

A.T.S. COMUNI DI ROSSA, BALMUCCIA e altri
PROVINCIA DI VERCELLI

REGIONE PIEMONTE
P.S.R. 2014-2020 - Misura 4.3.4
Infrastrutture per l'accesso e la gestione delle
risorse forestali e pastorali

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVA VIABILITA'
SILVOPASTORALE PERMANENTE IN
LOCALITA' FOLECCHIO
Tipologia 1

COMUNI DI ROSSA E BALMUCCIA

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE SISMICA
VERIFICA IDRAULICA

ai sensi delle NTC 18 e del RD 523/1904 D.P.G.R. 06.12.2004 n. 14/R
Allegato n. 5

Rossa, 16.04.2018


Noemi Brambilla
Dottore Geologo



1 PREMESSA

La presente relazione geologica, redatta ai sensi del D.M. 14.01.2008 e s.m.i., è da considerarsi parte integrante al progetto esecutivo dei lavori di realizzazione di nuova viabilità silvopastorale permanente in località Folecchio nei comuni di Rossa e Balmuccia.

2 ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI

L'area oggetto di studio risulta caratterizzata dalla presenza di un soprassuolo boscato e come tale è sottoposta al vincolo ambientale ai sensi del D.lgs. 42/2004 e s.m.i., inoltre ricade quasi interamente in ambito oggetto di tutela per il vincolo idrogeologico ai sensi della LR 45/89.

In relazione all'esecuzione di guadi che andranno ad interessare l'alveo di due corsi d'acqua, si dovrà procedere all'acquisizione della concessione demaniale di cui al RD 523/1904 e D.P.G.R. 06.12.2004 n. 14/R.

3 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

L'area oggetto di studio interessa il versante sud occidentale della Cima Lavaggio che dalla strada comunale per la frazione di Folecchio sale fino alle Piane di Folecchio e da qui prosegue fino a la Bonda, compresa tra le quote 716 m s.l.m. e 1212 m s.l.m..

Le caratteristiche salienti del pendio sono la sua pendenza media moderata caratterizzata dal susseguirsi di piccoli pianori intraversante ampliati e rimodellati dall'attività antropica che negli anni passati ha cercato di aumentare le superfici coltivabili.

All'attualità il versante si presenta quasi interamente boscato, con popolamenti di Faggio aventi età comprese tra i 40 e i 50 anni, fatta eccezione per le radure poste in corrispondenza degli alpeggi.

4 RELAZIONE GEOLOGICA

4.1 Caratteristiche litostratigrafiche e litotecniche

Per lo studio di inquadramento geologico dell'area si è fatto riferimento alla Carta Geologica d'Italia, Foglio n°30 – VARALLO e agli studi successivi relativi alla redazione della Carta "Geologic map of the Suothern Ivrea-Verbano Zone" (Quick, Sinigoi, Snoko, Kalakay, Mayer e Peressini – 2003).

L'area oggetto di studio si inserisce all'interno di una zona caratterizzata da numerosi processi geologici anche di notevole importanza che si sono susseguiti nel tempo.

Le principali caratteristiche sono legate alla presenza di diversi processi orogenetici, a partire dai più antichi fino a quelli legati alla genesi delle Alpi, prodotto dello scontro fra il continente africano e quello europeo.

Si tratta di fenomeni che hanno portato alla luce rocce molto profonde della crosta terrestre e del mantello.

Il "Confine" fra i due continenti, l'uno conservato in modo eccezionale e l'altro trasformato profondamente, è la Linea Insubrica: si tratta di un insieme di faglie allineate, lungo le quali si sono concentrati i movimenti tettonici della crosta terrestre durante le ultime fasi dell'orogenesi alpina.

L'area indagata si sviluppa in prossimità di tale linea che consiste di una fascia ampia circa 1 km di miloniti e cataclasiti (rocce di faglia), più facilmente erodibili delle rocce adiacenti.

Tutta l'area risulta abbondantemente ricoperta da depositi detritici di origine glaciale e localmente di versante/alluvionali a tratti anche grossolani.

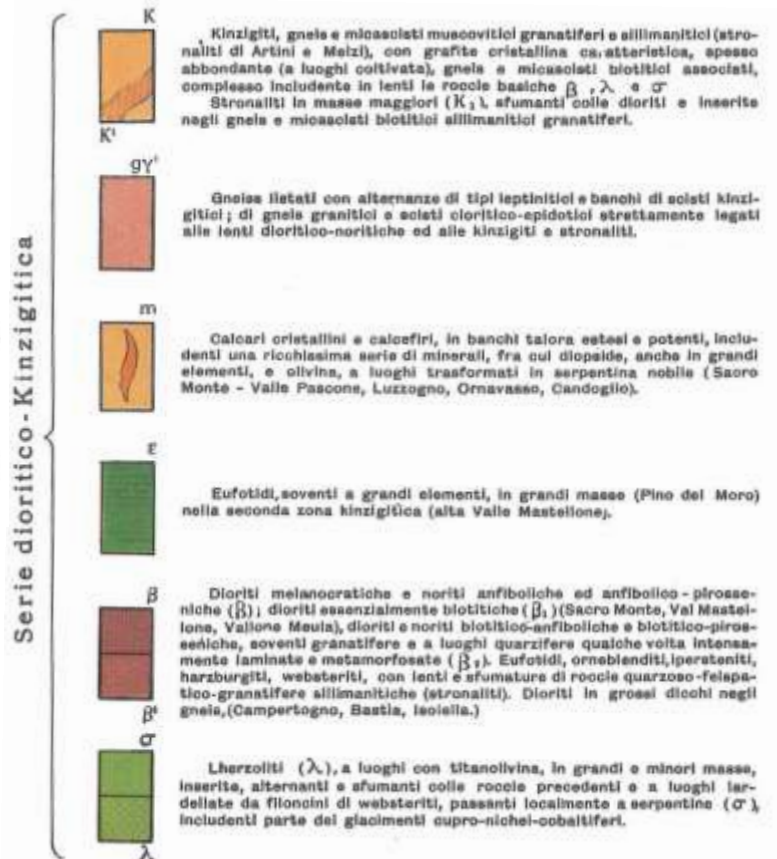
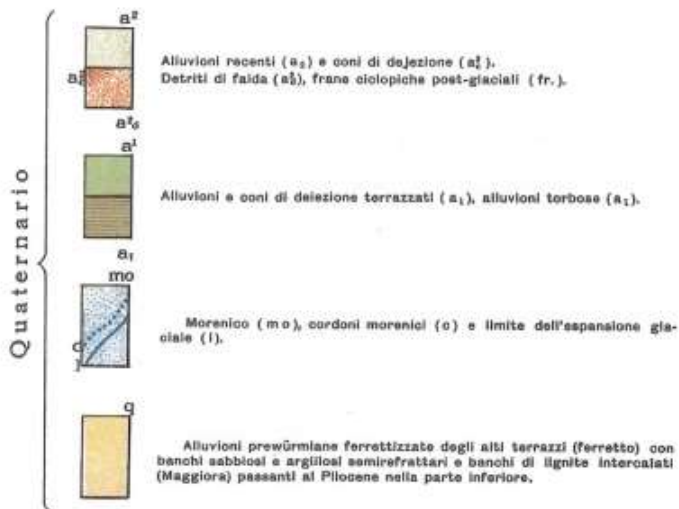
Questi depositi, di spessore a volte consistente, sono spesso costituiti dalla commistione di materiali di diversa genesi, in prevalenza sono però i depositi detritici, con blocchi di diversa dimensione, in copertura eluvio-colluviale e materiali morenici.

