

REGIONE PIEMONTE

CITTÀ METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI BARDONECCHIA

COLOMION S.p.A.

PROGETTAZIONE STRADA VALLON CROS

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

A blue ink signature is written over a circular professional stamp. The stamp contains the text: "ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE", "MASSIMO CECCUCCI", "GEOLOGO", "A.P. SEZ. A", and "N. 475". The outer ring of the stamp reads "ALBO PROFESSIONALI".

Dott. Geol. Massimo Ceccucci

APRILE 2021

REGIONE PIEMONTE
CITTÀ METROPOLITA DI TORINO
COMUNE DI BARDONECCHIA

COLOMION S.p.A.

PROGETTAZIONE STRADA VALLON CROS

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
APRILE 2021

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INTERVENTO IN PROGETTO	3
3	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	3
3.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
3.2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3.3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	6
3.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE	6
4	IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E ASSETTO IDROGEOLOGICO	9
5	GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA LOCALE	10
6	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	12
7	MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO	13
8	MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	13
9	AZIONE SISMICA	13
9.1	CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO	13
9.2	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	14
10	CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E PRESCRIZIONI TECNICO-ESECUTIVE	14

1 PREMESSA

La presente relazione espone gli esiti dello studio geologico e di caratterizzazione geotecnica condotto nell'area interessata dal tracciato della strada di servizio agli impianti di risalita del Vallon Cros predisposta nell'ambito della realizzazione dei nuovi impianti del comprensorio sciistico del Melezet.

Nel dettaglio, il tratto di strada in oggetto è stato realizzato per la costruzione della nuova scivola Vallon Cros per permettere il raggiungimento in sicurezza della stazione di monte.

L'elaborato e le analisi condotte ottemperano alle disposizioni indicate nel D.M. 17/01/2018 per quanto attiene alle indagini geologico-geotecniche e alla classificazione sismica del territorio e alle indicazioni contenute nelle NTA del PRGC per quanto concerne le prescrizioni connesse alla pericolosità geomorfologica del territorio comunale. Inoltre considera le indicazioni inerenti la L.R. 45/89 per quanto concerne gli interventi da eseguire in zone soggette a vincolo per scopo idrogeologico.

Lo studio integra l'insieme dei dati raccolti nell'ambito della progettazione dei nuovi impianti con quelli specifici del settore interessato dalla strada che si sviluppa lateralmente al tracciato della nuova scivola.

Le considerazioni espresse nella presente nota inoltre contemplano le indicazioni contenute nella documentazione geologica prodotta a supporto del PRGC, negli elaborati progettuali afferenti alla nuova strada e nella documentazione bibliografica disponibile.

2 INTERVENTO IN PROGETTO

L'intervento in oggetto considera la strada di cantiere messa in opera per garantire il raggiungimento con mezzi pesanti della stazione di monte della sciovia Vallon Cros e permetterne la manutenzione.

Tale attività è risultata necessaria stando le pessime condizioni di quella esistente che non presenta garanzie circa il raggiungimento in sicurezza della stazione di monte della nuova sciovia.

Tra gli aspetti da considerare per raggiungere gli obiettivi preventivati vanno menzionati i seguenti requisiti:

- larghezza utile allo scopo a cui è destinata: 3 m minimo a seconda dei tratti;
- superfici prive di punti irregolari;
- pendenza moderata (max 20%, senza bruschi cambi di pendenza)
- canalizzazione superficiale delle acque meteoriche.

La lunghezza della pista è pari a 366.80 m; l'area di intervento ha una superficie di circa 3319,65 m. I volumi relativi ai movimenti terra considerano 460.50 m³ di scavo e 457.5 m³ di riporto.

Nei tratti in cui non sono stati effettuati movimenti terra, è stato condotto uno scotico superficiale per una corretta preparazione del fondo carrabile. Tutte le scarpate in scavo e riporto verranno adeguatamente reinerbite.

A completamento dell'intervento sarà anche predisposto un sistema di regimazione e drenaggio della acque superficiali, unitamente al corretto ripristino e completamento delle scarpate.

3 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

3.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Nella Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica del PRGC il tracciato ricade in aree incluse nelle Classi IIIa2 e III Indifferenziata 1 (figura 1).

Classe IIIa2: include le *aree inedificate ed inedificabili (per dissesti attivi e aree potenzialmente dissestabili) in quanto coincidenti con settori di versante vulnerabili a motivo dell'elevata pendenza, possibile rotolio e saltazione di massi, mobilizzazione dei materiali sciolti di copertura; falde e coni detritici attivi, terrazzi di erosione e relative fasce di rispetto.*

Classe III Indifferenziata 1: definisce le aree con deformazioni gravitative classificate come quiescenti (FQ) in quanto non si ha la prova dell'avvenuta stabilizzazione.

Negli ambiti perimetrati nella Classe IIIa2, sono peraltro ammessi *gli interventi di movimento terra per una manutenzione o modifica dei tracciati delle piste da sci purché non influiscano negativamente sull'equilibrio idrogeologico delle aree interessate dai lavori.*

