

SOSTITUZIONE IMPIANTO A FUNE “FEDAIA – PIAN DEI FIACCONI”

ALLEGATO ALLA VARIANTE URBANISTICA

Nel Comune di: Canazei (TN)

Committente: Funivie Fedaia – Marmolada S.r.l. – Sen Jan di Fassa - fraz.
Pozza

STUDIO DI COMPATIBILITA’ RELATIVO AL PERICOLO VALANGHIVO

Agosto 2022

1761-D06-B

IL TECNICO


ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
dot. Ing. ANDREA BOGHETTO
ISCRIZIONE ALBO N° 1345

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. GENERALITA' | 3 |
| 3. DISEGNI ALLEGATI | 5 |
| 4. NORMATIVA, BIBLIOGRAFIA E RIFERIMENTI DOCUMENTALI | 6 |
| 5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO | 7 |
| 6. METODOLOGIA DI LAVORO | 9 |
| 7. DESCRIZIONE DEL FENOMENO VALANGHIVO | 10 |
| 8. PROGRAMMA DI SIMULAZIONE DINAMICA DELLE VALANGHE RADENTI (RAMMS) | 25 |
| 9. PROGRAMMA DI SIMULAZIONE DINAMICA DELLE VALANGHE POLVEROSE (AVALID) | 26 |
| 10. METODOLOGIE ED IPOTESI DI LAVORO NELLE SIMULAZIONI DELLE VALANGHE | 27 |
| 11. ANALISI DI DINAMICA VALANGHIVA | 33 |
| 12. INTERAZIONE FLUSSO VALANGHIVO - OPERE Fisse IMPIANTO | 46 |
| 13. CONCLUSIONI | 51 |
| 13. ALLEGATI | 53 |

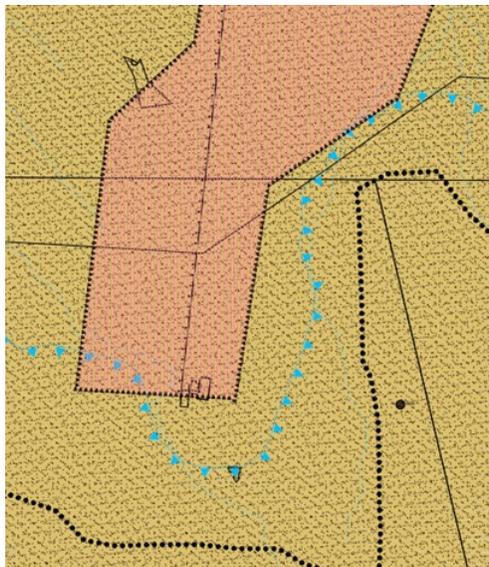
1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta lo studio di compatibilità relativo alla proposta di variante puntuale n. 26.1.A inserita nella Variante 2018 del Piano Regolatore Generale – PRG del comune di Canazei.

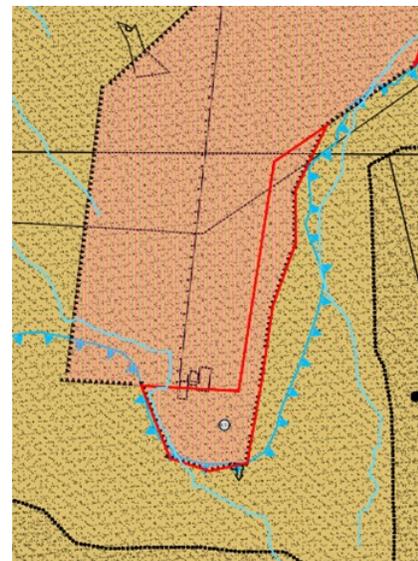
Il Proponente della variante è la società Funivie Fedaià – Marmolada S.r.l. e le particelle interessate risultano essere le pp.ff. 2458/6, 2458/8, 2320/3 2324, 2322/1, 2323/1.

La presente variante viene introdotta per rendere possibile la sostituzione dell'attuale obsoleto impianto di risalita con un nuovo impianto con stazione di arrivo spostata di circa 110 m verso sud est rispetto all'esistente, in una zona più sicura dal punto di vista geologico e valanghivo attualmente non ricompresa nella perimetrazione delle aree sciabili.

Le figure seguenti evidenziano l'inquadramento programmatico dell'opera:



PRG vigente



PRG variante 2018

2. GENERALITA'

La Funivie Fedaiia - Marmolada s.r.l., società esercente l'impianto a fune denominato "Fedaiia - Pian dei Fiacconi", ha incaricato il sottoscritto di redigere il progetto degli interventi di difesa passiva delle strutture fisse dell'impianto a fune, richiesti ai sensi della L.P. 21 aprile 1987 n.7 e del capitolo 2.1 dell' Allegato tecnico al D.D. n.337 del 16 novembre 2012 per l'ottenimento dell'autorizzazione alla sostituzione dell'esistente "cestovia" con una cabinovia la cui stazione di valle coincide con quella dell'impianto esistente mentre quella di monte è traslata di circa 110 metri verso sud est rispetto all'attuale.

L'esistente ed obsoleto impianto a cabine aperte, sarà sostituito da una moderna cabinovia, con veicoli capaci di trasportare 10 persone ciascuno, avente un minor numero di sostegni di linea.

Lo spostamento di circa 110 metri verso monte è una scelta progettuale in massima parte derivante dalle analisi contenute nella presente relazione. La posizione individuata nel progetto definitivo rappresenta infatti, tra quelle possibili, la soluzione migliore dal punto di vista valanghivo, essendo protetta naturalmente dall'avvallamento presente in località Pian dei Fiacconi.

La materia nivologica e del rischio valanghivo in relazione al nuovo impianto a fune è governata essenzialmente dai disposti di cui al Decreto 5 Dicembre 2003, n. 392, che modificava come segue il precedente decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione 4 agosto 1998, n. 400, recante norme per le funicolari aeree e terrestri in servizio pubblico destinati al trasporto di persone.

Ai fini della presente relazione assume particolare importanza l'unico articolo di cui si compone, di seguito riportato:

Art. 1. Modifiche al decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione 4 agosto 1998, n. 400
1. Il comma 6, dell'articolo 7, del decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione 4 agosto 1998, n. 400, e' sostituito dal seguente:

"6. L'area che interessa la stabilità' delle opere e la sicurezza dell'esercizio deve essere immune, secondo ragionevoli previsioni da effettuarsi dalle autorità' che ai sensi delle normative di settore sono competenti per l'assetto del territorio, dal pericolo di frane o valanghe. Qualora l'area ricada in siti a rischio:
a) per quanto riguarda gli aspetti geologico e geotecnico si applica la legge 2 febbraio 1974, n. 64, e relative norme tecniche di applicazione; comunque devono essere adottati idonei interventi di stabilizzazione o di protezione;

b) per quanto riguarda la materia nivologica:

1) devono essere adottati interventi di difesa atti ad evitare che le valanghe investano gli elementi strutturali fissi dell'impianto mediante opere di stabilizzazione del manto nevoso, di deviazione o di arresto delle valanghe stesse;

2) in alternativa agli interventi di difesa di cui al precedente numero 1), è ammesso il distacco artificiale e

controllato di masse nevose contenute, che comunque non devono raggiungere gli elementi strutturali fissi dell'impianto;

3) qualora il rischio di valanga interessi il solo tracciato dell'impianto, e' ammesso, quale intervento di tipo preventivo, la chiusura temporanea dell'impianto fino al superamento della situazione di rischio;

4) l'adozione degli interventi di tipo preventivo di cui ai numeri 2) e 3) è subordinata all'approvazione, da parte delle regioni e delle province autonome, di un piano di gestione della sicurezza che individua le modalità operative e gli accorgimenti da adottarsi in relazione alla sicurezza; quest'ultimo deve contenere il nominativo del responsabile della gestione del piano, del suo sostituto e delle figure necessarie all'attuazione del piano. Il responsabile della gestione, il suo sostituto e le figure necessarie all'attuazione del piano devono essere in possesso di attestato di frequenza a corsi con superamento di esame finale comprovante la competenza in materia in relazione al ruolo ricoperto nell'ambito del piano: tale attestazione deve essere rilasciata dall'Associazione Interregionale Neve e Valanghe (AINEVA) o da istituzioni pubbliche specializzate italiane o straniere;

5) la scelta progettuale dell'intervento deve essere rigorosamente documentata e giustificata con relazione rilasciata da un professionista di comprovata esperienza in materia;

6) la responsabilità del piano di gestione della sicurezza è dell'esercente e del responsabile della gestione del piano;

7) la dichiarazione di immunità dal pericolo di valanga, ovvero l'efficacia degli interventi proposti, è verificata ed approvata dalle regioni e dalle province autonome secondo i rispettivi ordinamenti."

3. DISEGNI ALLEGATI

Alla presente relazione sono allegati i seguenti disegni:

1. INSERIMENTO SULLA NUOVA CARTA DELLA PERICOLOSITA' 1761-P22-A
2. INSERIMENTO SU CARTA DI LOCALIZZAZIONE PROBABILE DELLE VALANGHE 1761-120-A
3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DI DISTACCO DELLE VALANGHE..... 1761-P36-A

4. NORMATIVA, BIBLIOGRAFIA E RIFERIMENTI DOCUMENTALI

Nell'analisi delle proposte progettuali della seguente relazione è stato fatto riferimento alle prescrizioni tecniche in materia funiviaria contenute in:

- Allegato tecnico al D.D. n.337 del 16 novembre 2012: "*Disposizioni e prescrizioni tecniche per le infrastrutture degli impianti a fune adibiti al trasporto di persone*".
- L.P. della Provincia Autonoma di Trento 21 aprile 1987 n.7: "*Disciplina delle linee funiviarie in servizio pubblico e delle piste da sci*".
- Regolamento di esecuzione della L.P. della Provincia Autonoma di Trento 21 aprile 1987 n.7 approvato con D.P.G.P. 22 settembre 1987, n.11-51/L

Si sono inoltre tenute presente le linee guida in ambito di analisi delle valanghe e relative opere di difesa:

- "*Linee guida metodologiche per la perimetrazione delle aree esposte al pericolo di valanghe*" a cura di Massimiliano Barbolini e Luigi Natale - AINEVA.
- "*Linee guida per la progettazione di edifici soggetti ad impatto valanghivo*" - V. De Biagi, B. Frigo e B.Chiaia – Progetto RiskNat.
- Salm, B., Burkard, A. e Gubler, H. 1990. *Berechnung von Fließlawinen: eine Anleitung für Praktiker mit Beispiele* - Eidg. Inst. Schnee und Lawinenforsch.
- "*Criteri progettuali per la realizzazione di opera di difesa dalle valanghe nella zona di arresto*" - A.I. Mears.
- "*Berücksichtigung der Lawinen und Schneedruck gefährdung bei Seilbahnen*" WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF.
- "*Costruzione di opere di premunizione contro le valanghe nella zona di distacco*" WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF.

Sono stati inoltre analizzati i seguenti riferimenti documentali e studi pregressi:

- (1) "*Carte di pericolosità valanghe -Gruppo 4 - Marmolada, Lago Fedaid*" - T. Frenez, PAT, 2008.
- (2) "*Valutazione di massima circa l'influenza della morfologia sui volumi di neve depositabili in località Pian dei Fiacconi*" - A. Pontalti, 2009. (contenente i ritagli di giornale riportati nella presente relazione).
- (3) "*Dossier Marmolada 1975*" - G. Santini.
- (4) "*Analisi statistica delle variabili nivometriche sul territorio della Provincia Autonoma di Trento*"- Ing. M. Barbolini, 2007.

5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

L'impianto in progetto è una moderna cabinovia ad ammortamento automatico con veicoli a 10 posti ed indicativamente 8 sostegni di linea. La stazione di valle, al pari dell'esistente, è a quota 2073,6 m s.l.m., quella di monte a 2676,0 m s.l.m.

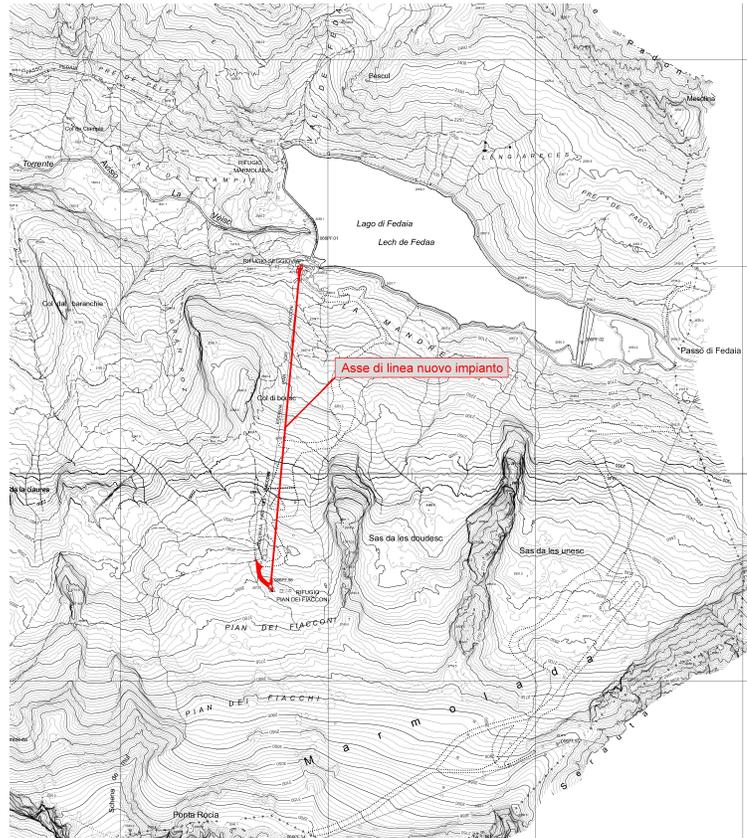


Figura 1. Corografia

La conformazione dell'edificio della stazione di monte è studiata al fine di assolvere anche la funzione di protezione nei confronti dei flussi valanghivi. Le strutture fisse dell'edificio che racchiude la stazione, la cabina di comando e lo spazio di ricovero per gli utenti nel caso di maltempo sono completamente protetti dal flusso valanghivo dalla forma posteriore a cuneo e dal solaio di copertura che sarà adibito a terrazza panoramica nel periodo estivo o comunque in condizioni di assenza di pericolo valanghe.

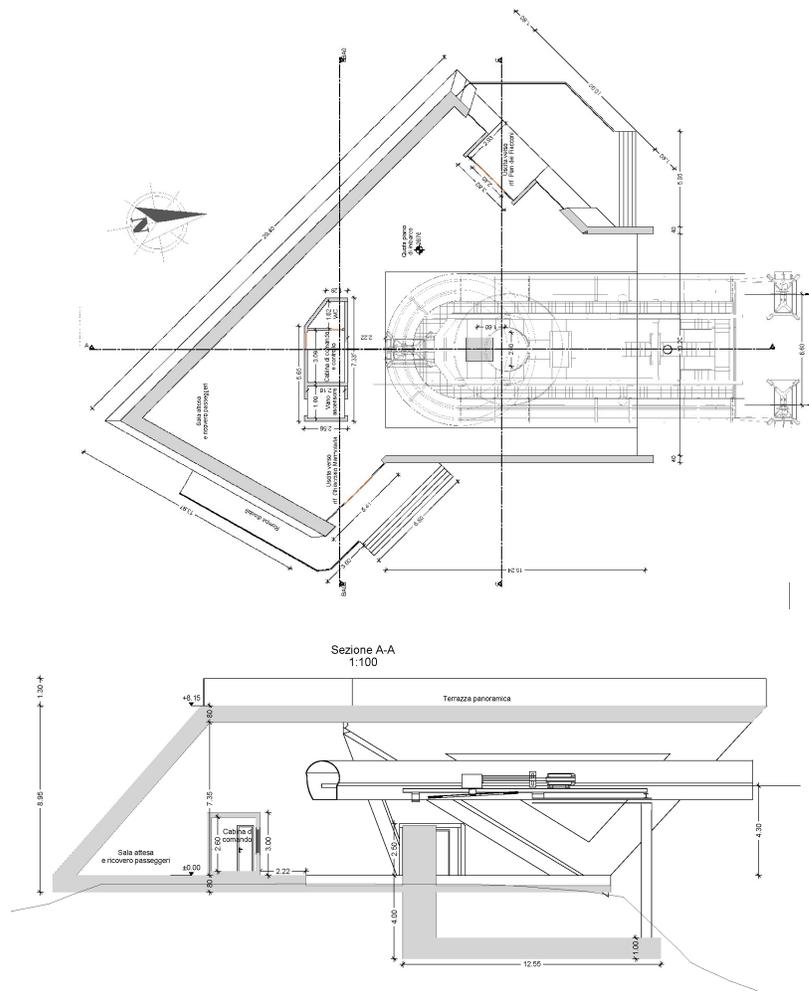


Figura 2. Pianta e sezione della stazione di monte

L'ubicazione della stazione di monte è stata scelta per sfruttare la naturale depressione del "Pian dei Fiacconi", che seppur non sufficiente all'accumulo ed alla deviazione della neve proveniente dalle valanghe che si distaccano a monte, come peraltro indicato in (2), garantisce la minor esposizione possibile in zona rispetto alle pressioni ed alle altezze della valanga, grazie al rallentamento che il flusso subisce nel risalire l'avvallamento.

A valle è prevista invece una classica stazione aperta a copertura alta, la cabina di comando per il macchinista, comprensiva di servizio igienico e cassa, il locale quadri elettrici e power center, oltre ad un piccolo magazzino necessario per effettuare la manutenzione di morse e cabine.

NOTA: La nuova posizione della stazione di monte comporta un nuovo tratto di raccordo alla pista esistente realizzato, senza movimenti di terra, sfruttando il pendio naturale. Tale tratto, potenzialmente esposto a rischio valanghivo, deve essere assoggettato a Piano delle Misure di Difesa dal Pericolo Valanghe come peraltro già oggi avviene per buona parte della pista ad oggi esistente. Tale Piano, che verrà allegato al progetto, tratterà anche il nuovo impianto a fune, ma esclusivamente in rapporto alla sicurezza della linea in caso di operazioni di soccorso per calata, che non è oggetto del presente elaborato.

6. METODOLOGIA DI LAVORO

Lo studio delle misure di difesa dalle valanghe dell'impianto nella zona in esame è stato eseguito seguendo la seguente metodologia operativa:

- Sopralluogo ed inquadramento geomorfologico dell'area di studio.
- Raccolta e analisi di informazioni, studi pregressi e dati storici, in particolare quelli raccolti mediante Mod.7 A.I.N.E.V.A. e quelli del Catasto delle Valanghe della PAT.
- Acquisizione e controllo del rilievo lidar della Provincia Autonoma di Trento con risoluzione 1,0 x1,0 metri.
- Analisi delle fotografie e delle foto aeree al fine di individuare con dettaglio maggiore le zone di distacco, scorrimento e deposito delle valanghe.
- Raccolta ed elaborazione dei dati nivometrici
- Simulazioni dinamiche dei fenomeni valanghivi di cui si ha testimonianza mediante software "RAMMS" prodotto dal S.L.F. di Davos (Svizzera), al fine di calibrare e stimare i parametri di simulazione.
- Simulazioni dinamiche dei fenomeni valanghivi mediante software "RAMMS" e "AVAL-1D" per la definizione degli interventi e delle misure di difesa.
- Analisi dei risultati delle simulazioni e definizione delle soluzioni da adottare e delle caratteristiche delle misure di difesa.

La presente relazione è redatta seguendo il protocollo per la redazione delle perizie di interferenza valanghiva riportato nelle "*Linee guida per la progettazione di edifici soggetti ad impatto valanghivo*" e secondo le indicazioni apprese al Corso AINEVA di Livello 3.

7. DESCRIZIONE DEL FENOMENO VALANGHIVO

6.1 Inquadramento del sito valanghivo

L'area oggetto di studio è situato nel bacino valanghivo Val Fedaia - Marmolada in Provincia di Trento.

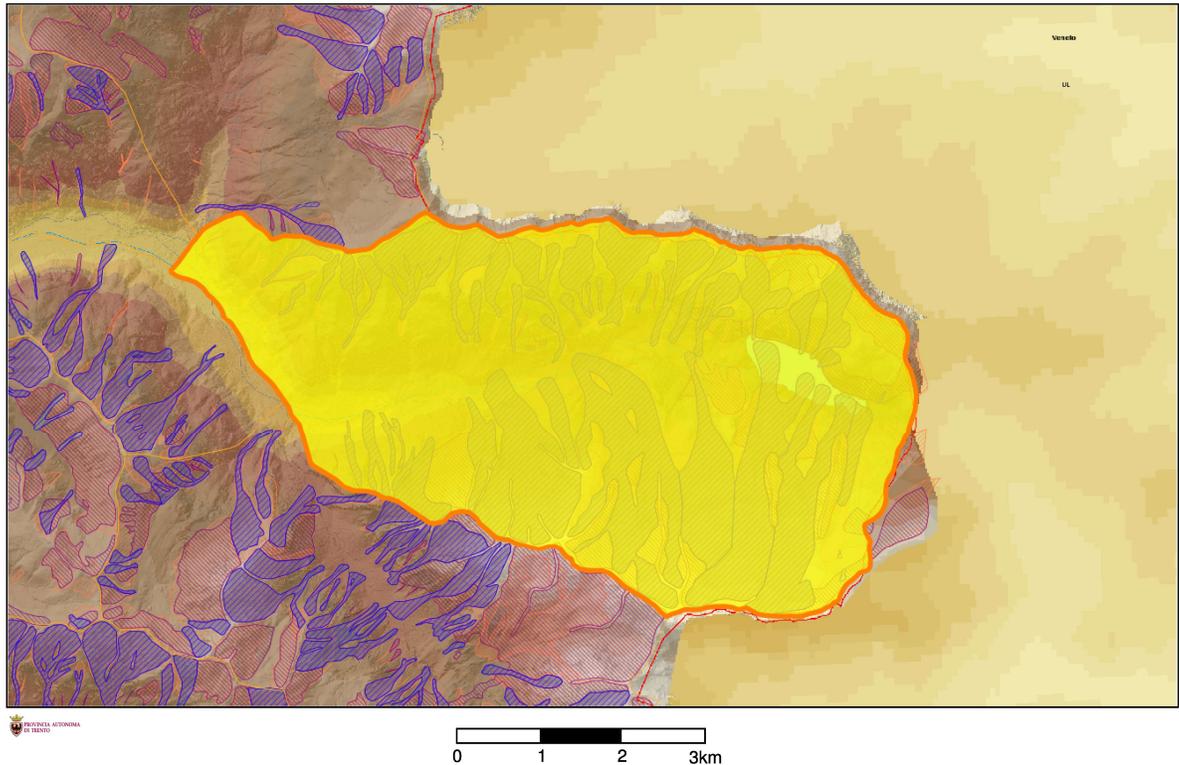


Figura 3. Identificazione del bacino valanghivo Val Fedaia

Le valanghe che interessano le opere in progetto ricadono nel sito valanghivo identificato dal codice A10101V028 denominato Via Lidia. Di seguito è riportato l'estratto della Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe.

