pendio ha simulato la presenza di una falda idrica superficiale; in altre parole la condotta è stata assimilata ad una linea piezometrica associata alla comparsa di moti di filtrazione paralleli al profilo longitudinale del pendio.

Fig. n°14 sezione di verifica di stabilità tratto fognario superiore su Via Piano del Pero



PROFILO "A-B" DEL PENDIO SOTTOPOSTO AD ANALISI DI STABILITA' GLOBALE



SSAP 5.2 (2023) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Parametri Geotecnici degli strati	N.	phi' deg	C' kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3
	1	29.60	4.50	0	20.30	21.20

COORDINATE GEOMETRICHE DEL PROFILO DEL PENDIO

X(m)	Y(m)
0.00	0.00
39.00	10.00
77.00	18.00

107.00 26.00
 134.00 35.00
 160.00 41.00
 192.00 50.00
 224.00 60.00
 256.00 65.00
 283.00 70.00
 310.00 72.00
 320.00 73.00

COORDINATE GEOMETRICHE DEL PROFILO DELLA FALDA FREATICA(*)

(*) nella realtà non esiste falda freatica nel sottosuolo del. Tuttavia il profilo geometrico della condotta è stato assimilato alla linea piezometrica dei moti di filtrazione lungo il pendio, in modo da simulare un'eventuale perdita della rete ed agire in condizioni cautelative nell'analisi di stabilità.

X(m) Y(m)
 0.00 0.00
 39.00 8.00
 77.00 15.50
 107.00 24.50
 134.00 34.00
 160.00 40.00
 192.00 49.00
 224.00 58.50
 256.00 63.00
 283.00 69.00
 310.00 71.00
 320.00 72.00

PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

I modelli geologico e geotecnico del pendio sono stati considerati uniformi (condizioni di monostrato).

	Phi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat
<u>STRATO_1</u>	29.60°	4.50	0.00	20.30	21.20

LEGENDA: ` Phi' : angolo di attrito interno efficace (gradi)

C': coesione efficace "drenata" (Kpa)

Cu : coesione non drenata (Kpa)

Gamm : peso di volume naturale (KN/m³)

Gamm_sat : peso di volume saturo (KN/m³)

Non sono stati applicati fattori di riduzione NTC2018/EC-7: gamma PHI = 1.25, gamma C = 1.25 e gamma Cu = 1.4 .

GENERAZIONE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO IN AUTOMATICO

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARC - Siegel (1981).

FILTRAGGIO SUPERFICI : attivato.

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 15.0 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin - Xmax): 5.00 - 50.00 (m)

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE TERMINAZIONE (Xmin - Xmax): 250.00 - 300.00 (m)

TOTALE SUPERFICI GENERATE IN AUTOMATICO: 5000

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh = 0.0146

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo) = 0.0073

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO = 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m) = 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m) = 0.00

RISULTATO FINALE DELL'ANALISI DI STABILITA'

Il software  ha esaminato in automatico n°5000 superfici di scorrimento. Tra queste ne restituisce n°10 a partire ad valore del fattore di sicurezza Fs minimo.

N° 10 SUPERFICI DI SCORRIMENTO

X(m)	Y(m)	Superficie N.1 - Fs_minimo = 1.1821 - Lambda= 1.0000
49.045	12.115	
58.643	7.532	
63.152	5.496	

66.156	4.310
68.636	3.506
71.096	2.924
73.307	2.551
75.713	2.313
78.303	2.209
81.447	2.221
84.246	2.279
86.876	2.387
89.395	2.546
91.948	2.764
94.425	3.029
96.966	3.355
99.574	3.744
102.370	4.211
105.037	4.683
107.639	5.171
110.199	5.678
112.774	6.216
115.316	6.775
117.882	7.366
120.474	7.990
123.138	8.658
125.780	9.316
128.395	9.963
131.004	10.604
133.597	11.236
136.203	11.867
138.812	12.494
141.442	13.122

144.085	13.748
146.683	14.382
149.260	15.030
151.824	15.695
154.405	16.383
156.983	17.091
159.587	17.825
162.241	18.593
164.981	19.406
167.584	20.220
170.137	21.063
172.646	21.936
175.209	22.875
177.717	23.839
180.268	24.866
182.865	25.957
185.590	27.145
188.246	28.288
190.859	29.398
193.450	30.483
196.036	31.550
198.635	32.607
201.265	33.660
203.958	34.724
206.750	35.811
209.327	36.883
211.839	38.005
214.280	39.174
216.823	40.473
219.268	41.800

221.778	43.244
224.350	44.800
227.108	46.544
229.806	48.245
232.450	49.906
235.074	51.549
237.667	53.168
240.594	54.986
243.841	56.996
248.402	59.811
255.873	64.412
255.873	64.980

X(m) Y(m) Superficie N. 2 $F_s = 1.1834$ - $\Lambda = 1.0000$

49.197	12.147
65.476	6.505
72.999	4.102
77.956	2.822
81.980	2.099
86.052	1.761
89.638	1.733
93.567	2.006
97.794	2.568
102.948	3.499
107.728	4.385
112.258	5.249
116.671	6.115
120.996	6.989
125.340	7.890
129.730	8.826
134.219	9.806

138.861	10.843
143.182	11.903
147.403	13.039
151.517	14.251
155.779	15.615
159.894	17.035
164.109	18.597
168.416	20.297
173.012	22.211
177.509	24.073
181.921	25.891
186.303	27.686
190.639	29.452
195.026	31.229
199.449	33.010
203.973	34.822
208.622	36.673
212.907	38.503
217.092	40.425
221.156	42.431
225.411	44.676
229.986	47.295
235.244	50.494
242.824	55.349
257.510	64.997
257.510	65.280

X(m) Y(m) Superficie N. 3 $F_s = 1.1834$ - $\Lambda = 1.0000$

44.792	11.219
63.762	6.416
72.730	4.348

78.759	3.250
83.784	2.634
88.722	2.387
93.227	2.420
98.069	2.734
103.229	3.325
109.330	4.262
114.862	5.194
120.108	6.169
125.169	7.203
130.270	8.341
135.266	9.548
140.371	10.874
145.610	12.326
151.181	13.958
156.449	15.576
161.587	17.233
166.628	18.938
171.742	20.751
176.801	22.626
181.974	24.626
187.315	26.773
193.011	29.143
198.209	31.451
203.242	33.846
208.110	36.331
213.180	39.092
218.637	42.306
224.903	46.221
233.931	52.151

251.473 63.959

251.473 64.293

X(m) Y(m) Superficie N. 4 Fattore di sicurezza $F_s = 1.1837$ - $\Lambda = 1.0000$

47.751 11.842

66.777 6.585

75.628 4.365

81.501 3.226

86.311 2.637

91.136 2.470

95.453 2.620

100.170 3.115

105.267 3.948

111.461 5.232

116.995 6.473

122.198 7.744

127.185 9.070

132.217 10.520

137.113 12.035

142.117 13.688

147.234 15.482

152.670 17.489

157.918 19.465

163.059 21.442

168.140 23.437

173.223 25.475

178.293 27.548

183.408 29.682

188.606 31.891

193.952 34.205

199.087 36.498

204.141	38.831
209.127	41.208
214.192	43.701
219.786	46.568
226.087	49.898
235.035	54.763
250.862	63.495
250.862	64.197

X(m)	Y(m)	Superficie N. 5 $F_s = 1.1865$ - $\Lambda = 1.0000$
48.697	12.042	
64.658	6.717	
72.013	4.465	
76.847	3.287	
80.759	2.648	
84.734	2.392	
88.225	2.437	
92.062	2.790	
96.203	3.440	
101.274	4.479	
105.955	5.467	
110.382	6.430	
114.685	7.396	
118.911	8.376	
123.141	9.386	
127.420	10.437	
131.791	11.540	
136.319	12.712	
140.559	13.893	
144.706	15.140	
148.757	16.452	

152.934	17.901
157.000	19.405
161.170	21.045
165.457	22.825
170.050	24.822
174.402	26.658
178.641	28.385
182.800	30.017
187.004	31.605
191.183	33.119
195.466	34.607
199.914	36.089
204.694	37.619
208.928	39.124
212.994	40.737
216.877	42.457
221.003	44.472
225.366	46.859
230.447	49.880
237.850	54.588
252.168	63.985
252.168	64.401

X(m) Y(m) Superficie N. 6 $F_s = 1.1877 - \text{Lambda} = 1.0000$

48.884	12.081
67.185	8.611
76.013	7.099
82.039	6.297
87.164	5.842
92.079	5.677
96.683	5.719

101.552	5.974
106.692	6.441
112.595	7.162
117.920	7.915
122.990	8.746
127.870	9.663
132.860	10.723
137.707	11.869
142.701	13.169
147.867	14.629
153.469	16.324
158.668	17.993
163.702	19.711
168.604	21.489
173.610	23.414
178.499	25.399
183.499	27.535
188.628	29.832
194.088	32.378
199.280	34.870
204.351	37.378
209.334	39.920
214.372	42.566
219.941	45.603
226.210	49.122
235.108	54.250
251.154	63.626
251.154	64.243

X(m) Y(m) Superficie N. 7 $F_s = 1.1878$ $\Lambda = 1.0000$

46.770	11.636
--------	--------

56.308	7.008
60.820	4.931
63.844	3.700
66.359	2.841
68.832	2.197
71.062	1.755
73.455	1.433
75.983	1.233
78.972	1.126
81.784	1.034
84.475	0.956
87.113	0.890
89.702	0.835
92.307	0.789
94.935	0.753
97.614	0.725
100.364	0.707
102.947	0.738
105.476	0.818
107.949	0.950
110.502	1.139
112.998	1.378
115.576	1.680
118.260	2.049
121.190	2.503
123.823	2.980
126.349	3.514
128.774	4.106
131.307	4.809
133.730	5.560

136.242	6.421
138.846	7.393
141.706	8.536
144.403	9.646
147.016	10.758
149.575	11.882
152.148	13.049
154.692	14.239
157.272	15.480
159.900	16.781
162.636	18.170
165.266	19.473
167.848	20.718
170.395	21.912
172.969	23.084
175.508	24.206
178.075	25.307
180.675	26.387
183.363	27.471
186.004	28.524
188.612	29.552
191.206	30.562
193.794	31.558
196.408	32.551
199.057	33.545
201.783	34.555
204.625	35.596
207.183	36.621
209.663	37.713
212.048	38.868

214.572	40.199
216.975	41.569
219.477	43.105
222.080	44.806
224.956	46.785
227.666	48.611
230.287	50.336
232.851	51.983
235.427	53.595
238.273	55.316
241.477	57.200
246.021	59.800
253.276	63.890
253.276	64.574

X(m)	Y(m)	Superficie N. 8 Fattore di sicurezza $F_S = 1.1878$ - $\Lambda = 1.0000$
43.749	11.000	
62.400	6.356	
71.378	4.292	
77.493	3.128	
82.682	2.384	
87.672	1.955	
92.341	1.766	
97.305	1.791	
102.584	2.028	
108.719	2.502	
114.122	3.053	
119.224	3.724	
124.082	4.521	
129.121	5.514	
133.929	6.615	

138.913	7.916
144.066	9.415
149.722	11.206
155.104	12.957
160.330	14.705
165.469	16.472
170.603	18.286
175.752	20.156
181.000	22.111
186.432	24.184
192.184	26.428
197.297	28.615
202.225	30.943
206.940	33.401
211.960	36.261
217.271	39.620
223.455	43.845
232.465	50.398
250.733	64.081
250.733	64.177

X(m)	Y(m)	Superficie N. 9 $F_s = 1.1892$ - $\Lambda = 1.0000$
49.378	12.185	
67.813	9.034	
76.635	7.702	
82.624	7.049	
87.680	6.749	
92.574	6.758	
97.101	6.982	
101.895	7.449	
106.934	8.155	

112.725	9.167
118.128	10.161
123.311	11.168
128.368	12.205
133.412	13.295
138.421	14.430
143.503	15.636
148.697	16.923
154.119	18.318
159.234	19.719
164.236	21.181
169.138	22.707
174.152	24.364
179.079	26.087
184.129	27.949
189.343	29.967
194.931	32.222
200.076	34.422
205.061	36.688
209.901	39.026
214.899	41.585
220.314	44.559
226.500	48.142
235.380	53.526
252.031	63.856
252.031	64.380

X(m)	Y(m)	Superficie N.10 Fattore di sicurezza $F_s = 1.1896$ - $\Lambda = 1.0000$
44.882	11.238	
57.585	8.798	
64.125	7.563	

68.762	6.715
72.916	5.981
76.629	5.354
80.378	4.743
84.197	4.144
88.156	3.546
92.333	2.937
96.008	2.524
99.527	2.269
102.869	2.177
106.458	2.237
109.806	2.441
113.339	2.815
117.043	3.356
121.269	4.113
125.214	4.858
129.005	5.615
132.706	6.395
136.403	7.218
140.070	8.075
143.790	8.986
147.590	9.958
151.558	11.013
155.316	12.071
158.994	13.168
162.604	14.307
166.286	15.533
169.904	16.802
173.596	18.161
177.382	19.618

181.393	21.223
185.178	22.799
188.872	24.404
192.493	26.044
196.177	27.781
199.805	29.559
203.508	31.442
207.313	33.446
211.348	35.636
215.121	37.768
218.797	39.934
222.387	42.142
226.066	44.499
230.085	47.209
234.648	50.408
241.168	55.139
253.849	64.506
253.849	64.664

ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA DEL SISTEMA

Dati riferiti alle n°10 superfici di scorrimento rispetto al fattore di sicurezza di progetto $F_s = 1.200$.

N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.182	23830.1	20159.9	-361.8	Deficit
2	1.183	24311.9	20544.1	-341.0	Deficit
3	1.183	24209.1	20457.2	-339.5	Deficit
4	1.184	21479.5	18145.3	-294.9	Deficit
5	1.187	21689.4	18280.0	-246.6	Deficit
6	1.188	21398.8	18017.2	-221.8	Deficit
7	1.188	25242.1	21251.6	-259.8	Deficit
8	1.188	26034.7	21918.0	266.9	Deficit
9	1.189	20662.1	17375.1	-188.0	Deficit

10 1.190 26225.7 22045.5 -228.9 Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA (kN/m): -361.8

FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento.

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento.

Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di larghezza rispetto al fronte della scarpata, quindi in kN/m.

I valori dei fattori di sicurezza delle N°10 superfici di scorrimento ritenute maggiormente significative sono sempre $F_s > 1$, per cui il sistema opera-pendio è stabile.

Il deficit di resistenza va considerato rispetto al valore del fattore di sicurezza $F_s = 1,2$ definito di progetto, che include nel 20% il grado d'incertezza sempre insito nei dati di base delle analisi di verifica.

Nonostante il deficit di resistenza, le condizioni cautelative adottate nella verifica, cioè nell'assimilare la rete fognaria alla linea piezometrica di ipotetici moti di filtrazione lungo il pendio, consente di ritenere i risultati "ATTENDIBILI" e di considerare "STABILE" il sistema infrastruttura a rete-pendio.

PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO A CON MINOR F_s

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(C',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
49.045	1.504	-25.52	15.92	0.00	0.00	29.60	4.50
50.549	1.504	-25.52	47.75	0.00	0.00	29.60	4.50
52.053	0.151	-25.52	6.56	0.00	0.00	29.60	4.50
52.204	1.504	-25.52	82.78	0.00	0.00	29.60	4.50
53.708	1.504	-25.52	116.68	0.13	9.40	29.60	4.50
55.213	1.504	-25.52	149.90	0.20	19.65	29.60	4.50
56.717	1.504	-25.52	183.11	0.24	28.56	29.60	4.50
58.221	0.422	-25.52	57.33	0.27	37.37	29.60	4.50
58.643	1.504	-24.30	225.02	0.28	39.90	29.60	4.50
60.147	1.504	-24.30	256.98	0.30	49.52	29.60	4.50
61.651	1.500	-24.30	288.17	0.32	59.31	29.60	4.50
63.152	1.504	-21.54	319.45	0.34	69.08	29.60	4.50
64.656	1.500	-21.54	347.70	0.36	78.89	29.60	4.50

66.156	1.504	-17.96	376.10	0.36	87.47	29.60	4.50
67.660	0.976	-17.96	257.78	0.37	95.42	29.60	4.50
68.636	1.504	-13.32	416.54	0.38	100.20	29.60	4.50
70.140	0.956	-13.32	275.85	0.38	107.41	29.60	4.50
71.096	1.504	-9.56	450.19	0.38	111.57	29.60	4.50
72.600	0.707	-9.56	217.79	0.39	117.23	29.60	4.50
73.307	1.504	-5.65	475.39	0.39	119.59	29.60	4.50
74.811	0.902	-5.65	292.25	0.39	124.52	29.60	4.50
75.713	1.287	-2.31	425.15	0.39	127.37	29.60	4.50
77.000	1.303	-2.31	440.44	0.39	131.23	29.60	4.50
78.303	1.504	0.21	521.44	0.40	135.06	29.60	4.50
79.807	1.504	0.21	534.21	0.40	139.34	29.60	4.50
81.311	0.136	0.21	48.76	0.40	143.42	29.60	4.50
81.447	1.504	1.20	547.72	0.40	143.78	29.60	4.50
82.951	1.295	1.20	481.03	0.40	147.83	29.60	4.50
84.246	1.504	2.36	569.46	0.41	151.14	29.60	4.50
85.750	1.126	2.36	433.58	0.41	155.00	29.60	4.50
86.876	1.504	3.60	588.11	0.41	157.70	29.60	4.50
88.380	1.015	3.60	402.52	0.41	161.19	29.60	4.50
89.395	1.504	4.89	604.16	0.41	163.43	29.60	4.50
90.900	1.048	4.89	426.21	0.42	166.59	29.60	4.50
91.948	1.504	6.10	618.61	0.42	168.72	29.60	4.50
93.452	0.973	6.10	404.44	0.42	171.74	29.60	4.50
94.425	1.504	7.32	630.92	0.42	173.42	29.60	4.50
95.930	1.036	7.32	438.66	0.42	176.13	29.60	4.50
96.966	1.504	8.46	641.82	0.42	177.87	29.60	4.50
98.470	1.104	8.46	474.73	0.42	180.36	29.60	4.50
99.574	1.504	9.49	651.36	0.42	182.04	29.60	4.50
101.079	1.292	9.49	563.30	0.43	184.30	29.60	4.50
102.370	1.504	10.03	660.19	0.43	186.07	29.60	4.50

103.875	1.162	10.03	513.13	0.43	188.13	29.60	4.50
105.037	1.504	10.61	667.74	0.43	189.59	29.60	4.50
106.541	0.459	10.61	204.51	0.43	191.50	29.60	4.50
107.000	0.639	10.61	285.44	0.43	192.03	29.60	4.50
107.639	1.504	11.21	677.18	0.43	192.81	29.60	4.50
109.143	1.056	11.21	479.27	0.43	194.70	29.60	4.50
110.199	1.504	11.81	688.10	0.43	195.97	29.60	4.50
111.703	1.071	11.81	493.51	0.43	197.87	29.60	4.50
112.774	1.504	12.39	698.19	0.43	199.17	29.60	4.50
114.278	1.038	12.39	485.24	0.44	201.07	29.60	4.50
115.316	1.504	12.97	707.27	0.44	202.35	29.60	4.50
116.821	1.061	12.97	501.93	0.44	204.28	29.60	4.50
117.882	1.504	13.54	715.57	0.44	205.60	29.60	4.50
119.386	1.088	13.54	520.51	0.44	207.52	29.60	4.50
120.474	1.504	14.08	723.10	0.44	208.71	29.60	4.50
121.978	1.160	14.08	560.31	0.44	210.40	29.60	4.50
123.138	1.504	13.99	730.27	0.44	211.68	29.60	4.50
124.642	1.137	13.99	554.91	0.44	213.34	29.60	4.50
125.780	1.504	13.89	737.52	0.44	214.48	29.60	4.50
127.284	1.111	13.89	547.38	0.44	215.92	29.60	4.50
128.395	1.504	13.80	744.85	0.44	216.86	29.60	4.50
129.899	1.105	13.80	550.10	0.44	218.04	29.60	4.50
131.004	1.504	13.70	752.32	0.44	218.77	29.60	4.50
132.509	1.088	13.70	546.90	0.44	219.64	29.60	4.50
133.597	0.403	13.61	203.30	0.44	220.14	29.60	4.50
134.000	1.504	13.61	758.57	0.44	220.30	29.60	4.50
135.504	0.699	13.61	352.35	0.44	220.79	29.60	4.50
136.203	1.504	13.51	757.81	0.44	220.95	29.60	4.50
137.707	1.105	13.51	556.32	0.44	221.22	29.60	4.50
138.812	1.504	13.42	757.05	0.44	221.34	29.60	4.50

