



COMUNE DI ARDESIO
PROVINCIA DI BERGAMO

**STUDIO DI DETTAGLIO PER LA PIANIFICAZIONE DELLE ZONE
ESPOSTE A VALANGA SUI VERSANTI A MONTE DELLA
STRADA COMUNALE DI COLLEGAMENTO ARDESIO -
VALCANALE**

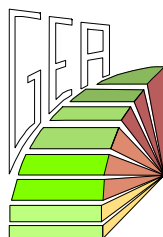
TITOLO ELABORATO

RELAZIONE NIVOLOGICA

N. PRATICA	TIPOLOGIA	FASE PROG.	SCALA	ELABORATO
20_083	SD	-	-	A

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
0	Dicembre 2020	Prima emissione
1	-	-
2	-	-
3	-	-

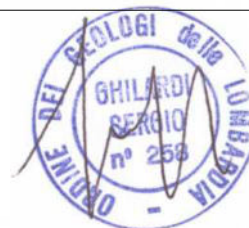
PROGETTISTI



Studio G.E.A.
24020 RANICA (Bergamo)
Via La Patta, 30/d
Telefono e Fax: 035.340112
E - Mail: gea@mediacom.it

Dott. Geol. SERGIO GHILARDI
iscritto all' O.R.G. della Lombardia n. 258

Dott. Ing. FRANCESCO GHILARDI
iscritto Ord. Ing. Prov. BG n. 3057



Collaborazione per gli aspetti nivologici Dott. Geol. Federico Rota

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
1.1. Scopo del lavoro	3
1.2. Procedura di elaborazione di una mappa di pericolo	4
2. MATERIALE DI CONSULTAZIONE E SUPPORTO	6
3. CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ	8
3.1. Classificazione secondo le direttive Elvetiche	8
3.2. Classificazione secondo le direttive AINEVA	9
4. DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO	12
5. CARATTERISTICHE DEL SITO VALANGHIVO	16
5.1. Sito valanghivo canale di Valcua.....	16
5.1.1. Zona di distacco	18
5.1.2. Zona di scorrimento.....	21
5.1.3. Zona di arresto	23
5.2. Sito valanghivo Valle Baresini	25
5.2.1. Zona di distacco	27
5.2.2. Zona di scorrimento.....	32
5.2.3. Zona di arresto	35
6. RACCOLTA E STUDIO DELLE INFORMAZIONI STORICHE.....	37
6.1. Valanga canale di Valcua	37
6.2. Valanga valle Baresini	37
6.3. Analisi degli eventi storici.....	37
7. TIPOLOGIA DELLE VALANGHE.....	39
8. ANALISI DELLE INFORMAZIONI NIVO-METEOROLOGICHE PER LA DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE AL DISTACCO	41
8.1. Elaborazione statistico – probabilistica dello spessore al distacco	48
8.2. Calcolo dello spessore della neve al distacco	51



9. SIMULAZIONE DINAMICA DELLE VALANGHE.....	55
9.1. Modelli utilizzati.....	55
9.2. Definizione dei parametri di calibratura	55
9.2.1. Variazione sulla base della cubatura della valanga.....	56
9.2.2. Variazione sulla base dell'altitudine della valanga	57
9.2.3. Variazione sulla base della canalizzazione e della rugosità della topografia	57
9.2.4. Variazione sulla base della periodicità	57
9.2.5. Parametri di input per le simulazioni monodimensionali	57
9.3. Simulazioni dinamiche	61
9.3.1. Valanga 6 – Canale Valcua	61
9.3.2. Valanga 6 – Valle Barendini.....	63
9.4. Analisi simulazioni dinamiche e simulazioni aggiuntive.....	66
10. CONSIDERAZIONI SULLE MAPPE DPERICOLO	68
11. CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI	71



1. PREMESSA

1.1. *Scopo del lavoro*

Su incarico della dell'Amministrazione Comunale di Ardesio, è stata svolta un'indagine nivologica con analisi di dinamica valanghiva su due siti valanghivi "storici" che insistono sulla Valcanale, andando ad interessare potenzialmente la strada di collegamento comunale. Per la redazione del presente studio ci si è avvalsi della collaborazione dell'esporto Dott. Geol. Federico Rota

Questo lavoro permetterà di avere una mappatura per la pianificazione delle zone esposte al pericolo valanghe, nel limitato intorno della zona di accumulo delle rispettive valanghe.

Con riferimento alla numerazione utilizzata nella Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe della Regione Lombardia (CLPV) si è proceduto allo studio e alla mappatura dei siti valanghivi (Lotto n.3 – anno di rilevamento 1991) n. 3160120006 e n. 3160120007 nel Comune di Ardesio (BG).

Per comodità, i riferimenti alla numerazione della CLPV sopraindicata, terranno conto solo dell'ultima cifra e quindi le due valanghe di interesse assumeranno la semplice numerazione di n. 6 e 7.

Inoltre, è stata verificata l'eventuale presenza di altre situazioni pericolose non riportate nella mappa di localizzazione probabile delle valanghe.

Lo studio dell'area è stato eseguito in considerazione:

- dell'assenza di opere di difesa attive/passive;
- della presenza di valanghe con percorso ben definito in cui l'espansione laterale risulta impedito e che quindi non hanno richiesto l'applicazione di un modello numerico bidimensionale ma solo quello monodimensionale.



1.2. Procedura di elaborazione di una mappa di pericolo

Lo studio per la pianificazione delle zone esposte al pericolo valanghe comprende i seguenti passi:

a) Raccolta e studio di informazioni storiche

Sono state cercate le informazioni storiche relative sia agli eventi verificatesi all'interno dei siti in esame oltre agli eventi verificatesi nella zona, utili quale base di verifica e taratura per i calcoli dinamici e per la stesura delle mappe di pericolo.

Tali informazioni sono state raccolte a partire dagli archivi valanghe, da documenti storici, da testimonianze verbali e fotografiche, da osservazioni sul territorio e foto aeree, oltre ad osservazioni dirette effettuate dallo scrivente.

b) Analisi di informazioni nivo-meteorologiche

I dati nivo-meteorologici delle stazioni di misura disponibili sono stati elaborati statisticamente allo scopo di determinare l'altezza della neve al distacco della valanga con tempi di ritorno di 300, 100 e 30 anni.

Per il calcolo e la verifica di tale altezza sono stati utilizzati i dati delle stazioni di località limitrofe alla zona in esame.

c) Studio topografico dell'area in esame

Lo studio topografico delle aree in esame che servirà per la definizione dei profili di calcolo, delle caratteristiche morfologiche del terreno delle aree interessate dal passaggio della valanga e per la definizione della zona di distacco e di deposito, è stato eseguito tramite l'utilizzo di foto satellitari, elaborate con un programma GIS e delle carte tecniche regionali (CTR scala: 1:10.000), oltre a sopralluoghi in loco (effettuati sia in periodo estivo o comunque in assenza di copertura nevosa, che invernale). Quest'ultima attività è stata finalizzata alla verifica di dettaglio delle caratteristiche geomorfologiche del sito, della copertura vegetale e delle strutture ed infrastrutture esposte, nonché all'individuazione di eventuali tracce del passaggio di valanghe ("testimoni muti"). Sono stati inoltre analizzati possibili dissesti in atto o



quiescenti che possono aggravare la propensione alla valangosità dei siti.

Percorrendo le aree soggette a valanghe sono stati esclusi alcuni settori per motivi logistici (presenza di salti di roccia, pareti su verticali, fitta vegetazione).

d) Simulazione dinamica delle valanghe

Il calcolo dinamico delle valanghe è stato eseguito utilizzando il seguente modello numerico per il calcolo delle valanghe di neve densa:

- il modello mono-dimensionale continuo AVAL-1d

Lo studio non prevede il calcolo dinamico per le valanghe polverose, sia per la scarsa possibilità che si verifichi tale fenomeno nei siti studiati e sia per la scarsa attendibilità nell'applicazione del modello in tale ambito.

e) Analisi delle simulazioni

Le simulazioni numeriche sono state analizzate e valutate alla luce:

- dell'assenza di opere di difesa attive/passive;
- della complessità della topografia del terreno e della fisica del fenomeno (per esempio: intersezione di valanghe che possono avere differenti aree di distacco ma percorsi di scorrimento in parte sovrapponibili, valanghe di versante non facilmente confinabili).

f) Stesura delle mappe di pericolo e del rapporto riassuntivo

Le mappe di pericolo sono state riportate su:

- cartografia in formato digitale, carta tecnica regionale scala 1:10000, con indicati il limite della zona rossa, blu, gialla con particolare attenzione agli ambiti di arresto sulla base dei risultati ottenuti con:
 - la ricerca storica;
 - la simulazione dinamica (modelli)/analisi della simulazione dinamica;
 - le osservazioni sul campo/foto aeree.



2. MATERIALE DI CONSULTAZIONE E SUPPORTO

Nella seguente lista è elencato il materiale di supporto utilizzato nell'ambito del presente lavoro.

- Linee di indirizzo per la gestione del pericolo di valanghe nella pianificazione territoriale. Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università degli Studi di Pavia - AINEVA. Febbraio 2001.
- Criteri per la perimetrazione e l'utilizzo delle aree soggette al pericolo valanghe. Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università degli Studi di Pavia - AINEVA. Giugno 2002
- Linee guida metodologiche per la perimetrazione delle aree esposte al pericolo valanghe. Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università degli Studi di Pavia - AINEVA. Dicembre 2004.
- Dati nivo-meteorologici delle stazioni di misura manuali italiane del Lago del Barbellino, Carona e Diga di Fregaborgia, gestita dal Centro Nivometeorologico dell'ARPA Lombardia, Bormio (SO).
- Catasto valanghe storico redatto dagli Uffici del Corpo Forestale nel 1977.
- Catasto valanghe storico gestito dal Centro Nivometeorologico dell'ARPA Lombardia, Bormio (SO).
- Schede della carta localizzazione probabile delle valanghe (CLPV) del Comune di Ardesio in Provincia di Bergamo (fornite dal Centro Nivometeorologico dell'Arpav Lombardia, Bormio, SO).
- Mappe topografiche: Carta Tecnica Regionale (CTR) scala 1:10000 fogli C4D1 e C4D2.
- Linee guida della normativa elvetica [UFAFP-Direzione federale delle foreste, FNP-Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe. *Direttive per la costruzione di opere di premunizione valangaria nella zona di distacco. Ed. 1990*].
- Modello di calcolo AVAL-1d e relativo manuale per il calcolo dinamico (manuale di AVAL-1d). Dal 1999 è stato inserito ufficialmente nelle linee guida svizzere. [*Eidg. Institut für Schnee und Lawinenforschung (SLF), 1999. Neue*



Berechnungsmethoden in der Lawinengefahrenkartierung. Davos, Eidg. Institut für Schnee und Lawinenforschung].

- Ortofoto digitali: Provincia di Bergamo (anno 2007), foto n. 077030
- Delibera della Giunta Regionale 22 Dicembre 2005 – N.8/1566
“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della Lr. 11 marzo 2005, n.12”.



3. CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

La classificazione della pericolosità viene distinta in 4 livelli a pericolosità omogenea, rappresentati da colori rosso, blu, giallo e bianco. Le grandezze utilizzate sono la frequenza e l'intensità da considerarsi come tempo di ritorno di una valanga di una determinata estensione in relazione alla pressione esercitata dalla valanga medesima su di un ostacolo piatto, di grandi dimensioni, disposto perpendicolarmente alla traiettoria della valanga.

I valori critici di seguito riportati secondo le due direttive, per la zona rossa, blu e gialla sono validi solo per gli insediamenti; si ricorda a tal fine che $1 \text{ KN/mq} = 1 \text{ KPa}$. Per altri scopi, quali vie di comunicazione o installazioni turistiche, si possono considerare valori convenientemente modificati.

3.1. *Classificazione secondo le direttive Elvetiche*

La pianificazione delle zone esposte al pericolo valanghe può essere eseguita seguendo le linee guida previste dalla normativa elvetica [UFAFP-Direzione federale delle foreste, FNP-Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe. Direttive per la costruzione di opere di premunizione valangaria nella zona di distacco. Ed. 1990].

Tali linee guida prevedono che le zone esposte alle valanghe siano così classificate:

Zona rossa: zone ad elevata pericolosità

1. quando le valanghe esercitano una pressione di 30 KN/m^2 o più con una periodicità che può andare fino a 300 anni (valanghe estreme), oppure
2. quando le valanghe esercitano pressioni più deboli, ma la cui periodicità è inferiore o uguale a 30 anni.
3. zone di distacco (campo addizionale non compreso nelle linee guida svizzere)



Zona blu: zona a moderata pericolosità

1. quando ci sono valanghe esercitanti una pressione minore di 30 KN/m² con una periodicità variabile tra 30 e 300 anni;
2. quando la zona è esposta agli effetti delle valanghe di neve polverosa esercitanti pressioni inferiori a 3 KN/m² e la cui periodicità è minore di 30 anni;

Zona gialla: zona a bassa pericolosità

1. quando il territorio è situato nella zona di influenza delle valanghe polverose esercitanti una pressione uguale o inferiore a 3 KN/m² e la cui periodicità è superiore ai 30 anni;
2. quando il territorio può essere raggiunto da valanghe di neve scorrevole – fenomeno che in teoria non si può escludere – che sono estremamente rare (periodicità media superiore a 300 anni) e non possono essere valutate statisticamente;

Zona bianca

Vengono attribuite alla zona bianca quelle aree dove, per quanto si è potuto valutare, l'azione della valanga non è da temere (se non è stata determinata una zona gialla, il rischio residuo è attribuito ad una zona marginale della zona bianca)

3.2. Classificazione secondo le direttive AINEVA

La pianificazione delle zone esposte al pericolo valanghe può essere eseguita seguendo le linee di indirizzo per la gestione del pericolo valanghe nella pianificazione territoriale [Documento approvato dall'assemblea AINEVA – Associazione Interregionale Neve e valanghe- il 23/02/01).

Tali linee guida prevedono che le zone esposte alle valanghe siano così classificate:

Zona rossa: zone ad elevata pericolosità

Una determinata area viene attribuita alla zona rossa quando esiste la



possibilità che si verifichi una sola delle seguenti due condizioni:

- valanghe frequenti (per le quali si assume convenzionalmente un tempo di ritorno di 30 anni) che esercitano una pressione uguale o superiore a 3 KPa;
- valanghe rare (per le quali si assume convenzionalmente un tempo di ritorno di 100 anni) che esercitano una pressione uguale o superiore a 15 KPa.

Zona blu: zone a moderata pericolosità

Una determinata area viene attribuita alla zona rossa quando esiste la possibilità che si verifichi una sola delle seguenti due condizioni:

- valanghe frequenti (per le quali si assume convenzionalmente un tempo di ritorno di 30 anni) che esercitano una pressione inferiore a 3 KPa;
- valanghe rare (per le quali si assume convenzionalmente un tempo di ritorno di 100 anni) che esercitano una pressione compresa tra 3 e 15 KPa.

Zona gialla: zona a bassa pericolosità

Vengono attribuite alla zona gialla quelle porzioni di territorio, che possono essere interessate dagli effetti residuali di valanghe di accadimento raro. In particolare una porzione di territorio viene attribuita alla zona gialla quando esiste la possibilità che in essa si verifichino valanghe rare (per le quali si assume convenzionalmente un tempo di ritorno pari a 100 anni) che esercitano una pressione inferiore a 3 KPa.

Andranno altresì delimitate in giallo le porzioni di territorio interessate dall'arresto di eventi valanghivi di accadimento eccezionale (per le quali si assume convenzionalmente un tempo di ritorno pari a 300 anni).

Zona bianca

La zona bianca, esterna alla zona gialla, è quella che si ritiene che il livello di pericolosità sia così esiguo da non richiedere alcun tipo di misura precauzionale.





Per questi motivi lo studio in esame e la pianificazione delle zone esposte al pericolo valanghe è stata eseguita, come da disciplinare di incarico utilizzando **le linee guida previste dalla normativa elvetica** [UFAFP-Direzione federale delle foreste, FNP–Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe. *Direttive per la costruzione di opere di premunizione valangaria nella zona di distacco*. Ed. 1990].

4. DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO

L'area studiata appartiene al territorio del Comune di Ardesio (580 m circa s.l.m.), nella medio alta Val Seriana, in provincia di Bergamo.

La zona può essere collocata nel settore centrale nel complesso dell'arco alpino, appartenente al settore delle Prealpi Orobie.

Il capoluogo giace sulla sponda sinistra del fiume Serio, su un terrazzo fluviale circondato dai monti, ad una quota di circa 600 m s.l.m.

Il territorio è molto ampio (oltre 50 Km²) caratterizzato da una morfologia variegata con i settori spondali del Serio che lasciano progressivamente il posto a vasti prati, a ricchi ed estesi boschi, a pascoli e successivamente a elevazioni montuose con scarpate rocciose e lunghe creste anche affilate.

Geologicamente siamo in zona di passaggio tra le unità litologiche appartenenti alle Prealpi (Calcere-Dolomia), più diffuse sul territorio comunale e le Alpi Orobie, caratterizzate dalla presenza di rocce di tipo cristallino.

L'area di indagine è posizionata sul versante montano in sinistra idrografica della Valcanale, ovvero della valle percorsa dal torrente Acqualina, immissario in destra idrografica del fiume Serio, nella quale si innesta in corrispondenza del fondo valle, ove si colloca anche la SP 49, ad una quota di 580 m s.l.m. circa.

Lungo tale valle, percorsa da una strada comunale si collocano numerosi insediamenti abitativi che, elencati procedendo da valle verso monte sono: Preda Grossa (Marinoni), Rizzoli, Bani, Zanetti, Grini, Berensini, Valcanale e Bades.

Le valanghe di interesse interessano potenzialmente le contrade di Grini (valanga n. 6 "Canale di Valcua") e Barensini (valanga n.7 "Valle Barensini").

Sono caratterizzate da un'esposizione pressoché netta ai quadranti meridionali, con quote massime che raggiungono i 1660 m s.l.m. circa, in prossimità della dorsale spartiacque tra la Valcanale e la Valgoglio e quote minime di poco inferiori ai 1000 m s.l.m, nelle vicinanze del fondovalle, percorso dal torrente Acqualina.

Nel complesso il territorio esaminato può essere definito di media montagna con caratteristiche tipiche della fascia alpina, con quote che sfiorano i 2000 m s.l.m.



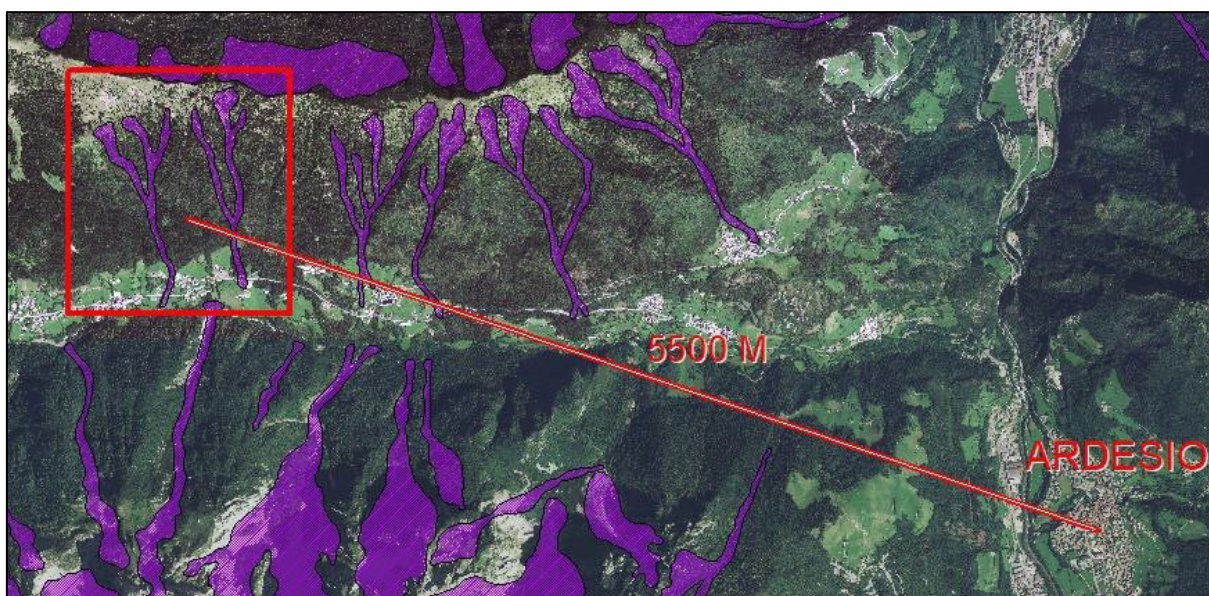


Figura 2 - Ubicazione indicativa dell'area di interesse (riquadro rosso) in riferimento ad Ardesio dalla quale dista circa 5,5 Km in linea d'aria.

