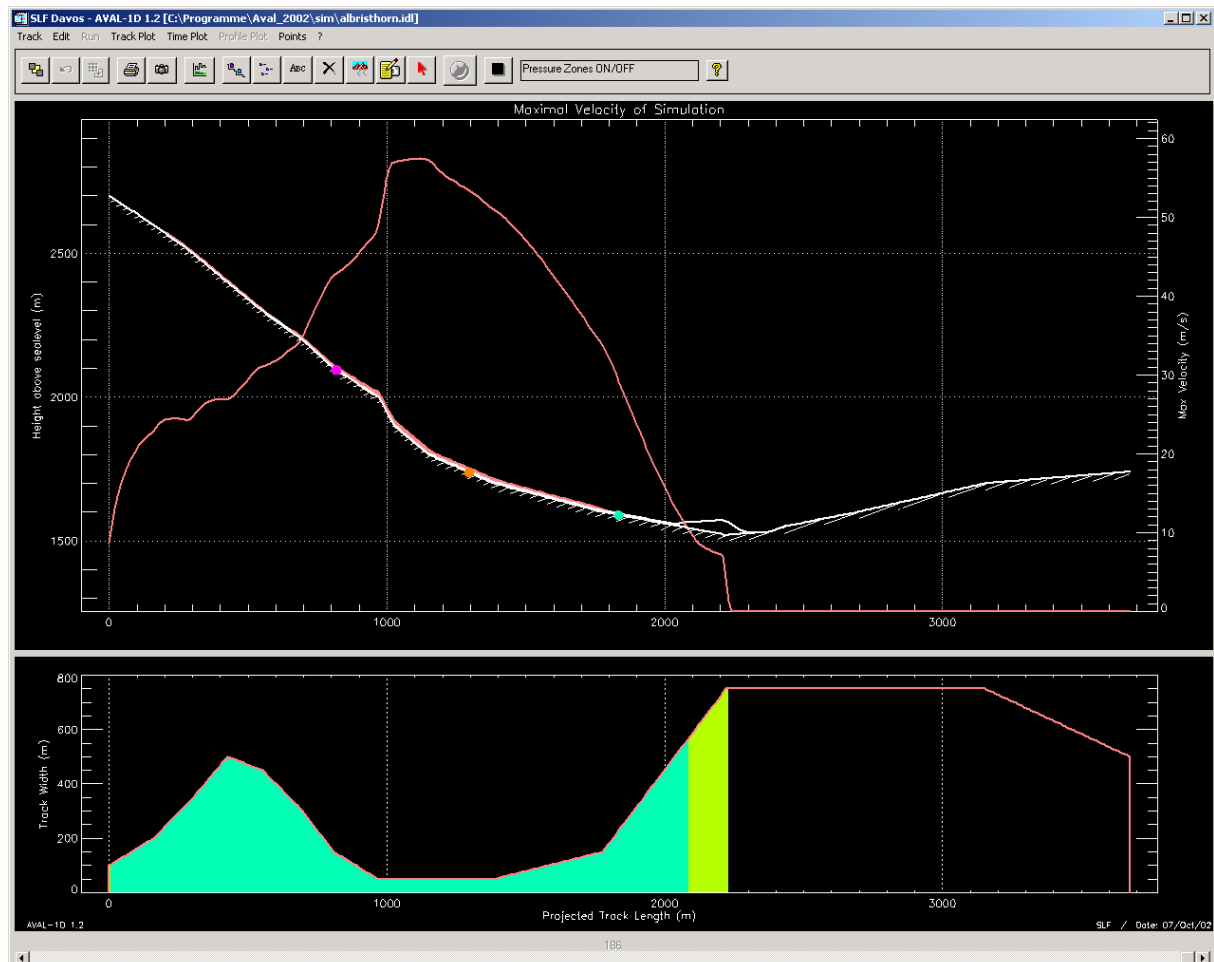


AVAL-1D

Un programma di dinamica delle valanghe

Manuale di teoria per l'utilizzo pratico



Contenuti

1	Introduzione	3
2	Procedura di calcolo di una valanga radente	4
2.1	Determinazione dello spessore del distacco per valanghe dense	4
2.2	Determinazione dei parametri di attrito per valanghe dense	5
2.3	Parametri di attrito ξ e μ per valanghe dense	8
2.4	Fasi importanti	10
2.5	Parametri di calcolo FL-1D	12
2.6	Il modello numerico per valanghe dense FL-1D	13
3	Procedura di calcolo di una valanga polverosa	15
3.1	Obiettivi e limiti dei calcoli	16
3.2	Determinazione delle condizioni iniziali della valanga polverosa	16
3.3	Determinazione dei parametri di erosione SL-1D	17
3.4	Determinazione approssimativa della traiettoria di valanghe polverose	19
3.5	Parametri di calcolo SL-1D	21
3.6	Esecuzione dei calcoli con SL-1D	22
3.7	Valutazione dei risultati del calcolo SL-1D	22
3.8	Il programma per valanghe polverose SL-1D	23
4	Immissione dei punti del profilo (Edit Topography)	27
5	Help - Properties	30
6	News - Update 1.2 – News	37
7	Supporto & FAQ	42
7.1	FAQ Installazione	42
7.2	FAQ – Generalità	43
7.3	FAQ – Valanghe dense	46
7.4	FAQ – Valanghe polverose	54

1 Introduzione

AVAL-1D è il programma di dinamica delle valanghe sviluppato dall'Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe SNV di Davos in grado di calcolare distanze di arresto, velocità e pressioni per valanghe dense e polverose.

Grazie ad esso, gli utilizzatori del programma sono in grado di compilare carte delle aree soggette al pericolo di valanghe. Negli ultimi anni presso l'Istituto SNV sono stati sviluppati due nuovi modelli di calcolo per la simulazione di valanghe polverose, e per la simulazione valanghe dense. Questi modelli permettono di valutare dettagliatamente i pericoli indotti da valanghe dense e polverose ed eliminano alcuni noti problemi del modello Voellmy-Salm. Per facilitarne l'impiego pratico è stata realizzata un'interfaccia grafica comune. Questa interfaccia è stata studiata in modo tale da permettere anche a persone con poche conoscenze nel settore informatico un facile apprendimento e utilizzo. L'interfaccia utente è stata programmata in linguaggio **IDL (Interactive Data Language)**.

AVAL-1D include due moduli di calcolo indipendenti l'uno dall'altro: FL-1D per valanghe dense e SL-1D per valanghe polverose, entrambi programmati in C. Entrambi i moduli risolvono con il metodo alle differenze finite le equazioni di conservazione della massa, dell'energia e della quantità di moto.

© 1999 - 2001 SNV Davos

2 Procedura di calcolo di una valanga radente

Contrariamente al modello analitico Voellmy-Salm, che predice velocità massime e altezze di flusso in pochi punti selezionati lungo il percorso, nel modello numerico FL-1D i calcoli vengono effettuati lungo l'intera topografia. Per ogni elemento del profilo è necessario specificare i parametri di attrito. Nei modelli numerici, i valori di attrito possono essere variati lungo tutto il profilo valanghivo in accordo con la topografia del percorso. Ciò offre il vantaggio di poter considerare in modo più dettagliato le variazioni topografiche lungo tutta la zona di scorrimento della valanga. Lo svantaggio è invece rappresentato dal fatto che i parametri possono anche essere scelti arbitrariamente e in differenti combinazioni, per cui differenti utenti potrebbero trovare soluzioni diverse per lo stesso problema. Per evitare la scelta indiscriminata dei parametri, è stata preparata una lista di valori indicativi, raccomandati dall'Istituto SNV, per i calcoli con il modello FL-1D. Deve essere tenuto in considerazione che i valori contenuti nella lista sono indicativi e che il modello FL-1D deve ancora essere calibrato sulla base degli eventi catastrofici del 1999. Se utilizzando i parametri raccomandati dovessero risultare enormi discrepanze tra le simulazioni fornite dal modello e gli eventi valanghivi osservati in realtà, è necessario informare l'Istituto SNV.

Di seguito vengono elencate le fasi più importanti per il calcolo di una valanga radente con AVAL-1D:

- determinazione dello spessore del distacco
- valori indicativi dei parametri di attrito per il modello FL-1D
- determinazione del profilo topografico
- determinazione della larghezza della valanga
- determinazione della lunghezza dell'area di distacco
- immissione dei parametri in AVAL-1D
- selezione dei parametri di calcolo
- immissione di punti di controllo aggiuntivi (monitoring point)

2.1 *Determinazione dello spessore del distacco per valanghe dense*

Lo spessore medio del distacco per valanghe dense deve essere valutato in base alla procedura descritta nel Comunicato n° 47 dell'Istituto SNV "Calcolo di valanghe dense: una guida per l'esperto con esempi".

La zona di distacco è generalmente definita da pendenze comprese fra 30° (eventualmente 28°) e 50°. Lo spessore medio della frattura d_0 , misurato perpendicolarmente al pendio, si determina con la formula:

$$d_0 = d_0^* \cdot f(\psi)$$

dove:

- d_0^* rappresenta la massima altezza di neve caduta in 3 giorni successivi, (calcolata come differenza dell'altezza della neve al suolo). Questo valore dipende dal periodo di ritorno T. La normativa svizzera fornisce valori indicativi relativi ad

un'altitudine di 2000 m.s.l.. Per differenti altitudini il fattore di correzione è pari a 5 cm ogni 100m. In presenza di accumuli di neve soffiata in aree più o meno estese della zona di distacco, i valori d_0^* devono essere aumentati di 0.3-0.5 m circa. Il valore d_0^* determinante ai fini del calcolo è quello medio lungo tutta la zona di distacco.

- $f(\psi)$ è chiamato fattore di pendenza. E' utilizzato per correggere lo spessore del distacco in funzione della pendenza del pendio (a parità di d_0^* , maggiore e' la pendenza minore e' lo spessore del distacco) .

ψ (°):	$f(\psi)$:	ψ (°):	$f(\psi)$:
28	1.0	39	0.62
28.5	0.97	39.5	0.61
29	0.94	40	0.60
29.5	0.92	40.5	0.59
30	0.90	41	0.58
30.5	0.87	41.5	0.57
31	0.85	42	0.56
31.5	0.83	42.5	0.55
32	0.81	43	0.54
32.5	0.79	43.5	0.54
33	0.78	44	0.53
33.5	0.76	44.5	0.52
34	0.74	45	0.52
34.5	0.73	45.5	0.51
35	0.71	46	0.50
35.5	0.70	46.5	0.50
36	0.69	47	0.49
36.5	0.67	47.5	0.48
37	0.66	48	0.48
37.5	0.65	48.5	0.47
38	0.64	49	0.47
38.5	0.63	49.5	0.46
39	0.62	50	0.46

Tabella 1: Fattore di pendenza $f(\psi)$

2.2 Determinazione dei parametri di attrito per valanghe dense

Valori indicativi per il modello FL-1D

In generale si può affermare che, rispetto ai parametri del modello analitico Voellmy-Salm, il valore di μ e' solo leggermente differente, mentre il coefficiente di attrito turbolento ξ deve essere aumentato fino a 2.5 volte. Uno dei motivi che hanno portato a questo incremento del valore di ξ è rappresentato dal fatto che la topografia non viene più semplificata (mediata), ma costantemente adeguata al terreno su distanze di 80-200 m. L'adeguamento del percorso della valanga a caratteristiche più reali causa una maggiore perdita di energia, che deve essere parzialmente compensata da un coefficiente

ξ superiore (ovvero da una minore resistenza di attrito). L'altra ragione che ha indotto ad elevare i valori di ξ è da attribuirsi alle altezze di flusso che risultano minori di quelle calcolate con il modello di Voellmy-Salm. Dal momento che il coefficiente ξ e l'altezza di flusso sono direttamente proporzionali, per compensare la minore altezza di flusso deve essere utilizzato un valore maggiore per ξ . L'aumento del valore di ξ è causa di un netto aumento delle velocità lungo la zona di scorrimento e all'inizio del tratto di arresto. Le misurazioni di velocità effettuate in prossimità del Passo del Lucomagno nell'anno 1984 e presso il sito sperimentale Vallée de la Sionne nel 1999 dimostrano che queste maggiori velocità sono più realistiche rispetto a quelle del modello analitico Voellmy-Salm. L'aumento del valore di ξ non ha effetti rilevanti sulla distanza di arresto della valanga. Le valutazioni eseguite sino ad oggi dimostrano che, in seguito a una maggiore variabilità delle caratteristiche morfologiche della zona di arresto, la valanga viene rallentata con maggiore intensità e si arresta all'incirca nello stesso punto del modello Voellmy-Salm.

Nel modello analitico Voellmy-Salm veniva assunta una riduzione lineare della velocità tra il punto P e il punto terminale di arresto. Sulla base di questa assunzione veniva determinata la lunghezza della zona blu. Il modello numerico non conferma questa riduzione lineare, ma tipicamente, mostra un forte rallentamento all'inizio del tratto di arresto. Le velocità generalmente più elevate del modello FL-1D fanno sì che il limite tra zona rossa e zona blu non sia molto differente da quella determinata dal metodo di calcolo tradizionale.

I parametri di attrito ξ e μ variano sulla base delle seguenti caratteristiche (vedere tabella 2):

- volume della valanga: 3 categorie
- altitudine dell'elemento del profilo: 3 categorie
- canalizzazione e rugosità della topografia: 3 categorie
- tempo di ritorno: 2 categorie
- umidità: 2 categorie

Variazione sulla base del volume della valanga

La cubatura della valanga era già stata considerata per la definizione dei parametri di taratura nel modello analitico di Voellmy-Salm, dove tuttavia veniva considerata una distinzione solo tra valanghe di grandi dimensioni ($> 100.000 \text{ m}^3$) e valanghe di piccole dimensioni ($< 10.000 \text{ m}^3$). Dimensioni intermedie dovevano essere valutate di volta in volta direttamente dall'utilizzatore. Con il modello FL-1D si tenta ora di colmare questa lacuna. I limiti di 25.000 m^3 e 60.000 m^3 non sono tuttavia perentori e possono essere adeguati. Contrariamente al modello analitico Voellmy-Salm, anche il parametro ξ varia in funzione della cubatura. Il motivo è dovuto al fatto che è stato accertato che la velocità di grandi valanghe è notevolmente superiore a quella di piccole valanghe. Queste differenze di velocità non possono essere ottenute solo con una variazione del valore μ .

Variazione sulla base dell'altitudine della valanga

Anche l'altitudine della valanga era già stata considerata per la definizione dei parametri di taratura nel modello analitico di Voellmy-Salm. Nel modello numerico questa dipendenza viene perfezionata con l'aggiunta della una nuova categoria "Sotto i 1000 m s.l.m.". Per ogni elemento del profilo della valanga, i parametri dovrebbero essere adeguati all'altitudine di questo elemento. Anche in questo caso i limiti imposti (1000 m e 1500 m s.l.m.) non sono perentori e possono essere adeguati dall'esperto. Il motivo della variazione dei parametri in base all'altitudine si basa sull'assunzione che a quote più elevate la neve è più asciutta rispetto alle quote più basse e che quindi, a quote più elevate, l'attrito è inferiore.

Variazione sulla base della canalizzazione e della rugosità della topografia

Esattamente come nel modello analitico, anche in quello numerico l'attrito varia in funzione della canalizzazione e della rugosità. Nella versione attualmente disponibile non esiste purtroppo alcuna possibilità di specificare sezioni che non abbiano forma rettangolare. Per poter riprodurre il più fedelmente possibile la rugosità e la canalizzazione lungo la traiettoria della valanga, sono state create le categorie illustrate nella tabella che segue.

Categoria	Definizione
di versante	curvatura isoipsa $> 90^\circ$
canalizzata	curvatura isoipsa $< 90^\circ$ & larghezza/altezza del flusso $> 3/1$
fortemente canalizzata	curvatura isoipsa $< 60^\circ$ & larghezza/altezza del flusso $< 3/1$, rugosità molto elevata (ordine di grandezza (m))

La variazione dei parametri di attrito sulla base della canalizzazione presenta ancora alcune incertezze. Di conseguenza è opportuno effettuare dei test di sensibilità (variazione dei parametri). È importante che anche in questo caso vengano prese in considerazione esclusivamente canalizzazioni di una certa rilevanza, che si sviluppano per una distanza di oltre 80 m..

Variazione sulla base del tempo di ritorno

Contrariamente al modello analitico Voellmy-Salm, i parametri di attrito variano anche in base al tempo di ritorno. Il concetto alla base di questa scelta è che con una periodicità di 30 anni è possibile presupporre non solo una minore profondità della frattura, ma anche condizioni nevose meno estreme. Di conseguenza i valori di μ che rispecchiano le condizioni nevose sono stati generalmente aumentati di 0.01 ed è stata apportata anche una leggera modifica ai valori di ξ .

Variazione sulla base dell'umidità

Soprattutto a quote più basse si osservano spesso valanghe di neve bagnata. Come nel modello analitico Voellmy-Salm, anche in quello numerico FL-1D vengono specificati parametri per riprodurre simili valanghe. È stato dimostrato che nelle valanghe di neve bagnata la cubatura gioca solo un ruolo marginale. Occorre tuttavia sottolineare che anche a quote basse è necessario includere le valanghe asciutte per il calcolo delle zone di pericolo blu e rosse.

Il fattore dell'attrito turbolento ξ

- ξ dipende soprattutto dalla geometria della traiettoria (rugosità, canalizzazione, vegetazione).
- Soprattutto in presenza di grandi valanghe, le rugosità medie possono essere spianate dalla neve; in caso di dubbio utilizzare quindi il valore massimo di ξ !
- Una singola valanga può presentare valori di ξ differenti (p.es. zona di distacco pianeggiante e traiettoria fortemente canalizzata).

Il coefficiente di attrito μ

- μ dipende soprattutto dalle caratteristiche della neve (temperatura, densità, contenuto in acqua) ma anche dalla pressione esercitata dalla valanga perpendicolarmente alla superficie del terreno e dalla velocità (diminuisce all'aumentare della velocità).
- Le altitudini sul livello del mare si riferiscono alla zona di deposito.

All'interno dello stesso percorso valanghivo e a parità di tutte le altre condizioni, μ può essere pari a 0.155 per grandi valanghe e pari a 0.30 per piccole valanghe.

2.3 Parametri di attrito ξ e μ per valanghe dense

La seguente tabella contiene i valori provvisori dei parametri di attrito μ e ξ per il modello FL-1D. I parametri di attrito variano in funzione delle dimensioni della valanga, dell'altitudine, della canalizzazione del terreno e del tempo di ritorno. Attenzione: questi valori non sono ancora stati verificati sulla base delle valanghe catastrofiche del 1999!

Grande valanga (> 60.000 m³)		300 anni		30 anni	
	Altitudine (s.l.m.)	μ	ξ	μ	ξ
di versante	oltre 1500	0.16	2500	0.17	2000
	1000 – 1500	0.18	2000	0.19	1750
	sotto 1000	0.20	1750	0.21	1500
Canalizzata	oltre 1500	0.20	1750	0.21	1500
	1000 – 1500	0.25	1500	0.26	1500
	sotto 1000	0.30	1200	0.31	1200
fortemente canalizzata	oltre 1500	0.30	1000	0.31	800
	1000 – 1500	0.34	750	0.35	600
	sotto 1000	0.38	500	0.39	400
Valanga medio-grande (25.000 – 60.000 m³)					
di versante	oltre 1500	0.20	2000	0.21	1750
	1000 – 1500	0.24	1500	0.25	1500
	sotto 1000	0.28	1200	0.29	1200
Canalizzata	oltre 1500	0.26	1200	0.27	1200
	1000 – 1500	0.29	1200	0.31	1200
	sotto 1000	0.33	1000	0.34	1000
fortemente canalizzata	oltre 1500	0.33	1000	0.34	800
	1000 – 1500	0.37	800	0.38	600
	sotto 1000	0.40	500	0.41	400
Piccola valanga & valanga di neve bagnata (< 25.000 m³)					
di versante	oltre 1500	0.30	1500	0.31	1200
	1000 – 1500	0.32	1200	0.33	1200
	sotto 1000	0.34	1200	0.35	1000
Canalizzata	oltre 1500	0.32	1200	0.33	1000
	1000 – 1500	0.34	1000	0.35	800
	sotto 1000	0.36	800	0.37	600
fortemente canalizzata	oltre 1500	0.36	800	0.37	600
	1000 – 1500	0.40	500	0.41	400
	sotto 1000	0.42	500	0.43	400

Tabella 2: Valori provvisori dei parametri di attrito μ e ξ per il modello FL-1D.