140.317	1.125	13.42	566.09	0.44	221.40	29.60	4.50
141.442	1.504	13.33	756.43	0.44	221.38	29.60	4.50
142.946	1.139	13.33	572.58	0.44	221.27	29.60	4.50
144.085	1.504	13.72	755.73	0.44	221.13	29.60	4.50
145.589	1.093	13.72	548.95	0.44	220.89	29.60	4.50
146.683	1.504	14.12	754.44	0.44	220.68	29.60	4.50
148.187	1.073	14.12	537.54	0.44	220.33	29.60	4.50
149.260	1.504	14.53	752.53	0.44	220.06	29.60	4.50
150.764	1.060	14.53	529.27	0.44	219.62	29.60	4.50
151.824	1.504	14.93	750.01	0.44	219.30	29.60	4.50
153.328	1.077	14.93	536.04	0.44	218.83	29.60	4.50
154.405	1.504	15.34	746.84	0.44	218.49	29.60	4.50
155.909	1.073	15.34	531.59	0.44	218.01	29.60	4.50
156.983	1.504	15.75	743.04	0.44	217.68	29.60	4.50
158.487	1.100	15.75	541.99	0.44	217.20	29.60	4.50
159.587	0.413	16.14	203.01	0.44	216.87	29.60	4.50
160.000	1.504	16.14	739.02	0.44	216.75	29.60	4.50
161.504	0.736	16.14	361.66	0.44	216.28	29.60	4.50
162.241	1.504	16.52	738.26	0.44	216.06	29.60	4.50
163.745	1.237	16.52	606.39	0.44	215.54	29.60	4.50
164.981	1.504	17.36	736.52	0.44	215.09	29.60	4.50
166.486	1.098	17.36	536.74	0.44	214.45	29.60	4.50
167.584	1.504	18.27	733.47	0.44	213.94	29.60	4.50
169.088	1.049	18.27	510.19	0.44	213.11	29.60	4.50
170.137	1.504	19.20	729.02	0.44	212.48	29.60	4.50
171.641	1.004	19.20	484.85	0.44	211.41	29.60	4.50
172.646	1.504	20.12	723.19	0.44	210.65	29.60	4.50
174.150	1.059	20.12	506.58	0.44	209.38	29.60	4.50
175.209	1.504	21.03	715.75	0.44	208.44	29.60	4.50
176.713	1.004	21.03	475.12	0.44	206.95	29.60	4.50

177.717	1.504	21.92	707.00	0.44	205.90	29.60	4.50
179.221	1.047	21.92	488.52	0.44	204.16	29.60	4.50
180.268	1.504	22.78	696.65	0.44	202.87	29.60	4.50
181.772	1.093	22.78	501.99	0.44	200.94	29.60	4.50
182.865	1.504	23.56	684.69	0.44	199.52	29.60	4.50
184.369	1.220	23.56	549.94	0.44	197.45	29.60	4.50
185.590	1.504	23.29	671.27	0.44	195.80	29.60	4.50
187.094	1.152	23.29	509.35	0.44	193.69	29.60	4.50
188.246	1.504	23.01	658.68	0.44	192.15	29.60	4.50
189.750	1.108	23.01	480.85	0.44	190.10	29.60	4.50
190.859	1.141	22.72	491.41	0.44	188.70	29.60	4.50
192.000	1.450	22.72	619.40	0.44	187.25	29.60	4.50
193.450	1.504	22.43	637.66	0.44	185.51	29.60	4.50
194.954	1.081	22.43	455.40	0.44	183.73	29.60	4.50
196.036	1.504	22.13	629.43	0.44	182.57	29.60	4.50
197.540	1.095	22.13	455.51	0.44	180.89	29.60	4.50
198.635	1.504	21.83	621.66	0.44	179.73	29.60	4.50
200.139	1.125	21.83	462.28	0.44	178.06	29.60	4.50
201.265	1.504	21.55	614.30	0.44	176.86	29.60	4.50
202.769	1.189	21.55	482.66	0.44	175.13	29.60	4.50
203.958	1.504	21.27	607.25	0.43	173.77	29.60	4.50
205.462	1.288	21.27	516.96	0.43	171.94	29.60	4.50
206.750	1.504	22.60	599.65	0.43	170.31	29.60	4.50
208.254	1.072	22.60	424.44	0.43	168.20	29.60	4.50
209.327	1.504	24.06	590.27	0.43	166.64	29.60	4.50
210.831	1.008	24.06	392.06	0.43	164.22	29.60	4.50
211.839	1.504	25.59	578.62	0.43	162.51	29.60	4.50
213.343	0.937	25.59	356.40	0.43	159.42	29.60	4.50
214.280	1.504	27.06	564.75	0.43	157.44	29.60	4.50
215.785	1.038	27.06	384.08	0.43	154.05	29.60	4.50

216.823	1.504	28.49	547.73	0.43	151.62	29.60	4.50
218.327	0.941	28.49	336.96	0.42	147.77	29.60	4.50
219.268	1.504	29.90	528.81	0.42	145.27	29.60	4.50
220.772	1.006	29.90	346.73	0.42	140.87	29.60	4.50
221.778	1.504	31.18	506.86	0.42	137.85	29.60	4.50
223.283	0.717	31.18	236.74	0.42	132.86	29.60	4.50
224.000	0.350	31.18	114.09	0.42	130.41	29.60	4.50
224.350	1.504	32.31	476.45	0.42	129.23	29.60	4.50
225.854	1.254	32.31	379.60	0.41	123.36	29.60	4.50
227.108	1.504	32.23	434.25	0.41	118.27	29.60	4.50
228.612	1.193	32.23	328.21	0.41	111.67	29.60	4.50
229.806	1.504	32.14	393.15	0.40	106.32	29.60	4.50
231.310	1.140	32.14	282.63	0.40	99.12	29.60	4.50
232.450	1.504	32.06	353.06	0.39	93.13	29.60	4.50
233.954	1.120	32.06	248.22	0.39	85.02	29.60	4.50
235.074	1.504	31.97	313.43	0.38	79.11	29.60	4.50
236.578	1.089	31.97	212.72	0.37	70.90	29.60	4.50
237.667	1.504	31.85	274.47	0.36	65.46	29.60	4.50
239.171	1.422	31.85	238.82	0.35	57.94	29.60	4.50
240.594	1.504	31.76	230.74	0.34	51.17	29.60	4.50
242.098	1.504	31.76	208.35	0.32	44.25	29.60	4.50
243.602	0.239	31.76	31.00	0.30	37.46	29.60	4.50
243.841	1.504	31.67	182.45	0.30	36.44	29.60	4.50
245.345	1.504	31.67	160.15	0.28	29.90	29.60	4.50
246.849	1.504	31.67	137.86	0.25	23.83	29.60	4.50
248.353	0.049	31.67	4.09	0.22	17.96	29.60	4.50
248.402	1.504	31.63	114.87	0.22	17.79	29.60	4.50
249.906	1.504	31.63	92.63	0.17	11.83	29.60	4.50
251.410	1.454	31.63	68.42	0.08	4.36	29.60	4.50
252.865	1.504	31.63	49.38	0.00	0.00	29.60	4.50

254.369 1.504 31.63 28.11 0.00 0.00 29.60 4.50

LEGENDA SIMBOLI

- X(m) : ascissa sinistra concio
- dx(m) : larghezza concio
- alpha(°) : angolo pendenza base concio
- W(kN/m) : forza peso concio
- ru(-) : coefficiente locale pressione interstiziale
- U(kPa) : pressione totale dei pori base concio
- phi'(°) : angolo di attrito efficace base concio
- C'/Cu (kPa) : coesione efficace (drenata)/coesione non drenata

TABELLA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CON MINOR F_S

X	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E	rho(x)	FS_qFEM	FS_p-qPATH
(m)	(m)	(m)	(-)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(-)	(-)	(-)
49.045	0.000	12.115	-0.254	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	2.1904702975E+001	0.081	50.000	7.184
50.549	0.342	11.738	-0.254	2.8502878763E+001	1.4275769715E+000	1.5992852051E+001	0.081	50.000	7.184
52.053	0.671	11.350	-0.250	4.8113111548E+001	3.0276841714E+000	1.1952495849E+001	0.107	36.726	4.230
52.204	0.717	11.323	-0.208	4.9904165584E+001	3.3951444356E+000	1.2312335043E+001	0.110	34.044	4.103
53.708	1.118	11.006	-0.247	7.5439532034E+001	1.1501623255E+001	2.3878329840E+001	0.167	19.570	3.007
55.213	1.410	10.580	-0.259	1.2174005473E+002	4.4163706176E+001	3.1711238765E+001	0.256	11.902	2.300
56.717	1.774	10.225	-0.227	1.7084004991E+002	8.6376355383E+001	4.2314227801E+001	0.344	8.347	1.949
58.221	2.163	9.896	-0.218	2.4903874766E+002	1.3573660670E+002	7.1048733372E+001	0.419	6.371	1.744
58.643	2.274	9.806	-0.220	2.8127360119E+002	1.5101389418E+002	8.3004723032E+001	0.437	5.985	1.702
60.147	2.620	9.473	-0.218	4.4156935316E+002	2.1349374158E+002	1.2231848871E+002	0.487	4.919	1.583
61.651	2.975	9.148	-0.216	6.4925819035E+002	2.8030589017E+002	1.3510511499E+002	0.536	3.694	1.470
63.152	3.328	8.824	-0.211	8.4752678253E+002	3.4335946209E+002	1.4470170951E+002	0.656	1.594	1.310
64.656	3.612	8.515	-0.186	1.0841229826E+003	4.1116039759E+002	1.6149121249E+002	0.746	1.475	1.221
66.156	3.954	8.264	-0.154	1.3326780827E+003	4.7553215745E+002	1.6763401175E+002	0.733	1.421	1.194
67.660	4.228	8.051	-0.133	1.5877790542E+003	5.3761285195E+002	1.6928385999E+002	0.704	1.376	1.178
68.636	4.429	7.936	-0.107	1.7527726056E+003	5.7596253473E+002	1.7310039639E+002	0.685	1.348	1.169
70.140	4.635	7.785	-0.091	2.0224639713E+003	6.3547755380E+002	1.7682368729E+002	0.658	1.304	1.157
71.096	4.788	7.712	-0.057	2.1899484584E+003	6.7093632996E+002	1.6954980281E+002	0.643	1.278	1.151
72.600	4.973	7.644	-0.039	2.4314765615E+003	7.1951387728E+002	1.5090786675E+002	0.625	1.239	1.143
73.307	5.074	7.625	-0.015	2.5349029531E+003	7.4066243961E+002	1.4696033634E+002	0.618	1.223	1.139
74.811	5.208	7.610	-0.004	2.7578527626E+003	7.8742867871E+002	1.4477065095E+002	0.605	1.189	1.133

75.713	5.303	7.616	0.015	2.8865818818E+003	8.1519020000E+002	1.3977495768E+002	0.598	1.169	1.129
77.000	5.383	7.644	0.031	3.0610698632E+003	8.5368966396E+002	1.3297481440E+002	0.590	1.144	1.124
78.303	5.488	7.697	0.049	3.2308260425E+003	8.9259671678E+002	1.2840756867E+002	0.583	1.120	1.119
79.807	5.567	7.782	0.064	3.4206554570E+003	9.3715295762E+002	1.2235125714E+002	0.577	1.095	1.113
81.311	5.669	7.889	0.072	3.5989092126E+003	9.8044976641E+002	1.1235182790E+002	0.572	1.075	1.109
81.447	5.679	7.900	0.089	3.6140607055E+003	9.8432219708E+002	1.1201041413E+002	0.572	1.074	1.108
82.951	5.783	8.035	0.095	3.7861009279E+003	1.0286464273E+003	1.1049975988E+002	0.569	1.059	1.104
84.246	5.886	8.165	0.108	3.9248579877E+003	1.0659360724E+003	1.0707225783E+002	0.567	1.049	1.101
85.750	5.996	8.337	0.117	4.0857529812E+003	1.1100105446E+003	1.0159231739E+002	0.566	1.041	1.097
86.876	6.084	8.472	0.125	4.1956488035E+003	1.1405601163E+003	9.6360792944E+001	0.566	1.038	1.096
88.380	6.184	8.666	0.132	4.3381650267E+003	1.1805720405E+003	9.1451723938E+001	0.566	1.037	1.094
89.395	6.258	8.804	0.138	4.4287501162E+003	1.2063451818E+003	8.6971688198E+001	0.566	1.038	1.093
90.900	6.341	9.015	0.143	4.5545424903E+003	1.2424495534E+003	8.1495728060E+001	0.566	1.041	1.092
91.948	6.405	9.169	0.155	4.6384073952E+003	1.2670241912E+003	7.9388461853E+001	0.566	1.044	1.091
93.452	6.485	9.410	0.158	4.7564811561E+003	1.3010414491E+003	7.1978274764E+001	0.566	1.050	1.091
94.425	6.532	9.561	0.172	4.8224358646E+003	1.3200499358E+003	6.7964358825E+001	0.566	1.054	1.091
95.930	6.613	9.835	0.183	4.9251411031E+003	1.3472819804E+003	6.4928562727E+001	0.566	1.062	1.092
96.966	6.671	10.026	0.191	4.9900456248E+003	1.3634947733E+003	6.1361203864E+001	0.566	1.068	1.093
98.470	6.741	10.320	0.194	5.0795972645E+003	1.3842234247E+003	5.5928519245E+001	0.565	1.076	1.095
99.574	6.790	10.533	0.199	5.1384211756E+003	1.3970426513E+003	5.2032869561E+001	0.565	1.082	1.096
101.079	6.844	10.840	0.202	5.2141289044E+003	1.4130092070E+003	4.7030167259E+001	0.565	1.091	1.098
102.370	6.886	11.097	0.204	5.2712236368E+003	1.4249002057E+003	4.2920557307E+001	0.565	1.097	1.100
103.875	6.933	11.411	0.206	5.3335518840E+003	1.4392947845E+003	3.8466695609E+001	0.566	1.104	1.103
105.037	6.963	11.646	0.207	5.3755940963E+003	1.4504517278E+003	3.5213445466E+001	0.567	1.110	1.106
106.541	6.997	11.962	0.207	5.4266955669E+003	1.4677419354E+003	3.0462871547E+001	0.569	1.116	1.109
107.000	7.001	12.052	0.204	5.4401847030E+003	1.4731788459E+003	2.9198825680E+001	0.570	1.118	1.110
107.639	7.015	12.185	0.217	5.4586580388E+003	1.4825388224E+003	2.8721920169E+001	0.571	1.120	1.112
109.143	7.048	12.516	0.219	5.5011248367E+003	1.5067107436E+003	2.6324479558E+001	0.575	1.126	1.117
110.199	7.069	12.747	0.228	5.5275065226E+003	1.5251518293E+003	2.4600703800E+001	0.577	1.130	1.121
111.703	7.108	13.100	0.234	5.5636865414E+003	1.5543018903E+003	2.2319253573E+001	0.582	1.136	1.128
112.774	7.134	13.351	0.244	5.5862643318E+003	1.5760191704E+003	2.0559301334E+001	0.586	1.140	1.133
114.278	7.182	13.728	0.252	5.6160781044E+003	1.6077532071E+003	1.8404467075E+001	0.591	1.146	1.142
115.316	7.217	13.992	0.265	5.6341756433E+003	1.6289411640E+003	1.6756029290E+001	0.594	1.151	1.148
116.821	7.280	14.402	0.273	5.6579181958E+003	1.6570347720E+003	1.4326010097E+001	0.599	1.159	1.160
117.882	7.327	14.693	0.285	5.6720278049E+003	1.6734857308E+003	1.2504268796E+001	0.601	1.164	1.169
119.386	7.405	15.133	0.281	5.6891453984E+003	1.6896974467E+003	8.8395198504E+000	0.604	1.173	1.183

120.474	7.431	15.420	0.275	5.6967650690E+003	1.6937185453E+003	6.1881798455E+000	0.604	1.179	1.193
121.978	7.479	15.846	0.284	5.7043820379E+003	1.6922523851E+003	3.8704492370E+000	0.602	1.189	1.209
123.138	7.519	16.177	0.293	5.7078039405E+003	1.6846262818E+003	2.3561149357E+000	0.599	1.197	1.222
124.642	7.594	16.627	0.293	5.7101888553E+003	1.6658614181E+003	8.7828725774E-001	0.594	1.208	1.239
125.780	7.634	16.950	0.285	5.7105795943E+003	1.6471285783E+003	8.3230555246E-002	0.590	1.216	1.252
127.284	7.691	17.379	0.278	5.7101869392E+003	1.6181137580E+003	-5.0985829772E-001	0.583	1.226	1.269
128.395	7.714	17.677	0.268	5.7094163854E+003	1.5956664513E+003	-6.7643830790E-001	0.578	1.234	1.281
129.899	7.748	18.081	0.261	5.7084338800E+003	1.5654663226E+003	-5.3780447922E-001	0.571	1.243	1.296
131.004	7.753	18.357	0.250	5.7079331044E+003	1.5455046880E+003	-2.4886378126E-001	0.566	1.250	1.306
132.509	7.763	18.734	0.243	5.7079766531E+003	1.5218690211E+003	3.3139913669E-001	0.560	1.259	1.319
133.597	7.750	18.986	0.233	5.7085752737E+003	1.5082166555E+003	8.3633195779E-001	0.557	1.265	1.327
134.000	7.747	19.081	0.235	5.7089553416E+003	1.5040353785E+003	1.0491412911E+000	0.556	1.267	1.330
135.504	7.737	19.435	0.231	5.7111323256E+003	1.4925296133E+003	1.7719265930E+000	0.552	1.274	1.341
136.203	7.722	19.589	0.232	5.7124764936E+003	1.4899574431E+003	2.0661412398E+000	0.551	1.278	1.345
137.707	7.717	19.945	0.234	5.7160483119E+003	1.4879920321E+003	2.5562339575E+000	0.549	1.285	1.354
138.812	7.706	20.201	0.238	5.7190199904E+003	1.4901127390E+003	2.7723152148E+000	0.548	1.290	1.360
140.317	7.714	20.567	0.242	5.7233593576E+003	1.4958999155E+003	2.8218127289E+000	0.547	1.296	1.367
141.442	7.714	20.836	0.247	5.7264816175E+003	1.5017778420E+003	2.6189490269E+000	0.547	1.301	1.372
142.946	7.737	21.215	0.251	5.7301079270E+003	1.5095356152E+003	2.0125262520E+000	0.546	1.307	1.378
144.085	7.751	21.499	0.257	5.7320567250E+003	1.5146259518E+003	1.2497860054E+000	0.546	1.311	1.381
145.589	7.780	21.895	0.259	5.7330205301E+003	1.5183081249E+003	-1.3259300222E-001	0.546	1.317	1.386
146.683	7.790	22.172	0.259	5.7322608643E+003	1.5180691824E+003	-1.5626369338E+000	0.545	1.321	1.389
148.187	7.807	22.567	0.259	5.7281144285E+003	1.5128272284E+003	-3.7582678624E+000	0.545	1.325	1.391
149.260	7.808	22.839	0.262	5.7233152189E+003	1.5063395307E+003	-5.3945559093E+000	0.544	1.328	1.393
150.764	7.822	23.243	0.264	5.7132569451E+003	1.4941387629E+003	-7.4614881297E+000	0.542	1.332	1.394
151.824	7.819	23.514	0.259	5.7047725819E+003	1.4843555672E+003	-8.7110433665E+000	0.541	1.335	1.395
153.328	7.811	23.907	0.256	5.6901664293E+003	1.4701838898E+003	-1.0349447841E+001	0.540	1.337	1.395
154.405	7.792	24.176	0.255	5.6785246371E+003	1.4608043699E+003	-1.1642810623E+001	0.539	1.339	1.395
155.909	7.769	24.565	0.255	5.6592563712E+003	1.4496349153E+003	-1.3335025587E+001	0.538	1.341	1.395
156.983	7.741	24.832	0.255	5.6445418879E+003	1.4436847028E+003	-1.4639668602E+001	0.538	1.342	1.394
158.487	7.707	25.222	0.255	5.6205607614E+003	1.4386131098E+003	-1.6421474592E+001	0.539	1.343	1.393
159.587	7.672	25.497	0.252	5.6021056727E+003	1.4375440980E+003	-1.7905813976E+001	0.540	1.344	1.392
160.000	7.658	25.603	0.265	5.5945370963E+003	1.4380015724E+003	-1.8768592100E+001	0.540	1.344	1.391
161.504	7.625	26.005	0.266	5.5639090779E+003	1.4408133794E+003	-2.1258986226E+001	0.542	1.344	1.389
162.241	7.605	26.198	0.276	5.5479300980E+003	1.4431492189E+003	-2.2820307520E+001	0.544	1.344	1.388
163.745	7.585	26.625	0.284	5.5101563647E+003	1.4475624037E+003	-2.6384724321E+001	0.547	1.344	1.386