Tabella 1 - Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche delle valanghe in esame

N. RIF. CLPV LOTTO 3	Nome	Area mq	Per. m	Quota max m	Quota min m	Esp.
3160120006	Canale di Valcua	89132	4127	1700	960	S
3160120007	Valle Barensini	95465	4105	1610	980	S

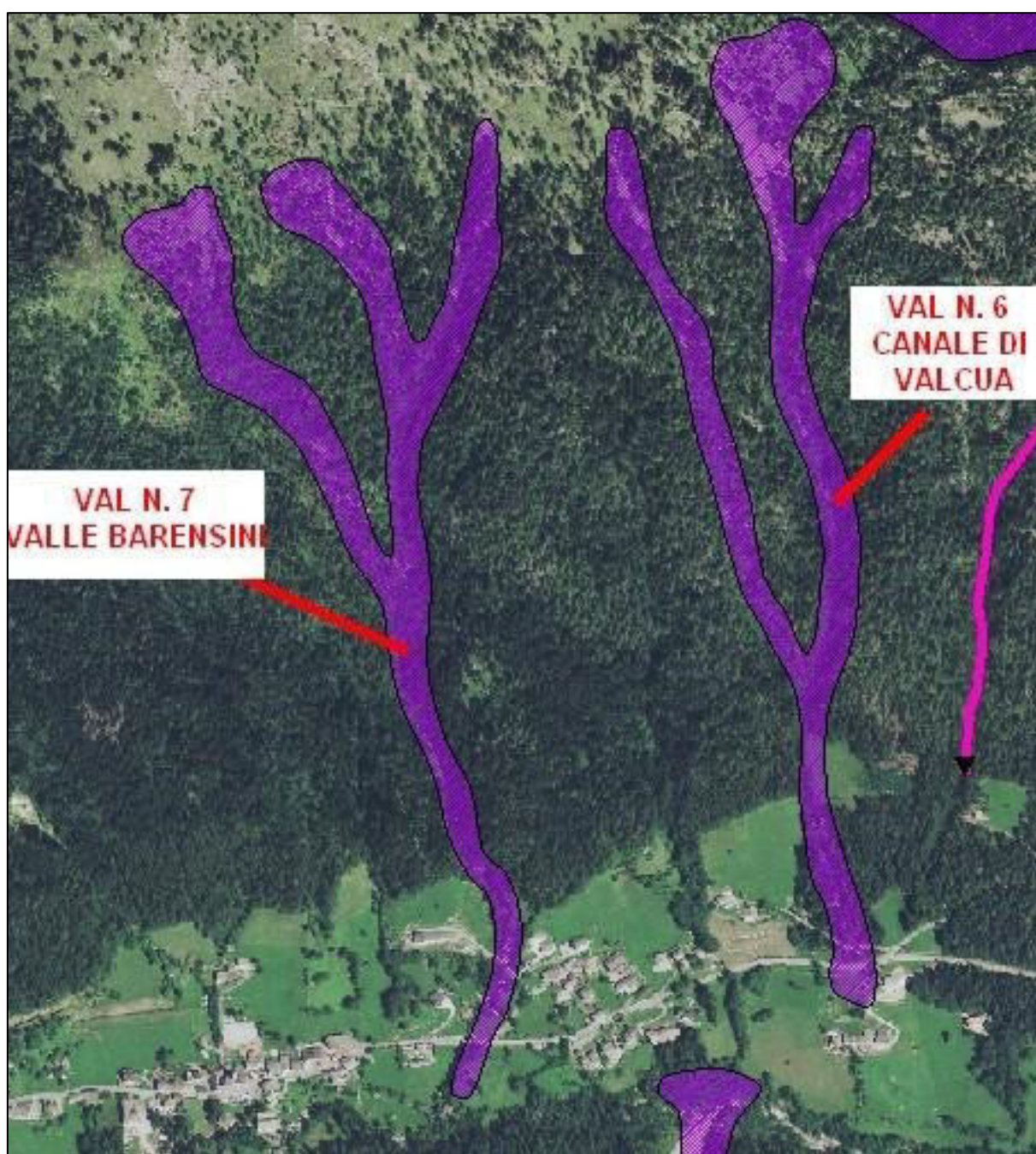


Figura 3 - Carta di localizzazione probabile delle valanghe (CLPV) con la perimetrazione delle valanghe di interesse desunte da testimonianze storiche (massime distanze raggiunte)

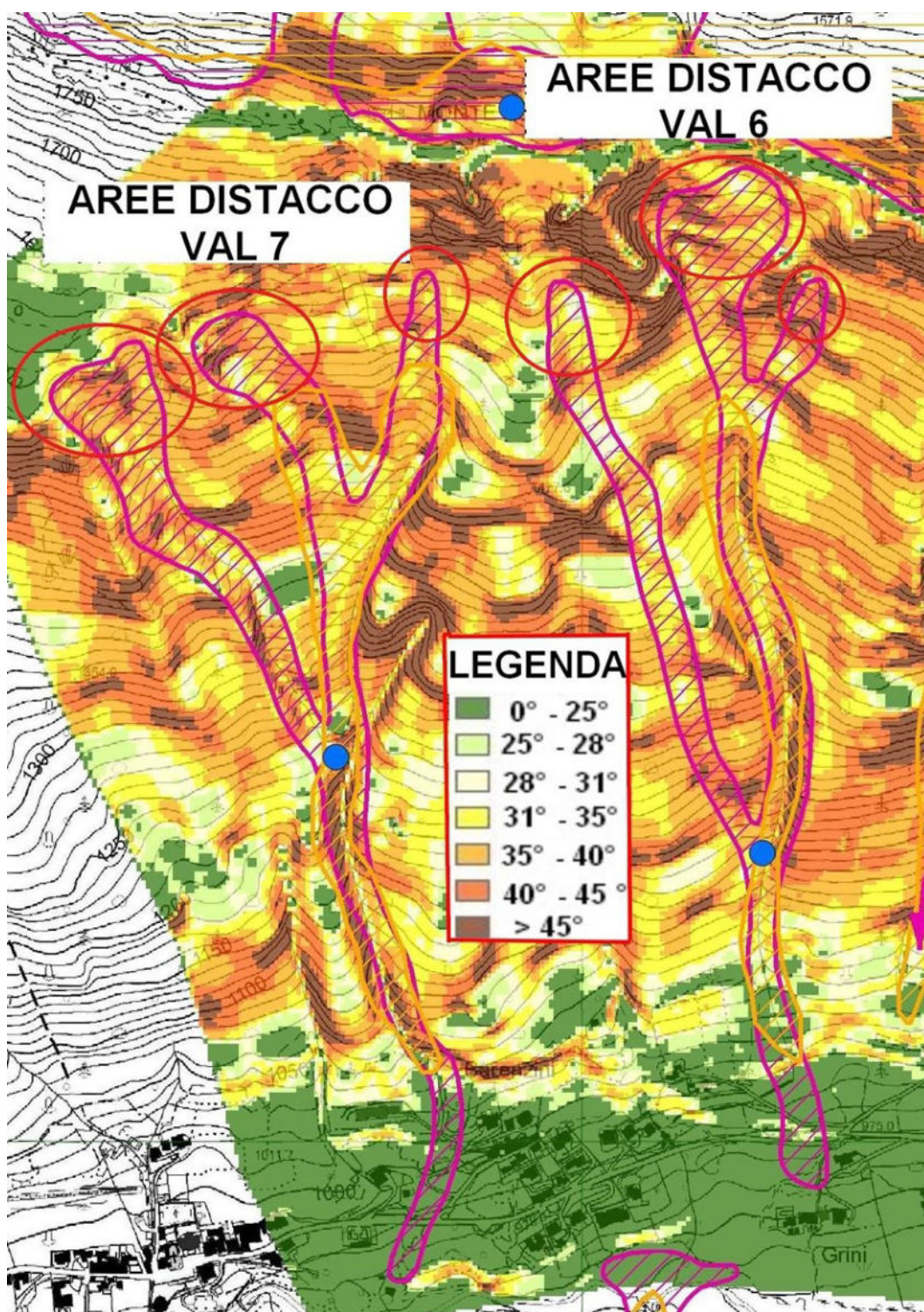


Figura 4 - Carta delle pendenze delle superfici delle valanghe di interesse con focus (cerchi rossi) sulle aree di distacco. Si ricorda come potenzialmente possono essere considerate aree di distacco anche tutte le aree rappresentate in figura in cui la pendenza del terreno supera i 28 gradi.

5. CARATTERISTICHE DEL SITO VALANGHIVO

5.1. Sito valanghivo canale di Valcua

Questo sito valanghivo è presente nella CLPV della Regione Lombardia (Lotto 3 - n. 6 del Comune di Ardesio) ed è la quinta valanga che si incontra in sinistra idrografica del torrente Acqualina procedendo da est verso ovest, ovvero da valle verso monte. Il sito valanghivo si caratterizza per la presenza di tre differenti zone di distacco che procedendo da est verso ovest sono denominate in tale direzione rispettivamente 6B2, 6B1 e 6A. Di seguito si descriveranno tutti questi settori con particolare attenzione alle aree di distacco, scorrimento e deposito.



Figura 5 - Sito valanghivo in esame in un'immagine panoramica da ORTOFOTO con i limiti laterali del bacino come riportato da CLPV.





Figura 6 - Immagine da DRONE (Settembre 2021) con la potenziale “traccia” della valanga di interesse (giallo). Si individuano pertanto le zone di scorrimento e le aree di distacco distinte.

5.1.1. Zona di distacco

Come accennato in precedenza, il sito valanghivo presenta tre zone di distacco distinte, che raggiungono una quota massima prossima o leggermente superiore ai 1600 m s.l.m.

Tutte le zone di distacco sono localizzabili sul versante ad esposizione meridionale, compreso tra il Monte di Zanetti (1712 m s.l.m.) ed il Monte Zulino (1756 m s.l.m.).

La zona di distacco più estesa ed in grado di generare ipoteticamente i volumi al distacco maggiori è la zona denominata 6B, ovvero la zona di distacco centrale.

Tale superficie raggiunge una larghezza massima di circa 130-140 m lineari, arrivando in prossimità della dorsale spartiacque con la Valgoglio, posta ad una quota di circa 1680 m s.l.m., in un punto di depressione ed a una distanza di 40 m lineari circa, secondo la retta di massima pendenza.

Tuttavia, la densità dell'attuale copertura vegetale, con piante ad alto fusto (larici), permette di escludere distacchi molto estesi lateralmente.

Queste considerazioni possono essere estese anche alle altre zone di distacco ed in generale per tutto il versante di indagine.

Ovviamente, sono da tenere in debito conto, eventuali situazioni, naturali o artificiali, che possono alterare le condizioni attuali.

Ci si riferisce in particolar modo ad eventuali incendi, eventi meteorologici estremi (forte vento, trombe d'aria) o il diffondersi di parassiti (processionaria, bostrico ecc.), in grado di ridurre rapidamente la copertura vegetale del versante.

In tale circostanze si potrebbero liberare le superfici di distacco, determinando un aumento del pericolo di valanghe.

Gli altri due bacini di distacco, denominati per comodità 6B2 e 6A, sono di dimensioni limitate sia in senso trasversale che longitudinale.

Le larghezze massime sono di circa 30-40 e si mantengono costanti anche con la diminuzione di quota.

Il substrato si caratterizza inoltre per la presenza di cotica erbosa a stelo lungo non pascolata.



Queste condizioni della base d'appoggio del manto nevoso e la decisa esposizione ai quadranti meridionali, possono favorire il fenomeno delle valanghe di slittamento e movimenti lenti del manto nevoso.

Non sono presenti comunque segni di tale propensione valanghiva, come le tipiche forme di erosione del substrato dovute alla spinta ed all'abrasione del manto nevoso sul suolo.

Su tutte queste aree di distacco la vegetazione sembra in espansione, andando a limitare potenzialmente l'estensione laterale delle valanghe.

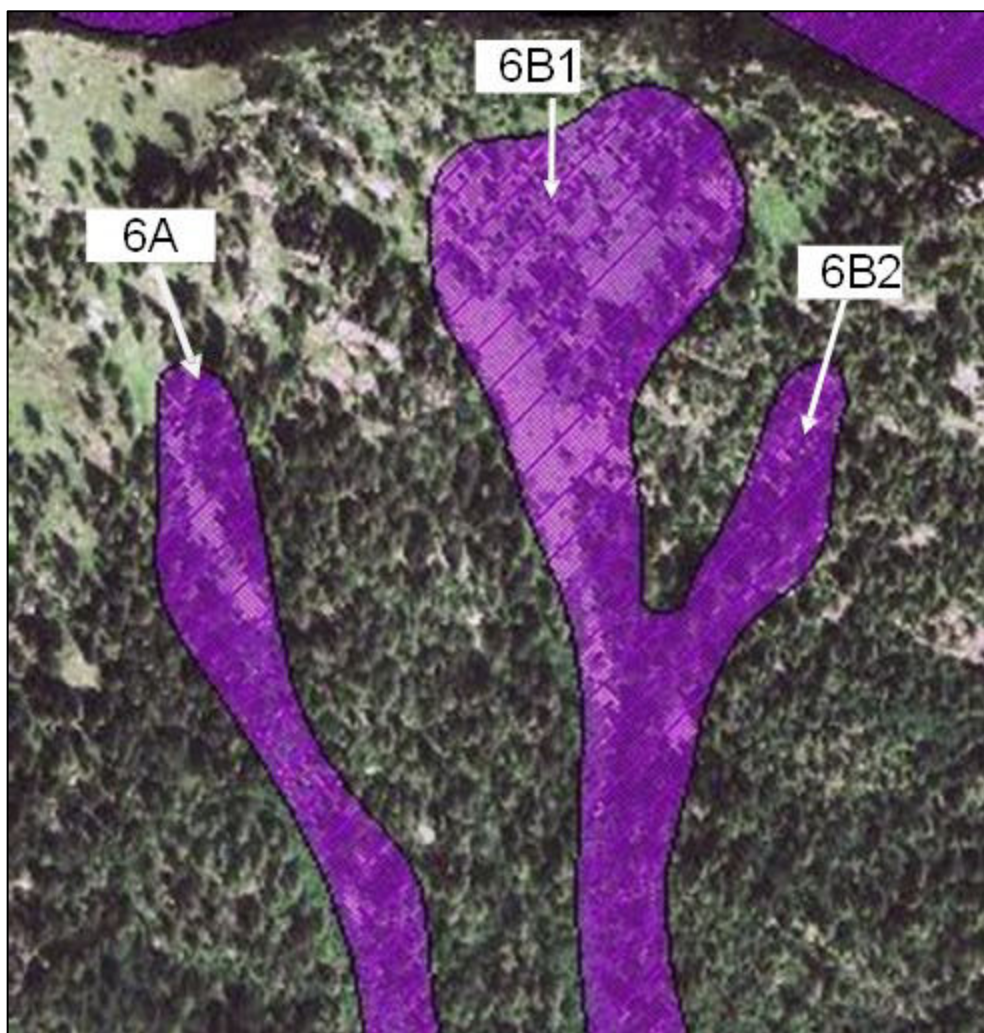


Figura 7 - Le aree di distacco del sito in analisi perimetrare secondo la CLPV.

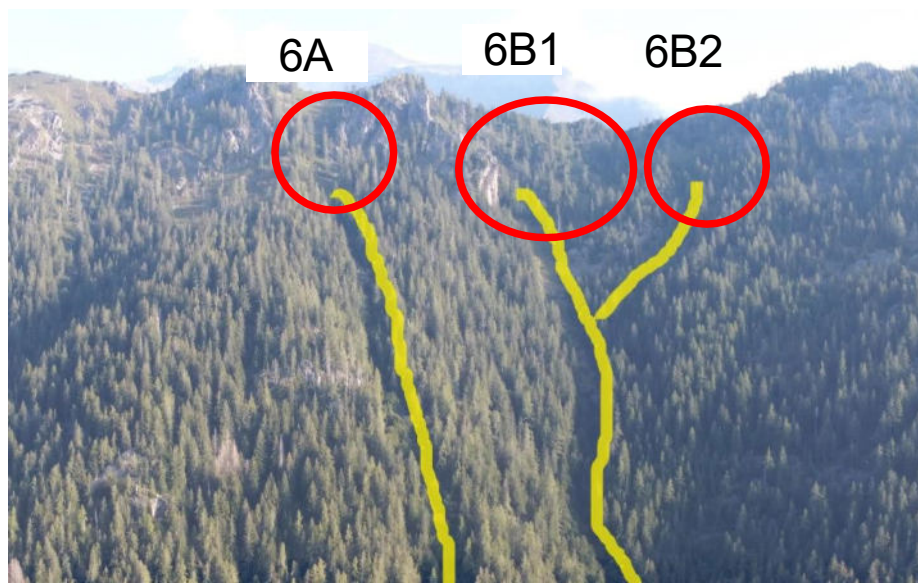


Figura 8 - Immagine da DRONE (Settembre 2021) con la potenziale “traccia” della valanga di interesse (giallo) al culmine della quale si individuano le tre aree di distacco distinte (cerchio rosso)

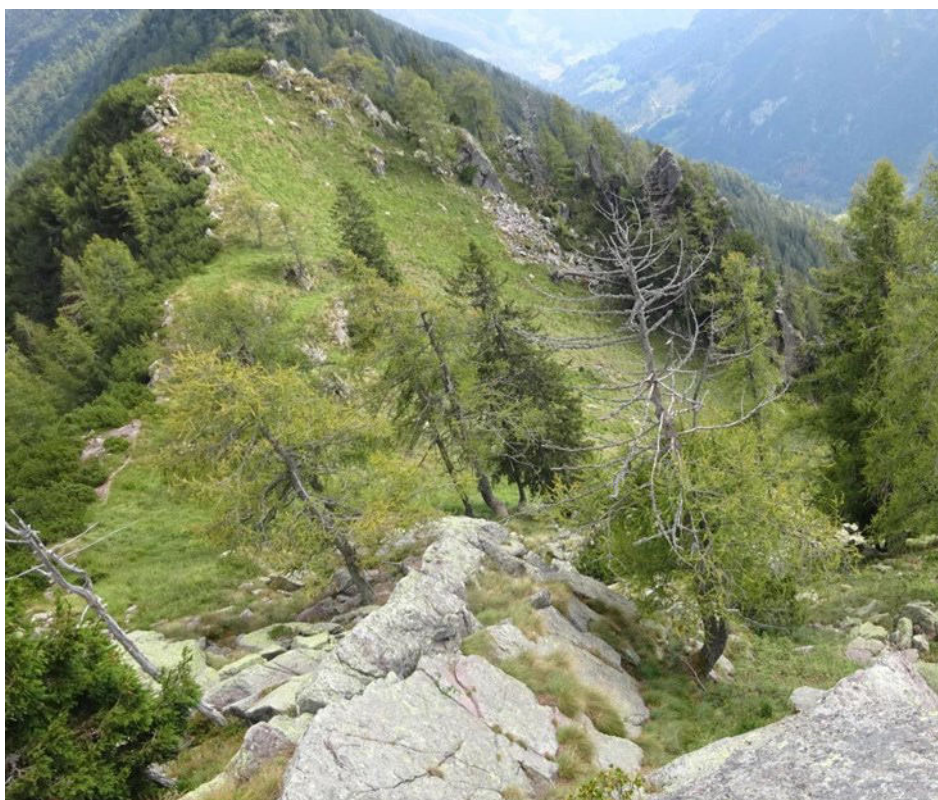


Figura 9 - Immagine da TERRA (Settembre 2021) dell’area di distacco del settore immediatamente a sud del Monte Zulino (1756 m) corrispondente al settore 6A.

5.1.2. Zona di scorrimento

Le zone di scorrimento si presentano interamente incanalate, percorrendo il versante boscato che caratterizza la sinistra idrografica della Valcanale.

La limitata estensione delle aree di distacco, come descritto in precedenza, determina una rapida definizione dei canali di scorrimento che si caratterizzano per una contenuta larghezza di circa 30-40 m fin da quote attorno ai 1500 m s.l.m.

Il canale di scorrimento diventa in comune per le tre aree di distacco a partire dalla quota di 1120 m s.l.m., in posizione decisamente ravvicinata alla zona di accumulo e dopo uno sviluppo lineare medio di circa 600 m.

Le aree di distacco 6B1 e 6B2, hanno il punto di inizio del percorso in comune posto ad una quota di 1450 m s.l.m.

Le valli che caratterizzano le zone di scorrimento distinte e quella in comune non vedono la presenza di acqua superficiale, se non presumibilmente in occasione di precipitazioni molto intense.

Non si verifica comunque, la formazione di ruscellamento in grado di connettersi con il torrente Acqualina del fondovalle.

Il pedonamento delle zone di scorrimento non ha evidenziato la presenza di “testimoni muti”, ovvero segni di passaggi recenti di valanghe come alberi piegati.

Il limite inferiore della zona di scorrimento incanalata vera e propria può essere posizionato attorno ai 1050 m s.l.m. circa laddove, termina il versante boscato e le valanghe potrebbero espandersi lateralmente.





Figura 10 - Immagine da DRONE (Settembre 2021) con le tre zone di scorrimento distinte e quella in comune che si origina da quota 1120 m s.l.m..

5.1.3. Zona di arresto

La zona di arresto si caratterizza dal punto di vista morfologico come un versante in sponda orografica sinistra di una valle, come la Valcanale dalla classica forma a "V". L'inclinazione del versante, ove termina la vegetazione ad alto fusto, rimane comunque relativamente elevata e pari a circa 20° (vedi carta delle pendenze).

La zona di arresto assume particolare interesse nell'elaborato dell'analisi in quanto, sono presenti elementi sensibili quali edifici e soprattutto la strada comunale di collegamento del fondovalle.

In via del tutto teorica quindi, l'eventuale raggiungimento di tale via di collegamento, determinerebbe l'isolamento, perlomeno temporaneo, degli abitati di Barensini, Valcanale e Bades.

Inoltre, sulla direttrice principale della valanga, si posiziona anche la strada che conduce ad alcune abitazioni poste a monte della strada comunale, in destra idrografica rispetto al senso di scorrimento della valanga.

Ipoteticamente sono oltremodo esposte al pericolo valanghe anche le abitazioni della contrada Grini, essendo posizionate a valle della strada comunale stessa e quindi con un rischio inferiore.

La fitta boscaglia che caratterizza il versante nella zona di accumulo, permette di definire rari gli eventi che hanno raggiunto negli ultimi anni tali superfici.

Anche eventuali espansioni laterali e/o accumuli distali multipli con sovrapposizioni e deviazioni della valanga sembrano piuttosto improbabili ma comunque da valutare.



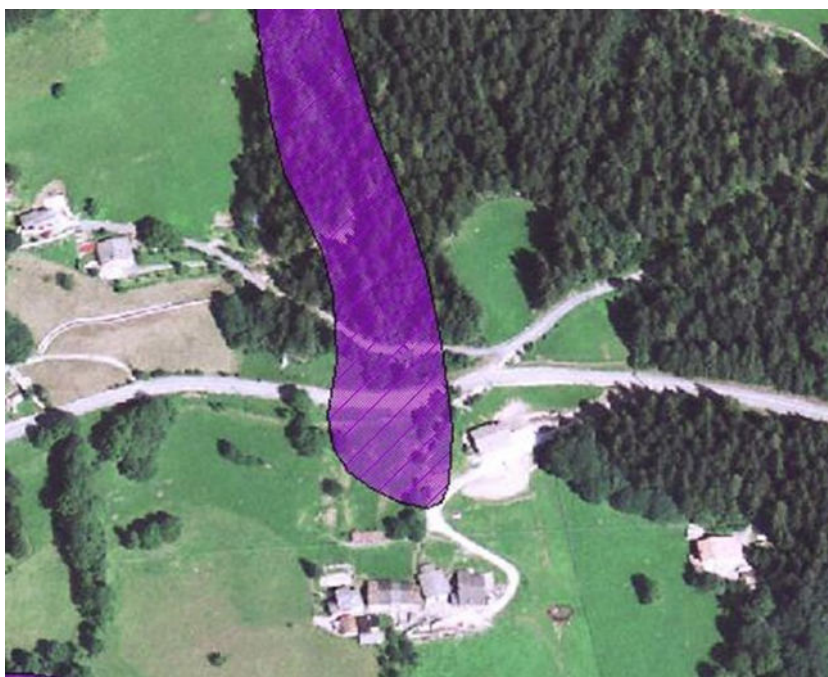


Figura 11 - La zona di accumulo del sito in analisi perimetrata secondo la CLPV.