2.4 Fasi importanti

Determinazione del profilo del terreno

Contrariamente al modello Voellmy-Salm, il modello FL-1D riproduce la topografia più conformemente alla realtà. Da un punto di vista teorico sarebbe addirittura possibile riprodurre la topografia con qualsiasi risoluzione. Durante la stagione invernale la topografia è però spesso alterata dagli strati di neve presenti. Una riproduzione ad alta definizione di un terreno privo di neve non rispecchia quindi fedelmente le condizioni reali. Di conseguenza, anche nel modello numerico occorre considerare determinate semplificazioni del terreno.

Per la determinazione della topografia nel modello FL-1D devono essere seguite le seguenti regole:

1. la distanza reale tra due punti del profilo deve essere compresa fra 80 e 220 m.
2. A condizione che venga rispettata la regola 1, nella zona di deposito la differenza di altitudine tra 2 punti del profilo non deve essere inferiore a 20 m (ciò significa punti con differenze di soli 10 m solo con pendenze inferiori a 5°!)
3. In presenza di un brusco passaggio tra la zona di scorrimento e una zona di deposito orizzontale (0°), le distanze tra i punti potranno essere anche minori in modo da poter riprodurre più accuratamente le caratteristiche reali della topografia nel punto di passaggio.
4. Nell'ambito delle tre regole specificate sopra, occorre riprodurre le caratteristiche topografiche con la massima fedeltà possibile.

Grazie a queste regole si ottiene un delicato livellamento della topografia. Questo livellamento non è necessario solo perché durante la stagione invernale il terreno è effettivamente spianato dalla neve, ma anche perché piccole irregolarità topografiche non esercitano alcun influsso sulla valanga, soprattutto se di grande entità. Per contro, il modello FL-1D reagisce con estrema sensibilità a variazioni dell'inclinazione del pendio su minime distanze. Frequenti cambi di inclinazione inducono il modello a rallentare la valanga molto più rapidamente rispetto ad un tratto di lunghezza identica ma con una pendenza pari alla media di tutti i valori precedenti. Ecco perché è necessario rispettare una distanza minima tra i vari punti del profilo topografico.

Per riprodurre con la massima precisione possibile una valanga osservata, il programma permette di contrassegnare la distanza di arresto nota (endmark). Questa demarcazione può essere impostata solo in coincidenza di uno dei punti del profilo. Se la distanza di arresto di una valanga osservata non si trova in prossimità di un punto del profilo, con la funzione di interpolazione è possibile aggiungere un nuovo punto in questa posizione. Se viene aggiunto un punto con la funzione di interpolazione non è più necessario rispettare la regola della distanza minima compresa fra 80 e 220 m (misurata diagonalmente), perché la pendenza non cambia. Nella visualizzazione dei risultati della simulazione, nel punto predefinito compare un contrassegno a forma di freccia che permette di confrontare i risultati della simulazione con la distanza di arresto nota.

Determinazione della larghezza della valanga

La larghezza della valanga deve essere valutata sulla base dei dati catastali disponibili e di sopralluoghi effettuati sul terreno. In particolare, la larghezza della valanga lungo tutta la zona di arresto non dovrebbe essere superiore a quella indicata all'inizio della zona di

arresto neanche se le valanghe osservati si espandono lateralmente. Questo presupposto "conservativo" serve a garantire un margine di sicurezza. Anche per l'applicazione del modello Voellmy-Salm viene utilizzato lo stesso artificio dove la larghezza B_P della valanga nel punto P condiziona la distanza di arresto .

Determinazione della lunghezza dell'area di distacco

Rispetto al modello analitico di Voellmy-Salm, esiste una netta differenza per quanto riguarda la determinazione della lunghezza dell'area distacco. Nel modello numerico occorre infatti rispettare la seguente regola:

Nel modello FL-1D la somma delle lunghezze orizzontali delle zone di distacco specificate non deve essere superiore a 500 m!

Il motivo di tale limitazione è dovuto al fatto che nel modello FL-1D la massa della valanga rappresenta la base sulla quale vengono effettuati i calcoli, mentre il modello Voellmy-Salm si basa sulla portata della valanga. Nel modello analitico una zona di distacco molto lunga non si traduce in un aumento della portata, mentre nel modello FL-1D una lunga zona di distacco significa una massa maggiore e quindi velocità più alte e distanze di arresto più lunghe. Ciò può provocare notevoli differenze nei risultati. Il modello FL-1D non è in grado di considerare cambiamenti di massa lungo la traiettoria. In presenza di zone molto lunghe con pendenze comprese tra 30° e 50° è quindi necessario domandarsi dove finisce la zona di distacco (per così dire il "distacco iniziale") e dove inizia la traiettoria. Diverse valutazioni dei modelli hanno dimostrato che la lunghezza della zona di distacco deve essere limitata a circa 500 m per evitare una sopravvalutazione delle distanze di arresto. Occorre inoltre tenere presente che per l'immissione della lunghezza nel modello è necessaria la presenza di punti di profilo nel limite superiore e in quello inferiore della zona di distacco. Questi possono essere inseriti anche successivamente per mezzo della funzione di interpolazione. In questo caso non è più necessario rispettare la regola della distanza minima compresa fra 80 e 220 m (misurata diagonalmente), perché l'interpolazione non causa una variazione della pendenza. È anche possibile specificare più zone di distacco separate da zone pianeggianti.

Immissione dei parametri in AVAL-1D

Attraverso le fasi descritte precedentemente dovrebbero essere state determinate tutte le grandezze rilevanti per la valanga (i valori del coefficiente di attrito interno λ e della densità ρ non dovrebbero essere modificati). La relativa procedura è dettagliatamente descritta nel manuale di AVAL-1D, punto 3.4 a pag.33. In aggiunta alle grandezze rilevanti per la valanga, devono essere specificati anche i parametri di taratura, necessari per controllare la simulazione, che possono influenzare sia la velocità che la distanza di arresto. Attraverso la modifica di queste grandezze è di norma possibile evitare anche eventuali instabilità numeriche. La selezione dei parametri più rilevanti è dettagliatamente descritta nel manuale di AVAL-1D, punto 4.1 a pag. 41.

Immissione di punti di controllo aggiuntivi (monitoring point)

Per una migliore documentazione dei risultati della simulazione si consiglia di immettere ulteriori punti di controllo lungo il profilo. Le velocità e le altezze di flusso massime in prossimità di questi punti sono indicate nel file *.dlg. Inoltre vengono determinate le distanze tra questi punti e l'estremità della zona di pressione rosso-blu. L'immissione di questi punti non è tuttavia obbligatoria e non ha alcun influsso sul risultato della simulazione. L'immissione dei punti di controllo è descritta nel manuale di AVAL-1D, punto 2.3.8 a pag. 14.

2.5 Parametri di calcolo FL-1D

Spiegazioni sui parametri di calcolo (Calculation Parameters... → Dense Flow)

Attraverso questa funzione è possibile intervenire sui seguenti parametri di calcolo:

- **Rho & Lambda:** questo menù serve per specificare la densità ρ , **Rho (kg/m³)** e l'attrito interno λ , **Lambda ()**. Questi valori sono costanti per tutti gli elementi lungo la traiettoria della valanga. Di norma questi parametri non dovrebbero essere modificati, ma lasciati uguali ai valori di default specificati nella tabella 3 sottostante.
- **Element Size & Time Step:** attraverso questo menù è possibile impostare i parametri più importanti per controllare le funzioni numeriche della simulazione, ovvero la dimensione degli elementi di calcolo **Element Size (m)** e l'intervallo di tempo **Time Step (s)**. Nella maggior parte dei casi questi due parametri numerici non devono essere variati, ma possono essere lasciati uguali ai valori di default specificati nella tabella 3 sottostante.
- **Max Time:** un ulteriore parametro per il controllo del calcolo è il limite temporale **Max Time (s)**. Trascorso questo periodo di tempo, il calcolo della valanga viene interrotto automaticamente. Di default il limite temporale è impostato su 300 s, un periodo di tempo sufficiente nella maggior parte dei casi. In presenza di valanghe con traiettorie particolarmente lunghe è tuttavia opportuno aumentare questo limite.
- **Dump Interval:** l'ultimo parametro impostabile è l'intervallo di tempo con cui i risultati della simulazione verranno memorizzati per la visualizzazione (**Dump Interval**). Di norma l'intervallo di tempo è pari ad un secondo. In questo modo è possibile riconoscere immediatamente al momento della visualizzazione, il tempo di avanzamento della valanga. Infatti, sulla barra scorrevole alla base della finestra principale, i time step indicati corrisponderanno esattamente ad un secondo di simulazione. Quanto più piccolo è questo intervallo, tanto più grande sarà l'entità dei dati memorizzati. In presenza di grandi valanghe il cui movimento dura sino a 300 s si consiglia di impostare un intervallo di 2 secondi. Questo parametro non ha alcun influsso sulla stabilità del calcolo numerico.

Parametro	Spiegazione	Valore di default
Name	Nome della valanga	< nessuno >
Info	Informazioni supplementari sulla simulazione	< nessuno >
Rho	Densità (kg/m ³)	300
lambda	Attrito interno ()	2.5
Element Size	Dimensione di un elemento di calcolo	10
Time Step	Intervallo di tempo (s)	0.005
Max Time	Limite temporale di interruzione	300
Dump Interval	Intervallo di tempo per la visualizzazione dei risultati	1.0

Tabella 3: Valori di default dei parametri di attrito costanti lungo tutta la traiettoria della valanga e dei parametri per il controllo di una valanga densa.

2.6 Il modello numerico per valanghe dense FL-1D

Molti processi fisici possono essere descritti per mezzo di equazioni differenziali ed una equazione differenziale può fornire risultati differenti in base al metodo utilizzato per risolverla. Nel modello Voellmy-Salm, per esempio, l'equazione differenziale che descrive il moto della valanga è risolta analiticamente assumendo che la portata Q si mantenga costante lungo la traiettoria. I modelli analitici sono molto utili nell'impiego pratico, perché rappresentano in modo facilmente comprensibile e funzionale la dinamica del moto.

Accanto alle soluzioni analitiche esistono vari metodi per risolvere numericamente le equazioni differenziali. Rispetto alle soluzioni analitiche, i metodi numerici offrono il vantaggio di poter risolvere spesso anche leggi più complesse all'interno di uno spazio bidimensionale o tridimensionale. Il principio di tutti i metodi numerici si basa sulla possibilità di risolvere approssimativamente un'equazione differenziale in passi molto piccoli ma finiti.

Le equazioni differenziali utilizzate per la descrizione di questo modello continuo sono simili alle equazioni che governano il moto dei fluidi incompressibili. In particolare, per descrivere il moto della valanga, sono utilizzate la legge di conservazione della massa e la legge di conservazione della quantità di moto.

Le ipotesi principali possono essere riassunte come segue:

- la densità della neve è costante, ovvero il volume non cambia;
- la larghezza della traiettoria $w(s)$ è nota;
- il profilo della valanga presenta una sezione rettangolare;
- la velocità di deflusso $u(s,t)$ è mediata sull'altezza di flusso $h(s,t)$ (profilo di velocità costante);
- l'altezza del flusso $h(s,t)$ è mediata sulla larghezza $w(s)$;
- la massa rimane costante, ovvero la valanga non erode neve dal manto nevoso sul quale scorre.

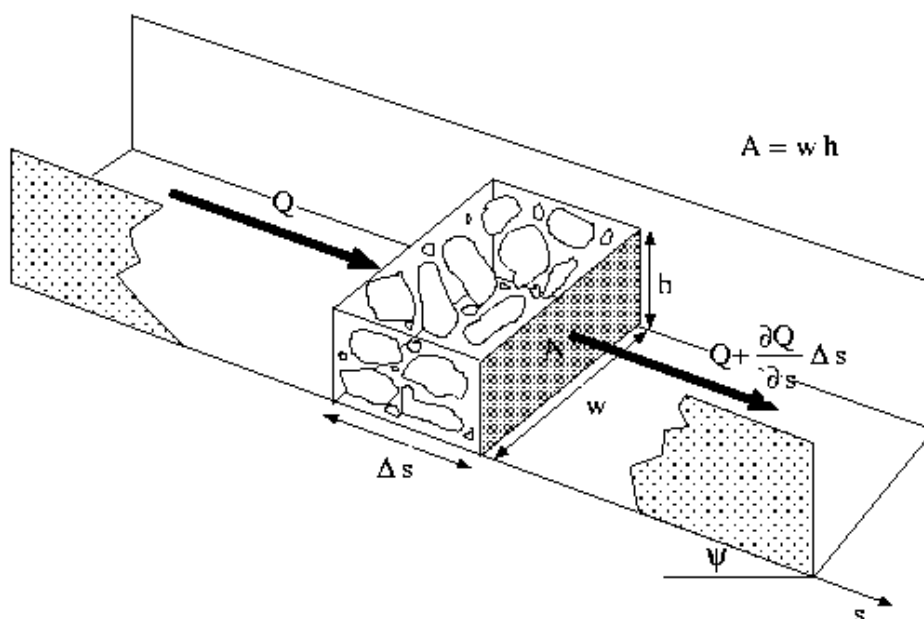


Figura 1: elementi fondamentali per la derivazione dell'equazione per la conservazione della massa

Le ipotesi alla base dell'equazione di conservazione della quantità di moto posso essere riassunte come segue:

- la neve della valanga in movimento viene considerata come un fluido di densità media costante;
- esiste una superficie della valanga ben definita che non è soggetta a particolari forze di attrito;
- la velocità $u(s,t)$ è una velocità mediata; il profilo di velocità è mediato sull'altezza $h(s,t)$ ed ha forma rettangolare (profilo di velocità uniforme). Nella parte inferiore della valanga il profilo di velocità scende bruscamente a zero in un sottile strato limite;
- la valanga esercita sul terreno una pressione idrostatica;
- ogni elemento lungo la traiettoria della valanga è rappresentato da un segmento rettilineo. Le forze centripete che alterano la pressione idrostatica non vengono considerate;
- il flusso della valanga è instazionario e non uniforme

la resistenza al movimento viene descritta dai tre parametri μ (attrito dinamico), ξ (attrito turbolento) e λ (attrito interno).

3 Procedura di calcolo di una valanga polverosa

In questo capitolo vengono elencate e spiegate le singole fasi necessarie per il calcolo del pericolo valanghe in una zona minacciata da valanghe polverose. Per quanto possibile la procedura di calcolo per le valanghe polverose verrà spiegata di passo in passo come fatto per le valanghe dense. Le differenze sostanziali tra le due procedure vengono elencate di seguito:

1. solo una parte di tutte le valanghe dense di grosse dimensioni è accompagnata da una parte polverosa. Ciò deve essere tenuto in considerazione nel determinare il tempo di ritorno.
2. Spesso le traiettorie percorse dalle valanghe polverose differiscono notevolmente da quelle delle valanghe dense.
3. L'erosione e il deposito di masse di neve lungo il percorso della valanga giocano un ruolo centrale e devono essere considerati nel calcolo, almeno in forma approssimativa.
4. Le valanghe polverose non presentano una distanza d'arresto chiaramente definibile.

Le fasi più importanti della procedura sono indipendenti dal modello. Tra queste rientrano la determinazione dei volumi del distacco e la definizione della quantità di neve erodibile lungo la traiettoria in funzione del tempo di ritorno. Nei modelli bidimensionali e tridimensionali non è necessario specificare a priori la traiettoria della valanga, cosa che è invece necessaria per tutti i modelli monodimensionali. I modelli, in futuro, saranno in grado di calcolare la formazione della parte polverosa della valanga a partire dalla parte densa, semplificando in questo modo la determinazione delle condizioni iniziali.

- Obiettivi e limiti dei calcoli
- Determinazione dei parametri di distacco della valanga densa
- Distanza di formazione e grado di sospensione di valanghe polverose
- Determinazione dei parametri di erosione
- Determinazione approssimativa della traiettoria di valanghe polverose
- Selezione dei parametri di calcolo
- Esecuzione dei calcoli con AVAL-1D
- Valutazione dei risultati del calcolo

3.1 Obiettivi e limiti dei calcoli

Esattamente come per il calcolo di valanghe dense, anche in questo caso vale quanto segue:

Il calcolo numerico delle pressioni della valanga polverosa è solo uno strumento di supporto nella compilazione delle carte di pericolo! I risultati devono essere valutati in modo critico dall'utente.

Metodi di calcolo *monodimensionali* sono soggetti alle seguenti limitazioni:

1. la traiettoria della valanga polverosa deve essere stabilita a priori.
2. Bruschi espansioni laterali o restringimenti della traiettoria possono essere calcolati esclusivamente con programmi bidimensionali o tridimensionali.
3. I modelli monodimensionali mediano pressioni e velocità lungo l'altezza di flusso, Nella migliore delle ipotesi i profili di velocità e di pressione sono valutati sulla base di funzioni di calcolo introdotte a priori.

Se uno dei punti menzionati sopra causa evidenti incertezze, occorre utilizzare un programma bidimensionale o tridimensionale, che di norma può essere impiegato solo da specialisti.

3.2 Determinazione delle condizioni iniziali della valanga polverosa

Le condizioni iniziali delle simulazioni numeriche vengono determinate in tre fasi:

- selezione del tempo di ritorno;
- determinazione dell'area di distacco, dello spessore del distacco e della massa del distacco per la valanga densa;
- distanza di formazione e grado di sospensione per valanghe polverose.

Determinazione dell'area di distacco, dello spessore del distacco e della massa del distacco per la valanga densa

L'area della zona di distacco deve essere valutata ai sensi della procedura utilizzata nell'applicazione del modello Voellmy-Salm. La massa del distacco viene calcolata dalle aree e dagli spessori di distacco delle singole aree di distacco parziali e dalla densità media della neve. L'ultimo valore dipende dalla regione climatica e dall'altitudine della zona di distacco. Le zone di distacco che vengono sovraccaricate da trasporto eolico di neve presentano tipicamente densità superiori rispetto alle zone sottovento.

Regione climatica	Altitudine	
	<= 2000 m	> 3000 m
Vallese, Grigioni	120-200 kg/m ³	100-170 kg/m ³
Versante nordalpino	140-230 kg/m ³	120-200 kg/m ³
Versante sudalpino	160-250 kg/m ³	140-220 kg/m ³

Tabella 4: Valori indicativi per la densità media di neve fresca, in funzione della regione climatica e dell'altitudine.

Distanza di formazione e grado di sospensione per valanghe polverose

Osservazioni di valanghe reali, supportate da riprese fotografiche, hanno dimostrato che una valanga polverosa può svilupparsi a partire da una valanga densa già dopo i primi 300-500 m di percorso e muoversi con dinamica propria e notevoli pressioni (>1-2 kPa). È possibile parlare di vera e propria valanga polverosa a partire da densità medie della miscela aria e neve di circa 1.5-2 kg/m³ e altezze di 20 m, che significa almeno 10 kg di neve sospesa su ogni metro quadrato di valanga. In base alle conoscenze attuali, il grado di sospensione "s" della neve cresce proporzionalmente alla velocità della valanga radente. Di conseguenza, le valanghe polverose si sviluppano principalmente da grandi valanghe dense piuttosto che da piccole valanghe dense.