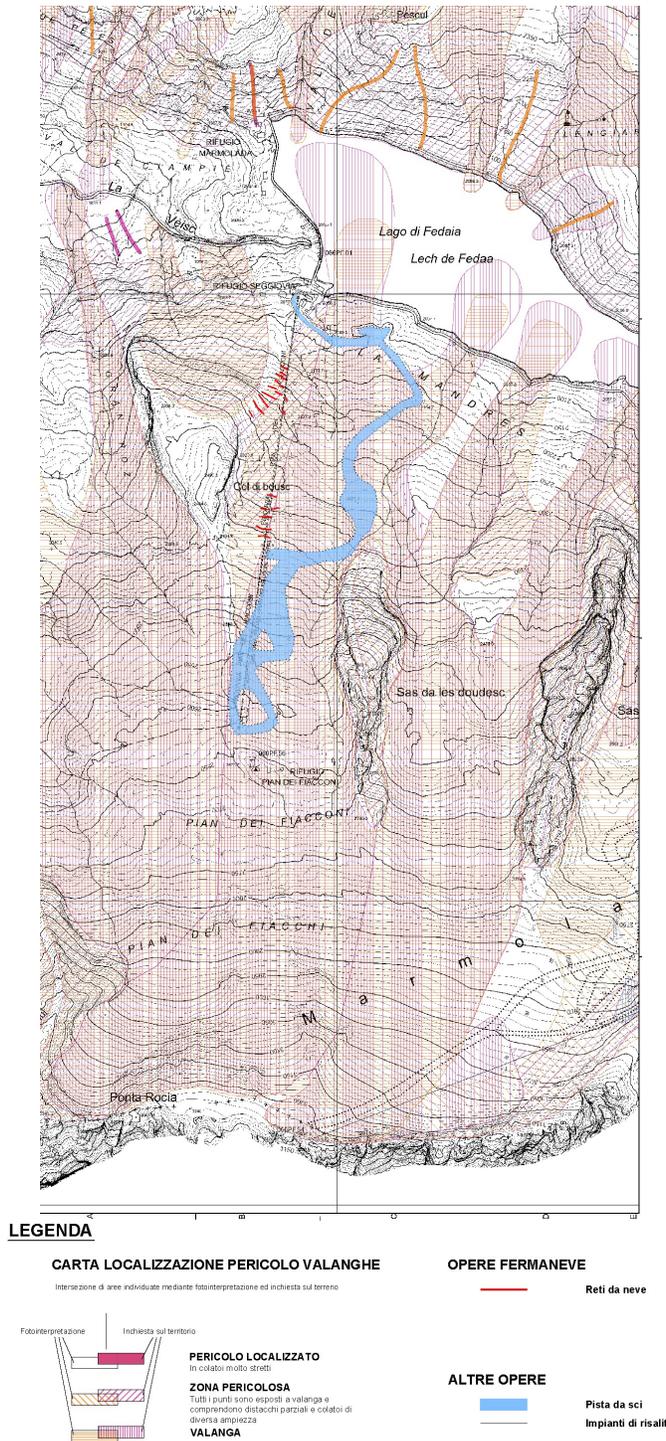


Figura 4. Estratto della CLPV del Comune di Canazei (TN).

La Carta di sintesi della pericolosità adottata preliminarmente nel luglio 2019 dalla Giunta provinciale indica la zona interessata dalla sostituzione dell'impianto a fune soggetta ad un pericolo valanghe elevato P4.

CARTA DI PERICOLOSITA' DA VALANGA
Scala 1:10.000

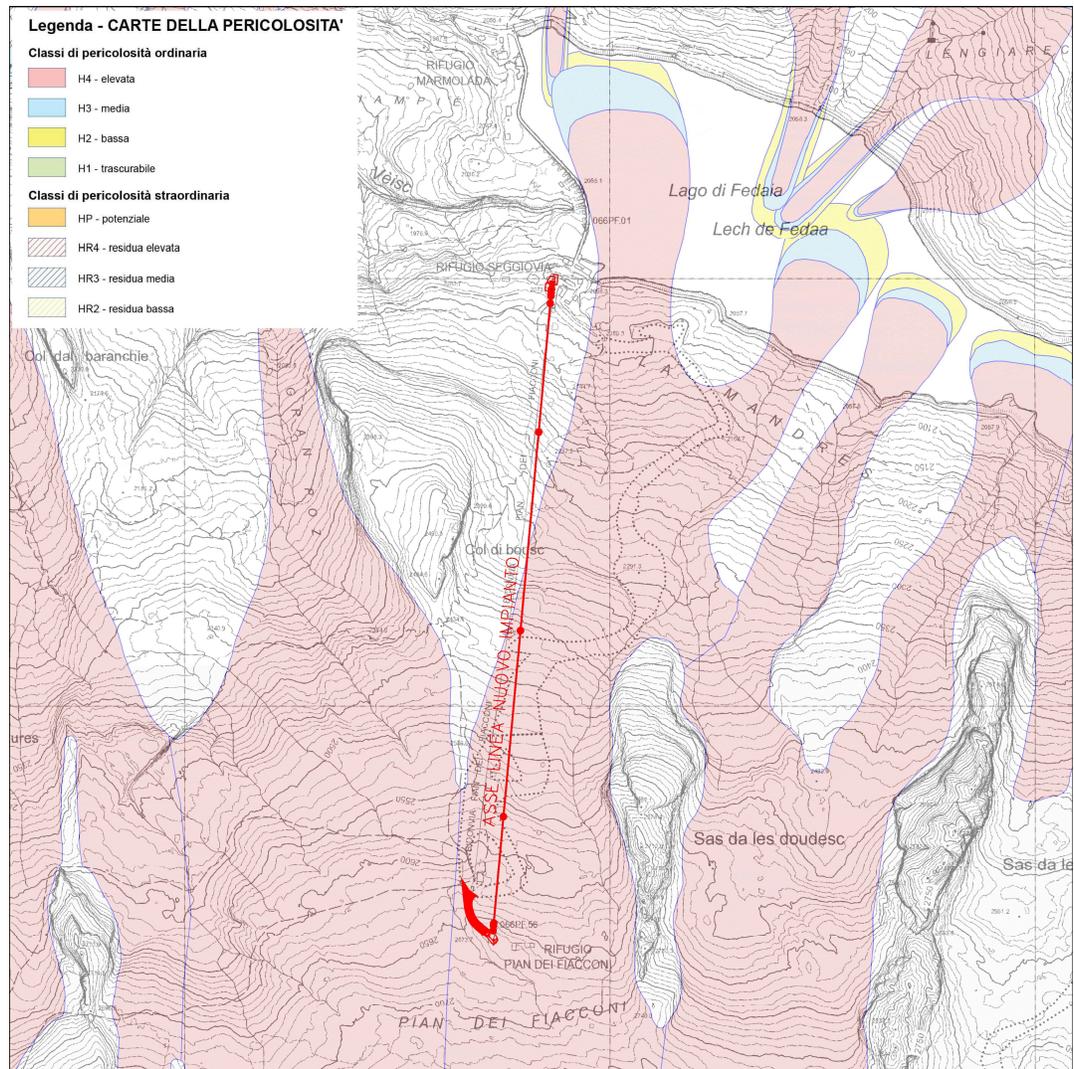


Figura 5. Estratto della Carta di sintesi della pericolosità da valanga adottata preliminarmente nel luglio 2019 dalla Giunta provinciale.

6.2 Descrizione del sito valanghivo

Il distacco di valanghe nel sito in oggetto è possibile in due zone ben distinte:

- Il distacco dal ghiacciaio della Marmolada nella zona sottostante la cima di Punta Rocca e la Schena del Mul, ma al di sopra del Pian dei Fiacconi, suddivisibile a sua volta nelle aree di distacco situate:
 - nel canale a sinistra di Punta Rocca caratterizzate da pendenza media nell'ordine dei 32° e quota compresa tra 3000 e 3200 m s.l.m.
 - nella zona soprastante e a destra del versante roccioso di Punta Rocca caratterizzate da pendenza media nell'ordine dei 38° tra le quote di 3000 e 3200 m

s.l.m. Aree predisponenti al distacco si trovano anche alle quote inferiori comprese tra 2800 e 3000 m s.l.m. con pendenza media di circa 30°.

Il distacco di queste aree, in ragione del notevole dislivello percorso dalle valanghe, può portare alla formazione sia di fenomeni di tipo radente che polveroso.

- Il distacco di aree di dimensioni inferiori a quelle prima citate poste alla destra orografica del Col di Bousc ad una quota di circa 2300 m s.l.m con pendenze nell'ordine di 34°, limitate verso nord dalla presenza di reti da neve.

Le valanghe originate da queste aree sono di tipo radente non essendoci elementi morfologici quali bruschi cambi di pendenza che potrebbero generare la componente nubiforme.

Data l'esposizione, il microclima e la quota del sito valanghivo le valanghe di neve asciutta possono portare a fenomeni di magnitudo più elevata di quelle di neve umida o bagnata.

La zona di scorrimento delle valanghe originate dalle aree alle quote più elevate è del tipo a versante aperto, caratterizzata dal pian dei Fiacconi con pendenze comprese tra 15° e 20° e dalla sottostante pista da sci dove il flusso è moderatamente incanalato.

La zona di arresto è invece individuata nel lago di Fedaià che, nel caso in cui sia ghiacciato e la valanga non riesca a rompere lo strato di ghiaccio, potrebbe favorire l'avanzamento del flusso.

Valanghe frequenti originate nella zona a quota elevata ma con minor portata possono invece depositarsi nelle depressioni formate dal ritiro del ghiacciaio a monte della stazione di arrivo dell'impianto a fune e del Rifugio Pian dei Fiacconi. Tra questi elementi geomorfologici il più importante per la protezione dal flusso delle valanghe della stazione di monte dell'impianto è il dosso roccioso sopra il quale sorgeva il vecchio Rifugio Pian dei Fiacconi che di fatto forma un vallo tomo naturale che sarebbe in grado di accumulare circa 153.000 m³ di neve (compresa quella presente al suolo), così come riportato nel documento a cura della Provincia di Trento del 13 maggio 2009 (2).

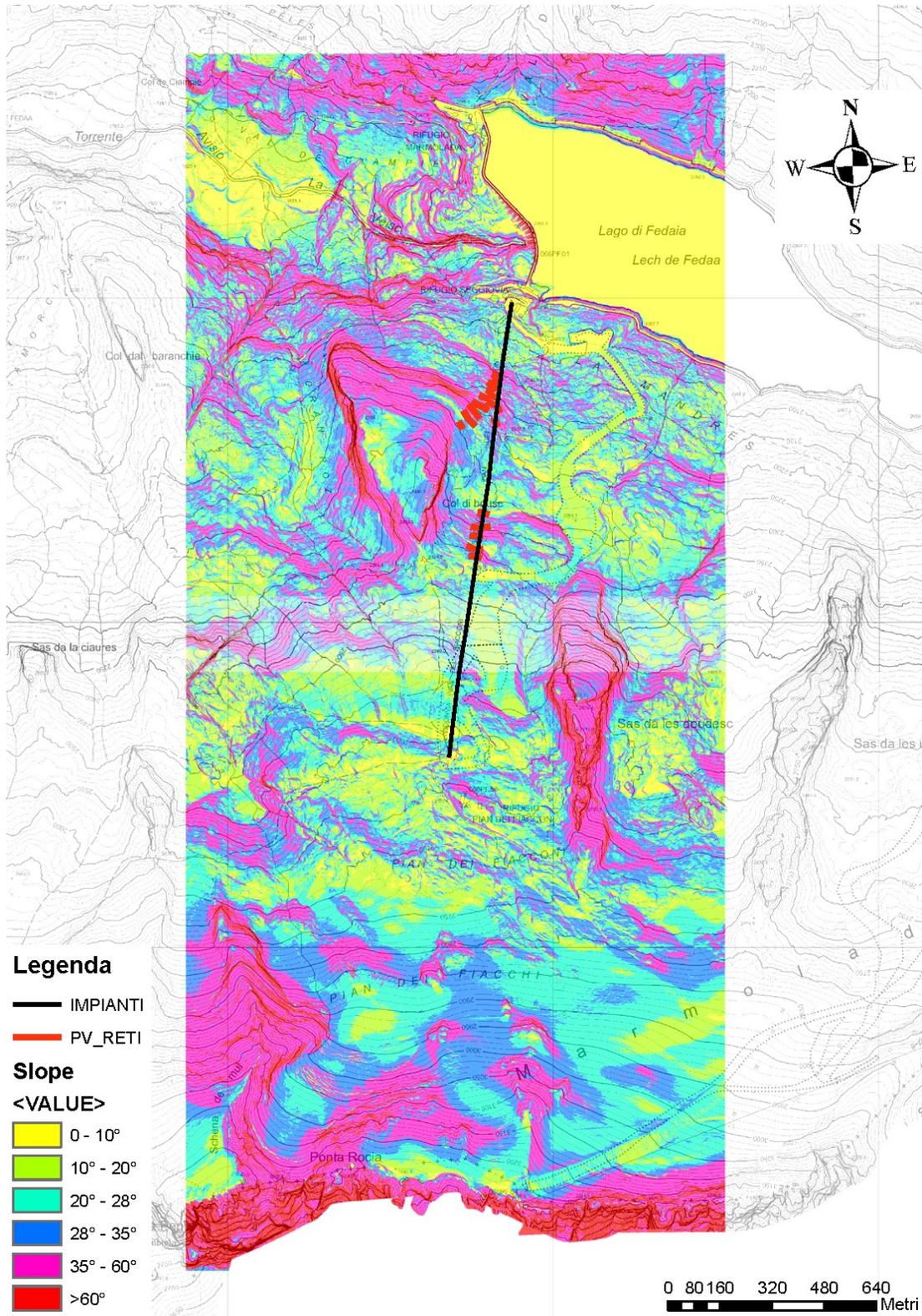


Figura 6. Carta delle pendenze

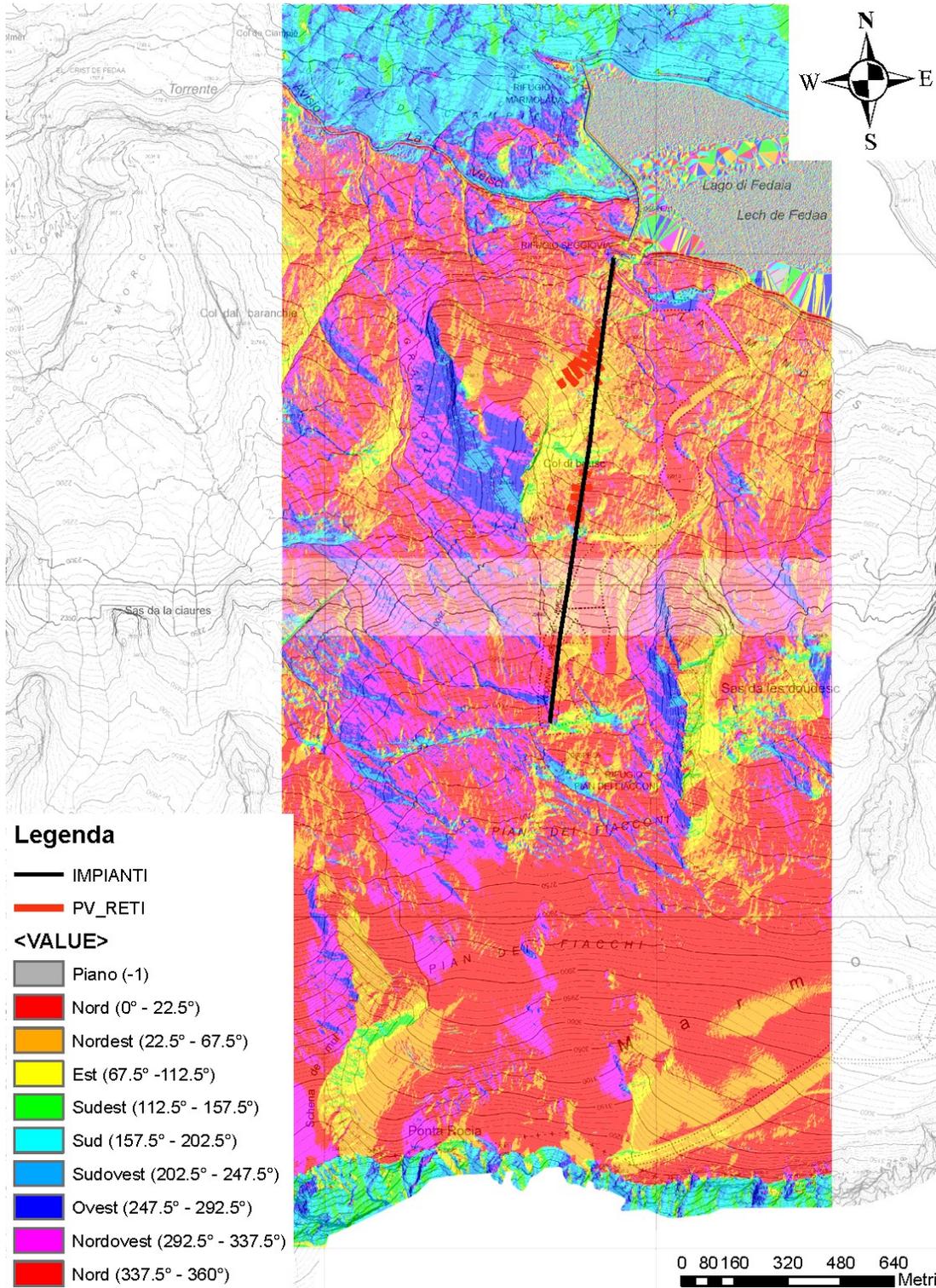


Figura 7. Carta delle esposizioni

6.3 Analisi storica dei fenomeni valanghivi estremi

Al fine di interpretare correttamente le conseguenze dei fenomeni valanghivi pregressi, si riporta di seguito la cronistoria delle precedenti installazioni funiviarie:

- anno 1946: costruzione della prima seggiovia monoposto;
- anno 1963: ricostruzione della seggiovia monoposto su linea pressoché invariata (stazione di monte spostata di alcuni metri verso est), sospesa per pericolo valanghe;
- anno 1974: costruzione dell'attuale "cestovia Graffer".

Nella seguente immagine si nota la stazione di valle della vecchia seggiovia monoposto e la linea dell'attuale "cestovia Graffer".



Figura 8. Cartolina anno ca. 1975. Il cerchio rosso indica la stazione di valle della vecchia seggiovia monoposto

..... tracciato vecchia seggiovia 1946
- - - - - tracciato cabinovia sospesa
————— tracciato cabinovia attualmente in funzione

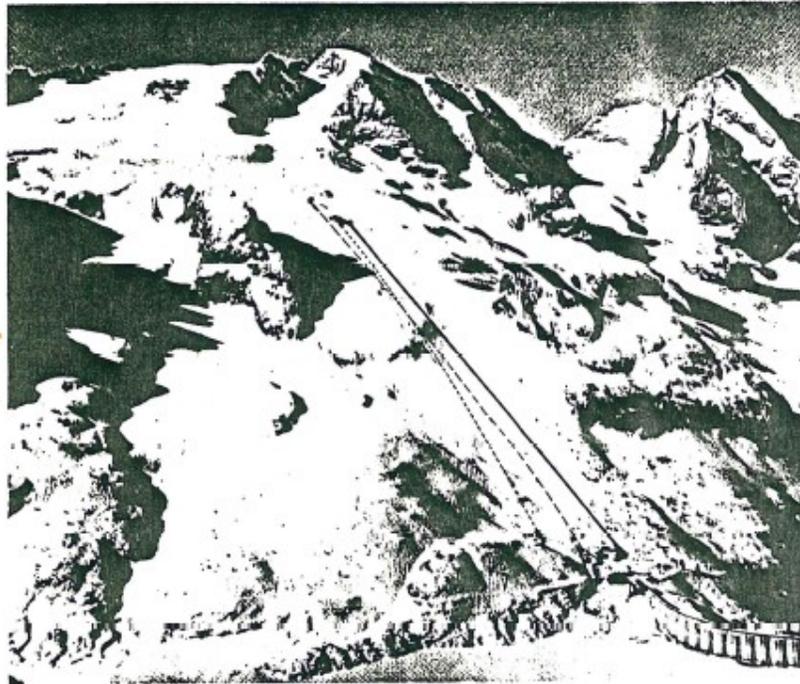


Figura 9. Immagine tratta dal Dossier Marmolada di Giacomo Santini del 1975 riportante i tre diversi impianti

I dati storici di fenomeni valanghivi estremi presi a riferimento sono quelli ufficiali delle schede di inchiesta permanente valanghe e dei modelli 7 AINEVA. Queste schede riportano le fonti, in particolare l'ex custode della diga di Fedaia, e sono confermati da ritagli di giornale dell'epoca riportati nella presente relazione.

Dall'analisi dei documenti storici, in particolare le schede di Inchiesta CLPV si riscontra che gli eventi valanghivi più gravosi osservati dal 1947 ad oggi sono quelli del 10 febbraio 1951, dell' 11 febbraio 1952 durante il quale la valanga ha raggiunto il cantiere al Laghetto Fedaia e quello del 24 dicembre 1958, in occasione del quale il cantiere della SADE fu colpito dalla valanga portando i rottami fino ai limiti segnati dalla CLPV. In particolare la valanga del 1958 si è formata a seguito di otto giorni consecutivi di nevicata per un'altezza cumulata di 200 cm al di sopra di uno strato di brina di fondo successivo ad una precedente nevicata di 90 cm.

LA GRANDE VALANGA CADUTA DALLA MARMOLADA

Sepolta sotto dieci metri di neve la stazione della seggiovia Fedaiia

Altre valanghe sono cadute senza arrecare danni - Accessibile solo da Canazei il passo del Pordoi - Ieri in montagna ha ripreso a nevicare

Il giorno di Santo Stefano un gruppo di guide di Canazei è salito a Pian Fedaiia per controllare nuovamente i danni causati dalle enormi valanghe cadute dalla Marmolada e che, come è noto, ha spazzato via il villaggio dell'impresa milanese Turza, costruttrice della grande diga di Fedaiia nel lago artificiale, che regola la centrale di energia Clapeta, nei Bellunesi, della S.A.D.E., si sono scavate con inaudita violenza oltre 85 mila metri cubi di neve provocando un aumento di 10 centimetri del livello delle acque che una compatta crosta di ghiaccio ricopriva. Per vero miracolo non ci sono state vittime, in quanto i custodi della diga, che formano nella grande villa fatta costruire nelle vicinanze dell'impianto, hanno potuto in tempo porci in salvo.

Essi sono rimasti lassi e si sono ritirati nella parte del fabbricato ancora intatta. Tuttavia nella prossima navigazione di riparazione nel vicino rifugio Castiglioni il quale sorge in posizione tale da non essere toccato dalle valanghe.

La squadra di guide ha fatto dei sondaggi lungo la fronte della valanga, per accertare i danni recitati causati. Purtroppo sembra che la stazione di partenza della seggiovia di Pian Fedaiia sia andata completamente distrutta. Sul posto si trovavano ieri quattro operai dell'impresa Graffer. La piazzola di partenza è sepolta sotto 10 metri di neve; a questa profondità è giunto lo scandaglio; in realtà lo spessore potrebbe essere ben più consistente.

La furia della neve non ha fortunatamente toccato invece il rifugio della guida bellunese Azaruro Baldissara che ieri sembrava averne subito danni. È stato accertato che i danni della valanga sono tutti nella zona a valle.

Il comunicato emanato da Pian Trevisan, che alcune tracce slavine sono cadute lungo la strada che dalla zona sale a Pian Fedaiia. Dal rifugio del Pordoi si è staccata la più grande valanga che il capo della guida alpina sig. Gerolamo Davelon, ricorsi in 26 anni di permanenza al rifugio di Pian Trevisan. La enorme massa di neve è caduta devastando il bosco, andando a fermarsi al col Ciampolo.

Altre valanghe sono cadute dal Gran Vernel, dalla Forcella di Marmolada e da altre zone della montagna senza recitare danni.

La strada che sale da Pian Fedaiia a Pian Trevisan è tuttora bloccata dalla neve e non pratica dalle macchine.

La strada del passo del Pordoi è stata ieri ripulita al traffico sul versante di Canazei. Sull'altro versante, di Arabba, una serie di grandi valanghe sono cadute dal Passo Cappelto ostruendo completamente la strada. Si pensa che i mezzi meccanizzati dell'Anas possano tentare di riattivare il transito fra una settimana soltanto a meno che non sopravvengano altre nevicate.