Figura 12 - Immagine da DRONE (Settembre 2021) con la zona di accumulo della valanga lungo la potenziale linea di scorrimento (tratteggiato rosso).

5.2. Sito valanghivo Valle Baresini

Questo sito valanghivo è presente nella CLPV della Regione Lombardia (Lotto 3 - n. 7 del Comune di Ardesio) ed è la sesta valanga che si incontra in sinistra idrografica del torrente Acqualina procedendo da est verso ovest, ovvero da valle verso monte. Il sito valanghivo si caratterizza per la presenza di tre differenti zone di distacco progressivamente più ampie procedendo da est verso ovest e denominate in tale direzione rispettivamente 7B2, 7B1 e 7A.

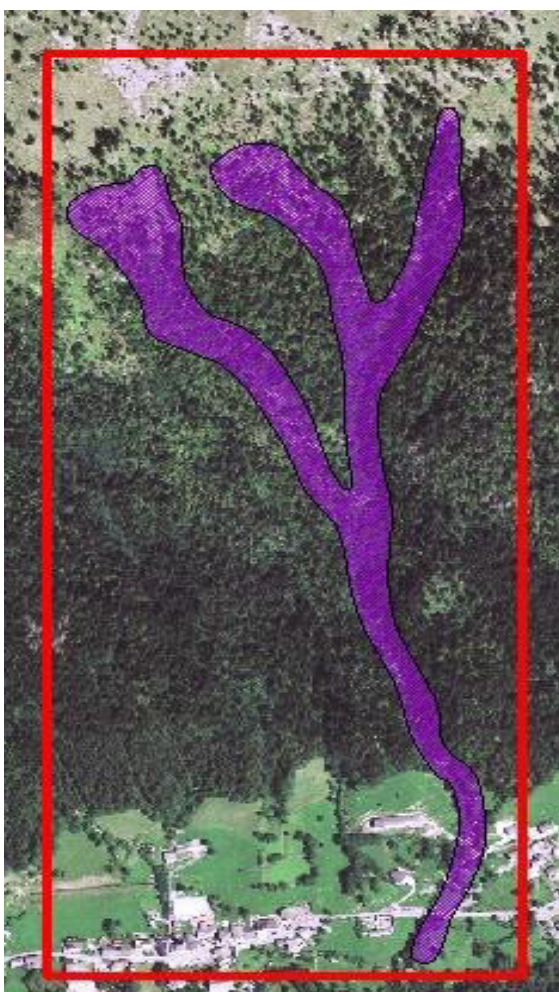


Figura 13 - Sito valanghivo in esame in un'immagine panoramica da ORTOFOTO con i limiti laterali del bacino come riportato da CLPV.



Figura 14 - Immagine da DRONE (Settembre 2021) con la potenziale “traccia” della valanga di interesse (giallo). Si individuano pertanto le zone di scorrimento e le aree di distacco distinte.

5.2.1. Zona di distacco

Come accennato in precedenza, il sito valanghivo presenta tre zone di distacco distinte, che raggiungono una quota massima di poco inferiore ai 1600 m s.l.m. e che caratterizzano il versante meridionale del Monte Zulino (1756 m s.l.m.).

La zona più estesa e più caratterizzante il sito valanghivo è quella occidentale, dove si raggiunge una larghezza massima di circa 110-120 m lineari.

Il bacino di distacco non raggiunge la dorsale spartiacque con la Valgoglio, posta ad una quota di circa 1750 m ed a una distanza di 280 m lineari, secondo la linea di massima pendenza.

Il bacino sottostante è imbutiforme, ovvero con larghezze che si riducono progressivamente.

Il substrato si caratterizza per la presenza di cotica erbosa a stelo lungo non pascolata con rare piante ad alto fusto, in prevalenza larici.

Queste condizioni della base d'appoggio del manto nevoso e la decisa esposizione ai quadranti meridionali, possono favorire il fenomeno delle valanghe di slittamento e movimenti lenti del manto nevoso.

Gli altri due bacini di distacco sono di minor estensione areale, con larghezze massime di 80 m per il settore 7B1, più ad ovest e 40 m per il settore 7B2.

L'estensione delle aree di distacco in senso longitudinale, lungo la linea di scorrimento, è di difficile determinazione ma comunque relativamente limitata a 30-40 m massimo, determinando in tal modo un volume contenuto delle potenziali valanghe.

Le caratteristiche del substrato delle aree di distacco 7B1 e 7B2, sono pressoché identiche a quelle evidenziate per l'area di distacco 7A ma, si evidenzia una maggior densità delle piante ad alto fusto.

Le due aree di distacco, si avvicinano alla dorsale spartiacque ed in particolare la valanga 7B2 è posta sotto la verticale del Monte Zulino (1756 m s.l.m.), dalla quale dista circa 130 m, secondo la linea di massima pendenza.

Su tutte queste aree di distacco la vegetazione sembra in espansione, andando a limitare potenzialmente l'estensione laterale delle valanghe.



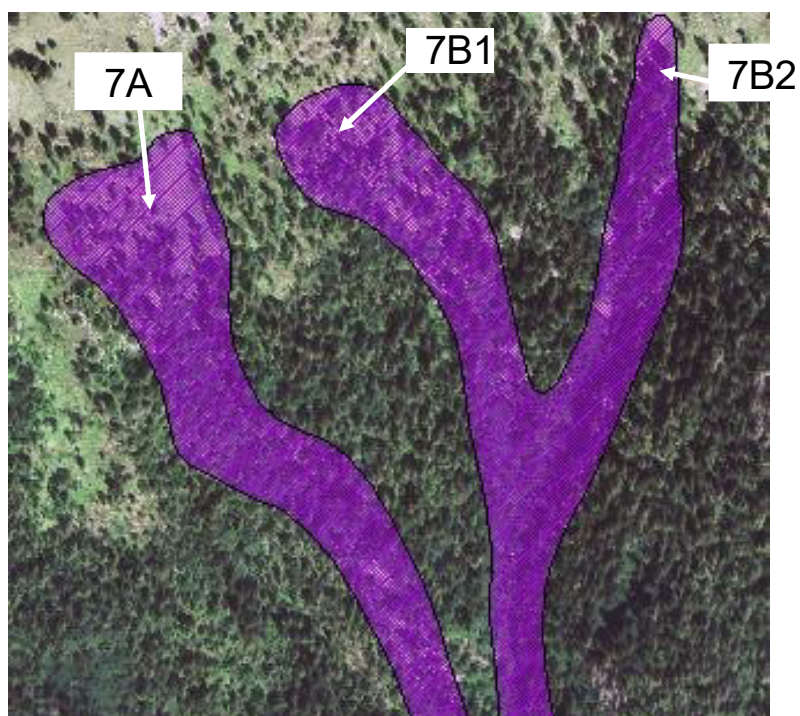


Figura 15 - Le aree di distacco del sito in analisi perimetrare secondo la CLPV.

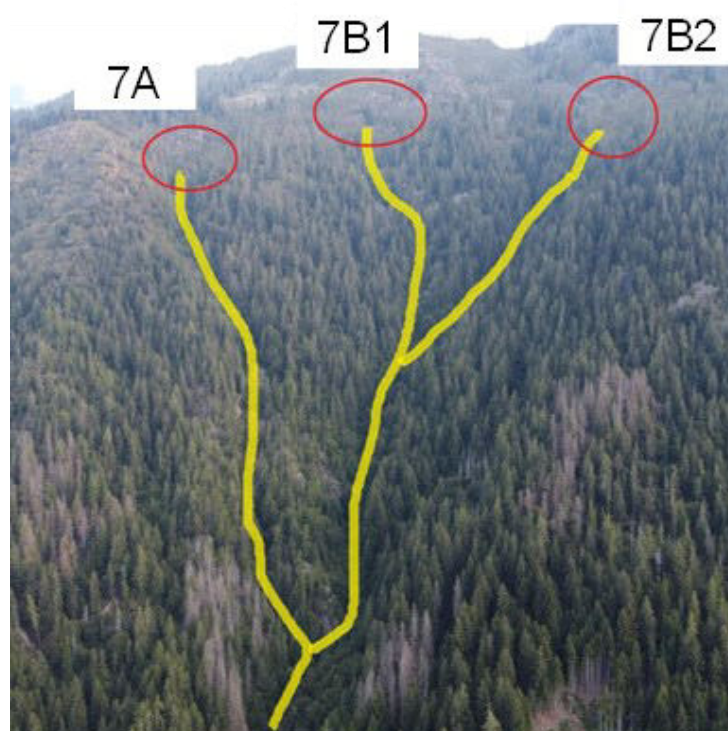


Figura 16 - Immagine da DRONE (Settembre 2021) con la potenziale “traccia” della valanga di interesse (giallo) al culmine della quale si individuano le tre aree di distacco distinte (cerchio rosso)

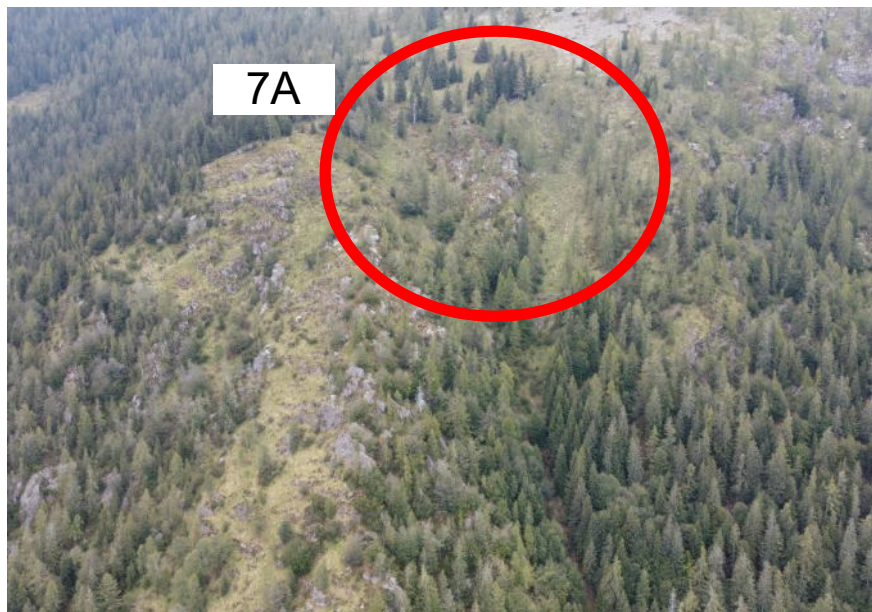


Figura 17 - Immagine da DRONE (Settembre 2021) con particolare della zona di distacco denominata 7A





Figura 18 - Immagini da TERRA (Settembre 2021) della zona di distacco 7A.

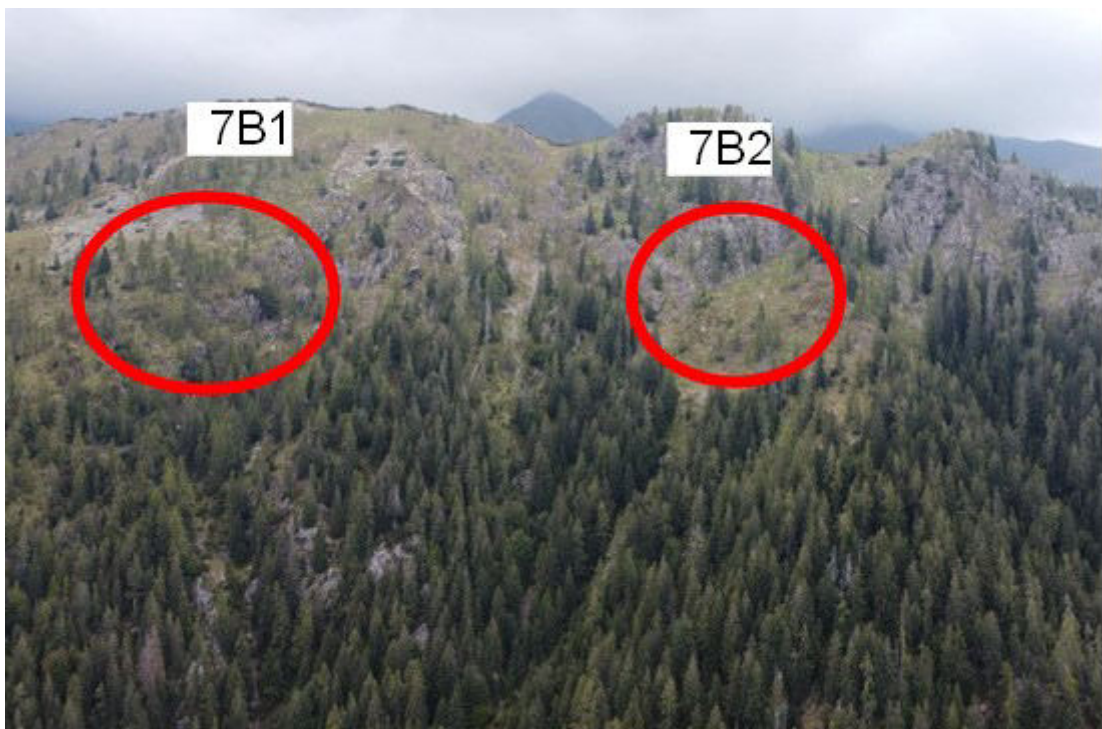


Figura 19 - Immagine da DRONE (Settembre 2021) con particolare delle zone di distacco denominate 7B1 e 7B2



Figura 20 - Immagine da TERRA (Settembre 2021) della zona di distacco 7B1



Figura 21 - . Immagine da TERRA (Settembre 2021) della zona di distacco 7B2.

5.2.2. Zona di scorrimento

Le zone di scorrimento si presentano interamente incanalate, percorrendo il versante boscato che caratterizza la sinistra idrografica della Valcanale.

La limitata estensione delle aree di distacco, come descritto in precedenza, determina una rapida definizione dei canali di scorrimento che si caratterizzano per una larghezza di circa 30-40 m fin da quote attorno ai 1500 m s.l.m.

Il canale di scorrimento diventa in comune per le tre aree di distacco a partire dalla quota di 1210 m s.l.m., mentre per le aree di distacco 7B1 e 7B2, il punto di inizio del percorso in comune è posto alla quota di 1340 m s.l.m.

Nel solco vallivo che caratterizza la zona di scorrimento è presente un corso a regime torrentizio.

L'azione di ruscellamento piuttosto debole in condizioni normali potrebbe far mutare le condizioni morfologiche del percorso di scorrimento, in caso di aumento della portata e soprattutto in caso di eventi alluvionali.

Mano a mano che ci si sposta verso le quote inferiori, il letto del torrente vede la comparsa di detrito grossolano con blocchi, nella quale trovano comunque la possibilità di crescere alcune piante ad alto fusto.

Non sono presenti "testimoni muti", ovvero segni di passaggi recenti di valanghe come alberi piegati nonché segnali di recenti fenomeni erosivi intensi.

Il limite inferiore della zona di scorrimento incanalata vera e propria può essere posizionato attorno ai 1020 m s.l.m. circa, laddove termina il versante boscato e le valanghe potrebbero espandersi lateralmente.



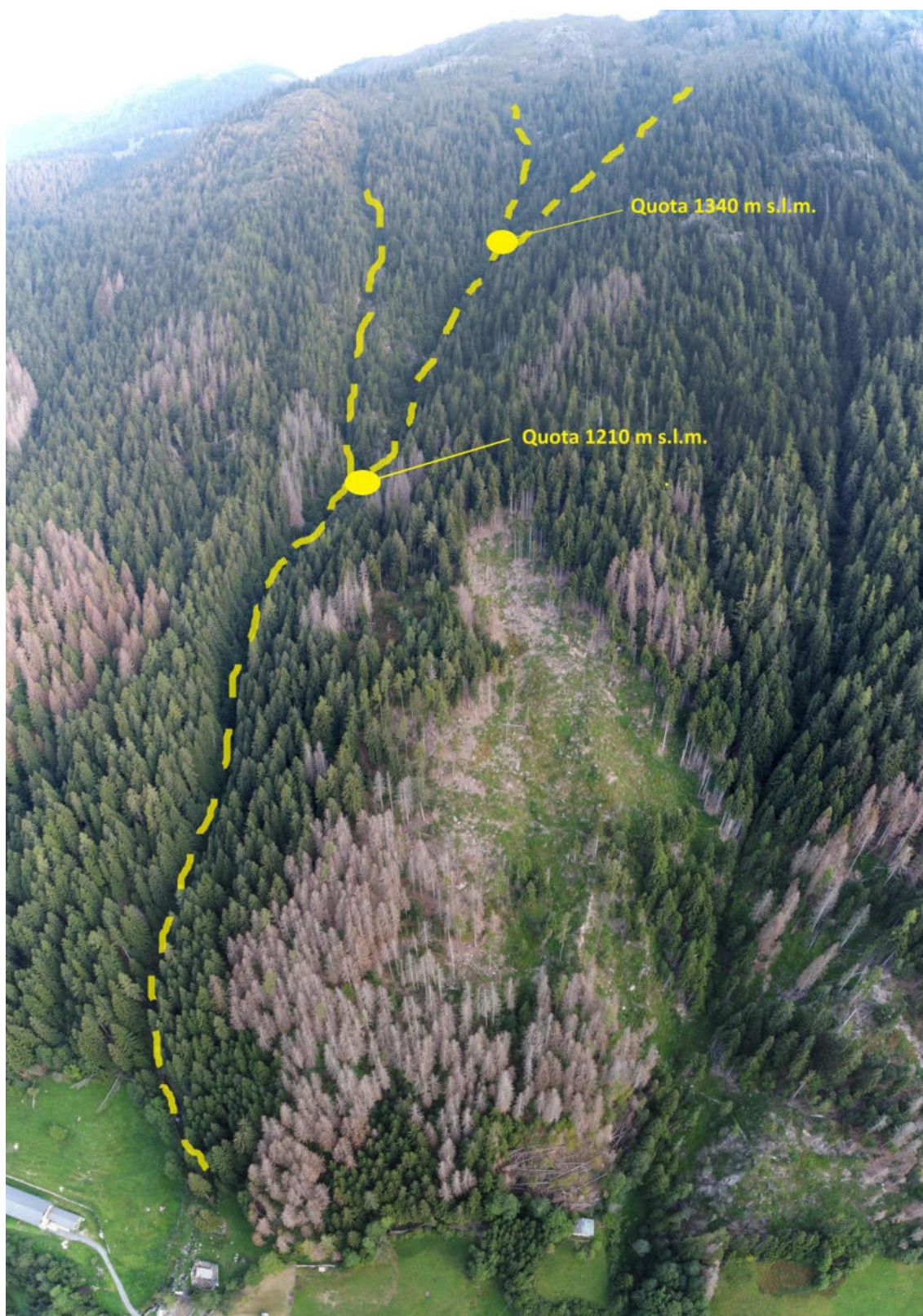


Figura 22 - Immagine da DRONE (Settembre 2021) con le tre zone di scorrimento distinte e quella in comune che si origina da quota 1210 m s.l.m.



Figura 23 - La zona di scorrimento incanalata ad una quota di 1100 m s.l.m.

5.2.3. Zona di arresto

La zona di arresto si caratterizza dal punto di vista morfologico come un versante in sponda orografica sinistra della Valcanale, dalla classica forma a “V”.

L'inclinazione del versante, ove termina la vegetazione ad alto fusto, rimane attorno ai 20° circa. La zona di arresto assume particolare interesse nell'elaborato in quanto, sono presenti elementi sensibili quali edifici e soprattutto la strada comunale di collegamento del fondovalle. In via del tutto teorica quindi, l'eventuale raggiungimento di tale via di collegamento, determinerebbe l'isolamento, perlomeno temporaneo, degli abitati di Valcanale e Bades. Sulla direttrice principale della valanga inoltre, si posiziona anche la strada che conduce alle abitazioni di Berensini. Questa località quindi, potrebbe essere interessata direttamente dal fenomeno valaghivo, determinando eventuali danni a immobili ed alle persone che vi abitano. Tuttavia questa possibilità è realisticamente limitata in quanto è poco probabile l'espansione laterale in sinistra idrografica della valanga, dove è posizionato il nucleo abitativo di Barenisini.



Figura 24 - . Immagine da DRONE (Settembre 2021) con la zona di accumulo della valanga lungo la potenziale linea di scorrimento (tratteggiato rosso)



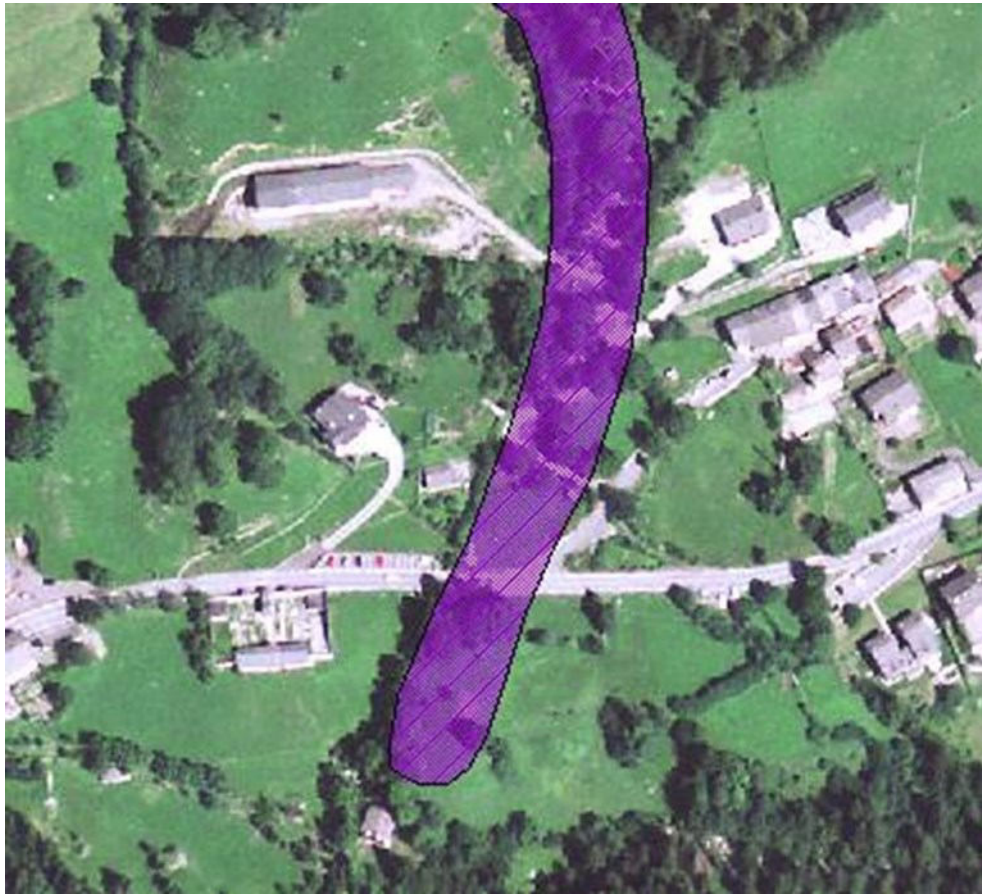


Figura 25 - La zona di accumulo del sito in analisi perimetrata secondo la CLPV.

