

SOMMARIO

1. PREMESSA	1
2. SETTORI INDAGATI	3
2.1 STAZIONE DI MONTE	3
2.2 SOSTEGNI INTERMEDI	4
2.3 STAZIONE DI VALLE E PROTEZIONE SPONDALE RIO CROSO	5
3. VERIFICHE DI STABILITA' DELL'INSIEME OPERE-VERSANTE	6
3.1 PREMESSA ALLE VERIFICHE	6
3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI DI COPERTURA	7
3.3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA	8
3.4 VERIFICA SEZIONE SCARPATA SPONDA DX RIO CROSO	10
4. COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO CON L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI LUOGHI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	11

Allegati

- Carta Geomorfologica con ubicazione delle opere, in scala 1:5.000
- Estratti planimetria di progetto, in scala 1:1.000/1:500, evidenzianti l'ubicazione dei manufatti oggetto di Variante
- Sezioni tracciate in corrispondenza dei manufatti oggetto di Variante

1. PREMESSA

La Committenza, San Domenico Ski s.r.l., con sede a Varzo, frazione San Domenico, gestore degli impianti e delle piste dell'omonimo comprensorio sciistico, intendendo realizzare due seggiovie di nuovo impianto, entrambe quadriposto, denominate "Ciamporino - Dosso" e "Ciamporino", conferiva incarico all'ing. Stefano Chieu di Domodossola di redigere la progettazione degli impianti ed al dott. geol. Francesco D'Elia di Mergozzo di eseguire le necessarie indagini geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche, così come prescritto dal D.M. 11-03-1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*, dal D.M. 14.01.08 *"Norme tecniche per le costruzioni"* e dalla L.R. n. 45/1989 *"Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici"*.

Le analisi geologiche, geotecniche e nivologiche sono state estesamente trattate nelle Relazioni datate dicembre 2010 e agosto 2011; quest'ultima, redatta in fase di "Specificazione della V.I.A.", conteneva aggiornamenti e integrazioni attuate a seguito delle modifiche progettuali previste in base alle considerazioni emerse durante la Conferenza dei Servizi n. 1 del 21-03-2011 e che riguardavano, in particolare:

- la realizzazione di un attraversamento in c.a. , lungo circa 9 m, del Rio Croso, in adiacenza alla Stazione di Valle della seggiovia "Ciamporino – Dosso", in sostituzione del previsto tombamento di una tratta lunga circa 50 m;
- la realizzazione di opere di difesa sponale, in pietrame e cls, nella tratta del Rio Croso, all'altezza della Stazione di Valle della prevista seggiovia quadriposto "Ciamporino – Dosso", con riempimento a tergo, utilizzando parte del materiale proveniente dagli scavi;
- il tracciato e l'ubicazione delle stazioni e dei sostegni di linea della seggiovia quadriposto "Ciamporino", con verifiche di stabilità globale opere-versante;
- la messa a deponia del materiale ottenuto dagli scavi necessari alla realizzazione delle opere in progetto ed eccedente le frazioni altrimenti riutilizzate;
- la Relazione Geotecnica, in particolare per ciò che riguarda la verifica di stabilità globale del riporto previsto a valle della nuova seggiovia quadriposto "Ciamporino" e delle verifiche alla capacità portante dei manufatti di entrambe le seggiovie.

Inoltre venivano fornite le risposte alle osservazioni della *Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste – Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico*, a seguito delle riunioni dell'Organo Tecnico Regionale del 01-07-2011 e del 29-07-2011, per l'espletamento della fase di Specificazione della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi della L.R. n. 40/1998.

Quindi, rimandando alle Relazioni suddette per tutti gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici delle aree in esame, nella presente Relazione Geologica di Variante vengono trattate unicamente

le modifiche progettuali che sono state previste in fase esecutiva e che riguardano solamente la **seggiovia quadriposto “Ciamporino – Dosso”** ed in particolare:

- Stazione di Monte: ubicazione della garitta di monte, del sostegno S19, del vallo paramassi e della struttura frangivento.
- Ubicazione dei sostegni W3, W8, S9, R10 e della scogliera di protezione di W8.
- Ubicazione della scogliera di protezione al sostegno W7.
- Ubicazione Stazione di Valle.
- Ubicazione e dimensionamento delle opere di protezione spondale, con attraversamento, del Rio Croso, all'altezza della Stazione di Valle; verifiche stabilità scarpate di neoformazione.