164.981	7.571	26.977	0.297	5.4762337980E+003	1.4509922566E+003	-2.9548147757E+001	0.550	1.344	1.384
166.486	7.561	27.437	0.306	5.4279136614E+003	1.4527491153E+003	-3.3629991661E+001	0.553	1.343	1.381
167.584	7.554	27.774	0.318	5.3897750306E+003	1.4522095733E+003	-3.6860778890E+001	0.556	1.342	1.379
169.088	7.549	28.265	0.327	5.3299383725E+003	1.4475184805E+003	-4.1451864202E+001	0.559	1.341	1.376
170.137	7.545	28.607	0.338	5.2852243534E+003	1.4413683283E+003	-4.4851743888E+001	0.561	1.340	1.374
171.641	7.542	29.129	0.343	5.2129414295E+003	1.4272058560E+003	-4.9154761119E+001	0.564	1.339	1.372
172.646	7.531	29.468	0.338	5.1628467502E+003	1.4144089956E+003	-5.1191417241E+001	0.565	1.338	1.370
174.150	7.489	29.977	0.333	5.0829109191E+003	1.3917320198E+003	-5.3649245343E+001	0.567	1.337	1.368
175.209	7.446	30.321	0.335	5.0257293002E+003	1.3748731491E+003	-5.6119515701E+001	0.568	1.336	1.367
176.713	7.382	30.836	0.341	4.9367986902E+003	1.3493063815E+003	-6.0080924525E+001	0.568	1.335	1.365
177.717	7.337	31.176	0.351	4.8758138647E+003	1.3322031667E+003	-6.2833243101E+001	0.569	1.333	1.364
179.221	7.270	31.715	0.361	4.7765425703E+003	1.3047545769E+003	-6.7861166019E+001	0.569	1.331	1.363
180.268	7.232	32.098	0.368	4.7041513784E+003	1.2849294776E+003	-6.9998104363E+001	0.570	1.329	1.362
181.772	7.157	32.654	0.367	4.5970464367E+003	1.2558240713E+003	-7.0987822053E+001	0.570	1.325	1.360
182.865	7.095	33.051	0.374	4.5196301682E+003	1.2354973553E+003	-7.2577090542E+001	0.570	1.322	1.359
184.369	7.013	33.626	0.378	4.4068445793E+003	1.2064086411E+003	-7.4030902130E+001	0.571	1.317	1.357
185.590	6.935	34.080	0.380	4.3174479332E+003	1.1837875256E+003	-7.4424906947E+001	0.571	1.312	1.355
187.094	6.870	34.662	0.382	4.2033391001E+003	1.1545582248E+003	-7.4148380890E+001	0.572	1.305	1.352
188.246	6.805	35.094	0.382	4.1194091040E+003	1.1325682874E+003	-7.3511961857E+001	0.572	1.299	1.349
189.750	6.749	35.676	0.380	4.0075072461E+003	1.1027439649E+003	-7.1824518000E+001	0.573	1.290	1.344
190.859	6.688	36.086	0.376	3.9300066150E+003	1.0818136719E+003	-7.0488920096E+001	0.573	1.283	1.340
192.000	6.646	36.521	0.376	3.8488942458E+003	1.0600592307E+003	-6.9588069563E+001	0.573	1.276	1.334
193.450	6.577	37.059	0.375	3.7507110257E+003	1.0338239514E+003	-6.7577705375E+001	0.573	1.265	1.325
194.954	6.525	37.628	0.370	3.6492755814E+003	1.0064970150E+003	-6.4575032153E+001	0.573	1.254	1.313
196.036	6.466	38.016	0.370	3.5816687109E+003	9.8831096069E+002	-6.3397730084E+001	0.573	1.245	1.304
197.540	6.423	38.585	0.373	3.4844675251E+003	9.6170566462E+002	-6.2606345824E+001	0.572	1.232	1.288
198.635	6.377	38.984	0.377	3.4174908632E+003	9.4308823466E+002	-6.2210736258E+001	0.571	1.222	1.274
200.139	6.355	39.564	0.380	3.3217018746E+003	9.1541095983E+002	-6.2039634319E+001	0.569	1.207	1.252
201.265	6.323	39.984	0.385	3.2532675313E+003	8.9513111242E+002	-6.2171274644E+001	0.567	1.195	1.235
202.769	6.323	40.577	0.389	3.1570158501E+003	8.6509962542E+002	-6.2851641473E+001	0.563	1.177	1.207
203.958	6.309	41.033	0.386	3.0833644210E+003	8.4078328927E+002	-6.2500445352E+001	0.559	1.162	1.184
205.462	6.308	41.617	0.388	2.9883094290E+003	8.0765693933E+002	-6.3365725905E+001	0.553	1.142	1.153
206.750	6.305	42.115	0.396	2.9065097721E+003	7.7816337756E+002	-6.5435011000E+001	0.546	1.125	1.126
208.254	6.288	42.724	0.400	2.8047067487E+003	7.4022856637E+002	-6.7332705553E+001	0.538	1.103	1.093
209.327	6.263	43.146	0.403	2.7327614976E+003	7.1280516486E+002	-6.8871090042E+001	0.531	1.088	1.071
210.831	6.209	43.764	0.411	2.6253987207E+003	6.7175134299E+002	-7.2439958046E+001	0.520	1.065	1.039

211.839	6.173	44.178	0.439	2.5516313265E+003	6.4376338488E+002	-7.7230585983E+001	0.512	1.051	1.019
213.343	6.141	44.867	0.452	2.4263131499E+003	5.9638648304E+002	-8.2674239117E+001	0.499	1.027	0.988
214.280	6.108	45.282	0.446	2.3492102023E+003	5.6749165488E+002	-8.2947224959E+001	0.491	1.014	0.971
215.785	6.011	45.954	0.442	2.2228222810E+003	5.2128057406E+002	-8.3501547917E+001	0.478	0.993	0.945
216.823	5.933	46.406	0.440	2.1365278334E+003	4.9086169031E+002	-8.4151616938E+001	0.470	0.980	0.929
218.327	5.784	47.073	0.441	2.0077449400E+003	4.4752789717E+002	-8.5305000030E+001	0.458	0.962	0.909
219.268	5.685	47.485	0.444	1.9276579501E+003	4.2173287205E+002	-8.6034101886E+001	0.451	0.952	0.897
220.772	5.494	48.159	0.443	1.7960251553E+003	3.8178680244E+002	-8.6131953293E+001	0.440	0.938	0.881
221.778	5.353	48.596	0.442	1.7102647183E+003	3.5708558957E+002	-8.5961972236E+001	0.434	0.929	0.871
223.283	5.114	49.268	0.441	1.5792697474E+003	3.2160473144E+002	-8.4766890617E+001	0.424	0.918	0.859
224.000	4.988	49.576	0.429	1.5192517360E+003	3.0607438345E+002	-8.2868586962E+001	0.420	0.913	0.853
224.350	4.925	49.725	0.448	1.4903919307E+003	2.9893425856E+002	-8.3289391235E+001	0.418	0.911	0.851
225.854	4.656	50.407	0.452	1.3598871272E+003	2.6790339308E+002	-8.5484610880E+001	0.410	0.903	0.841
227.108	4.427	50.971	0.459	1.2540173815E+003	2.4428724309E+002	-8.4875993759E+001	0.404	0.897	0.833
228.612	4.181	51.673	0.464	1.1255261591E+003	2.1660517765E+002	-8.3252827720E+001	0.396	0.891	0.824
229.806	3.978	52.223	0.471	1.0282234557E+003	1.9628881342E+002	-8.1580457323E+001	0.390	0.887	0.817
231.310	3.755	52.944	0.495	9.0541850810E+002	1.7095305798E+002	-8.1619855910E+001	0.381	0.882	0.807
232.450	3.625	53.531	0.518	8.1242865066E+002	1.5184402770E+002	-8.0444754501E+001	0.372	0.879	0.799
233.954	3.466	54.314	0.514	6.9372457065E+002	1.2718939606E+002	-7.4943370514E+001	0.358	0.875	0.788
235.074	3.332	54.881	0.519	6.1306592169E+002	1.1039416569E+002	-7.1132087992E+001	0.346	0.873	0.779
236.578	3.188	55.677	0.510	5.0779102330E+002	8.8558531216E+001	-6.2309493649E+001	0.326	0.870	0.767
237.667	3.037	56.204	0.486	4.4600603824E+002	7.5880577593E+001	-5.5132404169E+001	0.310	0.869	0.759
239.171	2.835	56.937	0.478	3.6644352775E+002	5.9819503894E+001	-4.9291455718E+001	0.286	0.868	0.749
240.594	2.617	57.603	0.464	3.0118147088E+002	4.6981369588E+001	-4.3348593155E+001	0.261	0.869	0.740
242.098	2.378	58.295	0.450	2.4001252491E+002	3.5278618002E+001	-3.7511033844E+001	0.237	0.875	0.735
243.602	2.107	58.955	0.436	1.8833277136E+002	2.5726229944E+001	-3.5133972159E+001	0.217	0.877	0.726
243.841	2.059	59.055	0.440	1.7991881825E+002	2.4136048278E+001	-3.5087472367E+001	0.214	0.878	0.725
245.345	1.797	59.722	0.438	1.2874988417E+002	1.5207919619E+001	-3.0794646431E+001	0.196	0.883	0.719
246.849	1.519	60.372	0.424	8.7275789102E+001	9.1587599424E+000	-2.4386068900E+001	0.177	0.891	0.717
248.353	1.216	60.997	0.414	5.5386505998E+001	5.5722788590E+000	-1.6132569789E+001	0.159	0.906	0.720
248.402	1.204	61.015	0.467	5.4609225000E+001	5.5007147290E+000	-1.6039537052E+001	0.158	0.907	0.720
249.906	0.984	61.721	0.458	2.7184416214E+001	2.9014481132E+000	-1.4701668810E+001	0.140	0.938	0.738
251.410	0.730	62.393	0.497	1.0380526508E+001	1.2839501988E+000	-9.5844190085E+000	0.126	1.025	0.796
252.865	0.633	63.192	0.510	-1.3273192516E+000	-8.6416748158E-001	-4.5223977963E+000	0.125	1.186	0.907
254.369	0.416	63.901	0.510	-2.6415955079E+000	-1.0384069045E+000	4.4120240268E-001	0.217	1.203	1.159

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : ascissa sinistra concio

ht(m) : altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio

yt(m) : coordinata Y linea di trust

yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust

E(x)(kN/m) : forza normale interconcio

T(x)(kN/m) : forza tangenziale interconcio

E' (kN) : derivata forza normale interconcio

Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)

FS_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM

FS_p-qPATH(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by p-qPATH Procedure

SFORZI DI TAGLIO LUNGO LA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CON MINOR F_S

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF	TauStrength	TauS
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)	(kPa)	(kN/m)
49.045	1.504	1.667	-25.522	-3.988	-6.647	10.304	17.175
50.549	1.504	1.667	-25.522	-11.964	-19.942	20.268	33.783
52.053	0.151	0.168	-25.522	-16.353	-2.740	26.952	4.517
52.204	1.504	1.667	-25.522	-20.742	-34.574	35.105	58.516
53.708	1.504	1.667	-25.522	-29.238	-48.736	55.322	92.215
55.213	1.504	1.667	-25.522	-37.561	-62.609	65.642	109.416
56.717	1.504	1.667	-25.522	-45.884	-76.482	75.245	125.423
58.221	0.422	0.468	-25.522	-51.213	-23.946	79.958	37.386
58.643	1.504	1.650	-24.301	-54.293	-89.608	90.903	150.030
60.147	1.504	1.650	-24.301	-62.005	-102.336	98.168	162.021
61.651	1.500	1.646	-24.301	-69.707	-114.755	100.496	165.440
63.152	1.504	1.617	-21.540	-69.844	-112.948	110.592	178.843
64.656	1.500	1.613	-21.540	-76.224	-122.936	112.666	181.712
66.156	1.504	1.581	-17.958	-70.031	-110.736	119.477	188.923
67.660	0.976	1.026	-17.958	-73.992	-75.900	120.574	123.682
68.636	1.504	1.546	-13.325	-58.276	-90.084	128.819	199.131

70.140	0.956	0.982	-13.325	-60.745	-59.658	129.083	126.772
71.096	1.504	1.525	-9.560	-44.766	-68.286	130.945	199.743
72.600	0.707	0.717	-9.560	-46.102	-33.035	130.916	93.810
73.307	1.504	1.512	-5.653	-26.410	-39.920	135.707	205.129
74.811	0.902	0.906	-5.653	-27.073	-24.541	137.161	124.334
75.713	1.287	1.288	-2.310	-8.491	-10.936	138.031	177.764
77.000	1.303	1.304	-2.310	-8.690	-11.329	140.193	182.766
78.303	1.504	1.504	0.215	6.359	9.565	141.387	212.676
79.807	1.504	1.504	0.215	6.515	9.799	143.302	215.558
81.311	0.136	0.136	0.215	6.600	0.894	143.499	19.448
81.447	1.504	1.505	1.196	12.916	19.432	145.529	218.953
82.951	1.295	1.295	1.196	13.178	17.066	147.058	190.450
84.246	1.504	1.505	2.356	21.070	31.721	148.405	223.420
85.750	1.126	1.127	2.356	21.425	24.152	148.693	167.618
86.876	1.504	1.507	3.603	30.209	45.531	149.015	224.593
88.380	1.015	1.017	3.603	30.635	31.163	149.555	152.129
89.395	1.504	1.510	4.886	39.907	60.247	149.015	224.966
90.900	1.048	1.052	4.886	40.401	42.502	149.769	157.556
91.948	1.504	1.513	6.104	49.422	74.765	149.153	225.636
93.452	0.973	0.979	6.104	49.934	48.880	148.478	145.344
94.425	1.504	1.517	7.322	59.040	89.539	147.358	223.479
95.930	1.036	1.045	7.322	59.574	62.254	146.925	153.537
96.966	1.504	1.521	8.465	68.219	103.746	145.363	221.065
98.470	1.104	1.116	8.465	68.750	76.737	144.959	161.798
99.574	1.504	1.525	9.493	76.593	116.812	143.631	219.051
101.079	1.292	1.310	9.493	77.126	101.020	143.500	187.957
102.370	1.504	1.528	10.035	81.519	124.526	143.258	218.838
103.875	1.162	1.180	10.035	82.001	96.788	143.528	169.410
105.037	1.504	1.530	10.613	86.619	132.560	143.606	219.772
106.541	0.459	0.467	10.613	86.949	40.598	143.566	67.035

107.000	0.639	0.650	10.613	87.221	56.665	144.971	94.183
107.639	1.504	1.533	11.207	92.155	141.316	145.503	223.122
109.143	1.056	1.076	11.207	92.916	100.016	146.903	158.128
110.199	1.504	1.537	11.806	98.013	150.617	147.361	226.453
111.703	1.071	1.094	11.806	98.749	108.024	148.428	162.369
112.774	1.504	1.540	12.390	103.736	159.762	148.296	228.387
114.278	1.038	1.063	12.390	104.431	111.035	148.691	158.093
115.316	1.504	1.544	12.973	109.383	168.844	147.590	227.821
116.821	1.061	1.089	12.973	110.044	119.823	147.131	160.206
117.882	1.504	1.547	13.539	114.841	177.683	145.124	224.537
119.386	1.088	1.119	13.539	115.465	129.248	143.517	160.649
120.474	1.504	1.551	14.080	120.039	186.156	141.671	219.703
121.978	1.160	1.196	14.080	120.631	144.247	140.539	168.052
123.138	1.504	1.550	13.988	120.545	186.865	139.769	216.666
124.642	1.137	1.172	13.988	121.140	141.993	139.077	163.018
125.780	1.504	1.550	13.894	121.038	187.555	139.173	215.656
127.284	1.111	1.144	13.894	121.636	139.200	139.408	159.538
128.395	1.504	1.549	13.800	121.524	188.231	140.394	217.459
129.899	1.105	1.138	13.800	122.130	139.015	141.570	161.144
131.004	1.504	1.548	13.704	122.009	188.905	143.291	221.856
132.509	1.088	1.120	13.704	122.619	137.326	144.964	162.351
133.597	0.403	0.415	13.609	122.233	50.721	146.232	60.679
134.000	1.504	1.548	13.609	122.285	189.256	146.976	227.469
135.504	0.699	0.719	13.609	122.221	87.908	147.614	106.173
136.203	1.504	1.547	13.515	121.429	187.856	148.246	229.343
137.707	1.105	1.136	13.515	121.364	137.907	148.814	169.099
138.812	1.504	1.546	13.421	120.575	186.461	149.367	230.987
140.317	1.125	1.157	13.421	120.522	139.427	149.585	173.049
141.442	1.504	1.546	13.327	119.750	185.115	149.703	231.417
142.946	1.139	1.171	13.327	119.709	140.123	149.484	174.976

144.085	1.504	1.548	13.720	122.683	189.960	147.919	229.035
145.589	1.093	1.126	13.720	122.592	137.984	147.157	165.633
146.683	1.504	1.551	14.122	125.560	194.754	145.222	225.252
148.187	1.073	1.106	14.122	125.416	138.762	144.464	159.837
149.260	1.504	1.554	14.529	128.340	199.427	142.806	221.906
150.764	1.060	1.095	14.529	128.140	140.262	142.370	155.838
151.824	1.504	1.557	14.935	130.955	203.870	141.103	219.669
153.328	1.077	1.115	14.935	130.695	145.709	141.017	157.217
154.405	1.504	1.560	15.345	133.444	208.148	139.946	218.290
155.909	1.073	1.113	15.345	133.122	148.157	140.016	155.830
156.983	1.504	1.563	15.749	135.728	212.126	138.983	217.214
158.487	1.100	1.143	15.749	135.336	154.729	139.029	158.951
159.587	0.413	0.430	16.144	137.947	59.293	138.167	59.388
160.000	1.504	1.566	16.144	137.837	215.847	138.193	216.404
161.504	0.736	0.767	16.144	137.782	105.630	138.626	106.277
162.241	1.504	1.569	16.518	140.370	220.234	137.510	215.747
163.745	1.237	1.290	16.518	140.241	180.895	137.538	177.408
164.981	1.504	1.576	17.365	145.986	230.079	134.741	212.356
166.486	1.098	1.151	17.365	145.725	167.670	134.357	154.589
167.584	1.504	1.584	18.268	151.564	240.084	131.045	207.581
169.088	1.049	1.105	18.268	151.150	166.999	130.397	144.070
170.137	1.504	1.593	19.200	156.835	249.807	126.779	201.935
171.641	1.004	1.063	19.200	156.254	166.138	126.016	133.987
172.646	1.504	1.602	20.119	161.471	258.670	122.557	196.331
174.150	1.059	1.128	20.119	160.689	181.192	122.018	137.586
175.209	1.504	1.611	21.025	165.407	266.553	118.596	191.117
176.713	1.004	1.076	21.025	164.447	176.940	118.083	127.053
177.717	1.504	1.621	21.925	168.711	273.561	114.511	185.677
179.221	1.047	1.128	21.925	167.525	189.025	113.840	128.450
180.268	1.504	1.631	22.777	171.063	279.077	110.364	180.050

181.772	1.093	1.185	22.777	169.643	201.097	109.666	129.999
182.865	1.504	1.641	23.561	172.366	282.856	106.180	174.243
184.369	1.220	1.331	23.561	170.661	227.189	105.258	140.124
185.590	1.504	1.638	23.290	167.568	274.419	104.837	171.687
187.094	1.152	1.255	23.290	165.979	208.224	104.035	130.514
188.246	1.504	1.634	23.008	162.954	266.300	103.682	169.438
189.750	1.108	1.204	23.008	161.466	194.404	102.985	123.993
190.859	1.141	1.237	22.719	158.718	196.404	102.936	127.377
192.000	1.450	1.572	22.719	157.491	247.558	102.222	160.682
193.450	1.504	1.627	22.425	154.776	251.861	102.404	166.638
194.954	1.081	1.170	22.425	153.759	179.874	102.161	119.513
196.036	1.504	1.624	22.128	151.253	245.607	102.233	166.007
197.540	1.095	1.183	22.128	150.302	177.742	101.964	120.579
198.635	1.504	1.620	21.835	147.883	239.638	102.016	165.312
200.139	1.125	1.212	21.835	146.991	178.199	101.781	123.390
201.265	1.504	1.617	21.546	144.655	233.938	101.827	164.675
202.769	1.189	1.278	21.546	143.810	183.808	101.604	129.863
203.958	1.504	1.614	21.270	141.593	228.555	101.743	164.230
205.462	1.288	1.382	21.270	140.783	194.570	101.566	140.369
206.750	1.504	1.629	22.602	146.407	238.547	97.955	159.603
208.254	1.072	1.162	22.602	145.351	168.848	97.753	113.555
209.327	1.504	1.647	24.064	150.880	248.557	93.567	154.140
210.831	1.008	1.104	24.064	149.490	165.092	93.225	102.954
211.839	1.504	1.668	25.589	154.416	257.535	88.642	147.836
213.343	0.937	1.039	25.589	152.668	158.627	88.399	91.849
214.280	1.504	1.689	27.060	156.448	264.258	83.812	141.568
215.785	1.038	1.166	27.060	154.197	179.717	83.287	97.072
216.823	1.504	1.711	28.490	156.765	268.297	78.527	134.396
218.327	0.941	1.071	28.490	154.169	165.057	78.008	83.517
219.268	1.504	1.735	29.897	155.769	270.277	73.034	126.722

220.772	1.006	1.161	29.897	152.644	177.213	72.380	84.030
221.778	1.504	1.758	31.180	152.856	268.751	67.605	118.863
223.283	0.717	0.839	31.180	149.700	125.528	67.363	56.486
224.000	0.350	0.409	31.180	147.919	60.495	67.005	27.403
224.350	1.504	1.780	32.309	146.387	260.532	61.078	108.704
225.854	1.254	1.484	32.309	139.897	207.577	58.534	86.852
227.108	1.504	1.778	32.227	133.250	236.938	55.924	99.441
228.612	1.193	1.411	32.227	126.938	179.079	53.992	76.170
229.806	1.504	1.776	32.142	120.478	214.029	51.686	91.820
231.310	1.140	1.346	32.142	114.327	153.861	50.384	67.807
232.450	1.504	1.775	32.056	108.043	191.757	48.522	86.118
233.954	1.120	1.322	32.056	101.971	134.813	47.621	62.959
235.074	1.504	1.773	31.969	95.780	169.829	45.744	81.110
236.578	1.089	1.283	31.969	89.817	115.262	44.804	57.496
237.667	1.504	1.771	31.855	83.720	148.261	42.701	75.620
239.171	1.422	1.674	31.855	77.042	129.004	40.867	68.430
240.594	1.504	1.769	31.763	70.276	124.330	38.780	68.609
242.098	1.504	1.769	31.763	63.454	112.262	36.479	64.538
243.602	0.239	0.281	31.763	59.502	16.701	36.864	10.347
243.841	1.504	1.767	31.675	55.485	98.070	33.947	60.002
245.345	1.504	1.767	31.675	48.705	86.085	31.394	55.488
246.849	1.504	1.767	31.675	41.924	74.101	28.606	50.562
248.353	0.049	0.057	31.675	38.425	2.198	28.715	1.642
248.402	1.504	1.767	31.626	34.905	61.662	25.765	45.515
249.906	1.504	1.767	31.626	28.147	49.724	23.042	40.705
251.410	1.454	1.708	31.626	21.502	36.726	21.393	36.540
252.865	1.504	1.767	31.626	15.005	26.506	17.912	31.643
254.369	1.504	1.767	31.626	8.543	15.092	12.049	21.285

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : ascissa sinistra concio

- dx(m) : larghezza concio
- dl(m) : lunghezza base concio
- alpha(°) : angolo pendenza base concio
- TauStress(kPa) : sforzo di taglio su base concio
- TauF (kN/m) : forza di taglio su base concio
- TauStrength(kPa) : resistenza al taglio su base concio
- TauS (kN/m) : forza resistente al taglio su base concio

REPORT VERIFICA DI STABILITA' DEL COMPLESSO OPERA-PENDIO (tratto sup. via Piano della Spina)

Le verifiche di stabilità globale del pendio sono state effettuate applicando la teoria di Coulomb dell'equilibrio limite, rappresentata dalla seguente relazione : $\tau = c + \sigma \tan \phi$ con $\tau =$ resistenza allo sforzo di taglio del terreno; $c =$ coesione del terreno; $\sigma =$ tensione verticale agente sul terreno; $\phi =$ tangente angolo di attrito interno del terreno.