6. RACCOLTA E STUDIO DELLE INFORMAZIONI STORICHE

I dati storici relativi agli eventi valanghivi verificatesi nell'area in esame sono stati ricavati dalle seguenti fonti:

- dalle carte di localizzazione probabile delle valanghe e dalle relative schede (fornite dal Centro Nivometeorologico dell'Arpav Lombardia, Bormio, SO);
- da inchiesta diretta sul terreno.

6.1. Valanga canale di Valcua

Secondo quanto riportato dalla scheda allegata alla Carta di Localizzazione Probabile Valanghe, la valanga attraversa la strada ma non ha mai investito le case sottostanti.

Testimone: Nino Zucchelli

6.2. Valanga valle Barensini

Secondo quanto riportato dalla scheda allegata alla Carta di Localizzazione Probabile Valanghe, la valanga nel '51 investì una casa provocando pochi danni ed arrivò fino al fiume. Il periodo era primaverile.

Testimone: Nino Zucchelli

6.3. Analisi degli eventi storici

I dati storici relativi alla zona in esame sono spesso incompleti e non riportano eventi di carattere eccezionale. Malgrado ciò, da testimonianze locali attendibili, si può accertare che le valanghe, in particolare la Valle Barensini, hanno più volte minacciato il fondovalle raggiungendolo solo in un'occasione.

È quindi ipotizzabile che in una situazione estrema (tempo di ritorno 300 anni) la valanga possa superare i limiti degli eventi storici noti raggiungendo e oltrepassando la strada comunale nel fondovalle. Le valanghe che potenzialmente accumulano nella zona di deposito le più grosse masse di neve sono generalmente quelle primaverili.



È inoltre possibile che, in concomitanza agli eventi di dimensioni maggiori, sono possibili distacchi multipli all'interno dello stesso bacino o da bacini attigui.

In questo caso è possibile che diverse valanghe interagiscano lungo il percorso aumentandone il potere distruttivo. Le valanghe osservate sono di tipo denso.

Il fenomeno delle valanghe di tipo polveroso è praticamente da escludere considerando la quota relativamente contenuta delle zone di distacco, inferiore ai 2000 m s.l.m., l'esposizione ai quadranti meridionali e l'assenza di salti altimetrici lungo il percorso di scorrimento.



7. TIPOLOGIA DELLE VALANGHE

Lo studio della dinamica delle valanghe prevede differenti procedure di calcolo a seconda della tipologia valanghiva considerata.

Tabella 2 - Tabella riepilogativa delle caratteristiche delle zone di distacco del sito valanghivo.

		Val. 6 Canale di Valcua	Val. 7 Valle Barensini
Carat. Top. al distacco	creste e pendii in quota		
	oltre il limite forest.		
	sotto il limite forestale		
Config. del terreno	versante aperto		
	versante imbutiforme		
	canaloni		
	banchi rocciosi		
Fisionomia sito val.	valanghe prop. dette		
	zona a scar. parz.		
	canalone localiz.		
	zona val. dedot. da doc.		
Caratteristiche superficiali zona di distacco	suolo liscio		
	roccia		
	detrito di falda		
	prato o pascolo		
	vegetazione arbustiva		
	vegetazione arborea		
Esp.zona di distacco	nord		
	nord-est		
	est		
	sud-est		
	sud		
	su-ovest		
	ovest		
	nord-ovest		
Periodicità	una volta all'anno		
	più volte all'anno		
	irregolare		
	eccezionale		
	storico		
	dato non disponibile		



In particolare, si riconoscono due categorie principali: le valanghe dense e le valanghe polverose.

La mappatura per la pianificazione delle zone esposte al pericolo valanghe per gli ambiti territoriali in esame verrà eseguita in base allo studio delle valanghe dense.

Si ricorda che lo studio delle valanghe polverose, molto più complesso, non è compreso in progetto.

Per quanto espresso nel paragrafo precedente, tale tipologia di valanghe si possono escludere.



8. ANALISI DELLE INFORMAZIONI NIVO-METEOROLOGICHE PER LA DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE AL DISTACCO

La grandezza nivologica utilizzata per il calcolo dinamico corrisponde al dato massimo annuale tra la variazione d'altezza del manto nevoso in tre giorni consecutivi di precipitazioni nevose ($I_{HS\ 3g}$) e la sommatoria massima di 3 gg. consecutivi di precipitazioni nevose ($\Sigma HN/3g\ max$) per un determinato periodo di ritorno. La scelta del tempo di ritorno è fissata dalle normative elvetiche in 300 e 30 anni. L'elaborazione statistico probabilistica delle grandezze idrologiche estreme è stata eseguita a partire dai dati di altezza neve raccolti presso le seguenti stazioni nivo-meteorologiche, gestite dal Centro Nivometeorologico dell'ARPA Lombardia, Bormio (SO):

- Lago del Barbellino (Valbondione);
- Carona;
- Lago Fregaborgia (Carona).

Tabella 3 – Stazioni nivo-meteorologiche utilizzate per lo studio

Stazione	Codice	Quota (m s.l.m.)	Anni di oss.	Attendibilità del dato
LAGO BARBELLINO	BAR	1880	39	Serie con buona lunghezza e con buona attendibilità
CARONA	CAR	1850	26	Serie di acquisizione buona, senza interruzioni ma corta
LAGO FREGABORGIA	FRE	1955	12	Serie molto corta

Considerando la serie di dati esaminata nelle tre stazioni è evidente come la Stazione del Lago Barbellino presenta una maggior estensione della serie dei dati rispetto alle altre stazioni. Inoltre è da considerarsi positiva la costanza nell'acquisizione ed la buona attendibilità per quanto riguarda le modalità di acquisizione stessa. La limitazione principale è legata alla distanza della stazione del Lago Barbellino dall'area di intervento e dalla differenza di quota.

Tuttavia, la stazione pur presentando delle differenze nelle caratteristiche geoclimatiche dei luoghi, si localizza, a differenza delle altre due stazioni, nel bacino



idrografico del fiume Serio e quindi nella stessa vallata “madre”.

Anche la stazione manuale di Carona presenta una buona estensione della serie dei dati, una buona attendibilità per quanto riguarda le modalità di acquisizione e soprattutto continuità senza interruzione dalla stagione invernale 1995-96.

La limitazione principale, nonostante la minor distanza dall'area di studio rispetto alla stazione del Lago Barbellino, è legata all'appartenenza al contesto della Val Brembana, geoclimaticamente abbastanza differente. L'ultima stazione di acquisizione dati del Lago Fregaboldia è evidentemente deficitaria in termini di quantità dei dati ed anche in termini di qualità nella modalità di acquisizione dati.

Pertanto non verrà presa in considerazione nell'analisi statistica.

Nell'elaborazione statistico probabilistica per la determinazione dello spessore di neve teorica al distacco, si farà affidamento, pertanto, alle due stazioni sopraelencate, ovvero del Lago Barbellino e di Carona.

La scelta definitiva della sequenza da utilizzare verrà effettuata solo a seguito dei risultati ottenuti dall'elaborazione statistica ed in funzione della loro rappresentatività nel contesto areale analizzato.



Figura 26 - Immagine dell'ubicazione della stazione di rilevamento dati del Lago Barbellino - 1880 m s.l.m. (punto rosso).



Figura 27 - Immagine dell'ubicazione delle stazioni di rilevamento dati del Lago Barbellino- 1880 m s.l.m., del Lago di Fregaborgia – 1955 m s.l.m. e di Carona – 1855 m s.l.m. (punti rossi) e posizione relativa rispetto all'area di intervento.

Tabella 4 - Altezza massima di neve al suolo (H_s max), incremento di neve al suolo massimo registrato in tre giorni consecutivi ($\Delta H_s/3g$ max) nel corso delle stagioni invernali dal 2001 al 2021 (interruzione durante 8 stagioni). Stazione Lago Fregaborgia alt. 1995 m s.l.m

AZIONE NIVOMETEOROLOGICA DI LAGO FREGABOLGIA 1955 M S.L.M.			
ID	STAG.	Hs ax	$\Delta H_s/3g$ max (CM)
		CM	
1	2001-02	109	65
2	2002-03	174	50
3	2003-04	225	153
4	2012-13	143	46
5	2013-14	212	114
6	2014-15	152	83
7	2015-16	155	66
8	2016-17	138	64
9	2017-18	248	76
10	2018-19	141	101
11	2019-20	260	85
12	2020-21	270	125
		185,58	85,67
		Hs MAX MEDIA	$\Delta H_s/3g$ MAX MEDIA



Tabella 5 - Altezza massima di neve al suolo (H_s max), incremento di neve al suolo massimo registrato in tre giorni consecutivi ($\Delta H_s/3g$ max) e sommatoria massima di 3 gg. consecutivi di precipitazioni nevose ($\Sigma H_N/3g$ max) nel corso delle stagioni invernali dal 1999 al 2021. Stazione Carona alt. 1850 m s.l.m.

STAZIONE NIVOMETEOROLOGICA DI CARONA - 1850 M S.L.M.				
ID	STAG.	Hs Max CM	$\Delta H_s/3g$ max (CM)	$\Sigma H_N/3g$ max (CM)
1	1995-96	153	66	78
2	1996-97	140	58	44
3	1997-98	145	78	113
4	1998-99	160	92	105
5	1999-00	90	73	110
6	2000-01	200	40	67
7	2001-02	100	68	67
8	2002-03	86	46	54
9	2003-04	210	82	105
10	2004-05	110	60	75
11	2005-06	148	86	115
12	2006-07	74	43	56
13	2007-08	102	48	60
14	2008-09	300	80	130
15	2009-10	184	72	74
16	2010-11	137	67	77
17	2011-12	85	43	73
18	2012-13	145	52	65
19	2013-14	310	56	93
20	2014-15	180	74	79
21	2015-16	199	77	91
22	2016-17	102	47	76
23	2017-18	132	74	80
24	2018-19	98	97	98
25	2019-20	155	59	71
26	2020-21	196	136	96
		151,58	68,23	82,77
		HS MAX MEDIA	$\Delta H_s/3g$ MAX MEDIA	$\Sigma H_N/3g$ MAX MEDIA



Tabella 6 - Tabella 6. Altezza massima di neve al suolo (H_s max), incremento di neve al suolo massimo registrato in tre giorni consecutivi ($\Delta H_s/3g$ max) e sommatoria massima di 3 gg. consecutivi di precipitazioni nevose ($\Sigma H_N/3g$ max) nel corso delle stagioni invernali dal 1981 al 2021 (interruzione durante 3 stagioni). Stazione Lago del Barbellino alt.1880 m s.l.m.

STAZIONE NIVOMETEOROLOGICA LAGO BARBELLINO 1850 M S.L.M.				
ID	STAG.	Hs Max CM	$\Delta H_s/3g$ max (CM)	$\Sigma H_N/3g$ max (CM)
1	1981-82	240	84	85
2	1982-83	240	90	102
3	1983-84	350	105	123
4	1984-85	360	124	133
5	1983-84	360	14	182
6	1983-84	206	88	102
7	1987-88	215	65	68
8	1989-90	115	45	42
9	1990-91	205	135	141
10	1991-92	190	121	142
11	1992-93	115	60	64
12	1993-94	225	145	165
13	1994-95	120	56	60
14	1995-96	178	52	75
15	1996-97	150	45	48
16	1997-98	220	97	110
17	1998-99	175	87	94
18	1999-00	101	81	88
19	2000-01	340	65	84
20	2001-02	107	65	67
21	2002-03	123	52	63
22	2003-04	230	102	123
23	2004-05	107	61	71
24	2005-06	175	100	134
25	2006-07	93	55	60
26	2007-08	184	56	63
27	2008-09	315	90	136
28	2009-10	225	87	97
29	2010-11	145	51	62
30	2011-12	114	48	65
31	2012-13	190	59	72
32	2013-14	380	103	116
33	2014-15	168	82	83
34	2015-16	170	68	61
35	2016-17	125	58	57
36	2017-18	196	54	62



37	2018-19	110	110	101
38	2019-20	174	57	58
39	2020-21	228	128	147
		196,51	78,08	92,46
		HS MAX MEDIA	Δ HS/3g MAX MEDIA	Σ HN/3g MAX MEDIA



8.1. Elaborazione statistico – probabilistica dello spessore al distacco

I dati massimi annuali di altezza di neve caduta in tre giorni consecutivi $\Delta HS/_{3g \max}$ e la sommatoria massima di 3 gg. consecutivi di precipitazioni nevose $\Sigma HN/_{3g \max}$ sono stati regolarizzati utilizzando la distribuzione di probabilità di Gumbel.

Sono stati presi in considerazione i valori annuali più elevati di $\Delta HS/_{3g \max}$ e $\Sigma HN/_{3g \max}$, dove per “anno” si intende ovviamente stagione invernale che va indicativamente da Novembre a Maggio.

Questo aspetto ha comunque comportato l’extrapolazione di dati più cautelativi in quanto sostanzialmente i valori di $\Sigma HN/_{3g \max}$ sono generalmente maggiori rispetto ai dati di $\Delta HS/_{3g \max}$, per effetto del naturale assestamento della neve fresca.

Nel complesso l’elaborazione statistico probabilistica ha permesso di associare ai tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni le altezze riportate in Tabella.

Tabella 7 - Valori di altezza d_0 per la stazione utilizzata e per tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

Stazione	Codice	Quota	Tr 30(cm)	Tr 100(cm)	Tr 300 (cm)
Lago Barbellino	BAR	1850	173	208	239

I valori sono stati regolarizzati per una quota di 2000 m s.l.m. e una pendenza di 28 gradi utilizzando un fattore di correzione pari a 5 cm ogni 100 m di dislivello in riferimento alla quota della stazione meteo e moltiplicando il valore così trovato per il coseno di 28 gradi (spessore medio della neve al distacco misurato ortogonalmente al pendio). L’altezza di neve così regolarizzata è indicata con $(d_0^*)_{alt=2000}$.

Tabella 8 - Valori di altezza $(d_0^*)_{alt=2000}$ (regolarizzati per una quota di 2000 m s.l.m. e una pendenza di 28 gradi) per la stazione in esame e per tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

Stazione	Codice	Tr 30(cm)	Tr 100(cm)	Tr 300 (cm)
Lago Barbellino	BAR	160	191	218



Con la serie di dati di Carona, l'analisi è stata effettuata considerando sia il valore di $\Delta HS/_{3g \text{ max}}$ (massimo valore annuale di altezza di neve caduta in tre giorni consecutivi), sia il valore di $\Sigma HN/_{3g \text{ max}}$, (sommatoria massima di 3 gg. consecutivi di precipitazioni).

Nel complesso l'elaborazione statistico probabilistica ha permesso di associare ai tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni le altezze riportate in Tabella.

Queste altezze sono state ricavate dall'elaborazione dei dati di $\Sigma HN/_{3g \text{ max}}$, (sommatoria massima di 3 gg. consecutivi di precipitazioni) che, nel caso specifico sono risultati i dati più elevati delle due serie. Questo è stato fatto per scopi cautelativi, utilizzando i valori più elevati di neve al distacco.

Tabella 9 - Valori di altezza $d0$ per la stazione utilizzata e per tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

Stazione	Codice	Quota	Tr 30(cm)	Tr 100(cm)	Tr 300 (cm)
Carona	CAR	1850	132	157	180

I valori sono stati regolarizzati per una quota di 2000 m s.l.m. e una pendenza di 28 gradi utilizzando un fattore di correzione pari a 5 cm ogni 100 m di dislivello in riferimento alla quota della stazione meteo e moltiplicando il valore così trovato per il coseno di 28 gradi (spessore medio della neve al distacco misurato ortogonalmente al pendio). L'altezza di neve così regolarizzata è indicata con $(d0^*)_{alt=2000}$.

Tabella 10 - Valori di altezza $(d0^*)_{alt=2000}$ (regolarizzati per una quota di 2000 m s.l.m. e una pendenza di 28 gradi) per la stazione in esame e per tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

Stazione	Codice	Tr 30(cm)	Tr 100(cm)	Tr 300 (cm)
Carona	CAR	124	146	166



Tabella 11 - Valori di altezza ($d0^*$)_{alt=2000} (regolarizzati per una quota di 2000 m s.l.m. e una pendenza di 28 gradi) per le stazioni analizzate e per tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

Stazione	Codice	Tr 30(cm)	Tr 100(cm)	Tr 300 (cm)
Lago Barbellino	BAR	160	191	218
Carona	CAR	124	146	166

L'analisi dei dati dell'elaborazione statistica appena eseguita evidenzia come i valori di altezza massima calcolati per il tempo di ritorno di 300 e 30 anni siano notevolmente differenti per le due stazioni, con dati molto elevati per la serie del Lago Barbellino. Questo evidenzia la difficoltà di estrarre dati di input rappresentativi da serie relativamente diverse e posizionate a distanza dall'area di indagine.

Questo è confermato anche dal fatto che i valori più elevati si sono avuti con la stazione del Lago Barbellino, nonostante la maggior lunghezza della serie (a maggiori dati di misura in genere corrispondono valori più ridotti per elevati tempi di ritorno).

Inoltre, dovendo eseguire una scelta su quale stazione di riferimento affidarsi si è preferito eseguire una sorta di "media ponderata" individuando dei valori il più possibili attendibili in funzione delle seguenti considerazioni:

- i valori del Lago del Barbellino risultano troppo alti; la zona come abbiamo accennato in precedenza, è soggetta a particolari condizioni che tendono ad "estremizzare" i valori registrati sia di altezza neve che di vento e temperature;
- entrambe le stazioni sono posizionate più a nord e più vicine alla cresta spartiacque con la Valtellina e quindi con il settore retico.

L'area in analisi ha caratteristiche geoclimatiche, dovute anche alla quota ed all'esposizione meridionale, che ben si possono definire di stampo prealpino.

Per queste ragioni e dovendo analizzare con il presente studio anche delle condizioni estreme (tempo di ritorno di 300 anni) si sono definiti i valori di altezza ($d0^*$)_{alt=2000}, riportati nella tabella sotto, verificandone in seguito la loro validità con le simulazioni eseguite.



Tabella 12 - Valori di altezza (d_0^*)_{alt=2000} (regolarizzati per una quota di 2000 m s.l.m. e una pendenza di 28 gradi) per siti valanghivi in esame e per tempi di ritorno di 30 e 300 anni.

Tr 30 (cm)	Tr 300 (cm)
145	195

8.2. Calcolo dello spessore della neve al distacco

Lo spesso della neve al distacco è determinato a partire dal valore di riferimento relativo ad un tempo di ritorno di 30 e 300 anni calcolato per una quota di 2000 m s.l.m. e per una pendenza di 28 gradi.

Questo valore di riferimento deve essere corretto in base alla quota media ed alla pendenza media della zona di distacco in esame.

Il valore (d_0^*)_{alt=2000} si riferisce ad un'altitudine di 2000 m s.l.m.

Per aree di distacco aventi diversa altitudine il fattore di correzione è pari a 5 cm ogni 100 m, in base alla seguente relazione:

$$d_0^* = (d_0^*)_{alt=2000} + \frac{0.05(alt - 2000)}{1000}$$

Lo spessore medio della neve al distacco (misurato perpendicolarmente al pendio) è determinato quindi con la relazione:

$$d_0 = d_0^* * f(\varphi)$$

Dove $f(\varphi)$ = fattore di pendenza; correzione dello spessore della neve al distacco in funzione della pendenza del pendio φ (maggiore è la pendenza minore è lo spessore al distacco):

$$f(\varphi) = \frac{0.291}{\sin \varphi - 0.202 \cos \varphi}$$



$\psi(^{\circ})$:	$f(\psi)$:	$\psi(^{\circ})$:	$f(\psi)$:
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

Per quanto riguarda la determinazione di apporto eolico aggiuntivo bisogna effettuare le seguenti precisazioni: come spiegato in precedenza i versanti in esame possono essere soggetti ad importante azione eolica di erosione e/o accumulo. Questa è una caratteristica ben evidente dalle osservazioni conoscitive fatte e deriva in particolar modo dall'orientazione molto netta dei versanti oggetto di studio. In particolare, si nota come i siti 2-3-4 siano orientati prevalentemente ad i quadranti occidentali con la linea di cresta sommitale che si sviluppa in direzione nord-sud; i siti dal n.7 al n.12 sono orientati prevalentemente ai quadranti orientali con linea di cresta sommitale che si sviluppa ortogonalmente a tale orientazione.

Per queste ragioni capita spesso che, quando il settore della destra idrografica dell'Oglio Frigidolfo è stato caricato da vento (provenienti da ovest, sud-ovest) il versante opposto, in sinistra idrografica, risulti eroso e viceversa.

I venti, quindi, possono condizionare notevolmente lo spessore della neve al suolo soprattutto laddove le zone di distacco sono posizionate a ridosso delle dorsali e creste spartiacque.

In funzione di queste considerazioni, su ogni sito e la corrispondente area di distacco, è stata valutata la possibile interazione eolica soprattutto in funzione delle



simulazioni di eventi estremi.

Dalle considerazioni eseguite nel par. 8.1, dalle altezze di distacco riportate nella tabella n.12 e dalle correzioni apportate e descritte in questo paragrafo, si sono ottenuti i valori di altezza di distacco per i siti valanghivi riportati nella tabella n.14.

Tabella 13 - Altezze di distacco corrette in funzione della quota effettiva delle aree di distacco, $d0^*$ Tr 30 e $d0^*$ Tr 300.

Val. n.	Nome	$d0^*$ alt=2000 Tr 30	$d0^*$ alt=2000 Tr 300	Quota media di distacco (m s.l.m.)	Correzione Altimetrica (cm)	$d0^*$ Tr 30	$d0^*$ Tr 300
6a	Canale di Valcua	145	195	1570	-22	123	173
6b1	Canale di Valcua	145	195	1620	-19	126	176
6b2	Canale di Valcua	145	195	1570	-22	123	173
7a1	Valle Barensini	145	195	1570	-22	123	173
7a2	Valle Barensini	145	195	1550	-23	122	172
7b1	Valle Barensini	145	195	1560	-22	123	173
7b2	Valle Barensini	145	195	1570	-22	123	173

Tabella 14 - Altezze di distacco e fattori di correzione

Val. n.	Nome	$d0^*$ Tr 30	$d0^*$ Tr 300	Pendenza media ψ (°)	f (ψ) Fattore Pendenza	Altezza distacc (cm) Tr 30	Altezza distacco (cm) Tr 300
6a	Canale di Valcua	123	173	33	0.78	96	135
6b1	Canale di Valcua	126	176	42	0.56	71	99
6b2	Canale di Valcua	123	173	42	0.56	69	97
7a1	Valle Barensini	123	173	39	0,62	76	107



Val. n.	Nome	d0* Tr 30	d0* Tr 300	Pendenza media ψ (°)	f (ψ) Fattore Pendenza	Altezza distacc (cm) Tr 30	Altezza distacco (cm) Tr 300
7a2	Valle Barensini	122	172	37	0.66	80	113
7b1	Valle Barensini	123	173	37	0.66	81	114
7b2	Valle Barensini	123	173	35	0.71	87	123

Sulla base di questi valori, si sono eseguiti pertanto, le simulazioni dinamiche riportate nel paragrafo seguente.



9. SIMULAZIONE DINAMICA DELLE VALANGHE

9.1. Modelli utilizzati

Il calcolo dinamico delle valanghe in esame verrà eseguito utilizzando il seguente modello numerico per il calcolo delle valanghe di neve densa (senza calcolo per le valanghe polverose):

- Il modello mono-dimensionale continuo AVAL-1d, con il quale è possibile eseguire un'analisi dettagliata della dinamica della valanga lungo tutto il suo percorso. Permette di determinare non solo la distanza di arresto ma anche velocità, pressioni, altezze di flusso, distribuzione dei depositi. Il modello Aval-1d è stato sviluppato e calibrato presso il nostro Istituto. Dal 1999 è stato inserito ufficialmente nelle linee guida svizzere. [Eidg. Institut für Schnee und Lawinenforschung (SLF), 1999. Neue Berechnungsmethoden in der Lawinengefahrenkartierung. Davos, Eidg. Institut für Schnee und Lawinenforschung].

Non è stato necessario integrare tale modello con l'utilizzo del modello bi-dimensionale continuo in quanto le valanghe in oggetto non presentano evidenti diramazioni laterali e risultano nella maggior parte dei casi confinate e legate ad un percorso ben preciso (presenza di impluvi ben incisi, versanti aperti limitati lateralmente da piante ad alto fusto). Le simulazioni monodimensionali sono state eseguite a partire da mappe topografiche in scala 1:10000 (CTR), le uniche disponibili per la zona in formato digitale.

9.2. Definizione dei parametri di calibratura

I parametri di attrito ξ e μ variano sulla base delle seguenti caratteristiche:

- cubatura della valanga: 3 categorie
- altitudine dell'elemento del profilo: 3 categorie
- canalizzazione e rugosità della topografia: 3 categorie
- periodicità: 2 categorie

Questi parametri (v.tab.15) sono stati definiti dall'Istituto Federale per lo studio della neve e delle valanghe SNV di Davos (Svizzera) e sono riferiti al settore nord alpino.



Questo aspetto verrà tenuto particolarmente in considerazione nell'attribuzione dei parametri di calibratura ai diversi siti, considerando che ci troviamo nel settore sud alpino.

9.2.1. Variazione sulla base della cubatura della valanga

I parametri di calibratura sono distinti tra valanghe di grandi dimensioni (volume > 60000 m³) valanghe di medie dimensioni (25000<volume<60000 m³) e valanghe di piccole dimensioni (<25.000 m³). I limiti non sono tuttavia perentori e possono essere adeguati.

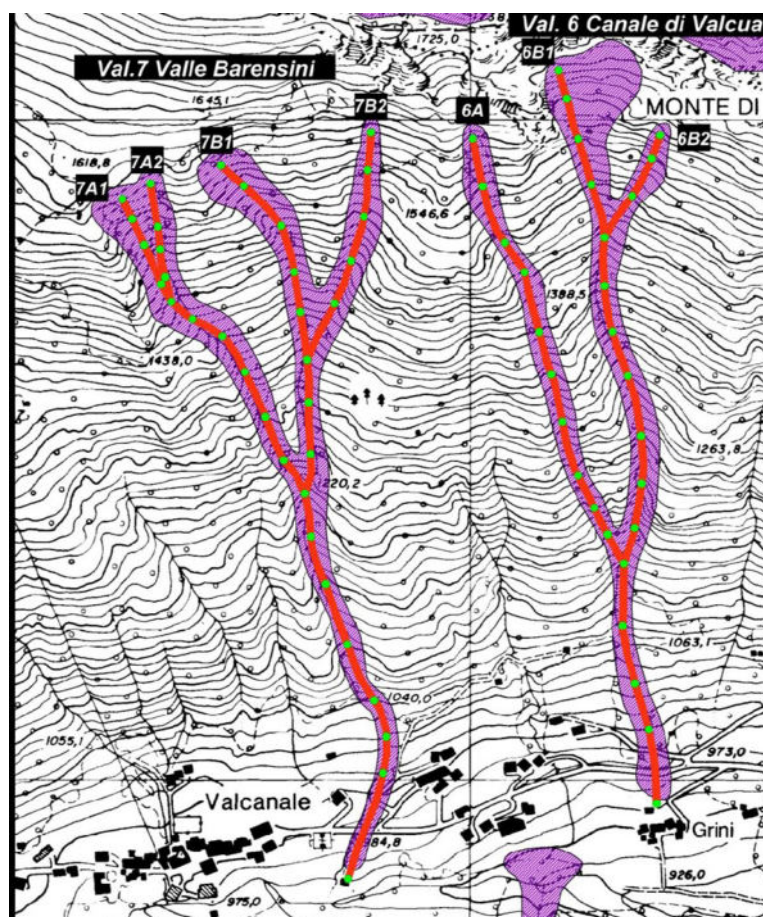


Figura 28 - Profili di calcolo utilizzati per le simulazioni monodimensionali.

9.2.2. Variazione sulla base dell'altitudine della valanga

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 "l'attrito" è inferiore. Nei nostri calcoli, dato che le valanghe in esame appartengono al versante sud delle alpi è risultato opportuno valutare con attenzione i parametri di "input" inseriti utilizzando i valori proposti da SLF.

9.2.3. Variazione sulla base della canalizzazione e della rugosità della topografia

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. I parametri cambiano a seconda della topografia considerata.

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

9.2.4. Variazione sulla base della periodicità

I parametri di attrito variano anche in base alla periodicità. Il concetto che si cela dietro a 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 μ che rispecchiano le condizioni nevose sono stati generalmente aumentati di 0.01 ed è stata apportata anche una leggera modifica ai valori ξ .

9.2.5. Parametri di input per le simulazioni monodimensionali



Nella tabella di seguito vengono riportati i parametri di attrito ξ e μ , riferiti ai siti in esame in funzione della topografia e delle quote, determinati in modo automatico applicando la tabella di riferimento, anch'essa riportata di seguito.

Questi, come già spiegato in precedenza, sono stati definiti dall'Istituto Federale per lo studio della neve e delle valanghe SNV di Davos (Svizzera) e sono riferiti al settore nord alpino.

L'autore ha ritenuto opportuno, eseguire delle simulazioni aggiuntive di verifica applicando delle correzioni a tali valori considerando le caratteristiche nivologiche del settore subalpino, legati essenzialmente a precipitazioni più abbondanti, neve più viscosa e maggior copertura vegetativa delle zone di scorrimento e accumulo.

L'analisi dei risultati delle simulazioni eseguite con i parametri corretti ha permesso di verificarne l'inadeguatezza con dei valori e delle distanze di arresto inferiori e quindi meno cautelativi. Questi risultati e le considerazioni di natura meteorologica che si possono fare sul settore analizzato hanno fatto propendere per l'utilizzo dei parametri "standard" riportati nella tabella predetta.



Tabella 15 - Valori dei parametri di attrito ξ e μ per il modello FL-1D

Grande valanga (> 60.000 m ³)		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 m ³)					
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 m ³)					
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 16 - Parametri di input per le simulazioni mono-dimensionali secondo normativa svizzera.

n.	d ₀ (300) (m)	d ₀ (30) (m)	V ₀ (300) (m ³)	V ₀ (30) (m ³)	Quota (m s.l.m.)	Topografia	ξ (300)	μ (300)	ξ (30)	μ (30)
6a	135	96	5639	4010	1590-1550	Versante	1500	0,30	1200	0,31
					1550-1030	Incanalata	1000	0,34	800	0,35
					1030-960	Versante	1200	0,32	1200	0,33
					1030-960	Versante	1200	0,34	1000	0,35
6b1	99	71	4707	3376	1640-1550	Versante	1500	0,30	1200	0,31
					1550-1030	Incanalata	1200	0,32	1000	0,33
					1550-1030	Incanalata	1000	0,34	800	0,35
					1030-960	Versante	1200	0,32	1000	0,35
6b2	97	69	5037	3583	1590-1550	Versante	1500	0,30	1200	0,31
					1550-1030	Incanalata	1000	0,34	1200	0,33
					1030-960	Versante	1200	0,32	1200	0,33
					1030-960	Versante	1200	0,34	1000	0,35
7a1	107	76	4722	3354	1580-1520	Versante	1500	0,30	1200	0,31
					1520-1050	Incanalata	1000	0,34	800	0,35
					1050-970	Versante	1200	0,32	1200	0,33
					1050-970	Versante	1200	0,34	1000	0,35
7a2	113	80	4117	2915	1580-1500	Versante	1500	0,30	1200	0,31
					1500-1050	Incanalata	1200	0,32	800	0,35
					1050-970	Versante	1200	0,32	1200	0,33
					1050-970	Versante	1200	0,34	1000	0,35
7b1	114	81	5607	3984	1580-1490	Versante	1500	0,30	1200	0,31
					1490-1050	Incanalata	1200	0,32	800	0,35
					1050-970	Versante	1200	0,32	1200	0,33
					1050-970	Versante	1200	0,34	1000	0,35
7b2	123	87	7855	5556	1590-1550	Versante	1500	0,30	1200	0,31
					1550-1050	Incanalata	1200	0,32	800	0,35
					1050-970	Versante	1200	0,32	1200	0,33
					1050-970	Versante	1200	0,34	1000	0,35



9.3. Simulazioni dinamiche

9.3.1. Valanga 6 – Canale Valcua

Sul settore valanghivo in esame sono state eseguite tre simulazioni in corrispondenza delle tre potenziali zone di distacco e dei tre profili interamente confluenti poi alla quota di 1120 m s.l.m..

I calcoli sono stati eseguiti utilizzando i parametri di input riportati nella tabella indicata in precedenza.

In tutti i casi simulati (tempo di ritorno 300 e 30 anni) le valanghe sono di piccole dimensioni (volume inferiore ai 10000 m³).

Nella tabella 16 sono inoltre rappresentati: le altezze al distacco d₀ per tempi di ritorno di 300 e 30 anni, i volumi al distacco V₀ per tempi di ritorno di 300 e 30 anni, la quota, le caratteristiche topografiche ed i parametri di calibratura λ e μ corrispondenti ai tempi di ritorno di 300 e 30 anni.

I risultati dei calcoli sono riportati in tabella 17.

Il limite della zona rossa è stato posizionato rispettivamente a:

- **236 m (1075 m di quota) a monte della strada comunale**

Il limite della zona blu è stato posizionato rispettivamente a:

- **50 m (960 m di quota) a valle della strada comunale**

Il limite della zona rossa è stato determinato sulla base della simulazione di trecento anni per il profilo 6A, risultato il più conservativo.

Significativo come in tutte le simulazioni eseguite il limite della zona blu sia stato attribuito al punto indicato sopra.



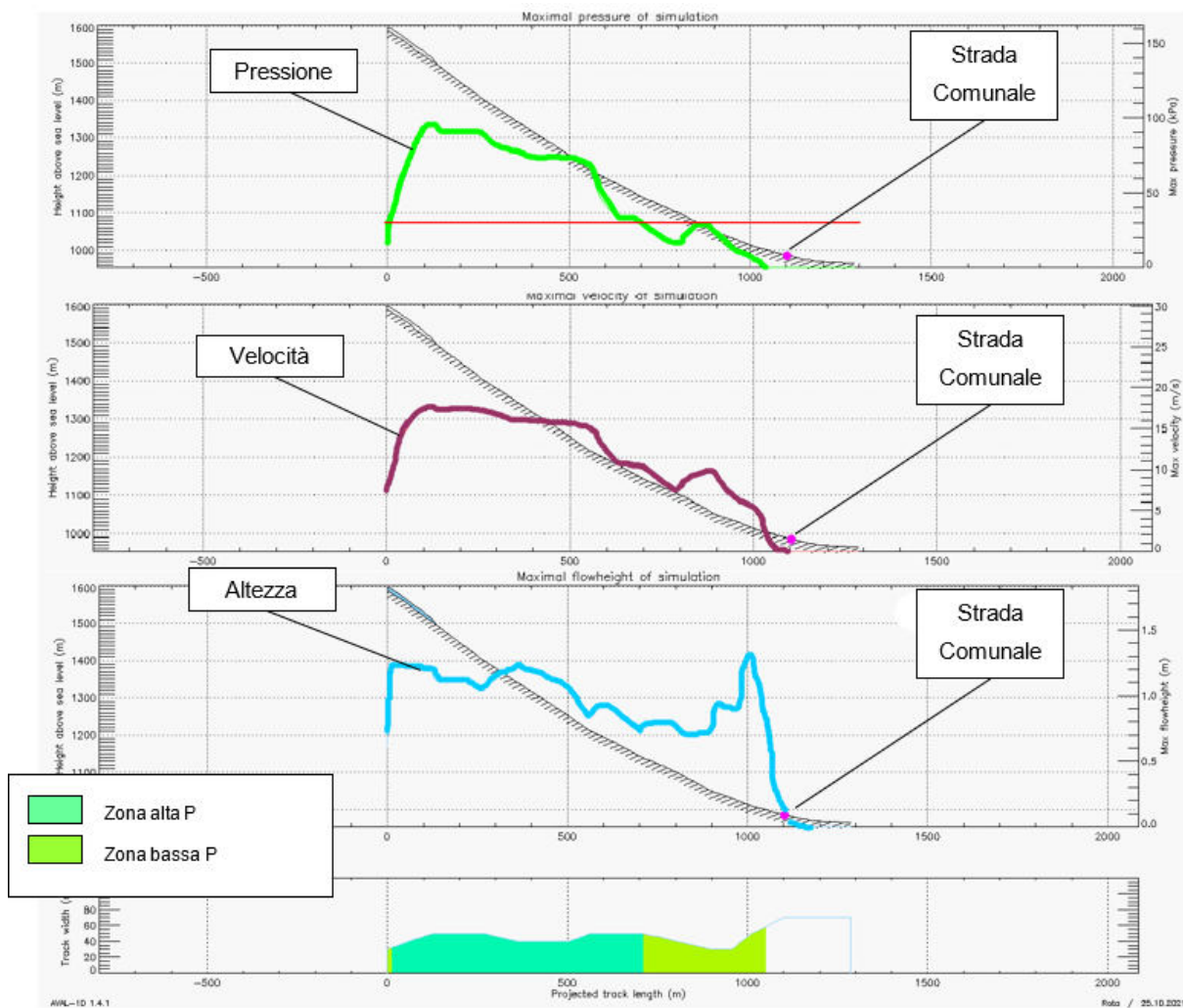


Figura 29 - Valanga 6 CANALE DI VALCUA. Andamento della pressione, velocità ed altezza del manto nevoso con distribuzione zone, calcolate con il programma AVAL-1d con il profilo 6A per un tempo di ritorno di 300 anni

9.3.2. Valanga 6 – Valle Barensini

Sul settore valanghivo in esame sono state eseguite quattro simulazioni in corrispondenza delle tre potenziali zone di distacco e dei quattro profili confluenti poi alla quota di 1210 m s.l.m.

Nella zona di distacco 7A, si sono utilizzati due profili di calcolo in quanto si è valutata la difficoltà di avere dei distacchi estesi lateralmente.

I calcoli sono stati eseguiti utilizzando i parametri di input riportati nella tabella indicata in precedenza.

In tutti i casi simulati (tempo di ritorno 300 e 30 anni) le valanghe sono di piccole dimensioni (volume inferiore ai 10000 m³).

Nella tabella 16 sono inoltre rappresentati: le altezze al distacco d0 per tempi di ritorno di 300 e 30 anni, i volumi al distacco V0 per tempi di ritorno di 300 e 30 anni, la quota, le caratteristiche topografiche ed i parametri di calibratura α e β corrispondenti ai tempi di ritorno di 300 e 30 anni.

I risultati dei calcoli sono riportati in tabella 17.

Il limite della zona rossa è stato posizionato rispettivamente a:

- **386 m (1136 m di quota) a monte della strada comunale**

Il limite della zona blu è stato posizionato rispettivamente a:

- **51 m (999 m di quota) a monte della strada comunale**

I limiti della zona rossa e della zona blu sono stati determinati sulla base della simulazione di trecento anni per il profilo 7b2, risultato il più conservativo.



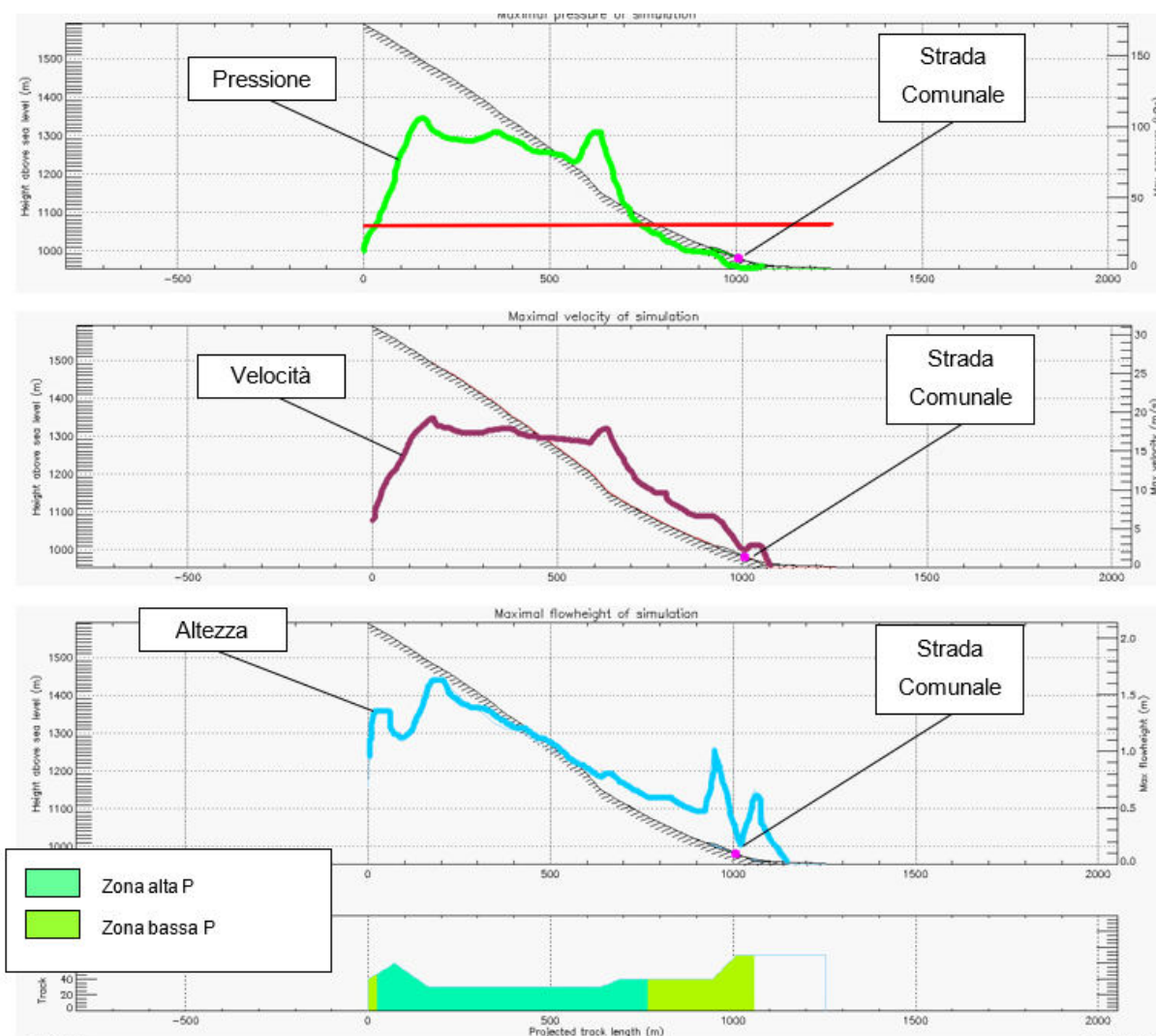


Figura 30 - Valanga 7 VALLE BARENSINI. Andamento della pressione, velocità ed altezza del manto nevoso con distribuzione zone, calcolate con il programma AVAL-1d con il profilo 7B2 per un tempo di ritorno di 300 anni.

Tabella 17 - Principali risultati dei calcoli dinamici. Velocità, altezze e pressioni nel punto di riferimento e distanze di arresto.

N. VAL.	Tr	Marker	Velocità	Altezza	Pressione	Limite Zona Alta P (>30 Kpa)		Limite Zona Bassa P (<3 Kpa)	
			(m/s)	(m)	(Kpa)	QUOTA	DIS Marker	QUOTA	DI Marker
6a	300	Str.Comunale	1,9	0,3	1,4	1075	- 236	960	50
	30	Str.Comunale	0,8	0,1	0,2	1130	-339	960	60
6b1	300	Str.Comunale	1,3	0,1	1,4	1214	-465	960	50
	30	Str.Comunale	0,7	0,1	0,2	1456	-834	960	50
6b2	300	Str.Comunale	1,7	0,2	1,1	1140	- 356	960	50
	30	Str.Comunale	0,8	0,1	0,2	1314	- 630	960	50
7a1	300	Str.Comunale	0,2	0,1	0,1	1201	-519	1004	-71
	30	Str.Comunale	0,2	0,1	0,1	1293	-659	1007	-82
7a2	300	Str.Comunale	0,2	0,1	0,1	1205	-529	1004	-71
	30	Str.Comunale	0	0	0	1424	-849	1007	-82
7b1	300	Str.Comunale	0,2	0,1	0,1	1192	-500	1001	-61
	30	Str.Comunale	0,2	0,1	0,1	1262	-618	1007	-82
7b2	300	Str.Comunale	0,2	0,1	0,1	1136	-386	999	-51
	30	Str.Comunale	0	0	0	1205	-529	1007	-82



9.4. Analisi simulazioni dinamiche e simulazioni aggiuntive

I risultati ottenuti con le simulazioni dinamiche destano alcune perplessità rispetto ai risultati attesi che presupponevano una massa nevosa al distacco in generale di volumi maggiori e soprattutto il raggiungimento di distanze di arresto maggiori.

Pertanto, utilizzando i profili di calcolo più conservativi, sulla base dei quali si è determinato il posizionamento della zona rossa e della zona blu, ovvero il profilo 6A, per la valanga Canale di Valcua ed il profilo 7B2 per la valanga Valle Barensini, si sono eseguite delle simulazioni aggiuntive.

Si è verificato pertanto, ad incrementi progressivi di altezza di neve al distacco e di conseguenza ad incrementi di volume delle valanghe di progetto, lo spostamento verso valle del limite della zona rossa e l'incremento dei valori di velocità, altezza e pressione della valanga nel punto monitorato, la sede stradale.

I risultati sono riportati nella tabella di seguito allegata, dove si può effettuare un confronto con i valori della simulazione utilizzata per la zonazione (la prima della lista e contraddistinta dall' asterisco *), con i valori ottenuti con gli incrementi.

Tabella 18 - Principali risultati dei calcoli dinamici aggiuntivi. Velocità, altezze e pressioni nel punto di riferimento e distanze di arresto. (*) valanga di progetto che ha determinato il posizionamento dei limiti della zona rossa e della zona blu.

N. VAL.	d0 (300) (m)	V0 (300) (m ³)	Velocità	Altezza	Pressione	Limite Zona Alta P (>30 Kpa)		Limite Zona Bassa P (<3 Kpa)	
			(m/s)	(m)	(Kpa)	QUOTA	DIS Marker	QUOTA	DI Mar ker
6aN*	135	5639	1,9	0,3	1,4	1075	-236	960	50
6a 1+	150	6265	2,5	0,3	1,9	1065	-216	960	50
6a 2+	175	7310	3,2	0,4	3,0	1056	-196	960	50
6a 3+	200	8354	3,9	0,5	4,5	1038	-156	960	50
7b2N*	123	7855	0,2	0,1	0,1	1136	-386	999	-51
7b2 1+	150	9579	0,2	0,1	0,1	1046	-196	993	-31
7b2 2+	175	11176	0,2	0,1	0,1	1040	-176	990	-20
7b2 3+	200	12772	0,2	0,1	0,1	1030	-147	987	-10



L'analisi dei risultati ottenuti permette di effettuare una serie di considerazioni:

- ad incrementi di altezza di neve al distacco si verifica su entrambi i siti una riduzione della distanza tra la strada comunale e il limite della zona rossa, progressivamente più rilevante quando si applica l'incremento da 175 cm a 200 cm (spessore al distacco);
- in entrambe le valanghe, comunque, nonostante le riduzioni sopradescritte, i nuovi limiti non mutano sostanzialmente la posizione relativa della la strada comunale che rimane collocata in zona blu, in corrispondenza della valanga 6 ed in zona gialla in corrispondenza della valanga 7;
- nonostante gli incrementi di neve al distacco le valanghe sono classificabili come di piccole dimensioni, ad eccezione delle valanghe "7b2 2+" e "7b2 3+" dove il volume supera i 10.000 m³.



10. CONSIDERAZIONI SULLE MAPPE DIPERICOLO

Le linee di zonizzazione sono state tracciate sulla base della posizione dei limiti definiti dai risultati delle simulazioni riassunti nella tabella 17.

Le linee di congiunzione tra i punti sono state tracciate sulla base della conformazione topografica locale del terreno che potrebbe favorire delle direzioni principali di scorrimento. Tale comportamento è messo in luce dall'analisi degli eventi storici (CLPV) e da osservazioni sul campo che hanno evidenziato la presenza di avallamenti o irregolarità del terreno. La mappatura del pericolo valanghe per gli ambiti territoriali analizzati in questo lavoro è riportata nelle Tavole allegate e permettono di effettuare una serie di considerazioni quali:

- i limiti della zona rossa e della zona blu della valanga 6 – Canale di Valcua – raggiungono delle posizioni più vicine al fondovalle rispetto alla valanga 7 – Valle Berensini;
- la strada comunale è posizionata in zona blu con la zonazione della valanga 6 – Canale di Valcua – mentre in zona gialla con la zonazione della valanga 7 – Valle Berensini;
- la zonazione ha considerato anche una possibile espansione laterale della valanga nella zona di accumulo, non verificata effettivamente da dati storici. Pertanto, alcune strutture antropiche come abitazioni e/o strade comunali di servizio, risultano posizionate in zona blu.

Queste considerazioni generali ci permette di avere un buon margine di sicurezza anche se si dovessero verificare più eventi contemporaneamente o se eventi successivi avessero la fase di scorrimento facilitata da diminuzione di attriti e modifiche alla morfologia. Da non sottovalutare, comunque, nel particolare contesto locale dei versanti, caratterizzati da estesa copertura vegetale, quote relativamente limitate ed esposizione ai quadranti meridionali, possibili cambiamenti dei versanti stessi, ed in particolare delle zone di distacco per effetto di eventuali fenomeni calamitosi come incendi, dissesti e disboscamenti, in grado di mutare le condizioni attuali.

Si ricordano di seguito le esigenze principali per i diversi gradi di esposizione al



pericolo previste dalle Direttive per la considerazione del pericolo valanghe nelle attività di incidenza territoriale (per un maggior dettaglio si vedano le Direttive):

Zona rossa:

- non sono autorizzate nuove costruzioni;
- non è autorizzata la ricostruzione di edifici già esistenti;
- le modifiche ad abitati esistenti sono permesse quando ciò permette la riduzione del rischio (le migliorie devono essere eseguite rispettando le norme di edificazione per la costruzione in zona valanghiva);
- deve essere previsto un piano di evacuazione ed allerta.

Zona blu:

- devono essere ridotta la possibilità di realizzare nuove costruzioni e installazioni aventi per effetto importanti concentrazioni di persone;
- deve essere previsto un piano di evacuazione ed allerta.

Zona gialla:

- deve essere previsto un piano di allerta;
- le nuove costruzioni dovrebbero essere dimensionate per resistere all'impatto della valanga polverosa.



Pressioni

La forza di impatto varia a seconda della tipologia della neve e della superficie di impatto; le tabelle seguenti riportano la classificazione delle dimensioni della valanga in funzione dei danni prodotti e delle rispettive pressioni di impatto (Perla 1980).

Dimensioni	Effetti potenziali	Dislivello vert.le in m	Volume in m ³	Pressioni impatto in t/m ²
Scaricamenti	Innocue	10 ¹	10 ⁰ -10 ¹	<0.1
Piccole	Possibile ferimento o uccisione persona	10 ¹ -10 ²	10 ¹ -10 ²	0.1
Medie	Possibile distruzione o demolizione veicolo o edificio in legno	10 ²	10 ³ -10 ⁴	1
Grandi	Possibile distruzione villaggio o foresta	10 ³	10 ⁵ -10 ⁶	10
Estreme	Possibile modifica del paesaggio	10 ³ -5*10 ³	10 ⁷ -10 ⁸	10-100

Danni	Pressioni in t/m ²
Finestre rotte	0.1
Porte sfondate	0.1
Distruzione infrastrutture in legno	3
Sradicamento abeti maturi	10
Spostamento di strutture in c.a.	100



11. CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI

Le conclusioni tengono necessariamente in debito conto le considerazioni introduttive eseguite nel par. 1.0 (Scopo del lavoro).

La zonazione elaborata non è da intendersi come revisione dell'attuale mappatura dell'incidenza valanghiva sulla zona ma come informazioni ed analisi integrative a supporto del piano urbanistico e di gestione del rischio locale.

Costituisce inoltre, un valido supporto per tracciare linee guida di gestione del rischio e monitoraggio valanghe, nonché per eventuali dimensionamenti di opere di difesa attiva e passiva (barriere neve, gallerie paravalanghe ecc.).

Lo studio ha permesso di raccogliere importanti informazioni sulla dinamica valanghiva della zona, individuando gli scenari di rischio e la loro pericolosità relativa. Non da ultimo, sono state sfruttate le osservazioni effettuate dallo scrivente, nell'ambito dell'attività di monitoraggio valanghe a supporto delle autorità comunali.

L'attività è stata svolta in modo pressoché continuo dalla stagione 2008-09, acquisendo importanti elementi per una conoscenza approfondita del territorio e delle problematiche valanghive.

In particolare, si può accertare l'assenza di fenomeni valanghivi estremi, durante le recenti stagioni invernali significativamente, come la stagione invernale 2008-09, 2013-14, nonché i recenti ultimi mesi invernali caratterizzati da nevicate molto abbondanti.

Tutto questo ha permesso di effettuare importanti considerazioni in merito all'estensione delle aree di distacco andando a limitarle o ad estenderle, in funzione di parametri specifici come la propensione delle aree al distacco, in funzione degli accumuli o dell'erosione eolica ed in funzione alla propensione a dare distacchi di fondo.

Da queste premesse, dall'analisi della carta della pericolosità, si nota come il fondovalle ed in particolare la strada comunale e gli insediamenti abitativi nell'immediato intorno, non ricadono in zona rossa (Elevata pericolosità).

Lo studio e la natura dei fenomeni permettono di sostenere poco probabile la possibilità che le valanghe escano dal solco vallivo e raggiungano con elevata



energia gli elementi sensibili.

Tuttavia, gli inconfutabili cambiamenti climatici in atto stanno producendo dei cambiamenti anche nella tipologia dei fenomeni valanghivi, rendendo meno attendibili le simulazioni “teoriche”, soprattutto in funzione dei distacchi di neve particolarmente umida.

Si può invece praticamente escludere un evento di tipo polveroso, in grado di superare potenzialmente le zone blu e gialla (corrispondenti al calcolo delle valanghe dense), andando indicativamente ad interessare l'area nelle mappe con il colore bianco, non delimitata pertanto nel presente elaborato.

Nonostante queste considerazioni, si sensibilizzano le autorità comunali, al mantenimento del monitoraggio nivometeorologico invernale atto ad individuare eventuali situazioni di particolare criticità, in forma preventiva.



ALLEGATI

ALLEGATO N. 1-2-3-4

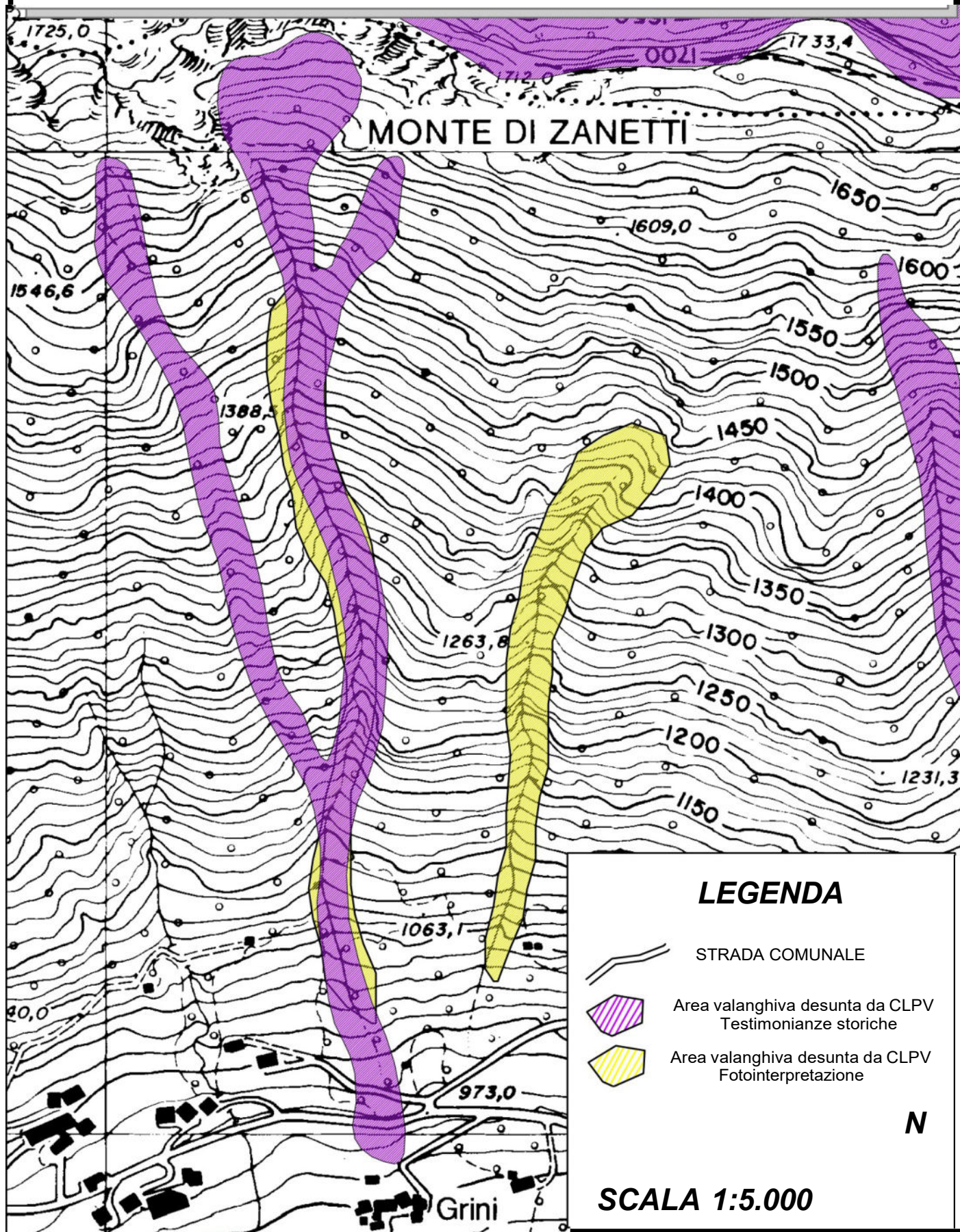
**Tavole inquadramento
valanghivo**

INQUADRAMENTO VALANGHIVO SU BASE TOPOGRAFICA

Pianificazione delle zone esposte a valanga sui versanti a monte della strada comunale di collegamento Ardesio-Valcanale nel territorio del Comune di Ardesio (BG).

VALANGA CANALE DI VALCUA

TAV. N. 1

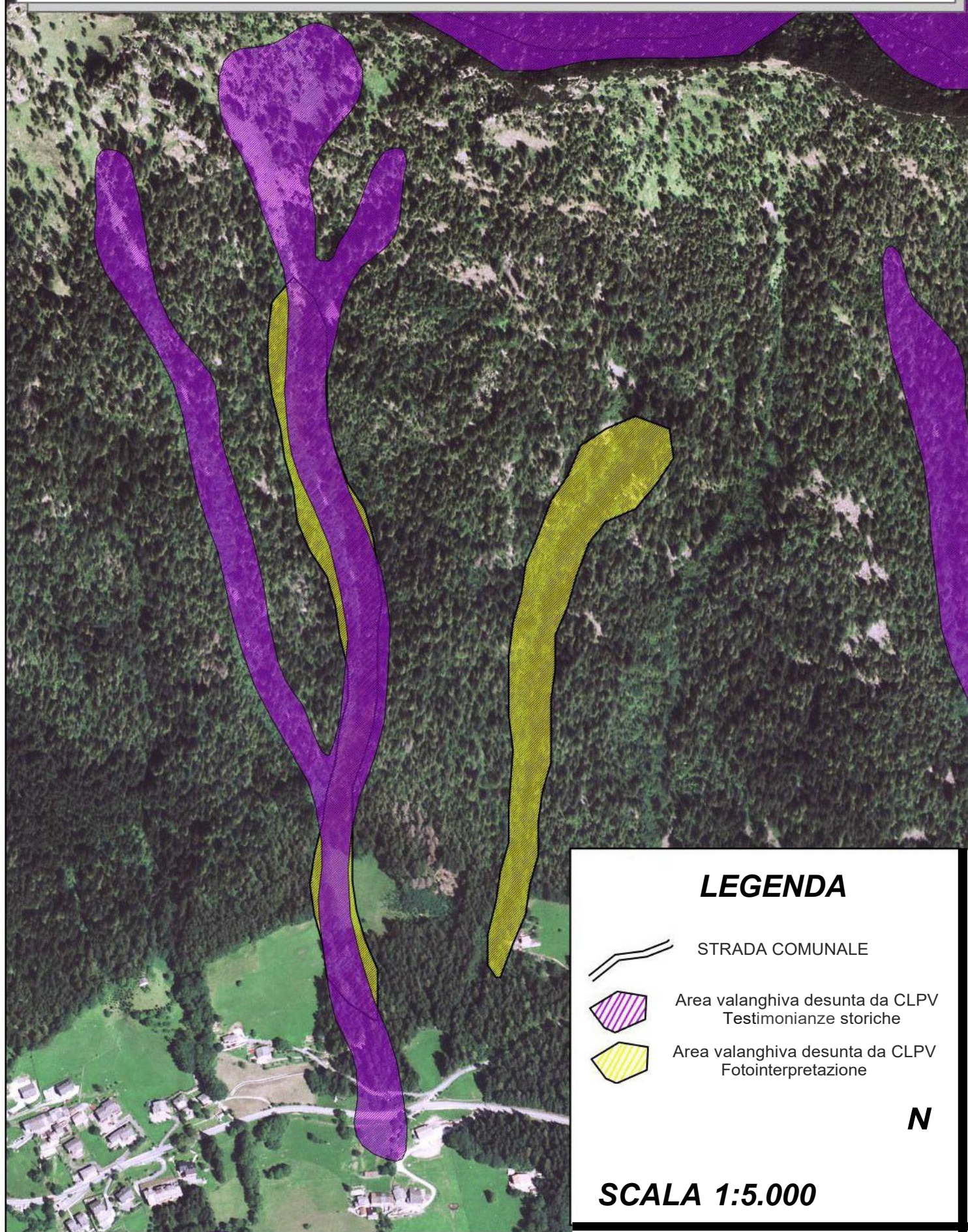


INQUADRAMENTO VALANGHIVO SU ORTOFOTO

Pianificazione delle zone esposte a valanga sui versanti a monte della strada comunale di collegamento Ardesio-Valcanale nel territorio del Comune di Ardesio (BG).

VALANGA CANALE DI VALCUA

TAV. N. 2

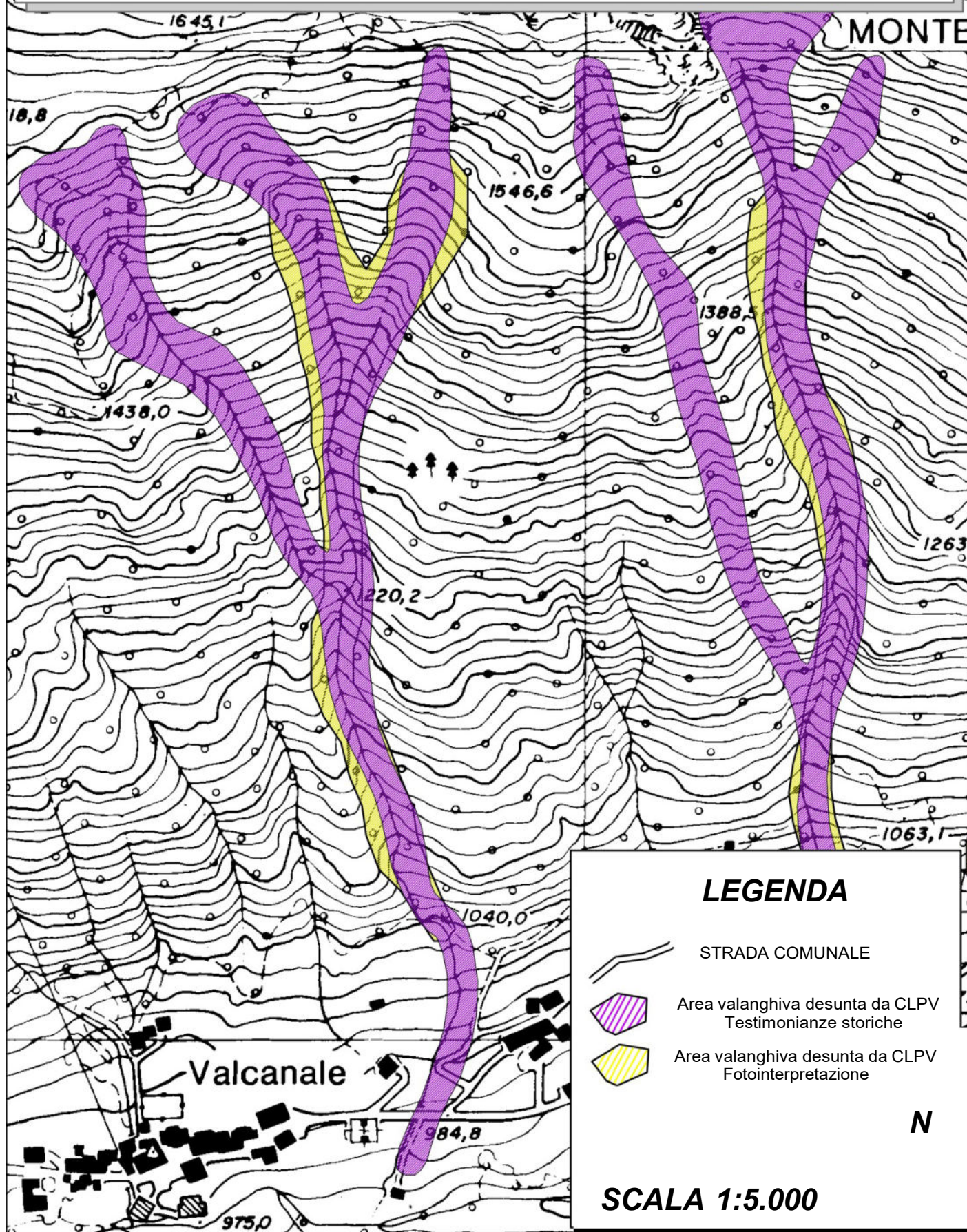


INQUADRAMENTO VALANGHIVO SU BASE TOPOGRAFICA

Pianificazione delle zone esposte a valanga sui versanti a monte della strada comunale di collegamento Ardesio-Valcanale nel territorio del Comune di Ardesio (BG).

VALANGA VALLE BARENSINI

TAV. N. 3

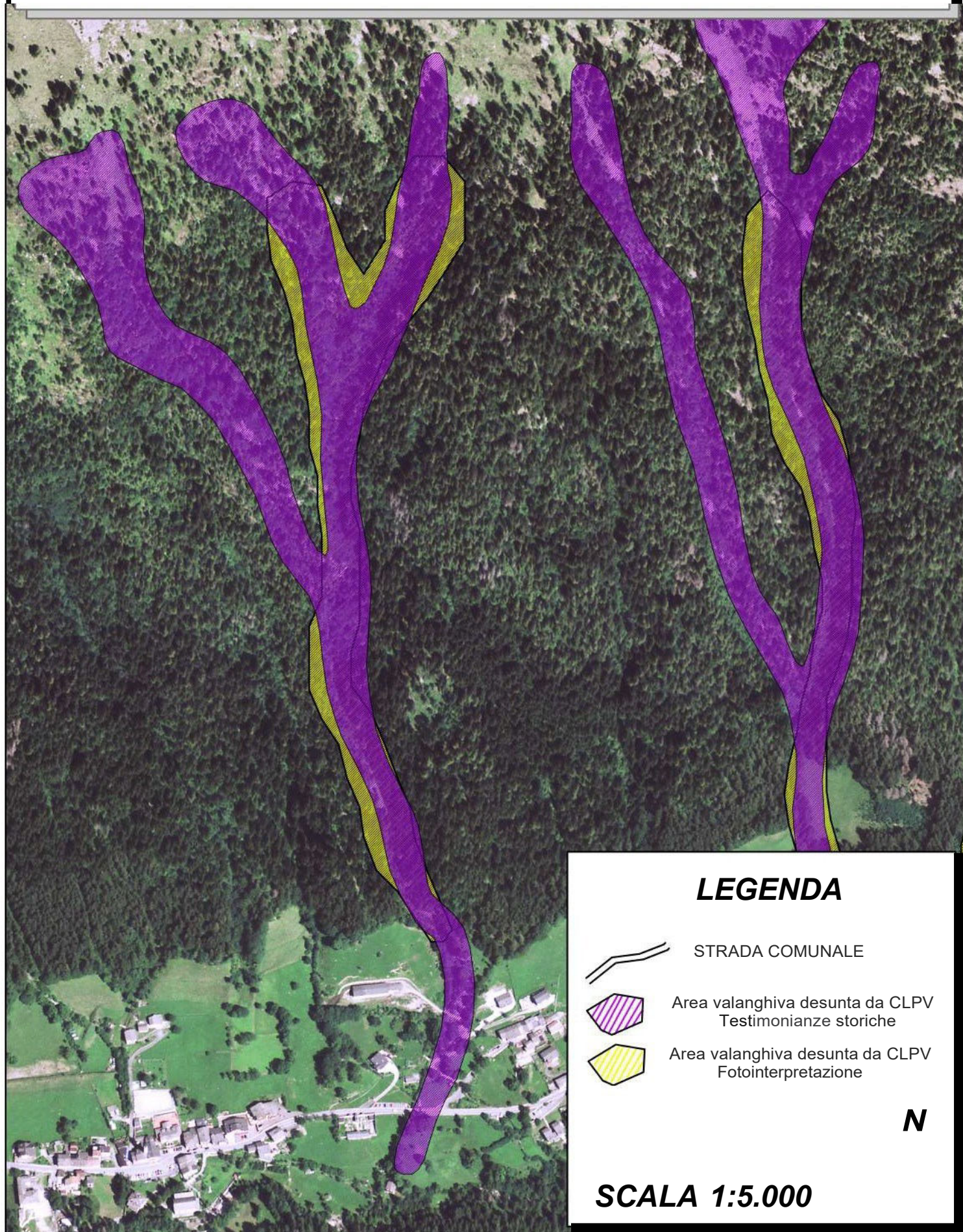


INQUADRAMENTO VALANGHIVO SU ORTOFOTO

Pianificazione delle zone esposte a valanga sui versanti a monte della strada comunale di collegamento Ardesio-Valcanale nel territorio del Comune di Ardesio (BG).

VALANGA VALLE BARENSINI

TAV. N. 4



ALLEGATO N. 5-6-7-8

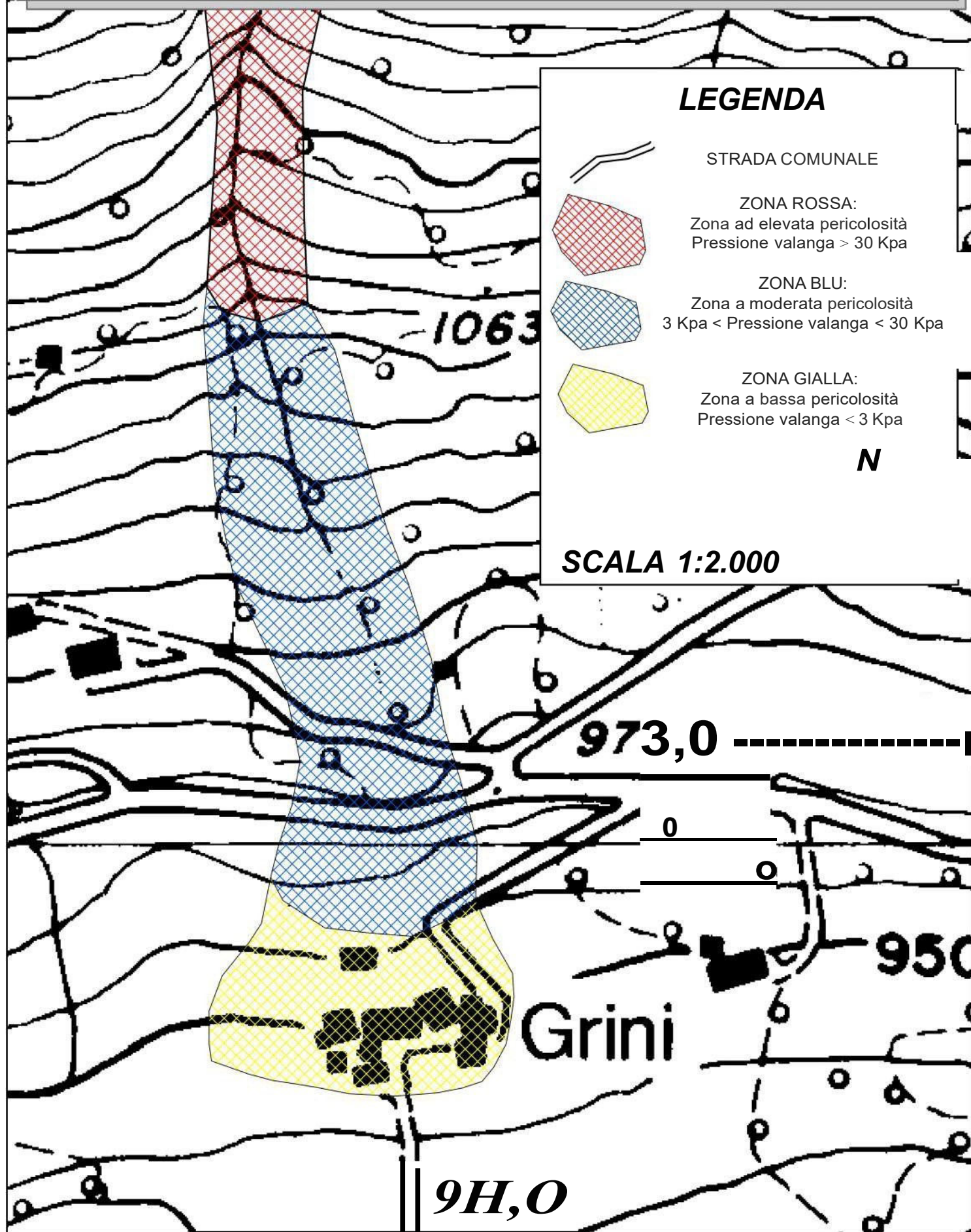
Tavole mappe di pericolo

MAPPA DI PERICOLO SU BASE TOPOGRAFICA

Pianificazione delle zone esposte a valanga sui versanti a monte della strada comunale di collegamento Ardesio-Valcanale nel territorio del Comune di Ardesio (BG).

VALANGA CANALE DI VALCUA

TAV. N. 5

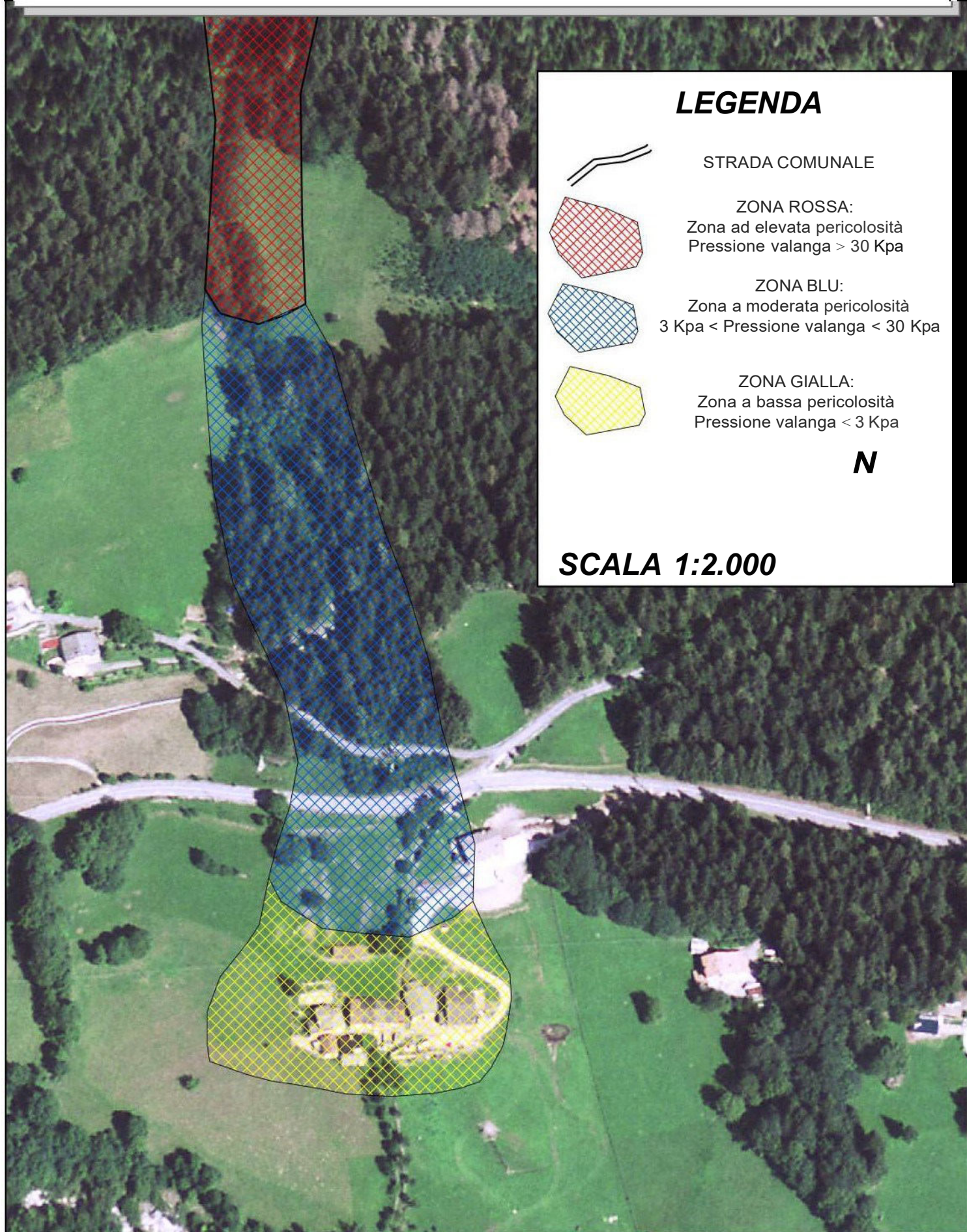


MAPPA DI PERICOLO SU ORTOFOTO

Pianificazione delle zone esposte a valanga sui versanti a monte della strada comunale di collegamento Ardesio-Valcanale nel territorio del Comune di Ardesio (BG).

VALANGA CANALE DI VALCUA

TAV. N. 6

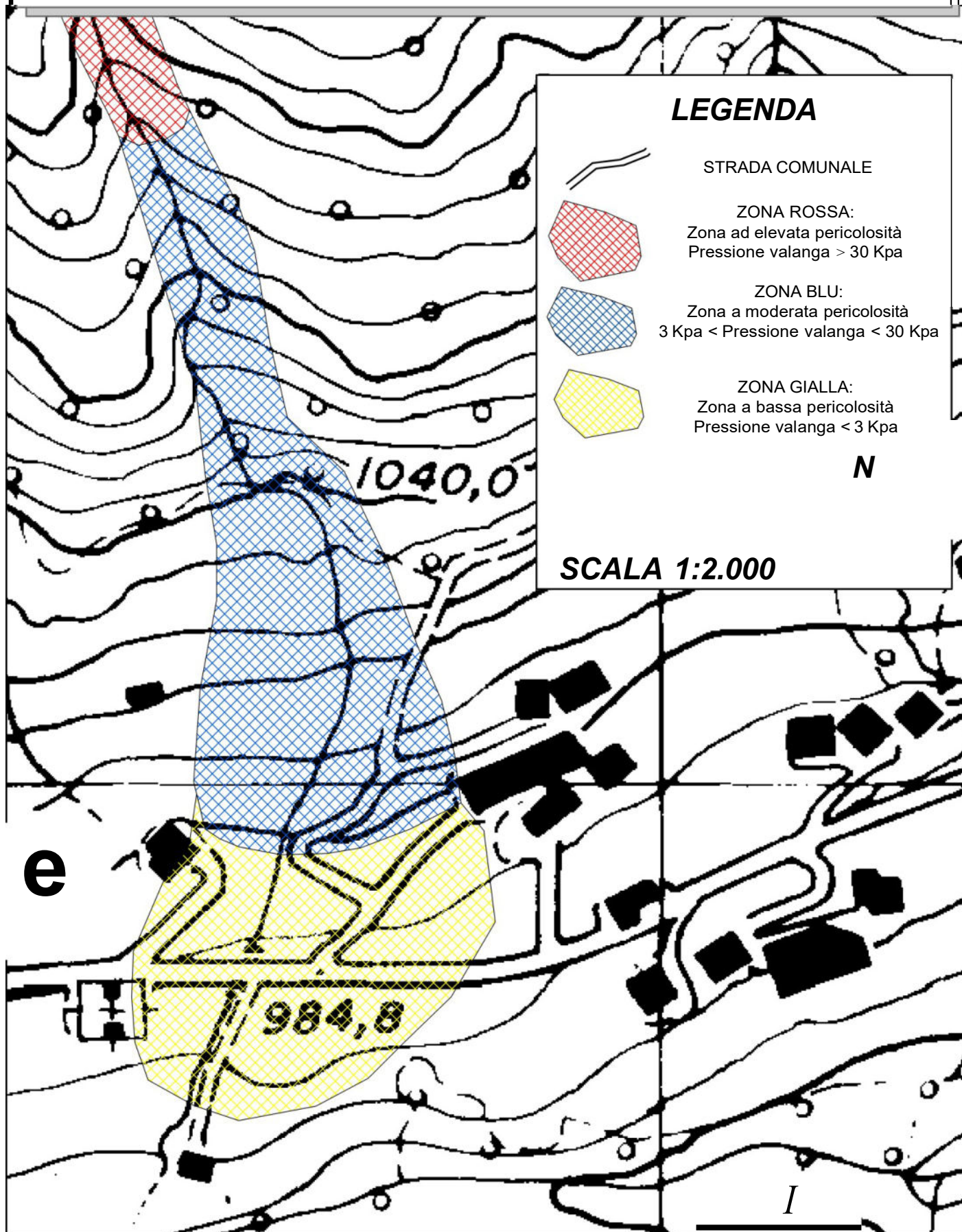


MAPPA DI PERICOLO SU BASE TOPOGRAFICA

Pianificazione delle zone esposte a valanga sui versanti a monte della strada comunale di collegamento Ardesio-Valcanale nel territorio del Comune di Ardesio (BG).

VALANGA VALLE BARENSINI

TAV. N. 7

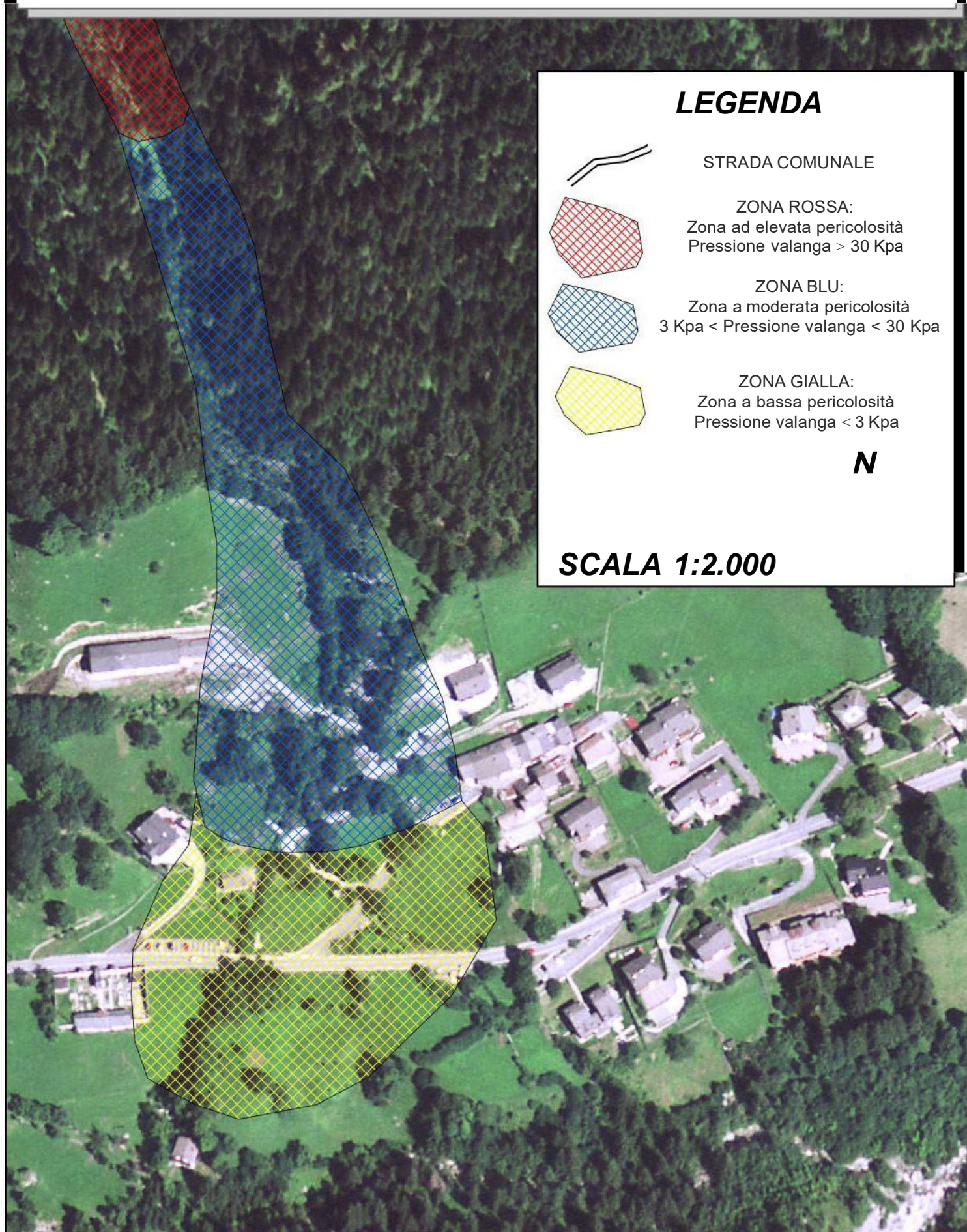


MAPPA DI PERICOLO SU ORTOFOTO

Pianificazione delle zone esposte a valanga sui versanti a monte della strada comunale di collegamento Ardesio-Valcanale nel territorio del Comune di Ardesio (BS).

VALANGA VALLE BARENS/NI

TAV. N. 8



ALLEGATO
N.9

Documentazione fotografica

SOMMARIO

1.0	PREMESSA.....	2
2.0	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CRONOLOGICA.....	3
2.1	STAGIONE INVERNALE 2008-09.....	3
2.2	IMMAGINI SOPRALLUOGO SETTEMBRE 2021.....	6

1.0 PREMESSA

Il presente elaborato permette di illustrare con immagini invernali, le condizioni dei versanti con copertura nevosa, nel corso della stagione invernale 2008-09.

Le immagini sono tratte dall'archivio fotografico personale ed acquisite durante l'attività di monitoraggio relativamente all'incarico di *Tecnico Nivologo* concernente l'incarico di valutazione di puntuali situazioni di rischio valanghe sul territorio provinciale.

La galleria è il risultato di una selezione delle immagini più significative e che meglio evidenziano le condizioni dei versanti in analisi.

Sono riportate immagini che riguardano anche i siti valanghivi limitrofi in modo tale da avere un quadro completo delle potenziali problematiche dei versanti della valle.

Nella galleria si sono aggiunte anche delle immagini da terra ed aeree acquisite durante il sopralluogo eseguito ad inizio Settembre.

Queste ultime sono pertanto immagini prive di innevamento.

2.0 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CRONOLOGICA

2.1 STAGIONE INVERNALE 2008-09



Fig. 1: l'accumulo (in rosso) della valanga Valle Barensini nel Febbraio 2009



Fig. 2: Accumuli massimi raggiunti dai siti valanghivi di “Valle di Zanetti” e “Valle Colarete” localizzati immediatamente ad est dell’area di interesse - Febbraio 2009 -



Fig. 3-4: Accumulo massimo raggiunto dal sito valanghivo di “Valle Colarete” ad est della frazione di Zanetti - Febbraio 2009 -



Fig. 5: la zona di accumulo del sito valanghivo “Vendul Canal” localizzato in destra idrografica della Valcanale, in posizione frontale rispetto al sito “Valle Barensini” in grado di ostruire il torrente Acqualina - Febbraio 2009

2.2 IMMAGINI SOPRALLUOGO SETTEMBRE 2021



Fig. 5: Immagine da DRONE con le tre aree di distacco distinte della Valanga Valle Barentsini



Fig. 6: Immagine da DRONE con l'area di distacco più occidentale della Valanga Valle Barentsini



Fig. 7. Immagine da DRONE con le tre zone di scorrimento distinte e quella in comune che si origina da quota 1210 m s.l.m. della Valanga Valle Barentsini.

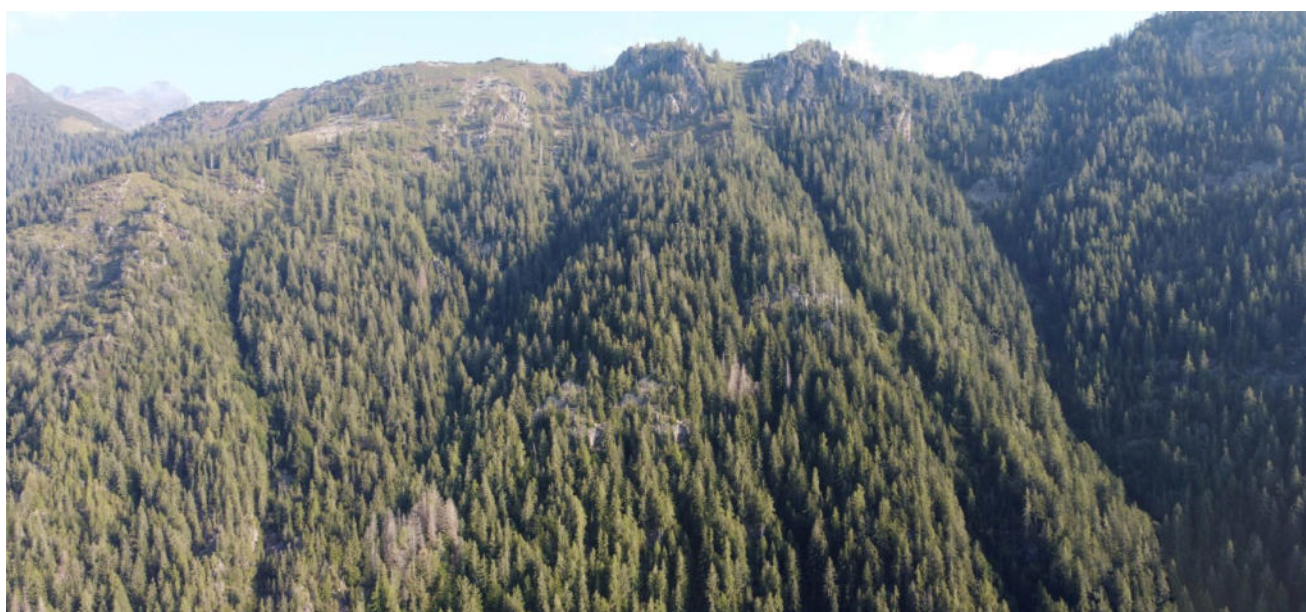


Fig. 8: Immagine panoramica da DRONE con la parte sommitale del versante di interesse e le are di distacco della Valanga Valle Barensini (ovest- sinistra) e della Valanga Canale di Valcua (est- sinistra)



Fig. 9: Immagine panoramica della parte sommitale del versante di interesse

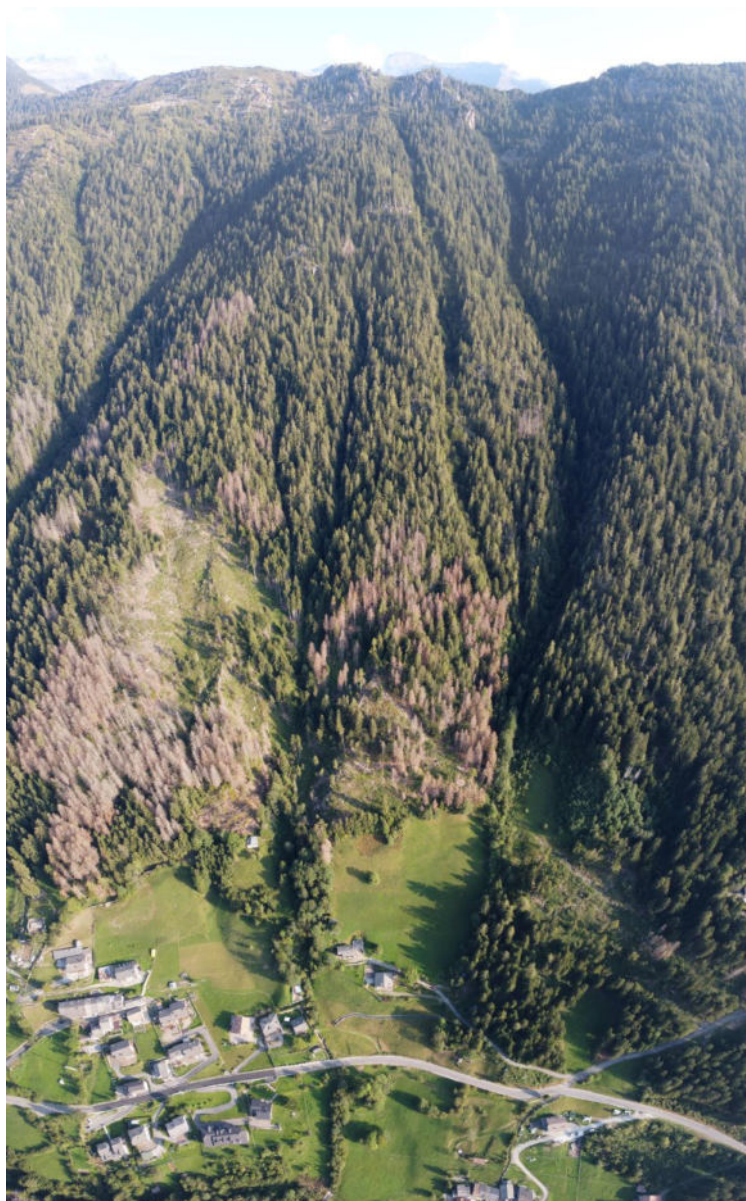


Fig. 10: Immagine da DRONE con le zone di scorrimento distinte e quella in comune che si origina da quota 1120 m s.l.m. della Valanga Canale di Valcua.

ALLEGATO

N. 10

**Calcoli dinamici con il
programma Aval 1 - d**

AVAL-1D Log File

Name of simulation file: G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio
Ghilardi\SIMULAZIONI\SIM 6A
30 TML.idl

Name of input file: G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio
Ghilardi\SIMULAZIONI\SIM 6A
30 TML.ava

Date of calculation: Mon Oct 25 16:53:23 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s) 300.00

General simulation parameters

Calculated return period (years) 30

Overall max velocity (m/s) 15.47

Overall max height (m) 1.22

Total volume in system (m³)

4014 Minimal mass flux condition (m³/s) 2

Total mass in system (t) 1204

Mass error in system -2.170452e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation
step (m) 1.06

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m) 944.11

b) altitude above sea level (m a.s.l.) 1000.00

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m) 933.85

b) altitude above sea level (m a.s.l.) 1004.29

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m) 822.14

to (m) 1047.94

Mean deposition depth (m) 0.27

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	669.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1058.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	389.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1132.00
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	960.00
---> Control value of length of the avalanche (m)	1253.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	0.82
Max flowheight (m)	0.09
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-339
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	50

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1058	1253	15.56
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.82	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.09	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio -Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6A 300 TML.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio -Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6A 300 TML.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 17:08:00 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	18.85
Overall max height (m)	1.64
Total volume in system (m ³)	
5645 Minimal mass flux condition (m ³ /s) 2	
Total mass in system (t)	1693
Mass error in system	-1.468546e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.95
--	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	944.11
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1000.00

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	976.01
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	990.00

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	862.25
to (m)	1087.20

Mean deposition depth (m)	0.35
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	772.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1058.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	286.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1075.56
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	960.00
---> Control value of length of the avalanche (m)	1253.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	2.15
Max flowheight (m)	0.25
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-236
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	50

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1058	1253	15.56
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	2.15	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.25	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6B1 30 TML.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6B1 30 TML.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 17:21:06 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	30
Overall max velocity (m/s)	14.87
Overall max height (m)	0.94
Total volume in system (m ³)	3358
Minimal mass flux condition (m ³ /s)	1
Total mass in system (t)	1007
Mass error in system	-4.106293e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.94
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m) 1021.78

b) altitude above sea level (m a.s.l.) 1000.00

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m) 970.47

b) altitude above sea level (m a.s.l.) 1021.43

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	828.68
----------	--------

to (m)	1115.59
--------	---------

Mean deposition depth (m)	0.19
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	251.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1136.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	884.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1456.25
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	960.00
---> Control value of length of the avalanche (m)	1136.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	0.67
Max flowheight (m)	0.07
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-834
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	50

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1136	1136	0.00
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.67	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.07	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6B1 300 TML.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6B1 300 TML.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 17:25:36 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	18.43
Overall max height (m)	1.10
Total volume in system (m ³)	4682
Minimal mass flux condition (m ³ /s)	2
Total mass in system (t)	1405
Mass error in system	-2.792548e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.95
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m) 1021.78

b) altitude above sea level (m a.s.l.) 1000.00

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m) 1021.78

b) altitude above sea level (m a.s.l.) 1000.00

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	889.78
----------	--------

to (m)	1155.11
--------	---------

Mean deposition depth (m)	0.26
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	621.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1136.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	515.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1214.29
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	960.00
---> Control value of length of the avalanche (m)	1136.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	1.45
Max flowheight (m)	0.11
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-465
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	50

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1136	1136	0.00
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	1.45	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.11	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6B2 30 TML.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6B2 30 TML.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 17:36:09 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	30
Overall max velocity (m/s)	15.52
Overall max height (m)	1.01
Total volume in system (m ³)	3579
Minimal mass flux condition (m ³ /s)	1
Total mass in system (t)	1074
Mass error in system	-3.553795e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	1.00
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	937.90
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1000.00

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	907.11
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1012.86

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	785.84
to (m)	1031.71

Mean deposition depth (m)	0.23
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	372.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1052.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	680.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1314.29
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	960.00
---> Control value of length of the avalanche (m)	1052.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	0.75
Max flowheight (m)	0.08
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-630
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	50

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1052	1052	0.00
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.75	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.08	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6B2 300 TML.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6B2 300 TML.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 17:41:44 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	18.64
Overall max height (m)	1.10
Total volume in system (m ³)	
5031 Minimal mass flux condition (m ³ /s) 2	
Total mass in system (t)	1509
Mass error in system	-1.619999e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.95
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	937.90
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1000.00

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	959.16
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	993.33

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	846.01
to (m)	1071.23

Mean deposition depth (m)	0.31
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	645.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1052.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	407.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1140.00
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	960.00
---> Control value of length of the avalanche (m)	1052.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	1.72
Max flowheight (m)	0.17
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-356
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	50

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1052	1052	0.00
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	1.72	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.17	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7A1 30.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7A1 30.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 18:07:13 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	30
Overall max velocity (m/s)	14.79
Overall max height (m)	1.68
Total volume in system (m ³)	3343
Minimal mass flux condition (m ³ /s)	1
Total mass in system (t)	1003
Mass error in system	-4.297291e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.63
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	971.94
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1013.33

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	906.31
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1036.67

Projected length considered for mean deposition depth calculation (+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	784.01
to (m)	1021.90

Mean deposition depth (m)	0.28
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	414.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	991.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	577.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1292.86
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	1007.22
---> Control value of length of the avalanche (m)	1150.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.00
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-659
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-82

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	991	1150	13.83
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.00	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7A1 300.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7A1 300.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 18:11:05 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	18.10
Overall max height (m)	2.32
Total volume in system (m ³)	
4707 Minimal mass flux condition (m ³ /s)	2
Total mass in system (t)	1412
Mass error in system	-1.966964e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.95
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	971.94
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1013.33

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	944.33
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1023.33

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	846.32
to (m)	1042.28

Mean deposition depth (m)	0.43
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	554.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1002.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	448.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1201.43
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	1004.44
---> Control value of length of the avalanche (m)	1150.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.04
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-519
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-71

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1002	1150	12.87
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7A2 30.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7A2 30.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 19:07:19 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	30
Overall max velocity (m/s)	16.67
Overall max height (m)	1.49
Total volume in system (m ³)	
2901 Minimal mass flux condition (m ³ /s)	1
Total mass in system (t)	870
Mass error in system	-4.394461e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.54
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	982.10
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1013.33

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	906.67
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1040.00

Projected length considered for mean deposition depth calculation (+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	783.78
to (m)	1021.87

Mean deposition depth (m)	0.24
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	234.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1001.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	767.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1424.00
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	1007.22
---> Control value of length of the avalanche (m)	1160.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.00
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-849
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-82

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1001	1160	13.71
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.00	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7A2 300.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7A2 300.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 19:11:31 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	24.28
Overall max height (m)	2.00
Total volume in system (m ³)	4097
Minimal mass flux condition (m ³ /s)	2
Total mass in system (t)	1229
Mass error in system	-2.593476e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.86
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	982.10
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1013.33

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	954.49
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1023.33

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	856.48
to (m)	1052.44

Mean deposition depth (m)	0.37
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	554.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1012.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	457.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1205.71
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	1004.44
---> Control value of length of the avalanche (m)	1265.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.02
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-529
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-71

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1012	1265	20.00
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.02	0.00	

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B1 30.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B1 30.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 19:14:59 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	30
Overall max velocity (m/s)	13.93
Overall max height (m)	0.81
Total volume in system (m ³)	
3978 Minimal mass flux condition (m ³ /s) 2	
Total mass in system (t)	1193
Mass error in system	-2.542960e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.73
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	975.86
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1013.33

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	920.03
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1033.33

Projected length considered for mean deposition depth calculation (+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	798.31
to (m)	1036.01

Mean deposition depth (m)	0.33
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	459.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	995.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	536.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1262.50
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	1007.22
---> Control value of length of the avalanche (m)	1154.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.00
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-618
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-82

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	995	1154	13.78
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.00	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B1 300.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B1 300.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 19:18:32 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	17.85
Overall max height (m)	1.16
Total volume in system (m ³)	
5599 Minimal mass flux condition (m ³ /s) 2	
Total mass in system (t)	1680
Mass error in system	-1.898775e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	1.06
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	975.86
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1013.33

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	948.24
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1023.33

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	860.63
to (m)	1036.01

Mean deposition depth (m)	0.56
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	576.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1016.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	439.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1192.86
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	1001.67
---> Control value of length of the avalanche (m)	1154.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.05
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-500
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-61

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1016	1154	11.96
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.05	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 30.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 30.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 19:24:09 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	30
Overall max velocity (m/s)	14.79
Overall max height (m)	0.93
Total volume in system (m ³)	
5553 Minimal mass flux condition (m ³ /s) 2	
Total mass in system (t)	1666
Mass error in system	-1.712535e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.93
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m) 1002.46

b) altitude above sea level (m a.s.l.) 1013.33

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m) 956.44

b) altitude above sea level (m a.s.l.) 1030.00

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	856.08
----------	--------

to (m)	1052.43
--------	---------

Mean deposition depth (m)	0.54
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	575.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1022.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	447.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1205.71
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	1007.22
---> Control value of length of the avalanche (m)	1285.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.02
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-529
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-82

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1022	1285	20.47
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.02	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 300.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 300.ava
Date of calculation:	Mon Oct 25 19:27:25 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	17.89
Overall max height (m)	1.34
Total volume in system (m ³)	
7851 Minimal mass flux condition (m ³ /s)	3
Total mass in system (t)	2355
Mass error in system	-1.232648e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	1.31
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	1002.46
-----------------------------------	---------

b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1013.33
--	---------

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	974.85
-----------------------------------	--------

b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1023.33
--	---------

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	897.62
----------	--------

to (m)	1052.43
--------	---------

Mean deposition depth (m)	0.87
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	717.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1052.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	335.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1136.00
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	998.89
---> Control value of length of the avalanche (m)	1180.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.12
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-386
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-51

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1052	1180	10.85
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.12	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio -Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6A 300 1+.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio -Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6A 300 1+.ava
Date of calculation:	Tue Oct 26 09:43:31 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	19.36
Overall max height (m)	1.79
Total volume in system (m ³)	
6272 Minimal mass flux condition (m ³ /s)	3
Total mass in system (t)	1882
Mass error in system	-1.288460e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.95
--	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	944.11
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1000.00

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	986.64
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	986.67

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	882.54
to (m)	1087.20

Mean deposition depth (m)	0.42
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	792.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1058.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	266.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1065.56
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	960.00
---> Control value of length of the avalanche (m)	1253.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	2.52
Max flowheight (m)	0.30
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-216
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	50

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1058	1253	15.56
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	2.52	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.30	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio -Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6A 300 2+.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio -Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6A 300 2+.ava
Date of calculation:	Tue Oct 26 09:56:12 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	20.46
Overall max height (m)	2.04
Total volume in system (m ³)	7317
Minimal mass flux condition (m ³ /s)	3
Total mass in system (t)	2195
Mass error in system	-1.050189e-007

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	0.95
--	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	944.11
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1000.00

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	997.27
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	983.33

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	892.80
----------	--------

to (m)	1096.95
Mean deposition depth (m)	0.49

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	812.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1058.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	246.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1056.67
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	960.00
---> Control value of length of the avalanche (m)	1253.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	3.17
Max flowheight (m)	0.38
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-196
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	50

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1058	1253	15.56
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	3.17	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.38	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio -Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6A 300 3+.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio -Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 6A 300 3+.ava
Date of calculation:	Tue Oct 26 10:00:06 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	21.72
Overall max height (m)	2.29
Total volume in system (m ³)	8362
Minimal mass flux condition (m ³ /s)	3
Total mass in system (t)	2509
Mass error in system	-8.778548e-008

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	1.04
--	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	1057.94
-----------------------------------	---------

b) altitude above sea level (m a.s.l.)	960.00
--	--------

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	1007.90
-----------------------------------	---------

b) altitude above sea level (m a.s.l.)	980.00
--	--------

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	903.06
----------	--------

to (m)	1106.70
--------	---------

Mean deposition depth (m)	0.57
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	852.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1058.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	206.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1038.89
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	960.00
---> Control value of length of the avalanche (m)	1253.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	3.87
Max flowheight (m)	0.46
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-156
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	50

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1058	1253	15.56
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	3.87	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.46	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 300 1+.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 300 1+.ava
Date of calculation:	Tue Oct 26 10:05:55 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	18.80
Overall max height (m)	1.52
Total volume in system (m ³)	9575
Minimal mass flux condition (m ³ /s)	4
Total mass in system (t)	2872
Mass error in system	-9.656370e-008

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	1.48
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	1002.46
-----------------------------------	---------

b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1013.33
--	---------

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	974.85
-----------------------------------	--------

b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1023.33
--	---------

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	897.62
----------	--------

to (m)	1052.43
--------	---------

Mean deposition depth (m)	1.07
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	907.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1073.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	165.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1046.67
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	993.33
---> Control value of length of the avalanche (m)	1180.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.18
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-196
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-31

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1073	1180	9.07
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.18	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 300 2+.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 300 2+.ava
Date of calculation:	Tue Oct 26 10:09:47 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	19.68
Overall max height (m)	1.75
Total volume in system (m ³)	
11171 Minimal mass flux condition (m ³ /s)	4
Total mass in system (t)	3351
Mass error in system	-7.849915e-008

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	1.62
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	1002.46
-----------------------------------	---------

b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1013.33
--	---------

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	974.85
-----------------------------------	--------

b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1023.33
--	---------

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	897.62
----------	--------

to (m)	1052.43
--------	---------

Mean deposition depth (m)	1.24
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	927.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1083.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	156.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1040.00
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	990.56
---> Control value of length of the avalanche (m)	1180.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:

Max velocity (m/s)	0.04
Max flowheight (m)	0.26
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-176
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-20

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1083	1180	8.22
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.04	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.26	0.00	100.00

AVAL-1D Log File

Name of simulation file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 300 3+.idl
Name of input file:	G:\D2 Copy\Relaz. val\Ardesio - Valcanale\SIMULAZIONI\SIM 7B2 300 3+.ava
Date of calculation:	Tue Oct 26 10:15:02 2021

Output results:

Reason for end of calculation

Simulation stopped due to time end condition!!

Time (s)	300.00
----------	--------

General simulation parameters

Calculated return period (years)	300
Overall max velocity (m/s)	20.60
Overall max height (m)	2.00
Total volume in system (m ³)	12766
Minimal mass flux condition (m ³ /s)	5
Total mass in system (t)	3830
Mass error in system	-6.509001e-008

Parametric description of runout zone

Maximal depth at the last simulation step (m)	1.75
---	------

Position of Maximal Depth

a) projected avalanche length (m)	993.26
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1016.67

Mean mass position (half of the mass above/below this position)

a) projected avalanche length (m)	984.06
b) altitude above sea level (m a.s.l.)	1020.00

Projected length considered for mean deposition depth calculation
(+/- one standard deviation from mean mass position)

from (m)	907.42
to (m)	1062.62

Mean deposition depth (m)	1.42
---------------------------	------

Distances and heights in avalanche track

Limit between high and low pressure zone (kPa)	30.00
Limit defining end of low pressure zone (kPa)	0.30
Distance begin of starting zone - end of high pressure zone (m)	956.00
Distance begin of starting zone - end of low pressure zone (m)	1093.00
Distance end of high pressure zone - end of low pressure zone (m)	137.00
Height above sea level of end of high pressure zone (m)	1030.00
Height above sea level of end of low pressure zone (m)	987.78
---> Control value of length of the avalanche (m)	1180.00

Monitoring points

STRADA COMUNALE:	
Max velocity (m/s)	0.09
Max flowheight (m)	0.35
Distance STRADA COMUNALE: - end of high pressure zone (m)	-147
Distance STRADA COMUNALE: - end of low pressure zone (m)	-10

Summary of comparison

Subject	Simulated values	Control values	Percentage
Avalanche length (m)	1093	1180	7.37
Flow velocity points (m/s)			
STRADA COMUNALE:	0.09	0.00	100.00
Flow height points (m)			
STRADA COMUNALE:	0.35	0.00	100.00