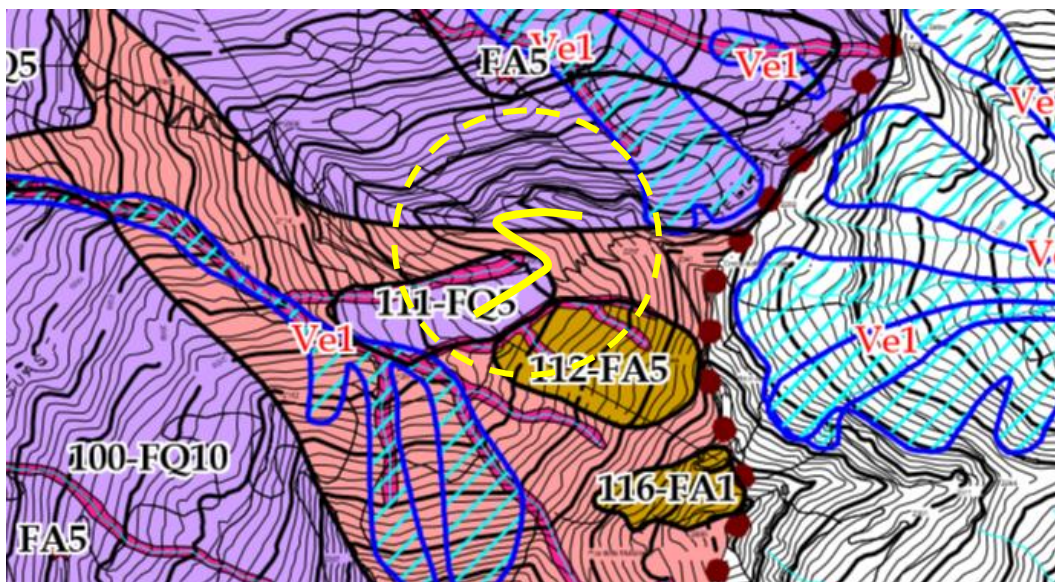
Negli ambiti perimetrati nella Classe III indifferenziata 1 è ammessa la nuova costruzione, la demolizione e ricostruzione degli impianti per gli sport invernali. Sono inoltre ammessi gli interventi previsti per le aree in Classe IIIA.

Nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), in riferimento all' Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici, la superficie interessata dal tracciato della nuova strada non è perimetrata entro le aree in dissesto (figura 2).

Nella Cartografia del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) l'areale in oggetto non è perimetrato nelle aree alluvionabili.

Secondo quanto definito nella L.R. 9 agosto 1989 n. 45, l'intero ambito è incluso entro le aree soggette a vincolo per scopi idrogeologici.

Il Comune di Bardonecchia, in merito a quanto indicato nell'OPCM 3274/03 aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 4-3084 del 12.12.2011 ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019, è inserito nella classe sismica 3.



Classe III Indifferenziata 1 (per deformazioni gravitative profonde)

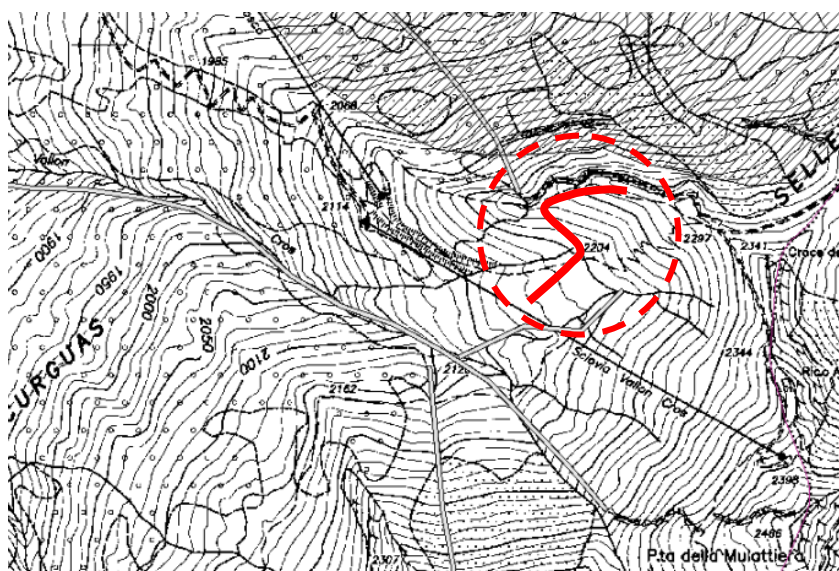
Aree con deformazioni gravitative classificate come quiescenti (FQ), in quanto non si ha la prova dell'avvenuta stabilizzazione. Nell'ambito di tali settori possono essere identificate porzioni di territorio edificabili solo dopo studi geologici e geomorfologici di dettaglio che ne abbiano dimostrato la stabilità.



Classe IIIa2

Aree inedificate ed inedificabili in quanto coincidenti con settori di versante vulnerabili a motivo dell'elevata pendenza, possibile rotolio e saltazione di massi, mobilitazione dei materiali sciolti di copertura; falde e coni detritici attivi; terrazzi di erosione e relative fasce di rispetto.

Figura 1. Carta di Sintesi (PRGC)




 Frana attiva - Fa

Figura 2. Carta dei Dissesti (PAI)

3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'ambito attiene alla testata dell'alta Valle di Susa nel ramo della valle che da Oulx si diparte verso la conca di Bardonecchia dove si trovano a confluire quattro rami secondari: Valle Stretta, Valle della Rho, Valle Frejus e Vallone di Rochemolles.

Il settore interessato dal progetto si pone entro il vallone di Valle Stretta solco composto da due tratti principali: il primo diretto N-S si svolge per circa una decina di km in territorio francese sino allo sbocco nel territorio italiano a Pian del Colle. Da qui piega nettamente verso ovest per dirigersi verso la conca di Bardonecchia dove si congiunge agli altri rami secondari a formare un unico vallone.

Morfologicamente la vallata ha la caratteristica impronta glaciale, ampia e modellata con la tipica forma ad U. Le valli laterali si mostrano rotondeggianti e montonate per effetto dell'esarazione dovuta alla presenza di un ghiacciaio che raggiunse potenze notevoli. Le valli laterali si configurano come valli sospese e rappresentano le spalle del ghiacciaio che dalla testa della vallata si estendeva fino e oltre l'abitato di Melezet e Bardonecchia.

Nell'area si rinvengono in modo diffuso le tracce del modellamento glaciale pleistocenico; testimonianze glaciali più antiche sono mascherate dall'azione erosiva operata dal ghiacciaio nella sua ultima fase di espansione glaciale, dal nuovo modellamento imposto dal reticolo idrografico post-glaciale al quale è associato il modellamento dovuto all'evoluzione di fenomeni gravitativi di versante.

Più nel dettaglio, l'ambito attiene alla porzione sommitale del versante montano che dalla Piana del Rio di Valle Stretta si spinge sino alla dorsale della P.ta della Mulattiera.

