

BOLLETTINO STORICO ALTA VALTELLINA



N. 15
Anno 2012

Centro Studi Storici Alta Valtellina



BOLLETTINO STORICO ALTA VALTELLINA



N. 15 - Anno 2012

La fragilità delle nostre valli

Breve excursus tra storia e morfologia del territorio

Simone Angeloni

Premessa

In questo intervento si vuole affrontare un aspetto che nel mio precedente articolo sulla frana della Val Pola e l'alluvione del 1987⁽¹⁾ non è stato possibile trattare per ragioni di spazio e di contenuti.

Come giustamente alcuni lettori del Bollettino Storico hanno fatto notare, l'evento che colpì la Valdisotto non rappresenta, pur nella sua eccezionalità, un accadimento unico nel panorama dei fenomeni geologici. Di frane catastrofiche se ne conoscono svariati esempi sia nella letteratura tecnico-scientifica che in quella storica. Ma anche senza aver bisogno di una conoscenza enciclopedica, è sufficiente osservare con un pizzico d'attenzione l'ambiente che ci circonda per notare i segni che gli eventi geologici hanno lasciato sul territorio, concorrendo alla sua modellazione.

Per di più, oggi, la tecnologia e internet ci permettono di poter svolgere delle accurate osservazioni anche quando le condizioni meteorologiche sono avverse – o ci si trova a chilometri di distanza dal luogo in oggetto – semplicemente stando seduti davanti a un pc.

Nel seguito verranno presentati alcuni esempi più o meno noti di fenomeni simili alla frana della Val Pola verificatisi in Valtellina e nelle vallate immediatamente adiacenti. La scelta è ricaduta su queste località in quanto maggiormente conosciute da chi scrive e per una maggiore familiarità per il lettore del Bollettino.

Non si tratterà di una spiegazione dettagliata di ogni singolo evento, come avvenuto per l'articolo della Val Pola – in quanto non basterebbe un intero numero per affrontare l'argomento –, ma solamente un breve accenno alle singole vicende o situazioni, nel quale verranno messi in evidenza i caratteri comuni a questi fenomeni.

⁽¹⁾ Simone ANGELONI, *La frana della Val Pola – Cronaca geologica degli eventi in Valdisotto e in provincia di Sondrio dell'estate del 1987*, in BSAV 14 (2011), pp. 41-108.

Le frane

La Valtellina è, ed è stata, terra di eventi geologici straordinari di cui non mancano le testimonianze. Se dal punto di vista naturalistico è possibile risalire a determinati fenomeni – quando le loro evidenze non sono state del tutto obliterate dal passare del tempo o dalla continua modellazione da parte dei processi naturali –, lo stesso non si può dire per quelle letterarie o storiografiche. Queste ultime, in realtà, non sempre sono precise o esatte, come del resto avviene quando la ricostruzione dei fatti si spinge troppo indietro nel tempo e le fonti da cui attingere sono poche e frammentarie. Pare, quindi, naturale che le maggiori documentazioni risalgano agli anni immediatamente prossimi ai nostri, per scemare via via col passare dei secoli.

Comunque sia, alcuni eventi sono entrati a far parte della tradizione e della cultura delle nostre vallate per l'importanza che hanno avuto e per la quantità di autori che nel corso dei secoli se ne sono occupati.

Tra questi è da menzionare sicuramente la frana di Piuro, visto lo sgomento che provocò non solo in Valchiavenna e Valtellina, ma in tutta Italia e gran parte d'Europa. Piuro infatti era un borgo densamente popolato e di grande notorietà all'epoca della catastrofe, pertanto i fiumi di inchiostro che sono stati versati per descrivere il fatto hanno tenuto viva la sua memoria fino ai nostri giorni.

Piuro

Celeberrime sono le parole di Guler von Weineck, storico del Seicento, riguardo all'etimologia⁽²⁾ stessa del nome del centro della Val Bregaglia:

Piuro è un bellissimo borgo, che si potrebbe benissimo paragonare a una cittadina per i suoi architettonici palagi, per i campanili, le chiese ed altre costruzioni, se fosse anche cinta di mura. Il suo nome deriva dalla parola latina "plorare", ossia piangere, a cagione di un lacrimevole disastro che ivi accadde in antico. Narra infatti una vecchia leggenda che nei tempi andati questo borgo sorgesse più addentro nella stretta gola della valle, dove una tremenda ed improvvisa piena del fiume lo travolse, distruggendolo totalmente. In seguito i superstiti trasferirono le loro dimore nel luogo dove sorgono oggi, e mutarono pure al paese l'antico nome di Belforte in

⁽²⁾ Cfr. O. Lurati, *Madesimo, Chiavenna e Piuro: nuove proposte etimologiche*, in "Clavenna" 42 (2003), pp. 143-56, in partic. 150-5: *Si abbandona il pluro "piano", cui pensava il Salvioni... e si avanza l'idea di un derivato dal lat. petra(m), it. settentrionale preda "pietra", nella fattispecie un derivato in -oriu(m) nel senso di "pietrorio, accumulo di pietre, posto dove si andavano a cavare pietre". Che coincide anche con la storia dell'estrazione secolare della pietra, in particolare quella ollare, a Piuro... Si postula un *petrorium "posti di, da pietre", da cui si passava, nell'oralità, a pedrór, poi preór e, successivamente, piór, piùr... In effetti il nome di questa località, che tanto ha inciso sulla memoria della gente della Valchiavenna, si presenta dapprima come Prore (dal 973 al 1125): così le indicazioni in Scaramellini...*

quello attuale: ad eterna memoria della passata sciagura.⁽³⁾

La vicenda cui fa riferimento lo storico svizzero risale probabilmente all’VIII secolo d.C., quando Piuro si chiamava Belforte e sorgeva qualche chilometro più a monte – lungo la Val Bregaglia – rispetto alla posizione in cui si trovava nel XVII secolo.

La descrizione dell’antico borgo di Guler von Weineck prosegue:

Piuro è il capoluogo del territorio circostante, donde vengono gli abitatori per ricevere giustizia... Gli abitanti sono gente operosa che attende per lo più ai traffici; e poche piazze commerciali ci sono in Europa dove essi non esercitino qualche industria; perciò hanno guadagnato grande ricchezza. Ma la sventura potrebbe di bel nuovo abbattersi su questo paese, prostrandolo una seconda volta.⁽⁴⁾

Quest’ultima affermazione non credo sia da considerare come un infelice augurio o una macabra previsione dell’Autore per gli abitanti di Piuro, piuttosto una constatazione. La zona in cui sorgeva l’abitato nel 1600 aveva manifestato in parecchie occasioni la sua instabilità come testimoniano le cronache dell’epoca.

