

agsm aim

AGSM AIM S.p.a.

AGSM AIM SpA

ATTIVITA'

**IMPIANTO EOLICO "MONTE GIOGO DI VILLORE"
COMUNE DI VICCHIO E COMUNE DI DICOMANO
PROVINCIA DI FIRENZE - REGIONE TOSCANA
PROGETTO DEFINITIVO**

CONTENUTO

PAG. 10,11,12 Doc. Allegati valutazione preliminare art. 58 L.R. 1010
Allargo piazzola WTG01-Area inversione marcia-Modifica viabilità di sito
**RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
E SISMICA DEI TERRENI CON VERIFICHE DI STABILITA' DEI PENDII**

Progettazione:

agsm aim

MARCO GIUSTI



GRUPPO DI LAVORO:

ALBERTO RIZZI
ALBERTO VENTURI
ANDREA PATUZZO
ANDREA SCALA
FRANCESCO POSENATO

Assistenza alla Progettazione:

iDea
INFRASTRUCTURE DESIGN, ENERGY AND ARCHITECTURE
www.idea-eng.it - info@idea-eng.it

ANDREA BRUNELLI
MASSIMO RAGNO
MARCO SIGNORINI
LORENZO DALL'ORA
PIERANDREA BROCCIA

Geologia, geotecnica e sismica:



LUCA MONTI



Numero Attività

2015_W_041

Tipo Progetto

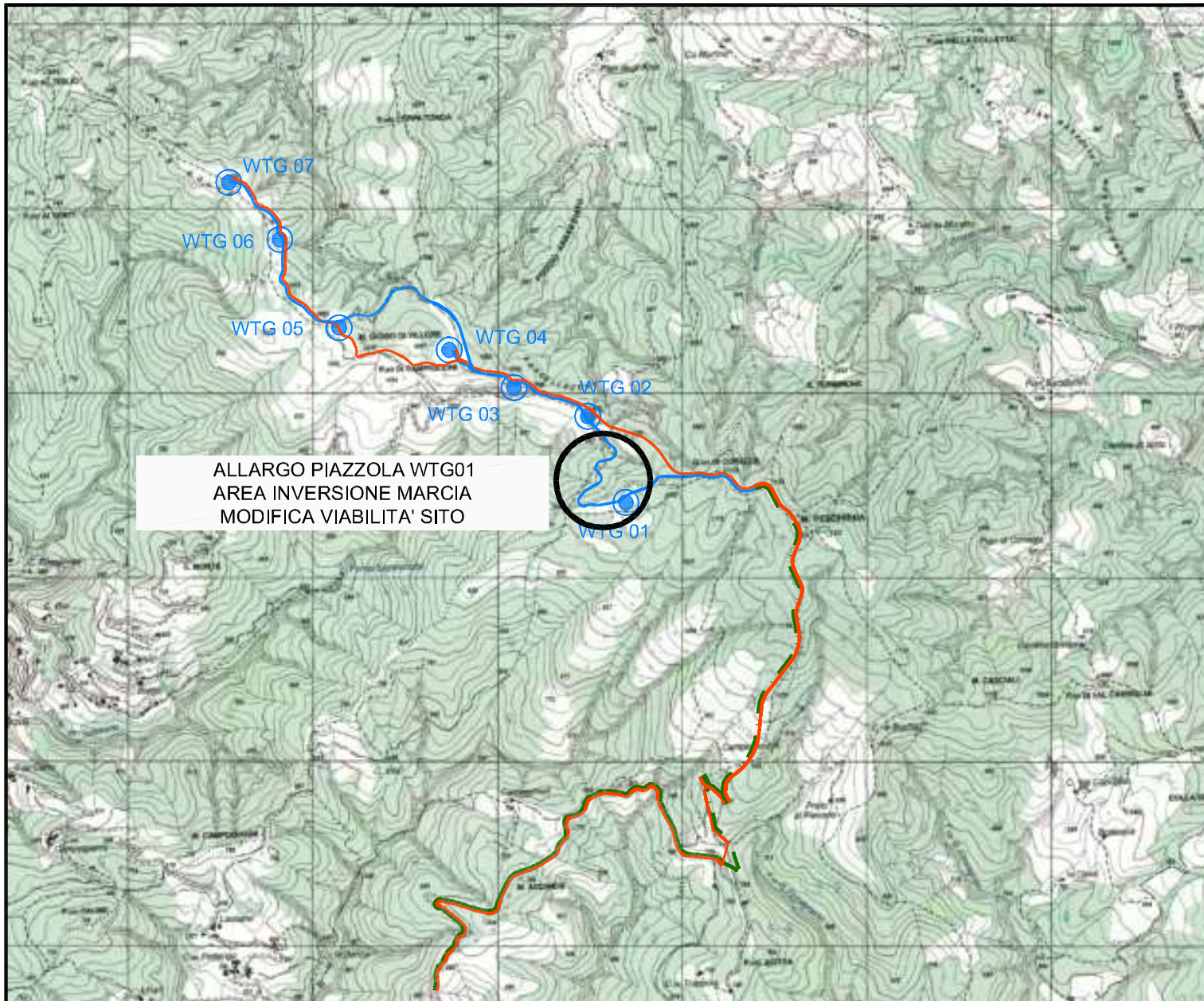
Definitivo

Tavola

RTC8002-00

| Revisione | Data | Oggetto revisione | Redatto | Verificato | Approvato | Scala |
|-----------|------------|-------------------|---------|------------|-----------|-----------------------|
| 00 | 20/01/2025 | Emissione | MONTI | MONTI | GIUSTI | - |
| 01 | | | | | | Località |
| 02 | | | | | | Monte Gigo di Villore |
| 03 | | | | | | Comune |
| 04 | | | | | | |

Questo disegno non può essere copiato o riprodotto senza autorizzazione, ogni violazione verrà perseguita a norma di legge.



agsm aim

AGSM AIM S.p.a.

AGSM AIM SpA

ATTIVITA'

**IMPIANTO EOLICO "MONTE GIOGO DI VILLORE"
COMUNE DI VICCHIO E COMUNE DI DICOMANO
PROVINCIA DI FIRENZE - REGIONE TOSCANA
PROGETTO DEFINITIVO**

CONTENUTO

PAG. 10,11,12 Doc. Allegati valutazione preliminare art. 58 L.R. 1010
Allargo piazzola WTG01-Area inversione marcia-Modifica viabilità di sito
**RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
E SISMICA DEI TERRENI CON VERIFICHE DI STABILITA' DEI PENDII**

Progettazione:

agsm aim

MARCO GIUSTI



GRUPPO DI LAVORO:

ALBERTO RIZZI
ALBERTO VENTURI
ANDREA PATUZZO
ANDREA SCALA
FRANCESCO POSENATO

Assistenza alla Progettazione:

iDea
INFRASTRUCTURE DESIGN, ENERGY AND ARCHITECTURE
www.idea-eng.it - info@idea-eng.it

ANDREA BRUNELLI
MASSIMO RAGNO
MARCO SIGNORINI
LORENZO DALL'ORA
PIERANDREA BROCCIA

Geologia, geotecnica e sismica:



LUCA MONTI



Numero Attività

2015_W_041

Tipo Progetto

Definitivo

Tavola

RTC8002-00

| Revisione | Data | Oggetto revisione | Redatto | Verificato | Approvato | Scala |
|-----------|------------|-------------------|---------|------------|-----------|-----------------------|
| 00 | 20/01/2025 | Emissione | MONTI | MONTI | GIUSTI | - |
| 01 | | | | | | Località |
| 02 | | | | | | Monte Gigo di Villore |
| 03 | | | | | | Comune |
| 04 | | | | | | |

Sommario

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 1. | PREMESSA | 2 |
| 2. | CENNI DI GEOLOGIA REGIONALE..... | 3 |
| 3. | LITOSTRATIGRAFIA | 4 |
| 3.1. | INQUADRAMENTO GENERALE..... | 4 |
| 3.2. | AREA IN CORRISPONDENZA DELLA VARIAZIONE "Y"– MODIFICA DELLA VIABILITA' DI SITO | 5 |
| 3.2.1. | AREA INVERSIONE DI MARCIA | 5 |
| 3.2.2. | VIABILITÀ INTERNA..... | 5 |
| 4. | IDROLOGIA CENNI | 6 |
| 5. | SISMICITA' | 7 |
| 6. | MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO CON CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DELLE LITLOGIE PRESENTI..... | 9 |
| 7. | ANALISI DI STABILITÀ STABILITÀ..... | 12 |
| 8. | RILIEVI STRUTTURALI – MODIFICA ALLA VIABILITA' DI SITO | 13 |
| 9. | INTERVENTI IN PROGETTO | 13 |
| 10. | CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI | 15 |

1. PREMESSA

Il presente elaborato prende in esame le modifiche di rilevanza geologica apportate al *"Progetto delle opere civili e alla conduzione dei lavori per la realizzazione della viabilità di accesso e della viabilità di sito sino alla posizione prevista per la installazione dell'aerogeneratore (WTG) n. 2"*, primo stralcio esecutivo delle opere civili per la realizzazione dell'impianto eolico denominato "Monte Giogo di Villore" che qui nello specifico nello specifico sono riferite alla variazioni così detta "Y" e all'area di cantiere corrispondente al fosso del Solstretto.

Lo studio ha portato alla definizione delle condizioni geologiche, litologiche, morfologiche geotecniche/geomeccaniche e sismiche funzionali alla fase di progettazione, integrando il contenuto dello studio geologico allegato al Progetto Autorizzato.

L'elaborato si è sviluppato attraverso ulteriori fasi di analisi che hanno previsto approfondimenti attraverso:

- verifiche e rilevamento geologico e morfologico di dettaglio dell'area interessata dalla variazione del tracciato della nuova viabilità di accesso;
- analisi della cartografia specialistica di settore, che nello specifico hanno riguardato:
 - Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni del Mugello;
 - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale;
 - DataBase Geologico *Geoscopio* della Regione Toscana;
 - Quadro conoscitivo PAI disponibile sul sito www.appenninosettentrionale.it
 - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI).

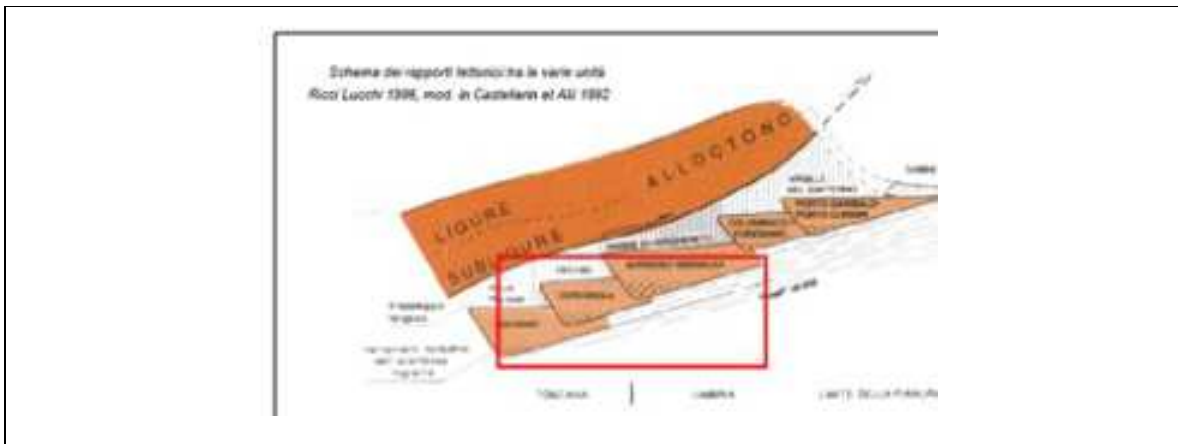
L'elaborato è stato redatto in ottemperanza alle disposizioni della normativa vigente in materia, secondo quanto disposto da:

- Decreto Ministeriale 2018 - Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007;
- Eurocodice 8 (1998) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);
- Eurocodice 7.1 (1997) - Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . – UNI Eurocodice 7.2 (2002) - Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI;
- Eurocodice 7.3 (2002) - Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito(2002) UNI;
- Regolamento Forestale 48/R;
- Legge Regionale n. 39 del 21-03-2000;
- DPGR 20 5-R-2020 delibera n.31 del 20/01/2020 della Regione Toscana;
- DPGR 1 R 2022 della Regione Toscana.

2. CENNI DI GEOLOGIA REGIONALE

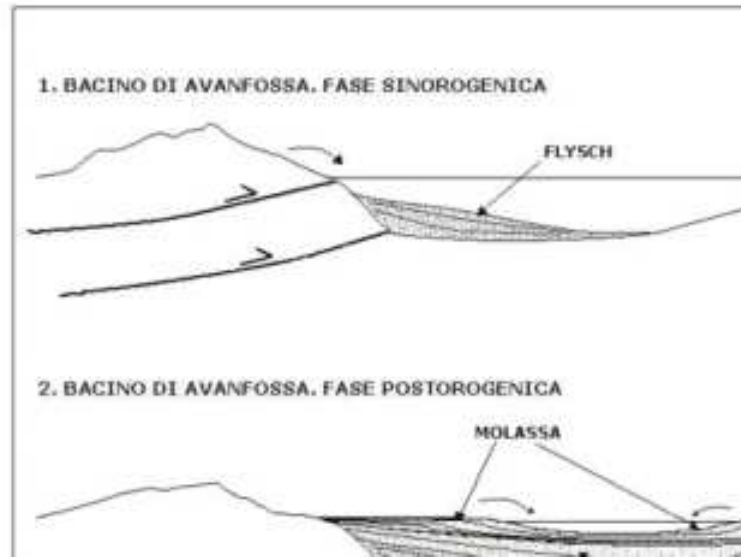
Il territorio sul quale si sviluppano gli interventi, appartiene alla Catena Appenninica Settentrionale che qui è caratterizzata dalla sovrapposizione di masse rocciose di notevole estensione areale (Falde o Unità tettoniche), con vergenza dominante verso NE formatesi durante le fasi di apertura dell'Oceano ligure – piemontese. Nel Giurassico inferiore – medio, l'inizio dell'apertura dell'Atlantico centrale ha causato una deriva verso E della placca africana rispetto a quella europea e fra le due si è generata una fascia a trascorrenza sinistra che ha individuato bacini estensionali a crosta oceanica, fra cui quello ligure – piemontese. Mentre nelle zone più esterne si formavano i depositi del Dominio toscano su crosta continentale in assottigliamento con facies che si approfondivano progressivamente, nelle zone più esterne, ad W, si creava un dominio oceanico con sedimenti pelagici che si depositavano su crosta oceanica (Dominio ligure) e su crosta continentale fortemente assottigliata (Dominio sub – ligure, Complesso di Canetolo). Dal Cretacico superiore, in concomitanza con l'apertura dell'Atlantico settentrionale, la placca africana ha mutato traiettoria da ESE a NNE, cioè ha iniziato a convergere verso la placca europea. Questo regime compressivo ha provocato la chiusura dell'Oceano ligure – piemontese che è avvenuta completamente nell'Eocene medio – superiore con la collisione tra il margine continentale europeo (sardo – corso) e quello africano (adriatico).

Dopo la collisione si è sviluppata una tettonica a *thrust* e falde con vergenza verso NE. La migrazione della catena è stata accompagnata di pari passo, dalla formazione di avanfosse, nelle quali si sono deposte le torbide arenaceo – marnose costituenti i flysch terziari delle Unità Toscane e delle Unità Umbro-Marchigiana-Romagnola che costituiscono le Formazioni di base del territorio sede dell'intervento.



Schema tettonico a thrust

Questi depositi si sono accumulati in un bacino stretto e allungato al margine esterno della catena appenninica in formazione, un avanfossa coperta dal mare. Essi derivano da antichi sedimenti litorali e deltizi rimobilizzati da frane sottomarine, terremoti e tempeste che producevano colossali correnti di torbida con verso prevalente NO-SE; queste trasportavano il sedimento, per lo più in sospensione, anche per decine di chilometri prima di depositarlo in mare profondo.



Schema concettuale di evoluzione di un bacino di avanfossa

Gli strati sono normalmente formati da alternanze tra arenarie e marne, con un rapporto che varia a seconda dell'ambiente deposizionale all'interno dello stesso bacino, in relazione alla distanza o la prossimità dall'immissione del flusso di sedimento.

Circa il 10% degli strati è composto da marne emipelagiche, relativamente ricche in microfossili e in carbonato di calcio: esse erano il prodotto della normale sedimentazione marina che prevaleva negli intervalli di tempo tra l'arrivo di torbide successive.

Compaiono all'interno della formazione, e dei suoi 13 membri, strati e/o pacchi di strati a grande continuità laterale che fungono da livelli guida; nella parte bassa dell'unità si tratta di strati calcarenitici (*Strato Contessa* e *colombine*) e di pacchi di strati a prevalenza arenacea nella medio-alta.

3. LITOSTRATIGRAFIA

3.1. INQUADRAMENTO GENERALE

Nell'area interessata dall'intervento il substrato geologico è costituito dalla Formazione Marnosa-arenacea ed in particolare il "Membro di Premilcuore". Litologicamente è composto da torbiditi arenaceo-pelitiche e arcosiche alternate a rare emipelagiti e calcareniti ibride.

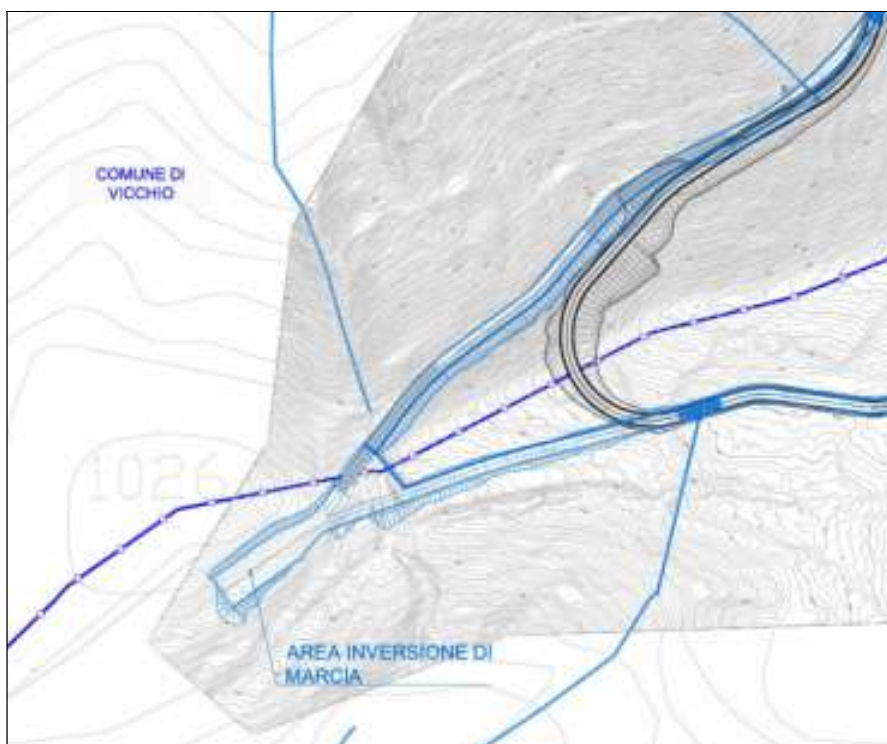
Tale membro della Formazione è caratterizzato da un aumento netto della componente arenacea. Il rapporto A/P varia da 1/2 a 2/1 e talora può essere maggiore di 6/1 per qualche decina di metri con strati amalgamati. Gli spessori delle areniti sono organizzati secondo due classi modali: la moda principale è data da strati spessi e molto spessi, mentre la moda secondaria è data da strati medi e banchi. La potenza complessiva dell'unità diminuisce fortemente da O verso E; tale variazione è legata alla diversa posizione stratigrafica dei limiti inferiore e superiore. Sono presenti numerose colombine che presentano uno spessore che in alcuni strati specifici tende a diminuire da E a O.

3.2. AREA IN CORRISPONDENZA DELLA VARIAZIONE "Y"– MODIFICA DELLA VIABILITA' DI SITO

La variazione alla nuova viabilità di accesso all'area di impianto è posta a circa 350 m a SE dell'area nella quale è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG01 presenta una lunghezza complessiva di 575 m, così come riportato negli elaborati progettuali a cui si rimanda integralmente per una completa visione.

L'intervento s'inserisce in un contesto geologico caratterizzato da una generale monotonia litologica, orografica e stratigrafica. Il tratto variato infatti si sviluppa lungo la dorsale strutturale con andamento NNE-SSO, dove il substrato geologico, costituito dalla Formazione Marnoso Arenacea (membro di Premilcuore), affiora praticamente senza soluzione di continuità.

3.2.1. AREA INVERSIONE DI MARCIA



Individuazione dell'Area di inversione di marcia in progetto su ctr con sovrapposto rilievo.

La variazione riguarda la creazione di un'area di inversione di marcia, lungo la viabilità di sito, per i mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori funzionale alle sequenze di manovra.

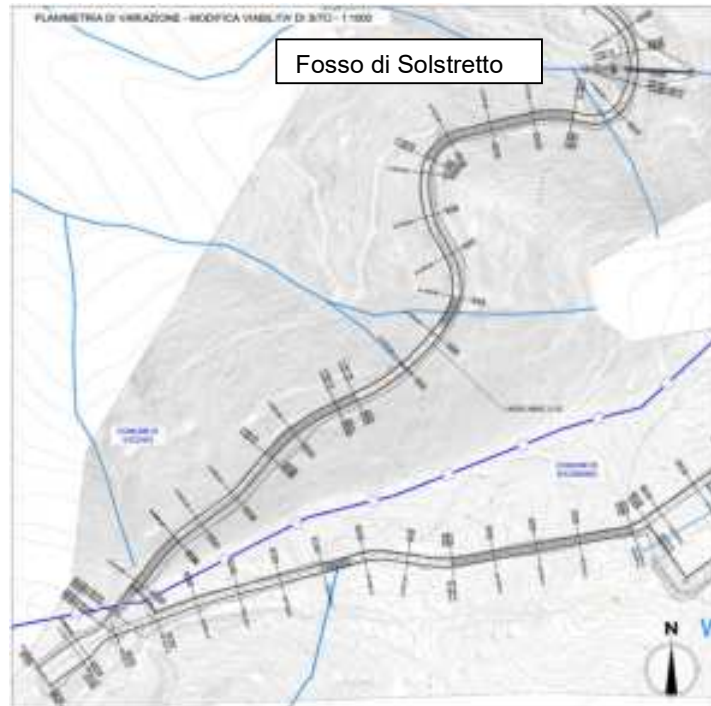
Nello specifico, l'area di inversione di marcia consente di evitare la profonda trincea in curva prevista in progetto autorizzato PAUR.

3.2.2. VIABILITÀ INTERNA

La variazione riguarda la modifica del tratto di viabilità di sito nel tratto compreso tra l'area d'inversione di marcia e l'area di cantiere posta in corrispondenza del fosso di Solstretto per uno sviluppo pari a circa 450 m. Tale modifica è conseguita dall'aggiornamento e miglioramento dei rilievi topografici eseguiti durante la progettazione esecutiva con il ricorso a diverse tecnologie (drone LIDAR di ultima generazione) che hanno consentito una maggior definizione del livello di precisione del rilievo e quindi, pur mantenendo la

configurazione della sezione stradale a mezza-costa prevista in PAUR, un'ottimizzazione dei movimenti terra. In particolare, si è ottenuto una riduzione del riempimento necessario per la creazione dell'area di cantiere 2 posta in corrispondenza del fosso di Solstretto. Per tale fosso è garantita, come già previsto in PAUR, la continuità idraulica mediante la posa di un nuovo pozzetto DN 1200.

I comuni interessati dall'intervento sono Dicomano (FI) e Vicchio (FI).



Individuazione della variazione alla viabilità di sito in progetto su ctr con sovrapposto rilievo.

Lungo il tratto interessato dall'intervento conseguenti le variazioni, sono state analizzate 9 sezioni litostratigrafiche significative, così come esplicitato nella planimetria allegata a fine testo.

Per le porzioni relative all'area di inversione di marcia e al fosso di Solstretto, dove in progetto sono previsti riporti, sono state effettuate le verifiche analitiche di stabilità, mentre per i restanti settori si è fatto riferimento ai rilievi strutturali effettuati nella precedente fase progettuale e allegati a fine testo.

4. IDROLOGIA CENNI

Come detto le varianti si collocano sul medesimo versante e contesto geologico e idrogeologico definito nell'ambito dell'attuale progettazione esecutiva (1° APPALTO).

Le caratteristiche del sito permettono un buon drenaggio delle acque superficiali, e quindi una discreta capacità di allontanamento delle acque meteoriche. Il reticolo idrografico superficiale sarà organizzato in modo tale da raccogliere e indirizzare in modo ordinato le acque alla rete naturale di scolo (vedi elaborati specifici di progetto).

La carta della Vulnerabilità degli acquiferi del Piano Strutturale del Comune di San Godenzo identifica i punti di approvvigionamento del sistema acquedottistico con le relative zone di rispetto. Definisce, inoltre, i punti

di approvvigionamento idrico da parte dei privati e le seguenti classi di vulnerabilità:

- **VULNERABILITÀ ELEVATA:**
 - **E:** Acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media (alluvioni recenti), senza o con scarsa protezione;
- **VULNERABILITÀ ALTA:**
 - **Aa:** Falde libere in materiali a granulometria eterogenea con scarsa protezione;
 - **Ab:** Falde libere in materiali detritici di modesta continuità areale;
- **VULNERABILITÀ MEDIA:**
 - **Ma:** sabbie e ciottolami con interposti livelli limosi, generalmente copertura poco permeabile: arenarie fratturate con rete idrica di solito a media profondità; calcari marnosi e marne interessati da modesta circolazione idrica nella rete delle fratture; arenarie e siltiti quarzose con livelli argillosi intercalati che danno origine a più falde;
 - **Mb:** Calcari interessati da modesta circolazione idrica nella rete delle fratture e falde presenti in materiali con granulometria da sabbie prevalenti ad argilla;
- **VULNERABILITÀ BASSA:**
 - **Ba:** acquiferi di limitata produttività (acquitardi) presenti in complessi arenacei e calcarei con frequenti strati marnosi o argillitici, con modesta circolazione idrica;
 - **Bb:** sedimenti a grana fine praticamente privi di circolazione idrica sotterranea; complessi marnosi e argillitici praticamente privi di circolazione idrica.

Le opere oggetto della variazione ricadono in un'area a Vulnerabilità Media (Ma) al di fuori della zona di rispetto dei punti approvvigionamento acquedottistico. In tali aree le norme di attuazione del PSC (art. 17) prevedono: *"Relativamente alle aree a vulnerabilità media, individuate e perimetrate nella "Carta della vulnerabilità degli acquiferi", deve essere disposto che il nuovo impianto di strutture potenzialmente inquinanti sia subordinato all'effettuazione di specifiche indagini geognostiche e idrogeologiche finalizzate alla valutazione della situazione locale e del rischio effettivo di inquinamento"*. Vista la tipologia delle opere in progetto e il contesto idrogeologico evidenziato dagli approfondimenti effettuati non si identifica alcun rischio effettivo di inquinamento.

Gli interventi previsti sono tali, inoltre, da non alterare il sistema di ricarica delle falde, in quanto non sono previste lavorazioni e sistemazioni superficiali che precludono la naturale infiltrazione delle acque meteoriche secondo le vie attualmente in essere.

Da quanto sopra si conclude che le opere necessarie alla realizzazione delle variazioni in progetto, sia nella fase di cantiere sia di esercizio, non alterino in alcun modo, in relazione soprattutto al sistema di ricarica delle falde, l'attuale regime idrogeologico dell'area e non costituiscano un potenziale rischio di inquinamento degli acquiferi.

5. SISMICITA'

Per le verifiche analitiche di stabilità dovendo inserire i parametri sismici di seguito si riportano le classi di rischio per i comuni interessati.

Il territorio Nazionale è suddiviso in 4 diverse Classi di rischio sismico. A tutti i comuni di Italia è stata attribuita una specifica zona; questa in base alla pericolosità decrescente è così definita:

| |
|---|
| Zona 1- E' la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta. |
| Zona 2- In questa zona sono possibili forti terremoti. |
| Zona 3- In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2. |
| Zona 4- E' la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa |

Di fatto, quindi non esistono più territori "non classificati", avendo introdotto la zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

L'attuazione dell'ordinanza n.3274 del 2003 ha permesso di ridurre notevolmente la distanza fra la conoscenza scientifica consolidata e la sua traduzione in strumenti normativi e ha portato a progettare e realizzare costruzioni nuove, più sicure ed aperte all'uso di tecnologie innovative.

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'Opcm n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06)

| Zona sismica | Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag) |
|---------------------|---|
| 1 | $ag > 0.25$ |
| 2 | $0.15 < ag \leq 0.25$ |
| 3 | $0.05 < ag \leq 0.15$ |
| 4 | $ag \leq 0.05$ |



Fig: Classificazione sismica dei Comuni della Regione Toscana

In base alla classificazione sismica dei Comuni della Toscana, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n° 3274, i Comuni di Dicomano e Vicchio permangono in Zona 2.

6. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO CON CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DELLE LITLOGIE PRESENTI

Il presente elaborato è finalizzato a definire le caratteristiche geologico tecniche dell'area interessata dalla variazione del tracciato della nuova viabilità di accesso così come rappresentato nei disposti progettuali.

Le indagini realizzate, e gli approfondimenti eseguiti nel corso di tutto l'iter progettuale, hanno permesso di caratterizzare dal punto di vista geotecnico/geomeccanico i terreni presenti oltre che di ricostruire il modello geologico di riferimento necessario ai progettisti strutturali.

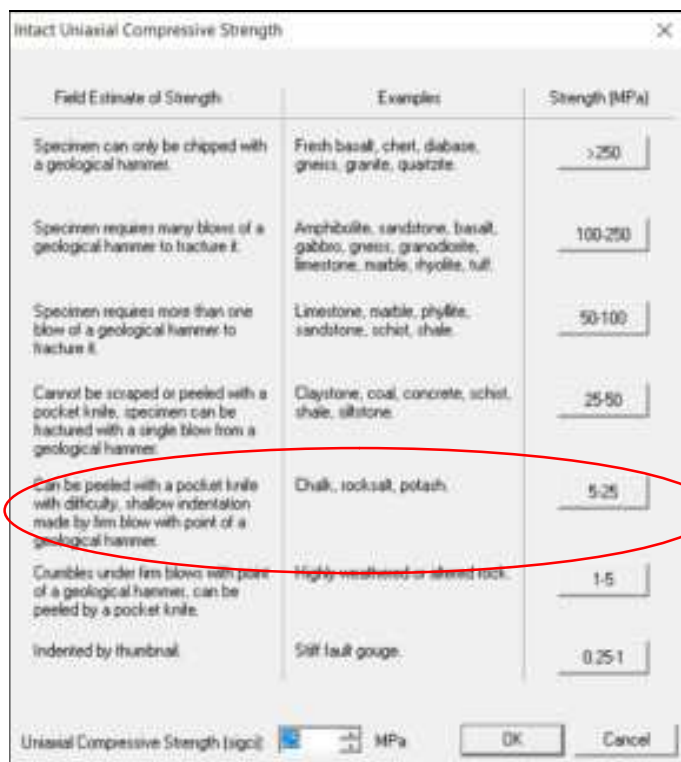
Per la parametrizzazione geotecnica/geomeccanica (coesione e l'angolo di attrito equivalenti), è stato utilizzato il programma di calcolo RockLab della Rocscience Inc..

La rottura di un ammasso roccioso è efficacemente descritta dal criterio di Hoek-Brown, che però risulta difficilmente applicabile utilizzando i comuni programmi di calcolo basati sul modello di rottura di Mohr-Coulomb. Il software RockLab della Rocscience Inc. applica in modo semplice e intuitivo tale criterio consentendo inoltre di ottenere facilmente stime attendibili delle proprietà equivalenti dell'ammasso roccioso espresse in termini di angolo di attrito e coesione.

Per prima cosa si classifica l'ammasso roccioso secondo la classificazione GSI, quindi si passa a determinare i parametri necessari ad applicare il criterio di rottura di Hoek-Brown; infine si determinano i parametri equivalenti di coesione e angolo di attrito.

Prendendo in considerazione gli affioramenti più significativi dell'area di intervento, si è proceduto alla caratterizzazione dell'ammasso roccioso secondo la classificazione GSI e alla definizione dei parametri necessari all'applicazione del criterio di rottura di Hoek-Brown, seguendo la metodologia proposta dagli stessi autori attraverso il software RockLab, come di seguito esplicitato.

Il substrato roccioso affiorante è costituito da torbiditi arenaceo-pelitiche organizzate in pacchi di strati gradati, da spessi e molto spessi. Dalle prove speditive effettuate in campagna su campioni di roccia, si ricava un valore della resistenza a compressione



| Field Estimate of Strength | Examples | Strength (MPa) |
|---|--|----------------|
| Specimen can only be chipped with a geological hammer. | Fresh basalt, chert, diabase, gneiss, granite, quartzite. | >250 |
| Specimen requires many blows of a geological hammer to fracture it. | Amphibolite, sandstone, basalt, gabbro, gneiss, granodiorite, limestone, marble, rhyolite, tuff. | 100-250 |
| Specimen requires more than one blow of a geological hammer to fracture it. | Limestone, marble, phyllite, sandstone, schist, shale. | 50-100 |
| Cannot be scraped or peeled with a pocket knife; specimen can be fractured with a single blow from a geological hammer. | Claystone, coal, concrete, schist, shale, siltstone. | 25-50 |
| Can be peeled with a pocket knife with difficulty; shallow indentation made by firm blow with point of a geological hammer. | Chalk, rock salt, potash. | 5-25 |
| Crumbles under firm blows with point of a geological hammer; can be peeled by a pocket knife. | Highly weathered or altered rock. | 1-5 |
| Indented by thumbnail. | Soft fault gouge. | 0.25-1 |

Uniaxial Compressive Strength (sigc): MPa

OK Cancel

Figura: Finestra del programma RockLab per la stima della resistenza uniassiale della roccia intatta.

uniassiale variabile in relazione allo stato di alterazione del campione analizzato. Mediamente per la rottura dei campioni sono stati necessari almeno 3-4 colpi di martello ma per alcuni di essi è stato sufficiente un

singolo colpo. A titolo cautelativo è stato assunto come valore rappresentativo della resistenza a compressione uniassiale 25 MPa corrispondente alla resistenza dei blocchi più alterati (può essere scalfito con difficoltà con coltello tascabile si rompe con un singolo colpo di martello).

L'ammasso roccioso presenta una struttura e composizione intermedia la classe B e C con superfici di discontinuità con caratteristiche mediamente buone (GSI compreso tra 40 e 50) si è scelto comunque di penalizzare cautelativamente tale parametro utilizzando un valore di GSI=30.

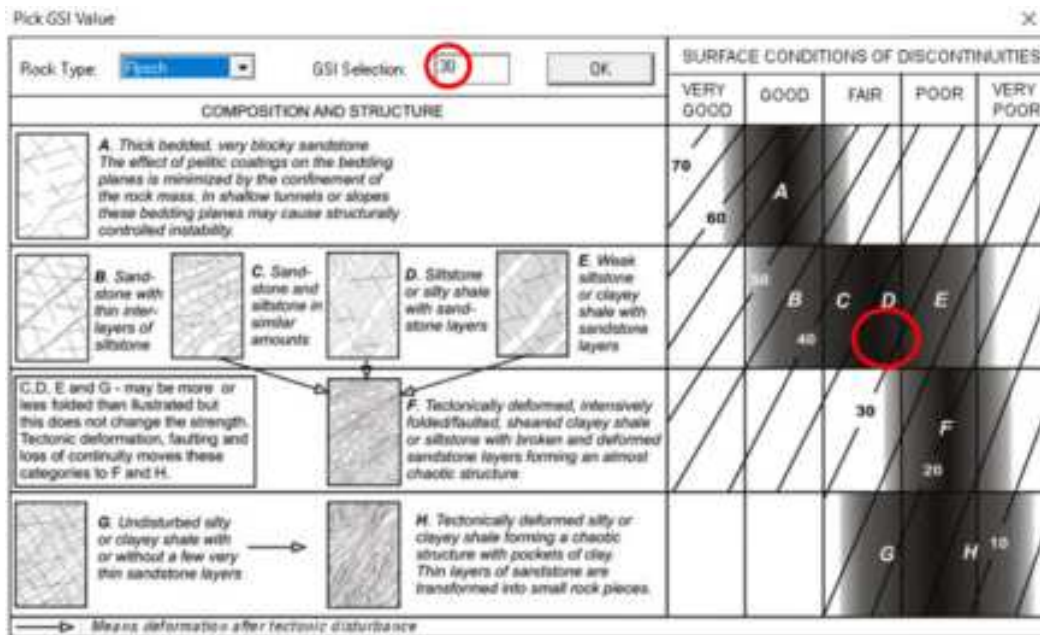


Figura: Finestra del software RockLab per determinazione le caratteristiche dell'ammasso roccioso secondo la classificazione di Hoek-Brown. Nello specifico si è scelta cautelativamente un classe E con GSI = 30.

Il valore del parametro "mi", necessario per l'applicazione del criterio di rottura di Hoek-Brown, è stato cautelativamente determinato scegliendo il valore corrispondente al valore medio del range di valori proposti dalla letteratura.

Infine per ottenere una stima attendibile delle proprietà equivalenti dell'ammasso roccioso, espresse in termini di angolo di attrito e coesione, è necessario definire, caso per caso, il campo di stress in cui si esplica il fenomeno di rottura definendo il valore massimo del minor sforzo

principale. Nel caso specifico, considerando la capacità portante del terreno, il piano di rottura risulta superficiale compreso nei primi metri di terreno. Pertanto variando la profondità del piano di rottura (e quindi il valore del minor sforzo principale) da un minimo di 2 m ad un massimo di circa 10 m si ottengono valori di "c" compresi tra 53 KPa e 116 KPa e valori di "φ" compresi tra 55° e 63°.

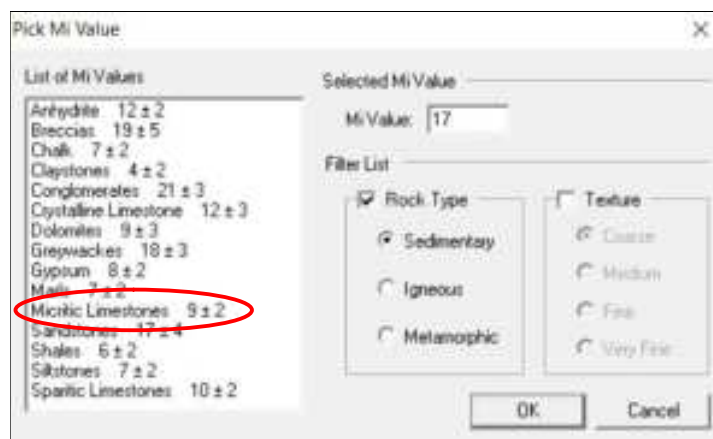


Figura: Finestra del programma RockLab per la stima del parametro mi del criterio di rottura di Hoek-Brown.

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------------|---------|--|---------------------------|-------------|---------|--|
| Hoek Brown Classification | | | | Hoek Brown Classification | | | |
| sigci | 25 | MPa | | sigci | 25 | MPa | |
| GSI | 30 | | | GSI | 30 | | |
| mi | 17 | | | mi | 17 | | |
| D | 0 | | | D | 0 | | |
| Ei | 6875 | | | Ei | 6875 | | |
| Hoek Brown Criterion | | | | Hoek Brown Criterion | | | |
| mb | 1.39544 | | | mb | 1.39544 | | |
| s | 0.000418942 | | | s | 0.000418942 | | |
| a | 0.522344 | | | a | 0.522344 | | |
| Failure Envelope Range | | | | Failure Envelope Range | | | |
| Application | Slopes | | | Application | Slopes | | |
| sig3max | 0.0548293 | MPa | | sig3max | 0.237178 | MPa | |
| Unit Weight | 0.026 | MN/m3 | | Unit Weight | 0.026 | MN/m3 | |
| Slope Height | 2 | m | | Slope Height | 10 | m | |
| Mohr-Coulomb Fit | | | | Mohr-Coulomb Fit | | | |
| c | 0.0531282 | MPa | | c | 0.11577 | MPa | |
| phi | 63.485 | degrees | | phi | 54.6606 | degrees | |
| Rock Mass Parameters | | | | Rock Mass Parameters | | | |
| sigt | -0.00750553 | MPa | | sigt | -0.00750553 | MPa | |
| sigc | 0.430074 | MPa | | sigc | 0.430074 | MPa | |
| sigcm | 3.60457 | MPa | | sigcm | 3.60457 | MPa | |
| Erm | 559.509 | MPa | | Erm | 559.509 | MPa | |

Figura : Principali dati di input e parametri equivalenti di resistenza dell'ammasso roccioso espressi in termini di angolo di attrito e coesione nei due casi estremi: a) resistenze disponibili a -2 m dal p.c.; b) resistenze disponibili a -10 m dal p.c..

Attenendosi alle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con il D.M. 17-01-2018, nella seguente tabella si riportano i parametri geotecnici caratteristici delle unità litotecniche individuate e definite per le aree di intervento a cui riferirsi per le calcolazioni necessarie, che qui sono rappresentate esclusivamente dalle unità **B** e **R** (attraversamento Solstretto).