Nella zona sono presenti alcuni affioramenti rocciosi, in particolare in corrispondenza dell'inizio del tracciato e delle vallette incise, che permettono l'identificazione dei litotipi presenti.

Gli affioramenti sono riconducibili al complesso delle rocce milonitiche legate alla Linea Insubrica caratterizzate da rocce ricristallizzate in miloniti, filladi e scisti derivati dal complesso mafico della zona Ivrea-Verbanese.

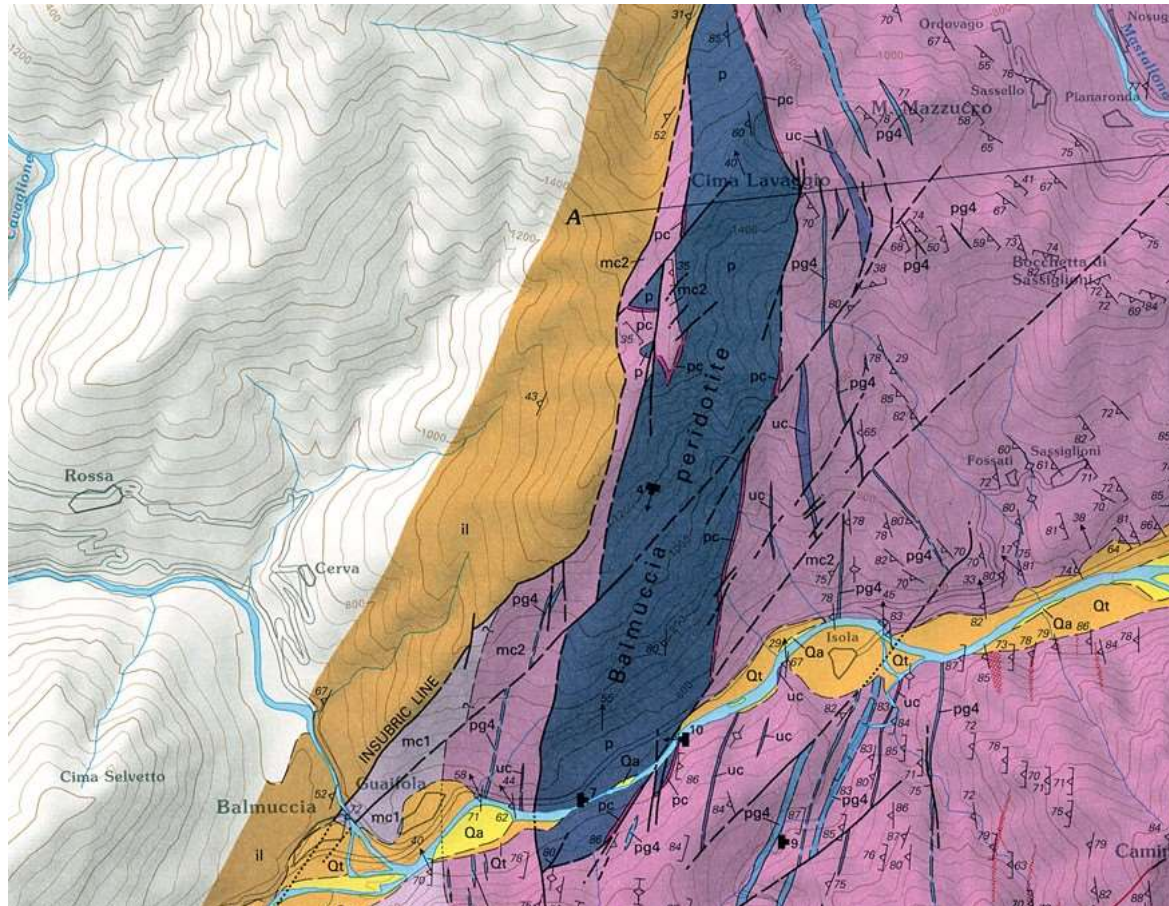
Si individuano rocce appartenenti alla Serie dioritica-kinzigitica caratterizzata da dioriti e noriti localmente laminate e metamorfosate, che negli affioramenti individuati presentano caratteristiche buone.