La teoria dell'equilibrio limite prevede che la rottura nel terreno per frana avvenga simultaneamente lungo tutta la superficie di scorrimento. Nella realtà la rottura lungo la superficie di scorrimento è quasi sempre di tipo progressivo.

Il metodo dell'equilibrio limite prevede che per un fattore di sicurezza $F_s = 1$, il sistema pendio o manufatto-pendio sia al limite della stabilità; per $F_s > 1$, il sistema sia stabile; per $F_s < 1$, il sistema sia instabile.

Il software utilizzato per la verifica di stabilità del pendio è SSAP 5.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2023), in formato FREE sul WEB, dell'autore Dr. Geol. LORENZO BORSELLI. E' stato utilizzato il metodo di calcolo ed analisi di Janbu (rigoroso – 1973).

Nelle verifiche l'azione sismica è stata inserita attraverso i parametri K_x e K_y richiesti dal programma. I due valori K_x e K_y sono stati determinati attraverso le tabelle che seguono.

Parametri sismici				
	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [...]	T_C^* [s]
SLO	30	0,291	2,396	0,279
SLD	35	0,311	2,420	0,292
SLV	332	0,719	2,608	0,474
SLC	682	0,896	2,698	0,516

$$K_x = \beta_s * a_{max}/g \quad e \quad K_y = + - K_x/2$$

Tabella per la determinazione di β_s

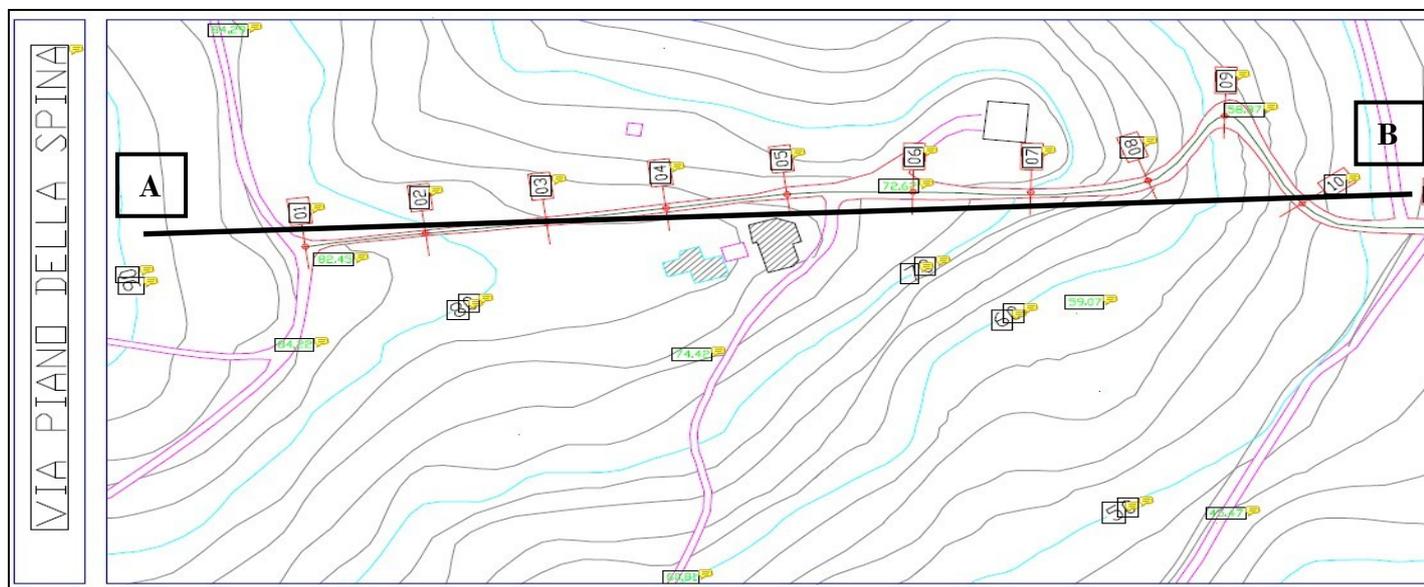
	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,4$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

$a_g = 0,719 \text{ m/s}^2$ per SLV. $a_g = 0,719/9,8 = 0,07336$.

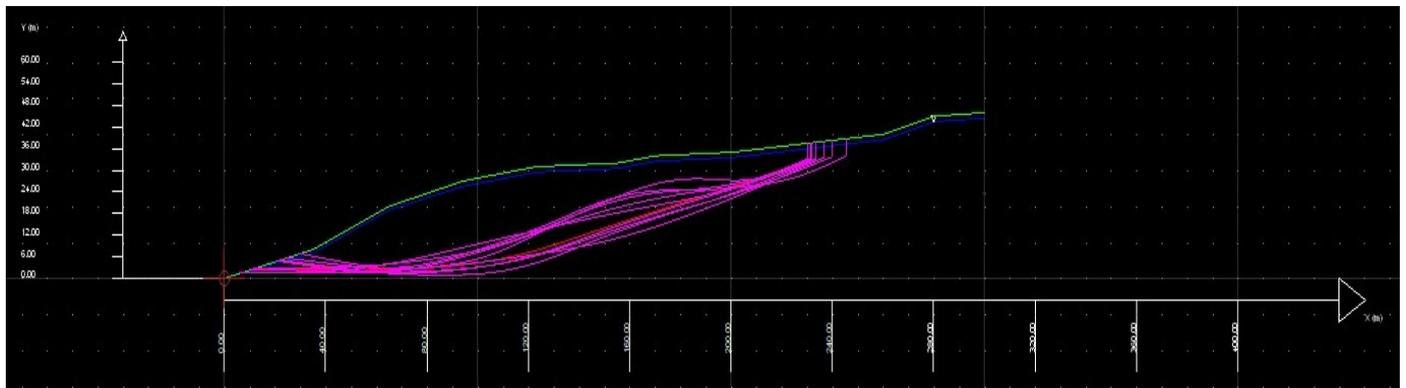
$K_x = 0,20 \times 0,07336 = 0,0146$. $K_y = 0,0146/2 = 0,0073$.

L'inserimento delle rete fognaria lungo il pendio ha simulato la presenza di una falda idrica superficiale; in altre parole la condotta è stata assimilata ad una linea piezometrica associata alla comparsa di moti di filtrazione paralleli al profilo longitudinale del pendio.

Fig. n°15 sezione di verifica di stabilità tratto fognario superiore su Via Piano della Spina



PROFILO “A-B” DEL PENDIO SOTTOPOSTO AD ANALISI DI STABILITA’ GLOBALE



SSAP 5.2 (2023) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Parametri Geotecnici degli strati	N.	phi deg	C kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3
	1	21.90	22.00	0	19.10	20.30

COORDINATE GEOMETRICHE DEL PROFILO DEL PENDIO

X(m)	Y(m)
0.00	0.00
35.00	8.00
65.00	20.00
94.00	27.00
123.00	31.00
155.00	32.00
170.00	34.00
200.00	35.00
230.00	37.50
260.00	40.00
280.00	45.00
300.00	46.00

COORDINATE GEOMETRICHE DEL PROFILO DELLA FALDA FREATICA(*)

(*) nella realtà non esiste falda freatica nel sottosuolo del. Tuttavia il profilo geometrico della condotta è stato assimilato alla linea piezometrica dei moti di filtrazione lungo il pendio, in modo da simulare un'eventuale perdita della rete ed agire in condizioni cautelative nell'analisi di stabilità.

X(m)	Y(m)
0.00	0.00
35.00	7.00
65.00	19.00
94.00	25.50
123.00	29.50
155.00	30.50
170.00	32.50
200.00	33.50
230.00	36.00
260.00	38.50
280.00	43.50
300.00	44.50

PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

I modelli geologico e geotecnico del pendio sono stati considerati uniformi (condizioni di monostrato).

	Phi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat
<u>STRATO_1</u>	21.90°	22.00	0.00	19.10	20.30

LEGENDA: ` Phi' : angolo di attrito interno efficace (gradi)

C' : coesione efficace "drenata" (Kpa)

Cu : coesione non drenata (Kpa)

Gamm : peso di volume naturale (KN/m³)

Gamm_sat : peso di volume saturo (KN/m³)

Non sono stati applicati fattori di riduzione NTC2018/EC-7: gamma PHI = 1.25, gamma C = 1.25 e gamma Cu = 1.4 .

GENERAZIONE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO IN AUTOMATICO

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARC - Siegel (1981).

FILTRAGGIO SUPERFICI : attivato.

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 15.0 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin - Xmax): 5.00 - 50.00 (m)

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE TERMINAZIONE (Xmin - Xmax): 230.00 - 280.00 (m)

TOTALE SUPERFICI GENERATE IN AUTOMATICO: 5000

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (λ_0, F_s0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO $K_h = 0.0146$

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_v (assunto Positivo) = 0.0073

COEFFICIENTE $c=K_v/K_h$ UTILIZZATO = 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m) = 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m) = 0.00

RISULTATO FINALE DELL'ANALISI DI STABILITA'

SSAP 5.2 (2023) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Il software ha esaminato in automatico n°5000 superfici di scorrimento. Tra queste ne restituisce n°10 a partire ad valore del fattore di sicurezza F_s minimo.

N° 10 SUPERFICI DI SCORRIMENTO

X(m)	Y(m)	Superficie N.1 - Fattore di sicurezza $F_s = 1.8669$ - $\lambda = 1.0000$
12.199	2.788	
33.202	2.358	
43.927	2.195	
51.498	2.154	
58.242	2.188	
64.321	2.297	
70.371	2.466	
76.520	2.699	
82.831	2.999	
89.456	3.373	

95.591	3.844
101.559	4.438
107.363	5.155
113.369	6.042
119.161	7.036
125.098	8.197
131.167	9.522
137.658	11.073
144.002	12.576
150.223	14.036
156.399	15.471
162.510	16.878
168.644	18.277
174.780	19.663
180.954	21.043
187.150	22.416
193.292	23.804
199.397	25.211
205.489	26.642
211.592	28.105
218.440	29.787
226.068	31.698
231.768	33.152
231.768	37.647

X(m) Y(m) Superficie N. 2 Fattore di sicurezza $F_s = 1.8804$ - $\Lambda = 1.0000$

11.714	2.677
33.239	2.018
44.234	1.738

51.999	1.614
58.917	1.575
65.150	1.618
71.360	1.723
77.675	1.891
84.167	2.124
90.989	2.428
97.269	2.847
103.366	3.404
109.281	4.101
115.426	4.986
121.336	5.993
127.417	7.189
133.662	8.572
140.405	10.215
146.914	11.767
153.271	13.248
159.553	14.677
165.804	16.064
172.056	17.416
178.353	18.743
184.741	20.054
191.275	21.361
197.567	22.694
203.767	24.086
209.890	25.539
216.111	27.096
222.983	28.933

230.722 31.107

239.780 33.768

239.780 38.315

X(m) Y(m) Superficie N. 3 Fattore di sicurezza $F_s = 1.8804$ - $\Lambda = 1.0000$

22.209 5.076

42.796 3.074

53.045 2.194

60.183 1.739

66.420 1.495

72.194 1.445

77.796 1.530

83.585 1.754

89.597 2.118

96.169 2.645

102.168 3.249

107.944 3.966

113.529 4.800

119.290 5.807

124.848 6.916

130.561 8.199

136.427 9.655

142.745 11.357

148.817 12.950

154.745 14.463

160.595 15.911

166.437 17.313

172.252 18.665

178.111 19.983

184.044	21.275
190.119	22.555
196.043	23.848
201.894	25.172
207.698	26.533
213.540	27.951
220.051	29.601
227.338	31.510
233.395	33.148
233.395	37.783

X(m)	Y(m)	Superficie N. 4	Fattore di sicurezza $F_s = 1.8915$ - $\Lambda = 1.0000$
21.571	4.930		
41.515	3.084		
51.626	2.220		
58.738	1.706		
65.041	1.341		
70.764	1.111		
76.444	0.963		
82.270	0.890		
88.322	0.893		
94.825	0.974		
100.603	1.215		
106.142	1.639		
111.432	2.247		
117.034	3.104		
122.326	4.115		
127.858	5.384		
133.617	6.906		

140.054	8.797
146.117	10.520
151.973	12.124
157.707	13.634
163.441	15.080
169.128	16.453
174.889	17.783
180.760	19.078
186.865	20.364
192.695	21.667
198.415	23.024
204.047	24.440
209.771	25.960
216.080	27.753
223.196	29.882
233.310	33.049
233.310	37.776

X(m)	Y(m)	Superficie N. 5 Fattore di sicurezza $F_S = 1.9009$ - $\Lambda = 1.0000$
21.040	4.809	
39.234	2.854	
48.078	2.051	
54.149	1.706	
59.349	1.614	
64.291	1.765	
68.947	2.081	
73.817	2.595	
78.893	3.304	
84.582	4.264	

89.915	5.218
95.061	6.198
100.091	7.215
105.134	8.295
110.124	9.423
115.185	10.626
120.346	11.912
125.725	13.310
130.870	14.585
135.915	15.771
140.883	16.873
145.919	17.923
150.889	18.893
155.939	19.812
161.094	20.684
166.497	21.533
171.652	22.283
176.701	22.953
181.670	23.549
186.706	24.087
191.719	24.555
196.861	24.967
202.210	25.330
207.963	25.654
213.034	26.101
217.887	26.713
222.506	27.490
227.436	28.525

232.608 29.890

238.665 31.753

245.716 34.187

245.716 38.810

X(m) Y(m) Superficie N. 6 Fattore di sicurezza $F_s = 1.9042$ - $\Lambda = 1.0000$

29.875 6.829

45.996 4.588

53.929 3.597

59.415 3.066

64.164 2.756

68.616 2.640

72.899 2.661

77.378 2.819

82.097 3.117

87.404 3.578

92.066 4.117

96.489 4.780

100.694 5.572

105.115 6.574

109.303 7.681

113.673 9.003

118.222 10.535

123.286 12.391

128.055 14.089

132.663 15.677

137.173 17.178

141.691 18.628

146.212 20.024

150.843	21.399
155.662	22.775
160.821	24.195
165.350	25.290
169.668	26.159
173.762	26.797
178.149	27.284
182.292	27.550
186.734	27.632
191.529	27.527
197.202	27.224
201.915	27.148
206.266	27.290
210.285	27.650
214.644	28.290
219.099	29.264
224.427	30.737
231.582	33.059
231.582	37.632

X(m)	Y(m)	Superficie N. 7 Fattore di sicurezza $F_s = 1.9048$ Lambda= 1.0000
6.095	1.393	
27.257	1.426	
38.109	1.488	
45.787	1.591	
52.647	1.738	
58.803	1.934	
64.919	2.175	
71.084	2.466	

77.326	2.807
83.724	3.203
89.976	3.632
96.151	4.097
102.281	4.602
108.437	5.153
114.589	5.746
120.808	6.390
127.149	7.089
133.706	7.855
139.905	8.679
145.980	9.591
151.938	10.594
158.041	11.733
164.006	12.953
170.092	14.309
176.313	15.803
182.900	17.490
189.230	19.168
195.431	20.870
201.550	22.609
207.700	24.417
214.538	26.514
222.205	28.944
233.053	32.487
236.628	33.673
236.628	38.052

X(m)	Y(m)	Superficie N. 8	Fattore di sicurezza $F_S = 1.9068$	Lambda= 1.0000
24.624	5.628			
44.699	3.790			
54.406	3.074			
61.047	2.825			
66.711	2.854			
72.125	3.165			
77.203	3.663			
82.537	4.404			
88.119	5.384			
94.431	6.687			
100.306	7.970			
105.956	9.278			
111.463	10.630			
116.996	12.065			
122.511	13.574			
128.173	15.202			
134.073	16.977			
140.421	18.960			
145.998	20.518			
151.312	21.789			
156.350	22.767			
161.737	23.572			
166.817	24.099			
172.244	24.414			
178.067	24.520			
184.910	24.427			
190.706	24.541			

196.102	24.877
201.141	25.434
206.528	26.292
212.115	27.524
218.715	29.307
228.426	32.338
230.000	32.861
230.000	37.500

X(m)	Y(m)	Superficie N. 9 Fattore di sicurezza $F_s = 1.9082$ Lambda= 1.0000
10.915	2.495	
31.726	2.759	
42.321	2.957	
49.790	3.180	
56.429	3.459	
62.431	3.800	
68.395	4.208	
74.475	4.694	
80.740	5.264	
87.369	5.934	
93.431	6.688	
99.304	7.576	
104.985	8.598	
110.903	9.831	
116.638	11.193	
122.614	12.785	
128.889	14.623	
135.869	16.826	
142.054	18.605	

147.933	20.100
153.535	21.317
159.412	22.377
165.011	23.179
170.899	23.804
177.110	24.255
184.177	24.573
190.432	25.012
196.367	25.606
202.029	26.359
207.937	27.341
214.225	28.652
221.502	30.417
231.748	33.208
231.748	37.646

X(m)	Y(m)	Superficie N.10 Fattore di sicurezza $F_s = 1.9111$ - $\Lambda = 1.0000$
6.333	1.448	
27.504	1.696	
38.101	1.928	
45.504	2.235	
52.002	2.645	
57.981	3.180	
63.770	3.816	
69.677	4.585	
75.693	5.486	
82.060	6.552	
88.327	7.596	
94.492	8.619	

100.628	9.631
106.693	10.626
112.794	11.622
118.888	12.612
125.012	13.601
131.131	14.584
137.210	15.536
143.259	16.458
149.300	17.354
155.349	18.226
161.437	19.078
167.581	19.911
173.855	20.737
180.315	21.561
186.348	22.453
192.247	23.457
198.004	24.573
203.973	25.869
210.435	27.473
217.819	29.488
228.415	32.618
230.000	33.105
230.000	37.500

ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA DEL SISTEMA

Dati riferiti alle n°10 superfici di scorrimento rispetto al fattore di sicurezza di progetto $F_s = 1.200$.

N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.867	19135.8	10250.0	6835.8	Surplus
2	1.880	20718.2	11017.9	7496.7	Surplus

N.	F _S	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
3	1.880	19448.9	10342.8	7037.5	Surplus
4	1.892	20459.3	10816.3	7479.8	Surplus
5	1.901	18275.6	9614.1	6738.6	Surplus
6	1.904	15966.8	8385.0	5904.8	Surplus
7	1.905	21112.5	11083.7	7812.1	Surplus
8	1.907	16122.2	8455.0	5976.2	Surplus
9	1.908	16674.9	8738.5	6188.7	Surplus
10	1.911	17395.4	9102.2	6472.8	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 5904.8

FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento.