Per ora, ogni lavoro è sospeso anche per l'estremo pericolo della caduta di altre valanghe.

Folle di sciatori sono giunti in questi ultimi giorni a Canazei e la nota stazione turistica delle Dolomiti ha assunto la sua caratteristica fisiologica della stagione invernale. Alberghi e pensioni, registrano il fatto esultante e gli impianti seggiovia sono in piena efficienza.

Ieri sera era ripreso a nevicare sulla Marmolada e sulle vicine cime dolomitiche. La temperatura, specialmente nelle due giorni di Natale, ha subito un brusco abbassamento.

Figura 12. Articolo quotidiano Adige 28 dicembre 1958

IRRIMEDIABILMENTE PERDUTA LA STAZIONE DI PARTENZA

Dovrà essere studiato un nuovo tracciato per la distrutta seggiovia della Marmolada

Folle enormi di sciatori hanno preso d'assalto i centri invernali del Trentino - Bloccato passo Rolle da una bufera di vento - Record di vetisti sul Bondone oggi sono affiate migliaia di persone



Stabilimento di mezzi e di stazione sciatoria

TRENTO - Tornato il sereno, per tutta la giornata di ieri la Marmolada è stata investita da una tremenda bufera di vento, che fondamentalmente levava distinguere nettamente contro il fondo azzurro del cielo, spumosi pennacchi di neve farinosa sollevati rabbiosamente da terribili venti. Correnti d'aria fradida, ma rinchiodando al centro hanno ripercorso senza un attimo di sosta vallate e gole nei quali alcuni giorni fa s'era abbattuta una dita spessa valanghe. Nonostante tali proibitive condizioni atmosferiche operai accompagnati dal direttore dell'impresa Graffer al posto ove fino a poco tempo fa sorreggeva la stazione di partenza della seggiovia della Marmolada. È stato ormai accertato che la piattaforma con la costruzione che costituiva la base di partenza della più antica seggiovia della zona è stata interamente spazzata via dalla violenza della frasca. Il cumulo di neve ha poi sepolto ogni cosa con uno spessore di oltre una decina di metri.

È impossibile per il momento stabilire l'entità esatta dei danni arrecati; è tuttavia da rilevare che data la triste condizione si spera molto difficilmente e potrà essere di riattivare la linea.

Sarà quindi necessario studiare un nuovo tracciato limitando quel che è rimasto salvo dalla frasca, la stazione di arrivo dove sono sistemati i nuclei di una parte del blocco di sostegno; tutto il resto è andato irrimediabilmente perduto.

Tutti i centri della valle di Passetto hanno assistito nel frattempo il più tipico aspetto della località invernali di grande richiamo. Un considerevole numero di turisti, giunti da oltre Brennero e da tutta Italia hanno occupato ogni posto disponibile e tutti, approfittando del bel tempo hanno rivisto i campi di sci, mettendosi a dura prova in tradizionali corse e cenerate degli atleti e numerosi impianti seggiovia.

Figura 13. Articolo quotidiano Adige 29 dicembre 1958

Sotto le ampie nevole della

DRAMMATICA VIGILIA DI NATALE AI PIEDI DELLA MARMOLADA

Distrutti da una enorme slavina edifici ed impianti della Fedaiia

Sorpresi in casa quattro custodi della SADE: uno di loro è stato liberato dai compagni - Abbattuto parte del parapetto della diga - Cinque cassette per minatori sono finite sotto il ghiaccio del lago - Danni alla seggiovia - Un cane è uscito da solo dopo 36 ore da una coltre di 3 metri di neve

Una poderosa slavina di neve, la più grossa tra quelle staccate ai mesi scorsi dalla Marmolada, è precipitata dall'alta della vigilia natalizia dalla parete nord della montagna, strarucando densi e ininterrottamente gravi agli edifici e agli impianti e seggiovia esistenti nella zona di Fedaiia.

Una casa di abitazione, occupata dai custodi della SADE adetti al controllo della diga idroelettrica, è stata pressoché avvertita dalla massa di neve che ha coltellatamente spazzato via oltre cento metri di parapetto in roccia. Cinque cassette della Impresa Torno, altrettanto disastrosamente e inabissate nella neve del vicino lago. Infine la seggiovia della Marmolada ha perso due grossi piloni di sostegno ed è, pertanto, inutilizzabile.

La slavina è precipitata verso la quattro del mattino da punta Rocca che, essendo situata a tremila metri di altezza, sotto la punta Fedai, costituisce uno dei punti più alti della Marmolada. L'area negli ultimi giorni di nevicata si era addensata su pesante strato di neve frasca, improvvisamente un blocco bianco, enorme, si è staccato ed è precipitato con un cupo boato verso il fondo valle, intrasversando a vista d'occhio ad ogni balzo la valle.

Dopo un volo di oltre mille metri, un fronte di oltre duecento metri di neve si abbattiva sul piano della Fedai, e rovinava a valle schiantando e soppellendo ogni ostacolo.

Dappertutto la slavina investiva l'edificio a due piani abitato e casa di abitazione dei custodi della diga, sorpassando le persone che a quell'ora erano immerse nel sozio. Si trattò del custode Mario Carnel, ammogliato, e dei compagni di lavoro Guido Selo da Agordo e Nino Pellegrini da Rocca Fieiera la proprietà di Bolzano.

Il loro risveglio era drammatico. Era come se improvvisamente una terremoto avesse scosso la casa delle fondamenta, abbattendo porte e finestre, aprendo porose crepe nelle pareti, facendo rovinare a terra ogni oggetto di suppellettili. Un istante dopo, appena cessata la prima scossa, la casa venne circondata da una montagna di neve che entrava in tutte le fessure. Tutti riuscirono comunque ad uscire all'aperto. Tranne il Pellegrini; costui, che dormiva in una stanza del secondo piano, venne letteralmente bloccato nella sua camera da letto dalla neve e dal mangiabile crostaceo fatto che, per farlo uscire, era necessario il sollecito intervento degli altri compagni. Intanto la slavina aveva fatto altri, e più gravi danni.

Oltre cento metri di parapetto di roccia, costruiti sul passaggio argine della diga di Fedai, vennero abbattuti e spazzati via: la sua ultima veniva rovinata da notevole patimento tecnico che era stato costruito con ogni garanzia di sicurezza, appunto in considerazione del pericolo di frane e di slavine.

Ma non era ancora finita: cinque cassette di piccole dimensioni, costruite in sassi per ospitare a suo tempo gli operai della Impresa Torno che partecipavano alla realizzazione della diga e usate poi dai minatori nei periodi di svolgimento delle escursionistiche, venivano pressoché sradicate dalle fondamenta e i rottami frantumati verso il vicino laghetto di Fedai, dove erano fondate sotto la spessa coltre di ghiaccio.

Anche la seggiovia della Marmolada venne investita dalla slavina che distrusse due grossi piloni di sostegno danneggiando l'intero impianto. Quando, quasi che ora dopo il disastro, le prime fessure dell'alta si allargano sul l'intera zona, uno spettacolo desolato e affascinante insieme si presentava agli occhi dei primi soccorsi. Dal pesante manto di neve portato dalla slavina uscirono soltanto la grossa trave e i blocchi di marmo frantumati lungo tutto il suo corso dalla marea della neve.

Un particolare di questo piano: dove appare perennemente inconfondibile: quando la slavina è precipitata nella casa dei quattro custodi, una casa che dormiva, nella scogliera, era stato subito dato per perso. La povera bestia apparteneva allo stesso periodo tre metri di neve. Le marmole di Natale, dopo circa trentasei ore, il cane è invece miracolosamente ricomparso alla superficie. Rimasto bloccato la mattina, l'animale era riuscito ad aprirsi da solo il suo corpo e a passare attraverso un lungo tunnel lungo quanto il suo corpo.

Pochi persone sono salite in zona sul lago della slavina. I sentieri sono la gran parte impraticabili, e molto pericolosi. Le cassette della Impresa Torno, in circostanze che hanno reso difficilissima la vigilia e la giornata stessa del Natale, non si hanno, sono vittime e cinesi alle persone.

Figura 14. Articolo quotidiano Adige 29 dicembre 1958



Zona della Marmolada. Qui si è abbattuta una grandiosa valanga staccatasi da punta Penia. La massa nevosa ha investito la stazione a valle della seggiovia distruggendola. Inoltre, il vilaggio della Impresa Torno, che ha eseguito lavori idroelettrici, è stato letteralmente sommerso da uno spesso strato di neve. Alcune cassette sono state gettate nel lago artificiale. Non si lamentano vittime; le quattro persone che soggiornavano nella zona sono infatti riuscite a salvarsi. Anche un cagnolino, rimasto sepolto sotto la neve è riuscito ad uscire all'aperto dopo essersi scavato un cunicolo: vi ha impiegato 36 ore

Figura 15. Articolo quotidiano Alto-Adige 30 dicembre 1958



Figura 16. Articolo quotidiano Alto-Adige 02 aprile 1975

Gli eventi più gravosi hanno provocato danni al parapetto della diga per circa 60 m, hanno interessato la stazione a valle della vecchia seggiovia monoposto, hanno sfiorato danneggiando i serramenti del fabbricato dell'ENEL ed hanno raggiunto il bar dei fratelli Lorenz.

Dall'informazione riguardante il danneggiamento del parapetto della diga e della distruzione della stazione di valle dell'impianto "Graffer" si ipotizzano, per l'evento storico di massima magnitudo, pressioni nell'ordine di 50-100 kPa presso la stazione di valle ed altezze di accumulo superiori ai 10 m.

Durante l'evento del 10/02/1951 la stazione di monte dell'impianto ha subito ingenti danni (pressioni nell'ordine di 50-100 kPa) mentre i sostegni di linea hanno resistito alla valanga. La stazione di monte della seggiovia Graffer è stata danneggiata anche durante l'evento del 2 febbraio 1985.

Nessuna fonte storica indica la tipologia di moto, radente o polveroso, delle valanghe che hanno raggiunto il lago di Fedaiia.

6.4 Analisi delle opere di difesa presenti

La stazione di valle e la prima parte della linea dell'esistente cestovia "Fedaiia - Pian dei Fiacconi" è protetta da 9 file di reti da neve. Ulteriori 5 file di tali reti sono disposte circa a metà della linea funiviaria in corrispondenza di un locale aumento dell'acclività.

La tecnologia di realizzazione, lo stato di conservazione delle reti e le caratteristiche dimensionali dovranno essere ulteriormente valutati al momento dell'inizio lavori al fine di garantire l'efficacia in qualità di opere di difesa attive nella zona di distacco.

6.5 Definizione delle aree di distacco

Le aree di distacco sono state definite a partire dall'analisi con software GIS valutando le celle del DTM con maglia 25 m con inclinazione del pendio compresa tra 28° e 60° e curvatura inferiore a -0.20 così come proposto da AINEVA. I perimetri delle aree in tal modo individuate sono stati modificati considerando la morfologia locale.

6.6 Analisi climatica e definizione dell'altezza al distacco

Punto di partenza per la valutazione dell'altezza di distacco di una valanga è l'analisi dei dati storici sulle precipitazioni invernali relativi l'area entro cui si colloca il sito valanghivo.

Conformemente alle indicazioni fornite dalle Direttive Svizzere (Salm et al., 1990), il calcolo dell'altezza di distacco di una valanga, indicata con Hd e rappresentativa dello spessore misurato perpendicolarmente al pendio della massa nevosa instabile, può essere effettuato a partire dalla variabile nivometrica DH3gg utilizzando la seguente relazione:

$$Hd(T, z) = [DH3gg(T, z) \cdot \cos 28^\circ + Hsd] \cdot f(\varphi)$$

dove:

- DH3gg(T,z) è l'incremento di altezza del manto nevoso (misurato sulla verticale) su tre giorni consecutivi di precipitazione, funzione della zona considerata, del tempo di ritorno T e della quota media della zona di distacco z.
- Hsd è l'altezza (misurata sulla verticale) di neve trasportata dal vento;
- f(φ) è una funzione decrescente della pendenza media della zona di distacco, φ, avente la seguente espressione:

$$f(\varphi) = \frac{0,291}{\sin \varphi - 0,202 \cos \varphi} \quad \text{con } \varphi \geq 28^\circ$$

Per la determinazione della variabile DH3gg, è necessario disporre la statistica delle precipitazioni nevose pluri-giornaliere e procedere ad una elaborazione statistica dei dati che consenta di ottenere il valore dell'altezza del manto nevoso su tre giorni consecutivi di precipitazione, in funzione del tempo di ritorno assunto in fase di progetto, che nel caso specifico è considerato pari a TR=100 anni, superiore alla minima vita nominale dell'opera prevista dalle EN

13107 ($V_N=50$ anni). In effetti a tal fine sarebbe opportuno disporre di una serie di dati registrati per un intervallo di tempo superiore a $TR/2$; in alternativa è possibile avvalersi di un'analisi statistica a scala regionale.

Data la difficile accessibilità alla zona della Marmolada, come confermato dall'ufficio di Meteotrentino, le misure nivometriche a disposizione hanno lacune temporali e non sono rappresentative ai fini delle analisi di interferenza statistica. Dati più consistenti sono quelli della stazione "Monti Altì d'Ornella" dell'ARPAV di Arabba e quelli misurati al "Passo Padon", "Porta Vescovo" e "Marmolada" da parte di Meteomont nell'ambito della compilazione dei Modelli 1 AINEVA. Di seguito si riportano i risultati delle analisi statistiche delle variabili nivometriche DH3gg e altezza del manto nevoso di tali stazioni normalizzate alla quota 3000 metri (considerando un aumento dell'altezza del manto nevoso di 5cm ogni 100 m di dislivello positivo).

| Stazione automatica o campo manuale | Serie storica disponibile | DH3gg (TR=100,z=3000) | Hs (TR=100,z=3000) |
|--|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Monti Altì d'Ornella (2200 m s.l.m.) ARPAV | 1985 - 2017 33 anni | 173 cm Lognormale | 391 cm Gumbel |
| Passo Padon (2369 m s.l.m. - UTM 5149765N/722059E) METEOMONT | 2005 - 2017 13 anni | 154 cm Lognormale | 478 cm Lognormale |
| Porta Vescovo (2180 m.s.l.m.) METEOMONT | 2005 -2017 13 anni | 135 cm Weibull | 372 cm Gumbel |
| Marmolada (2930 m s.l.m. - UTM 2065N/4684E) METEOMONT | 2005-2006 2012-2014 5anni | 144 cm Lognormale | 309 cm Lognormale |

Le serie storiche disponibili sono inadeguate al fine di un'analisi con tempo di ritorno pari a 100 anni. Si supplisce a tale carenza di dati facendo riferimento all'analisi statistica regionale delle variabili nivometriche disponibile per la Regione Friuli Venezia Giulia, che, per i comuni di Forni di Sopra, Forni di Sotto, Cimolais, Tarvisio, Erto e Casso, Pontebba, notoriamente più nevosi a confronto della zona Marmolada, nonostante siano posti ad una quota inferiore.

Dall'analisi a scala regionale del Friuli Venezia Giulia si ricava il seguente dato di progetto, assunto quale base per la definizione dello spessore al distacco delle valanghe radenti. La variabile nivometrica DH3gg per un tempo di ritorno Tr pari a 100 anni ad una quota di 2000 m è pari a 287 cm, valore assunto come base di calcolo per le valanghe di tipo radente.

Per il calcolo dello spessore di neve cumulato su 3 giorni alla quota del distacco, a partire dal valore ricavato dalle precedenti elaborazioni, si fa riferimento a quanto riportato nelle Direttive Svizzere (Salm et al., 1990), che prescrivono un incremento di 5 cm di DH3gg ogni 100 metri di dislivello. Alle stesse direttive ci si riferisce per la quantificazione dell'altezza della neve trasportata dal vento, indicata pari a 30-50 cm; nel caso in esame si è assunto il limite inferiore ($H_{sd} = 30$ cm). Tale assunzione appare congruente con la direzione prevalente dei venti attesa sulla Marmolada (nord-sud) e, considerando le notevoli dimensioni delle aree di distacco individuate appare adeguatamente cautelativa.

I valori di altezza al distacco per la valanga polverosa sono invece assunti dall'analisi statistica delle variabili nivometriche della PAT del luglio 2017 (4). L'altezza al distacco risultante è inferiore a parità degli altri parametri, per questo nell'analisi della valanga polverosa si ipotizza un'area di distacco maggiore e un'altezza della neve trasportata dal vento di 50cm. Si riporta l'estratto del foglio di calcolo fornito dalla Provincia di Trento.

| CALCOLO DELLO SPESSORE DI DISTACCO DELLA VALANGA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|----------|----------|--|------------------|--|--|---------|----------|----------|-----------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|--------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|--------|
| 1) Caratterizzazione territoriale e geomorfologica della zona di distacco. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Nome del sito valanghivo: Via Lidia - A10101V028 Comune amministrativo: Canazei Zona nivometrica: B Quota media: 2905 m s.l.m. Pendenza media: 30°</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2) Stazione di misura dei parametri nivometrici affine alla zona di distacco. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Codice: 22CI Nome: Ciampac Comune: Canazei Quota: 2145 m s.l.m. DH3gg alla stazione: 49 cm <i>(Valore atteso in base alle misure)</i></p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3) Condizioni del manto nevoso nella zona di distacco. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Simbologia: - I valori contrassegnati con [1] sono calcolati in base all'analisi del territorio provinciale; - I valori contrassegnati con [2] sono calcolati in base alla stazione affine.</p> <p style="margin-left: 40px;"> <i>DH3gg (valore atteso) [1]: 69 cm</i> <i>DH3gg (valore atteso) [2]: 63 cm</i> </p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Tempo di ritorno</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">30 anni</th> <th style="text-align: center;">100 anni</th> <th style="text-align: center;">300 anni</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Sovraccarico da vento</td> <td style="text-align: center;">50 cm</td> <td style="text-align: center;">50 cm</td> <td style="text-align: center;">50 cm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>DH3gg (di progetto) [1]</i></td> <td style="text-align: center;">136 cm</td> <td style="text-align: center;">170 cm</td> <td style="text-align: center;">203 cm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Spessore di distacco [1]</td> <td style="text-align: center;">147 cm</td> <td style="text-align: center;">174 cm</td> <td style="text-align: center;">200 cm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>DH3gg (di progetto) [2]</i></td> <td style="text-align: center;">125 cm</td> <td style="text-align: center;">156 cm</td> <td style="text-align: center;">186 cm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Spessore di distacco [2]</td> <td style="text-align: center;">138 cm</td> <td style="text-align: center;">163 cm</td> <td style="text-align: center;">187 cm</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | Tempo di ritorno | | | 30 anni | 100 anni | 300 anni | Sovraccarico da vento | 50 cm | 50 cm | 50 cm | <i>DH3gg (di progetto) [1]</i> | 136 cm | 170 cm | 203 cm | Spessore di distacco [1] | 147 cm | 174 cm | 200 cm | <i>DH3gg (di progetto) [2]</i> | 125 cm | 156 cm | 186 cm | Spessore di distacco [2] | 138 cm | 163 cm | 187 cm |
| | Tempo di ritorno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30 anni | 100 anni | 300 anni | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sovraccarico da vento | 50 cm | 50 cm | 50 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>DH3gg (di progetto) [1]</i> | 136 cm | 170 cm | 203 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Spessore di distacco [1] | 147 cm | 174 cm | 200 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>DH3gg (di progetto) [2]</i> | 125 cm | 156 cm | 186 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Spessore di distacco [2] | 138 cm | 163 cm | 187 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

8. PROGRAMMA DI SIMULAZIONE DINAMICA DELLE VALANGHE RADENTI (RAMMS)

Lo studio dinamico delle valanghe radenti è stato condotto utilizzando il programma RAMMS Avalanche v1.7.20, sviluppato dall'Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe SNV di Davos ed in grado di calcolare velocità e pressioni e distanze d'arresto delle valanghe. Tale programma rappresenta lo stato dell'arte in fatto di simulazione delle valanghe, implementando il consolidato metodo di Voellmy-Salm in un modello bidimensionale basato sulla reale topografia definita con modello digitale del terreno. L'algoritmo risolve, con il metodo alle differenze finite, le equazioni di conservazione della massa, dell'energia e della quantità di moto su ciascuna maglia quadrata del modello digitale del terreno.

A differenza dell'originale modello di Voellmy-Salm la reologia è governata, oltre che dall'attrito colombiano e turbolento, anche da un termine aggiuntivo rappresentante la coesione della neve.

Il modello implementa inoltre l'effetto della curvatura del terreno introducendo nelle equazioni del moto l'effetto delle forze centrifughe indotte sulla massa nevosa in movimento.

Il modello RAMMS è stato calibrato su molte valanghe catastrofiche dell'inverno 1999 e sul sito sperimentale per valanghe di Vallée de la Sionne nel cantone Vallese della Svizzera, in cui sono installati sofisticati sistemi per la misura delle pressioni di impatto, velocità e altezza del flusso.

I parametri di attrito possono essere inseriti manualmente nel programma oppure, come consigliato dagli autori, calcolati automaticamente con una procedura basata sull'analisi topografica (pendenza, curvatura e quota), della presenza di vegetazione, del tempo di ritorno e del volume della valanga.

La visualizzazione dei risultati delle simulazioni è facilmente interpretabile; in questo modo l'utente può rapidamente rendersi conto se i risultati della simulazione sono corretti o se hanno sensibili variazioni rispetto a quanto atteso.

9. PROGRAMMA DI SIMULAZIONE DINAMICA DELLE VALANGHE POLVEROSE (AVAL1D)

Lo studio dinamico delle valanghe polverose è stato invece svolto con il programma AVAL-1D 1.4.1 sviluppato dall'Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe SNV di Davos. Il modello di calcolo per la componente nubiforme e lo strato di saltazione sottostante è denominato SL-1D.

Si tratta di un modello puramente monodimensionale che si basa sulla descrizione delle valanghe polverose fatta da Norem del Norwegian Geotechnical Institute (NGI) nel 1995. La valanga è considerata come composta da uno strato di neve in sospensione e uno di neve in saltazione che viene trattato in modo analogo a quanto fatto per la componente di neve densa. Tra gli strati si hanno fenomeni di erosione e deposito. Per quanto riguarda lo strato in sospensione, alle equazioni di continuità e bilancio della quantità di moto si aggiungono quelle dell'energia cinetica dovuta alla componente turbolenta e alla dissipazione. L'erosione o il deposito di neve è funzione dell'energia cinetica delle particelle di neve che impattano tra loro.

Il programma fornisce in output l'altezza, la velocità e la densità della valanga in qualsiasi punto del profilo longitudinale dai quali ricava la pressione agente sugli ostacoli eventualmente investiti dal flusso.

10. METODOLOGIE ED IPOTESI DI LAVORO NELLE SIMULAZIONI DELLE VALANGHE

9.1 Obiettivo delle simulazioni

Le simulazioni riportate nel prossimo capitolo hanno lo scopo di dimostrare l'immunità della cabinovia "Fedaià – Pian dei Fiacconi" dal pericolo valanghe; in dettaglio si presenta:

- Il predimensionamento geometrico del cuneo deviatore integrato nella zona posteriore della stazione di monte ed il calcolo delle pressioni agenti sullo stesso.
- Il calcolo delle pressioni indotte dalla valanga nubiforme sulle stazioni, sui sostegni di linea e sulle funi dell'impianto.

9.2 Simulazioni svolte

Le simulazioni svolte possono essere riassunte in tre gruppi corrispondenti agli obiettivi sopra citati:

- Simulazione di taratura riguardante la valanga del 7 marzo 2016 dell'adiacente sito valanghivo identificato dal codice A10101V027.
- Simulazioni riguardanti la valanga radente di progetto.
- Simulazioni riguardanti la valanga nubiforme di progetto.