Il modello litotecnico è schematizzato graficamente nelle sezioni allegate a fine testo.

| PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| <i>Unità litostratigrafiche¹</i> | γ_k [t/m ³] | φ'_k [°] | c'_k [KPa] | c_{uk} [KPa] |
| UNITA' A: Coltre eluvio colluviale | 1,9 | 22÷24 | 91÷11 | 50 |
| UNITA' B: Ammasso litoide - substrato marnoso arenaceo superficiale | 2,2 | 38÷42 | 90÷110 | 150÷200 |
| UNITA' C: Ammasso litoide -substrato marnoso arenaceo profondo - | 2,2 | 56÷58 | 140÷160 | 220÷240 |
| UNITA' R: Riporti di progetto | 1,8 | 25÷27 | 10÷12 | 90÷110 |

Tabella: Modello geotecnico adottato. γ_k = peso di volume; φ'_k = angolo d'attrito interno; c'_k = coesione efficace; c_{uk} = coesione non drenata.

Ai terreni appartenenti all'UNITA' R (riporti di progetto), sono stati attribuiti cautelativamente dei parametri geotecnici riferibili al materiale scavato in sito (con l'esclusione dei terreni più superficiali appartenenti alla

¹ Per lo spessore delle unità litotecniche si rimanda alle tavole esplicative allegate a fine testo

copertura vegetale), costipati e compattati. Tali parametri sono stati individuati in modo ragionato e cautelativo facendo riferimento sia al risultato delle indagini realizzate sia ai dati a disposizione dello scrivente, relativi a studi geologici realizzati in contesti geologico-stratigrafici analoghi; tali caratteristiche sono state confermate dalle indagini condotte e andranno verificate in sede di cantiere con prove di carico su piastra.

7. ANALISI DI STABILITÀ STABILITÀ

Alla luce del contesto geologico strutturale evidenziato, in relazione agli interventi di variazione del tracciato della viabilità in progetto, sono state effettuate delle verifiche analitiche di stabilità sulle sezioni ritenute più significative e individuate nella planimetria allegata a fine testo.

Tali sezioni sono state analizzate, in considerazione sia del contesto stratigrafico presente sia del principio di massima precauzione, con il metodo dell'equilibrio limite, considerando l'ammasso roccioso isotropo, facendo riferimento ai parametri geotecnici minimi di sito.

Le analisi sono state eseguite con il programma di calcolo "Slope" della Geostru Software, che consente di determinare il coefficiente di sicurezza relativo ad ipotetiche superfici di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata. I metodi di calcolo prevedono la suddivisione della porzione di pendio in oggetto in un numero determinato di conci di uguale ampiezza. Ipotizzando che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, che correla tra loro le reazioni tangenziali e normali, le incognite risultano essere le reazioni laterali, i loro punti di applicazione e le reazioni normali alla base. La risoluzione del calcolo analitico si ottiene introducendo ulteriori condizioni sugli sforzi agenti sui conci, che risultano differenti a seconda del metodo di calcolo utilizzato (Bell, Bishop, ecc).

Nella definizione della più probabile superficie di scivolamento è stato scelto in generale, il metodo delle superfici circolari che permette di esaminare tutte le superfici aventi per centro il generico nodo di una maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Nelle verifiche è stato inserito un sovraccarico uniformemente distribuito di 20 KPa per considerato il sovraccarico dovuto al passaggio dei mezzi.

Facendo riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 le analisi sono state eseguite verificando che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni seguendo l'Approccio 1 - Combinazione 2. Tale approccio prevede l'applicazione di coefficienti riduttivi sia per i parametri geotecnici sia per le resistenze, si ritengono pertanto verificate tutte quelle superfici che presentano un fattore di sicurezza $FS \geq 1,0$. Le NTC18 prevedono l'applicazioni di differenti coefficienti parziali a seconda che le verifiche di stabilità siano eseguite in condizioni statiche o sismiche (verifiche pseudostatica). In particolare nelle verifiche sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici sono posti uguali ad 1 mentre per le resistenze si utilizza un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$ (par. 7.11 NTC18).

Per le verifiche in condizioni sismiche sono stati considerati i seguenti dati di input:

- categoria di suolo B;

- tipo di opera: 2- Opere ordinarie;
- classe d'uso: Classe II;
- stato limite: Salvaguardia della vita (SLV; TR = 475 anni);
- Categoria Topografica T2.
- accelerazione massima al suolo $a_{max} = 0,299 \text{ g}$;
- coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito: $\beta_s = 0,38$ (par. 7.11.4 NTC18);

L'approccio di calcolo utilizzato in relazione all'assetto geologico stratigrafico presente (substrato affiorante) e dei profili da analizzare (scavi e riporti) è stato impostato ricostruendo un modello costituito da due unità litologiche riferite alla specifica tabella riportata nel paragrafo precedente:

Unità R: Riporti di progetto;

Unità B: Ammasso litoide – substrato marnoso arenaceo.

I risultati ottenuti sono riportati nel quadro sinottico che segue, tutti i tabulati di calcolo sono allegati a fine testo:

| VERIFICHE ANALITICA DI STABILITA' – MODIFICA ALLA VIABILITA' DI SITO | | |
|---|------------------------------------|----------------------------|
| <i>Descrizione</i> | <i>Fattore di Sicurezza minimo</i> | |
| | <i>condizioni statiche</i> | <i>condizioni sismiche</i> |
| Sezione C2 -15 - Verifica riporto in progetto | 1.85 | 1.75 |
| Sezione C2 -18 - Verifica riporto in progetto | 1.29 | 1.21 |
| Sezione C3 -20 - Verifica riporto in progetto | 1.10 | 1.01 |

Tabella: Quadro sinottico risultati verifiche di stabilità Modifica alla viabilità di sito.

Come si può osservare, alla luce anche dell'approccio di analisi (Approccio 1-Combinazione 2), che prevede l'inserimento di coefficienti parziali sia per i parametri geotecnici del terreno sia per le resistenze, e del modello geotecnico cautelativamente rappresentato, la stabilità degli interventi di progetto è verificata (fattore minimo richiesto $FS = 1,0$).

8. RILIEVI STRUTTURALI – MODIFICA ALLA VIABILITA' DI SITO

Per la caratterizzazione e la verifica delle porzioni di intervento che non presentano riporti in progetto si fa riferimento alle precedenti analisi strutturali e cinematiche effettuate nella stessa porzione di viabilità interna al sito (allegata a fine testo), in quanto coerenti con l'assetto geologico-strutturale dei nuovi comparti di intervento.

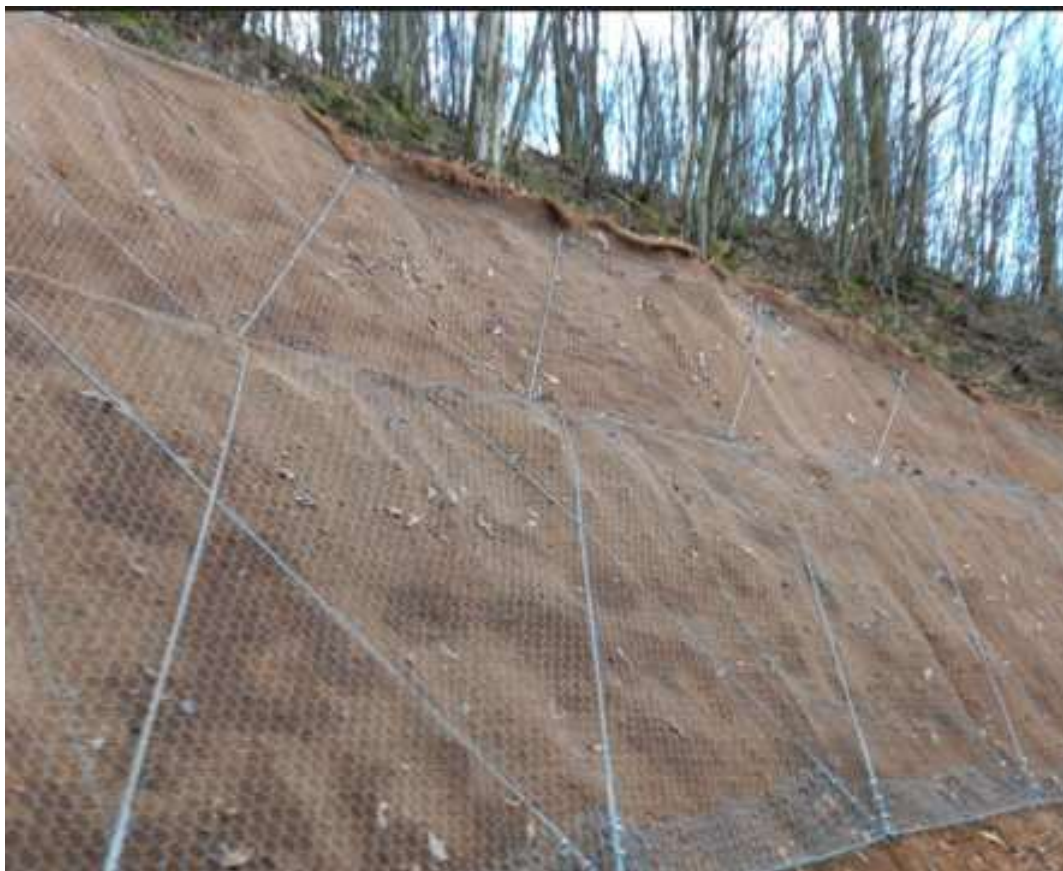
9. INTERVENTI IN PROGETTO

Alla luce dei riscontri effettuati e delle peculiarità della variazione al tracciato in progetto si forniscono alcune indicazioni progettuali in merito alla realizzazione dei riporti previsti che si andranno a realizzare in funzione delle specifiche situazioni orografiche dei comparti.

Nello specifico ove necessario potranno essere valutate le due seguenti ipotesi di intervento lungo le

scarpate dei riporti che prevedono l'inserimento di una protezione corticale :

Protezione corticale



Tipologie di protezione corticale scarpate in progetto.

Per le scarpate in roccia derivanti dagli scavi dove necessario saranno predisposte, così come per gli altri interventi già autorizzati, a protezione delle pareti più esposte in relazione anche allo stato di alterazione e fratturazione dell'ammasso roccioso che si riscontrerà terminata la fase di scavo, delle reti costituite da filo a doppia torsione, con maglia esagonale ancorate con funi di d'acciaio per costituire un reticolo armato di protezione.

Il tracciato della variazione alla viabilità è definito negli specifici elaborati progettuali cui si rimanda per una completa visione.

Le pendenze trasversali della pista in progetto unitamente ad una serie di lavorazioni di regimazione delle acque superficiali permetteranno il collettamento e l'allontanamento delle acque meteoriche in modo ordinato.

Nel corso dei lavori sarà sempre garantita un'adeguata rete scolante al fine di permettere il regolare deflusso delle acque di superficie.

10. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Nell'ambito della sistemazione dell'area a seguito degli interventi, le acque superficiali saranno consegnate in modo ordinato e puntuale alla rete di deflusso delle acque superficiali, riducendo conseguentemente la pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana e di erosione diffusa e accelerata.

Anche per il tratto variato, in virtù del medesimo contesto geologico e assetto strutturale dell'area, accertato durante il rilievo di superficie, si conferma la definizione delle caratteristiche geomeccaniche determinate nell'ambito dell'attuale fase di progettazione esecutiva. Il rilevamento geologico effettuato ha permesso inoltre di verificare la stabilità generale del comparto oggetto di variazione confermando la fattibilità da un punto di vista geologico morfologico dell'intervento.

Dall'analisi di quanto esposto nei paragrafi precedenti, in armonia con i disposti progettuali, valutati tutti gli aspetti inerenti le problematiche da rischio da frana, le opere che si andranno a realizzare riferite alla variazione del tracciato della nuova viabilità interna di sito, sono fattibili attenendosi a quanto contenuto nel presente elaborato e coerenti alle normative in vigore in materia di PAI, alle NTC 2018 oltre ai disposti di legge della Regione Toscana.

Gli interventi in progetto, in relazione alla loro tipologia, all'iter amministrativo, alle verifiche ed agli approfondimenti effettuati, non sono in contrasto con i contenuti e le prescrizioni dello studio geologico EL02 PSI Mugello.

L'elaborato inoltre è stato redatto in ottemperanza alla normativa di riferimento in materia di vincolo idrogeologico di cui alla Legge Regionale 39/2000 e del DPGR 48/R (Regolamento Forestale) e gli interventi sono compatibili e conformi a tale normativa (cfr art. 75 DPGR 48/R).

Dott. Luca Monti
geologo



Bologna, gennaio 2025.

Carta Geologica

Unità geologiche

FMa3 - Formazione Marnoso-arenacea: Membro di Premilcuore

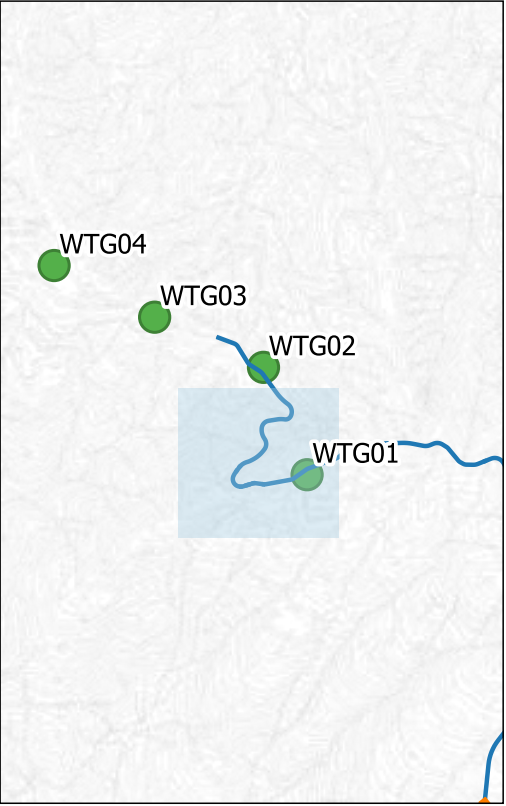
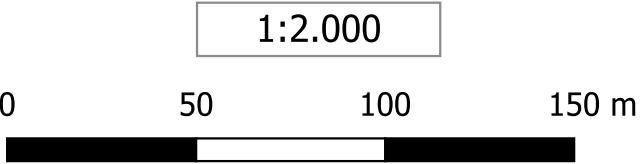
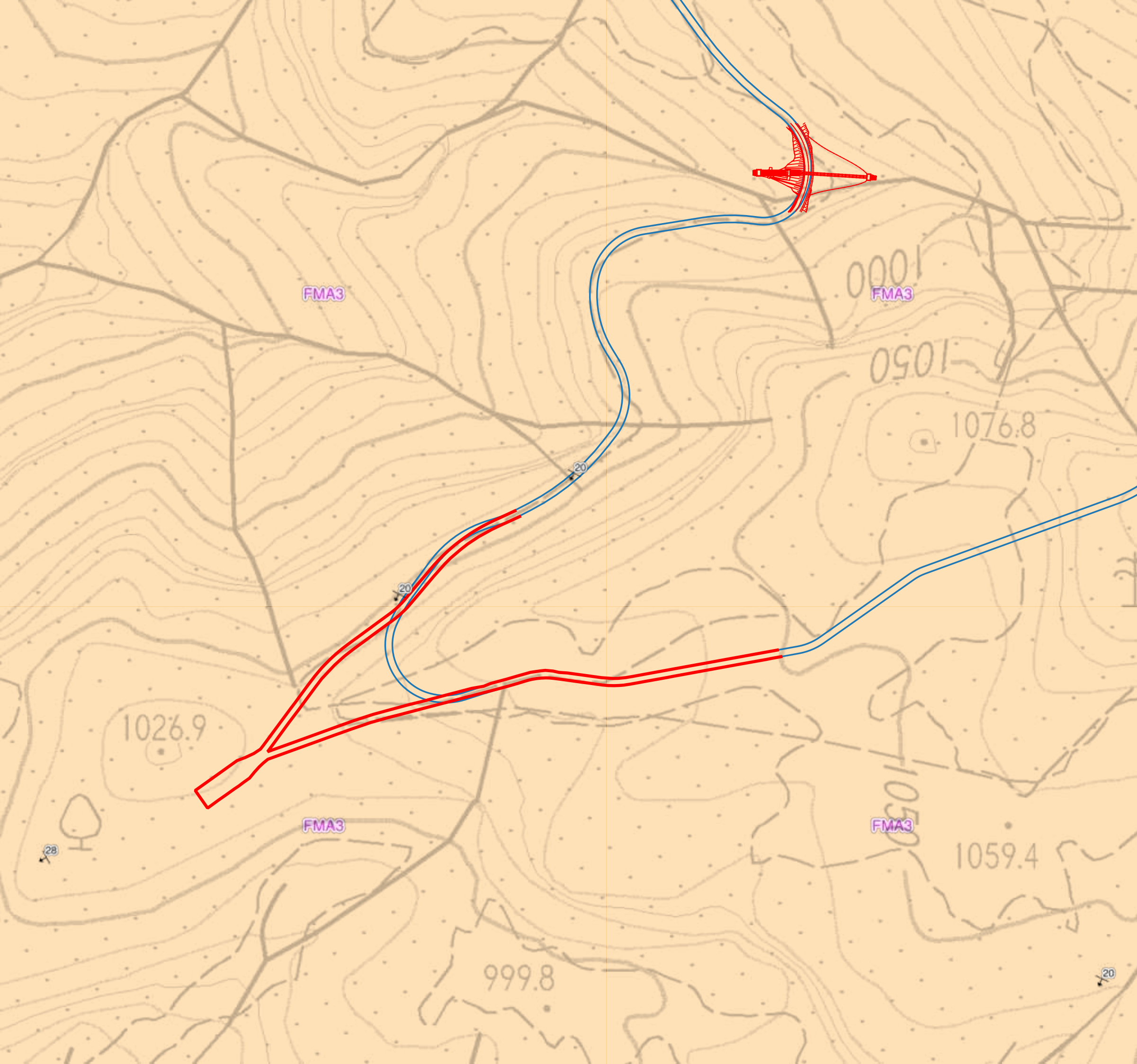
Stratificazioni

Giaciture strati

Elementi in progetto

Tracciato come da progetto autorizzato

Modifica di Viabilità di Sito





Carta della pericolosità geologica

Classi di pericolosità geologica

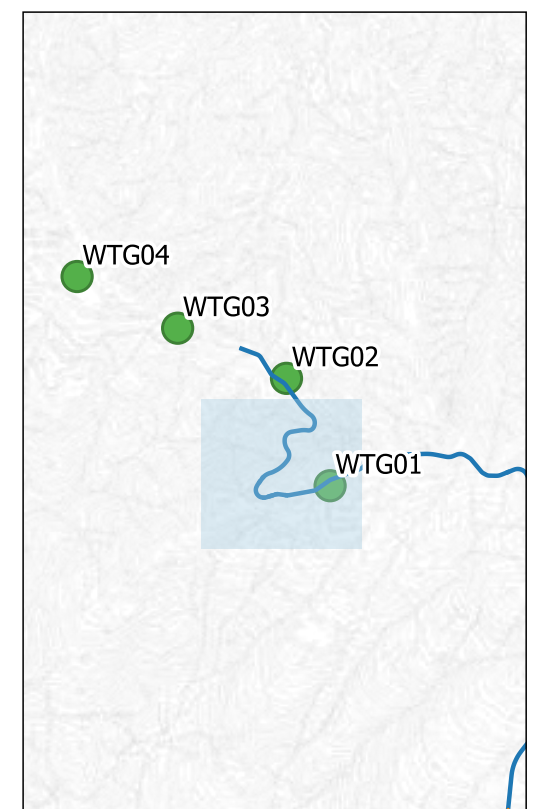
-  G1 - pericolosità geologica bassa
Depositi alluvionali di fondovalle
-  G2 - pericolosità geologica media
Disserti in stato inattivo
Depositi di terrazzamento di ambiente fluvio-lacustre
Depositi eluvio-colluviali
Altre aree collinari apparentemente stabili
per copertura boschiva o roccia affiorante
-  G3 - pericolosità geologica elevata
Disserti in stato quiescente; frane di qualunque tipologia,
aree a franosità diffusa, deformazioni gravitative profonde
e fenomeni complessi di erosione fluviale
Creverture distribuite di versante
-  G3a - Pericolosità geologica elevata
Aree con predisposizione all'instabilità per litologia, pendenza,
erosione precalanchiva o franosità antica
-  G4 - pericolosità geologica molto elevata
Disserti in stato di attività; frane di qualunque tipologia,
aree a franosità diffusa, deformazioni gravitative profonde
e fenomeni complessi di erosione fluviale

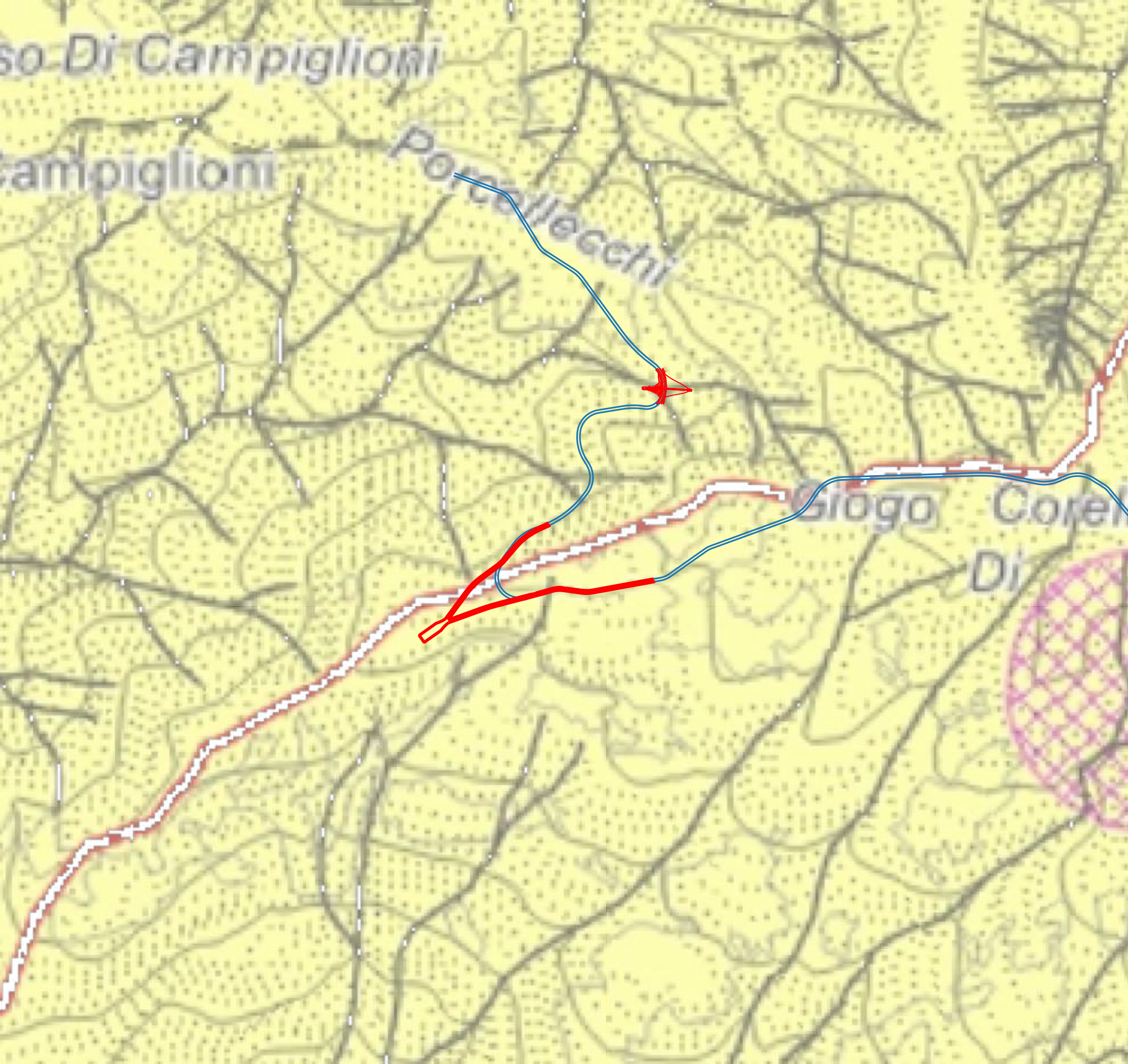
Elementi in progetto

-  Tracciato come da progetto autorizzato
-  Modifica di Viabilità di Sito

1:2.000

0 50 100 150 m





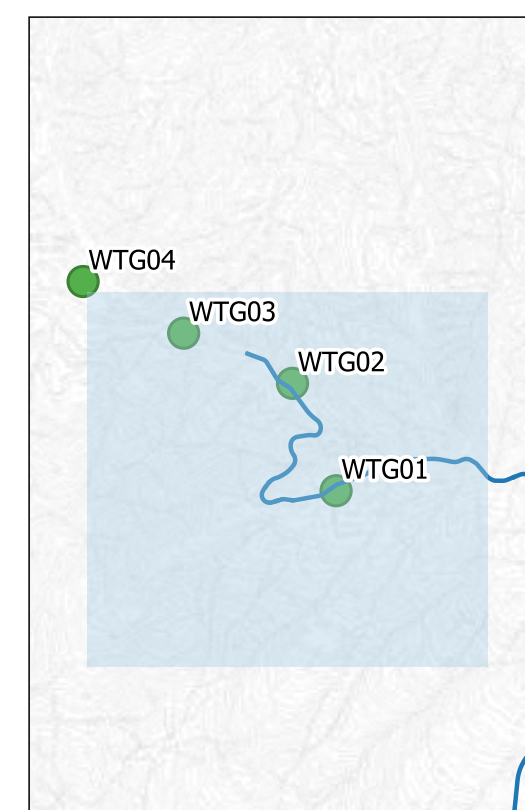
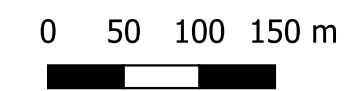
Carta della tutela della risorsa idrogeologica

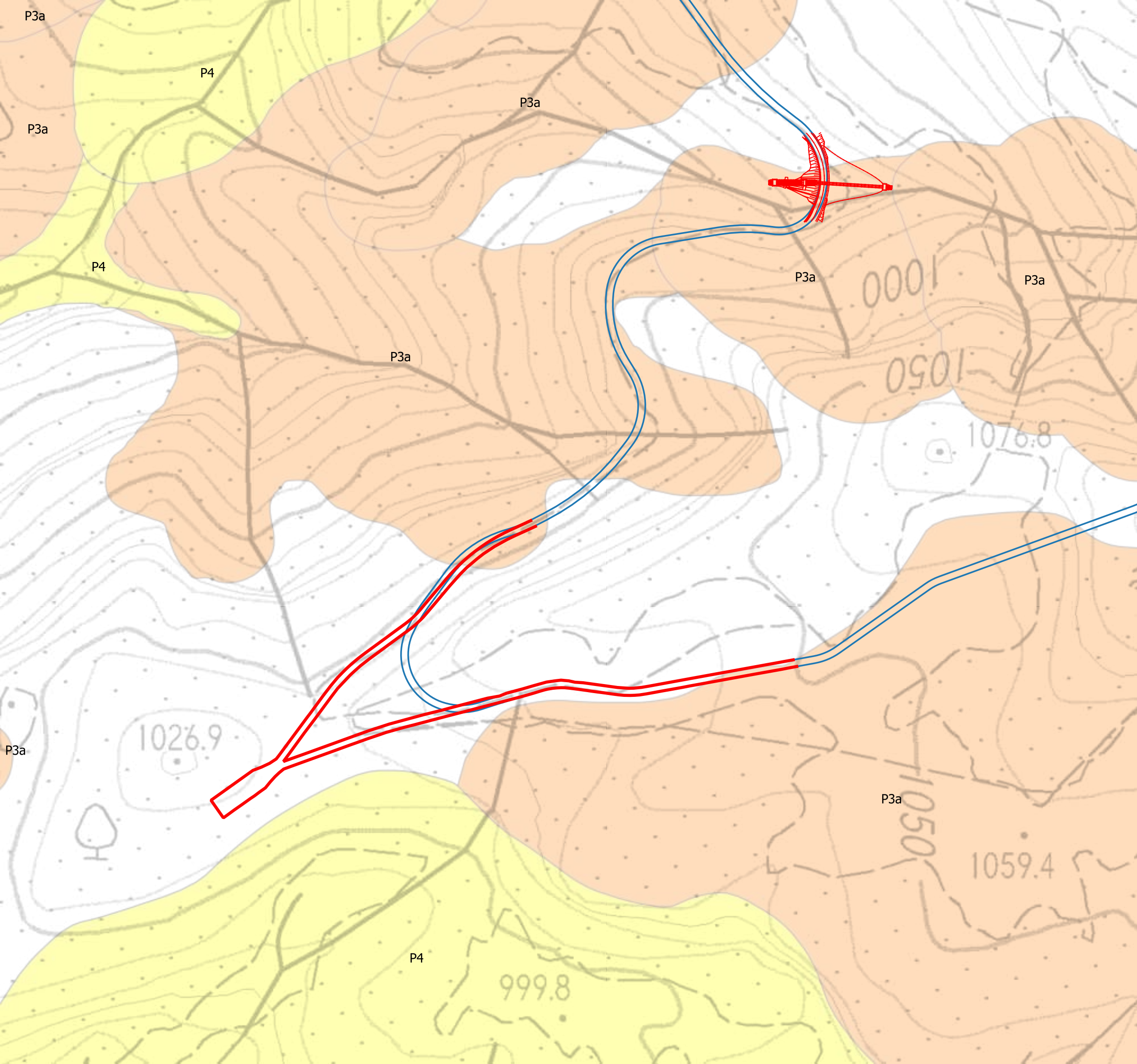
- captatori DDA**
- punto acquedotto
 - sorgente acquedotto
- captatori PUBBLICITÀ**
- punto acquedotto
 - sorgente acquedotto
- Area di salvaguardia (D.Lgs. 152/2006)**
- Zona di rispetto captatori
- Classi di permeabilità**
- 1 - permeabilità da assente a scarsa
 - 2p - permeabilità primaria da ridotta a media
 - 2s - permeabilità secondaria da ridotta a media
 - 3p - permeabilità primaria da media a elevata
 - 3s - permeabilità secondaria da media a elevata
 - 4p - permeabilità primaria molto elevata
 - 4s - permeabilità secondaria molto elevata

Elementi in progetto

- Tracciato come da progetto autorizzato
- Modifica di Viabilità di Sito

1:5.000





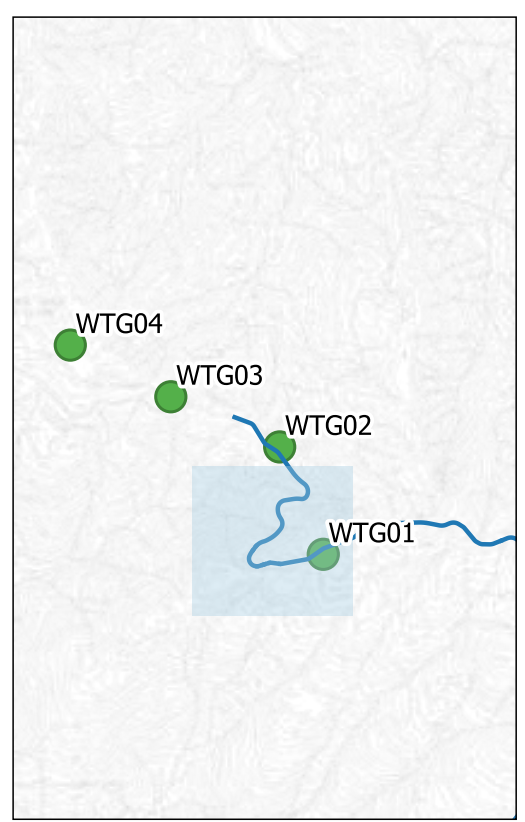
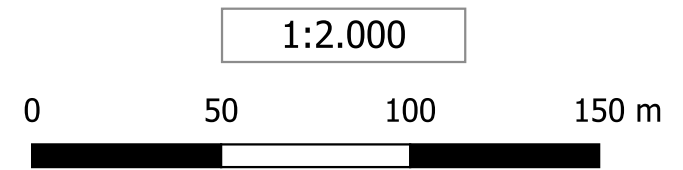
Piano Assetto Idrogeologico Bacino Arno

PAI Appennino settentrionale

- P3a - Pericolosità elevata
- P4 - Pericolosità molto elevata

Elementi in progetto

- Tracciato come da progetto autorizzato
- Modifica di Viabilità di Sito



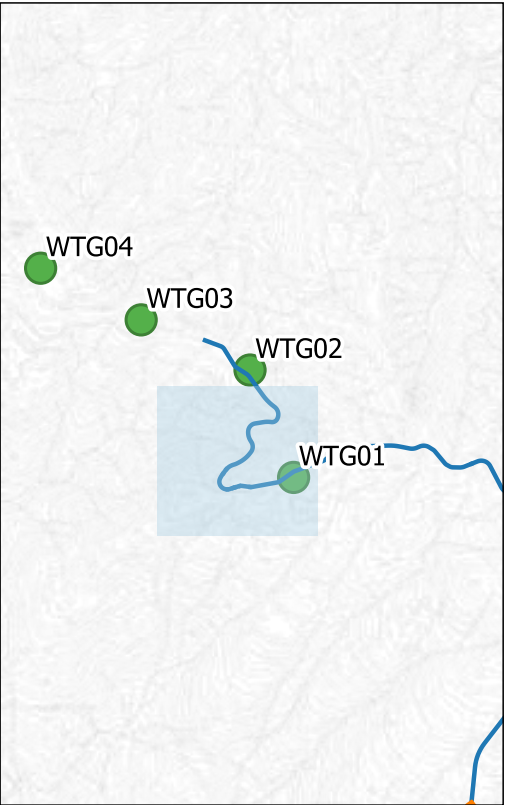
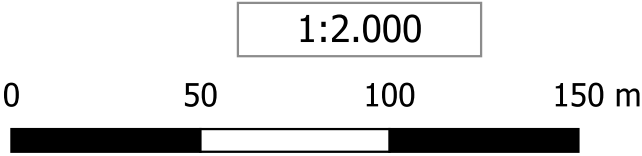
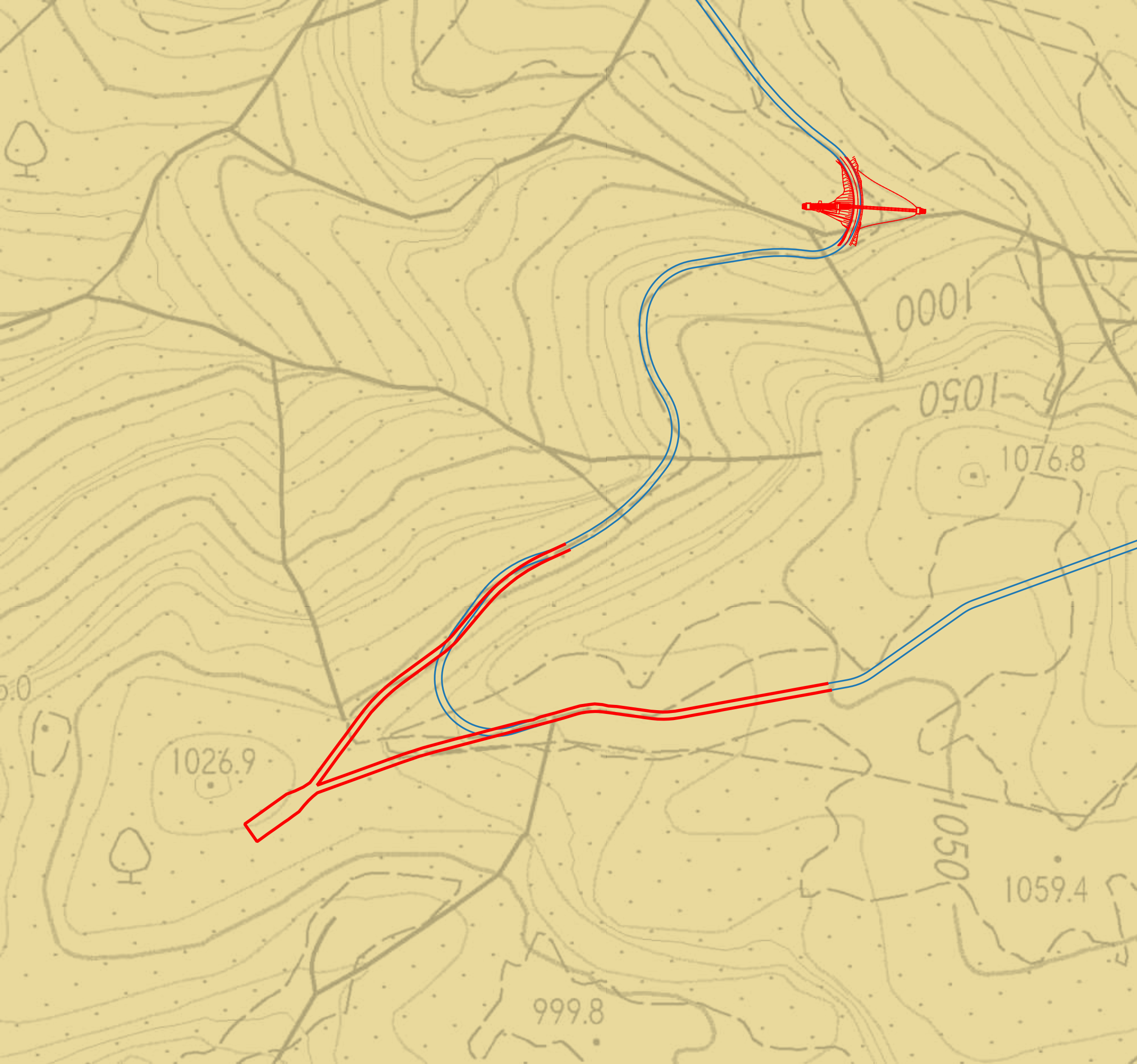
Vincolo idrogeologico

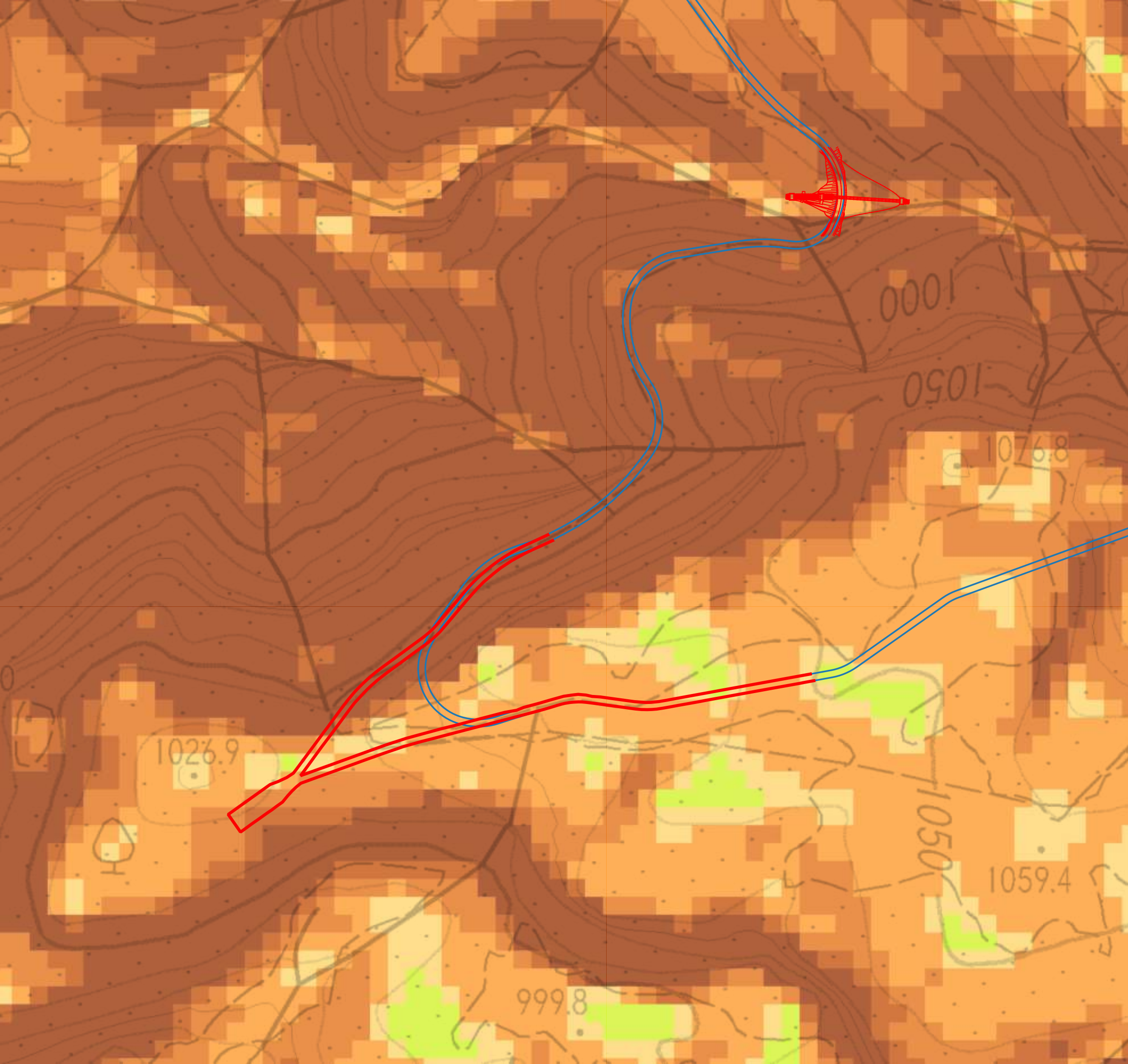
Regio Decreto 3267/1923 (Fonte Amministrazioni Provinciali)