A tal fine ci si è attivati e, presa visione dei nuovi elaborati progettuali di Variante, si è proceduto effettuando dettagliati rilievi delle zone in esame, estendendoli ad un intorno significativo, verificando la compatibilità delle modifiche previste in fase esecutiva con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e geoidrologiche dell'area.

Le presenti note rappresentano la sintesi esplicativa di quanto emerso dalle indagini svolte nel sito in esame e dalle successive elaborazioni e considerazioni, unitamente al confronto con le informazioni già a disposizione dello scrivente.

A completamento della presente Relazione, vengono proposti in allegato i seguenti elaborati:

- Carta Geomorfologica con ubicazione delle opere, in scala 1:5.000;
- Estratti planimetria di progetto, in scala 1:1.000/1:500, evidenzianti l'ubicazione dei manufatti oggetto di Variante;
- Sezioni tracciate in corrispondenza dei manufatti oggetto di Variante.

Normativa di riferimento:

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . UNI

Legge regionale 9 agosto 1989, n. 45

Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici

P.R.G.C. approvato con D.G.R. del 03.03.2008 n. 16-8316: Norme Tecniche di Attuazione

2. SETTORI INDAGATI

2.1 STAZIONE DI MONTE

2.1.1 GARITTA DI MONTE E SOSTEGNO S19

L'area di arrivo (Staz. di Monte) della nuova seggiovia "Ciamporino - Dosso" è situata ai piedi del versante Ovest del Pizzo del Dosso, da dove si diramano le piste "La Sella", "Diei" e "Il Dosso".

Trattasi di una zona subpianeggiante all'interno del detrito di falda derivante dalla disgregazione del substrato roccioso costituente il rilievo e la dorsale del "Dosso" e che ricopre in parte anche la fascia medio-inferiore del versante, mentre quella superiore è caratterizzata dall'affioramento di roccia in posto, che localmente appare intensamente fratturata e disgregata, anche a causa dell'intensa alterazione.

Rispetto al progetto approvato, la Variante prevede l'arretramento, verso monte, dei manufatti (circa 12 m il sostegno S19 e circa 15 m le altre strutture).

Lo spostamento si rende necessario a seguito della regolarizzazione del detrito di falda grossolano presente in sito, di spessore plurimetrico, derivante dalla disgregazione del substrato roccioso; la regolarizzazione comporterà scavi di sbancamento, mobilitazione e risistemazione di una parte del detrito, con parziale riquotatura del terreno in adiacenza alla stazione motrice.

Le opere di fondazione saranno realizzate previa l'asportazione delle porzioni superficiali della pietraia, costituita da blocchi ed elementi lapidei, prismatici o lastriformi, da pluridecimetrici a plurimetrici; una volta regolarizzato il fondo, asportando i blocchi lapidei, si provvederà a preparare il piano di appoggio dei manufatti in c.a., che risulta uniforme ed omogeneo nella tipologia e nella pezzatura e/o granulometria del detrito di falda.

2.1.2 VALLO PARAMASSI

Date le condizioni morfologiche e lo stato di fratturazione del substrato roccioso che caratterizza il versante settentrionale del "Dosso", per assicurare la protezione dei manufatti (stazione motrice, garitta, struttura ricreativa) e dell'area circostante da eventuali rotolamenti di elementi rocciosi provenienti dal versante stesso, lungo il lato di monte della stazione motrice (Sud-Est) si prevede la realizzazione di un manufatto (vallo paramassi), utilizzando i blocchi lapidei movimentati per la preparazione del piano di posa delle opere fondali e quelli reperibili in loco.

