

Comune di STELLA

Provincia di SAVONA

OGGETTO: PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO
*Intervento di sistemazione idraulica di un tratto di Rio Ravezza
 a valle del ponte, sito in Località Ritani e della soprastante strada comunale*

COMMITTENTE :

COMUNE DI STELLA *Località Roviato Superiore, 17040*

RUP. Geom. Danilo Delfino

(timbro)

Descrizione della tavola :

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

scala

-

Tav. n°:

RG

Studio Tecnico PRISMA
 geometri associati

*Via S. Giorgio civ. 18
 -17011 Albisola Superiore (SV)
 Tel./Fax 019 485349
 P.I. : 01039530090*

Il progettista:
Geom. L. Baglietto
 Geometri e Geometri Laureati
 di Savona

Inscrizione Albo
 N. 972

Geometra
 Baglietto

(timbro)

Il Coordinatore della progettazione:
Geol. G.B. Vezzolla

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA

A.P. n. 273
GIAMBATTISTA VEZZOLLA
 GEOLOGO
 data iscr. 07-04-1994

(timbro)

1	settembre 2018	I emissione		
REV.	DATA	CAUSALE	DISEGNATORE	APPROVATO

COMUNE DI STELLA

**Opere di sistemazione idraulica del tratto del Rio Ravezza,
immediatamente a valle del ponte in loc. Ritani,
e della soprastante strada comunale**

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

Comune di Stella

Provincia di Savona

<p>RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</p>

IL GEOLOGO

Giambattista VEZZOLLA

Giambattista VEZZOLLA - Geologo - Via Bottini, 27 17015 Celle Ligure (SV) tel. e fax. 019 480009 email: geologo.vezzolla@gmail.com Iscrizione Ordine Regionale dei Geologi della Liguria n. 273 P. IVA 01575110091	Revisione	Data
	00	Ottobre 2018

INDICE

1. PREMESSE	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO	2
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	4
4. RILIEVO GEOMECCANICO.....	5
5. MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	8
6. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI	9
7. VERIFICA GEOTECNICA FONDAZIONI	10
8. VERIFICA DI STABILITA' GENERALE	11
9. MODALITA' D'INTERVENTO E CONCLUSIONI.....	12

ALLEGATI

1. Estratti cartografici – piano di bacino Torrente Sansobbia; “Carta della suscettività al dissesto”, Carta del reticolo idrografico”, “Carta degli interventi”, scala 1:10000;
2. Planimetria con elementi geologici e ubicazione delle indagini geognostiche, scala 1:200;
3. Elaborati tomografia sismica;
4. Sezioni geologiche e geotecniche interpretative 5, scala 1:100;
5. Verifica di stabilità generale del versante, sez. 5, scala 1:100;
6. Report SSAP.

1. PREMESSE

Il Comune di Stella (SV) ha incaricato lo scrivente di redigere la Relazione Geologica e Geotecnica nell'ambito del Progetto Definitivo / Esecutivo di sistemazione di un tratto di alveo del Rio Ravezza e relativo versante in sponda destra, su cui insiste la strada comunale che collega località Ritani con loc. Corona, interessato da una serie di fenomeni di dissesto avvenuti nel tempo.

Tali dissesti, provocati sia dall'erosione spondale del corso d'acqua e, soprattutto, dall'erosione concentrata sul versante da parte delle acque meteoriche, hanno interessato la sede stradale, ad oggi parzialmente interrotta, arrivando ad ostruire parzialmente il deflusso delle acque in alveo, con il materiale franato, tra cui alcuni massi ciclopici.

La presente relazione, in ottemperanza alle N.T.C. 2018, viene redatta con lo scopo di valutare le condizioni geologico geomorfologiche dell'area interessata dall'intervento, di verificare la compatibilità dell'opera in progetto con l'attuale stato dei luoghi e di caratterizzare i terreni presenti, tramite la definizione dei loro parametri geotecnici medi.

Considerato il contesto geologico geomorfologico, a tale scopo si è ritenuto opportuno eseguire un accurato rilevamento di superficie, integrato da una tomografia sismica (SS1) e 2 stazioni di rilievo geomeccanico (RS1-RS2).

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

2.1 Generalità

L'area oggetto dell'intervento è ubicata sul medio basso versante orientale della dorsale che si sviluppa a partire da Bric Stantè con andamento semicircolare, passando per Bric Pinna e, da lì, degradando verso il fondovalle con andamento circa N-S, in una fascia altimetrica compresa tra 235-255 m slmm.

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di versante interessato si presenta con un'acclività elevata (40%), interamente boscato, caratterizzato da una copertura detritica diffusa, a natura eluviale con composizione sabbioso limosa con scaglie e pietrame, il cui spessore medio è compreso tra 0-2 m.

Sul fondovalle, lungo l'asta del corso d'acqua, in particolare in sponda sinistra, si evidenzia un comparto a minore acclività (30%), caratterizzato da una frangia detritica a raccordo con il versante soprastante, il cui spessore è compreso tra 1-3 m.

Il substrato litoide è diffusamente visibile in tutta l'area d'intervento; si evidenziano, in particolare, affioramenti nell'alveo del Rio Ravezza e su entrambe le sponde, solo parzialmente mascherati dal materiale di sovralluvionamento e dalla folta vegetazione.

Ulteriori affioramenti sono visibili lungo tutto il lato a monte della strada comunale e, in misura minore, lungo il tratto di versante compreso tra la stessa ed il fondovalle.

Dal punto di vista litologico si tratta di dolomie grigio scure, mediamente alterate e fratturate; tale litotipo è attribuibile, con riferimento alla Carta Geologica con elementi di geomorfologia 1:25.000 – Fg. n° 229.4 "Savona", alla Formazione delle "Dolomie" (Permo - Trias), appartenenti all'Unità Triassico Liassica del Dominio Piemontese.

Occorre evidenziare la presenza in alveo di due massi ciclopici (dimensioni > 10 m³) che ne ostruiscono parzialmente la sezione di deflusso, rappresentano un grave elemento di pericolo, nel caso di eventi meteorici brevi ed intensi.

In questi casi, infatti, l'acqua di deflusso viene dirottata lungo le due sponde, subendo un innalzamento del livello e provocando l'erosione al piede dei due versanti che ne costituiscono le sponde.

Un ulteriore elemento è rappresentato dal materiale di riporto che costituisce la banchina stradale, messo in posto a seguito di un esteso fenomeno di dissesto, avvenuto nel 1993, che ne aveva provocato lo scivolamento completo, per un tratto di circa 30 m di lunghezza, arrivando a denudare il substrato litoide.

A seguito di tale fenomeno si era provveduto a ripristinare la sede stradale tramite la posa di due tratti di scogliera, sia sul lato a monte che lungo il versante a valle; queste due scogliere sono state parzialmente interrotte dai recenti fenomeni di dissesto.

2.2 Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico, la linea di drenaggio principale è costituita dal Rio Ravezza, corso d'acqua a carattere stagionale, il quale, attualmente, presenta un alveo fortemente sovralluvionato a seguito del materiale franato e della folta vegetazione esistente.

L'alveo risulta inciso in roccia, obliterata dalla presenza del materiale di sovralluvionamento, con una pendenza notevole, che provoca una veloce corrente dell'acqua di deflusso; sono evidenti i tratti in cui si sono verificati fenomeni di scalzamento delle due sponde.

In linea generale, tenuto conto delle caratteristiche geomorfologiche del sito (spessore e composizione della coltre di copertura), si può escludere la presenza di una falda freatica vera e propria lungo il versante, mentre è possibile l'instaurarsi di una circolazione di acqua all'interfaccia tra coltre e substrato durante gli eventi meteorici intensi.

La coltre eluviale è caratterizzata da una permeabilità medio alta per porosità, mentre il substrato litoide è da considerarsi impermeabile o con permeabilità secondaria lungo le fratture principali.

Si sottolinea che, dal punto di vista della stabilità generale del comparto, assume massima rilevanza l'acqua di ruscellamento, che assume particolare violenza a seguito dell'elevata acclività, provocando evidenti solchi di erosione concentrata.

Il principale di questi (cfr. planimetria in allegato 2 alla presente) è alla base del dissesto descritto nel seguito, provocato dall'acqua incanalata a tergo dei due tratti di scogliera esistenti causandone il crollo.

Lungo il versante, anche la strada comunale, che si sviluppa parallelamente allo stesso con andamento in costante pendenza a salire verso il ponte esistente, rappresenta una linea di drenaggio per tutto il versante soprastante, intercettandone le acque di ruscellamento.

La cunetta presente sul suo lato di monte risulta, ormai, completamente riempita da materiale terroso e vegetale, senza più svolgere la sua funzione di regimazione delle acque di ruscellamento.

2.3 Fenomeno di dissesto

Come visibile sul rilievo plani-altimetrico eseguito, il fenomeno franoso attuale si è sviluppato su entrambi i lati della strada comunale; nel seguito vengono descritti i due dissesti separatamente, seppur contestuali.

- **Dissesto di monte:** si tratta di un colamento, che presenta una lunghezza di circa 6 m per una larghezza di circa 2 m, innescato dall'azione erosiva concentrata dell'acqua di ruscellamento proveniente dal versante lungo le linee di massima pendenza, che ha interessato la coltre eluviale ed il substrato sottostante, provocando il crollo della parte terminale della scogliera esistente ed arrivando ad occupare parzialmente la carreggiata.
- **Dissesto di valle:** si tratta di un fenomeno franoso che ha inciso la parte di valle della sede stradale comunale, con una nicchia di distacco di circa 13 m di lunghezza e con un corpo di circa 11 m di lunghezza, rastremato alla base. La frana ha, inoltre, provocato il crollo del tratto centrale della scogliera esistente, per circa 8 m di lunghezza, messa in opera a seguito dell'evento del 1993, ed i cui elementi litoidi (massi) sono terminati nell'alveo del corso d'acqua. Una concausa di quest'ultimo fenomeno è da attribuirsi allo scalzamento al piede dovuto alle acque del Rio Ravezza, esercitato sulla parte basale del versante.

In entrambi i casi è stato denudato il substrato litoide dolomitico, permettendo la verifica diretta della stratigrafia del sito.

2.4

Compatibilità con il Piano di Rischio Idrogeologico

Com'è noto, l'Amministrazione Provinciale nell'ottobre 2002 ha approvato in via definitiva i Piani di Rischio Idrogeologico (redatti in osservanza del D.L. 180/98 e s.m.i.), più volte aggiornati nel seguito. Il prodotto di tali studi è rappresentato da una serie di carte tematiche riguardanti le diverse problematiche (susceptività al dissesto, fasce di inondabilità, ecc) e da una Normativa Generale che regola le possibilità di intervento all'interno delle classi in cui è stato suddiviso il territorio.

Con il presente paragrafo s'intende confrontare la posizione del comparto interessato dall'intervento rispetto al rischio geomorfologico ed idrogeologico del Piano di Bacino del Torrente Sansobbia; in particolare si determinano le seguenti condizioni:

Susceptività al dissesto: tutta l'area d'intervento è ubicata in una zona a susceptività al dissesto molto alta (rosso - Pg4);

Reticolo idrografico principale: l'area d'intervento interessa un tratto di circa 40 m dell'alveo del Rio Ravezza, corso d'acqua di primo livello (Sup bacino = 1.09 km²);

Interventi: l'intervento in progetto rientra in parte nella Scheda n. 17 P.d.B. del Torrente Sansobbia – "Interventi di Consolidazione e Ingegneria Naturalistica – Importo Lavori presunto 365.000 €". La sua realizzazione

Nel complesso, dal confronto con il piano di rischio idrogeologico non emergono particolari problematiche per la realizzazione dell'intervento in progetto, il quale, peraltro, sviluppa uno degli interventi previsti dal piano stesso.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Lungo la sede stradale interessata dal fenomeno di dissesto è stata condotta una sismica tomografica a rifrazione (SS1), ai fini di individuare lo spessore dei materiali sciolti nonché l'andamento e la geometria del basamento sismico sepolto.

L'ubicazione della stesa sismica è riportata nella planimetria in allegato 2 al testo.

Nello specifico, l'indagine di tipo sismico a rifrazione, consente di rilevare e registrare le onde elastiche di compressione e/o taglio generate e prodotte alla superficie da energizzazioni artificiali, ricostruendone il tragitto e il percorso soggetto a rifrazione e riflessione indotte da discontinuità fisico-chimiche sepolte riconducibili a differenti stati elastici dei terreni, quali orizzonti e contatti stratigrafici, interfaccia tra materiali sciolti e roccia, faglie, vuoti, cavità.

La ricezione e la trasmissione della perturbazione alla superficie viene rilevata da trasduttori elettromagnetici, chiamati geofoni, i quali, attraverso un cavo schermato multipolare, inviano il dato ad un sismografo multicanale che misura e registra i tempi di percorrenza dell'impulso elastico, memorizzando i ritardi sequenziali di arrivo tra i vari geofoni.

Tali ritardi, graficati in funzione della distanza e della spaziatura indotta nella stesa, consentono di elaborare le dromocrone attraverso le quali è possibile interpretare la prospezione e ricostruire un modello stratigrafico del sottosuolo.

L'acquisizione dei dati è stata effettuata mediante un sismografo PASI 16S12 a 12 canali con memorizzazione incrementale dei segnali per ogni traccia, digitalizzati mediante convertitore A/D a 16 bit in 1024 campioni per una lunghezza di registrazione pari a 128 millesimi di secondo. L'energizzazione nel terreno, per la generazione delle onde di compressione, è stata ottenuta mediante percussione con massa battente (mazza con testa da 10 kg) su piastra di acciaio.

La spaziatura dei geofoni è stata posta pari a 2 m, in funzione del target d'indagine, ovvero la ricerca dello spessore dei materiali sciolti da indagare, prioritaria rispetto all'approfondire l'indagine in profondità.

La lunghezza dello stendimento è stata pertanto pari a 25 m, considerando energizzazioni agli estremi con offset pari a circa 1 m. Per una migliore prospettiva di elaborazione del dato, sono state eseguite tre energizzazioni intermedie nello stendimento, per un totale di cinque energizzazioni.

Per la ricezione delle onde sono stati utilizzati geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza naturale di 14 Hz. I tempi zero di energizzazione sono stati rilevati mediante l'utilizzo di geofono starter collegato direttamente alla mazza perturbante.

L'interpretazione dei dati è stata condotta mediante software specialistico, Sisma con v.2.0 della Program Geo, utilizzando e confrontando le risultanze emerse dall'elaborazione dei dati mediante il Metodo Reciproco Generalizzato (G.R.M.) e il Metodo Reciproco di Hawkins.

Analisi dei dati

La sequenza degli strati sismici, definiti da intervalli di velocità, viene quindi inevitabilmente ricondotta ai terreni e alle litologie presenti nell'area in studio.

