



UNIONE MONTANA ALPI GRAIE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

PROGETTO NUOVA SCIOVIA "COLLE DELLE LANCE"

ITALIA

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI
TORINO

COMUNE DI
USSEGLIO

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geologica e geomorfologica

CODICE GENERALE ELABORATO

COMMESSA	CODICE OPERA	AREA PROGETTAZIONE	LIVELLO PROGETTO	N° ELABORATO	VERSIONE
ST122-20	RICDL	GE	D	11.1	0

IDENTIFICAZIONE FILE: ST122-20_RICDL_GE_D_11.1_0.doc

Versione	Data	Disegnato	Approvato	Oggetto
0	05/2020	MC	FB	Prima emissione
1				
2				
3				

RESPONSABILE DI PROGETTO



- dott. ing. Francesco BELMONDO

PROGETTISTI



- dott. ing. Francesco BELMONDO

- dott. ing. Alberto BETTINI

TIMBRI - FIRME



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

arch. Marco MICHELOTTI

FIRMA

BBE Studio Ing. Associati - Via Brunetta, 12 - 10059 SUSA (TO)
Tel. 0122/32897 - Fax 0122/738012
e-mail info@bbesrl.it
P.IVA 07147450014

Questo elaborato è di proprietà dell'Unione Montana Alpi Graie - Città Metropolitana di Torino
Qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata

REGIONE PIEMONTE

CITTÀ METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI USSEGLIO

**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCIOVIA
“COLLE DELLE LANCE”**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA

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 words "ALBO PROFESSIONALE" are written along the bottom inner edge of the circle.

Dott. Geol. Massimo Ceccucci

MAGGIO 2020

REGIONE PIEMONTE
CITTÀ METROPOLITA DI TORINO
COMUNE DI USSEGLIO

**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCIOVIA
"COLLE DELLE LANCE"**

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA
MAGGIO 2020

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INTERVENTO IN PROGETTO	3
3	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	3
3.1	Inquadramento Normativo	3
3.2	Inquadramento Geografico	4
3.3	Inquadramento geomorfologico	6
3.4	Inquadramento geologico - strutturale	7
4	IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E ASSETTO IDROGEOLOGICO	8
5	ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE GEOLOGICO-TECNICA CONSULTATA	9
6	INDAGINI GEOGNOSTICHE	13
6.1	Sondaggi Geognosti	13
6.2	Pozzetti geognostici	14
6.3	Prospezione sismica MASW	14
6.4	Rilievi HVSR	19
7	RISULTANZE DELLA FOTOINTERPRETAZIONE	23
8	STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO	25
8.1	Inclinometro I1	25
8.2	Piezometro P1	26
9	RILEVAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO	32
10	INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA	33
11	CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE E SISMICHE	35
11.1	Caratterizzazione Geotecnica	35
11.2	Categoria del sottosuolo	36
11.3	Condizioni topografiche	36
12	CONSIDERAZIONI SULLA PROBABILITÀ DI OCCORRENZA AMIANTO	37
13	CONSIDERAZIONI DI INDIRIZZO TECNICO-ESECUTIVO	38
14	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	40

1 PREMESSA

La presente relazione espone gli esiti dello studio geologico e di caratterizzazione geotecnica condotto nell'ambito del settore interessato dalla realizzazione della nuova sciovvia "Colle delle Lance" nel Comune di Usseglio (TO).

Lo studio ha considerato la raccolta ed un esame critico dei principali dati disponibili presso varie fonti con particolare riferimento allo studio geologico geomorfologico già redatto dal Dott. Geol. P. Sassone nel 2010 per la progettazione dell'impianto in oggetto.

I dati disponibili sono stati integrati con le informazioni raccolte durante i sopralluoghi condotti dallo scrivente nel maggio 2020 allorquando sono stati anche effettuati alcuni rilievi geofisici finalizzati ad una migliore comprensione dei parametri inerenti all'azione sismica di progetto e una nuova campagna di ispezione della strumentazione geotecnica presente (costituita da un inclinometro e piezometro) installata per individuare elementi utili circa l'eventuale esistenza di fenomenologie di dissesto in atto.

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 nel PRGC per quanto concerne le prescrizioni connesse alla pericolosità geomorfologica del territorio comunale e alle indicazioni inerenti la L.R. 45/89 circa gli interventi da eseguire in zone soggette a vincolo per scopo idrogeologico.

2 INTERVENTO IN PROGETTO

La nuova sciovvia a linea singola "Colle delle Lance" si svilupperà tra le quote di 1841,7 m s.l.m. e i 2199,13 m s.l.m., in frazione Pian Benot nel comune di Usseglio (Provincia di Torino).

L'impianto verrà realizzato in sostituzione della vecchia sciovvia omonima in scadenza di vita tecnica lungo un tracciato leggermente modificato e migliorato e mantenendo pressoché inalterato il posizionamento della stazione di valle. La peculiarità fondamentale della sciovvia in progetto è la differenziazione tra i tracciati dei rami di salita degli sciatori e di ritorno dei traini.

Il percorso di salita non mostra andamento rettilineo essendo presenti due pulegge ad asse pressoché verticale che deviano planimetricamente l'asse della fune traente. Il ramo di ritorno traini è invece rettilineo e collega la stazione di monte con la stazione di valle distanziandosi significativamente dal ramo di salita.

3 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

3.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Nella Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e Dell'idoneità all'Utilizzazione Urbanistica, prodotta dal dott. geol. P. Bocca nell'ambito della stesura del PRGC (1997), tutto il settore di versante interessato dal progetto è incluso nella Classe IIIa (figura 1). In essa sono considerate le *porzioni di territorio inedificate, in cui gli elementi morfologici limitanti sono presenti in grado d'intensità e numero tali da escludere l'utilizzo a fini urbanistici*.

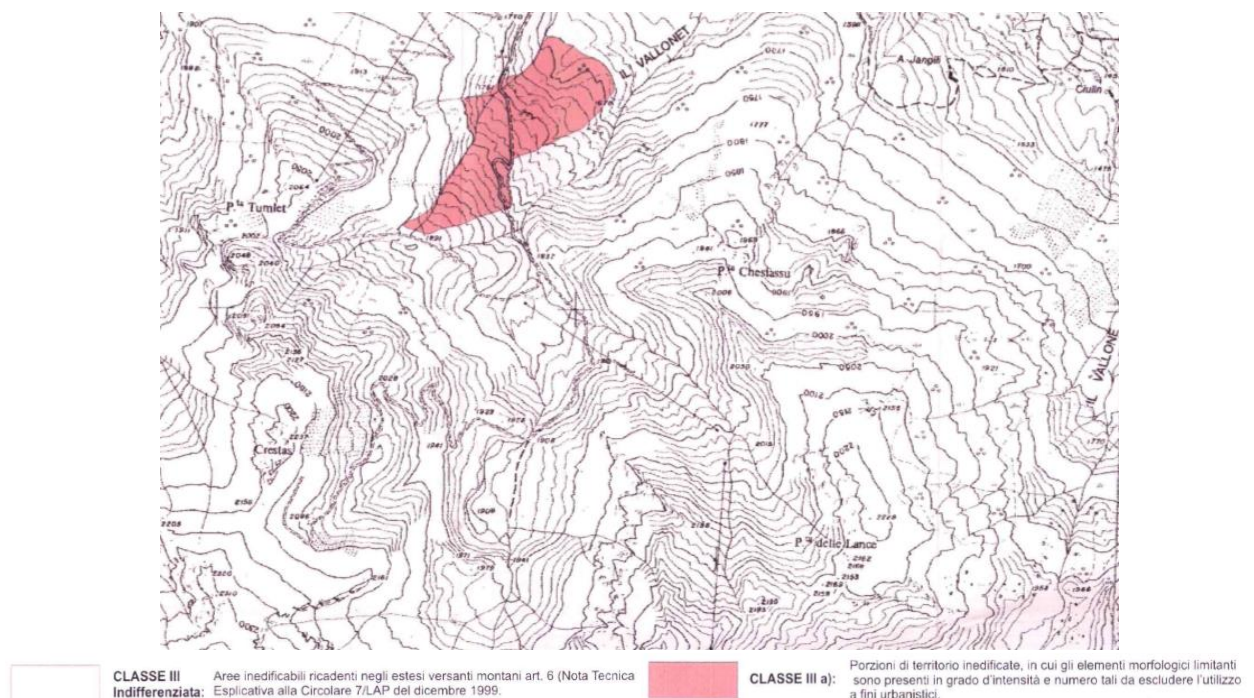
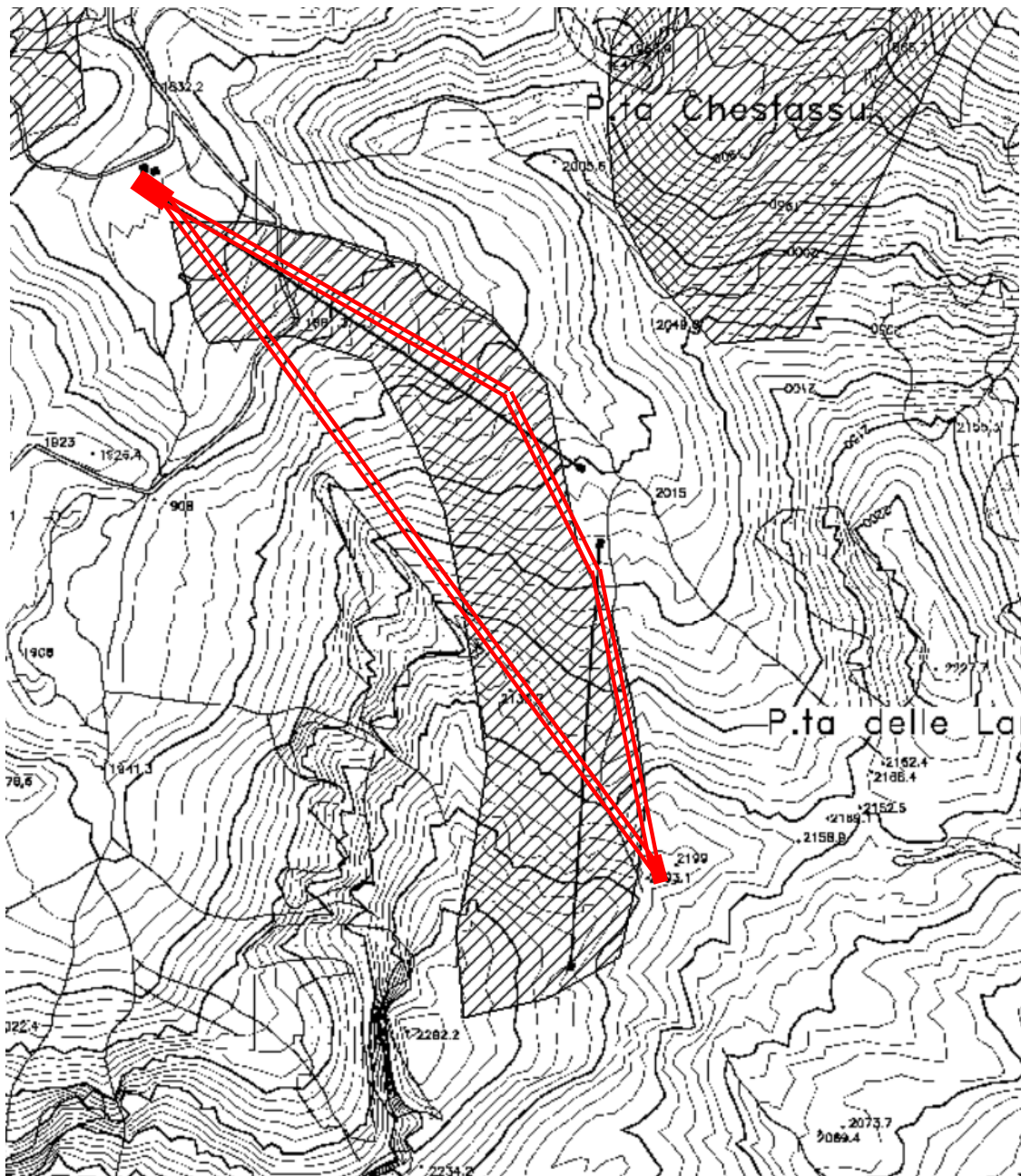


Figura 1. Carta della pericolosità geomorfologica (PRGC)

Successivamente, nell'ambito della Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni di PRGC Vigente con le condizioni di dissesto ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI tutta la porzione del versante settentrionale della P.ta Tumlet – Lance è cartografata nella Classe IIIa: aree inedificabili ricadenti negli estesi versanti montani art.6 (Nota Tecnica Esplicativa alla circolare 7/LAP del dicembre 1999).

Nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), in riferimento all' Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici, la superficie interessata dalle attività è per una parte significativa perimetrata entro le aree in dissesto. In tale frangente è infatti segnalato un fenomeno di dissesto attivo (figura 2).

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.



3.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'andamento della valle, nel settore considerato, è circa E-W. Il settore interessato dalle opere in oggetto è quello ubicato nella parte alta del vallone del Vallonet, partendo dalla zona subpianeggiante nei pressi della stazione di partenza dell'impianto delle Lance e proseguendo verso S verso la dorsale orientale della Pala Rusà (figura 3).

La zona è caratterizzata dalla presenza di una vegetazione prativa impostata prevalentemente su depositi di origine glaciale con presenza di abbondante detriti di versante anche a grossi blocchi.

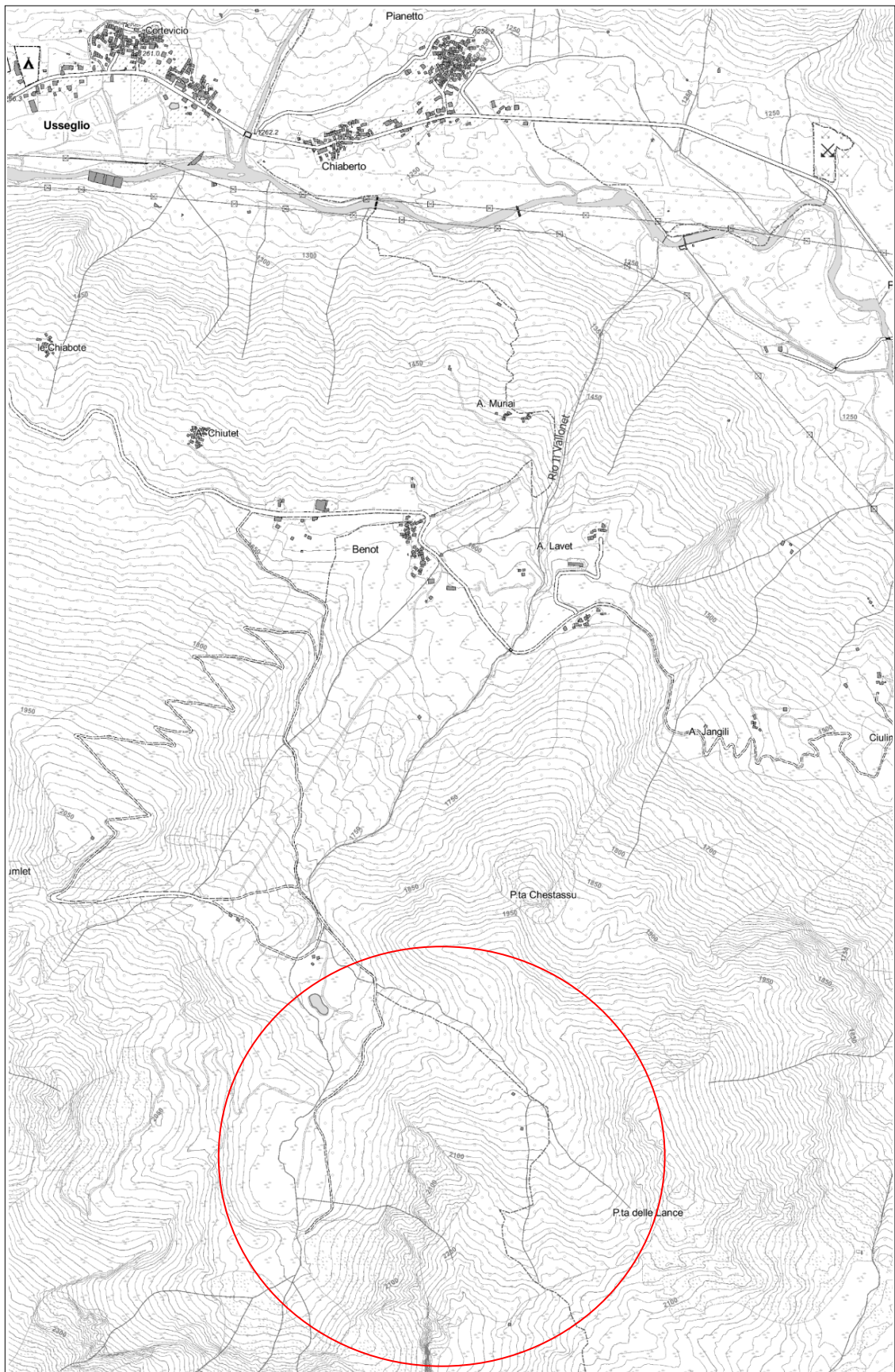


Figura 3. Corografia di inquadramento generale
(BDTRE Regione Piemonte)

3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il settore in studio si ubica nel territorio comunale di Usseglio, alla testata della Valle di Viù, in destra orografica al torrente Stura di Viù nei pressi della località Benot. In questo frangente, l'andamento della valle principale è circa E-W, secondo la direzione che caratterizza nel complesso le principali valli alpine del Piemonte occidentale.

L'ambito presenta caratteri morfologici legati prevalentemente al modellamento da parte dei corsi d'acqua ed alla dinamica dei versanti che obliterano e mascherano forme e depositi legati all'impronta morfologica di base di contro legata al glacialismo quaternario. Le tracce più antiche di quest'ultimo sono state riconosciute in bassa valle di Viù in prossimità dell'abitato di Castagnole risalenti alla parte inferiore del Pleistocene medio mentre le più recenti sono ubicate in località Molar del Lupo, sospese circa 50 m sopra il fondovalle attuale e databili in modo imprecisato tra il Pleistocene sup. e l'Olocene (Pinciaroli, 1989).

Alle quote più elevate prevalgono le forme ed i depositi glaciali, riferibili sia all'ultimo massimo glaciale (LGM, Last Glacial Maximum) sia in diretta relazione con la presenza attuale o recente dei ghiacciai.