Il suddetto vallo paramassi, lungo circa 60 m, disposto parallelamente al versante, sarà formato da due gradoni, realizzati in blocchi lapidei, alti rispettivamente 4.0 m e 1.5 m; a tergo si formerà il "cavo", profondo circa 2 m, che costituisce un volume vuoto atto ad intercettare le traiettorie di eventuali rotolamenti di blocchi e porzioni lapidee.

La posizione del vallo paramassi è rappresentata in planimetria (coordinate Gauss Boaga delle estremità: N 5123552 / E 1439798 e N 5123528 / E 1439744); in allegato è fornita una sezione-tipo del manufatto.

2.1.3 BARRIERA FRANGIVENTO

All'estremità orientale del piazzale pianeggiante a ridosso della Stazione di Monte, verrà realizzata una barriera frangivento, utilizzando i blocchi lapidei disponibili in sito e disponendoli a scogliera.

La barriera sarà disposta con direzione indicativa N-S, con origine (Sud) al piede del versante (coord. Gauss Boaga N 5123565 / E 1439851), di lunghezza circa 30 m ed altezza 3.0 - 3.5 m, distante circa 45 m dall'estremità orientale del vallo paramassi.

2.2 SOSTEGNI INTERMEDI

Il sostegno **S9** subirà uno spostamento verso monte, collocandosi a quota 2.150 m s.l.m. (Coordinate G.B.: N 5123681 / E 1438894), situandolo in corrispondenza di una dorsale rocciosa, allungata in direzione Est-Ovest, in destra idrografica della marcata incisione del Rio Croso, sopraelevata di circa 15 m rispetto al fondo alveo, anch'esso inciso in roccia; rispetto al progetto approvato la Variante prevede, pertanto, uno spostamento, verso monte, di circa 66 m lungo la linea della seggiovia, per poter posizionare il sostegno all'estremità della sopra citata dorsale.

Le caratteristiche giaciturali e geomeccaniche del substrato roccioso sono analoghe a quelle rilevate nella postazione prevista in precedenza per lo stesso sostegno.

L'area è priva di elementi di pericolosità geomorfologica, idrologica e valanghiva; la fondazione del sostegno verrà immorsata direttamente al substrato roccioso integro.

Data l'ubicazione del sito (ampia dorsale) non si prevede la costruzione di una struttura di protezione.

Il sostegno **W8** (2.052 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123625 / E 1438736) verrà realizzato in corrispondenza di un "alto" costituito da un affioramento roccioso, in sinistra idrografica della marcata incisione del Rio Croso, sopraelevato di 8 - 10 m rispetto al fondo alveo, anch'esso inciso in roccia; rispetto al progetto approvato la Variante prevede uno spostamento, verso monte, di circa 35 m lungo la linea della seggiovia, per poter posizionare il sostegno in una posizione morfologica favorevole.

A protezione del manufatto da eventuali scivolamenti di masse nevose o rotolamento di elementi rocciosi, è prevista la realizzazione di una scogliera rettilinea, utilizzando blocchi lapidei di recupero in loco, distante circa 5 m dal sostegno, con vallo a tergo; tale struttura sarà lunga circa 15 m ed alta 1.60 m (vallo) e 2.5 m (scogliera); la sezione tipo dell'opera è fornita in allegato.

La Variante prevede una modifica nella posizione dell'opera di protezione del sostegno **W7** (quest'ultimo rimasto invariato) (2.012 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123573 / E 1438591); l'opera prevista è costituita da una scogliera in massi (altezza 3 m circa), con vallo a tergo (profondità 1.5 m), a forma di "V", con i due rami lunghi rispettivamente 9 e 8 m, ad una distanza dal sostegno di circa 9 m.

Anche per il sostegno **W3** (1.960 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123422 / E 1438163), si prevede lo spostamento verso monte di circa 25 m, lungo l'asse di linea della seggiovia; detto spostamento è dovuto alla

scelta di una posizione morfologicamente favorevole, in relazione allo sviluppo della campata con il sostegno inferiore (lungo un versante moderatamente acclive, caratterizzato da depositi glaciali).

2.3 STAZIONE DI VALLE E PROTEZIONE SPONDALE RIO CROSO

La Stazione di Valle, ubicata nell'area pianeggiante situata poche decine di metri a Nord del Rifugio 2000, in destra idrografica del Rio Croso, sarà traslata di pochi metri verso monte.