9.3 Ipotesi di lavoro: valanga di progetto radente

Le ipotesi di base delle analisi sono:

- Il modello digitale del terreno di base utilizzato nelle simulazioni è quello ricavato con rilievo Lidar dalla Provincia autonoma di Trento con passo 1x1 metro. Al fine di considerare l'effetto della neve al suolo, la griglia di simulazione è stata impostata con maglia 5x5 metri.
- La definizione dell'altezza di distacco delle valanghe è calcolata in conformità a quanto riportato al precedente punto 6.
- Tutte le simulazioni sono state svolte ipotizzando valanghe a coesione nulla.
- Le simulazioni relative alla componente radente della valanga sono state condotte con neve di densità pari a 300 kg/m³, al fine considerare l'addensamento della neve nella zona di deposito.
- Il criterio di stop delle simulazioni è rappresentato dal limite della percentuale di quantità di moto totale del 5%, così come proposto dagli sviluppatori del software.
- Lo schema di risoluzione delle equazioni del moto è del secondo ordine, con maggiore onere computazionale ma più preciso del primo.
- I parametri di attrito coulombiano e turbolento del modello sono stati introdotti nel modello RAMMS mediante l'algoritmo di calcolo automatico su base GIS del software, assumendo valori di μ e ξ per un tempo di ritorno TR=100 anni proposti dall'Istituto federale per lo studio

della neve e delle valanghe di Davos (CH). I valori dei parametri di attrito utilizzati sono esposti nella seguente tabella ed appaiono ragionevolmente cautelativi per le simulazioni oggetto di studio come dimostrato negli esempi di calibrazione del modello di seguito riportati.

| Valanga dimensioni piccole (5 - 25'000 m³) | | | | | | | |
|--|------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | T | 100-anni | | 30-anni | | 10-anni | |
| | Quota (m s.l.m.) | μ | ξ | μ | ξ | μ | ξ |
| Non incanalata | > 1500 | 0,245 | 2000 | 0,250 | 2500 | 0,26 | 2000 |
| | 1000 - 1500 | 0,26 | 1750 | 0,265 | 2100 | 0,275 | 1750 |
| | < 1000 | 0,275 | 1500 | 0,285 | 1750 | 0,295 | 1500 |
| Incanalata | > 1500 | 0,29 | 1500 | 0,300 | 1750 | 0,31 | 1500 |
| | 1000 - 1500 | 0,31 | 1350 | 0,315 | 1530 | 0,325 | 1350 |
| | < 1000 | 0,32 | 1200 | 0,330 | 1350 | 0,34 | 1200 |
| Versante | > 1500 | 0,38 | 1200 | 0,390 | 1350 | 0,4 | 1200 |
| | 1000 - 1500 | 0,39 | 1100 | 0,400 | 1200 | 0,41 | 1100 |
| | < 1000 | 0,41 | 1000 | 0,420 | 1100 | 0,43 | 1000 |
| Terreno piano | > 1500 | 0,225 | 2500 | 0,230 | 3250 | 0,24 | 2500 |
| | 1000 - 1500 | 0,24 | 2250 | 0,245 | 2900 | 0,255 | 2250 |
| | < 1000 | 0,255 | 2000 | 0,260 | 2500 | 0,27 | 2000 |

| Valanga dimensioni medie (25 - 60'000 m³) | | | | | | | |
|---|------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | T | 100-anni | | 30-anni | | 10-anni | |
| | Quota (m s.l.m.) | μ | ξ | μ | ξ | μ | ξ |
| Non incanalata | > 1500 | 0,205 | 2500 | 0,215 | 2500 | 0,225 | 2500 |
| | 1000 - 1500 | 0,220 | 2100 | 0,230 | 2100 | 0,24 | 2100 |
| | < 1000 | 0,240 | 1750 | 0,250 | 1750 | 0,26 | 1750 |
| Incanalata | > 1500 | 0,260 | 1750 | 0,270 | 1750 | 0,28 | 1750 |
| | 1000 - 1500 | 0,280 | 1530 | 0,285 | 1530 | 0,295 | 1530 |
| | < 1000 | 0,290 | 1350 | 0,300 | 1350 | 0,31 | 1350 |
| Versante | > 1500 | 0,330 | 1350 | 0,340 | 1350 | 0,35 | 1350 |
| | 1000 - 1500 | 0,340 | 1200 | 0,355 | 1200 | 0,36 | 1200 |
| | < 1000 | 0,370 | 1100 | 0,380 | 1100 | 0,39 | 1100 |
| Terreno piano | > 1500 | 0,180 | 3250 | 0,190 | 3250 | 0,2 | 3250 |
| | 1000 - 1500 | 0,200 | 2900 | 0,210 | 2900 | 0,22 | 2900 |
| | < 1000 | 0,220 | 2500 | 0,230 | 2500 | 0,24 | 2500 |

| Valanga dimensioni grandi (>60'000 m³) | | | | | | | |
|---|------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | T | 100-anni | | 50-anni | | 30-anni | |
| | Quota (m s.l.m.) | μ | ξ | μ | ξ | μ | ξ |
| Non incanalata | > 1500 | 0,165 | 3000 | 0,170 | 3000 | 0,18 | 3000 |
| | 1000 - 1500 | 0,180 | 2500 | 0,190 | 2500 | 0,2 | 2500 |

| | | | | | | | |
|---------------|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| Incanalata | < 1000 | 0,200 | 2000 | 0,210 | 2000 | 0,22 | 2000 |
| | > 1500 | 0,220 | 2000 | 0,225 | 2000 | 0,235 | 2000 |
| | 1000 - 1500 | 0,230 | 1750 | 0,240 | 1750 | 0,25 | 1750 |
| Versante | < 1000 | 0,250 | 1500 | 0,260 | 1500 | 0,27 | 1500 |
| | > 1500 | 0,280 | 1500 | 0,290 | 1500 | 0,3 | 1500 |
| | 1000 - 1500 | 0,300 | 1350 | 0,310 | 1350 | 0,325 | 1350 |
| Terreno piano | < 1000 | 0,315 | 1200 | 0,330 | 1200 | 0,345 | 1200 |
| | > 1500 | 0,150 | 4000 | 0,155 | 4000 | 0,16 | 4000 |
| | 1000 - 1500 | 0,160 | 3500 | 0,170 | 3500 | 0,18 | 3500 |
| | < 1000 | 0,180 | 3000 | 0,190 | 3000 | 0,2 | 3000 |

9.4 Calibrazione dei parametri di input

I limiti della valanga di progetto sono stati confrontati sulla base dell'analisi storica dato che la simulazione con tempo di ritorno centennale non raggiunge i perimetri individuati dall'inchiesta valanghiva.

Esula infatti dagli scopi della presente relazione il comportamento della valanga all'interno del lago di Fedagia, ad eccezione delle simulazioni di taratura per le quali è stato considerato il lago gelato con scorrimento sopra la superficie di ghiaccio. In ogni caso, non si ha memoria storica di valanghe che abbiano raggiunto il rifugio Castiglioni sulla sponda opposta del lago artificiale.

Di seguito sono riportati i risultati della retro-analisi della valanga del 7 marzo 2016 appartenente al sito valanghivo identificato dal codice A10101V027 alla destra orografica del sito in esame. Questo è l'unico evento di cui si ha una ricostruzione storica completa essendo stato ripreso dalla webcam a monte della funivia Porta Vescovo. Per questo evento si hanno inoltre le seguenti informazioni:

| <u>Caratteristiche stimate del distacco</u> | <u>Calibrazione parametri valanga A10101V027</u> |
|---|--|
| Quota limite superiore | 3250 m s.l.m. |
| Altezza del distacco | 1,5 m |
| Angolo medio del pendio [°] | 28 |
| Altitudine media [m s.l.m.] | 2932 |
| Area proiettata [m²] | 180783 |
| Volume al distacco [m³] | 307866 |
| Pressione della valanga presso "Capanna Cima 11" | ca. 25 kPa |

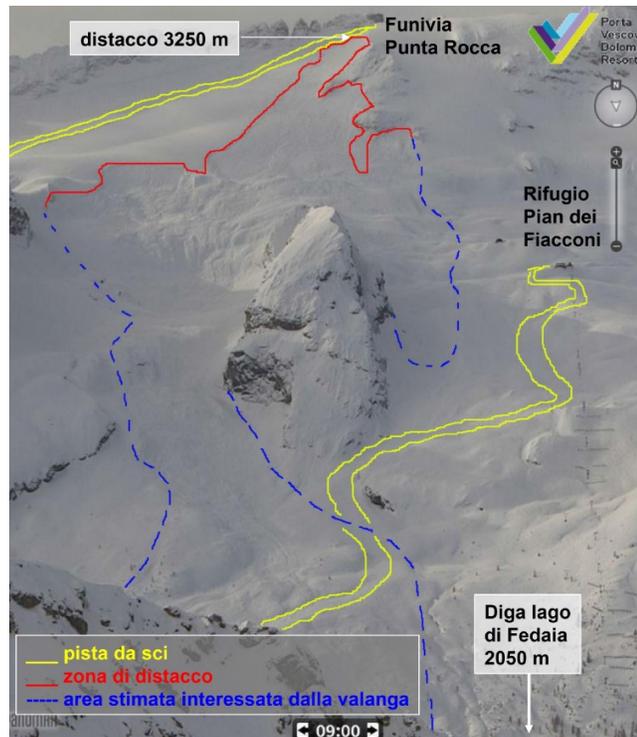


Figura 17. Immagine ripresa dalla webcam a monte della funivia Porta Vescovo a seguito della valanga del 7 marzo 2016

divelti camino e
 parte del tetto del
 Rifugio Cima Undici



Figura 18. Fotografia dei danni riportati dalla "Capanna Cima 11" a seguito della valanga del 7 marzo 2016

L'analisi di taratura è stata svolta affidando al software di simulazione il calcolo dei parametri di attrito coulombiano e turbolento proposti dall'istituto SLF di Davos per valanghe di grandi dimensioni con tempo di ritorno 30 anni.

I risultati delle simulazioni sono in linea con quanto osservabile dalle riprese della webcam e alle pressioni attese alla "Capanna Cima 11" ipotizzate a partire dall'analisi dei danni subiti dalla copertura e dai camini. La distanza di arresto è altresì comparabile con l'analisi delle fotografie a seguito dell'evento, ad eccezione del deposito nel Lago di Fedai, a causa dell'impossibilità da parte del programma di simulare la superficie ghiacciata del lago e la differenza di quota del ghiaccio nel lago tra il volo LIDAR e l'evento valanghivo.

Sulla base della simulazione di taratura svolta si ritiene accettabile fare affidamento alla procedura automatica di calcolo dei parametri di attrito.

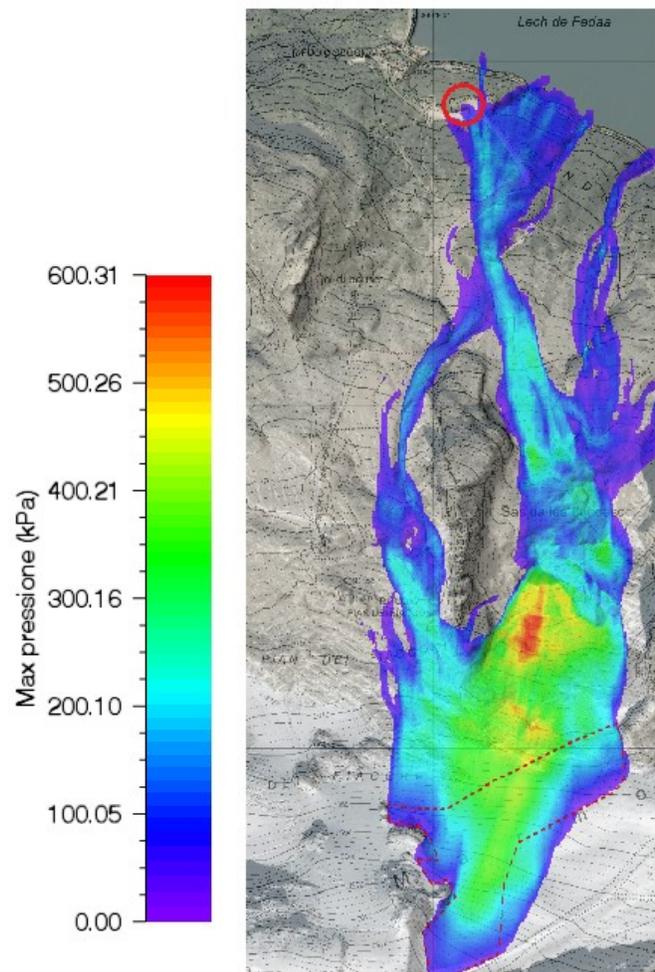


Figura 19. Risultato della simulazione di taratura dell'evento del 7 marzo 2016 nel sito valanghivo A10101V027. Il cerchio rosso indica la "Capanna Cima 11"

Sulla base dei risultati delle analisi di calibrazione nella seguente figura è rappresentata la definizione dei coefficienti di attrito μ e ξ adottati nelle analisi definitive.

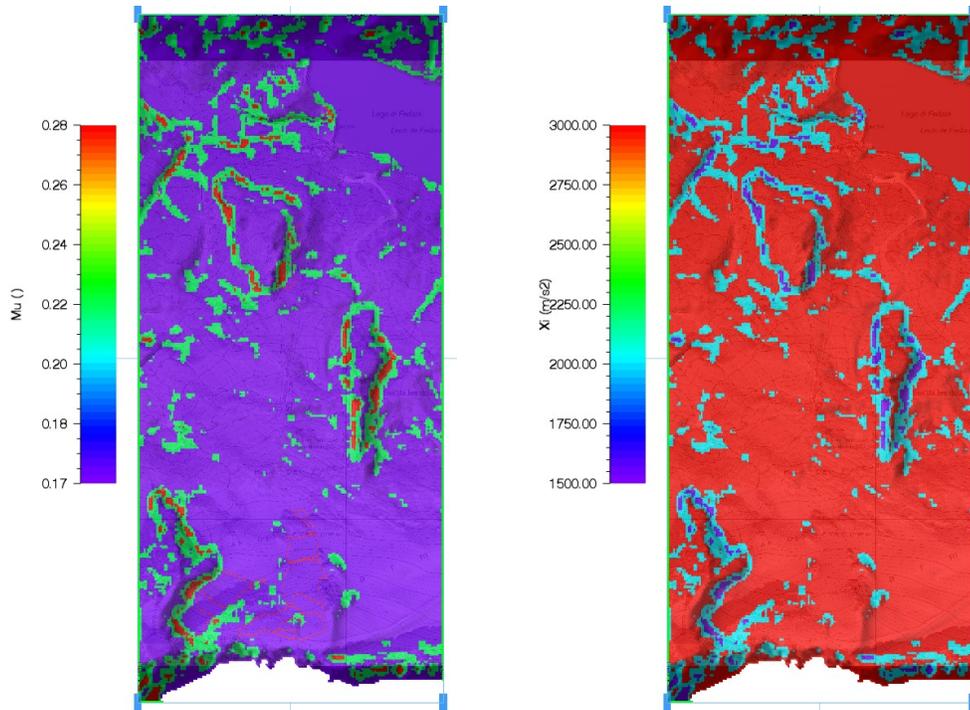


Figura 20. Definizione dei parametri di attrito colombiano μ , e turbolento ξ per valanghe di grandi dimensioni e TR=100 anni

11. ANALISI DI DINAMICA VALANGHIVA

10.1 Analisi della valanga radente di progetto

Sulla base delle valutazioni fatte al capitolo 6, sono state individuate 10 aree di distacco separate indicate nella carta seguente.

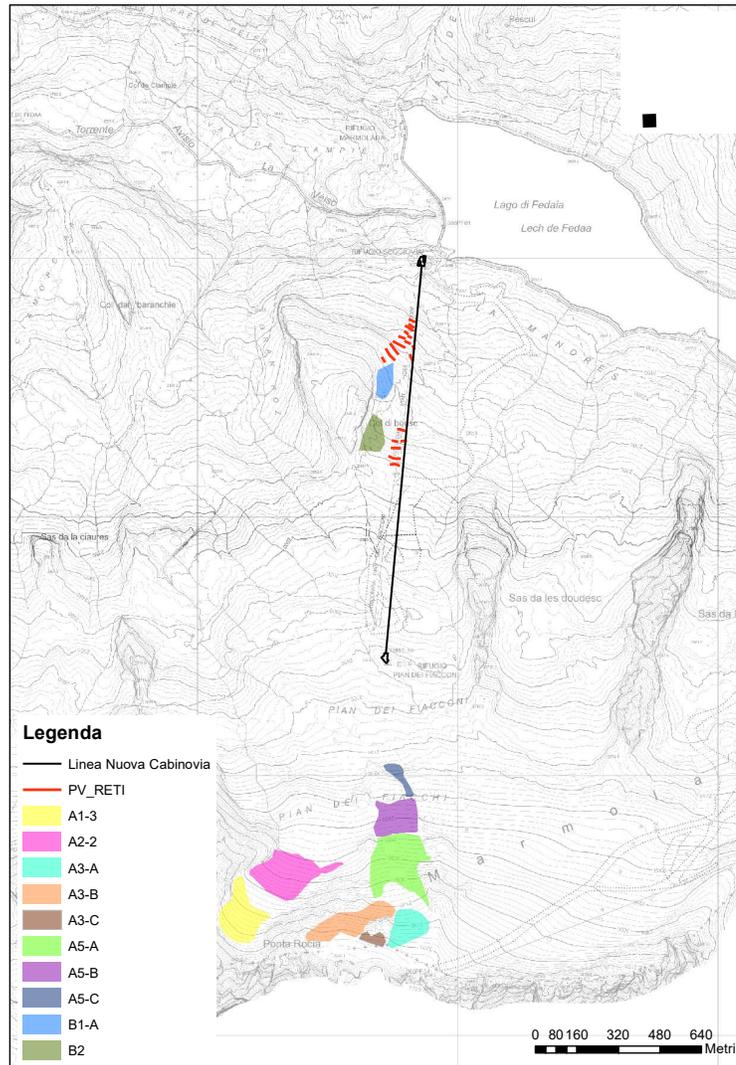


Figura 21. Carta tecnica con aree di distacco di progetto della valanga di tipo radente. La linea nera indica il tracciato del nuovo impianto.

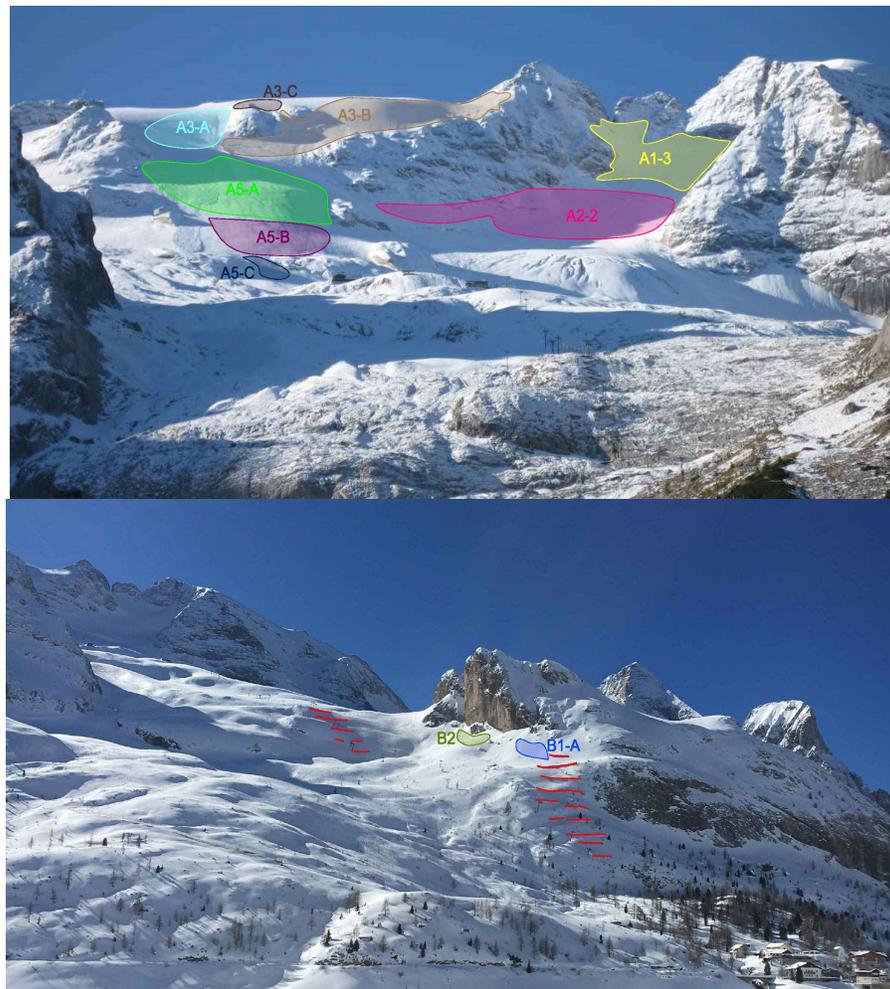


Figura 22. Fotografia del sito valanghivo con rappresentazione delle diverse aree di distacco considerate. In rosso sono rappresentate le reti da neve.

La simulazione della valanga di progetto prevede l'ipotesi, particolarmente gravosa e cautelativa di distacco contemporaneo di tutte le aree individuate con lo spessore massimo calcolato a partire dalle analisi dei dati nivometrici, considerando il valore di riferimento di DH3gg a 2000 m s.l.m. pari a 287 cm.