Regione climatica	Altitudine		
	< 2000 m	2000 - 3000 m	> 3000 m
Centro del Vallese, Engadina	0.10	0.12	0.14
Versante nordalpino	0.08	0.10	0.12
Versante sudalpino	0.06	0.08	0.10

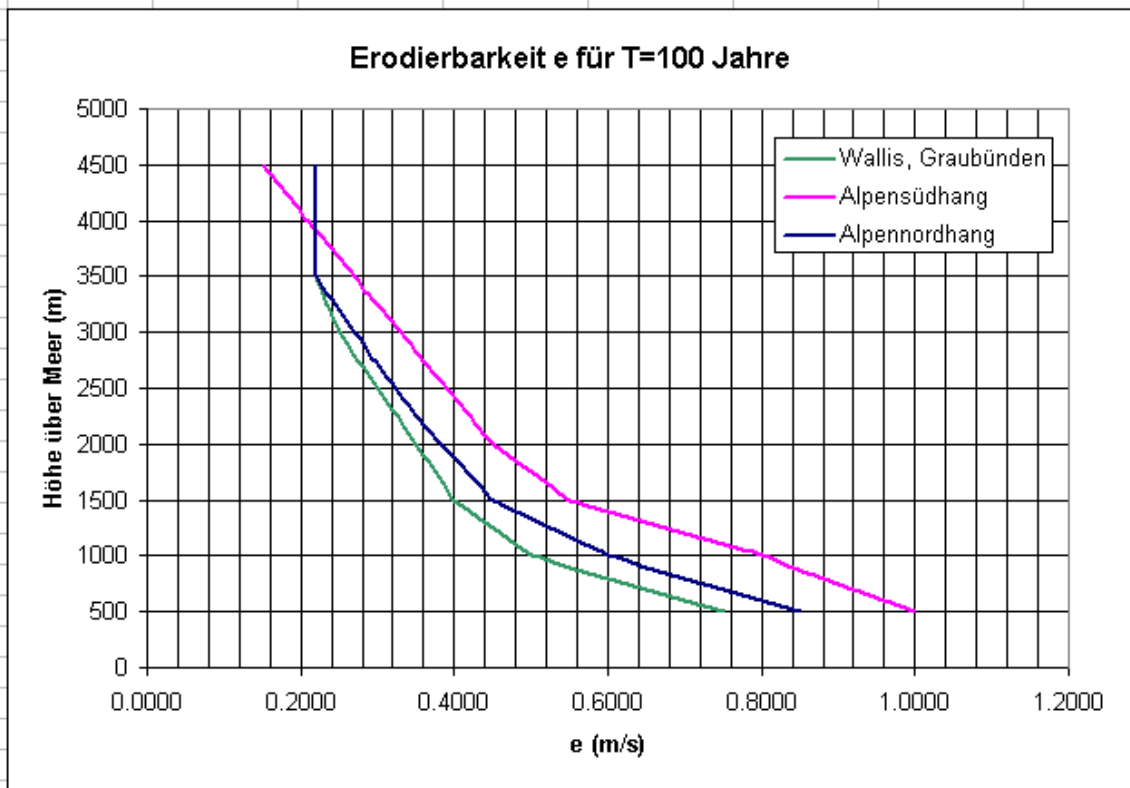
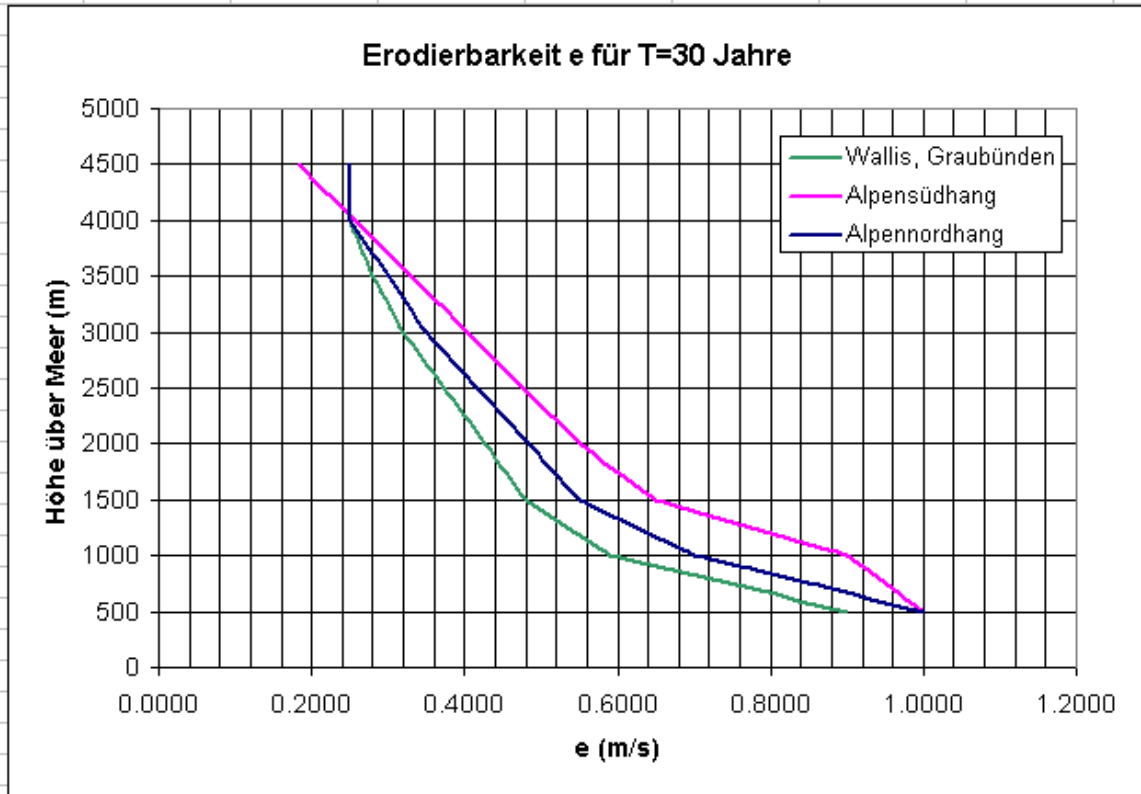
Tabella 5: Valori indicativi per il grado di sospensione (rapporto tra la massa in sospensione e la massa originale del distacco) dopo una distanza di scorrimento di 300 m in funzione della regione climatica e dell'altitudine.

3.3 Determinazione dei parametri di erosione SL-1D

Una importante condizione al contorno è la quantità di neve che la valanga può erodere lungo il percorso e nella zona di arresto, ammesso che la valanga polverosa eserciti una forza sufficiente per l'erosione. SL-1D utilizza l'altezza di neve erodibile per limitare la massima quantità di neve che può essere erosa durante il calcolo; SL-1D necessita inoltre di un indice "e" per l'*erodibilità* della superficie del manto nevoso (vedere figure in basso).

È possibile presupporre che nella maggior parte dei casi le valanghe polverose non erodano la neve vecchia. Per i singoli segmenti della traiettoria della valanga occorre specificare la quantità di neve fresca presente (*spessore* della neve fresca), la sua densità e l'entità della cosiddetta erodibilità (Erodibility). In riferimento alle probabili densità della neve, la seguente tabella offre alcuni suggerimenti.

I valori indicativi per l'erodibilità sono suddivisi in due gruppi: quelli per regioni caratterizzate da nevicate asciutte e relativamente fredde (centro del Vallese, Engadina, versante nordalpino) e quelli per regioni caratterizzate invece da nevicate più umide e calde (versante sudalpino, esclusi Vallese ed Engadina). Per le regioni che si trovano nelle aree di passaggio occorre eventualmente fare un'interpolazione tra i valori attigui.



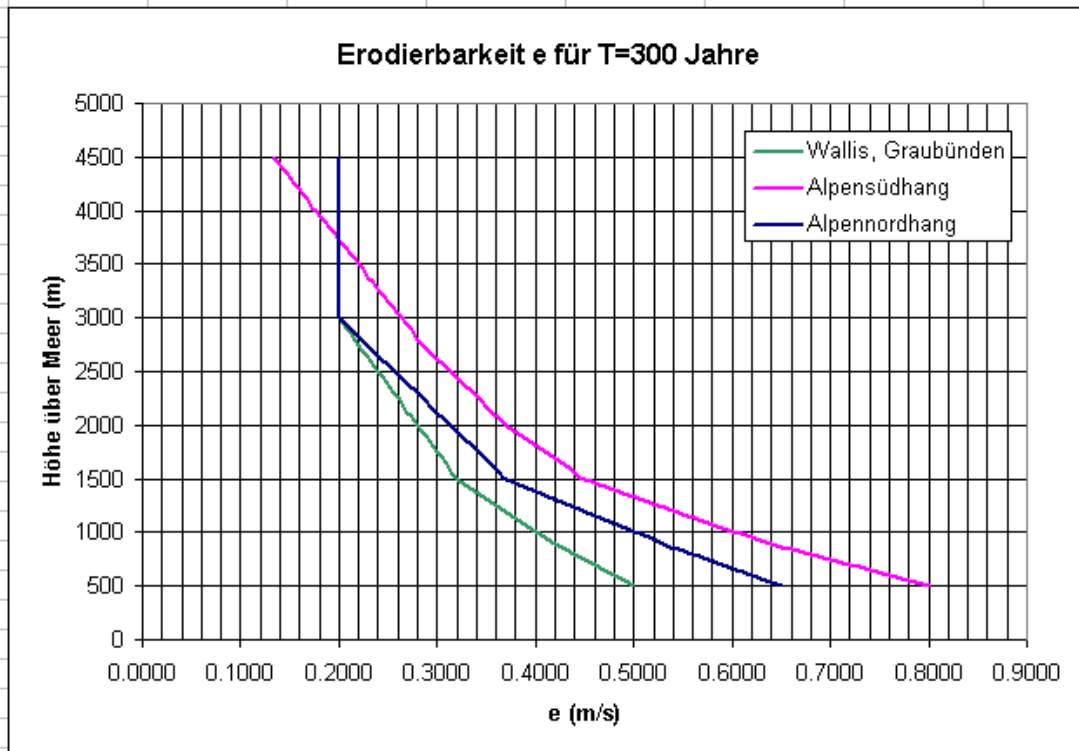


Tabella 6: Dipendenza dall'altitudine e dalla regione climatica della velocità di soglia per l'erosione della neve "e" nelle valanghe polverose, per periodi di ritorno di 30 (alto), 100 (centro) e 300 (basso) anni. Si tratta di valori indicativi che devono essere adeguati alle condizioni climatiche ed eoliche locali.

3.4 Determinazione approssimativa della traiettoria di valanghe polverose

Con la seguente procedura verranno determinati i dati topografici di input necessari per SL-1D). La seguente procedura dovrebbe anche evidenziare se la topografia dovesse essere troppo complessa per una simulazione monodimensionale.

1. **Conoscenza del terreno.** Consultazione del catasto ed eventuali inchieste tra la gente locale. Ricerca di tracce relative a precedenti valanghe dense e polverose: danni ad edifici, danni a foreste (larghi corridoi con vegetazione assente o nettamente più giovane rispetto a quella circostante; alberi giovani con chioma spezzata; gruppi di alberi privi di rami sino ad altezze superiori a 10 m; rami sparsi non originari dell'ambiente immediatamente circostante, ecc.).
2. **Determinazione della traiettoria della valanga densa.** Utilizzando le informazioni di cui ai punti 1. e 2. e mappe topografiche in scala 1:10.000 o 1:5.000. La linea di massima pendenza vale come prima approssimazione; in presenza di aree non canalizzate la traiettoria è determinata da eventuali elementi morfologici che possono deviare la valanga densa.
3. **Possibili punti della traiettoria in cui lo strato polveroso si separa dallo strato denso:**
 - o netta curvatura del canalone in cui scorre la valanga densa;
 - o terreno estremamente pianeggiante, la valanga densa rallenta o si arresta;
 - o la valanga densa supera un salto di livello e si trasforma in valanga polverosa.

4. **Valutazione dei possibili punti di separazione localizzati** tra zona di distacco e di deposito:
 - Curva del canalone, livellamento del terreno: lo strato di polvere si è già sufficientemente sviluppato per potersi separare dallo strato di scorrimento? Affinché ciò sia possibile è necessario un tratto di almeno 300-500 m a partire dalla zona di distacco; se all'interno della traiettoria è presente neve poco erodibile oppure se l'erodibilità è elevata (cfr. Determinazione dei parametri di erosione), questa distanza deve essere aumentata fino a circa 1 km.
 - Curva del canalone: procedere ad una valutazione grossolana dell'altezza di flusso H_{SL} e della velocità U_{SL} della valanga polverosa all'interno del canalone; determinare l'angolo di deviazione δ della curva, l'altezza della scarpata h_{Runse} e l'angolo della scarpata ψ_{Runse} del fianco del canalone.

 $H_{SL} > h_{Runse}, \delta > 30^\circ$: la parte più grossa della componente polverosa lascia il canalone, l'angolo di deviazione ϵ della valanga polverosa diminuisce all'aumentare di δ e aumenta con ψ_{Runse} .

 $H_{SL} < h_{Runse}, U_{SL}^2 > 2 g h_{Runse}$: una parte della valanga polverosa segue il canalone, il resto lascia il canalone; la parte che lascia il canalone cresce proporzionalmente a $U_{SL}^2/(2gh_R)$ e δ/ψ_{Runse} (valori indicativi: 30-70% della massa della valanga polverosa).
 - Superamento di un salto di livello: se altezza di caduta » altezza di flusso, si assume che tutta la massa della valanga passi in sospensione. La valanga polverosa, a partire dal punto di impatto, continua a muoversi lungo la linea di massima pendenza. In presenza di un'altezza di caduta inferiore si assume che la componente polverosa continui a seguire la parte densa, ma che il 10-50% della massa della valanga densa passi in sospensione.
5. **Proseguimento della traiettoria della valanga polverosa a partire dal punto di separazione** in prima approssimazione rettilineo. Sono necessarie correzioni sulla linea di massima pendenza, laddove l'altezza di dorsali, canali più piccoli, ecc., superi all'incirca di un quarto l'altezza stimata della valanga polverosa. L'angolo di deviazione scende con l'aumentare della velocità della valanga.
6. **Valutazione della larghezza della valanga polverosa.** Lungo la traiettoria definita vengono localizzati elementi morfologici che possono limitare lo sviluppo laterale della valanga polverosa, p.es. fianchi di vallate o, in presenza di valanghe polverose più piccole, anche foreste.
La larghezza approssimativa della valanga polverosa $b(l)$, è determinata a partire dal punto iniziale della traiettoria della valanga polverosa (di norma 300-500 m sotto la zona del distacco) disegnando lungo di essa una linea che si estende con $db/dl = 0.2$. Possibili limitazioni date dal terreno hanno tuttavia la precedenza. Nei punti della traiettoria caratterizzati da una curvatura fortemente convessa (fondovalle stretto), la valanga polverosa si espande ulteriormente.
7. **Decisione sulla fattibilità del calcolo:**
 - La valanga si lascia caratterizzare in modo sufficientemente chiaro?
 - Nella traiettoria della valanga polverosa non ricorrono troppe brusche variazioni di direzione o di pendenza?
8. **Elaborazione del profilo della traiettoria:** lungo la traiettoria della valanga polverosa precedentemente individuata viene determinato il profilo morfologico dalla carta geografica (eventualmente con l'ausilio di un GIS). Le distanze tra i punti di appoggio da rilevare si basano sulla topografia; nel profilo dovrebbero

essere considerate variazioni di pendenza superiori a 2-3°, mentre distanze tra i punti di misurazione inferiori a 100 m o superiori a 500 m sono inopportune.

- 9. Parametri della neve:** in funzione della regione climatica, dell'altitudine e dell'esposizione al vento, viene determinata l'altezza della neve erodibile nei singoli segmenti della traiettoria.

3.5 Parametri di calcolo SL-1D

Parametri di calcolo (Calculation Parameters... → Powder Snow)

Per il calcolo di valanghe polverose è necessario impostare i seguenti cinque parametri:

- **Max Time:** durata della simulazione. A seconda della lunghezza del tracciato e delle dimensioni della valanga sono consigliabili valori compresi fra 50 e 200 s. La simulazione si interrompe non appena viene raggiunto e/o superato il tempo impostato nel campo **Max Time**.
Contrariamente a FL-1D, per ogni time step SL-1D sceglie autonomamente l'intervallo di tempo δt entro il range predefinito (l'utente non deve più introdurre il time step come per il modello delle valanghe dense). Se il time step scende sotto 1 ms (nella versione 0.5.10), significa che è presente un'instabilità numerica e il calcolo viene interrotto.
Il tempo di calcolo necessario per una simulazione è proporzionale al tempo **Max Time**, di conseguenza è sufficiente far arrivare la simulazione pochi secondi oltre l'istante in cui il fronte della valanga passa nel punto interessato. L'evoluzione dei dati di pressione in corrispondenza a questo punto (**Time Plot** → **Pressure**) permette di verificare se il valore massimo di pressione è stato effettivamente superato. Nelle topografie con contropendenze non è raro l'insorgere di instabilità con SL-1D v.0.5.10, se il valore di **Max Time** è troppo alto.
- **Dump Interval:** non appena il tempo della simulazione raggiunge o supera i valori $n \cdot \delta t_{\text{dump}}$ con $n = 0, 1, 2, \dots$, per ogni punto della griglia vengono memorizzati nel file di output i valori di tutte le variabili di campo (ovvero $h_1, \rho_1, h_2, u_2, \rho_2, h_3, u_3, \rho_3, k$ e ϵ).

Le dimensioni del file di output (e quindi la necessità di memoria e di tempo richiesto per la rappresentazione dei risultati) è inversamente proporzionale al valore contenuto nel campo **Dump Interval**. Intervalli di tempo troppo lunghi fanno sì che p.es. la pressione massima non venga rilevata in un determinato punto. Per questo motivo è consigliabile impostare valori di 1-2 s per simulazioni con carattere sperimentale e di 0.5-1 s per valutazioni conclusive.

- **Element Size:** la dimensione delle maglie δx della griglia di calcolo influisce sulla simulazione. È necessario tenere presente che la qualità dell'approssimazione numerica cresce con il diminuire della dimensione delle maglie. In generale un'ampia convergenza dei risultati si ottiene per $\delta x < 5-10$ m. Con maglie di lunghezza nettamente superiore a 10 m, le pressioni massime risultano troppo basse (sino al 50%).

Occorre inoltre tenere presente che in SL-1D v.0.5.10 è fissato un limite massimo di 2048 punti. Si consiglia quindi di selezionare $\delta x > L / 1500$, in cui L è la distanza cartografica in linea d'aria tra punto iniziale e punto terminale. La memoria su disco fisso e la memoria RAM utilizzate durante il calcolo sono inversamente proporzionali a δx , ma tuttavia l'utilizzo della RAM non raggiunge quasi mai valori critici. Simulazioni tipiche generano file di output di dimensioni comprese fra 0.5 e 10 MB. Poiché anche il valore del time step è inversamente proporzionale a δx , il tempo di calcolo quadruplica se viene dimezzata la lunghezza delle maglie.

- **Maximal Deviation:** la spezzata definita sulla base dei punti immessi viene livellata per ottenere un andamento della traiettoria più realistico e più conveniente ai fini dei calcoli. Nel corso di tale livellamento gli angoli della spezzata vengono "tagliati", cosicché la traiettoria modificata non scorre più esattamente lungo i punti immessi. Il valore specificato nel campo **Maximal Deviation** determina di quanto la curva livellata si può distanziare dai punti immessi. Di norma si consiglia di scegliere valori compresi fra 5 e 10 m. In presenza di topografie molto pianeggianti questi valori possono essere inferiori, mentre in presenza di traiettorie con brusche variazioni di pendenza e di direzione valori più alti possono eventualmente migliorare la stabilità della simulazione.
- **Cell Cut-Off:** dopo ogni time step SL-1D disattiva le celle di calcolo nella coda della valanga in cui il flusso di massa e la quantità di moto sono scese sotto un determinato limite sia nello strato di saltazione che in quello di sospensione. Il fronte della valanga attiva invece costantemente altri punti della griglia. Con la funzione **Cell Cut-Off** è possibile impostare questo limite.
- **Show Spline:** attraverso il pulsante **Show Spline** è possibile visualizzare la traiettoria livellata e l'andamento della sua curvatura.

3.6 Esecuzione dei calcoli con SL-1D

In questo capitolo vengono presentate alcune avvertenze generali da osservare con particolare attenzione durante i calcoli numerici. I seguenti principi valgono anche per altri modelli di calcolo.

1. Le simulazioni devono essere sempre ben documentate, in particolare con riferimento ai parametri utilizzati.
2. Verifica dei valori immessi, soprattutto della topografia.
3. Studio delle varianti: dapprima modificare singolarmente i parametri nell'ambito dei valori indicati dalle tabelle di calibratura, adeguandoli alle condizioni locali. Procedere successivamente al calcolo del "worst case", impostando contemporaneamente tutti i parametri ai valori estremi, dai quali risultano le pressioni maggiori.
4. Eventuale esame di traiettorie alternative, se sussistono incertezze sulla selezione della traiettoria corretta.
5. Verifica della convergenza:
 - Alcune variabili presentano oscillazioni fisicamente non plausibili?
 - Durante l'intera simulazione, tutti i valori rientrano nel range atteso?
 - I risultati variano notevolmente (cioè oltre il 5% circa) se il numero delle celle di calcolo viene raddoppiato? In caso affermativo, continuare ad aumentare il numero di celle sino a quando le variazioni si riducono sufficientemente. Griglie con maglie di larghezza inferiore ai 5 m sono tuttavia inopportune. In presenza di programmi senza adeguamento automatico della lunghezza dei time step, il valore δt deve essere sufficientemente piccolo per ottenere simulazioni stabili.

