



UNIONE DI COMUNI ALTA VERSILIA (Provincia di Lucca)

Regione Toscana PSR 2014-2020 Reg. (UE) 1305/2013 Sottomisura 4.3.2
"sostegno per investimenti in infrastrutture necessarie all'accesso ai
terreni agricoli e forestali". Annualità 2016.

**Variante per intervento di miglioramento e di nuova
realizzazione di viabilità forestale infrastrutturale
finalizzata a facilitare le operazioni silvocolturali
Strada Orzale-Vergaia**

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

*Dott. Geol. ZENO GIACOMELLI
Nr tel. 328-7084028;
e-mail zenogiacomelli@alice.it;
pec zenogiacomelli@pec.it*

Data: Giugno 2019

INDICE

1) PREMESSA.....	2
2) LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO.....	2
3) LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	2
4) INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	4
4.1) Geologia e geomorfologia.....	4
4.2) Idrografia e idrogeologia.....	5
4.3) Parametri geotecnici e stratigrafia.....	6
4.4) Caratterizzazione sismica del sito.....	6
5) STATO ATTUALE DEI LUOGHI E DESCRIZIONE INTERVENTI.....	6
6) VERIFICHE DI STABILITA' DEL VERSANTE	7
7) MODALITA' DI SCAVO	8
8) VALUTAZIONI AI SENSI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO E DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA.....	9

ALLEGATO NEL TESTO

ALL. 1	Verifiche di stabilità del versante
---------------	-------------------------------------

TAVOLE NEL TESTO

TAV. 1	Corografia	scala 1:10.000
TAV. 2	Ortofoto	scala 1:10.000
TAV. 3	Estratto P.A.I. Aut. Bac. Toscana Nord	scala 1:5.000
TAV. 4	Inquadramento geologico-geomorfologico	scala 1:5.000
TAV. 5	Corografia interventi	Scala 1:2.000
TAV. 6	Planimetria con particolari costruttivi	Fuori scala

1) PREMESSA

Nel presente rapporto, s'illustrano le indagini geologiche-geotecniche svolte in merito alla variante dell'intervento di miglioramento di una strada vicinale esistente che parte da loc. Orzale e la realizzazione di un tratto di strada nuova nei pressi della loc. Vergaia, di collegamento con loc. Le Campore.

La strada ricade nel Comune di Stazzema.

L'intervento rientra nella misura 4.3.2. "sostegno per investimenti in infrastrutture necessarie all'accesso ai terreni agricoli e forestali".

Per quanto riguarda i criteri di selezione dell'investimento richiesto si asserisce:

- **Il territorio oggetto dei lavori ricade interamente in zona montana;**
- **L'intervento, inoltre, ricade in zone a maggior diffusione di boschi (territorio di comuni con indice boscosità superiore al 27%);**
- **La tipologia di investimento è quella del punto a del bando "viabilità forestale infrastrutturale finalizzata a facilitare le operazioni silvocolturali e la gestione attiva delle superfici forestali".**

2) LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area di intervento è posta in un contesto montano ad una quota compresa tra i 380 e 530 m s.l.m.; si tratta nel primo tratto di una strada a fondo naturale da migliorare, la restante parte sarà di nuova realizzazione.

Tutto il percorso stradale oggetto dei lavori è all'interno di aree boscate.

Dal punto di vista cartografico l'area è inserita nel foglio 249160 del C.T.R. della Regione Toscana, mentre catastalmente è distribuita nel foglio n°36 del **Comune di Stazzema**

3) LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Nel settore di regione apuana considerato affiorano unità del Complesso Metamorfico Apuano. Tale complesso viene attualmente suddiviso (semplificando la distinzione operata tradizionalmente) in Unità di Massa, separata dall'Autoctono *Auctt.* e dalla Successione Toscana non metamorfica (Falda Toscana) da contatti tettonici di primo ordine, e in Autoctono *Auctt.* a sua volta suddivisibile in sottounità

con più modeste differenze stratigrafiche e separate da contatti tettonici di ordine inferiore (Unità delle Scaglie di Stazzema, Unità delle Panie).

Nell'insieme vi si riconosce un basamento ercinico di età paleozoica le cui formazioni affiorano estesamente a costituire i rilievi del bacino in esame, ed una copertura alpina di età mesozoico-terziaria.

Gli attuali rapporti di sovrapposizione tra le varie unità stratigrafico-tettoniche che costituiscono il massiccio apuano e le fasi deformative che le caratterizzano, sono legati a più stadi dell'evoluzione dell'orogene appenninico.

La fase D1 è responsabile del movimento, in un regime di taglio ensialico, da SW verso NE delle unità tettoniche Apuane associate ad intense deformazioni di taglio e ad accavallamenti; questo movimento si riconosce dalla vergenza delle pieghe isoclinali, dall'analisi delle zone di taglio connesse alla D1 e dalle relazioni angolari tra scistosità (S1) e la stratificazione.

La prima fase, legata ad una scistosità molto penetrativa è la più evidente ed è quella con il metamorfismo di più alto grado del complesso apuano.

Il secondo evento tettonico ha ripiegato il sistema S0\S1 ed è associata una scistosità sin-metamorfica all'incirca dello stesso grado della prima ma meno penetrativa ed evidente solo nei litotipi meno competenti; numerose sono le pieghe che assumono la geometria di "pieghe a cascata" e le zone di taglio che si sono formate molto spesso rielaborando le precedenti strutture compressive.

Lo spostamento connesso alla fase D2 è anch'esso all'incirca NE-SW.

Seguono altre due deformazioni tardive di grado metamorfico molto inferiore che ripiegano l'intera struttura con assi circa ortogonali, uno di direzione appenninica ed uno di direzione antiappenninica, e sono responsabili della formazione del duomo apuano.

A complicare l'assetto tettonico, per quanto riguarda le formazioni del basamento paleozoico, è da sottolineare la presenza di almeno una deformazione pre-Alpina visibile sottoforma di una scistosità relitta.

Per quanto riguarda i terreni di età quaternaria si rileva la presenza, nei fondovalle principali, di sottili livelli di depositi alluvionali recenti e degli alvei attuali (Olocene) e localmente, dislocati a quote diverse, di alluvioni terrazzate di età quaternaria superiore.

Maggiore importanza assumono le modificazioni recenti delle forme del rilievo, riconducibili alla formazione di coperture detritiche eluvio-colluviali derivate dall'alterazione chimico-fisica del substrato roccioso; queste presentano in genere un notevole sviluppo areale estendendosi con spessori variabili secondo la morfogenesi subita su una gran parte del territorio; molto spesso infatti, oltre ai

normali processi di produzione del detrito si sommano eventi essenzialmente di tipo gravitativo (frane di varia tipologia) che tendono a dislocare e ridistribuire questi terreni secondo modalità diverse.

Per quanto riguarda le condizioni di stabilità attuale dell'area studiata si osserva un complessivo equilibrio nei confronti di movimenti gravitativi profondi ed invece una morfogenesi piuttosto rapida del rilievo a causa di dissesti di tipo più superficiale consistenti in frane superficiali e sub-superficiali che spesso interessano la porzione di copertura detritica più sciolta e localmente satura o comunque molto umida. Altre cause localizzate di innesco di fenomeni di dissesto sono rappresentate dalla caduta di numerose alberature che portano al denudamento della coltre detritica con possibile attivazione di fenomeni gravitativi.

4) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1) Geologia e geomorfologia

Le dorsali montuose della zona sono costituite dalla formazione metamorfica dello Pseudomacigno, appartenente al nucleo Mesozoico - Terziario del Complesso Apuano.

Si tratta di un'originaria successione di strati torbiditici costituita da alternanze di metarenarie quarzoso-feldspato-micacee con scisti e filladi.

Pseudomacigno (Oligocene - Miocene): depositi torbiditici con basi di strato arenacee e corpo costituito da scisti siltosi e ardesiaci simili alle formazioni del Macigno. Localmente si osservano zone in cui prevale la facies arenacea ed altre in cui si ha un aumento percentuale delle filladi ardesiache.

Tale formazione origina spesso, anche su versanti ad acclività piuttosto elevata, un detrito conseguente sia ai continui processi d'alterazione fisico-chimica della roccia, sia ad interventi antropici di modellamento dei versanti; tale situazione si riscontra soprattutto dove si ha una prevalenza della facies filladica, che risulta molto più alterabile e disgregabile rispetto alla facies arenacea; le caratteristiche geotecniche dell'ammasso roccioso possono essere poi pesantemente influenzate dalla presenza di elementi tettonici quali faglie o pieghe a vario raggio di curvatura.

Il detrito è formato da un abbondante scheletro litico costituito da elementi angolosi della roccia madre immersi in una matrice variabile localmente da limoso-argillosa a limoso-sabbiosa.

Per quanto riguarda le condizioni di stabilità attuale dell'area studiata si osserva un complessivo equilibrio generale del versante che però mostra una

morfogenesi piuttosto rapida del rilievo a causa di dissesti consistenti in frane superficiali e sub-superficiali che hanno interessato la porzione di copertura detritica più sciolta e localmente satura o comunque molto umida. Altre cause localizzate di innesco di fenomeni di dissesto sono rappresentate dalla caduta di alberature che portano al denudamento della coltre detritica con possibile attivazione di piccoli fenomeni gravitativi.

4.2) Idrografia e idrogeologia

Idrografia

Il reticolo idrografico della zona è condizionato dalla presenza di un asse di drenaggio principale rappresentato dal T. Capriola disposto in direzione circa Nord - Sud verso cui confluiscono i solchi minori provenienti dai versanti circostanti.

Il T. Capriola è un corso d'acqua perenne a regime torrentizio, di notevole importanza per estensione di bacino.

Nell'area in esame, sono presenti numerosi piccoli impluvi con percorsi circa rettilinei e allineati secondo la massima pendenza del versante.

Permeabilità dei terreni

Una prima distinzione può essere effettuata tra terreni permeabili per porosità primaria (deposizionale) e secondaria (fratturazione e dissoluzione post-diagenetiche):

Terreni permeabili per porosità primaria

- detrito eluvio-colluviale: permeabilità da bassa a medio-bassa per la presenza costante di una certa percentuale di matrice fine o relativamente fine

Terreni permeabili per porosità secondaria:

- Pseudomacigno: permeabilità variabile da bassa o medio-bassa a medio-alta secondo la situazione strutturale e litologica locale; dove prevalgono le facies arenacee, la permeabilità risulta più elevata mentre dove prevale la facies filladica, la permeabilità tende a ridursi anche per la presenza di materiali argillosi d'alterazione che tendono a riempire ed ostruire i reticoli di fratture.

Circolazioni idriche sotterranee

Nella zona in esame sono presenti acquiferi di modesta entità ma piuttosto diffusi con circolazione per frattura all'interno della formazione dello Pseudomacigno e localmente nelle coltri di terreni detritici più sviluppate, come testimoniato da

alcune venute a giorno in corrispondenza dei versanti all’intorno dell’area in esame dove danno luogo a situazioni diffuse di stillicidio e saturazione della coltre detritica.

4.3) Parametri geotecnici e stratigrafia

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica dei litotipi si fa riferimento a dati ricavati da prove effettuate in aree coi medesimi litotipi e da prove di laboratorio condotte su provini appartenenti alla medesima formazione rocciosa.

Le descrizioni e i parametri dei terreni affioranti ricavati sono riassunti nella tabella sottostante e sono da considerarsi cautelativi.

DESCRIZIONE LITOLOGICA	γ_{asc} t/m ³	γ_{sat} t/m ³	c' Kg/cm ²	ϕ' °	E_d Kg/cm ²
Coperture detritiche: argilloso-limose con clasti, scarsamente addensato	1,8	1,9	0.0-0.1	27	50,00
Substrato roccioso alterato e intensamente fratturato (Pseudomacigno)	2,3	2,4	0,3-0,5	35	---

dove ϕ' = angolo di attrito interno efficace; c' = coesione; γ_{sat} = peso di volume del terreno saturo γ_d = peso di volume del terreno drenato, E_d : modulo edometrico).

4.4) Caratterizzazione sismica del sito

Visto lo stato dei luoghi, caratterizzato da una estesa copertura detritica che maschera in affioramento il substrato roccioso costituito dalle metarenarie dello Pseudomacigno che può superare i 3 m di spessore, per l'area in esame si ritiene di applicare cautelativamente la **categoria di suolo di fondazione E ai sensi del D.M. 14/01/2008.**

Suolo E - Terreni e sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento ($V_{s30} > 800$ m/s).

Come coefficiente topografico, essendo in un contesto montano caratterizzato da medie pendenze, si assegna la categoria topografica T2.

5) STATO ATTUALE DEI LUOGHI E DESCRIZIONE INTERVENTI

Il presente progetto riguarda la variante della strada che da loc. Orzale arriva nei pressi della loc. Vergaia; in particolare la variante riguarda il tratto di strada nei

pressi del secondo tornante che è stato spostato circa 50 m più a nord rispetto all'autorizzato (per le modifiche del tracciato vedi le tavole allegate); il tornante è stato realizzato a circa 480 m s.l.m..

Tale modifica è stata necessaria per adeguarsi alla morfologia dei luoghi e fornire alla strada una pendenza minore. Infatti, mediante demolizione di un trovante roccioso si accede ad un'area relativamente pianeggiante, dove realizzare il tornante e rendere il tracciato meno ripido.

La soluzione migliora l'andamento generale del tracciato e la sua fruibilità, comportando altresì una maggior lunghezza del tracciato di circa 150 metri.

Nel tratto di strada oggetto di variante sono previsti i seguenti lavori, che sono i medesimi di quelli effettuati sulla restante parte della strada:

- realizzazione di palificate a doppia parete in legname e pietrame lungo la scarpata di valle della strada;
- realizzazione di una palizzata in legname, sempre lungo la scarpata di valle della strada, a monte del tornante oggetto della variante;
- realizzazione di n°4 sciacqui in legname al fine di spezzare il flusso delle acque meteoriche e limitare fenomeni erosivi;
- realizzazione di una zanella in terra battuta lato monte della strada per la regimazione e raccolta delle acque meteoriche.