In questo frangente ampie porzioni della dorsale montana sono coinvolte da un importante fenomeno di DGPV (Deformazione Gravitativa Profonda di Versante). Le DGPV sono fenomeni i cui meccanismi non necessitano di una superficie o zona di rottura definita e continua, e l'entità dello spostamento sovente è piccola rispetto alle dimensioni del fenomeno. Il riconoscimento di questi fenomeni avviene sulla base del riconoscimento di alcune forme tipiche, localizzate soprattutto nelle zone di cresta e nella parte alta dei versanti quali: trincee, depressioni chiuse, gradini di scivolamento, tracce di superfici di distacco gravitativo.

Nei settori di versante posti più in basso tali fenomeni sono morfologicamente espressi da rigonfiamenti ed ondulazioni a grande scala, localmente sottolineati da depressioni chiuse. Nella parte sommitale si ritrovano sdoppiamenti della cresta, trench paralleli allo spartiacque, depressioni e improvvise rotture di pendenza.

Nello specifico, il settore interessato dalla pista si pone in un ambito solo marginalmente interessato da processi gravitativi ad ampia scala.

3.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE

La zona in esame ricade interamente all'interno dell'Unità dei Calcescisti con Pietre Verdi, falda composita sovrascorsa sulla crosta continentale pennidica. Altrimenti detta "Zona Piemontese", essa è formata da due unità tettoniche distinte, entrambe originatesi durante il Giurassico nel bacino oceanico esistente tra Europa e placca insubrica. L'unità di provenienza più esterna, o Zona del Combin, è caratterizzata dall'intima associazione di calcescisti e prasiniti, il che fa presupporre un'origine da una zona di crosta assottigliata (margine penninico, placca europea). Invece l'unità di provenienza più interna, o Zona Zermatt-Saas, mostra le tipiche caratteristiche di una crosta oceanica con metaofioliti, ultramafiti, gabbri e basalti a pillow.

Nella recente Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000 – Foglio 132 - 152 - 153 Bardonecchia (figura 4) le formazioni attribuibili al basamento quaternario della Zona Piemontese vengono differenziate in diverse unità; il sovrascorrimento dell'Unità del Lago Nero, alla quale appartiene il substrato roccioso nell'area di intervento, sull'Unità della Roche de l'Aigle si sviluppa poco a sud e a est dell'area in esame. A nord-est la formazione dei calcescisti si sovrappone alle unità dolomitiche e quarzitiche triassiche che a loro volta avviluppano l'elissoide gneissico del massiccio dell'Ambin.

Lungo l'asse del Rio Giau, più a sud, si sviluppa il contatto tettonico fra la Falda dei Calcescisti (Zona Piemontese) e le Unità Brianzonesi e Subbrianzonesi (Falde Pennidiche): il contatto a nord dell'asse vallivo principale si presenta con i caratteri tipici del sovrascorrimento, mentre a sud passa progressivamente verso giaciture più verticali.

Nell'area oggetto dell'intervento il substrato roccioso è costituito da calcescisti indifferenziati, filladi, micascisti e subordinatamente da quarziti. Si tratta di rocce che si mostrano intensamente ripiegate e tettonizzate, con intensa foliazione (centimetrica) che costituiscono l'intero versante sino alla cresta P.ta della Mulattiera – La Selletta – P.ta Colomion.

Nell'intero versante, gli affioramenti sono molto esigui in numero e dimensioni poiché esso è ricoperto da una coltre di depositi quaternari di spessore variabile, riconducibili essenzialmente a terreni di copertura eluvio-colluviali e detritico-colluviali, formati a spese di un substrato estremamente degradabile (Figura 5).

Nella zona di cresta o nel tratto medio-alto del versante è invece possibile osservare estesi affioramenti del substrato: si tratta di rocce fortemente scistose, pluri-deformate e con piani di clivaggio normalmente immergenti di pochi gradi (15-30°) verso NNW. Oltre alla fitta foliazione, si segnalano almeno altri due sistemi di fratturazione a scala mesoscopica con giacitura 320°/70° e 160°/45°. L'insieme delle discontinuità e della scistosità principale fa assumere alla roccia un aspetto estremamente anisotropo, talvolta quasi caotico.

In generale, i depositi quaternari ricoprono con continuità il substrato roccioso. In questo frangente lo strato quaternario è generalmente definito da una coltre eluviale e detritico-colluviale formata a spese del substrato roccioso mica/calcescistoso. Sporadicamente si rinvencono accumuli gravitativi potenti alcuni metri.

La facies morenica non è facilmente rilevabile perché commista, mascherata o sostituita da quella di detrito francoide causato dallo sfasciame della roccia per cui i depositi morenici si presentano di interpretazione problematica. In questo frangente la copertura morenica della parte più alta del versante è esclusivamente costituita da rocce rinvenibili in posto originata dall'azione dei ghiacci che qui traevano origine indipendentemente dal grande ghiacciaio impostato nella valle principale. Depositi glaciali di fondo, in buona parte rielaborati ed eluviati, messi in posto dai ghiacciaio pleistocenico, rivestono largamente i versanti in roccia calcescistosa, dai fondovalle su per 300-500 m d'altezza, dove passa ad eluvione verso l'alto.

Evidenti per la loro tessitura e la loro configurazione sono le brevi e basse arcate di morena frontale grossolana, sciolta, fresca, depositata in epoca molto recente (Olocene) alla soglia dei numerosi, alti circhi glaciali sotto le creste.