3.7 Valutazione dei risultati del calcolo SL-1D

In questa fase conclusiva è di fondamentale importanza il know-how dell'esperto. Considerando che l'esperienza e la conoscenza delle valanghe polverose è ancora limitata ed esiste un esiguo numero di casi esemplificativi ben documentati, è necessario seguire il seguente principio:

Per la rappresentazione cartografica delle zone soggette al pericolo di valanghe polverose è necessario prevedere adeguati margini di sicurezza durante la scelta dei parametri.

Se le informazioni catastali o anche le valutazioni dell'esperto suggeriscono che il pericolo può essere maggiore di quello indicato dai calcoli, occorre utilizzare la valutazione più pessimistica.

I suggerimenti seguenti possono supportare l'esperto in caso di incertezze nella valutazione. In ogni caso le precedenti regole devono sempre essere rispettate.

- Confronto con casi noti.
- Valutazione critica dei parametri di simulazione più probabili: la probabilità che più parametri statisticamente indipendenti tra di loro assumano contemporaneamente valori estremi è minima. Valori medi scelti con giudizio e razionalità portano molto probabilmente a un risultato ragionevole.
- Determinazione indipendente dei valori iniziali o valutazione dei risultati della simulazione da parte di altri esperti.
- Consulenza da parte dell'Istituto SNV o di altri esperti: se il dispendio è giustificato dall'entità del rischio, le simulazioni tridimensionali possono fornire ulteriori soluzioni. L'Istituto SNV è inoltre estremamente interessato a ricevere un ampio feedback dai professionisti, al fine di migliorare i metodi e i programmi di calcolo.

3.8 Il programma per valanghe polverose SL-1D

Principi implementati nel modello

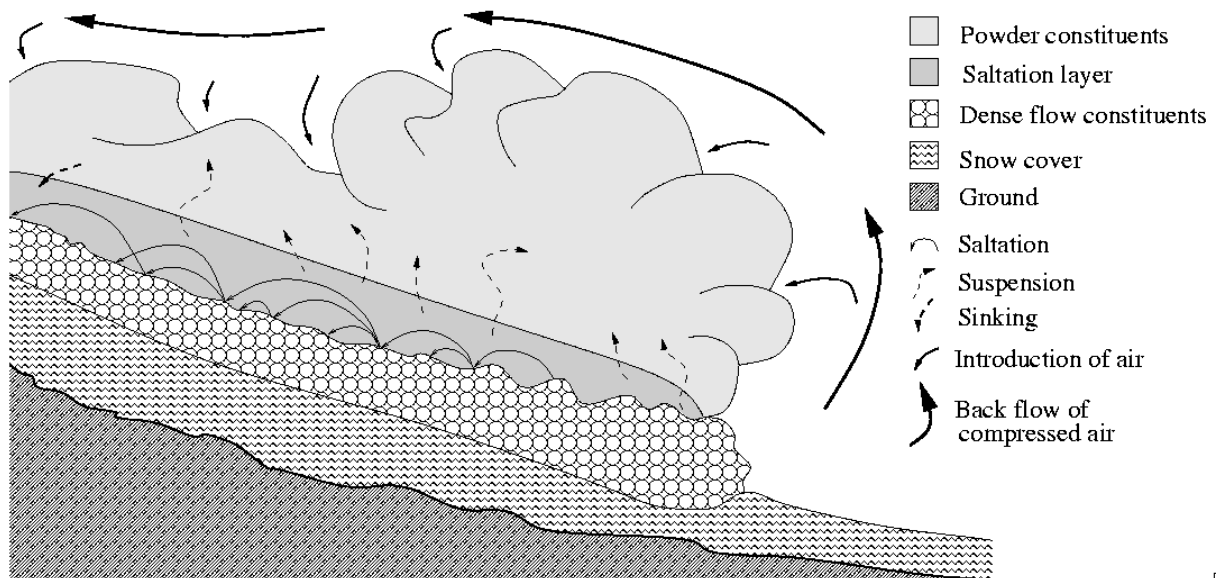


Figura 2: presentazione di una valanga polverosa

Nel modello SL-1D sono stati implementati i seguenti principi:

- La valanga polverosa viene considerata come una corrente stratificata di una miscela di neve e aria: sotto, lo strato di saltazione con una densità relativamente

alta (stimata $10-50 \text{ kg/m}^3$) e uno spessore esiguo ($< 5 \text{ m}$); sopra, lo strato in sospensione che nella maggior parte dei casi presenta una densità molto più bassa ($< 10 \text{ kg/m}^3$) e uno spessore che aumenta nel corso della discesa verso valle. La densità dipende dalla concentrazione locale di neve.

- La valanga radente originale, dalla quale si forma la valanga polverosa, è ignorata.
- Il moto della valanga è governato dalle componenti gravitazionali parallele al pendio.
- Tra il manto nevoso e lo strato di saltazione, come pure tra lo strato di saltazione e quello in sospensione, è possibile uno scambio di neve. In prossimità della superficie dello strato di saltazione, la valanga si mescola con l'aria.
- Gli scambi di massa tra il manto nevoso e tra gli strati della valanga sono governati da specifiche forze di attrito, alle quali si aggiungono forze di attrito aerodinamiche.
- Lo strato di saltazione nella valanga viene modellato analogamente allo strato di saltazione caratteristico dei processi eolici della neve. Le particelle di neve che costituiscono questo strato rimbalzano ripetutamente sul terreno. L'altezza e la durata della saltazione dipendono dalla velocità. Le particelle di neve che colpiscono il manto nevoso possono arrestarsi, continuare a saltare o anche trascinare con sé altre particelle. Si presuppone che la quantità media di particelle che "decollano" per ogni particella che "atterra" sia una funzione dell'energia media di impatto e quindi della velocità media all'interno dello strato di saltazione. Ad ogni impatto una parte della quantità di moto posseduta dalle particelle viene trasmessa al manto nevoso, sottoforma di attrito.
- Alla perdita di quantità di moto provocata dall'impatto tra la particella e il terreno, si contrappongono la forza gravitazionale e la forza aerodinamica di taglio dello strato in sospensione. Nella fase iniziale in cui si forma la valanga polverosa, lo strato di saltazione trascina con sé lo strato superiore in fase di formazione.
- Lo scambio di massa tra lo strato di saltazione e quello in sospensione è proporzionale al bilancio tra le forze gravitazionali che tendono a far cadere le particelle e il trasporto turbolento di massa dallo strato più denso a quello meno denso. Per portare e mantenere in sospensione le particelle di neve, viene consumata energia turbolenta.

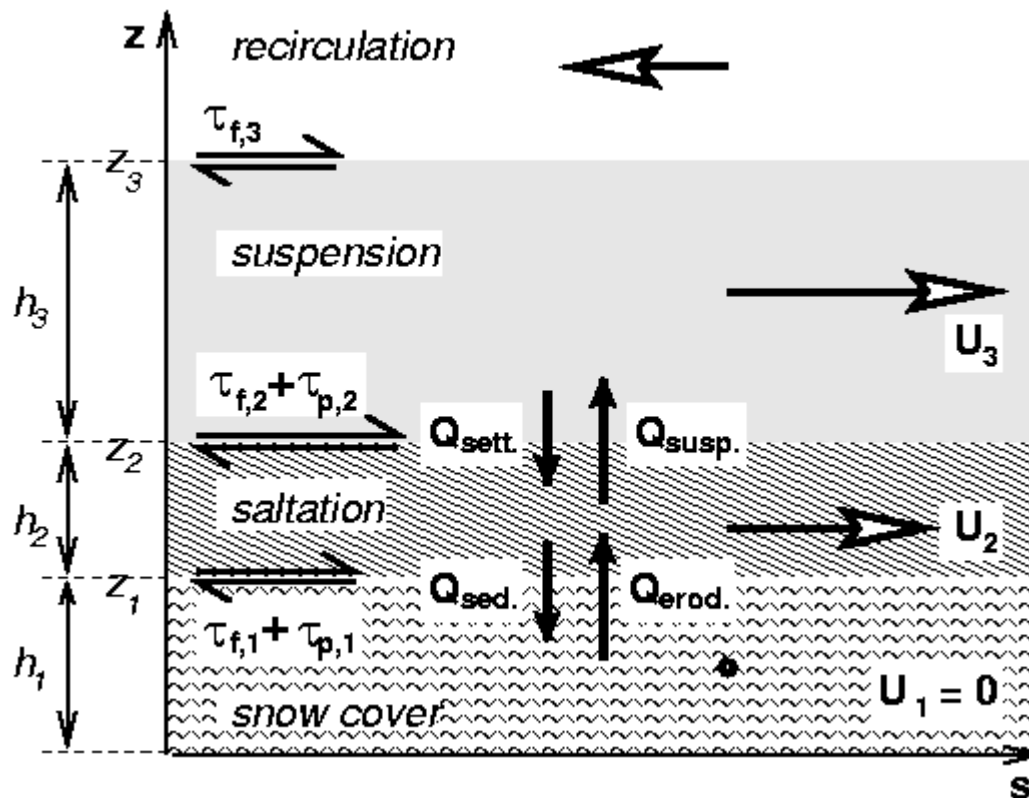


Figura 3: struttura degli strati e termini di scambio in SL-1D

La figura 3 mostra la struttura degli strati e i principali termini di scambio in SL-1D. La coordinata s segue la traiettoria della valanga, z è invece perpendicolare ad essa. Gli indici 1, 2, 3 si riferiscono al manto nevoso, allo strato di saltazione e allo strato di sospensione. U_i sono le velocità mediate lungo lo strato in questione. I termini di scambio delle masse $Q...$ inducono tensioni di taglio τ_p in prossimità dei limiti tra gli strati, alle quali si aggiungono contributi aerodinamici τ_f .

Limiti di SL-1D, risoluzione dei problemi

Questo capitolo offre una panoramica dei limiti più rilevanti di SL-1D. Alcuni di questi punti verranno risolti nelle future versioni del programma, altri sono limiti delle simulazioni numeriche e/o del modello selezionato.

- *Incertezza dell'input:* nella maggior parte dei casi le condizioni iniziali sono scarsamente note, soprattutto nel caso di previsioni per determinati tempi di ritorno. Assunzioni irreali portano quasi sempre a risultati insensati. La plausibilità dei valori simulati deve quindi sempre e senza alcuna eccezione essere verificata da un esperto.
- *Nessuna modellazione dello strato di scorrimento:* lo strato di saltazione in SL-1D riproduce alcune delle proprietà più rilevanti dello strato compreso tra strato di scorrimento (parte densa della valanga) e lo strato polveroso (parte polverosa della valanga). Non è tuttavia semplice valutare quale percentuale della massa che costituisce il lastrone di neve iniziale potrà essere attribuita allo strato di saltazione. Inoltre non viene modellata neanche la marcata influenza (almeno nella fase iniziale) della parte densa sullo strato di saltazione. Di volta in volta occorre valutare in quale direzione questa interazione modificherebbe i risultati della simulazione.

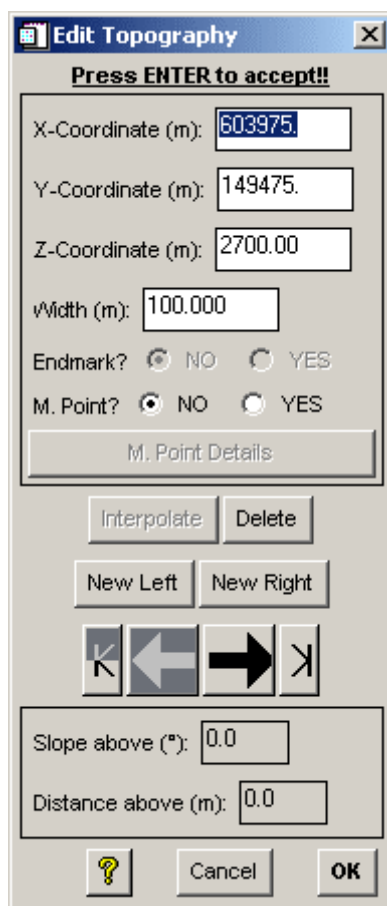
- *Distribuzione idrostatica della pressione:* con questo tipo di modello, che media le velocità di flusso sull'altezza della valanga, il moto turbolento e caratteristico delle valanghe polverose non può essere riprodotto in modo soddisfacente. I profili di velocità o di densità sono quindi introdotti separatamente tramite l'utilizzo di specifiche funzioni. La descrizione matematica di questi profili si adatta alla descrizione del moto all'interno del corpo della valanga ma non si adatta altrettanto bene alla descrizione del moto del fronte della valanga. Poiché, la pressione di ristagno in prossimità del fronte della valanga causata dallo spostamento d'aria non è considerata, si verificano: un eccessivo assottigliamento della testa della valanga, il raggiungimento di velocità troppo elevate e un lento rallentamento della valanga. Nella simulazione, le pressioni massime si verificano nel corpo della valanga invece che nella testa.
- *La larghezza del flusso viene ignorata:* l'espansione laterale della valanga in un pendio aperto o all'uscita di un canalone produce una riduzione della densità, della velocità, delle altezze di flusso e conseguentemente anche della pressione. In una simile situazione, i risultati di SL-1D sono "conservativi". L'esperto deve opportunamente considerare tale circostanza. Casi difficili devono in questo caso essere studiati mediante l'ausilio di modelli tridimensionali. AVAL-1D e SL-1D sono strutturati in modo tale da rendere possibile, in futuro, la definizione della larghezza della traiettoria. Alcuni dei problemi più frequenti che si verificano con l'impiego di SL-1D, incluse le relative soluzioni, sono riportati nelle FAQ. Qui di seguito alcune ulteriori avvertenze:
- La densità del manto nevoso non deve essere pari a 0 in nessun punto, altrimenti si verificherebbero delle instabilità.
- La soglia per l'attivazione e/o disattivazione delle celle di calcolo può essere variata. Il valore di default è consigliato per valanghe di dimensioni da medie a grandi. In presenza di valanghe molto piccole questo valore deve essere ridotto, altrimenti tutte (o quasi tutte) le celle vengono disattivate dopo il primo time step. In presenza di valanghe molto grandi, un valore più elevato può migliorare la stabilità e ridurre la lunghezza visibile della valanga (questa riduzione è del tutto irrilevante per i risultati).
- Contrariamente al modello FL-1D, nel modello SL-1D i parametri di input come altezza del manto nevoso, erodibilità della neve, ecc. non vengono immessi segmento per segmento, ma punto per punto. Per ottenere un evidente limite di passaggio tra la zona di distacco e la zona di scorrimento, è necessario aggiungere un punto di controllo a circa 10 m sotto il piede del lastrone. Sino al punto corrispondente al piede del lastrone valgono le condizioni di distacco, al di sotto valgono quelle per il manto nevoso originale. AVAL-1D offre a questo scopo la funzione
Edit → Edit Topography → Interpolate.
- Se i punti vengono selezionati troppo vicini tra di loro, piccole imprecisioni nella determinazione dei punti possono causare errori nella determinazione della curvatura del tracciato che pregiudicano la stabilità del calcolo. Con la funzione
Edit → Calculation Parameters... → Powder Snow → Show Spline è possibile visualizzare la curvatura nei punti della griglia. La curvatura dovrebbe avere un valore massimo di 0.01 1/m e non oscillare eccessivamente. All'occorrenza è necessario rimuovere i punti superflui.

4 Immissione dei punti del profilo (Edit Topography)

La **topografia della valanga** può essere immessa in tre modi diversi:

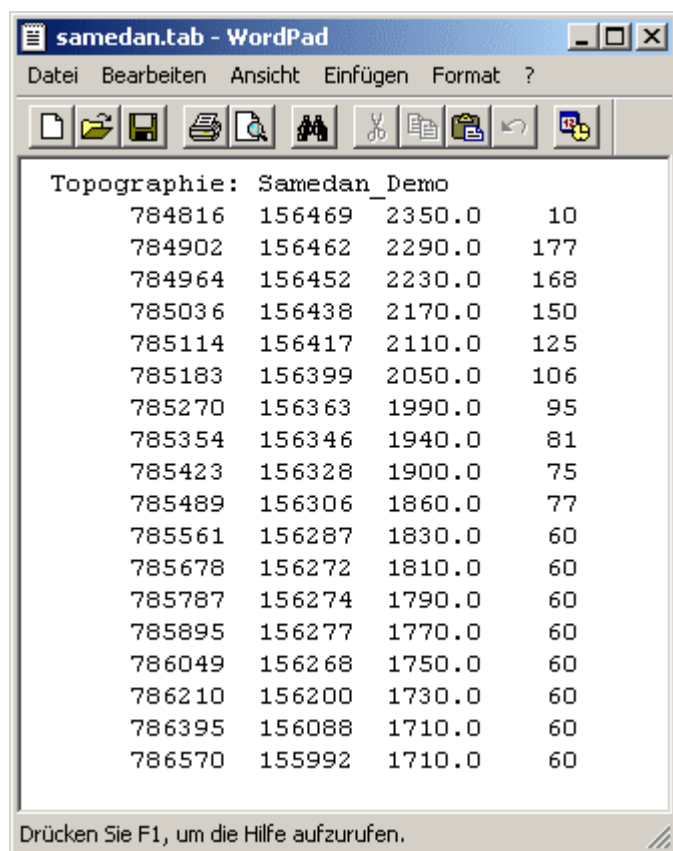
1. leggendo i dati dalla carta geografica e immettendoli **punto dopo punto** attraverso una finestra di dialogo;
2. scrivendo i dati in una tabella di Excel e **leggendo direttamente la tabella**;
3. leggendo la topografia direttamente da una **cartina digitale**. I **referimenti geografici** della cartina possono essere eseguiti in AVAL-1D oppure essere importati da **ArcView**.

La finestra di dialogo "Edit Topography"



- **X-Coordinate (m):** la coordinata X del punto evidenziato in metri.
- **Y-Coordinate (m):** la coordinata Y del punto evidenziato in metri.
- **Z-Coordinate (m):** altitudine sul livello del mare del punto evidenziato in metri.
- **Width (m):** larghezza valanga in metri.
- **Endmark?** Demarcazione della massima distanza di arresto della valanga osservata. Con i tasti freccia spostarsi sul punto più estremo della valanga osservata (massima distanza di arresto) e impostare **Endmark?** su **YES**. Questa demarcazione può essere impostata una volta sola!
- **M. Point?** Immissione e controllo dei punti di monitoraggio. Il numero di punti di monitoraggio è illimitato.
- **Interpolate** per aggiungere punti interpolati prima e/o dopo il punto evidenziato, oppure per aggiungere un punto per interpolazione tra due punti evidenziati.
- **Delete** per cancellare il punto evidenziato dalla topografia.
- **New Left / New Right** per aggiungere un nuovo punto a sinistra/destra del punto evidenziato.
- **Slope above (°):** indica l'inclinazione del pendio a sinistra del punto evidenziato (in gradi).
- **Distance above (m):** indica la distanza reale in metri dal punto evidenziato al successivo punto sulla sinistra.

Letture di una tabella



The screenshot shows a WordPad window titled 'samedan.tab - WordPad'. The menu bar includes 'Datei', 'Bearbeiten', 'Ansicht', 'Einfügen', and 'Format ?'. The toolbar contains icons for file operations and editing. The main text area contains a table with the following data:

Topographie: Samedan_Demo			
784816	156469	2350.0	10
784902	156462	2290.0	177
784964	156452	2230.0	168
785036	156438	2170.0	150
785114	156417	2110.0	125
785183	156399	2050.0	106
785270	156363	1990.0	95
785354	156346	1940.0	81
785423	156328	1900.0	75
785489	156306	1860.0	77
785561	156287	1830.0	60
785678	156272	1810.0	60
785787	156274	1790.0	60
785895	156277	1770.0	60
786049	156268	1750.0	60
786210	156200	1730.0	60
786395	156088	1710.0	60
786570	155992	1710.0	60

At the bottom of the window, there is a status bar that reads: 'Drücken Sie F1, um die Hilfe aufzurufen.'

- **1a riga:** la riga di intestazione deve includere uno dei termini:

Topographie:
Topography:
Topografia:

seguito da un nome che descrive la topografia (vedere a sinistra).

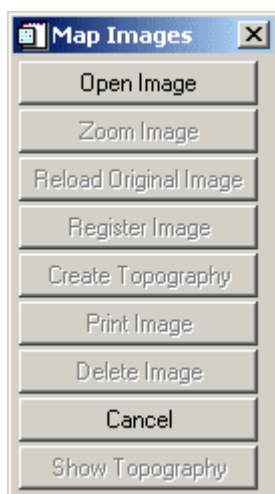
- **1a colonna:** coordinata X in metri
- **2a colonna:** coordinata Y in metri
- **3a colonna:** coordinata Z (altitudine s.l.m.) in metri
- **4a colonna:** larghezza valanga in metri
- La tabella **deve** contenere **almeno** due righe di dati.