6) VERIFICHE DI STABILITA' DEL VERSANTE

Al fine di valutare le condizioni di stabilità del versante, allo stato attuale e di progetto, sono state effettuate alcune verifiche di stabilità ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

La valutazione del coefficiente di sicurezza, determinato secondo il metodo di Morgenstern-Price, è stata condotta su una sezione diretta secondo la massima pendenza del pendio ed intersecante l'area di progetto, dove è prevista la realizzazione di una palificata doppia per il superamento di una condotta di derivazione; per la verifica sono state applicate le seguenti schematizzazioni della situazione geologica locale:

- Utilizzo dei parametri geotecnici espressi nel paragrafo 4.3;
- Utilizzo cautelativamente della categoria di suolo E e categoria topografica T2;
- Verifica di stabilità del versante mirata ad ottenere superfici di scorrimento di tipo circolare senza alcun vincolo;

- Assenza di una falda acquifera allo stato attuale e presenza cautelativa di una falda prossima al piano campagna allo stato di progetto;
- La verifica di stabilità allo stato attuale è stata effettuata senza adottare alcun coefficiente di riduzione dei parametri geotecnici, al fine di tarare i parametri prescelti con una verifica in “back analysis”.
- Nella verifica di stabilità allo stato di progetto sono stati utilizzati i coefficienti di riduzione dei parametri geotecnici;
- infine non sono state effettuate verifiche di stabilità allo scavo aperto in quanto la realizzazione della palificata in legname sarà esclusivamente fuori terra, eccezion fatta per la parte in fondazione.

I risultati ottenuti sulle sezioni prese a riferimento, sono di seguito riportati:

SEZIONE	Fs min
Stato attuale - Morgenstern	1,56
Stato di progetto - Morgenstern	1,25

La verifica di stabilità allo stato di progetto è stata condotta per verificare l'adeguatezza delle opere sul versante; tale verifica mostra dei valori tali da considerarsi in condizioni di sicurezza nonostante sia stata inserita cautelativamente la presenza di una falda prossima al piano campagna non individuata durante i sopralluoghi; e' da notare come le opere di ingegneria naturalistica hanno, oltre la funzione di contenimento delle scarpate stradali, anche quella di drenaggio delle eventuali circolazioni idriche, limitando fenomeni di saturazione delle coltri superficiali.

Le verifiche di stabilità allo stato attuale, invece, confermano le generali condizioni di stabilità del sito, in assenza di una falda acquifera e confermano l'adeguatezza dei parametri geotecnici utilizzati.

Non sono state effettuate le verifiche di stabilità a scavo aperto, in quanto le palificate saranno realizzate fuori terra, limitando quindi le operazioni di scavo che interesseranno solo la parte dell'opera in fondazione.

7) MODALITA' DI SCAVO

La realizzazione della strada comporterà la realizzazione di scavi e riporti.

I fronti di scavo previsti avranno una altezza limitata, si dovrà controllare che questi siano dotati di angoli di scarpa compatibili con le caratteristiche meccaniche del terreno e comunque non superiori a 45-55°.

Si consiglia, inoltre, di operare gli scavi in un periodo asciutto. Sempre in considerazione delle caratteristiche del terreno, gli scavi dovranno essere dotati di tracce o canalizzazioni provvisorie per lo smaltimento verso valle delle acque meteoriche in modo da evitare fenomeni di imbibizione ed erosione da parte delle acque meteoriche.

8) VALUTAZIONI AI SENSI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO E DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

La strada in oggetto è inserita su un versante caratterizzato da differenti classi di pericolosità (vedi Tav.3); in particolare la strada intercetta nella sua parte più elevata la classe di pericolosità geomorfologica molto elevata.

Il tratto di strada più elevato, però, è posto su una porzione di versante meno acclive e gli interventi per la sua realizzazione sono minimali e limitati e modeste operazioni di scavo e riporto necessarie al superamento di alcune balze; nel tratto comunque sarà da porre particolare cura alla regimazione idraulica, le acque meteoriche saranno allontanate dall'area in pericolosità geomorfologica elevata e accompagnate verso un solco posto più a nord (vedi tav. 5).

L'intervento pertanto non interferirà negativamente con le condizioni di stabilità del versante.

Si ravvisano, nella zona, diffusi dissesti superficiali e di limitata estensione determinati dalla caduta di piante e da fenomeni erosivi delle acque meteoriche soprattutto più a valle della strada oggetto di realizzazione, in un tratto di versante più acclive.

Gli interventi previsti, comunque, non andranno ad interferire negativamente con le condizioni di stabilità del versante in quanto sono previsti limitati scavi e riporti in altezza e la realizzazione di opere di ingegneria naturalistica, con la funzione sia di contenimento della parte di detrito meno addensata, sia per migliorare la regimazione idraulica dell'area.

La regimazione idraulica, sarà effettuata al fine di limitare la dispersione delle acque meteoriche sul versante e quindi di limitare l'innescarsi di flussi di acque meteoriche concentrate che possano causare fenomeni erosivi ed innescare dissesti gravitativi; le acque infatti saranno regimate tramite una serie di sciacqui in legno e zanelle in terra battuta così come riportato nella tav. 6 allegata.

Sono state effettuate, a conferma di quanto sopra, delle verifiche di stabilità del versante sia allo stato attuale che allo stato modificato nel punto dove sono previste le opere di maggiore impatto, ossia le palificate doppie.

La verifica di stabilità allo stato attuale è stata effettuata in back analysis senza considerare, cautelativamente, la presenza di una falda e senza utilizzare i coefficienti di riduzione dei parametri geotecnici.

Per quanto riguarda la verifica di stabilità allo stato di progetto, invece, sono stati utilizzati i coefficienti di riduzione dei parametri geotecnici così come prevedono le NTC 2018 e cautelativamente è stata considerata una falda con saturazione dei terreni fino quasi al piano campagna.