Nel dettaglio le sezioni sismiche elaborate hanno evidenziato un quadro stratigrafico omogeneo e ricorrente, discretizzato in tre orizzonti sismici principali, caratterizzati da diverse velocità delle onde longitudinali V_p , riportati di seguito;

- orizzonte sismico 1: caratterizzato da velocità inferiori a 600 m/s; tale orizzonte rappresenta il terreno di riporto della banchina stradale, e presenta spessori variabili tra 2 m e 1.5 m (cfr. sezione sismostratigrafica in allegato 3), con andamento lievemente ondulato. Si tratta di materiali con basso grado di addensamento di natura sabbiosa prevalente;
- orizzonte sismico 2: contraddistinto da velocità comprese tra 600 – 800 m/s, riconducibili alla coltre eluviale passante al cappellaccio d'alterazione. Tale orizzonte presenta interfaccia con il basamento sismico dell'orizzonte sottostante a profondità massima di 4 m, con andamento ondulato e lievemente immergente verso il fine stesa;
- orizzonte sismico 3: si riferisce al primo orizzonte del substrato, destrutturato e disarticolato, costituito dalla "Dolomie", caratterizzato da velocità comprese tra 800 e 1000 m/s., il cui andamento presenta sempre una debole immersione verso fine stesa;
- orizzonte sismico 4: si riferisce al substrato sismico compatto, caratterizzato da velocità maggiori di 1000 - 1500 m/s, la cui qualità migliora con la profondità.

La situazione stratigrafica rilevata tramite la tomografia sismica è risultata in buon accordo con il quadro emerso dal rilevamento di superficie; l'insieme delle informazioni è stato sintetizzato nelle sezioni geologiche interpretative in allegato 4 al testo.

4. RILIEVO GEOMECCANICO

Come detto in premessa, il sito in esame è caratterizzato dalla diffusa presenza del substrato litoide da affiorante a sub-affiorante: la roccia in posto è rappresentata dalla formazione delle "Dolomie", caratterizzate da fratturazione, marcatamente alterate, in scadenti condizioni di conservazione.

Di conseguenza la roccia mostra una marcata tendenza alla disarticolazione in prismi le cui caratteristiche geometriche risultano strettamente legate alle fratture ed alla loro frequenza nell'ammasso roccioso.

Il rilievo geomeccanico di dettaglio, sull'affioramento presente a monte della strada comunale, è stato condotto in accordo alle raccomandazioni ISRM (1978) "*Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses*".

E' stato eseguito in corrispondenza del piano di appoggio della scogliera di progetto, da eseguirsi ai fini della messa in sicurezza.

Per ogni discontinuità intercettata sono stati rilevati i seguenti parametri:

- orientazione (immersione / inclinazione);
- tipo di discontinuità;
- persistenza lineare;
- apertura;
- alterazione delle superfici;
- resistenza a compressione monoassiale delle pareti del giunto, determinata con sclerometro da roccia di tipo L;
- rugosità a piccola scala (JRC) valutata a mezzo profilografo;
- presenza tipo e spessore del riempimento.

La tabella seguente riassume le caratteristiche sopraelencate come risultanti dal rilievo geomeccanico:

Stazioni di rilievo	Famiglia	Giacitura	Spaziatura (mm)	Persistenza (m)	JRC	Apertura (mm)	Acqua
	F1	10°/s.v	60 - 200	n.d.	2 - 4	0.1 - 1	no
	F2	250°/70°	60 - 200	1 - 2	2 - 4	0.1 - 1	no
	F3	355°/45°	60 - 200	1 - 2	2 - 4	1 - 5	no

dove F1, F2 e F3 corrispondono alle diverse famiglie di fratture.

Utilizzando un martello di Schmidt (modello L – energia d’impatto pari a 0.075 kgm) sono state eseguite n. 10 prove sclerometriche nell’area del rilievo strutturale.

La resistenza a compressione delle superfici di discontinuità è stata determinata in funzione dell’espressione proposta da Bruschi (“Meccanica delle Rocce”), a partire dalle misure del rimbalzo del martello di Schmidt effettuate in situ:

$$\sigma_c = 0.1146 R^{1.687} \quad \text{dove}$$

γ = peso di volume della roccia, pari a 26 kN/m³.

σ_c = carico di rottura (MPa)

Il valore di rimbalzo rappresentativo, calcolato come media aritmetica dei cinque valori maggiori, come suggerito dall’ISRM, è pari a circa 21.

Applicando la formula esposta in precedenza, con un valore medio di R pari a 21, si ottiene:

$$\text{carico di rottura} = 20 \text{ MPa}$$

Per la determinazione dei coefficienti di rugosità delle superfici di discontinuità (JRC), si è rilevata la scabrezza dei giunti con il pettine di Barton e confrontato il risultato con i profili tipo indicati dalla ISRM 1978.

Partendo dagli indici di qualità degli ammassi rocciosi sono poi stati determinati i parametri di resistenza degli stessi, sia secondo il criterio di rottura di Hoek-Brown (1980,1988) sia secondo il criterio di rottura di Mohr-Coulomb (Bieniawski, 1989).

Nel primo caso l’involuppo di rottura è espresso nel piano σ_1/σ_3 relazione:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + (C_o^2 * m * \sigma_3 + s * C_o^2)^{0.5} \quad \text{dove}$$

σ_1 = sforzo principale maggiore;

σ_3 = sforzo principale minore;

C_o = resistenza a compressione monoassiale del materiale roccioso;
 m = parametro di curvatura dell'involuppo, dipendente dalla natura litologica;
 s = parametro di curvatura dell'involuppo, dipendente dallo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Nel secondo caso l'involuppo di rottura è espresso nel piano σ_1 / τ dalla relazione:

$$\tau = c + \sigma * \tan \phi$$

dove

τ = resistenza al taglio

σ = sforzo normale agente

c = coesione dell'ammasso roccioso

ϕ = angolo di attrito dell'ammasso roccioso

Da ultimo è stato determinato il valore del modulo di deformabilità degli ammassi rocciosi secondo la relazione proposta da Serafim & Pereira (1983):

$$E_M = 10^{(RMR - 10) / 40}$$

Attraverso il programma Rocklab ver. 1.03 (2007), elaborato da Hoek, si è pertanto provveduto, inserendo i valori della classificazione GSI e dei rilievi geomeccanici (misure con martello di Schmidt) a determinare i parametri geomeccanici del substrato roccioso.

Le risultanze relative al calcolo e i grafici dell'involuppo sono esposti qui di seguito; i parametri determinati possono essere adottati a base della determinazione dei parametri caratteristici dell'ammasso roccioso.

Classificazione Hoek Brown

Resistenza a compressione monoassiale	20 MPa
Indice GSI	32 (adimensionale)
mi	26 (adimensionale)
Modulo elastico roccia intatta E_i	12590 MPa

Criterio Hoek Brown

mb	2.292
s	0.0005
a	0.520

Failure Envelope Range

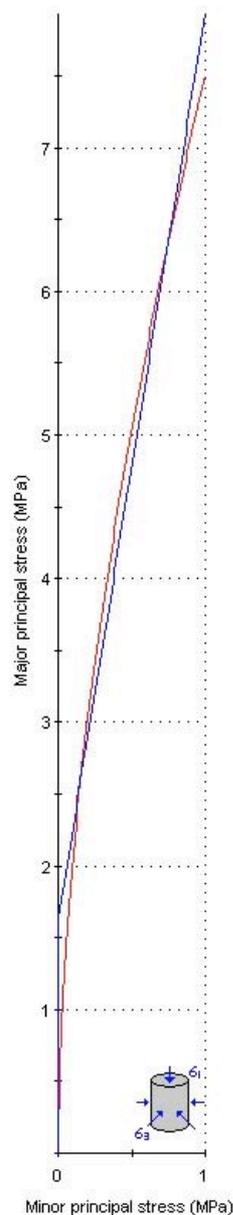
σ_{3max}	1 MPa
-----------------	-------

Criterio di Mohr-Coulomb

Coesione c	331 kPa
Angolo di attrito ϕ	46°

Parametri ammasso roccioso

Resistenza a trazione σ_t	-0.005 MPa
Resistenza a compressione σ_c	0.395 MPa
Resistenza globale σ_{cm}	3.7 MPa
Modulo di deformazione E_{rm}	1167 MPa



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 20 MPa
GSI = 32 m_i = 26 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (Ei) = 12590 MPa

Hoek-Brown Criterion

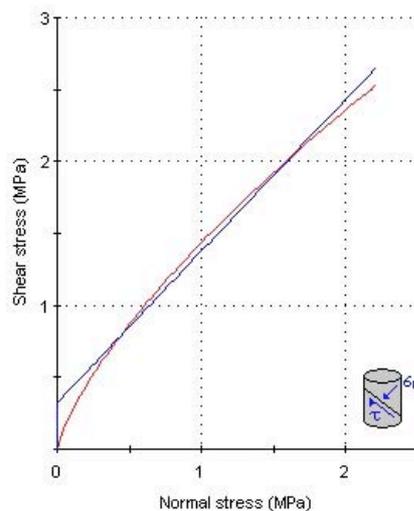
m_b = 2.292 s = 0.0005 a = 0.520

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.331 MPa friction angle = 46.47 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.005 MPa
uniaxial compressive strength = 0.395 MPa
global strength = 3.772 MPa
deformation modulus = 1167.50 MPa



5. MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I dati provenienti dal rilevamento di superficie, unitamente alle risultanze della prova in sito, hanno permesso di definire nel dettaglio le caratteristiche stratigrafiche dell'area, ed in particolare:

- le condizioni specifiche del terreno interessato dall'intervento;
- la presenza di orizzonti di terreni sciolti di potenza ridotta;
- i parametri geotecnici medi dei terreni individuati.

È stato pertanto possibile ricostruire xxxxx sezioni geologiche interpretative (sez. xxxxx), in scala 1:200, rappresentative delle condizioni specifiche delle porzioni di versante in esame in corrispondenza degli interventi in progetto.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici, complessivamente, si ha la seguente situazione geotecnica media.

Orizzonte “a” - Livello detritico superficiale:

La coltre detritica superficiale è costituita da materiale prevalentemente granulare, di spessore con resistenza al taglio per componente d'attrito e coesione residua.

Sulla scorta di analogie con terreni simili investigati ad altro titolo, ai terreni in esame possono essere assegnati i seguenti valori medi dei principali parametri geotecnici:

- peso di volume naturale: 19 kN/m³;
- angolo di attrito interno: 30°;
- coesione: 5 kPa

Orizzonte “b” – Cappellaccio di alterazione del substrato

Le osservazioni sugli affioramenti hanno permesso di classificare il cappellaccio d'alterazione del substrato litoide (ove presente), marcatamente alterato e fratturato, come un mezzo “continuo equivalente” e come tale essere assimilato geotecnicamente ad una sabbia con ghiaia mediamente addensata in debole matrice fine; possono pertanto essere assegnati i seguenti valori dei parametri geomeccanici:

- peso di volume naturale: 22 kN/m³;
- angolo di attrito interno: 35°;
- coesione: 30 kPa;
- Modulo elastico E 2000 MPa

Orizzonte “c” - Substrato roccioso (“Dolomie”)

Sulla base dell'elaborazione dei rilievi geomeccanici, i parametri medi che possono essere adottati per il substrato roccioso sono i seguenti:

- peso di volume naturale: 26 kN/m³;
- angolo di attrito interno: 45°;
- coesione: 300 kPa;
- Modulo elastico E 10000 MPa

I suddetti valori medi dei parametri geotecnici costituiscono la base di partenza per le verifiche agli S.L.U., eseguiti nei successivi capitoli, secondo la recente normativa (N.T.C. 2018)

6. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI

Con la presente vengono analizzate le condizioni di rischio sismico dell'area d'intervento, ai fini di un'adeguata verifica strutturale.

Il quadro sismo tettonico locale e le analisi eseguite dal Servizio Sismico Nazionale individuano, per il territorio comunale, un basso grado di rischio sismico.

Sulla base della O.P.C.M. n. 3519/2006 e la conseguente D.G.R. n° 216 del 17.03.2017, il Comune di Stella è inserito in zona sismica 4.

Con l'entrata in vigore del D.M. 17/01/2018, la stima della pericolosità sismica viene effettuata mediante un approccio “sito dipendente” e non più tramite un criterio “zona dipendente”. L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in

considerazione, viene definita dalla “pericolosità sismica di base” del sito, elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell’azione sismica.

Nel caso in esame la stratigrafia del sito d’intervento è caratterizzata dalla presenza di materiali sciolti in superficie per uno spessore medio di 2 m.

Nella determinazione dello spettro di risposta elastico l’Eurocodice 8 e la recente normativa nazionale prevedono l’adozione di un coefficiente S, detto di *stratigrafia del suolo di fondazione*, attraverso il quale stimare gli effetti di amplificazione del sisma di progetto rispetto alle accelerazioni imposte, riferite al substrato roccioso rigido.

Facendo riferimento alle cinque categorie di terreno riportate in normativa (tabella 3.2 II delle N.T.C./2018) si può evidenziare, in prima ipotesi, che il profilo stratigrafico della zona d’intervento sia ascrivibile alla categoria A, di cui si riporta la definizione:

“A – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, con valori di $V_s > 800$ m/s”

7. VERIFICA GEOTECNICA FONDAZIONI

Come noto, per la definizione del grado di sicurezza di una struttura, le N.T.C. 2018 prevedono un approccio di tipo semiprobabilistico (livello 1) adottando il concetto di stato limite che necessita dei valori caratteristici dei parametri geotecnici ai quali è associata una probabilità di non superamento del 5% che il valore reale adottato sia inferiore a quello caratteristico. Il valore caratteristico è quindi dato dalla:

$$V_k = V_m (1 - 1.645 V_f) \quad \text{dove}$$

V_k = valore caratteristico

V_m = valore medio

V_f = coeff. di variazione definito come il rapporto tra lo scarto quadratico medio e V_m .

Utilizzando come coefficiente di variazione quello suggerito da Cherubini, Giasi e Rettati (1993) da applicare nel caso di mono-indagine, si ottengono i valori caratteristici riassunti nella tabella:

Orizzonte	Tipologia	Peso di volume (kN/m ³)	Φ (°)	Coesione (kPa)
“a”	sabbia con scaglie	19	24	2
“b”	cappellaccio d’alterazione	22	28	12.4
“c”	dolomie	25	36	120

In relazione al progetto, le fondazioni di tutte le opere di sostegno (scogliere e gabbionate) dovranno poggiare univocamente sul substrato litoide.

Per il calcolo della capacità portante si sono utilizzati, come richiesto per le verifiche agli stati limite, i parametri geotecnici caratteristici sopra dedotti con approccio probabilistico.

Tenuto conto che il piano di appoggio delle fondazioni è rappresentato dal substrato roccioso gneissico molto fratturato, la sua rottura avviene quando viene superata la resistenza alla compressione non confinata delle singole colonne di roccia isolate dalle fratture; pertanto la portanza deve essere calcolata con la relazione:

$$Q = 2 C_k \tan (45 + \phi_k / 2) \text{ (kPa)}$$

Come noto, la misura del grado di sicurezza ai sensi della N.T.C. 2018 si ottiene con il “Metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali” tramite l’equazione: $R_d \geq E_d$ con:

- R_d valore di progetto della resistenza del terreno;
- E_d valore di progetto dell'azione o degli effetti dell'azione nelle varie combinazioni di carico che non devono superare i valori di R_d in un intervallo di tempo rapportato alla vita di riferimento dell'opera progettata.