Letture di una cartina digitale

Questa funzione permette di leggere una cartina digitale, di metterla in riferimento con le coordinate geografiche di quattro punti qualsiasi, di selezionare successivamente un profilo valanghivo e di leggerlo in AVAL-1D.

ATTENZIONE: solo le coordinate geografiche vengono calcolate automaticamente con l'ausilio di una funzione di conversione, non l'altitudine sul livello del mare (assenza di un modello topografico digitale). Ciò significa che i punti topografici devono essere impostati esattamente sulle isoipse (= curve di livello).

Opzioni del menu Map Images:

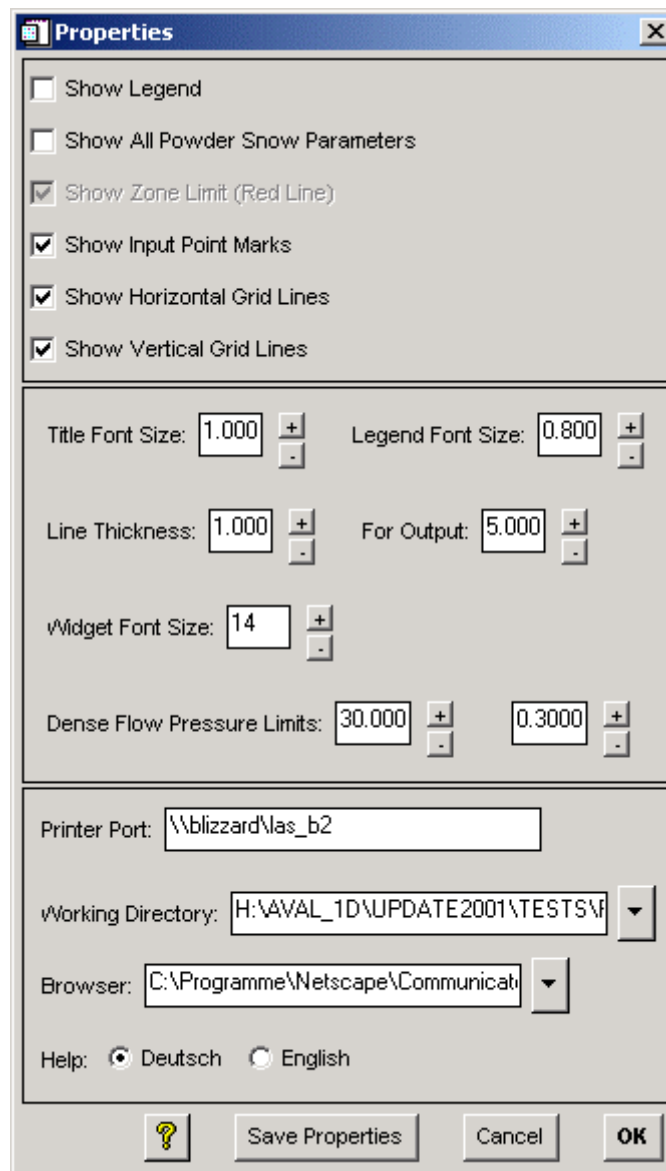


- **Open Image:** possibile la visualizzazione di immagini in formato GIF, TIFF, JPEG e BMP.
- **Zoom Image:** un'immagine può essere ingrandita a piacere. *Zoom Image* ingrandisce la zona selezionata di un fattore 2.
- **Reload Original Image:** attivare questo pulsante per ripristinare l'immagine originale.
- **Register Image:** funzione per georeferenziare la cartina, sulla base di quattro punti.
- **Create Topography:** selezionare questa opzione per creare la topografia.
- **Print Image:** per stampare la topografia.
- **Delete Image:** se è stata selezionata un'immagine non corretta, con questa funzione è possibile cancellarla e aprire una nuova immagine.
- **Cancel:** selezionando *Cancel* si torna ad AVAL-1D senza specificare alcuna topografia.
- **Show Topography:** per visualizzare la topografia selezionata in AVAL-1D.

5 Help - Properties

Proprietà generiche come, per esempio, dimensioni dei caratteri, spessore delle linee, uscita stampante, directory di lavoro, etc. possono essere modificate e salvate con la funzione **Track** → **Properties**. Questa funzione può essere richiamata anche premendo il tasto destro del mouse.

Tutte le proprietà vengono salvate nel file **properties.dat** nella directory **~\Rsi\Id152\lib\hook**. Ogni volta che viene avviato AVAL-1D, il programma legge questo file e imposta le proprietà selezionate.



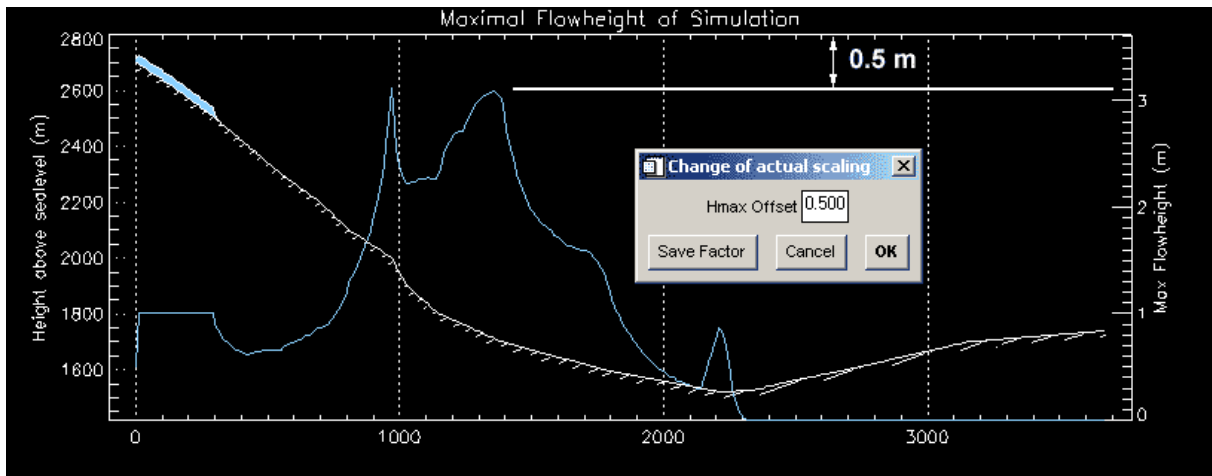
Di seguito alcune spiegazioni sulle possibili impostazioni contenute nel file **properties.dat** (SL: valanghe polverose, FL: valanghe dense):

<p>Scaling Factors: -----</p> <p>50.0000 30.0000 2.00000 16.0000 3.00000 0.500000 0.500000 5.00000 50.0000</p> <p>General Properties: -----</p> <p>1.00000 0.800000 1.00000 2.50000 0.000000 0.000000 1274.00 578.667 1274.00 289.333 30.0000 14.0000 1.00000 lpt1 C:\Programme\aval\ava\ C:\Programme\Netscape\netscape.exe 1.00000 1.00000 1.00000 3.00000 0.00000 0.00000*</p>	<p>Scaling Factors: -----</p> <p>Fattore dello strato di neve erodibile (SL) Fattore dello strato di saltazione (SL) Fattore dello strato in sospensione (SL) Fattore dello strato di neve (FL) Fattore della velocità (FL) Fattore della pressione (FL) Offset della massima altezza del manto nevoso (FL) Offset della velocità massima (FL) Offset della pressione massima (FL)</p> <p>General Properties: -----</p> <p>Dimensione caratteri del titolo Dimensione caratteri della legenda e delle scritte Spessore delle linee a video Spessore delle linee per la stampa/file EPS Attivazione (1.0) e disattivazione (0.0) della legenda Attivazione/disattivazione altri parametri SL Larghezza della finestra in pixel Altezza della finestra superiore in pixel Larghezza della finestra in pixel Altezza della finestra inferiore in pixel Pressione limite tra zona rossa e zona blu Dimensione caratteri delle finestre di dialogo Attivazione/disattivazione limite di pressione rosso Uscita stampante Directory di lavoro File *.exe del browser Internet Punti selezionati visibili/nascosti (immissione) Linee verticali della griglia visibili/nascoste Linee orizzontali della griglia visibili/nascoste Pressione limite tra zona blu e zona bianca 0: Help in lingua tedesca, 1: Help in lingua inglese Attivazione/disattivazione dell'opzione "Volume del distacco"</p>
---	---

* Questo parametro può essere modificato aprendo il file 'properties.dat' con un editor di testo (p.es. Wordpad).

Offsets

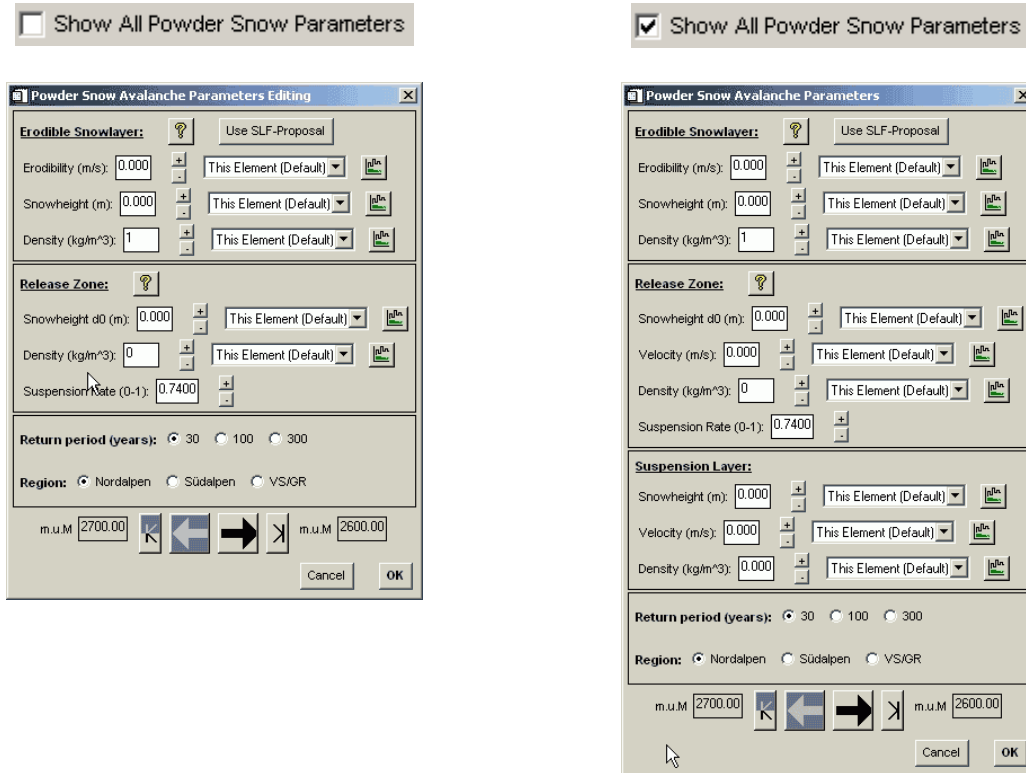
Per comprendere il significato di offset osservare attentamente la figura sottostante:



Spiegazione: per "offset" si intende la differenza tra il valore massimo della curva (p.es. delle altezze del manto nevoso) e il valore massimo dell'asse Y. Se la simulazione raggiunge un'altezza del manto nevoso massima di 3.1 metri e l'offset per l'altezza del manto nevoso è impostato su 0.5 metri, l'asse Y si estende da 0 a 3.6 metri (vedere la figura sopra).

Attivazione/disattivazione altri parametri SL

Attraverso il checkbox 'Show All Powder Snow Parameters' è possibile attivare e disattivare i parametri relativi allo strato in sospensione. Di default questi parametri sono disattivati, dal momento che nella maggior parte dei casi non vengono utilizzati.

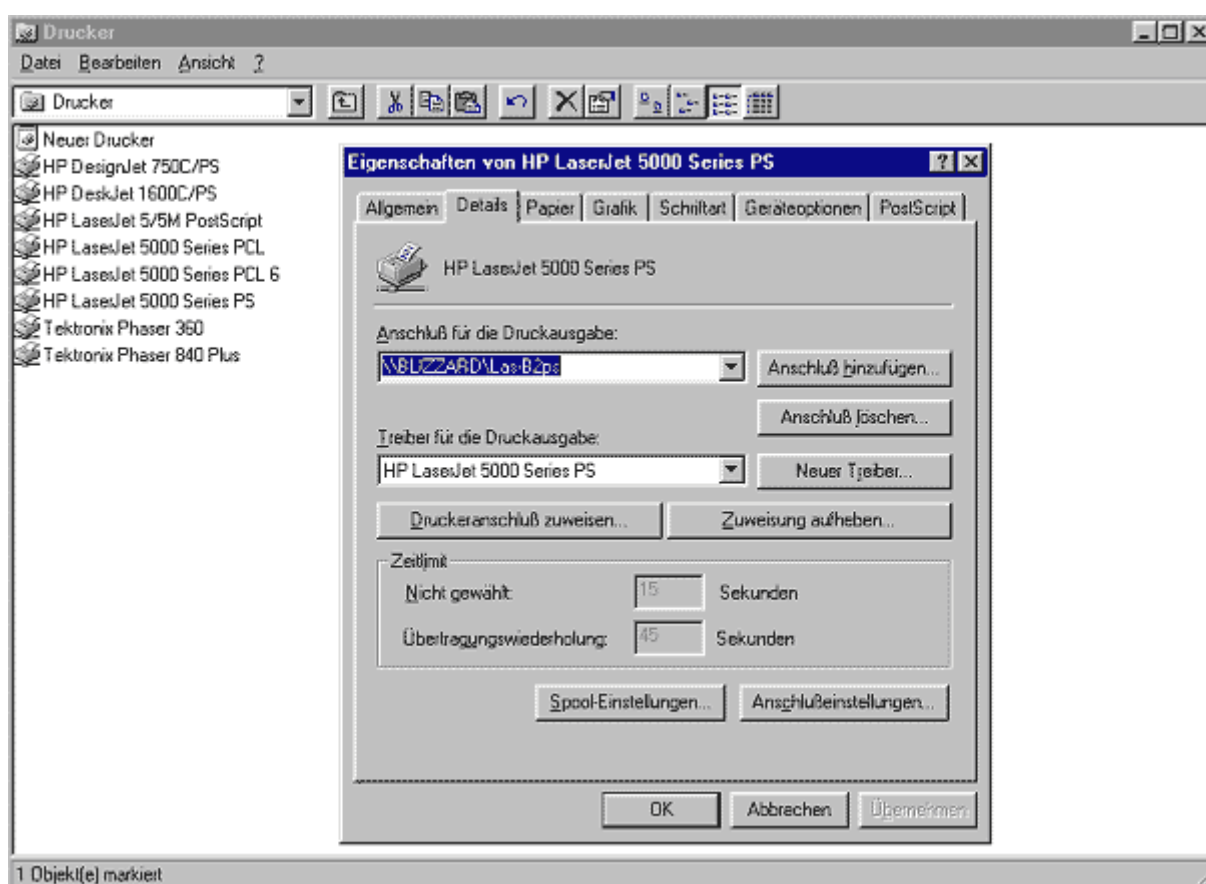


Uscita stampante

Di norma le stampanti vengono collegate al computer attraverso una connessione parallela (detta anche connessione LPT). Il programma AVAL-1D è impostato di default sulla connessione 2 (LPT2). Se la stampante è invece collegata alla porta LPT1 oppure se viene utilizzata una stampante di rete, non è p.es. possibile stampare il file di log o il file di info. Per sapere a quale porta è collegata la stampante, procedere come segue (se questa informazione è nota, specificare la porta corretta nel campo *Printer Port*):

Windows 95/98:

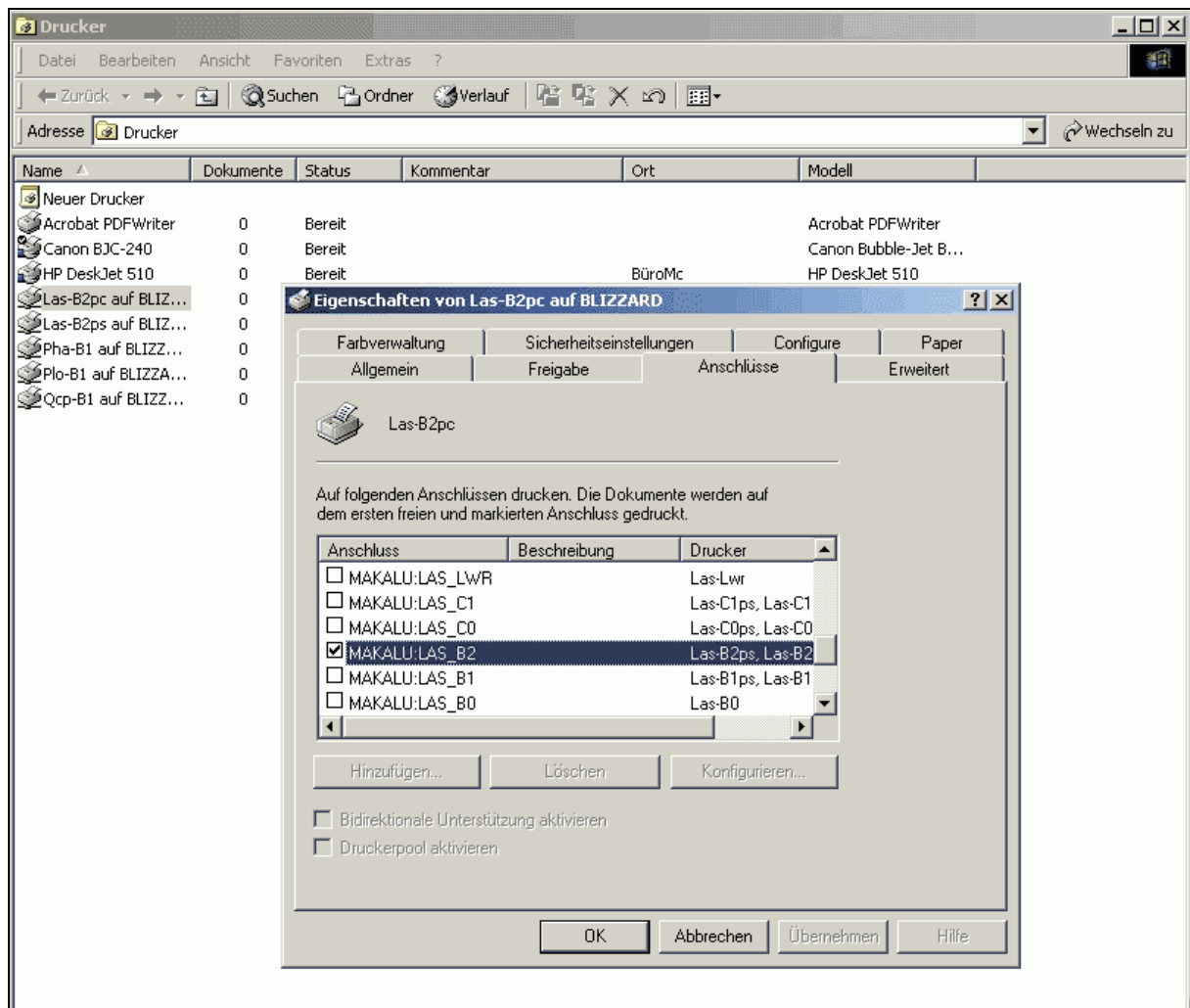
aprire **Avvio** → **Impostazioni** → **Stampanti**, evidenziare la stampante collegata al PC e selezionare **File** → **Proprietà**. Successivamente selezionare la scheda **Dettagli** e copiare l'impostazione del campo "Stampa su:" nel campo *Printer Port* della finestra di dialogo *Properties*.



Windows 2000:

Aprire **Avvio** → **Impostazioni** → **Stampanti**, evidenziare la stampante collegata al PC e selezionare

File → **Proprietà**. Successivamente selezionare la scheda **Porte** e tenere a mente l'impostazione del campo "Porte". L'impostazione di questo campo dovrebbe essere simile a questa: *server:nomestampante*. Successivamente immettere nel campo *Printer Port* quanto segue: `\\server\nomestampante`



Attivazione/disattivazione dell'opzione "Volume del distacco"

0.0 in properties.dat:

The screenshot shows the 'Departure Zone Parameters' dialog box. The 'Specify Release Snowheight' section has 'Snow Height d0 (m): 1.0000' and a dropdown menu set to 'This Element (Default)'. The 'Density (kg/m^3): 300' is set. The 'Total Release Volume (m^3): 143976' and 'Total Release Mass (t): 43192.9' are displayed. At the bottom, there are two 'm.u.M' fields with values 2700.0 and 2600.0, and navigation arrows. The 'OK' button is visible.