Elementi in progetto

Tracciato come da progetto autorizzato

Modifica Viabilità di Sito





Carta delle pendenze dei versanti

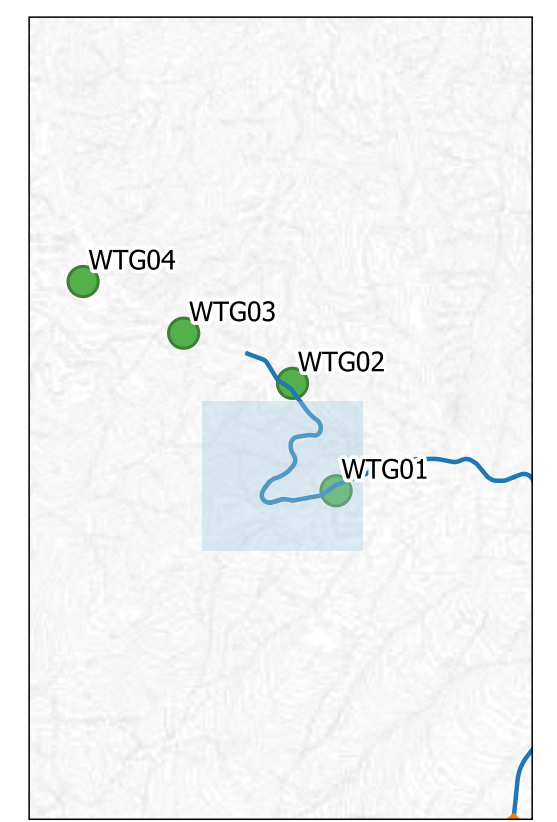
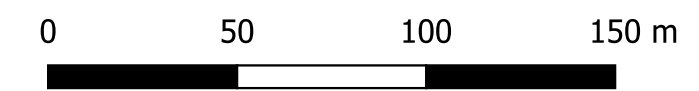
Classi di pendenza

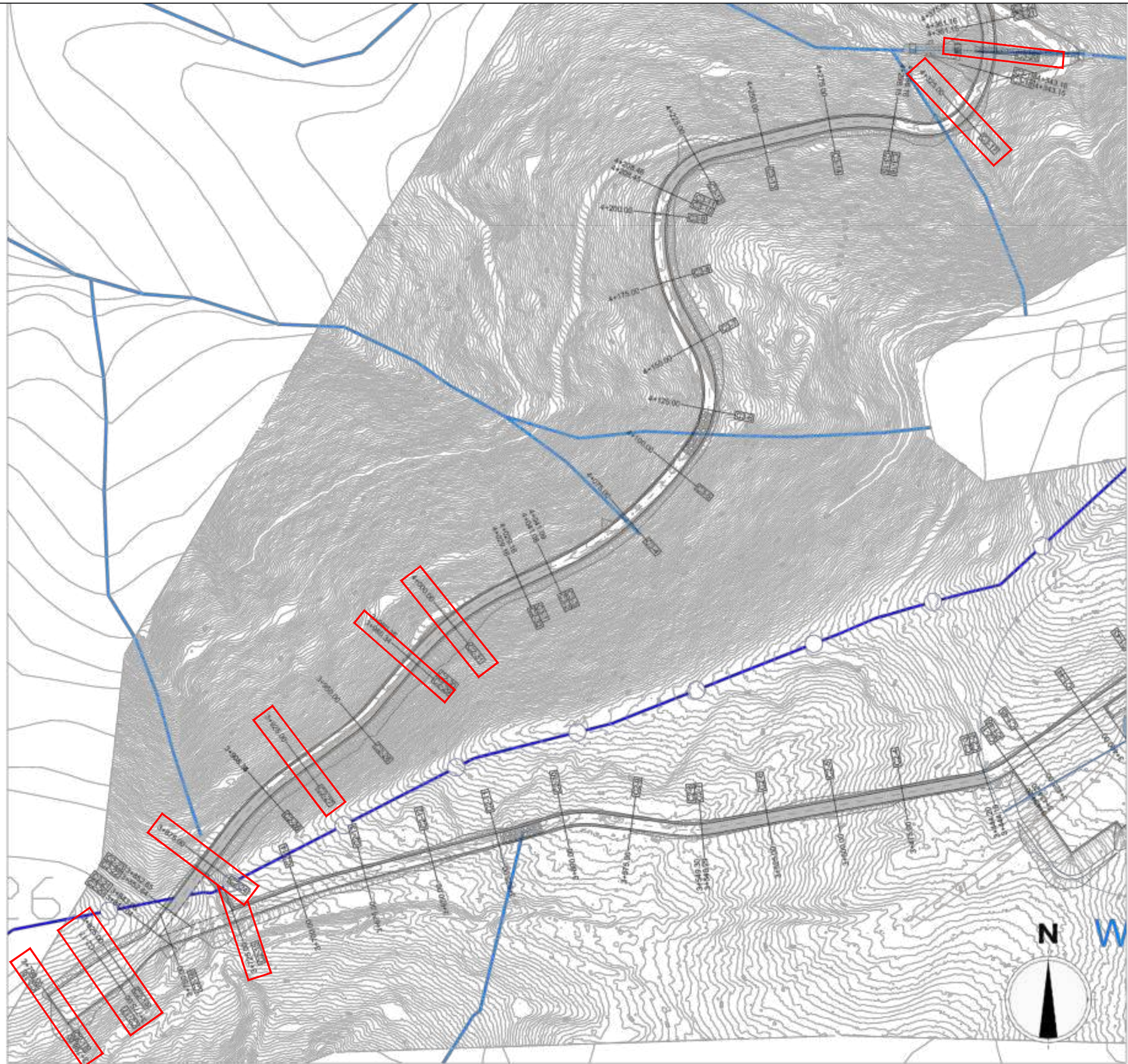
- da 0% a 5%
- da 5% a 15%
- da 15% a 25%
- da 25% a 35%
- da 35% a 45%
- > 45%
- > 45

Elementi in progetto

- Tracciato come da progetto autorizzato
- Modifica di Viabilità di Sito

1:2.000





IMPIANTO EOLICO "MONTE GIGO DI VILLORE" - COMUNE DI VICCHIO E COMUNE DI DICOMANO
PROVINCIA DI FIRENZE - REGIONE TOSCANA
MODIFICA VIABILITA' DI SITO

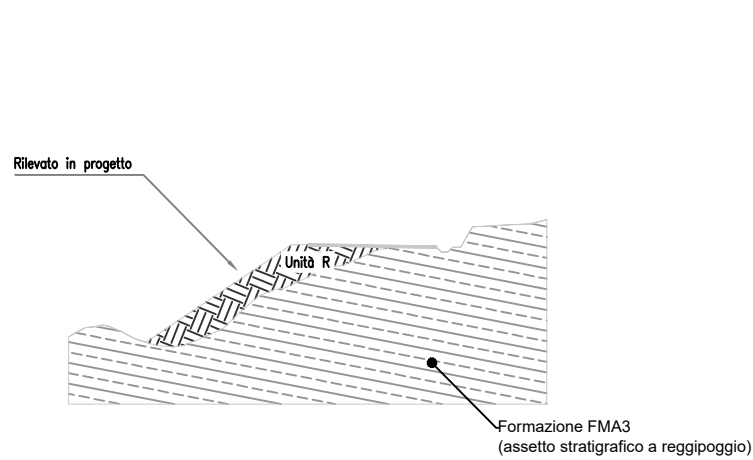
Committente:
agsm aim

Redazione:
LUCA MONTI
GEOL. 3-40133 BOLOGNA
piazza giovanni XXIII, 12/B
e-mail: lucamonti@ultralanda.it

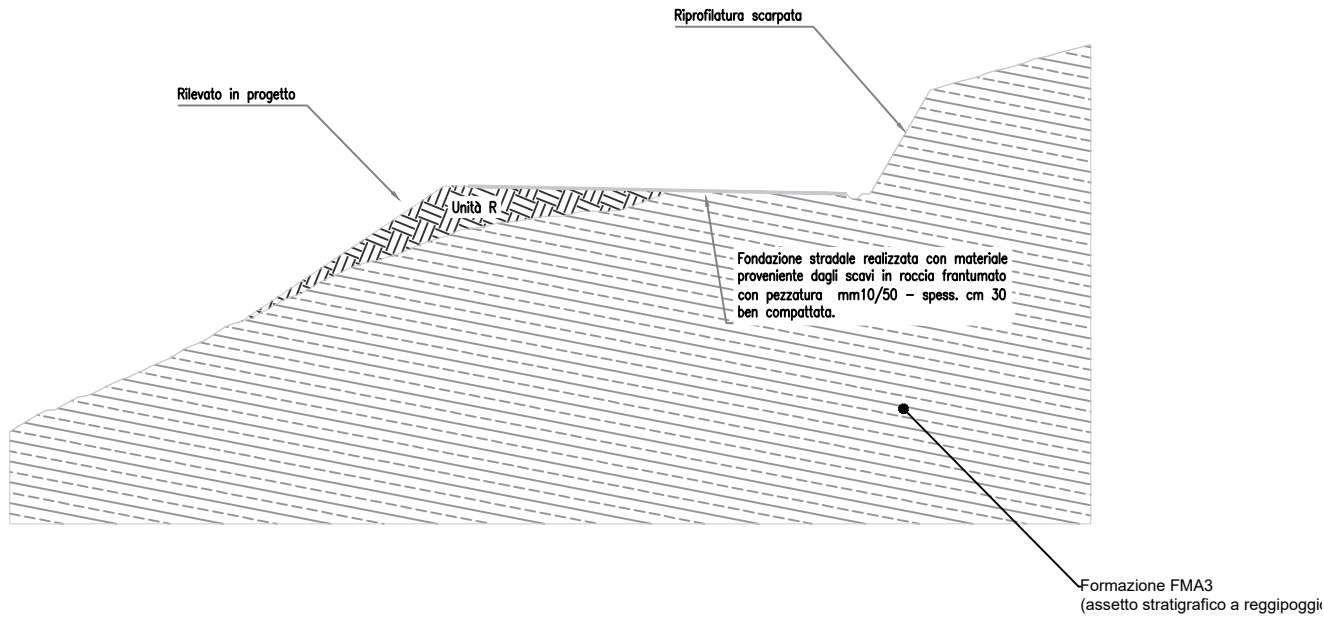
Planimetria e tracce
di sezioni
Scala 1:1000

9-gen-25
Nome file: planimetria sezioni variante.dwg

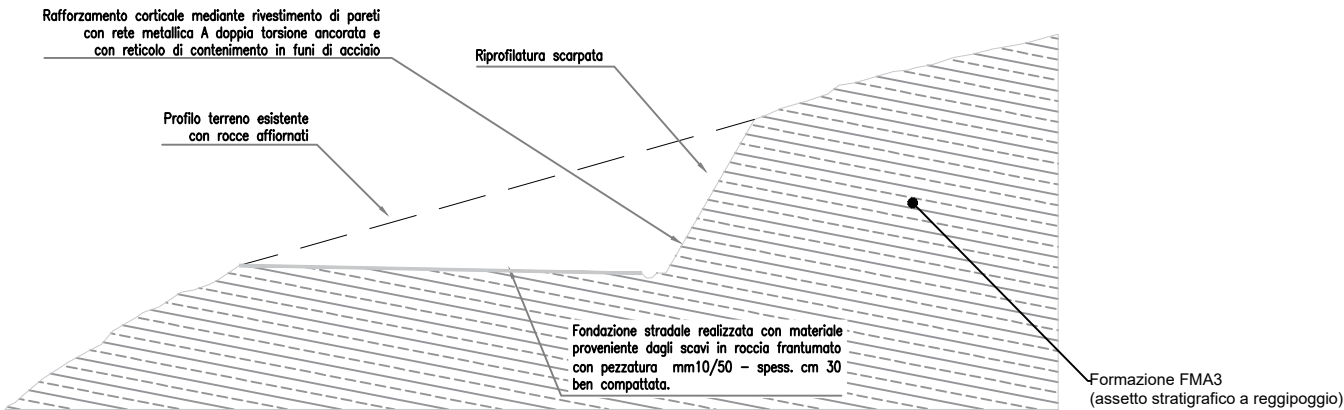
SEZIONE: C2-15



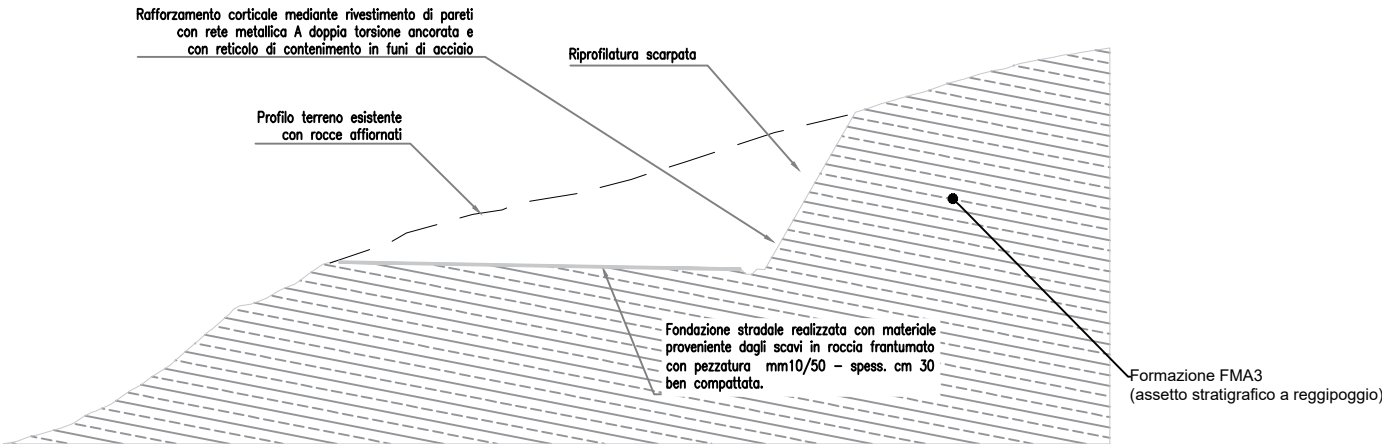
SEZIONE: C2-18



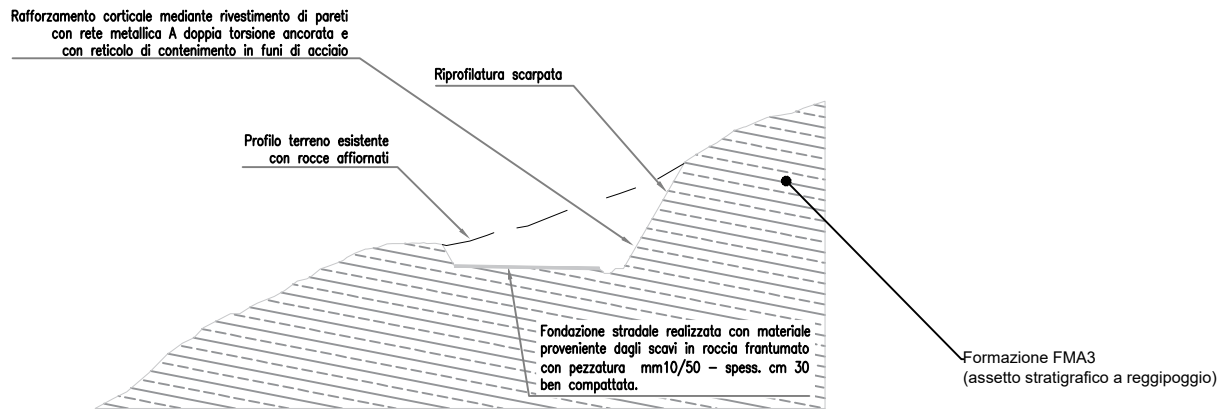
SEZIONE: C2-17



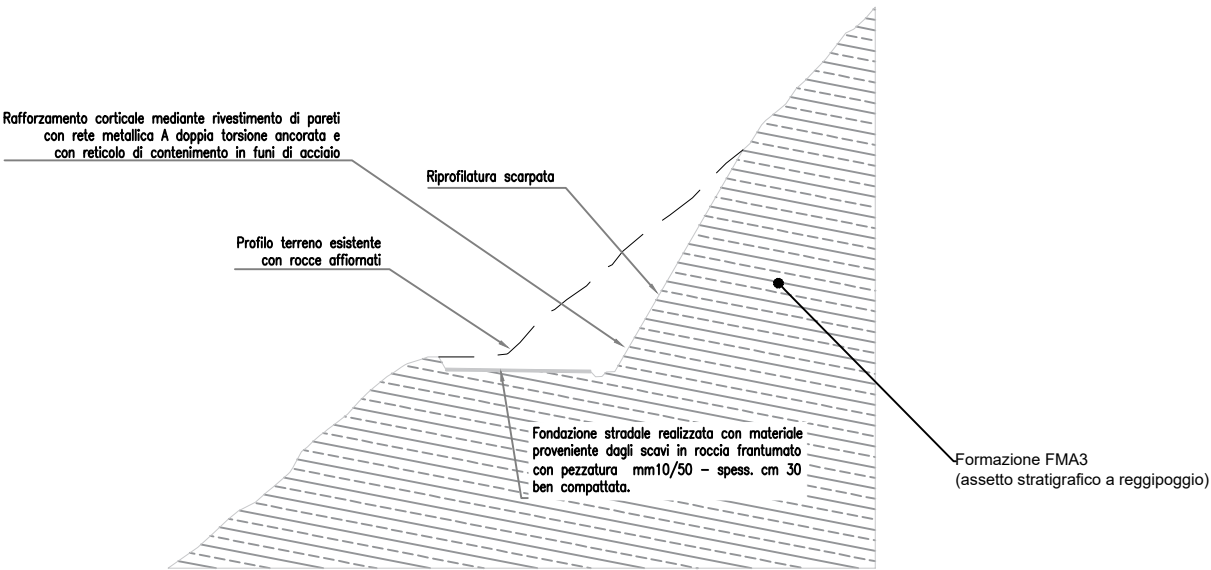
SEZIONE: C2-19



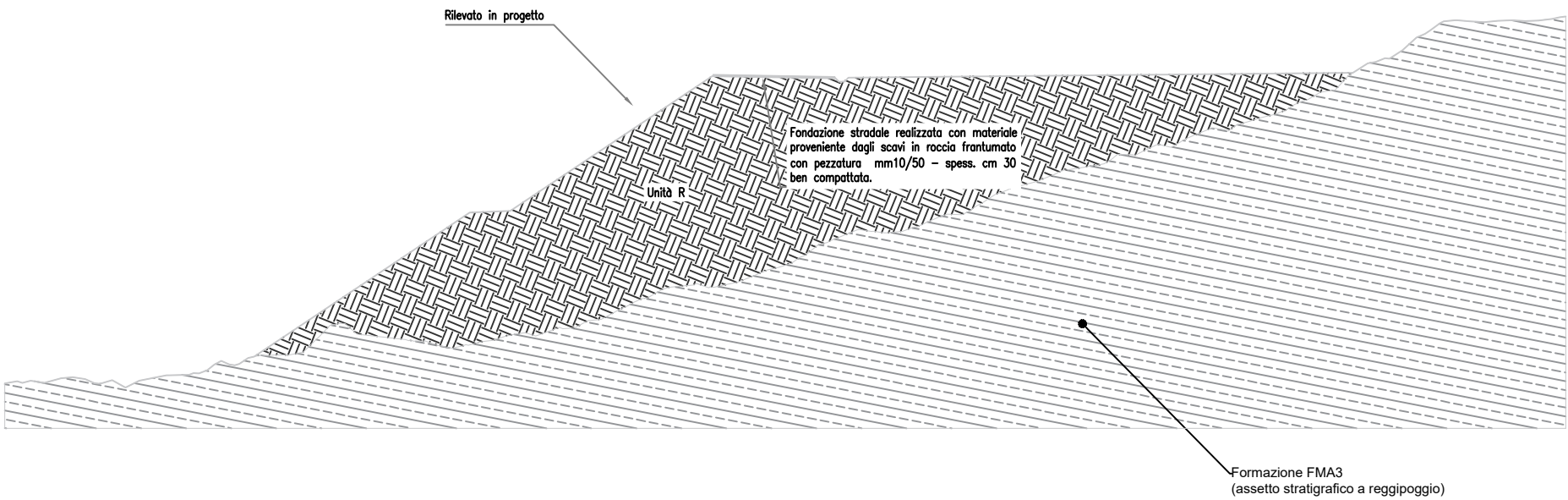
SEZIONE: C2-24



SEZIONE: C2-27



SEZIONE: C3-20



Relazione di calcolo

Definizione

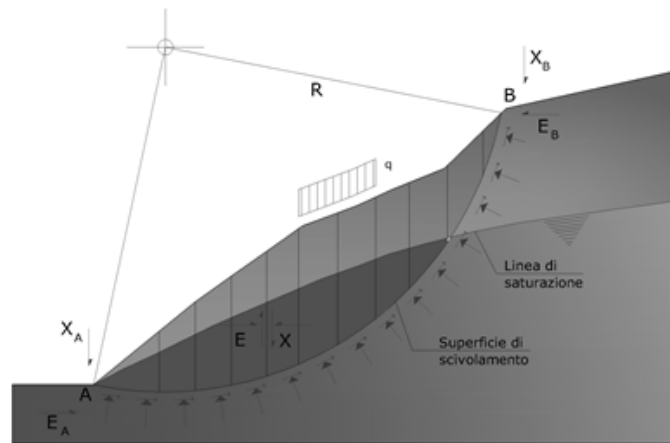
Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in concii considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.). Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei concii.



Metodo dei concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di Bell (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno, W , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali $K_X W$ e $K_Z W$, le forze orizzontali e verticali X e Z applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio σ e τ agenti sulla superficie potenziale di scivolamento. Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori u che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' i -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

in cui:

F = il fattore di sicurezza;

c_i = la coesione efficace (o totale) alla base dell' i -esimo concio;

Φ_i = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell' i -esimo concio;

L_i = la lunghezza della base dell' i -esimo concio;

u_{ci} = la pressione dei pori al centro della base dell' i -esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1 (1 - K_Z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \text{valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei concii}$$

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

dove x_0 ed x_n sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre x_{ci} rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i -esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno $K_Z g$ può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore $(1 - K_Z)$.

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

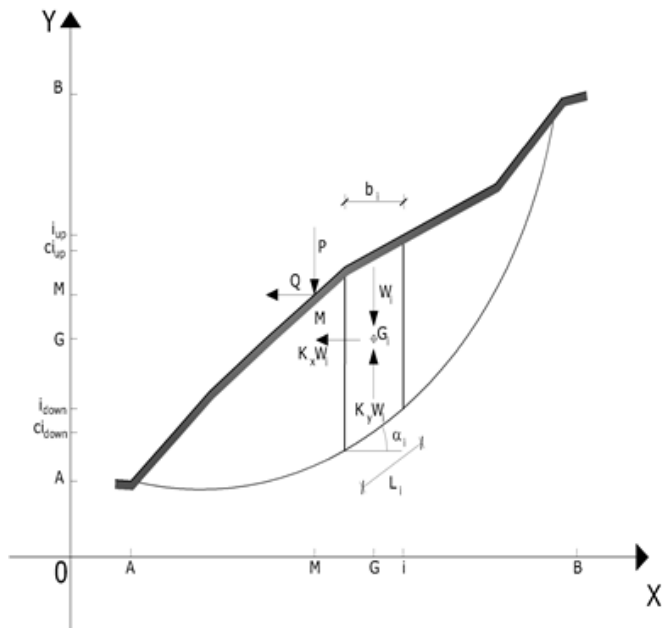
$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F , sostituendo l'espressione di N_i e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario C_3 . Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

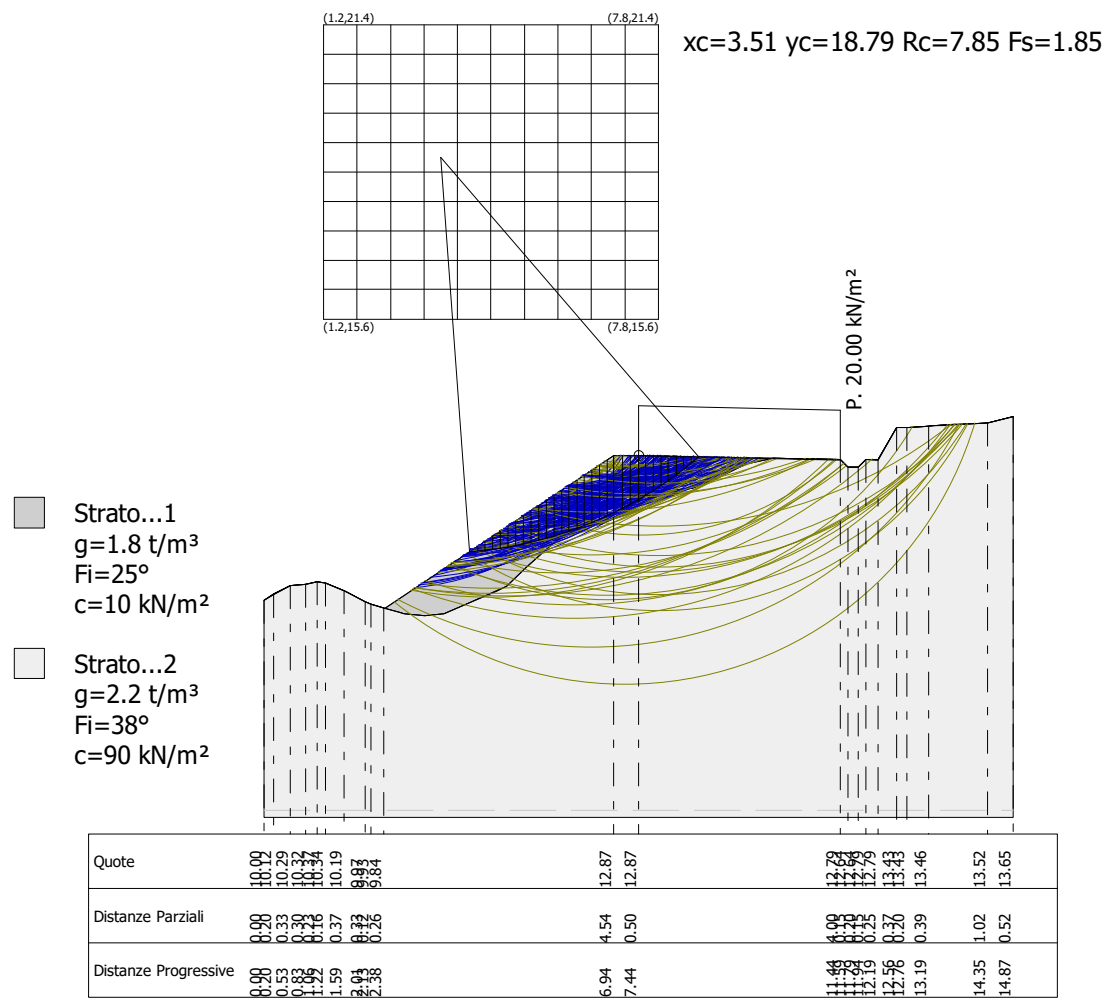
Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminare un numero elevato di potenziali superfici.



Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

VERIFICA ANALITICA DI STABILITA'
IN CONDIZIONI STATICHE
SEZIONE C2_15



Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)

| | |
|---|---------------------|
| Lat./Long. | 43.980687/11.574883 |
| Calcolo eseguito secondo | NTC 2018 |
| Numero di strati | 2.0 |
| Numero dei conci | 30.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.0 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| Analisi | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare | |

Maglia dei Centri

| | |
|--|---------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 1.18 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 15.58 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 7.83 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 21.42 m |
| Passo di ricerca | 10.0 |
| Numero di celle lungo x | 10.0 |
| Numero di celle lungo y | 10.0 |

Vertici profilo

| Nr | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.2 | 10.12 |
| 3 | 0.53 | 10.29 |
| 4 | 0.83 | 10.32 |
| 5 | 1.06 | 10.37 |
| 6 | 1.22 | 10.34 |
| 7 | 1.59 | 10.19 |
| 8 | 1.67 | 10.15 |
| 9 | 2.01 | 9.97 |
| 10 | 2.13 | 9.93 |
| 11 | 2.38 | 9.84 |
| 12 | 2.4 | 9.84 |
| 13 | 6.94 | 12.87 |
| 14 | 7.44 | 12.87 |
| 15 | 11.44 | 12.79 |
| 16 | 11.59 | 12.64 |
| 17 | 11.79 | 12.64 |
| 18 | 11.94 | 12.79 |
| 19 | 12.19 | 12.79 |
| 20 | 12.56 | 13.43 |
| 21 | 12.76 | 13.43 |
| 22 | 12.79 | 13.43 |
| 23 | 13.19 | 13.46 |
| 24 | 13.29 | 13.47 |
| 25 | 13.34 | 13.47 |
| 26 | 14.35 | 13.52 |

| | | |
|------------------------------|----------|----------|
| 27 | 14.87 | 13.65 |
| Vertici strato1 | | |
| N | X (m) | y (m) |
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.2 | 10.12 |
| 3 | 0.53 | 10.29 |
| 4 | 0.83 | 10.32 |
| 5 | 1.06 | 10.37 |
| 6 | 1.22 | 10.34 |
| 7 | 1.59 | 10.19 |
| 8 | 1.67 | 10.15 |
| 9 | 2.01 | 9.97 |
| 10 | 2.13 | 9.93 |
| 11 | 2.38 | 9.84 |
| 12 | 2.66 | 9.77 |
| 13 | 2.79 | 9.74 |
| 14 | 3.19 | 9.7 |
| 15 | 3.57 | 9.74 |
| 16 | 4.04 | 9.93 |
| 17 | 4.62 | 10.19 |
| 18 | 4.82 | 10.28 |
| 19 | 5.2 | 10.65 |
| 20 | 5.79 | 11.18 |
| 21 | 5.91 | 11.26 |
| 22 | 6.1 | 11.36 |
| 23 | 6.38 | 11.46 |
| 24 | 6.69 | 11.51 |
| 25 | 7.37 | 11.83 |
| 26 | 7.57 | 11.95 |
| 27 | 7.97 | 12.15 |
| 28 | 8.2 | 12.2 |
| 29 | 8.37 | 12.21 |
| 30 | 8.5 | 12.22 |
| 31 | 9.04 | 12.46 |
| 32 | 9.57 | 12.7 |
| 33 | 10.11 | 12.82 |
| 34 | 11.44 | 12.79 |
| 35 | 11.59 | 12.64 |
| 36 | 11.79 | 12.64 |
| 37 | 11.94 | 12.79 |
| 38 | 12.19 | 12.79 |
| 39 | 12.56 | 13.43 |
| 40 | 12.79 | 13.43 |
| 41 | 13.19 | 13.46 |
| 42 | 13.29 | 13.47 |
| 43 | 13.34 | 13.47 |
| 44 | 13.47 | 13.48 |
| 45 | 13.82 | 13.49 |
| 46 | 14.35 | 13.52 |
| 47 | 14.87 | 13.65 |

Coefficienti parziali azioni

| | | |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |

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 (kN/m ²) | Coesione non drenata (kN/m ²) | Angolo resistenza al taglio (°) | Peso unità di volume (t/m ³) | Peso saturo (t/m ³) | Litologia |
|--------|----------------------------------|---|--|--|------------------------------------|-----------|
| 1 | 10 | | 25 | 1.8 | 1.9 | |
| 2 | 90 | | 38 | 2.2 | 2.2 | |

Carichi distribuiti

| N° | xi (m) | yi (m) | xf (m) | yf (m) | Carico esterno (kN/m ²) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1 | 7.44 | 12.87 | 11.44 | 12.79 | 20 |

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

| | |
|----------------------------|---------|
| Fs minimo individuato | 1.85 |
| Ascissa centro superficie | 3.51 m |
| Ordinata centro superficie | 18.79 m |
| Raggio superficie | 7.85 m |

Numero di superfici esaminate....(194)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|-----|------|-----|------|
| 1 | 2.5 | 15.6 | 5.4 | 2.46 |
| 2 | 2.8 | 15.9 | 5.3 | 2.67 |
| 3 | 3.2 | 15.6 | 4.8 | 3.38 |
| 4 | 3.5 | 15.9 | 5.1 | 2.25 |
| 5 | 3.8 | 15.6 | 4.5 | 3.28 |
| 6 | 4.2 | 15.9 | 4.9 | 1.95 |
| 7 | 4.5 | 15.6 | 4.2 | 2.53 |
| 8 | 4.8 | 15.9 | 4.5 | 2.02 |
| 9 | 5.2 | 15.6 | 4.2 | 1.89 |
| 10 | 5.5 | 15.9 | 4.4 | 1.92 |
| 11 | 5.8 | 15.6 | 3.6 | 2.50 |
| 12 | 6.2 | 15.9 | 3.6 | 2.85 |
| 13 | 6.5 | 15.6 | 3.5 | 2.58 |
| 14 | 6.8 | 15.9 | 4.0 | 5.41 |
| 15 | 7.2 | 15.6 | 7.2 | 8.49 |
| 16 | 7.5 | 15.9 | 3.4 | 4.65 |
| 17 | 7.8 | 15.6 | 3.3 | 5.17 |
| 18 | 2.2 | 16.5 | 6.1 | 3.07 |
| 19 | 2.5 | 16.2 | 5.9 | 2.31 |
| 20 | 2.8 | 16.5 | 5.9 | 2.61 |
| 21 | 3.2 | 16.2 | 5.3 | 3.08 |

| | | | | |
|----|-----|------|-----|-------|
| 22 | 3.5 | 16.5 | 5.6 | 2.12 |
| 23 | 3.8 | 16.2 | 5.0 | 2.59 |
| 24 | 4.2 | 16.5 | 5.1 | 2.47 |
| 25 | 4.5 | 16.2 | 5.1 | 2.74 |
| 26 | 4.8 | 16.5 | 5.1 | 1.96 |
| 27 | 5.2 | 16.2 | 4.4 | 2.28 |
| 28 | 5.5 | 16.5 | 4.4 | 2.99 |
| 29 | 5.8 | 16.2 | 4.3 | 2.22 |
| 30 | 6.2 | 16.5 | 4.3 | 2.81 |
| 31 | 6.5 | 16.2 | 4.2 | 2.55 |
| 32 | 6.8 | 16.5 | 4.6 | 8.03 |
| 33 | 7.2 | 16.2 | 3.6 | 4.60 |
| 34 | 7.5 | 16.5 | 4.0 | 4.77 |
| 35 | 7.8 | 16.2 | 3.8 | 5.41 |
| 36 | 2.2 | 17.0 | 6.6 | 2.88 |
| 37 | 2.5 | 16.8 | 6.4 | 2.10 |
| 38 | 2.8 | 17.0 | 6.2 | 3.19 |
| 39 | 3.2 | 16.8 | 6.1 | 2.29 |
| 40 | 3.5 | 17.0 | 6.3 | 3.10 |
| 41 | 3.8 | 16.8 | 5.7 | 2.07 |
| 42 | 4.2 | 17.0 | 5.8 | 2.09 |
| 43 | 4.5 | 16.8 | 5.1 | 2.78 |
| 44 | 4.8 | 17.0 | 5.8 | 2.74 |
| 45 | 5.2 | 16.8 | 5.1 | 2.17 |
| 46 | 5.5 | 17.0 | 5.1 | 2.52 |
| 47 | 5.8 | 16.8 | 5.0 | 2.18 |
| 48 | 6.2 | 17.0 | 5.0 | 2.57 |
| 49 | 6.5 | 16.8 | 4.8 | 2.59 |
| 50 | 6.8 | 17.0 | 7.0 | 9.18 |
| 51 | 7.2 | 16.8 | 4.3 | 4.47 |
| 52 | 7.5 | 17.0 | 5.7 | 11.60 |
| 53 | 7.8 | 16.8 | 6.9 | 11.13 |
| 54 | 2.2 | 17.6 | 7.0 | 3.56 |
| 55 | 2.5 | 17.3 | 6.8 | 2.31 |
| 56 | 2.8 | 17.6 | 7.0 | 1.91 |
| 57 | 3.2 | 17.3 | 6.4 | 2.49 |
| 58 | 3.5 | 17.6 | 6.5 | 2.21 |
| 59 | 3.8 | 17.3 | 6.4 | 3.27 |
| 60 | 4.2 | 17.6 | 6.6 | 3.24 |
| 61 | 4.5 | 17.3 | 5.8 | 2.17 |
| 62 | 4.8 | 17.6 | 5.9 | 2.31 |
| 63 | 5.2 | 17.3 | 5.9 | 2.00 |
| 64 | 5.5 | 17.6 | 6.0 | 2.18 |
| 65 | 5.8 | 17.3 | 5.1 | 3.19 |
| 66 | 6.2 | 17.6 | 5.9 | 4.71 |
| 67 | 6.5 | 17.3 | 8.3 | 7.93 |
| 68 | 6.8 | 17.6 | 5.4 | 3.30 |
| 69 | 7.2 | 17.3 | 5.2 | 3.50 |
| 70 | 7.5 | 17.6 | 5.3 | 4.77 |
| 71 | 7.8 | 17.3 | 7.2 | 11.83 |
| 72 | 2.2 | 18.2 | 7.9 | 2.91 |
| 73 | 2.5 | 17.9 | 7.2 | 2.75 |
| 74 | 2.8 | 18.2 | 7.4 | 2.15 |
| 75 | 3.2 | 17.9 | 7.3 | 3.57 |
| 76 | 3.5 | 18.2 | 6.8 | 3.38 |
| 77 | 3.8 | 17.9 | 6.7 | 2.10 |
| 78 | 4.2 | 18.2 | 6.8 | 2.08 |

| | | | | |
|-----|-----|------|-----|-------|
| 79 | 4.5 | 17.9 | 6.8 | 5.76 |
| 80 | 4.8 | 18.2 | 6.9 | 4.67 |
| 81 | 5.2 | 17.9 | 6.0 | 2.54 |
| 82 | 5.5 | 18.2 | 6.1 | 2.90 |
| 83 | 5.8 | 17.9 | 6.0 | 2.45 |
| 84 | 6.2 | 18.2 | 5.9 | 3.22 |
| 85 | 6.5 | 17.9 | 5.7 | 3.21 |
| 86 | 6.8 | 18.2 | 5.8 | 4.19 |
| 87 | 7.2 | 17.9 | 5.5 | 4.39 |
| 88 | 7.5 | 18.2 | 5.6 | 6.99 |
| 89 | 7.8 | 17.9 | 5.4 | 8.04 |
| 90 | 1.8 | 18.5 | 8.1 | 2.43 |
| 91 | 2.5 | 18.5 | 7.5 | 3.70 |
| 92 | 2.8 | 18.8 | 7.8 | 2.54 |
| 93 | 3.2 | 18.5 | 7.6 | 1.93 |
| 94 | 3.5 | 18.8 | 7.8 | 1.85 |
| 95 | 3.8 | 18.5 | 6.9 | 2.91 |
| 96 | 4.2 | 18.8 | 7.1 | 2.74 |
| 97 | 4.5 | 18.5 | 7.0 | 2.13 |
| 98 | 4.8 | 18.8 | 7.2 | 2.23 |
| 99 | 5.2 | 18.5 | 7.1 | 5.33 |
| 100 | 5.5 | 18.8 | 7.3 | 6.66 |
| 101 | 5.8 | 18.5 | 6.2 | 3.42 |
| 102 | 6.2 | 18.8 | 9.1 | 8.16 |
| 103 | 6.5 | 18.5 | 6.0 | 4.19 |
| 104 | 6.8 | 18.8 | 8.7 | 9.52 |
| 105 | 7.2 | 18.5 | 5.9 | 6.50 |
| 106 | 7.5 | 18.8 | 8.2 | 12.37 |
| 107 | 7.8 | 18.5 | 7.8 | 13.68 |
| 108 | 1.2 | 19.1 | 8.5 | 7.18 |
| 109 | 1.5 | 19.4 | 8.8 | 3.77 |
| 110 | 2.2 | 19.4 | 8.9 | 1.94 |
| 111 | 2.5 | 19.1 | 8.7 | 3.97 |
| 112 | 2.8 | 19.4 | 8.1 | 3.36 |
| 113 | 3.2 | 19.1 | 8.0 | 2.18 |
| 114 | 3.5 | 19.4 | 8.2 | 2.05 |
| 115 | 3.8 | 19.1 | 8.1 | 5.09 |
| 116 | 4.2 | 19.4 | 8.3 | 6.29 |
| 117 | 4.5 | 19.1 | 7.2 | 2.74 |
| 118 | 4.8 | 19.4 | 7.4 | 2.84 |
| 119 | 5.2 | 19.1 | 7.3 | 2.36 |
| 120 | 5.5 | 19.4 | 7.7 | 4.77 |
| 121 | 5.8 | 19.1 | 8.5 | 7.77 |
| 122 | 6.2 | 19.4 | 9.5 | 8.64 |
| 123 | 6.5 | 19.1 | 8.2 | 9.28 |
| 124 | 6.8 | 19.4 | 7.3 | 10.16 |
| 125 | 7.2 | 19.1 | 8.6 | 11.27 |
| 126 | 7.5 | 19.4 | 7.1 | 11.59 |
| 127 | 7.8 | 19.1 | 8.2 | 14.86 |
| 128 | 1.2 | 19.7 | 9.0 | 7.32 |
| 129 | 1.5 | 20.0 | 9.3 | 4.41 |
| 130 | 2.2 | 20.0 | 9.3 | 1.99 |
| 131 | 2.5 | 19.7 | 9.1 | 3.25 |
| 132 | 2.8 | 20.0 | 9.4 | 5.82 |
| 133 | 3.2 | 19.7 | 8.3 | 2.61 |
| 134 | 3.5 | 20.0 | 8.6 | 2.35 |
| 135 | 3.8 | 19.7 | 8.4 | 2.01 |