In un'ottica generale, la dinamica dei versanti risulta particolarmente condizionata dalle caratteristiche lito-strutturali degli ammassi rocciosi che localmente denotano caratteristiche geomeccaniche assai scadenti e favorevoli all'instabilità.

Il riferimento al sito interessato dalle opere in oggetto, esso è quello ubicato nella parte alta del vallone del Vallonet e contempla l'ambito che partendo dalla zona subpianeggiante nei pressi della stazione di partenza dell'impianto delle Lance si sviluppa in direzione sud spingendosi sino alla dorsale della Pala Rusà.

La zona ricade in un ambito prettamente montano, caratterizzato dalle forme classiche dell'ambiente alpino di media quota, che si contrappongono a forme più aspre verso le quote maggiori ove gli agenti esogeni hanno maggiore incidenza nella modellazione del paesaggio. In dettaglio esso appare morfologicamente caratterizzato, su questo versante esposto essenzialmente a Nord, da forme morbide indotte dalla limitata resistenza di queste rocce (calcescisti) all'alterazione e all'erosione ed esarazione glaciale alternate a forme più accentuate costituite da rilievi montagnosi costituiti da Pietre Verdi, estremamente resistenti all'erosione.

Le pendenze del versante appaiono relativamente moderate e regolari e tendono a diminuire in prossimità del settore meno acclive di Pian Benot, ove si rinvencono depositi di origine glaciale collegati al ghiacciaio della valle principale e a quello del Vallonet che in questa zona confluivano modellando i versanti.

Sul versante orografico destro della Stura di Viù, si può osservare, con una certa continuità un allineamento di terrazzi morfologici impostati a quote comprese tra 1700 e 1600 m circa; pertanto il pianoro della frazione Pian Benot risulta essere parzialmente interpretabile come un relitto sospeso del fondovalle pleistocenico ma anche come l'espressione morfologica relitta imposta su questo tratto del versante dal ghiacciaio nella sua fase costante di deposizione - esarazione.

La morfologia dei depositi pleistocenico-olocenici e delle forme relitte appare in ogni caso nettamente distinguibile rispetto a quella dei versanti laterali caratterizzati da ripidi affioramenti di roccia in posto con limitati accumuli detritici e blocchi isolati al piede di settori particolarmente fratturati.

Dal punto di vista dei fenomeni di natura gravitativa le evidenze tratte dal rilevamento di terreno e dalla fotointerpretazione, hanno evidenziato la possibilità di rischi in ordine all'attivazione o alla riattivazione di movimenti gravitativi-erosivi che possano coinvolgere le coltri detritiche quaternarie presenti al contorno del settore in studio (ma non interessandolo direttamente), che ospita depositi glaciali di differente entità e natura, e che hanno mostrato in tempi recenti elevata propensione alla riattivazione dei movimenti traslativi indotti dalla gravità e dalla presenza di infiltrazioni idriche sotterranee.

Nel vallone del Vallonet, infatti, in corrispondenza dell'areale di affioramento di depositi glaciali relativi principalmente al ghiacciaio del Vallonet, sono presenti settori interessati da dissesti gravitativi attivi e/o quiescenti, inizialmente riattivatisi a seguito dell'alluvione dell'ottobre 2000 raggiungendo le massime traslazioni nella fase parossistica dell'estate-autunno 2002.

Nei settori di testata delle dorsali rocciose, caratterizzate da un'elevata acclività, affiora diffusamente il substrato roccioso. L'osservazione di tali affioramenti ha evidenziato la presenza di un substrato costituito da prasiniti e calcescisti con scistosità regionale immergente verso N-NE con un angolo di inclinazione di circa 35/40°, la cui variazione può essere associata a locali disturbi tettonici fragili e duttili. Alla base di tali affioramenti sono presenti accumuli detritici grossolani postglaciali, alcuni dei quali legati in alcuni casi a colate detritiche attivatisi nel recente e/o durante l'evento alluvionale dell'ottobre 2000.

Il settore di versante interessato dall'impianto in esame risulta, per il ramo di salita, quasi totalmente impostato in depositi glaciali, di scadente qualità litotecnica ove non costituiti da massi eterometrici di roccia sana. Solo la porzione sommitale della linea è impostata in roccia prevalentemente calcescistosa. La Linea di ritorno è per contro prevalentemente impostata su versante roccioso in calcescisti e pietre verdi, con la parte finale del ritorno impostata su depositi glaciali di ablazione.

3.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE

Dal punto di vista geologico, il basamento roccioso nel quale rientra l'area in esame compresa nel settore alpino di passaggio tra Alpi Cozie e Alpi Graie, è costituito dal Complesso dei Calcescisti e Pietre verdi costituenti la Zona Piemontese.

La zona oggetto di studio ricade nell'ambito di quella parete del territorio di Usseglio dove le pareti laterali e la parte del territorio a quota più alta sono caratterizzate da affioramenti essenzialmente di rocce ofiolitiche (prasiniti, calcescisti e serpentiniti) con una morfologia di tipo glaciale rappresentata da dossi montonati, rocce levigate ed arrotondate dall'azione esarante del ghiacciaio quaternario.

Il diverso grado di resistenza alla degradazione degli atmosferici ha variato l'aspetto dei versanti per cui si riscontrano pareti subverticali e pendii acclivi in corrispondenza di affioramenti di rocce Ofiolitiche massicce mentre dove affiorano litotipi più scistosi, più friabili delle precedenti, si notano sfasciumi detritici, detriti di falda e pendii meno accentuati.

La Carta geologica Foglio n°55 Susa della Carta Geologica d'Italia in scala 1/100.000, segnala in corrispondenza dell'area in studio la presenza di rocce riferibili alla "Serie a facies piemontese", calcescisti e serpentinoscisti, oltre alla presenza di depositi morenici wurmiani (figura 4).

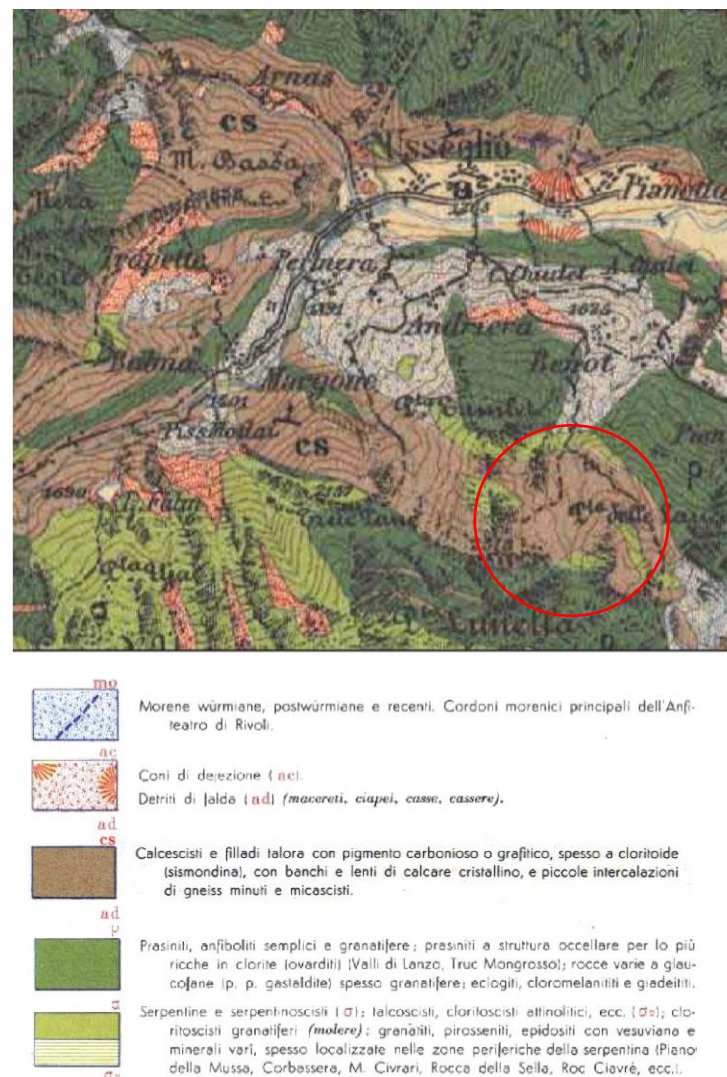


Figura 4. Schema geologico generale (Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000)

In merito all'assetto geologico strutturale, come già detto in precedenza, nell'area si sviluppa un substrato cristallino formato da prasiniti, calcescisti e serpentinoscisti della "Zona Piemontese". La scistosità regionale, così come le principali discontinuità meccaniche, presentano un'immersione mediamente orientata verso N e NW.

Dal punto di vista litostratigrafico, al di sopra del substrato cristallino, si distribuisce una potente ed estesa copertura, distinguibile in:

- detriti di falda: distribuiti in modo discontinuo ai piedi delle pareti subverticali e formati da ghiaie ad elementi spigolosi cui si associano scarsa matrice fine e localmente blocchi di grosse dimensioni;
- depositi di origine glaciale e fluvioglaciale: legati geneticamente alle valli secondarie rispetto alla Valle di Viù. Le litofacies prevalenti sono costituite da ghiaie, ghiaie ciottolose e blocchi, con clasti angolosi, inglobate in abbondante matrice fine limoso argillosa;
- detriti eluvio-colluviali: prodotti di degradazione superficiale del substrato cristallino, formati da clasti angolosi associati a matrice sabbioso-limosa- argillosa.

I rapporti stratigrafici tra i depositi detritici sono di parziale e reciproca sovrapposizione e interdigitazione.

4 IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il settore considerato contempla un vallone sospeso diretto da SE verso NO sviluppato a livello della cresta spartiacque valle di Viù – Valle di Susa che in questo settore presenta una dorsale secondaria che tratta origine dalla P.ta Lunella si sviluppa con direzione SO-NE sino alla P.ta delle Lance.

In questo ambito l'idrografia si mostra poco evoluta e limitata ad alcune linee di drenaggio poste alla base dei versanti ed entro le quali si concentrano i flussi superficiali su essi ruscellanti.

Nel settore sommitale del vallone interessato dal nuovo impianto si identificano alcune lineazioni appena accennate entro le quali si concentrano flussi significativi solamente in risposta ai principali fenomeni meteorici e/o in conseguenza dello scioglimento del manto nevoso invernale. Dall'unione di queste aste trae origine il ruscello che sfocia nel Rio Memè corso d'acqua proveniente dal versante NO della P.ta Lunella ed affluente di destra della Stura di Viù entro la quale confluisce poco a monte della Località Piazzette.

In riferimento ai luoghi di intervento, le forme legate ai processi torrentizi più evidenti rimandano al modesto cono detritico edificato a livello della rottura di pendenza che caratterizza il settore di partenza dell'impianto. Per il resto incisioni nelle coltri detritiche testimoniano gli effetti dell'erosione delle acque si rendono evidenti lungo tutto il tracciato dove si attivano essenzialmente in risposta ai fenomeni meteorici più intensi e prolungati. In tal senso, il bacino imbrifero considera una superficie modesta e la tessitura grossolana dei terreni affioranti favorisce l'infiltrazione delle acque del sottosuolo a discapito del loro ruscellamento.

Da un punto di vista idrogeologico il versante interessato dal progetto è caratterizzato dalla presenza di due distinte tipologie di acquifero in stretto rapporto:

- **acquiferi a permeabilità primaria**, corrispondenti ai corpi sedimentari quaternari che definiscono il sottosuolo nella sua porzione superficiale dove definiscono uno strato di potenza variabile da punto a punto. Generalmente, dove il substrato risulta subaffiorante, la potenza delle coltri è dell'ordine di alcuni metri. Essa diviene più significativa laddove sono presenti accumuli morenici o corpi di frana. In generale l'acquifero è costituito da clasti e frammenti rocciosi in matrice limoso-sabbiosa con permeabilità da buona a discreta.
- **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 micascisti, calcescisti, prasiniti e serpentiniti risulta 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. In tal senso, nel settore interessato dagli interventi sono state rilevate emergenze effimere delle acque sotterranee manifeste essenzialmente nel periodo primaverile in risposta allo scioglimento del manto nevoso e in conseguenza allo sviluppo di eventi meteorici particolarmente significativi.

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.

5 ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE GEOLOGICO-TECNICA CONSULTATA

Al fine di inquadrare nel modo più appropriato e preciso possibile l'area in studio, si è preceduto alla consultazione di una serie di documenti ufficiali di carattere geologico-tecnico, cui si rimanda per ogni approfondimento. I più significativi sono riportati a seguire.

Relazione Geologica Geotecnica scivovia LAGO VERDE, redatta dal Dott. Ing. Angelo Rostagnotto e dal Dott. Geol. Paolo Sassone nell'agosto 1996.

Relazione Geologica Geotecnica pista di sci di raccordo alle piste esistenti al servizio della nuova scivovia LAGO VERDE, redatta dal Dott. Ing. Angelo Rostagnotto e dal Dott. Geol. Paolo Sassone nel maggio 1999.

Banca Dati Geologica della Regione Piemonte - Archivio RUPAR-Cartografia IFFI-Cartografia PAI/AiPO

Le informazioni censite presso la Banca Dati Geologica della Regione Piemonte (Archivio Frane) individuano nel vallone del Vallonet-Lance una "Frana con meccanismi di vario tipo spesso combinati, deformazioni gravitative profonde. Tipologie prevalenti: movimenti traslazionali associati a crolli in massa passanti a colamenti o valanghe di roccia (figure 5 e 6)".

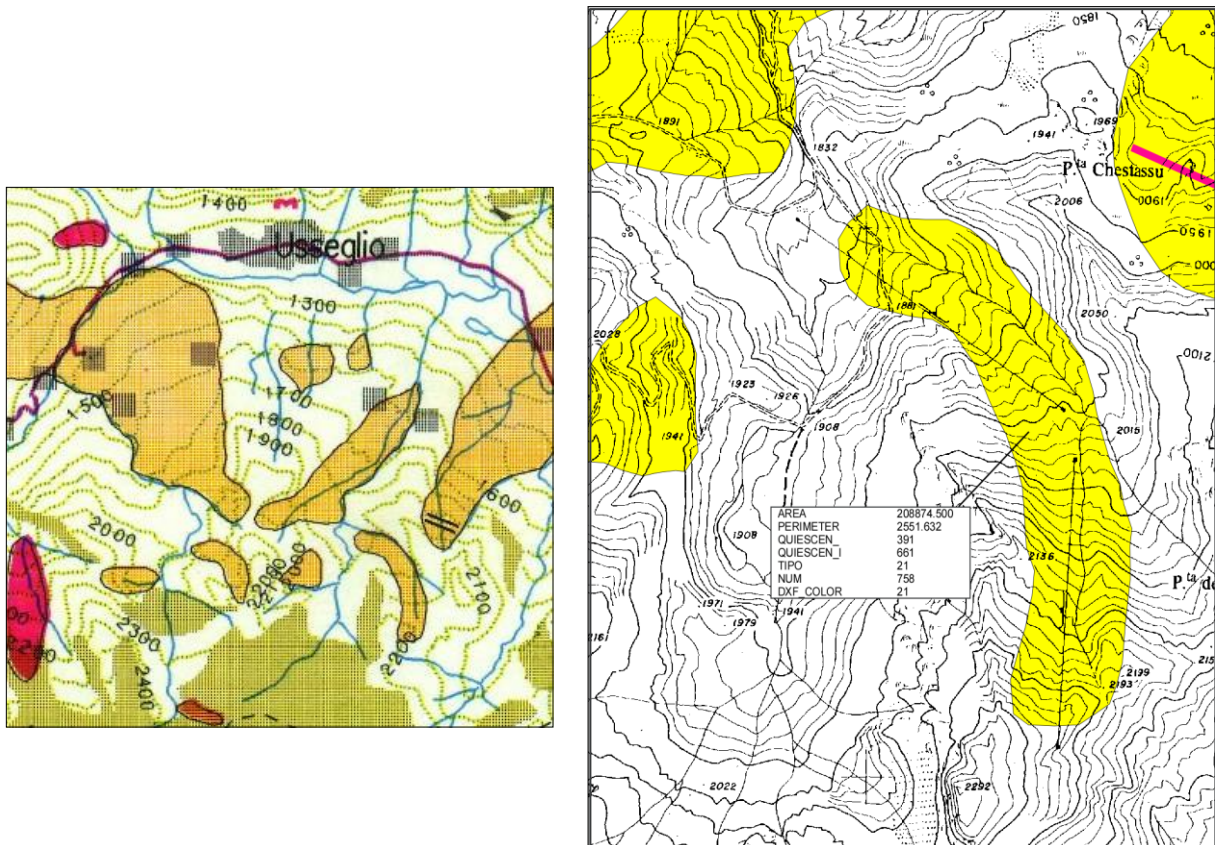


Figura 5. Stralcio Banca Dati Geologica (www.regione.piemonte.it) e Archivio RUPAR

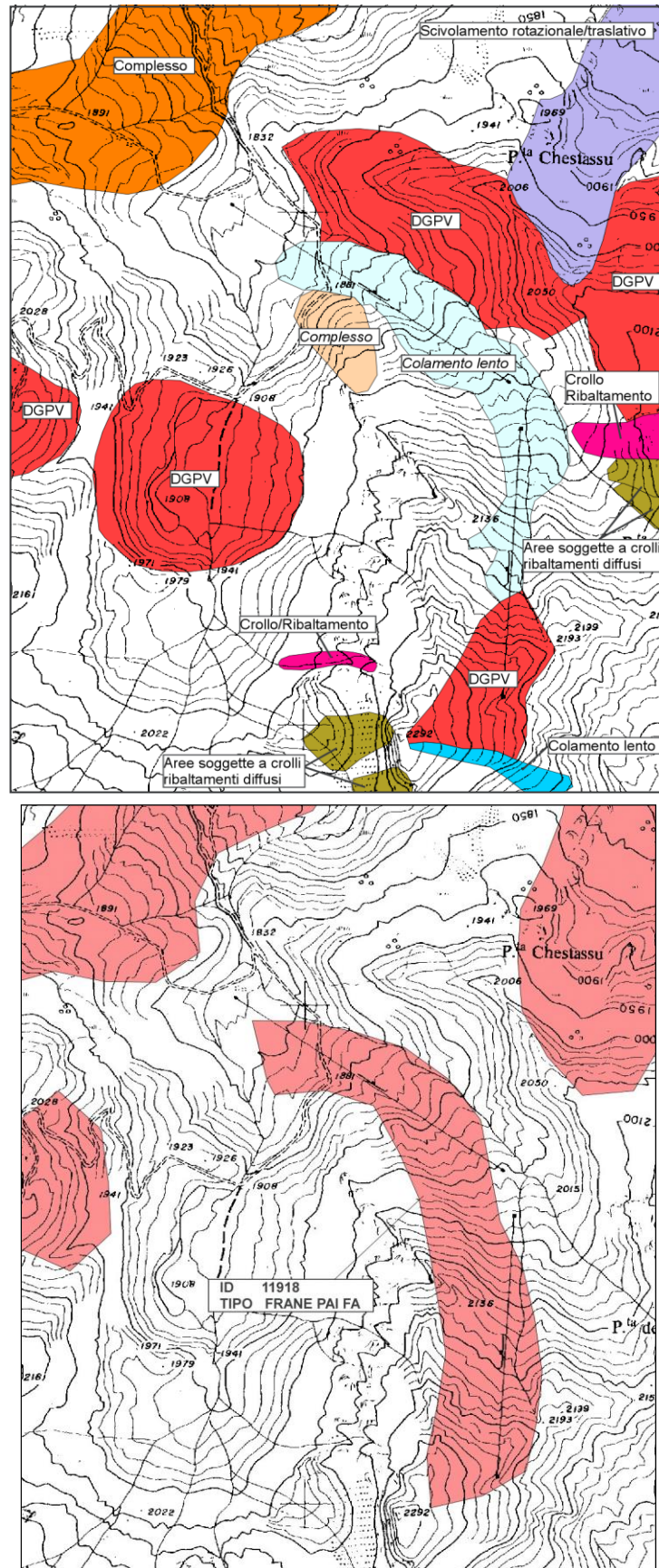


Figura 6. Stralcio Cartografia IFFI (www.arpa.piemonte.it), Stralcio Cartografia PAI/AiPO (www.ai-po.it)

Tali stralci cartografici attestano l'esistenza di condizioni problematiche lungo il settore dove si prevede il rifacimento della linea.