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento.

Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di larghezza rispetto al fronte della scarpata, quindi in kN/m.

I valori dei fattori di sicurezza delle N°10 superfici di scorrimento ritenute maggiormente significative sono sempre F_S >1, per cui il sistema opera-pendio è stabile.

Il surplus di resistenza va considerato rispetto ad un valore del fattore di sicurezza F_S =1,2 definito di progetto, che include nel 20% il grado d'incertezza sempre insito nei dati di base delle analisi di verifica.

Le condizioni cautelative adottate nella verifica, cioè nell'assimilare la rete fognaria alla linea piezometrica di ipotetici moti di filtrazione lungo il pendio, consente di ritenere i risultati "ATTENDIBILI" e di considerare "STABILE" il sistema infrastruttura a rete-pendio.

PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO A CON MINOR F_S

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(c',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
12.199	1.581	-1.17	5.99	0.00	0.00	21.90	22.00
13.780	1.768	-1.17	21.30	0.16	1.91	21.90	22.00
15.547	1.768	-1.17	37.11	0.26	5.43	21.90	22.00
17.315	1.768	-1.17	52.91	0.30	9.09	21.90	22.00

19.083	1.768	-1.17	68.72	0.33	12.81	21.90	22.00
20.851	1.768	-1.17	84.53	0.35	16.60	21.90	22.00
22.619	1.768	-1.17	100.34	0.36	20.46	21.90	22.00
24.387	1.768	-1.17	116.15	0.37	24.84	21.90	22.00
26.155	1.768	-1.17	131.96	0.38	29.35	21.90	22.00
27.923	1.768	-1.17	147.77	0.39	33.65	21.90	22.00
29.691	1.768	-1.17	163.58	0.39	38.03	21.90	22.00
31.459	1.744	-1.17	176.81	0.40	42.82	21.90	22.00
33.202	1.768	-0.87	194.81	0.41	47.86	21.90	22.00
34.970	0.030	-0.87	3.41	0.41	52.99	21.90	22.00
35.000	1.768	-0.87	216.08	0.41	53.08	21.90	22.00
36.768	1.768	-0.87	242.61	0.41	58.58	21.90	22.00
38.536	1.768	-0.87	269.15	0.42	64.51	21.90	22.00
40.304	1.768	-0.87	295.69	0.42	70.95	21.90	22.00
42.072	1.768	-0.87	322.22	0.43	77.45	21.90	22.00
43.840	0.087	-0.87	16.55	0.43	83.97	21.90	22.00
43.927	1.768	-0.31	349.75	0.43	84.30	21.90	22.00
45.695	1.768	-0.31	375.67	0.44	91.15	21.90	22.00
47.462	1.768	-0.31	401.58	0.44	98.25	21.90	22.00
49.230	1.768	-0.31	427.49	0.44	105.10	21.90	22.00
50.998	0.500	-0.31	125.57	0.45	111.56	21.90	22.00
51.498	1.768	0.29	460.39	0.45	113.61	21.90	22.00
53.266	1.768	0.29	485.64	0.45	120.92	21.90	22.00
55.034	1.768	0.29	510.88	0.45	128.19	21.90	22.00
56.802	1.441	0.29	434.94	0.45	135.38	21.90	22.00
58.242	1.768	1.03	556.29	0.45	140.97	21.90	22.00
60.010	1.768	1.03	580.70	0.45	147.25	21.90	22.00
61.778	1.768	1.03	605.12	0.45	153.03	21.90	22.00

63.546	0.775	1.03	273.04	0.46	158.37	21.90	22.00
64.321	0.679	1.60	242.81	0.46	160.68	21.90	22.00
65.000	1.768	1.60	643.94	0.46	162.36	21.90	22.00
66.768	1.768	1.60	657.51	0.46	166.46	21.90	22.00
68.536	1.768	1.60	671.09	0.46	170.26	21.90	22.00
70.304	0.067	1.60	25.73	0.46	173.91	21.90	22.00
70.371	1.768	2.17	684.86	0.46	174.04	21.90	22.00
72.139	1.768	2.17	697.80	0.46	177.42	21.90	22.00
73.907	1.768	2.17	710.73	0.46	180.74	21.90	22.00
75.675	0.845	2.17	344.47	0.46	184.04	21.90	22.00
76.520	1.768	2.72	729.56	0.46	185.67	21.90	22.00
78.288	1.768	2.72	741.88	0.46	189.00	21.90	22.00
80.056	1.768	2.72	754.21	0.46	192.05	21.90	22.00
81.824	1.008	2.72	435.35	0.46	195.24	21.90	22.00
82.831	1.768	3.23	773.27	0.46	197.03	21.90	22.00
84.599	1.768	3.23	785.03	0.45	200.02	21.90	22.00
86.367	1.768	3.23	796.78	0.45	202.74	21.90	22.00
88.135	1.320	3.23	602.78	0.45	205.32	21.90	22.00
89.456	1.768	4.39	816.67	0.45	207.23	21.90	22.00
91.224	1.768	4.39	827.12	0.45	209.35	21.90	22.00
92.991	1.009	4.39	476.55	0.45	211.21	21.90	22.00
94.000	1.591	4.39	755.82	0.45	212.13	21.90	22.00
95.591	1.768	5.68	843.06	0.45	213.46	21.90	22.00
97.359	1.768	5.68	845.52	0.45	214.56	21.90	22.00
99.126	1.768	5.68	847.98	0.45	215.42	21.90	22.00
100.894	0.665	5.68	319.40	0.45	216.08	21.90	22.00
101.559	1.768	7.05	850.58	0.45	216.29	21.90	22.00
103.327	1.768	7.05	851.50	0.45	216.66	21.90	22.00

105.095	1.768	7.05	852.41	0.45	216.88	21.90	22.00
106.863	0.501	7.05	241.50	0.45	216.96	21.90	22.00
107.363	1.768	8.40	852.81	0.45	216.96	21.90	22.00
109.131	1.768	8.40	852.19	0.45	216.86	21.90	22.00
110.899	1.768	8.40	851.57	0.45	216.61	21.90	22.00
112.667	0.702	8.40	338.05	0.45	216.18	21.90	22.00
113.369	1.768	9.73	849.93	0.45	215.97	21.90	22.00
115.137	1.768	9.73	847.79	0.45	215.29	21.90	22.00
116.905	1.768	9.73	845.64	0.45	214.44	21.90	22.00
118.673	0.488	9.73	233.21	0.45	213.31	21.90	22.00
119.161	1.768	11.07	842.13	0.45	212.97	21.90	22.00
120.929	1.768	11.07	838.44	0.45	211.53	21.90	22.00
122.697	0.303	11.07	143.28	0.45	209.91	21.90	22.00
123.000	1.768	11.07	830.71	0.45	209.63	21.90	22.00
124.768	0.330	11.07	153.80	0.45	207.56	21.90	22.00
125.098	1.768	12.32	817.52	0.45	207.12	21.90	22.00
126.866	1.768	12.32	805.56	0.45	204.63	21.90	22.00
128.634	1.768	12.32	793.60	0.45	201.89	21.90	22.00
130.401	0.765	12.32	339.82	0.45	198.87	21.90	22.00
131.167	1.768	13.44	775.81	0.45	197.41	21.90	22.00
132.935	1.768	13.44	762.54	0.45	193.87	21.90	22.00
134.703	1.768	13.44	749.27	0.45	190.20	21.90	22.00
136.470	1.188	13.44	496.02	0.45	186.37	21.90	22.00
137.658	1.768	13.32	727.14	0.45	183.78	21.90	22.00
139.426	1.768	13.32	714.00	0.45	180.11	21.90	22.00
141.194	1.768	13.32	700.86	0.45	176.54	21.90	22.00
142.962	1.040	13.32	406.20	0.45	172.88	21.90	22.00
144.002	1.768	13.21	680.06	0.45	170.65	21.90	22.00

145.770	1.768	13.21	667.06	0.45	167.27	21.90	22.00
147.538	1.768	13.21	654.06	0.45	164.00	21.90	22.00
149.306	0.917	13.21	334.11	0.44	160.86	21.90	22.00
150.223	1.768	13.09	634.39	0.44	159.20	21.90	22.00
151.991	1.768	13.09	621.53	0.44	156.32	21.90	22.00
153.759	1.241	13.09	428.66	0.44	153.63	21.90	22.00
155.000	1.399	13.09	477.58	0.44	151.86	21.90	22.00
156.399	1.768	12.96	597.97	0.44	149.87	21.90	22.00
158.167	1.768	12.96	591.78	0.44	147.64	21.90	22.00
159.935	1.768	12.96	585.58	0.44	145.54	21.90	22.00
161.703	0.808	12.96	265.43	0.44	143.49	21.90	22.00
162.510	1.768	12.84	576.63	0.44	142.51	21.90	22.00
164.278	1.768	12.84	570.58	0.44	140.53	21.90	22.00
166.046	1.768	12.84	564.53	0.44	138.51	21.90	22.00
167.814	0.830	12.84	262.92	0.44	136.34	21.90	22.00
168.644	1.356	12.73	426.79	0.44	135.21	21.90	22.00
170.000	1.768	12.73	547.98	0.44	133.33	21.90	22.00
171.768	1.768	12.73	535.67	0.44	130.71	21.90	22.00
173.536	1.244	12.73	369.65	0.44	127.90	21.90	22.00
174.780	1.768	12.61	514.78	0.44	125.68	21.90	22.00
176.548	1.768	12.61	502.62	0.43	122.54	21.90	22.00
178.316	1.768	12.61	490.45	0.43	119.36	21.90	22.00
180.084	0.870	12.61	236.85	0.43	116.08	21.90	22.00
180.954	1.768	12.49	472.37	0.43	114.31	21.90	22.00
182.722	1.768	12.49	460.35	0.43	110.96	21.90	22.00
184.490	1.768	12.49	448.32	0.43	107.73	21.90	22.00
186.258	0.892	12.49	221.69	0.43	104.49	21.90	22.00
187.150	1.768	12.73	430.08	0.43	102.64	21.90	22.00

188.918	1.768	12.73	417.77	0.42	99.19	21.90	22.00
190.686	1.768	12.73	405.46	0.42	95.82	21.90	22.00
192.454	0.839	12.73	188.05	0.42	92.50	21.90	22.00
193.292	1.768	12.98	387.17	0.42	90.81	21.90	22.00
195.060	1.768	12.98	374.57	0.42	87.60	21.90	22.00
196.828	1.768	12.98	361.97	0.41	84.56	21.90	22.00
198.596	0.801	12.98	159.93	0.41	81.62	21.90	22.00
199.397	0.603	13.23	118.55	0.41	80.26	21.90	22.00
200.000	1.768	13.23	340.72	0.41	79.33	21.90	22.00
201.768	1.768	13.23	331.02	0.41	76.65	21.90	22.00
203.536	1.768	13.23	321.33	0.41	73.99	21.90	22.00
205.304	0.186	13.23	33.15	0.40	71.33	21.90	22.00
205.489	1.768	13.47	310.47	0.40	71.03	21.90	22.00
207.257	1.768	13.47	300.48	0.40	68.41	21.90	22.00
209.025	1.768	13.47	290.50	0.40	65.74	21.90	22.00
210.793	0.799	13.47	128.00	0.40	62.96	21.90	22.00
211.592	1.768	13.80	275.80	0.39	61.64	21.90	22.00
213.360	1.768	13.80	265.43	0.39	58.61	21.90	22.00
215.128	1.768	13.80	255.05	0.39	55.64	21.90	22.00
216.896	1.544	13.80	214.28	0.38	52.60	21.90	22.00
218.440	1.768	14.06	235.46	0.38	49.86	21.90	22.00
220.208	1.768	14.06	224.78	0.37	46.78	21.90	22.00
221.976	1.768	14.06	214.10	0.37	43.86	21.90	22.00
223.744	1.768	14.06	203.41	0.36	41.04	21.90	22.00
225.511	0.557	14.06	61.82	0.36	38.60	21.90	22.00
226.068	1.768	14.31	189.22	0.35	37.83	21.90	22.00
227.836	1.768	14.31	178.24	0.35	34.71	21.90	22.00
229.604	0.396	14.31	38.44	0.34	32.70	21.90	22.00

230.000 1.768 14.31 164.79 0.33 30.87 21.90 22.00

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : ascissa sinistra concio

dx(m) : larghezza concio

alpha(°) : angolo pendenza base concio

W(kN/m) : forza peso concio

ru(-) : coefficiente locale pressione interstiziale

U(kPa) : pressione totale dei pori base concio

phi'(°) : angolo di attrito efficace base concio

C'/Cu (kPa) : coesione efficace (drenata)/coesione non drenata

TABELLA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CON MINOR F_S

X	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	FS_qFEM	FS_p-qPATH
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)	(--)
12.199	0.000	2.788	0.062	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	9.8200667258E+000	0.255	4.036	5.594
13.780	0.130	2.886	0.062	1.3326217688E+001	1.7909440530E+000	7.0398615140E+000	0.255	4.036	5.594
15.547	0.275	2.995	0.062	2.3023651115E+001	4.1122380067E+000	7.1839263666E+000	0.311	3.176	5.193
17.315	0.421	3.104	0.062	3.8727398291E+001	8.7413694382E+000	1.1465802557E+001	0.383	2.690	5.047
19.083	0.566	3.213	0.062	6.3564840799E+001	1.5171192125E+001	1.5907774442E+001	0.440	2.387	4.988
20.851	0.711	3.322	0.062	9.4974669066E+001	2.2564884701E+001	1.8904236050E+001	0.486	2.187	5.007
22.619	0.856	3.431	0.065	1.3040710637E+002	3.0588234175E+001	2.2283668644E+001	0.523	2.051	5.075
24.387	1.014	3.553	0.070	1.7376605178E+002	4.0628529007E+001	2.4903217284E+001	0.559	1.955	5.183
26.155	1.176	3.678	0.069	2.1846078169E+002	5.1386549553E+001	2.4306010966E+001	0.596	1.876	5.284
27.923	1.332	3.798	0.068	2.5970810390E+002	6.1667556710E+001	2.3711576757E+001	0.638	1.801	5.366
29.691	1.490	3.920	0.073	3.0230101234E+002	7.2832586247E+001	2.5292561751E+001	0.672	1.763	5.444
31.459	1.663	4.057	0.080	3.4913843714E+002	8.5909910271E+001	2.7085657490E+001	0.701	1.752	5.499
33.202	1.843	4.201	0.083	3.9738400200E+002	1.0012021099E+002	2.7468292150E+001	0.726	1.762	5.521
34.970	2.018	4.349	0.084	4.4558379657E+002	1.1506333047E+002	2.6708019449E+001	0.750	1.785	5.507
35.000	2.021	4.352	0.091	4.4637825528E+002	1.1532014417E+002	2.6721933092E+001	0.750	1.786	5.506
36.768	2.209	4.513	0.096	4.9606409544E+002	1.3179077292E+002	2.9275601142E+001	0.772	1.824	5.440
38.536	2.414	4.691	0.106	5.4989195989E+002	1.5036679433E+002	3.1770494537E+001	0.794	1.877	5.322
40.304	2.636	4.887	0.112	6.0839933224E+002	1.7129389918E+002	3.3394147991E+001	0.816	1.946	5.147
42.072	2.863	5.086	0.114	6.6796816792E+002	1.9305469690E+002	3.3952418769E+001	0.837	2.025	4.936
43.840	3.093	5.289	0.115	7.2844949381E+002	2.1553839399E+002	3.5031866548E+001	0.858	2.112	4.699

43.927	3.104	5.299	0.121	7.3150266217E+002	2.1668874553E+002	3.5140622510E+001	0.858	2.116	4.686
45.695	3.329	5.514	0.125	7.9608098763E+002	2.4111353734E+002	3.7563710157E+001	0.878	2.219	4.415
47.462	3.564	5.740	0.127	8.6432175539E+002	2.6687126426E+002	3.8630234348E+001	0.896	2.333	4.124
49.230	3.797	5.963	0.124	9.3267113476E+002	2.9229654642E+002	3.8188274748E+001	0.911	2.452	3.839
50.998	4.022	6.179	0.125	9.9934920616E+002	3.1671466405E+002	4.1122447335E+001	0.922	2.573	3.574
51.498	4.093	6.247	0.141	1.0203864650E+003	3.2411556010E+002	4.2436319061E+001	0.924	2.612	3.495
53.266	4.335	6.498	0.143	1.0976026370E+003	3.4948763295E+002	4.4033889912E+001	0.929	2.754	3.228
55.034	4.581	6.752	0.145	1.1760830484E+003	3.7316619485E+002	4.4687921040E+001	0.930	2.896	2.981
56.802	4.829	7.010	0.146	1.2556117667E+003	3.9492443583E+002	4.5648096061E+001	0.928	3.036	2.756
58.242	5.035	7.222	0.142	1.3221469666E+003	4.0982453913E+002	4.4875979882E+001	0.922	3.141	2.602
60.010	5.246	7.466	0.134	1.3986353468E+003	4.2446147208E+002	4.2431704856E+001	0.911	3.254	2.448
61.778	5.446	7.697	0.129	1.4721784874E+003	4.3644259810E+002	4.1284156834E+001	0.900	3.352	2.320
63.546	5.638	7.921	0.127	1.5446093268E+003	4.4676409051E+002	4.1492393430E+001	0.887	3.434	2.213
64.321	5.722	8.019	0.120	1.5769528653E+003	4.5097078033E+002	3.9655207277E+001	0.882	3.466	2.170
65.000	5.779	8.095	0.108	1.6026350149E+003	4.5388567979E+002	3.7548513566E+001	0.877	3.487	2.142
66.768	5.919	8.284	0.105	1.6676458704E+003	4.6142007790E+002	3.6542652146E+001	0.867	3.530	2.079
68.536	6.052	8.467	0.104	1.7318438151E+003	4.6957155424E+002	3.6866839402E+001	0.857	3.560	2.028
70.304	6.188	8.652	0.105	1.7980009433E+003	4.7930658042E+002	3.4879509086E+001	0.848	3.577	1.983
70.371	6.193	8.659	0.101	1.8003340268E+003	4.7969220276E+002	3.4841732171E+001	0.848	3.577	1.982
72.139	6.305	8.839	0.103	1.8646640617E+003	4.9138215258E+002	3.6761109587E+001	0.841	3.580	1.946
73.907	6.422	9.022	0.106	1.9303152566E+003	5.0424327103E+002	3.7494445781E+001	0.835	3.573	1.913
75.675	6.544	9.212	0.109	1.9972382475E+003	5.1796671206E+002	3.8866296766E+001	0.829	3.556	1.883
76.520	6.608	9.308	0.114	2.0305081088E+003	5.2470835629E+002	3.9182489976E+001	0.826	3.544	1.870
78.288	6.727	9.510	0.112	2.0991589947E+003	5.3816103590E+002	3.7145455143E+001	0.819	3.511	1.843
80.056	6.836	9.704	0.114	2.1618483211E+003	5.4954271677E+002	3.6079654466E+001	0.811	3.469	1.820
81.824	6.963	9.915	0.120	2.2267307114E+003	5.5901517923E+002	3.6236070904E+001	0.800	3.415	1.798
82.831	7.038	10.037	0.121	2.2629749764E+003	5.6290792147E+002	3.5350908068E+001	0.793	3.380	1.786
84.599	7.152	10.251	0.119	2.3235466695E+003	5.6657565828E+002	3.2637726993E+001	0.779	3.313	1.766
86.367	7.258	10.457	0.117	2.3783766044E+003	5.6627906511E+002	3.0266722253E+001	0.762	3.241	1.749
88.135	7.367	10.666	0.123	2.4305648151E+003	5.6330389877E+002	2.9661836846E+001	0.744	3.161	1.732
89.456	7.463	10.836	0.123	2.4698718764E+003	5.5815777435E+002	2.7781910611E+001	0.727	3.092	1.720
91.224	7.537	11.046	0.118	2.5142866853E+003	5.4866435023E+002	2.3820365109E+001	0.705	3.001	1.707
92.991	7.609	11.253	0.117	2.5540967647E+003	5.3735739587E+002	2.1169246162E+001	0.682	2.909	1.694
94.000	7.649	11.371	0.122	2.5746715441E+003	5.3019775703E+002	1.9984684105E+001	0.669	2.856	1.688