A titolo d’esempio si possono riprendere le parole di Fortunato Sprecher, che così fa iniziare la sua descrizione della frana del 1618:

Sabato 25 agosto dell’anno 1618 cominciò a piovere e la pioggia, scatenatasi quasi a diretto con tuoni e lampi durò poi fino al giovedì successivo 30 agosto. Questo fu un giorno assai sereno e sembrava far sperare finalmente un tempo migliore, ma nella notte seguente la pioggia riprese i suoi rovesci con tuoni e lampi e continuò fino all’alba del lunedì 3 settembre. Il martedì fu di nuovo sereno, poi nel pomeriggio sul lato sinistro del fiume Mera, dal monte chiamato Conto, dove un tempo si cavavano recipienti di pietra ollare (laveggi) e dove ancora erano visibili le tracce delle caverne, mentre già dieci anni prima, come raccontano gli abitanti di Uschione, un paese il sopra, erano apparse alcune crepe nel monte, cominciò a muoversi parte della frana che sommerse alcune vigne presso Scilano in direzione di Chiavenna. Ma poiché anche altre volte in quello stesso punto si erano verificati frequenti scoscendimenti del terreno, in conseguenza del fatto che i prati situati più in alto sul monte si solevano irrigare e l’acqua poi non era accompagnata via con cura per mezzo di canali i Piuraschi, siccome il franamento si era prodotto a valle del borgo verso Chiavenna, non se ne davano gran pensiero. Coloro però che in quella parte stavano raccogliendo il fieno sul piano si sentirono tremare la terra sotto i piedi. A tali segni alcuni contadini di Roncaglia avvertirono quei di Piuro che lasciassero il borgo perché si preannunciava un gran disastro. La stessa preoccupazione confidò a me in Chiavenna, dove allora

⁽³⁾ Citazione tratta da: <http://www.paesidivaltellina.it/piuro/index.htm>. Tratto da G. GULER VON WEINECK, *Raetia* (versione dal tedesco della sola parte che riguarda la Valtellina e la Valchiavenna di G.R. Orsini), Sondrio 1959.

⁽⁴⁾ *Ibidem*.

mi trovo in qualità di commissario, un tale che veniva da Piuro a portare dei laveggi.⁽⁵⁾

Tralasciando le ulteriori descrizioni che si potrebbero riportare riguardo all'evento secondo la narrazione di diversi Autori, compreso tutto il contorno di leggende che la tradizione e il folklore ci hanno tramandato nei secoli – di sicuro interesse, ma che esulano dalle finalità del presente articolo –, già dalle parole dello Sprecher possiamo trarre spunto per individuare le prime analogie con l'evento di Morignone del 1987.

Innanzitutto l'aspetto relativo alle precipitazioni. Anche per la frana di Piuro i giorni antecedenti il collasso del movimento gravitativo sono stati caratterizzati da intense piogge durante la stagione estiva. Alcune cronache, inoltre, fanno riferimento a un'estate particolarmente torrida nel corso di quell'anno.

Non si tratta di semplici coincidenze, ma la relazione tra precipitazioni e fenomeni franosi è definita da diversi studi e giustificati dal punto di vista idrogeologico, geotecnico e geomeccanico. L'acqua che si infiltra all'interno del terreno o delle fratture delle rocce contribuisce alla diminuzione della stabilità e delle resistenze opposte dalla componente solida al movimento sotto l'azione della gravità.

Anche la relazione tra il collasso della frana e la stagione dell'anno non è casuale. Le precipitazioni sono infatti regolate da regimi stagionali dettati dal tipo di clima, dalla latitudine e dalle condizioni orografiche dell'area geografica in cui si sviluppa il fenomeno. Per i territori alpini della Lombardia (ad eccezione delle Prealpi e dei rilievi immediatamente a ridosso della Pianura Padana) il regime pluviometrico è di tipo continentale o alpino (Figura 1). Medesima tipologia di apporti si trova anche in Trentino e altre regioni o vallate alpine. Questo tipo di regime è caratterizzato da un massimo delle precipitazioni localizzato nel periodo tardo primaverile ed estivo (giugno, luglio e in parte agosto). Un secondo massimo si concentra nel periodo autunnale (mesi di ottobre e novembre), anche se di entità minore rispetto a quello estivo. Il minimo, ovvero la stagione secca, coincide con l'inverno (dicembre e gennaio), dove le poche precipitazioni sono di tipo solido (neve). Un secondo periodo secco – anche se di gran lunga meno importante di quello invernale – è presente a cavallo tra estate e autunno (agosto, settembre e in parte ottobre).

Ovviamente tale regime pluviometrico regola anche i deflussi dei corsi d'acqua, le cui portate sono funzione delle precipitazioni, anche se con un leggero sfasamento nel periodo autunno-inverno e primavera-estate per via delle precipitazioni nevose e della fusione delle nevi (Figura 1).

⁽⁵⁾ Ibidem. Cfr. anche C. GIACOMELLI (a cura di), *Traduzione del libro X di "Pallas Reticas" di Fortunat Sprecher von Bernegg*, in BSAV n. 3/2000, pp. 153-156.