Verifica allo SLU – Approccio 2 – Combinazione 1 (A1+M1+R3)

Nel caso del dimensionamento strutturale, i coefficienti parziali M1 per le grandezze geotecniche sono tutti pari a 1 e, quindi, i valori di progetto sono pari a quelli caratteristici. Sostituendo nella formula sopraesposta, considerando fondazione su tratto piano, otteniamo:

$$Q = 470 \text{ kN/m}^2$$

A questo valore è necessario applicare un coefficiente parziale R3 di verifica agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali come riportato nella tabella 6.4.1 delle NTC 2018 che, essendo pari a 2.3 determina un nuovo valore di R_d pari a

$$Q = 204 \text{ kN/m}^2 = R_d$$

La verifica sarà soddisfatta se e solo, una volta calcolato E_d eventualmente maggiorato di fattori correttivi parziali per azioni sfavorevoli, si otterrà: $E_d < R_d$

La verifica sarà soddisfatta se e solo, una volta calcolato E_d eventualmente maggiorato di fattori correttivi parziali per azioni sfavorevoli, si otterrà: $E_d < R_d$

Nel caso in cui i valori di E_d siano maggiori di quelli di R_d occorrerà ridimensionare le dimensioni della fondazione, sempre utilizzando i parametri geotecnici sopraesposti.

8. VERIFICA DI STABILITA' GENERALE

8.1 Generalità

Lungo la sezione geologica e geotecnica interpretativa 5 è stata eseguita la verifica di stabilità generale del tratto di versante interessato, considerando le opere di sostegno inserite al suo interno.

Vista la presenza della strada comunale, che rappresenta un elemento di discontinuità parallelo al versante, si è suddivisa la sezione, in un tratto a monte ed uno a valle.

Le verifiche sono state realizzate considerando i parametri geotecnici medi ed il contributo dovuto all'effetto sismico (SLV).

Il grado di stabilità di un pendio, in condizioni statiche o dinamiche (per azioni sismiche), nei confronti di movimenti gravitativi, viene valutato attraverso la determinazione del cosiddetto "Fattore o Coefficiente di sicurezza", indicato con il simbolo F_s .

I metodi di calcolo di F_s impiegati si basano sulle tecniche di verifica dette *Limit Equilibrium Method* (abbreviato in *LEM*) (Duncan 1996, Krahn 2003).

Nei metodi LEM il calcolo di F_s viene effettuato su una specifica superficie di scivolamento definita entro un pendio; dato che le porzioni potenzialmente instabili sono definibili in uno spazio 3D il calcolo viene sviluppato sopra una striscia di lunghezza unitaria, quindi bi-dimensionale (2D) della superficie di potenziale scivolamento.

La stabilità globale del versante in condizioni sismiche viene valutata mediante metodo pseudostatico, dove l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente proporzionale al peso di volume di terreno (W) potenzialmente instabile.

Nei metodi pseudostatici la condizione di stato limite SLU viene riferita al cinematismo di collasso critico con le componenti orizzontali e verticali sismiche così ricavate:

$$F_v = K_v \times W$$

$$F_h = K_h \times W$$

con K_v e K_h i coefficienti sismici risultanti, visibili in allegato al testo, funzione sia dell'accelerazione massima attesa al sito che del coefficiente di riduzione β_s .

Nella verifica occorre tener conto anche dell'azione sismica verticale che va ad incrementare il peso dei singoli conci secondo l'espressione:

$$W_{is} = W_i (1 + K_v)$$

L'analisi di stabilità viene condotta in termini di tensioni efficaci, alle condizioni di Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) con coefficiente di sicurezza richiesto R2 pari a 1.1 come previsto dalla Normativa N.T.C. 2018.

L'elaborazione è stata condotta utilizzando il software SSAP 4.7.2 (2016), sviluppato dal Dott. Lorenzo Borselli (Geologo), operando con metodo di Morgenstern & Price (1965).

Tale programma permette la possibilità di combinare in uno stesso pendio strati, o lenti, caratterizzati sia come terreni sciolti, sia come ammassi rocciosi fratturati; nel primo caso viene utilizzato il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, nel secondo quello di Hoek.

8.2 Parametri di verifica

La verifica è stata eseguita sul modello geologico e geotecnico a tre strati ("a", "b" e "c"), desunto in precedenza, con l'adozione dei parametri geotecnici medi sopradescritti.

A favore di sicurezza si è considerato il terreno di riporto in progetto con gli stessi parametri geotecnici della coltre detritica esistente, mentre sono stati considerate le opere di sostegno a resistenza "infinita".

Nella verifica di monte, si è simulato l'effetto delle opere di ingegneria naturalistica (graticciate e/o viminate) con l'aumento della coesione efficace (10 kPa).

Come si può osservare nei grafici allegati, sono state esaminate 10000 potenziali curve di scivolamento, tutte comprese tra le ascisse di inizio generazione e quelle di termine generazione; sono graficate le 10 superfici con F_s minore, con particolare evidenza di quella a F_s minimo.

Le verifiche eseguite hanno evidenziato coefficienti di sicurezza minimi pari a 1,142 (valle) e 1,606 (monte), entrambi superiori al minimo di 1.1 previsto dalla normativa e, quindi, sono da ritenersi soddisfatte.

9. MODALITA' D'INTERVENTO E CONCLUSIONI

Le risultanze emerse dalla campagna di indagini geognostiche hanno consentito la ricostruzione del modello geologico dell'area in esame e l'elaborazione di due sezioni geologiche e geotecniche interpretative interessanti la zona ed il volume significativo delle opere in progetto.

I dati ottenuti hanno permesso di inquadrare gli elementi che concorrono al dimensionamento strutturale e agli accorgimenti di carattere esecutivo.

Lasciando ovviamente al Progettista incaricato le scelte che riterrà più idonee nella situazione in esame, sulla base dei dimensionamenti che fanno riferimento al modello geologico e geotecnico ed alle verifiche geotecniche di cui ai paragrafi precedenti, nel seguito si evidenziano le problematiche da affrontare in sede di progettazione geotecnica e strutturale (esecutiva) dell'intervento.

9.1 Preparazione delle aree di cantiere

Un elemento fondamentale nella realizzazione del progetto è rappresentato dalle scelte e dalle modalità operative, cui è legata l'organizzazione di cantiere.

In linea generale, infatti, tenuto conto del sito d'intervento e delle diverse opere di sostegno in progetto, l'intervento è da realizzarsi dal "basso", iniziando cioè dalle opere in alveo e risalendo verso la strada comunale.

In particolare, la sequenza operativa dovrebbe prevedere le seguenti fasi;

- I Fase - Apertura di una pista di cantiere, a scendere dalla strada comunale sino all'alveo del corso d'acqua, attraversando la zona interessata dalla frana, senza dover demolire ulteriormente la scogliera residua sul versante;
- II Fase - Esecuzione dei lavori in alveo; in particolare, la pulitura di tutto il materiale di sovralluvionamento presente, vegetazione compresa, demolizione dei due massi ciclopici esistenti, tramite martellone, e posa in opera delle due scogliere d'argine, a ricostituire l'alveo originario. A tale scopo si potranno utilizzare i massi provenienti dalla demolizione di quelli esistenti;
- III Fase - Sistemazione e rinfianco del materiale a tergo delle due scogliere, utilizzando il materiale di sovralluvionamento e ricucitura dei due lembi di scogliera residui, a metà versante, tramite la realizzazione del nuovo tratto centrale;
- IV Fase - Posa in opera della gabbionata prevista sul lato di valle della strada comunale e rinfianco a tergo della stessa del materiale a ricostituire la sede stradale;
- V Fase - Pulizia e disgaggio dei blocchi instabili presenti sulla zona in dissesto a monte della strada e realizzazione tratto di scogliera in progetto, a partire da quella residua;
- VI Fase - Realizzazione caditoia in legname sul lato a monte della strada e consolidamento della stessa zona tramite tecniche di ingegneria naturalistica (graticciate e/o viminate);
- VII Fase - Scavo e realizzazione della caditoia e del tombino sotto strada e ripristino sede stradale;
- VIII Fase - Realizzazione caditoia in legname sul versante al di sotto della strada comunale, sino a giungere sulla testa della scogliera d'argine in sponda destra;
- IX Fase - Sistemazione finale dell'area e realizzazione canaletta sul lato a monte della strada comunale, con il convogliamento verso il punto di deflusso realizzato (caditoia).

Le fasi sopraesposte riassumono le lavorazioni in progetto aventi un'incidenza dal punto di vista geologico e geotecnico; nel seguito verranno analizzate le singole opere d'arte, evidenziando le modalità esecutive da adottarsi.

9.2 Scogliere in massi naturali in alveo

I due tratti di scogliera previsti sulle sponde saranno da realizzarsi utilizzando massi naturali di III e/o IV categoria, in primis riutilizzando i massi in alveo, provenienti dal crollo della scogliera esistente o dalla demolizione dei due elementi ciclopici.

Dal punto di vista fondazionale non si evidenziano particolari problematiche in quanto le due scogliere d'argine poggeranno direttamente sul substrato litoide, il quale ha evidenziato valori di portanza adeguati.

Inoltre, tale contesto geologico e geotecnico permette di escludere problematiche di sifonamento delle due scogliere da parte delle acque di deflusso in alveo.

Nella fase esecutiva non si evidenziano problematiche in quanto gli scavi necessari saranno di modesta entità, realizzati operando la preventiva asportazione del materiale detritico ed il successivo approfondimento all'interno del substrato litoide.

9.3 Scogliera in massi naturali sul versante

Il tratto di nuova scogliera previsto a metà del versante, compreso tra l'alveo e la strada comunale, dovrà essere poggiato direttamente sul substrato litoide; tale condizione dovrà essere raggiunta effettuando, se necessario, locali approfondimenti della stessa sino ad intercettare l'orizzonte prescelto (orizzonti "b" o "c").

Dal punto di vista operativo occorrerà effettuare l'asportazione del materiale detritico prima di proseguire con lo scavo per l'alloggiamento dei massi, utilizzando una tecnica a campioni, con tratti massimi pari a 10 m ed immediato tamponamento del fronte, senza ingenerare problematiche di stabilità dello stesso.

9.4 Gabbionata a valle strada comunale

Anche in questo caso la nuova opera, prevista sul lato a valle della strada, dovrà essere poggiata direttamente sul substrato litoide; tale condizione dovrà essere raggiunta prevedendo, ove necessario, un secondo ordine di gabbioni, interrati, per intercettare l'orizzonte idoneo (orizzonti "b" o "c").

Per la realizzazione di tale opera occorrerà asportare la sacca di materiale sciolto (coltre/ terreno di riporto) presente sotto la strada, onde evitare problematiche di stabilità; esecutivamente si dovrà adottare una tecnica a campioni, parzializzando lo scavo in almeno 2 tratti ed immediato tamponamento del fronte.

9.5 Caditoia e tombinatura sotto strada

Per la realizzazione della tombinatura sotto strada e dell'opera di presa sul suo lato di monte non si evidenziano problematiche particolari; dal punto di vista degli scavi occorrerà asportare tutto il materiale detritico presente, sino a denudare il substrato litoide.

Da notizie raccolte in sito, si evidenzia la presenza al di sotto della sede stradale della tubatura dell'acquedotto; pertanto, in fase pre-esecutiva, occorrerà definirne il tracciato ai fini della valutazione dell'interferenza con gli scavi.

9.6 Opere di ingegneria naturalistica

Si tratta delle opere a minor incidenza geologica e geotecnica tra quelle in progetto, tutte in legname, per la cui realizzazione non si evidenziano problematiche in quanto gli scavi per la loro posa sono estremamente limitati.

Si raccomanda la loro periodica manutenzione e pulitura, con particolare riferimento al canale di raccolta delle acque, che costituisce la linea di drenaggio principale delle acque meteoriche, al fine di mantenerne intatte le funzionalità nel tempo.

In tale classe è ricompresa la cunetta sul lato a monte della strada comunale, da eseguirsi una volta ripristinata la carreggiata al termine dei lavori; per tutto il tratto a monte della caditoia le acque di tale cunetta saranno convogliate nella stessa.

9.7 Terre e rocce da scavo

In merito alle "Terre e Rocce da scavo", in accordo con quanto raccomandato dalle normative vigenti, ovvero, l'art. 41 bis del D.L. 69/2013, convertito in L. n°98 il 09/08/2013, ed il DGR. 1423/2013, si fa rilevare le opere in progetto non sono soggette a VIA o ad AIA.

Inoltre si fa rilevare che l'area d'intervento:

- non è stata interessata da attività o eventi potenzialmente contaminanti;
- ricade in area residenziale e/o agricola (di agricoltura non intensiva);
- non ricade in prossimità di strade ad elevata percorribilità;
- non ricade nelle zone di cui alla carta delle "pietre verdi" (DGR 859/2008).

E' ammesso il riutilizzo nello stesso sito; il materiale scavato potrà essere utilizzato per i sottofondo stradale e per il rinfiacco a tergo delle diverse opere di sostegno.

I massi di grandi dimensioni potranno essere utilizzati per la creazione delle scogliere.

L'eventuale materiale che verrà conferito a discarica dovrà essere sottoposto ai controlli ed alle analisi previste dalle normative vigenti.

9.8 Conclusioni

Per quanto sopra esposto e fatto salvo per le prescrizioni impartite si certifica che gli interventi in progetto:

- * non pregiudicano la stabilità del versante e della zona circostante;
- * attuano, parzialmente, uno degli interventi previsti dal Piano di Bacino per la sistemazione idrogeologica definitiva;
- * sono compatibili con i contenuti del Piano di Bacino e le Norme di attuazione del piano stesso;

Tutte le ipotesi fatte andranno verificate in fase di esecuzione dei lavori.