95.591	7.726	11.570	0.121	2.6054181491E+003	5.1655815101E+002	1.7342621578E+001	0.646	2.764	1.677
97.359	7.759	11.778	0.117	2.6321731461E+003	5.0095557811E+002	1.3640497979E+001	0.622	2.668	1.667
99.126	7.789	11.985	0.120	2.6536487037E+003	4.8536745474E+002	1.0617542674E+001	0.599	2.574	1.658
100.894	7.832	12.204	0.124	2.6697150286E+003	4.6893763882E+002	7.9079256356E+000	0.576	2.480	1.649
101.559	7.849	12.287	0.123	2.6746758037E+003	4.6270549789E+002	6.5665413610E+000	0.567	2.446	1.646
103.327	7.846	12.503	0.123	2.6820622009E+003	4.4675239373E+002	2.7568877675E+000	0.545	2.359	1.637
105.095	7.848	12.723	0.131	2.6844237049E+003	4.3104596594E+002	-4.8740678968E-001	0.523	2.275	1.629
106.863	7.871	12.964	0.136	2.6803388107E+003	4.1370483993E+002	-3.6469145314E+000	0.500	2.191	1.620
107.363	7.875	13.031	0.135	2.6783240378E+003	4.0892397723E+002	-4.6454958992E+000	0.493	2.169	1.617
109.131	7.853	13.270	0.143	2.6662381747E+003	3.9186154988E+002	-8.9752311195E+000	0.470	2.096	1.609
110.899	7.858	13.535	0.155	2.6465890985E+003	3.7265636548E+002	-1.3044167015E+001	0.445	2.021	1.600
112.667	7.880	13.819	0.159	2.6201161483E+003	3.5096439416E+002	-1.5925063072E+001	0.418	1.948	1.591
113.369	7.885	13.928	0.160	2.6086688672E+003	3.4233753721E+002	-1.7037548017E+001	0.408	1.921	1.588
115.137	7.868	14.214	0.157	2.5752771751E+003	3.1884762449E+002	-1.9656165781E+001	0.382	1.856	1.581
116.905	7.834	14.483	0.155	2.5391679020E+003	2.9614845194E+002	-2.2120039126E+001	0.359	1.799	1.574
118.673	7.809	14.761	0.155	2.4970643594E+003	2.7245128357E+002	-2.3899223153E+001	0.335	1.746	1.569
119.161	7.798	14.833	0.153	2.4853817687E+003	2.6624046663E+002	-2.4455381192E+001	0.329	1.733	1.567
120.929	7.724	15.106	0.148	2.4387354941E+003	2.4309214624E+002	-2.6584187445E+001	0.308	1.686	1.563
122.697	7.630	15.357	0.140	2.3913844597E+003	2.2221572108E+002	-2.5598415559E+001	0.288	1.647	1.560
123.000	7.609	15.396	0.143	2.3836922007E+003	2.1899452206E+002	-2.6129249846E+001	0.285	1.641	1.560
124.768	7.521	15.654	0.146	2.3299251781E+003	1.9843112236E+002	-3.1697007499E+001	0.266	1.606	1.558
125.098	7.505	15.703	0.151	2.3193930599E+003	1.9480282379E+002	-3.2271208306E+001	0.263	1.600	1.558
126.866	7.387	15.971	0.151	2.2591688704E+003	1.7549464191E+002	-3.4789487202E+001	0.244	1.568	1.558
128.634	7.266	16.235	0.153	2.1963831622E+003	1.5849305010E+002	-3.6902358457E+001	0.227	1.540	1.558
130.401	7.157	16.512	0.160	2.1286882078E+003	1.4247554257E+002	-4.0734293423E+001	0.212	1.514	1.558
131.167	7.118	16.640	0.172	2.0967051569E+003	1.3594589209E+002	-4.2349547642E+001	0.205	1.504	1.558
132.935	7.002	16.947	0.173	2.0195576866E+003	1.2137626431E+002	-4.3885985524E+001	0.191	1.482	1.559
134.703	6.886	17.253	0.177	1.9415315392E+003	1.0896383091E+002	-4.5125031286E+001	0.180	1.463	1.559
136.470	6.784	17.574	0.181	1.8600030071E+003	9.7621430124E+001	-4.5558348880E+001	0.169	1.448	1.560
137.658	6.714	17.788	0.177	1.8063264021E+003	9.1753169698E+001	-4.4383579177E+001	0.164	1.440	1.559
139.426	6.604	18.096	0.172	1.7299656002E+003	8.4685685876E+001	-4.2163315036E+001	0.158	1.431	1.558
141.194	6.485	18.396	0.172	1.6572438635E+003	7.9356481719E+001	-4.1257521410E+001	0.154	1.425	1.555
142.962	6.374	18.704	0.178	1.5840857986E+003	7.5198643455E+001	-4.2087483100E+001	0.151	1.420	1.551
144.002	6.319	18.895	0.172	1.5398773452E+003	7.3272778915E+001	-4.0600749163E+001	0.150	1.418	1.548

145.770	6.197	19.188	0.166	1.4738152942E+003	7.1520740194E+001	-3.6703533356E+001	0.150	1.416	1.542
147.538	6.075	19.481	0.167	1.4100996955E+003	7.0584146300E+001	-3.5612559209E+001	0.152	1.413	1.534
149.306	5.957	19.778	0.172	1.3478951494E+003	7.0156369473E+001	-3.5854562406E+001	0.154	1.410	1.525
150.223	5.907	19.942	0.174	1.3147004517E+003	7.0054790445E+001	-3.5201415099E+001	0.155	1.408	1.519
151.991	5.799	20.245	0.172	1.2558769783E+003	7.0111861047E+001	-3.2743299488E+001	0.158	1.405	1.506
153.759	5.694	20.551	0.174	1.1989255368E+003	7.0061500250E+001	-3.1837552182E+001	0.160	1.400	1.492
155.000	5.624	20.770	0.186	1.1597383662E+003	6.9874698797E+001	-3.2320320707E+001	0.162	1.397	1.481
156.399	5.570	21.041	0.192	1.1133485165E+003	6.9151978733E+001	-3.2198825382E+001	0.163	1.392	1.468
158.167	5.499	21.377	0.190	1.0585761122E+003	6.7528965447E+001	-3.0456913230E+001	0.164	1.386	1.450
159.935	5.428	21.713	0.192	1.0056578869E+003	6.5207535511E+001	-2.9701871636E+001	0.163	1.380	1.432
161.703	5.363	22.055	0.195	9.5355518531E+002	6.2175271966E+001	-2.9570624775E+001	0.161	1.374	1.413
162.510	5.337	22.215	0.190	9.2963787485E+002	6.0564263250E+001	-2.8893766738E+001	0.159	1.371	1.405
164.278	5.264	22.545	0.185	8.8135140963E+002	5.6794409125E+001	-2.6760744227E+001	0.154	1.366	1.389
166.046	5.185	22.869	0.183	8.3501629015E+002	5.2652661965E+001	-2.6054590352E+001	0.149	1.362	1.374
167.814	5.106	23.194	0.184	7.8922666875E+002	4.8200877903E+001	-2.5767212369E+001	0.142	1.359	1.362
168.644	5.070	23.346	0.178	7.6789362779E+002	4.6023931778E+001	-2.5157593192E+001	0.138	1.358	1.357
170.000	5.000	23.583	0.173	7.3498956743E+002	4.2643514166E+001	-2.3984480517E+001	0.133	1.358	1.350
171.768	4.904	23.886	0.171	6.9323021008E+002	3.8401314653E+001	-2.3412873037E+001	0.125	1.359	1.344
173.536	4.805	24.187	0.174	6.5220550394E+002	3.4379946304E+001	-2.3615707118E+001	0.118	1.361	1.341
174.780	4.747	24.409	0.174	6.2246004027E+002	3.1646091420E+001	-2.3275956890E+001	0.113	1.364	1.341
176.548	4.652	24.710	0.167	5.8288937262E+002	2.8242246989E+001	-2.1732330516E+001	0.106	1.369	1.345
178.316	4.548	25.001	0.165	5.4561809839E+002	2.5296113938E+001	-2.0809600154E+001	0.100	1.375	1.351
180.084	4.444	25.293	0.168	5.0931005334E+002	2.2692514239E+001	-2.0895911755E+001	0.095	1.383	1.361
180.954	4.402	25.445	0.168	4.9097996549E+002	2.1504697904E+001	-2.0458267432E+001	0.093	1.387	1.367
182.722	4.302	25.737	0.161	4.5701815590E+002	1.9575394671E+001	-1.8333644987E+001	0.088	1.396	1.382
184.490	4.187	26.014	0.158	4.2615521595E+002	1.8038404920E+001	-1.7179250587E+001	0.085	1.405	1.400
186.258	4.076	26.294	0.166	3.9627515486E+002	1.6672544527E+001	-1.7797671669E+001	0.082	1.414	1.419
187.150	4.039	26.454	0.172	3.7999227809E+002	1.6008615385E+001	-1.7664271307E+001	0.081	1.419	1.432
188.918	3.937	26.752	0.167	3.5081537756E+002	1.4925547636E+001	-1.6035694414E+001	0.079	1.429	1.457
190.686	3.830	27.045	0.166	3.2329270336E+002	1.3954665310E+001	-1.5264922824E+001	0.077	1.439	1.484
192.454	3.726	27.340	0.171	2.9684112424E+002	1.3059273012E+001	-1.5252306288E+001	0.075	1.449	1.511
193.292	3.688	27.491	0.172	2.8393335993E+002	1.2644052286E+001	-1.4880061673E+001	0.075	1.454	1.526
195.060	3.578	27.789	0.166	2.5952708460E+002	1.1899697556E+001	-1.3255292268E+001	0.074	1.464	1.556
196.828	3.458	28.077	0.164	2.3706482932E+002	1.1223093201E+001	-1.2402578053E+001	0.072	1.474	1.585

198.596	3.341	28.367	0.166	2.1567361103E+002	1.0585532180E+001	-1.1975707185E+001	0.071	1.484	1.615
199.397	3.292	28.503	0.166	2.0612157251E+002	1.0305380692E+001	-1.1471777656E+001	0.071	1.489	1.630
200.000	3.248	28.601	0.162	1.9941092605E+002	1.0103892892E+001	-1.0979684660E+001	0.071	1.492	1.640
201.768	3.120	28.887	0.164	1.8080558833E+002	9.5064683639E+000	-1.0338177120E+001	0.069	1.502	1.672
203.536	2.997	29.180	0.169	1.6285683421E+002	8.8813091625E+000	-1.0021338104E+001	0.068	1.513	1.705
205.304	2.885	29.484	0.173	1.4537178708E+002	8.2031984199E+000	-1.0102474629E+001	0.067	1.525	1.741
205.489	2.875	29.517	0.174	1.4349360680E+002	8.1271371870E+000	-1.0037433836E+001	0.067	1.527	1.745
207.257	2.757	29.823	0.175	1.2721941099E+002	7.4315823276E+000	-9.0177288215E+000	0.066	1.540	1.784
209.025	2.647	30.137	0.182	1.1160840270E+002	6.6608309977E+000	-8.7597606764E+000	0.065	1.556	1.828
210.793	2.554	30.467	0.189	9.6246339770E+001	5.8270300326E+000	-8.6068773524E+000	0.064	1.574	1.877
211.592	2.517	30.622	0.202	8.9399810297E+001	5.4367226907E+000	-8.5340090626E+000	0.064	1.583	1.902
213.360	2.447	30.986	0.203	7.4451643476E+001	4.5304838166E+000	-7.8870929082E+000	0.063	1.607	1.964
215.128	2.368	31.341	0.205	6.1512348599E+001	3.7035293073E+000	-7.1166634783E+000	0.063	1.635	2.033
216.896	2.303	31.711	0.215	4.9288293370E+001	2.9155315846E+000	-6.7558712399E+000	0.062	1.667	2.108
218.440	2.267	32.054	0.212	3.9070333969E+001	2.2572226801E+000	-6.3745350846E+000	0.062	1.694	2.174
220.208	2.182	32.412	0.206	2.8292342836E+001	1.5282435945E+000	-5.7580509419E+000	0.062	1.730	2.257
221.976	2.108	32.781	0.200	1.8710814059E+001	9.4984929287E-001	-4.7134428820E+000	0.062	1.769	2.345
223.744	2.004	33.120	0.187	1.1626385003E+001	6.4789454962E-001	-3.5091469090E+000	0.062	1.814	2.440
225.511	1.885	33.443	0.182	6.3030484661E+000	6.3150101199E-001	-2.5251645704E+000	0.062	1.860	2.531
226.068	1.845	33.542	0.178	4.9828733297E+000	6.3258661357E-001	-2.2255688879E+000	0.062	1.876	2.561
227.836	1.708	33.857	0.188	1.8717952911E+000	6.3578966968E-001	-1.4981086476E+000	0.062	1.967	2.705
229.604	1.606	34.206	0.182	-3.1419214350E-001	-2.9814230028E-001	-5.6236799779E-001	0.062	2.167	2.919
230.000	1.549	34.250	0.182	-4.7714361976E-001	-5.0743633343E-001	-2.8659653936E-001	0.062	2.167	3.100

LEGENDA SIMBOLI

$X(m)$: ascissa sinistra concio

$ht(m)$: altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio

$yt(m)$: coordinata Y linea di trust

$yt'(-)$: gradiente pendenza locale linea di trust

$E(x)(kN/m)$: forza normale interconcio

$T(x)(kN/m)$: forza tangenziale interconcio

$E' (kN)$: derivata forza normale interconcio

$Rho(x) (-)$: fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)

$FS_qFEM(x)(-)$: fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM

FS_p-qPATH(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by p-qPATH Procedure

SFORZI DI TAGLIO LUNGO LA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CON MINOR F_S

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF	TauStrength	TauS
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)	(kPa)	(kN/m)
12.199	1.581	1.581	-1.173	-0.022	-0.035	24.021	37.980
13.780	1.768	1.768	-1.173	-0.071	-0.125	26.651	47.127
15.547	1.768	1.768	-1.173	-0.123	-0.218	29.406	51.998
17.315	1.768	1.768	-1.173	-0.176	-0.311	31.978	56.545
19.083	1.768	1.768	-1.173	-0.228	-0.404	34.317	60.682
20.851	1.768	1.768	-1.173	-0.281	-0.497	36.545	64.622
22.619	1.768	1.768	-1.173	-0.333	-0.590	39.086	69.115
24.387	1.768	1.768	-1.173	-0.386	-0.683	41.100	72.677
26.155	1.768	1.768	-1.173	-0.439	-0.776	42.761	75.613
27.923	1.768	1.768	-1.173	-0.491	-0.868	44.847	79.303
29.691	1.768	1.768	-1.173	-0.544	-0.961	47.158	83.389
31.459	1.744	1.744	-1.173	-0.596	-1.039	49.133	85.686
33.202	1.768	1.768	-0.871	-0.067	-0.119	50.694	89.634
34.970	0.030	0.030	-0.871	-0.070	-0.002	50.496	1.503
35.000	1.768	1.768	-0.871	-0.075	-0.132	53.803	95.129
36.768	1.768	1.768	-0.871	-0.084	-0.148	58.137	102.794
38.536	1.768	1.768	-0.871	-0.093	-0.164	62.361	110.261
40.304	1.768	1.768	-0.871	-0.102	-0.180	66.007	116.709
42.072	1.768	1.768	-0.871	-0.111	-0.197	69.603	123.067
43.840	0.087	0.087	-0.871	-0.116	-0.010	70.365	6.126
43.927	1.768	1.768	-0.311	1.814	3.207	73.339	129.659
45.695	1.768	1.768	-0.311	1.949	3.445	76.786	135.754
47.462	1.768	1.768	-0.311	2.083	3.683	79.749	140.991
49.230	1.768	1.768	-0.311	2.217	3.920	82.651	146.122

50.998	0.500	0.500	-0.311	2.304	1.151	84.243	42.111
51.498	1.768	1.768	0.286	5.101	9.019	86.642	153.178
53.266	1.768	1.768	0.286	5.381	9.513	89.066	157.462
55.034	1.768	1.768	0.286	5.661	10.008	91.455	161.687
56.802	1.441	1.441	0.286	5.915	8.520	93.006	133.976
58.242	1.768	1.768	1.030	10.248	18.120	94.796	167.619
60.010	1.768	1.768	1.030	10.698	18.916	97.267	171.988
61.778	1.768	1.768	1.030	11.147	19.711	100.147	177.079
63.546	0.775	0.775	1.030	11.471	8.894	101.840	78.962
64.321	0.679	0.679	1.604	15.233	10.341	102.577	69.635
65.000	1.768	1.769	1.604	15.506	27.424	104.470	184.767
66.768	1.768	1.769	1.604	15.833	28.002	106.024	187.515
68.536	1.768	1.769	1.604	16.160	28.580	107.894	190.823
70.304	0.067	0.067	1.604	16.329	1.096	108.108	7.254
70.371	1.768	1.769	2.171	20.311	35.934	109.640	193.973
72.139	1.768	1.769	2.171	20.695	36.613	111.437	197.153
73.907	1.768	1.769	2.171	21.078	37.292	113.200	200.272
75.675	0.845	0.846	2.171	21.362	18.074	114.114	96.550
76.520	1.768	1.770	2.719	25.567	45.251	115.140	203.788
78.288	1.768	1.770	2.719	25.999	46.016	116.232	205.721
80.056	1.768	1.770	2.719	26.431	46.780	117.463	207.899
81.824	1.008	1.009	2.719	26.770	27.003	117.907	118.934
82.831	1.768	1.771	3.230	30.972	54.843	118.537	209.896
84.599	1.768	1.771	3.230	31.443	55.677	119.332	211.305
86.367	1.768	1.771	3.230	31.914	56.511	120.452	213.289
88.135	1.320	1.323	3.230	32.325	42.751	121.087	160.143
89.456	1.768	1.773	4.390	41.963	74.405	121.717	215.820
91.224	1.768	1.773	4.390	42.500	75.358	122.960	218.022

92.991	1.009	1.012	4.390	42.922	43.417	123.887	125.317
94.000	1.591	1.595	4.390	43.165	68.861	124.208	198.149
95.591	1.768	1.777	5.681	53.866	95.700	123.846	220.030
97.359	1.768	1.777	5.681	54.023	95.979	123.958	220.228
99.126	1.768	1.777	5.681	54.180	96.258	124.061	220.412
100.894	0.665	0.668	5.681	54.288	36.257	124.158	82.921
101.559	1.768	1.781	7.049	65.512	116.701	123.684	220.329
103.327	1.768	1.781	7.049	65.582	116.827	123.765	220.473
105.095	1.768	1.781	7.049	65.652	116.952	123.724	220.399
106.863	0.501	0.504	7.049	65.698	33.134	123.865	62.471
107.363	1.768	1.787	8.401	76.612	136.912	122.958	219.738
109.131	1.768	1.787	8.401	76.556	136.812	122.710	219.294
110.899	1.768	1.787	8.401	76.500	136.712	122.498	218.915
112.667	0.702	0.710	8.401	76.461	54.271	122.573	87.000
113.369	1.768	1.794	9.734	86.927	155.925	121.394	217.749
115.137	1.768	1.794	9.734	86.708	155.531	121.231	217.456
116.905	1.768	1.794	9.734	86.488	155.137	121.052	217.136
118.673	0.488	0.495	9.734	86.348	42.784	121.258	60.081
119.161	1.768	1.801	11.069	96.453	173.754	119.824	215.854
120.929	1.768	1.801	11.069	96.031	172.993	119.642	215.526
122.697	0.303	0.309	11.069	95.783	29.563	119.864	36.995
123.000	1.768	1.801	11.069	95.145	171.398	118.727	213.879
124.768	0.330	0.336	11.069	94.431	31.732	118.220	39.726
125.098	1.768	1.810	12.317	102.814	186.048	115.663	209.299
126.866	1.768	1.810	12.317	101.310	183.327	114.073	206.423
128.634	1.768	1.810	12.317	99.806	180.606	112.583	203.726
130.401	0.765	0.783	12.317	98.729	77.336	111.941	87.686
131.167	1.768	1.818	13.438	105.248	191.307	109.285	198.645

132.935	1.768	1.818	13.438	103.447	188.034	107.813	195.969
134.703	1.768	1.818	13.438	101.647	184.761	106.414	193.428
136.470	1.188	1.221	13.438	100.141	122.312	105.518	128.879
137.658	1.768	1.817	13.324	97.921	177.905	104.289	189.475
139.426	1.768	1.817	13.324	96.152	174.690	102.909	186.968
141.194	1.768	1.817	13.324	94.382	171.476	101.502	184.410
142.962	1.040	1.069	13.324	92.977	99.382	100.715	107.653
144.002	1.768	1.816	13.206	90.877	165.028	99.496	180.679
145.770	1.768	1.816	13.206	89.140	161.873	98.048	178.048
147.538	1.768	1.816	13.206	87.403	158.718	96.558	175.344
149.306	0.917	0.942	13.206	86.084	81.077	95.697	90.131
150.223	1.768	1.815	13.086	84.108	152.660	94.391	171.324
151.991	1.768	1.815	13.086	82.403	149.565	92.786	168.412
153.759	1.241	1.274	13.086	80.952	103.152	91.518	116.616
155.000	1.399	1.436	13.086	80.021	114.924	90.731	130.306
156.399	1.768	1.814	12.964	78.637	142.660	90.468	164.123
158.167	1.768	1.814	12.964	77.823	141.183	90.043	163.352
159.935	1.768	1.814	12.964	77.008	139.706	89.564	162.483
161.703	0.808	0.829	12.964	76.415	63.326	89.424	74.106
162.510	1.768	1.813	12.845	75.223	136.402	88.982	161.351
164.278	1.768	1.813	12.845	74.434	134.970	88.478	160.437
166.046	1.768	1.813	12.845	73.644	133.539	87.993	159.557
167.814	0.830	0.851	12.845	73.064	62.194	87.908	74.830
168.644	1.356	1.390	12.726	71.997	100.095	87.673	121.888
170.000	1.768	1.812	12.726	70.908	128.516	86.610	156.975
171.768	1.768	1.812	12.726	69.316	125.631	85.008	154.072
173.536	1.244	1.276	12.726	67.959	86.694	83.875	106.997
174.780	1.768	1.812	12.607	66.071	119.694	82.619	149.672