1.0 in properties.dat:

The screenshot shows the 'Departure Zone Parameters' dialog box. The 'Specify Release Snowheight' section is identical to the previous one. The 'Use Release Volume?' section has radio buttons for 'No' and 'Yes', with 'Yes' selected. Below this, 'Left Width (m): 100.00' and 'Right Width (m): 200.00' are set. The 'Density (kg/m^3): 300' is set. The 'Total Release Volume (m^3): 143976' and 'Total Release Mass (t): 43192.9' are displayed. At the bottom, there are two 'm.u.M' fields with values 2700.0 and 2600.0, and navigation arrows. The 'OK' button is visible.

Directory di lavoro

Attraverso il campo "**Working Directory**" esiste la possibilità di selezionare una directory di lavoro. Fare clic sulla freccia per specificare la directory. Premere sul pulsante "**Save Properties**" per confermare e memorizzare la nuova impostazione.

Browser Internet

Per visualizzare questo menu di Help, AVAL-1D necessita di alcune informazioni sul browser Internet.

Per esempio:

Microsoft Internet Explorer → C:\Programmi\Internet Explorer\iexplore.exe

Netscape Communicator

→C:\Programmi\Netscape\Communicator\Program\netscape.exe

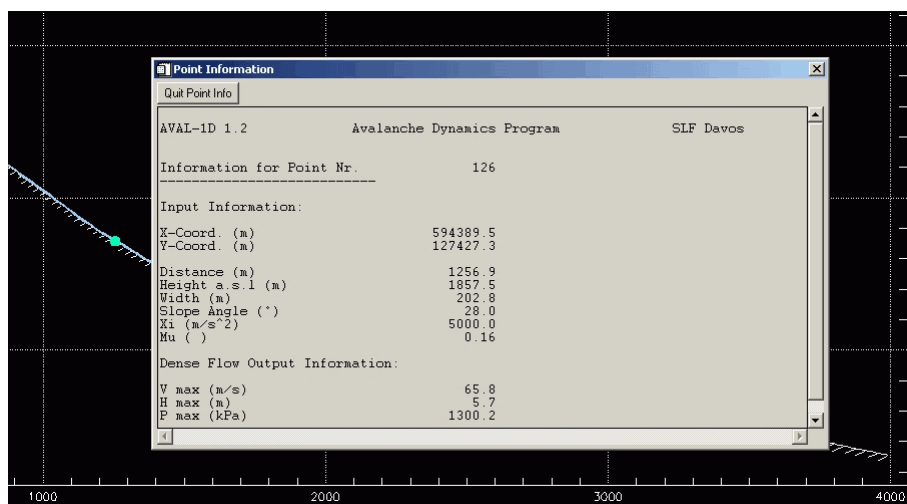
Fare clic sulla freccia per cercare il relativo file *.exe. Premere sul pulsante "**Save Properties**" per confermare e memorizzare la nuova impostazione.

6 News - Update 1.2 – News

- **Generalità:**
 - *Tutti i vecchi file di input e i file contenenti le simulazioni possono essere letti anche nella nuova versione.*
 - *Menu di Help disponibile in tedesco, inglese e italiano (vedere Properties).*
 - *Il menu Properties è stato ampliato con le seguenti opzioni:*
 - *linee orizzontali e verticali della griglia visibili/nascoste,*
 - *informazioni lungo la traiettoria della valanga richiamabili ancora più rapidamente,*
 - *Input: la selezione dei punti può essere visualizzata o nascosta.*
- **Valanga radente:**
 - *perdita/aggiunta di masse di neve lungo la traiettoria,*
 - *i monitoring point sono selezionabili direttamente,*
 - *gli input-point possono essere visualizzati sotto forma di punti rossi,*
 - *μ e ξ visualizzabili nella finestra inferiore.*
- **Valanga polverosa:**
 - *immissione della massa di distacco semplificata.*

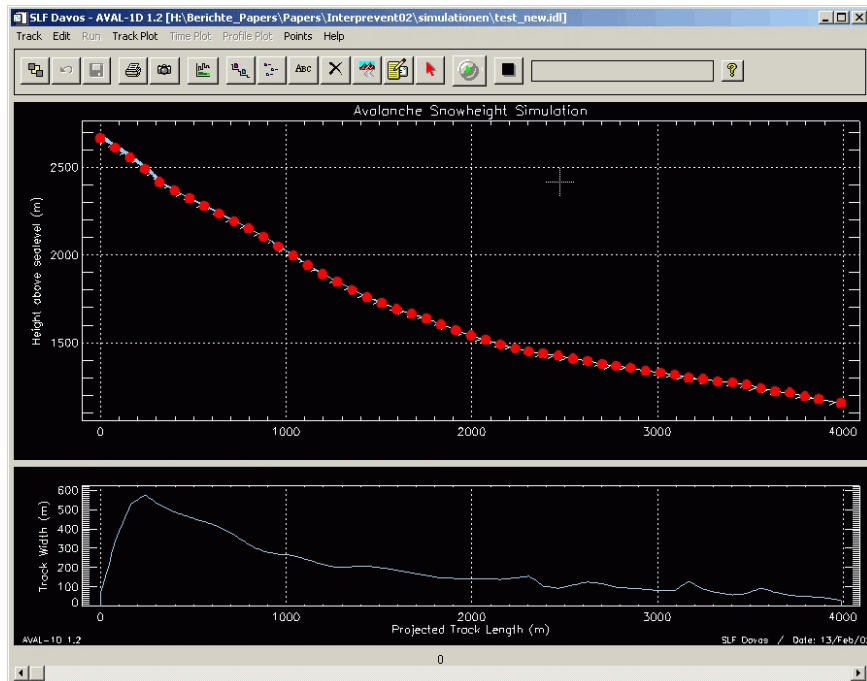
New: le informazioni lungo la traiettoria sono richiamabili ancora più rapidamente.

Fare clic con il pulsante sinistro del mouse in prossimità di qualsiasi punto per visualizzare le relative informazioni (il punto viene visualizzato in verde). Le stesse informazioni possono anche essere richiamate attraverso l'opzione **Points** → **Print Selected Point Info**.



New: gli input-point possono essere visualizzati sotto forma di punti rossi.

Attraverso l'opzione **Points** → **Draw/Remove Input Points** è possibile visualizzare gli input-point per nuovi file di simulazione (i punti vengono visualizzati in rosso).

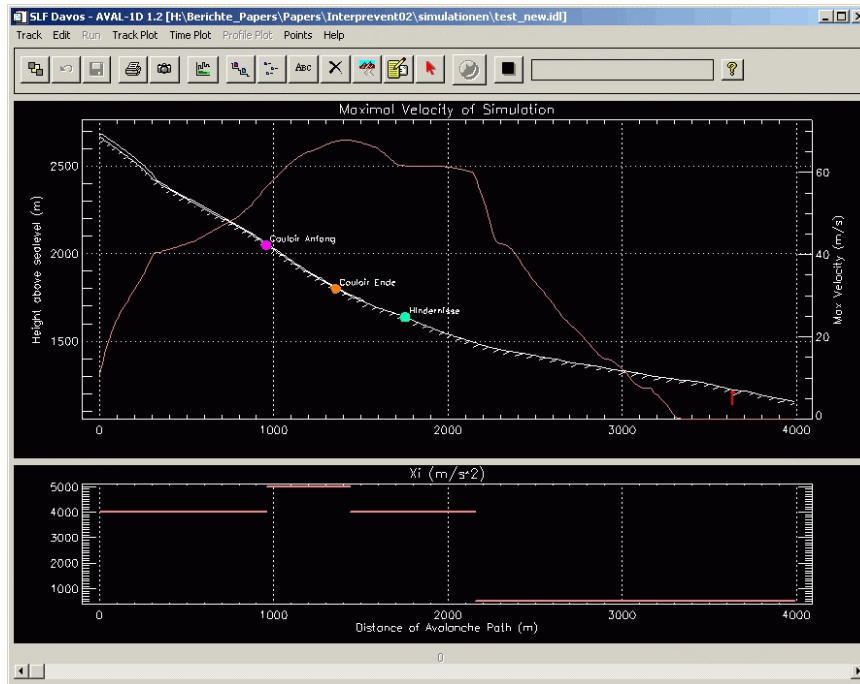


New: i monitoring point sono selezionabili direttamente.

Attraverso il **tasto destro del mouse** → **Select Monitoring Points** (o **Points** → **Select Monitoring Points**) è possibile selezionare i monitoring point e p.es. valutare l'andamento della velocità con la funzione **Time Plot** → **Velocity**.

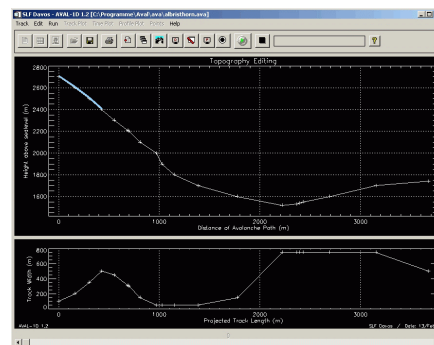
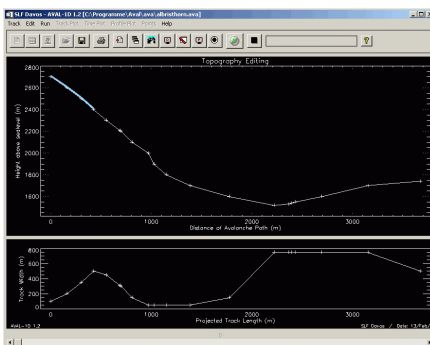
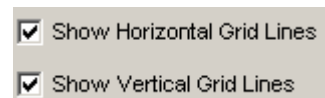
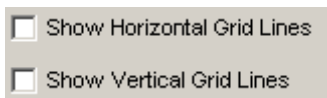
New: μ e ξ possono essere visualizzati nella finestra inferiore.

Attraverso l'opzione **Track Plot** → **Show Xi (Input Parameter)** o → **Show Mu (Input Parameter)** i valori ξ e μ possono essere visualizzati nella finestra inferiore.



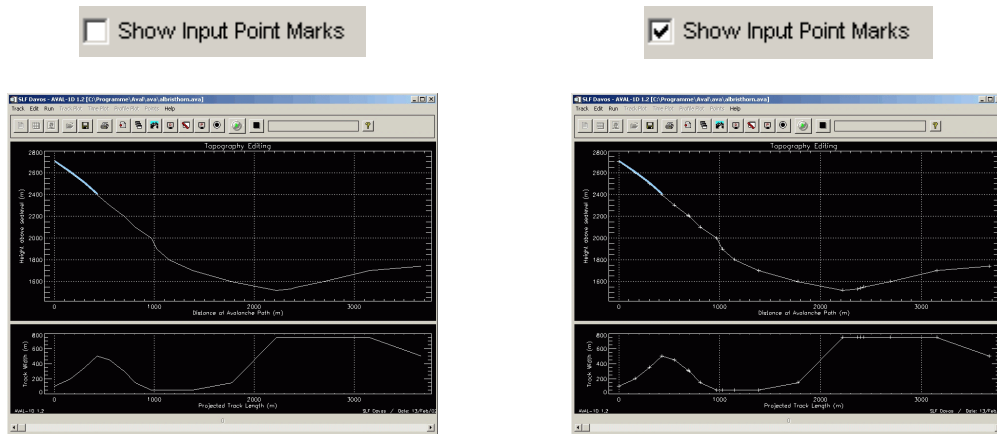
New: linee orizzontali e verticali della griglia visibili/nascoste.

Le linee orizzontali e verticali della griglia possono essere visibili o nascoste attivando o disattivando il relativo checkbox in **Track** → **Properties**.



New: *Input: la selezione dei punti può essere visualizzata o nascosta.*

La sezione degli input point può essere visualizzata o nascosta attivando o disattivando il relativo checkbox in **Track** → **Properties**.

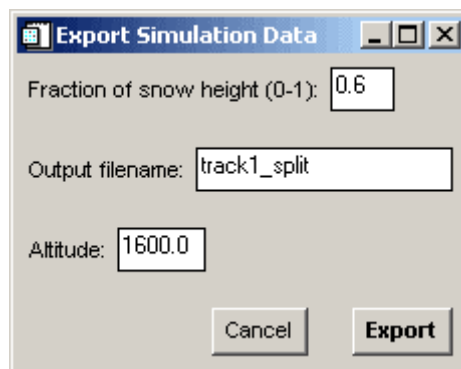


New: *riduzione/aggiunta di masse di neve lungo la traiettoria.*

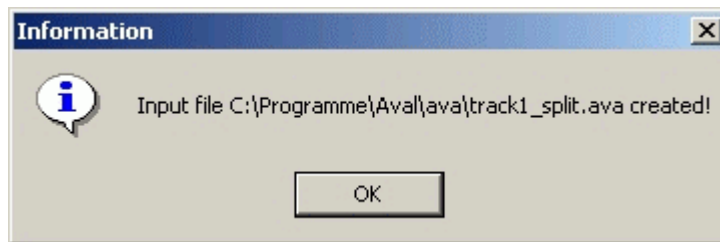
Esempio: a partire da una quota di 1600 m s.l.m. la valanga si divide in due tronchi. Una valutazione sommaria dell'esperto indica che il 60% della massa della valanga scorre in una direzione e il 40% nell'altra. Questo problema può ora essere risolto!

Procedura:

creare i due profili corrispondenti ai due tronchi di valanga. Effettuare dapprima un calcolo normale per entrambi i profili utilizzando l'intera massa di distacco. Aprire la prima simulazione. Dalla simulazione viene a questo punto esportato un file di input che include le altezze del manto nevoso e le velocità corrispondenti all'istante in cui la valanga raggiunge la quota di 1600 m s.l.m. A questo proposito aprire **Track** → **Export...** → **Simulation** e immettere quanto segue:



Premere successivamente su **Export** per visualizzare il seguente messaggio:



Premere su **OK**, chiudere la simulazione attiva e aprire il file di input *track1_split.ava*. Ripetere ora la simulazione e sovrapporre il risultato alla prima simulazione. Ora è possibile notare le differenze di velocità, pressione, altezze del manto nevoso e distanza di arresto sulla base della differente massa a partire da quota 1600 m s.l.m.

Procedere in modo analogo per il secondo profilo, utilizzando però per l'esportazione solo il 40% (**Fraction of snow height (0-1) = 0.4**).

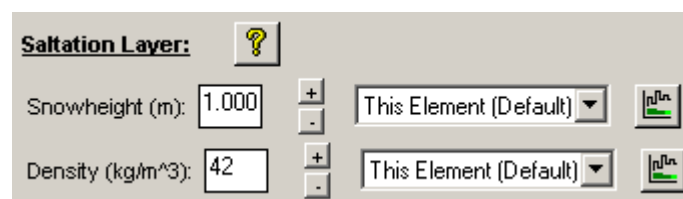
Naturalmente è anche possibile aggiungere masse a partire da una determinata altitudine. A questo proposito è sufficiente specificare un valore superiore a 1.0 nell'opzione **Fraction of snow height (0-1)**.

New: immissione della massa di distacco semplificata.

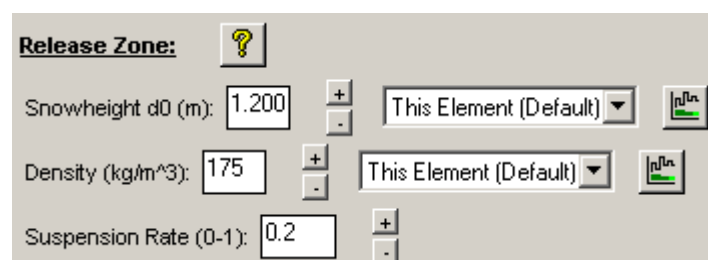
Sino alla **versione 1.1** inclusa, i parametri di distacco di una valanga polverosa venivano specificati come segue:

Per un $d_0=1.2m$, una densità della neve fresca di $175kg/m^3$ e un grado di sospensione di 0.2, era necessario specificare:

$$1.2m \cdot 175kg/m^3 \cdot 0.2 = \mathbf{1.0m \cdot 42kg/m^3}$$



A partire dalla **versione 1.2** i parametri di distacco di una valanga polverosa vengono immessi in forma leggermente diversa (semplificata):



7 Supporto & FAQ

In presenza di problemi tecnici o domande relative all'installazione o all'uso di AVAL-1D, non esitate a contattarci all'indirizzo

aval1d@slf.ch

o

Tel.: +41 81 417 02 66

FAQ (frequently asked questions):

- Installazione
- Generalità
- Valanghe dense
- Valanghe polverose

7.1 FAQ Installazione

Problema: *la finestra di AVAL-1D non rientra nello schermo!*

Problema: *nonostante l'immissione del codice di installazione corretto, è impossibile avviare AVAL-1D!*

Problema: *la finestra di AVAL-1D non rientra nello schermo!*

La procedura di installazione è stata conclusa senza problemi. Avviando per la prima volta AVAL-1D, non tutta la finestra del programma è tuttavia visibile sullo schermo.

1° rimedio: spostare la finestra di AVAL-1D in modo da vedere l'angolo superiore destro della finestra. Premere sul simbolo centrale tra i tre presenti nell'angolo superiore destro (vedere freccia rossa nella figura 1) per aprire a tutto schermo la finestra di AVAL-1D.

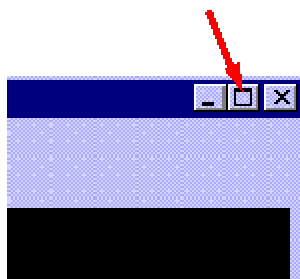


Figura 1: *il simbolo centrale serve per aprire a tutto schermo la finestra del programma.*

2° rimedio: solo per AVAL-1D vers. 1.0: selezionare **Avvio** → **Impostazioni** → **Pannello di controllo** → **Display** → **Impostazioni** e modificare la risoluzione dello schermo da 800x600 a 1024x768 pixel. Le dimensioni della finestra di AVAL-1D vers. 1.0 (dicembre '99) non possono essere variate manualmente, cosa che è invece possibile nella versione 1.1 (marzo 2001).

Problema: nonostante l'immissione del codice di installazione corretto, è impossibile avviare AVAL-1D!

I codici di installazione devono essere specificati due volte solo al primo avvio di AVAL-1D. Se i codici non vengono specificati correttamente o se IDL non riesce a trovare la chiave elettronica (dongle), sullo schermo viene visualizzato il messaggio di errore illustrato nella figura 2.



Figura 2: questo messaggio di errore viene visualizzato se viene specificato un codice di installazione errato o se il dongle non è installato correttamente.

1° rimedio: verificare ancora una volta l'esattezza dei codici di installazione. Questi devono essere immessi **ESATTAMENTE** nello stesso formato in cui sono stati ricevuti!

2° rimedio: sotto Windows NT4.0/2000, prima dell'installazione è necessario collegarsi come Amministratore, altrimenti non è possibile installare i driver della chiave elettronica. Se questa procedura è stata omessa, è necessario disinstallare AVAL-1D dal computer (**Avvio** → **Programmi** → **AVAL-1D 1.2** → **Uninstall AVAL-1D 1.2**), collegarsi come Amministratore e ripetere l'installazione!

3° rimedio: il dongle (= chiave elettronica) deve essere collegato direttamente alla porta parallela del computer e non tra il cavo della stampante e la stampante!

7.2 FAQ – Generalità

Problema: AVAL-1D non effettua alcun calcolo!

Problema: i grafici esportati (jpg, gif o tif) sono in bianco & nero e non a colori!

Problema: la cifra a fianco della barra Time Step indica i secondi?

Problema: sebbene la cartina digitale sia stata georeferenziata, è impossibile specificare una topografia!

Problema: AVAL-1D non effettua alcuna calcolo!

Dopo l'avvio del calcolo non compare a video una finestra DOS nella quale vengono visualizzati i risultati relativi alle varie fasi di calcolo. Sia la

finestra superiore che quella inferiore sono nere. Neanche nel file di errore di AVAL-1D è possibile trovare dei riferimenti. Questo problema può verificarsi durante il calcolo di valanghe dense e anche polverose.

1° rimedio: questo problema è molto probabilmente legato al fatto che il file di input si trova in una directory il cui nome include uno spazio (p.es. C:\Programmi\Aval\Progetto 57\val). Correggere quindi *Progetto 57* con *Progetto_57* e provare a rilanciare il calcolo.