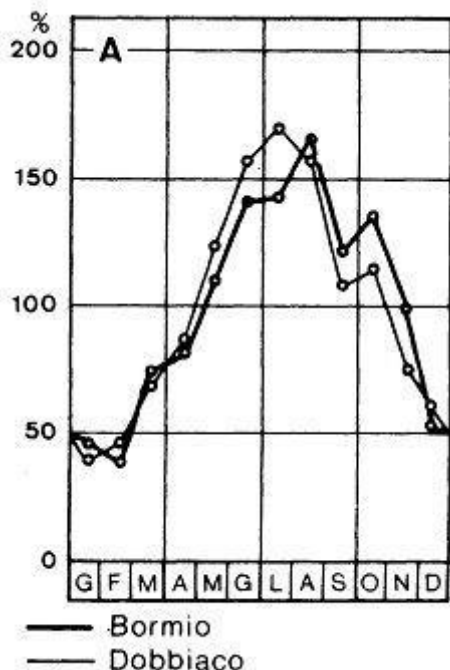
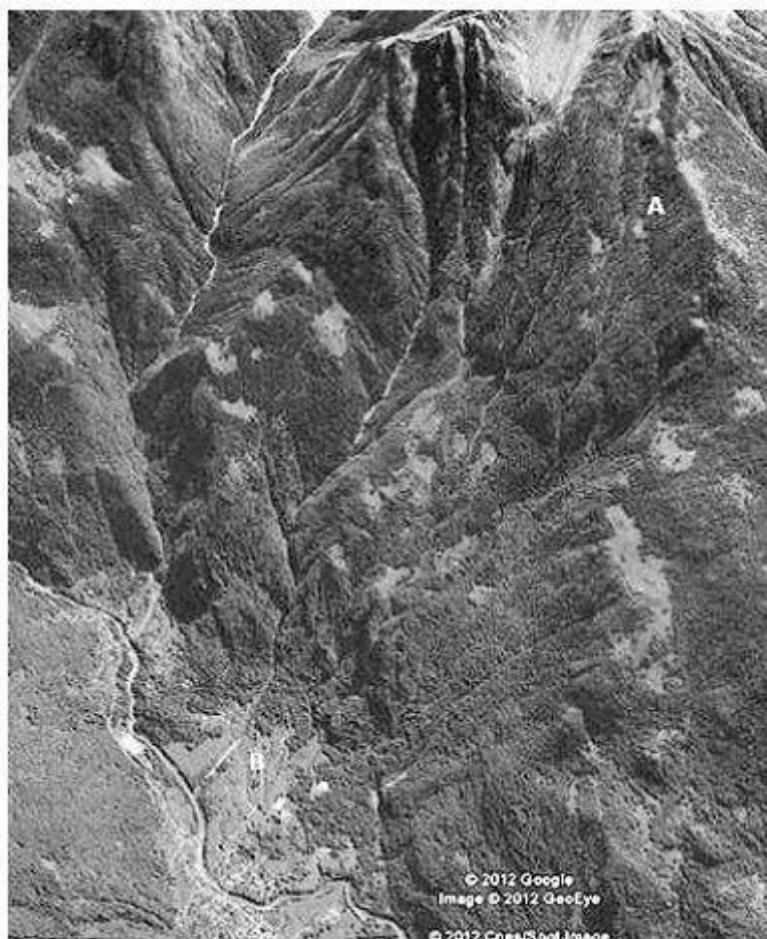


Figura 1: Regime pluviometrico di tipo continentale alpino.

Il secondo aspetto da prendere in considerazione è lo stato di instabilità progressiva in cui versava l'area di distacco della frana già prima dell'evento del 1618. Come per la Val Pola, se le piogge dei giorni antecedenti il collasso possono essere considerate uno dei fattori scatenanti il fenomeno, la vera causa predisponente è stata la situazione di dissesto diffuso della porzione di versante franata, dettata dalle condizioni geologiche, strutturali e geomeccaniche in cui già si trovava il pendio. La descrizione di Fortunato Sprecher ci testimonia infatti una certa "indifferenza" degli abitanti di Piuro, probabilmente abituati ad assistere a piccoli franamenti o colate di detrito in occasione di piogge intense.

Ciò che invece avrebbe dovuto mettere realmente in allerta i residenti era la rapida apertura di fratture lungo il pendio che alcuni abitanti della zona avevano avuto modo di osservare.

Anche per l'evento di Sant'Antonio, la riattivazione del fenomeno è avvenuta in un lasso di tempo brevissimo tra l'inizio delle precipitazioni e la caduta della frana. In questo intervallo le testimonianze dell'epoca ci documentano la riattivazione delle trincee che erano già state attive in passato e l'apertura di nuove connesse al nuovo stato di instabilità venutosi a creare.



*Figura 2: Tratto di Val Bregaglia interessato dalla Frana di Piuro.
A) Area di distacco; B) area di accumulo.*

Il racconto dello Sprecher così continua:

Ed ecco che proprio sul fare della sera, quando già si vedeva la luna piena e il cielo era sereno senza una nube, in un attimo (come narrò poi una donna che si trovava in quel momento sopra una vicina altura sulla destra della Mera) il monte Conto crollò con impeto e fragore immenso. Noi, a Chiavenna, udimmo un boato ed un rimbombo non dissimile dal fragore

prodotto da molti grossi cannoni sparati simultaneamente. La frana travolse il paese di Scilano, formato da 78 case, e il borgo di Piuro dove esistevano 125 splendidi edifici, e vi rimasero purtroppo sepolte 930 persone. Io, a Chiavenna, udendo quel fragore volsi gli occhi in direzione di Piuro e vidi salire verso il cielo una nuvola di fumo mista a bagliori giallastri. La polvere di quella nube, sebbene Chiavenna disti più di mezz'ora di strada, si posò fin sul mio berretto. E tanta fu la violenza dell'aria che il campanile della Chiesa di S. Maria, dove i protestanti solevano tenere le loro adunanze, dalla riva sinistra della Mera fu sbalzato attraverso l'aria sull'altra sponda e pur tuttavia una delle campane, mirabile a dirsi, rimase intera, mentre nelle altre due chiese dei cattolici, S. Cassiano e S. Giovanni, delle campane si trovarono in seguito solo dei rottami. Anche un blocco di marmo, su cui era scolpito lo stemma di Gerolamo Lumaga, posto in cima all'arco del portale del suo palazzo che era situato sul lato destro della Mera, fu trascinato dalla frana sulla sponda sinistra e li fu ritrovata. Infatti poiché il monte era rovinato con straordinaria violenza e poiché la valle sottostante era stretta, l'onda della frana risalì lungo la pendice del monte di fronte e poi ribaltandosi in aria ricadde sull'altra parte della Mera. Il fiume, bloccato per circa due ore, destò grande allarme a Chiavenna per il timore che anche quel borgo potesse essere sommerso dallo straripamento delle acque, ma, grazie a Dio, queste ritrovarono il loro sbocco senza danno per l'abitato. Per l'impedimento del fiume si formò un lago lungo un quarto d'ora di cammino. La lunghezza della frana era pari a mezz'ora di strada, incerta l'altezza, poco estesa la larghezza.⁽⁶⁾

La frana di Piuro aveva una volumetria decisamente inferiore rispetto a quella della Val Pola. Secondo le stime, si parla di 5/6 milioni di m³, contro i 34 milioni di m³ della frana della Valdisotto. Ma anche in questo caso il materiale franato è riuscito ad ostruire l'intero fondovalle e a risalire parzialmente lungo il versante opposto in virtù della scarsa ampiezza del solco vallivo in tale punto e della notevole energia cinetica del fenomeno (il dislivello, in termini altimetrici, tra l'area di distacco e il punto di impatto è di circa 1600 m).