Rispetto al progetto approvato, la Variante situa il fabbricato leggermente (circa 5 m) spostato verso monte, lungo la linea dell'impianto, per consentire una sufficiente area di manovra nella zona di arrivo della seggiovia "Casa Rossa – Ciamporino", migliorando la situazione di imbarco degli sciatori; detto spostamento non incide sostanzialmente sulla valutazione d'idoneità dell'opera.

Per quello che riguarda il Rio Croso, in sostituzione del previsto tombamento di una tratta lunga circa 50 m, si prevede la realizzazione di un attraversamento in c.a., lungo circa 9 m e largo 6.5 m, in adiacenza alla Stazione di Valle della seggiovia "Ciamporino – Dosso", e, su entrambe le sponde, opere di difesa spondale costituite da scogliere realizzate con la sovrapposizione di massi lapidei recuperati in sito; l'altezza delle scogliere varia da un minimo di 2.20 m a circa 3.00 m.

La lunghezza delle protezioni spondali è di circa 78 m in sponda destra e di circa 75 m in sponda sinistra.

La sezione di deflusso dell'attraversamento è rappresentata da un trapezio di altezza 6.5 m, un lato inferiore di 4 m ed uno superiore di 6.5 m.

La struttura della scogliera permette un efficace drenaggio di eventuali acque di infiltrazione sotterranea.

Le scarpate sostenute dalle opere di difesa spondale, a monte del nuovo attraversamento avranno pendenze decisamente limitate ($<20^\circ$), mentre a valle dell'opera di attraversamento l'acclività tende a crescere gradualmente, specialmente in sponda destra, dove potrà raggiungere un massimo di circa 33° all'estremità della tratta a valle, nel punto in cui ci si raccorderà con il terreno naturale inerbito.

Nella parte inferiore della tratta d'alveo regimata, dove la pendenza dell'alveo aumenta e lo stesso alveo compie una curva verso sinistra, l'altezza delle opere di protezione spondale diminuirà gradualmente fino a circa 2 m.

Sulle scarpate artificiali verrà stesa una coltre di terreno agrario e poi sarà posata la biostuoia, cui seguirà la semina, così da permettere l'inerbimento della superficie di neoformazione.

Si segnala, infine, che le acque meteoriche d'infiltrazione, intercettate dai sistemi di drenaggio predisposti al piede degli intagli artificiali ed alla base dei muri perimetrali dei fabbricati, annessi alla Stazione di Valle, verranno convogliate con idonea tubazione nell'alveo del Rio Croso, proprio in corrispondenza della tratta terminale della difesa spondale in dx idrografica del corso d'acqua.

3. VERIFICHE DI STABILITA' DELL'INSIEME OPERE-VERSANTE

3.1 PREMESSA ALLE VERIFICHE

Dato che in corrispondenza delle nuove opere di protezione spondale lungo il Rio Croso, nella tratta latitante la Stazione di Valle della seggiovia "Ciamporino-Dosso", la riprofilatura del terreno, al di sopra delle scogliere, prevederà la formazione di scarpate da poco a mediamente acclivi, si è ritenuto necessario effettuare delle verifiche di stabilità, dell'insieme opere – versante, applicandole alle situazioni ritenute maggiormente critiche, in base alla morfologia ed all'assetto geologico osservato, così come previsto dal D.M. 14.01.2008.

Nel caso in esame, è stata presa in considerazione una sezione rappresentativa della scarpata in progetto di Variante, in sponda destra, da riprofilare artificialmente, nella quale sono previste le pendenze più elevate.

La traccia di sezione presa in considerazione è stata evidenziata nell'estratto planimetrico allegato (A-A).

Il programma I.L.A. (Interactive Landslides Analysis), prodotto dalla "*geo&soft international*", ottempera alle specifiche richieste dal D.M. 14.01.2008 ed è basato sul calcolo dell'equilibrio limite proposto da S.K. Sarma (1974, 1979) e sviluppato da E. Hoek (1981, 1983, 1987).