Va detto che tali dati non erano disponibili all'atto della prima costruzione della sciovia oggi dismessa. Nonostante ciò la stessa ha potuto essere esercitata senza problemi di rilievo. Attualmente ponendosi l'esigenza di un suo rifacimento è stato necessario rivedere ed aggiornare gli studi geologici di dettaglio, anche per meglio chiarire le indicazioni provenienti dagli archivi e banche dati esistenti sul dissesto idrogeologico.

La presenza di una segnalazione indistinta di dissesto in tali archivi ha indotto all'esecuzione di verifiche dirette ed indirette in sito che hanno chiarito come il settore in esame, analogamente ad altri presenti in loc. Vallonet, presenti condizioni predisponenti all'attivazione di dissesti gravitativi a carico della coltre superficiale e dell'ammasso detritico di natura glaciale sottostante. Ciò si esplica in occasione di eventi o periodi meteo significativi attraverso locali attivazioni puntuali e non generali, con fenomeni di creep o colamento lento a carico dei depositi glaciali di fondo costituiti da limi glaciali plastici e di colore generalmente grigio chiaro, ospitati nella zona più depressa dell'impluvio adiacente al cordone morenico su cui si prevede di ricostruire l'impianto.

Allo stato dell'indagine che si è esplicitata su vari anni, non si sono osservati fenomeni dissestivi di rilievo, e ciò attesta come le segnalazioni di dissestabilità già note negli archivi pubblici siano in realtà legate a singoli locali possibilità di riequilibrio di piccole masse superficiali e non tanto di colate generalizzare di interi settori di versante. Tali valutazioni sono state oggetto di recente rivalutazione in sede di esecuzione e reinterpretazione dell'assetto geomorfologico, come riportato nello specifico allegato cartografico, anche in base ai risultati geognostici.

Lo studio condotto non esclude la presenza di dissesti o di dissestabilità lungo il tracciato di linea ma caratterizza lo stesso sulla base delle analisi più approfondite e aggiornate possibili, compatibilmente con la posizione logistica del sito.

Opportuna valutazione deve essere comunque condotta sulla fattibilità dell'intervento se si tiene conto che per oltre un trentennio l'area si è mantenuta stabile e che l'impianto in rifacimento avrà comunque una durata di vita tecnica limitata e non viene considerato permanente. In riferimento a ciò le conclusioni dello studio indirizzano verso l'impiego di soluzioni tecniche migliorative di minimizzazione del rischio e compatibili con l'assetto geomorfologico individuato.

Cartografia del Vincolo idrogeologico

Nella cartografia del Vincolo Idrogeologico si osserva come tutta l'area interessata dal progetto sia compresa in territori sottoposti al predetto vincolo L.3267/23 e L.R.45/89.

Piano Regolatore Generale Previgente

La documentazione geologica a corredo del Piano Regolatore previgente a quello attuale del Comune di Usseglio, comprendeva uno studio realizzato nel 1980 a cura del Dr. Geol. Paolo Cassina, successivamente aggiornato dal Dr. Bocca Pier Carlo con l'adeguamento dello studio geologico del PRG ai sensi del Circ. PGR 7/LAP del 8/5/96 (aggiornamento del 1997) e del PAI (aggiornamento 2003). Il tutto ha costituito una delle fonti di informazioni di base alla quale si rimanda per un esame completo.

Da quanto emerge dall'analisi della documentazione allegata al PRGC – che individua i settori di interesse del comprensorio sciabile e zone agricole-forestali al contorno - la zona in oggetto di studio ricade nell'ambito di quella parte del territorio comunale dove "...le pareti laterali e la parte del territorio a quota più alta sono caratterizzate da affioramenti essenzialmente di rocce ofiolitiche (prasiniti e serpentiniti) con una morfologia di tipo glaciale rappresentata da dossi montonati, rocce levigate ed arrotondate dall'azione esarante del ghiacciaio quaternario.

Il diverso grado di resistenza alla degradazione degli atmosferici ha variato l'aspetto dei versanti per cui si riscontrano pareti subverticali e pendii acclivi in corrispondenza di affioramenti di rocce Ofiolitiche resistenti mentre dove affiorano calcescisti e serpentinosisti, più friabili delle precedenti, si notano sfasciamenti detritici, detriti di falda e pendii meno accentuati...".

Piano Regolatore Generale Vigente

La documentazione geologica allegata al P.R.G. del Comune di Usseglio attualmente vigente è stata redatta, in conformità alla Circolare P.G.R. 7/LAP, dal Dott. Geol. Pier Carlo Bocca nel Luglio 1997. In particolare sono stati consultati i seguenti documenti:

- Allegato A-1 – Relazione Geologico-Tecnica: in essa sono riportati dati di inquadramento generale ripresi nella presente relazione. In particolare, per la zona di Pian Benot, e l'intero comprensorio

sciistico, vengono segnalate problematiche legate principalmente a fenomeni valanghivi.

- Allegato A-2 – Carta Geologica Semplificata: In corrispondenza del settore di versante in studio viene indicata la presenza di deposti glaciali nel vallone Vallonet (*Accumuli detritici grossolani, ghiaie e trovanti, incoerenti e pseudocoerenti con sabbia e limo in proporzioni variabili*), ricoprenti un substrato subaffiorante costituito da "Serpentiniti, metagabbri e prasiniti". Sul versante S e SE della punta Tumlet viene segnalata la presenza di accumuli detritici di versante grossolani caotici con scarsa frazione fine (sabbia).
- Allegato A-3 – Carta Geomorfologica e della Dinamica Torrentizia: Non evidenzia particolari fenomeni di dissesto in corrispondenza del versante oggetto dell'intervento.
- Allegato A-5 - Carta di localizzazione probabile delle valanghe: per i dettagli relativi alle fenomenologie di tipo valanghivo si rimanda alla specifica relazione nivologica allegata al presente progetto.
- Allegato A-8 - Carta dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica: Tutto il settore di versante interessato dal progetto è incluso in Classe IIIa ovvero le "...porzioni di territorio inedificate, in cui gli elementi morfologici limitanti sono presenti in grado d'intensità e numero tali da escludere l'utilizzo a fini urbanistici".

In particolare, sono state consultate le seguenti cartografie, che principalmente riprendono le indicazioni riportate nella precedente versione:

- Elaborato G1 – Carta Geologico-Strutturale: vengono riportate le indicazioni espresse nell'Allegato 2 del P.R.G. Vigente
- Elaborato G4 – Carta della caratterizzazione litotecnica dei terreni: L'area interessata dall'intervento in oggetto è inclusa nelle aree dove non viene espressa una caratterizzazione litotecnica di dettaglio. Sono comunque indicati depositi detritici nella valle e a SE della Punta Tumlet ed in corrispondenza della frana del Vallonet è segnalata l'ubicazione dei sondaggi geognostici svolti a supporto delle indagini svolte.
- Elaborato G2.1 -5 - Carta delle valanghe: per i dettagli relativi alle fenomenologie di tipo valanghivo si rimanda alla specifica relazione nivologica allegata al PRG.
- Elaborato G6 – Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e Dell'idoneità all'Utilizzazione Urbanistica: Tutta il versante settentrionale della P.ta Tumlet - Lance è cartografata come Area IIIa "Aree inedificabili ricadenti negli estesi versanti montani art.6 (Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare 7/LAP del dicembre 1999).
- Allegato 1 – Documentazione relativa a studi valanghivi: per i dettagli relativi alle fenomenologie di tipo valanghivo si rimanda alla specifica relazione nivologica redatta a cura del Geol. Bocca e dell'Agron. Perino.
- Risulta inoltre eseguito uno studio nivologico di approfondimento recente a cura dell'esperto Capitano Cresta, ripreso dal Progettista della presente linea.

Relazione geologico-tecnica relativa all'area in frana a monte di località Pian Benot (febbraio 2003) a cura del dr. geol. Pier Carlo Bocca

In tale studio vengono compendiate gli approfondimenti svolti sul dissesto gravitativo attivatosi in loc. Vallonet e che ha visto l'esecuzione di indagini geognostiche e un monitoraggio topografico per definire la possibilità evolutiva della frana innescatasi a causa delle ingenti piogge dell'autunno 2000 (come da foto aerea del volo Regione Piemonte Alluvione 2000) e evolutasi sino all'attuale con una progressiva diminuzione dei movimenti.

Tale dissesto non interessa direttamente il settore in esame in quanto posizionato in settore altimetricamente e morfologicamente distaccato e differente.

6 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Una significativa porzione delle informazioni disponibili derivano da alcune campagne di indagini svolte su un arco temporale di oltre 10 anni che nello specifico considerano (figura 7):

- sondaggi geognostici (campagna 2009);
- pozzetti geognostici (campagna 2009);
- indagine MASW (campagna 2020);
- rilievi Tromografici (campagna 2020).

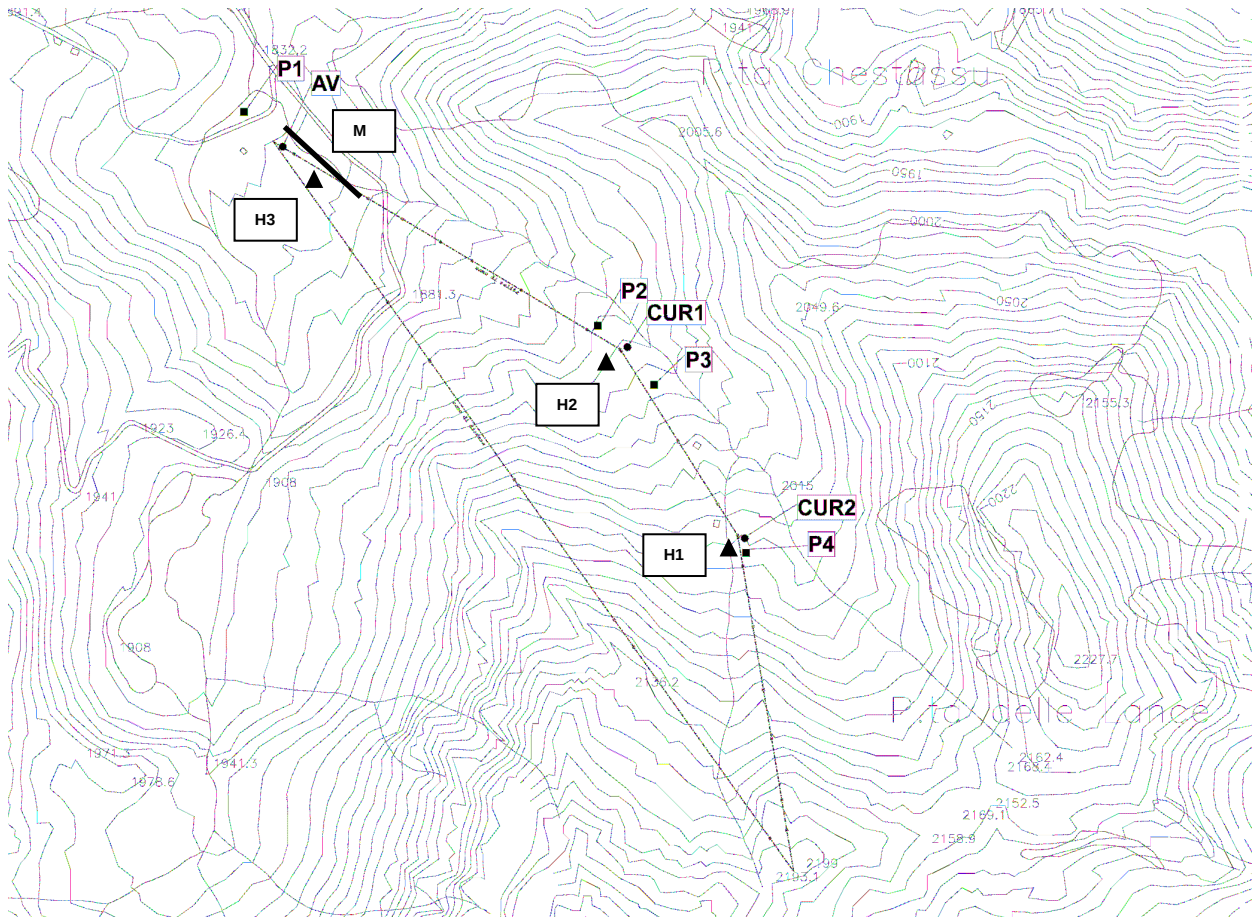


Figura 7. Ubicazione dei sondaggi AV, CUR1 e CUR2, dei pozzetti geognostici (P) e dei rilievi HVSR (H) e MASW (M).

6.1 SONDAGGI GEOGNOSTI

La specifica relazione di indagine geognostica è allegata a seguire. Tale elaborato riporta la stratigrafia di ogni singolo sondaggio da intendersi indipendente dal contesto geologico e geomorfologico del sito di indagine.

In generale i tre sondaggi hanno interessato un ambito in cui a prevalere sono caratteristiche litologiche legate ad un ambiente glaciale.

Sondaggio AV

Realizzato in corrispondenza della stazione di partenza attraversa per circa 5 m depositi glaciali tendenzialmente fini alterati ed ossidati. Tra i 5 e 12 m si riconoscono depositi decisamente grossolani (trovanti di serpentinoscisti) interpretabili o come depositi morenici o marocche o, meno probabile, detrito di falda molto grossolano. Oltre i 12 m e fino a 15 m (profondità massima di indagine) sono stati attraversati depositi ciottolosi di calcescisti. In questo sondaggio la falda è stata intercettata a 6 m di profondità dal p.c..

Sondaggio CUR1

Terebrato all'altezza della prima curva, ha interessato fino a 3.5 m di profondità le coltri superficiali di depositi glaciali o detritico colluviali alterate. Tra 3.5 m e 13.5 m di profondità vi sono depositi glaciali tendenzialmente fini di natura serpentinosi; all'interno di questo orizzonte vi sono trovanti di dimensione pluridecimetrica). Tra i 13.5 m fino a fondo foro si è attraversata roccia compatta riferibile ad un trovante di grosse dimensioni o al substrato in posto; nelle sezioni delle tavole geologiche, in assenza di certezze, si è optato per quest'ultima soluzione. Il sondaggio è stato attrezzato con inclinometro (nel seguito si riportano i risultati delle ispezioni sinora condotte).

Sondaggio CUR2

Perforato in corrispondenza della seconda curva è quello posto alla quota topograficamente più rilevata. In questo ambito, al di sotto di una coltre metrica di coltre detritico-colluviale vi sono, fino a 11 m di profondità, depositi fini e caotici senza apparenti strutture che sono stati interpretati come depositi glaciali rimaneggiati, risedimentati a causa di un evento franoso.

A tale conclusione si è giunti in quanto tra gli 11 e i 12 m di profondità è presente un orizzonte di ossidazione apparentemente riferibile ad un originario suolo ricoperto in seguito all'evento di cui sopra. Tra i 12 e i 20 m vi sono nuovamente depositi glaciali a granulometria tendenzialmente fine con locali livelli più grossolani (ciottolosi) tra i 15 e i 16 m. In questo sondaggio, alla data della perforazione, la falda è stata intercettata a 17.5 m di profondità dal p.c..

A supportare l'ipotesi della frana vi è l'analisi delle forme dedotta dalla fotointerpretazione che rende evidente un elemento morfologico unitario che si sviluppa dalla parte alta del vallone delle Lance sino alla parte centrale dello stesso vallone, creando un parziale sbarramento al vallone principale in destra (vedi foto aerea). Questo sondaggio è stato strumentato con un tubo piezometrico aperto (i dati della soggiacenza sono riportati nel seguito).

6.2 POZZETTI GEOGNOSTICI

I pozzetti geognostici, in numero di 4, sono stati effettuati in sede di progetto preliminare.

Il primo (P1), realizzato in una settore appena più a valle della stazione di partenza in progetto, ha interessato depositi torbosi estesi verosimilmente ad un intorno significativo rappresentato dal pianoro, ma non fino alla stazione di partenza che risulta più rilevata.

Tale ambito è pertanto interpretabile come il risultato del progressivo e lento riempimento da parte dei detriti di smantellamento del retrostante apparato glaciale, di un bacino lacustre generato dall'esarazione glaciale posto a monte di una soglia in roccia, costituita da prevalenti serpentiniti più competenti e massive.

Gli altri tre pozzetti sono posti a circa 1950 m s.l.m. (P2), 1980 m s.l.m. (P3), 2050 m s.l.m. (P4). In tali casi lo scavo ha attraversato solo la porzione corticale dei depositi glaciali individuando materiali eterometrici serpentinosi e calcescitosi in matrice sabbiosa, di apparente buona caratterizzazione geotecnica. Data la tipologia di indagine non è stato raggiunto il substrato roccioso e non è emersa presenza di falda nei primi tre m da p.c.; si ritiene tuttavia importante segnalare che tali depositi possono celare al di sotto depositi glaciali di fondo (limi glaciali plastici), di potenza metrica-plurimetrica e di granulometria fine con propensione alla plasticizzazione in caso di idratazione.