L'area di distacco della frana (Figura 2) è nei pressi de Il Mottaccio (1925,2 m s.l.m.), dove è ancora possibile osservare la nicchia della frana. Sul fondovalle, invece, la località Prati Ruina ci suggerisce la posizione dell'area di accumulo del materiale franato. Quest'ultimo si estende per circa 800 m, per un'ampiezza, trasversalmente il solco vallivo, di altrettanti metri. Lo spessore del deposito non è dell'entità di quello della Val Pola viste le volumetrie in gioco e il fatto che, a poche ore di distanza dall'evento, il fiume Mera aveva già raggiunto la quota di tracimazione dell'invaso. In questo caso il lago venutosi a formare a tergo dell'accumulo di frana non è rimasto conservato. Il Mera incide leggermente il deposito che, insieme alle evidenze sopra riportate e alla documentazione storica, ci testimoniano l'evento.

⁽⁶⁾ Ibidem.

Un lago a Sernio

È invece ancora presente, anche se con estensione minore rispetto all'origine, il lago formatosi a Sernio a seguito di una frana caduta dal Monte Masuccio nel 1807. Di questo evento dà un'ampia descrizione l'ingegnere Filippo Ferranti nella sua *Memoria su la Frana di Sernio nella Valtellina che generò nel 1907 un nuovo lago e sui mezzi praticati per scemare le dannose conseguenze*,⁽⁷⁾ consultato per la stesura del presente articolo. Ecco dalle parole dell'Autore un inquadramento del Monte Masuccio e di ciò che avvenne:

Questo monte, uno de' più maestosi della catena alla quale appartiene, è alto metri 2820 sopra il mare; ai dirupi sottoposti alla quasi sempre nevosa sua cima sottentrano pascoli estivi e poi selve di castagni, e poi ubertosissime viti coltivate ammirabilmente sino all'altezza di metri 360 almeno sopra il livello della valle in ajuole con artificio formate a gradinata e sostenute da muriccioli sovente rovesciati al minimo scroscio di pioggia. Tutta la superficie del monte, che ove non alimenta nè il pastore nè il vignajuolo presenta un informe ammasso di schistosi macigni diroccati dall'alto, facilmente assorbe le acque di pioggia e di neve provenienti anche da tre piccoli laghi, le quali passando per nascoste vie di scolo zampillano poi in cinque o sei polle al piede d'una parte del monte chiamata perciò Fontanile. La diuturna azione dissolvente di tali acque tolse ogni coesione tra il nucleo del pietroso monte ed una parte vicina al Fontanile del superficiale scomposto ammasso di macigni e terre argillose sminuzzate dalla coltivazione; quell'ammasso con quelle terre rese più sciolte e pesanti dalle straordinarie piogge dell'autunno 1807, verso l'albeggiare del giorno 8 dicembre di detto anno, scoscesero improvvisamente a far alto ingombro al corso dell'Adda. Ecco l'avvenimento che dal nome del territorio in cui accadde fu detto Frana di Sernio.

Già da questa breve descrizione dei luoghi che il Ferranti propone all'inizio della sua *Memoria* troviamo alcuni degli elementi tipici dei fenomeni franosi. Innanzitutto la condizione della roccia interessata dal franamento. L'*informe ammasso di schistosi macigni diroccati dall'alto* si riferisce evidentemente alle falde di detrito che si possono osservare lungo il versante sudorientale del Masuccio. Le falde di detrito – sia quelle aventi una parete che le alimenta a tergo, che quelle che ne sono prive – sono sintomatiche della presenza di fenomeni lungo il pendio sottoposti all'azione della gravità come frane e deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV), e dello stato di elevata fratturazione della roccia dell'area interessata dall'instabilità. A questa intensa fratturazione e alla presenza di blocchi di roccia più o meno isolati è legato un altro dei caratteri messi in evidenza nella citazione di cui sopra: l'assorbimento delle acque. La presenza di discontinuità entro il materiale roccioso facilita la circolazione idrica, e soprattutto il passaggio delle stesse dalla superficie topografica verso l'interno dell'ammasso. Quando poi il sistema di fratture che

⁽⁷⁾ Testo pubblicato a Como nel 1814.

regola la circolazione delle acque all'interno della roccia intercetta la superficie topografica in un secondo punto posto a quote inferiori, ecco che si possono trovare delle sorgenti (località *Fontanile*) dalle quali l'acqua precedentemente infiltratasi può sgorgare.

Ulteriori informazioni sulla dinamica dell'evento e sulla dimensione del fenomeno le lasciamo ancora una volta alle parole del Ferranti:

Il movimento della Frana dev'essere cominciato al piede del monte ed è salito sino all'altezza perpendicolare di metri 600 circa sopra il letto d'allora del fiume, alla quale terminò contro un proteso burrone rimasto quasi senza base. Sicuramente principiarono a cedere le terre argillose al piede del monte, ove sono sempre più minute e scomposte quanto più è umile il loro livello, ed in pari ragione meno atte a reggere al peso delle superiori. Oltre questa pruova della direzione dal basso all'alto del moto della gran Frana una seconda ne somministrano le piccole frane parziali avvenute nei quattro giorni antecedenti alla medesima sempre al piede del monte e senza il completo avvallamento dei superiori terreni, il moto de' quali rimase in certa maniera sospeso dopo alcuni cedimenti.

Effetto di simili cedimenti sono le varie più o men larghe spaccature che vedonsi anche oggigiorno nel monte annunciarne così la sua superficiale dissoluzione; la maggior di esse accavalla all'altezza di altri 600 metri la gran Frana del giorno 8, ed ha fatto sempre ragionevolmente temere che il burrone formante ancora il cappello della Frana stessa potesse di questa seguirne la via e portarne i mali alla più spaventosa misura.

