



COMMITTENTE:

CERVINO S.p.A.

CERVINO S.p.A.
Fraz. Breuil Cervinia
Piazzale Funivie n° 1
11021, Valtournenche (AO)
P.I. 00041720079
tel: 0166 944311

Regione Autonoma Valle d'Aosta

Région Autonome Vallée d'Aoste

COMUNE DI:

Valtournenche

OGGETTO:

**REALIZZAZIONE PISTA DA SCI N° 34
E SISTEMAZIONE PISTA 22**

CODICE LAVORO:

VLT_CERV_P340_18**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

TITOLO TAVOLA:

RELAZIONE GEOLOGICA**13**

SCALA:

-

FILE:

VLT_CERV_P340_18_FAT_13_0_RelGeo

VERSIONE

DATA

COMMENTI

RELATORE

CONTROLLATO

0

12/07/2019

ML

AB

ML



STUDIO ASSOCIATO

Sede operativa: Loc. Pont Suaz, 87
Charvensod (AO) tel. 0165/32159
tecnici@geoalps.it

I TECNICI

**Dr. Geol. Michel LUBOZ
Dr. Geol. Andrea BUSSI**

I COLLABORATORI

INDICE

1. PREMESSE	1
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3. LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE E DESCRIZIONE SINTETICA INTERVENTI.....	4
4. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	9
4.1. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	9
4.2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.....	16
4.2.1. <i>Substrato roccioso</i>	16
4.2.2. <i>Coperture sedimentarie quaternarie</i>	17
4.3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	19
5. CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE	20
5.1. ANALISI DEI FRONTI DI SCAVO.....	21
5.2. MATERIALI DERIVANTI DA SCAVO	21
5.3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	22
6. INDICAZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI	23
7. CONCLUSIONE	25

1. PREMESSE

La presente relazione geologica, accompagna il progetto di fattibilità tecnico-economica relativo agli “INTERVENTI DI REALIZZAZIONE DELLA NUOVA PISTA DA SCI N°34 E DELLA SISTEMAZIONE DELLA PISTA N°22” all’interno del comprensorio sciistico di Breuil-Cervinia, nel Comune di Valtournenche ed è stata redatta su incarico, del Dr. For. Enrico Ceriani e Ing. Marco Fiou, per conto della società committente Cervino S.p.A. con Ordine di acquisto n. 190381 del 26/02/2019.

Il presente studio è stato svolto, a seguito delle osservazioni effettuate in sito e delle informazioni raccolte nel corso del sopralluogo, unite alla consultazione degli studi pregressi, per definire le principali caratteristiche geologico, geomorfologiche e idrogeologiche dell’area oggetto di indagine corrispondente ai settori interessati dagli interventi per la realizzazione della pista n.34 e per la sistemazione della pista n.22 e per fornire i criteri geologico-geotecnici per le scelte costruttive al fine di definire l’adeguatezza delle opere previste rispetto alla situazione geologica e geomorfologica.

La relazione è conforme a quanto prescritto dal D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” e alla Circolare 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP.

Dall’analisi della Cartografia Prescrittivi di Sintesi degli Ambiti Inedificabili ai sensi della L.R. 11/98 e s.m.i del Comune di Valtournenche si evidenzia quanto segue:

- Art. 35 comma 1 – “Individuazione dei terreni sedi di frane”. Gli interventi in progetto risultano ricadere in area a media e bassa pericolosità (F2 e F3).
- Art. 35 comma 2 – “Individuazione dei terreni sedi di fenomeni di trasporto in massa”. Gli interventi in progetto non risultano soggetto a vincolo.
- Art. 36 – “Individuazione dei terreni a rischio di inondazione”. Gli interventi in progetto non risultano soggetto a vincolo.
- Art. 37 – “Individuazione dei terreni soggetti a rischio di valanghe e slavine”. Gli interventi in progetto risultano ricadere in area soggetta a vincolo, in particolare nel settore prossimo a Bardoney in zona a media e bassa pericolosità (V2 e V3) e in zona di probabile localizzazione dei fenomeni valanghivi per gli interventi relativa alla sistemazione della pista 22.

Per quanto riguarda la classificazione urbanistico-edilizia, come specificato nel paragrafo “Interventi edilizi” dell’Allegato alla D.G.R. 2939/2008, l’intervento in progetto si configura, ai sensi dell’allegato A alla DGR n.1759/2014 modificata dalla DGR 311/2016, come **NUOVA COSTRUZIONE** di infrastruttura lineare.

L'intervento in progetto risulta **non consentito** nei terreni ricadenti in aree vincolate ai sensi della L.R. 11/98 e s.m.i. Art. 35/1 (terreni sedi di frane) e l'autorizzazione alla realizzazione dell'opera potrà avvenire solamente in seguito ad una specifica **DEROGA approvata dalla Giunta Regionale**.

Si evidenzia che il progetto oggetto di deroga è corredato dello **“studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente e l'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le opere di mitigazione del rischio necessarie.”**. Tale approfondimento è trattato nello specifico elaborato.

L'approfondimento sull'ammissibilità delle opere ricadenti in terreni soggetti a rischio di valanghe e slavine ai sensi dell'art.37 della L.R. 11/98 verrà trattato nello specifico elaborato **“Perizia di Interferenza Valanghiva”**

Gli interventi in progetto **ricadono interamente** in zone soggette a **vincolo idrogeologico** ai sensi del R.D. 3267/1923.

Per la redazione del presente elaborato si sono consultati i seguenti studi pregressi:

- **“Cartografia prescrittiva e elaborati allegati al P.R.G.C. del Comune di Valtournenche”**, redatto dal Dr. Geol. Stefano De Leo;
- Note illustrative della **“Carta geologica d'Italia”** alla scala 1:50.000 Foglio 070 **“Monte Cervino”** - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente elaborato fa riferimento alle seguenti normative di settore:

- D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento “Norme tecniche per le costruzioni”.
- L.R. 6 aprile 1998, n.11 e s.m.i. “Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta”.
- D.G.R. 10 ottobre 2008, n. 2939 “Approvazione delle nuove disposizioni attuative della Legge Regionale 6 aprile 1998 n.11 previste agli artt. 35, 36 e 37 in sostituzione dei capitoli I, II e III dell'allegato A alla Deliberazione della Giunta Regionale 15 febbraio 1999, n. 422 e revoca della Deliberazione della Giunta Regionale n.1968/2008”
- D.G.R. 5 dicembre 2014, n. 1759 “Tipologie edilizie” con modifica tabelle come da DGR 311/2016
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.”
- L.R. 31 luglio 2012, n.23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”
- D.G.R. 4 ottobre 2013, n.1603 “Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all'art.3 comma3, della Legge regionale 31 luglio 201, n.23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”. Revoca della DGR n.1271 del 2 agosto 2013”
- D.G.R. 1 agosto 2014, n.1090 “Approvazione dell'atto di indirizzo per l'individuazione degli interventi privi di rilevanza ai fini della pubblica incolumità, ai sensi dell'art. 3, comma 3, lettera e, della legge regionale 31 luglio 2012, n. 23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”. Sostituzione degli allegati n. 4 e n. 6.2 alla deliberazione della giunta regionale n. 1603 del 4 ottobre 2013”.
- L.R. 18 aprile 2008, n.18 “Disposizioni in materia di concessione e costruzione di linee funiviarie in servizio pubblico per trasporto di persone o di persone e cose”.
- D.G.R. 21 settembre 2012, n.1856 “approvazione dell'aggiornamento delle modalità e procedure per l'attuazione della Legge Regionale 18 aprile 2008, n. 20 "disposizioni in materia di concessione e costruzione di linee funiviarie in servizio pubblico per trasporto di persone o di persone e cose". revoca della DGR n. 1709 del 19 giugno 2009”

3. LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE E DESCRIZIONE SINTETICA INTERVENTI

L'area oggetto degli interventi è ubicata all'interno del comprensorio sciistico di Cervinia nel settore di Cielo Alto. In particolare il settore in esame interessa l'area meridionale del comprensorio situata sul versante esposto a nord del Bec du Pio Merlo, tra le quote 2.350 m slm e 2.050m slm. In particolare il tracciato sciabile n.34 si distaccherà dalla pista esistente n.21 a quota 2285 m slm, a valle della località Chapellette. Dopo aver attraversato la pista n.13, con la costruzione di un sottopasso realizzato con tipologia TUBOSIDER, percorrerà parte di un tracciato esistente che si sviluppa a mezzacosta sul versante fino a quota 2.230 m slm. La parte centrale del tracciato, da quota 2230 m slm a quota 2.095 m slm, si svilupperà sul pendio lungo la linea di massima pendenza percorrendo zone prative a moderata acclività e non necessiterà di importanti movimenti terra, se non lo spianamento dei dossi e avvallamenti per facilitare le operazioni di battitura. Nel settore finale, tra le quote 2.095 m slm e 2.050 m slm, il tracciato presenterà una nuova diagonale in scavi e riporti per raggiungere il tracciato dell'esistente pista 7.00 in corrispondenza di Bardoney.

La pista n.34 presenterà uno sviluppo complessivo di 1.100 m tra le quote 2.350 m slm a quota 2050 m e per una migliore comprensione degli interventi previsti è stata suddivisa in 4 distinti settori.

Il settore A (compreso tra le quote 2.350 m slm e 2.265m slm) è la porzione di versante maggiormente interessata dagli interventi di modellazione del terreno. L'intervento prevede scavi di sbancamento e riporti tali da ottenere una tracciato sciabile con una larghezza pari a circa 10m; in particolare sul lato di valle del tratto iniziale della pista verrà realizzata una scogliera a secco in pietrame rinverdita di lunghezza complessiva pari a circa 130m e con altezza massima di circa 9 m; in corrispondenza del settore di incrocio tra la pista in progetto e la pista n.13, la pista n.13 verrà parzialmente modificata con la realizzazione di un sottopasso mediante l'utilizzo di un tubo tipo TUBOSIDER, il cui inserimento sul pendio prevede la messa in opera sia a monte che a valle di scogliere rinverdite e parzialmente murate, e di un raccordo con la pista n.34.

Nel settore B (compreso tra le quote 2.265m slm e 2.230m slm) si prevedono limitati movimenti terra con la realizzazione di scavi a monte e riporti a valle e livellamento dell'attuale tracciato esistente che rappresenta una vecchia pista da sci.

Nel settore C (compreso tra le quote 2.230m slm e 2.095m slm) si prevedono movimenti terra al fine di uniformare il fondo pista che avrà una larghezza di circa 30 m. in tale settore non si prevedono opere di sostegno ma l'esecuzione di scarpate naturali.

Nel settore D (compreso tra le quote 2.095m slm e 2.050m slm) si prevedono movimenti terra con scavi a monte e riporti a valle per la realizzazione della diagonale di collegamento con la pista n.7.00





FIGURA 3-2 PLANIMETRIA DELLA PISTA N.34 (IN BLU) SU BASE ORTOFOTO

Il progetto prevede inoltre la sistemazione dell'attuale pista n.22 mediante interventi di movimentazione terra nello specifico il progetto prevede l'esecuzione di lavori di sbancamento nel settore F (individuato sul lato destro della pista n.22 da quota 2271 m slm a quota 2218 m slm), che

avverranno per lotti funzionali, e il riempimento dell'avvallamento in corrispondenza del settore E (individuato sulla porzione destra della pista n.22 tra le quota di 2353 m slm e 2272 m slm). La prima fase di scavo del settore F servirà a reperire il materiale per la realizzazione del settore A della pista n°34, precedentemente descritto, mentre la seconda fase prevede l'asportazione totale del dosso per l'ampliamento della pista n.22 in tale settore e il riempimento dell'avvallamento in corrispondenza del settore E a monte, con conseguente miglioramento del fondo sciabile.

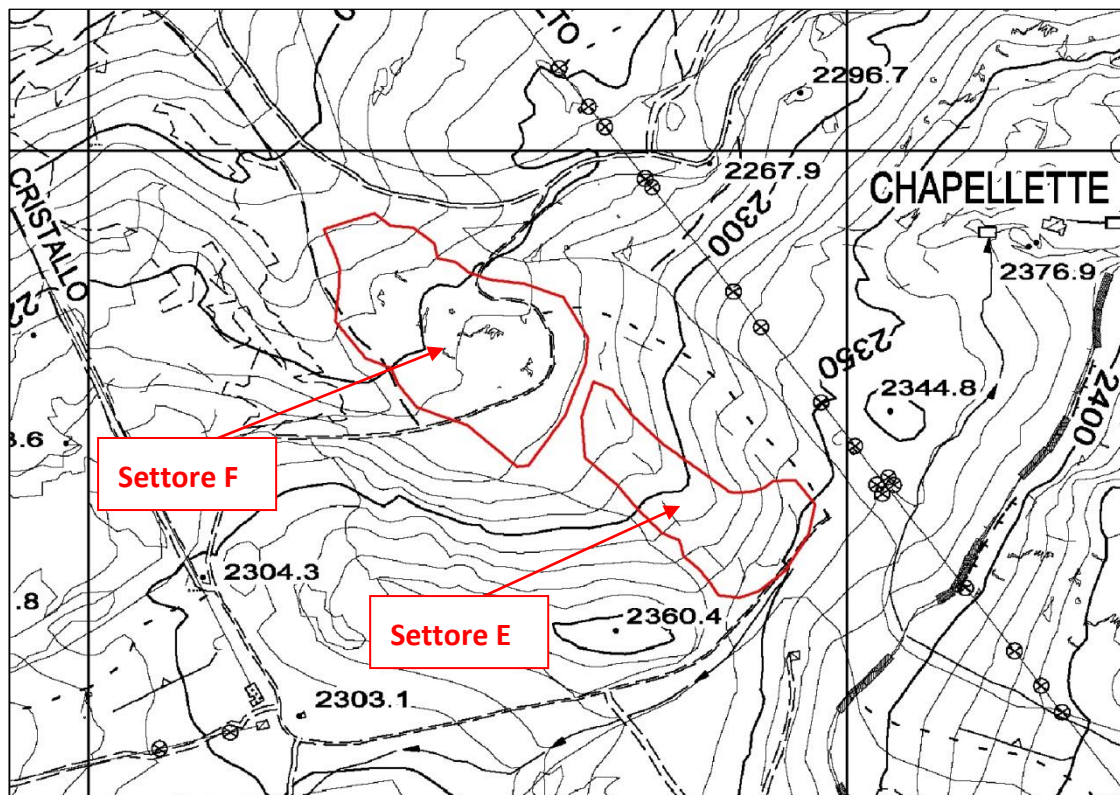


FIGURA 3-3 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI SULLA PISTA N.22 SU BASE CTR CON LOCALIZZAZIONE DEI SETTORI E E F (IN ROSSO)