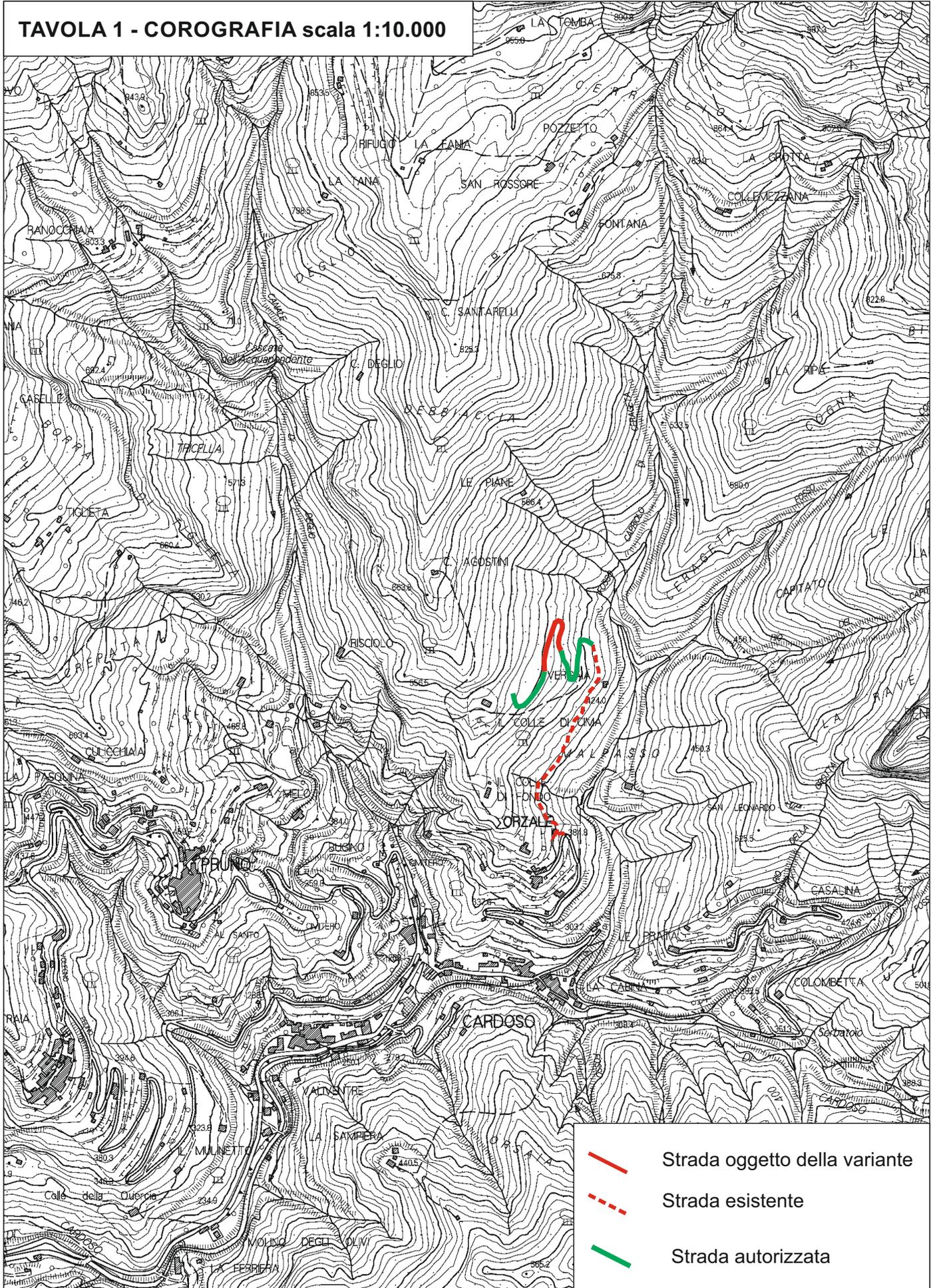
Con queste premesse e l'inserimento delle opere previste la verifica di stabilità allo stato di progetto ha fornito un coefficiente di sicurezza tale da considerarsi in condizioni di sicurezza.

Si tratta, in conclusione, di interventi di basso impatto ambientale, volti alla stabilizzazione delle scarpate stradali e alla corretta regimazione idraulica del luogo e pertanto non interferiranno negativamente per quanto riguarda le condizioni di stabilità del versante.