Una parte del precipitato ammasso è rimbalzata dall'altro lato della valle, e perciò la cresta meno alta della chiusa opposta al fiume restò dal lato dello scosceso monte. La chiusa considerata da questo lato avea sopra l'antico letto del fiume l'altezza maggiore di metri 43, la quale declinava a zero con due piani inclinati lunghi uno metri 300 circa contro la direzione ed uno metri 630 a seconda del fiume. L'altezza di metri 43 diminuita della declività che in metri 300 circa avea l'antico letto del fiume rappresentava allora approssimativamente la maggior profondità del bacino pel lago in formazione, il quale compì il suo incremento in 11 giorni. Le acque dell'Adda nella sera del giorno 18 dicembre sormontaron la chiusa, e ripigliarono il loro corso tutte unite verso Tirano.

Alquanto più sollecito sarebbe stato il maggiore allagamento se nel progressivo innalzarsi del medesimo una parte delle acque non avesse trovato un passaggio fra gl'interstizj della chiusa, dal quale come cretosa poltiglia trapelò nei giorni 15, 16, 17 e 18 ad un livello inferiore di metri 36 a quello del più alto punto della chiusa medesima. Questa importantissima osservazione, che dovrò in seguito ricordare, indusse a ritenere la chiusa composta, come appariva in superficie, quasi tutta di macigni macchinosissimi ed innamovibili dalle acque in qualunque stato. Si è detto allora: se la maggiore materia componente la chiusa fosse non di macigni ma di terra argillosa le acque avrebbero di mano in mano che

s'innalzavano sempre più ampliata la prima trovatavi sortita e sotto la pressione di metri 36 d'altezza l'avrebbero o rovesciata od almeno scossa come i fiumi in piena scuotono o rovesciano gli alti terrosi argini nel dorso dei quali si manifesta il più piccolo zampillo.

Il nuovo lago col suo maggior incremento, essendo giunte le acque sino a metri 2,85 sopra la soglia della porta principale della Chiesa di S. Agostino in Lovere, acquistò la massima dimensione in lungo di metri 2580 ed in largo di metri 830, e la superficie di metri quadrati 1097600 (pertiche di Valtellina circa 1622) la quale copriva molti vigneti a destra, ed a sinistra campi e prati e la quinta parte del suolo del caseggiato di Lovere.

Di quanto descrittoci dal Ferranti possiamo sottolineare i seguenti aspetti.

Come accadde nel 1987 con la Val Pola, anche per Sernio (e in generale per tutti i fenomeni franosi) i giorni immediatamente antecedenti il collasso sono stati caratterizzati da scariche di materiale che aumentarono di intensità e dimensione con l'appropinquarsi del definitivo franamento. Per l'evento della Valdisotto si ha a disposizione un resoconto dettagliato delle osservazioni svolte dal gruppo di volontari del soccorso alpino che tra il 25 e il 28 luglio 1987 tennero sotto osservazione il Monte Zandila dal promontorio di San Bartolomeo de Castelaz.⁽⁸⁾ Per Sernio il Ferranti fa osservare come il piede della frana sia la zona da cui si originavano la maggior parte delle scariche: è infatti in tale punto che si concentrano le deformazioni della roccia e la dissipazione dell'energia del fenomeno prima del definitivo collasso.

Scariche di materiale si registrano però anche dopo il franamento principale in quanto il detensionamento avvenuto lungo il versante genera lo sviluppo di altri piccoli crolli che invece tendono a ridursi di dimensione ed entità con il passare del tempo. Si riferisce a questa situazione il Ferranti quanto dice *che il burrone formante ancora il cappello della Frana* (la nicchia, ndr) *stessa potesse di questa seguirne la via e portarne i mali alla più spaventosa misura.* Si tratta della paura che le micro frane dei giorni successivi potessero interessare il deposito di frana su cui già fervevano le attività per favorire il deflusso delle acque verso Tirano, e/o il timore che le scariche potessero cadere all'interno del lago in formazione con lo sviluppo di onde anomale (quello che al giorno d'oggi viene comunemente chiamato "effetto Vajont") sia verso monte che verso valle. Le medesime preoccupazioni le ritroviamo nei giorni e nelle settimane successive alla frana della Val Pola. L'Autore ci riporta anche il particolare dello maggiore spessore del deposito di frana in corrispondenza del versante opposto a quello di provenienza del materiale. La frana si abbatté infatti sul fiume Adda in un tratto d'alveo incassato entro la forra che il corso d'acqua ha scavato tra il Monte Masuccio e il conoide su cui sorge l'abitato di Sernio. Essendo lo spazio piuttosto ristretto, il materiale franato ha immediatamente impattato contro la sponda idrografica sinistra dell'Adda, caratterizzata dalla parete subverticale della forra. A seguito dell'urto, parte

⁽⁸⁾ Cfr. Simone ANGELONI, *La frana della Val Pola...*, paragrafo 3.3 Il monitoraggio della frana, pagg. 72-74.

del materiale sarà sicuramente riprecipitato all'indietro, ma fatto sta che buona parte dello stesso si è andato a depositare immediatamente al di sotto della parete, lasciandosi alle spalle una porzione di deposito meno spessa dove il fiume ha poi trovato il punto di tracimazione. Da un punto di vista geotecnico e di analogia con l'evento della Val Pola sono interessantissime le osservazioni tecniche del Ferranti riguardo le acque interstiziali che andarono a saturare parzialmente il deposito di frana nei giorni successivi all'evento. L'ingegner Ferranti si accorse che, vista la natura dell'ammasso di frana (in prevalenza blocchi di grandi dimensioni), le acque circolanti all'interno dell'ammasso – congiuntamente a quelle che sarebbero fluite al di sopra del deposito una volta raggiunta la quota di tracimazione e a quelle accumulate all'interno del lago – non avrebbero potuto sifonare o erodere l'ammasso, e quindi provocare un'inondazione di acqua e materiale solido su Tirano con conseguenze catastrofiche. Sull'estensione del deposito, delle dimensioni e profondità del lago non c'è altro da aggiungere a ciò che già viene riportato nella citazione. Il bacino, che attualmente ha delle dimensioni notevolmente inferiori rispetto all'origine, è ora regimato attraverso delle opere di sbarramento realizzate per scopi di sfruttamento idroelettrico. Senza comunque allontanarsi troppo dalla zona di Sernio anzi, senza muoversi per niente, osserviamo che in questo tratto di Valtellina fenomeni franosi giganteschi che hanno portato alla formazione di un lago non sono una novità. Appaiono infatti evidenti i tratti geomorfologici tipici di tali accadimenti. Anche il Ferranti se ne accorse: *Ma in casi simili i cui elementi per lo più si sottraggono ad ogni calcolo; in casi simili che segnano epoche lontanissime l'uomo può egli avere una sufficiente esperienza? Sussisteva è vero a Tirano la tradizione che ivi poco superiormente avesse esistito un altro lago, ed io la riconobbi sin nel 1807 comprovata alla conformazione di molti rivoni i cui tagli quasi a perpendicolo vedonsi manifestamente effettuati da grandi sgorgi d'acque; due volte sicuramente ebbero questi luogo, ma tutto indica nella più indubitabil maniera che le materie generatrici de' laghi non diruparono dal destro monte Masuccio ma sortirono per alluvione dall'opposta Valchiosa sulla cui ampia e fertilissima produzione Sernio giace.*



Figura 3: Frana di Sernio. A) Area di distacco; B) area di accumulo; C) Sernio; D) Lovero.