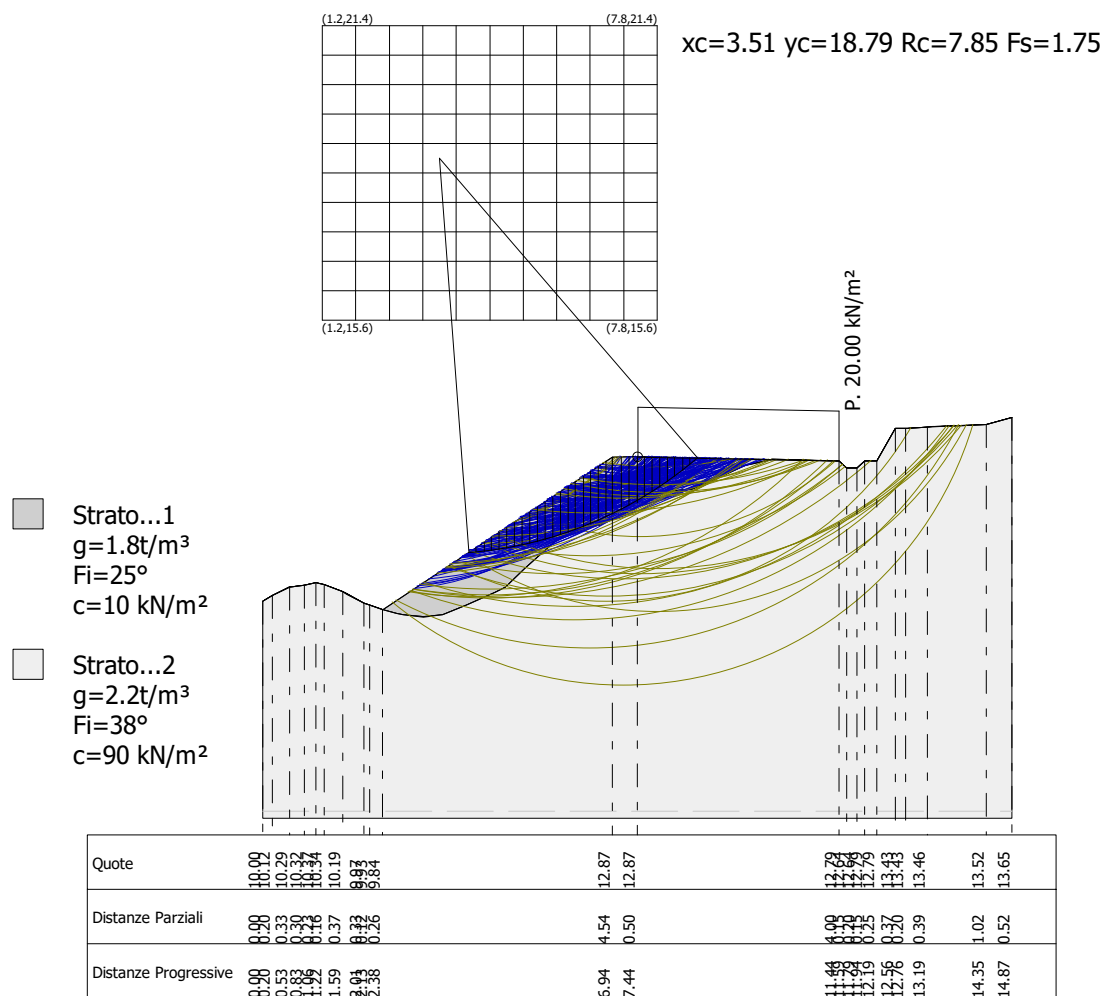
| | | | | |
|-----|-----|------|------|-------|
| 136 | 4.2 | 20.0 | 8.7 | 2.03 |
| 137 | 4.5 | 19.7 | 9.6 | 6.54 |
| 138 | 4.8 | 20.0 | 7.9 | 3.15 |
| 139 | 5.2 | 19.7 | 7.8 | 2.53 |
| 140 | 5.5 | 20.0 | 8.2 | 2.53 |
| 141 | 5.8 | 19.7 | 7.9 | 4.66 |
| 142 | 6.2 | 20.0 | 7.9 | 3.05 |
| 143 | 6.5 | 19.7 | 7.6 | 4.21 |
| 144 | 6.8 | 20.0 | 7.7 | 4.01 |
| 145 | 7.2 | 19.7 | 7.4 | 6.43 |
| 146 | 7.5 | 20.0 | 7.5 | 6.34 |
| 147 | 7.8 | 19.7 | 7.2 | 7.65 |
| 148 | 1.2 | 20.3 | 9.5 | 7.71 |
| 149 | 2.5 | 20.3 | 9.6 | 2.44 |
| 150 | 2.8 | 20.5 | 9.9 | 5.79 |
| 151 | 3.2 | 20.3 | 8.7 | 3.57 |
| 152 | 3.5 | 20.5 | 8.9 | 2.91 |
| 153 | 3.8 | 20.3 | 8.8 | 2.26 |
| 154 | 4.2 | 20.5 | 9.1 | 2.13 |
| 155 | 4.5 | 20.3 | 10.1 | 6.72 |
| 156 | 4.8 | 20.5 | 8.4 | 3.53 |
| 157 | 5.2 | 20.3 | 8.3 | 2.72 |
| 158 | 5.5 | 20.5 | 8.5 | 2.87 |
| 159 | 5.8 | 20.3 | 8.2 | 2.94 |
| 160 | 6.2 | 20.5 | 8.3 | 3.56 |
| 161 | 6.5 | 20.3 | 8.0 | 3.74 |
| 162 | 6.8 | 20.5 | 8.1 | 4.97 |
| 163 | 7.2 | 20.3 | 7.8 | 5.52 |
| 164 | 7.5 | 20.5 | 7.9 | 9.71 |
| 165 | 7.8 | 20.3 | 7.6 | 13.06 |
| 166 | 1.5 | 21.1 | 10.2 | 4.72 |
| 167 | 1.8 | 20.8 | 10.0 | 2.62 |
| 168 | 2.2 | 21.1 | 10.3 | 2.15 |
| 169 | 2.5 | 20.8 | 10.1 | 1.89 |
| 170 | 3.2 | 20.8 | 10.2 | 6.32 |
| 171 | 3.5 | 21.1 | 9.4 | 3.24 |
| 172 | 3.8 | 20.8 | 9.3 | 2.40 |
| 173 | 4.2 | 21.1 | 9.7 | 2.21 |
| 174 | 4.5 | 20.8 | 9.5 | 6.67 |
| 175 | 4.8 | 21.1 | 11.0 | 7.33 |
| 176 | 5.2 | 20.8 | 8.8 | 2.94 |
| 177 | 5.5 | 21.1 | 8.9 | 3.40 |
| 178 | 5.8 | 20.8 | 8.6 | 3.44 |
| 179 | 6.2 | 21.1 | 8.7 | 4.41 |
| 180 | 6.5 | 20.8 | 8.4 | 4.62 |
| 181 | 6.8 | 21.1 | 8.5 | 7.03 |
| 182 | 7.2 | 20.8 | 8.2 | 7.99 |
| 183 | 7.5 | 21.1 | 9.0 | 16.33 |
| 184 | 7.8 | 20.8 | 9.4 | 18.66 |
| 185 | 1.8 | 21.4 | 10.5 | 2.74 |
| 186 | 2.5 | 21.4 | 10.5 | 1.97 |
| 187 | 3.2 | 21.4 | 10.7 | 6.49 |
| 188 | 3.8 | 21.4 | 9.8 | 2.49 |
| 189 | 4.5 | 21.4 | 11.2 | 6.86 |
| 190 | 5.2 | 21.4 | 9.2 | 3.44 |
| 191 | 5.8 | 21.4 | 9.0 | 4.33 |
| 192 | 6.5 | 21.4 | 9.7 | 11.74 |

| | | | | |
|-----|-----|------|-----|-------|
| 193 | 7.2 | 21.4 | 9.4 | 14.59 |
| 194 | 7.8 | 21.4 | 9.1 | 18.44 |

Indice

| | |
|--|---|
| 1.Dati generali | 1 |
| 2.Vertici profilo | 2 |
| 3.Vertici strato1 | 2 |
| 4.Coefficienti parziali azioni | 3 |
| 5.Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno | 3 |
| 6.Stratigrafia | 3 |
| 7.Risultati analisi pendio [NTC 2018] | 3 |
| Indice | 8 |

VERIFICA ANALITICA DI STABILITA'
IN CONDIZIONI SISMICHE
SEZIONE C2_15



Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)

| | |
|---|---------------------|
| Lat./Long. | 43.975244/11.586296 |
| Calcolo eseguito secondo | NTC 2018 |
| Numero di strati | 2.0 |
| Numero dei conci | 30.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.0 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.2 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| Analisi | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare | |

Maglia dei Centri

| | |
|--|---------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 1.18 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 15.58 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 7.83 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 21.42 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: | B |
| Categoria topografica: | T2 |

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O. | 30.0 | 0.68 | 2.41 | 0.26 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.85 | 2.41 | 0.27 |
| S.L.V. | 475.0 | 2.04 | 2.4 | 0.3 |
| S.L.C. | 975.0 | 2.55 | 2.44 | 0.31 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

| | |
|--------|-----------|
| Opera: | Classe II |
|--------|-----------|

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [-] | kh [-] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O. | 0.9792 | 1.0 | 0.0999 | 0.0499 |
| S.L.D. | 1.224 | 0.47 | 0.0587 | 0.0293 |
| S.L.V. | 2.9376 | 0.38 | 0.1138 | 0.0569 |
| S.L.C. | 3.5074 | 1.0 | 0.3577 | 0.1788 |

| | |
|---|--------|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.1138 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.0569 |

Vertici profilo

| Nr | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.2 | 10.12 |
| 3 | 0.53 | 10.29 |
| 4 | 0.83 | 10.32 |
| 5 | 1.06 | 10.37 |
| 6 | 1.22 | 10.34 |
| 7 | 1.59 | 10.19 |
| 8 | 1.67 | 10.15 |
| 9 | 2.01 | 9.97 |
| 10 | 2.13 | 9.93 |
| 11 | 2.38 | 9.84 |
| 12 | 2.4 | 9.84 |
| 13 | 6.94 | 12.87 |
| 14 | 7.44 | 12.87 |
| 15 | 11.44 | 12.79 |
| 16 | 11.59 | 12.64 |
| 17 | 11.79 | 12.64 |
| 18 | 11.94 | 12.79 |
| 19 | 12.19 | 12.79 |
| 20 | 12.56 | 13.43 |
| 21 | 12.76 | 13.43 |
| 22 | 12.79 | 13.43 |
| 23 | 13.19 | 13.46 |
| 24 | 13.29 | 13.47 |
| 25 | 13.34 | 13.47 |
| 26 | 14.35 | 13.52 |
| 27 | 14.87 | 13.65 |

Vertici strato1

| N | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.2 | 10.12 |
| 3 | 0.53 | 10.29 |
| 4 | 0.83 | 10.32 |
| 5 | 1.06 | 10.37 |
| 6 | 1.22 | 10.34 |
| 7 | 1.59 | 10.19 |
| 8 | 1.67 | 10.15 |
| 9 | 2.01 | 9.97 |
| 10 | 2.13 | 9.93 |
| 11 | 2.38 | 9.84 |
| 12 | 2.66 | 9.77 |
| 13 | 2.79 | 9.74 |
| 14 | 3.19 | 9.7 |
| 15 | 3.57 | 9.74 |
| 16 | 4.04 | 9.93 |
| 17 | 4.62 | 10.19 |
| 18 | 4.82 | 10.28 |
| 19 | 5.2 | 10.65 |
| 20 | 5.79 | 11.18 |
| 21 | 5.91 | 11.26 |
| 22 | 6.1 | 11.36 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 23 | 6.38 | 11.46 |
| 24 | 6.69 | 11.51 |
| 25 | 7.37 | 11.83 |
| 26 | 7.57 | 11.95 |
| 27 | 7.97 | 12.15 |
| 28 | 8.2 | 12.2 |
| 29 | 8.37 | 12.21 |
| 30 | 8.5 | 12.22 |
| 31 | 9.04 | 12.46 |
| 32 | 9.57 | 12.7 |
| 33 | 10.11 | 12.82 |
| 34 | 11.44 | 12.79 |
| 35 | 11.59 | 12.64 |
| 36 | 11.79 | 12.64 |
| 37 | 11.94 | 12.79 |
| 38 | 12.19 | 12.79 |
| 39 | 12.56 | 13.43 |
| 40 | 12.79 | 13.43 |
| 41 | 13.19 | 13.46 |
| 42 | 13.29 | 13.47 |
| 43 | 13.34 | 13.47 |
| 44 | 13.47 | 13.48 |
| 45 | 13.82 | 13.49 |
| 46 | 14.35 | 13.52 |
| 47 | 14.87 | 13.65 |

Coefficienti parziali azioni

| | | |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| | |
|---|-----|
| Tangente angolo di resistenza al taglio | 1.0 |
| Coesione efficace | 1.0 |
| Coesione non drenata | 1.0 |
| Riduzione parametri geotecnici terreno | Si |

Stratigrafia

| Strato | Coesione (kN/m ²) | Coesione non drenata (kN/m ²) | Angolo resistenza al taglio (°) | Peso unità di volume (t/m ³) | Peso saturo (t/m ³) | Litologia |
|--------|----------------------------------|---|--|--|------------------------------------|-----------|
| 1 | 10 | | 25 | 1.8 | 1.9 | |
| 2 | 90 | | 38 | 2.2 | 2.2 | |

Carichi distribuiti

| N° | xi (m) | yi (m) | xf (m) | yf (m) | Carico esterno (kN/m ²) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1 | 7.44 | 12.87 | 11.44 | 12.79 | 20 |

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

| | |
|-----------------------|------|
| Fs minimo individuato | 1.75 |
|-----------------------|------|

| | |
|----------------------------|---------|
| Ascissa centro superficie | 3.51 m |
| Ordinata centro superficie | 18.79 m |
| Raggio superficie | 7.85 m |

Numero di superfici esaminate....(194)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|-----|------|-----|------|
| 1 | 2.5 | 15.6 | 5.4 | 2.45 |
| 2 | 2.8 | 15.9 | 5.3 | 2.66 |
| 3 | 3.2 | 15.6 | 4.8 | 3.40 |
| 4 | 3.5 | 15.9 | 5.1 | 2.21 |
| 5 | 3.8 | 15.6 | 4.5 | 3.21 |
| 6 | 4.2 | 15.9 | 4.9 | 1.91 |
| 7 | 4.5 | 15.6 | 4.2 | 2.48 |
| 8 | 4.8 | 15.9 | 4.5 | 1.95 |
| 9 | 5.2 | 15.6 | 4.2 | 1.81 |
| 10 | 5.5 | 15.9 | 4.4 | 1.80 |
| 11 | 5.8 | 15.6 | 3.6 | 2.35 |
| 12 | 6.2 | 15.9 | 3.6 | 2.58 |
| 13 | 6.5 | 15.6 | 3.5 | 2.29 |
| 14 | 6.8 | 15.9 | 4.0 | 4.65 |
| 15 | 7.2 | 15.6 | 7.2 | 7.20 |
| 16 | 7.5 | 15.9 | 3.4 | 3.27 |
| 17 | 7.8 | 15.6 | 3.3 | 3.42 |
| 18 | 2.2 | 16.5 | 6.1 | 3.08 |
| 19 | 2.5 | 16.2 | 5.9 | 2.29 |
| 20 | 2.8 | 16.5 | 5.9 | 2.57 |
| 21 | 3.2 | 16.2 | 5.3 | 3.07 |
| 22 | 3.5 | 16.5 | 5.6 | 2.08 |
| 23 | 3.8 | 16.2 | 5.0 | 2.55 |
| 24 | 4.2 | 16.5 | 5.1 | 2.41 |
| 25 | 4.5 | 16.2 | 5.1 | 2.67 |
| 26 | 4.8 | 16.5 | 5.1 | 1.87 |
| 27 | 5.2 | 16.2 | 4.4 | 2.18 |
| 28 | 5.5 | 16.5 | 4.4 | 2.79 |
| 29 | 5.8 | 16.2 | 4.3 | 2.03 |
| 30 | 6.2 | 16.5 | 4.3 | 2.48 |
| 31 | 6.5 | 16.2 | 4.2 | 2.21 |
| 32 | 6.8 | 16.5 | 4.6 | 6.78 |
| 33 | 7.2 | 16.2 | 3.6 | 3.37 |
| 34 | 7.5 | 16.5 | 4.0 | 3.28 |
| 35 | 7.8 | 16.2 | 3.8 | 3.47 |
| 36 | 2.2 | 17.0 | 6.6 | 2.87 |
| 37 | 2.5 | 16.8 | 6.4 | 2.07 |
| 38 | 2.8 | 17.0 | 6.2 | 3.14 |
| 39 | 3.2 | 16.8 | 6.1 | 2.26 |
| 40 | 3.5 | 17.0 | 6.3 | 3.05 |
| 41 | 3.8 | 16.8 | 5.7 | 2.02 |
| 42 | 4.2 | 17.0 | 5.8 | 2.02 |
| 43 | 4.5 | 16.8 | 5.1 | 2.70 |
| 44 | 4.8 | 17.0 | 5.8 | 2.58 |
| 45 | 5.2 | 16.8 | 5.1 | 2.03 |
| 46 | 5.5 | 17.0 | 5.1 | 2.30 |
| 47 | 5.8 | 16.8 | 5.0 | 1.96 |
| 48 | 6.2 | 17.0 | 5.0 | 2.23 |

| | | | | |
|-----|-----|------|-----|------|
| 49 | 6.5 | 16.8 | 4.8 | 2.20 |
| 50 | 6.8 | 17.0 | 7.0 | 7.66 |
| 51 | 7.2 | 16.8 | 4.3 | 3.24 |
| 52 | 7.5 | 17.0 | 5.7 | 9.21 |
| 53 | 7.8 | 16.8 | 6.9 | 8.67 |
| 54 | 2.2 | 17.6 | 7.0 | 3.56 |
| 55 | 2.5 | 17.3 | 6.8 | 2.28 |
| 56 | 2.8 | 17.6 | 7.0 | 1.87 |
| 57 | 3.2 | 17.3 | 6.4 | 2.45 |
| 58 | 3.5 | 17.6 | 6.5 | 2.15 |
| 59 | 3.8 | 17.3 | 6.4 | 3.18 |
| 60 | 4.2 | 17.6 | 6.6 | 3.11 |
| 61 | 4.5 | 17.3 | 5.8 | 2.06 |
| 62 | 4.8 | 17.6 | 5.9 | 2.15 |
| 63 | 5.2 | 17.3 | 5.9 | 1.83 |
| 64 | 5.5 | 17.6 | 6.0 | 1.96 |
| 65 | 5.8 | 17.3 | 5.1 | 2.81 |
| 66 | 6.2 | 17.6 | 5.9 | 4.07 |
| 67 | 6.5 | 17.3 | 8.3 | 6.75 |
| 68 | 6.8 | 17.6 | 5.4 | 2.59 |
| 69 | 7.2 | 17.3 | 5.2 | 2.66 |
| 70 | 7.5 | 17.6 | 5.3 | 3.22 |
| 71 | 7.8 | 17.3 | 5.0 | 7.58 |
| 72 | 2.2 | 18.2 | 7.9 | 2.88 |
| 73 | 2.5 | 17.9 | 7.2 | 2.71 |
| 74 | 2.8 | 18.2 | 7.4 | 2.10 |
| 75 | 3.2 | 17.9 | 7.3 | 3.51 |
| 76 | 3.5 | 18.2 | 6.8 | 3.29 |
| 77 | 3.8 | 17.9 | 6.7 | 2.01 |
| 78 | 4.2 | 18.2 | 6.8 | 1.96 |
| 79 | 4.5 | 17.9 | 6.8 | 5.47 |
| 80 | 4.8 | 18.2 | 6.9 | 4.33 |
| 81 | 5.2 | 17.9 | 6.0 | 2.31 |
| 82 | 5.5 | 18.2 | 6.1 | 2.56 |
| 83 | 5.8 | 17.9 | 6.0 | 2.13 |
| 84 | 6.2 | 18.2 | 5.9 | 2.66 |
| 85 | 6.5 | 17.9 | 5.7 | 2.59 |
| 86 | 6.8 | 18.2 | 5.8 | 3.10 |
| 87 | 7.2 | 17.9 | 5.5 | 3.11 |
| 88 | 7.5 | 18.2 | 5.6 | 4.06 |
| 89 | 7.8 | 17.9 | 5.4 | 4.23 |
| 90 | 1.8 | 18.5 | 8.1 | 2.40 |
| 91 | 2.5 | 18.5 | 7.5 | 3.64 |
| 92 | 2.8 | 18.8 | 7.8 | 2.48 |
| 93 | 3.2 | 18.5 | 7.6 | 1.85 |
| 94 | 3.5 | 18.8 | 7.8 | 1.75 |
| 95 | 3.8 | 18.5 | 6.9 | 2.79 |
| 96 | 4.2 | 18.8 | 7.1 | 2.58 |
| 97 | 4.5 | 18.5 | 7.0 | 1.97 |
| 98 | 4.8 | 18.8 | 7.2 | 2.01 |
| 99 | 5.2 | 18.5 | 7.1 | 4.84 |
| 100 | 5.5 | 18.8 | 7.3 | 5.91 |
| 101 | 5.8 | 18.5 | 6.2 | 2.88 |
| 102 | 6.2 | 18.8 | 9.1 | 6.91 |
| 103 | 6.5 | 18.5 | 6.0 | 3.21 |
| 104 | 6.8 | 18.8 | 8.7 | 7.73 |
| 105 | 7.2 | 18.5 | 5.9 | 4.06 |

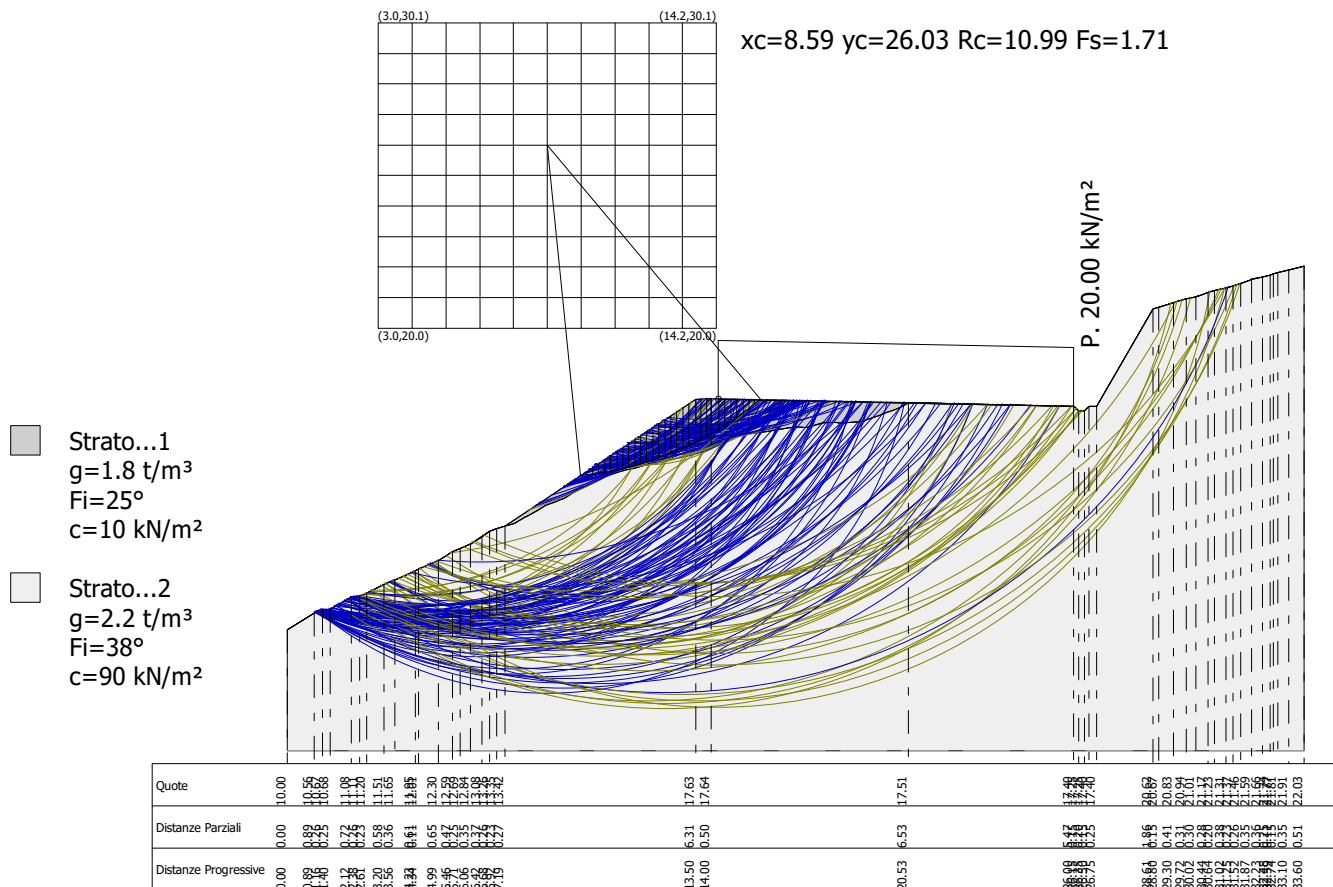
| | | | | |
|-----|-----|------|------|-------|
| 106 | 7.5 | 18.8 | 8.2 | 9.45 |
| 107 | 7.8 | 18.5 | 7.8 | 10.12 |
| 108 | 1.2 | 19.1 | 8.5 | 7.31 |
| 109 | 1.5 | 19.4 | 8.8 | 3.74 |
| 110 | 2.2 | 19.4 | 8.9 | 1.88 |
| 111 | 2.5 | 19.1 | 8.7 | 3.89 |
| 112 | 2.8 | 19.4 | 8.1 | 3.27 |
| 113 | 3.2 | 19.1 | 8.0 | 2.10 |
| 114 | 3.5 | 19.4 | 8.2 | 1.93 |
| 115 | 3.8 | 19.1 | 8.1 | 4.84 |
| 116 | 4.2 | 19.4 | 9.3 | 5.84 |
| 117 | 4.5 | 19.1 | 7.2 | 2.52 |
| 118 | 4.8 | 19.4 | 7.4 | 2.55 |
| 119 | 5.2 | 19.1 | 7.3 | 2.09 |
| 120 | 5.5 | 19.4 | 7.7 | 4.15 |
| 121 | 5.8 | 19.1 | 8.5 | 6.74 |
| 122 | 6.2 | 19.4 | 9.5 | 7.25 |
| 123 | 6.5 | 19.1 | 8.2 | 7.69 |
| 124 | 6.8 | 19.4 | 7.3 | 7.79 |
| 125 | 7.2 | 19.1 | 8.6 | 8.85 |
| 126 | 7.5 | 19.4 | 7.1 | 7.65 |
| 127 | 7.8 | 19.1 | 6.8 | 9.64 |
| 128 | 1.2 | 19.7 | 9.0 | 7.43 |
| 129 | 1.5 | 20.0 | 9.3 | 4.34 |
| 130 | 2.2 | 20.0 | 9.3 | 1.92 |
| 131 | 2.5 | 19.7 | 9.1 | 3.16 |
| 132 | 2.8 | 20.0 | 9.4 | 5.60 |
| 133 | 3.2 | 19.7 | 8.3 | 2.50 |
| 134 | 3.5 | 20.0 | 8.6 | 2.21 |
| 135 | 3.8 | 19.7 | 8.4 | 1.86 |
| 136 | 4.2 | 20.0 | 8.7 | 1.84 |
| 137 | 4.5 | 19.7 | 9.6 | 5.94 |
| 138 | 4.8 | 20.0 | 7.9 | 2.78 |
| 139 | 5.2 | 19.7 | 7.8 | 2.20 |
| 140 | 5.5 | 20.0 | 8.2 | 2.14 |
| 141 | 5.8 | 19.7 | 7.9 | 3.92 |
| 142 | 6.2 | 20.0 | 7.9 | 2.43 |
| 143 | 6.5 | 19.7 | 7.6 | 3.28 |
| 144 | 6.8 | 20.0 | 7.7 | 2.89 |
| 145 | 7.2 | 19.7 | 7.4 | 4.47 |
| 146 | 7.5 | 20.0 | 7.5 | 3.74 |
| 147 | 7.8 | 19.7 | 7.2 | 4.05 |
| 148 | 1.2 | 20.3 | 9.5 | 7.80 |
| 149 | 2.5 | 20.3 | 9.6 | 2.34 |
| 150 | 2.8 | 20.5 | 9.9 | 5.54 |
| 151 | 3.2 | 20.3 | 8.7 | 3.41 |
| 152 | 3.5 | 20.5 | 8.9 | 2.72 |
| 153 | 3.8 | 20.3 | 8.8 | 2.09 |
| 154 | 4.2 | 20.5 | 9.1 | 1.91 |
| 155 | 4.5 | 20.3 | 10.1 | 6.05 |
| 156 | 4.8 | 20.5 | 8.4 | 3.07 |
| 157 | 5.2 | 20.3 | 8.3 | 2.34 |
| 158 | 5.5 | 20.5 | 8.5 | 2.39 |
| 159 | 5.8 | 20.3 | 8.2 | 2.39 |
| 160 | 6.2 | 20.5 | 8.3 | 2.75 |
| 161 | 6.5 | 20.3 | 8.0 | 2.80 |
| 162 | 6.8 | 20.5 | 8.1 | 3.37 |

| | | | | |
|-----|-----|------|------|-------|
| 163 | 7.2 | 20.3 | 7.8 | 3.52 |
| 164 | 7.5 | 20.5 | 7.9 | 4.73 |
| 165 | 7.8 | 20.3 | 7.6 | 5.19 |
| 166 | 1.5 | 21.1 | 10.2 | 4.63 |
| 167 | 1.8 | 20.8 | 10.0 | 2.54 |
| 168 | 2.2 | 21.1 | 10.3 | 2.05 |
| 169 | 2.5 | 20.8 | 10.1 | 1.78 |
| 170 | 3.2 | 20.8 | 10.2 | 5.94 |
| 171 | 3.5 | 21.1 | 9.4 | 3.00 |
| 172 | 3.8 | 20.8 | 9.3 | 2.19 |
| 173 | 4.2 | 21.1 | 9.7 | 1.97 |
| 174 | 4.5 | 20.8 | 9.5 | 5.99 |
| 175 | 4.8 | 21.1 | 11.0 | 6.37 |
| 176 | 5.2 | 20.8 | 8.8 | 2.49 |
| 177 | 5.5 | 21.1 | 8.9 | 2.76 |
| 178 | 5.8 | 20.8 | 8.6 | 2.73 |
| 179 | 6.2 | 21.1 | 8.7 | 3.26 |
| 180 | 6.5 | 20.8 | 8.4 | 3.28 |
| 181 | 6.8 | 21.1 | 8.5 | 4.29 |
| 182 | 7.2 | 20.8 | 8.2 | 4.44 |
| 183 | 7.5 | 21.1 | 9.0 | 10.88 |
| 184 | 7.8 | 20.8 | 8.7 | 12.18 |
| 185 | 1.8 | 21.4 | 10.5 | 2.65 |
| 186 | 2.5 | 21.4 | 10.5 | 1.85 |
| 187 | 3.2 | 21.4 | 10.7 | 6.06 |
| 188 | 3.8 | 21.4 | 9.8 | 2.25 |
| 189 | 4.5 | 21.4 | 11.2 | 6.07 |
| 190 | 5.2 | 21.4 | 9.2 | 2.85 |
| 191 | 5.8 | 21.4 | 9.0 | 3.31 |
| 192 | 6.5 | 21.4 | 9.7 | 9.13 |
| 193 | 7.2 | 21.4 | 9.4 | 10.25 |
| 194 | 7.8 | 21.4 | 9.1 | 10.62 |

Indice

| | |
|--|---|
| 1.Dati generali | 1 |
| 2.Vertici profilo | 2 |
| 3.Vertici strato1 | 2 |
| 4.Coefficienti parziali azioni | 3 |
| 5.Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno | 3 |
| 6.Stratigrafia | 3 |
| 7.Risultati analisi pendio [NTC 2018] | 3 |
| Indice | 8 |

VERIFICA ANALITICA DI STABILITA'
IN CONDIZIONI STATICHE
SEZIONE C2_18



Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)

| | |
|---|---------------------|
| Lat./Long. | 43.980687/11.574883 |
| Calcolo eseguito secondo | NTC 2018 |
| Numero di strati | 2.0 |
| Numero dei conci | 30.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.0 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| Analisi | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare | |

Maglia dei Centri

| | |
|--|---------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 3.01 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 19.97 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 14.18 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 30.07 m |
| Passo di ricerca | 10.0 |
| Numero di celle lungo x | 10.0 |
| Numero di celle lungo y | 10.0 |

Vertici profilo

| Nr | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.89 | 10.56 |
| 3 | 1.16 | 10.67 |
| 4 | 1.4 | 10.68 |
| 5 | 2.12 | 11.08 |
| 6 | 2.38 | 11.11 |
| 7 | 2.61 | 11.2 |
| 8 | 3.2 | 11.51 |
| 9 | 3.56 | 11.65 |
| 10 | 3.61 | 11.67 |
| 11 | 4.23 | 11.95 |
| 12 | 4.34 | 12.01 |
| 13 | 4.99 | 12.3 |
| 14 | 5.46 | 12.59 |
| 15 | 5.71 | 12.69 |
| 16 | 6.06 | 12.84 |
| 17 | 6.42 | 13.08 |
| 18 | 6.68 | 13.26 |
| 19 | 6.92 | 13.35 |
| 20 | 7.19 | 13.42 |
| 21 | 13.5 | 17.63 |
| 22 | 14.0 | 17.64 |
| 23 | 20.53 | 17.51 |
| 24 | 26.0 | 17.4 |
| 25 | 26.15 | 17.25 |
| 26 | 26.35 | 17.25 |
| 27 | 26.5 | 17.4 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 28 | 26.75 | 17.4 |
| 29 | 28.61 | 20.62 |
| 30 | 28.65 | 20.63 |
| 31 | 28.8 | 20.67 |
| 32 | 28.89 | 20.7 |
| 33 | 29.3 | 20.83 |
| 34 | 29.36 | 20.84 |
| 35 | 29.41 | 20.86 |
| 36 | 29.72 | 20.94 |
| 37 | 30.02 | 21.01 |
| 38 | 30.08 | 21.03 |
| 39 | 30.16 | 21.06 |
| 40 | 30.44 | 21.17 |
| 41 | 30.64 | 21.23 |
| 42 | 31.02 | 21.31 |
| 43 | 31.25 | 21.37 |
| 44 | 31.52 | 21.46 |
| 45 | 31.87 | 21.59 |
| 46 | 32.23 | 21.66 |
| 47 | 32.48 | 21.74 |
| 48 | 32.59 | 21.77 |
| 49 | 32.74 | 21.81 |
| 50 | 33.1 | 21.91 |
| 51 | 33.6 | 22.03 |

Vertici strato1

| N | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.89 | 10.56 |
| 3 | 1.16 | 10.67 |
| 4 | 1.4 | 10.68 |
| 5 | 2.12 | 11.08 |
| 6 | 2.38 | 11.11 |
| 7 | 2.61 | 11.2 |
| 8 | 3.2 | 11.51 |
| 9 | 3.56 | 11.65 |
| 10 | 3.61 | 11.67 |
| 11 | 4.23 | 11.95 |
| 12 | 4.34 | 12.01 |
| 13 | 4.99 | 12.3 |
| 14 | 5.46 | 12.59 |
| 15 | 5.71 | 12.69 |
| 16 | 6.06 | 12.84 |
| 17 | 6.06 | 12.84 |
| 18 | 6.42 | 13.08 |
| 19 | 6.68 | 13.26 |
| 20 | 6.92 | 13.35 |
| 21 | 7.19 | 13.42 |
| 22 | 7.5 | 13.51 |
| 23 | 7.78 | 13.68 |
| 24 | 7.86 | 13.73 |
| 25 | 7.91 | 13.75 |
| 26 | 8.24 | 13.94 |
| 27 | 8.53 | 14.11 |
| 28 | 8.64 | 14.15 |
| 29 | 8.93 | 14.26 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 30 | 8.96 | 14.27 |
| 31 | 9.14 | 14.35 |
| 32 | 9.65 | 14.66 |
| 33 | 9.76 | 14.71 |
| 34 | 10.01 | 14.81 |
| 35 | 10.14 | 14.88 |
| 36 | 10.36 | 14.99 |
| 37 | 10.51 | 15.06 |
| 38 | 10.72 | 15.16 |
| 39 | 10.98 | 15.23 |
| 40 | 11.22 | 15.29 |
| 41 | 11.44 | 15.33 |
| 42 | 11.6 | 15.39 |
| 43 | 12.16 | 15.56 |
| 44 | 12.21 | 15.59 |
| 45 | 12.53 | 15.72 |
| 46 | 12.66 | 15.77 |
| 47 | 12.83 | 15.84 |
| 48 | 12.94 | 15.89 |
| 49 | 13.23 | 15.98 |
| 50 | 13.44 | 16.05 |
| 51 | 13.59 | 16.07 |
| 52 | 13.8 | 16.19 |
| 53 | 13.95 | 16.26 |
| 54 | 14.05 | 16.29 |
| 55 | 14.09 | 16.29 |
| 56 | 14.67 | 16.36 |
| 57 | 14.67 | 16.36 |
| 58 | 15.03 | 16.45 |
| 59 | 15.28 | 16.5 |
| 60 | 15.38 | 16.51 |
| 61 | 15.53 | 16.52 |
| 62 | 15.74 | 16.54 |
| 63 | 15.9 | 16.57 |
| 64 | 16.39 | 16.66 |
| 65 | 16.51 | 16.68 |
| 66 | 16.82 | 16.7 |
| 67 | 17.13 | 16.7 |
| 68 | 17.18 | 16.7 |
| 69 | 17.25 | 16.72 |
| 70 | 17.74 | 16.85 |
| 71 | 18.11 | 16.86 |
| 72 | 18.25 | 16.85 |
| 73 | 18.35 | 16.85 |
| 74 | 18.61 | 16.86 |
| 75 | 18.97 | 16.89 |
| 76 | 19.58 | 17.1 |
| 77 | 19.69 | 17.14 |
| 78 | 19.83 | 17.19 |
| 79 | 19.91 | 17.22 |
| 80 | 20.04 | 17.27 |
| 81 | 20.2 | 17.32 |
| 82 | 20.4 | 17.44 |
| 83 | 20.53 | 17.51 |
| 84 | 26.0 | 17.4 |
| 85 | 26.15 | 17.25 |
| 86 | 26.35 | 17.25 |

| | | |
|-----|-------|-------|
| 87 | 26.5 | 17.39 |
| 88 | 26.75 | 17.4 |
| 89 | 28.61 | 20.62 |
| 90 | 28.89 | 20.7 |
| 91 | 29.3 | 20.83 |
| 92 | 29.36 | 20.84 |
| 93 | 29.41 | 20.86 |
| 94 | 29.72 | 20.94 |
| 95 | 30.02 | 21.01 |
| 96 | 30.08 | 21.03 |
| 97 | 30.16 | 21.06 |
| 98 | 30.44 | 21.17 |
| 99 | 30.64 | 21.23 |
| 100 | 31.02 | 21.31 |
| 101 | 31.25 | 21.37 |
| 102 | 31.52 | 21.46 |
| 103 | 31.87 | 21.59 |
| 104 | 31.88 | 21.59 |
| 105 | 32.23 | 21.66 |
| 106 | 32.48 | 21.74 |
| 107 | 32.59 | 21.77 |
| 108 | 32.74 | 21.81 |
| 109 | 33.1 | 21.91 |
| 110 | 33.6 | 22.03 |

Coefficienti parziali azioni

| | | |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |

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 (kN/m ²) | Coesione non drenata (kN/m ²) | Angolo resistenza al taglio (°) | Peso unità di volume (t/m ³) | Peso saturo (t/m ³) | Litologia |
|--------|----------------------------------|---|--|--|------------------------------------|-----------|
| 1 | 10 | | 25 | 1.8 | 1.9 | |
| 2 | 90 | | 38 | 2.2 | 2.2 | |

Carichi distribuiti

| N° | xi (m) | yi (m) | xf (m) | yf (m) | Carico esterno (kN/m ²) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1 | 14.25 | 17.63 | 26 | 17.39512 | 20 |

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

| | |
|---------------------------|--------|
| Fs minimo individuato | 1.71 |
| Ascissa centro superficie | 8.59 m |

| | |
|----------------------------|---------|
| Ordinata centro superficie | 26.03 m |
| Raggio superficie | 10.99 m |