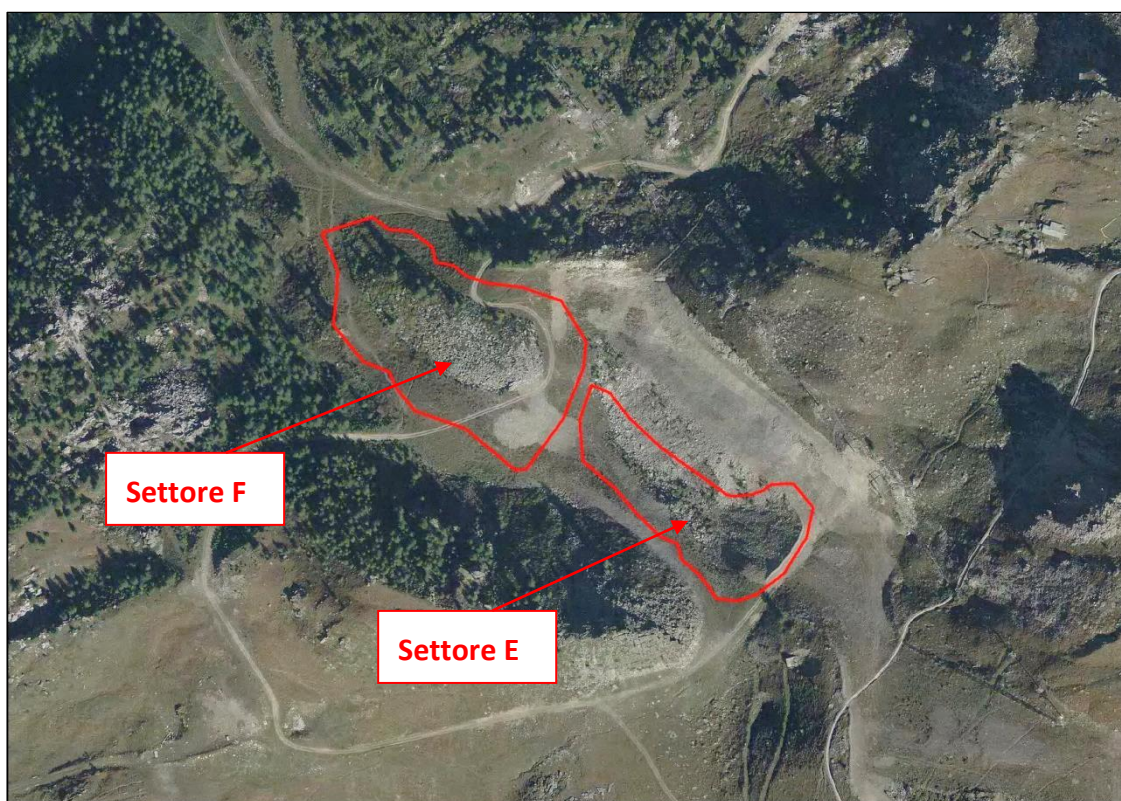


FIGURA 3-4 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI SULLA PISTA N.22 SU BASE ORTOFOTO CON LOCALIZZAZIONE DEI SETTORI E E F (IN ROSSO)

4. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

4.1. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Gli interventi in oggetto si inseriscono nell'ampio comprensorio sciistico di Breuil – Cervinia, che si sviluppa sul versante sinistro dell'alta Valtournenche, nel settore apicale del bacino del Marmore ed è inserito all'interno del Sistema Pennidico rappresentata dall'unità denominata Zona Piemontese, relitto dell'oceano mesozoico. Il settore oggetto degli interventi interessa il versante con esposizione nord del Bec del Pio Merlo, a monte dell'abitato di Cielo Alto.

Dal punto di vista morfologico, il settore interessato dagli interventi in progetto presenta una chiara impronta del modellamento glaciale costituita da una serie di ripiani a debole o moderata acclività, con prevalente copertura erbosa, intervallati da gradini morfologici con affioramenti rocciosi e da falde di detrito di piccole-medie dimensioni.

Alla predominante impronta glaciale, che ha agito diversamente a seconda delle caratteristiche litologiche e strutturali del substrato roccioso, si sono successivamente sovrapposti altri agenti morfogenetici, quali, in particolare, i fenomeni gravitativi e l'azione erosiva delle acque superficiali.

Il primo agente morfogenetico che ha determinato la configurazione attuale del territorio è rappresentato, dunque, dal ghiacciaio vallivo pleistocenico. Il modellamento glaciale si evidenzia nelle morfologie generalmente dolci e arrotondate e nella presenza di soglie e gradini rocciosi e di forme di erosione del substrato roccioso (rocce o dossi montonati), quest'ultime provocate dall'azione del ghiacciaio sul substrato roccioso affiorante. In corrispondenza dell'area di indagine i depositi glaciali non presentano generalmente morfologie specifiche, ma ricoprono con spessore variabile i versanti, e si distinguono localmente massi erratici di maggiori dimensioni.

Si evidenzia, tuttavia, in particolare corrispondenza della pista da sci n.22, forme criogeniche quali i rock-glacier, prodotto da uno dei piccoli ghiacciai di nicchia del Motte de Pléte e del Bec du Pio Merlo, nel tardiglaciale. I rock glacier sono rappresentati da accumuli a grossi blocchi spigolosi, disposti in rilievo rispetto al terreno circostante, e si caratterizzano per le forme lobate. Il rock glacier, interessato dagli interventi in progetto, risulta, in relazione alla sua attività, fossile, cioè caratterizzato dall'assenza di movimento (non presenta inoltre forme lobate) in quanto è privo della presenza di ghiaccio interstiziale.

Il versante in esame, è caratterizzato dall'azione di un importante movimento gravitativo, denominato DGPV (Deformazione Gravitativa Profonda di Versante), che interessa il versante su una superficie di circa 7 km². Tale fenomeno a grande scala, definito come "paleofrana di Cervinia" o DGPV "Bec Pio Merlo-Motta di Pleté".

In riferimento alla DGPV si riporta successivamente quanto contenuto nella relazione che accompagna gli ambiti inedificabili dei terreni vincolati ai sensi dell'art.35, redatta dal Geol. De Leo. La paleofrana di Cervinia "è costituita da un enorme e complesso accumulo che si estende per oltre 7 kmq, con spessori che possono raggiungere i 300 metri, sul versante sinistro della conca del Breuil, tra l'abitato (zona Bardoney-Cielo Alto) a nord e la centrale [...] di Perrères a sud.

Il grande fenomeno gravitativo prende origine in corrispondenza allo spartiacque della Motte de Pleté (q. 2870), caratteristicamente sdoppiato a formare il Bec Pio Merlo (q. 2670), e scende fin sul fondovalle tra

Perrères e il Breuil. Il fenomeno sembra poter essere suddiviso, in senso altimetrico, in un settore più elevato, caratterizzato dalla presenza di roccia rilasciata ma non smembrata, con chiari indizi di dislocazione della massa quali lo sdoppiamento della cresta e la presenza di grandi fratture parallele al versante (“trench”); in un settore intermedio, caratterizzato dal completo scompaginamento del substrato roccioso, suddiviso in grandi blocchi la cui forte fratturazione ha favorito l’innescio di fenomeni di crollo, i cui accumuli di enormi blocchi si sono disposti a formare il settore inferiore della frana, all’incirca al di sotto dei 2200 metri di quota. Questo settore inferiore, sul quale insiste nella sua estremità nord parte dell’abitato del Breuil, è quindi costituito dall’accavallamento di diversi accumuli per frana di varia età, talora ben individuabili morfologicamente, in particolare i più giovani. Gli accumuli risultano in gran parte stabilizzati, ma in alcuni casi essi sono ancora in lento scivolamento verso valle oppure possono essere localmente riattivati da interventi artificiali (p.e. sbancamenti, sovraccarichi) che ne compromettano il delicato equilibrio.”

L’analisi dei dati satellitari “PsInSAR” e “SqueeSAR” da parte di IMAGEO evidenziano quanto segue: “DGPV che interessa il versante occidentale della Motte de Plété e che coinvolge la parte meridionale dell’abitato di Cervinia; l’inventario IFFI censisce una DGPV (A) ed una serie di accumuli frana (B, C) nel settore meridionale; la deformazione si presenta articolata da importanti strutture orientate circa Nord-Sud; queste strutture separano settori a diverso grado di evoluzione e a diversa velocità PS, in particolare si evidenzia il settore di Chapelette che coinvolge i condomini Cielo Alto.”