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – estratto



GEOLOGIC MAP OF SOUTHERN IVREA-VERBANO ZONE, NORTHWESTERN ITALY - estratto

(J.E.Quick, S.Sinigoi, A.W.Snoke, T.J.Kalakay, A.Mayer, G.Peressini)



ROCKS OF THE INSUBRIC LINE

- il** Mylonitic rocks of the Insubric Line (Tertiary)—Synkinematically recrystallized rocks imbricated within the west-dipping, up to 1 kilometer (km) thick, north-northeast-striking, greenschist-facies mylonite belt that constitutes the Insubric Line (Zingg and Hunziker, 1990). Includes mylonite, phyllonite, and schist derived from the Mafic Complex of the Ivrea-Verbano Zone and terranes west of the Insubric Line
- s** Serpentinite (Tertiary? or older)—Dark, fine-grained, schistose to massive serpentinite containing quartz and carbonate lenses cropping out within the mylonitic rocks of the Insubric Line

4.2 Caratteristiche geomorfologiche

La zona esaminata comprende una parte del versante Nord-Ovest della Cima Lavaggio tra le quota di 716 m s.l.m. e 1212 m s.l.m., a monte delle frazioni di Cerva e Folecchio e delle Piane di Folecchio, in un'area caratterizzata da diffusa presenza di vecchi alpeggi in parte abbandonati e in parte in fase di recupero.

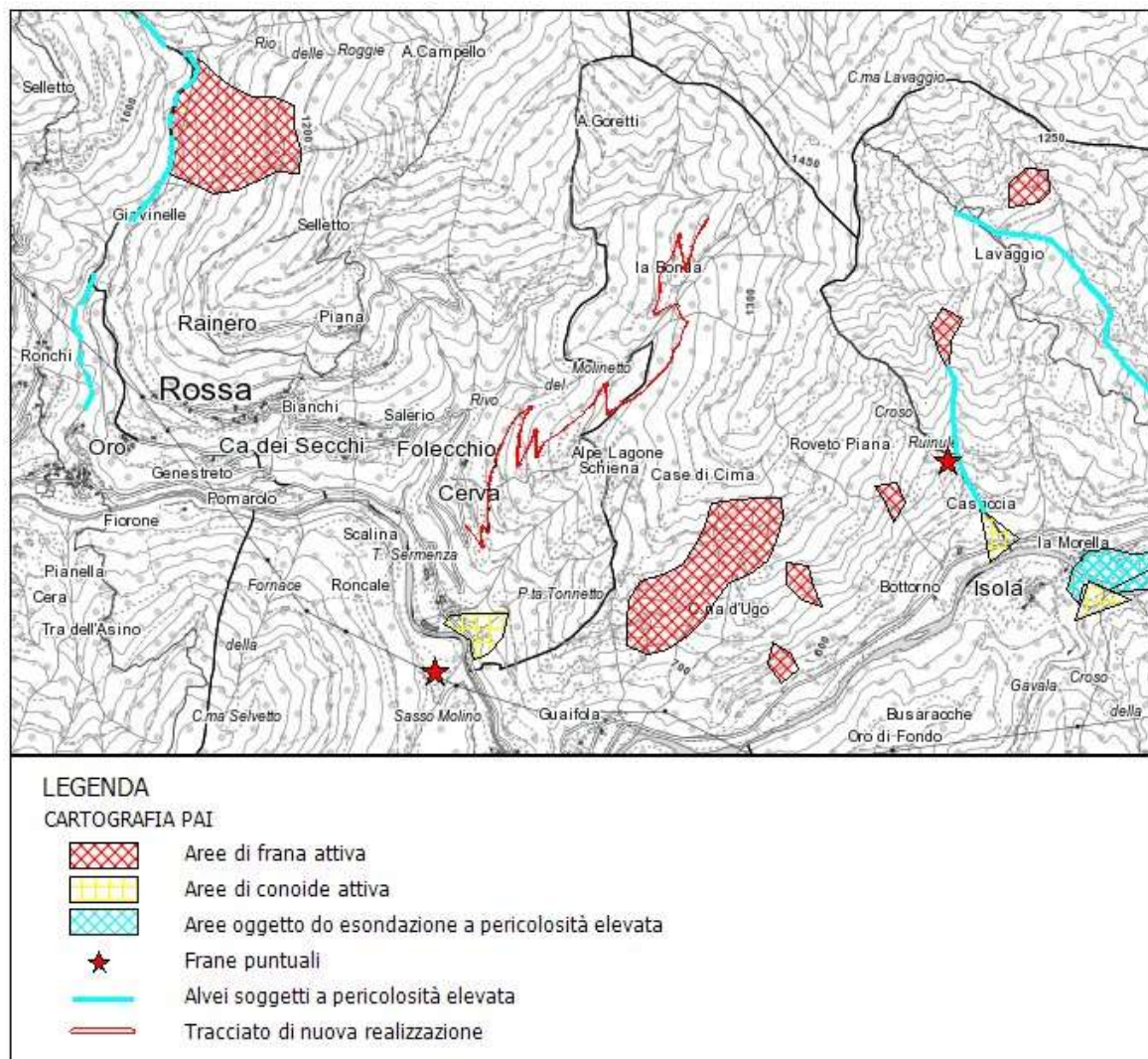
La pendenza del versante è da considerarsi nel complesso moderata (circa 28°) anche se a tratti diminuisce fino a valori di circa 15°, in particolare in corrispondenza dei vecchi pascoli e delle pertinenze degli alpeggi.

Il tracciato si sviluppo sfruttando le aree a morfologia più dolce e, dove le caratteristiche morfologiche lo hanno permesso, seguendo la vecchia viabilità di collegamento tra gli alpeggi.

Vista la morfologia dei luoghi non si rilevano particolari problematiche sia di assetto che di stabilità del territorio in esame.

Dall'analisi di studi pregressi nonché dalla banca dati PAI e Regionale non sono emerse problematiche né storiche né attuali a carico delle aree indagate.

ESTRATTO CARTOGRAFIA PAI



4.3 Caratteristiche idrogeologiche

Tutto il versante risulta interessato da piccoli avvallamenti con andamento rettilineo lungo la linea di massima pendenza a testimonianza del carattere torrentizio delle precipitazioni che nell'area vanno poi a convergere nell'impluvio principale presente a valle il Torrente Sermenza.

Il torrente principale, Torrente Sermenza, si presenta profondamente inciso in roccia con versanti molto acclivi e pendenze rilevanti.

Il reticolo idrografico, nel tratto indagato, è caratterizzato principalmente dal Rio Grosso che nella sua porzione di monte diviene Rio Lavaggio per poi suddividersi a quota 1080 m s.l.m. in Rio del Dosso e Croso della Mola.