Numero di superfici esaminate....(221)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|------|------|------|------|
| 1 | 3.0 | 20.0 | 9.6 | 6.76 |
| 2 | 3.6 | 20.5 | 10.2 | 5.69 |
| 3 | 4.1 | 20.0 | 9.9 | 5.39 |
| 4 | 4.7 | 20.5 | 10.6 | 4.74 |
| 5 | 5.2 | 20.0 | 9.4 | 5.24 |
| 6 | 5.8 | 20.5 | 11.0 | 4.24 |
| 7 | 6.4 | 20.0 | 10.9 | 4.40 |
| 8 | 6.9 | 20.5 | 10.6 | 4.30 |
| 9 | 7.5 | 20.0 | 11.4 | 4.40 |
| 10 | 8.0 | 20.5 | 10.1 | 4.43 |
| 11 | 8.6 | 20.0 | 12.1 | 4.60 |
| 12 | 9.2 | 20.5 | 9.4 | 4.65 |
| 13 | 9.7 | 20.0 | 10.4 | 4.90 |
| 14 | 10.3 | 20.5 | 5.1 | 2.01 |
| 15 | 10.8 | 20.0 | 4.6 | 3.50 |
| 16 | 11.4 | 20.5 | 11.0 | 5.38 |
| 17 | 11.9 | 20.0 | 4.5 | 5.49 |
| 18 | 12.5 | 20.5 | 4.7 | 5.28 |
| 19 | 13.1 | 20.0 | 4.0 | 5.49 |
| 20 | 13.6 | 20.5 | 4.2 | 4.23 |
| 21 | 14.2 | 20.0 | 3.6 | 3.11 |
| 22 | 3.0 | 21.0 | 10.6 | 6.35 |
| 23 | 3.6 | 21.5 | 10.4 | 6.80 |
| 24 | 4.1 | 21.0 | 10.9 | 5.12 |
| 25 | 4.7 | 21.5 | 10.7 | 5.26 |
| 26 | 5.2 | 21.0 | 10.4 | 4.92 |
| 27 | 5.8 | 21.5 | 11.0 | 4.50 |
| 28 | 6.4 | 21.0 | 11.7 | 4.15 |
| 29 | 6.9 | 21.5 | 11.5 | 4.27 |
| 30 | 7.5 | 21.0 | 12.3 | 4.35 |
| 31 | 8.0 | 21.5 | 6.8 | 2.56 |
| 32 | 8.6 | 21.0 | 10.7 | 4.46 |
| 33 | 9.2 | 21.5 | 10.3 | 4.65 |
| 34 | 9.7 | 21.0 | 10.1 | 4.74 |
| 35 | 10.3 | 21.5 | 6.1 | 1.77 |
| 36 | 10.8 | 21.0 | 5.6 | 4.46 |
| 37 | 11.4 | 21.5 | 12.0 | 5.38 |
| 38 | 11.9 | 21.0 | 5.4 | 4.98 |
| 39 | 12.5 | 21.5 | 5.6 | 5.06 |
| 40 | 13.1 | 21.0 | 4.9 | 4.35 |
| 41 | 13.6 | 21.5 | 5.1 | 2.71 |
| 42 | 14.2 | 21.0 | 4.5 | 3.31 |
| 43 | 3.0 | 22.0 | 10.7 | 8.19 |
| 44 | 3.6 | 22.5 | 11.3 | 6.31 |
| 45 | 4.1 | 22.0 | 11.8 | 4.82 |
| 46 | 4.7 | 22.5 | 12.5 | 4.42 |
| 47 | 5.2 | 22.0 | 12.2 | 4.27 |
| 48 | 5.8 | 22.5 | 12.0 | 4.42 |
| 49 | 6.4 | 22.0 | 11.7 | 4.32 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 50 | 6.9 | 22.5 | 12.4 | 4.26 |
| 51 | 7.5 | 22.0 | 12.2 | 4.27 |
| 52 | 8.0 | 22.5 | 7.8 | 2.27 |
| 53 | 8.6 | 22.0 | 11.6 | 4.47 |
| 54 | 9.2 | 22.5 | 14.4 | 4.64 |
| 55 | 9.7 | 22.0 | 6.5 | 2.22 |
| 56 | 10.3 | 22.5 | 7.1 | 1.73 |
| 57 | 10.8 | 22.0 | 6.6 | 5.07 |
| 58 | 11.4 | 22.5 | 7.0 | 5.02 |
| 59 | 11.9 | 22.0 | 6.3 | 4.74 |
| 60 | 12.5 | 22.5 | 6.5 | 3.62 |
| 61 | 13.1 | 22.0 | 5.8 | 2.99 |
| 62 | 13.6 | 22.5 | 6.0 | 2.93 |
| 63 | 14.2 | 22.0 | 5.3 | 3.60 |
| 64 | 3.0 | 23.0 | 12.5 | 5.65 |
| 65 | 3.6 | 23.5 | 13.1 | 4.78 |
| 66 | 4.1 | 23.0 | 12.8 | 4.64 |
| 67 | 4.7 | 23.5 | 13.4 | 4.34 |
| 68 | 5.2 | 23.0 | 13.1 | 4.22 |
| 69 | 5.8 | 23.5 | 12.9 | 4.39 |
| 70 | 6.4 | 23.0 | 12.6 | 4.30 |
| 71 | 6.9 | 23.5 | 13.3 | 4.27 |
| 72 | 7.5 | 23.0 | 13.0 | 4.28 |
| 73 | 8.0 | 23.5 | 8.7 | 2.04 |
| 74 | 8.6 | 23.0 | 14.6 | 4.51 |
| 75 | 9.2 | 23.5 | 15.3 | 4.63 |
| 76 | 9.7 | 23.0 | 7.5 | 1.99 |
| 77 | 10.3 | 23.5 | 8.0 | 1.75 |
| 78 | 10.8 | 23.0 | 7.6 | 5.10 |
| 79 | 11.4 | 23.5 | 7.9 | 4.50 |
| 80 | 11.9 | 23.0 | 7.2 | 4.20 |
| 81 | 12.5 | 23.5 | 7.4 | 2.28 |
| 82 | 13.1 | 23.0 | 6.7 | 2.53 |
| 83 | 13.6 | 23.5 | 6.9 | 3.20 |
| 84 | 14.2 | 23.0 | 6.2 | 3.98 |
| 85 | 3.0 | 24.0 | 12.7 | 6.58 |
| 86 | 3.6 | 24.5 | 14.1 | 4.77 |
| 87 | 4.1 | 24.0 | 12.9 | 5.07 |
| 88 | 4.7 | 24.5 | 14.4 | 4.30 |
| 89 | 5.2 | 24.0 | 14.1 | 4.20 |
| 90 | 5.8 | 24.5 | 13.9 | 4.37 |
| 91 | 6.4 | 24.0 | 14.5 | 4.13 |
| 92 | 6.9 | 24.5 | 15.1 | 4.29 |
| 93 | 7.5 | 24.0 | 9.1 | 2.91 |
| 94 | 8.0 | 24.5 | 9.7 | 1.83 |
| 95 | 8.6 | 24.0 | 14.4 | 4.58 |
| 96 | 9.2 | 24.5 | 16.1 | 4.64 |
| 97 | 9.7 | 24.0 | 8.4 | 1.91 |
| 98 | 10.3 | 24.5 | 14.3 | 5.03 |
| 99 | 10.8 | 24.0 | 8.4 | 2.37 |
| 100 | 11.4 | 24.5 | 14.5 | 5.40 |
| 101 | 11.9 | 24.0 | 7.8 | 2.22 |
| 102 | 12.5 | 24.5 | 17.1 | 5.80 |
| 103 | 13.1 | 24.0 | 13.9 | 6.26 |
| 104 | 13.6 | 24.5 | 8.2 | 3.10 |
| 105 | 14.2 | 24.0 | 16.6 | 6.25 |
| 106 | 3.0 | 25.0 | 14.5 | 4.93 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 107 | 3.6 | 25.5 | 15.1 | 4.65 |
| 108 | 4.1 | 25.0 | 14.7 | 4.45 |
| 109 | 4.7 | 25.5 | 12.0 | 3.89 |
| 110 | 5.2 | 25.0 | 14.2 | 4.49 |
| 111 | 5.8 | 25.5 | 11.3 | 3.11 |
| 112 | 6.4 | 25.0 | 14.5 | 4.32 |
| 113 | 6.9 | 25.5 | 16.1 | 4.32 |
| 114 | 7.5 | 25.0 | 10.1 | 2.58 |
| 115 | 8.0 | 25.5 | 16.4 | 4.46 |
| 116 | 8.6 | 25.0 | 10.0 | 1.71 |
| 117 | 9.2 | 25.5 | 16.8 | 4.68 |
| 118 | 9.7 | 25.0 | 9.7 | 1.75 |
| 119 | 10.3 | 25.5 | 17.3 | 4.96 |
| 120 | 10.8 | 25.0 | 9.3 | 1.92 |
| 121 | 11.4 | 25.5 | 16.3 | 5.48 |
| 122 | 11.9 | 25.0 | 8.9 | 2.27 |
| 123 | 12.5 | 25.5 | 18.0 | 5.37 |
| 124 | 13.1 | 25.0 | 8.3 | 3.16 |
| 125 | 13.6 | 25.5 | 17.9 | 5.32 |
| 126 | 14.2 | 25.0 | 15.8 | 6.66 |
| 127 | 3.0 | 26.0 | 15.5 | 4.77 |
| 128 | 3.6 | 26.5 | 16.1 | 4.57 |
| 129 | 4.1 | 26.0 | 14.9 | 4.77 |
| 130 | 4.7 | 26.5 | 16.3 | 4.28 |
| 131 | 5.2 | 26.0 | 16.0 | 4.21 |
| 132 | 5.8 | 26.5 | 15.6 | 4.46 |
| 133 | 6.4 | 26.0 | 11.6 | 2.58 |
| 134 | 6.9 | 26.5 | 16.8 | 4.37 |
| 135 | 7.5 | 26.0 | 11.3 | 1.86 |
| 136 | 8.0 | 26.5 | 17.2 | 4.51 |
| 137 | 8.6 | 26.0 | 11.0 | 1.71 |
| 138 | 9.2 | 26.5 | 10.8 | 2.12 |
| 139 | 9.7 | 26.0 | 10.7 | 4.33 |
| 140 | 10.3 | 26.5 | 10.6 | 2.11 |
| 141 | 10.8 | 26.0 | 16.4 | 5.26 |
| 142 | 11.4 | 26.5 | 10.4 | 2.32 |
| 143 | 11.9 | 26.0 | 18.4 | 5.49 |
| 144 | 12.5 | 26.5 | 10.1 | 2.84 |
| 145 | 13.1 | 26.0 | 9.8 | 5.78 |
| 146 | 13.6 | 26.5 | 9.6 | 4.45 |
| 147 | 14.2 | 26.0 | 9.3 | 4.44 |
| 148 | 3.0 | 27.0 | 16.5 | 4.64 |
| 149 | 3.6 | 27.5 | 14.2 | 2.92 |
| 150 | 4.1 | 27.0 | 16.6 | 4.41 |
| 151 | 4.7 | 27.5 | 17.1 | 4.33 |
| 152 | 5.2 | 27.0 | 12.8 | 3.11 |
| 153 | 5.8 | 27.5 | 17.3 | 4.39 |
| 154 | 6.4 | 27.0 | 12.6 | 1.96 |
| 155 | 6.9 | 27.5 | 12.6 | 2.38 |
| 156 | 7.5 | 27.0 | 17.4 | 4.46 |
| 157 | 8.0 | 27.5 | 12.4 | 1.86 |
| 158 | 8.6 | 27.0 | 17.7 | 4.64 |
| 159 | 9.2 | 27.5 | 12.3 | 2.07 |
| 160 | 9.7 | 27.0 | 16.6 | 5.03 |
| 161 | 10.3 | 27.5 | 18.7 | 5.05 |
| 162 | 10.8 | 27.0 | 16.9 | 5.30 |
| 163 | 11.4 | 27.5 | 17.4 | 5.56 |

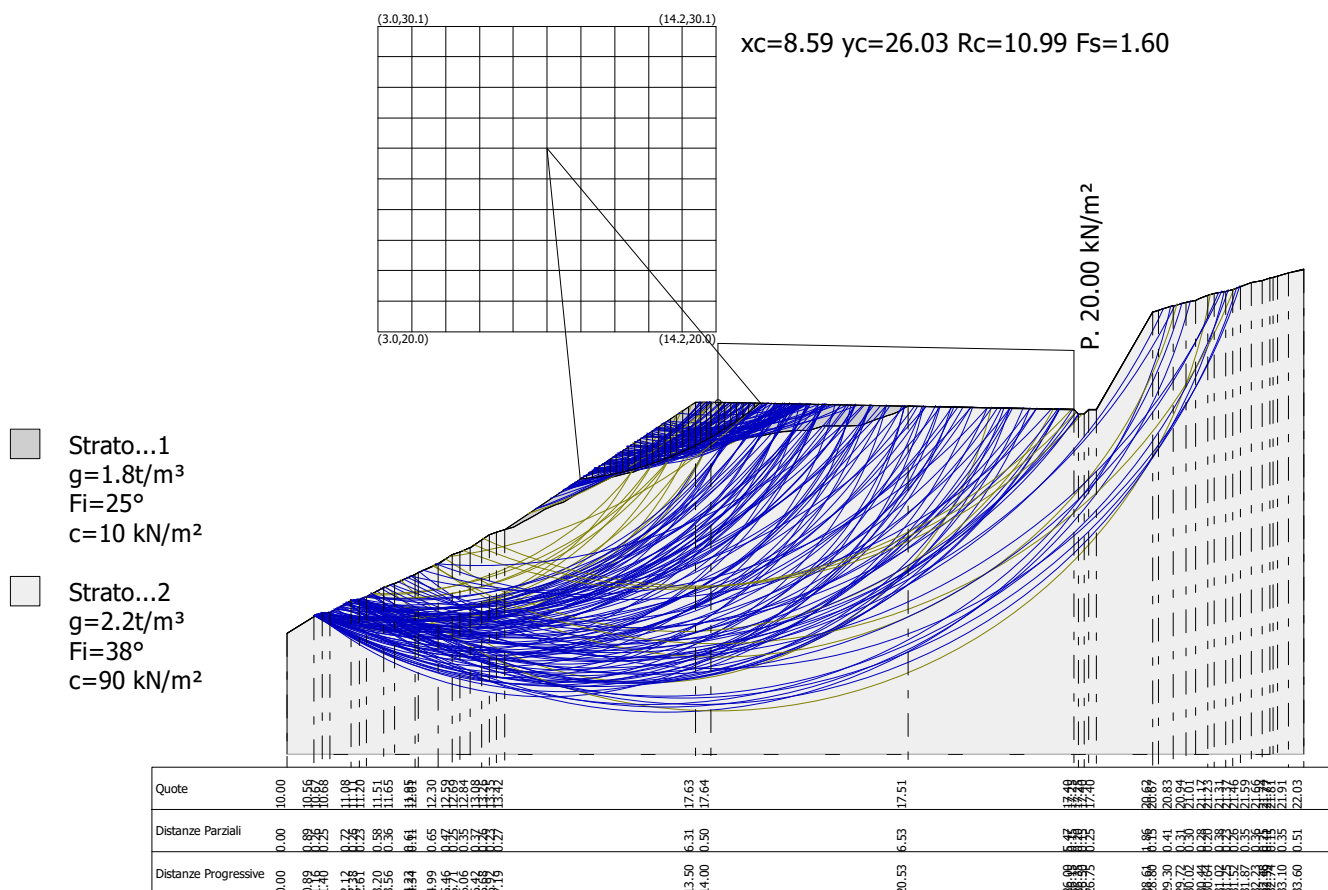
| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 164 | 11.9 | 27.0 | 17.3 | 5.72 |
| 165 | 12.5 | 27.5 | 19.6 | 4.94 |
| 166 | 13.1 | 27.0 | 19.2 | 5.53 |
| 167 | 13.6 | 27.5 | 11.1 | 3.51 |
| 168 | 14.2 | 27.0 | 18.2 | 6.02 |
| 169 | 3.0 | 28.1 | 17.3 | 4.65 |
| 170 | 3.6 | 28.6 | 17.8 | 4.64 |
| 171 | 4.1 | 28.1 | 14.3 | 3.17 |
| 172 | 4.7 | 28.6 | 14.4 | 3.53 |
| 173 | 5.2 | 28.1 | 17.6 | 4.33 |
| 174 | 5.8 | 28.6 | 14.2 | 1.94 |
| 175 | 6.4 | 28.1 | 17.9 | 4.44 |
| 176 | 6.9 | 28.6 | 18.4 | 4.52 |
| 177 | 7.5 | 28.1 | 18.1 | 4.54 |
| 178 | 8.0 | 28.6 | 17.1 | 4.93 |
| 179 | 8.6 | 28.1 | 12.4 | 2.22 |
| 180 | 9.2 | 28.6 | 19.0 | 4.86 |
| 181 | 9.7 | 28.1 | 12.2 | 2.08 |
| 182 | 10.3 | 28.6 | 19.4 | 5.11 |
| 183 | 10.8 | 28.1 | 12.1 | 2.20 |
| 184 | 11.4 | 28.6 | 12.1 | 2.72 |
| 185 | 11.9 | 28.1 | 12.0 | 4.58 |
| 186 | 12.5 | 28.6 | 11.9 | 3.35 |
| 187 | 13.1 | 28.1 | 11.5 | 3.38 |
| 188 | 13.6 | 28.6 | 17.0 | 7.14 |
| 189 | 14.2 | 28.1 | 18.4 | 6.24 |
| 190 | 3.0 | 29.1 | 15.9 | 5.90 |
| 191 | 3.6 | 29.6 | 16.1 | 4.60 |
| 192 | 4.1 | 29.1 | 18.3 | 4.56 |
| 193 | 4.7 | 29.6 | 18.8 | 4.53 |
| 194 | 5.2 | 29.1 | 18.4 | 4.43 |
| 195 | 5.8 | 29.6 | 18.9 | 4.58 |
| 196 | 6.4 | 29.1 | 14.3 | 2.08 |
| 197 | 6.9 | 29.6 | 14.4 | 2.28 |
| 198 | 7.5 | 29.1 | 14.2 | 1.73 |
| 199 | 8.0 | 29.6 | 14.3 | 1.89 |
| 200 | 8.6 | 29.1 | 19.2 | 4.79 |
| 201 | 9.2 | 29.6 | 14.3 | 4.58 |
| 202 | 9.7 | 29.1 | 17.8 | 5.26 |
| 203 | 10.3 | 29.6 | 20.1 | 5.20 |
| 204 | 10.8 | 29.1 | 18.0 | 5.55 |
| 205 | 11.4 | 29.6 | 18.5 | 5.80 |
| 206 | 11.9 | 29.1 | 20.4 | 5.04 |
| 207 | 12.5 | 29.6 | 18.1 | 6.42 |
| 208 | 13.1 | 29.1 | 17.5 | 6.72 |
| 209 | 13.6 | 29.6 | 12.9 | 4.23 |
| 210 | 14.2 | 29.1 | 12.4 | 4.58 |
| 211 | 3.0 | 30.1 | 17.7 | 6.52 |
| 212 | 4.1 | 30.1 | 16.3 | 2.10 |
| 213 | 5.2 | 30.1 | 19.2 | 4.53 |
| 214 | 6.4 | 30.1 | 17.8 | 4.97 |
| 215 | 7.5 | 30.1 | 19.7 | 4.71 |
| 216 | 8.6 | 30.1 | 14.4 | 2.11 |
| 217 | 9.7 | 30.1 | 14.4 | 2.08 |
| 218 | 10.8 | 30.1 | 20.7 | 5.61 |
| 219 | 11.9 | 30.1 | 20.9 | 5.16 |
| 220 | 13.1 | 30.1 | 13.3 | 3.99 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 221 | 14.2 | 30.1 | 19.0 | 6.77 |
|-----|------|------|------|------|

Indice

| | |
|--|----|
| 1.Dati generali | 1 |
| 2.Vertici profilo | 2 |
| 3.Vertici strato1 | 2 |
| 4.Coefficienti parziali azioni | 4 |
| 5.Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno | 5 |
| 6.Stratigrafia | 5 |
| 7.Risultati analisi pendio [NTC 2018] | 5 |
| Indice | 10 |

VERIFICA ANALITICA DI STABILITA'
IN CONDIZIONI SISMICHE
SEZIONE C2_18



Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)

| | |
|---|---------------------|
| Lat./Long. | 43.975244/11.586296 |
| Calcolo eseguito secondo | NTC 2018 |
| Numero di strati | 2.0 |
| Numero dei conci | 30.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.0 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.2 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| Analisi | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare | |

Maglia dei Centri

| | |
|--|---------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 3.01 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 19.97 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 14.18 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 30.07 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: | B |
| Categoria topografica: | T2 |

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O. | 30.0 | 0.68 | 2.41 | 0.26 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.85 | 2.41 | 0.27 |
| S.L.V. | 475.0 | 2.04 | 2.4 | 0.3 |
| S.L.C. | 975.0 | 2.55 | 2.44 | 0.31 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

| | |
|--------|-----------|
| Opera: | Classe II |
|--------|-----------|

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [-] | kh [-] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O. | 0.9792 | 1.0 | 0.0999 | 0.0499 |
| S.L.D. | 1.224 | 0.47 | 0.0587 | 0.0293 |
| S.L.V. | 2.9376 | 0.38 | 0.1138 | 0.0569 |
| S.L.C. | 3.5074 | 1.0 | 0.3577 | 0.1788 |

| | |
|---|--------|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.1138 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.0569 |

Vertici profilo

| Nr | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.89 | 10.56 |
| 3 | 1.16 | 10.67 |
| 4 | 1.4 | 10.68 |
| 5 | 2.12 | 11.08 |
| 6 | 2.38 | 11.11 |
| 7 | 2.61 | 11.2 |
| 8 | 3.2 | 11.51 |
| 9 | 3.56 | 11.65 |
| 10 | 3.61 | 11.67 |
| 11 | 4.23 | 11.95 |
| 12 | 4.34 | 12.01 |
| 13 | 4.99 | 12.3 |
| 14 | 5.46 | 12.59 |
| 15 | 5.71 | 12.69 |
| 16 | 6.06 | 12.84 |
| 17 | 6.42 | 13.08 |
| 18 | 6.68 | 13.26 |
| 19 | 6.92 | 13.35 |
| 20 | 7.19 | 13.42 |
| 21 | 13.5 | 17.63 |
| 22 | 14.0 | 17.64 |
| 23 | 20.53 | 17.51 |
| 24 | 26.0 | 17.4 |
| 25 | 26.15 | 17.25 |
| 26 | 26.35 | 17.25 |
| 27 | 26.5 | 17.4 |
| 28 | 26.75 | 17.4 |
| 29 | 28.61 | 20.62 |
| 30 | 28.65 | 20.63 |
| 31 | 28.8 | 20.67 |
| 32 | 28.89 | 20.7 |
| 33 | 29.3 | 20.83 |
| 34 | 29.36 | 20.84 |
| 35 | 29.41 | 20.86 |
| 36 | 29.72 | 20.94 |
| 37 | 30.02 | 21.01 |
| 38 | 30.08 | 21.03 |
| 39 | 30.16 | 21.06 |
| 40 | 30.44 | 21.17 |
| 41 | 30.64 | 21.23 |
| 42 | 31.02 | 21.31 |
| 43 | 31.25 | 21.37 |
| 44 | 31.52 | 21.46 |
| 45 | 31.87 | 21.59 |
| 46 | 32.23 | 21.66 |
| 47 | 32.48 | 21.74 |
| 48 | 32.59 | 21.77 |
| 49 | 32.74 | 21.81 |
| 50 | 33.1 | 21.91 |
| 51 | 33.6 | 22.03 |

Vertici strato1

| N | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.89 | 10.56 |
| 3 | 1.16 | 10.67 |
| 4 | 1.4 | 10.68 |
| 5 | 2.12 | 11.08 |
| 6 | 2.38 | 11.11 |
| 7 | 2.61 | 11.2 |
| 8 | 3.2 | 11.51 |
| 9 | 3.56 | 11.65 |
| 10 | 3.61 | 11.67 |
| 11 | 4.23 | 11.95 |
| 12 | 4.34 | 12.01 |
| 13 | 4.99 | 12.3 |
| 14 | 5.46 | 12.59 |
| 15 | 5.71 | 12.69 |
| 16 | 6.06 | 12.84 |
| 17 | 6.06 | 12.84 |
| 18 | 6.42 | 13.08 |
| 19 | 6.68 | 13.26 |
| 20 | 6.92 | 13.35 |
| 21 | 7.19 | 13.42 |
| 22 | 7.5 | 13.51 |
| 23 | 7.78 | 13.68 |
| 24 | 7.86 | 13.73 |
| 25 | 7.91 | 13.75 |
| 26 | 8.24 | 13.94 |
| 27 | 8.53 | 14.11 |
| 28 | 8.64 | 14.15 |
| 29 | 8.93 | 14.26 |
| 30 | 8.96 | 14.27 |
| 31 | 9.14 | 14.35 |
| 32 | 9.65 | 14.66 |
| 33 | 9.76 | 14.71 |
| 34 | 10.01 | 14.81 |
| 35 | 10.14 | 14.88 |
| 36 | 10.36 | 14.99 |
| 37 | 10.51 | 15.06 |
| 38 | 10.72 | 15.16 |
| 39 | 10.98 | 15.23 |
| 40 | 11.22 | 15.29 |
| 41 | 11.44 | 15.33 |
| 42 | 11.6 | 15.39 |
| 43 | 12.16 | 15.56 |
| 44 | 12.21 | 15.59 |
| 45 | 12.53 | 15.72 |
| 46 | 12.66 | 15.77 |
| 47 | 12.83 | 15.84 |
| 48 | 12.94 | 15.89 |
| 49 | 13.23 | 15.98 |
| 50 | 13.44 | 16.05 |
| 51 | 13.59 | 16.07 |
| 52 | 13.8 | 16.19 |
| 53 | 13.95 | 16.26 |
| 54 | 14.05 | 16.29 |
| 55 | 14.09 | 16.29 |

| | | |
|-----|-------|-------|
| 56 | 14.67 | 16.36 |
| 57 | 14.67 | 16.36 |
| 58 | 15.03 | 16.45 |
| 59 | 15.28 | 16.5 |
| 60 | 15.38 | 16.51 |
| 61 | 15.53 | 16.52 |
| 62 | 15.74 | 16.54 |
| 63 | 15.9 | 16.57 |
| 64 | 16.39 | 16.66 |
| 65 | 16.51 | 16.68 |
| 66 | 16.82 | 16.7 |
| 67 | 17.13 | 16.7 |
| 68 | 17.18 | 16.7 |
| 69 | 17.25 | 16.72 |
| 70 | 17.74 | 16.85 |
| 71 | 18.11 | 16.86 |
| 72 | 18.25 | 16.85 |
| 73 | 18.35 | 16.85 |
| 74 | 18.61 | 16.86 |
| 75 | 18.97 | 16.89 |
| 76 | 19.58 | 17.1 |
| 77 | 19.69 | 17.14 |
| 78 | 19.83 | 17.19 |
| 79 | 19.91 | 17.22 |
| 80 | 20.04 | 17.27 |
| 81 | 20.2 | 17.32 |
| 82 | 20.4 | 17.44 |
| 83 | 20.53 | 17.51 |
| 84 | 26.0 | 17.4 |
| 85 | 26.15 | 17.25 |
| 86 | 26.35 | 17.25 |
| 87 | 26.5 | 17.39 |
| 88 | 26.75 | 17.4 |
| 89 | 28.61 | 20.62 |
| 90 | 28.89 | 20.7 |
| 91 | 29.3 | 20.83 |
| 92 | 29.36 | 20.84 |
| 93 | 29.41 | 20.86 |
| 94 | 29.72 | 20.94 |
| 95 | 30.02 | 21.01 |
| 96 | 30.08 | 21.03 |
| 97 | 30.16 | 21.06 |
| 98 | 30.44 | 21.17 |
| 99 | 30.64 | 21.23 |
| 100 | 31.02 | 21.31 |
| 101 | 31.25 | 21.37 |
| 102 | 31.52 | 21.46 |
| 103 | 31.87 | 21.59 |
| 104 | 31.88 | 21.59 |
| 105 | 32.23 | 21.66 |
| 106 | 32.48 | 21.74 |
| 107 | 32.59 | 21.77 |
| 108 | 32.74 | 21.81 |
| 109 | 33.1 | 21.91 |
| 110 | 33.6 | 22.03 |

Coefficienti parziali azioni

| | | |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| | |
|---|-----|
| Tangente angolo di resistenza al taglio | 1.0 |
| Coesione efficace | 1.0 |
| Coesione non drenata | 1.0 |
| Riduzione parametri geotecnici terreno | Si |

Stratigrafia

| Strato | Coesione (kN/m ²) | Coesione non drenata (kN/m ²) | Angolo resistenza al taglio (°) | Peso unità di volume (t/m ³) | Peso saturo (t/m ³) | Litologia |
|--------|----------------------------------|---|--|--|------------------------------------|-----------|
| 1 | 10 | | 25 | 1.8 | 1.9 | |
| 2 | 90 | | 38 | 2.2 | 2.2 | |

Carichi distribuiti

| N° | xi (m) | yi (m) | xf (m) | yf (m) | Carico esterno (kN/m ²) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1 | 14.25 | 17.63 | 26 | 17.39512 | 20 |

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

| | |
|----------------------------|---------|
| Fs minimo individuato | 1.6 |
| Ascissa centro superficie | 8.59 m |
| Ordinata centro superficie | 26.03 m |
| Raggio superficie | 10.99 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; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 8.594 \quad y_c = 26.034 \quad R_c = 10.994 \quad F_s = 1.603$$

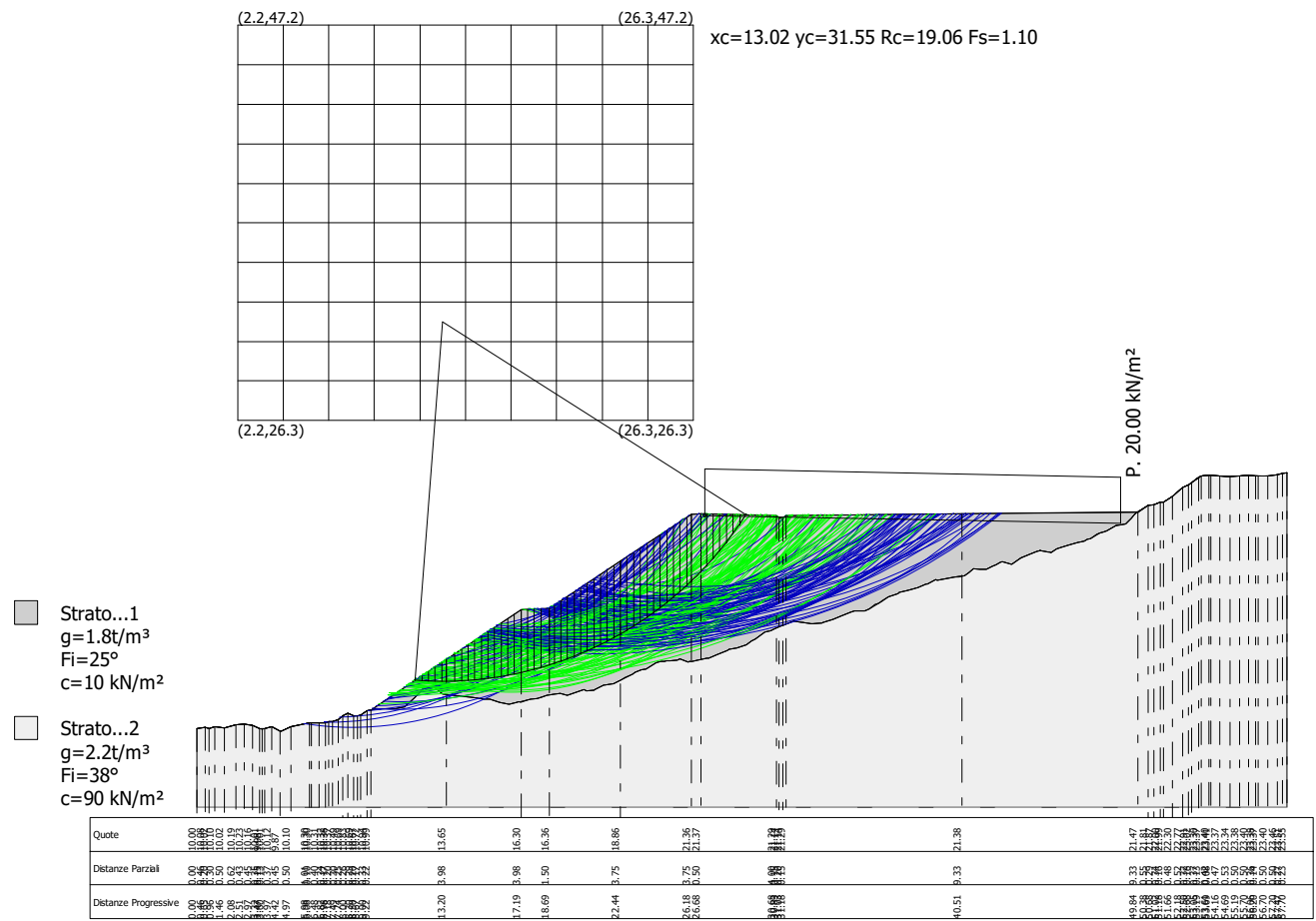
| Nr. | B m | Alfa (°) | Li m | Wi (kN) | Kh•Wi (kN) | Kv•Wi (kN) | c (kN/m ²) | Fi (°) | Ui (kN) | N'i (kN) | Ti (kN) |
|-----|--------|-------------|---------|------------|---------------|---------------|---------------------------|-----------|------------|-------------|------------|
| 1 | 0.2 | 6.3 | 0.2 | 0.2 | 0.02 | 0.01 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 |
| 2 | 0.2 | 7.3 | 0.2 | 0.58 | 0.07 | 0.03 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 |
| 3 | 0.2 | 8.4 | 0.2 | 0.95 | 0.11 | 0.05 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.4 | 1.1 |
| 4 | 0.2 | 9.4 | 0.2 | 1.3 | 0.15 | 0.07 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.4 | 1.1 |
| 5 | 0.2 | 10.4 | 0.2 | 1.64 | 0.19 | 0.09 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.4 | 1.1 |
| 6 | 0.2 | 11.5 | 0.2 | 1.97 | 0.22 | 0.11 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.4 | 1.1 |
| 7 | 0.2 | 12.6 | 0.2 | 2.29 | 0.26 | 0.13 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 |
| 8 | 0.2 | 13.6 | 0.2 | 2.59 | 0.3 | 0.15 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 |
| 9 | 0.2 | 14.7 | 0.21 | 2.88 | 0.33 | 0.16 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 |
| 10 | 0.2 | 15.8 | 0.21 | 3.16 | 0.36 | 0.18 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 11 | 0.2 | 16.8 | 0.21 | 3.42 | 0.39 | 0.19 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.2 |
| 12 | 0.2 | 17.9 | 0.21 | 3.66 | 0.42 | 0.21 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.2 |
| 13 | 0.2 | 19.0 | 0.21 | 3.9 | 0.44 | 0.22 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.2 |
| 14 | 0.2 | 20.1 | 0.21 | 4.11 | 0.47 | 0.23 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.2 |
| 15 | 0.2 | 21.2 | 0.21 | 4.31 | 0.49 | 0.25 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.5 | 1.2 |
| 16 | 0.2 | 22.3 | 0.21 | 4.5 | 0.51 | 0.26 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.6 | 1.2 |
| 17 | 0.2 | 23.5 | 0.22 | 4.67 | 0.53 | 0.27 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.6 | 1.2 |
| 18 | 0.2 | 24.6 | 0.22 | 4.82 | 0.55 | 0.27 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.6 | 1.2 |
| 19 | 0.23 | 25.8 | 0.26 | 5.77 | 0.66 | 0.33 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.8 | 1.4 |
| 20 | 0.17 | 27.0 | 0.19 | 4.12 | 0.47 | 0.23 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.4 | 1.0 |
| 21 | 0.2 | 28.1 | 0.23 | 4.57 | 0.52 | 0.26 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.6 | 1.2 |
| 22 | 0.13 | 29.1 | 0.15 | 2.88 | 0.33 | 0.16 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.3 | 0.8 |
| 23 | 0.26 | 30.2 | 0.3 | 5.36 | 0.61 | 0.3 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.9 | 1.6 |
| 24 | 0.2 | 31.6 | 0.23 | 7.33 | 0.83 | 0.42 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.9 | 1.2 |
| 25 | 0.2 | 32.9 | 0.24 | 6.87 | 0.78 | 0.39 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.9 | 1.2 |
| 26 | 0.2 | 34.1 | 0.24 | 6.4 | 0.73 | 0.36 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.8 | 1.2 |
| 27 | 0.2 | 35.4 | 0.24 | 5.9 | 0.67 | 0.34 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.8 | 1.2 |
| 28 | 0.2 | 36.7 | 0.25 | 5.38 | 0.61 | 0.31 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.7 | 1.2 |
| 29 | 0.2 | 38.0 | 0.25 | 4.84 | 0.55 | 0.28 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.7 | 1.2 |
| 30 | 0.2 | 39.3 | 0.26 | 2.27 | 0.26 | 0.13 | 10.0 | 25.0 | 0.0 | 0.3 | 1.1 |

Indice

| | |
|--|---|
| 1.Dati generali | 1 |
| 2.Vertici profilo | 2 |
| 3.Vertici strato1 | 3 |
| 4.Coefficienti parziali azioni | 5 |
| 5.Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno | 5 |
| 6.Stratigrafia | 5 |
| 7.Risultati analisi pendio [NTC 2018] | 5 |
| Indice | 7 |

VERIFICA ANALITICA DI STABILITA'
IN CONDIZIONI STATICHE
SEZIONE C3_20



Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)

| | |
|---|---------------------|
| Lat./Long. | 43.980687/11.574883 |
| Calcolo eseguito secondo | NTC 2018 |
| Numero di strati | 2.0 |
| Numero dei conci | 50.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.0 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| Analisi | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare | |

Maglia dei Centri

| | |
|--|---------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 2.17 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 26.32 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 26.29 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 47.24 m |
| Passo di ricerca | 10.0 |
| Numero di celle lungo x | 10.0 |
| Numero di celle lungo y | 10.0 |

Vertici profilo

| Nr | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.46 | 10.08 |
| 3 | 0.65 | 10.02 |
| 4 | 0.96 | 10.1 |
| 5 | 1.46 | 10.02 |
| 6 | 2.08 | 10.19 |
| 7 | 2.51 | 10.23 |
| 8 | 2.97 | 10.16 |
| 9 | 3.32 | 10.01 |
| 10 | 3.47 | 9.98 |
| 11 | 3.6 | 10.01 |
| 12 | 3.97 | 10.12 |
| 13 | 4.42 | 9.87 |
| 14 | 4.47 | 9.85 |
| 15 | 4.97 | 10.1 |
| 16 | 5.98 | 10.3 |
| 17 | 6.08 | 10.3 |
| 18 | 6.48 | 10.31 |
| 19 | 6.82 | 10.32 |
| 20 | 6.98 | 10.38 |
| 21 | 7.18 | 10.37 |
| 22 | 7.49 | 10.49 |
| 23 | 7.74 | 10.69 |
| 24 | 8.0 | 10.83 |
| 25 | 8.01 | 10.82 |
| 26 | 8.3 | 10.69 |
| 27 | 8.5 | 10.67 |
| 28 | 8.67 | 10.72 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 29 | 9.0 | 10.94 |
| 30 | 9.22 | 10.99 |
| 31 | 13.2 | 13.65 |
| 32 | 17.19 | 16.3 |
| 33 | 18.69 | 16.36 |
| 34 | 22.44 | 18.86 |
| 35 | 26.18 | 21.36 |
| 36 | 26.68 | 21.37 |
| 37 | 30.68 | 21.29 |
| 38 | 30.83 | 21.14 |
| 39 | 31.03 | 21.14 |
| 40 | 31.18 | 21.29 |
| 41 | 40.51 | 21.38 |
| 42 | 49.84 | 21.47 |
| 43 | 50.38 | 21.81 |
| 44 | 50.68 | 21.87 |
| 45 | 51.02 | 22.0 |
| 46 | 51.18 | 21.99 |
| 47 | 51.66 | 22.3 |
| 48 | 52.18 | 22.77 |
| 49 | 52.5 | 22.91 |
| 50 | 52.68 | 23.02 |
| 51 | 53.05 | 23.3 |
| 52 | 53.19 | 23.37 |
| 53 | 53.61 | 23.4 |
| 54 | 53.69 | 23.41 |
| 55 | 54.16 | 23.37 |
| 56 | 54.69 | 23.34 |
| 57 | 55.19 | 23.38 |
| 58 | 55.7 | 23.4 |
| 59 | 56.06 | 23.38 |
| 60 | 56.2 | 23.37 |
| 61 | 56.7 | 23.4 |
| 62 | 57.2 | 23.46 |
| 63 | 57.47 | 23.51 |
| 64 | 57.7 | 23.55 |