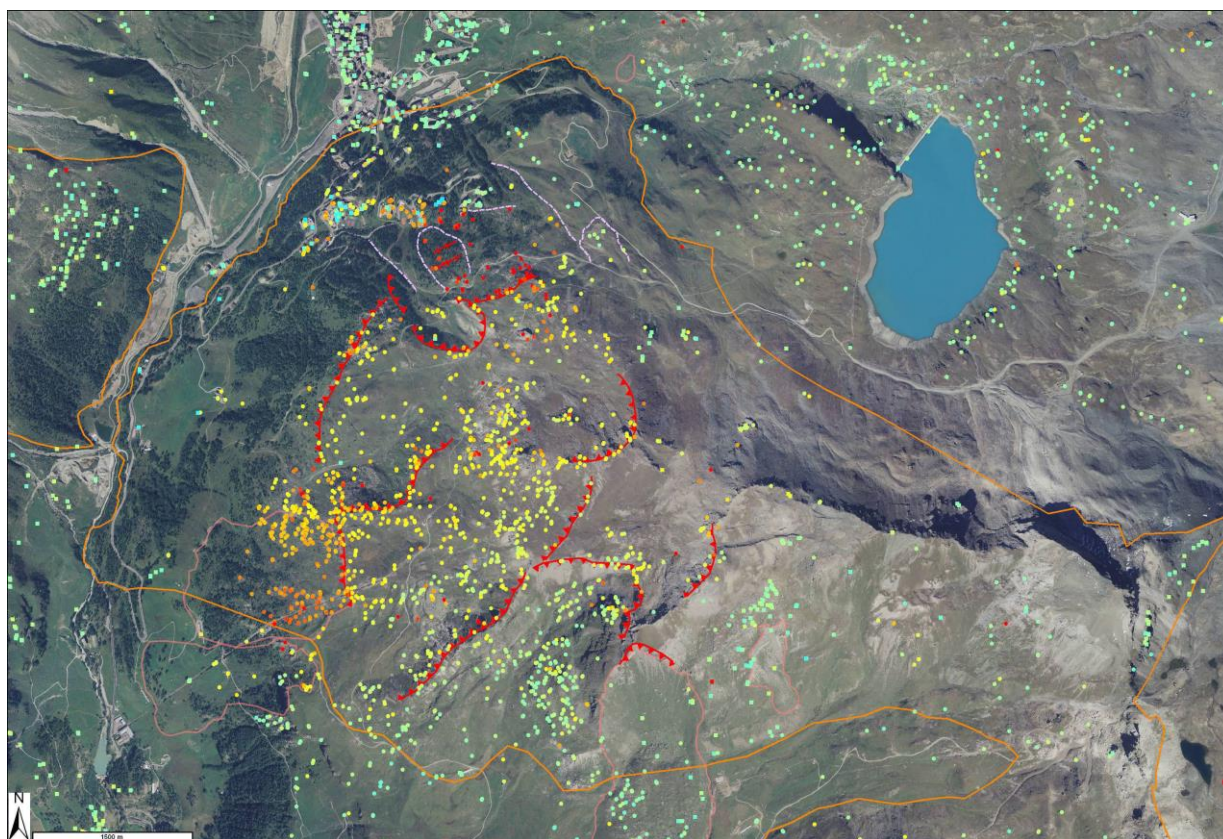


FIGURA 4-1 ESTRATTO CARTOGRAFIA DELLA SCHEDA N.2 CERVINIA ID FRANA 10099 - SCHEDE INTERPRETAZIONE DATI PSINSAR A CURA DI IMAGEO S.R.L.

Dalle serie storiche si evidenzia che *“Nel settore di Chapelette – Cielo Alto vi sono PS di entrambe le geometrie (i discendenti sono in genere in allontanamento mentre gli ascendenti in avvicinamento al satellite); si osserva un movimento massimo (discendente,) nel settore di nicchia, con velocità dell’ordine delle decine di mm/anno che decrescono verso il basso (in corrispondenza dei condomini) a poco meno di 10 mm/anno; qui si osservano anche piccoli movimenti (alcuni mm/anno) in avvicinamento del dataset ascendente; (le velocità sono relative alle misure effettuate con tecnica PSInSAR nel periodo 1992-2000.)”*.

Mentre nella scomposizione del moto *“si osserva un evidente spostamento verso Ovest in tutto il piede del versante con velocità massime dell’ordine della decina di mm/anno; (le velocità sono relative alle misure effettuate con tecnica PSInSAR nel periodo 1992-2000.)”*.

Il fenomeno gravitativo a grande scala e che interessa il versante risulta, quindi, tuttora attivo.

Successivamente si riporta inoltre un estratto delle Note illustrative della *“Carta geologica d’Italia”* alla scala 1:50.000 Foglio 070 *“Monte Cervino”* relativo alla DGPV di Motte de Pléty.

Motte de Pléty - La deformazione gravitativa della Motte de Pléty, tuttora attiva, coinvolge il massiccio omonimo costituito da una vetta sud-occidentale (2840 m), da una vetta centro-settentrionale (2869 m) e da una vetta orientale (2962 m nella CTR), situate all’estremità della cresta spartiacque che, partendo dalla Gran Sometta (3166 m, Foglio Monte Rosa), separa il circo del Breuil da quello minore delle Cime Bianche-Gran Collet-Illiaz (Saletta) (Fig. 119A-B). La sommità della dorsale ha una caratteristica forma pianeggiante con superficie inerbita: verso ovest essa è delimitata dalla regolare scarpata con cui inizia la deformazione principale che coinvolge l’intero versante e si estende sino a Cielo Alto (Cervinia) e al Marmore (2000-1900 m), nella zona dei tornanti sopra Perrière; la fronte del dissesto è lunga quasi 3 km e l’area coinvolta supera i 6 km². Negli altri due lati la dorsale Gran Sometta-Motte de Pléty è delimitata da versanti esarati dai ghiacciai, poi erosi e soggetti a frane di crollo, anche se non mancano fratture e gradini longitudinali (diretti circa est-ovest) che documentano incipienti fenomeni di estensione e collasso in senso trasversale, con abbassamento relativo di qualche metro del settore settentrionale del pianoro sommitale erboso.



L'assetto morfologico e strutturale della deformazione gravitativa è apprezzabile, nel suo insieme, in fotografie riprese dai pressi del Mt Blanc du Creton (Fig. 119B)

Partendo dall'alto, la prima grande scarpata corrisponde al piano della faglia gravitazionale (Fig. 120A) che, con rigetto di circa 150 m, ribassa i calcescisti del pianoro sommitale a formare il grande gradino erboso che culmina a q. 2726 (Fig. 120B); il carattere listrico della faglia è documentato dalla rotazione del gradino con inclinazione in contropendenza di una ventina di gradi. Profondi crepacci e cavità carsiche, più o meno mascherati dal manto erboso, descrivono il sistema di sforzi tensionali in atto nella zona, diretti verso ONO (principale), nord-est e sud (Fig. 120B). Il gradino, lungo circa 700 m e largo 300-400 m, è suddiviso in tre parti: quella centrale, erbosa, e due laterali, ribassate rispettivamente verso nord-est e verso sud da marcati gradini trasversali. Verso valle, il gradino principale è delimitato da una seconda scarpata, più lunga e articolata della precedente. Procedendo da nord verso sud, il primo tratto della seconda scarpata pende a nord, si estende sino a q. 2726 m e costituisce la corona di un circo delimitato sulla sinistra dal Bec Pio Merlo (2617 m). Il tratto sottostante immerge ad occidente, è interrotto e ribassato dal gradino diretto est-ovest che forma il fianco destro dell'alto vallone sopra Cleyves de la Seyvaz e prosegue lungo la cresta collassata che separa tale vallone da quello di Champ Long, ricco di grandi accumuli di frana e in cui è insediata la condotta forzata della centrale idroelettrica di Perrière. Non mancano i blocchi ruotati anche a quote inferiori (Fig. 120C). Gradini irregolari, rimodellati da erosione e collassi, si osservano percorrendo la pista della vecchia *decauville* per la diga del Goillet, in particolare a nord del Bec Pio Merlo, a 2500 m circa (con depositi glaciali e falesia di prasiniti, calcescisti e marmi), nella dorsale di q. 2304 m (prasiniti con sottostanti calcescisti e dolomie), in località Chapellette (2377 m, prasiniti e dolomie) e, ancora più in basso, tra Ivette