Il regime idraulico è di tipo torrentizio raggiungendo portate considerevoli in breve tempo e per breve periodo.

Il tracciato prevede l'attraversamento di due impluvi, Rio del Dosso e Croso della Mola, appartengono al demanio idrico fluviale non navigabile e pertanto gli interventi a carico di questi tratti dovranno essere espressamente autorizzati ai sensi della L.R. n. 12/2004 e del successivo regolamento regionale n. 14/R – 2004.

Questi torrenti risultano ben individuabili sul terreno, impostati in vallette secondarie caratterizzate dalla presenza di abbondante deposito detritico molto grossolano e da regime tipicamente torrentizio per gran parte dell'anno in stato asciutto.

In corrispondenza di questi due attraversamenti verranno realizzati guadi a sfioro con profilo a corda molla senza intervenire sulla sezione di deflusso.

Lungo il tracciato si evidenziano altri piccoli attraversamenti individuati come guadi che però si sviluppano in corrispondenza delle porzioni di testata degli impluvi non ancora definiti catastalmente o a solchi di ruscellamento superficiale.

Lungo il versante inoltre, in particolare in corrispondenza del tratto compreso tra le battute n° 10 e n° 15, si segnala la presenza di locali venute d'acqua riconducibili sia a piccole sorgenti che all'affioramento della falda superficiale isolata in lenti.

La circolazione idrica sotterranea è rappresentata esclusivamente da ritenzione idrica operata dalle coltri detritiche superficiali che presentano geometrie lenticolari non continue.

Gli interventi a progetto risultano compatibili con l'idrografia superficiale in quanto non modificano le sezioni di deflusso degli impluvi attraversati e non sono previste opere di canalizzazione ma esclusivamente guadi a cielo aperto che in nessun caso vanno a ridurre la sezione idraulica esistente.

La tipologia delle opere a progetto è tale da mantenere le caratteristiche proprie della circolazione idrica sotterranea in quanto non sono previste impermeabilizzazioni sia a carico del fondo stradale che delle nuove scarpate di raccordo.

Per meglio interpretare le relazioni tra le opere a progetto e gli impluvi di rilevanza demaniale si rimanda alla relazione di verifica idraulica dei singoli attraversamenti prodotta di seguito.

Inoltre in fase di esecuzione si prevede la realizzazione di una sistema di regimazione delle acque superficiali convogliate dalla pista attraverso la posa di taglia acqua, canalette longitudinali e tombini drenanti al fine di garantire l'allontanamento delle acque raccolte e i loro convogliamento in siti idonei.

5 RILEVAMENTO GEOLOGICO TECNICO E DESCRIZIONE DELLA INDAGINI GEOLOGICHE

Al fine di ottenere un quadro geologico esaustivo si è proceduto con un rilievo di dettaglio di tutte le superfici interessate dagli interventi e di un loro intorno significativo.

In relazione alla natura degli interventi, di carattere superficiale e tali da non creare nuove volumetrie, non si è proceduto all'esecuzione di indagini per indagare il sottosuolo ma bensì sono stati considerati come parametri di riferimento valori presenti in letteratura relativi a terreni analoghi.

Per una migliore interpretazione dell'area oggetto degli interventi si è proceduto alla realizzazione di una cartografia dettagliata degli affioramenti rocciosi presenti e della copertura detritica individuata sul versante interessato.

Nell'allegato cartografico sono stati riportati gli affioramenti rocciosi e le coperture detritiche rilevate sul terreno a monte ed a valle del tracciolino per una porzione di versante di circa 20 metri al fine di caratterizzare al meglio la situazione geomorfologica dell'area in esame.

Dal punto di vista grafico gli affioramenti rocciosi al di sotto delle dimensioni minime cartografabili sono stati volutamente sovrastimati al fine di rendere gli stessi visibili in carta.

In particolare si evidenzia la presenza di abbondante detrito di falda con spessori che a tratti possono divenire considerevoli, caratterizzato da clasti di dimensioni da medie a grandi e scarsa presenza di matrice fine.

Nel complesso le caratteristiche geotecniche dei complessi rocciosi indagati sono da considerarsi buone.

Per quanto riguarda i terreni si è ottenuta una loro caratterizzazione geotecnica sulla base dei principali parametri geotecnici, cioè granulometria, peso di volume (γ) angolo di resistenza al taglio (ϕ) e coesione totale (C) per i depositi detritici; peso di volume (γ), angolo di attrito (ϕ) e resistenza a compressione monoassiale per le unità litologiche.

In relazione alla tipologia d'intervento di rilevanza modesta coinvolgenti volumi di terreno limitati, così come previsto nella circolare 617/2009, si è proceduto alla scelta dei parametri di progetto con valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici presenti in letteratura al fine di operare valutazioni più cautelative.

Una valutazione di tali parametri è riassumibile nella seguente tabella:

Coperture detritiche quaternarie:

Depositi	γ_k (t/m³)	Φ_k (°)	C_k (t/m²)
Depositi detritici s.l.	1,9	36	0
Depositi glaciali grossolani	2,0	38	0
Depositi glaciali s.l.	1,9	38	0,2

Serie Dioritiche Kinzigitiche:

Litotipi	γ_k (t/m³)	Φ_k (°)	Resistenza a comp. monoas. (kg/cm²)
Dioriti	2,7	35	2600

6 MODELLAZIONE SISMICA – EFFETTI DI SITO

La valutazione della pericolosità sismica locale parte necessariamente da una raccolta dati dai cataloghi degli eventi sismici pregressi, in particolare legati ad azioni tettoniche anche in un intorno significativamente steso.

In bibliografia non risultano evidenze di tali attività, e pertanto il comune di Rossa viene considerato a bassa pericolosità sismica, Zona 4, come recentemente riconfermato con Deliberazione della Giunta Regionale n.4-3084 del 12.12.2011 in cui è stata recepita la classificazione sismica di cui alla DGR n. 11-13058 del 19.01.2010, e con valori della PGA su sito di riferimento rigido inferiori a 0,05 g.

6.1 Calcolo dei coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti K_0 e K_v , che entrano in gioco nei calcoli degli stati limite, in dipendenza di vari fattori:

- $K_0 = \beta_s \times (a_{\max}/g)$
- $K_v = \pm 0,5 \times K_0$

Con

- β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

- S_S (effetto di amplificazione stratigrafica)
- S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi.

Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico (TR) che è valutato come segue:

$$TR = -VR / \ln(1 - P_{VR})$$

Con VR vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato.

Una delle novità dell'NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti dove viene fornita la terna di valori a_g , F_0 , T^*C .

Il D.M. 14.01.2008 prevede, in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, una classificazione delle opere in quattro classi d'uso:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in

Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

- **Classe III:** *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*
- **Classe IV:** *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.*

Le opere in oggetto si riferiscono ad interventi di realizzazione di una pista di servizio forestale, chiusa al libero transito, pertanto la categoria di riferimento è Classe d'uso II.

La Vita Nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere e quella riportata nella tabella sottostante e deve essere precisata nei documenti di progetto:

Per le opere in progetto la Vita Nominale viene considerata pari a quella di un'opera ordinaria, e cioè ≥ 50 anni.

In base alla Vita Nominale (VN) ed alla Classe d'uso dell'opera in oggetto è possibile calcolare il Periodo di riferimento (VR) per l'Azione Sismica secondo la relazione:

$$VR = VN \times C_U$$

in cui C_U , coefficiente d'uso è definito, al variare della classe d'uso, ed è pari a 0,7 nel caso in esame.

Pertanto il Periodo di riferimento per le opere in progetto, da adottare nei calcoli agli stati limite, risulta il seguente:

$$VR = 50 \times 1 = 50 \text{ anni}$$

L'area d'intervento presenta le seguenti coordinate baricentriche 45,83N e 8,14E (ED50), da cui si ricavano i valori per l'azione sismica di riferimento:

Classe d'uso dell'opera : II

Coefficiente : $C_U = 1$

Vita nominale della struttura : 50 anni

Vengono introdotti parametri per la valutazione degli eventuali effetti dovuti alla risposta sismica locale in relazione all'amplificazione stratigrafica e topografica.

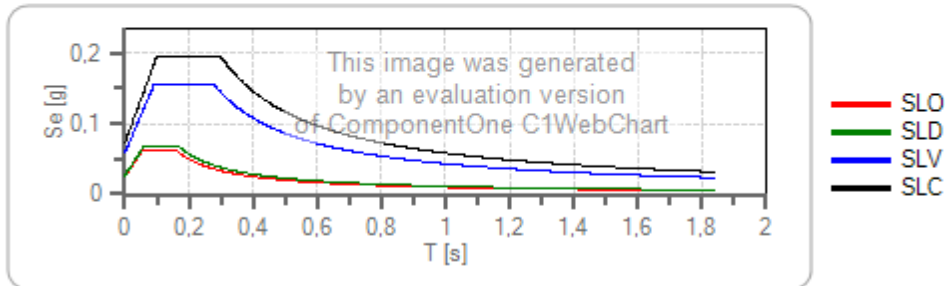
Categoria suolo : A

Categoria topografica : T3

Spettri di risposta

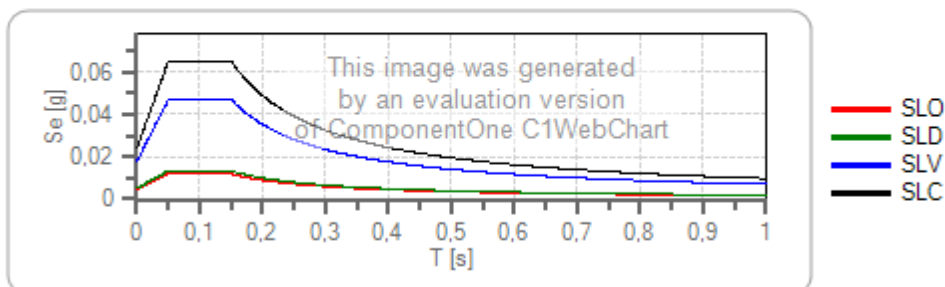
La modellizzazione utilizzata (geostu) ha permesso l'ottenimento degli spettri di progetto validi per i singoli stati limite in condizioni di free field, con coefficiente di smorzamento viscoso $\xi = 5\%$ e fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [(10/5+\xi)]^{(1/2)} 1,000$.

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,020	2,548	0,161	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,054	0,161	1,681
SLD	1	0,022	2,539	0,171	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,057	0,171	1,688
SLV	1	0,049	2,635	0,276	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,092	0,276	1,798
SLC	1	0,080	2,701	0,298	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,099	0,298	1,841

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,020	2,548	0,161	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,022	2,539	0,171	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,049	2,635	0,276	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,080	2,701	0,298	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro do progetto

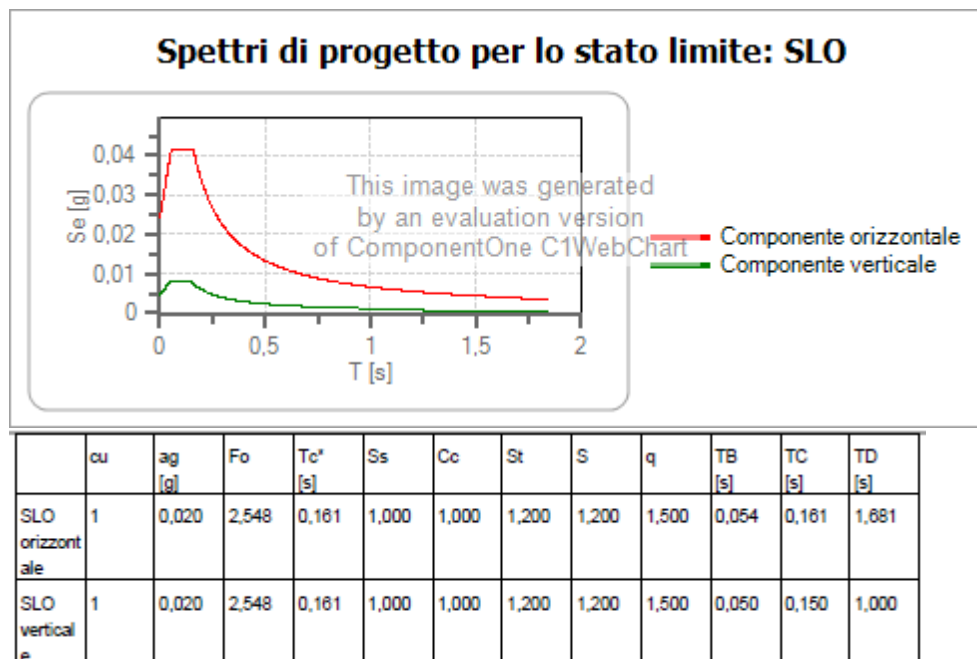
Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1,5