Lucca, 12 Giugno 2019

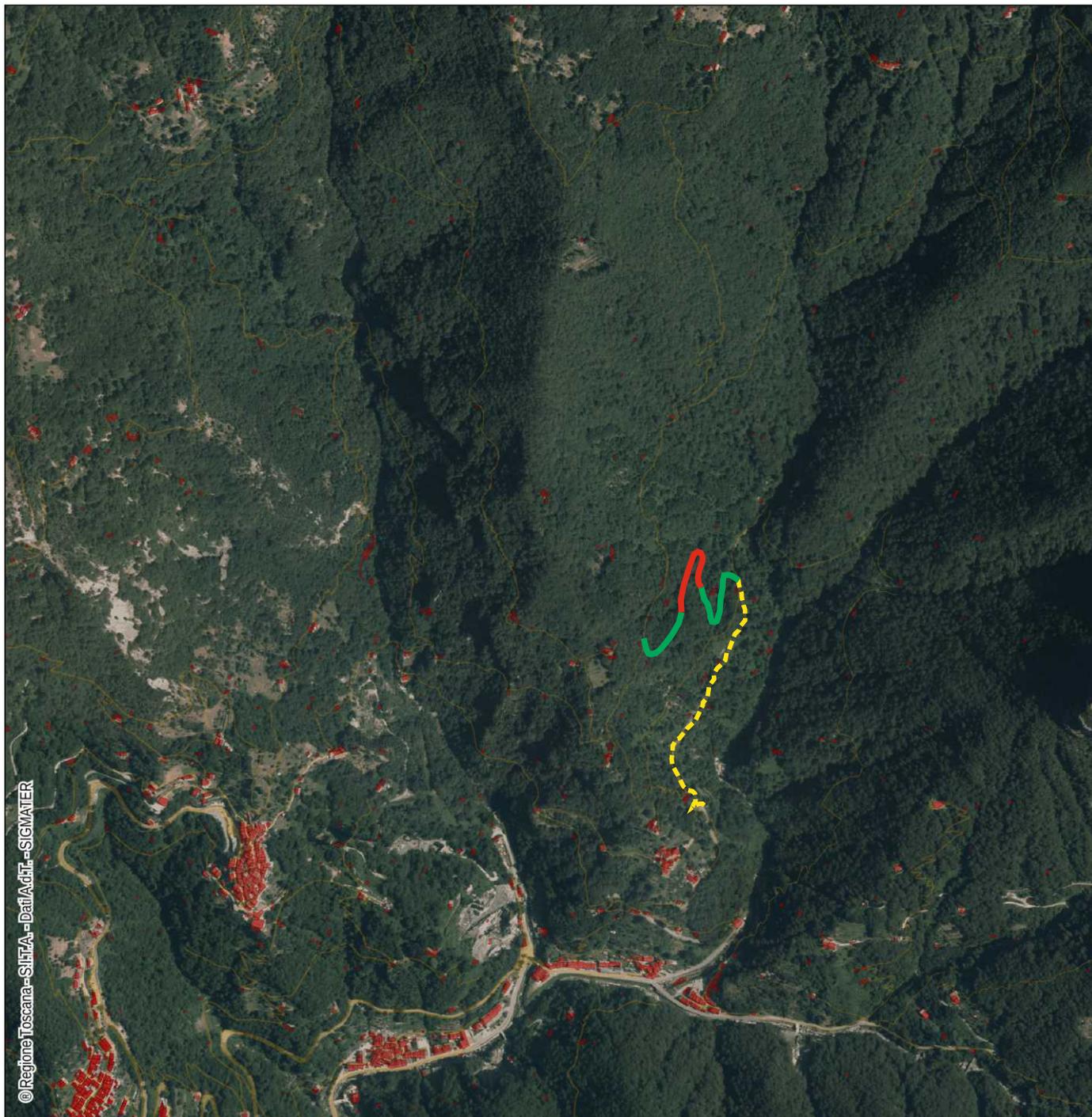
Geol. Zeno Giacomelli

TAVOLA 1 - COROGRAFIA scala 1:10.000



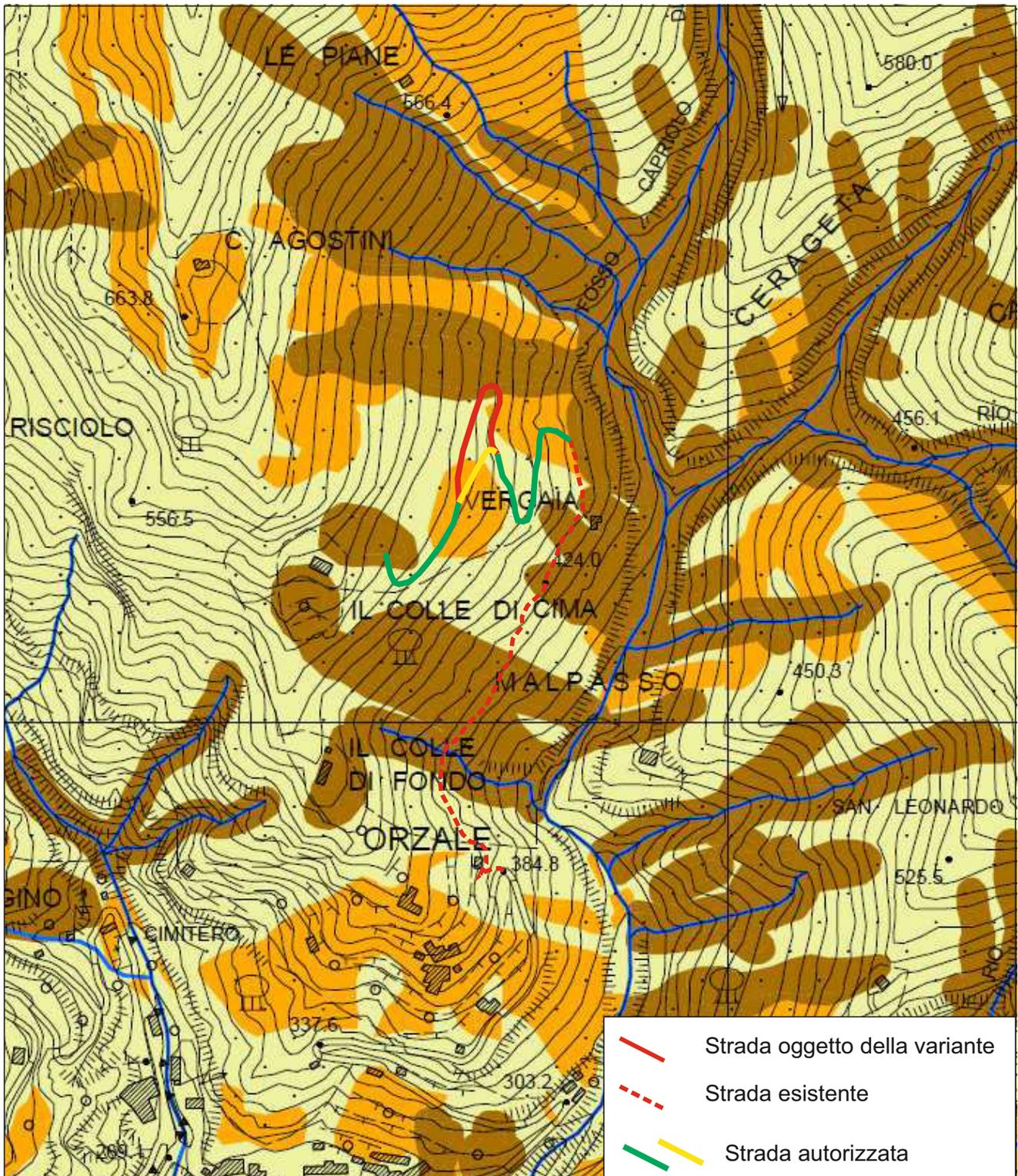
-  Strada esistente
-  Strada oggetto della variante
-  Strada autorizzata