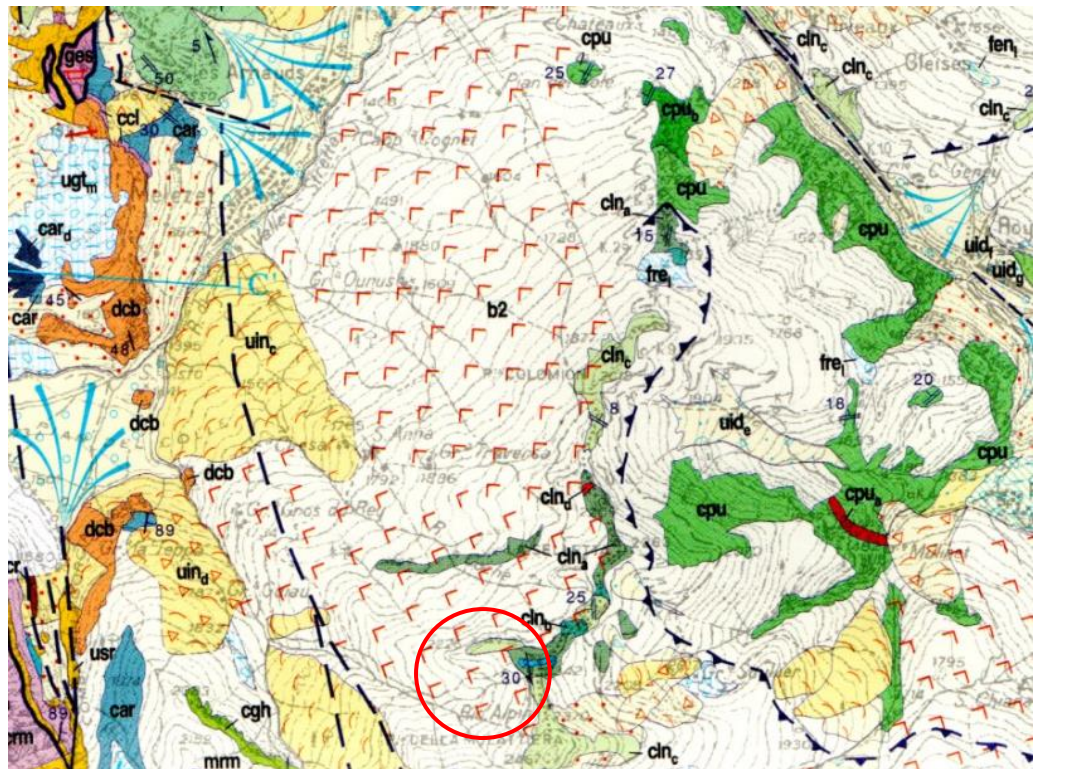
Quasi sempre attualmente questi depositi glaciali si rinvencono rielaborati ed associati ad altri tipi di deposito, cosicché risulta difficile riconoscerli e separarli cartograficamente dai depositi eluviali, detritici e colluviali presenti sui versanti a varie quote.

I detriti di falda si presentano sotto forma di placche assai estese o di coni ai piedi di ripide pareti rocciose. Talora risultano mescolati a materiale morenico.

Nei calcescisti e nei micascisti, litologie che generalmente caratterizzano i luoghi in studio, si ha una notevole attenuazione di tale processo risultando molto meno vistosi, frammisti ad abbondante terriccio, meno riconoscibili perché ricoperti da vegetazione e da ottimi pascoli. In questi ambiti le falde detritiche da disgregazione sono meno estese e spesso sfumano in coltri di eluvione dalla quali non è facile distinguerle.

Il deposito eluviale, a materiale detritico monogenico alterato fino a risolversi parzialmente in sabbia e limo argilloide d'aspetto terroso (che nel livello superficiale, arricchito di sostanza organica, forma il suolo vegetale) semicoerente o pseudocoerente, di tinta bruna, riveste i pendii mediamente inclinati, dove insensibilmente fluisce in basso (creeping).

Scarso ed in placche sottili sopra la roccia dolomitica, forma coltri estese e continue anche per molti chilometri quadrati sui versanti di roccia calcescistosa sotto quota 2200-2000 m. Su pendii a debole inclinazione l'accumulo di eluvione scoscesa dall'alto origina sacche più spesse, naturalmente rimaneggiate, di colluvium.



- | | | | | | | | |
|---|------------------------|--|---|--|--------------------------------|--|---|
| — | contatto stratigrafico | | conoide alluvionale | | faglia trascorrente | | trincea di deformazione gravitativa profonda |
| — | contatto tettonico | | conoide misto | | faglia trascorrente sinistra | | gradino di scioglimento |
| — | faglia | | conoide detritico | | sovrascorimento | | traccia di superficie di distacco gravitativo |
| | faglia diretta | | deformazione gravitativa profonda di versante | | superficie di origine primaria | | limite di deformazione gravitativa profonda |
| | faglia inversa | | | | | | |



Coltre eluvio-colluviale e detritico-colluviale in formazione, a spese essenzialmente di substrato particolarmente degradabile (b2). **PLEISTOCENE SUP. - ATTUALE**

Unità ubiquitarie

Depositi con struttura di tipo *open work* e *partially open work*, con clasti e blocchi angolosi e scarsa matrice (detrito di falda) (*uid_a*, *uid_b*); depositi eterogenei ed eterometrici a struttura caotica e basso grado di addensamento, con litofacies variabili da *diamicton* a matrice limoso-sabbiosa ad ammassi di blocchi (accumuli gravitativi) (*uid_c*, *uid_d*); *diamicton* a matrice sabbiosa con intercalazioni sabbioso-gliaiose (depositi di origine mista) (*uid_e*); depositi limosi con sporadiche intercalazioni sabbiose e sabbioso-limose (depositi lacustri e di torbiera) (*uid_f*); concrezioni carbonatiche massive e/o stratificate (travertini) (*uid_g*); sedimenti ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, con subordinata locale presenza di blocchi; sporadiche intercalazioni di livelli sabbioso-limosi (depositi fluviali) (*uid_h*, *uid_i*). **PLEISTOCENE SUP. - ATTUALE**



Depositi glaciali recenti ed attuali

Accumuli caotici di blocchi con struttura di tipo *open-work* e *partially open-work* (*till* di ablazione) (*uid_j*); *diamicton* a matrice sabbioso-limosa, per nulla o poco addensati, con clasti e blocchi da subangolosi a subarrotondati (*till* di allogamento) (*uid_k*); sedimenti sabbioso-limosi stratificati (depositi glacialacustri) (*uid_l*). **OLOCENE - ATTUALE**



Complesso del Lago Nero

Calcescisti indifferenziati in facies scisti blu a lawsonite, glaucofane e cloritoide con riequilibrio in facies scisti verdi (*cln*). Ove distinti: alternanze di marmi a trama rossastra e bordi silicizzati e di filladi (*Formation de la Replatte* e *Scisti a Palombini Auct.*) (*cln_a*), **CRETACICO INF.?**; filladi nere con rari e sottili orizzonti di calcescisti (facies di *black shales*) (*cln_b*), **CRETACICO INF.?**; scisti carbonatici a patina di alterazione ocrea (*cln_c*) con intercalazioni di quarziti micacee ± a fuchsite (*cln_d*), **CRETACICO SUP.?** Elementi di: metagabbri e metabasiti (*cln_e*), serpentiniti e oficalci (*cln_f*), breccie a cemento carbonatico ad elementi calcareo-dolomiti e silicei (*cln_g*).