Tale metodo permette di analizzare pendii interessati da superfici di scivolamento circolari, non circolari e planari; il fattore di sicurezza viene ricavato calcolando l'accelerazione critica orizzontale necessaria per indurre uno stato di equilibrio limite e riducendo la tangente dell'angolo di attrito e la coesione, secondo il fattore di sicurezza stesso, in modo tale che l'accelerazione critica sia ridotta a zero.

Ne deriva quindi una piena applicabilità, sia nei casi di pendii in frana, sia negli altri casi, con l'esame di superfici di scorrimento cinematicamente possibili in numero sufficiente per ricercare la superficie alla quale corrisponda, nel caso considerato, il coefficiente di sicurezza più basso.

In base ai disposti del D.M. 14-01-2008, per la valutazione della sicurezza di un'opera, bisogna verificare che la resistenza di progetto R_d , sia maggiore (o uguale) del valore di progetto delle azioni E_d ($R_d \geq E_d$); ai parametri caratteristici dei terreni, vengono applicati dei coefficienti parziali di sicurezza ("metodo semiprobabilistico agli Stati Limite").

Detti coefficienti parziali, vengono definiti per le azioni, per i parametri geotecnici e per le resistenze, nell'ambito di differenti Approcci Progettuali; il D.M. 14-01-2008, per le verifiche con il metodo dell'equilibrio limite del fronte di scavo lungo pendii, prevede l'uso dell'Approccio 1 – Combinazione 2, in base al quale, i coefficienti parziali di correzione sono i seguenti:

- | | | |
|--|------|---------------------|
| ▪ tangente all'angolo di resistenza al taglio: | 1.25 | (Resistenze R_d) |
| ▪ coesione efficace: | 1.25 | (Resistenze R_d) |
| ▪ carichi sfavorevoli (permanenti / variabili) | 1.30 | (Azioni E_d) |

- Fattore di sicurezza F_s > 1.1

Con specifico riferimento ai parametri caratteristici dei terreni, come da indicazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in merito alle nuove N.T.C., nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere, per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, nell'ambito del range di grandezze considerato, hanno rilevanza i volumi di terreno in gioco:

- quando, nello stato limite considerato, è coinvolto un grande volume di terreno (fondazioni superficiali, versante in frana, ecc.), si potrà fare riferimento a valori caratteristici medi;
- quando, viceversa, è coinvolto un volume modesto (terreno alla base di un palo, verifica allo scorrimento della base di un muro, ecc.), i valori caratteristici saranno prossimi ai valori minimi;

Per quanto riguarda la situazione in esame, pertanto, si farà riferimento a valori caratteristici medi (grande volume di terreno coinvolto).

3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI DI COPERTURA

Nell'area della Stazione di Valle della seggiovia "Ciamporino-Dosso" e della tratta del Rio Croso in corso di regimazione, come evidenziato nelle Relazioni datate dicembre 2010 e agosto 2011, sono stati rinvenuti ed osservati depositi di origine glaciale, costituiti da elementi lapidei eterometrici, con supporto di matrice sabbioso-limosa a struttura caotica, per cui è stato stimato un rapporto percentuale (in peso) clasti/matrice dell'ordine del 65÷75%.

Nel corso delle ultime ricognizioni in sito, è stato possibile osservare, in cantiere, i fronti di scavo, già eseguiti e aperti al momento dei rilievi; tali fronti, pressoché verticali, mostravano un'ottima stabilità per altezza plurimetrie (>4 m).

In base a tali considerazioni e sulla scorta dei dati pregressi, facendo riferimento alle tabelle *Valori di ϕ per i vari tipi di terreno* (NAVFAC, 1971), per terreni non coesivi con frazione fine non plastica, e *Valori orientativi dei parametri che caratterizzano la curva sforzi-deformazioni di forma iperbolica - Primo carico*, nonché alla classificazione U.S.C.S. (Unified Soil Classification System), utilizzata dal *Corps of Engineers* e dal *Bureau of Reclamation* statunitensi, qui di seguito allegate, è stato possibile stimare i parametri geotecnici dei materiali investigati.