per lo spettro orizzontale = 0,667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5

per lo spettro verticale = 0,667

Stato limite: SLO



7 VERIFICA DEL REGIME IDRAULICO RELATIVA AGLI IMPLUVI DI INTERESSE DEMANIALE

7.1 Rapporto afflussi deflussi

Al fine delle valutazioni idrauliche dell'area oggetto di studio si è proceduto all'applicazione delle indicazioni contenute nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), art. 10 della Norme Tecniche di Attuazione.

"L'Autorità di bacino definisce, con propria direttiva:

- *i valori delle portate di piena e delle precipitazioni intense da assumere come base di progetto e i relativi metodi e procedure di valutazione per le diverse aree di bacino;*
- *i criteri e i metodi di calcolo dei profili di piene dei corsi d'acqua;*
- *i tempi di ritorno delle diverse portate di piena per il dimensionamento o la verifica delle opere diverse; ecc"*

Pertanto come indicato nella direttiva "Piena di progetto" la procedura adottabile per la stima della portata di piena di un corso d'acqua si differenzia in relazione alla disponibilità di serie di dati idrologici rappresentativi.

Come indicato nella direttiva "Piena di progetto", capitolo 6, "*indicazioni per il calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni*" si è applicata la formula del metodo razionale, che si scrive:

$$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$$

dove: 0.278 = coefficiente per omogeneizzare le unità di misura dal sistema imperiale inglese (piedi) al sistema metrico decimale e da ore a secondi; Q_c = portata al colmo in (m^3/s); c = coefficiente di deflusso; $h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t ; S = superficie del bacino (km^2); T_c = tempo di corrivazione.

Il valore del coefficiente di deflusso è normalmente scelto da elenchi raccomandati in letteratura e nella pratica corrente. Con riferimento alla tabella 3 della direttiva "Piena di progetto", definita: "*coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1954*" sarebbe sufficiente scegliere $c = 0,45$, corrispondente a suolo con infiltrazione media, con uso del suolo coltivato o a bosco.

Un approccio alternativo, specifico per bacini in ambito rurale, scrive il coefficiente di deflusso come sommatoria di quattro componenti: $c = C_r + C_i + C_v + C_s$; dove C_r = componente dovuta al rilievo; C_i = componente dovuta all'infiltrazione; C_v = componente dovuta alla copertura vegetale; C_s = componente dovuta al tipo di superficie e alla presenza di depressioni e zone umide. Nel caso in esame il coefficiente di deflusso calcolato con questo approccio risulta da un minimo di 0,34 ad un massimo di 0,47.

Il coefficiente di deflusso vale per scrosci di pioggia con tempo di ritorno fino a 10 anni e deve essere moltiplicato per un fattore correttivo, denominato C_f , per scrosci con tempo di ritorno superiore. C_f vale 1,1 per $T_r = 20$ anni e 1,25 per $T_r = 100/200$ anni.

Si determina così il coefficiente di deflusso medio preso in considerazione per il caso in esame:

Coefficiente di deflusso	0,506
---------------------------------	-------

Il tempo t ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione T_c che è normalmente calcolato con la formula empirica di Giandotti:

$$T_c = (4 \cdot \sqrt{A} + 1,5L) / 0,8 \cdot \sqrt{(H_m - H_0)}$$

dove: A = area planimetrica del bacino in km^2 ; L = lunghezza del segmento principale del bacino (percorso idraulico più lungo) in km; H_m = altitudine media

del bacino in m s.l.m. (dalla curva ipsometrica); H0 = altitudine della sezione di chiusura del bacino in m s.l.m..

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Può essere espressa da una legge di potenza nota come linea segnalatrice di probabilità pluviometrica puntuale (LSPP) che si scrive

$$h(t) = a \cdot T_c^N.$$

dove: h = altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile nell'intervallo di tempo di durata della precipitazione; Tc = tempo di corrivazione, durata della precipitazione (ore); a, n = parametri che dipendono dal tempo di ritorno considerato scelti dall'elenco dell'allegato 3 *"Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni"* della *"Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"*.

Come parametri di riferimento sono stati scelti quelli relativi alla cella BO63 della griglia di discretizzazione delle piogge intense (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO):

tempo di ritorno T	a	n
20 anni	50,63	0,516
100 anni	64,55	0,514
200 anni	70,52	0,514
500 anni	78,39	0,514

Ciò premesso si procede al calcolo dei valori idraulici dei singoli riali interessati dalle opere a progetto valutato in corrispondenza delle sezione di chiusura costituita dall'attraversamento a guado.

RIO DEL DOSSO (sezione 189)

Il bacino idrografico ha le seguenti caratteristiche:

area = 0,329 Km²;

lunghezza del segmento principale = 0,3867 Km;

altitudine media (ipsometrica) = 1377,14 m s.l.m.;

altitudine minima (sezione di chiusura) = 1.106 m s.l.m..

I valori idraulici ricavabili in base alle metodologie sopra indicate sono i seguenti:

Tempo di corrivazione:

$$t_c = 0,27$$

Altezza di pioggia:

Tempo di ritorno T	h (mm)
20	25,91
100	33,11
200	36,18
500	40,21

Portata al colmo:

Tempo di ritorno T	Q _c (m ³ /s)
20	4,394
100	5,616
200	6,135
500	6,820

Per quanto concerne la componente del trasporto solido si evidenzia come le opere a progetto non prevedano in alcun caso la restrizione dell'alveo, si prevede invece lo sfruttamento di un naturale tratto a debole pendenza da rimodellare ed utilizzare a guado conservando le caratteristiche intrinseche dell'impluvio stesso.