I valori di input delle aree di distacco per il software di simulazione sono riportati nella tabella seguente.

| Aree di distacco A1-3 | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 3.122 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2.000 |
| Differenza di quota [m] | 1.122 |
| Aumento altezza nev e [cm] | 56 |
| Inclinazione pendio [°] | 32,0 |
| Fattore di inclinazione | 0,81 |
| Aree [piano, m ²] | 26197 |
| Aree [inclinata, m ²] | 31139,50 |
| d _{0,39g} [cm] | 287 |
| Altezza distacco [cm] | 245 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 270 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 286 |
| Volume d ₀ [m ³] | 84077 |

| Aree di distacco A3A | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 3.156 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2.000 |
| Differenza di quota [m] | 1.156 |
| Aumento altezza neve [cm] | 58 |
| Inclinazione pendio [°] | 33,0 |
| Fattore di inclinazione | 0,78 |
| Aree [piano, m ²] | 69321 |
| Aree [inclinata, m ²] | 30898,30 |
| d _{0,39g} [cm] | 287 |
| Altezza distacco [cm] | 237 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 261 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 276 |
| Volume d ₀ [m ³] | 50.248 |

| Aree di distacco A3B | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 3.165 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2.000 |
| Differenza di quota [m] | 1.165 |
| Aumento altezza nev e [cm] | 58 |
| Inclinazione pendio [°] | 37,0 |
| Fattore di inclinazione | 0,66 |
| Aree [piano, m ²] | 22304 |
| Aree [inclinata, m ²] | 25905,90 |
| d _{0,39g} [cm] | 287 |
| Altezza distacco [cm] | 201 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 221 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 234 |
| Volume d ₀ [m ³] | 68.285 |

| Aree di distacco A3C | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 3.205 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2.000 |
| Differenza di quota [m] | 1.205 |
| Aumento altezza neve [cm] | 60 |
| Inclinazione pendio [°] | 31,0 |
| Fattore di inclinazione | 0,85 |
| Aree [piano, m ²] | 3552 |
| Aree [inclinata, m ²] | 4177,10 |
| d _{0,39g} [cm] | 287 |
| Altezza distacco [cm] | 261 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 286 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 303 |
| Volume d ₀ [m ³] | 11.947 |

| Aree di distacco A5A | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 3.009 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2.000 |
| Differenza di quota [m] | 1.009 |
| Aumento altezza nev e [cm] | 50 |
| Inclinazione pendio [°] | 32,0 |
| Fattore di inclinazione | 0,81 |
| Aree [piano, m ²] | 40993 |
| Aree [inclinata, m ²] | 48422,80 |
| d _{0,39g} [cm] | 287 |
| Altezza distacco [cm] | 241 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 266 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 282 |
| Volume d ₀ [m ³] | 134.131 |

| Aree di distacco A5B | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 2.901 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2.000 |
| Differenza di quota [m] | 901 |
| Aumento altezza nev e [cm] | 45 |
| Inclinazione pendio [°] | 30,0 |
| Fattore di inclinazione | 0,9 |
| Aree [piano, m ²] | 20282 |
| Aree [inclinata, m ²] | 23498,70 |
| d _{0,39g} [cm] | 287 |
| Altezza distacco [cm] | 264 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 291 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 309 |
| Volume d ₀ [m ³] | 68.381 |

| Aree di distacco A5C | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 2.811 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2.000 |
| Differenza di quota [m] | 811 |
| Aumento altezza neve [cm] | 41 |
| Inclinazione pendio [°] | 29,0 |
| Fattore di inclinazione | 0,94 |
| Aree [piano, m ²] | 380 |
| Aree [inclinata, m ²] | 501,10 |
| d _{0,39g} [cm] | 287 |
| Altezza distacco [cm] | 272 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 300 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 319 |
| Volume d ₀ [m ³] | 17.294 |

| Aree di distacco A2 | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 2.996 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2.200 |
| Differenza di quota [m] | 796 |
| Aumento altezza nev e [cm] | 40 |
| Inclinazione pendio [°] | 32,0 |
| Fattore di inclinazione | 0,81 |
| Aree [piano, m ²] | 34336 |
| Aree [inclinata, m ²] | 4276,00 |
| d _{0,39g} [cm] | 287 |
| Altezza distacco [cm] | 234 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 258 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 274 |
| Volume d ₀ [m ³] | 107.045 |

| Aree di distacco B1A | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 2.312 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2.200 |
| Differenza di quota [m] | 112 |
| Aumento altezza neve [cm] | 6 |
| Inclinazione pendio [°] | 31,0 |
| Fattore di inclinazione | 0,85 |
| Aree [piano, m ²] | 6931 |
| Aree [inclinata, m ²] | 8231,00 |
| d _{0,39g} [cm] | 287 |
| Altezza distacco [cm] | 220 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 245 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 262 |
| Volume d ₀ [m ³] | 20.168 |

| Aree di distacco B2 | |
|---|------------|
| Quota media distacco | 2369,00 |
| Quota staz. niv-ometeo [m] | 2200,00 |
| Differenza di quota [m] | 169,00 |
| Aumento altezza nev e [cm] | 8,45 |
| Inclinazione pendio [°] | 35,00 |
| Fattore di inclinazione | 0,71 |
| Aree [piano, m ²] | 9768,00 |
| Aree [inclinata, m ²] | 12990,00 |
| d _{0,39g} [cm] | 287,00 |
| Altezza distacco [cm] | 185 |
| Incremento v ento 30 [cm] | 207 |
| Incremento v ento 50 [cm] | 221 |
| Volume d ₀ [m ³] | 26889 |

Il risultato della simulazione della valanga di progetto, in forma grafica ed in termini di altezza del flusso, velocità e pressione è riportato nella seguente immagine:

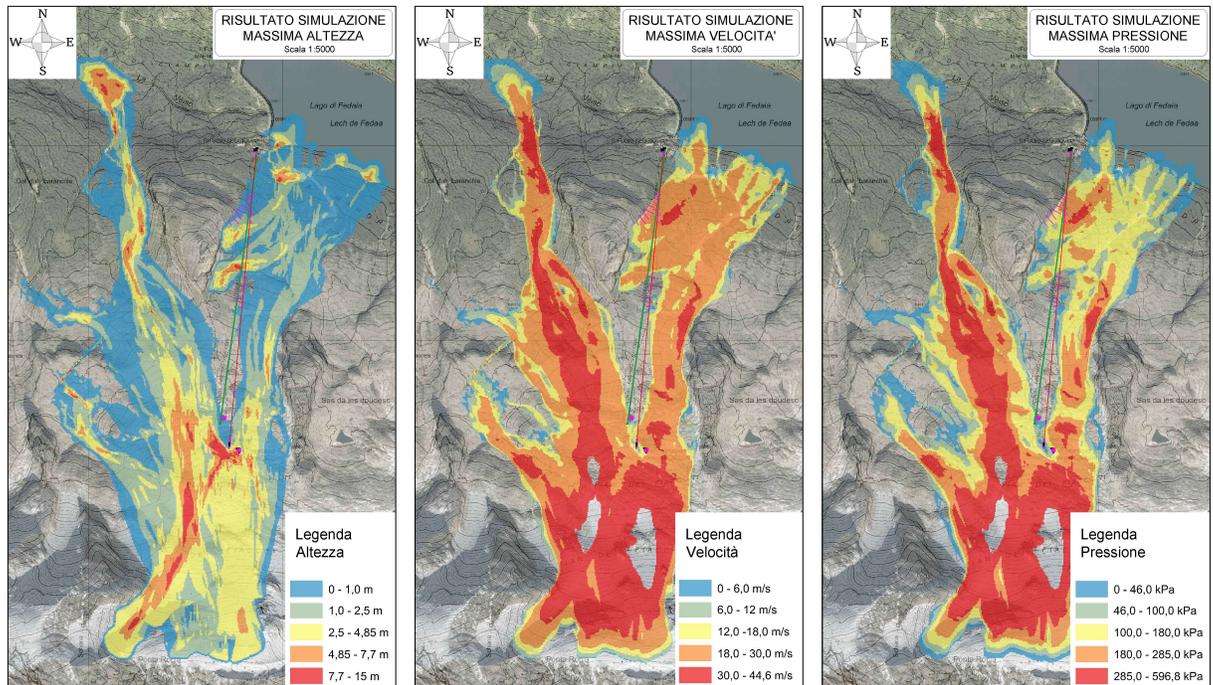


Figura 24. Risultato della simulazione della valanga radente di progetto

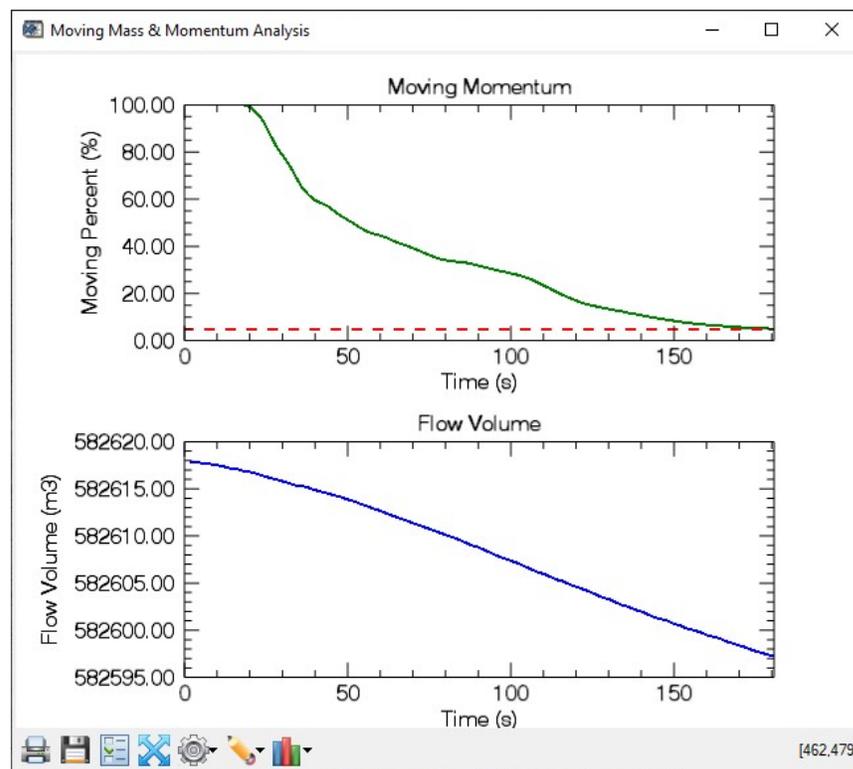


Figura 25. Grafici della quantità di moto e del volume in movimento nel tempo risultanti dalla simulazione della valanga di progetto

In particolare, dalla simulazione della valanga di progetto, si evince che:

- La stazione di monte dell'impianto in progetto è situata in una zona con altezze di flusso leggermente superiori alla zona della stazione di monte attuale ma con velocità e dunque pressioni ed altezze di risalita molto inferiori.
- I sostegni S7 e S8 sarebbero investiti dalla valanga di progetto, ma per effetto della separazione del flusso dovuta al cuneo dietro alla stazione e per il brusco cambio di pendenza immediatamente a valle della stessa, risultano protetti.
- Il sostegno S3 è investito dal distacco dell'area B2A, ma considerando le opere di difesa attiva nella zona di distacco, il sostegno risulta protetto. Si dovrà comunque controllare con sopralluogo che le opere esistenti, oltre ad essere in piena efficienza, coprano una zona sufficiente a garantire la stabilità del manto nevoso che altrimenti interesserebbe il sostegno S3.
- I restanti sostegni e la stazione di valle non sono raggiunti dalla valanga radente di progetto.

Al fine di avvalorare la scelta della posizione della stazione di monte, nel seguente prospetto si riporta il calcolo comparativo delle pressioni e dell'altezza di un'opera di deviazione del flusso valanghivo nella posizione prossima a quella esistente e in quella di progetto:

| | | Stazione di monte vicina all'esistente | Stazione di monte in progetto | |
|-------------------------------|------------|--|-------------------------------|----------------------|
| Output simulazione: | | | | |
| Altezza del flusso | h_f | 1,92 | 2,88 | (m) |
| Velocità del flusso | v_f | 22,65 | 10,13 | (m/s) |
| Pressione del flusso | p_f | 148 | 30,76 | (kPa) |
| Densità | ρ | 300 | 300 | (kg/m ³) |
| | | ρv^2 154 | ρv^2 30,8 | |
| Altri dati: | | | | |
| Quota | | 2625 | 2675 | (m. s.l.m.) |
| Altezza neve al suolo | d_A | 4,86 | 4,96 | (m) |
| Angolo del deviatore | α | 32,5 | 32,5 | (°) |
| Risultati: | | | | |
| Lambda | λ | 1,5 | 1,5 | |
| Altezza di risalita | d_{stau} | 5,03 | 1,01 | (m) |
| Pressione perp. sul deviatore | q_f | 42,73 | 8,88 | (kPa) |
| Altezza del deviatore | H | 11,81 | 8,84 | (m) |

L'opera di deviazione nella posizione individuata per il progetto definitivo ha un'altezza inferiore di circa 3 metri se confrontata con la posizione vicino alla stazione esistente mentre la pressione agente perpendicolarmente al deviatore è circa un quarto. Questa grande differenza di valori è dovuta principalmente alla diversa velocità del flusso. Infatti, la stazione vicina all'esistente è in una zona di scorrimento, mentre quella di progetto è in una zona di forte rallentamento della maggior parte del flusso, a causa della risalita dalla depressione presso il "Pian di Fiacconi". Essendo la relazione che lega altezza di risalita e pressioni dipendente quadraticamente dalla velocità, posizionando la stazione nella zona a minor velocità del flusso tra quelle possibili per i vincoli tecnici, di proprietà e

ambientali, si ottiene un'altezza inferiore dell'opera di deviazione, che, in questo caso può essere facilmente integrata architettonicamente con la stazione, pur rimanendo strutturalmente indipendente dalle opere fisse dell'impianto a fune.

Si noti che la posizione definita vicina o prossima alla stazione esistente è stata necessariamente considerata in luogo di quella attuale, dato che il nuovo impianto ha un'intervista maggiore all'attuale, e, anche per esigenze antincendio, dovrebbe essere spostato leggermente verso ovest.

10.2 Analisi della valanga polverosa di progetto

La simulazione della valanga di progetto, con tempo di ritorno TR=100 anni, prevede il distacco di due grandi aree di distacco, denominate, in analogia con lo studio di Frenet (1), con AV028-2 e AV028-3. Tale ipotesi appare cautelativa, ciononostante durante l'evento del 24 dicembre 1958 si ha testimonianza di un distacco quasi contemporaneo di tutte le aree predisponenti.

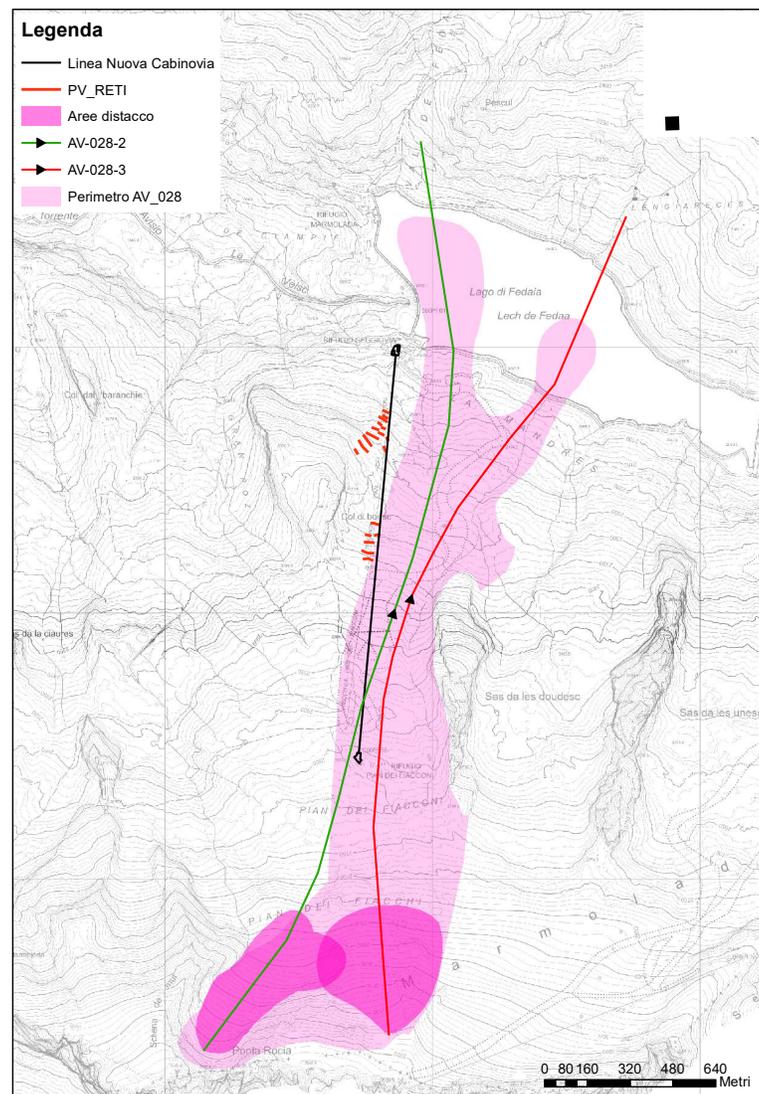


Figura 26. Carta tecnica con aree di distacco di progetto della valanga di tipo polverosa. La linea nera indica il tracciato del nuovo impianto.

Sono state svolte quindi due diverse simulazioni, denominate con lo stesso nome delle corrispondenti aree di distacco (AV028-2 e AV028-3), i cui file di input sono allegati alla presente relazione.

I dati in input di ciascuna simulazione sono i profili longitudinali estratti dal DTM provinciale, partendo dalla linea di massima pendenza, ma soprattutto per i punti più a valle, evitando di seguire le aree con lieve canalizzazione, dato che la valanga nubiforme non risentirebbe di queste ridotte irregolarità morfologiche lungo il suo percorso.

Lo spessore di distacco, calcolato secondo quanto riportato nel precedente capitolo 6, è stato assunto pari a 1,63 m così come lo spessore di neve erodibile nella zona di scorrimento.

La densità della neve nella zona di distacco e di quella erodibile nella zona di scorrimento è stata assunta pari a 180 kg/m^3 , in accordo a quanto proposto nelle tabelle dell'SLF per una valanga di progetto con tempo di ritorno 100 anni, sulle Alpi meridionali e ad una quota superiore a 2200 m s.l.m.

Il coefficiente di sospensione che determina la massa che passa dallo strato radente a quello nubiforme è stato assunto pari a 0.08, sempre in accordo a quanto proposto dal manuale del software di simulazione, così come il coefficiente di erodibilità calcolato in automatico dal programma.

La simulazione restituisce i valori di altezza della valanga nubiforme, della sua velocità e densità dai quali ricava automaticamente i valori di pressione con la formula $p=1/2 \rho v^2$. Valori che dovranno essere tenuti in considerazione per la progettazione delle strutture fisse dell'impianto, ma anche per la verifica dei dispositivi di ritegno laterale delle funi.

Nella seguente tabella sono riportati i valori massimi di velocità, densità e pressione del flusso polveroso, in corrispondenza delle due stazioni e di tutti i sostegni dell'impianto in progetto. Si riportano poi in forma grafica gli output del software di calcolo da cui sono stati estrapolati i valori in tabella.

I risultati sono comunque riportati nel dettaglio nel log file allegato alla presente relazione.

Valanga AV028-2

| AVAL-1D point information | | | | | | | |
|---|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nome file | AV028_2_DEF.idp | | | | | | |
| Punto numero | 302 | 300 | 247 | 205 | 161 | 124 | 123 |
| Informazioni in input: | | | | | | | |
| Distanza orizzontale (m) | 2771.4 | 2753.3 | 2253.5 | 1880.2 | 1475.4 | 1122.2 | 1112.4 |
| Quota (m s.l.m.) | 2082.4 | 2090.8 | 2253.2 | 2435.7 | 2591.1 | 2678.5 | 2681.0 |
| Pendenza pendio (°) | 25.7 | 23.8 | 18.4 | 21.9 | 17.5 | 14.1 | 15.4 |
| Risultati simulazione valanga polverosa | | | | | | | |
| Velocità media strato di saltazione (m/s) | 12.8 | 12.5 | 13.5 | 10.2 | 7.9 | 4.9 | 4.9 |
| Velocità massima strato di saltazione (m/s) | 22.1 | 22.9 | 26.5 | 23.3 | 21.4 | 19.2 | 19.1 |
| Velocità massima strato polveroso (m/s) | 43.0 | 43.5 | 44.4 | 40.5 | 35.0 | 30.3 | 30.3 |
| Densità massima strato erodibile (kg/m ³) | 22.0 | 22.1 | 26.5 | 23.4 | 21.4 | 19.0 | 19.2 |
| Densità massima strato di saltazione (kg/m ³) | 22.0 | 22.1 | 26.5 | 23.4 | 21.4 | 19.0 | 19.2 |
| Densità minima strato polveroso (kg/m ³) | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.7 | 1.9 | 1.9 |
| Densità massima strato polveroso (kg/m ³) | 4.5 | 5.0 | 3.7 | 3.0 | 3.0 | 3.3 | 3.0 |
| Pressione massima strato di saltazione (kPa) | 8.3 | 8.2 | 13.7 | 6.7 | 8.5 | 8.4 | 8.2 |
| Pressione massima strato polveroso (kPa) | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.6 | 1.3 | 1.3 |

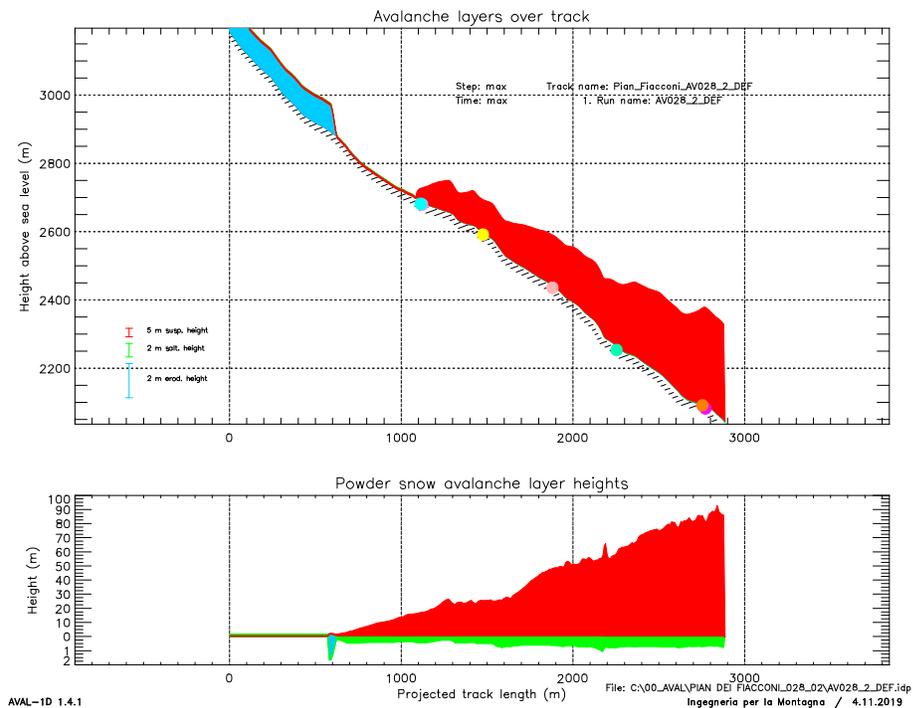


Figura 27. Massima altezza del flusso della valanga di progetto polverosa lungo il profilo AV028-2. I punti colorati indicano le posizioni delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune in progetto

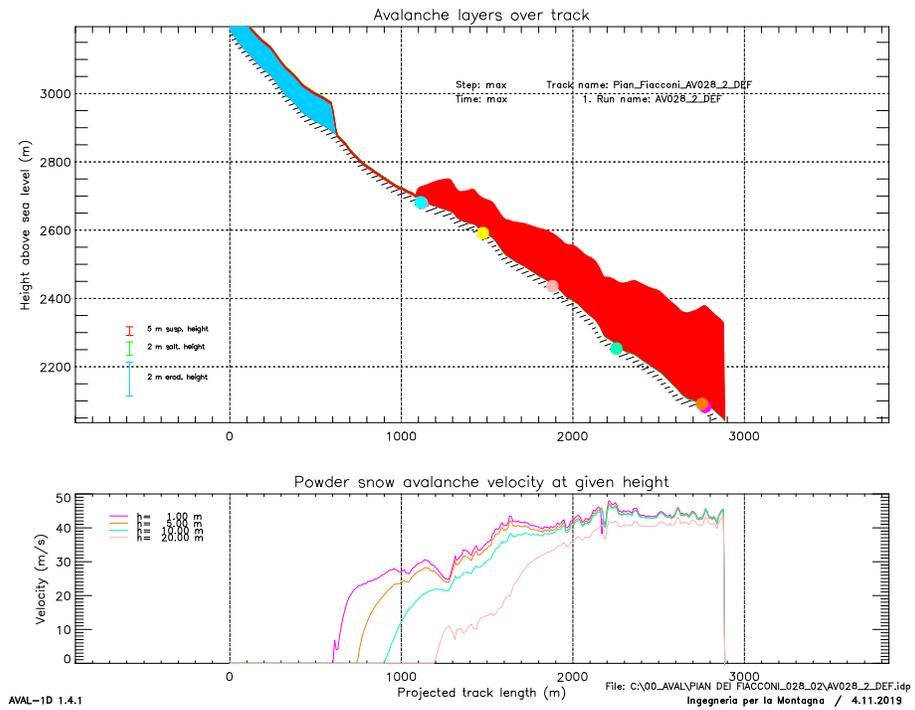


Figura 28. Massima velocità del flusso della valanga di progetto polverosa lungo il profilo AV028-2. I punti colorati indicano le posizioni delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune in progetto