176.548	1.768	1.812	12.607	64.510	116.865	81.250	147.193
178.316	1.768	1.812	12.607	62.948	114.037	79.903	144.753
180.084	0.870	0.891	12.607	61.784	55.071	79.258	70.647
180.954	1.768	1.811	12.489	60.134	108.889	78.115	141.448
182.722	1.768	1.811	12.489	58.603	106.117	76.863	139.181
184.490	1.768	1.811	12.489	57.072	103.344	75.560	136.822
186.258	0.892	0.914	12.489	55.920	51.102	74.909	68.454
187.150	1.768	1.812	12.732	55.676	100.912	73.487	133.194
188.918	1.768	1.812	12.732	54.082	98.024	72.220	130.897
190.686	1.768	1.812	12.732	52.489	95.135	70.918	128.537
192.454	0.839	0.860	12.732	51.314	44.123	70.295	60.444
193.292	1.768	1.814	12.978	50.962	92.458	68.821	124.859
195.060	1.768	1.814	12.978	49.303	89.449	67.399	122.279
196.828	1.768	1.814	12.978	47.645	86.440	65.909	119.576
198.596	0.801	0.822	12.978	46.440	38.192	65.119	53.553
199.397	0.603	0.619	13.226	46.533	28.808	64.425	39.884
200.000	1.768	1.816	13.226	45.591	82.796	63.288	114.937
201.768	1.768	1.816	13.226	44.293	80.441	62.285	113.115
203.536	1.768	1.816	13.226	42.996	78.085	61.271	111.273
205.304	0.186	0.191	13.226	42.279	8.057	61.193	11.661
205.489	1.768	1.818	13.474	42.216	76.747	59.995	109.067
207.257	1.768	1.818	13.474	40.858	74.278	58.910	107.095
209.025	1.768	1.818	13.474	39.500	71.810	57.843	105.155
210.793	0.799	0.822	13.474	38.515	31.641	57.407	47.163
211.592	1.768	1.820	13.802	38.291	69.707	56.182	102.278
213.360	1.768	1.820	13.802	36.850	67.085	55.178	100.451
215.128	1.768	1.820	13.802	35.410	64.463	54.157	98.591
216.896	1.544	1.590	13.802	34.061	54.157	53.300	84.748

218.440	1.768	1.823	14.064	33.224	60.553	52.176	95.093
220.208	1.768	1.823	14.064	31.717	57.805	51.133	93.192
221.976	1.768	1.823	14.064	30.209	55.057	50.020	91.164
223.744	1.768	1.823	14.064	28.701	52.310	48.864	89.057
225.511	0.557	0.574	14.064	27.710	15.898	48.348	27.738
226.068	1.768	1.825	14.313	27.105	49.454	47.037	85.822
227.836	1.768	1.825	14.313	25.532	46.585	45.992	83.915
229.604	0.396	0.409	14.313	24.569	10.046	45.372	18.552
230.000	1.768	1.825	14.313	23.607	43.072	44.619	81.410

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : ascissa sinistra concio

dx(m) : larghezza concio

dl(m) : lunghezza base concio

alpha(°) : angolo pendenza base concio

TauStress(kPa) : sforzo di taglio su base concio

TauF (kN/m) : forza di taglio su base concio

TauStrength(kPa) : resistenza al taglio su base concio

TauS (kN/m) : forza resistente al taglio su base concio

In riferimento alla normativa che disciplina le “terre e rocce da scavo” (D.P.R. 120/2017) i terreni di risulta degli scavi per la realizzazione della condotta fognaria potranno essere riutilizzati in loco (cantiere) per il reinterro degli stessi, in qualità di “sottoprodotto”, per la volumetria necessaria al ripristino della sede stradale.

L'esubero di volumetria potrà essere stoccata nei siti di utilizzo, previsti ed indicati nel piano di utilizzo, in quanto il cantiere è di grande dimensioni perché il volume di terra escavato supererà i 6000 m³ (D.P.R. 120/2017).

I terreni interessati dalle operazioni di scavo, per natura litologica, non contengono minerali di amianto, in quanto non sono rocce vulcaniche effusive ofiolitifere, denominate comunemente “rocce verdi”; ma al contrario sono depositi di ambiente di sedimentazione alluvionale e colluviale continentale [DAL;TAL; DACN; DTCL e DTCL(a-b); FCGC; SVL] e rocce sedimentarie di ambiente di sedimentazione di bacino pelagico [AGSO].

Art. 150

Scavi e riporti di terreno

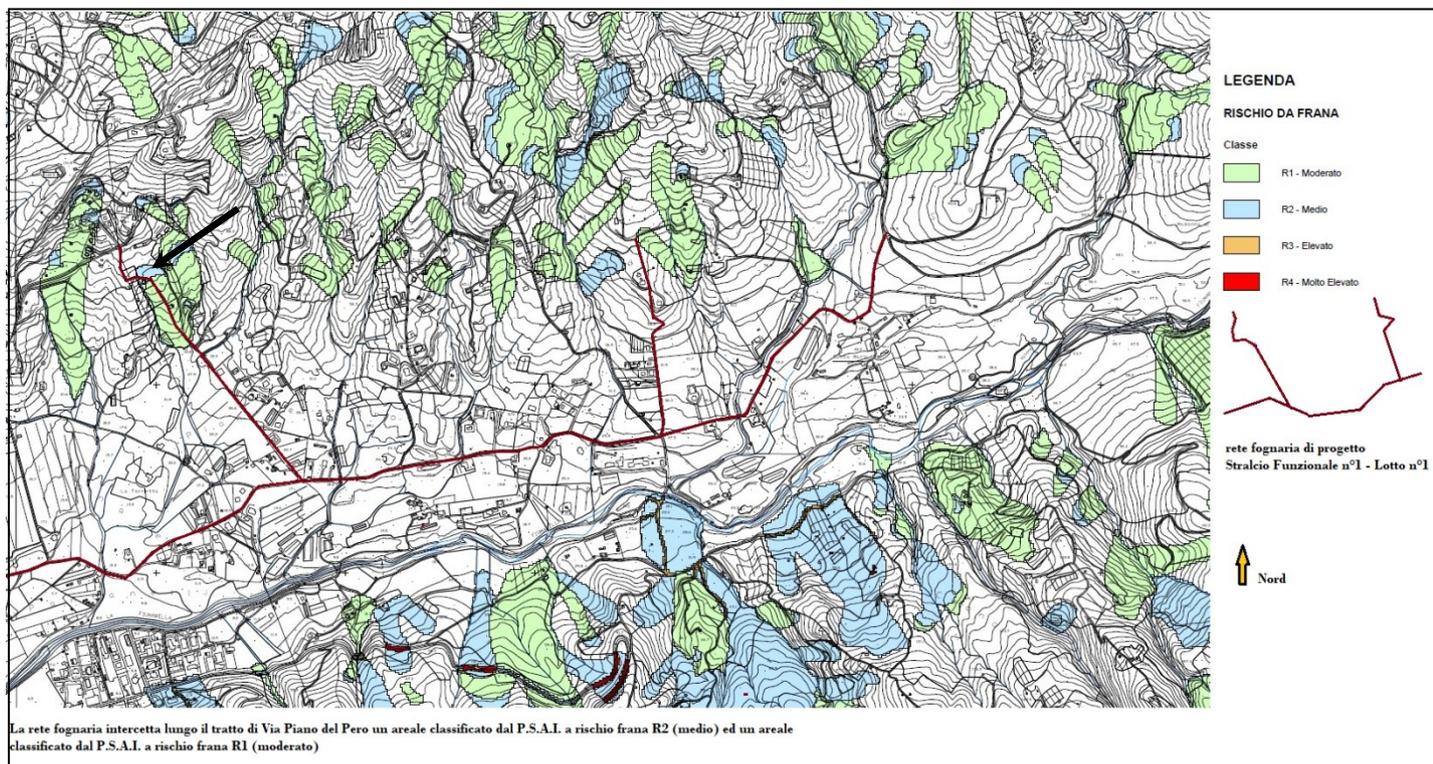
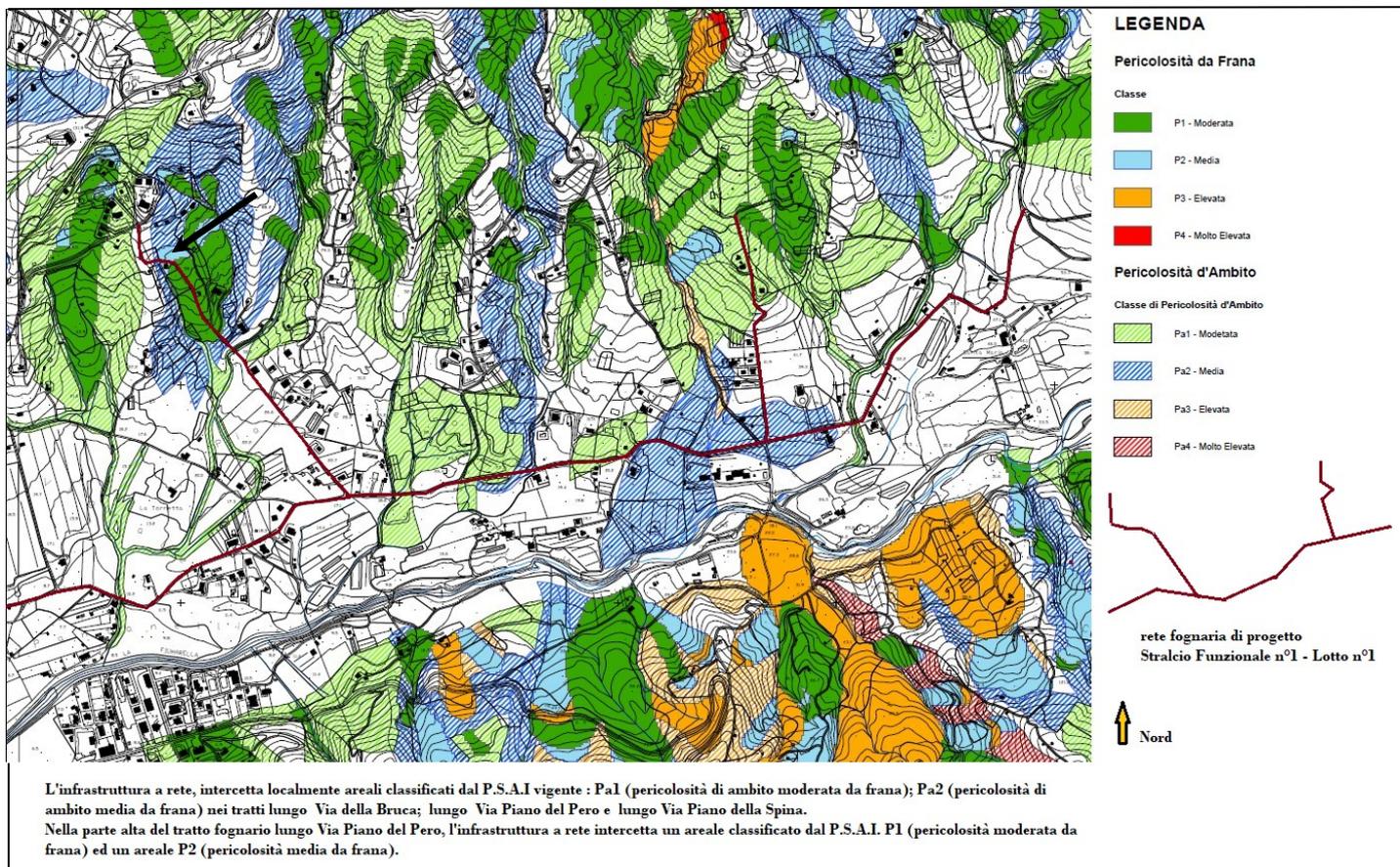
1. Durante la realizzazione di lavori ed opere che comportino scavi e/o riporti di terreno, non devono essere create condizioni di rischio per il verificarsi di smottamenti, franamenti o di altri movimenti gravitativi.
2. Per i fini di cui al comma 1, fatto salvo che le indagini geologiche escludano specifici rischi o che si sia proceduto alla realizzazione di idonee opere di preventivo consolidamento dei terreni, gli scavi devono essere eseguiti in stagioni a minimo rischio di pioggia e procedendo per stati di avanzamento tali da consentire la rapida ricolmatura degli stessi e/o il consolidamento dei fronti con opere provvisorie o definitive di contenimento. Se sussistono particolari condizioni di rischio per la stabilità a breve termine, gli sbancamenti devono procedere per piccoli settori ed essere seguiti dall'immediata realizzazione delle opere di contenimento. Si può procedere ad ulteriori scavi solo dopo che queste ultime diano garanzia di stabilità.
3. I riporti di terreno devono essere eseguiti in strati, assicurando il graduale compattamento dei materiali terrosi, dai quali devono essere separate le frazioni litoidi di maggiori dimensioni. Nelle aree di riporto devono essere sempre garantite le opere necessarie alla regimazione delle acque ed alla difesa da fenomeni erosivi. Se è prevista la realizzazione di opere di contenimento, le stesse devono essere realizzate prima dell'inizio dei riporti di terreno.
4. I riporti di terreno da eseguire nei terreni destinati o da destinare all'attività agricola o forestale devono essere realizzati con materiali terrosi di caratteristiche fisico-chimiche idonee al mantenimento o miglioramento della fertilità agronomica dei terreni. L'Ente delegato territorialmente competente al rilascio dell'autorizzazione, se necessario, può richiedere un certificato di analisi delle caratteristiche fisico-chimiche del materiale terroso.

Art. 151

Materiali di risulta

1. La gestione delle terre e rocce da scavo provenienti dalle attività connesse alla realizzazione di lavori ed opere, pubbliche o private, che comportano la movimentazione di terreno, deve essere conforme al D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", al Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare 10 agosto 2012, n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo" ed all'articolo 41 della Legge 9 agosto 2013, n. 98 di "conversione, con modificazioni, del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, recante Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia" e ss.mm.ii..
2. La terra di risulta da scavi o movimenti di terreno in genere, attuati per opere di modesta entità, può essere conguagliata in loco per la risistemazione dell'area oggetto dei lavori, al di fuori di corsi d'acqua, fossi, impluvi e linee di sgrondo delle acque, senza determinare apprezzabili modificazioni di assetto o pendenza dei terreni, provvedendo al compattamento ed inerbimento del terreno stesso ed evitando che abbiano a verificarsi fenomeni erosivi o di ristagno delle acque.
3. La terra derivante da scavi di sbancamento operati per costruzioni o derivanti da altre opere, da cui risultino apprezzabili quantità di materiale terroso, può essere riutilizzata in loco per la sistemazione dell'area oggetto dei lavori, in conformità e nei limiti delle previsioni di progetto.
4. I materiali lapidei di maggiori dimensioni devono essere separati dal materiale terroso, al fine di garantire un omogeneo compattamento ed assestamento di questi ultimi. I materiali lapidei possono essere reimpiegati in loco per la sistemazione dell'area oggetto dei lavori, purché gli stessi siano depositati in condizioni di stabilità ed in modo da non ostacolare il regolare deflusso delle acque superficiali.
5. Durante le fasi di cantiere, eventuali depositi temporanei di materiali terrosi e lapidei devono essere effettuati in modo da evitare fenomeni erosivi e/o di ristagno delle acque. Detti depositi non devono essere collocati all'interno di impluvi, fossi o altre linee di sgrondo, naturali o artificiali, delle acque e devono essere mantenuti a congrua distanza da corsi d'acqua permanenti. E' fatto divieto di scaricare materiale terroso o lapideo all'interno o sulle sponde di corsi d'acqua, anche a carattere stagionale. I depositi non devono, inoltre, essere posti in prossimità di fronti di scavo, al fine di evitare sovraccarichi sui fronti stessi.
6. Le norme del presente articolo non si applicano:
 - a. ai terreni ed alle rocce da scavo provenienti dalle attività di cava/miniera (materia di rifiuti da attività estrattiva);
 - b. ai terreni ed alle rocce da scavo, che derivano da aree contenenti terreni oggetto di interventi di bonifica, ai sensi del Titolo V, Parte IV, del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" o da aree comprese all'interno di siti contaminati.

7.COMPATIBILITÀ GEOLOGICA IN AREA “R2” (TRATTO VIA PIANO DEL PERO) DEL PERO)



Le due figure innanzi sono la riproduzione della fig.n°1 e della fig. n°2 inserite rispettivamente a pag. 5 e pag. 6 del testo.

Da esse si evince che un breve tratto della rete fognaria su Via Piano del Pero (indicato con la freccia nera) ricade all'interno di un limitato areale classificato a pericolosità di frana "P2" (medio) e rischio da frana "R2" (medio).

Tali condizioni prevedono la redazione di uno studio di compatibilità geologica ai sensi degli artt.18 e 51 delle Norme di Attuazione del P.S.A.I.

Nei suoi contenuti multi tematici, il presente studio fornisce elementi utili per la valutazione della compatibilità geologica dell'opera in progetto con le condizioni di stabilità geomorfologiche delle aree interessate.

I risultati delle verifiche di stabilità globali del sistema rete fognaria-pendio, nei punti più significativi per il gradiente di pendio esistente, hanno dato esiti positivi, pur adottando condizioni di analisi cautelative e prudenziali.

Già questo semplice dato concorda con il ritenere "COMPATIBILE" la realizzazione dell'opera in progetto, con le caratteristiche geologiche, nel senso più ampio del termine, delle aree interessate.

Ulteriore dato a conferma di ciò si ricava combinando nella matrice del rischio da frana la pericolosità da frana attesa di tipo medio "P2", che caratterizza l'area, con l'elemento antropico vulnerabile di progetto, che nel nostro caso è rappresentato da un impianto tecnologico a rete assimilabile ad un acquedotto a cui è possibile associare dal prospetto di seguito un grado di danno potenziale atteso D2.

La combinazione tra P2 e D2 determina un livello di rischio da frana medio R2, che rappresenta la soglia di rischio accettabile previsto dall'art. 6 delle Norme di Attuazione del P.S.A.I.

	Pericolosità			
Vulnerabilità Finale (danno)	P1	P2	P3	P4
D1	R1	R2	R2	R2
D2	R1	R2	R3	R3
D3	R2	R3	R4	R4
D4	R2	R3	R4	R4

Tabella 4 – Matrice di valutazione del Rischio da frana.

I livelli di danno potenziale atteso sugli elementi antropici è fornito dal prospetto che segue.