6.3 PROSPEZIONE SISMICA MASW

Con la finalità di riconoscere la categoria del sottosuolo ai fini della definizione dell'azione sismica è stata svolta una indagine che ha contemplato l'esecuzione di uno stendimento sismico MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) secondo un allineamento grossomodo parallelo allo sviluppo della sciovvia nell'ambito della stazione di partenza.

La tipologia d'indagine si propone di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali (onde di Rayleigh), che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in

maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione (da "Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves - Ing. Vitantonio Roma).

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano e quindi interessano e caratterizzano gli strati più profondi del suolo (figura 8).

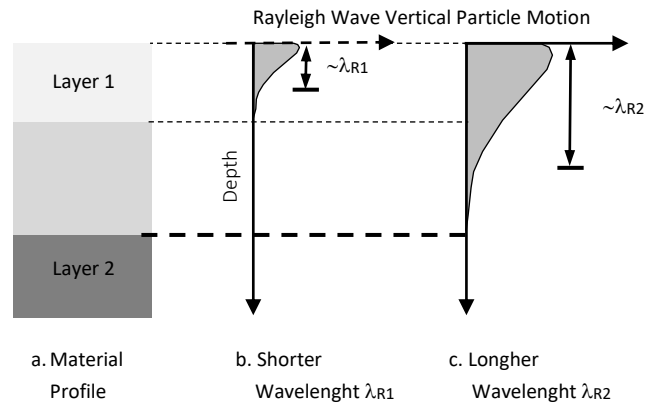


Figura 8. Profondità investigata dalle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda, dalla velocità delle onde di taglio Vs e dalla frequenza (Stokoe e Santamarina, 2000).

Nel dettaglio, nel caso in esame, viste le condizioni morfologiche e di operatività del sito di indagine, è stata eseguita una campagna di prospezione MASW attiva (figura 9) sviluppata su n.1 stendimento geofonico orientato da NO verso SE parallelamente allo sviluppo del tracciato della nuova sciovvia nel settore sul quale si intende realizzare la stazione di partenza.

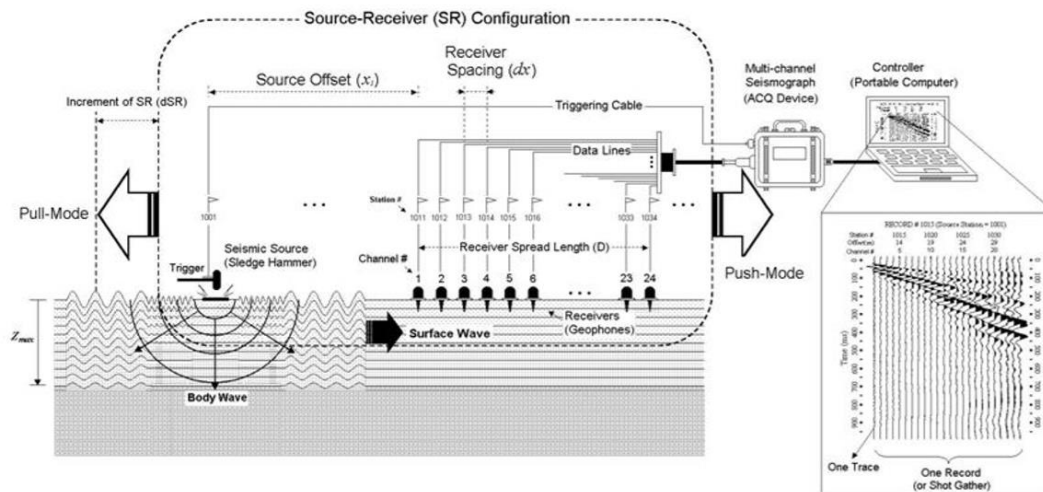


Figura 9. Schema tipo prospezione sismica MASW attiva

Lo stendimento è costituito da n. 24 geofoni verticali da 4.5 Hz (interasse tra i geofoni pari a 2 m) per una lunghezza complessiva di circa 46,0 m. L'indagine è consistita nell'acquisizione del segnale prodotto percuotendo con una mazza del peso di 8 kg una piastra metallica posta a diretto contatto con il terreno.

L'avvio dell'acquisizione è stato realizzato mediante la posa in prossimità della piastra metallica di battuta di un geofono detto "di trigger" o "starter", collegato a sua volta all'apparecchiatura per la registrazione del segnale.

L'analisi dei dati acquisiti è stata effettuata per mezzo del programma EasyMasw elaborato dalla Società Geostru.

A partire dai dati registrati in sito il programma ricostruisce l'immagine e la curva di dispersione, che indicano la distribuzione della velocità di fase delle onde sismiche (asse delle ordinate) rispetto alla frequenza d'onda (asse delle ascisse). Quindi per mezzo del processo di inversione (figura 10) il programma ricava l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) dei depositi costituenti il sottosuolo secondo la configurazione correlata alla curva di dispersione teorica che meglio approssima la curva di dispersione ottenuta dai dati misurati in sito.

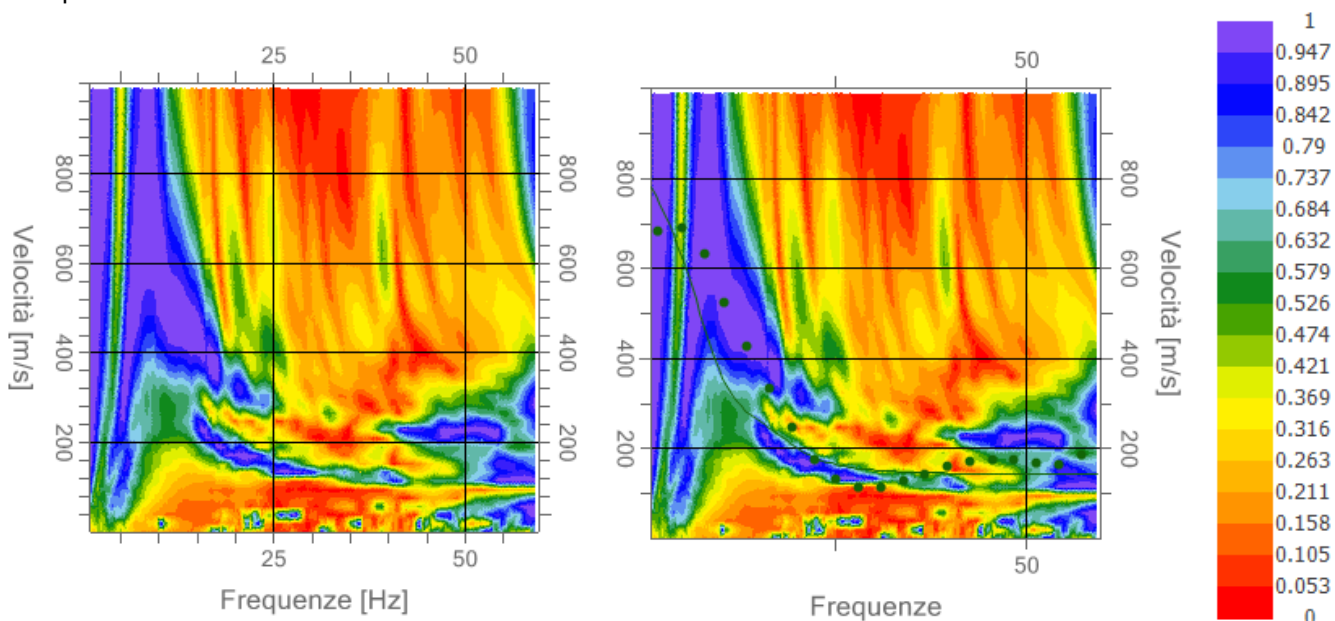


Figura 10. Spettro velocità di Fase / Frequenze ed inversione della curva

In tal modo è stato possibile risalire all'andamento delle velocità delle onde di taglio (V_s) relative ad ogni registrazione che, per convenzione, vengono attribuite al punto medio dello stendimento (figura 11).

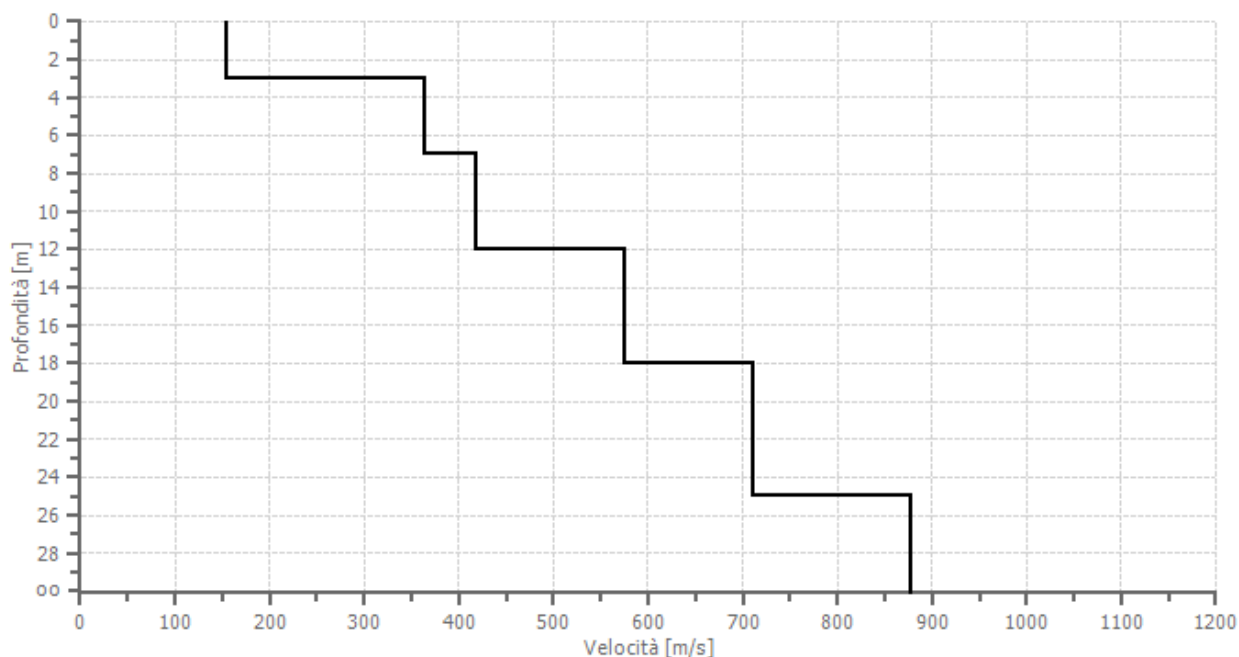


Figura 11. Profilo stratigrafico delle V_s

Noti quindi i valori di V_s dei vari orizzonti indagati è stato calcolato il valore di $V_{s,eq}$, ossia la velocità media di propagazione delle onde di taglio mediante la relazione di seguito riportata (D.M. 17/01/2018):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_{s,i}}}$$

dove:

- h_i [m]: spessore dello strato i-esimo;
- $v_{s,i}$ [m/s]: velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo;
- N : numero totale di strati;
- H : profondità del substrato, definito come formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Nella tabella 1 sono riportati i valori delle velocità registrati e la potenza degli strati corrispondenti.

V_{si} (m/s)	prof (m)	h_i (m)	h_i/V_{si} (s)
154,93	3,00	3,00	0,0194
363,47	7,00	4,00	0,0110
417,93	12,05	5,05	0,0121
575,27	18,07	6,02	0,0105
710,03	24,96	6,89	0,0097
876,71	30,00	5,04	---
			V_{seq} (m/s)
$\Sigma h_i/V_{si}$		0,0626	398,59

Tabella 1. Valori delle velocità delle onde di taglio per ciascuno strato

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{sH} , ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per depositi con profondità del substrato sismico ($V_s > 800$ m/s) inferiore a 30 m, la velocità viene calcolata considerando lo spessore degli strati posti al di sopra di tale strato. Partendo da ciò è stato ricavato un valore di $V_{s,eq}$ pari a circa 398,59 m/s ($V_{s24.96}$).

Nella figura di seguito (figura 12) sono mostrate alcune riprese fotografiche effettuate durante lo svolgimento delle attività.



Figura 12. Esecuzione indagine MASW

6.4 RILIEVI HVSR

A integrazione delle indagini è stata realizzata una campagna di registrazione dei microtremori ambientali secondo tecnica H.V.S.R., mirata all'acquisizione di elementi fruibili ai fini della risposta sismica locale. La tecnica H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è applicata e sviluppata da più di 30 anni, ma deve la sua diffusione a Nakamura (1989). Essa si basa sul rapporto spettrale delle componenti orizzontali e verticali del moto del suolo, dovuto al rumore sismico ambientale (microtremore).

Questa metodologia, nata principalmente per valutare l'amplificazione sismica di sito, è in grado di determinare le frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo (o di strutture), che corrispondono ai picchi dei rapporti spettrali tra la componente verticale e le componenti orizzontali del rumore sismico.

La natura dei picchi H/V è tuttora molto discussa, ed è opinione diffusa e convergente, da parte della comunità scientifica, che essi siano principalmente dovuti alla propagazione delle onde di Rayleigh, onde di velocità prossima alle onde S (queste ultime hanno importanti implicazioni in campo antisismico).

L'inversione vincolata ad un modello di riferimento consente, secondo numerosi studi della letteratura tecnica più recente, una buona accuratezza nella stima del $V_{S,eq}$ e nella definizione della categoria di sottosuolo ai sensi delle nuove N.T.C..

Nella fattispecie, le registrazioni del microtremore, della durata di 20 minuti, sono state effettuate mediante tromografo AMBROGEO ECHO TROMO HVSR 3, apparecchio costituito da un digitalizzatore del segnale a 24 bit e da 3 velocimetri ad alta sensibilità (frequenza naturale di circa 2,5 Hz), necessari all'acquisizione delle due componenti di microvibrazione orizzontali, appositamente orientate N-S ed E-W, e di quella verticale.

Le elaborazioni, sviluppate tramite il codice di calcolo GEOPSY permettono di individuare alcune amplificazioni primarie a frequenze variabili per ciascuno dei siti e caratterizzate da valori del rapporto h/v dell'ordine di 2 ed associabili a contrasti sismostratigrafici relativamente superficiali (tabella 2):

	H1	H2	H3
f (Hz)	7	20	11
H/V	1.4	1.8	1.9

Tabella 2. Sintesi dei risultati delle registrazioni tromografiche

In tutte e tre le registrazioni i valori del rapporto H/V non sono superiori a 2 e tale dato indica l'assenza di nette superfici di separazione tra sismostrati. I valori suggeriscono l'esistenza di passaggi relativamente sfumati tra i materiali. In tal senso, solamente il picco rilevato nella registrazione H2 appare più netto e verosimilmente legato al passaggio tra la copertura detritica e le porzioni di ammasso serpentinitico come riconosciuto nel sondaggio CUR1.

Nelle figure di seguito (figure 13 ÷ 15) sono riportate le modalità di campionamento e la sintesi dei risultati ottenuti.

Nome stazione:	HVSR1-2-3
Località:	Usseglio (TO) – Sciovvia Colle delle Lance
Strumentazione:	Ambrogeo Echo Tromo 3
Inizio registrazione:	H1: 20/05/2020 14:12 H2: 20/05/2020 14:40 H3: 20/05/2020 15:52
Canali:	Verticale – Orizzontale Nord Sud – Orizzontale Est Ovest
Lunghezza traccia:	20 min
Frequenza di campionamento:	155 Hz
Dimensione finestre:	25 s
Lisciamiento:	Konno & Omachi (40,00)
Condizioni meteo:	Cielo sereno, vento assente
Rumorosità antropica:	Passi sporadici. Su H3 esecuzione scoppi indagine MASW