Savona, 13 ottobre 2018

IL GEOLOGO

Giambattista VEZZOLLA

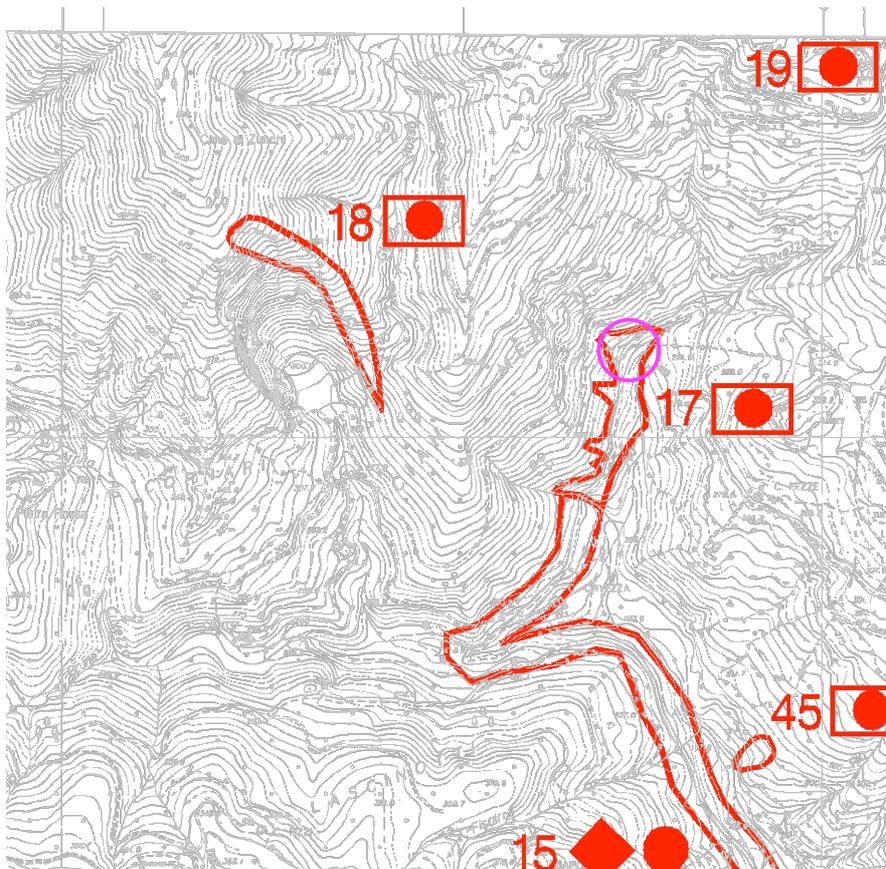




Estratto cartografico Piano di Bacino "Torrente Sansobbia" -
Carta della Suscettività al dissesto, scala 1:10000



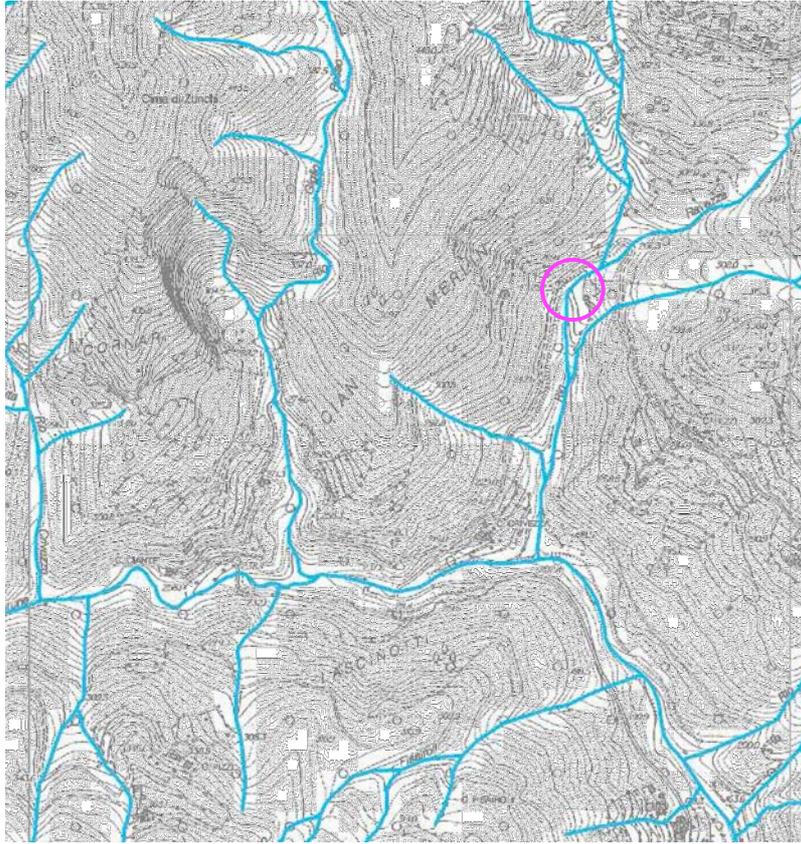
Area d'intervento



Estratto cartografico Piano di Bacino "Torrente Sansobbia" -
Carta degli Interventi, scala 1:10000



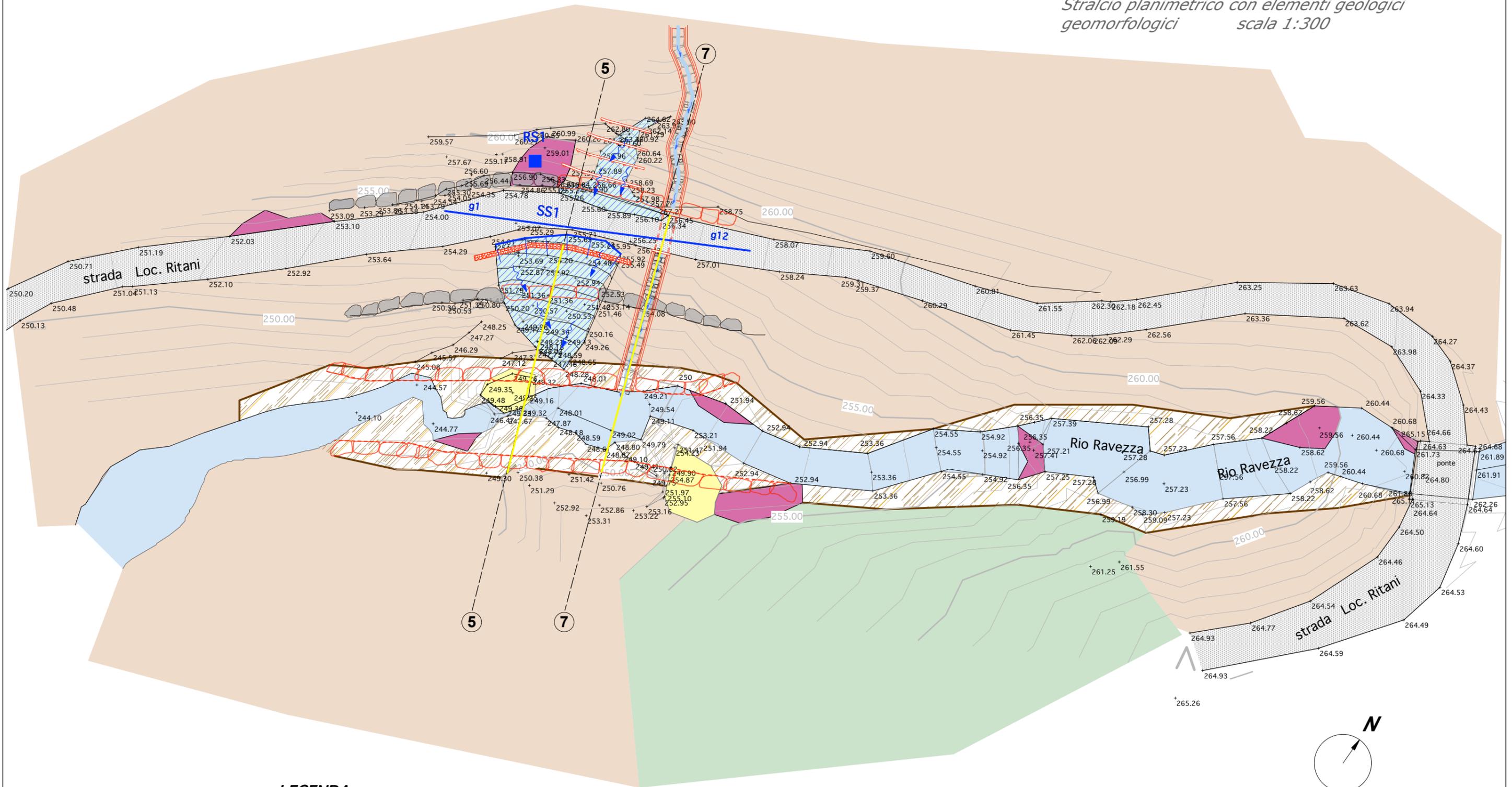
Area d'intervento



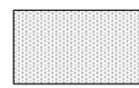
Estratto cartografico Piano di Bacino "Torrente Sansobbia" -
Carta del Reticolo idrografico regionale, scala 1:10000

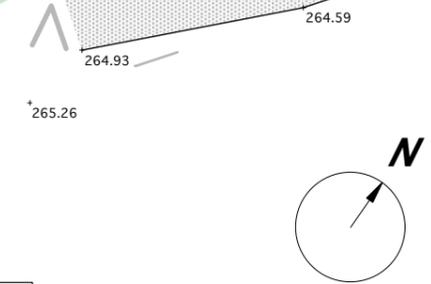


Area d'intervento

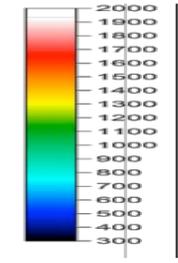
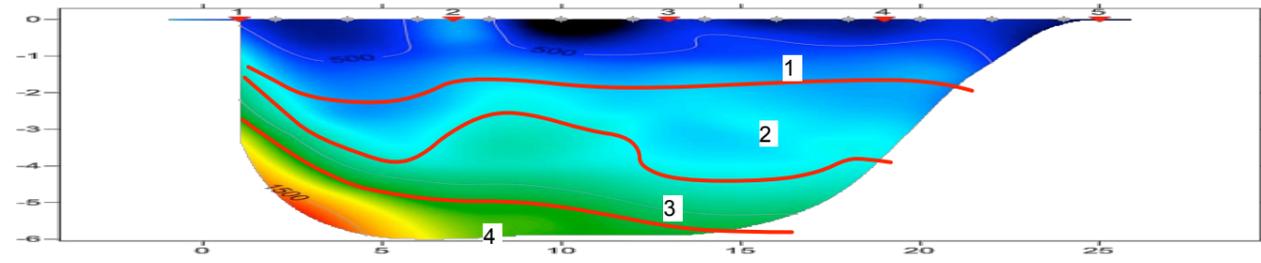


LEGENDA

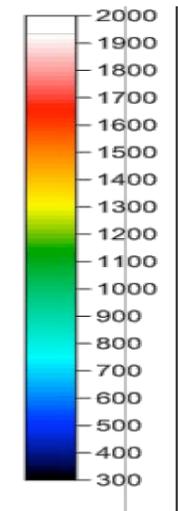
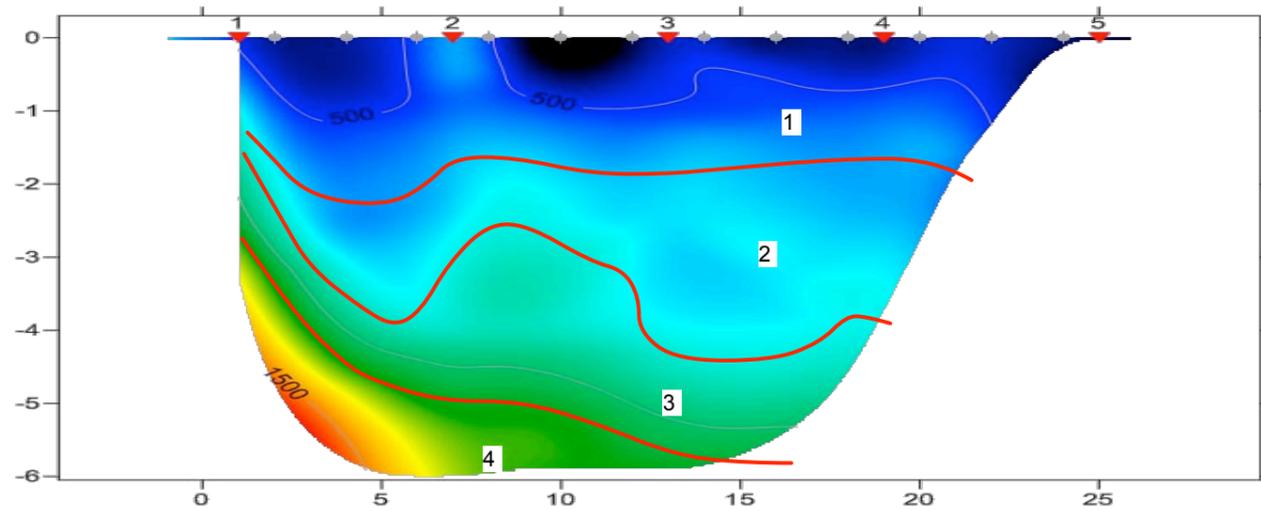
- | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|  | Viabilità: terreno di riporto e sottofondo stradale |  | Coltre eluviale: sabbia limosa con pietrame e scaglie di spessore compreso tra 0-2 m |  | Nicchia di distacco |  | Tomografia sismica a rifrazione |
|  | Alveo attivo Rio Ravezza: alluvioni |  | Frangia detritica: sabbia limosa con scaglie, di spessore compreso tra 1-3 m |  | Corpo di frana |  | Stazione di rilievo geomeccanico |
|  | Sovralluvionamento: a) massi ciclopici; b) materiale detritico con vegetazione |  | Substrato litoide: "Dolomie" (Permo - Trias) |  | Erosione concentrata |  | Traccia di sezione |
| | | | | | |  | Opere in progetto |



Sezione sismo-tomografica



scala 1:200

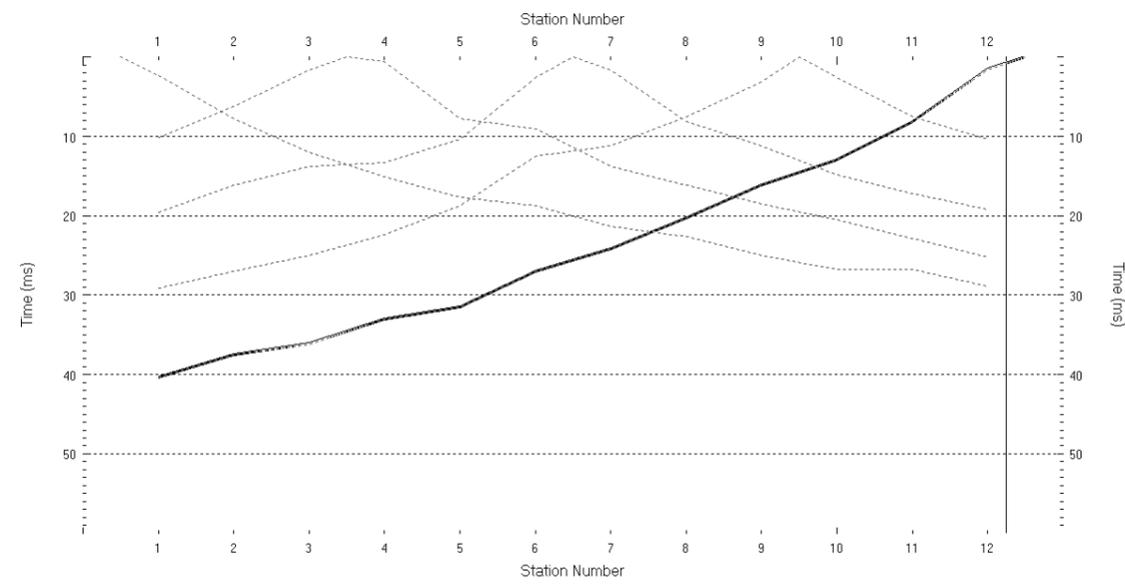


scala orizz. 1:200
scala vert. 1:100

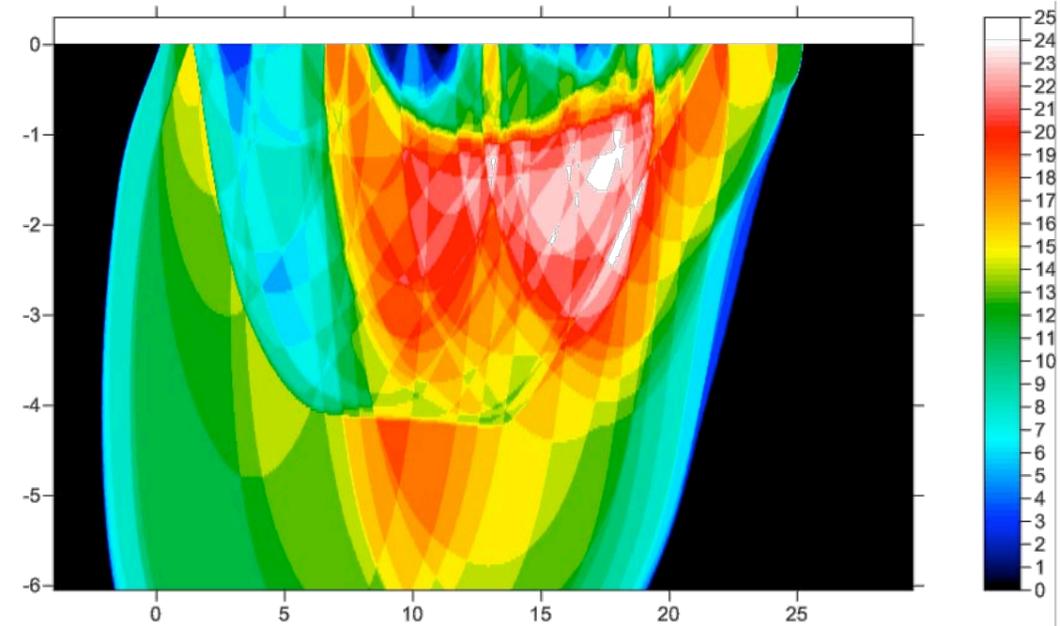
LEGENDA

- Orizzonte sismico 1
Vp < 600 m/s -
Terreno superficiale rimaneggiato - Orizzonte R
- Orizzonte sismico 2
Vp 600 - 800 m/s -
Coltre di alterazione residuale passante a cappellaccio d'alterazione - Orizzonte A
- Orizzonte sismico 3
Vp 800 - 1000 m/s -
Orizzonte A / Substrato destrutturato e disarticolato - Orizzonte B
- Orizzonte sismico 4
Vp > 1000 - 1500 m/s -
Substrato roccioso loc. fratturato e alterato - Orizzonte C