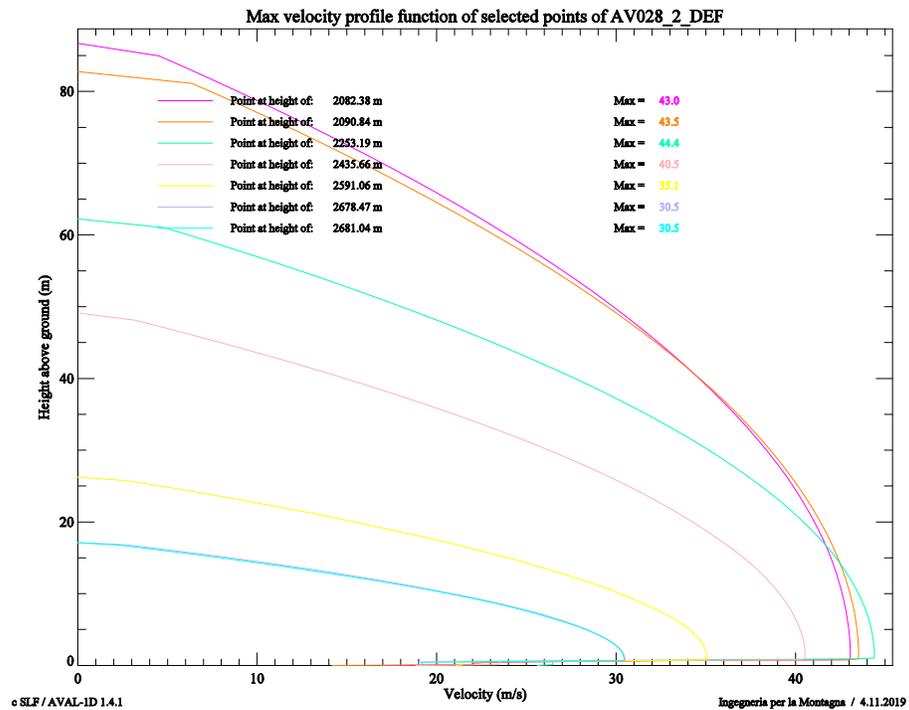


Figura 29. Profilo verticale delle velocità massime in corrispondenza delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune di progetto

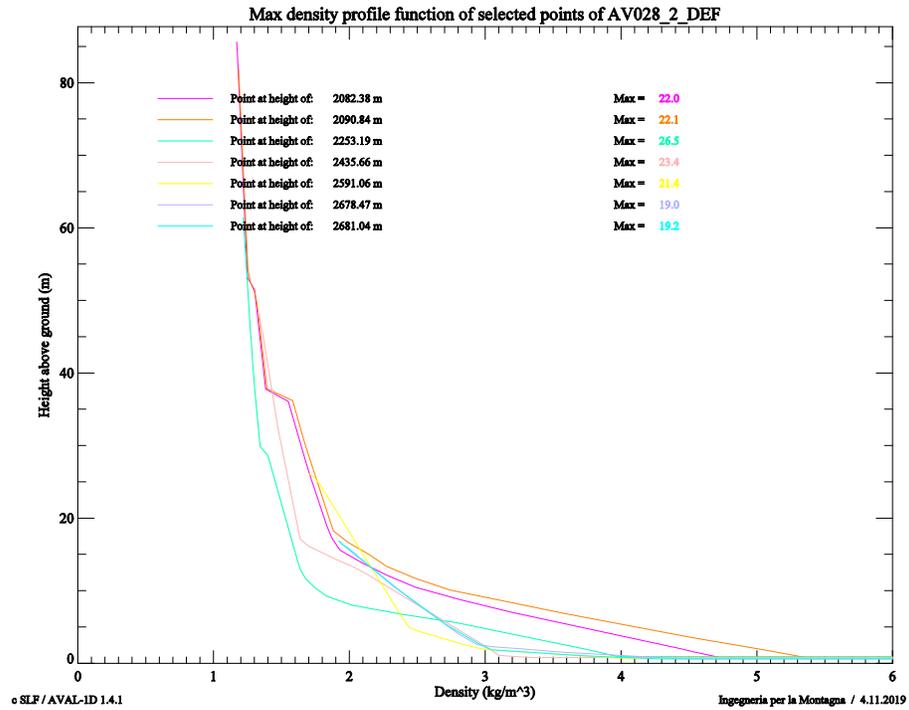


Figura 30. Profilo verticale delle densità in corrispondenza delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune di progetto

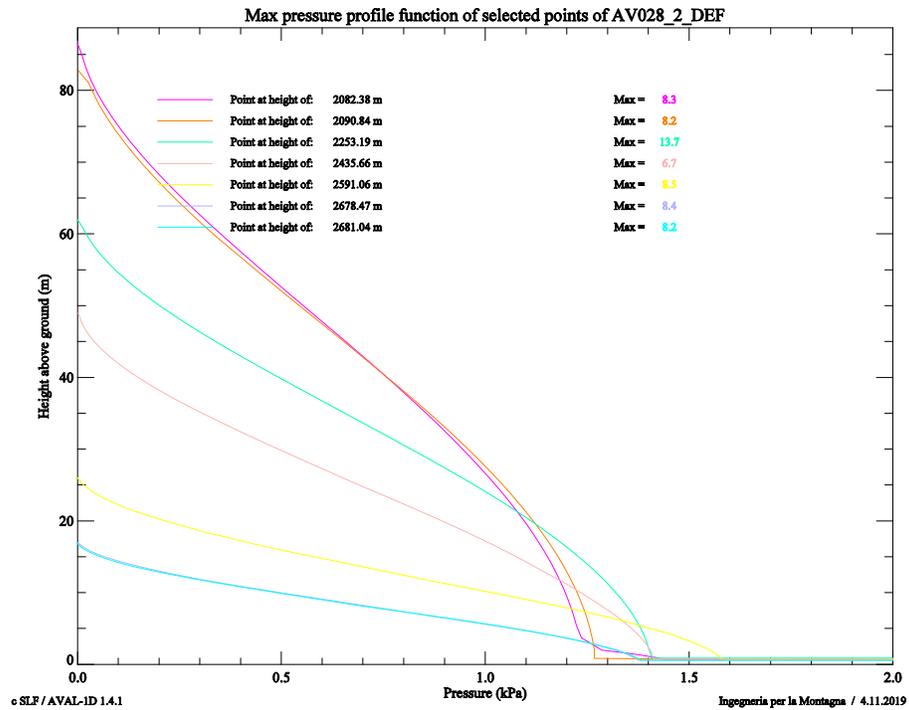


Figura 31. Profilo verticale delle pressioni massime in corrispondenza delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune di progetto

Valanga AV028-3

| AVAL-1D point information | | | | | | | |
|---|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nome file | Pian_Fiacconi_AV028_3_DEF.idp | | | | | | |
| Punto numero | 279 | 277 | 231 | 182 | 139 | 105 | 103 |
| Informazioni in input: | | | | | | | |
| Distanza orizzontale (m) | 2540.6 | 2524.1 | 2095.7 | 1648.4 | 1246.5 | 922.0 | 902.4 |
| Quota (m s.l.m.) | 2082.6 | 2093.5 | 2253.7 | 2436.3 | 2592.3 | 2678.3 | 2680.3 |
| Pendenza pendio (°) | 33.0 | 32.9 | 19.0 | 20.9 | 7.2 | 4.0 | 10.3 |
| Risultati simulazione valanga polverosa | | | | | | | |
| Velocità media strato di saltazione (m/s) | 20.6 | 19.5 | 15.8 | 17.5 | 8.7 | 10.6 | 12.4 |
| Velocità massima strato di saltazione (m/s) | 25.3 | 24.2 | 22.7 | 24.6 | 16.3 | 17.9 | 19.6 |
| Velocità massima strato polveroso (m/s) | 41.7 | 41.9 | 44.0 | 43.0 | 30.7 | 28.3 | 29.4 |
| Densità massima strato erodibile (kg/m ³) | 25.4 | 24.9 | 22.2 | 24.9 | 16.3 | 17.0 | 18.9 |
| Densità massima strato di saltazione (kg/m ³) | 25.4 | 24.9 | 22.2 | 24.9 | 16.3 | 17.0 | 18.9 |
| Densità minima strato polveroso (kg/m ³) | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.0 | 1.0 | 1.9 | 1.9 |
| Densità massima strato polveroso (kg/m ³) | 2.9 | 3.1 | 4.1 | 3.2 | 5.1 | 4.4 | 3.9 |
| Pressione massima strato di saltazione (kPa) | 8.3 | 7.3 | 8.9 | 8.0 | 8.0 | 8.5 | 10.1 |
| Pressione massima strato polveroso (kPa) | 1.7 | 1.7 | 1.4 | 1.7 | 1.2 | 1.2 | 1.3 |

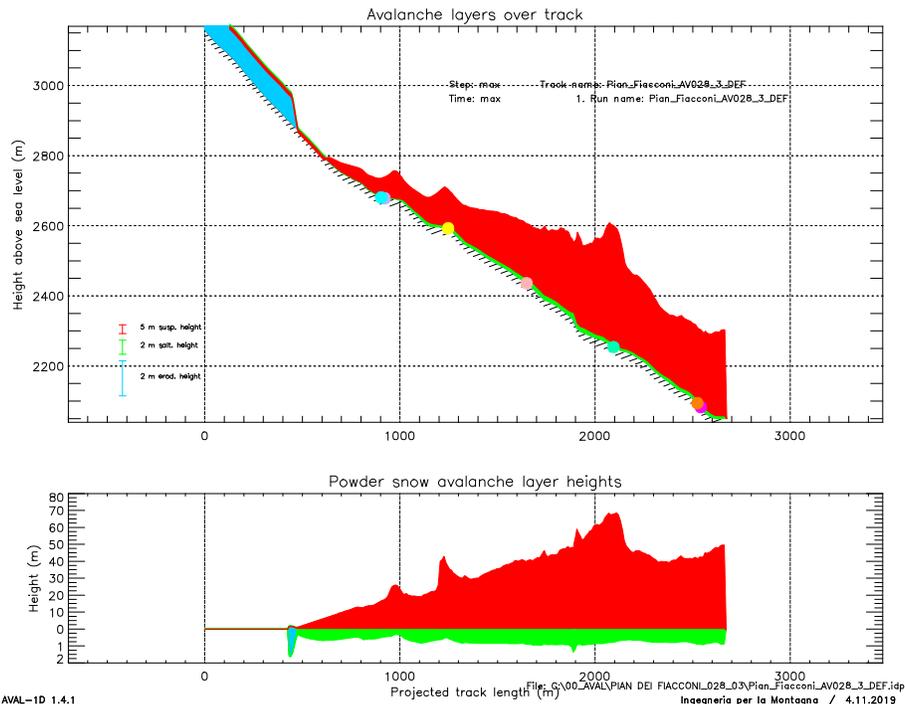


Figura 32. Massima altezza del flusso della valanga di progetto polverosa lungo il profilo AV028-3. I punti colorati indicano le posizioni delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune in progetto

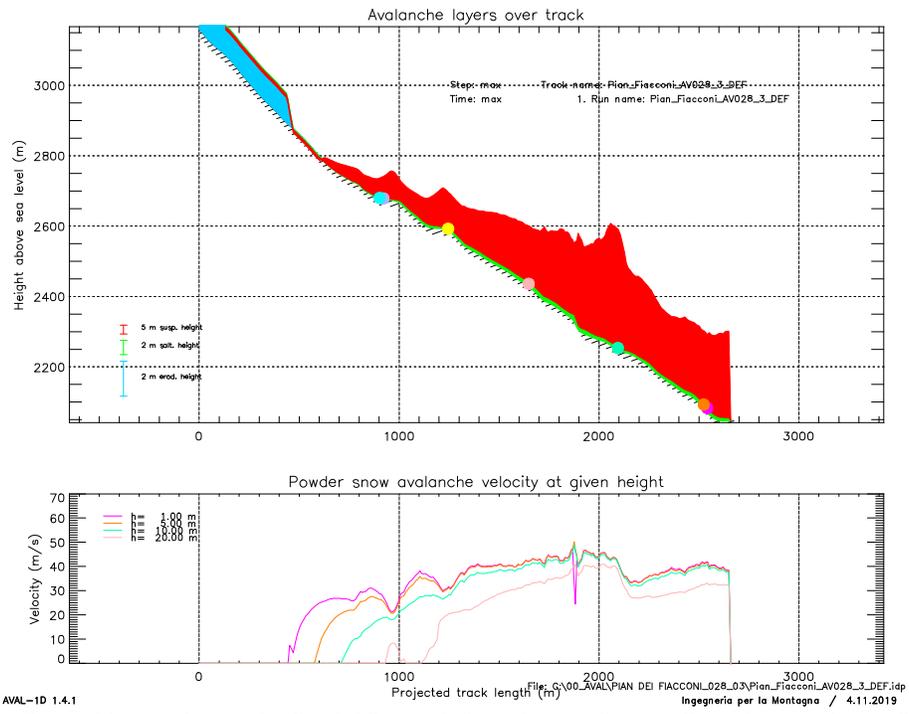


Figura 33. Massima velocità del flusso della valanga di progetto polverosa lungo il profilo AV028-3. I punti colorati indicano le posizioni delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune in progetto

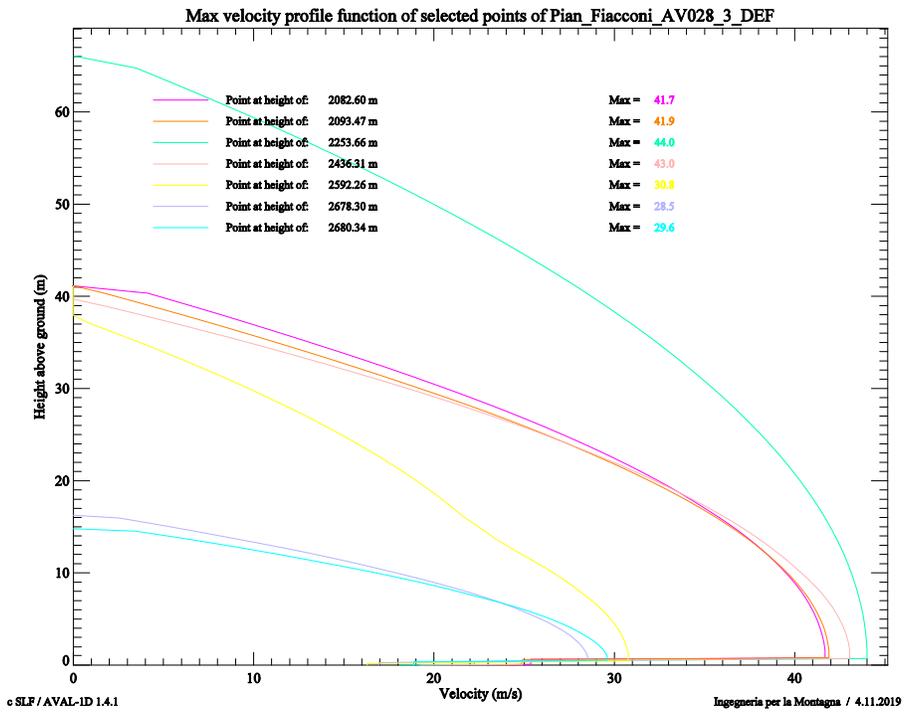


Figura 34. Profilo verticale delle velocità massime in corrispondenza delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune di progetto

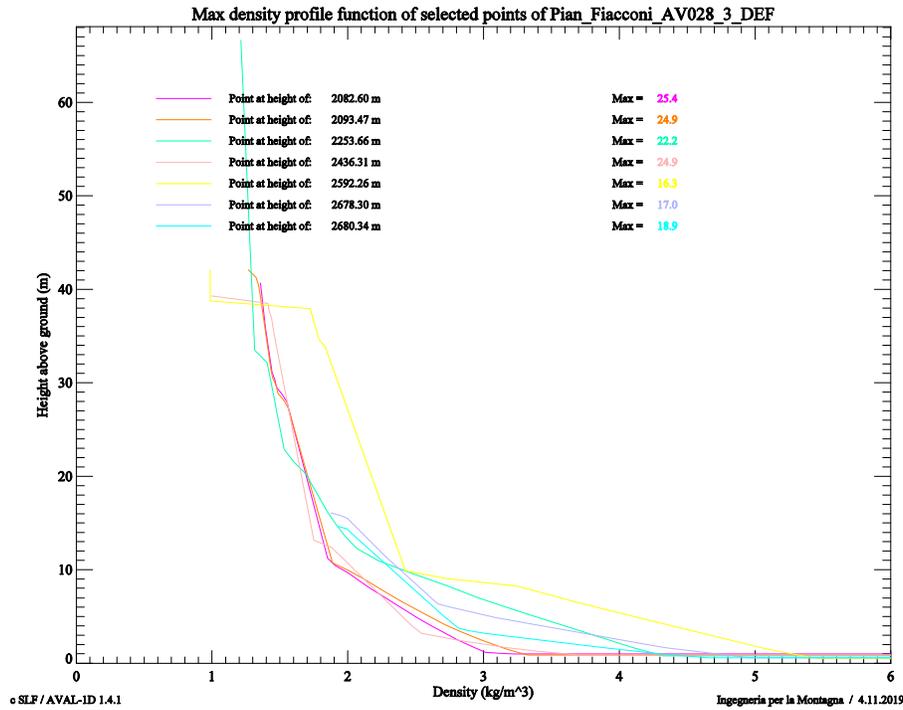


Figura 35. Profilo verticale delle densità in corrispondenza delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune di progetto

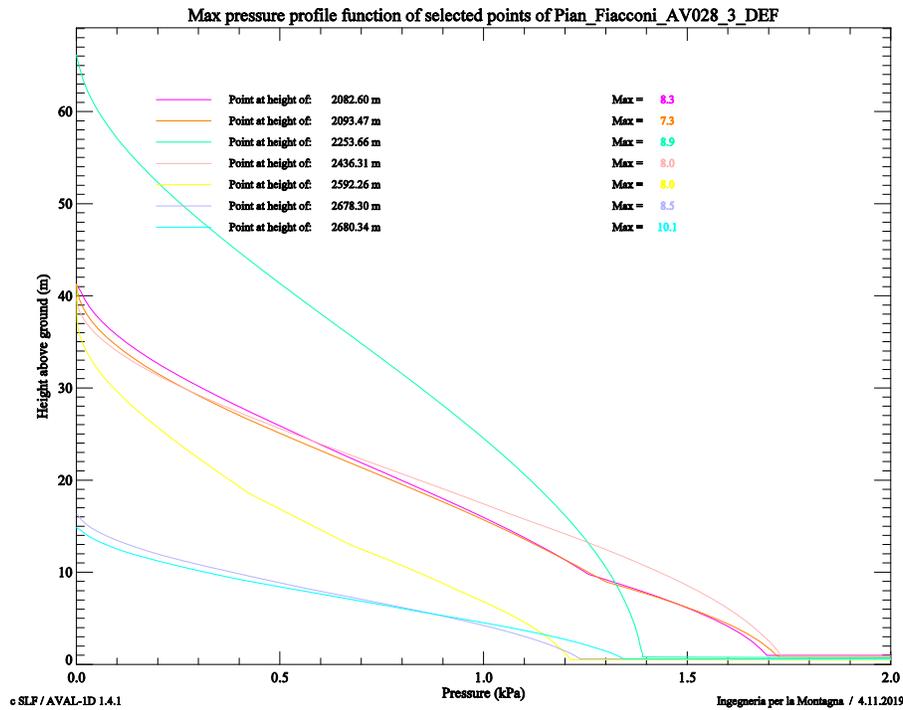


Figura 36. Profilo verticale delle pressioni massime in corrispondenza delle stazioni e dei sostegni di linea dell'impianto a fune in progetto

12. INTERAZIONE FLUSSO VALANGHIVO - OPERE FISSE IMPIANTO

L'impianto in progetto è previsto in un'area a rischio valanghivo, tuttavia la scelta del tracciato e la protezione della stazione di monte lo rendono immune dal flusso valanghivo radente.

Dall'analisi valanghiva emerge che:

- I sostegni risultano protetti dal flusso valanghivo radente, i due più a monte (S7 e S8) non vengono investiti dalla valanga per effetto della separazione del flusso dovuta al cuneo deviatore ed al successivo brusco cambio di pendenza.
- La stazione di monte sarebbe investita dal flusso, ma le opere fisse dell'impianto sono protette dalla conformazione del fabbricato che la contiene. Tale edificio garantisce protezione alla stazione anche nel caso di valanghe polverose.

Entrando nel dettaglio dello studio di interazione, va notato che la valanga polverosa di progetto investe le stazioni, i sostegni e le funi con pressioni poco superiori a quelle previste dalla normativa per il vento a queste quote. Ad opere ultimate, considerando salva la piena efficienza delle reti da neve attualmente installate (che andrà verificata), e la stazione di monte conformata a cuneo che protegge anche i sostegni S7 e S8, l'unica opera investita dal flusso radente e di saltazione della valanga di progetto è il fabbricato che protegge la stazione di monte, da realizzare in modo che sia strutturalmente indipendente dalle strutture funiviarie secondo quanto attualmente prescritto dal "Decreto Infrastruttura".

Considerando che durante lo stesso evento si può formare una valanga di tipo misto, cioè con componente radente e polverosa, finora considerate separate al fine dell'analisi, le azioni di cui tenere conto nella progettazione delle opere in conglomerato cementizio armato a protezione delle opere fisse dell'impianto presso la stazione di monte sono la sommatoria delle pressioni della valanga nubiforme che scorre sopra la radente. Lo strato di saltazione porta a carichi inferiori a quelli della valanga radente, i carichi indotti da questo strato non vengono dunque calcolati.

In particolare, seguendo l'approccio di calcolo svizzero, la pressione su un ostacolo di dimensioni grandi rispetto all'altezza del flusso inclinato di un angolo α rispetto alla direzione incidente della valanga può essere calcolata come:

$$q_F = \rho_F v_F^2 \sin^2 \alpha$$

L'altezza di risalita del flusso del flusso radente che impatta con una velocità v_F contro un ostacolo fisso si calcola come:

$$d_{stau} = (v_F \sin \alpha)^2 / (2 g \lambda)$$

Con λ un coefficiente che per valanghe di neve secca e leggera su versanti esposti a nord è pari a 1,5.

L'azione tangenziale della valanga radente è definita dalla relazione $q_T = c_f \cdot q$ con c_f il coefficiente d'attrito assunto pari 0,3 come proposto dalla normativa svizzera per l'interfaccia calcestruzzo-neve.

Il calcolo delle pressioni perpendicolari della componente polverosa è eseguito, in analogia alla pressione del vento con la formula:

$$q_s = 1/2 \rho_s v_s^2 C_p$$

dove C_p è il coefficiente di forma indicato dal D.M. 17/01/2018 (NTC2018).

L'azione tangenziale della valanga polverosa è definita dalla relazione $q_T = c_{fs} \cdot q$ con C_{fs} il coefficiente d'attrito assunto pari 0,02.