Depositi glaciali (SW)

γ (peso di volume secco)	1.90 t/m ³
γ_{sat} (peso di volume saturo)	2.15 t/m ³
γ' (peso di volume sommerso)	1.15 t/m ³
D_r (densità relativa)	50÷60 %
ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	33°÷37°
c (coesione)	0.8÷1.3 t/m ²

Per le verifiche degli Stati Limite Ultimi (SLU), si è tenuto conto delle seguenti considerazioni:

- A. Applicando i suddetti coefficienti parziali di correzione (con eventuali arrotondamenti a favore della sicurezza) ai parametri geotecnici dei terreni investigati e dei materiali che verranno utilizzati per la pista, si ottengono i seguenti valori caratteristici o di progetto, utilizzati nelle verifiche di stabilità:
 - per i depositi glaciali (SW), $\phi = 29.3^\circ$ (partendo da $\phi = 35^\circ$) e $c = 8 \text{ kN/m}^2$ (partendo da 10 kN/m^2);
 - per le scogliere in blocchi squadrati, $\phi = 43.6^\circ$ (partendo da $\phi = 50^\circ$) e $c = 12.0 \text{ kN/m}^2$;
- B. si è tenuto conto di condizioni di saturazione parziale dei materiali di copertura, pari al 40% per i depositi glaciali, in considerazione delle caratteristiche granulometriche e tessiturali di tali materiali;
- C. per le verifiche, si è scelto di applicare un sovraccarico verticale, quantificato in 10.0 kN/m^2 , in corrispondenza del piano viario, per il passaggio di eventuali veicoli, che, con l'applicazione del coefficiente per le Azioni Ed, diventa 13 kN/m^2 ;

3.3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Avendo già estesamente trattato, nel corso delle precedenti relazioni, l'aspetto sismico dell'intera area, nel presente documento vengono solamente ricordati i dati essenziali a cui si fa riferimento, ricordando che per la valutazione dei coefficienti sismici sono state considerate, cautelativamente, le condizioni più gravose tra quelle ipotizzate.

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 (*"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*), suddivide il territorio Nazionale in quattro diverse Zone di rischio sismico, definite in base al diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g), riferito a suoli caratterizzati da V_{s30} (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità) $> 800 \text{ m/s}$, con grado di sismicità decrescente dalla "Zona 1" alla "Zona 4".

La D.G.R. 17-11-2003 n. 61-11017, inerente le *"Prime disposizioni in applicazione all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20-03-2003"*, assegna il territorio del Comune di Varzo alla "Zona 3".

Per quanto riguarda la componente sismica, in relazione all'applicazione della Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri - n. 3274 del 20 marzo 2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*, la stabilità di un pendio nei confronti della azione sismica di progetto può essere solitamente verificata con metodi semplificati di tipo pseudo-statico, che consiste nel verificare la stabilità di una massa di terreno delimitata dalla superficie libera e dalla più sfavorevole delle superfici di potenziale scorrimento; le forze agenti sono costituite, oltre che dal peso proprio del volume dei terreni interessati, dalle forze di inerzia dovute all'azione sismica, F_h ed F_v , rispettivamente le risultanti orizzontale e verticale dei coefficienti sismici applicati al baricentro della massa potenzialmente instabile.

In accordo con il punto 7.1 del D.M. 14-01-2008, sono state sviluppate le verifiche di stabilità sia agli SLE (limitatamente allo Stato Limite di Danno - SLD), sia agli SLU (limitatamente allo Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV).

- Categoria di sottosuolo **E** (terreni con caratteristiche assimilabili ad un suolo di tipo C, con spessore inferiore a 20 m);
- Condizioni topografiche **T2** (pendii con inclinazione media $>15^\circ$);

In base alle tabelle di riferimento delle Nuove Norme Tecniche per la Costruzioni, sono stati inseriti i dati relativi alla vita nominale della costruzione ($V_N \geq 50$ anni “opere ordinarie”) e del suo **Coefficiente d'uso** ($C_U = 1.0$ - **Classe II "Affollamento normale di persone ed assenza di funzioni pubbliche essenziali"**), ricavando il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica ($V_R \geq 50$ anni).