Figura 4. Schema geologico generale
 Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 F° 153 Bardonecchia

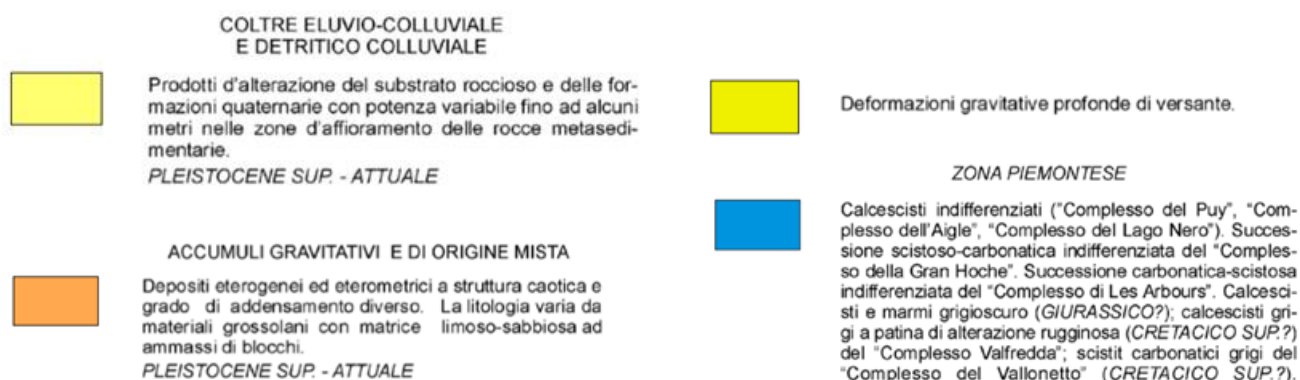
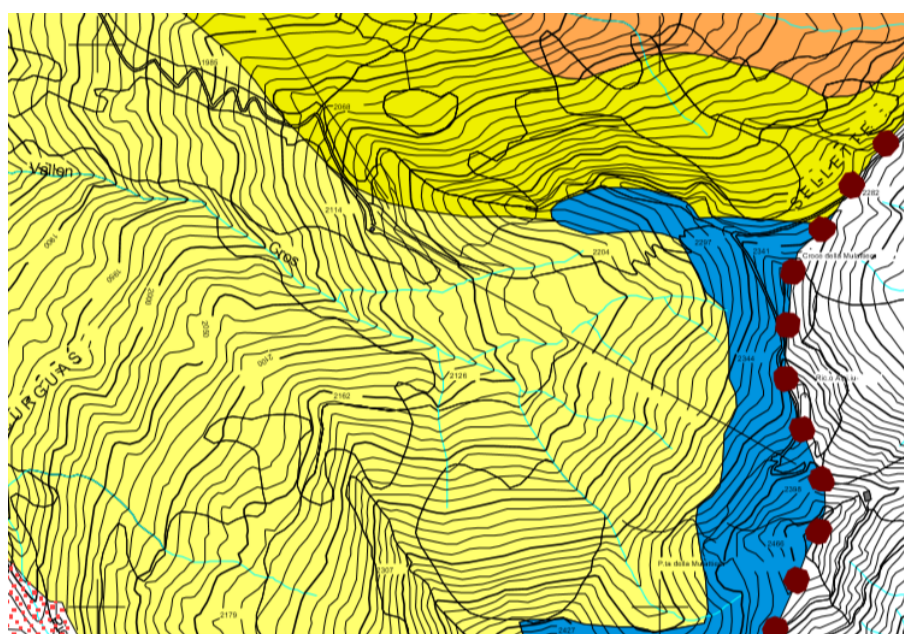


Figura 5. Schema geologico locale
 PRGC Carta Geologica

4 IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il versante nel settore in studio è interessato da una serie di lineazioni minori che drenano la dorsale montana qui a formare un circo glaciale di circa 1 km di diametro.

Data la morfologia del bacino, i rivoli, che traggono origine dalla dorsale spesso da emergenze sorgive rilevabili alle quote intermedie del pendio, procedendo verso valle si concentrano alla quota di circa 2100 m slm andando a definire il Rio Guiaud, tributario del Rio di Valle Stretta.

Il tracciato della nuova strada, tuttavia, non interferisce in maniera significativa con la rete delle linee di drenaggio risultando intermedia ai tracciati dei rivoli principali.

Da un punto di vista idrogeologico il versante è interessato dalla presenza di due distinte tipologie di acquifero in stretto rapporto (figura 6):

- **acquiferi a permeabilità primaria**, corrispondenti ai corpi sedimentari quaternari che definiscono il sottosuolo nella sua porzione superficiale dove danno origine ad uno strato di potenza variabile da punto a punto. Generalmente la potenza delle coltri è dell'ordine di alcuni metri nel settore basale del pendio sino ad annullarsi nelle porzioni sommitali della dorsale montana. L'acquifero è costituito da clasti e frammenti rocciosi in matrice limoso-sabbiosa con buona permeabilità.

- **acquiferi a permeabilità secondaria**, ospitati nei litotipi del basamento prequaternario che definisce l'ossatura profonda del pendio ed entro il quale la circolazione delle acque sotterranee è circoscritta alle fessurazioni più pervasive. Litologicamente definito da filladi, micascisti, calcescisti e quarziti mostra permeabilità bassa risultando di fatto impermeabile a meno dei circuiti resi manifesti dalle principali dislocazioni dell'ammasso.