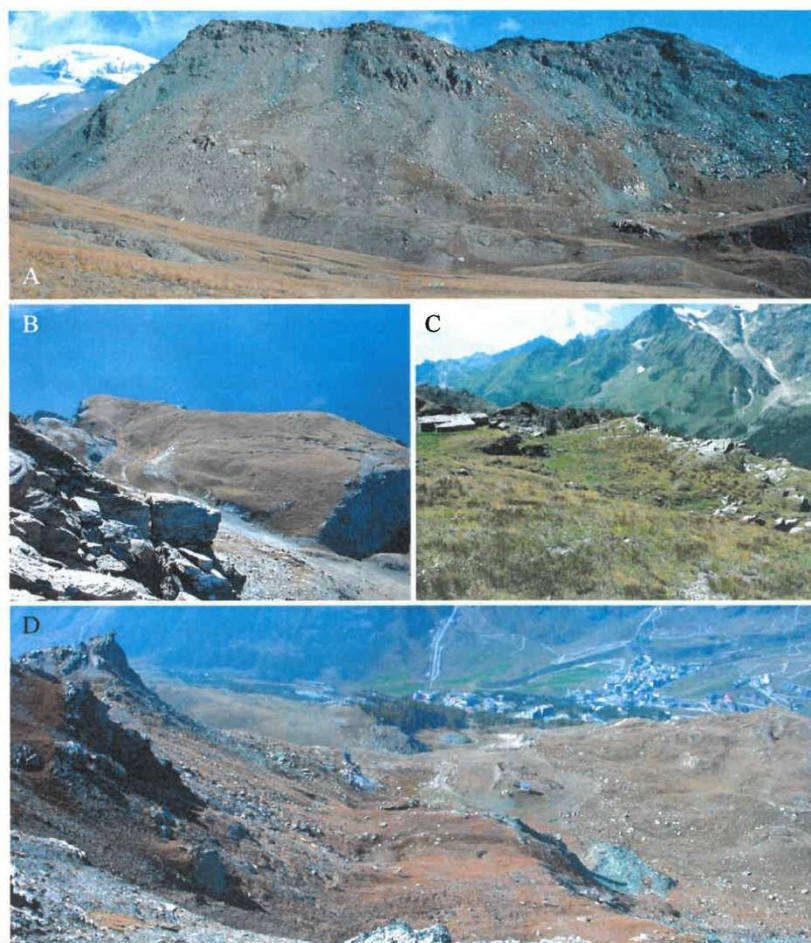


Fig. 120 - Aspetti della deformazione gravitativa della Motta di Pleté: (A) la grande faglia listrica sommitale; (B) la superficie erbosa del primo gradino, ruotato rispetto alla posizione suborizzontale originaria, con numerosi crepacci; (C) altro blocco ruotato in contropendenza; (D) il Bec Pio Merlo e la parte bassa, fortemente disgregata, della DGPV.

e Cielo Alto (Fig. 120D). Man mano che si procede verso valle, diminuiscono gli affioramenti rocciosi di una certa estensione e divengono predominanti i prodotti sciolti derivati dal loro estremo collasso, con aspetto spesso di vere e proprie frane, assieme a depositi quaternari coinvolti nella deformazione o prodotti dalla locale erosione di forme rilevate.

La Motte de Plété è una tipica DGPV. Le cause predisponenti del dissesto sono la presenza di un ammasso roccioso con caratteristiche meccaniche in genere scadenti, una fratturazione spesso pervasiva e la generale giacitura a franapoggio con moderata inclinazione (5-30°) del *bedding* litostratigrafico, della conforme scistosità regionale S_2 , dei contatti tettonici interni e di quello basale della Zona del Combin, caratterizzato quest'ultimo dalla presenza di lame di serpentiniti milonitiche e cloritoscisti. Un ruolo importante nell'evoluzione del processo è assunto dalle acque di fusione delle nevi e delle piogge, completamente assorbite dall'area del dissesto che appare priva di un reticolato idrografico; esse sono convogliate sopra il piano di scivolamento basale e riemergono al contatto tra le frane frontali e i sottostanti depositi glaciali di fondo (e.g., Villa Rey). La causa determinante va attribuita alla redistribuzione degli sforzi in seguito al ritiro dell'antico ghiacciaio di valle che, appoggiato al versante, lo sosteneva: in altre parole alla gravità e alla decompressione di un versante sovracompressso e ad alta energia (DAL PIAZ, 1992). Schematizzando l'evoluzione del processo, l'insieme di questi fattori ha prodotto nello stadio iniziale l'apertura di vecchi giunti e di nuove fratture parallele al versante e la loro migrazione verso l'alto, con disarticolazione dell'ammasso roccioso e la formazione di depressioni chiuse. Segue lo stadio intermedio, caratterizzato da lenti fenomeni di scivolamento dell'ammasso roccioso lungo le rocce carbonatiche tettonizzate dell'unità Pancherot-Cime Bianche e soprattutto lungo il sottostante contatto milonitico-cataclastico tra la Zona del Combin inferiore e la Zona di Zermatt-Saas: il processo è governato da faglie gravitazionali, subverticali o listriche, con formazione di una successione di grandi gradini che progressivamente si abbassano, ruotano e si rompono ulteriormente, dando luogo alle prime frane nel settore frontale e in quelli più acclivi. Lo stadio finale, tuttora in atto, è caratterizzato dal collasso dell'intera dorsale, con sviluppo di frane e di campi di grandi massi che rivestono vasti settori alla base del versante. Nel loro insieme, il pianoro sommitale della Motte de Plété e la sottostante gradinata di blocchi ruotati e ribassati costituiscono un analogo naturale, a piccola scala, della spalla e degli alloctoni estensionali di un margine continentale passivo di tipo asimmetrico.

Tra i dissesti gravitativi, osservabili in particolare in corrispondenza degli affioramenti rocciosi a valle della località Chapellette, si rilevano i fenomeni di caduta massi, connessi alla DGPV, fattore predisponente in quanto determina un forte allentamento del substrato roccioso, in particolare nei settori a maggior deformazione. Tali fenomeni, sono legati dunque ad un ammasso roccioso che si presenta con caratteristiche meccaniche scadenti, una fratturazione spesso pervasiva e la giacitura a franapoggio e sono molto diffusi in corrispondenza delle pareti rocciose sub-verticali e portano alla formazione di falde e conoidi detritiche diffuse e spesso coalescenti alla base delle falesie.

Nel dettaglio i potenziali fenomeni di crollo si innescano su pareti rocciose con caratteristiche geomeccaniche scadenti in relazione all'assetto strutturale dell'ammasso e in seguito alla disgregazione prodotta dall'alterazione fisico-chimica del substrato cristallino (in particolare per azione prevalente del gelo-disgelo che produce forti pressioni nelle discontinuità in cui è presente acqua e ai processi di dilavamento legati all'azione delle acque ruscellanti conseguenti ad abbondanti piogge o allo scioglimento nivale). I depositi sono generalmente privi di struttura interna, anche se si osserva un aumento della taglia dei blocchi verso il piede dell'accumulo, dal momento che i blocchi di dimensioni maggiori sono dotati di maggiore energia potenziale.