La Frana della Valchiosa

Appena a monte di Tirano sorge il gigantesco conoide su cui sorge l'abitato di Sernio. Tale conoide presenta le caratteristiche tipiche del conoide generato dalla caduta di una frana. Prima di metterne in evidenza i caratteri salienti, osserviamo che tale forma è costituita dal gigantesco conoide che fuoriesce dalla Valchiosa, posta a tergo di Sernio, e dal più piccolo conoide dell'adiacente Fosso dello Stradello. Entrambi i conoidi sono caratterizzati da un'elevata pendenza, tipica dei conoidi di frana, che permette di distinguerli da quelli di origine alluvionale. Inoltre le valli da cui essi scaturiscono sono prive di corso d'acqua, o caratterizzate da un corso d'acqua effimero che scorre solamente nei periodi di forti precipitazioni o in occasione di eventi meteorologici eccezionali. Tali corsi d'acqua hanno un alveo che incide parzialmente la superficie del conoide sul quale scorrono. Un secondo carattere geomorfologico tipico che permette di distinguerli dai conoidi di origine alluvionale è il fatto che la superficie del conoide inizia ancora all'interno della valle di alimentazione. In quelli di origine alluvionale l'apice della forma e la sua superficie si sviluppano solo in corrispondenza della confluenza con la valle principale, nei conoidi per frana ciò non avviene (Figura 4).

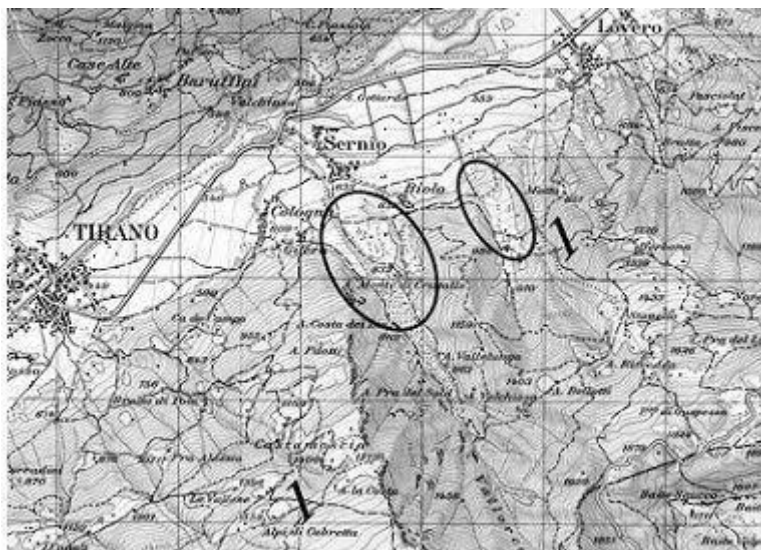


Figura 4: Mappa della zona di Sernio. All'interno delle due ellissi vengono messe in evidenza le porzioni apicali dei conoidi della Valchiosa (a sinistra) e del Fosso dello Stradello (a destra). Si noti che esse cominciano a svilupparsi ancora entro i rispettivi solchi vallivi.

I depositi che costituiscono questi conoidi sono caratterizzati da ammassi privi di stratificazione, contenenti sedimenti altamente eterogenei dal punto di vista della granulometria (la pezzatura va dalle sabbie fino ai blocchi di dimensione plurimetrica). Subordinati sono invece i depositi generati da colate di detrito (debris flow) che comunque si sovrappongono localmente al deposito di frana. Per quanto riguarda la Frana della Valchiosa, l'area di distacco della frana (Figura 4 e Figura 5) è localizzata lungo il crinale che dall'alpeggio Costa dei Lia sale lambendo Castamoscia fino allo spartiacque tra Valtellina e Valcamonica. Nella zona è anche nota la Frana di Corno Rosso (come riporta la Carta Tecnica Regionale della Lombardia) che si sviluppa sul versante opposto a quello di Costa dei Lia e Castamoscia. Per quanto concerne invece la Frana della del Fosso dello Stradello, l'area di distacco dovrebbe essere localizzata lungo il crinale che separa la valle stessa dalla Valchiosa

Le scarpate messe in evidenza sono i punti di distacco dei due principali fenomeni che hanno portato alla costruzione dei due conoidi in questione. In ogni caso è da rilevare che gli eventi franosi che hanno interessato la zona devono essere stati numerosi nel corso della storia geologica di tale settore. Del resto i versanti e le testate delle vallate tendono ad evolvere e a retrocedere progressivamente per frana.



Figura 5: Immagine aerea del conoide di Sernio. A) Costa dei Lia e Castamoscia; A') Area della Frana di Corno Rosso; B) area di distacco della Frana del Fosso dello Stradello; C) conoide di Sernio; D) conoide del Fosso dello Stradello; E) Tirano. All'interno delle ellissi, ancora una volta, si apprezza la posizione della porzione apicale dei due conoidi.