In particolare in corrispondenza dell'attraversamento del rio e nei tratti precedente e seguente l'alveo è costituito da depositi detritici di grosse dimensioni, si può ipotizzare l'applicazione di formule semplificate tipo quella di Nielsen (1992):

$$Q_s = 2,5 \cdot (Q - Q_c) \cdot d$$

con:

d = diametro del sedimento

Q = portata liquida

Q_c = portata critica

Determinando un apporto solido stimabile in 2,2 m³/s di materiale in occasione degli eventi di massima piena con tempi di ritorno di 500 anni.

La capacità di smaltimento della sezione di chiusura viene considerata con una altezza massima dell'acqua di 0,5 m secondo le geometria inserite nella tavola relativa al dimensionamento dell'alveo allegata alla presente relazione, questo per garantire il regolare deflusso delle acque senza interferire con la costruenda pista.

Tale capacità di smaltimento è stata confrontata con la portata di piena massima di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno di 500 anni pari a 14,015 m³/sec.

La sezione idraulica viene verificata per la portata massima di progetto comprensiva dell'aliquota del trasporto solido pari a $9,02 \text{ m}^3/\text{s}$.

CROSO DELLA MOLA (sezione 183)

Il bacino idrografico ha le seguenti caratteristiche:

area = $0,125 \text{ Km}^2$;

lunghezza del segmento principale = $0,410 \text{ Km}$;

altitudine media (ipsometrica) = $1.332,84 \text{ m s.l.m.}$;

altitudine minima (sezione di chiusura) = 1.116 m s.l.m. .

I valori idraulici ricavabili in base alle metodologie sopra indicate sono i seguenti:

Tempo di corrivazione:

$$t_c = 0,17$$

Altezza di pioggia:

Tempo di ritorno T	h (mm)
20	20,43
100	26,13
200	28,55
500	31,74

Portata al colmo:

Tempo di ritorno T	$Q_c (\text{m}^3/\text{s})$
20	2,084
100	2,666
200	2,913
500	3,238

L' apporto solido del riale viene stimato in $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ di materiale in occasione degli eventi di massima piena con tempi di ritorno di 500 anni.

La capacità di smaltimento della sezione di chiusura viene considerata con una altezza massima dell'acqua di $0,5 \text{ m}$ secondo le geometria inserite nella tavola relativa al dimensionamento dell'alveo allegata alla presente relazione, questo per garantire il regolare deflusso delle acque senza interferire con la costruenda pista.

Tale capacità di smaltimento è stata confrontata con la portata di piena massima di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno di 500 anni pari a $6,620 \text{ m}^3/\text{sec}$.

La sezione idraulica viene verificata per la portata massima di progetto comprensiva dell'aliquota del trasporto solido pari a $4,638 \text{ m}^3/\text{s}$.

7.2 Valutazione della superficie demaniale

In base allo stato dei luoghi e sulla scorta del progetto definitivo-esecutivo, i rii interessati dagli interventi a progetto sono 2 sui quali sono previsti complessivamente 2 attraversamenti a guado.

La superficie oggetto di occupazione per ogni singolo guado viene valutata in relazione all'area demaniale individuata catastalmente in relazione alla larghezza delle pista, complessivamente si avrà l'utilizzo di 28,2 m² di superficie demaniale così suddivisa:

impluvio	Larghezza (m)	Profondità (m)	Superficie (m ²)
Rio del Dosso	3,5	4,0	14,0
Croso della Mola	3,0	4,0	12,0

Per l'inserimento delle singole opere su mappa catastale si fa riferimento alla tavola allegata alla presente relazione.

L'opera a progetto è da considerarsi permanente e fissa, inoltre riveste una finalità agro-silvo-pastorale di servizio sia alle proprietà boscate di proprietà comunale che degli alpeggi.

In relazione alle superfici dei singoli attraversamenti non è previsto il versamento di un canone demaniale in quanto tutti inferiori a 15 m².

8 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E PROBLEMATICHE GEOLOGICO TECNICHE

In seguito al rilievo di dettaglio svolto sull'area e di un suo intorno significativo, non sono emerse gravi problematiche legate alla pericolosità idrogeologica o geomorfologica con processi di instabilità in atto.

Il versante presenta una pendenza media ed è caratterizzato dalla presenza di abbondanti depositi detritici e locali affioramenti rocciosi in varie parti del tracciato.

Gli interventi a progetto consistono nella realizzazione di un nuovo tracciato di pista di servizio forestale che prevede la creazione del piano di transito con sezioni mista in scavo e riporto; a tale scopo si avrà la prevalenza di una soluzione sull'altra in funzione delle caratteristiche morfologiche dei terreni attraversati secondo quanto previsto nelle allegate sezioni tipo.

Tali opere determinano la trasformazione di circa 28.800 m² di terreno sottoposto a vincolo idrogeologico.

Il movimento terra previsto sarà il seguente: scavo complessivo 6.184 m³ (volume in banco) pari a circa 6.495 m³ (volume materiale movimentato e costipato), riporto complessivo 6.350 m³ (volume materiale costipato), da cui deriva un deficit di materiale pari a 145 m³ che verranno interamente riutilizzati in ambito di cantiere.

Per quanto riguarda i processi geomorfologici in atto l'area risulta sostanzialmente stabile, tuttavia la pendenza generale del versante e la tipologia di materiale costituente il substrato, determina una potenziale pericolosità di innesco di fenomeni di tipo gravitativo superficiale.

8.1 Interazioni con le acque di falda e con le acque di scorrimento superficiale

Gli studi eseguiti non hanno rilevato la presenza di un acquifero vero e proprio, quanto piuttosto delle lenti discontinue e superficiali, fortemente influenzate dall'andamento delle precipitazioni, e caratterizzate da elevata permeabilità in relazione alla natura del substrato costituito da depositi detritici sia di origine glaciale che di versante.

Potrebbe pertanto essere possibile un'eventuale interazione tra la costruzione e la falda, in particolare in corrispondenza di eventi piovosi intensi, con l'affioramento delle acque di falda in corrispondenza delle nuove scarpate di monte.