Il versante oggetto indagine risulta privo di un reticolato idrografico e tra i fenomeni legati all'azione delle acque, si evidenzia, quindi, esclusivamente quelle non incanalate, che si manifestano, soprattutto, come azione erosiva, a carico dei depositi superficiali o dei litotipi con scarse caratteristiche meccaniche. Questo fenomeno è rappresentato dal ruscellamento diffuso che si sviluppa a saturazione del deposito superficiale, quando le acque meteoriche si concentrano nei livelli superficiali e tendono a defluire superficialmente verso valle, inizialmente, in modo diffuso e concentrandosi, in seguito, in piccoli solchi e incisioni. Il ruscellamento produce quindi un effetto di rimaneggiamento sui depositi di origine glaciale della zona di intervento, che vengono impoveriti, negli orizzonti più superficiali, della frazione granulometrica più fine. Tale fenomeno è conforme con l'assetto morfologico dell'area.

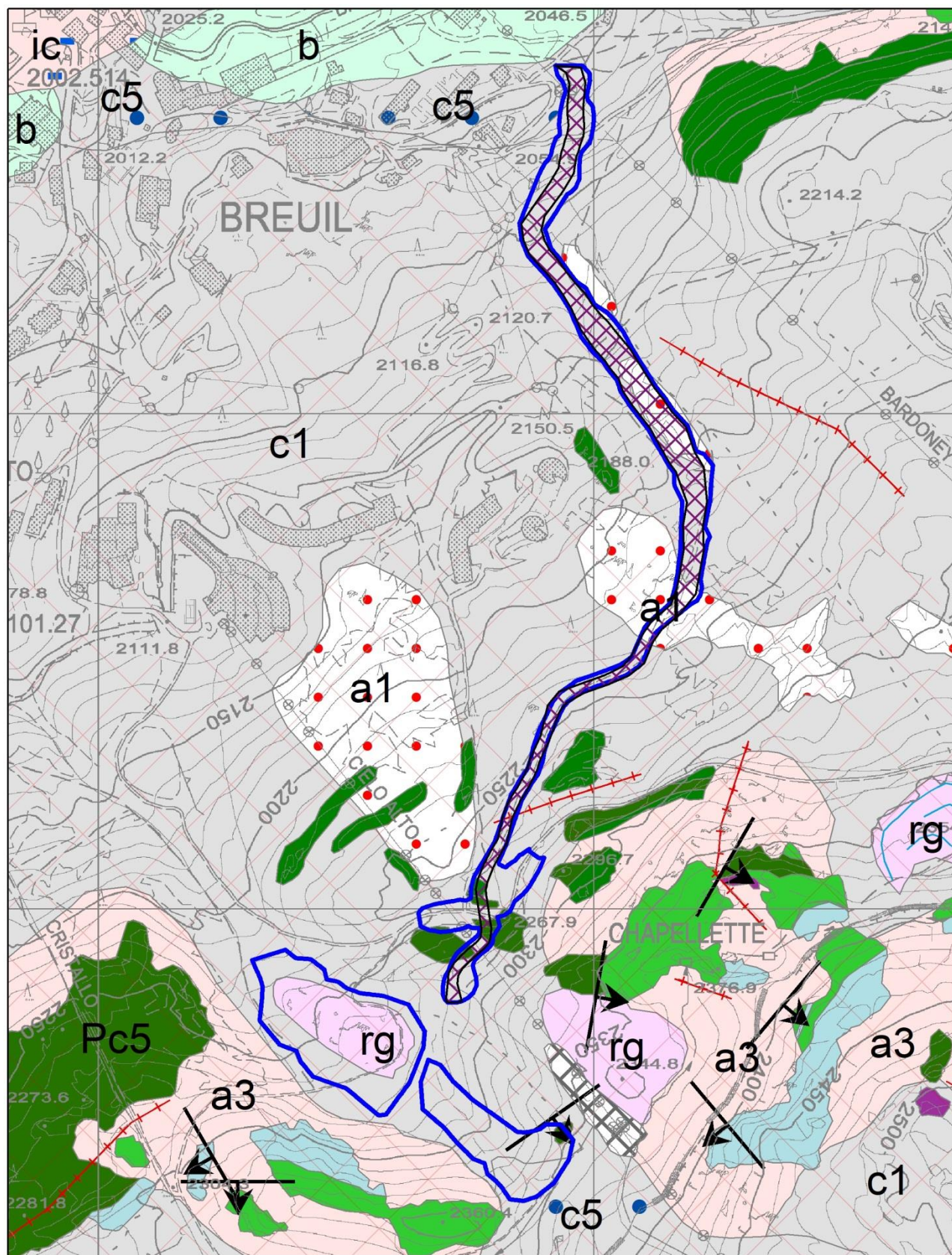


FIGURA 4-2 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DELLA VALLE D'AOSTA A SCALA 1:10.000

4.2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Dal punto di vista geologico l'area oggetto di intervento si localizza all'interno della Zona Piemontese e, in particolare, rientra nelle unità superiori, non eclogitiche della Zona del Combin, sovrascorsa alla Zona di Zermatt-Saas (unità eclogitica), nel dettaglio nell'unità di scollamento "Pancherot - Cime Bianche – Bettaforca" che separa l'unità ofiolitica del Combin superiore e inferiore.

4.2.1. Substrato roccioso

Il tracciato della pista in progetto nella zona di monte interferisce con il substrato roccioso appartenente all'Unità Pancherot-Cime Bianche-Bettaforca e all'unità inferiore del Combin.

L'Unità Pancherot- Cime Bianche-Bettaforca è rappresentata da metasedimenti carbonatici e silicoclastici, in particolare è costituita da dolomie e marmi dolomitici con intercalazioni di breccie sedimentarie.

L'Unità inferiore del Combin è rappresentata da prasiniti: metabasiti di colore verde con sviluppo ocellare dell'albite.



FIGURA 4-3 AFFIORAMENTI ROCCIOSI FRATTURATI (UNITÀ PANCHEROT-CIME BIANCHE-BETTAFORCA IN ROSSO - UNITÀ INFERIORE DEL COMBIN IN VERDE)

4.2.2. Coperture sedimentarie quaternarie

Le formazioni litologiche di età quaternaria sono esclusivamente rappresentate da coperture di spessore variabile di detrito poligenico, la cui differenziazione morfologica e composizionale è legata al differente processo di deposizione ed al grado di rimodellamento.

Le piste in progetto interferiscono prevalentemente con un deposito di origine glaciale costituiti da sabbie e ghiaie grossolane debolmente limose massive, addensate, con tessitura a supporto di matrice e ciottoli sfaccettati, smussati e striati che ricopre il substrato roccioso con spessori variabili. Questi depositi, coinvolti nella dinamica gravitativa della DGPV di Motte de Plété, risultano essere superficialmente rimaneggiati dall'azione antropica (per la realizzazione dei tracciati sciabili) e dai processi di dilavamento delle acque superficiali.



FIGURA 4-4 DEPOSITI GLACIALI

Gli interventi interferiscono inoltre con un rock glacier, caratterizzato da un accumulo di blocchi di grosse dimensioni. I blocchi si presentano prismatici, con un bassissimo grado di arrotondamento, in prevalenza a spigoli vivi, e con basso grado di alterazione ed hanno una disposizione caotica. L'accumulo possiede un basso grado di addensamento con una struttura *clast-supported* e, l'assenza di una frazione fine negli orizzonti superficiali, una tessitura *openwork*. Gli interventi in progetto interferiscono inoltre con accumuli di frana dislocati sul pendio a monte della località Cielo Alto. Tale accumulo appare di potenza limitata, caratterizzato da un ammasso di blocchi eterometrici di pezzatura generalmente grossolana con diedri sino a qualche m³, a spigoli vivi e disposti caoticamente. L'accumulo di frana, privo di una chiara evidenza morfologica, è caratterizzato da una copertura di detrito a grandi blocchi con tessitura aperta in superficie e subordinata matrice ghiaiosa-sabbiosa in profondità.