Il conoide della Valchiosa in origine si estendeva fino al versante sudorientale del Monte Masuccio, sbarrando completamente il fondovalle valtellinese. L'interruzione del corso dell'Adda ha provocato la formazione, a monte

dell'ammasso di frana, di un lago attualmente scomparso (nel paragrafo precedente si è visto infatti qual è l'origine del lago di Sernio). Non essendo stato possibile svolgere delle ricerche sulle evidenze sedimentarie dell'esistenza di detto lago, possiamo comunque osservare due caratteri geomorfologici che indirettamente ci testimoniano la presenza del bacino. Il primo è il fondovalle subpianeggiante presente a monte del conoide di Sernio; il secondo è la presenza della forra dell'Adda connessa all'incisione del piede del conoide. Chi scrive non è in grado di definire per quanto tempo sia stato presente il lago a monte di Tirano e le dimensioni del bacino. In ogni caso, questi doveva estendersi – nella fase di massima espansione – per lo meno fino a Mazzo e avere una profondità superiore ai 50 m. L'incisione del piede del conoide su cui sorge Sernio è avvenuta a seguito della tracimazione del lago: le acque, una volta raggiunta la massima quota di invaso hanno cominciato a fluire verso valle sul dorso dell'accumulo di frana; il corso d'acqua, una volta trovato un nuovo letto nel quale scorrere, hanno progressivamente eroso il deposito di frana per raccordarsi con il livello del fondovalle posto immediatamente dopo l'accumulo; il lago è andato man mano svuotandosi con il progredire dell'incisione del conoide.⁽⁹⁾

Qui termina la breve descrizione dei caratteri geomorfologici del conoide su cui sorge l'abitato di Sernio. La Frana della Valchiosa è un ulteriore esempio di fenomeno simile alla Val Pola. Inoltre esso si trova pochi chilometri a valle dell'evento del 28 luglio 1987. Un'interpretazione di una tale concentrazione di frane catastrofiche in un territorio così limitato verrà esposto nelle conclusioni del presente articolo, ma prima di terminare verranno descritti ancora un paio di casi che presentano molte analogie con quelli fin qui descritti.

Migiondo

Nel territorio di Sondalo il fondovalle è caratterizzato dalla presenza di evidenti conoidi alluvionali e da debris flow situati in corrispondenza delle confluenze tra le valli laterali e la Valtellina. I più evidenti sono quelli del Lenasco e del Rio, sul quale sorge l'abitato.

A queste forme, che come si è detto hanno origine ascrivibile alle dinamiche dei corsi d'acqua locali e alle colate di detrito, si deve aggiungere l'imponente conoide presente allo sbocco della Valle del Migiondo (Figura 6), la cui genesi è invece imputabile a un evento franoso simile a quello avvenuto nel 1987 nel comune di Valdisotto.

⁽⁹⁾ Il processo di incisione del piede del conoide e dello svuotamento del lago è stato molto semplificato per ragioni di concisione della trattazione, ma anche di chiarezza. Una descrizione completa del processo richiederebbe una serie di premesse idrauliche, idrologiche, geologiche e sedimentarie che chiaramente non possono essere qui riportate.

Inoltre, un ulteriore aspetto che meriterebbe di essere approfondito è quello inerente alla velocità e alle modalità con cui tale lago è andato svuotandosi.

Il conoide si estende da una quota di circa 1250 m s.l.m. nei pressi di Resnena, entro la Valle del Migiondo, e si apre nella classica forma a ventaglio da Sondalo fin poco oltre l'abitato di Migiondo, per una superficie complessiva di circa 1,2 km².⁽¹⁰⁾

Il deposito di frana è ricoperto dalle colate di detrito che si sono verificate nei momenti immediatamente successivi all'evento e ha uno spessore stimato intorno ai 50 m.⁽¹¹⁾ Esso non si sviluppa solamente sulla destra idrografica dell'Adda, bensì si ritrova anche lungo il versante sinistro della Valtellina: infatti il fiume ha inciso profondamente il deposito – secondo un processo analogo a quello descritto per il conoide di Sernio – creando una gola le cui sponde, specie quella destra, mettono in evidenza la struttura interna e la composizione del conoide (Figura 8). Da queste informazioni si deduce che il corso dell'Adda è stato interrotto per un certo periodo di tempo con conseguente formazione di un lago che occupava il fondovalle valtellinese in corrispondenza di Sondalo.

Dei Cas⁽¹²⁾ ha mostrato come dalle perforazioni e dalle indagini geofisiche (geoelettrica) sia possibile riscontrare testimonianza del lago: si tratta di sedimenti (sabbia fine debolmente limosa) deposti in ambiente di bassa energia ricoperti da sabbie e ghiaie connessi alle dinamiche del fiume Adda.

Nel territorio in esame è inoltre possibile riconoscere anche alcune evidenze morfologiche che possono confermare la presenza di tale bacino. Si tratta in particolare di terrazzi e scarpate che testimoniano il livello del fondovalle durante il periodo di vita del lago.

Queste forme si rinvengono lungo entrambe le sponde dell'Adda: in destra idrografica è presente un evidente terrazzo (880 m s.l.m.) tra il paese e i prati di Pradella; alla medesima quota si trovano la scarpata posta presso il campo sportivo parrocchiale e a est del depuratore, quest'ultima interessa direttamente il deposito di frana; in sinistra un terrazzo è presente a quota di 878 m s.l.m. a Nord della Val di Piatta (Figura 7); mentre una scarpata ad altitudine correlabile con quelle precedenti è osservabile sulla porzione di deposito di frana presente in sinistra idrografica. Alla luce di queste evidenze, il lago doveva estendersi fino all'attuale confluenza tra Adda e Lenasco e avere una superficie di circa 0,7 km² e profondo una trentina di metri nel punto più depresso della valle.

A parte queste osservazioni, del lago che occupava il fondovalle valtellinese presso Sondalo non si conoscono testimonianze dirette.

La tradizione locale parla della frana e della formazione del bacino come di un fatto avvenuto in epoca storica, in realtà è probabile che l'evento si sia

⁽¹⁰⁾ S. ANGELONI, *Ricostruzione della trim line relativa all'ultima massima espansione glaciale nel comune di Sondalo (Valtellina centrale)*, 2010. Tesi di Laurea Magistrale. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Corso di Laurea Magistrale in Geologia: processi, risorse e applicazioni, A.A. 2008-2009.

⁽¹¹⁾ L. DEI CAS (2002), *Quando a Sondalo c'era il lago*. in BSAV n. 5 (2002), pp. 275-286.

⁽¹²⁾ Ibidem.



Figura 6: Foto aerea della zona di Sondalo. A) Area di distacco della Frana del Monte Fo; B) conoide di Migiondo; C) Sondalo.

verificato in un periodo di tempo nel quale difficilmente si possono trovare prove certe oltre a quelle geologiche.

Una datazione della frana viene comunque fornita da Dei Cas nel citato articolo. L'Autore riporta un'età di 8700 anni per il fenomeno sulla base di una datazione effettuata sulla materia organica rinvenuta in un sondaggio realizzato nella zona di Sondalo.