TAVOLA 2 - ORTOFOTO scala 1:10.000



- Strada di nuova realizzazione
- - - Strada esistente
- Strada autorizzata

TAVOLA 3 - ESTRATTO P.A.I. AUT. BAC. TOSCANA NORD
scala 1:5.000

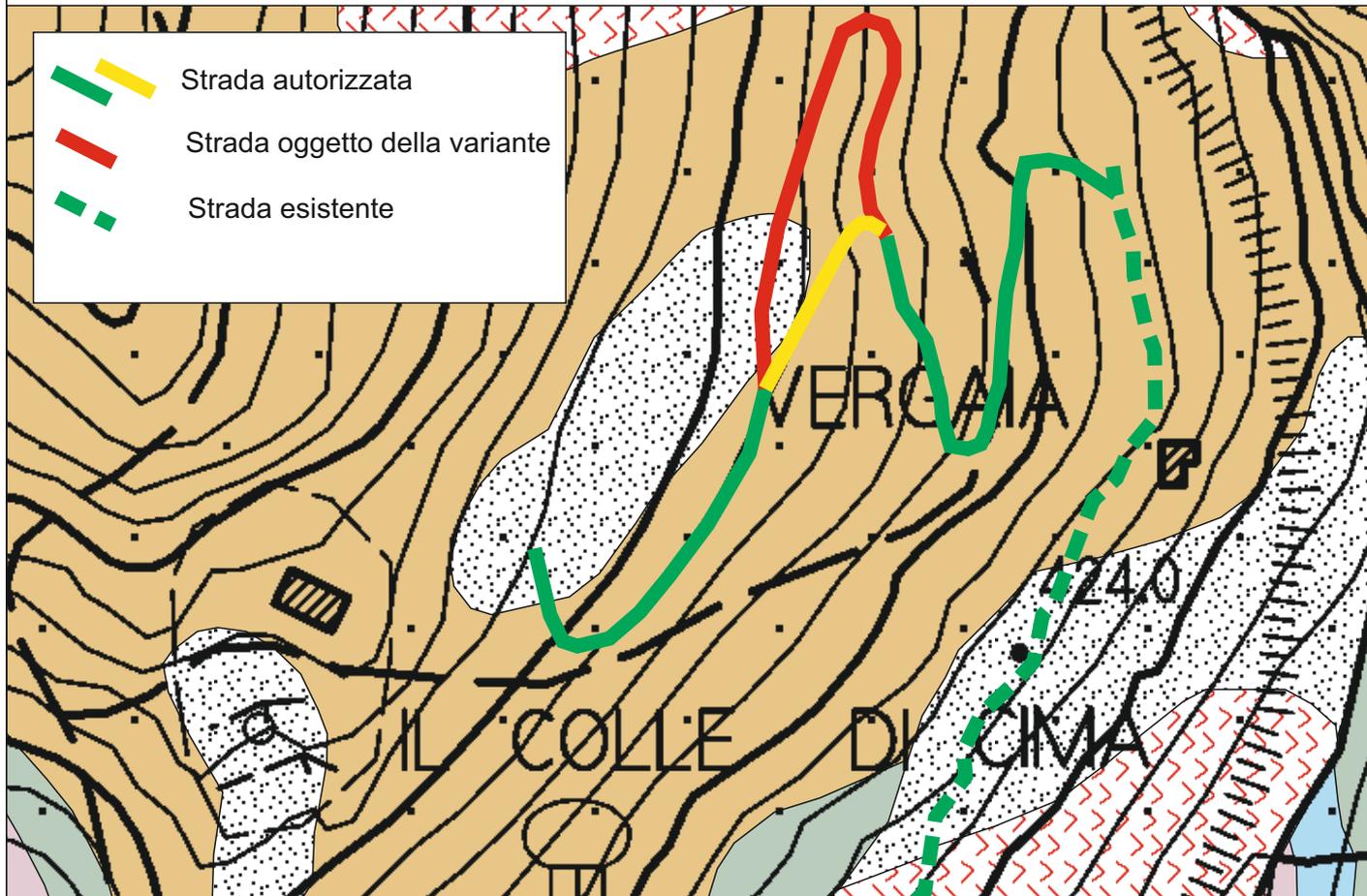


Pericolosità geomorfologica

- Molto elevata (P.F.M.E.)
- Elevata (P.F.E.)

TAVOLA 4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO scala 1:2.000

 Strada autorizzata
 Strada oggetto della variante
 Strada esistente



" AUTOCTONO" AUCT.

Successione Mesozoica e Terziaria.

-  Pseudomacigno: Metarenarie quarzoso-feldspatico-micacee, alternate a filladi grigio-scure. Oligocene sup.
-  Cipollini: calcescisti verdastri e rosso-violacei, marmi e marmi a clorite - Oligocene
-  Marmi: Marmi di colore variabile dal bianco al grigio, con rari livelli di dolomie. Lias inf.
-  Grezzoni: Dolomie brecciate grigio-giallastre con struttura a cellette. - Norico

Basamento paleozoico

-  Profiroidi e scisti porfirici; metavulcaniti a composizione riolitica-riodacitica verdi chiare o grigie - Ordoviciano medio?
-  Filladi Inferiori: Filladi quarzitiche-muscovitiche e cloritiche, grigio-scure o grigio-verdastre Cambriano? - Ordoviciano?

QUATERNARIO

-  Frane attive
-  Frane quiescenti

TAVOLA 5 - PLANIMETRIA INTERVENTI scala 1:1.000

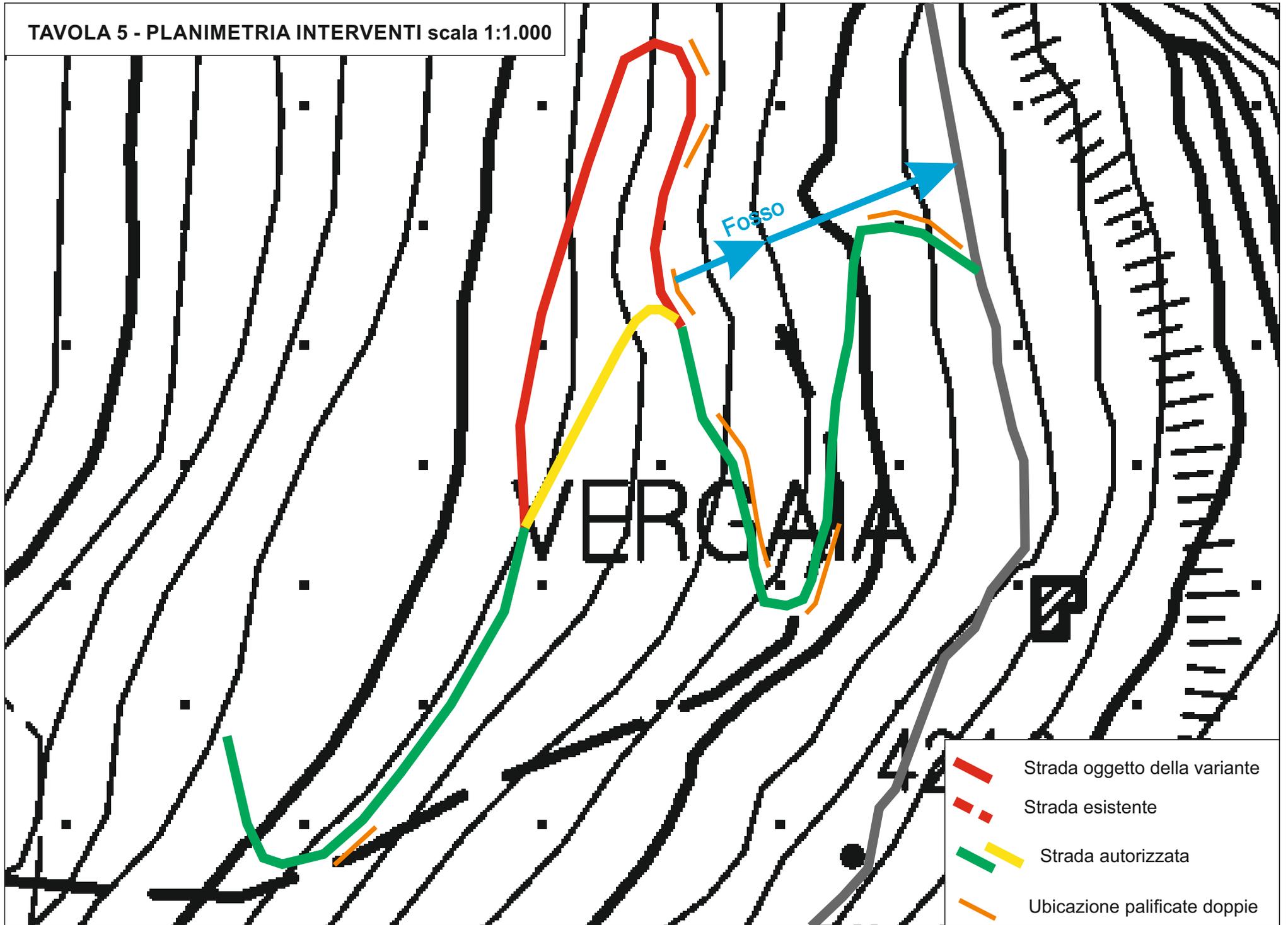
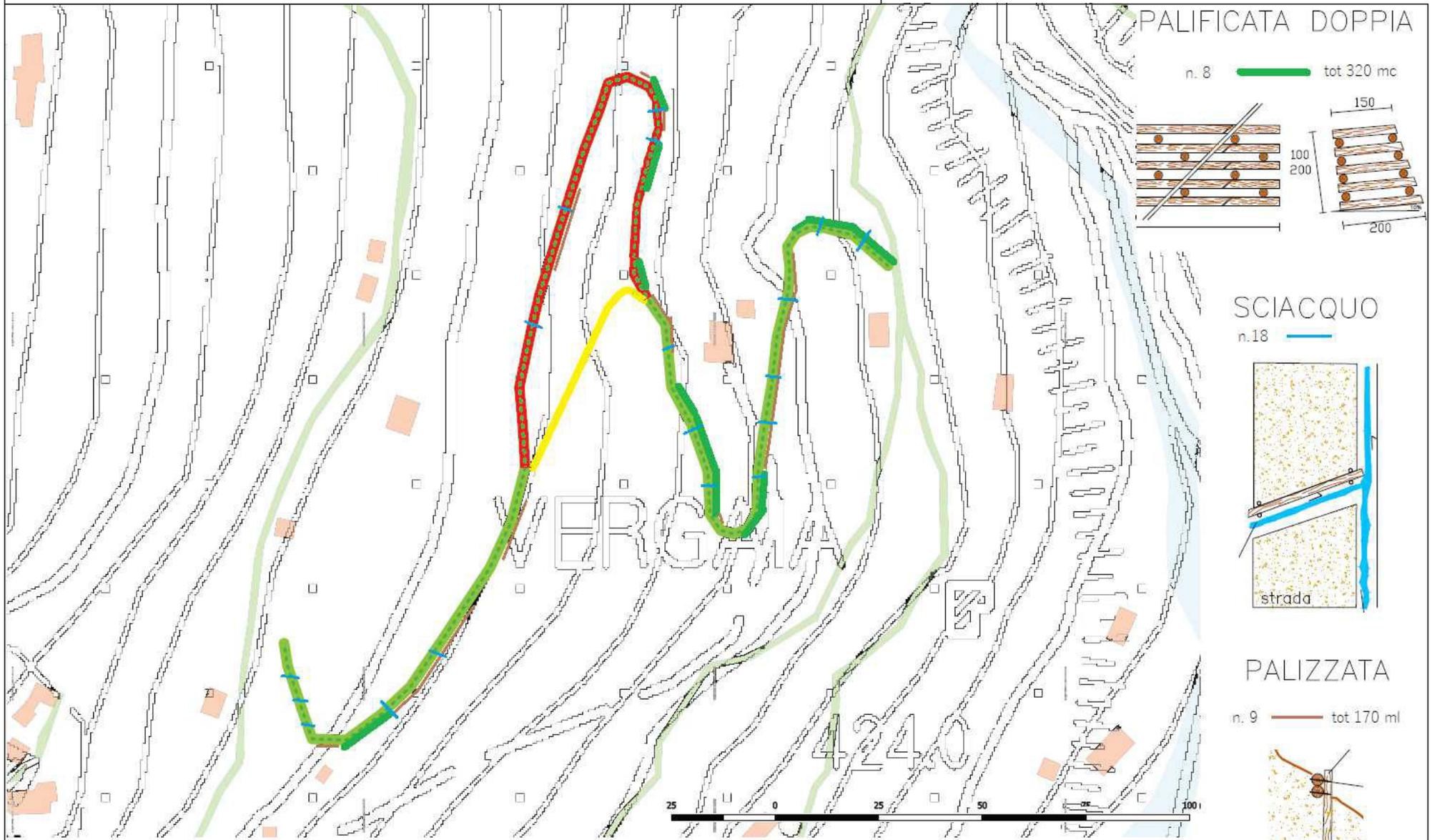
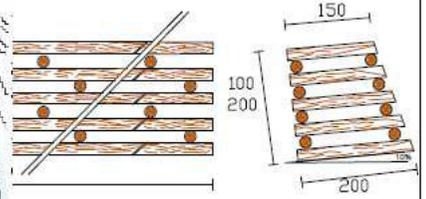