- n. 12 canali
- n. 5 energizzazioni
- Spaziatura intergeofonica 2.0 m



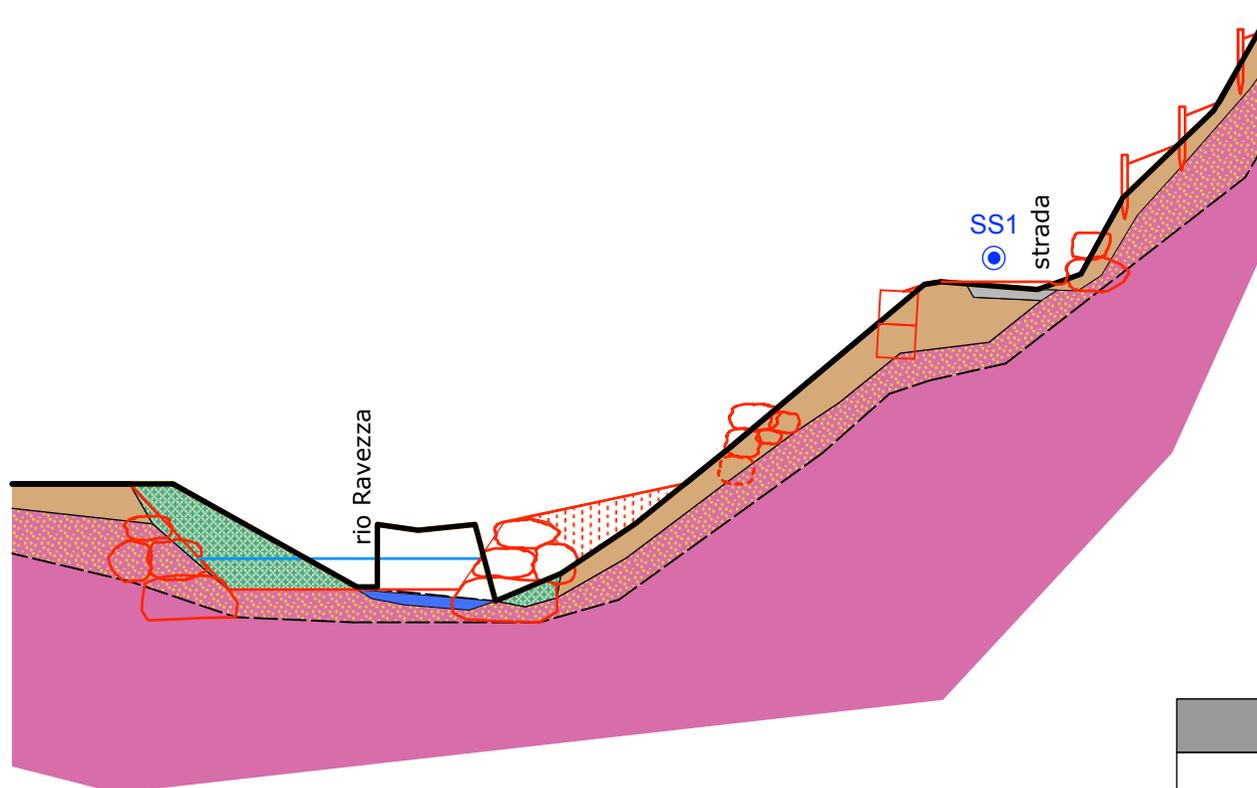
Dromocrone



Copertura raggi sismici

*Profilo geologico e geotecnico interpretativo
sez. 5*

scala 1:200



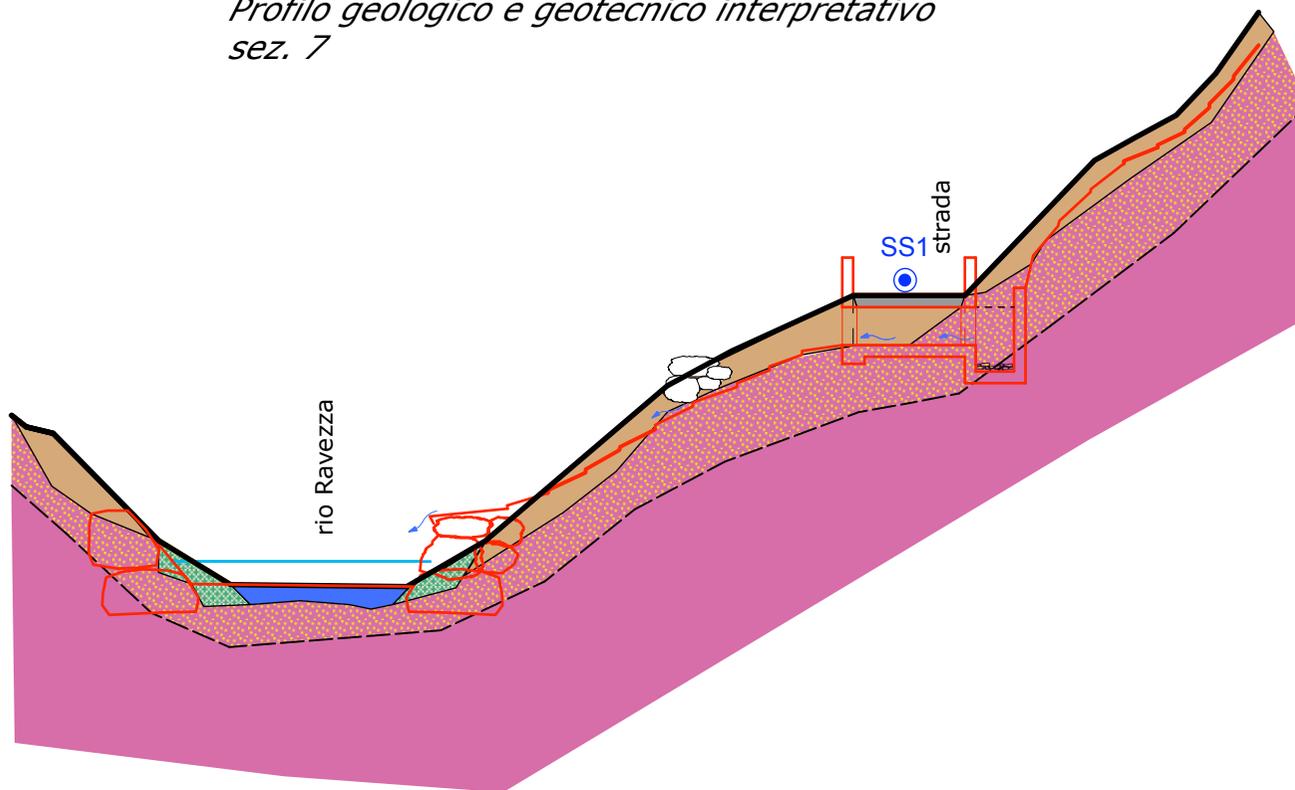
<i>terreni</i>	<i>parametri caratteristici</i>
Orizzonte "a": (coltre detritica)	$\phi = 24^\circ$ $c' = 2 \text{ kPa (residua)}$ $\gamma = 19 \text{ kN/mc}$
Orizzonte "b": (cappellaccio)	$\phi = 28^\circ$ $c' = 12 \text{ kPa}$ $\gamma = 22 \text{ kN/mc}$
Orizzonte "c": (dolomie)	$\phi = 36^\circ$ $c' = 120 \text{ kPa}$ $\gamma = 25 \text{ kN/mc}$

LEGENDA

	Sterrato e sottofondo stradale		Coltre eluviale frammissa a terreno di riporto (orizzonte "a"): sabbia con scaglie e pietrame		Pelo libero (T = 200)
	Alveo attivo		Cappellaccio di alterazione del substrato (orizzonte "b")		SS1 Tomografia sismica
	Materiale di sovralluvionamento		Substrato litoide (orizzonte "c"): "Dolomie"		Opere in progetto

*Profilo geologico e geotecnico interpretativo
sez. 7*

scala 1:200



LEGENDA

	Sterrato e sottofondo stradale		Coltre eluviale frammista a terreno di riporto (orizzonte "a"): sabbia con scaglie e pietrame		Pelo libero (T = 200)
	Alveo attivo		Cappellaccio di alterazione del substrato (orizzonte "b")		Tomografia sismica
	Materiale di sovralluvionamento		Substrato litoide (orizzonte "c"): "Dolomie"		Opere in progetto

<i>terreni</i>	<i>parametri caratteristici</i>
Orizzonte "a": (coltre detritica)	$\phi = 24^\circ$ $c' = 2 \text{ kPa (residua)}$ $\gamma = 19 \text{ kN/mc}$
Orizzonte "b": (cappellaccio)	$\phi = 28^\circ$ $c' = 12 \text{ kPa}$ $\gamma = 22 \text{ kN/mc}$
Orizzonte "c": (dolomie)	$\phi = 36^\circ$ $c' = 120 \text{ kPa}$ $\gamma = 25 \text{ kN/mc}$

SSAP 4.7.2 (2016) - Slope Stability Analysis Program

Data : 11/10/2018

scala 1:100

Localita': loc. Ritani - Comune di Stella (SV) Modello di calcolo : Morgenstern & Price (1965)

Descrizione: sez. 5 - stabilità generale del versante a monte strada comunale

[x] = orizzonte

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000

Lunghezza media segmenti (m) : 0.2

Range X inizio generazione : 0.7 - 5.6

Range X termine generazione : 1.2 - 6.1

Livello Y minimo considerato : 0.0



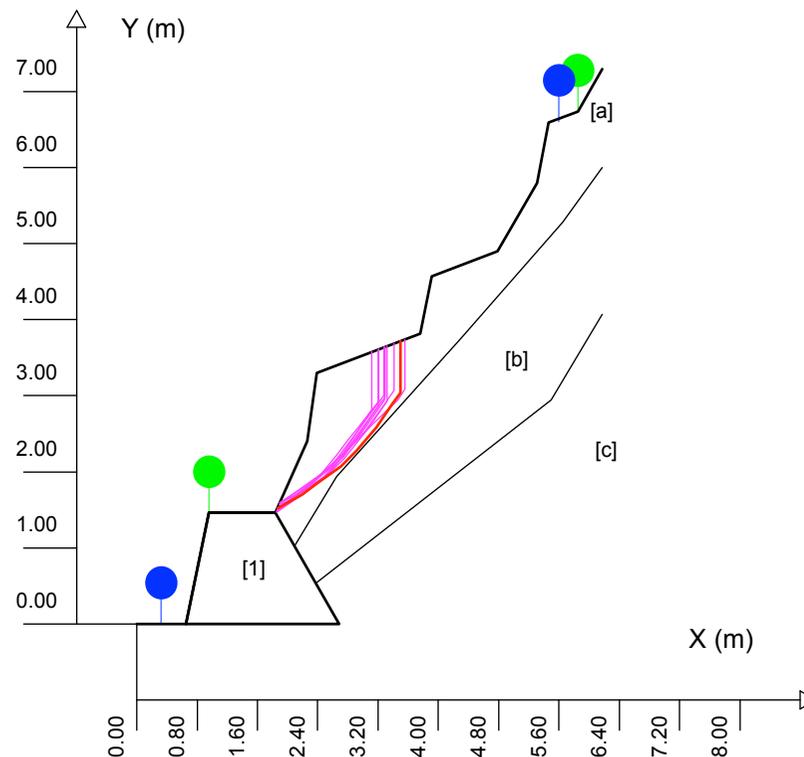
DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.606

Range Fs : 1.606 - 1.700

Differenza % Range Fs : 5.5

Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.016



orizzonte	natura	phi` (°)	C' (kPa)	Cu (kPa)	Gamm (kN/m3)	Gamm Sat (kN/m3)	sgci (MPa)	GSI	mi	D
"a"	sabbia limosa con scaglie	24	10	0	19	19	0	0	0	0
"b"	cappellaccio d'alterazione	28	12	0	22	22	0	0	0	0
"c"	Dolomie	0	0	0	25	25	20	32	26	0.7

Simulazione opere di sostegno

[1] [2] Cu = 1000 (kPa)

[3] Gamm = 22 (kN/m3)

SSAP 4.7.2 (2016) - Slope Stability Analysis Program

Data : 11/10/2018

scala 1:100

Localita': loc. Ritani - Comune di Stella (SV) Modello di calcolo : Morgenstern & Price (1965)