La pochezza e la morfologia dell'aquifero primario definito dagli accumuli detritici è tuttavia tale da non rendere manifesta una vera e propria falda freatica; in tal senso la circolazione delle acque sotterranee è essenzialmente vincolata entro livelli a permeabilità maggiore di quella che nel complesso caratterizza i sedimenti rimanendo peraltro quasi totalmente circoscritta all'interfaccia detrito/substrato roccioso.

In generale i volumi in circolo sono modesti presentando picchi di portata nel periodo dello scioglimento del manto nevoso invernale e in risposta a precipitazioni intense e prolungate.

Laddove la morfologia del substrato metamorfico si innalza sino a interferire con la topografia della superficie le acque possono venire a giorno sottoforma di sorgenti.

La direzione di propagazione dei flussi nei primi strati del sottosuolo ricalca fedelmente quello della morfologia superficiale, seguendo sotto l'azione della gravità con buona approssimazione le massima pendenza del versante.

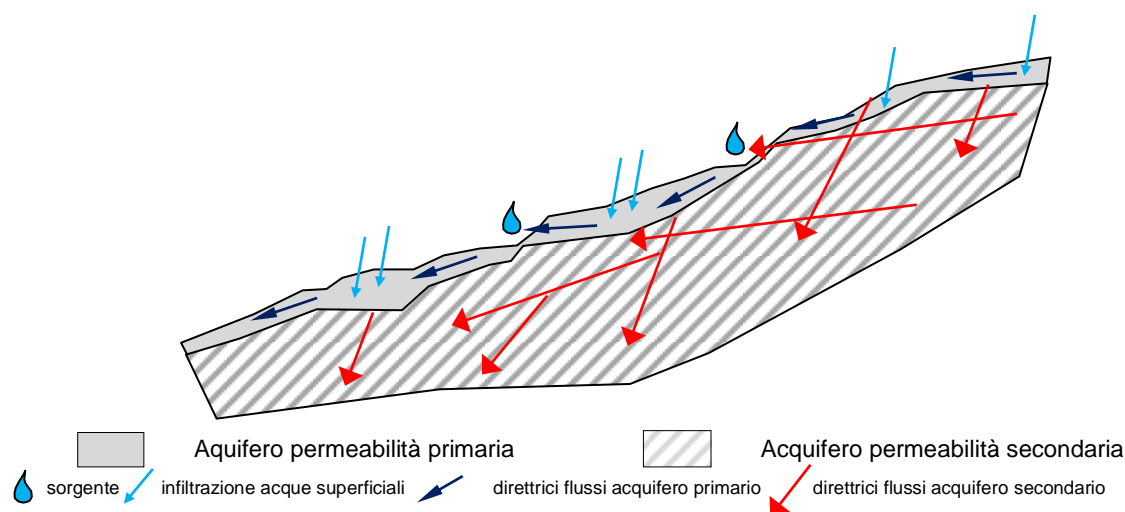


Figura 6. Schema del modello idrogeologico

5 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA LOCALE

L'ambito attiene al settore della dorsale spartiacque del fianco occidentale della Croce della Mulattiera. Il contesto è quello di alta montagna, al limite delle aree boscate.

Morfologicamente pendenza del versante interessato dal tracciato della pista di cantiere diminuisce rapidamente abbassandosi di quota sino a ridursi drasticamente nel settore basale dove la topografia è condizionata dalle blande ondulazioni che caratterizzano un corpo di frana definito dai materiali scivolati dalla cresta e qui accumulatisi.

In questo frangente l'energia del rilievo è modesta e tale da ridurre in maniera sensibile gli effetti della gravità.

Non sono presenti elementi testimonianti movimenti differenziali e il corpo di frana appare stabilizzato. Il substrato roccioso che si pone in condizioni di subaffioramento nel settore più rilevato, in quello più depresso si approfondisce di alcuni metri al di sotto dall'accumulo gravitativo.

Stando il tracciato della pista di cantiere, possono quindi distinguersi due differenti ambiti geologico-geomorfologici (figura 7):

- Tatto 1: considera la porzione iniziale della pista che si svolge entro il corpo di frana quiescente che caratterizza il settore più depresso dell'ambito contemplato. L'areale è caratterizzato da modeste pendenze della superficie. Geologicamente sono presenti le coltri detritiche di

natura gravitativa a formare un copro potente alcuni metri al quale segue il substrato metamorfico calcescistoso.

Tatto 2: considera la porzione superiore del tracciato dove il pendio risulta caratterizzato da acclività più marcata e nel quale il substrato roccioso si pone in condizioni di subaffioramento.