2° rimedio: se il primo rimedio non dovesse risolvere il problema, è anche possibile che siano state create troppe sottodirectory e che quindi il percorso sia troppo lungo. Se il percorso che conduce al file di input è più lungo di 100 caratteri, possono infatti verificarsi dei problemi. Copiare il file di input nella directory C:\Temp ed effettuare il calcolo su questo file. Se la simulazione viene conclusa con successo, significa che il nome del percorso era effettivamente troppo lungo.

Problema: (solo versione 1.0) i grafici esportati (jpg, gif o tif) sono in bianco & nero e non a colori!

I grafici in formato JPG, GIF e TIF possono solo essere esportati in bianco & nero e non a colori, vedere figura 3.

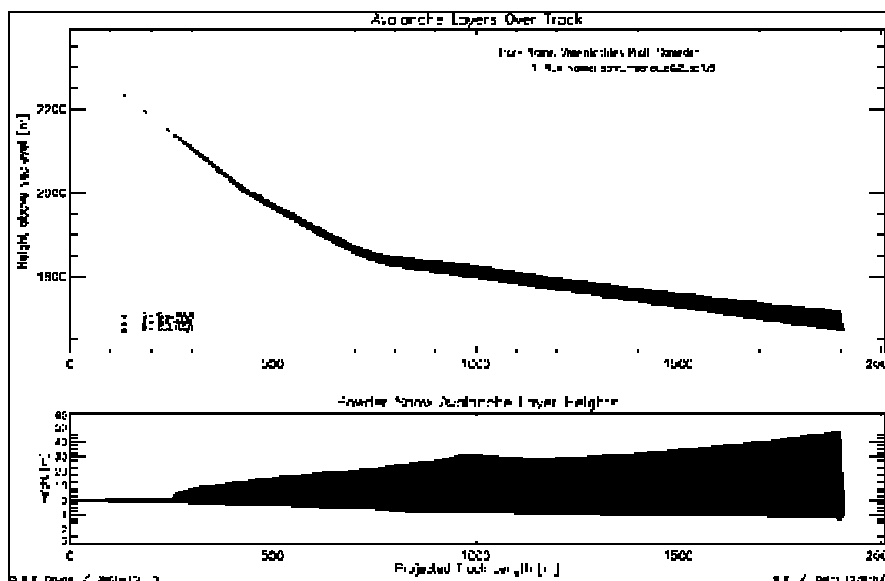


Figura 3: visualizzazione di un file GIF esportato.

1° rimedio: si tratta di un piccolo bug del programma. È tuttavia possibile risolverlo in questo modo: dal menu di Windows selezionare "Avvio → Impostazioni → Pannello di controllo → Video" e poi la scheda "Impostazioni" per impostare l'opzione "Colori" a 256 colori. Questa situazione non è certamente ideale, ma attualmente quasi l'unica (vedere 2° rimedio) per poter esportare i grafici a colori. I grafici dovrebbero inoltre essere esportati sotto forma di file GIF, dal momento che in un file JPG i colori non vengono riprodotti correttamente.

2° rimedio: è anche possibile esportare un grafico sotto forma di file EPS (Encapsulated PostScript). Questa soluzione permette di ottenere sempre disegni da plotter colorati, a condizione che la stampante disponibile supporti il formato "PostScript". I file in formato EPS importati in Word sono visibili solo sulla copia stampata e non direttamente sullo schermo.

Problema: *la cifra a fianco della barra scorrevole Time Step indica i secondi?*

A seconda del **Dump Interval** vengono memorizzati time step (= intervalli di tempo) variabili. Lasciando **Dump Interval** al suo valore di default di 1 s, la cifra corrisponde effettivamente ai secondi (vedere figura 4). Se invece viene impostato un **Dump Interval** di 2 s, per ottenere i secondi la cifra deve essere moltiplicata per 2. Formula:
*numero time step * Dump Interval = secondi*



Figura 4: barra Time Step e time step.

Rimedio: selezionare **Track Plot** → **Show Logfile** e controllare su quale valore è impostata l'opzione **Dump Interval**.

Problema: *sebbene una cartina digitale sia stata georeferenziata, è impossibile specificare una topografia!*

Il `world-file` creato con **Register Image** e appartenente ad una cartina digitale viene sempre memorizzato nella stessa directory in cui si trova anche l'immagine stessa e non può essere cancellato o spostato da questa directory.

Rimedio: lanciare Gestione Risorse e aprire la directory in cui si trova la cartina digitale. In questa directory dovrebbe trovarsi anche il corrispondente `world-file` (le estensioni corrette sono specificate al punto 3.1.3, pag. 37 del Manuale Utente). In caso contrario, *AVAL-1D* non è in grado di trovare il file. A questo punto è possibile cercare il `world-file` e spostarlo nuovamente nella directory corretta oppure è necessario impostare nuovamente i riferimenti dell'immagine.

7.3 FAQ – Valanghe dense

Problema: *la distanza di arresto nel file di log è inspiegabilmente lunga!*

Problema: *AVAL-1D calcola forze di pressione in punti in cui la valanga non arriva!*

Problema: *è impossibile stampare il file di log!*

Problema: *il calcolo è insolitamente rapido e la valanga scorre in senso opposto sulla topografia!*

Problema: *il calcolo si blocca dopo una o due iterazioni!*

Problema: *il calcolo si blocca in seguito a instabilità numeriche!*

Problema: *le instabilità numeriche si verificano con valanghe dense in prossimità del fronte della valanga (o non localizzabili) .*

Problema: *le instabilità numeriche si verificano con valanghe dense nella parte superiore del percorso.*

Problema: *scostamento notevole tra l'estremità del deposito e l'estremità della zona blu.*

Problema: *la distanza di arresto nel file di log è inspiegabilmente lunga!*

Se la distanza di arresto della valanga nel file di log è inspiegabilmente lunga, ciò è da ricondursi molto probabilmente alla presenza di instabilità numeriche in prossimità del fronte della valanga. In questo caso si consiglia di esaminare con più attenzione le forze di pressione e le velocità al termine della simulazione (vedere rimedio del problema successivo).

Problema: *AVAL-1D calcola forze di pressione in punti in cui la valanga non arriva!*

La figura 5 illustra il tipico fenomeno causato dalla presenza di instabilità numeriche. Conclusa l'animazione della valanga, vengono visualizzate le forze di pressione e le velocità.

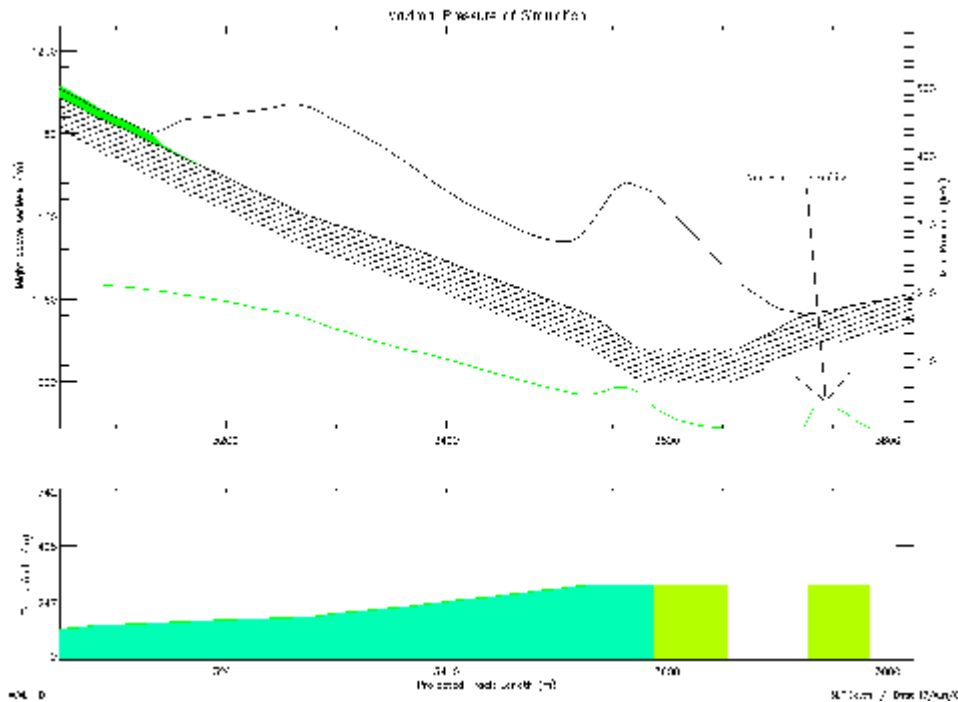


Figura 5: insolite forze di pressione in prossimità del fronte della valanga.

Rimedio: ingrandire l'area in cui è presente l'instabilità numerica. Lanciare l'animazione con il comando Velocità (**Track Plot** → **Velocity**) e osservare con la massima attenzione la sezione ingrandita. Verso la fine dell'animazione il programma dovrebbe improvvisamente visualizzare una velocità incompatibile con la simulazione. Per localizzare con precisione l'esatto momento in cui si verifica l'instabilità, fare clic con il mouse sulla barra scorrevole Time Step e con i tasti freccia sulla tastiera muovere la barra aumentando o diminuendo i time step. Una volta localizzata l'instabilità, ripetere la simulazione utilizzando però come **Max Time** il tempo corrispondente all'instabilità, letto direttamente sulla barra scorrevole, ma diminuito di un secondo.

Problema: è impossibile stampare il file di log!

Versione 1.0:

a seconda della porta alla quale è collegata la stampante, non è escluso che sia impossibile stampare il file di log. Per fare una verifica: aprire il Pannello di Controllo (**Avvio** → **Impostazioni** → **Pannello di controllo**) e selezionare **Stampanti**. Dovrebbe comparire una finestra nella quale sono elencate le stampanti impostate. Selezionare una stampante (fare un clic con il pulsante sinistro del mouse sulla stampante) e poi, con il cursore posizionato sulla stampante evidenziata, fare clic con il pulsante destro del mouse. Dal menù a tendina selezionare l'opzione **Proprietà**. A questo punto dovrebbe essere visualizzata a video una finestra contenente le proprietà della stampante selezionata. Selezionare **Dettagli** e accertarsi che l'opzione **Stampa su:** sia impostata su **LPT2**. In caso contrario, è impossibile stampare il file di log da AVAL-1D. Anche in questo caso si tratta di un piccolo bug del programma!

1° rimedio: per stampare p.es. il file di log del calcolo *prova1.idl*, se non è possibile direttamente da AVAL-1D. Il file di log (*prova1.dlg*) può però

essere aperto p.es. in Word o in un altro editor di testo ed essere quindi stampato da qui (il file di log si trova nella stessa directory del file di calcolo).

2° rimedio: nella versione aggiornata di AVAL-1D questo bug verrà eliminato!

Versione 1.1:

anche nella nuova versione di AVAL-1D non è escluso che sia impossibile stampare il file di log. Come risolvere il problema:

1° rimedio: stampante locale: selezionare **Track** → **Properties** e nel campo **Printer Port** specificare la porta alla quale è collegata la stampante (in presenza di una connessione via interfaccia seriale, di norma si tratta della porta **LPT1** o **LPT2**). Per ottenere questa informazione, selezionare **Avvio** → **Impostazioni** → **Stampanti**, evidenziare la stampante e selezionare **File** → **Proprietà**. Successivamente selezionare la scheda **Dettagli** e copiare l'impostazione del campo "**Stampa su:**" nel campo **Printer Port** (sotto Win2000 questa informazione si trova nella scheda **Connessioni**).

2° rimedio: stampante di rete: se la stampa avviene attraverso una stampante collegata in rete, nel campo **Printer Port** è necessario specificare il server e il nome della stampante (p.es. `\\server\laser_xy`); eventualmente chiedere assistenza all'amministratore della rete.

Problema: *il calcolo è insolitamente rapido e la valanga scorre in senso opposto sulla topografia!*

Solo versione 1.0: la figura 6 mostra il risultato di un simile calcolo. Di norma il calcolo si interrompe dopo 5-10 iterazioni.

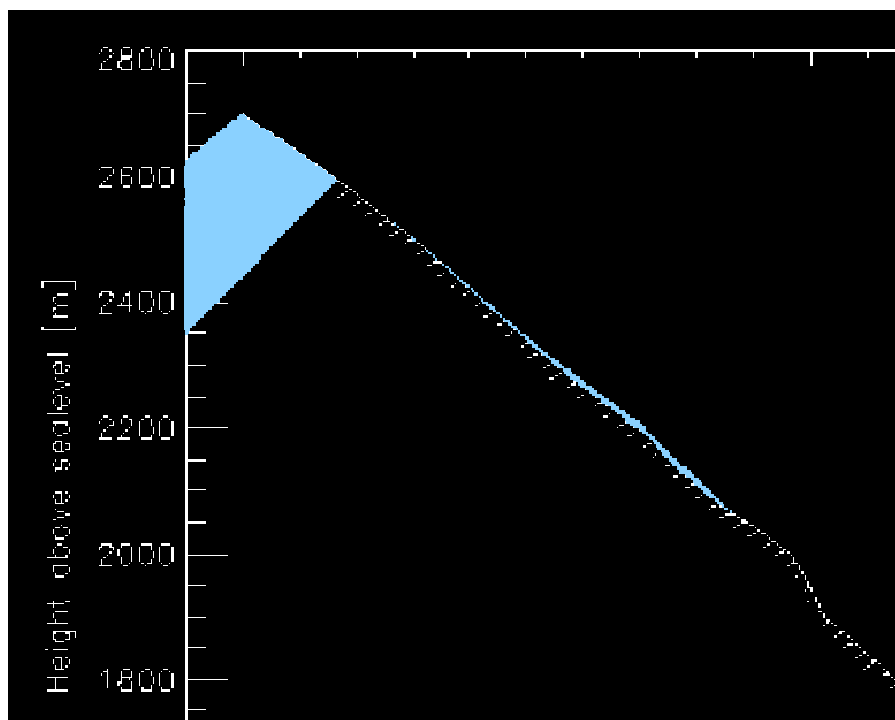


Figura 6: risultato insolito di un calcolo.

Rimedio: molto probabilmente nell'area di distacco è stata specificata una larghezza della valanga = 0. Ciò non è ammissibile: impostare quindi la larghezza della valanga p.es. di "1.0 m". Lungo tutto il percorso, la larghezza della valanga non deve MAI essere pari a zero.

Problema: *il calcolo si blocca dopo una o due iterazioni!*

Solo versione 1.0: dopo una o due iterazioni, AVAL-1D si blocca e il messaggio illustrato nella figura 7 rimane fisso sullo schermo.

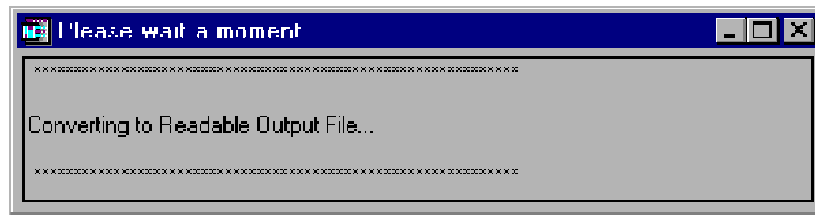


Figura 7: questo messaggio non scompare più dallo schermo.

Rimedio: lungo il profilo della valanga, una o più larghezze della valanga sono impostate su "zero". Correggerle p.es. a "1.0 m". Lungo tutto il percorso, la larghezza della valanga non deve MAI essere pari a zero.

Problema: *il calcolo si blocca in seguito a instabilità numeriche*

Questo problema si verifica solitamente in presenza di un profilo di valanga con variazioni estreme di inclinazione, soprattutto se si tratta di un profilo con una marcata contropendenza o di punti di passaggio tra inclinazioni di forma concava e convessa. Nel momento in cui si verificano problemi di carattere numerico, occorre localizzare il punto in cui si verifica l'instabilità. Di norma è possibile localizzare questo punto analizzando la velocità nei risultati del calcolo. Solitamente le instabilità numeriche si verificano in prossimità del fronte della valanga o nella parte superiore della sua traiettoria. Questi due casi vengono trattati dettagliatamente nei due problemi FAQ che seguono.

Problema: *le instabilità numeriche si verificano con valanghe dense in prossimità del fronte della valanga (o non localizzabili)*

Una tipica instabilità numerica in prossimità del fronte della valanga è illustrata nella figura 8. Non sempre queste instabilità sono facilmente localizzabili. Se nella rappresentazione delle velocità massime non è individuabile alcun picco di velocità anomalo, con l'ausilio della rappresentazione delle velocità occorre analizzare il terreno per ogni singolo time step e localizzare eventuali picchi di velocità o velocità negative. I metodi descritti qui di seguito dovrebbero essere utilizzati per

provare ad eliminare queste instabilità numeriche anche se non sono rilevabili.

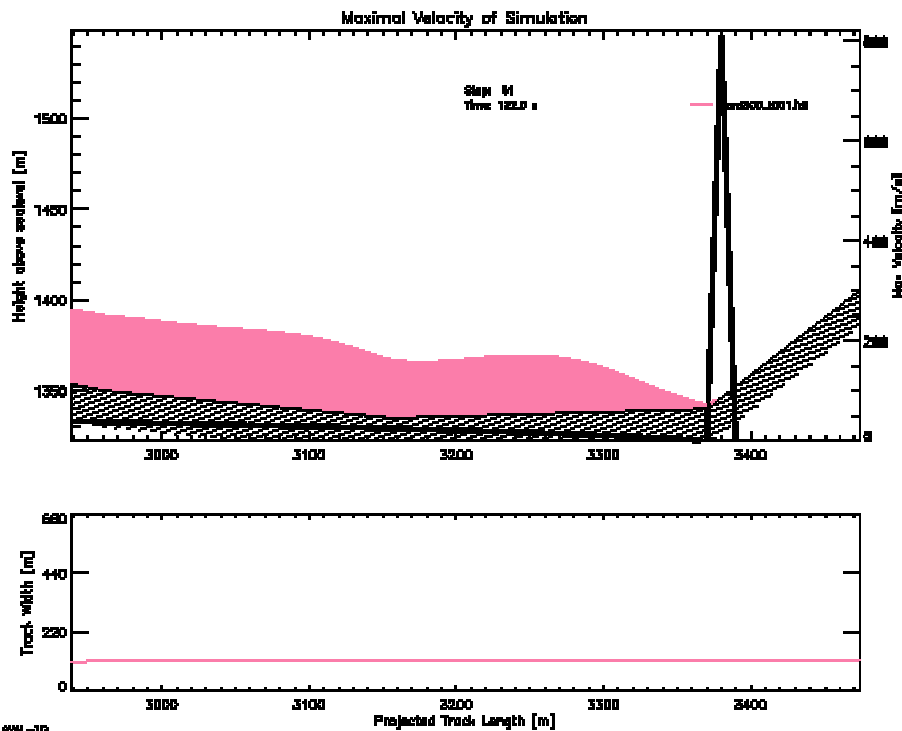


Figura 8: caratteristiche tipiche di un'instabilità in prossimità del fronte della valanga. L'instabilità è indotta dal brusco passaggio dal terreno pianeggiante alla contropendenza. A causa dell'instabilità numerica vengono generate velocità sino a oltre 800m/s.

1° rimedio: riduzione del time step

Il time step deve essere ridotto gradualmente. Ciò implica un tempo di calcolo più lungo per la simulazione. Per non dover rimanere in attesa dei risultati troppo a lungo, il criterio di limitazione temporale **Max Time** dovrebbe essere ridotto ad un tempo di circa 60s oltre quello in cui si verificano le instabilità numeriche. Si raccomanda di ridurre il time step in questa sequenza: 0.0025s, 0.001s, 0.0005s, 0.00025s sino a quando la simulazione si stabilizza. Nel caso si verificassero ancora instabilità anche con un time step di 0.00025s, procedere con il 2° rimedio.

2° rimedio: livellamento della brusca variazione di pendenza nel terreno mediante l'immissione di altri punti

Aggiungere rispettivamente un punto a sinistra e a destra della brusca variazione di pendenza, a una distanza di circa 10 m. Questa operazione può essere facilmente eseguita attraverso l'opzione **Interpolate** nel menu **Edit** → **Edit Topography**. Successivamente è possibile cancellare il punto che prima identificava la brusca variazione di pendenza. Grazie a questa operazione viene livellata questa brusca variazione ed aumentata la stabilità numerica. La figura 9 illustra un simile livellamento.