Figura 13. Esecuzione rilievi HVSR

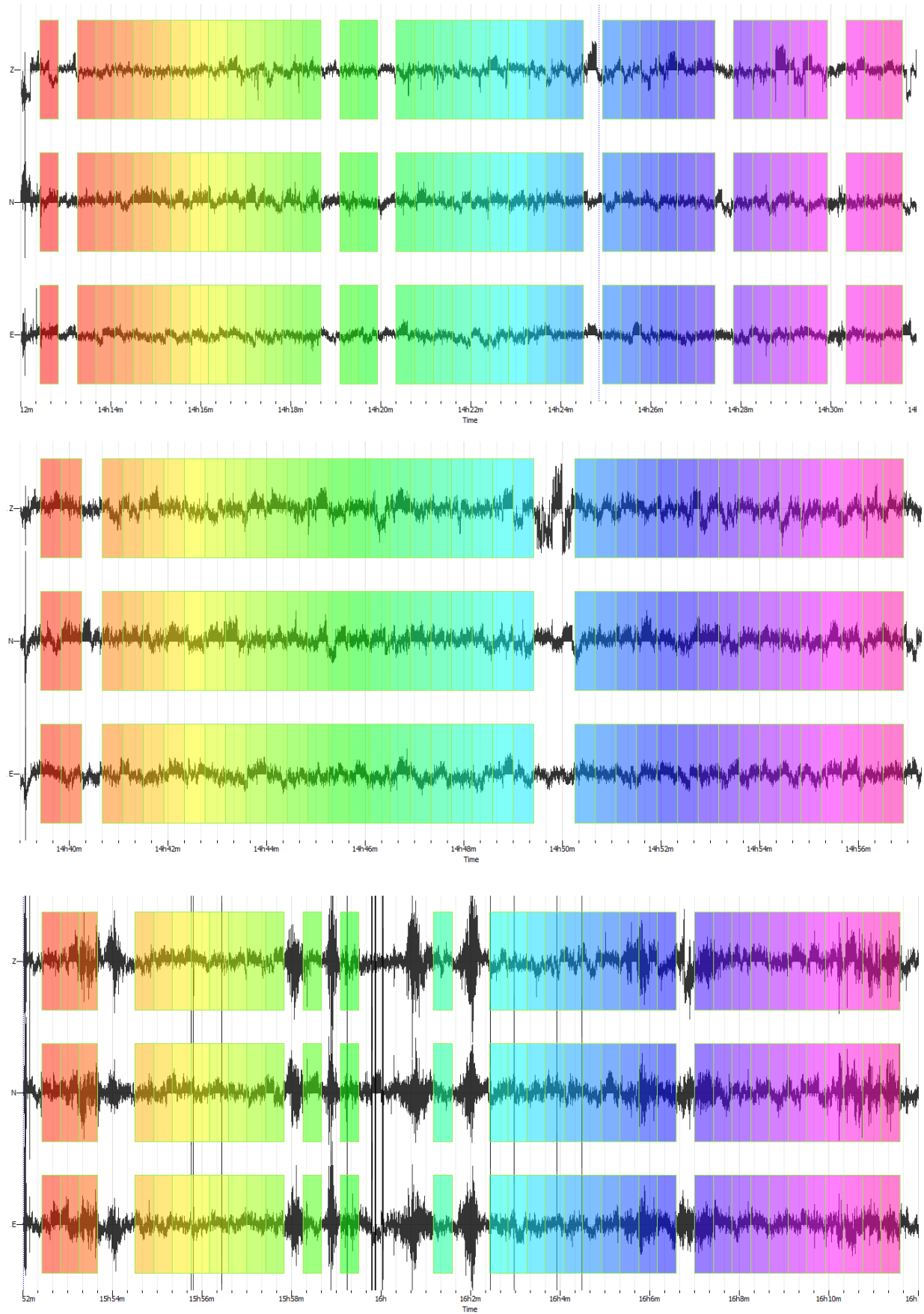


Figura 14. Sismogrammi HVSR

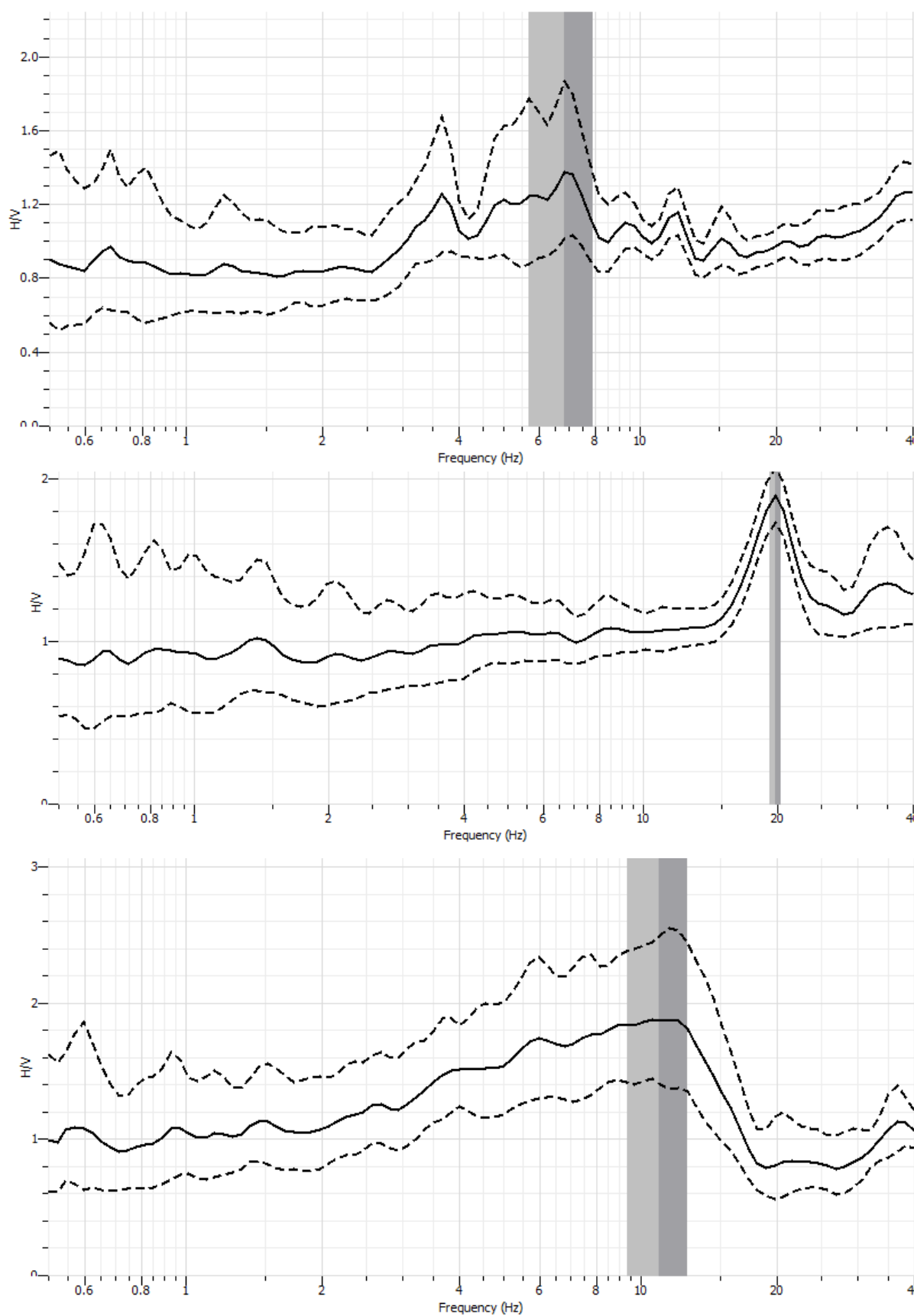
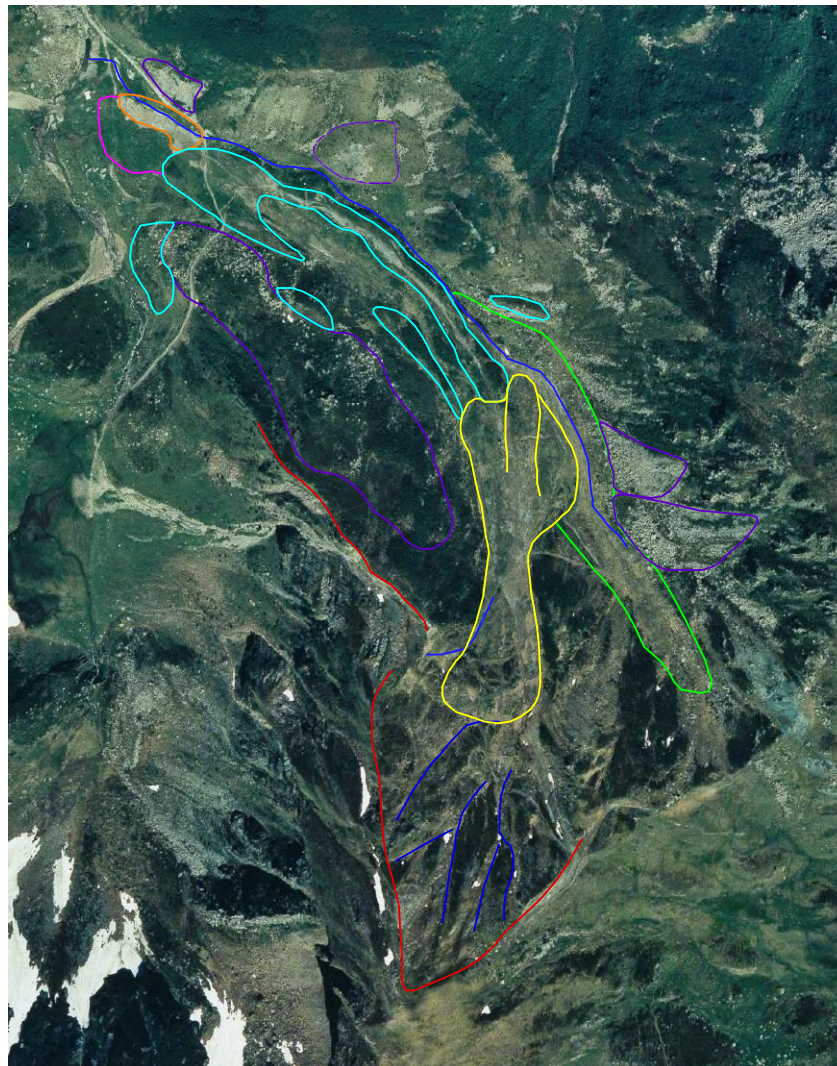


Figura 15. Sintesi dei risultati dei rilievi tromografici

7 RISULTANZE DELLA FOTOINTERPRETAZIONE

L'analisi condotta dal dott. P. Sassone e relativa agli studi effettuati nel 2010 ha evidenziato, quale elemento principale, la presenza di una forma allungata diretta S-N nel settore centrale dell'area interessata dall'impianto e riconducibile ad un accumulo gravitativo legato ad un antico processo di dissesto (figura 16). La presenza è confermata anche considerando le immagini più recenti (figura 17).

Tale fenomeno, rispetto a quanto indicato nella cartografia geologica consultata (IFFI) parrebbe legato al processo segnalato lungo il vallone principale, essendosi sviluppato in un momento successivo e ponendosi quindi al di sopra di esso.



-  Creste principali
-  Linee di drenaggio principali
-  Depositi glaciali
-  Cordoni morenici
-  Accumulo gravitativo
-  Frane di crollo e/o detriti di falda grossolani
-  Depositi dovuti a trasporto solido
-  Depositi glaciali subpianeggianti

Figura 16. Fotointerpretazione (P. Sassone, 2010)

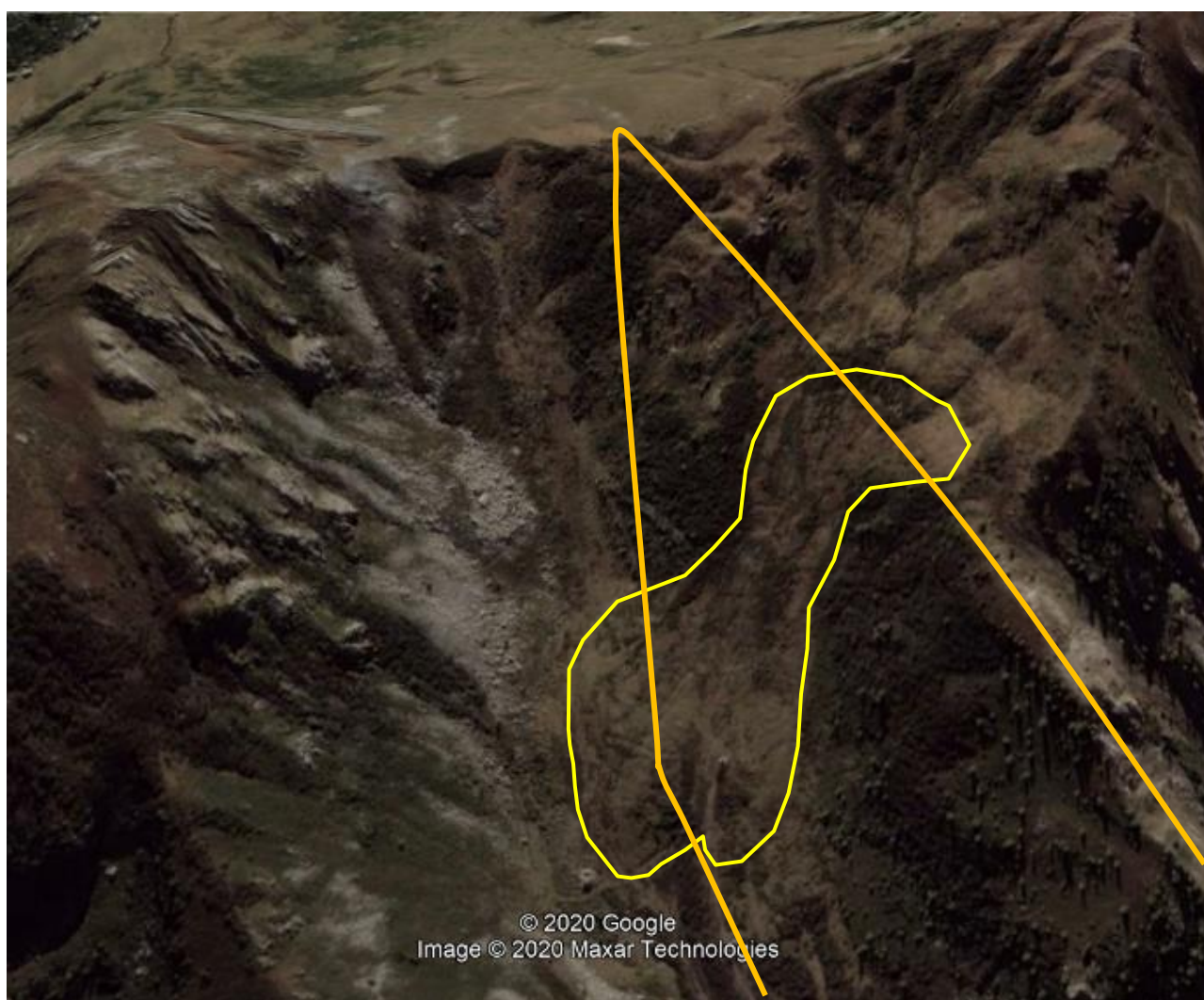


Figura 17. Delimitazione fenomeno di dissesto (Base Google Earth)

8 STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO

L'impianto di monitoraggio, messo in opera nella campagna dell'ottobre 2009, consta di:

- verticale inclinometrica I1, installata entro il sondaggio CUR1
- verticale piezometrica P1, installata entro il sondaggio CUR2

8.1 INCLINOMETRO I1

Lo strumento si pone a livello della prima curva prevista per la nuova scivovia, alla quota indicativa di 1960 m s.l.m.. Installato entro il sondaggio CUR1, è spezionabile per una lunghezza pari a 17,5 m ed è stato oggetto di due ispezioni nel 2010. La nuova ispezione è invece datata 20/05/2020 ed è stata effettuata a distanza di 10 anni dalla misura di zero del 11/05/2010.

La nuova ispezione, sebbene effettuata con un differente sistema inclinometrico (sistema Slope Indicator nel 2010, OTR nel 2020) e su tutte e quattro le guide invece che solamente su due come nel 2010, ha permesso di collezionare dati perfettamente confrontabili con quelli delle prime ispezioni.

CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE MISURE

La strumentazione utilizzata per eseguire le nuove ispezioni è costituita da un sistema inclinometrico definito dagli elementi indicati nella tabella di seguito riportata (tabella 1).

STRUMENTO	MARCA	MODELLO	S/N	DATA CALIBRAZIONE
SONDA INCLINOMETRICA BIASIALE	OTR	OG310M	375	19/07/2018
CENTRALINA ACQUISIZIONE DATI	OTR	OG397	375	19/07/2018

Tabella 1. Strumentazione utilizzata

Le principali caratteristiche del sistema impiegato sono le seguenti:

- Principio di funzionamento: Accelerometrico MEMS
- Campo di misura: $\pm 30^\circ$
- Risoluzione: 25.000 sinα
- Non linearità: $\pm 0.0057^\circ$
- Deriva Termica di F.S. $< 0.013\%/^\circ\text{C}$
- Deriva Termica di zero: $< \pm 0.002^\circ/\text{C}$
- Disallineamento tra i 2 assi: $< 1.5^\circ$
- Diametro sonda: 30 mm
- Passo sonda: 50 cm
- Corpo sonda: Acciaio INOX

Le ispezioni sono state realizzate su quattro guide e con passo di lettura di 50 cm pari al passo della sonda utilizzata, secondo le modalità descritte negli schemi di seguito riportati (figura 18).

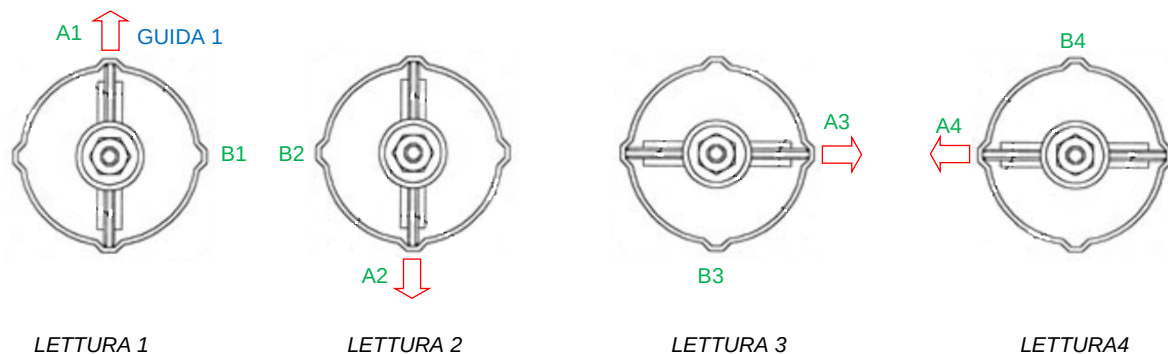


Figura 18. Schema letture

L'elaborazione dei dati è stata condotta mediando i valori rilevati secondo la sequenza riportata nello schema sottostante (figura 19).

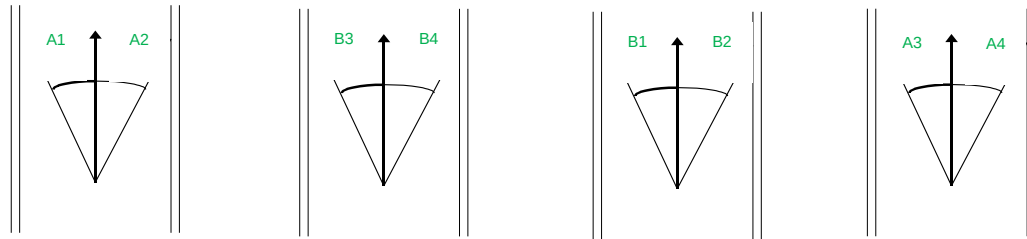


Figura 19. Sequenza di elaborazione

Il certificato di calibrazione del sistema impiegato è datato 19/07/2019. Il software utilizzato per l'elaborazione dei dati è OG309 della società OTR S.r.l..

ANALISI DATI

Nel seguito sono riportate le tavole contenenti i grafici relativi alle elaborazioni effettuate confrontando i nuovi dati con quelli rilevati nel maggio 2010 (misura di zero).

Oltre la scheda con le caratteristiche della verticale e della strumentazione impiegata (figura 20), sono allegati i seguenti grafici (figure 21 ÷ 24):

- spostamenti differenziali locali componenti X e Y
- spostamenti differenziali locali risultante e azimuth
- spostamenti differenziali integrali risultante e azimuth
- spostamenti differenziali integrali su diagramma polare

I nuovi dati evidenziano spostamenti differenziali locali anomali nel tratto più superficiale dello strumento, limitatamente ai primi 2 metri della verticale inclinometrica.