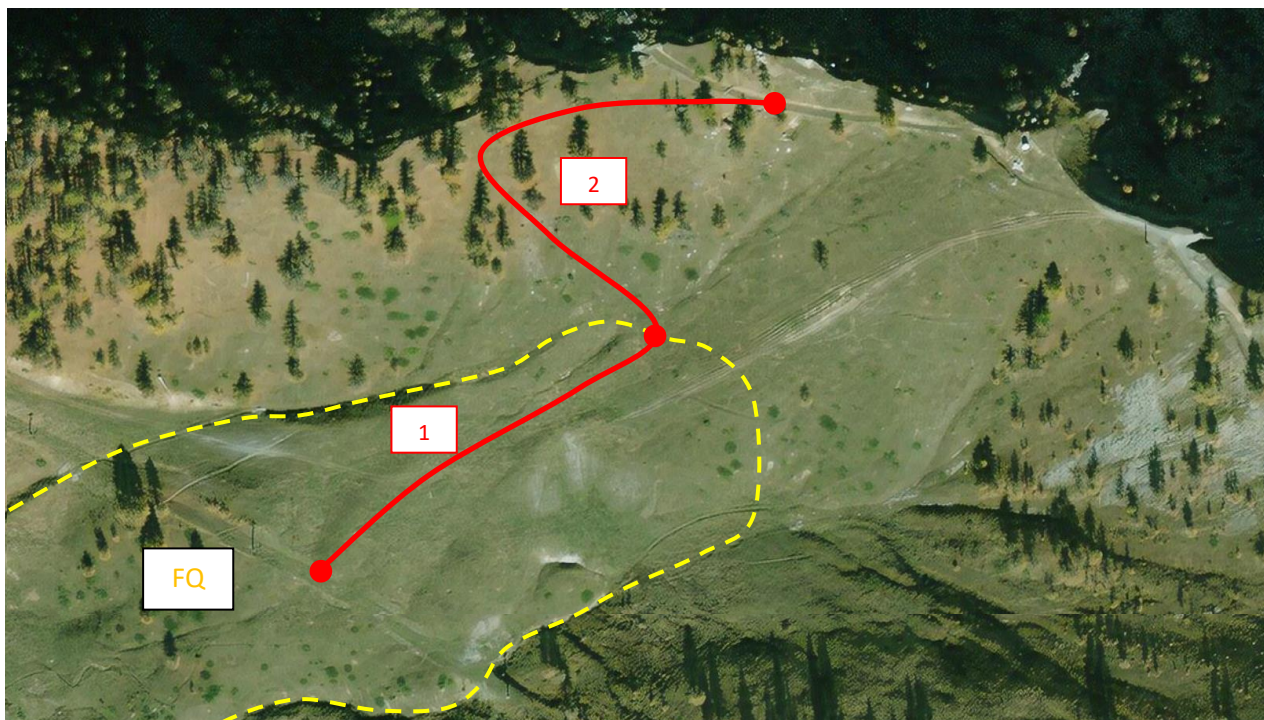


Figura 7. Definizione delle tratte omogenee della nuova strada Vallon Cros. FQ = frana quiescente

L'ossatura del pendio è da ricondurre alle litologie dell'Unità Tettonostratigrafica del Lago Nero ed in particolare al Complesso del Lago Nero.

Questa unità litostratigrafica comprende le successioni a prevalenti calcescisti, ritenute essere la porzione di età cretacea delle successioni liguri.

Essa è composta da tre sub-unità litostratigrafiche informali distinte in:

- alternanze più o meno regolari di marmi a patina bruna, spesso a trame rossastre e con bordi silicizzate e di filladi nerastre in livelli da centimetrici a decimetrici;
- filladi nerastre, lucenti, con subordinate intercalazioni di calcescisti carbonatici e marmorei;
- calcescisti carbonatici a patina di alterazione ocra, ricchi in ankerite, in bancate massicce di spessore metrico.

Il substrato affiora a livello della culminazione della dorsale dove l'ammasso roccioso è definito da scisti carbonatici a patina di alterazione ocra, ricchi in ankerite, in bancate massicce di spessore metrico (figura 8). Si tratta di metasedimenti, interpretabili come depositi detritici riferiti al Cretacico Superiore (Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000).

La scistosità principale mantiene direzione dell'immersione variabile tra 200 e 310° e inclinazione dell'immersione variabile tra 5 e 35°. I principali piani di discontinuità hanno giacitura media (direzione ed inclinazione dell'immersione) pari a: 150/60; 20/70; 270/65.

Nel resto delle aree interessate dalle attività non sono stati riconosciuti affioramenti significativi, talora sono visibili modeste porzioni di ammasso roccioso tuttavia non inequivocabilmente attribuibili al substrato in posto quanto piuttosto a scaglie ad esso svincolate.



Figura 8. Affioramenti lungo la dorsale spartiacque del Vallon Cros

6 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

La testata del Vallon Cros, a differenza di quanto generalmente evidente in questa porzione della valle, è solo marginalmente interessata dai fenomeni di DGPV che, di contro, caratterizzano il settore del Colomion.

In questo ambito le segnalazioni circa l'esistenza di fenomenologie dissestive sono limitate a due fenomeni dei quali uno attivo, esterno alle aree interessate dal tracciato stradale, l'altro quiescente e percorso dal primo tratto della strada.

Fenomeno caratteristico del settore nel suo complesso è la tipica caratteristica dei calcescisti a dare luogo a estesi fenomeni di creeping superficiale. Il processo si manifesta con tipiche gibbosità e avvallamenti e, generalmente, può interessare l'ammasso fino a qualche metro di profondità.

Si tratta in pratica dell'azione del gelo e disgelo che provoca un progressivo rilassamento della parte più esterna del substrato roccioso e della copertura detritica che progressivamente subisce l'azione della gravità, assestandosi progressivamente e lentamente verso il basso, creando queste tipiche onde nel terreno. Lenti movimenti delle coltri caratterizzano soprattutto i settori a pendenza più elevata dove a livello delle aree boscate è talora riconoscibile l'incurvatura dei fusti delle piante a testimoniare il lento ma progressivo movimento del regolite.

Tale processo non appare problematico alla scala dell'intervento realizzato e a testimoniare anche la relativa stabilità del settore interessato dal corpo di frana quiescente è l'assenza di problematiche significative agli impianti di risalita che qui trasversalmente lo attraversano.

7 MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Informazioni puntuali circa la consistenza del profilo stratigrafico del sottosuolo rimandano alle indagini ed alle attività condotte per la progettazione e la realizzazione dei nuovi impianti di risalita (seggiovia Bosco – Vallon Cros e sciovia del Vallon Cros) condotti dallo scrivente nel corso degli ultimi anni e ai quali si rimanda per una trattazione più completa degli argomenti.

Riprendendo la distinzione precedentemente indicata circa lo sviluppo del tracciato della nuova strada, per ciascuno dei due tratti omogenei è possibile definire il seguente modello geologico:

Tratto 1:

- coltre di alcuni decimetri di terreno organico limoso con scarso scheletro;
- strato di terreno detritico, di potenza dell'ordine dei 2 m, composto da clasti e frammenti litici in matrice limoso-sabbiosa;
- porzione di substrato roccioso completamente disarticolato dello spessore di alcuni metri;
- substrato roccioso costituito da filladi, micascisti e calcescisti fortemente scistososi.

Tratto 2

- coltre di alcuni decimetri di terreno organico limoso con scarso scheletro;
- porzione di substrato roccioso completamente disarticolato dello spessore di alcuni metri;
- substrato roccioso costituito da filladi, micascisti e calcescisti fortemente scistososi.