Descrizione: sez. 5 - stabilità generale del versante a valle strada comunale

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

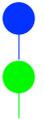
Campione Superfici - N.: 10000

Lunghezza media segmenti (m) : 0.6

Range X inizio generazione : 0.9 - 15.3

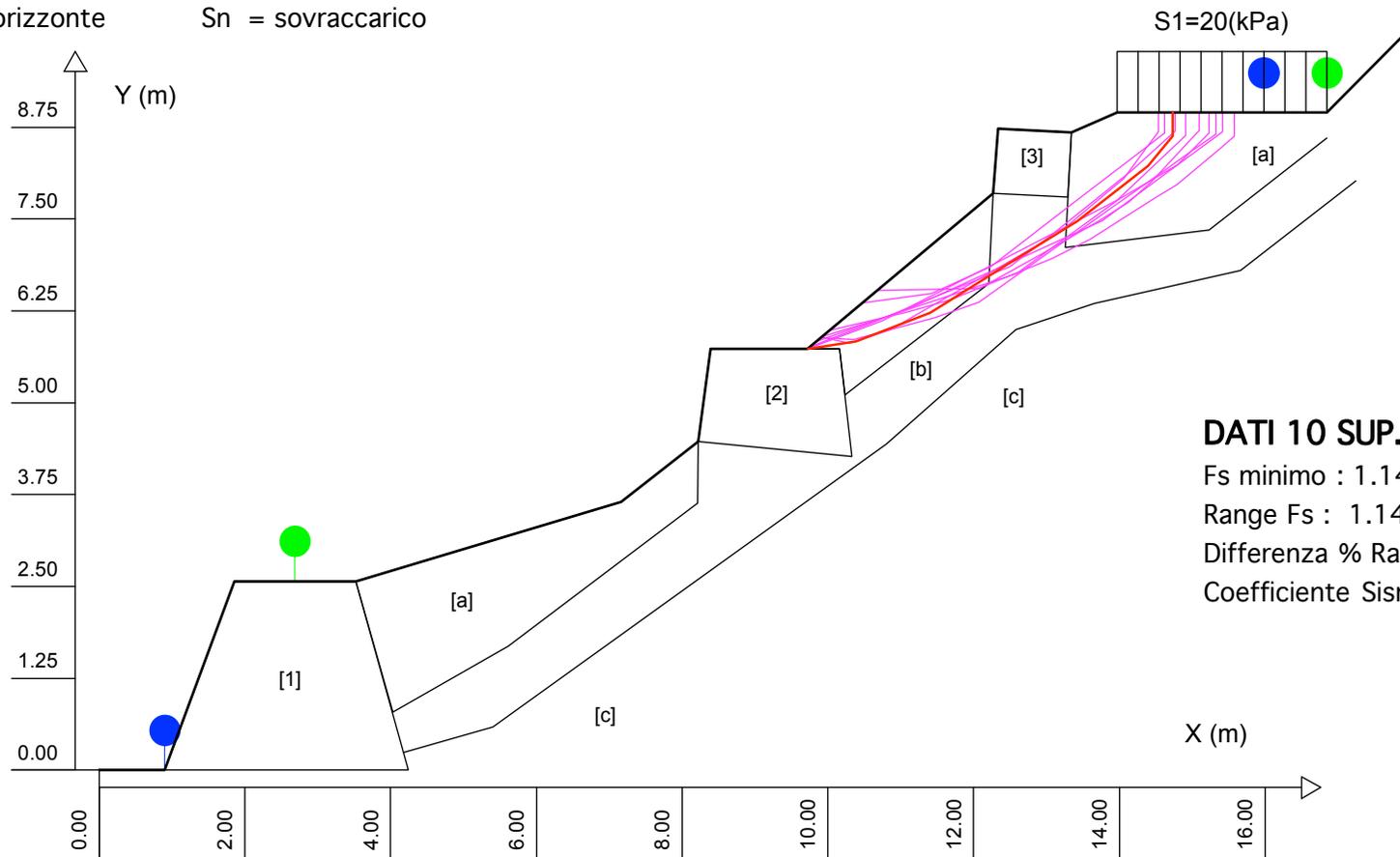
Range X termine generazione : 2.5 - 16.5

Livello Y minimo considerato : 0.0



[x] = orizzonte

Sn = sovraccarico



DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.142

Range Fs : 1.142 - 1.243

Differenza % Range Fs : 8.1

Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.016

orizzonte	natura	phi` (°)	C' (kPa)	Cu (kPa)	Gamm (kN/m3)	Gamm Sat (kN/m3)	sgci (MPa)	GSI	mi	D
"a"	sabbia limosa con scaglie	24	2	0	19	19	0	0	0	0
"b"	cappellaccio d'alterazione	28	12	0	22	22	0	0	0	0
"c"	Dolomie	0	0	0	25	25	20	32	26	0.7

Simulazione opere di sostegno

[1] [2] Cu = 1000 (kPa)

[3] Gamm = 22 (kN/m3)

Report elaborazioni

 SSAP 4.7.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2016)

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 2 aprile 2016

File report: C:\SSAP2010\pendii\comune_stella\generale_valle.txt

Data: 11/10/2018

Località : Ritani, Comune di Stella (SV)

Descrizione: Verifica di stabilità generale tratto a valle, sez. 5

Modello pendio: valle_generale.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m)							
SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	8.22	4.47
1.85	2.57	1.85	2.57	4.24	0.00	10.33	4.27
3.52	2.57	3.52	2.57	3.52	2.57	10.16	5.73
7.16	3.65	4.03	0.79	1.85	2.57	8.39	5.73
8.22	4.47	5.61	1.69	0.90	0.00	8.22	4.47
8.39	5.73	8.21	3.63	-	-	-	-
9.72	5.73	8.22	4.47	-	-	-	-
12.27	7.85	8.39	5.73	-	-	-	-
12.34	8.73	9.72	5.73	-	-	-	-
13.34	8.68	10.16	5.73	-	-	-	-
13.97	8.95	10.24	5.11	-	-	-	-
16.85	8.95	12.21	6.62	-	-	-	-
-	-	12.27	7.85	-	-	-	-
-	-	12.34	8.73	-	-	-	-
-	-	13.34	8.68	-	-	-	-
-	-	13.26	7.11	-	-	-	-
-	-	15.23	7.35	-	-	-	-
-	-	16.85	8.60	-	-	-	-

SUP 5		SUP 6		SUP 7		SUP 8	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
12.27	7.85	-	-	-	-	-	-
13.29	7.80	-	-	-	-	-	-
13.34	8.68	-	-	-	-	-	-
12.34	8.73	-	-	-	-	-	-
12.27	7.85	-	-	-	-	-	-

ASSENZA DI FALDA

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

STR_IDX	sgci	fi` GSI	mi	C` D	Cu	Gamm	Gamm_sat
1.378	1	24.00	0.00	2.00	0.00	19.00	19.00
2.098	2	28.00	0.00	12.00	0.00	22.00	22.00
1000.000	3	0.00	0.00	0.00	1000.00	22.00	22.00
1000.000	4	0.00	0.00	0.00	1000.00	22.00	22.00
1000.000	5	0.00	0.00	0.00	1000.00	22.00	22.00

Note: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)
 Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
 Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)
 Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)
 STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)
 Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI-Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-
 sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

----- SOVRACCARICHI PRESENTI -----

SOVRACCARICO N.1
 carico (Kpa): 20.00
 posizione da m.: 13.97
 a m.: 16.85

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI
 METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 0.6 (+/-) 50%
 RANGE ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.90 15.26
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00
 RANGE ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 2.50 16.53

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE: 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.016
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.008
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	1.142 - Min. -	X	Y	Lambda=	1.132
		9.73	5.74		
		10.39	5.84		
		11.40	6.22		
		12.07	6.64		
		12.48	6.89		
		13.42	7.47		
		14.39	8.22		
		14.73	8.63		
		14.73	8.95		
Fattore di sicurezza (FS)	1.173 - N.2 --	X	Y	Lambda=	1.209
		9.91	5.89		
		10.30	5.81		
		10.86	6.00		
		11.38	6.29		
		12.04	6.67		

			13.16	7.31		
			14.06	8.05		
			14.38	8.48		
			14.53	8.68		
			14.53	8.95		
Fattore di sicurezza (FS)	1.200	- N.3 --	X	Y	Lambda=	1.198
			9.77	5.77		
			10.60	6.09		
			11.46	6.43		
			12.50	6.85		
			13.05	7.26		
			14.17	8.17		
			14.77	8.70		
			14.77	8.95		
Fattore di sicurezza (FS)	1.222	- N.4 --	X	Y	Lambda=	1.045
			9.93	5.90		
			10.76	6.16		
			11.32	6.34		
			12.59	6.76		
			13.22	7.21		
			13.95	7.74		
			14.91	8.63		
			14.91	8.95		
Fattore di sicurezza (FS)	1.222	- N.5 --	X	Y	Lambda=	0.988
			9.91	5.89		
			10.36	5.86		
			11.46	6.15		
			12.07	6.37		
			12.62	6.75		
			13.86	7.63		
			14.40	8.00		
			15.00	8.43		
			15.32	8.66		
			15.32	8.95		
Fattore di sicurezza (FS)	1.226	- N.6 --	X	Y	Lambda=	0.718
			9.84	5.83		
			11.12	6.28		
			12.05	6.70		
			12.63	6.96		
			13.77	7.47		
			14.64	8.12		
			15.41	8.69		
			15.41	8.95		
Fattore di sicurezza (FS)	1.231	- N.7 --	X	Y	Lambda=	0.741
			9.72	5.73		
			10.75	6.11		
			12.17	6.84		
			13.13	7.33		
			13.99	7.76		
			14.80	8.24		
			15.23	8.67		
			15.23	8.95		
Fattore di sicurezza (FS)	1.239	- N.8 --	X	Y	Lambda=	1.223
			10.48	6.36		
			11.42	6.49		

12.24 6.85
 12.67 7.18
 13.03 7.46
 13.50 7.81
 14.33 8.45
 14.63 8.67
 14.63 8.95

Fattore di sicurezza (FS) 1.242 - N.9 -- X Y Lambda= 0.676
 10.69 6.53
 12.08 6.55
 12.92 7.01
 13.73 7.48
 14.13 7.74
 14.45 8.01
 14.95 8.54
 15.10 8.70
 15.10 8.95

Fattore di sicurezza (FS) 1.243 - N.10 -- X Y Lambda= 0.671
 10.03 5.99
 11.08 6.24
 11.68 6.40
 13.07 6.96
 13.60 7.22
 14.49 7.79
 14.79 7.97
 15.39 8.46
 15.57 8.63
 15.57 8.95

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----
 # DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICIE GENERATE CON MINOR Fs *
 # Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.142	69.6	60.9	2.6	Surplus
2	1.173	65.8	56.1	4.1	Surplus
3	1.200	67.8	56.5	5.7	Surplus
4	1.222	75.4	61.7	7.5	Surplus
5	1.222	90.6	74.1	9.1	Surplus
6	1.226	80.7	65.8	8.3	Surplus
7	1.231	75.0	60.9	8.0	Surplus
8	1.239	56.9	45.9	6.4	Surplus
9	1.242	73.9	59.5	8.5	Surplus
10	1.243	89.8	72.2	10.3	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 2.6

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie di scivolamento (componente Orizzontale)
 FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

 TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

phi'	X	dx	alpha	W	ru	U
(gradi)	(m)	(m)	(gradi)	(kN/m)	(-)	(kPa)
	c'/Cu					
	(kPa)					
24.00	9.728	0.084	8.67	0.05	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	9.812	0.084	8.67	0.14	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	9.897	0.084	8.67	0.23	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	9.981	0.084	8.67	0.32	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.066	0.084	8.67	0.42	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.150	0.010	8.67	0.05	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.160	0.080	8.67	0.49	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.240	0.084	8.67	0.61	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.324	0.006	8.67	0.04	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.330	0.061	8.67	0.50	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.391	0.084	20.85	0.76	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.475	0.084	20.85	0.82	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.560	0.084	20.85	0.88	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.644	0.084	20.85	0.94	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.729	0.084	20.85	1.01	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.813	0.084	20.85	1.07	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.898	0.084	20.85	1.13	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	10.982	0.084	20.85	1.19	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.067	0.084	20.85	1.25	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.151	0.084	20.85	1.31	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.235	0.084	20.85	1.37	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.320	0.082	20.85	1.40	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.402	0.084	31.82	1.48	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.487	0.084	31.82	1.51	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.571	0.084	31.82	1.54	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.656	0.084	31.82	1.57	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.740	0.084	31.82	1.60	0.00	0.00
24.00	2.00					
24.00	11.825	0.084	31.82	1.62	0.00	0.00
24.00	2.00					

	11.909	0.084	31.82	1.65	0.00	0.00
24.00	2.00					
	11.994	0.076	31.82	1.52	0.00	0.00
24.00	2.00					
	12.070	0.084	31.83	1.71	0.00	0.00
24.00	2.00					
	12.154	0.056	31.83	1.14	0.00	0.00
24.00	2.00					
	12.210	0.005	31.83	0.11	0.00	0.00
24.00	2.00					
	12.215	0.055	31.83	1.23	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.270	0.035	31.83	1.01	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.305	0.035	31.83	1.33	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.340	0.084	31.83	3.55	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.424	0.052	31.83	2.13	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.476	0.084	31.84	3.38	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.561	0.084	31.84	3.28	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.645	0.084	31.84	3.17	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.730	0.084	31.84	3.06	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.814	0.084	31.84	2.96	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.899	0.084	31.84	2.85	0.00	0.00
28.00	12.00					
	12.983	0.084	31.84	2.75	0.00	0.00
28.00	12.00					
	13.068	0.084	31.84	2.64	0.00	0.00
28.00	12.00					
	13.152	0.084	31.84	2.53	0.00	0.00
28.00	12.00					
	13.237	0.023	31.84	0.67	0.00	0.00
28.00	12.00					
	13.260	0.014	31.84	0.40	0.00	0.00
28.00	12.00					
	13.274	0.016	31.84	0.46	0.00	0.00
28.00	12.00					
	13.290	0.050	31.84	1.28	0.00	0.00
24.00	2.00					
	13.340	0.076	31.84	1.81	0.00	0.00
24.00	2.00					
	13.416	0.084	37.51	1.98	0.00	0.00
24.00	2.00					
	13.500	0.084	37.51	1.94	0.00	0.00
24.00	2.00					
	13.585	0.084	37.51	1.89	0.00	0.00
24.00	2.00					
	13.669	0.084	37.51	1.84	0.00	0.00
24.00	2.00					
	13.754	0.084	37.51	1.80	0.00	0.00
24.00	2.00					
	13.838	0.084	37.51	1.75	0.00	0.00
24.00	2.00					

24.00	13.923	2.00	0.047	37.51	0.96	0.00	0.00
24.00	13.970	2.00	0.084	37.51	3.35	0.00	0.00
24.00	14.054	2.00	0.084	37.51	3.25	0.00	0.00
24.00	14.139	2.00	0.084	37.51	3.14	0.00	0.00
24.00	14.223	2.00	0.084	37.51	3.04	0.00	0.00
24.00	14.308	2.00	0.084	37.51	2.93	0.00	0.00
24.00	14.392	2.00	0.001	37.51	0.04	0.00	0.00
24.00	14.394	2.00	0.084	50.17	2.80	0.00	0.00
24.00	14.478	2.00	0.084	50.17	2.63	0.00	0.00
24.00	14.563	2.00	0.084	50.17	2.47	0.00	0.00
24.00	14.647	2.00	0.084	50.17	2.31	0.00	0.00

 LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
 dx(m) : Larghezza concio
 alpha(gradi) : Angolo pendenza base concio
 W(kN/m) : Forza peso concio
 ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
 U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
 phi'(gradi) : Angolo di attrito efficace base concio
 c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

 TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

T(x)	X	ht	yt	yt'	E(x)
(kN/m)	(m)	E'	rho(x)	local_FS_FEM	local_FS_p-qFEM
		(m)	(m)	(--)	(kN/m)
		(kN)	(--)	(--)	(--)
0.000000000E+0000	9.728	0.000	5.736	0.492	0.000000000E+0000
9.812	0.029	5.778	0.492	6.650	13.199
9.758068792E-0003	4.580225729E+0000	0.044	0.492	3.090134019E-0001	
9.897	0.057	5.820	0.492	6.650	13.199
4.887989355E-0002	5.990408306E+0000	0.097	0.097	7.739514095E-0001	16.109
9.981	0.086	5.861	0.492	8.097	16.109
1.272047777E-0001	5.372458776E+0000	0.160	0.492	1.266037066E+0000	
10.066	0.115	5.903	0.492	7.001	13.851
2.180894888E-0001	4.039485507E+0000	0.208	0.492	1.659637101E+0000	
10.150	0.143	5.944	0.492	5.840	11.452
3.196646798E-0001	2.773826001E+0000	0.253	0.492	1.949975091E+0000	
10.160	0.147	5.949	0.492	4.584	8.844
3.315995447E-0001	2.626902299E+0000	0.258	0.492	1.976282001E+0000	
10.240	0.174	5.988	0.453	4.487	8.641
4.147478923E-0001	1.812837448E+0000	0.287	0.287	2.148463440E+0000	
10.324	0.196	6.024	0.413	3.794	7.176
5.005989723E-0001	1.846225280E+0000	0.312	0.312	2.297590824E+0000	
10.330	0.197	6.026	0.398	3.377	6.219
5.070194708E-0001	1.869468519E+0000	0.314	0.314	2.307830173E+0000	
				3.360	6.173

10.391	0.212	6.050	0.430	2.428473367E+0000	
5.740320300E-0001	2.075706021E+0000		0.331	3.171	5.632
10.475	0.218	6.088	0.480	2.605811282E+0000	
6.787137505E-0001	2.141621407E+0000		0.363	2.943	4.794
10.560	0.229	6.131	0.508	2.790042511E+0000	
7.973597350E-0001	2.201339636E+0000		0.397	2.636	3.704
10.644	0.240	6.174	0.525	2.973736740E+0000	
9.236674823E-0001	2.124246720E+0000		0.430	2.320	2.787
10.729	0.253	6.220	0.502	3.147103013E+0000	
1.043418359E+0000	1.987108867E+0000		0.458	2.066	2.258
10.813	0.260	6.259	0.466	3.310825354E+0000	
1.167085929E+0000	1.884197345E+0000		0.484	1.871	1.984
10.898	0.268	6.298	0.470	3.464843055E+0000	
1.293991495E+0000	1.758007758E+0000		0.510	1.726	1.844
10.982	0.276	6.338	0.476	3.607195465E+0000	
1.422751590E+0000	1.606877177E+0000		0.535	1.612	1.748
11.067	0.284	6.379	0.483	3.735324090E+0000	
1.551557153E+0000	1.418714990E+0000		0.559	1.521	1.663
11.151	0.293	6.420	0.494	3.848464191E+0000	
1.679580827E+0000	1.261650046E+0000		0.582	1.443	1.577
11.235	0.303	6.462	0.515	3.944581930E+0000	
1.802609008E+0000	9.744664724E-0001		0.603	1.371	1.487
11.320	0.315	6.507	0.543	4.006223190E+0000	
1.907510859E+0000	4.516523238E-0001		0.619	1.303	1.395
11.402	0.330	6.553	0.583	4.019314608E+0000	
1.978820447E+0000	-1.157375029E-0001		0.628	1.240	1.313
11.487	0.329	6.604	0.622	3.987919550E+0000	
2.018625476E+0000	-6.228071702E-0001		0.637	1.184	1.242
11.571	0.330	6.658	0.653	3.915798329E+0000	
2.027297761E+0000	-1.069639394E+0000		0.639	1.138	1.187
11.656	0.334	6.714	0.680	3.810209025E+0000	
2.011905388E+0000	-1.409719392E+0000		0.636	1.104	1.143
11.740	0.341	6.773	0.697	3.681104789E+0000	
1.979928801E+0000	-1.628860314E+0000		0.630	1.075	1.104
11.825	0.347	6.832	0.794	3.534159008E+0000	
1.936371176E+0000	-1.830391573E+0000		0.621	1.054	1.070
11.909	0.370	6.907	0.959	3.381589847E+0000	
1.886064634E+0000	-1.699550720E+0000		0.610	1.059	1.070
11.994	0.404	6.994	1.011	3.261030795E+0000	
1.862312709E+0000	-1.084446747E+0000		0.606	1.156	1.186
12.070	0.433	7.070	1.007	3.206735695E+0000	
1.924945127E+0000	-3.472943664E-0001		0.625	1.327	1.400
12.154	0.467	7.156	1.003	3.211387838E+0000	
2.160942922E+0000	4.750622492E-0001		0.694	1.525	1.649
12.210	0.486	7.210	0.973	3.254525759E+0000	
2.377790649E+0000	1.082400982E+0000		0.754	1.614	1.762
12.215	0.488	7.215	1.007	3.260348899E+0000	
2.403439054E+0000	1.142262491E+0000		0.762	1.621	1.772
12.270	0.509	7.271	1.064	3.340554741E+0000	
2.737186846E+0000	1.794262577E+0000		0.211	1.694	1.864
12.305	0.528	7.311	1.123	3.410957705E+0000	
2.982744349E+0000	2.230717991E+0000		0.038	1.731	1.912
12.340	0.545	7.349	1.125	3.496801001E+0000	
3.260680484E+0000	2.675334837E+0000		0.038	1.758	1.946
12.424	0.588	7.445	1.128	3.767759880E+0000	
3.966768480E+0000	3.723047039E+0000		0.038	1.806	2.008
12.476	0.614	7.503	1.121	3.976714177E+0000	
4.435364618E+0000	4.309740827E+0000		0.038	1.816	2.020
12.561	0.656	7.598	1.004	4.380220722E+0000	
4.959887370E+0000	5.242903915E+0000		0.038	1.786	1.981

12.645	0.678	7.673	0.664	4.862488638E+0000	
5.346710764E+0000	6.164553111E+0000		0.038	1.734	1.913
12.730	0.663	7.710	0.375	5.417554821E+0000	
5.744699918E+0000	6.926350894E+0000		0.038	1.675	1.834
12.814	0.637	7.736	0.286	6.034175502E+0000	
6.181000192E+0000	7.674709949E+0000		0.038	1.625	1.765
12.899	0.607	7.759	0.314	6.696213636E+0000	
6.617155505E+0000	7.815772520E+0000		0.038	1.587	1.707
12.983	0.585	7.789	0.332	7.321570330E+0000	
6.971708019E+0000	6.813363006E+0000		0.038	1.562	1.660
13.068	0.558	7.815	0.279	7.831678245E+0000	
7.054707697E+0000	5.285149476E+0000		0.038	1.519	1.578
13.152	0.527	7.836	0.242	8.213583770E+0000	
7.008926460E+0000	3.711530689E+0000		0.038	1.459	1.478
13.237	0.494	7.856	0.229	8.459415867E+0000	
6.898587345E+0000	2.143666581E+0000		0.038	1.399	1.391
13.260	0.485	7.861	0.229	8.504506496E+0000	
6.847591612E+0000	1.760168892E+0000		0.038	1.385	1.371
13.274	0.480	7.864	0.211	8.527590108E+0000	
6.815672449E+0000	1.538699894E+0000		0.038	1.373	1.356
13.290	0.473	7.867	0.256	8.550244765E+0000	
6.770803129E+0000	1.294739160E+0000		0.038	1.358	1.337
13.340	0.455	7.881	0.311	8.596837297E+0000	
6.600537827E+0000	5.772886908E-0001		1.190	1.313	1.280
13.416	0.434	7.907	0.402	8.599390550E+0000	
6.283854334E+0000	-5.397552229E-0001		1.138	1.221	1.165
13.500	0.408	7.945	0.549	8.495952674E+0000	
5.801808503E+0000	-1.895602186E+0000		1.068	1.090	1.000
13.585	0.397	7.999	0.741	8.285872140E+0000	
5.397346928E+0000	-3.021135381E+0000		1.019	1.038	0.921
13.669	0.403	8.071	0.766	7.994901984E+0000	
5.078331410E+0000	-3.822024621E+0000		0.989	1.034	0.911
13.754	0.397	8.129	0.678	7.642996039E+0000	
4.854802088E+0000	-4.519812304E+0000		0.981	1.012	0.904
13.838	0.388	8.185	0.655	7.231470727E+0000	
4.593402771E+0000	-5.206835238E+0000		0.970	0.959	0.879
13.923	0.378	8.240	0.647	6.766473073E+0000	
4.298038026E+0000	-5.779188581E+0000		0.954	0.897	0.844
13.970	0.372	8.271	0.669	6.485890934E+0000	
4.119813315E+0000	-6.048474791E+0000		0.943	0.869	0.826
14.054	0.365	8.328	0.700	5.956362818E+0000	
3.783459065E+0000	-6.483998589E+0000		0.934	0.827	0.796
14.139	0.361	8.389	0.709	5.400576139E+0000	
3.430425475E+0000	-6.561994947E+0000		0.922	0.802	0.776
14.223	0.355	8.448	0.686	4.840658345E+0000	
3.074767817E+0000	-6.843196586E+0000		0.908	0.793	0.770
14.308	0.347	8.505	0.632	4.213541536E+0000	
2.676425599E+0000	-8.161175198E+0000		0.884	0.796	0.775
14.392	0.332	8.554	0.589	3.451917900E+0000	
2.192645154E+0000	-9.770200916E+0000		0.837	0.804	0.787
14.394	0.332	8.555	0.616	3.439715137E+0000	
2.184894006E+0000	-9.786352497E+0000		0.836	0.804	0.787
14.478	0.282	8.607	0.776	2.545646272E+0000	
1.616984854E+0000	-1.152019301E+0001		0.775	0.815	0.802
14.563	0.260	8.686	0.778	1.531913688E+0000	
9.730657627E-0001	-1.199327226E+0001		0.643	0.853	0.852
14.647	0.211	8.739	0.778	6.117074970E-0001	
3.885542814E-0001	-9.302706960E+0000		0.397	0.919	0.928

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

 TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (gradi)	TauStress (kPa)	Tau (kN/m)
9.728	0.084	0.085	8.669	0.090	0.008
9.812	0.084	0.085	8.669	0.271	0.023
9.897	0.084	0.085	8.669	0.452	0.039
9.981	0.084	0.085	8.669	0.633	0.054
10.066	0.084	0.085	8.669	0.814	0.070
10.150	0.010	0.010	8.669	0.915	0.009
10.160	0.080	0.081	8.669	1.011	0.082
10.240	0.084	0.085	8.669	1.187	0.101
10.324	0.006	0.006	8.669	1.283	0.007
10.330	0.061	0.061	8.669	1.354	0.083
10.391	0.084	0.090	20.847	3.113	0.281
10.475	0.084	0.090	20.847	3.366	0.304
10.560	0.084	0.090	20.847	3.618	0.327
10.644	0.084	0.090	20.847	3.871	0.350
10.729	0.084	0.090	20.847	4.123	0.373
10.813	0.084	0.090	20.847	4.376	0.396
10.898	0.084	0.090	20.847	4.629	0.418
10.982	0.084	0.090	20.847	4.881	0.441
11.067	0.084	0.090	20.847	5.134	0.464
11.151	0.084	0.090	20.847	5.387	0.487
11.235	0.084	0.090	20.847	5.639	0.510
11.320	0.082	0.088	20.847	5.889	0.518
11.402	0.084	0.099	31.820	8.050	0.800
11.487	0.084	0.099	31.820	8.207	0.816
11.571	0.084	0.099	31.820	8.364	0.832
11.656	0.084	0.099	31.820	8.521	0.847
11.740	0.084	0.099	31.820	8.678	0.863
11.825	0.084	0.099	31.820	8.834	0.878
11.909	0.084	0.099	31.820	8.991	0.894
11.994	0.076	0.090	31.820	9.140	0.820
12.070	0.084	0.099	31.830	9.291	0.924
12.154	0.056	0.066	31.830	9.421	0.618
12.210	0.005	0.006	31.830	9.477	0.058
12.215	0.055	0.064	31.830	10.290	0.663
12.270	0.035	0.041	31.830	13.229	0.545
12.305	0.035	0.041	31.830	17.492	0.721
12.340	0.084	0.099	31.830	19.335	1.923
12.424	0.052	0.061	31.830	18.868	1.155
12.476	0.084	0.099	31.840	18.405	1.830
12.561	0.084	0.099	31.840	17.827	1.773
12.645	0.084	0.099	31.840	17.249	1.715
12.730	0.084	0.099	31.840	16.671	1.658
12.814	0.084	0.099	31.840	16.093	1.601
12.899	0.084	0.099	31.840	15.515	1.543

12.983	0.084	0.099	31.840	14.937	1.486
13.068	0.084	0.099	31.840	14.359	1.428
13.152	0.084	0.099	31.840	13.781	1.371
13.237	0.023	0.027	31.840	13.413	0.365
13.260	0.014	0.016	31.840	13.286	0.219
13.274	0.016	0.019	31.840	13.183	0.248
13.290	0.050	0.059	31.840	11.804	0.695
13.340	0.076	0.089	31.840	10.979	0.978
13.416	0.084	0.107	37.510	11.572	1.232
13.500	0.084	0.107	37.510	11.301	1.204
13.585	0.084	0.107	37.510	11.031	1.175
13.669	0.084	0.107	37.510	10.760	1.146
13.754	0.084	0.107	37.510	10.490	1.117
13.838	0.084	0.107	37.510	10.219	1.088
13.923	0.047	0.060	37.510	10.008	0.598
13.970	0.084	0.107	37.510	19.566	2.084
14.054	0.084	0.107	37.510	18.954	2.019
14.139	0.084	0.107	37.510	18.341	1.954
14.223	0.084	0.107	37.510	17.729	1.888
14.308	0.084	0.107	37.510	17.117	1.823
14.392	0.001	0.002	37.510	16.806	0.026
14.394	0.084	0.132	50.174	16.500	2.177
14.478	0.084	0.132	50.174	15.533	2.049
14.563	0.084	0.132	50.174	14.566	1.922
14.647	0.084	0.132	50.174	13.599	1.794

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(gradi) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio

Report elaborazioni

SSAP 4.7.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2016)

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 2 aprile 2016

File report: C:\SSAP2010\pendii\comune_stella\generale_monte.txt

Data: 25/10/2018

Località: Ritani, Comune di Stella (SV)

Descrizione: Verifica di stabilità generale tratto a monte, sez. 5

Modello pendio: generale_monte.mod

PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO

PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m)							
SUP 1		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.65	0.00	0.65	0.00	0.65	0.00	-	-
0.96	1.46	0.96	1.46	2.68	0.00	-	-
1.84	1.46	1.84	1.46	1.84	1.46	-	-
2.26	2.40	2.09	1.02	0.96	1.46	-	-
2.39	3.30	2.65	1.94	0.65	0.00	-	-
3.76	3.82	4.30	3.76	-	-	-	-
3.91	4.57	5.65	5.28	-	-	-	-
4.78	4.90	6.17	6.00	-	-	-	-
5.31	5.80	-	-	-	-	-	-
5.46	6.59	-	-	-	-	-	-
5.85	6.74	-	-	-	-	-	-
6.17	7.30	-	-	-	-	-	-

ASSENZA DI FALDA

PARAMETRI GEOMECCANICI

STR_IDX	sgci	fi` GSI	mi	C` D	Cu	Gamm	Gamm_sat
1.666	STRATO 1	24.00	10.00	0.00	0.00	19.00	19.00
2.098	STRATO 2	28.00	12.00	0.00	0.00	22.00	22.00
1000.000	STRATO 3	0.00	0.00	1000.00	0.00	22.00	22.00

Note: fi` Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` Coesione efficace (in Kpa)

Cu Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX Indice di resistenza (usato in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)

Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi Indice litologico ammasso(adimensionale)

D Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 0.2 (+/-) 50%

RANGE ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.65 5.62

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00
RANGE ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.20 6.06

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----
METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.016
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.008
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola.