In questa porzione dello strumento le deviazioni rilevate rendono manifesti picchi di spostamento via via maggiori verso la superficie dove raggiungono valori massimi dell'ordine dei 4 mm. La deformata totale traduce i singoli contributi in uno spostamento differenziale integrale di circa 13,7 mm con direzione N310.

Per la restante porzione della verticale inclinometrica non si evidenziano deviazioni degne di nota. I valori di spostamento calcolati risultano infatti modesti e contenuti entro il range di errore che caratterizza la strumentazione impiegata per le misure.

La morfologia delle curve elaborate testimonia la deformazione occorsa alla parte più superficiale della colonna inclinometrica. I primi due metri della verticale si mostrano leggermente deviati rispetto all'originaria posizione ed inclinati verso il fondovalle. L'entità della deviazione è estremamente contenuta e si traduce in uno spostamento della testa dello strumento verso il fondovalle di poco meno di 14 mm. Le curve non suggeriscono l'esistenza di un vero e proprio piano di scivolamento quanto, piuttosto, di un fenomeno di creeping in grado di trascinare la parte sommitale della verticale laddove definita entro i terreni coinvolti nel fenomeno di endemica instabilità che qui pare interessare le coltri detritiche nelle porzioni più superficiali.

8.2 PIEZOMETRO P1

Lo strumento si ubica a livello della seconda curva prevista per il nuovo impianto risalendo il pendio. Installato entro il sondaggio CUR2 il piezometro è di tipo a tubo aperto, fenestrato per una significativa porzione del suo sviluppo. Oggetto di ispezione in concomitanza dei rilievi condotti sull'inclinometro ha evidenziato la presenza della falda freatica a 16,95 m di profondità da t.t.. Nell'insieme, solamente in due delle tre ispezioni sinora effettuate è stata riconosciuta la presenza della falda. I valori della soggiacenza sino ad oggi misurati sono riportati nella tabella di seguito (tabella 3).

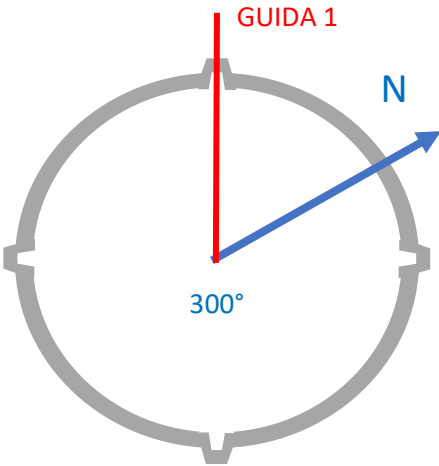
DATA RILIEVO	11/05/2010	14/12/2010	20/05/2020
SOGGIACENZA (m)	17.50	---*	16.95

Tabella 3. Andamento della soggiacenza. * Asciutto

Il nuovo dato si mostra in linea con quanto colto in passato rendendo manifesto lo stazionare della superficie freatica nel periodo primaverile nell'intorno dei 17 m di profondità dal p.c..

DOTT. GEOL. MASSIMO CECCUCCI	LETTURA INCLINOMETRICA TUBO: 11 COMMITTENTE: BBE SRL CANTIERE: SCIOVIA COLLE LANCIA	LETTURA DI ESERCIZIO N 2 DATA: 21/05/2020
INCLINOMETRO Orient.: VERTICALE Lungh. (m): 17,5	UBICAZIONE Latitudine: 45.209364 Quota: 1960 m s.l.m. Longitudine: 7.233410	Azimut guida di riferimento: N300

STRUMENTO	MARCA	MODELLO	S/N	ULTIMA TARATURA
SONDA INCLINOMETRICA	OTR	OG310M	375	19/07/2019
CENTRALINA	OTR	OG397	375	19/07/2019
CAVO	OTR	OG397 50m	375	19/07/2019

							
Uso Prolunga: SI		Uso Strozzacavo: SI		Temperatura: 20 °C		OPERATORE: M. Ceccucci	
LETTURA UTILE: 17.5 m		LIVELLO ACQUA: 15.5 m		PASSO MISURA: 50 cm		VERSO LETTURA: DALL'ALTO	
Passo Misura (cm) 50		Costante (K) trasformazione letture: $25000 \sin \alpha$					

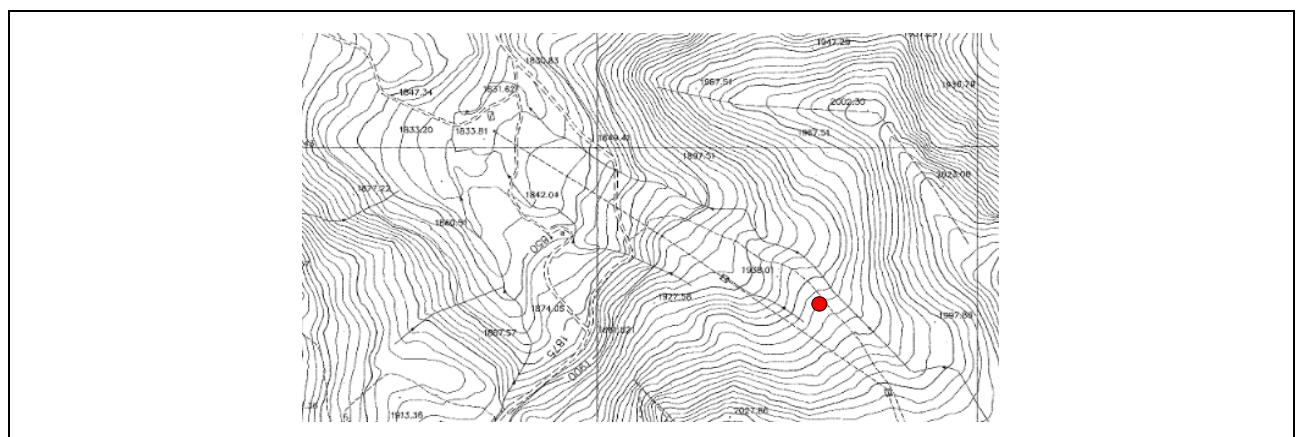


Figura 20. Caratteristiche inclinometro e sistema di misura

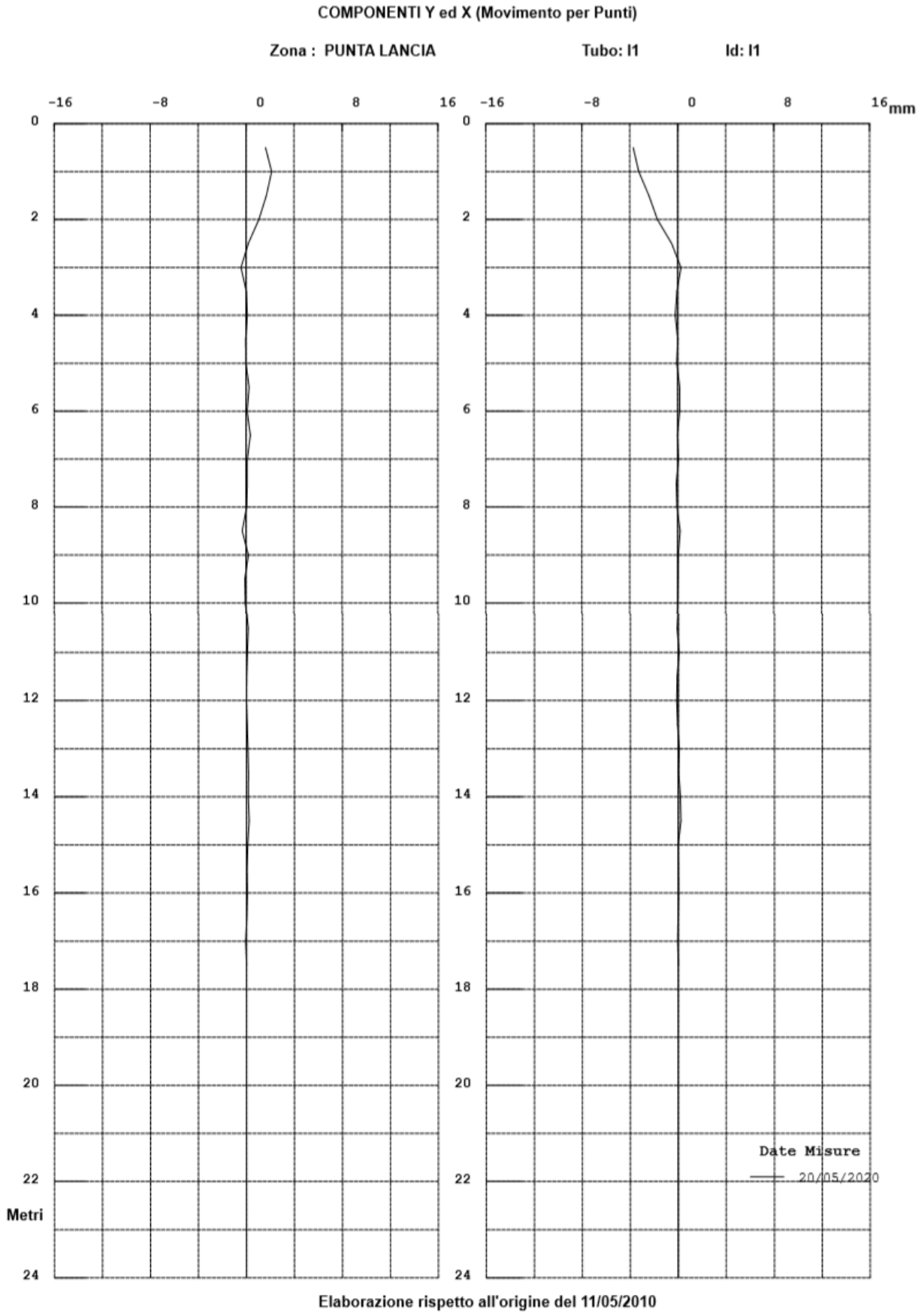


Figura 21. Spostamenti differenziali locali

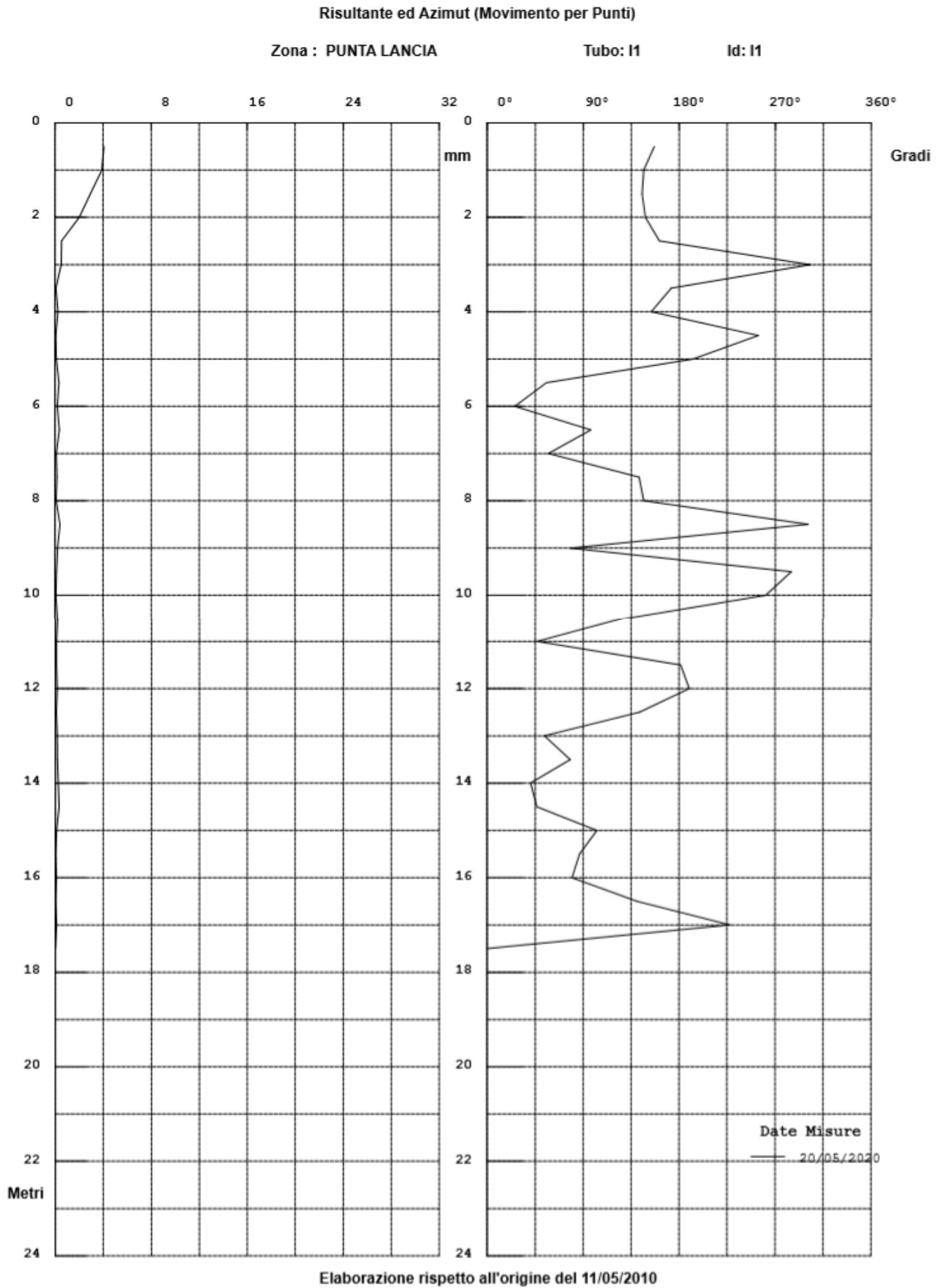


Figura 22. Spostamenti differenziali locali risultante

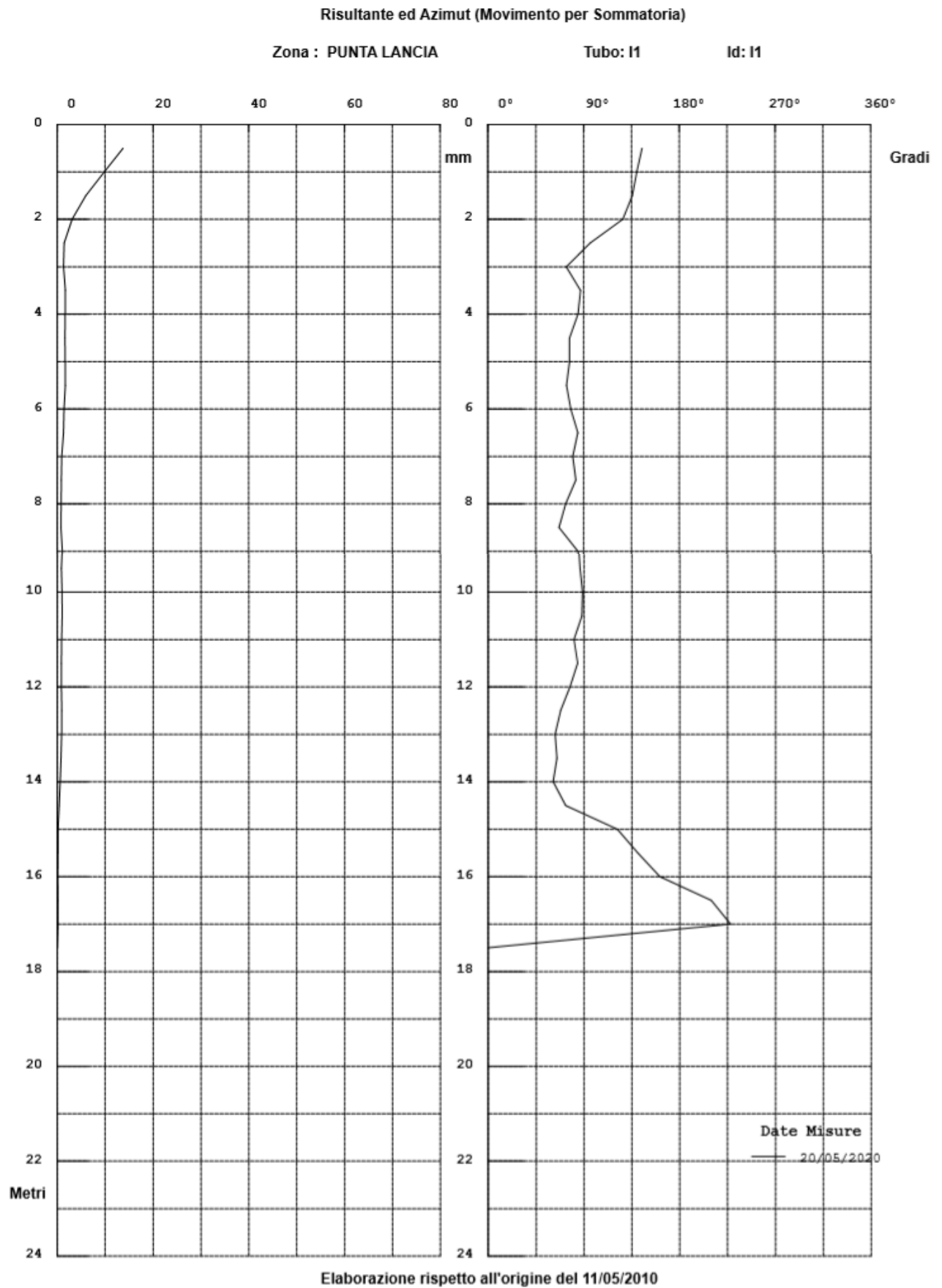
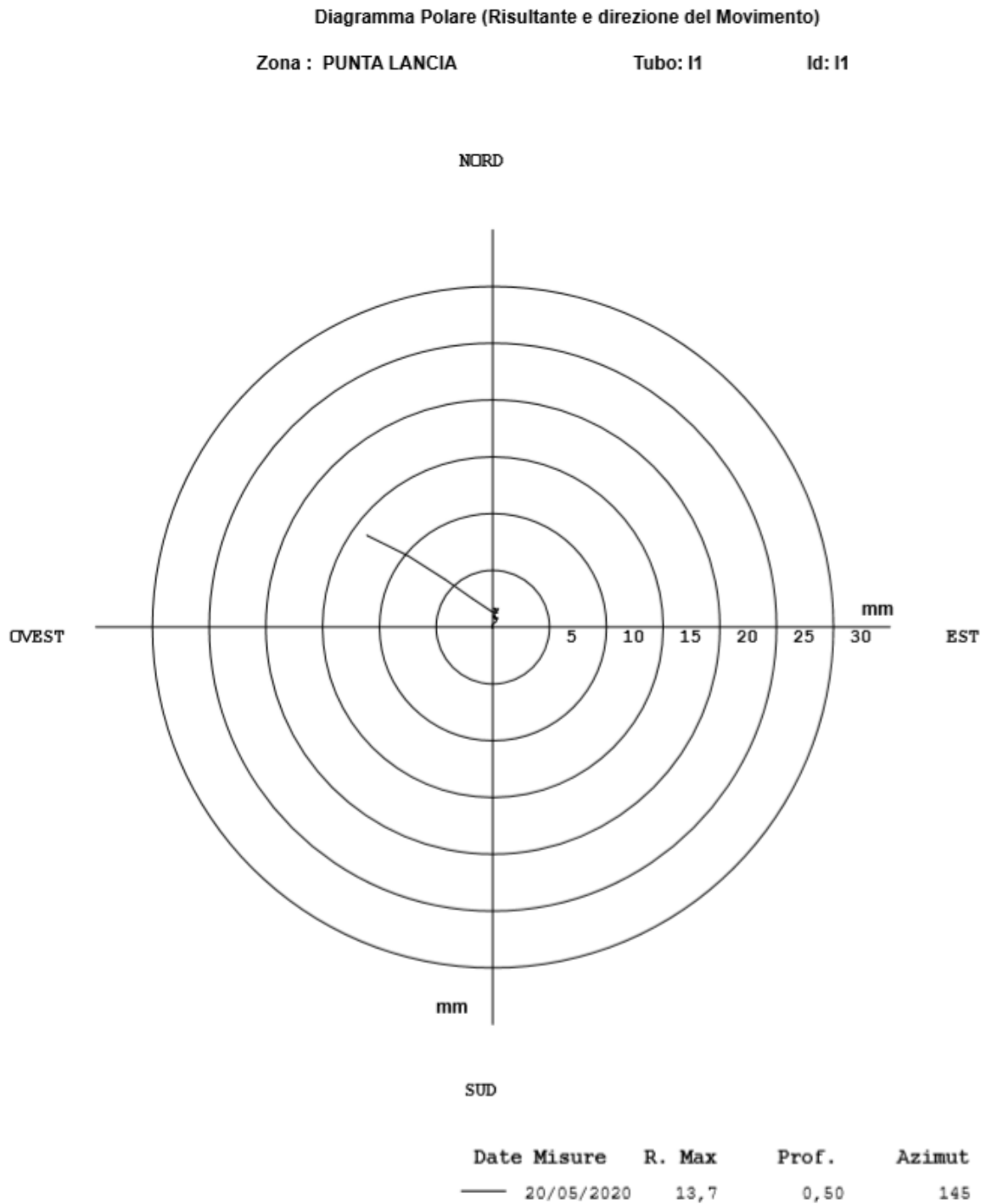