8 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

L'insieme dei dati collezionati ha permesso di riconoscere un modello geotecnico del sottosuolo costituito da tre unità geotecniche principali:

- **Unità 1:** *rappresentata dalla sottile coltre quaternaria detritico-colluviale scarsamente addensata presenta caratteristiche geotecniche scadenti.*

$$\varphi: 24^{\circ}\text{-}26^{\circ} \quad \gamma: 18.0 \text{ kN/m}^3 \quad c: 0 \text{ kPa}$$

- **Unità 2:** *costituita da depositi incoerenti discretamente addensati e dalle porzioni superficiali del substrato roccioso intensamente fratturate e sfatte presenta discrete caratteristiche geotecniche.*

$$\varphi: 28^{\circ}\text{-}32^{\circ} \quad \gamma: 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad c: 0 \text{ kPa}$$

- **Unità 3:** *riconosciuta in affioramento solamente a livello della culminazione della dorsale montana e intercettata nei sondaggi profondi a circa 6-9 m di profondità nelle restanti porzioni del versante è definita dall'ammasso roccioso relativamente sano. Presenta buone caratteristiche geotecniche.*

$$\varphi: 32^{\circ}\text{-}34^{\circ} \quad \gamma: 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad c: 15 \text{ kPa}$$

9 AZIONE SISMICA

9.1 CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO

In riferimento a quanto indicato nella vigente normativa per quanto afferente alla definizione dell'azione sismica di progetto e sulla base di quanto emerso dalle indagini e dalle osservazioni condotte appare corretto ascrivere il sottosuolo alle seguenti categorie D.M. 17/01/2018 Tab 3.2.II):

Tratto 1

Categoria B: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

Tratto 2

Categoria A: *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di t agliosuperiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*

9.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

L'assetto morfologico dei luoghi in generale non è caratterizzato da condizioni particolari per le quali siano prevedibili fenomeni di significativa accelerazione locale delle onde sismiche. In linea generale (è possibile ascrivere le caratteristiche della superficie topografica alla categoria T2.

10 CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E PRESCRIZIONI TECNICO-ESECUTIVE

Stando l'insieme delle informazioni disponibili è possibile porre l'attenzione su alcuni aspetti salienti:

- A. a livello delle aree interessate dalla nuova pista non sono state rilevate criticità significative circa la stabilità generale del pendio. L'unico fenomeno in atto riconosciuto considera il creeping che interessa i primi strati del sottosuolo e che rappresenta un aspetto caratteristico dei versanti impostati sulle litologie calcescitose. Esso si manifesta con tipiche gibbosità e avvallamenti della superficie e, generalmente, può interessare l'ammasso fino a qualche metro di profondità. Si tratta in pratica dell'azione del gelo e disgelo che provoca un progressivo rilassamento della parte più esterna del substrato roccioso e della copertura detritica che progressivamente subisce l'azione della gravità, assestandosi progressivamente e lentamente verso il basso, creando queste tipiche onde nel terreno. Lenti movimenti delle coltri caratterizzano soprattutto i settori a pendenza più elevata dove a livello delle aree boscate è talora riconoscibile l'incurvatura dei fusti delle piante a testimoniare il lento ma progressivo movimento del regolite. Il processo non appare in grado di compromettere la stabilità dell'opera; inoltre, lo scotico della coltre più superficiale effettuato in fase di predisposizione della nuova strada ne ha fortemente mitigato gli effetti;
- B. a livello della superficie perimetrata in dissesto quiescente nella cartografia geologica del PRGC (FQ) e in parte interessata dal tracciato stradale oggetto della sanatoria, non si evidenziano elementi testimonianti il recente riattivarsi del fenomeno come peraltro suggerito in oltre 20 anni di gestione dell'impianto di risalita qui presente che non ha messo in risalto cedimenti differenziali e anomali disallineamenti tra i sostegni di linea;
- C. le attività hanno considerato una modesta attività di movimentazione terra, quantificata in circa 460 m³. Le lavorazioni ad oggi effettuate non hanno presentato particolari criticità esecutive e nel complesso non hanno apportato modifiche sostanziali al settore di intervento mantenendo pressoché inalterato il contesto naturale dei luoghi. Quanto realizzato non ha apportato modifiche significative alla morfologia della superficie lasciando pressoché inalterato il profilo del pendio e il reticolo idrologico atto al drenaggio superficiale delle acque. Analogamente quanto compiuto non è stato tale da aver modificato il contesto idrogeologico dei luoghi;
- D. le modifiche apportate al territorio non hanno prodotto un aumento della pericolosità delle fenomenologie attese e di conseguenza del grado di vulnerabilità delle opere poste a valle del settore montano interessato dalle attività.

Ciò premesso si vuole porre l'attenzione su alcuni aspetti rivolti al corretto completamento degli interventi e finalizzati al mantenimento di idonee condizioni di stabilità dei luoghi e dell'opera realizzata:

1. in fase di completamento dell'intervento, i fronti delle scarpate di nuova formazione dovranno essere verificati e modellati su pendenze comprese entro i 30° di inclinazione. Qualora siano necessari fronti delle scarpate con pendenze maggiori sarà necessario realizzare interventi di sostegno delle terre quali, ad esempio: terre rinforzate, palificate doppie, ecc... . Le verifiche di tali opere dovranno tenere in considerazione il modello geotecnico del sottosuolo e i parametri definiti nella presente nota;
2. a completamento delle attività dovranno essere effettuati gli interventi necessari per la corretta regimazione delle acque di ruscellamento in maniera da evitare la concentrazione dei flussi e inibire i fenomeni di erosione delle coltri detritiche. In particolare, si dovranno regolarizzare le superfici in modo da favorire l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo e realizzare idonee cunette di raccolta delle acque con particolare attenzione al lato di monte del tracciato stradale;
3. particolare cura dovrà essere riposta nell'attività di reinerbimento delle scarpate in scavo e riporto. Tale aspetto risulta fondamentale per prevenire i fenomeni di erosione dei materiali quale elemento in grado di ammalorare e rendere localmente instabile l'opera.