TAVOLA 6 - PLANIMETRIA CON PARTICOLARI COSTRUTTIVI - fuori scala



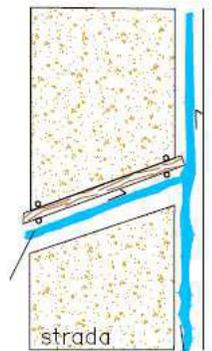
PALIFICATA DOPPIA

n. 8 tot 320 mc



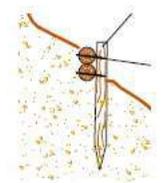
SCIACQUO

n. 18



PALIZZATA

n. 9 tot 170 ml



UNIONE DI COMUNI
DELLA VERSILIA

TRACCIATO AUTORIZZATO
VARIANTE

PLANIMETRIA
scala 1:1.000



ALLEGATO 1

VERIFICHE DI STABILITA' DEL VERSANTE

Relazione di calcolo

STATO ATTUALE

Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	44,011292/10,319186
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,56 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	11,41 m
Ascissa vertice destro superiore xs	21,6 m
Ordinata vertice destro superiore ys	22,42 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,5	2,46	0,24
S.L.D.	50,0	0,64	2,46	0,26
S.L.V.	475,0	1,61	2,4	0,29
S.L.C.	975,0	2,06	2,39	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,96	0,18	0,0176	0,0088
S.L.D.	1,2288	0,18	0,0226	0,0113
S.L.V.	3,0266	0,24	0,0741	0,037
S.L.C.	3,5787	0,31	0,1131	0,0566

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,0176

Coefficiente azione sismica verticale

0,0088

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	0,96	0,62
3	5,33	1,13
4	6,84	3,07
5	11,06	3,85
6	12,96	6,38
7	16,84	6,76
8	18,79	8,95
9	22,92	9,48
10	25,3	12,84
11	29,23	13,47
12	30,93	16,04
13	34,04	16,82
14	35,0	18,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-3,0
2	35,0	15,5

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,05		27	1800,00	1900	Detrito
2	0,3		35	2300	2400	Substrato

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato

1,56

Ascissa centro superficie	3,72 m
Ordinata centro superficie	16,37 m
Raggio superficie	15,34 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

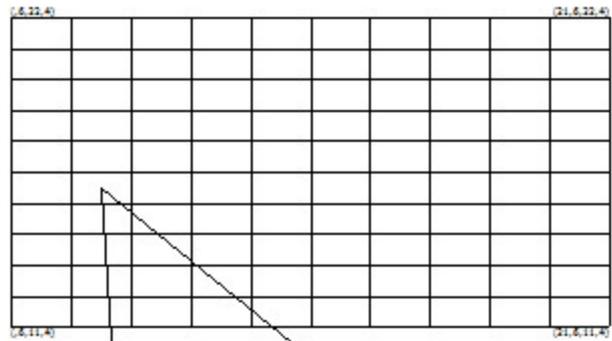
$$x_c = 3,715 \quad y_c = 16,365 \quad R_c = 15,341 \quad F_s = 1,564$$