GRADO DI DANNO POTENZIALE ATTESO	
<i>elementi antropici</i>	<i>danno atteso</i>
Zona A - Centro storico	D4
Zona B - Zona di completamento "satura e non satura"	D4
Zona C - Zona di espansione	D4
Zona D - Zona industriale /commerciale	D4
Zona F - Zona di interesse collettivo	D4
Zona T - Zona turistico – ricettiva	D4
Area cimiteriale	D3
Edilizia pubblica: scolastica, sanitaria, religiosa, sportiva, ecc.	D4
Strutture e aree ricettive: campeggi, discoteche, alberghi, aree mercatali, ecc.	D4
Discarica	D4
Edilizia rurale	D4
Centrale elettrica, depuratore, impianto trattamento rifiuti.	D4
Impianti tecnologici: cabina elettrica, serbatoio - cisterna, elettrodotto, acquedotto, monorotaie per trasporto merci, impianti di energia alternativa, impianti telefonici e radioelettrici, ecc.	D2
Infrastrutture di trasporto: aeroporto, parcheggio, porto, stazione ferroviaria, viabilità interna, autostrada, superstrada, strada statale, svincolo, linea ferroviaria	D4
Strada comunale, strada provinciale e strada secondaria	D3
dove:	
D1 = Danno potenziale moderato	D2 = Danno potenziale medio
D3 = Danno potenziale elevato	D4 = Danno potenziale molto elevato

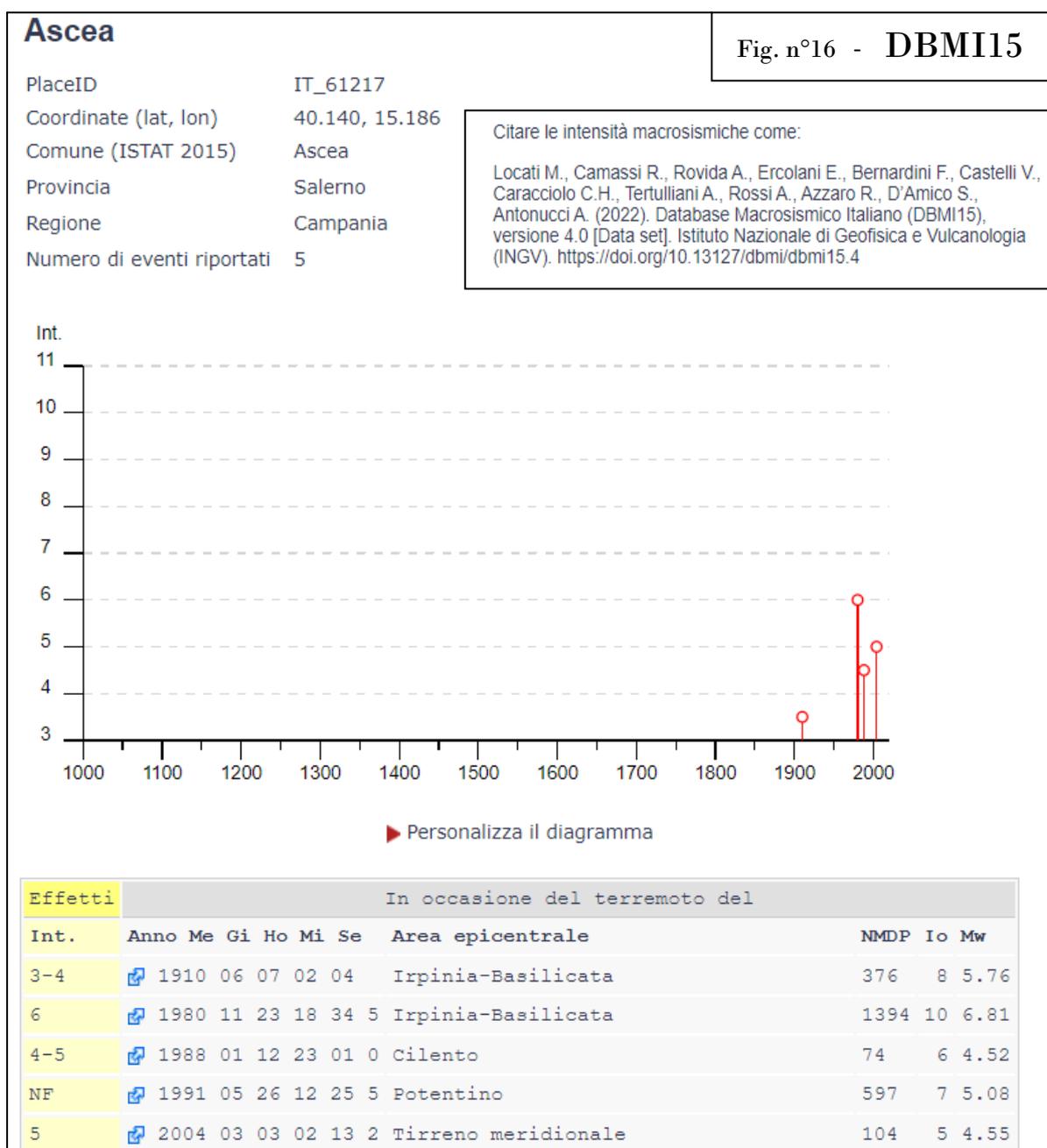
ART. 6 - Definizione della soglia di rischio accettabile.

1. Si assume come "rischio accettabile", nell'ambito del PSAI, quel livello di rischio che verifica contemporaneamente le seguenti condizioni:
 - a) rischio non superiore al valore R2, secondo la definizione del D.P.C.M. 29 settembre 1998;
 - b) l'opera o l'attività prevista siano compatibili con l'interesse pubblico e sociale.

8.SISMICITÀ DEL SETTORE TERRITORIALE IN CUI RICADONO LE AREE D'INTERVENTO

Il quadro sismotettonico del territorio di Ascea è rappresentato mediante l'acquisizione e riproposizione dei dati ricavati da siti internet dell'I.N.G.V. sez. di Milano, in particolare del database DBMI15 e del progetto ITHACA.

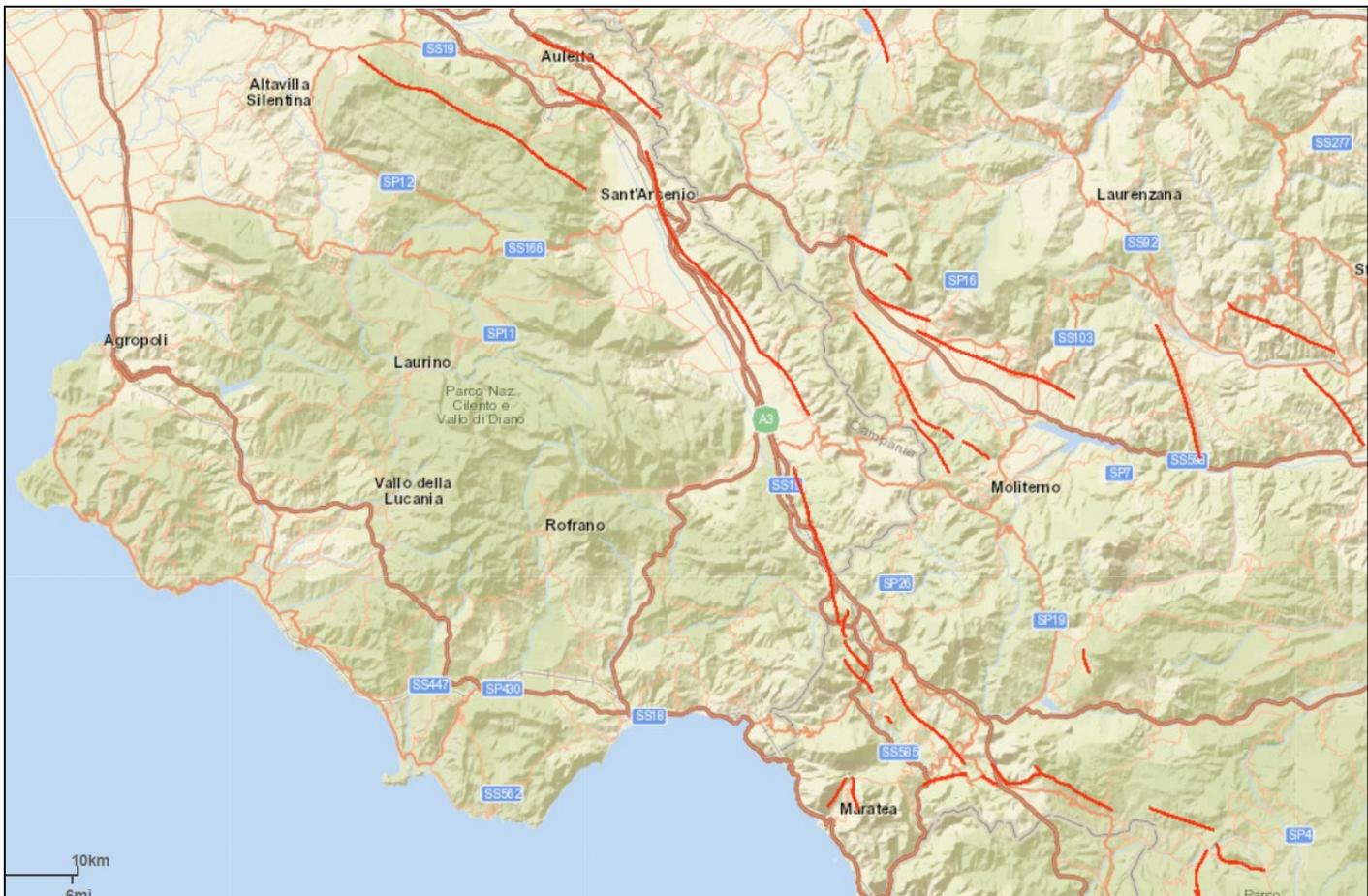
La fig. 16 riporta in diagramma i terremoti d'intensità e magnitudo significative, verificatisi nel periodo compreso tra l'anno 1000 e l'anno 2000, i cui effetti sono stati avvertiti nel territorio di Ascea (colonna in giallo tenere tella tabella in fig. n°16).



Si può ragionevolmente comprendere dai contenuti della fig. n°16 come il territorio di Ascea, così come il Cilento, non sia un'area fortemente sismica.

Dalla foto n°17 è possibile osservare l'assenza di faglie simogenetiche attive e capaci (fonte progetto ITHACA) nell'area del Cilento, di cui fa parte il territorio di Ascea.

Fig. n°17 – faglie attive e capaci nei settori territoriali limotrofi al Cilento



ITHACA

Kinematics

- Unknown
- Normal Fault
- ... Oblique Fault
- · · Reverse Fault
- · - Strike Slip

I sistemi di faglie sismogenetiche, per la maggiorparte faglie dirette (normali), sono concentrate lungo l'asse della catena appenninica campano meridionale-lucana-alto calabrese cosentino, secondo un allineamento ben preciso che è rappresentato dai settori contigui : “Vallo di Diano – Lagonegrese – Mercure Pollino”.

Un 'altro segmento sismogenetico è quello della Val D'Agri.

Infine, il prospetto che segue, tratto dal software applicativo free sul WEB Aztec sisma, indica i valori dell'accelerazione sismica al suolo, e di altri parametri sismici, riferiti al territorio di Ascea, per gli stati limite di esercizio e della vita di un'opera, vale a dire SLO (stato limite operativo); SLD (stato limite di danno); SLV (stato limite di vita); SLC (stato limite di collasso).

Parametri sismici				
	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [...]	T_C^* [s]
SLO	30	0,291	2,396	0,279
SLD	35	0,311	2,420	0,292
SLV	332	0,719	2,608	0,474
SLC	682	0,896	2,698	0,516

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E CRITERI D'INTERVENTO

I risultati del presente studio geologico evidenziano la “COMPATIBILITA’” dell'intervento progettuale della nuova rete fognaria, su Via della Bruca, su Via Piano del Pero e su Via Piano della Spina, nel territorio di Ascea, con le caratteristiche geomorfologiche e di stabilità delle aree coinvolte; con le caratteristiche geologiche, geolitologiche ed idrogeologiche del sottosuolo delle aree coinvolte; con le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dallo scavo e dall'alloggiamento della condotta fognaria.

Solo per un limitato tratto, nella parte alta di Via di Piano del Pero, la nuova rete fognaria di progetto ricadrà nelle vicinanze di un'area (fig. n°18) con evidenti criticità per quel che riguarda la stabilità del pendio, sia nel breve che nel medio e lungo termine, a causa della presenza di una frana di colata lenta, con attività sospesa (intermittente), le cui riattivazioni sono strettamente influenzate dal regime pluviometrico stagionale.

In questo tratto è opportuno realizzare, per una lunghezza significativa di 80÷100 m lungo la scarpata (fig. n°18), opere di contenimento di tipo ingegneria naturalistica [ed es. palizzate vive in legno (fig. n°18 e foto n°19); palificate vive in legno a parete semplice o doppia (fig. n°19 e foto n°20)] a consolidamento del terreno ed a protezione dell'area di sedime della condotta, nei confronti di un possibile arretramento in allargamento della vicina area in frana, che ha già causato gravi dissesti e l'inagibilità di un fabbricato, nonché dissesti significativi sui muri di contenimento esterni e deformazioni su parte del piano viario della stradina adiacente (foto da n°1 a n°4 a pag. 7 e pag. 8).

La rete fognaria che sarà realizzata su Via delle Bruca (tratti “A” e “B”) intercetterà le sezioni idrauliche di alcuni fossi torrentizi, attualmente tombinati in corrispondenza dell'intersezione con il piano viario.

Sarà opportuno tenere conto delle modificazioni, per eventuali restringimenti, delle sezioni idrauliche originarie, a seguito dell'alloggiamento della condotta fognaria, attraverso verifiche idrauliche che ne accertino l'idoneità nella loro nuova configurazione.

Ciò al fine di prevenire l'insorgenza di eventuali punti di criticità idraulica, in corrispondenza delle tombinature stradali.

Le verifiche andranno eseguite, preferibilmente, prima della posa in opera della tubazione, qualora non siano state già effettuate in sede progettuale.

Foto n°18 – ripresa aerea da Google Maps dell'area alta di Via Piano del Pero

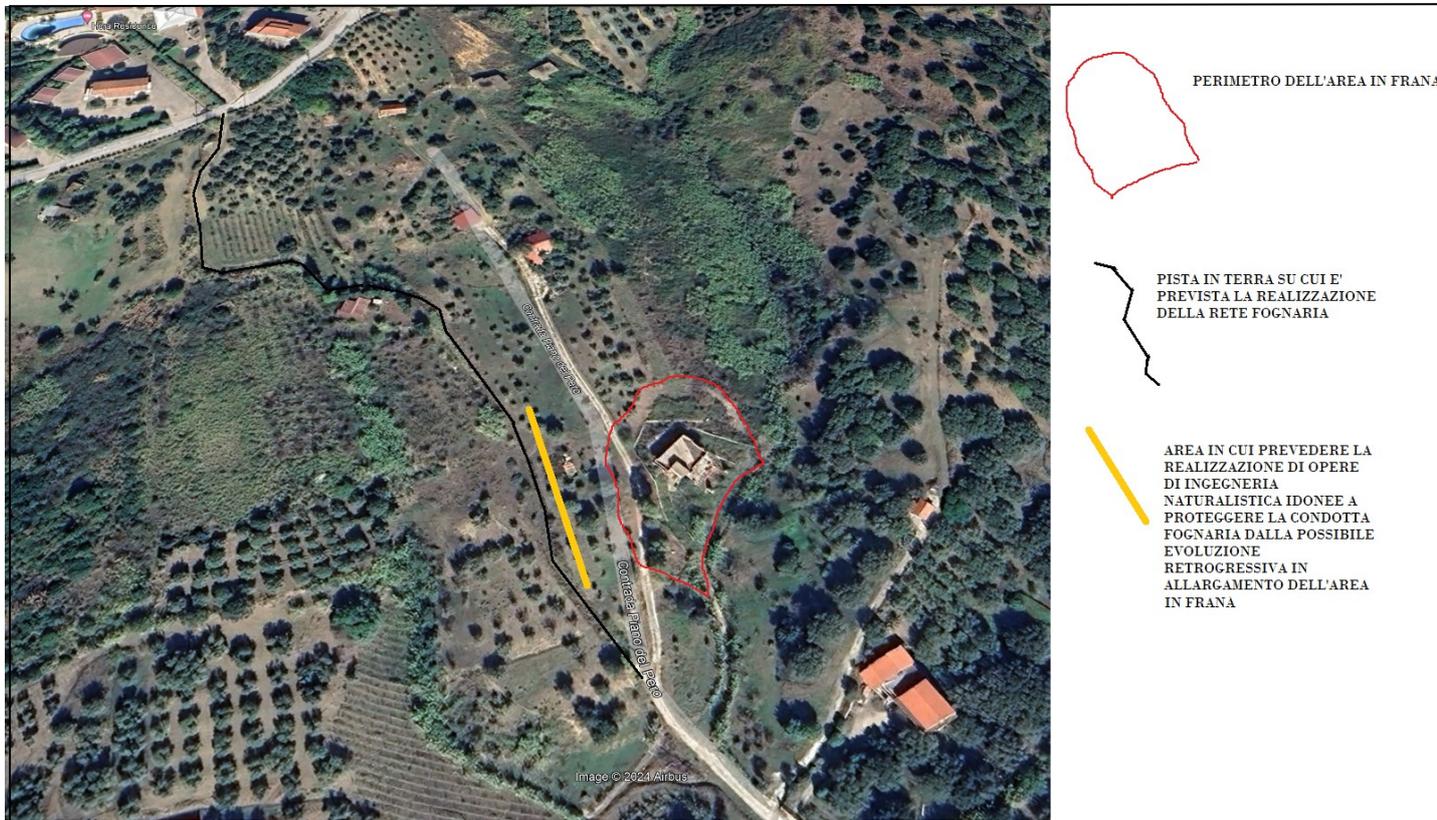


Fig. n°18 – prospetto e sezione della palizzata viva in legno

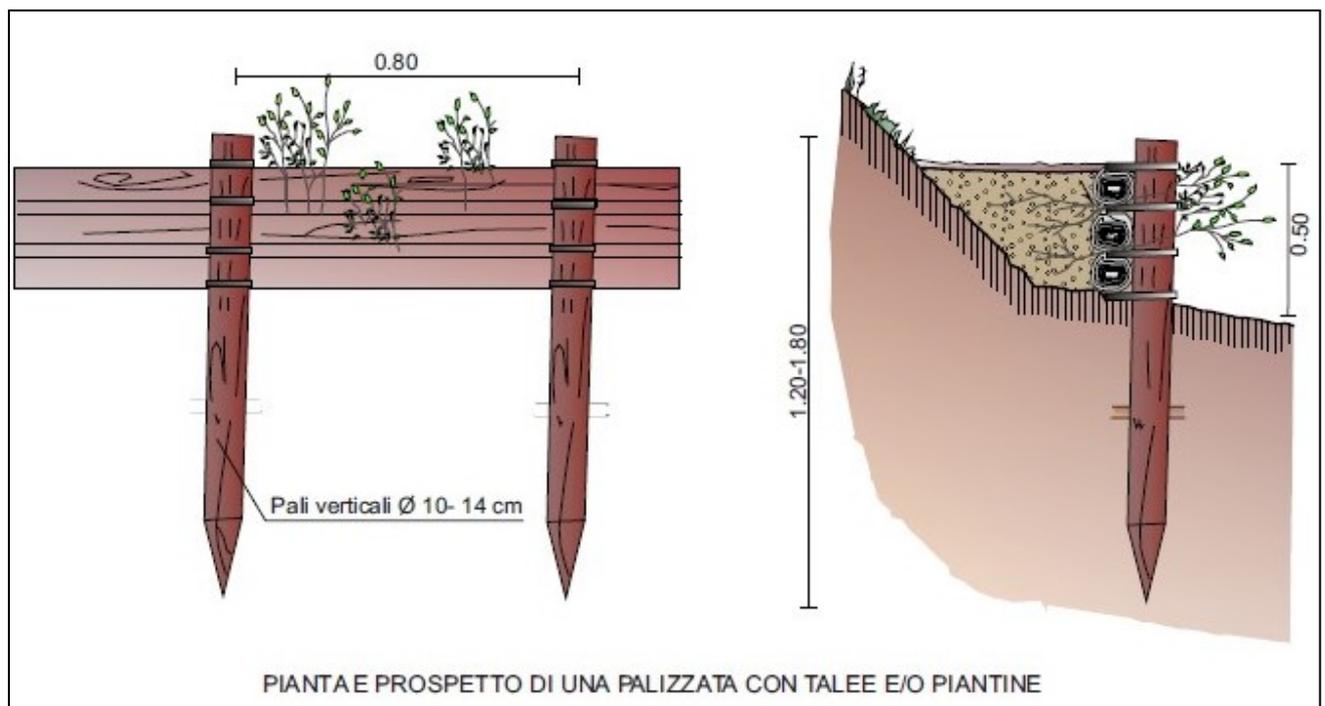


Foto n°19 – palizzate vive in legno lungo un versante



Fig. n°19 – sezione della palificata vivain legno

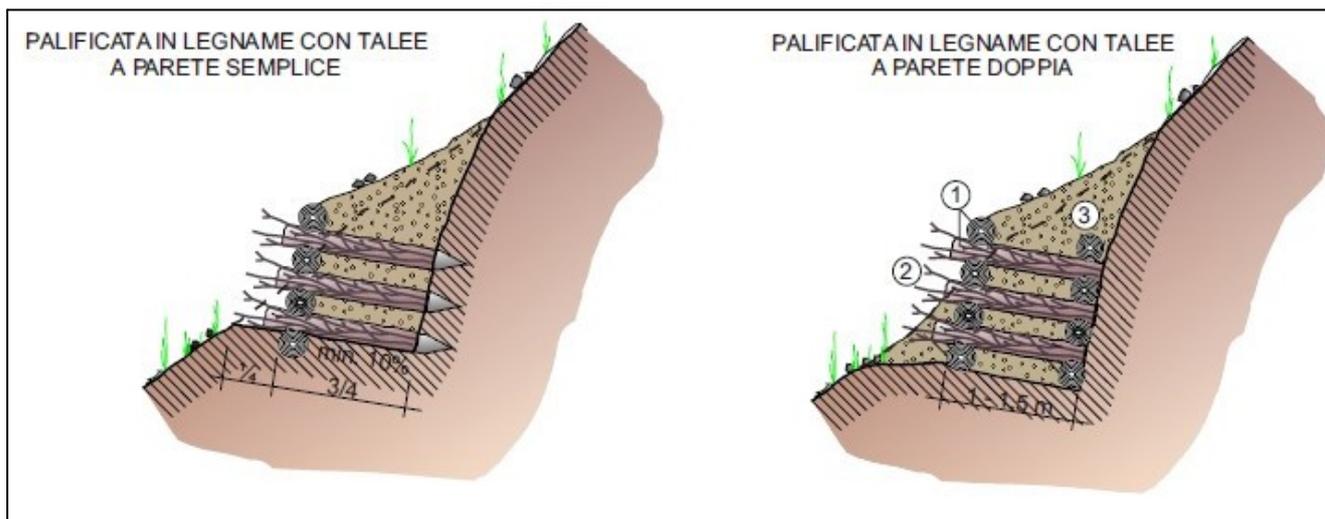


Foto n°20 – palificata viva in legno



Aprile 2024

dr. geol. Giuseppe Romanzi