Figura 23. Spostamenti differenziali integrali



Elaborazione rispetto all'origine del 11/05/2010

Figura 24. Diagramma polare

9 RILEVAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO

Parte delle informazioni qui riprese sono la sintesi dei sopralluoghi e degli studi condotti nelle varie fasi delle consulenze fornite alla stazione sciistica di Usseglio.

Questi attualmente permettono di disporre di una conoscenza adeguata delle problematiche geologiche e geotecniche locali.

Segnatamente, già dal 2004 e in successive occasioni erano stati effettuati dei dettagliati sopralluoghi lungo il tracciato dell'impianto scivola delle Lance, in ottica di valutare la fattibilità della riprogettazione e rifacimento dello stesso; erano stati anche verificati i luoghi interessati potenzialmente dalle opere costituenti l'impianto di innevamento, non oggetto della presente, al fine di verificare le condizioni di fattibilità dell'intervento, in particolare in ordine alle problematiche poste dalla ubicazione e realizzazione dei plinti di fondazione della stazione di partenza, arrivo e dei pali di linea, ricadenti in zone problematiche.

In particolare, furono effettuati rilievi geologici-geotecnici di terreno preliminari circa l'assetto geomorfologico-geotecnico locale al fine di evidenziare la presenza di eventuali fenomeni di dissesto presenti o condizioni predisponenti dissesti. La presente indagine è stata integrata nel luglio 2005, attraverso un dettagliato rilevamento geologico-geomorfologico di aggiornamento del settore oggetto di studio. Ulteriori indagini sono state effettuate nell'estate-ottobre 2009 all'atto dell'esecuzione dei carotaggi sui punti di fondazione delle opere di maggior impegno. In tale sede sono stati eseguiti tre carotaggi rispettivamente da 15/18/20 m, di cui due strumentati. In ultimo sono da menzionare i sopralluoghi condotti dallo scrivente nel 2020.

Allo scopo di illustrare schematicamente l'assetto strutturale e geomorfologico del versante è stata redatta una cartografia relativa all'intero settore montuoso ove verrà realizzato l'impianto.

La tavola geologica allegata alla presente redatta utilizzando sia la base cartografica CTR della Regione Piemonte sia rilievi topografici specifici, fornisce gli elementi morfologici caratteristici che permettono di illustrare compiutamente l'assetto geologico-geomorfologico dell'area.

La cartografia riporta le forme del modellamento relative alla dinamica del reticolo idrografico superficiale, alla idrogeologia ed ai fenomeni legati alla dinamica gravitativa e glaciale. Sono stati inoltre riportati gli elementi di carattere prettamente geologico quali gli affioramenti principali e le loro caratteristiche geostrutturali.

In particolare, per quanto concerne la stabilità dei versanti, l'insieme dei dati suggerisce una realtà sensibilmente differente per quanto concerne i grandi movimenti gravitativi di versante, rispetto a quelle che erano le conoscenze ottenute dai soli dati di terreno in carenza di riprese aeree.

Ciò ha permesso di definire con maggiore qualità cartografica l'estensione di depositi franosi molto estesi o di perfezionare la perimetrazione di depositi glaciali da un punto di vista privilegiato.

Da questo punto di vista le fenomenologie gravitative attivatesi polifasicamente sui depositi glaciali del Vallonet e del vallone delle Lance appaiono meglio valutabili e caratterizzabili anche nei dettagli.

Gli affioramenti rocciosi più significativi osservati sono quelli presenti sulla cima della Punta Lunella e Colle Lance e sul suo versante settentrionale.

Dall'analisi di tali affioramenti si è potuta individuare la presenza di un substrato prasinitico, serpentinoso e calcescistoso avente una giacitura immergente verso N-NE, dovuta alla scistosità regionale, localmente ripiegata da strutture isoclinali aventi piani assiali sub-paralleli alla scistosità regionale.

All'interno delle depressioni morfologiche sono predominanti invece i depositi glaciali, variamente rielaborati da agenti morfogenetici ritenuti attivi, ma che comunque mantengono le forme originarie.

10 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA

Come già evidenziato, lo studio condotto è stato svolto mediante indagini di terreno ed osservazione di foto aeree ed integrato dalle informazioni rilevate nell'ambito della realizzazione di sondaggi geognostici, pozzetti ispettivi. A questi dati si aggiungono le informazioni collezionate attraverso l'esecuzione di indagini sismiche e dei risultati delle attività di monitoraggio condotte sull'impianto messo in opera lungo il versante.

L'insieme dei dati ha evidenziato come le opere dell'impianto interessino un settore in buona parte morfologicamente attivo ed interessato dalla presenza di depositi glaciali relativi alla porzione alta del ghiacciaio Vallonet associati ad accumuli gravitativi, accumuli detritici di versante, depositi alluvionali recenti ed attuali e conoidi attive.

Nella carta e nelle sezioni geologiche e geomorfologiche (elaborati ST122-20_RICDL_GE_D_11.2_0 e ST122-20_RICDL_GE-D_11.3_0) sono riportati tutti gli elementi geologici e geomorfologici dell'area e quali siano i loro rapporti.

Si osserva, innanzitutto, che i settori privi o con limitate interferenze geomorfologiche si concentrano nelle zone rilevate. In tali settori verranno realizzati tratti significativi del ramo di salita e di discesa e la stazione di arrivo. Di contro, la porzione centrale del vallone e i pendii sono caratterizzati da un'attività geomorfologica più o meno recente.

I processi di natura gravitativa sono i principali agenti morfologici. Essi interessano quasi totalmente gli accumuli di natura glaciale, ovvero cordoni morenici, depositi di fondo, di ablazione.

L'effetto più evidente è un grosso corpo di frana che si estende a partire dalla parte alta del vallone (circa da quota 2150 m s.l.m.) e si sviluppa fino a circa 1950 m s.l.m.. Nella parte bassa questi si sono appoggiati sui cordoni morenici che caratterizzano la parte mediana del vallone.

Questo fenomeno ha coinvolto depositi glaciali tendenzialmente fini; proprio questi ultimi, presenti in corrispondenza del circo glaciale e evidentemente non coinvolti dal franamento, sono ancora in posto oltre quota 2150 m e possono presentare una certa propensione al dissesto, in particolare in occasione di eventi meteorici intensi che ne favorirebbero il colamento e lo scivolamento sfruttando livelli particolarmente fini, quasi argillosi, che al momento affiorano proprio in quel settore (tipologia molto simile a quelli costituenti l'orizzonte di scivolamento basale nella frana del "Lago Verde").

Dai versanti laterali, invece si sono sviluppate falde di detrito più o meno grossolane e anche esse si poggiano su depositi e sulle forme glaciali sottostanti.

In modo comunque generalizzato, le coltri, per uno spessore circa metrico, localmente anche più, sono interessate da fenomeni di creeping, soliflussi e geliflussi, come evidenziato dai dati raccolti sull'inclinometro I1 installato nel sondaggio CUR1 dove nell'arco temporale di 10 anni si è prodotto un movimento della porzione del suolo e sino a circa 2 m di profondità dal p.c. stimabile in circa 14 mm.

Anche a livello del reticolo idrografico sono evidenti i segnali testimonianti l'attività geomorfologica in atto. In particolare, nella zona limitrofa alla progettanda stazione di partenza, con evento parossistico nell'ottobre 2000, è presente un settore interessato da deposizione di materiali detritici fluidificati.

Il substrato roccioso che interessa il settore analizzato non presenta alcuna permeabilità primaria per porosità in quanto trattasi di rocce cristalline metamorfiche.

Solo per permeabilità secondaria dovuta a fessurazione, talora più pervasiva, si possono osservare fenomeni di concentrazione e infiltrazione idrica. L'incisione del settore Vallonet-Lance tuttavia determina in parte una possibile azione drenante di eventuali circolazioni profonde per fessurazione, creando locali piccole scaturigini stagionali che possono essere state oggetto di locale captazione in passato.

I depositi detritici superficiali, per contro presentano una discreta permeabilità per porosità, svolgendo un'azione drenante delle acque di neve e di pioggia.

Per quanto riguarda l'area subpianeggiante ove verrà realizzata la stazione di partenza, nel foro di sondaggio la falda è stata individuata a 6 m dal p.c.. Tale settore è quello più propenso a presentare problematiche di falda in quanto situato nella zona più depressa che presenta lateralmente due impluvi drenanti il bacino delle Lance e quello di Punta Lunella; nelle stagioni piovose è probabile un innalzamento del livello di falda.

In corrispondenza di CUR2 il piezometro ha evidenziato la presenza di acqua nella stagione primaverile nell'intorno dei 17 m risultando, di contro, asciutto nell'unico rilievo condotto in inverno; tale informazione evidenzia la presenza di infiltrazioni profonde che, in occasione di eventi meteo intensi e prolungati, possono portare ad un'accentuazione di falda e costituire, come meccanismo tipo, le basi per destabilizzare i terreni soprastanti.

Gli ultimi rilievi di terreno, congiuntamente alla fotointerpretazione, analizzati a seguito delle risultanze dell'indagine geognostica rappresentata dai 3 sondaggi a carotaggio continuo, ha permesso di definire e reinterpretare un assetto geomorfologico parzialmente differente rispetto ai progetti precedenti.

In particolare, si è individuata la presenza di un importante accumulo gravitativo di materiali (verosimilmente di natura glaciale) staccatosi dalla parte alta del vallone delle Lance, poggiante su forme e depositi di natura glaciale preesistenti. Ciò trova conferma sia da quanto è emerso dai sondaggi sia dalla geometria del corso del rio che scende dal ramo sinistro del vallone delle Lance.

Uno degli indizi a supporto viene dall'osservazione di presumibili suoli ossidati posizionati al di sotto dei depositi gravitativi riscontrabile nel sondaggio CUR2 a quota 2080 m.

Inoltre, nella parte alta del vallone vi sono ancora depositi glaciali dall'instabilità latente ed è stato inoltre individuato l'andamento indicativo della nicchia di distacco del suddetto fenomeno.

Anche nei pressi della stazione di partenza, a causa della vicinanza con il rio di fondovalle, vi è una situazione di dissesto collegata a potenziali fenomeni di trasporto solido/detritico la cui ultima attivazione risale all'alluvione 2000.

Tali elementi costituiscono quindi un fattore di possibile penalizzazione dal punto di vista della stabilità dei materiali su cui si prevede di poggiare le fondazioni delle opere. Ne deriva una penalizzazione geotecnica generalizzata (per il ramo in salita) nel settore compreso tra la stazione di partenza e la quota indicativa di m 2090 (ove è presente il passaggio alla roccia), per la quale in sede di progettazione viene consigliato di assumere le debite precauzioni e provvedimenti tecnici adeguati.

In sintesi, stando l'insieme delle indicazioni formulate, nel seguito si riportano con maggior dettaglio le caratteristiche geologiche della linea suddivise per tratti utilizzando i diversi rami di salita come riferimento.

TRATTO DI SALITA

- AV-R2: depositi glaciali e potenziali fenomeni di trasporto solido e deposito di materiali fluidificati dovuti ad eventi meteorici intensi
- R2-R10: depositi glaciali interessati da soliflussi/geliflussi della coltre superficiale rappresentata da depositi glaciali; dal punto di vista morfologico, in questo tratto l'impianto si sviluppa all'incirca su un cordone morenico;
- R10-R14: accumulo gravitativo di depositi glaciali con indizi di soliflussi superficiali e potenzialmente interessati da ruscellamenti durante gli eventi meteorici più intensi; tale accumulo si sovrappone su preesistenti depositi e forme di natura glaciale dei quali risulta difficile, al momento, stabilirne la stabilità;
- R15-AM: substrato di prevalenti calcescisti ricoperti localmente da un orizzonte di materiali detritico-colluviali.

TRATTO DI DISCESA

- AV ÷ 1: depositi glaciali parzialmente interessati da soliflussi nei pressi del sostegno 1;
- 1 ÷ 3: detrito di falda a blocchi anche metrici su substrato cristallino;
- 4 ÷ 5: substrato cristallino di prevalenti serpentiniti e calcescisti;
- 5 ÷ 7: substrato cristallino di serpentiniti e calcescisti ricoperto da un orizzonte di depositi detritico colluviali;
- 7 ÷ AM: i piloni sono poggiati su substrato di prevalenti calcescisti, la linea sospesa attraversa una valle di depositi glaciali interessati da più dissesti sia gravitativi sia idraulici.

11 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE E SISMICHE

11.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le opere in progetto interesseranno principalmente le porzioni superficiali dei terreni presenti costituiti essenzialmente da depositi di origine glaciale e subordinatamente da coperture eluvio-detritico-colluviali o da porzioni di ammasso roccioso.

Lo scavo di fondazione di tali opere normalmente raggiungerà almeno la profondità di 1,0-1,5 m circa, per cui sarà possibile non individuare i livelli di depositi glaciali di fondo sottostanti, e – a tratti – di scadente qualità geotecnica. Appare comunque opportuno verificare la loro presenza punto per punto al fine di evitare di localizzare la fondazione su tali orizzonti che potranno dare luogo a consistenti cedimenti della fondazione. In tali fasi di lavoro sarà da adottarsi la massima attenzione circa i terreni attraversati dagli scavi, le eventuali infiltrazioni e la stabilità complessiva, in corso d'opera ed in esercizio di scavi e riporti.

Ove le fondazioni interessino depositi glaciali di potenza rilevante (si veda l'elabora delle sezioni geologiche) si prescrive la realizzazione di fondazioni indirette mediante pali/micropali) anche da realizzarsi "a cavalletto" al fine di aumentarne la tenuta.

Dalle analisi geotecniche svolte sono state delineate le linee di indirizzo progettuali di base per tali operazioni, dalle quali si desume, ai sensi DM 11/03/1988 e DM 17/01/2018, il sufficiente grado di stabilità ove si adottino le pendenze e le geometrie di progetto. In sede di progettazione esecutiva, si dovrà effettuare idonea verifica di stabilità dell'insieme opere-terreno come da progetto finale validato dalla CdS.

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere in progetto, in assenza di indagini dirette, facendo riferimento all'esperienza acquisita in contesti simili nelle aree limitrofe, si riporta a seguire una caratterizzazione geotecnica dei terreni superficiali presenti nell'area in studio. Si rimarcano a tal proposito le difficoltà logistiche ed operative che - in ampi settori - non hanno consentito l'esecuzione di indagini geognostiche più approfondite rispetto ai semplici scavi geognostici di verifica effettuati nell'intorno dell'area, come riportato in cartografia.

È possibile attribuire indicativamente, in assenza di specifiche prove ed in base a comparazione con materiali a simili caratteristiche, i seguenti valori ai parametri geotecnici caratteristici (da Hoek e Bray) opportunamente rivisti e contestualizzati, con codice conforme alle cartografie prodotte (tabella 3).

LITOLOGIA	ID	Peso specifico Secco γ_d (KN/m ³)	Peso specifico Saturato γ_s (KN/m ³)	Angolo Attrito φ (°)	Coesione c (kPa)
Terreno Superficiale	CL	16	18	24	0
Depositi Glaciali	DgV DC	18	20	28	100 (0 a lungo termine)
Depositi Glaciali fini/argillosi di fondo	DgL	16	19	26 (0 per idratazione)	20 (0 a lungo termine)
Detrito medio-grossolano	DT	20	23	30	0
Substrato Affiorante (Ammasso Roccioso)	a-b	26	26	38	200

Tabella 3. Parametri geotecnici delle unità riconosciute

11.2 CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO

In riferimento a quanto indicato nella vigente normativa per quanto attinente alla definizione dell'azione sismica di progetto e sulla base di quanto emerso dalle indagini e dalle osservazioni condotte, cautelativamente, possono distinguersi le seguenti differenti casistiche (tabella 4).