La tipologia delle opere a progetto è tale da mantenere le caratteristiche proprie della circolazione idrica sotterranea in quanto non sono previste impermeabilizzazioni sia a carico del fondo stradale che delle nuove scarpate di raccordo.

L'idrografia superficiale è costituita da due vallette principali, a spiccato regime torrentizio, che solcano il versante e che verranno attraversate dalla pista e in corrispondenza delle quali verranno realizzati due guadi a sfioro lastricati in pietrame che non andranno in alcun modo a restringere la sezione di deflusso delle acque.

Inoltre lungo il tracciato sono presenti altri piccoli attraversamenti individuati come guadi che però si sviluppano in corrispondenza delle porzioni di testata degli impluvi non ancora definiti catastalmente o a solchi di ruscellamento superficiale.

A questi si affianca la presenza nel tratto compreso tra le sezioni n. 27 e 30, la presenza di due venute d'acqua poste a monte del tracciato a progetto.

Si prevede la conservazione di tali venute d'acque e la loro regimazione nel tratta di valle fino al superamento dell'opera a progetto, in particolare verranno

realizzate canalette longitudinali poste a monte delle pista e gabbionate drenanti trasversali per il convogliamento delle acque verso il naturale corso delle stesse.

Inoltre in fase di esecuzione si prevede la realizzazione di taglia acqua superficiali al fine di garantire l'allontanamento delle acque eventualmente raccolte dal sedime stradale e i loro convogliamento in siti idonei.

8.2 Movimenti terra e fronti di scavo

In funzione delle caratteristiche dei terreni al fine di garantire la stabilità dei pendii interessati, si è preso in considerazione la verifica di stabilità secondo il metodo di Taylor.

Per un certo valore dell'angolo di attrito dei terreni interessati (Φ), l'altezza critica del rilevato (H_c) che si rompe con un cerchio passante per il piede del pendio, è dato da:

$$H_c = N_s \cdot c / \gamma$$

N_s , fattore di stabilità dipendente dall'angolo di attrito e dall'angolo del pendio

c , coesione

γ , peso di volume del terreno

Nello specifico caso, applicando la formula, si ricava un valore di altezza critica del rilevato di circa 3,0 m con valori di angolo di pendio di 60°.

Nel progetto delle opere sono previsti fronti di scavo aventi inclinazione massima di 45°, pertanto in grado di garantire una sufficiente sicurezza, tuttavia in casi in cui dovessero rendersi necessari in fase esecutiva fronti di scavo aventi altezze superiori a 2,5 m ed inclinazione superiore a 45°, al fine di garantire la stabilità dei terreni, si dovrà intervenire con opere atte alla stabilizzazione delle stesse.

In relazione alla tipologia di opere a progetto con la creazione di scarpate in terra aventi inclinazione di monte a 45° e di valle a 40° tali inclinazioni sono da considerarsi compatibili con di materiale presente.

9 VALUTAZIONI IN MERITO AL RIUTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Gli interventi prevedono il riutilizzo in sede di cantiere di tutto il materiale scavato, sia per la realizzazione delle scarpate di valle che per il riempimento di depressioni morfologiche e per la ricarica del piano di transito, secondo quanto previsto dall'art. 185 del D.Lgs. 152/2006 comma 1 lettera c), che consente di gestire al di fuori del regime dei rifiuti il suolo non contaminato scavato nel corso di attività di costruzione e riutilizzato nello stesso sito in cui è stato prelevato.

10 CONCLUSIONI

Nel complesso il versante si presenta stabile, senza dinamiche di dissesto rilevanti in corso.

La pericolosità è strettamente legata all'evoluzione naturale del territorio, all'acclività del versante e localmente alla dinamica fluviale.

Tuttavia l'entità dei fenomeni stessi rilevata è da considerarsi compatibile con la stabilità globale del versante.

La copertura detritica si presenta a tratti caratterizzata dalla presenza di materiale sciolto, pertanto, in fase di apertura del nuovo tracciato, si dovrà procedere alla sistemazione del materiale stesso in maniera tale da garantire la stabilità ed evitare il rotolamento a valle.

Gli interventi a progetto interessano la realizzazione di una pista agro-silvo-pastorale di servizio ai lotti boschivi avente larghezza media di circa 3,50 m, sviluppata principalmente in corrispondenza di zone a morfologia favorevole e avente lunghezza complessiva di 3.914 m circa.

Il movimento terra previsto sarà il seguente: scavo complessivo 6.184 m^3 (volume in banco) pari a circa 6.495 m^3 (volume materiale movimentato e costipato), riporto complessivo 6.350 m^3 (volume materiale costipato), da cui deriva un deficit di materiale pari a 145 m^3 che verranno interamente riutilizzati in ambito di cantiere.

Tutto ciò premesso, non sono emerse incompatibilità tra le opere a progetto il grado di pericolosità geologica del versante tali da pregiudicare la realizzazione dell'opera stessa.

Si sottolinea comunque la necessità che le opere vengano svolte nel rispetto dell'equilibrio del territorio, ed in particolare:

- si fa divieto assoluto di scarico di materiale a valle del tracciato, fuori dalle sezioni di progetto;
- in fase esecutiva dovrà essere prestata particolare attenzione al fine di evitare il rotolamento incontrollato di blocchi lapidei verso valle, eventualmente anche apportando opportuni provvedimenti di trattenuta da posizionarsi a valle quali barriere di ritenuta costituite da traverse in legname sostenute da barre infisse nel terreno o in alternativa fissate agli alberi ad alto fusto;

- si deve prevedere lo scolo delle acque di corrivazione superficiale in corrispondenza di avvallamenti del terreno preesistenti tramite la realizzazione di taglia acqua;
- si deve prevedere la realizzazione di due guadi a sfioro da realizzarsi in lastricato di pietrame;
- si devono prevedere adeguati sistemi di regimazione delle acque provenienti dalle sorgenti posizionate a monte del tracciato.

Per tutto quanto sopra gli interventi nel loro complesso sono da considerarsi compatibili con l'equilibrio idrogeologico dell'area, non comportando variazioni di particolare rilevanza all'assetto del territorio stesso.

Rossa, 16.04.2018

Noemi Brambilla

Dottore Geologo