Vertici strato1

| N | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.46 | 10.08 |
| 3 | 0.65 | 10.02 |
| 4 | 0.96 | 10.1 |
| 5 | 1.46 | 10.02 |
| 6 | 2.08 | 10.19 |
| 7 | 2.51 | 10.23 |
| 8 | 2.97 | 10.16 |
| 9 | 3.32 | 10.01 |
| 10 | 3.47 | 9.98 |
| 11 | 3.6 | 10.01 |
| 12 | 3.97 | 10.12 |
| 13 | 4.42 | 9.87 |
| 14 | 4.47 | 9.85 |
| 15 | 4.97 | 10.1 |
| 16 | 5.98 | 10.3 |
| 17 | 6.08 | 10.3 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 18 | 6.48 | 10.31 |
| 19 | 6.82 | 10.32 |
| 20 | 6.98 | 10.38 |
| 21 | 7.18 | 10.37 |
| 22 | 7.49 | 10.49 |
| 23 | 7.74 | 10.69 |
| 24 | 8.0 | 10.83 |
| 25 | 8.3 | 10.69 |
| 26 | 8.5 | 10.67 |
| 27 | 8.67 | 10.72 |
| 28 | 9.0 | 10.94 |
| 29 | 9.22 | 10.99 |
| 30 | 9.4 | 11.03 |
| 31 | 9.5 | 11.04 |
| 32 | 9.59 | 11.03 |
| 33 | 9.79 | 11.04 |
| 34 | 10.01 | 11.05 |
| 35 | 10.51 | 11.05 |
| 36 | 11.01 | 11.15 |
| 37 | 11.06 | 11.18 |
| 38 | 11.51 | 11.62 |
| 39 | 11.61 | 11.72 |
| 40 | 12.02 | 12.14 |
| 41 | 12.35 | 12.21 |
| 42 | 12.43 | 12.22 |
| 43 | 12.52 | 12.21 |
| 44 | 12.58 | 12.2 |
| 45 | 13.02 | 11.82 |
| 46 | 14.81 | 11.62 |
| 47 | 14.93 | 11.58 |
| 48 | 15.0 | 11.59 |
| 49 | 15.07 | 11.58 |
| 50 | 15.11 | 11.56 |
| 51 | 15.53 | 11.57 |
| 52 | 16.03 | 11.4 |
| 53 | 16.03 | 11.4 |
| 54 | 16.53 | 11.3 |
| 55 | 16.95 | 11.39 |
| 56 | 17.04 | 11.43 |
| 57 | 17.14 | 11.41 |
| 58 | 17.54 | 11.52 |
| 59 | 17.69 | 11.55 |
| 60 | 18.04 | 11.58 |
| 61 | 18.24 | 11.66 |
| 62 | 18.54 | 11.75 |
| 63 | 18.97 | 11.84 |
| 64 | 19.25 | 11.87 |
| 65 | 19.63 | 11.75 |
| 66 | 20.5 | 12.07 |
| 67 | 20.63 | 12.01 |
| 68 | 21.05 | 12.05 |
| 69 | 21.09 | 12.06 |
| 70 | 21.55 | 12.32 |
| 71 | 21.59 | 12.32 |
| 72 | 22.01 | 12.36 |
| 73 | 22.06 | 12.36 |
| 74 | 22.47 | 12.59 |

| | | |
|-----|-------|-------|
| 75 | 22.66 | 12.69 |
| 76 | 23.06 | 12.88 |
| 77 | 23.06 | 12.88 |
| 78 | 23.22 | 12.98 |
| 79 | 23.56 | 13.13 |
| 80 | 23.77 | 13.16 |
| 81 | 24.07 | 13.33 |
| 82 | 24.32 | 13.48 |
| 83 | 24.57 | 13.55 |
| 84 | 24.77 | 13.57 |
| 85 | 24.87 | 13.58 |
| 86 | 25.07 | 13.6 |
| 87 | 25.43 | 13.63 |
| 88 | 25.57 | 13.69 |
| 89 | 26.03 | 13.53 |
| 90 | 26.07 | 13.57 |
| 91 | 26.11 | 13.56 |
| 92 | 26.22 | 13.55 |
| 93 | 26.53 | 13.62 |
| 94 | 27.01 | 13.72 |
| 95 | 27.07 | 13.73 |
| 96 | 27.08 | 13.74 |
| 97 | 27.09 | 13.74 |
| 98 | 27.57 | 13.93 |
| 99 | 28.08 | 14.14 |
| 100 | 28.19 | 14.19 |
| 101 | 28.58 | 14.28 |
| 102 | 28.68 | 14.31 |
| 103 | 29.09 | 14.44 |
| 104 | 29.37 | 14.64 |
| 105 | 29.59 | 14.73 |
| 106 | 30.09 | 15.13 |
| 107 | 30.4 | 15.2 |
| 108 | 30.59 | 15.3 |
| 109 | 30.9 | 15.42 |
| 110 | 31.09 | 15.5 |
| 111 | 31.5 | 15.67 |
| 112 | 31.6 | 15.68 |
| 113 | 32.06 | 15.61 |
| 114 | 32.1 | 15.62 |
| 115 | 32.51 | 15.56 |
| 116 | 32.6 | 15.55 |
| 117 | 32.61 | 15.55 |
| 118 | 33.1 | 15.61 |
| 119 | 33.16 | 15.61 |
| 120 | 33.6 | 15.76 |
| 121 | 33.71 | 15.78 |
| 122 | 34.11 | 15.96 |
| 123 | 34.27 | 16.02 |
| 124 | 34.61 | 16.17 |
| 125 | 34.82 | 16.25 |
| 126 | 35.11 | 16.24 |
| 127 | 35.37 | 16.23 |
| 128 | 35.61 | 16.34 |
| 129 | 35.92 | 16.56 |
| 130 | 36.11 | 16.65 |
| 131 | 36.27 | 16.76 |

| | | |
|-----|-------|-------|
| 132 | 36.62 | 16.98 |
| 133 | 37.03 | 17.13 |
| 134 | 37.12 | 17.16 |
| 135 | 37.19 | 17.21 |
| 136 | 37.62 | 17.32 |
| 137 | 38.01 | 17.41 |
| 138 | 38.12 | 17.45 |
| 139 | 38.13 | 17.45 |
| 140 | 38.63 | 17.64 |
| 141 | 38.69 | 17.65 |
| 142 | 39.13 | 17.88 |
| 143 | 39.19 | 17.88 |
| 144 | 39.24 | 17.87 |
| 145 | 39.95 | 17.99 |
| 146 | 40.13 | 18.03 |
| 147 | 40.34 | 18.05 |
| 148 | 40.63 | 18.1 |
| 149 | 40.9 | 18.25 |
| 150 | 41.14 | 18.46 |
| 151 | 41.45 | 18.45 |
| 152 | 41.63 | 18.44 |
| 153 | 41.64 | 18.44 |
| 154 | 41.79 | 18.43 |
| 155 | 42.14 | 18.61 |
| 156 | 42.29 | 18.68 |
| 157 | 42.55 | 18.79 |
| 158 | 42.64 | 18.83 |
| 159 | 43.11 | 18.72 |
| 160 | 43.14 | 18.72 |
| 161 | 43.51 | 18.94 |
| 162 | 43.65 | 19.03 |
| 163 | 44.14 | 19.23 |
| 164 | 44.47 | 19.37 |
| 165 | 44.6 | 19.41 |
| 166 | 44.65 | 19.44 |
| 167 | 44.7 | 19.43 |
| 168 | 45.1 | 19.36 |
| 169 | 45.15 | 19.35 |
| 170 | 45.23 | 19.31 |
| 171 | 45.52 | 19.53 |
| 172 | 45.73 | 19.59 |
| 173 | 46.16 | 19.71 |
| 174 | 46.4 | 19.8 |
| 175 | 46.66 | 19.86 |
| 176 | 46.98 | 19.94 |
| 177 | 47.16 | 20.01 |
| 178 | 47.32 | 20.06 |
| 179 | 47.66 | 20.28 |
| 180 | 47.82 | 20.35 |
| 181 | 47.96 | 20.42 |
| 182 | 48.16 | 20.48 |
| 183 | 48.63 | 20.75 |
| 184 | 48.67 | 20.76 |
| 185 | 49.01 | 20.81 |
| 186 | 49.17 | 20.83 |
| 187 | 49.48 | 21.16 |
| 188 | 49.62 | 21.3 |

| | | |
|-----|-------|-------|
| 189 | 49.74 | 21.41 |
| 190 | 49.84 | 21.47 |
| 191 | 50.38 | 21.81 |
| 192 | 50.68 | 21.87 |
| 193 | 51.02 | 22.0 |
| 194 | 51.18 | 21.99 |
| 195 | 51.66 | 22.3 |
| 196 | 52.18 | 22.77 |
| 197 | 52.5 | 22.91 |
| 198 | 52.68 | 23.02 |
| 199 | 53.05 | 23.3 |
| 200 | 53.19 | 23.37 |
| 201 | 53.61 | 23.4 |
| 202 | 53.69 | 23.41 |
| 203 | 54.16 | 23.37 |
| 204 | 54.51 | 23.35 |
| 205 | 54.69 | 23.34 |
| 206 | 55.14 | 23.38 |
| 207 | 55.19 | 23.38 |
| 208 | 55.26 | 23.39 |
| 209 | 55.7 | 23.4 |
| 210 | 56.06 | 23.38 |
| 211 | 56.2 | 23.37 |
| 212 | 56.52 | 23.39 |
| 213 | 56.7 | 23.4 |
| 214 | 56.92 | 23.42 |
| 215 | 57.2 | 23.46 |
| 216 | 57.47 | 23.51 |
| 217 | 57.7 | 23.55 |

Coefficienti parziali azioni

| | | |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |

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 (kN/m ²) | Coesione non drenata (kN/m ²) | Angolo resistenza al taglio (°) | Peso unità di volume (t/m ³) | Peso saturo (t/m ³) | Litologia |
|--------|----------------------------------|---|--|--|------------------------------------|-----------|
| 1 | 10 | | 25 | 1.8 | 1.9 | |
| 2 | 90 | | 38 | 2.2 | 2.2 | |

Carichi distribuiti

| N° | xi (m) | yi (m) | xf (m) | yf (m) | Carico esterno (kN/m ²) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1 | 26.9 | 21.3 | 48.9 | 20.86 | 20 |

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

| | |
|----------------------------|---------|
| Fs minimo individuato | 1.1 |
| Ascissa centro superficie | 13.02 m |
| Ordinata centro superficie | 31.55 m |
| Raggio superficie | 19.06 m |

Numero di superfici esaminate....(181)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|------|------|------|------|
| 1 | 7.0 | 26.3 | 16.0 | 4.27 |
| 2 | 8.2 | 27.4 | 17.3 | 3.57 |
| 3 | 9.4 | 26.3 | 15.1 | 2.20 |
| 4 | 10.6 | 27.4 | 16.4 | 2.33 |
| 5 | 11.8 | 26.3 | 14.2 | 1.48 |
| 6 | 13.0 | 27.4 | 15.2 | 1.31 |
| 7 | 14.2 | 26.3 | 14.3 | 1.27 |
| 8 | 15.4 | 27.4 | 15.3 | 1.13 |
| 9 | 16.6 | 26.3 | 14.4 | 1.17 |
| 10 | 17.8 | 27.4 | 13.3 | 1.20 |
| 11 | 19.1 | 26.3 | 12.3 | 1.25 |
| 12 | 20.3 | 27.4 | 11.4 | 1.26 |
| 13 | 21.5 | 26.3 | 10.4 | 1.29 |
| 14 | 22.7 | 27.4 | 11.4 | 1.45 |
| 15 | 23.9 | 26.3 | 10.5 | 1.62 |
| 16 | 25.1 | 27.4 | 10.9 | 1.88 |
| 17 | 26.3 | 26.3 | 10.5 | 2.21 |
| 18 | 7.0 | 28.4 | 17.8 | 3.74 |
| 19 | 8.2 | 29.5 | 17.4 | 1.80 |
| 20 | 9.4 | 28.4 | 16.8 | 1.85 |
| 21 | 10.6 | 29.5 | 16.3 | 1.81 |
| 22 | 11.8 | 28.4 | 15.8 | 1.31 |
| 23 | 13.0 | 29.5 | 17.2 | 1.11 |
| 24 | 14.2 | 28.4 | 16.3 | 1.16 |
| 25 | 15.4 | 29.5 | 17.4 | 1.12 |
| 26 | 16.6 | 28.4 | 16.4 | 1.17 |
| 27 | 17.8 | 29.5 | 15.4 | 1.21 |
| 28 | 19.1 | 28.4 | 14.4 | 1.26 |
| 29 | 20.3 | 29.5 | 12.6 | 1.29 |
| 30 | 21.5 | 28.4 | 12.0 | 1.34 |
| 31 | 22.7 | 29.5 | 11.9 | 1.54 |
| 32 | 23.9 | 28.4 | 11.4 | 1.66 |
| 33 | 25.1 | 29.5 | 14.9 | 1.92 |
| 34 | 26.3 | 28.4 | 12.2 | 2.21 |
| 35 | 8.2 | 31.6 | 19.3 | 1.70 |
| 36 | 9.4 | 30.5 | 18.7 | 1.58 |
| 37 | 10.6 | 31.6 | 20.1 | 1.54 |
| 38 | 11.8 | 30.5 | 17.7 | 1.26 |
| 39 | 13.0 | 31.6 | 19.1 | 1.10 |
| 40 | 14.2 | 30.5 | 18.4 | 1.15 |
| 41 | 15.4 | 31.6 | 19.0 | 1.14 |
| 42 | 16.6 | 30.5 | 18.3 | 1.18 |
| 43 | 17.8 | 31.6 | 18.5 | 1.25 |
| 44 | 19.1 | 30.5 | 15.5 | 1.28 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 45 | 20.3 | 31.6 | 15.5 | 1.35 |
| 46 | 21.5 | 30.5 | 14.8 | 1.43 |
| 47 | 22.7 | 31.6 | 16.1 | 1.59 |
| 48 | 23.9 | 30.5 | 15.5 | 1.73 |
| 49 | 25.1 | 31.6 | 16.7 | 1.95 |
| 50 | 26.3 | 30.5 | 14.0 | 2.26 |
| 51 | 5.8 | 33.6 | 22.5 | 1.94 |
| 52 | 8.2 | 33.6 | 21.3 | 1.56 |
| 53 | 9.4 | 32.6 | 20.7 | 1.39 |
| 54 | 10.6 | 33.6 | 21.8 | 1.28 |
| 55 | 11.8 | 32.6 | 19.5 | 1.21 |
| 56 | 13.0 | 33.6 | 20.0 | 1.17 |
| 57 | 14.2 | 32.6 | 19.8 | 1.11 |
| 58 | 15.4 | 33.6 | 20.1 | 1.17 |
| 59 | 16.6 | 32.6 | 19.3 | 1.20 |
| 60 | 17.8 | 33.6 | 19.6 | 1.27 |
| 61 | 19.1 | 32.6 | 16.1 | 1.29 |
| 62 | 20.3 | 33.6 | 17.2 | 1.39 |
| 63 | 21.5 | 32.6 | 16.6 | 1.47 |
| 64 | 22.7 | 33.6 | 17.9 | 1.63 |
| 65 | 23.9 | 32.6 | 17.3 | 1.77 |
| 66 | 25.1 | 33.6 | 18.6 | 1.99 |
| 67 | 26.3 | 32.6 | 15.8 | 2.33 |
| 68 | 5.8 | 35.7 | 24.5 | 1.70 |
| 69 | 7.0 | 34.7 | 23.8 | 1.93 |
| 70 | 8.2 | 35.7 | 22.7 | 1.90 |
| 71 | 9.4 | 34.7 | 22.3 | 1.25 |
| 72 | 10.6 | 35.7 | 23.1 | 1.14 |
| 73 | 11.8 | 34.7 | 22.7 | 1.19 |
| 74 | 13.0 | 35.7 | 23.5 | 1.10 |
| 75 | 14.2 | 34.7 | 20.6 | 1.18 |
| 76 | 15.4 | 35.7 | 21.1 | 1.22 |
| 77 | 16.6 | 34.7 | 20.3 | 1.23 |
| 78 | 17.8 | 35.7 | 21.3 | 1.31 |
| 79 | 19.1 | 34.7 | 20.6 | 1.37 |
| 80 | 20.3 | 35.7 | 19.1 | 1.46 |
| 81 | 21.5 | 34.7 | 18.5 | 1.52 |
| 82 | 22.7 | 35.7 | 19.8 | 1.69 |
| 83 | 23.9 | 34.7 | 19.2 | 1.82 |
| 84 | 25.1 | 35.7 | 20.4 | 2.03 |
| 85 | 26.3 | 34.7 | 17.6 | 2.43 |
| 86 | 5.8 | 37.8 | 26.2 | 1.50 |
| 87 | 8.2 | 37.8 | 24.0 | 3.40 |
| 88 | 9.4 | 36.8 | 23.5 | 1.43 |
| 89 | 10.6 | 37.8 | 24.3 | 1.23 |
| 90 | 11.8 | 36.8 | 23.9 | 1.12 |
| 91 | 13.0 | 37.8 | 24.7 | 1.14 |
| 92 | 14.2 | 36.8 | 24.4 | 1.15 |
| 93 | 15.4 | 37.8 | 25.6 | 1.22 |
| 94 | 16.6 | 36.8 | 22.0 | 1.28 |
| 95 | 17.8 | 37.8 | 23.2 | 1.35 |
| 96 | 19.1 | 36.8 | 22.5 | 1.41 |
| 97 | 20.3 | 37.8 | 23.7 | 1.52 |
| 98 | 21.5 | 36.8 | 20.3 | 1.60 |
| 99 | 22.7 | 37.8 | 21.6 | 1.76 |
| 100 | 23.9 | 36.8 | 21.0 | 1.88 |
| 101 | 25.1 | 37.8 | 22.3 | 2.09 |

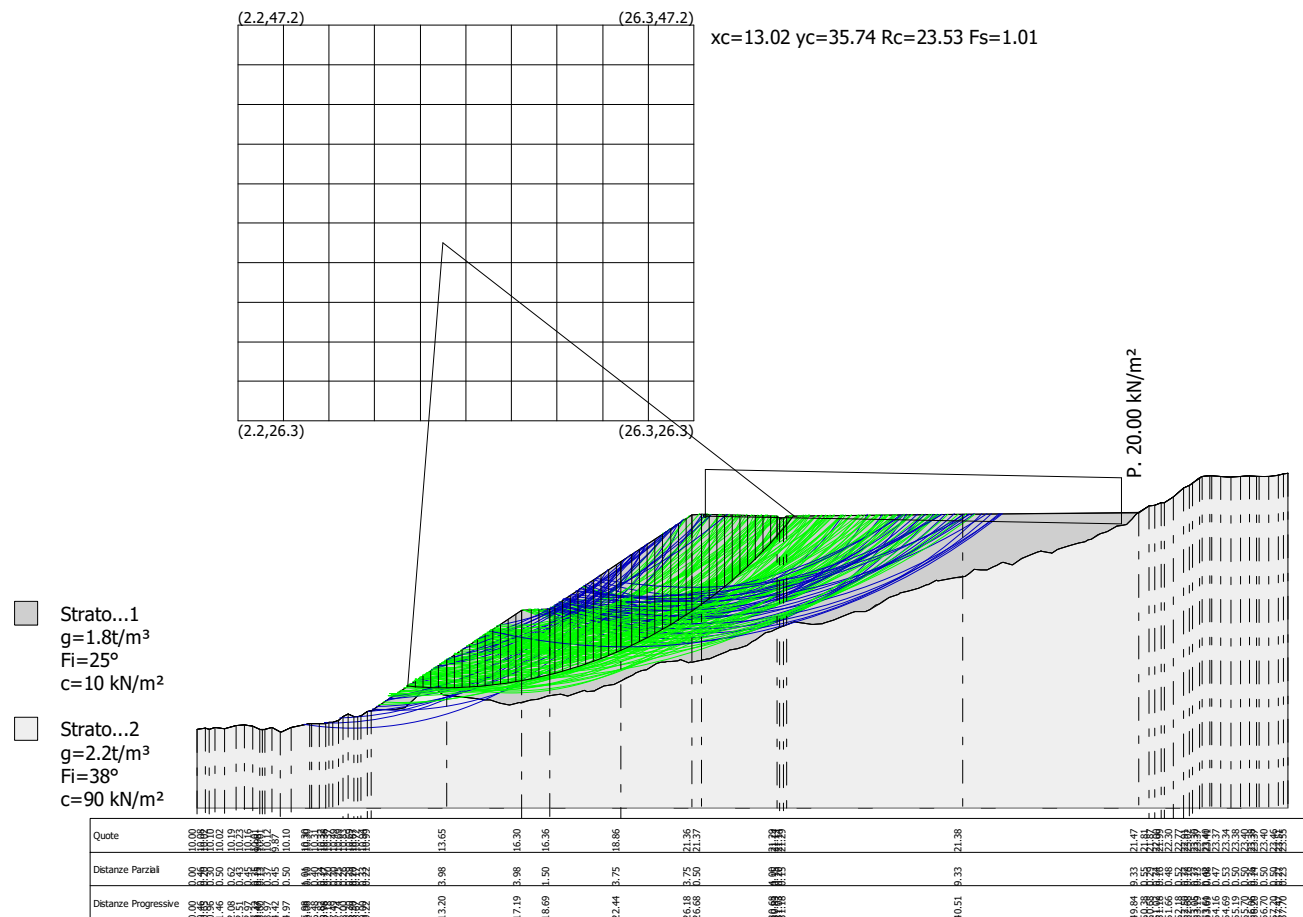
| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 102 | 26.3 | 36.8 | 21.7 | 2.28 |
| 103 | 4.6 | 38.9 | 26.9 | 2.48 |
| 104 | 5.8 | 39.9 | 27.9 | 1.53 |
| 105 | 7.0 | 38.9 | 27.2 | 1.18 |
| 106 | 8.2 | 39.9 | 28.2 | 1.22 |
| 107 | 9.4 | 38.9 | 27.6 | 1.46 |
| 108 | 10.6 | 39.9 | 25.6 | 1.41 |
| 109 | 11.8 | 38.9 | 25.1 | 1.19 |
| 110 | 13.0 | 39.9 | 26.2 | 1.18 |
| 111 | 14.2 | 38.9 | 25.9 | 1.18 |
| 112 | 15.4 | 39.9 | 27.4 | 1.25 |
| 113 | 16.6 | 38.9 | 23.9 | 1.32 |
| 114 | 17.8 | 39.9 | 25.1 | 1.40 |
| 115 | 19.1 | 38.9 | 24.4 | 1.45 |
| 116 | 20.3 | 39.9 | 25.6 | 1.57 |
| 117 | 21.5 | 38.9 | 24.9 | 1.66 |
| 118 | 22.7 | 39.9 | 23.4 | 1.84 |
| 119 | 23.9 | 38.9 | 22.9 | 1.95 |
| 120 | 25.1 | 39.9 | 24.1 | 2.16 |
| 121 | 26.3 | 38.9 | 23.5 | 2.33 |
| 122 | 4.6 | 41.0 | 28.6 | 2.90 |
| 123 | 5.8 | 42.0 | 29.6 | 1.59 |
| 124 | 10.6 | 42.0 | 27.1 | 1.63 |
| 125 | 11.8 | 41.0 | 26.6 | 1.26 |
| 126 | 13.0 | 42.0 | 28.1 | 1.22 |
| 127 | 14.2 | 41.0 | 27.7 | 1.22 |
| 128 | 15.4 | 42.0 | 29.2 | 1.28 |
| 129 | 16.6 | 41.0 | 25.8 | 1.37 |
| 130 | 17.8 | 42.0 | 27.0 | 1.45 |
| 131 | 19.1 | 41.0 | 26.3 | 1.50 |
| 132 | 20.3 | 42.0 | 27.5 | 1.61 |
| 133 | 21.5 | 41.0 | 26.8 | 1.70 |
| 134 | 22.7 | 42.0 | 25.3 | 1.92 |
| 135 | 23.9 | 41.0 | 24.7 | 2.02 |
| 136 | 25.1 | 42.0 | 26.0 | 2.23 |
| 137 | 26.3 | 41.0 | 25.4 | 2.40 |
| 138 | 4.6 | 43.1 | 30.3 | 3.49 |
| 139 | 5.8 | 44.1 | 31.3 | 1.63 |
| 140 | 7.0 | 43.1 | 30.5 | 1.23 |
| 141 | 10.6 | 44.1 | 32.3 | 1.30 |
| 142 | 11.8 | 43.1 | 28.5 | 1.29 |
| 143 | 13.0 | 44.1 | 29.9 | 1.26 |
| 144 | 14.2 | 43.1 | 29.5 | 1.26 |
| 145 | 15.4 | 44.1 | 31.0 | 1.32 |
| 146 | 16.6 | 43.1 | 27.5 | 1.42 |
| 147 | 17.8 | 44.1 | 28.9 | 1.50 |
| 148 | 19.1 | 43.1 | 28.2 | 1.55 |
| 149 | 20.3 | 44.1 | 29.4 | 1.66 |
| 150 | 21.5 | 43.1 | 28.7 | 1.75 |
| 151 | 22.7 | 44.1 | 27.1 | 2.01 |
| 152 | 23.9 | 43.1 | 26.6 | 2.11 |
| 153 | 25.1 | 44.1 | 27.8 | 2.31 |
| 154 | 26.3 | 43.1 | 27.1 | 2.49 |
| 155 | 4.6 | 45.2 | 32.1 | 4.40 |
| 156 | 7.0 | 45.2 | 32.3 | 1.27 |
| 157 | 8.2 | 46.2 | 33.6 | 1.16 |
| 158 | 9.4 | 45.2 | 32.9 | 1.13 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 159 | 10.6 | 46.2 | 34.3 | 1.26 |
| 160 | 11.8 | 45.2 | 30.4 | 1.32 |
| 161 | 13.0 | 46.2 | 31.8 | 1.30 |
| 162 | 14.2 | 45.2 | 31.4 | 1.29 |
| 163 | 15.4 | 46.2 | 32.8 | 1.36 |
| 164 | 16.6 | 45.2 | 32.5 | 1.40 |
| 165 | 17.8 | 46.2 | 30.8 | 1.55 |
| 166 | 19.1 | 45.2 | 30.1 | 1.60 |
| 167 | 20.3 | 46.2 | 31.3 | 1.71 |
| 168 | 21.5 | 45.2 | 30.6 | 1.79 |
| 169 | 22.7 | 46.2 | 31.8 | 2.04 |
| 170 | 23.9 | 45.2 | 28.4 | 2.19 |
| 171 | 25.1 | 46.2 | 29.3 | 2.46 |
| 172 | 26.3 | 45.2 | 28.4 | 2.66 |
| 173 | 7.0 | 47.2 | 34.3 | 1.25 |
| 174 | 9.4 | 47.2 | 34.9 | 1.15 |
| 175 | 11.8 | 47.2 | 32.3 | 1.36 |
| 176 | 14.2 | 47.2 | 33.2 | 1.34 |
| 177 | 16.6 | 47.2 | 34.3 | 1.44 |
| 178 | 19.1 | 47.2 | 32.0 | 1.65 |
| 179 | 21.5 | 47.2 | 32.5 | 1.84 |
| 180 | 23.9 | 47.2 | 30.2 | 2.30 |
| 181 | 26.3 | 47.2 | 29.7 | 2.90 |

Indice

| | |
|--|----|
| 1.Dati generali | 1 |
| 2.Vertici profilo | 2 |
| 3.Vertici strato1 | 3 |
| 4.Coefficienti parziali azioni | 7 |
| 5.Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno | 7 |
| 6.Stratigrafia | 7 |
| 7.Risultati analisi pendio [NTC 2018] | 7 |
| Indice | 11 |

VERIFICA ANALITICA DI STABILITA'
IN CONDIZIONI SISMICHE
SEZIONE C3_20



Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)

| | |
|---|---------------------|
| Lat./Long. | 43.975244/11.586296 |
| Calcolo eseguito secondo | NTC 2018 |
| Numero di strati | 2.0 |
| Numero dei conci | 50.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.0 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.2 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| Analisi | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare | |

Maglia dei Centri

| | |
|--|---------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 2.17 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 26.32 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 26.29 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 47.24 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: | B |
| Categoria topografica: | T2 |

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O. | 30.0 | 0.68 | 2.41 | 0.26 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.85 | 2.41 | 0.27 |
| S.L.V. | 475.0 | 2.04 | 2.4 | 0.3 |
| S.L.C. | 975.0 | 2.55 | 2.44 | 0.31 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

| | |
|--------|-----------|
| Opera: | Classe II |
|--------|-----------|

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [-] | kh [-] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O. | 0.9792 | 1.0 | 0.0999 | 0.0499 |
| S.L.D. | 1.224 | 0.47 | 0.0587 | 0.0293 |
| S.L.V. | 2.9376 | 0.38 | 0.1138 | 0.0569 |
| S.L.C. | 3.5074 | 1.0 | 0.3577 | 0.1788 |

| | |
|---|--------|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.1138 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.0569 |

Vertici profilo

| Nr | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.46 | 10.08 |
| 3 | 0.65 | 10.02 |
| 4 | 0.96 | 10.1 |
| 5 | 1.46 | 10.02 |
| 6 | 2.08 | 10.19 |
| 7 | 2.51 | 10.23 |
| 8 | 2.97 | 10.16 |
| 9 | 3.32 | 10.01 |
| 10 | 3.47 | 9.98 |
| 11 | 3.6 | 10.01 |
| 12 | 3.97 | 10.12 |
| 13 | 4.42 | 9.87 |
| 14 | 4.47 | 9.85 |
| 15 | 4.97 | 10.1 |
| 16 | 5.98 | 10.3 |
| 17 | 6.08 | 10.3 |
| 18 | 6.48 | 10.31 |
| 19 | 6.82 | 10.32 |
| 20 | 6.98 | 10.38 |
| 21 | 7.18 | 10.37 |
| 22 | 7.49 | 10.49 |
| 23 | 7.74 | 10.69 |
| 24 | 8.0 | 10.83 |
| 25 | 8.01 | 10.82 |
| 26 | 8.3 | 10.69 |
| 27 | 8.5 | 10.67 |
| 28 | 8.67 | 10.72 |
| 29 | 9.0 | 10.94 |
| 30 | 9.22 | 10.99 |
| 31 | 13.2 | 13.65 |
| 32 | 17.19 | 16.3 |
| 33 | 18.69 | 16.36 |
| 34 | 22.44 | 18.86 |
| 35 | 26.18 | 21.36 |
| 36 | 26.68 | 21.37 |
| 37 | 30.68 | 21.29 |
| 38 | 30.83 | 21.14 |
| 39 | 31.03 | 21.14 |
| 40 | 31.18 | 21.29 |
| 41 | 40.51 | 21.38 |
| 42 | 49.84 | 21.47 |
| 43 | 50.38 | 21.81 |
| 44 | 50.68 | 21.87 |
| 45 | 51.02 | 22.0 |
| 46 | 51.18 | 21.99 |
| 47 | 51.66 | 22.3 |
| 48 | 52.18 | 22.77 |
| 49 | 52.5 | 22.91 |
| 50 | 52.68 | 23.02 |
| 51 | 53.05 | 23.3 |
| 52 | 53.19 | 23.37 |
| 53 | 53.61 | 23.4 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 54 | 53.69 | 23.41 |
| 55 | 54.16 | 23.37 |
| 56 | 54.69 | 23.34 |
| 57 | 55.19 | 23.38 |
| 58 | 55.7 | 23.4 |
| 59 | 56.06 | 23.38 |
| 60 | 56.2 | 23.37 |
| 61 | 56.7 | 23.4 |
| 62 | 57.2 | 23.46 |
| 63 | 57.47 | 23.51 |
| 64 | 57.7 | 23.55 |

Vertici strato1

| N | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 10.0 |
| 2 | 0.46 | 10.08 |
| 3 | 0.65 | 10.02 |
| 4 | 0.96 | 10.1 |
| 5 | 1.46 | 10.02 |
| 6 | 2.08 | 10.19 |
| 7 | 2.51 | 10.23 |
| 8 | 2.97 | 10.16 |
| 9 | 3.32 | 10.01 |
| 10 | 3.47 | 9.98 |
| 11 | 3.6 | 10.01 |
| 12 | 3.97 | 10.12 |
| 13 | 4.42 | 9.87 |
| 14 | 4.47 | 9.85 |
| 15 | 4.97 | 10.1 |
| 16 | 5.98 | 10.3 |
| 17 | 6.08 | 10.3 |
| 18 | 6.48 | 10.31 |
| 19 | 6.82 | 10.32 |
| 20 | 6.98 | 10.38 |
| 21 | 7.18 | 10.37 |
| 22 | 7.49 | 10.49 |
| 23 | 7.74 | 10.69 |
| 24 | 8.0 | 10.83 |
| 25 | 8.3 | 10.69 |
| 26 | 8.5 | 10.67 |
| 27 | 8.67 | 10.72 |
| 28 | 9.0 | 10.94 |
| 29 | 9.22 | 10.99 |
| 30 | 9.4 | 11.03 |
| 31 | 9.5 | 11.04 |
| 32 | 9.59 | 11.03 |
| 33 | 9.79 | 11.04 |
| 34 | 10.01 | 11.05 |
| 35 | 10.51 | 11.05 |
| 36 | 11.01 | 11.15 |
| 37 | 11.06 | 11.18 |
| 38 | 11.51 | 11.62 |
| 39 | 11.61 | 11.72 |
| 40 | 12.02 | 12.14 |
| 41 | 12.35 | 12.21 |
| 42 | 12.43 | 12.22 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 43 | 12.52 | 12.21 |
| 44 | 12.58 | 12.2 |
| 45 | 13.02 | 11.82 |
| 46 | 14.81 | 11.62 |
| 47 | 14.93 | 11.58 |
| 48 | 15.0 | 11.59 |
| 49 | 15.07 | 11.58 |
| 50 | 15.11 | 11.56 |
| 51 | 15.53 | 11.57 |
| 52 | 16.03 | 11.4 |
| 53 | 16.03 | 11.4 |
| 54 | 16.53 | 11.3 |
| 55 | 16.95 | 11.39 |
| 56 | 17.04 | 11.43 |
| 57 | 17.14 | 11.41 |
| 58 | 17.54 | 11.52 |
| 59 | 17.69 | 11.55 |
| 60 | 18.04 | 11.58 |
| 61 | 18.24 | 11.66 |
| 62 | 18.54 | 11.75 |
| 63 | 18.97 | 11.84 |
| 64 | 19.25 | 11.87 |
| 65 | 19.63 | 11.75 |
| 66 | 20.5 | 12.07 |
| 67 | 20.63 | 12.01 |
| 68 | 21.05 | 12.05 |
| 69 | 21.09 | 12.06 |
| 70 | 21.55 | 12.32 |
| 71 | 21.59 | 12.32 |
| 72 | 22.01 | 12.36 |
| 73 | 22.06 | 12.36 |
| 74 | 22.47 | 12.59 |
| 75 | 22.66 | 12.69 |
| 76 | 23.06 | 12.88 |
| 77 | 23.06 | 12.88 |
| 78 | 23.22 | 12.98 |
| 79 | 23.56 | 13.13 |
| 80 | 23.77 | 13.16 |
| 81 | 24.07 | 13.33 |
| 82 | 24.32 | 13.48 |
| 83 | 24.57 | 13.55 |
| 84 | 24.77 | 13.57 |
| 85 | 24.87 | 13.58 |
| 86 | 25.07 | 13.6 |
| 87 | 25.43 | 13.63 |
| 88 | 25.57 | 13.69 |
| 89 | 26.03 | 13.53 |
| 90 | 26.07 | 13.57 |
| 91 | 26.11 | 13.56 |
| 92 | 26.22 | 13.55 |
| 93 | 26.53 | 13.62 |
| 94 | 27.01 | 13.72 |
| 95 | 27.07 | 13.73 |
| 96 | 27.08 | 13.74 |
| 97 | 27.09 | 13.74 |
| 98 | 27.57 | 13.93 |
| 99 | 28.08 | 14.14 |

| | | |
|-----|-------|-------|
| 100 | 28.19 | 14.19 |
| 101 | 28.58 | 14.28 |
| 102 | 28.68 | 14.31 |
| 103 | 29.09 | 14.44 |
| 104 | 29.37 | 14.64 |
| 105 | 29.59 | 14.73 |
| 106 | 30.09 | 15.13 |
| 107 | 30.4 | 15.2 |
| 108 | 30.59 | 15.3 |
| 109 | 30.9 | 15.42 |
| 110 | 31.09 | 15.5 |
| 111 | 31.5 | 15.67 |
| 112 | 31.6 | 15.68 |
| 113 | 32.06 | 15.61 |
| 114 | 32.1 | 15.62 |
| 115 | 32.51 | 15.56 |
| 116 | 32.6 | 15.55 |
| 117 | 32.61 | 15.55 |
| 118 | 33.1 | 15.61 |
| 119 | 33.16 | 15.61 |
| 120 | 33.6 | 15.76 |
| 121 | 33.71 | 15.78 |
| 122 | 34.11 | 15.96 |
| 123 | 34.27 | 16.02 |
| 124 | 34.61 | 16.17 |
| 125 | 34.82 | 16.25 |
| 126 | 35.11 | 16.24 |
| 127 | 35.37 | 16.23 |
| 128 | 35.61 | 16.34 |
| 129 | 35.92 | 16.56 |
| 130 | 36.11 | 16.65 |
| 131 | 36.27 | 16.76 |
| 132 | 36.62 | 16.98 |
| 133 | 37.03 | 17.13 |
| 134 | 37.12 | 17.16 |
| 135 | 37.19 | 17.21 |
| 136 | 37.62 | 17.32 |
| 137 | 38.01 | 17.41 |
| 138 | 38.12 | 17.45 |
| 139 | 38.13 | 17.45 |
| 140 | 38.63 | 17.64 |
| 141 | 38.69 | 17.65 |
| 142 | 39.13 | 17.88 |
| 143 | 39.19 | 17.88 |
| 144 | 39.24 | 17.87 |
| 145 | 39.95 | 17.99 |
| 146 | 40.13 | 18.03 |
| 147 | 40.34 | 18.05 |
| 148 | 40.63 | 18.1 |
| 149 | 40.9 | 18.25 |
| 150 | 41.14 | 18.46 |
| 151 | 41.45 | 18.45 |
| 152 | 41.63 | 18.44 |
| 153 | 41.64 | 18.44 |
| 154 | 41.79 | 18.43 |
| 155 | 42.14 | 18.61 |
| 156 | 42.29 | 18.68 |

| | | |
|-----|-------|-------|
| 157 | 42.55 | 18.79 |
| 158 | 42.64 | 18.83 |
| 159 | 43.11 | 18.72 |
| 160 | 43.14 | 18.72 |
| 161 | 43.51 | 18.94 |
| 162 | 43.65 | 19.03 |
| 163 | 44.14 | 19.23 |
| 164 | 44.47 | 19.37 |
| 165 | 44.6 | 19.41 |
| 166 | 44.65 | 19.44 |
| 167 | 44.7 | 19.43 |
| 168 | 45.1 | 19.36 |
| 169 | 45.15 | 19.35 |
| 170 | 45.23 | 19.31 |
| 171 | 45.52 | 19.53 |
| 172 | 45.73 | 19.59 |
| 173 | 46.16 | 19.71 |
| 174 | 46.4 | 19.8 |
| 175 | 46.66 | 19.86 |
| 176 | 46.98 | 19.94 |
| 177 | 47.16 | 20.01 |
| 178 | 47.32 | 20.06 |
| 179 | 47.66 | 20.28 |
| 180 | 47.82 | 20.35 |
| 181 | 47.96 | 20.42 |
| 182 | 48.16 | 20.48 |
| 183 | 48.63 | 20.75 |
| 184 | 48.67 | 20.76 |
| 185 | 49.01 | 20.81 |
| 186 | 49.17 | 20.83 |
| 187 | 49.48 | 21.16 |
| 188 | 49.62 | 21.3 |
| 189 | 49.74 | 21.41 |
| 190 | 49.84 | 21.47 |
| 191 | 50.38 | 21.81 |
| 192 | 50.68 | 21.87 |
| 193 | 51.02 | 22.0 |
| 194 | 51.18 | 21.99 |
| 195 | 51.66 | 22.3 |
| 196 | 52.18 | 22.77 |
| 197 | 52.5 | 22.91 |
| 198 | 52.68 | 23.02 |
| 199 | 53.05 | 23.3 |
| 200 | 53.19 | 23.37 |
| 201 | 53.61 | 23.4 |
| 202 | 53.69 | 23.41 |
| 203 | 54.16 | 23.37 |
| 204 | 54.51 | 23.35 |
| 205 | 54.69 | 23.34 |
| 206 | 55.14 | 23.38 |
| 207 | 55.19 | 23.38 |
| 208 | 55.26 | 23.39 |
| 209 | 55.7 | 23.4 |
| 210 | 56.06 | 23.38 |
| 211 | 56.2 | 23.37 |
| 212 | 56.52 | 23.39 |
| 213 | 56.7 | 23.4 |

| | | |
|-----|-------|-------|
| 214 | 56.92 | 23.42 |
| 215 | 57.2 | 23.46 |
| 216 | 57.47 | 23.51 |
| 217 | 57.7 | 23.55 |

Coefficienti parziali azioni

| | | |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili | 1.0 | 1.0 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| | |
|---|-----|
| Tangente angolo di resistenza al taglio | 1.0 |
| Coesione efficace | 1.0 |
| Coesione non drenata | 1.0 |
| Riduzione parametri geotecnici terreno | Si |

Stratigrafia

| Strato | Coesione (kN/m ²) | Coesione non drenata (kN/m ²) | Angolo resistenza al taglio (°) | Peso unità di volume (t/m ³) | Peso saturo (t/m ³) | Litologia |
|--------|----------------------------------|---|--|--|------------------------------------|-----------|
| 1 | 10 | | 25 | 1.8 | 1.9 | |
| 2 | 90 | | 38 | 2.2 | 2.2 | |