Stazione di Partenza		B
Sostegno Linea Salita	1 ÷ 10	E
	11 ÷ 15	E
	16 ÷ 19	A
Stazione di Monte		A
Sostegni Linea Rientro	1	B
	2 ÷ 3	B
	4 ÷ 8	A

Tabella 4. Categorie del sottosuolo

In tal senso, le differenti tipologie di profili sismostratigrafici considerano (D.M. 17/01/2018 Tab 3.2.II):

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

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.

Categoria C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Categoria D: Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

Categoria E: Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

11.3 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

In riferimento a quanto indicato nella vigente normativa per quanto attinente alle caratteristiche della superficie topografica alle seguenti differenti casistiche (tabella 4).

Stazione di Partenza		T2
Sostegno Linea Salita	1 ÷ 14	T2
	15 ÷ 19	T3
Stazione di Monte		T3
Sostegni Linea Rientro	1 ÷ 7	T2
	8	T3

Tabella 5. Condizioni topografiche

In riferimento a quanto indicato nella vigente normativa (D.M. 17/01/2018 Tab 3.2.III) tali ambiti considerano:

- Categoria T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
- Categoria T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$

12 CONSIDERAZIONI SULLA PROBABILITÀ DI OCCORRENZA AMIANTO

Nella figura di seguito, figura 25, è riportato uno stralcio della cartografia di Mappatura delle litologie con probabilità di occorrenza di minerali di amianto naturale in Piemonte redatta dall'ARPA Piemonte. In essa sono state definite 5 classi di probabilità di occorrenza amianto (POMA) con la prima a più alta probabilità e la quinta a bassa probabilità.

Stando le indicazioni formulate il settore interessato dal nuovo impianto interesserà litologie inserite nella Classe di probabilità medio-bassa POMA 4 (Figura 25).

Essa è costituita da calcescisti che molto frequentemente includono lenti e/o corpi di metabasiti e ultrabasiti. Di per sé queste litologie hanno una composizione mineralogica che non consente lo sviluppo di minerali di amianto, tuttavia nelle zone di contatto tettonico tra questi litotipi e le lenti e/o corpi di rocce amiantifere sono spesso presenti mineralizzazioni amiantifere. Pertanto, per queste litologie la probabilità di presenza di amianto è legata all'elevata possibilità di rinvenire al loro interno diffuse lenti e/o corpi di rocce amiantifere.

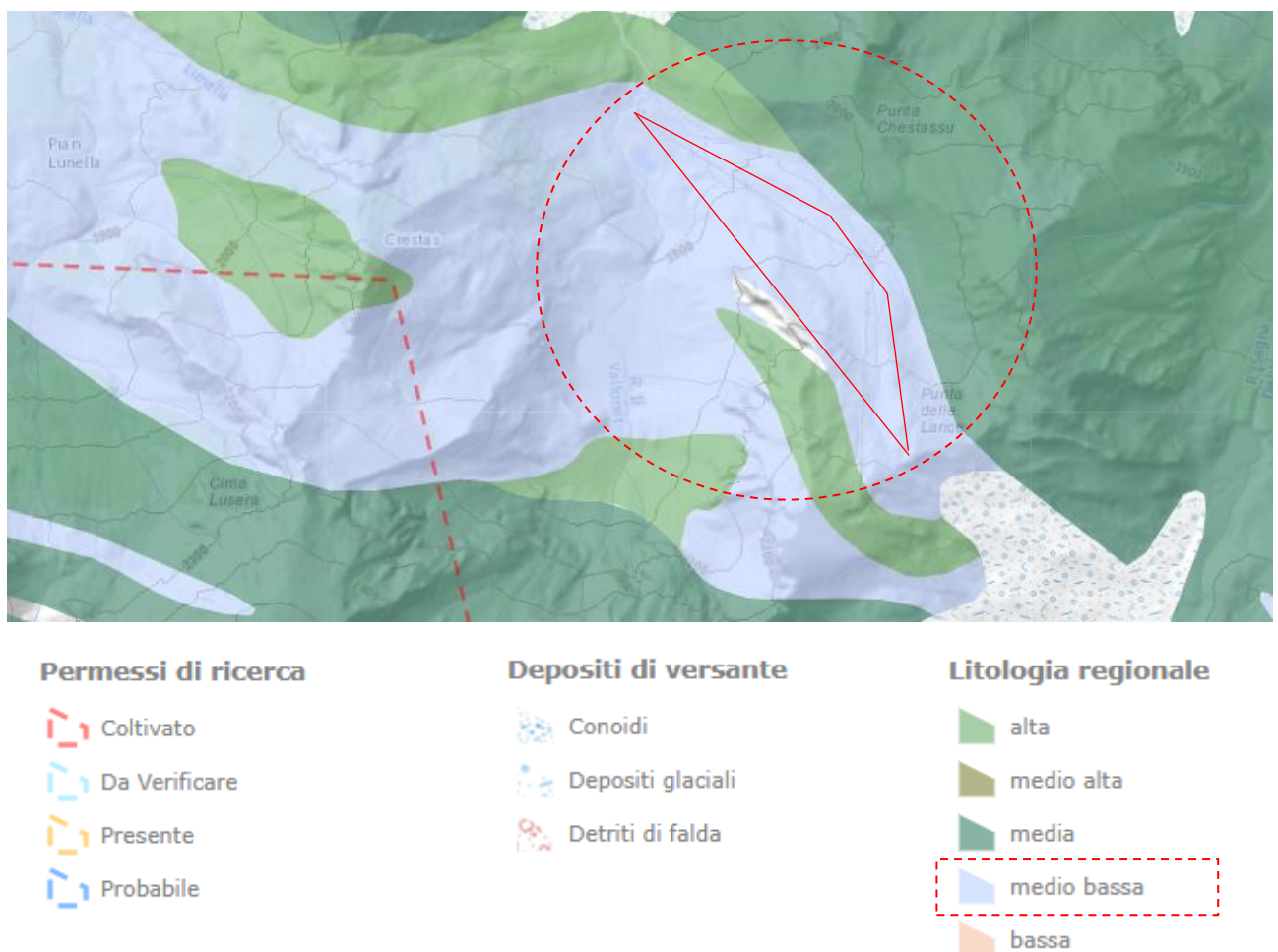


Figura 25. Classificazione della probabilità di occorrenza amianto (ARPA Piemonte)

Sebbene in fase di studio non siano visivamente state riconosciute litologie caratterizzate da fasi mineralogiche amiantifere, la presenza di serpentiniti segnalate essenzialmente nel settore interessato dalla linea di rientro, sarà elemento da considerare in fase esecutiva nell'ambito della realizzazione delle lavorazioni necessarie per la definizione delle opere di fondazione dei sostegni di linea. In questi frangeti, qualora emerga la presenza di amianto naturale si dovrà procedere adottando tutte le cautele necessarie per evitare il rischio di diffusione di fibre e per rendere sicuri i luoghi di lavoro.

13 CONSIDERAZIONI DI INDIRIZZO TECNICO-ESECUTIVO

Lo studio ha evidenziato come il contesto geologico geomorfologico in cui si intende operare presenti limitazioni particolari, in linea con l'ambiente montuoso e la sua natura glaciale che lo contraddistinguono.

In tal senso, gli interventi in progetto dovranno attestarsi alla massima cautela e attenzione alla mitigazione delle criticità evidenziate.

Si sottolinea come le opere in esame rivestano un carattere non permanente essendo la vita tecnica dei manufatti limitata a periodi ben definiti dalle norme di legge. In tale ottica, l'intervento, ove realizzato a regola d'arte e secondo le prescrizioni, risulta compatibile con il severo contesto geomorfologico.

La previsione dei movimenti terra sarà da valutare con attenzione limitandoli allo stretto indispensabile ed evitando che in fase esecutiva si producano variazioni rispetto a quanto in progetto.

Tra le raccomandazioni generali più ovvie che è possibile ricordare vi è quella di posare le fondazioni delle strutture (rilevati e fondazioni in c.a.), ove possibile, direttamente su un piano d'imposta costituito dal substrato omogeneo e compatto che, nel caso in questione, appare mascherato sotto uno strato di coltre detritica di potenza variabile.

In caso di locali situazioni, accertate in fase esecutiva - di carenze geotecniche locali dei terreni - sarà obbligatoriamente da valutare l'adozione di fondazioni su pali e micropali, oltre a sistemi artificiali di miglioramento del piano di appoggio. In particolare, tale previsione sarà da adottarsi per i sostegni della linea, scegliendo di utilizzare pali/micropali spinti almeno sino a - 9 m dal piano di fondazione per i sostegni principali della linea ovvero per le fondazioni CUR1, CUR2. Per i sostegni della linea meno sollecitati si prevedano ancoraggi a profondità non minore di - 6 m da p.c..

In fase costruttiva sarà possibile valutare la migliore tecnica, che sin da ora appare quella di realizzare perfori di diametro non minore a 200 con martello fondo foro montato su braccio di perforatrice semovente, con inclinazione a cavalletto di 5/15° da distribuire a raggera lungo il perimetro di fondazione.

Si tenga in considerazione l'eventuale riscontro di acque di infiltrazione che dovessero evidenziarsi nell'ambito della coltre detritica, prevedendo opportuni dreni di allontanamento; inoltre occorre evitare che successivamente all'intervento si vengano a creare ruscellamenti concentrati di acque superficiali meteoriche diretti verso opere o zone sensibili.

In fase di esecuzione di pozzetto geognostici in fase pre-esecutiva e degli scavi di fondazione successivi si ritiene necessaria la supervisione geologica - geotecnica, in stretta collaborazione con il progettista dell'opera e del Direttore Lavori, al fine di verificare direttamente le caratteristiche puntuali del substrato e, nel caso di ulteriori pozzetti geognostici, definire la tipologia e profondità ultima di fondazione in relazione ai parametri geotecnici rilevati e/o stimati in situ.

A completamento ed integrazione di quanto sopra esposto risulta inoltre opportuno prevedere alcuni interventi di mitigazione delle criticità:

- 1) con la finalità di agevolare il deflusso delle acque al di fuori della zona di intervento e i ristagni che possano favorire l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo e favorire l'ammaloramento delle strutture sepolte sarà necessario predisporre la regimazione superficiale e profonda delle acque meteoriche che attualmente possono scorrere liberamente lungo le aree interessate dagli interventi. Le regimazioni previste dovranno essere realizzate con la massima cura e dimensionando le sezioni per eventi estremi, non escludendo l'uso di sistemi antischiacciamento tipo Spirodren disponibili in vario diametro ($\varnothing$ 250, 400, 600 mm) o di tipo Gabbiodren (min. 30x50 cm), di facile movimentazione e posa in opera. Si ricorda che i tubi dreni tradizionali in PVC presentano, pur in condizioni di posa in opera normale, comunque una vita tecnica limitata;
- 2) nel corso degli scavi si dovrà porre la massima attenzione alla stabilità dei fronti evitando di intervenire con scavi aperti nei periodi piovosi, demolendo le porzioni pericolanti e adottando tutte le cautele per la stabilità delle opere e degli scavi. Si consiglia di rispettare il parametro di angolo di scavo e riporto pari a non oltre 26° di inclinazione, in particolare per l'angolo di scarpa finale. Nel caso in cui si eccedano tali pendenze o l'apertura dello scavo si protragga nel tempo (e in stagioni piovose-nevose) si valuti la possibilità di rivestimento, armatura scavi e drenaggio, ancorché temporaneo. Si valuti inoltre la possibilità di eseguire consolidamenti anche

- permanenti quali ad esempio: contenimenti a gravità, armature, controventature, fondazioni dirette/indirette, con eventuale uso di paratie di micropali e/o tiranti;
- 3) in fase di esecuzione delle opere in progetto occorrerà tenere in debita considerazione la seppur limitata emergenza di acque in alcuni tratti della zona d'intervento. Tali situazioni potranno risultare facilmente superabili attraverso l'adozione di un'idonea rete drenante e superficiale sepolta che dreni le acque, verso ed a valle dell'impluvio naturale già presente. In particolare, si consiglia di drenare i tratti caratterizzati da locali risorgenze e ristagni d'acqua. Ogni drenaggio potrà essere realizzato attraverso lo scavo di canaletta-tipo dotata di dispositivo drenante come da progetto;
 - 4) per minimizzare le problematiche ed interferenze eventuali derivanti dalla ripetizione dei fenomeni di trasporto solido, come già accaduti nel 2000 nel corso dell'evento alluvionale, all'altezza della stazione di partenza della ex sciovvia Lance, si propone la realizzazione di una vasca di accumulo semplicemente scavata lungo il rigagnolo esistente, con la formazione di una difesa in massi da scogliera in sinistra al fine di minimizzare la possibilità di erosione in direzione dell'area di partenza di neoformazione. Tale opera dovrebbe prevedere il ribasso del piano campagna con l'eliminazione della coltre vegetale e la formazione di una depressione di dimensioni minime di circa 30 m x 15 m in larghezza per un ribasso medio di 1,5 m; la scogliera in sinistra dovrà presentare un ammassamento di almeno 0,5/-1,0 m dal p.c. ribassato, e formare un paramento in elevazione di almeno 1,5 m, per un'altezza minima complessiva del manufatto di almeno 2 m. Il terreno vegetale precedentemente asportato dovrà essere riposizionato per raccordare morfologicamente l'opera al fine di inserirla esteticamente in modo corretto nel contesto. La livelletta media dell'asta dovrà essere comunque mantenuta in condizioni di equilibrio funzionale e non presentare inidonee ed eccessive contropendenze per non formare ristagni o accumuli idrici non desiderati. A valle il manufatto regolatore in corrispondenza della pista di attraversamento farà da soglia in occasione degli eventi di piena, assicurando però il deposito di trasporto solido in zona controllata. In caso di eventi sarà agevole eliminare il sedimento accumulato e ripristinare la funzionalità dell'opera. La posizione della vasca sarà da ubicare in corrispondenza di cambio di pendenza della livelletta naturale ovvero a partire dal punto in cui spiana;
 - 5) per quanto attiene ai lavori di livellamento e bonifica dei settori sciabili, si sono suggeriti drenaggi serati che rinviino le acque di ruscellamento ed infiltrazione verso l'asse dell'impluvio non interessato dalla pista. Lo scopo è quello di ridurre l'imbibizione di depositi fini e potenzialmente soggetti a creep e soliflusso; il dimensionamento dei drenaggi sarà funzione dei diametri impiegati e delle aree servite, preferendo di prassi la soluzione tipo *Spirodren* in quanto non soggetti a schiacciamento nelle varie fasi di lavorazione e in fase di esercizio; analogamente si preferiscano dreni tipo *Gabbiodren*, facilmente trasportabili e da installare essenzialmente nelle zone sottoposte a passaggio ripetuto di mezzi, in quanto resistenti allo schiacciamento. Se si rinvenissero nel corso dei lavori di scavo significative venute idriche o anomalie sarà opportuna la verifica idrogeologica congiunta con la D.L. di tali fenomenologie al fine di apportare adeguate soluzioni di drenaggio e regimazione;
 - 6) l'ambito considerato afferisce ad un settore caratterizzato dalla presenza di litologie con bassa probabilità di presenza di amianto. In tal senso, i rilevamenti condotti e le risultanze delle indagini dirette (sondaggi e pozzetti geognostici) non hanno reso manifesta la presenza di frammenti litici con mineralizzazioni asbestiformi così come non si è resa visivamente manifesta la presenza di tali minerali a livello della matrice più fine. Ciò nonostante, considerando la possibilità di intercettare durante gli scavi formazioni amiantifere, si sottolinea l'importanza di verificarne la presenza in fase di scavo con particolare attenzione ai settori ove è segnalata la presenza in affioramento di litologie serpentinitiche (sostegni 3, 4 e 5 della linea di rientro);
 - 7) la gestione delle terre e rocce da scavo non è argomento del presente documento. Il piano di utilizzo, qualora si intenda reimpiegare i materiali come sottoprodotti sarà argomento di specifico elaborato.

14 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio condotto nella zona ha fatto emergere varie limitazioni geomorfologiche, litologiche e anche geotecniche sfavorevoli per la realizzazione del progetto per le quali sono state fornite indicazioni operative e conseguentemente la Progettazione dovrà assumere provvedimenti adeguati di minimizzazione.

Il contesto generale, come attestato dalle informazioni provenienti da archivi ufficiali, presenta delle limitazioni di ordine geomorfologico latenti per le quali occorre porre cautela da parte del Progettista nella scelta delle tipologie di consolidamento e delle operazioni di movimento terra in corso d'opera dei lavori e in esercizio, in particolare sotto il profilo fondazionale e geotecnico, che tengano conto dell'assetto descritto.

Si ritiene che con l'intervento descritto, attuato con le dovute tecniche di consolidamento, drenaggio e regimazione e secondo entità limitate di movimento terra, fatte salve altre limitazioni fisiche in condizioni normali, non si modifichi significativamente l'assetto idrogeologico-geomorfologico dell'area in oggetto, risultando la direttrice scelta per l'impianto quella più compatibile rispetto ad altre di maggiore incertezza.

La direttrice di intervento, che dispone di limitati margini operativi per ospitare altre soluzioni di progetto, ubicandosi in una zona di versante (cordone morenico e accumuli di frana quiescenti) apparentemente non in stato di evidente attività evolutiva geomorfologica ed in base alle conoscenze dirette sullo stesso registrate negli ultimi decenni di esercizio degli impianti di risalita ora a fine vita tecnica (Scivovia Lance), si presta ad ospitare le opere previste senza che si possano purtroppo suggerire alternative o modifiche, peraltro di difficile individuazione e che forse riserverebbero maggiori incertezze.

Per quanto attiene ai movimenti terra per la sistemazione della zona sciabile (che comunque dovranno essere contenuti il più possibile), si dovrà tenere in conto dei fenomeni di creep esistenti e segnalati, per adottare sistemi di drenaggio adeguati, consigliando tuttavia di non eccedere mai nei riporti non drenati o non adeguatamente contrastati.

In conclusione, con il presente studio si ritiene di avere illustrato in modo dettagliato le condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche del settore di versante interessato dal progetto.

In funzione delle scelte progettuali ed operative che emergeranno con il contributo della CdS, a livello di progetto esecutivo, sarà possibile esplicitare la complessiva fattibilità dell'intervento, auspicando che vengano rispettate le ipotesi di progetto prospettate ai Tecnici scriventi e le raccomandazioni riportate nella presente. In caso diverso, sarà necessario adeguare la presente relazione alle soluzioni progettuali alternative che dovessero emergere.