Quindi, i coefficienti sismici relativi a ciascuno Stato Limite, in base alle caratteristiche dell'area, della categoria del suolo e della morfologia, sono le seguenti:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,011	0,015	0,063	0,082
k_v	0,005	0,008	0,032	0,041
a_{max} [m/s²]	0,534	0,745	2,576	3,339
β_s	0,200	0,200	0,240	0,240

Si ricorda che, secondo il D.M. 14.01.2008, nell'ambito dell'Approccio utilizzato, per la Verifica degli Stati Limite, le condizioni critiche di stabilità, si hanno per valori del coefficiente di sicurezza (F_s) inferiori a 1.00, mentre per valori pari o superiori ad 1.10, si hanno condizioni di assoluta stabilità; i valori intermedi (1.01÷1.09), sono rappresentativi di situazioni comprese tra “equilibrio limite” ed “assoluta stabilità”.

Dalla planimetria di progetto e dalle sezioni allegate, sono previsti sia intagli che riporti, che, nei settori con sezioni di progetto aventi profili maggiormente acclivi, verranno contenuti con la realizzazione di scogliere in blocchi di cava; per la definizione delle superfici di scivolamento, si è assunto che i muri in blocchi lapidei, realizzati a regola d'arte, rimangano integri; per quanto riguarda la verifica della possibilità di una rottura interna della struttura, si rimanda alle verifiche statiche, che verranno eseguite dal Progettista prima della realizzazione delle stesse.

Dall'esame delle Sezioni di progetto, si è constatato che vi sono differenti tipologie di situazioni, che necessitano di appropriate verifiche di stabilità, sia relativamente ai riporti di valle che agli intagli di monte; sono state, quindi, individuate, sulla scorta delle informazioni geologiche, litotecniche ed idrogeologiche di dettaglio acquisite durante i rilievi, le sezioni maggiormente critiche su cui condurre le necessarie verifiche di stabilità, tutte caratterizzate dalla presenza di opere di contenimento.

Le verifiche, per ciascuno degli Stati Limite considerati, sono state condotte analizzando gruppi di superfici di scivolamento circolari; ogni gruppo analizzato, caratterizzato da differenti coordinate dei punti di rotazione, è stata rappresentata graficamente, negli appositi elaborati grafici (Verifiche di Stabilità, rese geologiche interpretative).

3.4 VERIFICA SEZIONE SCARPATA SPONDA DX RIO CROSO

Sono state considerate numerose superfici di scivolamento, caratterizzate da movimento circolare, sia passanti alla sommità dell'opera di sostegno, che tangenti ad una retta; le verifiche effettuate, hanno fornito risultati positivi, per ciascuno degli Stati Limite considerati:

- Per quanto riguarda le verifiche condotte agli SLE (Stato Limite di Danno - SLD), i valori del coefficiente di sicurezza (F_s) ottenuti sono tutti superiori o uguali a 1.23, rientranti nelle condizioni di assoluta stabilità.
- Per quanto riguarda, invece, le verifiche condotte agli SLU (Stato Limite di Salvaguardia della Vita - SLV), i valori del coefficiente F_s ottenuti sono tutti superiori o uguali a 1.13, anch'essi rientranti nelle condizioni di assoluta stabilità.

4. COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO CON L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI LUOGHI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le dettagliate ricognizioni effettuate nell'areale in cui sono previsti gli interventi in progetto, estese ad un intorno significativo, hanno permesso di osservare e rilevare gli aspetti morfologici, geologici ed idrogeologici che caratterizzano le zone interessate e di verificare la compatibilità tra gli stessi e le opere in progetto di Variante.

Dall'attenta analisi dei luoghi non sono emersi elementi ostativi alla realizzazione delle previsioni progettuali.