$$\text{Lambda} = 0,498$$

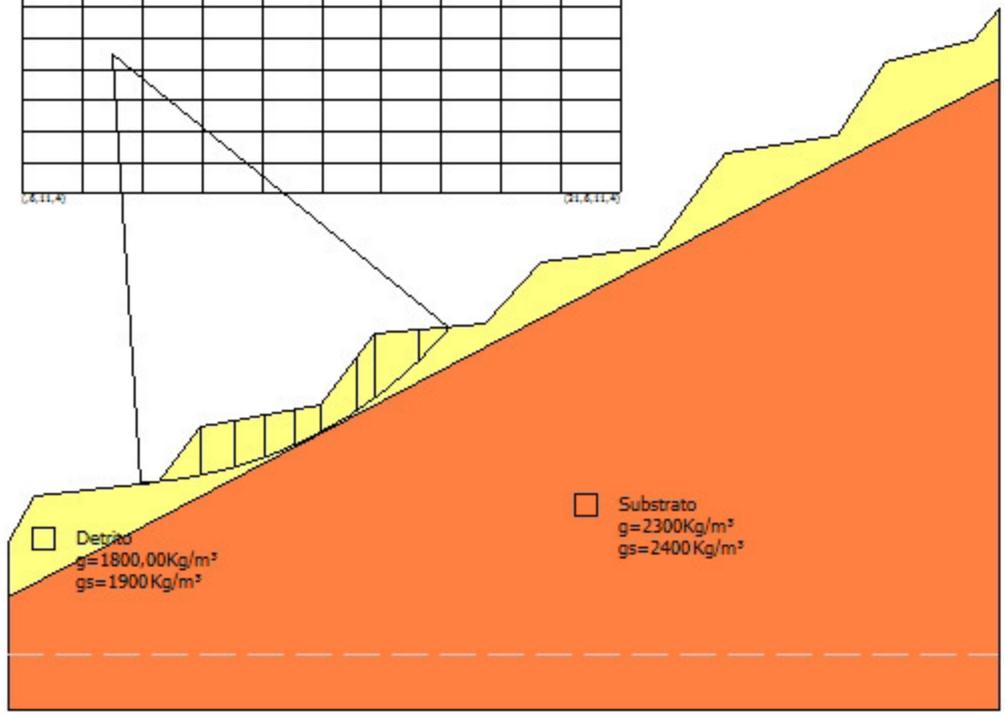
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0,61	4,9	0,61	13,87
2	1,51	8,89	1,52	2418,78
3	1,14	13,94	1,18	3500,34
4	1,09	18,27	1,14	3097,66
5	1,09	22,6	1,18	2697,98
6	0,91	26,71	1,02	1817,63
7	1,26	31,37	1,47	3232,01
8	0,64	35,58	0,78	2364,69
9	1,53	40,84	2,03	4730,87
10	1,09	47,64	1,61	1118,22

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	193,11	388,09	0,0	0,0	-145,3	147,69	0,0
2	565,62	1136,73	193,11	388,09	2151,84	1188,05	0,0
3	840,37	1688,9	565,62	1136,73	3278,68	1444,15	0,0
4	979,55	1968,62	840,37	1688,9	2905,8	1311,79	0,0
5	1024,43	2058,81	979,55	1968,62	2487,64	1186,04	0,0
6	1053,12	2116,48	1024,43	2058,81	1623,9	855,5	0,0
7	860,69	1729,74	1053,12	2116,48	2717,22	1356,0	0,0
8	701,46	1409,73	860,69	1729,74	1859,09	855,61	0,0
9	36,39	73,13	701,46	1409,73	3185,49	1685,83	0,0
10	-1,39	-2,79	36,39	73,13	714,93	747,75	0,0



$x_c=3,72$ $y_c=16,37$ $R_c=15,34$ $F_s=1,56$



Detrás
 $g=1800,00\text{Kg/m}^3$
 $g_s=1900\text{Kg/m}^3$

Substrato
 $g=2300\text{Kg/m}^3$
 $g_s=2400\text{Kg/m}^3$

STATO DI PROGETTO**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	44,011292/10,319186
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-2,93 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	9,86 m
Ascissa vertice destro superiore xs	18,11 m
Ordinata vertice destro superiore ys	20,88 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,5	2,46	0,24
S.L.D.	50,0	0,64	2,46	0,26
S.L.V.	475,0	1,61	2,4	0,29
S.L.C.	975,0	2,06	2,39	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,96	0,18	0,0176	0,0088
S.L.D.	1,2288	0,18	0,0226	0,0113
S.L.V.	3,0266	0,24	0,0741	0,037
S.L.C.	3,5787	0,31	0,1131	0,0566

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018

Coefficiente azione sismica verticale

0,009

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	0,96	0,62
3	5,33	1,13
4	6,84	3,07
5	11,06	3,85
6	12,96	6,38
7	15,08	6,61
8	16,77	8,0
9	18,22	8,05
10	18,79	8,95
11	22,92	9,48
12	25,3	12,84
13	29,23	13,47
14	30,93	16,04
15	34,04	16,82
16	35,0	18,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-2,0
2	35,0	16,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-3,0
2	35,0	15,5

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0,05		27	1800,00	1900	Detrito
2	0,3		35	2300	2400	Substrato

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m ³)
1	16,84	6,16	0	0	1,8	2	2	1800

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,25
Ascissa centro superficie	9,69 m
Ordinata centro superficie	12,07 m
Raggio superficie	8,78 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

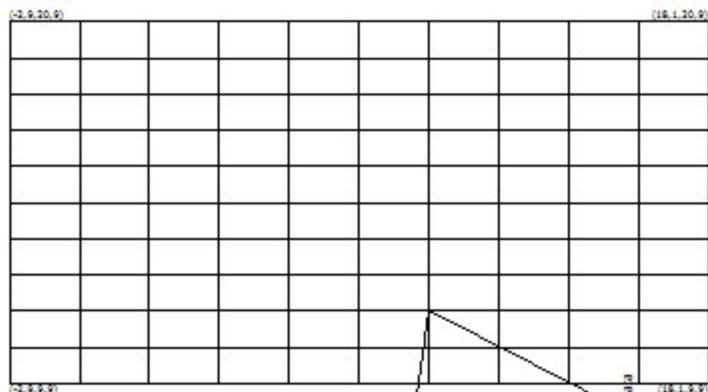
xc = 9,695 yc = 12,067 Rc = 8,782 Fs=1,248

Lambda = 0,135

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0,9	-5,09	0,91	219,39
2	0,9	0,81	0,9	543,99
3	0,79	6,36	0,8	624,54
4	1,01	12,35	1,04	1890,73
5	0,88	18,77	0,93	3233,59
6	0,92	25,14	1,02	3845,04
7	1,19	33,13	1,43	3956,52
8	0,61	40,4	0,8	1637,98
9	0,9	47,38	1,33	8731,42
10	0,9	57,17	1,67	1230,96

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	55,86	415,28	0,0	0,0	128,32	332,51	0,0
2	118,91	884,04	55,86	415,28	492,28	450,3	0,0
3	174,59	1297,98	118,91	884,04	615,56	456,88	0,0
4	234,72	1745,0	174,59	1297,98	1893,2	950,9	0,0
5	260,74	1938,46	234,72	1745,0	3108,04	1314,06	0,0
6	228,64	1699,76	260,74	1938,46	3410,35	1441,32	0,0
7	124,36	924,53	228,64	1699,76	2968,04	1426,65	0,0
8	83,93	623,98	124,36	924,53	1075,43	608,99	0,0
9	47,56	353,58	83,93	623,98	8870,46	3325,5	0,0
10	1,84	13,69	47,56	353,58	393,87	662,6	0,0



$x_c=9,69$ $y_c=12,07$ $R_c=8,78$ $F_s=1,25$