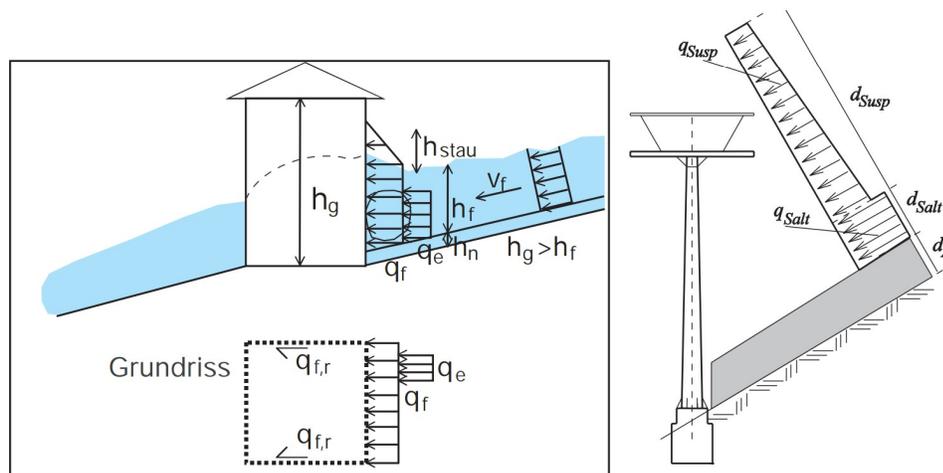


Figura 37. Schema di carico di una valanga radente e una polverosa con un ostacolo. Nel caso specifico il flusso radente non investe alcun sostegno, ma il solo fabbricato a protezione della stazione di monte conformato a cuneo

Le pressioni indotte dalla componente polverosa della valanga sulle opere in progetto, a meno del coefficiente di forma, assunto quindi unitario per tutte le opere, ma da considerare nella progettazione strutturale delle stesse, sono riportate nella seguente tabella, nella quale con il pedice "0" si intende la base dello strato polveroso e con il pedice "i" si indica la sommità della stazione o del sostegno.

| | C_p | $q'_{Susp,0}$ [kPa] | $q'_{Susp,i}$ [kPa] | q_T [kPa] |
|-------|-------|------------------------|------------------------|----------------|
| VALLE | 1 | 1,7 | 1,3 | 0,026 |
| S1 | 1 | 1,7 | 1,6 | - |
| S2 | 1 | 1,7 | 1,55 | - |
| S3 | 1 | 1,7 | 1,35 | - |
| S4 | 1 | 1,4 | 1,2 | - |
| S5 | 1 | 1,7 | 0,97 | - |
| S6 | 1 | 1,6 | 0,6 | - |
| S7 | 1 | 1,3 | 0,9 | - |
| S8 | 1 | 1,3 | 0,95 | - |
| MONTE | 1 | 1,3 | 0,8 | 0,016 |

La legge di variazione della pressione può essere assunta linearmente decrescente con l'altezza tra i due valori riportati in tabella. La pressione alla sommità dei sostegni $q_{susp,i}$ può essere assunta, dopo essere stata moltiplicata per il relativo coefficiente di forma, come azione della valanga sulle funi.

L'altezza della struttura in c.a. contenente la stazione di monte dell'impianto a fune è tale per cui il flusso non scorra sulla copertura della terrazza. Nell'analisi strutturale si potrà dunque considerare, in aggiunta agli altri carichi previsti dalla normativa, il solo carico indotto dalla valanga nubiforme, anche in depressione. Il cuneo, avendo paramenti inclinati rispetto alla verticale sarà soggetto, oltre alla pressione diretta indotta dal flusso in movimento, anche al carico statico dovuto alla neve che si depositerà per effetto della valanga sul cuneo stesso. La formula per il calcolo di tale carico è:

$$q_a = (h_f - h_g) \rho_a g$$

con ρ_a la densità della neve al deposito della valanga assunta, in accordo alle direttive svizzere pari a 500 kg/m^3 . Si considera il cuneo sommerso anche per la quota parte dell'altezza di risalita, cioè si calcola il carico statico che sarà linearmente decrescente tra la base, ove il ricoprimento del deposito è assunto pari a 8,84 m, alla sommità dove il carico è nullo.

| | | Stazione di monte in progetto | |
|--|----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Output simulazione: | | | |
| Altezza del flusso | h_f | 2,88 | (m) |
| Velocità del flusso | v_f | 10,13 | (m/s) |
| Pressione del flusso | p_f | 30,76 | ρv^2 30,8 (kPa) |
| Densità del flusso | ρ_f | 300 | (kg/m ³) |
| Densità del deposito | ρ_a | 500 | (kg/m ³) |
| Altri dati: | | | |
| Quota | | 2675 | (m. s.l.m.) |
| Altezza neve al suolo | d_A | 4,96 | (m) |
| Angolo del deviatore | α | 32,5 | (°) |
| Risultati: | | | |
| Lambda | λ | 1,5 | |
| Altezza di risalita | d_{stau} | 1,01 | (m) |
| Pressione perpendicolare sul deviatore | q_f | 8,88 | (kPa) |
| Pressione tangenziale sul deviatore | q_T | 2,66 | (kPa) |
| Altezza del deviatore | H | 8,84 | (m) |
| Carico statico verticale alla base del deviatore | q_a | 43,37 | (kPa) |

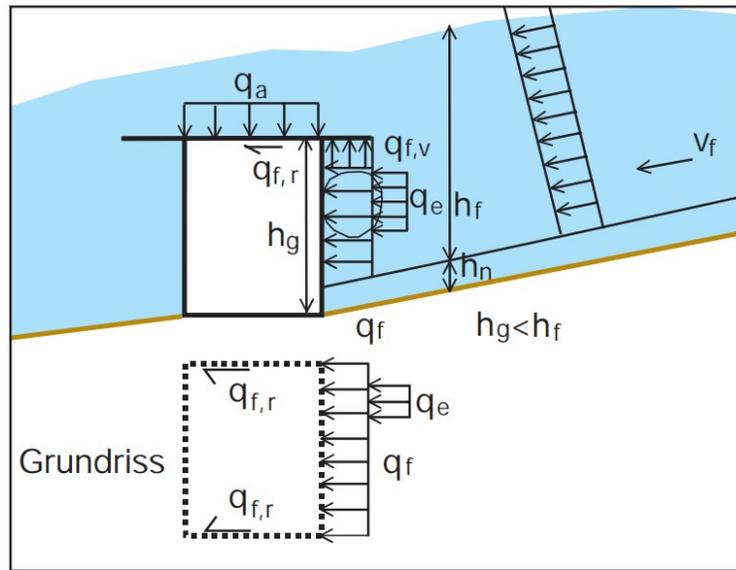


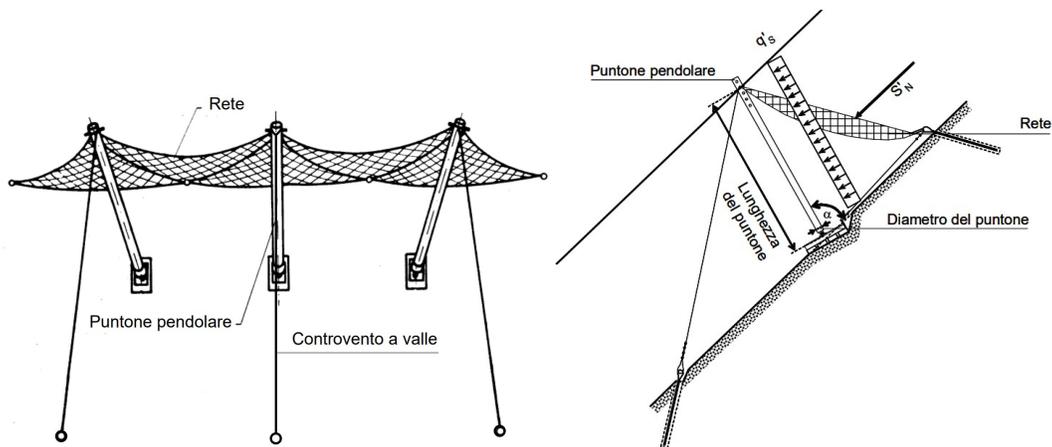
Figura 38. Schema del carico statico del deposito della valanga su un fabbricato sommerso dal flusso

Dai risultati delle simulazioni appare che il sostegno 3 sarebbe investito dal flusso della valanga originata dall'area B1-A. Tale area ha estensione abbastanza ridotta e comunque risulta già protetta da opere fermaneve esistenti. L'efficacia di tali opere dovrà essere valutata in termini di:

- correttezza del posizionamento
- copertura dell'area di distacco almeno per la porzione che interessa il sostegno S3
- adeguato dimensionamento, in conformità alle indicazioni contenute nelle direttive svizzere "Costruzione delle opere di premunizione contro le valanghe nella zona di distacco" del WSL – SLF. Si dovrà dunque verificare che l'altezza delle opere sia compatibile con i dati nivometrici attualmente disponibili e che la distanza tra le file sia corretta. Si valuteranno inoltre eventuali distacchi tra le file, ai lati o a valle delle file e di che volumi si tratta. Se tali volumi potessero raggiungere i sostegni dell'impianto si dovrebbe valutare l'eventuale realizzazione di nuove file o l'allungamento delle esistenti.

Si dovrà inoltre valutare l'efficienza delle opere di difesa esistenti. E procedere alla sostituzione nel caso in cui siano danneggiati o considerati non in grado di sopportare i carichi di progetto.

Di seguito si riporta lo schema di un'opera paravalanghe tipo con cui eventualmente sostituire o integrare le esistenti qualora necessario.



SCHEMA DEL NODO DI FONDAZIONE

I MONTANTI INTERMEDI RISULTANO, SUL PIANO DELLA BARRIERA, ORTOGONALI AL TERRENO. I MONTANTI DI ESTREMITA' FORMANO UN ANGOLO DI 12° - 15° CON IL TERRENO (VERSO L'ESTERNO DEL FILARE)

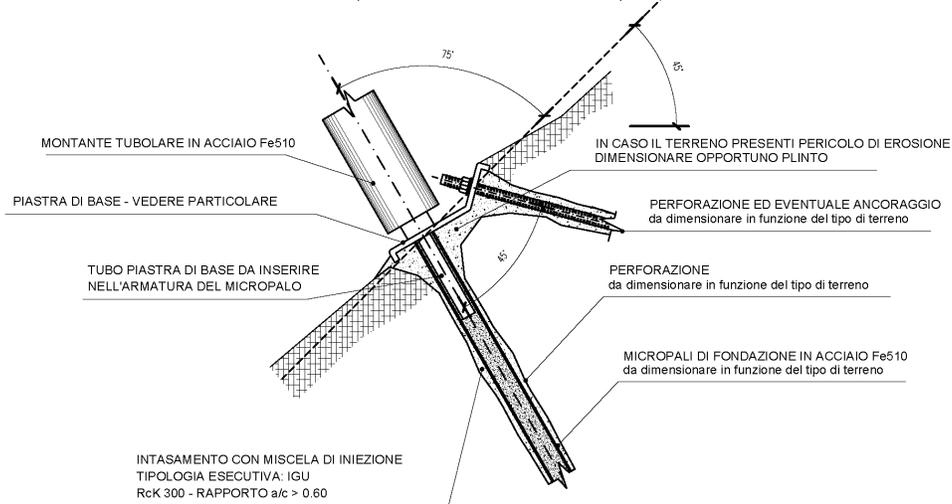


Figura 39. Opera di difesa nella zona di distacco tipo per l'eventuale sostituzione/integrazione dell'esistente

Valutazioni più specifiche relative alle opere di difesa nelle zone di distacco nella parte bassa del tracciato dell'impianto sono demandate a separata e successiva relazione che sarà allegata al progetto esecutivo.

13. CONCLUSIONI

La presente relazione è redatta conformemente a quanto proposto da AINEVA nel corso di livello 3 riguardante le Perizie di Interferenza Valanghiva con l'ausilio dei programmi che rappresentano lo stato dell'arte in materia di simulazione valanghe tra quelli in commercio.

Essa giustifica, attraverso la descrizione e l'analisi del sito valanghivo su cui insistono le opere in progetto e le relative simulazioni delle valanghe, la scelta di posizionare la stazione di arrivo circa 100 metri a monte dell'attuale, ove sono previste altezze di flusso maggiori a quelle del sito attuale ma velocità, e dunque pressioni, inferiori. Velocità del flusso inferiori portano infatti a dover realizzare opere di difesa diretta di minore entità.

Dall'analisi valanghiva, fin qui condotta emerge che l'immunità dal pericolo delle valanghe prescritte dal "Decreto Infrastruttura" e dal Decreto 5 Dicembre 2003, n. 392 è garantita attraverso le seguenti misure:

1. Realizzazione di un cuneo deviatore in c.a. di altezza 8 metri, integrato nell'edificio che conterrà la sala di ricovero per gli utenti, la stazione di monte e la cabina di comando.
2. Verifica dimensionale e dell'efficienza delle opere di difesa nelle aree di distacco a monte esistenti del sostegno S3, con eventuale loro sostituzione.

In aggiunta a quanto sopra riportato, si provvederà alla redazione dei piani previsti dalla L.P. 7/87 e relativo Regolamento di esecuzione. In particolare saranno presentati:

- Il piano delle misure per la difesa dal pericolo di valanghe (art.31/1 del Regolamento di esecuzione della L.P. 7/87).
- Il piano di intervento per la sospensione temporanea dell'esercizio P.I.S.T.E. redatto secondo l'allegato F del Regolamento di esecuzione della L.P. 7/87 contenente a sua volta:
 - la relazione tecnico- illustrativa
 - il piano di monitoraggio
 - il piano delle procedure.

Il Piano sarà poi reso definitivo, mediante una release finale, al momento del collaudo dell'impianto a fune e della sua effettiva entrata in servizio.

Gli elementi esposti favoriscono, quindi, una compatibilità della previsione urbanistica relativa alla variante puntuale n.26.1.A con quanto espresso dalla Carta di Sintesi della Pericolosità.

IL TECNICO INCARICATO

ING. ANDREA BOGHETTO



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
Ing. ANDREA BOGHETTO
ISCRIZIONE ALBO N° 1345

13. ALLEGATI

1. TABULATI OUTPUT SOFTWARE RAMMS:

RAMMS::AVALANCHE RAMMS OUTPUT LOGFILE

Output filename: P:\Funivie Esercenti\FUNIVIE FEDAIA MARMOLADA\1761 - PROGETTO NUOVA CABINOVIA\1761 - ANALISI VALANGHE\1761 - RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1_A1-3+A2+A3A+A3B+A3C+A5A+A5B+A5C+B1A+B2_T100_automL100_cel5m.out.gz

Simulation stopped due to LOW FLUX!

Simulation stopped after 182.000s
Calculation time (min.): 0.00

Simulation resolution (m): 5.00

SIMULATION RESULTS

Number of cells: 507878
Number of nodes: 509374

Calculated Release Volume (m3): 582618.

Overall MAX velocity (m/s): 50.1645
Overall MAX flowheight (m): 24.3083
Overall MAX pressure (kPa): 754.943

RAMMS::AVALANCHE 1.7.20 INPUT LOGFILE

Date: Thu Nov 15 09:13:09 2018

Input filename: C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1_A1-3+A2+A3A+A3B+A3C+A5A+A5B+A5C+B1A+B2_T100_automL100_cel5m.av2

Project: PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1
Details: Simulazione con DTM di base 1x1

DEM / REGION INFORMATION:

DEM file: C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1.xyz

DEM resolution (m): 1.00

(imported from: Z:\COMMESSE APPIANO\FUNIVIE FEDAIA MARMOLADA\1761 - Valanghe Pian dei Fiacconi\DTM\DTM_DEF_1.asc)

Nr of nodes: 16834353

Nr of cells: 16826148

Project region extent:

E - W: 721969.52 / 717883.52

S - N: 5145959.4 / 5150077.4

CALCULATION DOMAIN:

C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Dom\Dom_DEF_1.dom

GENERAL SIMULATION PARAMETERS:

Simulation time (s): 300.000

Dump interval (s): 2.00

Stopping criteria (momentum threshold) (%): 5

Constant density (kg/m3): 300

NUMERICS:

Numerical scheme: SecondOrder

H Cutoff (m): 0.000001

Curvature effects are ON!

RELEASE:
 Depth: 2.70 m Vol: 84056.1 m3 Delay: 0.00 s Name: RelA1_3.shp
 (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Depth: 2.65 m Vol: 110000.0 m3 Delay: 0.00 s Name: RelA2_2.shp
 (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Depth: 2.61 m Vol: 50249.8 m3 Delay: 0.00 s Name: RelA3A.shp
 (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Depth: 2.21 m Vol: 68289.9 m3 Delay: 0.00 s Name: RelA3B.shp
 (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Depth: 2.86 m Vol: 11972.7 m3 Delay: 0.00 s Name: RelA3C.shp
 (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Depth: 2.66 m Vol: 128783.0 m3 Delay: 0.00 s Name: RelA5A.shp
 (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Depth: 2.91 m Vol: 68272.8 m3 Delay: 0.00 s Name: RelA5B.shp
 (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Depth: 3.00 m Vol: 17310.9 m3 Delay: 0.00 s Name: RelA5C.shp
 (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Depth: 2.53 m Vol: 20849.7 m3 Delay: 0.00 s Name: RelB1A.shp
 (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Depth: 2.13 m Vol: 27642.7 m3 Delay: 0.00 s Name: RelB2.shp (C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI_DEF_1\Shape\Rel)
 Estimated release volume: 587428.13 m3

FRICION MUXI:
 Altitude_limit_1: 1500 m a.s.l
 Altitude_limit_2: 1000 m a.s.l
 Format of following parameters: [< 1000] - [1000 - 1500] - [> 1500]

Open slope parameters:
 Mu: 0.200 - 0.180 - 0.165
 Xi: 2000 - 2500 - 3000
Channelled parameters:
 Mu: 0.250 - 0.230 - 0.220
 Xi: 1500 - 1750 - 2000
Gully parameters:
 Mu: 0.315 - 0.300 - 0.280
 Xi: 1200 - 1350 - 1500
Flat parameters:
 Mu: 0.180 - 0.160 - 0.150
 Xi: 3000 - 3500 - 4000
Forest parameters:
 Mu (delta): 0.020 - 0.020 - 0.020
 Xi: 400 - 400 - 400

RETURN PERIOD (y): 100
 VOLUME category: Large

COHESION:
 No COHESION specified.

MAP / ORTHOPHOTO INFO:
 Map file: C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI\Mappe\CTR_Pian dei Fiacconi.tif
 OrthoPhoto file: C:\00_RAMMS\PIAN_DEI_FIACCONI\Ortofoto\CTR+Ortofoto_Pian dei Fiacconi.tif

2. TABULATI OUTPUT SOFTWARE AVAL-1D:

```

# AVAL-1D INPUT FILE
# SLF-PROGRAM FOR ONE-DIMENSIONAL AVALANCHE SIMULATIONS
# VERSION 1.3, Mai 2003
# =====
#
# | NAME AND INFORMATION
#
Track_Name Pian_Fiacconi_AV028_3_DEF
Run_Name Pian_Fiacconi_AV028_3_DEF
#
INFO-----
-----INFO
  
```

```

#
| DENSE FLOW GLOBAL PARAMETERS
#
Elem_Size          10.0
Dump_Interval      1.0
Max_Time           300
Return_Period      300
Red_Blue_Limit     30.0
Blue_White_Limit   0.3
Rho                300
Lambda             2.5
Time_Step          0.0050
Endmark x          720470.000
Endmark y          5148895.500
Friction Category   Klein
#
| POWDER SNOW GLOBAL PARAMETERS
#
Elem_Size          10.0
Dump_Interval      1.0
Max_Time           50
Region             Suedalpen
Return_Period      100
Max_Dev            5.0
Susp_Rate          0.08
Cell_Cut           10.00
#
Air_Density                1.0
Particle_Density  917.0
Gravity              9.81
Fluid_Viscosity      1.7e-05
Settling_Velo        1.0
#
C_mu                   0.09
C1_eps                 1.44
C2_eps                 1.92
C3_eps                 0.8
Sigma_c                1.0
Sigma_k                1.0
Sigma_eps              1.3
#
Velo_Prof_Coeff_0 0.14
Velo_Prof_Coeff_1 0.0
Velo_Prof_Coeff_2 -1.4
#
Conc_Prof_Coeff_0    1.3333
Conc_Prof_Coeff_1   -0.66667
Conc_Prof_Coeff_2    0.0
#
Turb_Prof_Coeff_0 1.0
Turb_Prof_Coeff_1 0.0
Turb_Prof_Coeff_2 0.0
#
Diss_Prof_Coeff_0 1.0
Diss_Prof_Coeff_1 0.0
Diss_Prof_Coeff_2 0.0
#
Threshold_Factor 10.0
Alpha              0.02
Beta_0             0.02
Beta_1             0.5
Beta_2             1.0
Beta_3             1.2
Beta_4             1.0
# Gamma_1 = PROF_VEL_0
# Gamma_2 = PROF_CONC_0
Gamma_3            2.0
Gamma_4            3.0
#
Max_Time_Step      0.2
  
```

Min_Salt_Height 0.1
 Min_Salt_Velo 0.1
 Max_Salt_Density 100.0
 Min_Susp_Height 0.1
 Min_Susp_Velo 0.1
 Min_Susp_Turb 1.0e-06
 Min_Susp_Dissip 1.0e-04
 Courant_Nr 0.85
 Relaxation_Factor 0.7

 Min_Salt_Mass_Flux 10.0
 Min_Salt_Mom_Flux 10.0
 Min_Susp_Mass_Flux 10.0
 Min_Susp_Mom_Flux 10.0

| COORDINATES

 Number_of_Points 86

| # No | X | Y | Z | W | Alpha1 | Beta1 | Alpha2 | Beta2 |
|------|------------|-------------|----------|---------|--------|-------|--------|-------|
| 0 | 719835.313 | 5146413.000 | 3160.000 | 10.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 | 719833.000 | 5146443.500 | 3138.000 | 90.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 719830.750 | 5146473.500 | 3120.000 | 155.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 719828.563 | 5146503.000 | 3106.000 | 220.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 719826.313 | 5146533.000 | 3092.000 | 280.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 719824.063 | 5146563.500 | 3076.000 | 340.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 719821.875 | 5146592.500 | 3058.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 719819.688 | 5146622.000 | 3036.000 | 440.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 719817.375 | 5146653.000 | 3014.000 | 440.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 719815.250 | 5146681.500 | 2996.000 | 470.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 719812.813 | 5146713.500 | 2976.000 | 470.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 719810.563 | 5146743.500 | 2958.000 | 470.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 719808.500 | 5146771.500 | 2942.000 | 470.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 719806.375 | 5146801.000 | 2926.000 | 500.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 719803.938 | 5146833.500 | 2906.000 | 500.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 719802.000 | 5146860.500 | 2890.000 | 510.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 719799.813 | 5146890.500 | 2874.000 | 510.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 719797.625 | 5146920.500 | 2858.000 | 510.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 719795.313 | 5146951.500 | 2840.000 | 510.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 719793.250 | 5146981.500 | 2822.000 | 530.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 719790.813 | 5147011.000 | 2804.000 | 530.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 719788.813 | 5147042.500 | 2786.000 | 530.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 719786.625 | 5147071.000 | 2772.000 | 530.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 719784.313 | 5147101.500 | 2758.000 | 510.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 719782.125 | 5147132.000 | 2746.000 | 510.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 719779.938 | 5147163.500 | 2736.000 | 510.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 26 | 719778.000 | 5147189.000 | 2728.000 | 510.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 27 | 719780.000 | 5147226.500 | 2718.000 | 515.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 28 | 719781.938 | 5147250.000 | 2702.000 | 515.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 29 | 719784.188 | 5147279.500 | 2692.000 | 515.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 30 | 719786.438 | 5147312.000 | 2680.000 | 515.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 31 | 719793.563 | 5147398.500 | 2674.000 | 460.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 32 | 719796.063 | 5147430.000 | 2668.000 | 460.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 33 | 719798.375 | 5147460.500 | 2650.000 | 430.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 34 | 719800.813 | 5147491.500 | 2634.000 | 430.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 35 | 719802.938 | 5147519.000 | 2622.000 | 430.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 36 | 719805.563 | 5147551.000 | 2604.000 | 430.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 37 | 719807.563 | 5147575.500 | 2596.000 | 430.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 38 | 719815.000 | 5147669.000 | 2592.000 | 430.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 39 | 719820.063 | 5147698.000 | 2576.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 40 | 719826.188 | 5147728.000 | 2558.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 41 | 719832.375 | 5147757.500 | 2540.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 42 | 719838.250 | 5147786.000 | 2532.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 43 | 719844.813 | 5147817.000 | 2522.000 | 345.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 44 | 719852.188 | 5147847.000 | 2510.000 | 345.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 45 | 719860.313 | 5147872.500 | 2500.000 | 345.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 46 | 719870.125 | 5147903.500 | 2490.000 | 345.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 47 | 719879.250 | 5147932.500 | 2480.000 | 330.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 48 | 719888.875 | 5147963.000 | 2468.000 | 330.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 49 | 719898.000 | 5147991.500 | 2456.000 | 330.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|
| 50 | 719907.563 | 5148021.500 | 2444.000 | 330.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 51 | 719915.063 | 5148045.500 | 2436.000 | 280.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 52 | 719925.313 | 5148074.000 | 2422.000 | 280.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 53 | 719938.938 | 5148102.000 | 2404.000 | 280.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 54 | 719952.313 | 5148128.500 | 2388.000 | 280.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 55 | 719963.563 | 5148151.500 | 2382.000 | 300.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 56 | 719978.875 | 5148182.000 | 2372.000 | 300.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 57 | 719992.250 | 5148209.000 | 2358.000 | 300.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 58 | 720005.563 | 5148235.000 | 2346.000 | 300.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 59 | 720020.000 | 5148261.500 | 2334.000 | 490.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 60 | 720032.750 | 5148285.000 | 2300.000 | 490.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 61 | 720047.875 | 5148313.000 | 2292.000 | 490.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 62 | 720061.688 | 5148338.500 | 2284.000 | 490.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 63 | 720077.750 | 5148367.500 | 2276.000 | 524.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 64 | 720091.125 | 5148392.500 | 2272.000 | 524.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 65 | 720108.813 | 5148417.500 | 2262.000 | 524.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 66 | 720127.500 | 5148442.500 | 2252.000 | 524.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 67 | 720145.813 | 5148467.000 | 2240.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 68 | 720160.563 | 5148490.000 | 2238.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 69 | 720181.813 | 5148516.000 | 2230.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 70 | 720197.000 | 5148536.000 | 2220.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 71 | 720217.375 | 5148563.500 | 2208.000 | 465.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 72 | 720234.375 | 5148586.000 | 2194.000 | 465.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 73 | 720252.938 | 5148611.500 | 2178.000 | 465.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 74 | 720270.500 | 5148635.000 | 2166.000 | 465.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 75 | 720289.875 | 5148660.500 | 2154.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 76 | 720307.750 | 5148682.000 | 2142.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 77 | 720330.125 | 5148709.000 | 2128.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 78 | 720348.625 | 5148731.500 | 2122.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 79 | 720366.688 | 5148753.500 | 2112.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 80 | 720383.938 | 5148774.500 | 2096.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 81 | 720403.563 | 5148798.000 | 2076.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 82 | 720420.750 | 5148819.000 | 2058.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 83 | 720441.563 | 5148844.500 | 2048.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 84 | 720458.125 | 5148868.500 | 2048.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 85 | 720470.000 | 5148895.500 | 2048.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#