Carichi distribuiti

| N° | xi (m) | yi (m) | xf (m) | yf (m) | Carico esterno (kN/m ²) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1 | 26.9 | 21.3 | 48.9 | 20.86 | 20 |

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

| | |
|----------------------------|---------|
| Fs minimo individuato | 1.01 |
| Ascissa centro superficie | 13.02 m |
| Ordinata centro superficie | 35.74 m |
| Raggio superficie | 23.53 m |

Numero di superfici esaminate....(181)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|------|------|------|------|
| 1 | 7.0 | 26.3 | 16.0 | 4.20 |
| 2 | 8.2 | 27.4 | 17.3 | 3.48 |
| 3 | 9.4 | 26.3 | 15.1 | 2.13 |
| 4 | 10.6 | 27.4 | 16.4 | 2.28 |
| 5 | 11.8 | 26.3 | 14.2 | 1.41 |
| 6 | 13.0 | 27.4 | 15.2 | 1.25 |
| 7 | 14.2 | 26.3 | 14.3 | 1.21 |
| 8 | 15.4 | 27.4 | 15.3 | 1.06 |
| 9 | 16.6 | 26.3 | 14.4 | 1.09 |
| 10 | 17.8 | 27.4 | 13.3 | 1.12 |
| 11 | 19.1 | 26.3 | 12.3 | 1.16 |
| 12 | 20.3 | 27.4 | 11.4 | 1.18 |

| | | | | |
|----|------|------|------|------|
| 13 | 21.5 | 26.3 | 10.4 | 1.20 |
| 14 | 22.7 | 27.4 | 11.4 | 1.30 |
| 15 | 23.9 | 26.3 | 10.5 | 1.43 |
| 16 | 25.1 | 27.4 | 10.9 | 1.59 |
| 17 | 26.3 | 26.3 | 10.5 | 1.81 |
| 18 | 7.0 | 28.4 | 17.8 | 3.69 |
| 19 | 8.2 | 29.5 | 17.4 | 1.71 |
| 20 | 9.4 | 28.4 | 16.8 | 1.78 |
| 21 | 10.6 | 29.5 | 16.3 | 1.72 |
| 22 | 11.8 | 28.4 | 15.8 | 1.24 |
| 23 | 13.0 | 29.5 | 17.2 | 1.04 |
| 24 | 14.2 | 28.4 | 16.3 | 1.10 |
| 25 | 15.4 | 29.5 | 17.4 | 1.04 |
| 26 | 16.6 | 28.4 | 16.4 | 1.08 |
| 27 | 17.8 | 29.5 | 15.4 | 1.11 |
| 28 | 19.1 | 28.4 | 14.4 | 1.16 |
| 29 | 20.3 | 29.5 | 12.6 | 1.20 |
| 30 | 21.5 | 28.4 | 12.0 | 1.22 |
| 31 | 22.7 | 29.5 | 14.2 | 1.35 |
| 32 | 23.9 | 28.4 | 11.4 | 1.44 |
| 33 | 25.1 | 29.5 | 14.9 | 1.58 |
| 34 | 26.3 | 28.4 | 12.2 | 1.77 |
| 35 | 8.2 | 31.6 | 19.3 | 1.62 |
| 36 | 9.4 | 30.5 | 18.7 | 1.51 |
| 37 | 10.6 | 31.6 | 20.1 | 1.48 |
| 38 | 11.8 | 30.5 | 17.7 | 1.19 |
| 39 | 13.0 | 31.6 | 19.1 | 1.02 |
| 40 | 14.2 | 30.5 | 18.4 | 1.08 |
| 41 | 15.4 | 31.6 | 19.0 | 1.04 |
| 42 | 16.6 | 30.5 | 18.3 | 1.08 |
| 43 | 17.8 | 31.6 | 18.5 | 1.12 |
| 44 | 19.1 | 30.5 | 15.5 | 1.17 |
| 45 | 20.3 | 31.6 | 15.5 | 1.22 |
| 46 | 21.5 | 30.5 | 14.8 | 1.27 |
| 47 | 22.7 | 31.6 | 16.1 | 1.36 |
| 48 | 23.9 | 30.5 | 15.5 | 1.46 |
| 49 | 25.1 | 31.6 | 16.7 | 1.58 |
| 50 | 26.3 | 30.5 | 14.0 | 1.76 |
| 51 | 5.8 | 33.6 | 22.5 | 1.87 |
| 52 | 8.2 | 33.6 | 21.3 | 1.49 |
| 53 | 9.4 | 32.6 | 20.7 | 1.33 |
| 54 | 10.6 | 33.6 | 21.8 | 1.21 |
| 55 | 11.8 | 32.6 | 19.5 | 1.14 |
| 56 | 13.0 | 33.6 | 20.0 | 1.10 |
| 57 | 14.2 | 32.6 | 19.8 | 1.03 |
| 58 | 15.4 | 33.6 | 20.1 | 1.07 |
| 59 | 16.6 | 32.6 | 19.3 | 1.09 |
| 60 | 17.8 | 33.6 | 19.6 | 1.14 |
| 61 | 19.1 | 32.6 | 18.8 | 1.18 |
| 62 | 20.3 | 33.6 | 17.2 | 1.23 |
| 63 | 21.5 | 32.6 | 16.6 | 1.29 |
| 64 | 22.7 | 33.6 | 17.9 | 1.38 |
| 65 | 23.9 | 32.6 | 17.3 | 1.47 |
| 66 | 25.1 | 33.6 | 18.6 | 1.58 |
| 67 | 26.3 | 32.6 | 15.8 | 1.78 |
| 68 | 5.8 | 35.7 | 24.5 | 1.63 |
| 69 | 7.0 | 34.7 | 23.8 | 1.87 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 70 | 8.2 | 35.7 | 22.7 | 1.82 |
| 71 | 9.4 | 34.7 | 22.3 | 1.18 |
| 72 | 10.6 | 35.7 | 23.1 | 1.06 |
| 73 | 11.8 | 34.7 | 22.7 | 1.12 |
| 74 | 13.0 | 35.7 | 23.5 | 1.01 |
| 75 | 14.2 | 34.7 | 20.6 | 1.09 |
| 76 | 15.4 | 35.7 | 21.1 | 1.12 |
| 77 | 16.6 | 34.7 | 20.3 | 1.12 |
| 78 | 17.8 | 35.7 | 21.3 | 1.16 |
| 79 | 19.1 | 34.7 | 20.6 | 1.20 |
| 80 | 20.3 | 35.7 | 21.8 | 1.27 |
| 81 | 21.5 | 34.7 | 18.5 | 1.31 |
| 82 | 22.7 | 35.7 | 19.8 | 1.40 |
| 83 | 23.9 | 34.7 | 19.2 | 1.48 |
| 84 | 25.1 | 35.7 | 20.4 | 1.59 |
| 85 | 26.3 | 34.7 | 17.6 | 1.81 |
| 86 | 5.8 | 37.8 | 26.2 | 1.43 |
| 87 | 8.2 | 37.8 | 24.0 | 3.30 |
| 88 | 9.4 | 36.8 | 23.5 | 1.36 |
| 89 | 10.6 | 37.8 | 24.3 | 1.16 |
| 90 | 11.8 | 36.8 | 23.9 | 1.03 |
| 91 | 13.0 | 37.8 | 24.7 | 1.04 |
| 92 | 14.2 | 36.8 | 24.4 | 1.04 |
| 93 | 15.4 | 37.8 | 25.6 | 1.08 |
| 94 | 16.6 | 36.8 | 22.0 | 1.15 |
| 95 | 17.8 | 37.8 | 23.2 | 1.19 |
| 96 | 19.1 | 36.8 | 22.5 | 1.22 |
| 97 | 20.3 | 37.8 | 23.7 | 1.29 |
| 98 | 21.5 | 36.8 | 23.0 | 1.34 |
| 99 | 22.7 | 37.8 | 21.6 | 1.44 |
| 100 | 23.9 | 36.8 | 21.0 | 1.50 |
| 101 | 25.1 | 37.8 | 22.3 | 1.61 |
| 102 | 26.3 | 36.8 | 21.7 | 1.71 |
| 103 | 4.6 | 38.9 | 26.9 | 2.39 |
| 104 | 5.8 | 39.9 | 27.9 | 1.47 |
| 105 | 7.0 | 38.9 | 27.2 | 1.11 |
| 106 | 8.2 | 39.9 | 28.2 | 1.15 |
| 107 | 9.4 | 38.9 | 27.6 | 1.38 |
| 108 | 10.6 | 39.9 | 25.6 | 1.34 |
| 109 | 11.8 | 38.9 | 25.1 | 1.10 |
| 110 | 13.0 | 39.9 | 26.2 | 1.08 |
| 111 | 14.2 | 38.9 | 25.9 | 1.06 |
| 112 | 15.4 | 39.9 | 27.4 | 1.10 |
| 113 | 16.6 | 38.9 | 23.9 | 1.17 |
| 114 | 17.8 | 39.9 | 25.1 | 1.21 |
| 115 | 19.1 | 38.9 | 24.4 | 1.24 |
| 116 | 20.3 | 39.9 | 25.6 | 1.31 |
| 117 | 21.5 | 38.9 | 24.9 | 1.36 |
| 118 | 22.7 | 39.9 | 23.4 | 1.48 |
| 119 | 23.9 | 38.9 | 22.9 | 1.54 |
| 120 | 25.1 | 39.9 | 24.1 | 1.64 |
| 121 | 26.3 | 38.9 | 23.5 | 1.72 |
| 122 | 4.6 | 41.0 | 28.6 | 2.80 |
| 123 | 5.8 | 42.0 | 29.6 | 1.52 |
| 124 | 10.6 | 42.0 | 27.1 | 1.56 |
| 125 | 11.8 | 41.0 | 26.6 | 1.17 |
| 126 | 13.0 | 42.0 | 28.1 | 1.10 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 127 | 14.2 | 41.0 | 27.7 | 1.08 |
| 128 | 15.4 | 42.0 | 29.2 | 1.12 |
| 129 | 16.6 | 41.0 | 25.8 | 1.20 |
| 130 | 17.8 | 42.0 | 27.0 | 1.24 |
| 131 | 19.1 | 41.0 | 26.3 | 1.27 |
| 132 | 20.3 | 42.0 | 27.5 | 1.33 |
| 133 | 21.5 | 41.0 | 26.8 | 1.38 |
| 134 | 22.7 | 42.0 | 25.3 | 1.52 |
| 135 | 23.9 | 41.0 | 24.7 | 1.57 |
| 136 | 25.1 | 42.0 | 26.0 | 1.67 |
| 137 | 26.3 | 41.0 | 25.4 | 1.75 |
| 138 | 4.6 | 43.1 | 30.3 | 3.38 |
| 139 | 5.8 | 44.1 | 31.3 | 1.56 |
| 140 | 7.0 | 43.1 | 30.5 | 1.16 |
| 141 | 10.6 | 44.1 | 32.3 | 1.18 |
| 142 | 11.8 | 43.1 | 28.5 | 1.19 |
| 143 | 13.0 | 44.1 | 29.9 | 1.13 |
| 144 | 14.2 | 43.1 | 29.5 | 1.11 |
| 145 | 15.4 | 44.1 | 31.0 | 1.14 |
| 146 | 16.6 | 43.1 | 27.5 | 1.24 |
| 147 | 17.8 | 44.1 | 28.9 | 1.27 |
| 148 | 19.1 | 43.1 | 28.2 | 1.30 |
| 149 | 20.3 | 44.1 | 29.4 | 1.36 |
| 150 | 21.5 | 43.1 | 28.7 | 1.40 |
| 151 | 22.7 | 44.1 | 27.1 | 1.57 |
| 152 | 23.9 | 43.1 | 26.6 | 1.61 |
| 153 | 25.1 | 44.1 | 27.8 | 1.71 |
| 154 | 26.3 | 43.1 | 27.1 | 1.78 |
| 155 | 4.6 | 45.2 | 32.1 | 4.32 |
| 156 | 7.0 | 45.2 | 32.3 | 1.19 |
| 157 | 8.2 | 46.2 | 33.6 | 1.06 |
| 158 | 9.4 | 45.2 | 32.9 | 1.02 |
| 159 | 10.6 | 46.2 | 34.3 | 1.14 |
| 160 | 11.8 | 45.2 | 30.4 | 1.21 |
| 161 | 13.0 | 46.2 | 31.8 | 1.16 |
| 162 | 14.2 | 45.2 | 31.4 | 1.13 |
| 163 | 15.4 | 46.2 | 32.8 | 1.16 |
| 164 | 16.6 | 45.2 | 32.5 | 1.19 |
| 165 | 17.8 | 46.2 | 30.8 | 1.30 |
| 166 | 19.1 | 45.2 | 30.1 | 1.32 |
| 167 | 20.3 | 46.2 | 31.3 | 1.38 |
| 168 | 21.5 | 45.2 | 30.6 | 1.43 |
| 169 | 22.7 | 46.2 | 31.8 | 1.58 |
| 170 | 23.9 | 45.2 | 28.4 | 1.66 |
| 171 | 25.1 | 46.2 | 29.3 | 1.78 |
| 172 | 26.3 | 45.2 | 28.4 | 1.87 |
| 173 | 7.0 | 47.2 | 34.3 | 1.16 |
| 174 | 9.4 | 47.2 | 34.9 | 1.03 |
| 175 | 11.8 | 47.2 | 32.3 | 1.24 |
| 176 | 14.2 | 47.2 | 33.2 | 1.16 |
| 177 | 16.6 | 47.2 | 34.3 | 1.21 |
| 178 | 19.1 | 47.2 | 32.0 | 1.35 |
| 179 | 21.5 | 47.2 | 32.5 | 1.45 |
| 180 | 23.9 | 47.2 | 30.2 | 1.71 |
| 181 | 26.3 | 47.2 | 29.7 | 1.98 |

Indice

| | |
|--|----|
| 1.Dati generali | 1 |
| 2.Vertici profilo | 2 |
| 3.Vertici strato1 | 3 |
| 4.Coefficienti parziali azioni | 7 |
| 5.Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno | 7 |
| 6.Stratigrafia | 7 |
| 7.Risultati analisi pendio [NTC 2018] | 7 |
| Indice | 11 |

RILIEVO STRUTTURALE SECONDO LE INDICAZIONI DELL'I.S.R.M. (1978)

INTRODUZIONE

In tutta l'area di intervento l'ammasso roccioso è costituito da una successione sedimentaria flyshoide costituita da un'alternanza di arenarie e marne con un rapporto A/P variabile. Si tratta di Formazioni strutturalmente complesse per l'elevata anisotropia determinata dai piani di strato, ben sviluppati, e dall'alternanza di strati a rigidità e resistenza differenti (marne e arenarie). In tali formazioni la stratificazione rappresenta sempre l'anisotropia principale e, ad essa, si sovrappongono anisotropie secondarie con caratteristiche di persistenza e spaziatura differenti in funzione della rigidità dello strato in cui si sviluppano.

I rilievi sono finalizzati in particolare all'individuazione di eventuali criticità di natura geologico tecnica alla realizzazione delle opere previste e alla definizione degli eventuali interventi di mitigazione.

Alla luce delle caratteristiche degli affioramenti e della tipologia degli interventi previsti dal progetto, per il rilevamento è stato utilizzato il metodo soggettivo che prevede, dopo un'attenta valutazione degli ammassi rocciosi affioranti, il rilievo di tutte le discontinuità rilevanti che lo caratterizzano. Tale metodo appare particolarmente indicato al caso in esame dove gli affioramenti sono di limitata estensione e l'ammasso roccioso è caratterizzato da un'elevata anisotropia sistemica dovuta alla stratificazione e da un'elevata variabilità spaziale dell'assetto stratigrafico da un affioramento all'altro. I dati raccolti su ogni stazione di rilievo, numericamente limitati, non hanno consentito una trattazione statisticamente rigorosa degli elementi raccolti, ma essendo stati acquisiti con il metodo soggettivo e in corrispondenza dei vari interventi, hanno consentito di definire e descrivere in modo rigoroso le caratteristiche delle discontinuità degli ammassi esaminati e individuare eventuali criticità specifiche per ogni intervento.

I rilievi effettuati e i riscontri di campagna, hanno confermato come la stratificazione rappresenti l'elemento di discontinuità principale e significativo dell'ammasso roccioso. Le discontinuità secondarie, infatti, hanno caratteristiche tali da poter eventualmente determinare, lungo i fronti di scavo in progetto e i fronti esistenti, locali crolli di materiale lapideo di modeste dimensione che possono essere efficacemente trattieneuti da reti metalliche e da un preventivo disgaggio di eventuali elementi aggettanti.

Di seguito si delineano brevemente i dieci parametri che descrivono le discontinuità degli ammassi rocciosi secondo le indicazioni dell' I.S.R.M. (1978).

- 1) *Orientazione* : Posizione della discontinuità nello spazio. Viene descritta dalla direzione di immersione (azimut) e dall'inclinazione della linea di massima pendenza del piano di discontinuità. Per ogni settore rilevato, le giaciture delle discontinuità misurate sono state rappresentate in proiezione stereografiche dei poli dei piani e come isolinee di densità polare negli stereodiagramma utilizzati per le analisi cinematiche. Le famiglie di discontinuità presenti, delle quali la stratificazione rappresenta la principale, risultano ben definite con poli ben concentrati attorno ai vari set.
- 2) *Spaziatura*: Distanza tra discontinuità adiacenti misurata in direzione ortogonale alle discontinuità stesse.
- 3) *Continuità o persistenza*: Lunghezza della traccia della discontinuità osservata in un affioramento. Può dare una misura grossolana dell'estensione areale o della profondità di penetrazione di una

discontinuità. Il fatto che il piano di discontinuità termini in roccia massiccia o contro altre discontinuità, riduce la persistenza.

- 4) *Scabrezza*: Rugosità delle superfici affacciate di una discontinuità. La rugosità è stata valutata con Pettine di Barton.
- 5) *Resistenza delle pareti* - Resistenza a compressione dei lembi affacciati di una discontinuità. Spesso rappresenta una frazione della resistenza della roccia massiccia (normalmente il 25%) a causa dell'esposizione agli agenti atmosferici e dell'alterazione delle pareti. Per determinare la resistenza a compressione uniassiale delle discontinuità (Joint Wall Compressive Strength, JCS; Barton & Choubey, 1977) sono state effettuate delle prove sclerometriche, sia sulle pareti delle discontinuità alla stato naturale (r) sia dopo essere state levigate con pietra pomice (R)). Lo strumento utilizzato è uno sclerometro da roccia GEOHAMMER della DRC.
- 6) *Apertura*: Distanza tra i lembi affacciati di una discontinuità in cui lo spazio interposto è riempito di aria o acqua.
- 7) *Riempimento*: Materiale che separa le pareti adiacenti di una discontinuità. Nel caso specifico per la stratificazione, che rappresenta il sistema di discontinuità principale, lo strato marnoso, essendo caratterizzato da proprietà geotecniche molto inferiore dello strato arenaceo, è stato considerato come materiale di riempimento della discontinuità. Per i giunti il riempimento, nei rarissimi casi in cui è presente, è costituito essenzialmente da un velo di limo sabbioso.
- 8) *Filtrazione* : valutazione del flusso d'acqua e dell'umidità visibile nelle singole discontinuità o nella massa rocciosa nel suo insieme.
- 9) *Numero di sistemi di discontinuità*: Definisce l'insieme dei sistemi presenti.
- 10) *Dimensione dei blocchi*: Dimensioni del blocco roccioso risultante dalla reciproca orientazione dei sistemi di fratture che si intersecano e dalla spaziatura dei singoli sistemi.

Con riferimento ad ogni stazione di rilevamento, nelle pagine seguenti tali parametri sono descritti nel dettaglio rimandando alle planimetrie e sezioni riportate negli specifici allegati.

INTERVENTI VIABILITA' INTERNA DI SITO

Ammasso roccioso stratificato di origine sedimentaria: alternanza di strati arenacei e strati marnosi. La giacitura è suborizzontale con immersione a SO. L'area rilevata presenta affioramenti discontinui per un'estensione di circa 220 m. Il versante è esposto a NO con una pendenza media di circa 45÷50°.



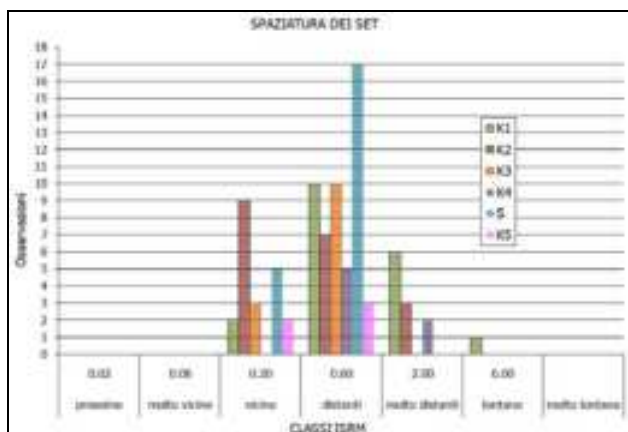
Figura 1. Foto porzione di versante oggetto di rilevamento geomeccanico.

Nella seguente tabella è riportata la descrizione quantitativa delle discontinuità della massa rocciosa secondo le indicazioni dell'ISRM 1978.

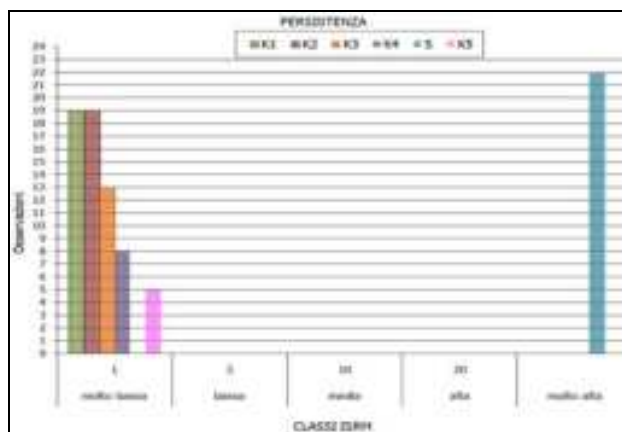
| DESCRIZIONE QUANTITATIVA DELLE DISCONTINUITA' (ISRM 1978) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------|--------|------------|------|------|-------------|------|------|----------------|-----|-----------|-------------------|-------------|--------|--------------------|-------------------|
| SISTEMA | TIPO | GIACITURA | | SPAZIATURA | | | PERSISTENZA | | | Indic. Termin. | JRC | JCS (Mpa) | APERTURA/AMPIEZZA | RIEMPIMENTO | | | GRADO DI FILTRAZ. |
| | | Imm. | Inclin | Min | Med. | Max | Min | Med. | Max | | | | | Tipo (*) | Resit. | Condiz. Idrauliche | |
| S | Stratificazione | 210 | 20 | 0.15 | 0.36 | 0.60 | >20 | >20 | >20 | 0 | 6 | | 50 cm | C | S5 | W2 | II |
| K1 | Giunto | 270 | 85 | 0.20 | 0.86 | 2.25 | 0.70 | 0.92 | 1.00 | 15 | 8 | | chiusa | assente | - | - | II |
| K2 | Giunto | 20 | 75 | 0.10 | 0.37 | 1.00 | 0.60 | 0.82 | 0.90 | 20 | 10 | | chiusa | assente | - | - | II |
| K3 | Giunto | 305 | 80 | 0.15 | 0.30 | 0.45 | 0.60 | 0.76 | 0.85 | 15 | 12 | | chiusa | assente | - | - | II |
| K4 | Giunto | 320 | 55 | 0.50 | 0.84 | 1.60 | 0.50 | 0.68 | 0.80 | 20 | 10 | | chiusa | assente | - | - | II |
| K5 | Giunto | 345 | 80 | 0.20 | 0.33 | 0.50 | 0.50 | 0.56 | 0.60 | 25 | 8 | | chiusa | assente | - | - | II |

(*)Tipo di Riempimento: I: incoerente; C: coesivo inattivo; S: coesivo rigonfiante; Cm: cementato; Ca: calcite; Q: quarzo; T: talco; G: gesso.

➤ Spaziatura e persistenza



Istogramma di frequenza di spaziatura - classi ISRM.



Istogramma di frequenza di persistenza.

➤ Resistenza delle pareti

Di seguito si riportano i valori delle prove sclerometriche, effettuate sia sulle pareti delle discontinuità alla stato naturale (r) sia dopo essere state levigate con pietra pomice (R), e i relativi valori di resistenza a compressione uniassiale (Joint Wall Compressive Strength, JCS; Barton & Choubey, 1977)..

| RESISTENZA A COMPRESSIONE DISCONTINUITA' (JCS) | | | | | | |
|--|------|------|------|---------|------------|------------|
| SISTEMA | r | R | r/R= | Y [KPa] | JCSr [MPa] | JCSR [MPa] |
| S | 19.9 | 21.5 | 0.93 | 22 | 24.8 | 26.7 |
| K1 | 15.9 | 17.4 | 0.91 | 22 | 20.8 | 22.2 |
| K2 | 19.5 | 21.1 | 0.92 | 22 | 24.4 | 26.2 |
| K3 | 11.2 | 14.4 | 0.78 | 22 | 16.9 | 19.4 |
| K4 | 16.3 | 17.8 | 0.91 | 22 | 21.1 | 22.6 |
| K5 | 17.6 | 19.5 | 0.90 | 22 | 22.4 | 24.4 |

Tabella. Dati sclerometrici rilevati con sclerometro da roccia Geohammer DRC21L0013 G. Legenda r= rimbalzo su parete naturale, R= rimbalzo su parete levigata.

➤ Apertura

I giunti K1, K2, K3, K4 e K5 si presentano chiusi con un apertura media di 1 mm: *discontinuità chiuse-parzialmente aperte (0,25<apertura<2,5 mm ISRM, 1978).*

La stratificazione (S) è considerata una discontinuità con riempimento marnoso (strato pelitico) con un valore di ampiezza rappresentativo di circa 50 cm.

➤ Riempimento

I giunti K1, K2, K3, K4 e K5 sono privi di riempimento.

Il materiale di riempimento del sistema S (stratificazione) è costituita dallo strato pelitico costituito da marne. Durante il rilievo i materiali di riempimento sono risultati *umidi, ma non vi è acqua libera* (W2; ISRM 1978). Attraverso le prove indice effettuate, il materiale presenta un grado di resistenza S5 (Facilmente intaccata con l'unghia del pollice.) a cui corrisponde una resistenza a compressione di 0,25-0,50 MPa.

➤ Filtrazione

Durante i diversi sopralluoghi effettuati, che si sono svolti anche immediatamente al termine di periodi piovosi, non è stata osservata la presenza di scaturigini d'acqua né di flussi d'acqua sulle superfici.

- sistema S (materiale di riempimento): *Grado di filtrazione "II": "I materiali di riempimento sono umidi ma non c'è presenza di acqua libera";*
- sistema K1, K2, K3, K4 e K5 (discontinuità senza riempimento): *Grado di filtrazione "II": "Le discontinuità sono risultate asciutte senza alcun evidente flusso d'acqua"*

➤ Numero di sistemi di discontinuità

L'ammasso roccioso è caratterizzato da 6 sistemi di discontinuità: Un sistema di discontinuità principale costituito dalla stratificazione (S) con persistenza infinita e cinque sistemi secondari (K1, K2, K3 e K4) con persistenza bassa (ISRM, 1978).

➤ Dimensione dei blocchi

L'affioramento presenta un aspetto tabulare e lastriforme; la forma dei blocchi è prismatica con un indice delle dimensioni dei blocchi $I_b = 0,4$ m, il numero volumetrico delle discontinuità $J_v = 11$ (*Blocchi piccoli; ISRM 1978*).

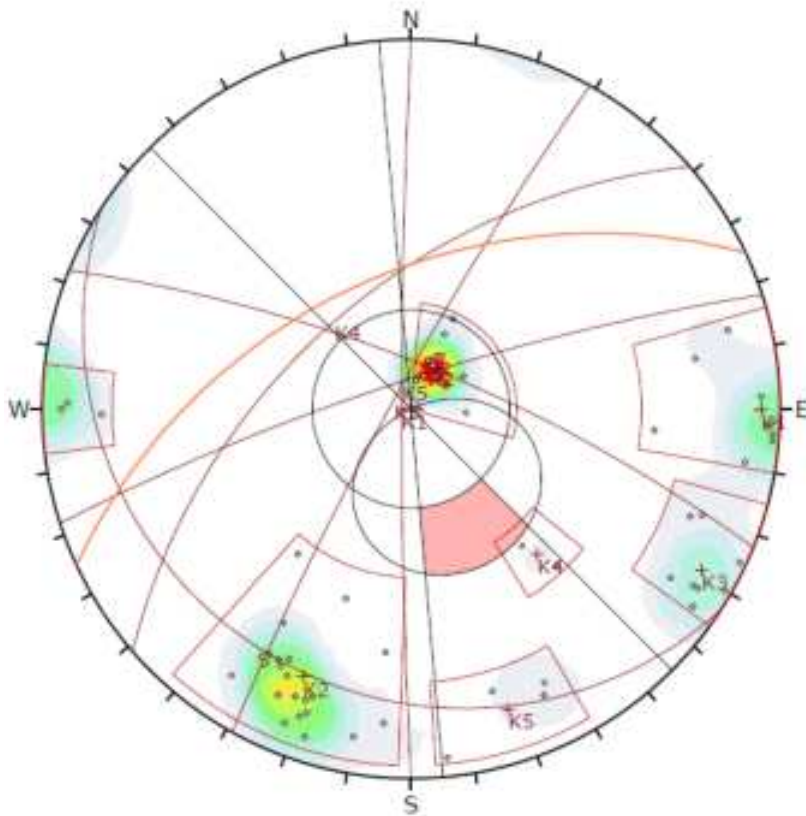



ANALISI CINEMATICA E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le analisi cinematiche effettuate considerando le diverse orientazioni dei fronti di scavo hanno rilevato come geometricamente ammissibile alcuni cinematismi per l'intersezione del sistema secondari. I riscontri effettuati in campagna e il rilievo geomeccanico effettuato mostrano come i sistemi di discontinuità secondari caratterizzati da una limitata pervasività, sono tali da non poter determinare il franamento di volumi di roccia significativi ma solo il possibile distacco di blocchi di dimensione limitata che potranno essere trattiene efficacemente attraverso l'inserimento di reti metalliche di protezione.

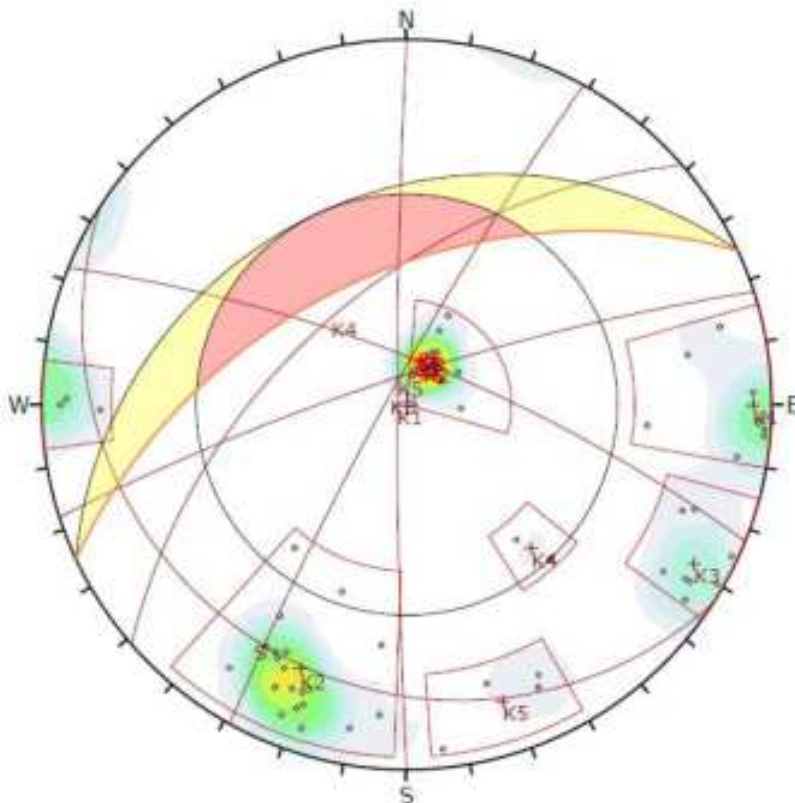
ANALISI CINEATICA SEZ. C3_4 PE

SCIVOLAMENTO PIANO



| Symbol | Feature |
|---|------------------------|
| e | Pole Vectors |
|  | Density Concentrations |
| | 0.00 - 2.30 |
| | 2.30 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |
| Contour Data | |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |
| Kinematic Analysis | |
| Planar Sliding | |
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 335 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 20° |
| | Critical |
| | Total |
| | % |
| Planar Sliding (All) | 0 |
| | 88 |
| | 0.00% |
| Plot Mode | |
| Pole Vectors | |
| Vector Count | 88 (88 Entries) |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

SCIVOLAMENTO A CUNEO



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| * | Pole Vectors |
| ■ | Critical Intersection |

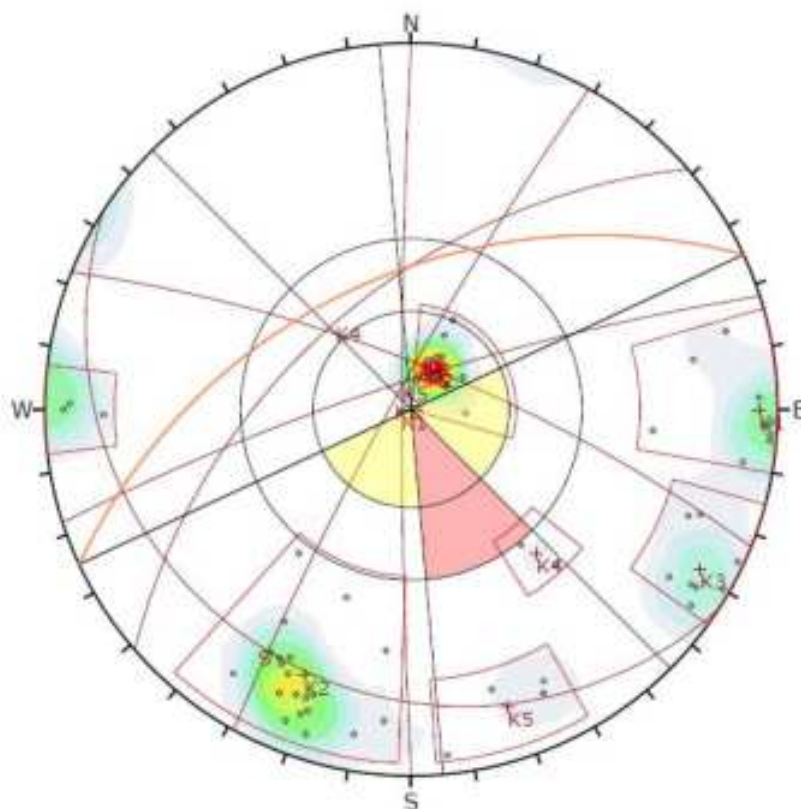
| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.30 |
| | 2.30 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

| Contour Data | Pole Vectors |
|----------------------|--------------|
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| Kinematic Analysis | | | |
|---------------------|----------|-------|-------|
| Wedge Sliding | | | |
| Slope Dip | 50 | | |
| Slope Dip Direction | 335 | | |
| Friction Angle | 30° | | |
| | Critical | Total | % |
| Wedge Sliding | 0 | 15 | 0.00% |

| Plot Mode | Pole Vectors |
|---------------------|-----------------|
| Vector Count | 88 (88 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersections Count | 15 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO DIRETTO



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| . | Pole Vectors |
| ■ | Critical Intersection |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

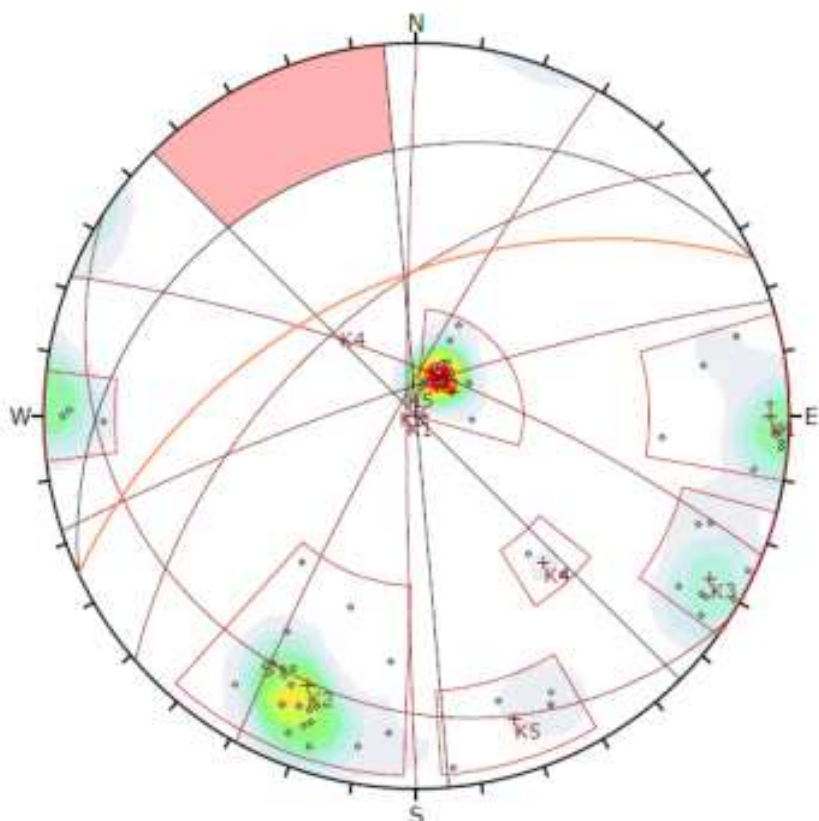
| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| | |
|---------------------|----------------|
| Kinematic Analysis | Direct Topping |
| Slope Dip | 60 |
| Slope Dip Direction | 325 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 30° |

| | Critical | Total | % |
|--------------------------------|----------|-------|-------|
| Direct Topping (Intersection) | 0 | 15 | 0.00% |
| Oblique Topping (Intersection) | 0 | 15 | 0.00% |
| Base Plane (All) | 1 | 60 | 1.52% |
| Base Plane (Set 1: 5) | 1 | 20 | 5.00% |

| | |
|--------------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersection Count | 15 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO FLESSURALE



| Symbol | Feature |
|--------|--------------|
| . | Pole Vectors |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

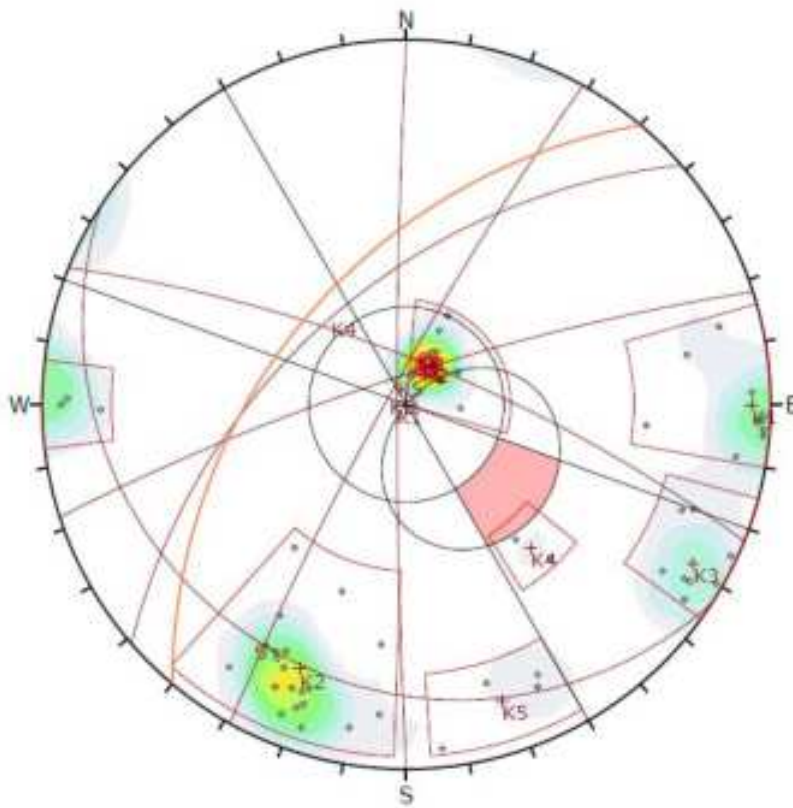
| | |
|---------------------|------------------|
| Kinematic Analysis | Flexural Topping |
| Slope Dip | 60 |
| Slope Dip Direction | 325 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 30° |

| | Critical | Total | % |
|------------------------|----------|-------|-------|
| Flexural Topping (All) | 0 | 66 | 0.00% |

| | |
|--------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

ANALISI CINEATICA SEZ. C3_6 PE

SCIVOLAMENTO PIANO



| Symbol | Feature |
|--------|--------------|
| . | Pole Vectors |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