FIGURA 4-5 ROCK GLACIER



FIGURA 4-6 ACCUMULO DI FRANA LUNGO IL TRACCIOLINO ESISTENTE

4.3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La situazione idrologica è determinata principalmente dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni e delle rocce, nonché dall'assetto morfologico dell'area.

Nello specifico si evidenzia che il substrato roccioso ha una permeabilità primaria pressoché nulla, ad eccezione di quella secondaria, che è determinata dallo stato di fratturazione, mentre per quanto riguarda la copertura quaternaria, questa risulta avere una permeabilità variabile localmente in base alle caratteristiche tessiturali del sedimento e, indicativamente, si può assumere un indice di permeabilità da medio a localmente ridotto, in base al contenuto di frazione fine, con valori variabili tra i 10^{-4} e 10^{-5} cm/s per i depositi glaciali indifferenziati.

Il settore di versante oggetto di intervento risulta unicamente influenzato dall'azione delle acque superficiali non incanalate che si manifesta come ruscellamento diffuso determinando erosione, con rielaborazione della copertura, trasporto ed accumulo delle particelle fini provenienti dai depositi superficiali o come flussi idrici concentrati in piccoli rigagnoli dove le acque ruscellanti tendono a convogliarsi. Tale fenomeno si sviluppa in occasioni di forti e abbondanti precipitazioni o allo scioglimento nivale primaverile, quando il processo di percolazione non riesce ad assorbire le acque superficiali che generano una rapida saturazione del deposito e si concentrano principalmente nei settori più corticali.

Le acque superficiali, che defluiscono sia in maniera uniforme lungo i pendii sia lungo piccoli solchi di erosione dove il scorrimento superficiale si concentra, vengono convogliati successivamente in impluvi che nei settori pianeggianti o poco acclivi e in corrispondenza ai settori più depressi tendono ad espandersi formando delle aree di ristagni da dove le acque drenano lentamente per infiltrazione o per ruscellamento.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, questa si sviluppa all'interno delle coperture quaternarie e all'interfaccia tra questi sedimenti e il sottostante substrato cristallino e il moto delle acque sotterranee viene principalmente alimentato dalla lenta infiltrazione verticale delle acque meteoriche o di scioglimento nivale le quali, vengono completamente assorbite dalla DGPV all'interno dei depositi quaternari. La circolazione idrica nel sottosuolo si sviluppa prevalentemente all'interfaccia tra il deposito e il sottostante substrato cristallino o in presenza di livelli meno permeabili, senza però generare falde sotterranee vere e proprie. La potenzialità idrica di tale "acquifero" è assai ridotta non solo in considerazione alle caratteristiche di permeabilità e di conducibilità dei sedimenti, ma risulta anche condizionato dalla configurazione morfologica locale del versante coinvolto dalla DGPV, nello specifico dell'andamento delle superfici meno permeabili.

Nel complesso, il quadro idrogeologico del settore indagato è caratterizzato da un'area di infiltrazione nel settore medio-alto dei versanti con il flusso idrico principale che si convoglia sopra il piano di scivolamento basale, riemergendo nel fondovalle in corrispondenza del settore di contatto tra i settori franosi frontali e i sottostanti depositi glaciali di fondo indisturbati, dando origine a zone di imbibizione e sorgenti.

5. CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE

Gli interventi in progetto interessano, per una lunghezza di circa 1,1 km, prevalentemente superfici costituite da un deposito di origine glaciale superficialmente rimaneggiato e localmente substrato roccioso e accumuli di frana.

In riferimento alle tipologie di terreni interessati dall'opera in progetto si indicano cautelativamente i seguenti parametri:

- livello corticale derivante l'alterazione e il rimaneggiamento delle coperture quaternarie, e rappresentato da frammenti litici eterometrici prevalentemente centimetrici subordinatamente decimetrici in matrice sabbiosa-limosa non addensata:

• spessore indicativo	0,1 - 0,2
• peso di volume	16 - 18 kN/m ³
• angolo di attrito interno	27° - 30°
• coesione a lungo termine	assente
• grado di addensamento	sciolto

- depositi glaciali caratterizzati da una matrice a granulometria sabbiosa-limosa inglobante materiale lapideo grossolano sub-angoloso ed eterometrico costituiti da clasti centimetrici decimetrici:

• spessore indicativo	> 3m
• peso di volume	18 – 20 kN/m ³
• angolo di attrito interno	33° - 37°
• coesione a lungo termine	5 - 10 KPa
• grado di addensamento	medio - elevato

- depositi di origine gravitativa caratterizzati da una matrice a granulometria sabbiosa-ghiaiosa inglobante materiale lapideo grossolano con locali blocchi di grandi dimensioni:

• peso di volume	18 – 19 kN/m ³
• angolo di attrito interno	32° - 34°
• coesione a lungo termine	assente
• grado di addensamento	medio – elevato

- Il substrato roccioso costituito da dolomie

• peso di volume	22,5 – 27 kN/m ³
• angolo di attrito interno	35° – 50°
• resistenza a compressione monoassiale	30-100 MPa

➤ Substrato roccioso costituito da prasiniti

- | | |
|---|---------------------------|
| • peso di volume | 25 – 28 kN/m ³ |
| • angolo di attrito interno | 35° - 40° |
| • resistenza a compressione monoassiale | 50-170 MPa |

In considerazione della natura estremamente eterogenea dei depositi, interessati dagli interventi in progetto, risulta difficile assegnare dei valori precisi ed univoci per la caratterizzazione geotecnica e i parametri precedentemente stimati risultano cautelativi.

5.1. ANALISI DEI FRONTI DI SCAVO

In riferimento agli interventi di scavo, per la realizzazione dell'intervento in progetto, in particolare per la realizzazione e l'inserimento sul versante delle scogliere, si riportano successivamente alcune indicazioni di carattere generale inerenti gli scavi e i fronti temporanei e la loro stabilità.

Per quanto riguarda la fase di realizzazione, in particolare dello scavo all'interno delle coperture quaternarie, si evidenzia che l'intervento interesserà un sedimento incoerente e sebbene la coesione a lungo termine risulta essere pari a zero o bassa, si consta generalmente la presenza di una coesione apparente sufficiente ad assicurare la stabilità dei fronti di scavo temporanei anche di notevolmente acclività, purché di altezza limitata. Si sottolinea che le variazioni delle caratteristiche del materiale interessato dallo scavo variano nel tempo e dipendono da vari fattori tra cui umidità e temperatura, ecc. I cambiamenti delle condizioni ambientali dello scavo (tra cui esposizione all'aria, insolazione del fronte, eventi meteorici, ecc) possono determinare una diminuzione della coesione apparente e far insorgere condizioni di instabilità del fronte di scavo.

Quindi gli scavi temporanei dovranno essere richiusi nel più breve tempo possibile al fine di evitare prolungati tempi di apertura dello scavo con conseguente variazione delle caratteristiche geotecniche a breve termine dei materiali interessati.

5.2. MATERIALI DERIVANTI DA SCAVO

Il materiale derivante da scavo, per il cui dettaglio si rimanda agli elaborati progettuali, verrà riutilizzato al fine di eseguire il rinterro e la sistemazione esterna e limitrofa alla pista.

In riferimento alla morfologia del sito e alle caratteristiche del materiale costituito da materiale lapideo di varia granulometria, l'inerte escavato può essere considerato come sottoprodotto in quanto tale materiale risulta, sebbene soggetto a rimaneggiamenti, allo stato naturale.

Si ricorda che l'eventuale materiale di sbancamento in esubero, previa esecuzione di campagna di caratterizzazione ai sensi del DPR120/2017, dovrà essere smaltito dalla ditta esecutrice dei lavori e conferito presso idoneo impianto di recupero.