#

| DENSE FLOW LOCAL PARAMETERS

#

| # | No | Mu | Xi | h | Rel | Canal | Slope | Dist | Vel |
|----|-------|------|--------|---|-----|-------|-------|------|-----|
| 0 | 0.160 | 2500 | 1.0000 | 1 | 0 | 35.7 | 37.7 | 0.00 | |
| 1 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.9 | 35.1 | 0.00 | |
| 2 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 25.3 | 32.7 | 0.00 | |
| 3 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 25.0 | 33.2 | 0.00 | |
| 4 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 27.6 | 34.5 | 0.00 | |
| 5 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 31.8 | 34.2 | 0.00 | |
| 6 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 36.6 | 36.9 | 0.00 | |
| 7 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 35.3 | 38.1 | 0.00 | |
| 8 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 32.2 | 33.8 | 0.00 | |
| 9 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 31.9 | 37.8 | 0.00 | |
| 10 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.9 | 35.1 | 0.00 | |
| 11 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 29.7 | 32.3 | 0.00 | |
| 12 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.4 | 33.6 | 0.00 | |
| 13 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 31.5 | 38.2 | 0.00 | |
| 14 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.6 | 31.4 | 0.00 | |
| 15 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.0 | 34.1 | 0.00 | |
| 16 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.0 | 34.1 | 0.00 | |
| 17 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.1 | 35.9 | 0.00 | |
| 18 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.9 | 35.0 | 0.00 | |
| 19 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 31.3 | 34.6 | 0.00 | |
| 20 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 29.7 | 36.3 | 0.00 | |
| 21 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 26.1 | 31.8 | 0.00 | |
| 22 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 24.6 | 33.6 | 0.00 | |
| 23 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.4 | 32.8 | 0.00 | |
| 24 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.6 | 33.1 | 0.00 | |
| 25 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.4 | 26.8 | 0.00 | |
| 26 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 14.9 | 38.9 | 0.00 | |
| 27 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 34.2 | 28.5 | 0.00 | |
| 28 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 18.7 | 31.2 | 0.00 | |

| | | | | | | | | |
|----|-------|------|--------|---|---|------|------|------|
| 29 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.2 | 34.7 | 0.00 |
| 30 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 4.0 | 87.0 | 0.00 |
| 31 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 10.8 | 32.2 | 0.00 |
| 32 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.5 | 35.5 | 0.00 |
| 33 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 27.2 | 35.0 | 0.00 |
| 34 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 23.5 | 30.1 | 0.00 |
| 35 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 29.3 | 36.8 | 0.00 |
| 36 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 18.0 | 25.9 | 0.00 |
| 37 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 2.4 | 93.9 | 0.00 |
| 38 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.5 | 33.5 | 0.00 |
| 39 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.5 | 35.5 | 0.00 |
| 40 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.8 | 35.1 | 0.00 |
| 41 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 15.4 | 30.2 | 0.00 |
| 42 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.5 | 33.2 | 0.00 |
| 43 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.2 | 33.1 | 0.00 |
| 44 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.5 | 28.6 | 0.00 |
| 45 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.1 | 34.0 | 0.00 |
| 46 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 18.2 | 32.0 | 0.00 |
| 47 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.6 | 34.2 | 0.00 |
| 48 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.9 | 32.2 | 0.00 |
| 49 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.9 | 33.7 | 0.00 |
| 50 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.6 | 26.4 | 0.00 |
| 51 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 24.8 | 33.4 | 0.00 |
| 52 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.0 | 36.0 | 0.00 |
| 53 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.3 | 33.7 | 0.00 |
| 54 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 13.2 | 26.3 | 0.00 |
| 55 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 16.3 | 35.6 | 0.00 |
| 56 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 24.9 | 33.2 | 0.00 |
| 57 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 22.3 | 31.6 | 0.00 |
| 58 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.7 | 32.5 | 0.00 |
| 59 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 51.8 | 43.3 | 0.00 |
| 60 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 14.1 | 32.8 | 0.00 |
| 61 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 15.4 | 30.1 | 0.00 |
| 62 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 13.6 | 34.1 | 0.00 |
| 63 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 8.0 | 28.6 | 0.00 |
| 64 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 18.1 | 32.2 | 0.00 |
| 65 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.8 | 32.8 | 0.00 |
| 66 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.4 | 32.9 | 0.00 |
| 67 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 4.2 | 27.4 | 0.00 |
| 68 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 13.4 | 34.5 | 0.00 |
| 69 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.7 | 27.0 | 0.00 |
| 70 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 19.3 | 36.3 | 0.00 |
| 71 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 26.4 | 31.5 | 0.00 |
| 72 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 26.9 | 35.4 | 0.00 |
| 73 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 22.2 | 31.7 | 0.00 |
| 74 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.5 | 34.2 | 0.00 |
| 75 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 23.2 | 30.4 | 0.00 |
| 76 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.8 | 37.8 | 0.00 |
| 77 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 11.6 | 29.7 | 0.00 |
| 78 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 19.4 | 30.2 | 0.00 |
| 79 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.5 | 31.5 | 0.00 |
| 80 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 33.2 | 36.6 | 0.00 |
| 81 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 33.6 | 32.6 | 0.00 |
| 82 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 16.9 | 34.4 | 0.00 |
| 83 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 0.0 | 29.2 | 0.00 |
| 84 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 0.0 | 29.5 | 0.00 |

#

| POWDER SNOW LOCAL PARAMETERS

#

| # | No | Rough | Erodi | EroH | EroRho | SaltH | SaltV | SaltD | SuspH | SuspV | SuspD | Turbulent | Dissipat |
|---|------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|----------|
| 0 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |
| 1 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |
| 2 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |
| 3 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |
| 4 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |
| 5 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |
| 6 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |
| 7 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |
| 8 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |
| 9 | 0.01 | 0.34 | 1.63 | 180.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00e-002 | 1.00e-006 | |

80 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
81 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
82 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
83 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
84 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
85 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006

#

END OF AVAL-1D INPUT FILE

=====

AVAL-1D INPUT FILE

```

# SLF-PROGRAM FOR ONE-DIMENSIONAL AVALANCHE SIMULATIONS
# VERSION 1.3, Mai 2003
# =====
#
# | NAME AND INFORMATION
#
Track_Name Pian_Fiacconi_AV028_3_DEF
Run_Name Pian_Fiacconi_AV028_3_DEF
#
INFO-----

-----INFO
#
# | DENSE FLOW GLOBAL PARAMETERS
#
Elem_Size      10.0
Dump_Interval  1.0
Max_Time       300
Return_Period  300
Red_Blue_Limit 30.0
Blue_White_Limit 0.3
Rho            300
Lambda         2.5
Time_Step      0.0050
Endmark x     720470.000
Endmark y     5148895.500
Friction Category Klein
#
# | POWDER SNOW GLOBAL PARAMETERS
#
Elem_Size      10.0
Dump_Interval  1.0
Max_Time       50
Region         Suedalpen
Return_Period  100
Max_Dev        5.0
Susp_Rate      0.08
Cell_Cut       10.00
#
Air_Density          1.0
Particle_Density    917.0
Gravity              9.81
Fluid_Viscosity     1.7e-05
Settling_Velo       1.0
#
C_mu                 0.09
C1_eps               1.44
C2_eps               1.92
C3_eps               0.8
Sigma_c              1.0
Sigma_k              1.0
Sigma_eps            1.3
#
Velo_Prof_Coeff_01.4
Velo_Prof_Coeff_10.0
Velo_Prof_Coeff_2-1.4
#
Conc_Prof_Coeff_0    1.3333
Conc_Prof_Coeff_1    -0.66667
Conc_Prof_Coeff_2    0.0
#
Turb_Prof_Coeff_0 1.0
Turb_Prof_Coeff_1 0.0
Turb_Prof_Coeff_2 0.0
#
Diss_Prof_Coeff_0 1.0
Diss_Prof_Coeff_1 0.0
Diss_Prof_Coeff_2 0.0

```

```

#
Threshold_Factor 10.0
Alpha 0.02
Beta_0 0.02
Beta_1 0.5
Beta_2 1.0
Beta_3 1.2
Beta_4 1.0
# Gamma_1 = PROF_VEL_0
# Gamma_2 = PROF_CONC_0
Gamma_3 2.0
Gamma_4 3.0
#
Max_Time_Step 0.2
Min_Salt_Height 0.1
Min_Salt_Velo 0.1
Max_Salt_Density 100.0
Min_Susp_Height 0.1
Min_Susp_Velo 0.1
Min_Susp_Turb 1.0e-06
Min_Susp_Dissip 1.0e-04
Courant_Nr 0.85
Relaxation_Factor 0.7
#
Min_Salt_Mass_Flux 10.0
Min_Salt_Mom_Flux 10.0
Min_Susp_Mass_Flux 10.0
Min_Susp_Mom_Flux 10.0
#
| COORDINATES
#
Number_of_Points 86
#
# No X Y Z W Alpha1 Beta1 Alpha2 Beta2
0 719835.313 5146413.000 3160.000 10.000 0.000 0.000 0.000 0.000
1 719833.000 5146443.500 3138.000 90.000 0.000 0.000 0.000 0.000
2 719830.750 5146473.500 3120.000 155.000 0.000 0.000 0.000 0.000
3 719828.563 5146503.000 3106.000 220.000 0.000 0.000 0.000 0.000
4 719826.313 5146533.000 3092.000 280.000 0.000 0.000 0.000 0.000
5 719824.063 5146563.500 3076.000 340.000 0.000 0.000 0.000 0.000
6 719821.875 5146592.500 3058.000 400.000 0.000 0.000 0.000 0.000
7 719819.688 5146622.000 3036.000 440.000 0.000 0.000 0.000 0.000
8 719817.375 5146653.000 3014.000 440.000 0.000 0.000 0.000 0.000
9 719815.250 5146681.500 2996.000 470.000 0.000 0.000 0.000 0.000
10 719812.813 5146713.500 2976.000 470.000 0.000 0.000 0.000 0.000
11 719810.563 5146743.500 2958.000 470.000 0.000 0.000 0.000 0.000
12 719808.500 5146771.500 2942.000 470.000 0.000 0.000 0.000 0.000
13 719806.375 5146801.000 2926.000 500.000 0.000 0.000 0.000 0.000
14 719803.938 5146833.500 2906.000 500.000 0.000 0.000 0.000 0.000
15 719802.000 5146860.500 2890.000 510.000 0.000 0.000 0.000 0.000
16 719799.813 5146890.500 2874.000 510.000 0.000 0.000 0.000 0.000
17 719797.625 5146920.500 2858.000 510.000 0.000 0.000 0.000 0.000
18 719795.313 5146951.500 2840.000 510.000 0.000 0.000 0.000 0.000
19 719793.250 5146981.500 2822.000 530.000 0.000 0.000 0.000 0.000
20 719790.813 5147011.000 2804.000 530.000 0.000 0.000 0.000 0.000
21 719788.813 5147042.500 2786.000 530.000 0.000 0.000 0.000 0.000
22 719786.625 5147071.000 2772.000 530.000 0.000 0.000 0.000 0.000
23 719784.313 5147101.500 2758.000 510.000 0.000 0.000 0.000 0.000
24 719782.125 5147132.000 2746.000 510.000 0.000 0.000 0.000 0.000
25 719779.938 5147163.500 2736.000 510.000 0.000 0.000 0.000 0.000
26 719778.000 5147189.000 2728.000 510.000 0.000 0.000 0.000 0.000
27 719780.000 5147226.500 2718.000 515.000 0.000 0.000 0.000 0.000
28 719781.938 5147250.000 2702.000 515.000 0.000 0.000 0.000 0.000
29 719784.188 5147279.500 2692.000 515.000 0.000 0.000 0.000 0.000
30 719786.438 5147312.000 2680.000 515.000 0.000 0.000 0.000 0.000
31 719793.563 5147398.500 2674.000 460.000 0.000 0.000 0.000 0.000
32 719796.063 5147430.000 2668.000 460.000 0.000 0.000 0.000 0.000
33 719798.375 5147460.500 2650.000 430.000 0.000 0.000 0.000 0.000
34 719800.813 5147491.500 2634.000 430.000 0.000 0.000 0.000 0.000
35 719802.938 5147519.000 2622.000 430.000 0.000 0.000 0.000 0.000

```

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|
| 36 | 719805.563 | 5147551.000 | 2604.000 | 430.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 37 | 719807.563 | 5147575.500 | 2596.000 | 430.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 38 | 719815.000 | 5147669.000 | 2592.000 | 430.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 39 | 719820.063 | 5147698.000 | 2576.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 40 | 719826.188 | 5147728.000 | 2558.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 41 | 719832.375 | 5147757.500 | 2540.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 42 | 719838.250 | 5147786.000 | 2532.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 43 | 719844.813 | 5147817.000 | 2522.000 | 345.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 44 | 719852.188 | 5147847.000 | 2510.000 | 345.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 45 | 719860.313 | 5147872.500 | 2500.000 | 345.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 46 | 719870.125 | 5147903.500 | 2490.000 | 345.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 47 | 719879.250 | 5147932.500 | 2480.000 | 330.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 48 | 719888.875 | 5147963.000 | 2468.000 | 330.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 49 | 719898.000 | 5147991.500 | 2456.000 | 330.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 50 | 719907.563 | 5148021.500 | 2444.000 | 330.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 51 | 719915.063 | 5148045.500 | 2436.000 | 280.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 52 | 719925.313 | 5148074.000 | 2422.000 | 280.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 53 | 719938.938 | 5148102.000 | 2404.000 | 280.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 54 | 719952.313 | 5148128.500 | 2388.000 | 280.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 55 | 719963.563 | 5148151.500 | 2382.000 | 300.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 56 | 719978.875 | 5148182.000 | 2372.000 | 300.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 57 | 719992.250 | 5148209.000 | 2358.000 | 300.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 58 | 720005.563 | 5148235.000 | 2346.000 | 300.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 59 | 720020.000 | 5148261.500 | 2334.000 | 490.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 60 | 720032.750 | 5148285.000 | 2300.000 | 490.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 61 | 720047.875 | 5148313.000 | 2292.000 | 490.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 62 | 720061.688 | 5148338.500 | 2284.000 | 490.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 63 | 720077.750 | 5148367.500 | 2276.000 | 524.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 64 | 720091.125 | 5148392.500 | 2272.000 | 524.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 65 | 720108.813 | 5148417.500 | 2262.000 | 524.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 66 | 720127.500 | 5148442.500 | 2252.000 | 524.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 67 | 720145.813 | 5148467.000 | 2240.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 68 | 720160.563 | 5148490.000 | 2238.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 69 | 720181.813 | 5148516.000 | 2230.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 70 | 720197.000 | 5148536.000 | 2220.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 71 | 720217.375 | 5148563.500 | 2208.000 | 465.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 72 | 720234.375 | 5148586.000 | 2194.000 | 465.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 73 | 720252.938 | 5148611.500 | 2178.000 | 465.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 74 | 720270.500 | 5148635.000 | 2166.000 | 465.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 75 | 720289.875 | 5148660.500 | 2154.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 76 | 720307.750 | 5148682.000 | 2142.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 77 | 720330.125 | 5148709.000 | 2128.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 78 | 720348.625 | 5148731.500 | 2122.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 79 | 720366.688 | 5148753.500 | 2112.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 80 | 720383.938 | 5148774.500 | 2096.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 81 | 720403.563 | 5148798.000 | 2076.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 82 | 720420.750 | 5148819.000 | 2058.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 83 | 720441.563 | 5148844.500 | 2048.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 84 | 720458.125 | 5148868.500 | 2048.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 85 | 720470.000 | 5148895.500 | 2048.000 | 140.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#

#

| DENSE FLOW LOCAL PARAMETERS

#

| # | No | Mu | Xi | h | Rel | Canal | Slope | Dist | Vel |
|----|-------|------|--------|---|-----|-------|-------|------|-----|
| 0 | 0.160 | 2500 | 1.0000 | 1 | 0 | 35.7 | 37.7 | 0.00 | |
| 1 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.9 | 35.1 | 0.00 | |
| 2 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 25.3 | 32.7 | 0.00 | |
| 3 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 25.0 | 33.2 | 0.00 | |
| 4 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 27.6 | 34.5 | 0.00 | |
| 5 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 31.8 | 34.2 | 0.00 | |
| 6 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 36.6 | 36.9 | 0.00 | |
| 7 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 35.3 | 38.1 | 0.00 | |
| 8 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 32.2 | 33.8 | 0.00 | |
| 9 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 31.9 | 37.8 | 0.00 | |
| 10 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.9 | 35.1 | 0.00 | |
| 11 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 29.7 | 32.3 | 0.00 | |
| 12 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.4 | 33.6 | 0.00 | |
| 13 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 31.5 | 38.2 | 0.00 | |
| 14 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.6 | 31.4 | 0.00 | |

| | | | | | | | | |
|----|-------|------|--------|---|---|------|------|------|
| 15 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.0 | 34.1 | 0.00 |
| 16 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.0 | 34.1 | 0.00 |
| 17 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.1 | 35.9 | 0.00 |
| 18 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.9 | 35.0 | 0.00 |
| 19 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 31.3 | 34.6 | 0.00 |
| 20 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 29.7 | 36.3 | 0.00 |
| 21 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 26.1 | 31.8 | 0.00 |
| 22 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 24.6 | 33.6 | 0.00 |
| 23 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.4 | 32.8 | 0.00 |
| 24 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.6 | 33.1 | 0.00 |
| 25 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.4 | 26.8 | 0.00 |
| 26 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 14.9 | 38.9 | 0.00 |
| 27 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 34.2 | 28.5 | 0.00 |
| 28 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 18.7 | 31.2 | 0.00 |
| 29 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.2 | 34.7 | 0.00 |
| 30 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 4.0 | 87.0 | 0.00 |
| 31 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 10.8 | 32.2 | 0.00 |
| 32 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.5 | 35.5 | 0.00 |
| 33 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 27.2 | 35.0 | 0.00 |
| 34 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 23.5 | 30.1 | 0.00 |
| 35 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 29.3 | 36.8 | 0.00 |
| 36 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 18.0 | 25.9 | 0.00 |
| 37 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 2.4 | 93.9 | 0.00 |
| 38 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.5 | 33.5 | 0.00 |
| 39 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.5 | 35.5 | 0.00 |
| 40 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.8 | 35.1 | 0.00 |
| 41 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 15.4 | 30.2 | 0.00 |
| 42 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.5 | 33.2 | 0.00 |
| 43 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.2 | 33.1 | 0.00 |
| 44 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.5 | 28.6 | 0.00 |
| 45 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.1 | 34.0 | 0.00 |
| 46 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 18.2 | 32.0 | 0.00 |
| 47 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.6 | 34.2 | 0.00 |
| 48 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.9 | 32.2 | 0.00 |
| 49 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.9 | 33.7 | 0.00 |
| 50 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.6 | 26.4 | 0.00 |
| 51 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 24.8 | 33.4 | 0.00 |
| 52 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.0 | 36.0 | 0.00 |
| 53 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 28.3 | 33.7 | 0.00 |
| 54 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 13.2 | 26.3 | 0.00 |
| 55 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 16.3 | 35.6 | 0.00 |
| 56 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 24.9 | 33.2 | 0.00 |
| 57 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 22.3 | 31.6 | 0.00 |
| 58 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.7 | 32.5 | 0.00 |
| 59 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 51.8 | 43.3 | 0.00 |
| 60 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 14.1 | 32.8 | 0.00 |
| 61 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 15.4 | 30.1 | 0.00 |
| 62 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 13.6 | 34.1 | 0.00 |
| 63 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 8.0 | 28.6 | 0.00 |
| 64 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 18.1 | 32.2 | 0.00 |
| 65 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 17.8 | 32.8 | 0.00 |
| 66 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.4 | 32.9 | 0.00 |
| 67 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 4.2 | 27.4 | 0.00 |
| 68 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 13.4 | 34.5 | 0.00 |
| 69 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.7 | 27.0 | 0.00 |
| 70 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 19.3 | 36.3 | 0.00 |
| 71 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 26.4 | 31.5 | 0.00 |
| 72 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 26.9 | 35.4 | 0.00 |
| 73 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 22.2 | 31.7 | 0.00 |
| 74 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 20.5 | 34.2 | 0.00 |
| 75 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 23.2 | 30.4 | 0.00 |
| 76 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 21.8 | 37.8 | 0.00 |
| 77 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 11.6 | 29.7 | 0.00 |
| 78 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 19.4 | 30.2 | 0.00 |
| 79 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 30.5 | 31.5 | 0.00 |
| 80 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 33.2 | 36.6 | 0.00 |
| 81 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 33.6 | 32.6 | 0.00 |
| 82 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 16.9 | 34.4 | 0.00 |
| 83 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 0.0 | 29.2 | 0.00 |
| 84 | 0.160 | 2500 | 0.0000 | 0 | 0 | 0.0 | 29.5 | 0.00 |


```
66 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
67 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
68 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
69 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
70 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
71 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
72 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
73 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
74 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
75 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
76 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
77 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
78 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
79 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
80 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
81 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
82 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
83 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
84 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
85 0.01 0.34 0.00 1.00 1.63 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 1.00e-002 1.00e-006
#
# END OF AVAL-1D INPUT FILE
# =====
```