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	1.606 - Min. -	X	Y	Lambda=	1.250
		1.87	1.52		
		2.19	1.70		
		2.40	1.85		
		2.71	2.08		
		2.91	2.28		
		3.18	2.58		
		3.40	2.90		
		3.49	3.04		
		3.49	3.72		
Fattore di sicurezza (FS)	1.621 - N.2 --	X	Y	Lambda=	1.250
		1.84	1.47		
		2.19	1.70		
		2.54	1.98		
		2.84	2.34		
		3.08	2.69		
		3.20	2.86		
		3.20	3.61		
Fattore di sicurezza (FS)	1.632 - N.3 --	X	Y	Lambda=	1.250
		1.90	1.59		
		2.21	1.75		
		2.46	1.96		
		2.66	2.16		
		2.95	2.44		
		3.12	2.61		
		3.46	2.95		
		3.55	3.09		
		3.55	3.74		
Fattore di sicurezza (FS)	1.640 - N.4 --	X	Y	Lambda=	1.250
		1.89	1.57		
		2.08	1.65		
		2.30	1.83		
		2.61	2.13		
		2.83	2.42		
		3.15	2.83		
		3.28	3.01		
		3.28	3.64		

Fattore di sicurezza (FS)	1.654	- N.5 --	X	Y	Lambda=	1.250
			1.90	1.59		
			2.28	1.79		
			2.42	1.86		
			2.75	2.17		
			2.99	2.47		
			3.14	2.67		
			3.32	2.92		
			3.32	3.65		
Fattore di sicurezza (FS)	1.659	- N.6 --	X	Y	Lambda=	1.250
			1.84	1.47		
			2.11	1.68		
			2.47	1.97		
			2.66	2.12		
			2.74	2.20		
			2.81	2.29		
			3.02	2.57		
			3.15	2.75		
			3.28	2.94		
			3.28	3.64		
Fattore di sicurezza (FS)	1.661	- N.7 --	X	Y	Lambda=	1.250
			1.86	1.51		
			2.24	1.77		
			2.47	1.93		
			2.68	2.15		
			2.92	2.48		
			3.25	2.92		
			3.29	2.98		
			3.29	3.64		
Fattore di sicurezza (FS)	1.675	- N.8 --	X	Y	Lambda=	1.250
			1.90	1.59		
			2.12	1.74		
			2.56	2.05		
			2.75	2.25		
			3.03	2.54		
			3.17	2.73		
			3.27	2.87		
			3.41	3.07		
			3.41	3.69		
Fattore di sicurezza (FS)	1.682	- N.9 --	X	Y	Lambda=	1.250
			1.85	1.49		
			2.23	1.79		
			2.53	2.04		
			2.74	2.25		
			2.91	2.50		
			3.03	2.69		
			3.12	2.81		
			3.12	3.58		
Fattore di sicurezza (FS)	1.700	- N.10 --	X	Y	Lambda=	1.250
			1.90	1.59		
			2.13	1.75		
			2.44	1.96		
			2.64	2.21		
			2.81	2.42		
			2.96	2.61		

3.21 2.93
3.21 3.61

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICIE GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.606	32.4	20.2	10.2	Surplus
2	1.621	27.1	16.7	8.7	Surplus
3	1.632	31.9	19.6	10.4	Surplus
4	1.640	27.5	16.8	9.1	Surplus
5	1.654	28.9	17.5	9.7	Surplus
6	1.659	28.4	17.1	9.6	Surplus
7	1.661	28.6	17.2	9.7	Surplus
8	1.675	29.6	17.7	10.2	Surplus
9	1.682	25.0	14.9	8.6	Surplus
10	1.700	25.8	15.2	9.1	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 8.6

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie di scivolamento (componente Orizzontale)

FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

----- TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS -----

phi'	X	dx	alpha	W	ru	U
(gradi)	(m)	(m)	(gradi)	(kN/m)	(-)	(kPa)
	1.868	0.048	29.00	0.04	0.00	0.00
24.00	10.00					
	1.916	0.048	29.00	0.11	0.00	0.00
24.00	10.00					
	1.964	0.048	29.00	0.19	0.00	0.00
24.00	10.00					
	2.012	0.048	29.00	0.26	0.00	0.00
24.00	10.00					
	2.060	0.030	29.00	0.20	0.00	0.00
24.00	10.00					
	2.090	0.002	29.00	0.01	0.00	0.00
24.00	10.00					
	2.092	0.048	29.00	0.38	0.00	0.00
24.00	10.00					
	2.140	0.048	29.00	0.46	0.00	0.00
24.00	10.00					
	2.187	0.006	29.00	0.07	0.00	0.00
24.00	10.00					
	2.194	0.048	36.01	0.54	0.00	0.00
24.00	10.00					
	2.242	0.018	36.01	0.22	0.00	0.00
24.00	10.00					
	2.260	0.048	36.01	0.73	0.00	0.00
24.00	10.00					

24.00	2.308	0.048	36.01	1.00	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.356	0.034	36.01	0.88	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.390	0.006	36.01	0.18	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.396	0.048	36.02	1.33	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.444	0.048	36.02	1.31	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.492	0.048	36.02	1.29	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.540	0.048	36.02	1.28	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.588	0.048	36.02	1.26	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.636	0.014	36.02	0.37	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.650	0.030	36.02	0.78	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.680	0.026	36.02	0.68	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.706	0.048	45.01	1.22	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.754	0.048	45.01	1.19	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.802	0.048	45.01	1.17	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.850	0.048	45.01	1.14	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.898	0.012	45.01	0.29	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.910	0.048	48.61	1.10	0.00	0.00
	10.00					
24.00	2.958	0.048	48.61	1.07	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.006	0.048	48.61	1.03	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.054	0.048	48.61	1.00	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.102	0.048	48.61	0.97	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.150	0.026	48.61	0.50	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.175	0.048	55.31	0.91	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.223	0.048	55.31	0.86	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.271	0.048	55.31	0.82	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.319	0.048	55.31	0.77	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.367	0.029	55.31	0.45	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.396	0.048	55.32	0.69	0.00	0.00
	10.00					
24.00	3.444	0.048	55.32	0.65	0.00	0.00
	10.00					

 LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
 dx(m) : Larghezza concio
 alpha(gradi) : Angolo pendenza base concio
 W(kN/m) : Forza peso concio
 ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
 U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
 phi'(gradi) : Angolo di attrito efficace base concio
 c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

 TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

T(x)	X (m)	ht E' (m) (kN)	yt rho(x) (m) (--)	yt' local_FS_FEM (--) (--)	E(x) local_FS_p-qFEM (kN/m) (--)
	1.868	0.000	1.522	1.396	0.000000000E+0000
0.000000000E+0000		4.135790218E+0000		0.054	5.415 9.685
	1.916	0.040	1.589	1.396	3.229154570E-0001
2.306385057E-0002		8.999477863E+0000		0.054	5.415 9.685
	1.964	0.081	1.656	1.396	7.526045556E-0001
1.075077618E-0001		7.926520989E+0000		0.089	9.435 17.849
	2.012	0.121	1.723	1.396	1.074595906E+0000
2.525569950E-0001		5.455379771E+0000		0.140	14.008 24.760
	2.060	0.161	1.790	1.396	1.296493949E+0000
3.891728179E-0001		4.229208624E+0000		0.164	11.661 14.461
	2.090	0.187	1.832	1.396	1.423305902E+0000
4.800404206E-0001		4.000043133E+0000		0.176	9.350 9.447
	2.092	0.188	1.835	1.269	1.429763472E+0000
4.849295400E-0001		3.973717557E+0000		0.177	9.283 9.337
	2.140	0.222	1.895	1.308	1.601879852E+0000
6.511147027E-0001		3.176785110E+0000		0.198	6.019 5.844
	2.187	0.261	1.960	1.364	1.728723178E+0000
8.348192153E-0001		2.084287389E+0000		0.218	3.880 3.878
	2.194	0.266	1.969	1.344	1.741494692E+0000
8.609506203E-0001		1.939822007E+0000		0.221	3.770 3.785
	2.242	0.295	2.033	1.438	1.810067321E+0000
1.087746120E+0000		9.092364206E-0001		0.249	2.992 3.137
	2.260	0.313	2.065	2.668	1.822659852E+0000
1.209278533E+0000		4.628815301E-0001		0.247	2.713 2.908
	2.308	0.424	2.210	2.944	1.815266574E+0000
1.560560500E+0000		-7.496618460E-0001		0.244	2.183 2.465
	2.356	0.526	2.347	2.558	1.752308114E+0000
1.844938978E+0000		-1.779403291E+0000		0.224	1.863 2.178
	2.390	0.574	2.420	1.987	1.686418764E+0000
1.952845357E+0000		-2.011692842E+0000		0.215	1.822 2.135
	2.396	0.577	2.427	1.224	1.673567542E+0000
1.959334211E+0000		-2.022552141E+0000		0.206	1.821 2.135
	2.444	0.601	2.486	1.127	1.574167330E+0000
1.932216478E+0000		-2.106117121E+0000		0.206	1.823 2.140
	2.492	0.615	2.535	0.906	1.474187318E+0000
1.838812521E+0000		-2.049716589E+0000		0.199	1.842 2.169
	2.540	0.618	2.573	0.707	1.379067907E+0000
1.708195781E+0000		-1.915072046E+0000		0.187	1.866 2.205
	2.588	0.614	2.603	0.554	1.291388131E+0000
1.578178759E+0000		-1.726435213E+0000		0.176	1.893 2.245
	2.636	0.602	2.626	0.469	1.213932774E+0000
1.467175350E+0000		-1.506848992E+0000		0.166	1.908 2.256
	2.650	0.598	2.632	0.395	1.193598390E+0000
1.438725643E+0000		-1.394034219E+0000		0.163	1.908 2.251

2.680	0.587	2.643	0.435	1.153224296E+0000	
1.379633297E+0000	-1.379364441E+0000		0.158	1.905	2.232
2.706	0.581	2.657	0.582	1.112213634E+0000	
1.321806714E+0000	-1.809944216E+0000		0.152	1.898	2.203
2.754	0.563	2.686	0.720	9.994821201E-0001	
1.167320393E+0000	-2.897986945E+0000		0.138	1.896	2.165
2.802	0.554	2.726	0.758	8.406899389E-0001	
9.543717158E-0001	-3.446913180E+0000		0.116	1.925	2.201
2.850	0.540	2.759	0.652	6.918243657E-0001	
7.652060246E-0001	-2.758953604E+0000		0.096	1.969	2.259
2.898	0.521	2.788	0.599	5.771572158E-0001	
6.242841354E-0001	-2.125278885E+0000		0.080	2.000	2.290
2.910	0.516	2.795	0.637	5.511673704E-0001	
5.931761905E-0001	-2.119012284E+0000		0.077	2.005	2.293
2.958	0.493	2.827	0.727	4.421502277E-0001	
4.642379562E-0001	-2.417837163E+0000		0.062	2.041	2.330
3.006	0.477	2.865	0.815	3.206091078E-0001	
3.265898208E-0001	-2.585764317E+0000		0.054	2.096	2.405
3.054	0.462	2.905	0.825	2.051333048E-0001	
2.006636173E-0001	-2.171420757E+0000		0.054	2.130	2.461
3.102	0.447	2.944	0.794	1.120730235E-0001	
1.058631171E-0001	-1.708791720E+0000		0.054	1.991	2.282
3.150	0.429	2.981	0.807	3.554431013E-0002	
3.241707544E-0002	-1.552817910E+0000		0.054	1.588	1.752
3.175	0.423	3.003	0.891	-3.748011242E-0003	
1.000000000E-0006	-1.508748477E+0000		0.054	1.368	1.475
3.223	0.397	3.046	0.984	-7.244609600E-0002	
1.000000000E-0006	-1.340764124E+0000		0.054	1.108	1.163
3.271	0.379	3.098	1.087	-1.296725246E-0001	
1.000000000E-0006	-1.021607975E+0000		0.054	1.060	1.106
3.319	0.362	3.150	1.058	-1.728431277E-0001	
1.000000000E-0006	-7.631902633E-0001		0.054	1.112	1.165
3.367	0.342	3.199	0.969	-1.863030959E-0001	
1.000000000E-0006	3.684292290E-0001		0.054	1.170	1.231
3.396	0.326	3.225	1.096	-1.635085656E-0001	
1.000000000E-0006	1.185933783E+0000		0.054	1.196	1.261
3.444	0.315	3.284	1.096	-7.675815835E-0002	
1.000000000E-0006	2.097231800E+0000		0.054	1.305	1.384

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

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (gradi)	TauStress (kPa)	Tau (kN/m)
1.868	0.048	0.055	28.996	0.337	0.018
1.916	0.048	0.055	28.996	1.011	0.055
1.964	0.048	0.055	28.996	1.685	0.092
2.012	0.048	0.055	28.996	2.360	0.129

2.060	0.030	0.035	28.996	2.911	0.101
2.090	0.002	0.002	28.996	3.136	0.006
2.092	0.048	0.055	28.996	3.485	0.191
2.140	0.048	0.055	28.996	4.159	0.228
2.187	0.006	0.007	28.996	4.541	0.033
2.194	0.048	0.059	36.007	5.446	0.323
2.242	0.018	0.023	36.007	5.912	0.133
2.260	0.048	0.059	36.007	7.422	0.440
2.308	0.048	0.059	36.007	10.186	0.603
2.356	0.034	0.042	36.007	12.553	0.530
2.390	0.006	0.008	36.007	13.528	0.107
2.396	0.048	0.059	36.017	13.442	0.796
2.444	0.048	0.059	36.017	13.287	0.787
2.492	0.048	0.059	36.017	13.132	0.778
2.540	0.048	0.059	36.017	12.977	0.769
2.588	0.048	0.059	36.017	12.822	0.760
2.636	0.014	0.017	36.017	12.722	0.221
2.650	0.030	0.037	36.017	12.650	0.469
2.680	0.026	0.032	36.017	12.560	0.407
2.706	0.048	0.068	45.008	12.937	0.877
2.754	0.048	0.068	45.008	12.647	0.857
2.802	0.048	0.068	45.008	12.358	0.838
2.850	0.048	0.068	45.008	12.068	0.818
2.898	0.012	0.017	45.008	11.887	0.207
2.910	0.048	0.072	48.614	11.559	0.838
2.958	0.048	0.072	48.614	11.210	0.813
3.006	0.048	0.072	48.614	10.862	0.787
3.054	0.048	0.072	48.614	10.513	0.762
3.102	0.048	0.072	48.614	10.164	0.737
3.150	0.026	0.039	48.614	9.897	0.382
3.175	0.048	0.084	55.309	8.991	0.757
3.223	0.048	0.084	55.309	8.528	0.718
3.271	0.048	0.084	55.309	8.066	0.679
3.319	0.048	0.084	55.309	7.603	0.640
3.367	0.029	0.052	55.309	7.230	0.373
3.396	0.048	0.084	55.319	6.856	0.577
3.444	0.048	0.084	55.319	6.393	0.538

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(gradi) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