5.3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda la caratterizzazione del sottosuolo nell'area oggetto degli interventi, necessaria ai fini della definizione dei parametri sismici ai sensi delle NTC 2018 (D.M. 17 gennaio 2018), vista la L.R. 31 luglio 2012, n.23 "Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche" e vista la D.G.R n. 1603 del 4 ottobre 2013 "Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all'art.3 comma 3, della L.R. 31 luglio 2012, n.23 "Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche" Revoca della D.G.R. n.1271 del 2 agosto 2013", della D.G.R n. 1090 del 1 agosto 2014 in merito l'individuazione degli interventi privi di rilevanza ai fini della pubblica incolumità, si ritiene necessaria l'organizzazione e l'esecuzione di una campagna di indagine sismica (ad es. una prova MASW) per la determinazione del valore della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs.

In riferimento a quanto emerso con i progettisti, dall'analisi del sito rappresentato da copertura quaternaria su substrato roccioso affiorante nei settori limitrofi e della *"Relazione geologica con caratterizzazione sismica – Seggiovina Cielo Alto (Breuil-Cervinia) opere oggetto del rinnovo della vita tecnica"*, a firma del Geol. Piergiovanni Bessone – 3 settembre 2012, si è attribuito un **profilo sismico di tipo 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.

6. INDICAZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI

In base alle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni esaminati e alla morfologia del sito si suggeriscono alcune indicazioni di carattere generale relative alla realizzazione degli interventi in progetto, anche per quanto riguarda la fase di cantiere. Si evidenzia che gli interventi in progetto non modificheranno sostanzialmente la morfologia attuale del sito e se realizzati a regola d'arte non causeranno condizioni di instabilità idrogeologica.

Per gli interventi di movimentazione terra (scavo e riporto) necessari per la realizzazione della pista con riprofilatura del versante e per la realizzazione di scogliere, si evidenzia quanto segue:

- si consiglia di effettuare gli interventi di scavo ed i movimenti terra in periodi non in corrispondenza o immediatamente successivi ad intense precipitazioni piovose e/o nel periodo di scioglimento nivale primaverile, gli stessi dovranno essere eseguiti tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali;
- preventivamente all'esecuzione degli scavi occorrerà procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale che dovrà essere accantonata e ridistribuita sull'area oggetto di intervento a fine lavori;
- si dovrà evitare che le acque meteoriche e/o di ruscellamento dei settori limitrofi scorrano superficialmente dirigendosi all'interno dell'area oggetto di intervento durante le fasi di realizzazione dell'intervento. Pertanto sarà opportuno prevedere come prima lavorazione la realizzazione di fossi di guardia per la raccolta delle acque superficiali al fine di evitare che le acque ruscellanti scorrano superficialmente e si dirigano lungo le superfici scoticate innescando fenomeni di erosione;
- gli sbancamenti provvisori per dar sede alle scogliere dovranno essere eseguiti a regola d'arte tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati realizzando scarpate provvisorie libere con inclinazioni non superiori ai 70°, se le condizioni lo permettono;
- nel caso in cui le caratteristiche dei materiali risultino scadenti o si evidenziano venute d'acqua, occorrerà procedere alla realizzazione di opere provvisoriale di contenimento del terreno (palancole e puntelli), e qualora le condizioni lo richiedano, effettuare lo sbancamento con gradonatura (indicativamente con scarpa provvisoria subverticale di altezza non superiore di 2m); particolare attenzione dovrà essere posta al controllo in prossimità del fronte di scavo, sulla parte corticale, di eventuale formazione di microfratturazioni da ritiro che evidenziano l'insorgere di potenziali instabilità e che determinano la necessità di sostenere lo scavo con opere di contenimento;
- le acque sotterranee eventualmente intercettate durante gli scavi dovranno essere drenate e allontanate predisponendo opportuni drenaggi;
- nella fase di scavo sarà possibile incontrare blocchi di grosse dimensioni e pertanto se ne dovrà prevedere l'estrazione e/o la demolizione, mediante mezzi meccanici;
- effettuare gli eventuali sbancamenti in roccia, per eseguire il piano e gli adeguati livellamenti della pista, mediante l'impiego di martellone ed, eventualmente, eseguire tale operazione con piccole cariche di esplosivo;

- si dovrà porre attenzione e cura nella movimentazione dei blocchi detritici in modo tale da non generare condizioni di instabilità sugli accumuli di detrito e disporli adeguatamente evitando lo sviluppo di fenomeni di rotolamento;
- il terreno di fondazione delle scogliere dovrà avere caratteristiche adeguate ai carichi agenti, in caso contrario approfondire ulteriormente lo scavo e/o costipare opportunamente il terreno in modo da migliorarne le caratteristiche di portanza, così come il materiale granulare di sottofondo (con pezzatura max 25mm), al fine di escludere un cedimento del sistema “opera-terreno”;
- le scogliere dovranno essere eseguite nel più breve tempo possibile al fine di evitare prolungati tempi di apertura del fronte di scavo con conseguente variazione delle caratteristiche geotecniche a breve termine dei materiali interessati;
- la realizzazione delle scogliere dovrà tenere conto delle caratteristiche geotecniche del materiale ed i dimensionamenti delle strutture dovranno essere realizzati in funzione di quanto riportato in questa relazione e negli altri elaborati riportati nel progetto; in particolare tali opere di ingegneria naturalistica dovranno essere dimensionate in funzione della spinta esercitata dal terreno retrostante e da ulteriori carichi permanenti e temporanei;
- la pendenza finali delle scarpate libere definitive dovranno essere riprofilate adeguatamente tenendo conto delle caratteristiche geotecniche del materiale, eventualmente protette e rinforzate mediante geojuta;
- si dovrà predisporre una rete di intercettazione ed allontanamento delle acque superficiali tramite la formazione di scoline disposte in modo opportuno per il drenaggio delle acque superficiali;
- al termine delle lavorazioni di riprofilatura, provvedere prontamente ad seguire l’inerbimento delle aree soggette a movimenti terra al fine di ridurre i processi legati all’azione delle acque ruscellanti.

Infine, per quanto riguarda la stabilità dei pendii, in considerazione dell’assetto geomorfologico dei siti interessati dalle opere in progetto, non si ritiene che gli interventi, se realizzati a regola d’arte e con gli opportuni accorgimenti tecnici, possano causare alterazioni nello stato di equilibrio attuale, in quanto non si andrà a modificare sostanzialmente la morfologia dei luoghi e a determinare l’insorgere di potenziali dissesti.

7. CONCLUSIONE

Sulla base delle considerazioni geologico-tecniche esposte in questa relazione, fatte salve le indicazioni sopra riportate, si evince che le opere in progetto sono compatibili con il quadro geomorfologico e nulla osta dal punto di vista geologico e geotecnico alla loro realizzazione a condizione che si operi con le cautele previste e consigliate.

Si evidenzia che, allo stato conoscitivo attuale, la realizzazione dell'opera non rileva alcun problema di ordine geologico e non incide negativamente sugli equilibri geomorfologici e idrogeologici dei luoghi.

Si rendono necessarie idonee valutazioni, da concordare con la Direzione Lavori durante la realizzazione dei lavori, finalizzate ad approfondire alcuni aspetti geologici dei materiali interessati dalle operazioni in progetto. La conoscenza di ulteriori aspetti di carattere geologico e geotecnico non determina, allo stato attuale delle conoscenze, elementi che potrebbero cambiare radicalmente il quadro geologico e geotecnico descritto nel presente elaborato e, in particolare, eventuali problematiche connesse ad aspetti geotecnici possono essere agevolmente superati mediante opportuni accorgimenti tecnici in fase di realizzazione delle opere.

Si ricorda che il geologo dovrà essere interpellato ogni qualvolta lo richiede il verificarsi di variate condizioni, sia progettuali, che di natura geologico-tecnica o idrogeologica.