In sintesi è emerso che:

- i manufatti in progetto ricadono in terreni caratterizzati da ottime proprietà geotecniche (substrato roccioso in posto, falda detritica grossolana, depositi glaciali addensati);
- laddove il terreno di fondazione è costituito da falde detritiche (Stazione di Monte linea "Ciamporino – Dosso") caratterizzate da blocchi ed elementi lapidei, prismatici o lastriformi, da pluridecimetrici a plurimetrici, la realizzazione dei manufatti dovrà prevedere l'asportazione delle porzioni superficiali della pietraia, con regolarizzazione del fondo e realizzazione di un sottofondo costituito da pietrame e piccoli blocchi lapidei legati con cls; su tale sottofondo saranno impostate le opere di fondazione dei manufatti (stazione motrice, garitta, magazzino) e del sostegno S19; inoltre con gli stessi blocchi lapidei presenti in loco sarà realizzata una sorta di rilevato-scogliera paramassi e una struttura frangivento in modo da proteggere le strutture in progetto, rispettivamente da eventuali scivolamenti di masse nevose e dalle traiettorie di crollo di eventuali porzioni rocciose e dall'azione del vento;
- per ciò che riguarda i sostegni intermedi analizzati, il sostegno **S9** sarà realizzato in corrispondenza di una dorsale rocciosa, allungata in direzione Est-Ovest, in destra idrografica della marcata incisione del Rio Croso, sopraelevata di circa 15 m rispetto al fondo alveo, in un'area priva di elementi di pericolosità geomorfologica, idrologica e valanghiva. Il sostegno **W8** sarà realizzato in corrispondenza di un "alto" morfologico costituito da un affioramento roccioso, in sinistra idrografica della marcata incisione del Rio Croso, sopraelevato di 8 - 10 m rispetto al fondo alveo. A protezione del manufatto da eventuali scivolamenti di masse nevose e/o rotolamento di elementi rocciosi, sarà realizzata, utilizzando blocchi lapidei di recupero in loco, un'idonea scogliera in massi lapidei. La posizione della prevista opera di protezione del sostegno **W7** subirà una leggera modifica nel posizionamento per adattarsi meglio alle condizioni morfologiche; tale opera sarà costituita da un'idonea scogliera in massi, con vallo a tergo a forma di "V". Anche la modifica della posizione del sostegno **W3** è dovuta alla scelta di una posizione morfologicamente favorevole, in

relazione allo sviluppo della campata della seggiovia; tutte le modifiche previste dalla Variante, della posizione dei sostegni di linea e delle scogliere di protezione, sono da ritenersi compatibili con le condizioni geomorfologiche e idrologiche locali;

- per ciò che riguarda la Stazione di Valle, rispetto al progetto approvato, la Variante situa il fabbricato leggermente (circa 5 m) spostato verso monte, lungo l'asse di linea dell'impianto, per avere una sufficiente area di manovra nella zona di arrivo della seggiovia "Casa Rossa – Ciamporino" e per un più agevole imbarco degli sciatori sulla seggiovia quadriposto "Ciamporino-Dosso"; detto spostamento non incide sostanzialmente sulla valutazione d'idoneità dell'opera;
- per quello che riguarda il Rio Croso, sarà realizzato un solo attraversamento in c.a. rivestito in pietrame, lungo circa 9 m e largo 6.5 m, in adiacenza alla Stazione di Valle della seggiovia "Ciamporino – Dosso"; inoltre, su entrambe le sponde, sono previste opere di protezione costituite da scogliere in massi lapidei recuperati in sito; l'altezza media delle scogliere varia da circa 2.00 m a circa 2.50 m; le scogliere permetteranno un efficace drenaggio delle acque di infiltrazione sotterranea;
- è stata verificata la stabilità della scarpata artificiale in destra idrografica, caratterizzata da condizioni geomorfologiche più gravose tra quelle previste; le verifiche, condotte in base al D.M. 14.01.2008, hanno dato esito positivo.

Sulle scarpate artificiali sarà stesa una coltre di terreno agrario e posato un telo di biostuoia, in modo da permettere l'inerbimento della superficie.

A conclusione della presente indagine si può affermare che, valutato l'assetto geologico, geomorfologico ed idrologico delle aree di intervento, le modifiche previste in Variante sono compatibili con lo "status" geomorfologico e idrogeologico dei luoghi.