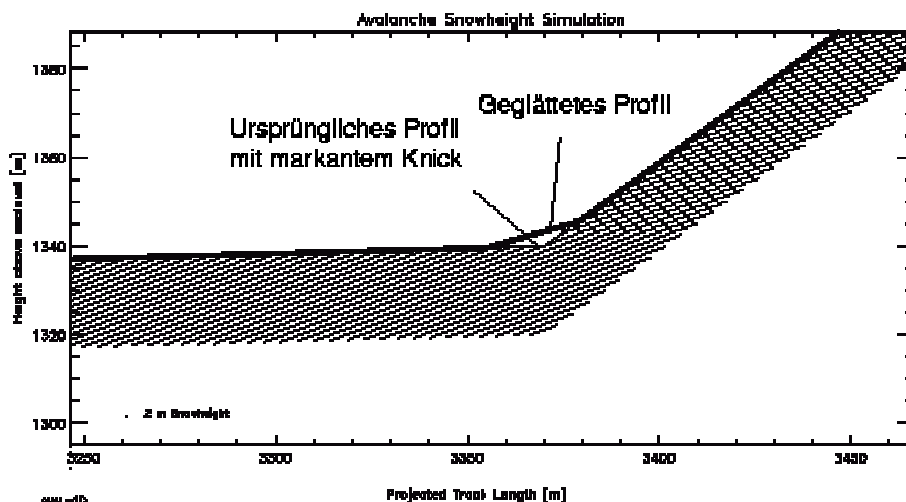


Figura 9: livellamento di una brusca variazione di pendenza per limitare le instabilità numeriche.

Problema: le instabilità numeriche si verificano con valanghe dense nella parte superiore del percorso

Una tipica instabilità numerica nella parte superiore del percorso della valanga è illustrata nella figura 10. Si verifica prevalentemente nei punti pianeggianti del percorso. Particolarmente critici risultano i punti di passaggio tra tratti di percorso forma concava e tratti di forma convessa. L'instabilità si verifica quando la valanga si è già arrestata a fondo valle. Il motivo di tali instabilità è dovuto al fatto che nella parte superiore del percorso la valanga continua a scorrere con altezze di deflusso molto basse. Valori così bassi facilitano l'insorgere di instabilità numeriche.

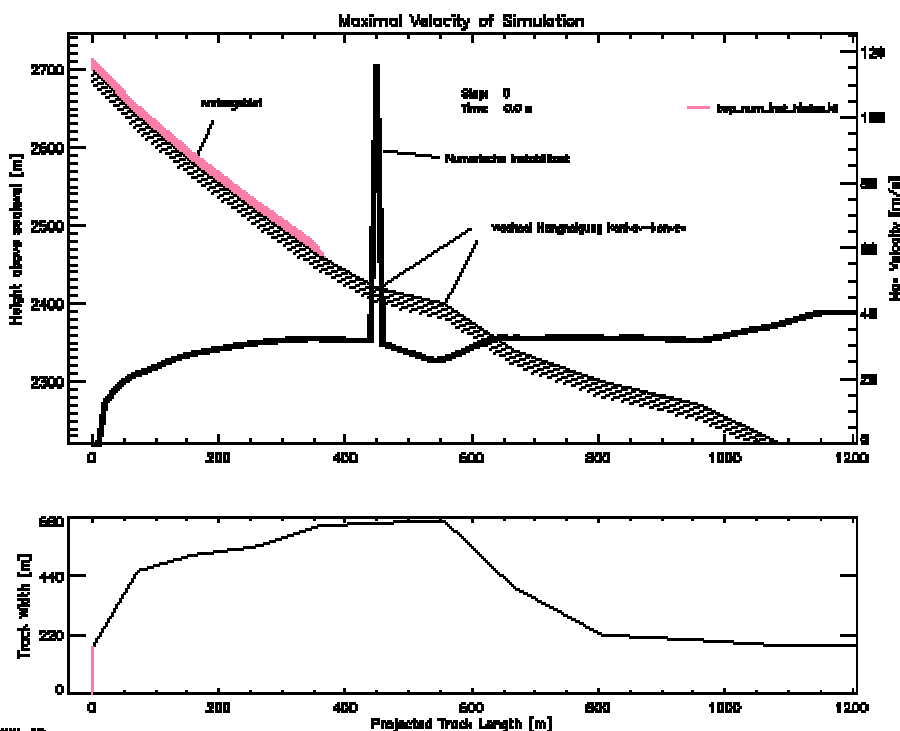


Figura 10: caratteristiche tipiche di un'instabilità in prossimità del fronte della valanga. L'instabilità è indotta dal repentino passaggio dal terreno pianeggiante alla contropendenza. A causa dell'instabilità numerica vengono generate velocità anche maggiori di 800m/s.

Rimedio: *riduzione del limite temporale Max Time*

In una prima fase occorre controllare se il fronte della valanga si è già arrestato. In caso affermativo, localizzare il momento approssimativo in cui il fronte della valanga si è arrestato. Successivamente confrontare questo momento con l'istante in cui si è verificata l'instabilità. Di norma, dovrebbe esserci una notevole differenza di tempo tra i due momenti (>20s). Per risolvere il problema, impostare il limite temporale **Max Time** al valore medio risultante da questi due istanti.

Problema: *scostamento notevole tra l'estremità del deposito e l'estremità della zona blu.*

Solitamente questo problema si verifica in presenza di percorsi molto lunghi e stretti. La figura 11 illustra il tipico caso di una simile discrepanza. Il motivo di questa enorme differenza tra la distribuzione dei depositi e il limite della zona blu è dovuto al fatto che la funzione di interruzione automatica **low Mass Flux Condition** non funziona con questo tipo di topografia. In un percorso molto lungo e stretto, più dello 0.04% della massa complessiva rimane in movimento. A causa della pendenza del percorso, questa massa non può essere depositata sul pendio ma giunge sino a valle, dove nella circoscritta area di deposito si accumula notevolmente in altezza.

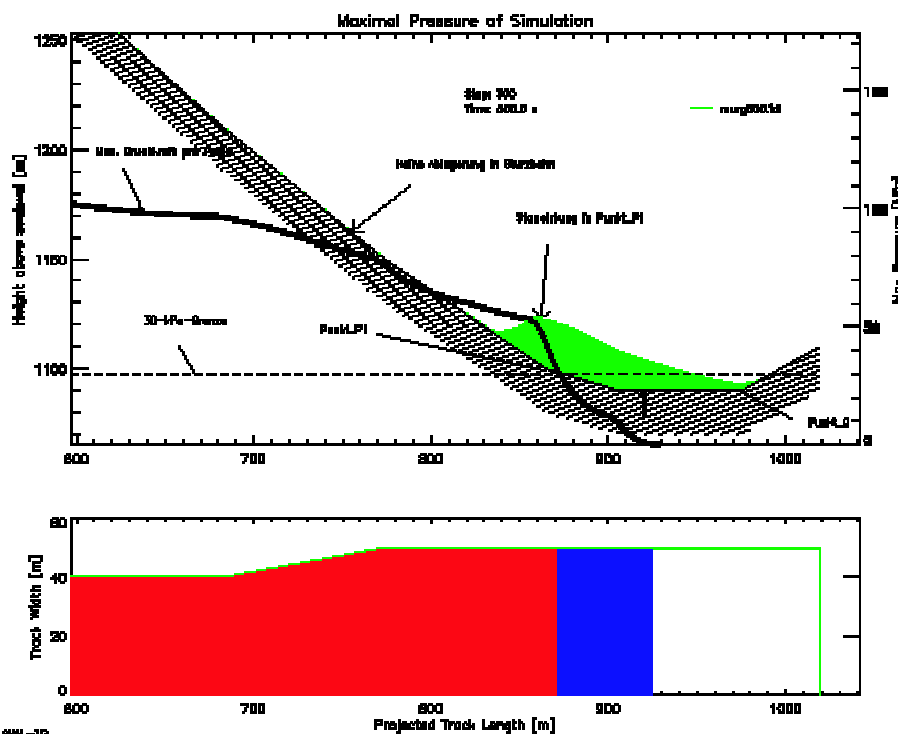


Figura 11: *rappresentazione della distribuzione del deposito e dell'andamento delle massime forze di pressione. Una grossa discrepanza è rilevabile in prossimità del limite tra la zona di pressione blu-bianca e l'estremità del deposito.*

La simulazione numerica tende tuttavia a diminuire la concentrazione di massa distribuendola su un'area più vasta. Di conseguenza, il deposito che

all'inizio si accumula notevolmente in altezza, si ridistribuisce a velocità molto basse ($<0.01\text{m/s}$, figura 12). E' un fenomeno numerico che di norma può essere evitato con la funzione di interruzione **low Mass Flux Condition**.

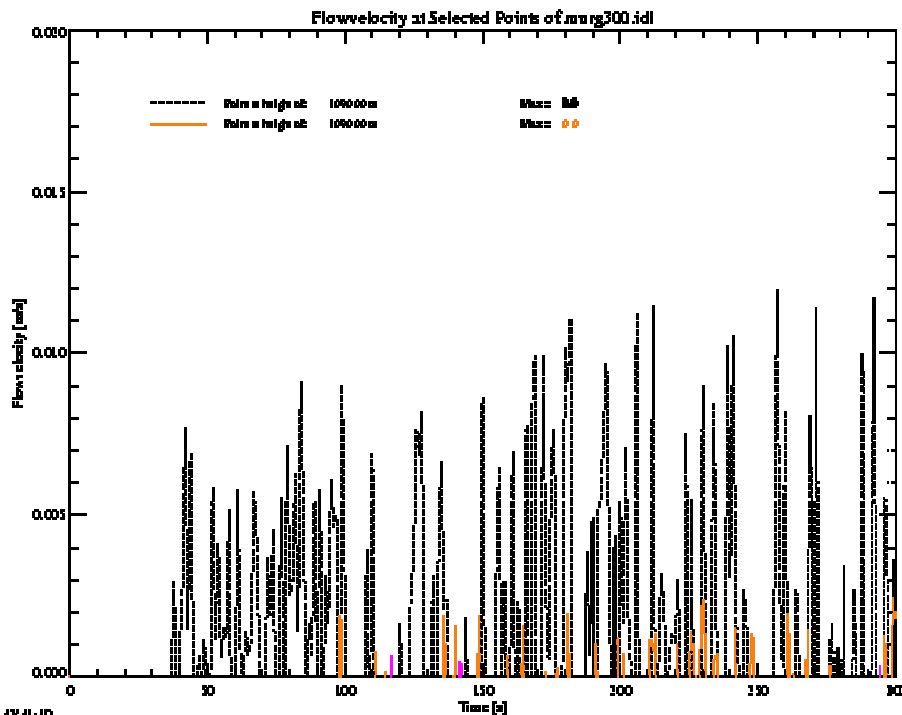


Figura 12: rappresentazione delle velocità di diffusione estremamente basse nell'area di deposito. Le velocità massime al centro dell'area di deposito sono pari a 0.01m/s .

Rimedio: riduzione del limite temporale *Max Time*

In un caso simile non è determinante la distribuzione del deposito nel momento dell'interruzione della simulazione, ma la sua distribuzione nel momento in cui viene raggiunto il limite della zona blu-bianca. La soluzione del problema si ottiene interrompendo il calcolo nel momento in cui il fronte della valanga raggiunge il limite di passaggio tra la zona blu e la zona bianca. A tale proposito è necessario impostare il limite temporale **Max Time** al relativo valore.

7.4 FAQ – Valanghe polverose

Problema: nella finestra inferiore, le altezze massime del manto nevoso sembrano esplodere.

Problema: la simulazione della valanga polverosa si conclude apparentemente senza problemi, tuttavia nei risultati non si vede alcuna valanga!?!

Problema: lo strato di saltazione genera un'immensa gobba e subito dopo SL-1D interrompe prematuramente il calcolo.

Problema: in prossimità di un cambio repentino di pendenza o del versante opposto, la valanga polverosa sembra impazzire: le altezze di flusso formano dei picchi e la valanga sembra sbriciolarsi.

Problema: la velocità del fronte e la pressione di ristagno sul versante opposto sembrano diminuire con una lentezza irrealistica.

Problema: nella finestra inferiore, le altezze massime del manto nevoso sembrano esplodere.

Durante l'osservazione delle altezze massime del manto nevoso nella finestra inferiore risulta la seguente immagine (vedere figura 13):

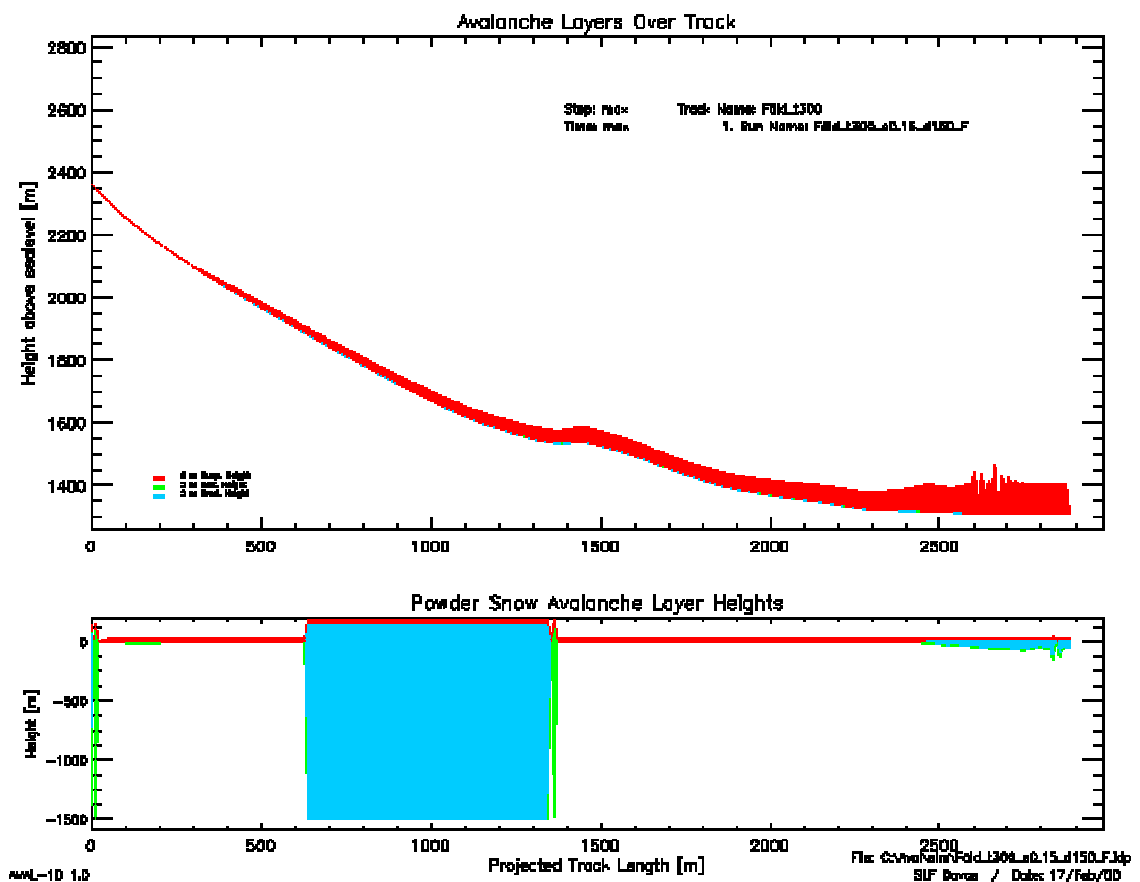


Figura 13: le oscillazioni dell'altezza della neve nella finestra inferiore e i picchi nella parte superiore dello strato polveroso sono indizi evidenti di un'instabilità numerica.

Rimedio: questo problema è da ricondursi ad un'instabilità numerica, il cui principale indizio è rappresentato dai picchi presenti nella parte superiore

dello strato polveroso della valanga. Controllare a partire da quale time step compaiono per la prima volta questi picchi e ridurre il tempo massimo di calcolo al valore in cui è iniziata l'instabilità, diminuito di un secondo (ovvero ripetere la simulazione!).

Problema: *la simulazione della valanga polverosa si conclude apparentemente senza problemi, tuttavia nei risultati non si vede alcuna valanga!?!*

Questo fenomeno si verifica soprattutto in presenza di masse iniziali molto piccole, se il valore di soglia **Cell Cut-Off** (cfr. punto 3.4.2, pag. 50) non viene ridotto al di sotto del valore di default di 10.0. Dopo il primo time step, sia il flusso di massa che la quantità di moto all'interno dei due strati della valanga polverosa scendono al di sotto della soglia **Cell Cut-Off** e tutte le celle della griglia vengono disattivate. Ovviamente, non essendoci massa la valanga non può essere simulata.

Rimedio: in **Edit** → **Calculation Parameters...** → **Powder Snow** impostare l'opzione **Cell Cut-Off** su un valore inferiore a 10.0 (p.es. 5.0). Se il problema persiste anche con un valore di 5.0, significa che è stata impostata una massa iniziale inaccettabilmente bassa, oppure che è subentrato un altro problema che deve eventualmente essere controllato con il Centro di Assistenza presso l'Istituto SNV (salvare il file di input!).

Problema: *lo strato di saltazione genera un'immensa gobba e subito dopo SL-1D interrompe prematuramente il calcolo.*

Se viene impostata una soglia di erosione del manto nevoso troppo bassa, tutto il manto nevoso verrà immediatamente eroso all'inizio della simulazione, all'interno delle prime celle di calcolo. La massa viene trasferita direttamente nello strato di saltazione, concentrata in poche celle. Dato che la densità massima dello strato è fissata a 100kg/m^3 , la massa si espande in altezza dando origine alla gobba osservata durante la simulazione.

Rimedio: in **Edit** → **Avalanche Parameters...** → **Powder Snow** impostare l'opzione **Erodibility** con il corretto valore (cfr. punto 3.4.1, pag. 46). Informazioni sulla scelta realistica di tale parametro sono incluse nel manuale di istruzioni.

Problema: *in prossimità di un cambio repentino di pendenza o del versante opposto, la valanga polverosa sembra impazzire: le altezze di flusso formano dei picchi e la valanga sembra sbriciolarsi.*

Il fronte della valanga, più alto e più compatto, esercita una pressione idrostatica frenante sulla coda della valanga. Specialmente in

corrispondenza ad aree pianeggianti o a contropendenze, la coda della valanga viene notevolmente rallentata. Nei casi estremi tale situazione causa un'inversione della direzione di movimento in alcune celle e instabilità numeriche.

Rimedio: se tale effetto si verifica nella zona di scorrimento della valanga, in corrispondenza a piccoli tratti piani o a temporanee controtendenze, una piccola variazione delle topografia del terreno rappresenta la soluzione più semplice ed efficace. A tale proposito, attraverso l'opzione **Edit** → **Edit Topography** (in modalità input) correggere leggermente le altezze dei punti attigui al fine di livellare la brusca variazione di pendenza.

Generalmente, quando subentra l'instabilità, la valanga ha già raggiunto il fondo valle e in questo caso i parametri dinamici della simulazione sono già stati calcolati (ciò può essere facilmente controllato, per esempio, con **Time Plot Pressure**). La cosa migliore da fare è quella di ripetere il calcolo riducendo il tempo della simulazione al tempo in cui si produce l'instabilità, diminuito di un secondo. Se l'instabilità subentra in prossimità della coda della valanga, aumentare il valore della soglia **Cell Cut-Off** in **Edit** → **Calculation Parameters...** → **Powder Snow** del 30-100%.

Problema: *la velocità del fronte e la pressione di ristagno sul versante opposto sembrano diminuire con una lentezza irrealistica.*

La versione 0.5.8 di *SL-1D* ignora la resistenza aerodinamica del fronte della valanga. A causa della pressione idrostatica esercitata dal corpo della valanga, il fronte viene accelerato eccessivamente e si assottiglia. Di conseguenza, i valori massimi di pressione si verificano in posizione troppo arretrata rispetto al fronte. Un ulteriore motivo è rappresentato dal fatto che *AVAL-1D* non permette alla valanga di svilupparsi lateralmente.

Rimedio: sino alla pubblicazione di una versione più aggiornata, i valori di pressione ottenuti devono essere attentamente valutati e progressivamente ridotti in modo direttamente proporzionale alla distanza dal punto di distacco. A seconda delle caratteristiche di estensione laterale della valanga reale, occorre scegliere un fattore di riduzione compreso fra 0.3 e 1. Per un controllo, è possibile ricorrere alla formula per la valutazione delle altezze di ascesa incluse nel manuale di istruzioni *Considerazione delle valanghe polverose nella rappresentazione cartografica dei pericoli*.