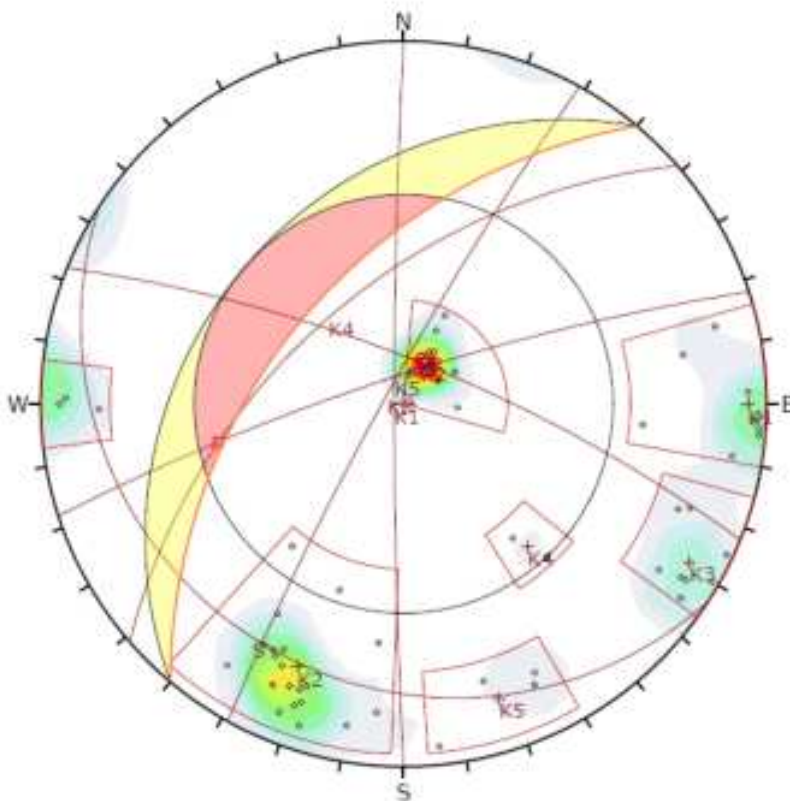
| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| | |
|---------------------|----------------|
| Kinematic Analysis | Planar Sliding |
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 310 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 30° |

| | | | |
|----------------------|----------|-------|-------|
| | Critical | Total | % |
| Planar Sliding (All) | 0 | 60 | 0.00% |

| | |
|--------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 60 (60 Entries) |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

SCIVOLAMENTO A CUNEO



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| . | Pole Vectors |
| | Critical Intersection |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

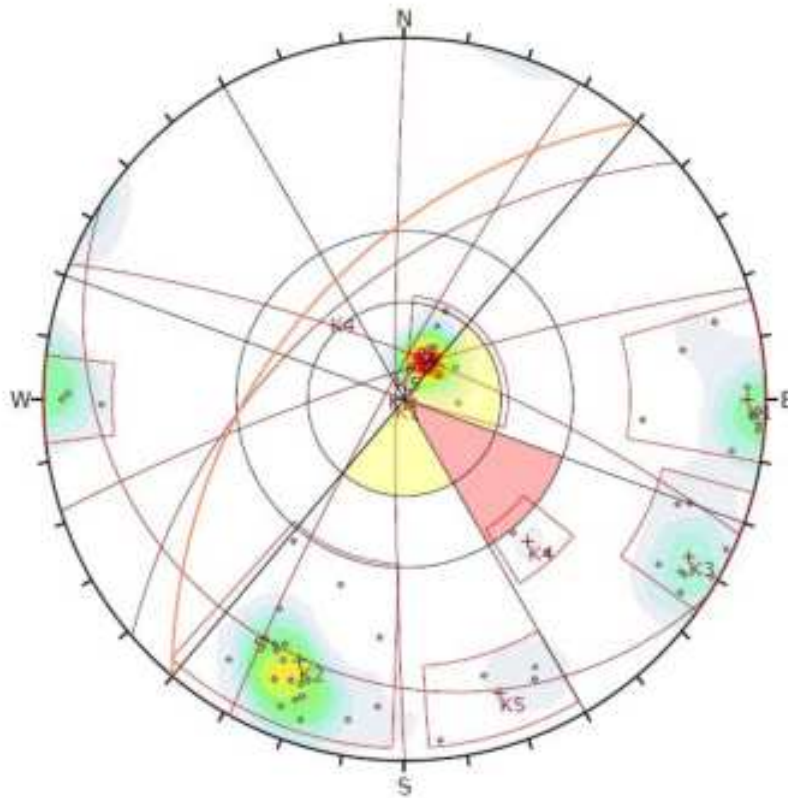
| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| | |
|---------------------|---------------|
| Kinematic Analysis | Wedge Sliding |
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 310 |
| Friction Angle | 30° |

| | | | |
|---------------|----------|-------|-------|
| | Critical | Total | % |
| Wedge Sliding | 1 | 15 | 6.67% |

| | |
|---------------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 60 (60 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersections Count | 15 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO DIRETTO



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| . | Pole Vectors |
| ■ | Critical Intersection |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

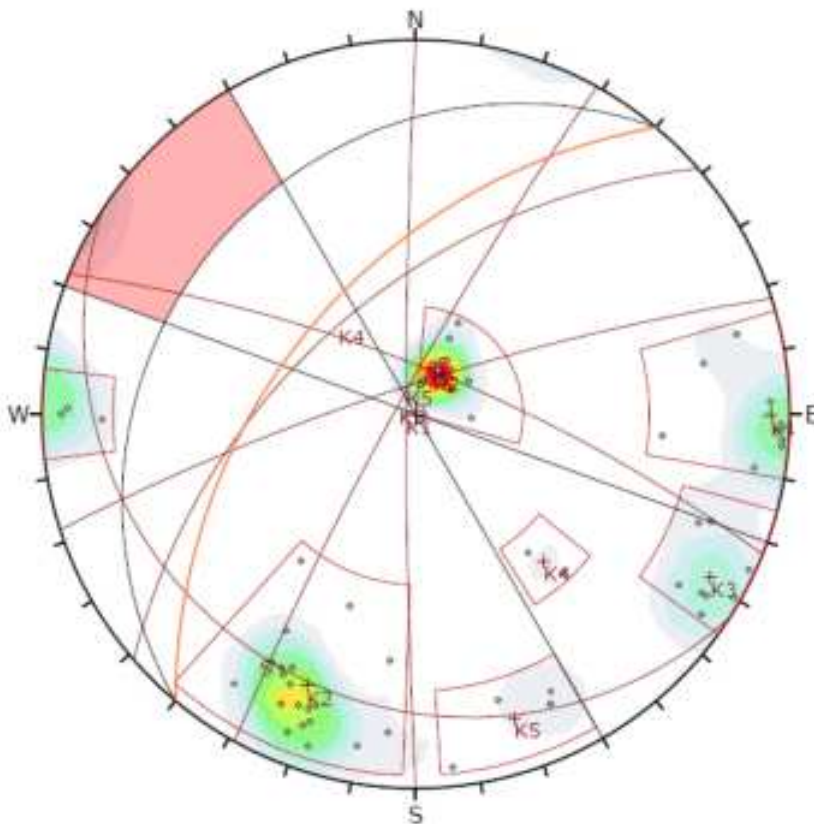
| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| | |
|---------------------|----------------|
| Kinematic Analysis | Direct Topping |
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 310 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 20° |

| | | | |
|--------------------------------|----------|-------|--------|
| | Critical | Total | % |
| Direct Topping (Intersection) | 0 | 15 | 0.00% |
| Oblique Topping (Intersection) | 0 | 15 | 0.00% |
| Base Plane (All) | 4 | 60 | 0.00% |
| Base Plane (Set 1: 2) | 4 | 20 | 20.00% |

| | |
|---------------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersections Count | 15 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO FLESSURALE



| Symbol | Feature |
|--------|--------------|
| . | Pole Vectors |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

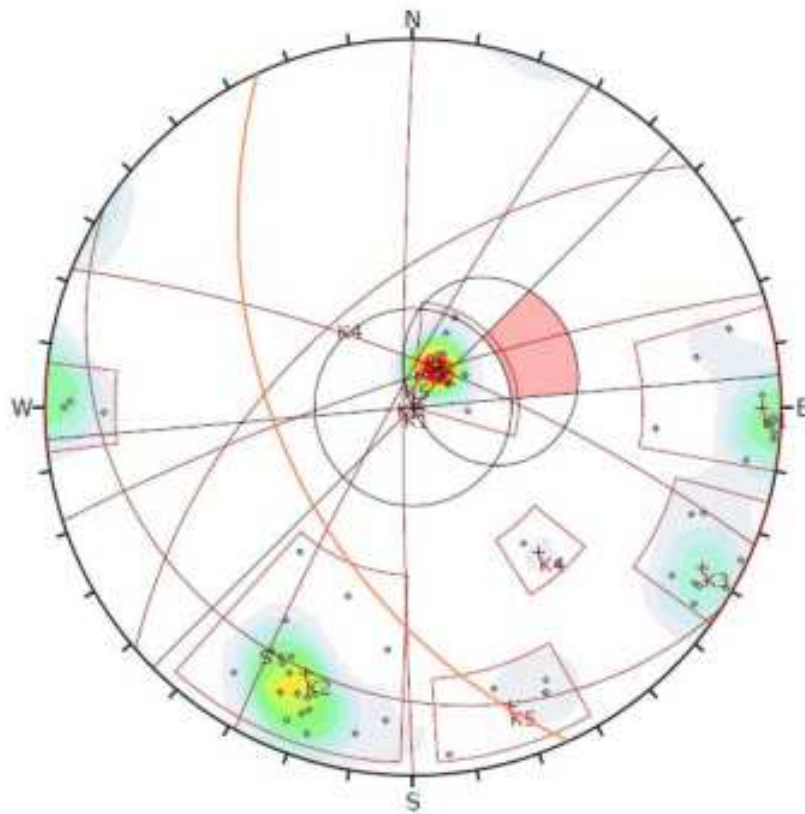
| | |
|---------------------|------------------|
| Kinematic Analysis | Flexural Topping |
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 310 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 20° |

| | | | |
|------------------------|----------|-------|-------|
| | Critical | Total | % |
| Flexural Topping (All) | 0 | 60 | 0.00% |

| | |
|--------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

ANALISI CINEATICA SEZ. C3_9 PE

SCIVOLAMENTO PIANO



| Symbol | Feature |
|--------|--------------|
| • | Pole Vectors |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

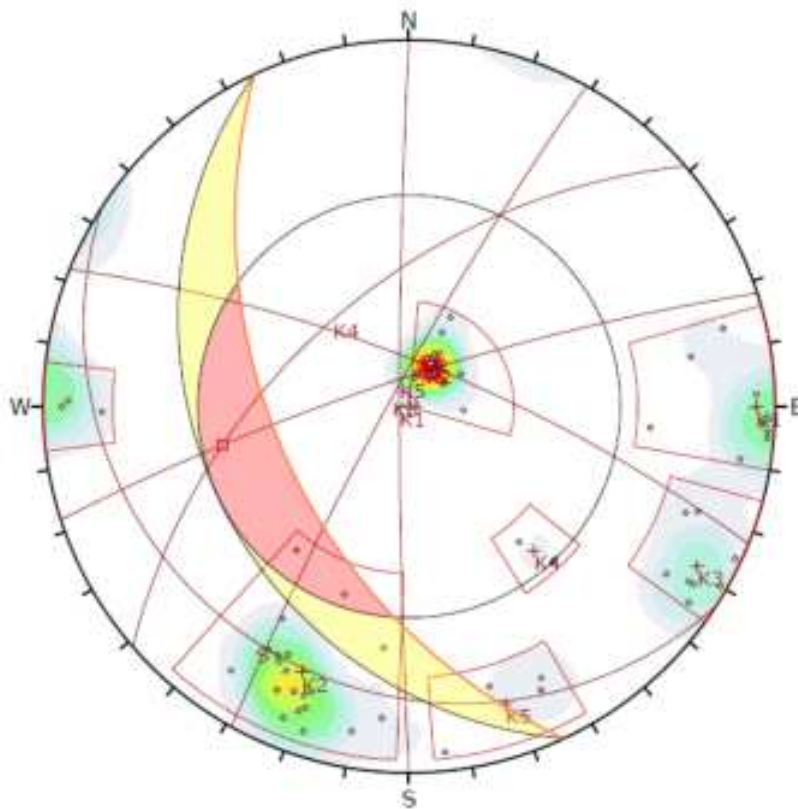
| Contour Data | Pole Vectors |
|----------------------|--------------|
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| Kinematic Analysis | Planar Sliding |
|---------------------|----------------|
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 245 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 20° |

| | Critical | Total | % |
|----------------------|----------|-------|-------|
| Planar Sliding (All) | 0 | 60 | 0.00% |

| Plot Mode | Pole Vectors |
|--------------|-----------------|
| Vector Count | 60 (60 Entries) |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

SCIVOLAMENTO A CUNEO



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| • | Pole Vectors |
| □ | Critical Intersection |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

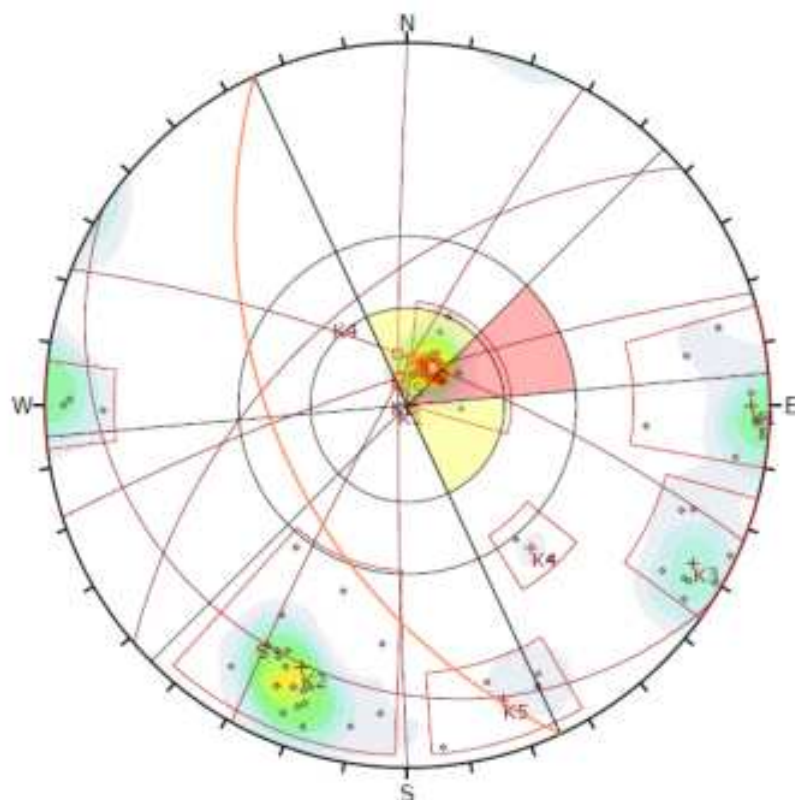
| Contour Data | Pole Vectors |
|----------------------|--------------|
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| Kinematic Analysis | Wedge Sliding |
|---------------------|---------------|
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 245 |
| Friction Angle | 30° |

| | Critical | Total | % |
|---------------|----------|-------|-------|
| Wedge Sliding | 1 | 15 | 6.67% |

| Plot Mode | Pole Vectors |
|--------------------|-----------------|
| Vector Count | 60 (60 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersection Count | 15 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO DIRETTO



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| . | Pole Vectors |
| + | Critical Intersection |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

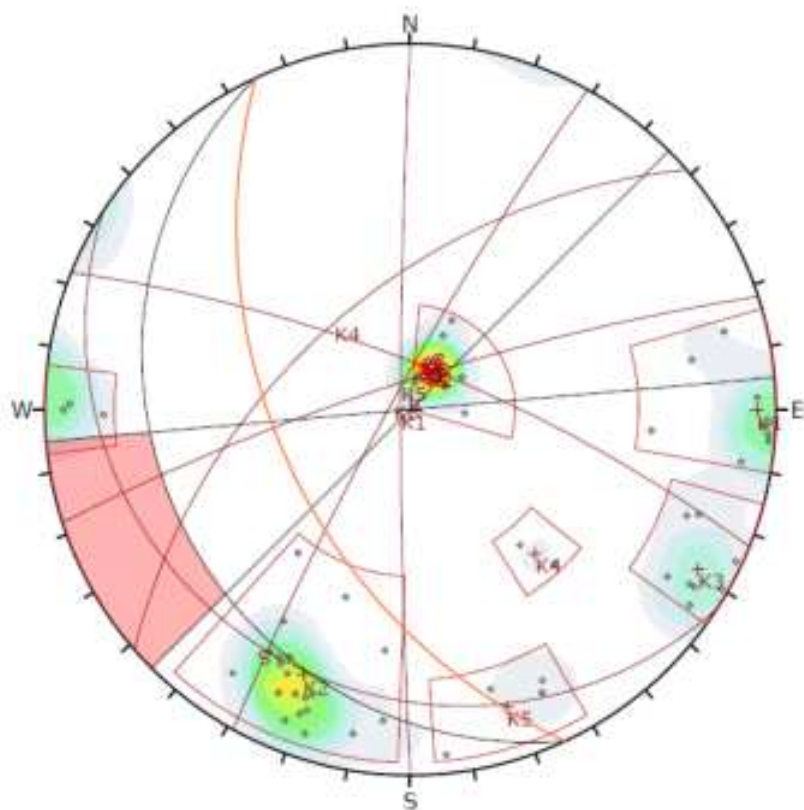
| Contour Data | Pole Vectors |
|----------------------|--------------|
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| Kinematic Analysis | Direct Topping |
|---------------------|----------------|
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 245 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 20° |

| | Critical | Total | % |
|--------------------------------|----------|-------|---------|
| Direct Topping (Intersection) | 8 | 15 | 0.00% |
| Oblique Topping (Intersection) | 8 | 15 | 40.00% |
| Base Plane (All) | 20 | 86 | 30.30% |
| Base Plane (Set 1: 50) | 20 | 20 | 100.00% |

| Plot Mode | Pole Vectors |
|---------------------|-----------------|
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersections Count | 15 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO FLESSURALE



| Symbol | Feature |
|--------|--------------|
| . | Pole Vectors |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

| Contour Data | Pole Vectors |
|----------------------|--------------|
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

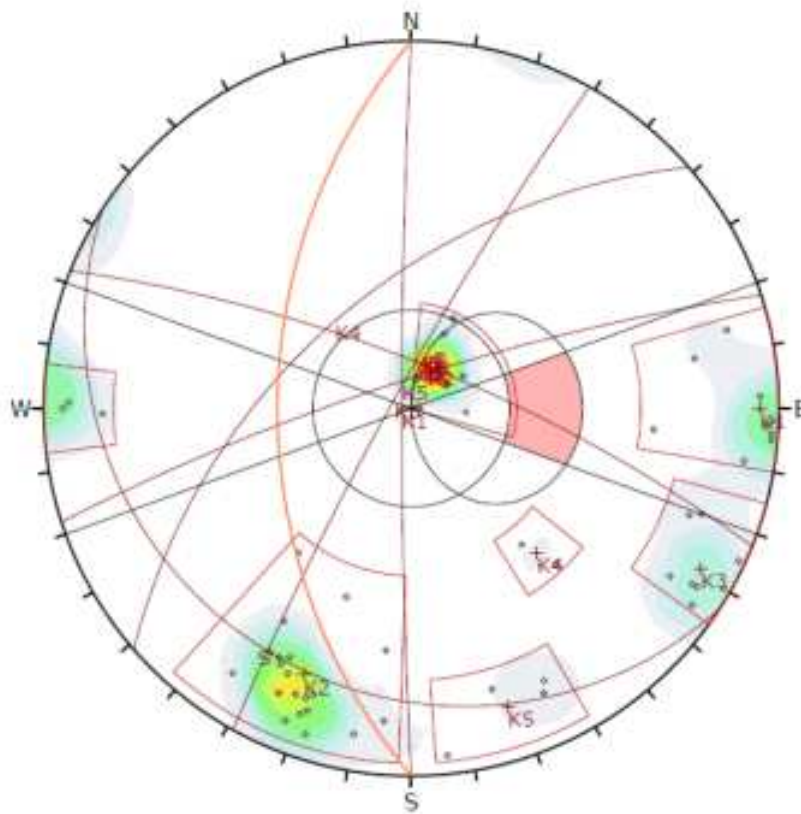
| Kinematic Analysis | Flexural Topping |
|---------------------|------------------|
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 245 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 20° |


| | Critical | Total | % |
|------------------------|----------|-------|-------|
| Flexural Topping (All) | 8 | 86 | 0.00% |

| Plot Mode | Pole Vectors |
|--------------|-----------------|
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

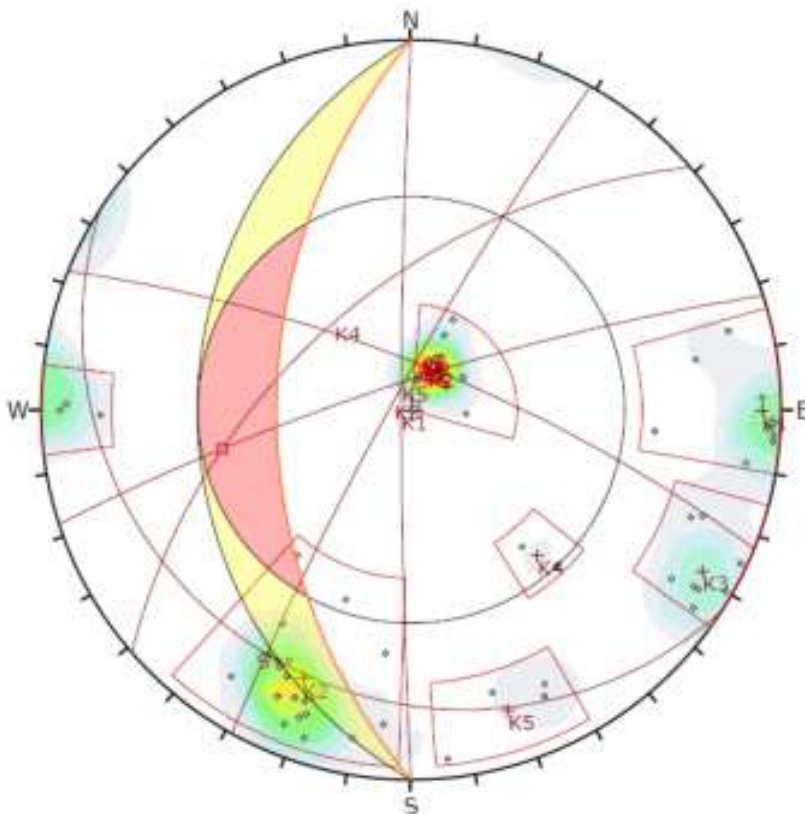
ANALISI CINEATICA SEZ. C3_12 PE

SCIVOLAMENTO PIANO



| Symbol | Feature | | |
|---|------------------------|-------|-------|
| . | Pole Vectors | | |
| | | | |
| Color | Density Concentrations | | |
|  | 0.00 - 2.20 | | |
| | 2.20 - 4.40 | | |
| | 4.40 - 6.60 | | |
| | 6.60 - 8.80 | | |
| | 8.80 - 11.00 | | |
| | 11.00 - 13.20 | | |
| | 13.20 - 15.40 | | |
| | 15.40 - 17.60 | | |
| | 17.60 - 19.80 | | |
| | 19.80 - 22.00 | | |
| Contour Data | Pole Vectors | | |
| Maximum Density | 21.35% | | |
| Contour Distribution | Fisher | | |
| Counting Circle Size | 1.0% | | |
| | | | |
| Kinematic Analysis | Planar Sliding | | |
| Slope Dip | 50 | | |
| Slope Dip Direction | 270 | | |
| Friction Angle | 30° | | |
| Lateral Limits | 20° | | |
| | | | |
| | Critical | Total | % |
| Planar Sliding (All) | 0 | 66 | 0.00% |
| | | | |
| Plot Mode | Pole Vectors | | |
| Vector Count | 66 (66 Entries) | | |
| Hemisphere | Lower | | |
| Projection | Equal Angle | | |

SCIVOLAMENTO A CUNEO



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| . | Pole Vectors |
| ■ | Critical Intersection |

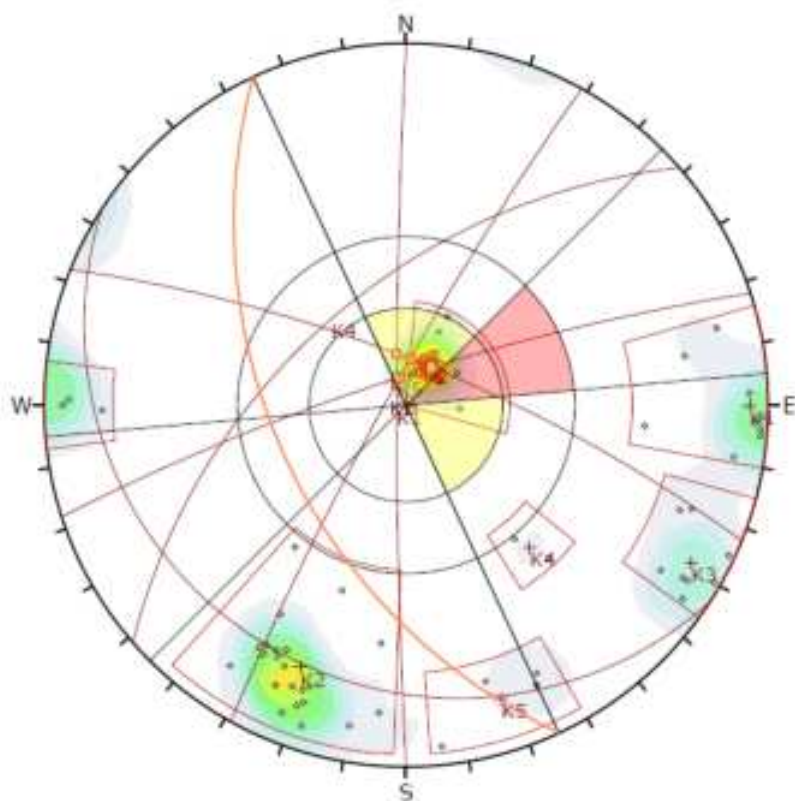
| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

| Contour Data | Pole Vectors |
|----------------------|--------------|
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| Kinematic Analysis Wedge Sliding | | | |
|----------------------------------|----------|-------|-------|
| Slope Dip | 50 | | |
| Slope Dip Direction | 270 | | |
| Friction Angle | 30° | | |
| | Critical | Total | % |
| Wedge Sliding | 1 | 15 | 0.57% |

| Plot Mode | Pole Vectors |
|---------------------|-----------------|
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersections Count | 15 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO DIRETTO



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| • | Pole Vectors |
| — | Critical Intersection |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.30 |
| | 2.30 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

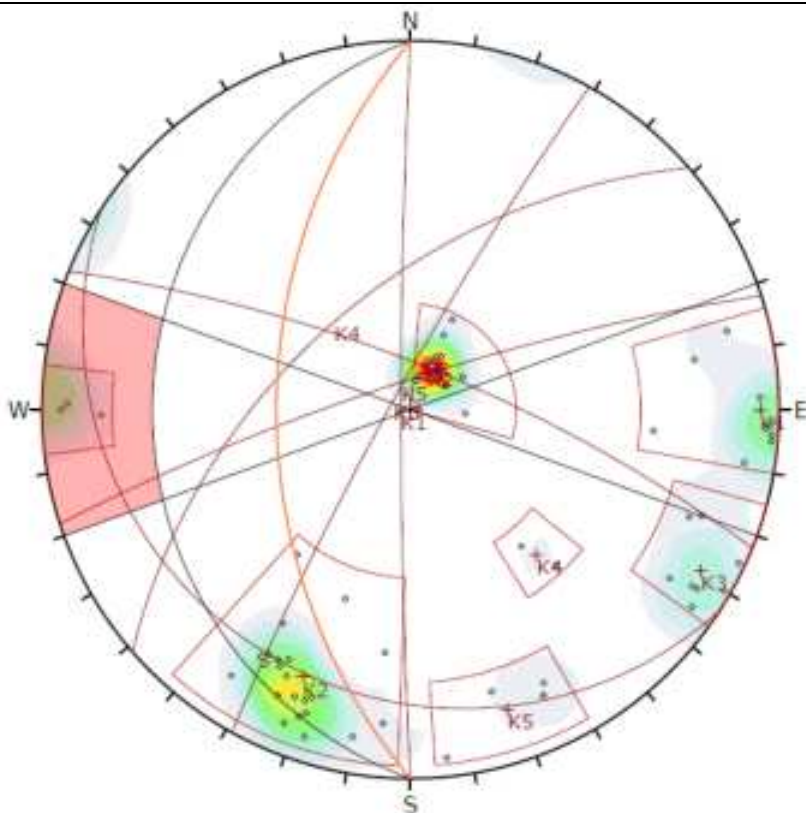
| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| | |
|---------------------|----------------|
| Kinematic Analysis | Direct Topping |
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 245 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 20° |

| | | | |
|--------------------------------|----------|-------|---------|
| | Critical | Total | % |
| Direct Topping (Intersection) | 0 | 10 | 0.00% |
| Oblique Topping (Intersection) | 6 | 15 | 40.00% |
| Base Plane (All) | 20 | 80 | 30.30% |
| Base Plane (Set 1: 5) | 20 | 20 | 100.00% |

| | |
|---------------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 80 (80 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersections Count | 15 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO FLESSURALE



| Symbol | Feature |
|--------|--------------|
| • | Pole Vectors |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.30 |
| | 2.30 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

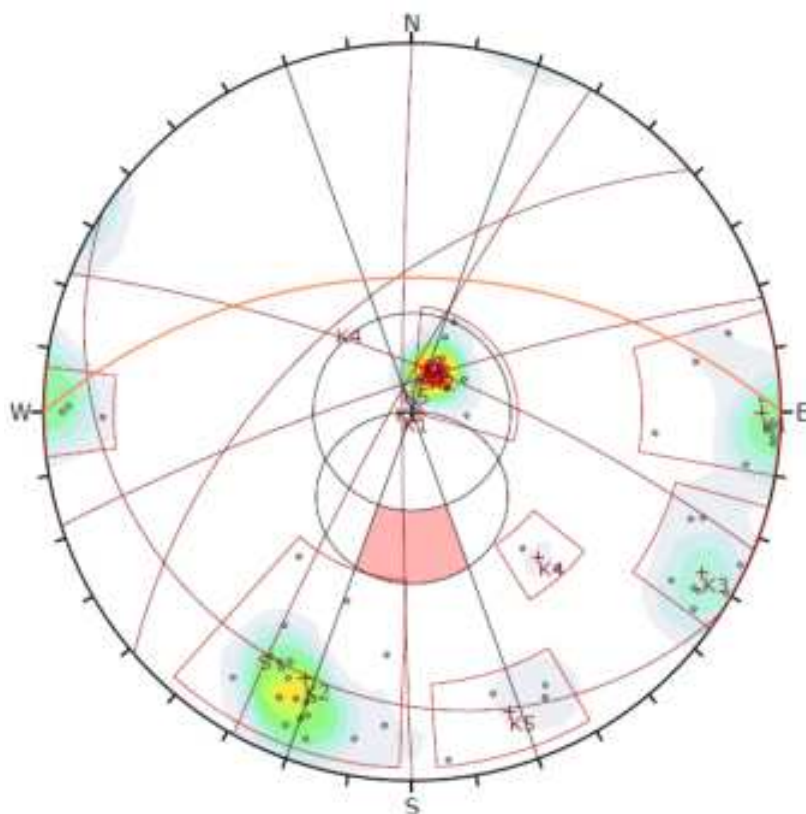
| | |
|---------------------|------------------|
| Kinematic Analysis | Flexural Topping |
| Slope Dip | 90 |
| Slope Dip Direction | 270 |
| Friction Angle | 30° |
| Lateral Limits | 20° |


| | | | |
|------------------------------|----------|-------|--------|
| | Critical | Total | % |
| Flexural Topping (All) | 3 | 80 | 4.55% |
| Flexural Topping (Set 8: 61) | 3 | 12 | 25.00% |

| | |
|--------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 90 (90 Entries) |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

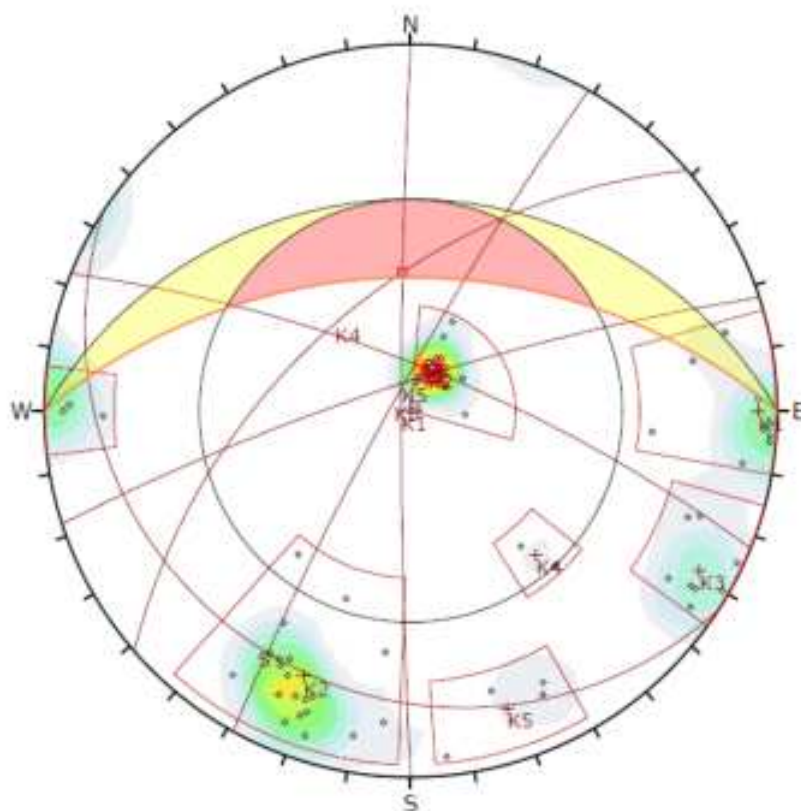
ANALISI CINEATICA SEZ. C3_18 PE

SCIVOLAMENTO PIANO



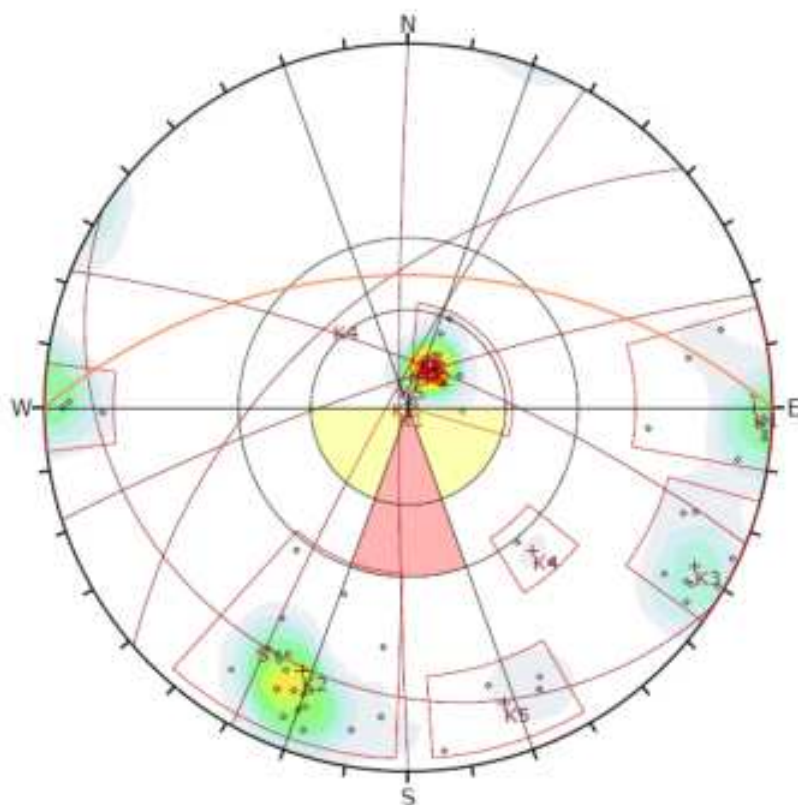
| Symbol | Feature | | |
|---|------------------------|-------|-------|
| * | Pole Vectors | | |
|  | | | |
| Color | Density Concentrations | | |
| | 0.00 - 2.20 | | |
| | 2.20 - 4.40 | | |
| | 4.40 - 6.60 | | |
| | 6.60 - 8.80 | | |
| | 8.80 - 11.00 | | |
| | 11.00 - 13.20 | | |
| | 13.20 - 15.40 | | |
| | 15.40 - 17.60 | | |
| | 17.60 - 19.80 | | |
| | 19.80 - 22.00 | | |
| Contour Data | | | |
| Maximum Density | 21.35% | | |
| Contour Distribution | Fisher | | |
| Counting Circle Size | 1.0% | | |
| Kinematic Analysis | | | |
| Planar Sliding | | | |
| Slope Dip | 50 | | |
| Slope Dip Direction | 0 | | |
| Friction Angle | 30° | | |
| Lateral Limits | 30° | | |
| | Critical | Total | % |
| Planar Sliding (All) | 0 | 66 | 0.00% |
| Plot Mode | | | |
| Pole Vectors | | | |
| Vector Count | 66 (66 Entries) | | |
| Hemisphere | Lower | | |
| Projection | Equal Angle | | |

SCIVOLAMENTO A CUNEO



| Symbol | Feature |
|-------------------------------|-----------------------|
| * | Pole Vectors |
| ■ | Critical Intersection |
| Color | |
| Density Concentrations | |
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |
| Contour Data | |
| Maximum Density | Pole Vectors |
| | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |
| Kinematic Analysis | |
| Wedge Sliding | |
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 0 |
| Friction Angle | 30° |
| | Critical |
| | Total |
| | % |
| Wedge Sliding | 1 |
| | 16 |
| | 6.67% |
| Plot Mode | |
| Pole Vectors | |
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersections Count | 16 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO DIRETTO



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| • | Pole Vectors |
| ■ | Critical Intersection |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

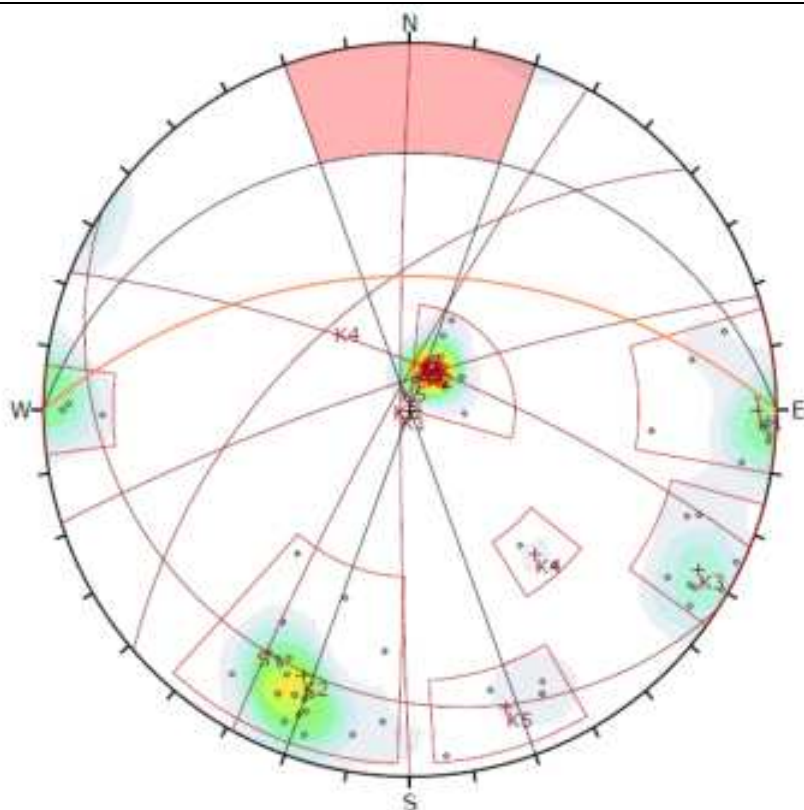
| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| | |
|---------------------|----------------|
| Kinematic Analysis | Direct Topping |
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 0 |
| Friction Angle | 33° |
| Lateral Limits | 33° |

| | | | |
|--------------------------------|----------|-------|-------|
| | Critical | Total | % |
| Direct Topping (Intersection) | 0 | 15 | 0.00% |
| Oblique Topping (Intersection) | 0 | 15 | 0.00% |
| Base Plane (All) | 1 | 66 | 1.52% |
| Base Plane (Set 1-5) | 1 | 20 | 0.50% |

| | |
|---------------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Intersection Mode | Mean Set Planes |
| Intersections Count | 15 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

RIBALTAMENTO FLESSURALE



| Symbol | Feature |
|--------|--------------|
| • | Pole Vectors |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.20 |
| | 2.20 - 4.40 |
| | 4.40 - 6.60 |
| | 6.60 - 8.80 |
| | 8.80 - 11.00 |
| | 11.00 - 13.20 |
| | 13.20 - 15.40 |
| | 15.40 - 17.60 |
| | 17.60 - 19.80 |
| | 19.80 - 22.00 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Contour Data | Pole Vectors |
| Maximum Density | 21.35% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| | |
|---------------------|------------------|
| Kinematic Analysis | Flexural Topping |
| Slope Dip | 50 |
| Slope Dip Direction | 0 |
| Friction Angle | 33° |
| Lateral Limits | 33° |

| | | | |
|------------------------|----------|-------|-------|
| | Critical | Total | % |
| Flexural Topping (All) | 0 | 66 | 0.00% |

| | |
|--------------|-----------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 66 (66 Entries) |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |