

Il fondovalle Valtellinese è fortemente caratterizzato dalla presenza di conoidi: alcuni ubicati a ridosso del versante, altri si estendono lungo l'intera ampiezza del fondovalle.



"CONOIDE ANOMALO" DELLA VALCHIOSA: PARADOSSO GEOLOGICO!

Martedì 28 novembre 2023—dr. Curcio

DEFINIZIONE DI CONOIDE SEDIMENTARIO ALLOMETRICO

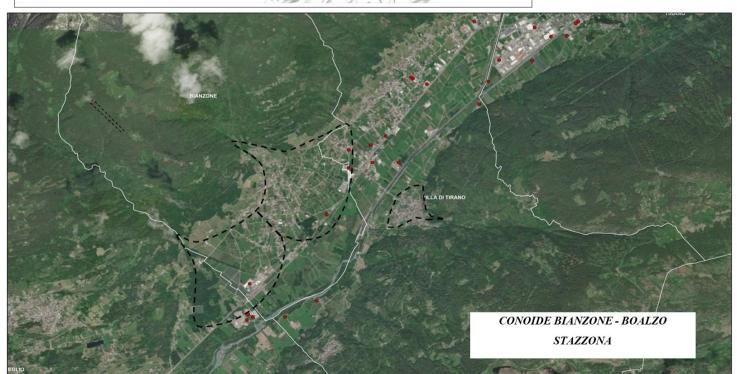
Un conoide è un corpo sedimentario caratterizzato da una peculiare morfologia a ventaglio che si sviluppa in corrispondenza dello sbocco di una vallata, in un contesto deposizionale in cui l'energia di rilievo diminuisce bruscamente e viene meno il confinamento laterale del flusso che, libero di espandersi perde capacità di trasporto e depone il materiale detritico che ha in carico.

Il processo dominante viene identificato sulla base di caratteristiche morfologiche e sedimentologiche del conoide ed in particolare:

- Gli eventi di colate detritiche, costituiti da miscele monofasiche ad elevata concentrazione, dove fase liquida e fase solida si propagano con la stessa velocità;
- Gli eventi alluvionali, in cui il trasporto solido, separato dalla componente liquida, avviene prevalentemente sul fondo

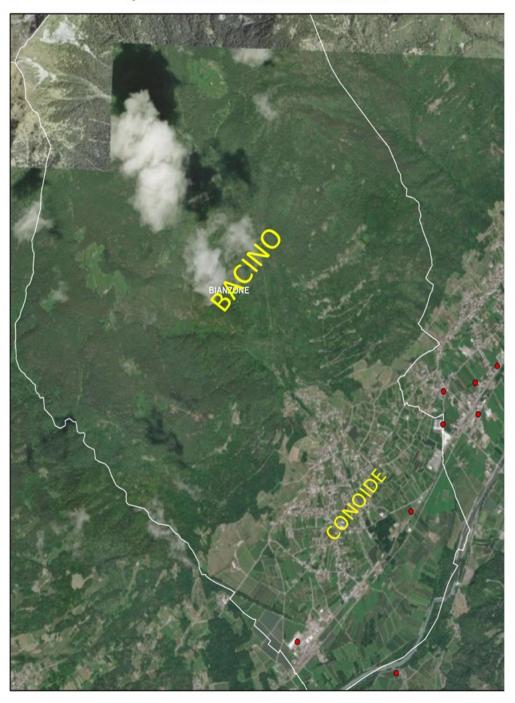
Il raccordo del conoide con il fondovalle avviene in maniera blanda ed uniforme con pendenze dolci e senza la formazione di gradini o terrazzi alluvionali.

In questi tipi di conoidi le superfici dei conoidi sono proporzionali alle aree dei loro bacini di alimentazione, edificati modo progressivo da eventi deposizionali alluvionali o da colate detritiche (debrisi flow) in proporzione variabile.



CONOIDI SEDIMENTARI ALLOMETRICI

"CONOIDE ANOMALO" DELLA VALCHIOSA: PARADOSSO GEOLOGICO!



"CONOIDE ANOMALO" DELLA VALCHIOSA: PARADOSSO GEOLOGICO!

Martedì 28 novembre 2023 - dr. Curcio

CONOIDI ANOMALI

Gli studi effettuati in ambiente alpino collegano la genesi delle conoidi anomali a processi catastrofici e parossistici (grandi frane alpine tipo Vajont, Val Pola ecc.).

La formula seguente (Crosta-Frattini 2004), basata sull'analisi statitistica dei parametri morfometrici del conoide, mette in relazione l'area del conoide e quella del bacino relativamente alla genesi dello stesso:

 $A_f = cA_b^k$

dove A_f rappresenta l'area del conoide, A_b rappresenta l'area del bacino, i coefficienti c e k risultano variabili in funzione di vari fattori: regime climatico, assetto tettonico, erodibilità del substrato roccioso, presenza di depositi superficiali nel bacino e entita e variabilità della subsidenza.

Confrontando le aree di bacino e delle conoidi di 209 analizzando il rapporto tra le aree del conoide e del bacino per 209 conoidi sedimentarie nelle Alpi Centrali si è individuato un piccolo gruppo di *conoidi anomali* (Fig.1.1).

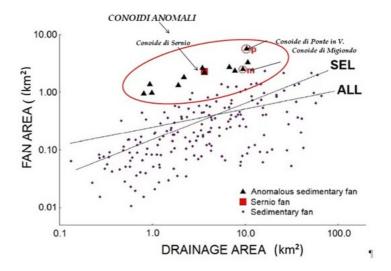


Figura 1.1: i

Nel gruppo di "conoidi anomali" ne sono stati individuati, nella nostra zona, tre:

- Conoide di Ponte in Valtellina,
- Conoide di Sernio
- Conoide di Migiondo

CONOIDI DI PONTE, SERNIO, MIGIONDO: PECULIARITA' GEOMORFOLOGICHE



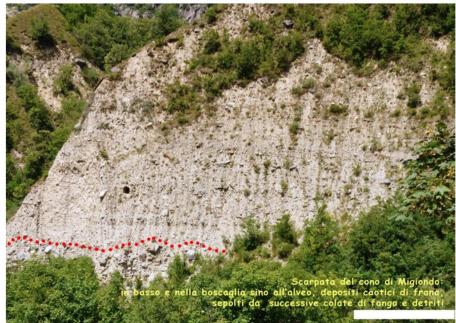
- rapporto superficie del cono/superficie del bacino molto elevata (> 20, mentre è di 0.4 e 1.5 per i conoidi alluvionali di Tirano e Sondrio);
- •pendenze >15% (Ponte in Valltellina 16.7%, Sernio-Lovero 19.8%, Migiondo 15.83%), (Masino 2.42% Sondrio 1.32%, Bormio 1.35%);
- una estesa nicchia di frana impostata lungo tutto, o almeno la metà del bacino;
- l'apice situato svariate centinaia di metri all'interno della valle;
- una topografia abbastanza dolce del cono;



CONOIDI ANOMALI: MIGIONDO







"CONOIDE ANOMALO" DELLA VALCHIOSA: PARADOSSO GEOLOGICO!

Martedì 28 novembre 2023 - dr. Curcio

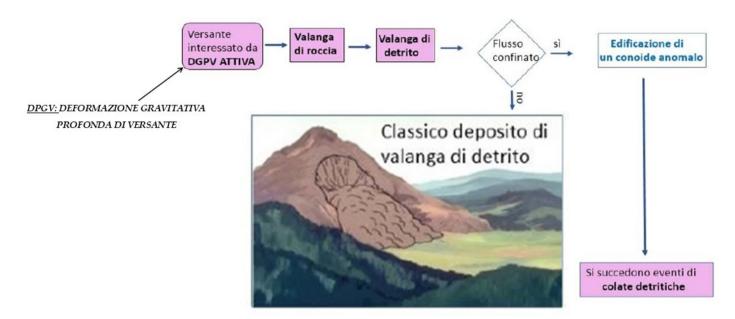


Figura 1.22: modello genetico concettuale di riferimento per i sistemi bacino-conoide anomali. l'immagine relativa al deposito di valanga di detrito è presa da http://www.daviddarling.info/encyclopedia/D/debris avalanche.html.

Aree interessate da DPGV possono evolvere in eventi catastrofici con valanghe di roccia con la neoformazione di un bacino idrografico o di un suo marcato ampliamento. In seguito le frane in roccia evolvono in valanghe di detriti (debris avalanche) e in presenza di particolari condizioni di moto confinato, portano alla formazione di un imponente conoide sedimentario. Spesso si verificano processi erosivi con trascinamento e trasporto e deposito di detriti sciolti lungo il percorso di transito della frana.

Caratteristiche geomorfologiche peculiari del conoide anomalo :

- supeficie del conoide molto estesa rispetto all'esiguo bacino idrografico c her lo sottende. Il rapporto Af/Ab > 20 (Sernio, Ponte, Migiondo) rispetto ai conoidi sedimentari (Tirano, Bormio, Sondrio, ecc)
- il corso d'acqua che alimenta il conoide ha portate esigue (pochi litri o poche decine di litri al secondo), carattere torrentizio;
- pendenze del conoide anomalo > 15 % (Sernio-lovero 19,8%, Migiondo 15,8, Ponte 16,7%) rispetto a quelli sedimentari (Sondrio 1,32%, Bormio 1,35% ecc)
- superficie del conoide anomalo liscia e regolare, priva di morfologie diagnostiche di un'origine franosa, segno evidente di un rimodellamento successivo di colate detritiche;
- apice del cono è molto esteso e ubicato all'interno del bacino (1,8 km. Nel caso di Sernio);
- nella zona distale presenza di scarpate elevate e ripide (decine di metri), formate per erosione al piede da parte del corso d'acqua (Adda per esempio)

CARATTERISTICHE DEL CONOIDE

• totale assenza di corso d'acqua o comunque scarse portate

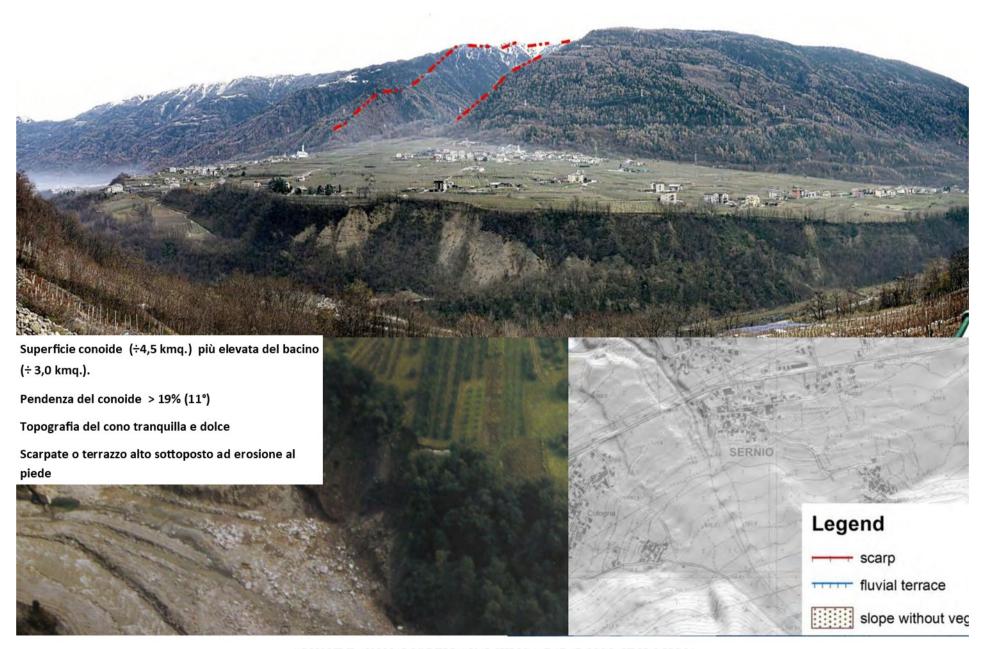


CARATTERISTICHE DEL CONOIDE

• totale assenza di corso d'acqua o comunque scarse portate

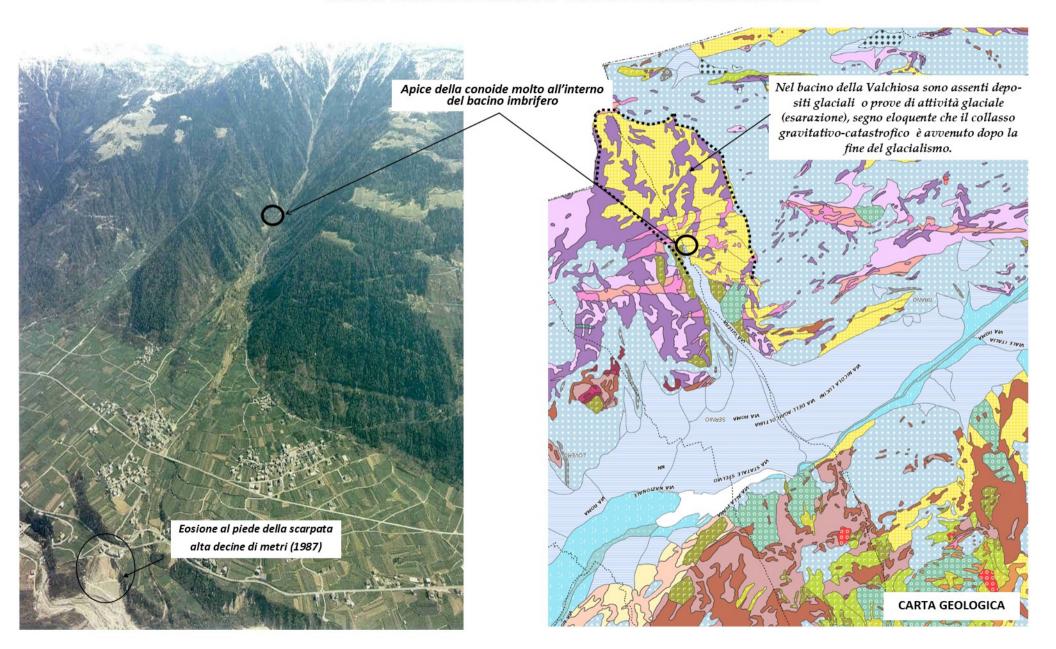


CARATTERISTICHE DEL CONOIDE



"CONOIDE ANOMALO" DELLA VALCHIOSA: PARADOSSO GEOLOGICO!

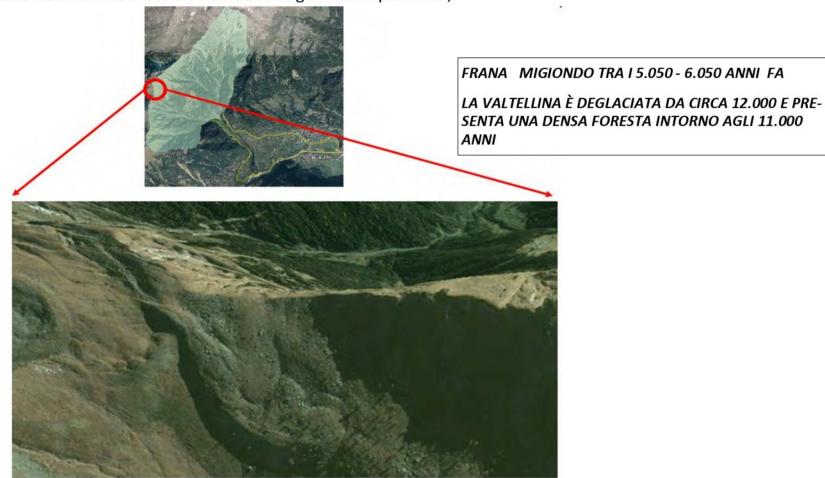
CARATTERI PECULIARI E GEOLOGICHE DEL BACINO



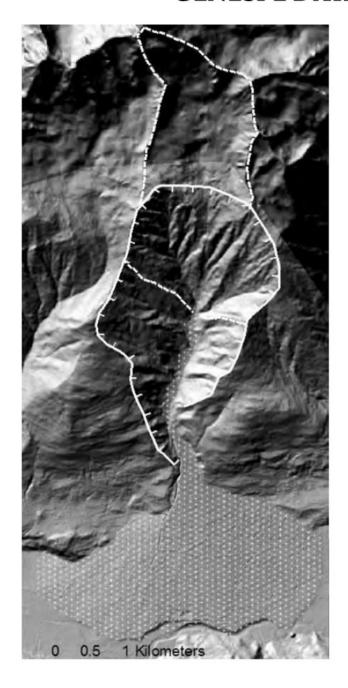
GENESI E DATAZIONE DELLA FRANA CATASTROFICA MIGIONDO

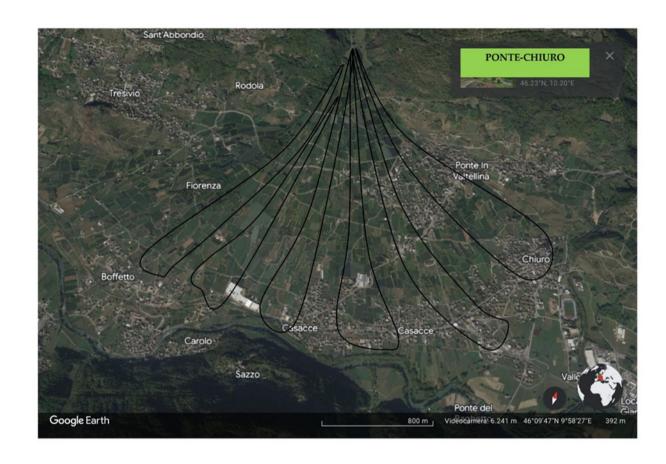
GENESI

• il conoide del Migiondo è stato interpretato (Guglielmin e Orombelli, 2001) come un accumulo di rock avalanches e debris flow connessi a una deformazione gravitativa profonda;



GENESI E DATAZIONE DELLA FRANA CATASTROFICA PONTE





FRANA A PONTE FORMA UN LAGO CIRCA 5000 ANNI FA .

LA VALTELLINA È DEGLACIATA DA CIRCA 12.000 ANNI E PRESENTA
UNA DENSA FORESTA INTORNO AGLI 11.000 ANNI
(PASSAGGIO DA FASE GLACIALE E INTERGLACIALE CALDA)

GENESI E GEOLOGIA DELLA VALCHIOSA

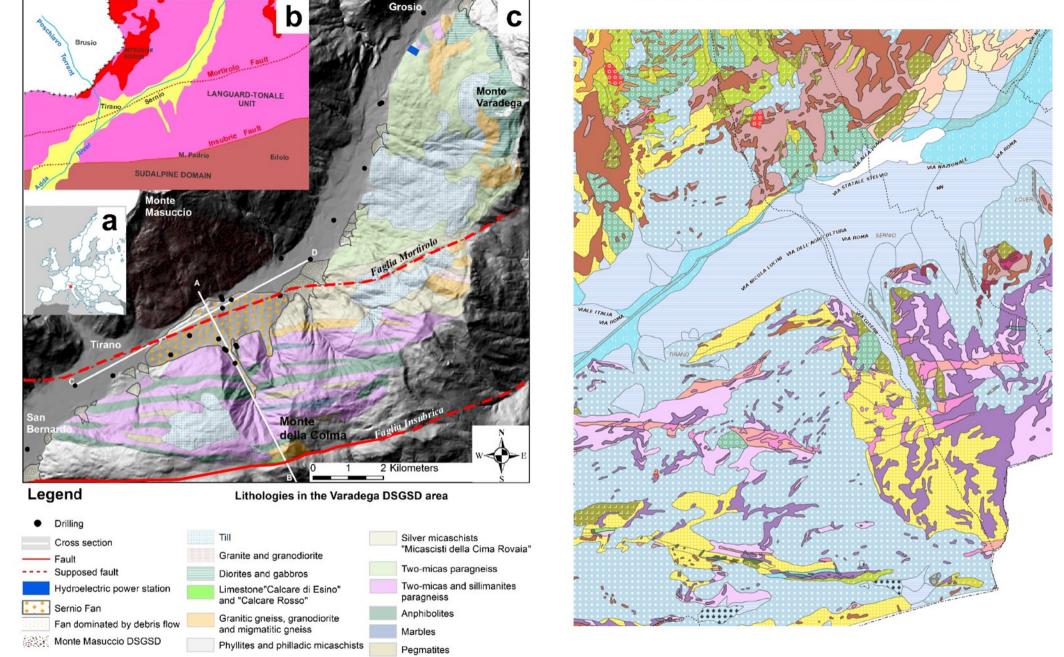


Figura 6.2: a) Inquadramento geografico dell'area di studio; b) inquadramento strutturale (modificato da Bonsignore, Bravi, Ragni, 1970); c) inquadramento geologico (modificato da Montrasio, 1990); (modificato da De Finis et al., 2015)



- la Valchiosa è un bacino recente: non c'è traccia di esarazione glaciale nell'area di nicchia, non presenta depositi glaciali a valle della scarpata;
- da una prima approssimativa stima i volumi detritici necessari a colmare le piccole valli laterali, ovvero quelli hanno subito principalmente un trasporto tramite debris flow, risultano nettamente minori rispetto ai circa 520 milioni di m³ che costituiscono il conoide.

La superficie del conoide è ÷ 4,5 kmq. Quella del bacino idrografico ÷3,0 kmq.

Debris flow= colate di detrito

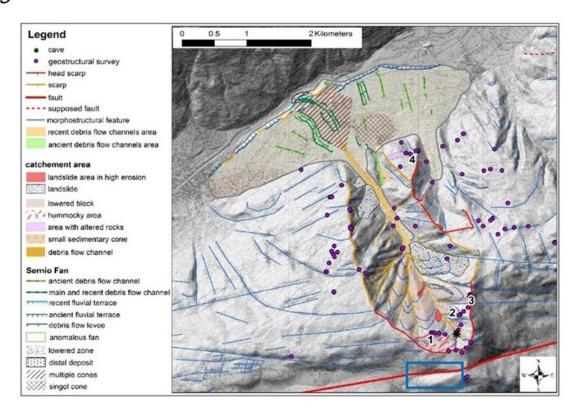
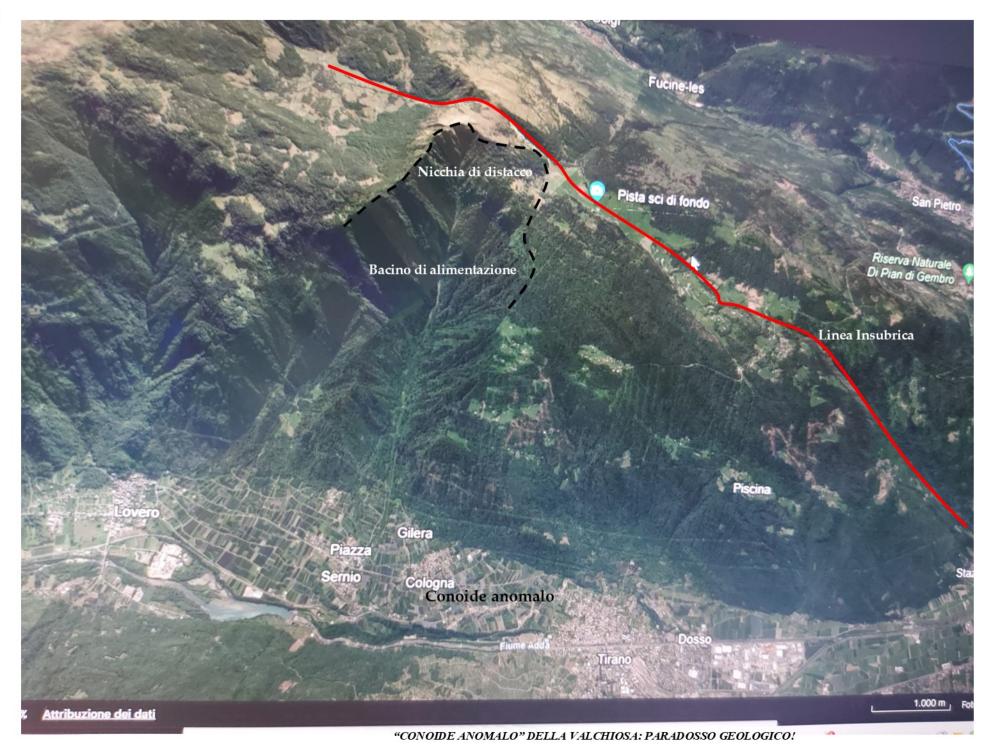


Figura 6.4: Carta geomorfologica del sistema conoide/bacino di Sernio. La faglia a sud della testata del bacino Valchiosa è il lineamento insubrico; il quadrato blu indica un tratto della Valle del Santo (dettaglio in Figura 6.5)



Figura 6.5: Linea Insubrica presso la Valle del Santo, poco a sud rispetto alla testata del bacino Valchiosa.

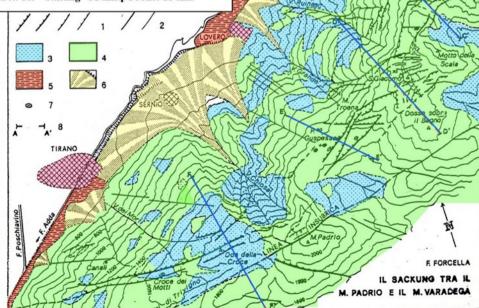


LEGENDA

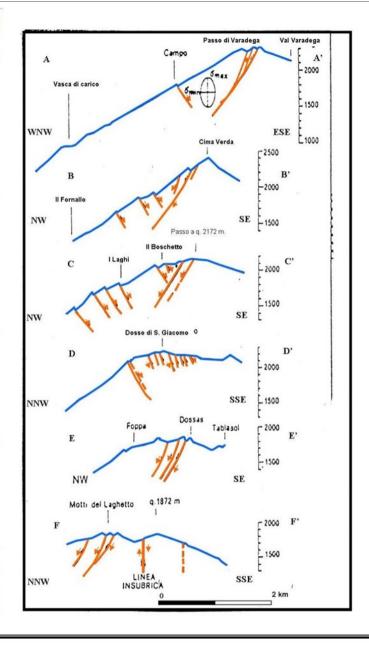
Ubicazione delle discontinuità che caratterizzano il Sackung.

- 1 Piani di discontinuità lungo i quali il cedimento ha avuto luogo, i tratti indicano il lato ribassato, lo spessore della linea è proporzionale all'altezza della scarpata morfologica che essi determinano.
- 2 Lineamenti con prevalente orientazione WNW-ESE, tracciati con l'analisi fotogeologicae probabilmente riferibili ad atività neotettonica.
- 3 Coperture di vario tipo: morene, detriti di falda, coni di detrito, depositi palustri e torbosi (i limiti tra le coperture e le zone con roccia sono stati desunti da Scesi e Della Torre, 1979).
- 4 Roccia afforante
- 5 Alluvioni di fondovalle recenti e attuali.
- 6 Principali coni di deiezione.
- 7 Principali depressioni pseudo-carsiche.
- $\bf 8$ Traccia delle sezioni altimetriche riportate a destra della cartografia .

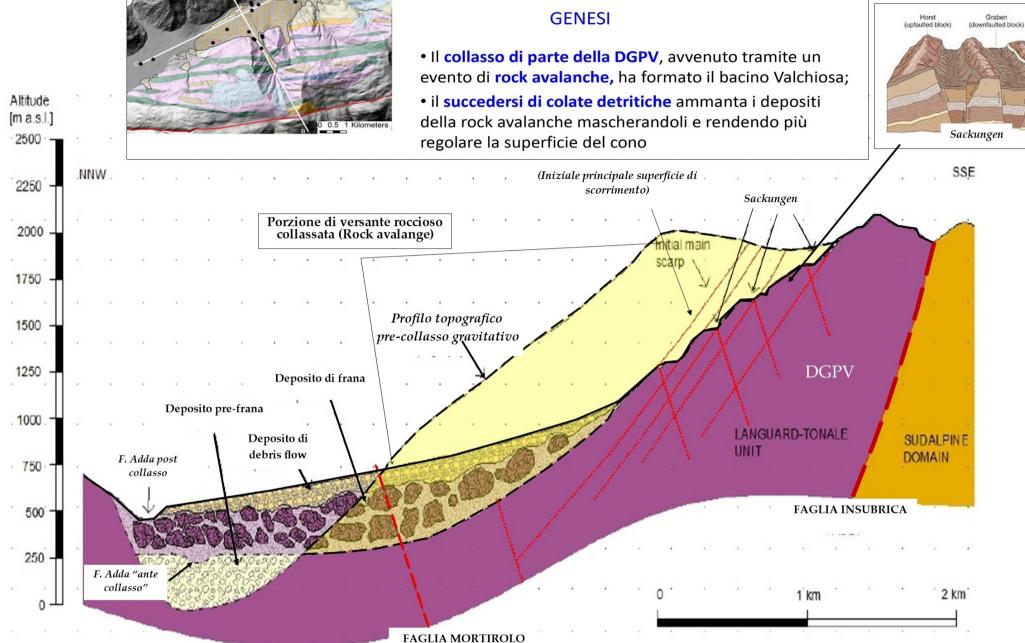
Estensione del area del "Sakung" 31 kmq. Fronte 15 km.



GROSOTTO



IL "SACKUNG" TRA IL M. PADRIO E IL M. VARADEGA



SEZIONE GEOLOGICA DI SINTESI ESPLICATIVA

DTM (modello digitale terreno) SERNIO-VALCHIOSA CON EVIDENZA DELLE TRACCE DELLE TRINCEE E DELLA LINEA INSUBRICA

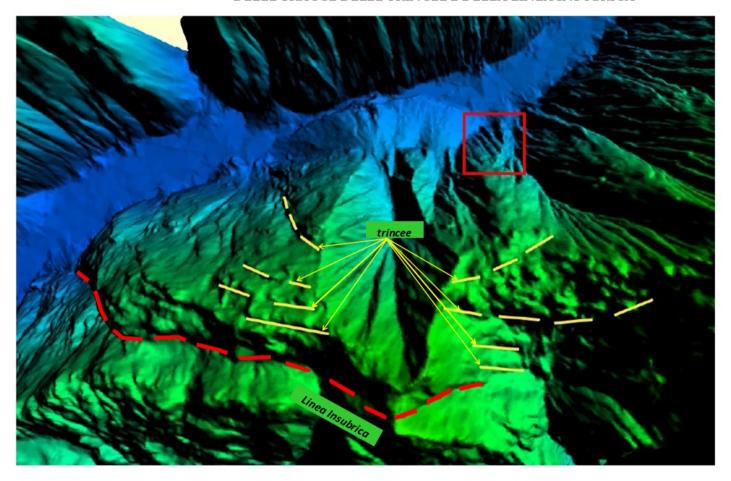
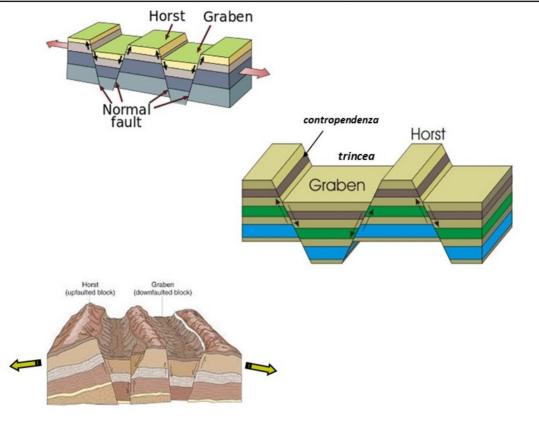


Figura 6.27: DTM Sernio-Valchiosa modificato: linea rossa=Lineamento Insubrico, linea gialla tratteggiata= trincee. Il poligono rosso evidenzia un'area particolarmente interessata dalla presenza di trincee.

FENOMENI TETTONICI CHE SI VERIFICANO NEI VERSANTI DELLE DPGV (DEFORMAZIONI GRAVITATIVE DI VERSANTE PROFONDE) - SACKUNG (INSACCAMENTO)







"CONOIDE ANOMALO" DELLA VALCHIOSA: PARADOSSO GEOLOGICO!

Martedì 28 novembre 2023 - dr. Curcio

INFLUENZA SUL FONDOVALLE

questi coni hanno spesso deviato il corso d'acqua vallivo e talvolta creando dei veri e propri laghi di sbarramento;

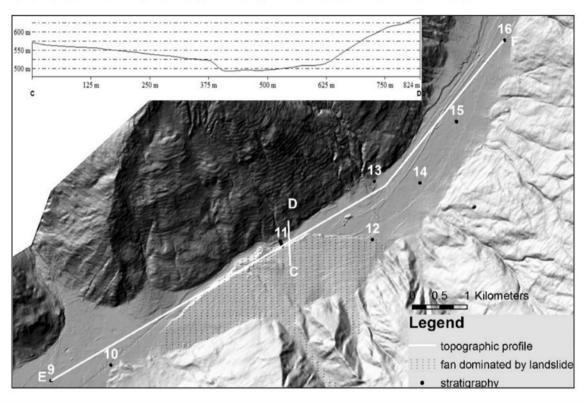


Figura 2.9: DEM relativo al fondovalle Valtellinese in corrispondenza del conoide di Sernio (SO); i punti neri numerati corrispondo ai sondaggi analizzati nel ricostruire la sezione lungo la traccia EF (De Finis & Bini, 2014).

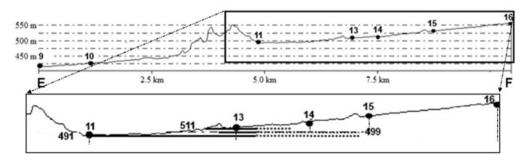


Figura 2.10: profilo topografico lungo la traccia EF (Fig. 2.4) del tratto di fondovalle Valtellinese; l'immagine nel riquadro è stata ingrandita e mostra i livelli limosi certi (linea nera continua) e quelli ipotizzati (linea nera tratteggiata) (De Finis & Bini, 2014).

ASPETTI CONCLUSIVI ED EVOLUZIONE DELLA SITUAZIONE GEOMORFOLOGICA

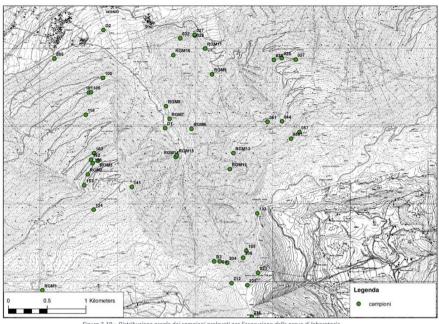
Il conoide della Valchiosa è un conoide dominato da frana: la prova più evidente è data dal gradino morfologico che ha creato nel fonodovalle.

La storia recente è dominata da eventi di $\underline{Debris\,Flow}$ (colate di detrito) susseguitisi nel tempo con tale intensità da aver completamento mascherato i depositi originali dovuti a valanghe di roccia .

PER QUANTO ATTIENE LA DATAZIONE DELL'AVVENIMENTO DEL COLLASSO CATASTROFICO DEL VERSANTE NON SI HANNO DATE CERTE, COMUNQUE SI PUÒ RITENERE CHE È UNA FRANA RECENTE CHE SI PUÒ COLLOCARE NEL PERIODO POST GLACIALE (4000 - 5000 ANNI FA)

FRAGILITÀ GEOLOGICHE INTRINSECHE:

- Instabilità testata del bacino: nicchia di distacco, fratturazione spinta delle rocce ecc.
- Instabilità della zona distale: erosione al piede della scarpate e del gradino morfologico;
- Interessato da colate detritiche
- Difficoltà di approvvigionamento idrico





sclerometro per roccia



Figura 3-10 – Distribuzione areale dei campioni prelevati per l'esecuzione delle prove di laboratorio.



Figura 3-11 – Lo strumento per il Point Load Test



Figura 3-7 – Alterazione delle superfici nell'affioramento n°23.

CARATTERISTCIHE DEL BACINO

sono fortemente interessati dalla presenza di faglie, anche di interesse regionale; presentano rocce di faglia.



INSTABILITÀ TESTATA DEL BACINO - ESEMPIO DI SCHEDA RILIEVO

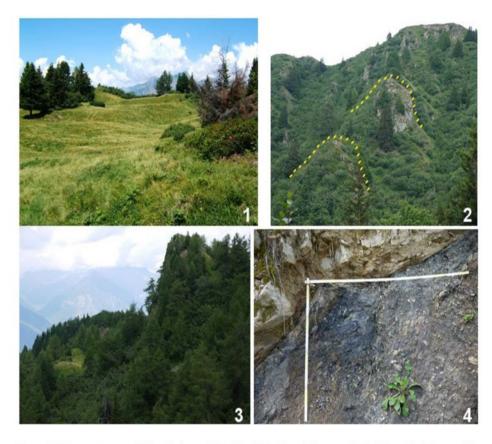
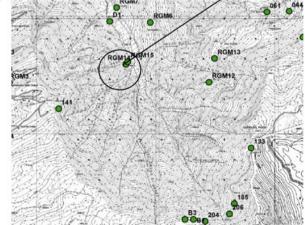


Figura 6.6: 1) zona corrugata; 2) blocchi ribassati (identificati dalle linee gialle tratteggiate); 3) dettaglio della area della scarpata principale; 4) rocce alterate in una zona di faglia (modificate da De Finis et al., 2015).



SCHEDA RILIEVO RGM14

Rilievo N°	RGM14	Coordinata X	1593747,604	Coordinata Y	5117605,6		
		PARAMETRI GE	OMECCANICI RIL	EVATI			
Litologia	anfibolite	Campioni		T	VRU medio		
RQD (%)	78	raccolti	per Point Load	X Orient. F2	(cm)	25x4	0x10
Orientazione versante [*]	224/80	Orient, F1				Orient. F3	
SISTEMI	20.400	s	К1	K2	КЗ	К4	K5
Caratteristiche dei giunti	orientazione [*]	293/24	227/84	144/68	N.S		
	spaziatura (cm)	255/24	227/04	144/00			
	persistenza P(%)		>90	50-90			
	persistenza A(%)		>80	20-80	-		
	apertura (mm)	_	700	20.00			
Rimpimento	assente	granulare	coesivo	ricrist.			
Acqua	assente	asciutto	umido	bagnato			
Alterazione superfici	integre	ossidate		alterate			
JRC	and the second second	ossidate	legg, alterate	aiterate			
JRC	12-14						
Parametri sperimentali	∞, // (Mpa) PL	∞i ⊥(Mpa) PL	oc _{app} (MPa)	Alterazione			
		163,2	29,380	5,6			
	c'[Mpa]	φ'[*]	E (Gpa)	γ (KN/m3)			
	0,41	46	63,10	26,97			
Parametri analitici	D	mi	m _b	s	a		
	0,2	31	3,165	0,0010645	0,510		
	σ _{im} (Mpa)	oʻ₃ _{max} (Mpa)	c,	o'			
	37,714	20,013	6,336	42,055			
				1			
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA D				-			
Bieniawsk		GSI (diretto) =	43				
P1) Resistenza PL P2) RQD	12						
	8						
P3) Spaziatura P4) Giunti	30						
	15						
P5) Acqua							
RMR _b =	82						
NOTE	1						

"CONOIDE ANOMALO" DELLA VALCHIOSA: PARADOSSO GEOLOGICO!

Instabilità della zona distale: erosione al piede della scarpate e del gradino morfologico

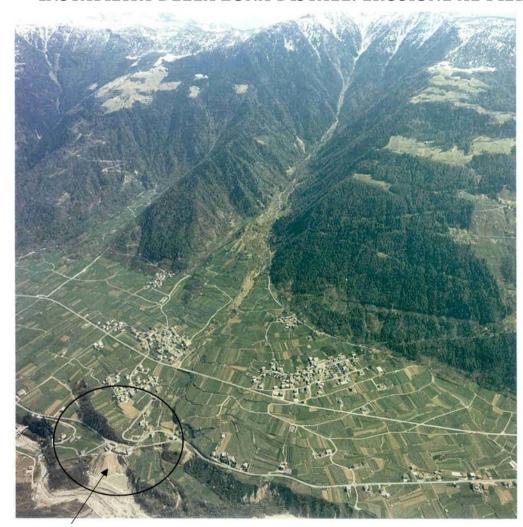


Figura 2-8 – Conoide di deiezione del Bacino della Valchiosa, visto dall'alto.

Dissesto scarpata anno 1987 erosione al piede Albergo Valchiosa

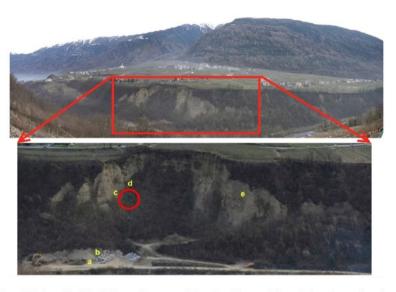


Figura 2.16:a) conoide di Sernio-Lovere, b) scarpata n. 3, la pachera in basso a sinistra può aiutare in una prima stima di altezza e larghezza della scarpata; le lettere rappresentano affioramenti descritti in seguito.il cerchio rosso evidenzia lo sbocco del canale scolmatore.



Figura 2.23: dettaglio della scarpata n.3 di Sernio, la cui posizione corrisponde alla lettera e in Fig. 2.16

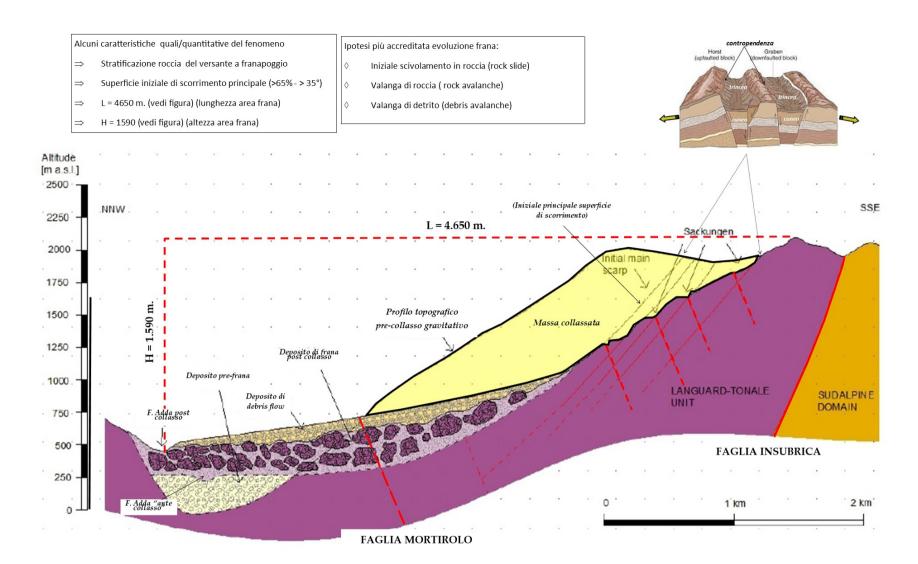


Figura 6.13: sezione geologica interpretativa del sistema conoide-bacino di Sernio (traccia AB in figura 2c)

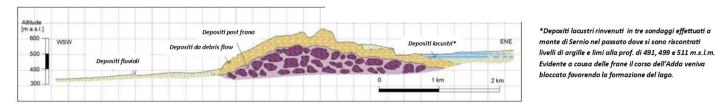


Figura 6.9: sezione geologica trasversale del conoide di Sernio; traccia CD in Figura 6.2

"COLATE DETRITICHE" (DEBRIS FLOW)

Partendo dai dati raccolti e dalle indagini fatte in sito e in laboratorio sono stati valutati i <u>rischi residui</u> a cui attualmente è soggetto il sistema bacino-conoide di Sernio, con particolare riferimento al rischio di <u>colata detritica</u>. È stata effettuata un'analisi di sensitività partendo dalle curve di distribuzione di probabilità dei coefficienti d'attrito (ricostruite sulla base di dati bibliografici raccolti da Scheidl -2013) relative a colate detritiche in ambiente alpino. Tenendo conto delle similitudini riscontrate tra il sistema bacino -conoide di Sernio e quello del Conoide del Gadria, le curve di distribuzione probabilistica dei parametri sono state modificate centrandone la media sul valore individuato come ottimale per le colate del bacino del Rio Gadria. Esse sono state utilizzate per simulare eventi di colata detritica lungo il sistema bacino -conoide di Sernio, con lo scopo ultimo di definire una carta della suscettibilità agli eventi di colata detritica del Conoide di Sernio.

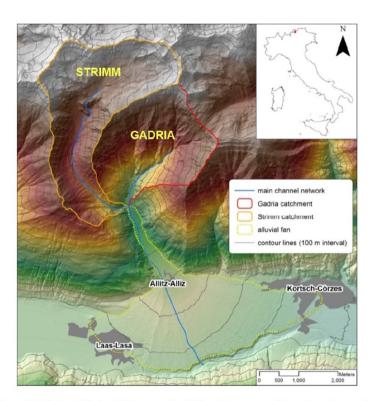
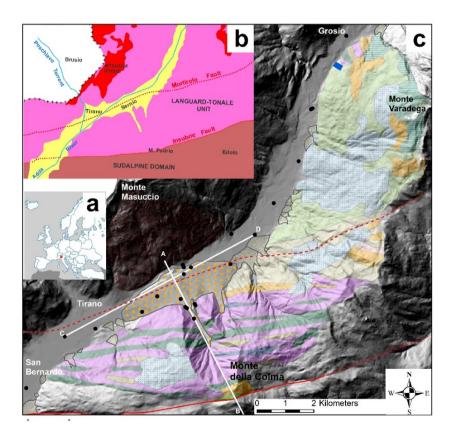
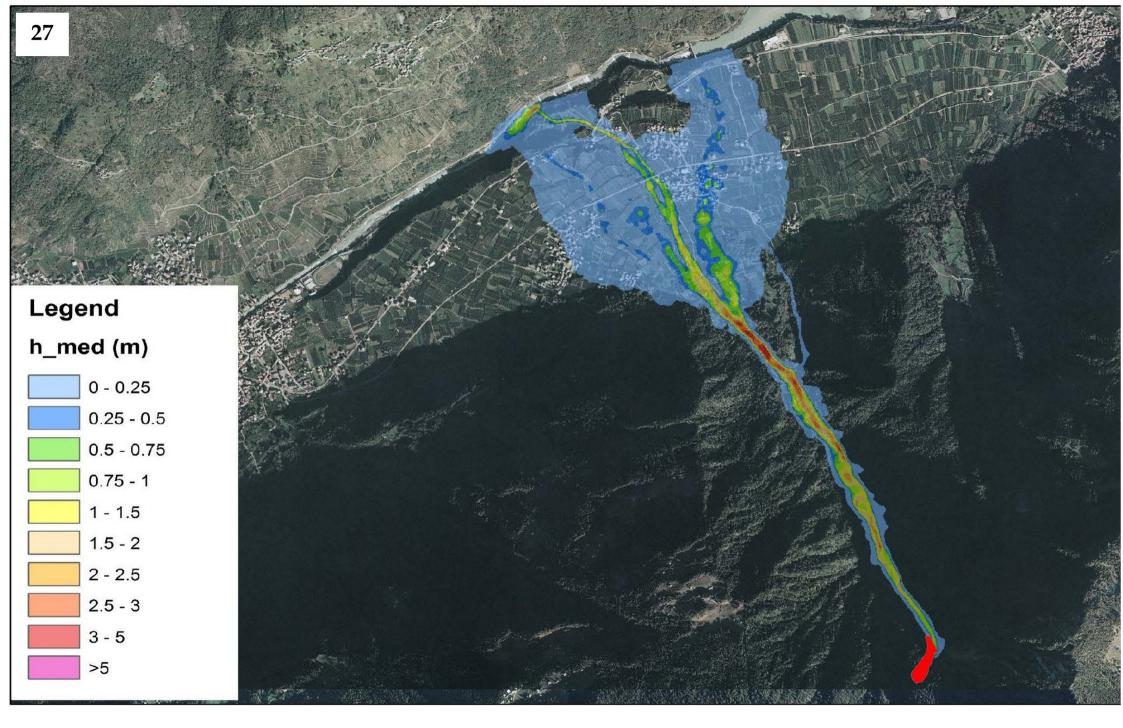
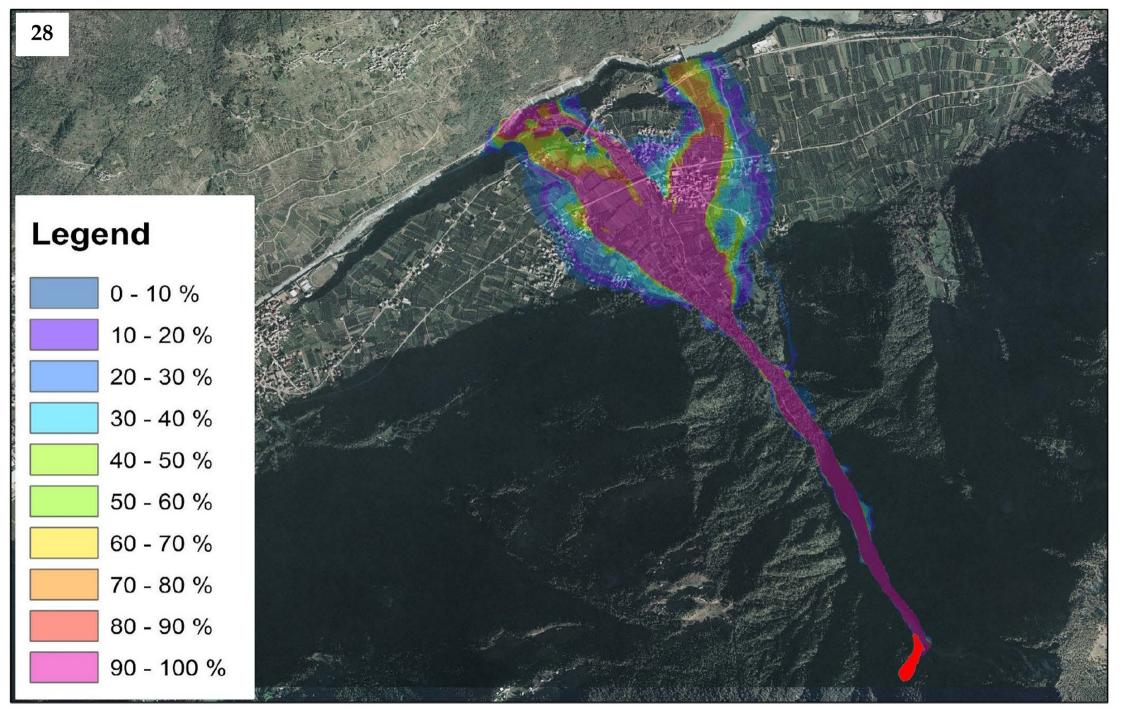


Figura 5.1: Il conoide del Rio Gadria in Val Venosta e i bacini da cui è sotteso: Gadria e Strimm (da Comiti et al., 2014).







CARTA DELLA SUSCETTIBILITÀ DA COLATA DETRITICA

CONCLUSIONI

- La genesi del conoide Valchiosa Sernio dovuta ad una valanga di roccia che ha interessato il versante DGPV (sono ancora riconoscibili oggi trincee e contropendenze)
- Il responsabile del fenomeno gravitativo sarebbe di origine tettonica legato ad una serie di faglie sia locali che regionali (L.Insubrica, L. Mortirolo ecc); esse hanno peggiorato le proprietà geotecniche delle rocce della testata generando gran quantità di detriti nel bacino.
- La formazione del conoide conseguente alla grande massa di materiale franato (÷520 milioni di mc) ha riempito il fondovalle, bloccando il corso del fiume Adda generando un invaso (presenza a monte dello sbarramento di livelli depositi lacustri nei sondaggi)
- Conseguenza formazione del bacino di Sernio e del gradino morfologico (80 m.) a valle.
- Il materiale della rock avalanche (valanga di roccia) è stata coperta in seguito da debris flow (colate detritiche) che hanno plasmato la superficie del conoide.
- Lo stato attuale dell'area è caratterizzata da una gran quantità di detrito nel bacino e nelle sue valli laterali, che a causa di scarsa presenza di acqua nel bacino stesso rimane fermo e non viene elaborato, come succede nei conoidi normali. Purtroppo, poi, in occasione di eventi meteo climatici estremi laddove si hanno forti precipitazioni sul territorio, tutto questo materiale viene preso in carico dall'acqua generando colate detritiche che si irraggiano sul conoide seguendo linee preferenziali di scorrimento tipo paleoalvei abbandonati, strade, canali naturali e/o artificiali etc. e interessando infrastrutture, fabbricati ecc.
- Viste le similitudini geologiche-strutturali e geomorfologiche tra i bacini di Sernio e di Gadria, tenuto conto delle curve di distribuzione parametriche ricavate, sono state effettuate delle simulazioni di eventi di colata detritica lungo il sistema bacino-conoide di Sernio. Il risultato è stato quello di poter ottenere una cartografia delle medie delle altezze massime e una della suscettibilità del conoide

GRAZIE PER L' ATTENZIONE