Anche se le età ricavate dalla datazione della materia organica possono essere soggette ad errori o comunque a margini di incertezza, la frana che ha generato il conoide di Migiondo è sicuramente posteriore a 12320 anni prima di oggi, quando – in zone immediatamente a valle di Sondalo – appaiono i primi segni di deglaciazione dopo l'ultima massima espansione dei ghiacciai avvenuta circa 20000 anni fa.⁽¹³⁾

⁽¹³⁾ R.PINI, *A high-resolution Late-Glacial-Holocene pollen diagram from Pian di Gembro (Central Alps, Northern Italy)*. Veg Hist Archaeobot, 11 (4), 2002, pp. 251-262.



Figura 7: Terrazzo in sinistra idreografica del fiume Adda.

Dei Cas⁽¹⁴⁾ ha inoltre cercato di individuare l'area dalla quale si è distaccata la frana in questione, localizzandola nella zona del crinale tra il Monte Fo e il Passo del Gatto motivando la scelta sulla base di alcune osservazioni di terreno come l'innaturale troncatura evidente nella parte di monte del rock glaciers della Val Quintena. Fioletti (2008)⁽¹⁵⁾ riporta anch'egli questa osservazione e menziona inoltre i blocchi in equilibrio precario sul filo di cresta che separa la Val Grosina dalla Valtellina.

Trincee da rilascio sono inoltre visibili nel settore della Valle del Migiondo in corrispondenza del Monte Fo. Appare quindi plausibile l'ipotesi di Dei Cas per quanto riguarda l'area dalla quale si staccò la frana che ha formato il conoide in questione, tant'è che l'Autore la chiama "Frana del Monte Fo" (anche sulla base della tradizione locale).

(14) L. DEI CAS, *Quando a Sondalo c'era il lago*, cit.

(15) M. FIOLETTI, *Ricostruzione della trim line relativa all'ultima glaciazione nella Valtellina centrale*. Tesi di Laurea Magistrale. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Corso di Laurea Magistrale in Geologia: processi, risorse e applicazioni, A.A. 2007-2008.



Figura 8: Struttura interna del conoide del Migiondo in corrispondenza della forra del fiume Adda.

Mentre i laghi formatisi a seguito delle frane di Valchiosa e Migiondo non si sono conservati, nel prossimo capitolo verrà invece mostrato uno dei tipici esempi di lago dell'arco alpino formato dallo sbarramento della valle a seguito della caduta di una frana.

Poschiavo⁽¹⁶⁾

La chiesa di San Romerio è ubicata su un precipizio che la tradizione della Val Poschiavo individua come l'area di distacco della frana che ha generato il lago sottostante. In effetti, osservando la morfologia del versante, si riconoscono i segni lasciati da un evento franoso che ha interessato la sponda idrografica sinistra del Poschiavino in corrispondenza dello specchio d'acqua (Figura 9). La località in cui si trova l'antico xenodochio di San Romerio è delimitata verso SW dalla nicchia di tale frana e l'intera località è posta all'interno di una gigantesca contropendenza.⁽¹⁷⁾

(16) Per la stesura del presente paragrafo si ringrazia il Dott. Francesco Allegrì per il materiale fornito.

(17) La contropendenza, come si intuisce dal termine stesso, è un tratto di versante con pendenza opposta rispetto al pendio.

In generale l'intero versante e le porzioni immediatamente adiacenti mostrano i segni di una instabilità progressiva e in parte ancora attiva: falde di detrito prive di parete di alimentazione a tergo, canali interessati da crolli di roccia, tracce di debris flow, sistemi di fratture che isolano blocchi di roccia in equilibrio precario.

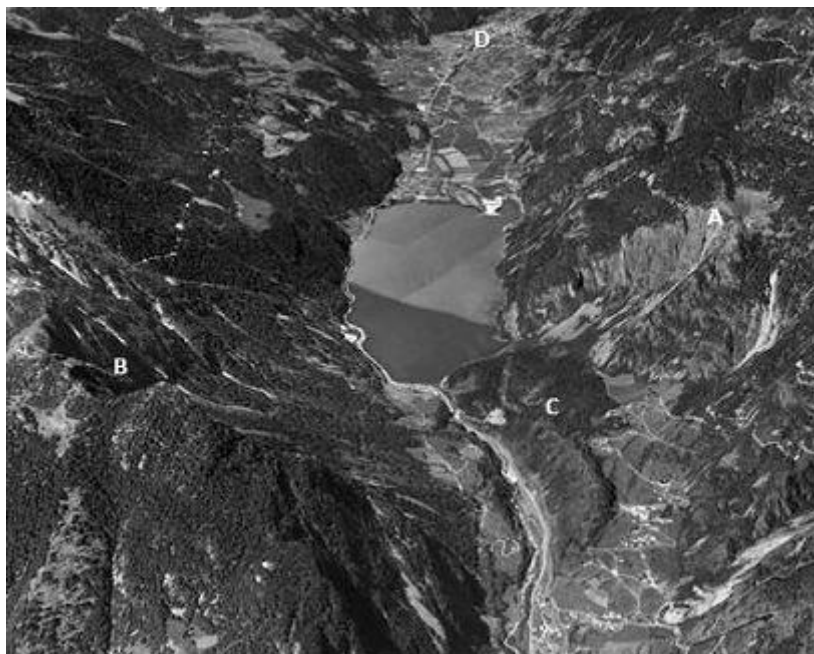


Figura 9: Foto aerea del Lago di Poschiavo. A) San Romerio; B) versante del Giümelin – Corn dal Solcun; C) accumulo di frana; D) Poschiavo.

Ma nonostante tutte queste evidenze, il vero responsabile della formazione del lago non è il versante sinistro del Poschiavino, bensì il destro.

È infatti dalla parte opposta al promontorio di San Romerio che è discesa la massa di roccia che ha generato l'imponente ammasso di frana presente sul fondovalle con conseguente formazione del lago.

La nicchia di tale frana è ancora ben evidente, e si sviluppa in corrispondenza dell'attuale linea di cresta del monte da cui è scaturito il fenomeno (Giümelin-Corn dal Solcun).

Il deposito di frana ha completamente ostruito il fondovalle, arrestandosi e risalendo abbondantemente lungo l'opposta sponda anche in virtù della scarsa ampiezza del fondovalle in tale zona.

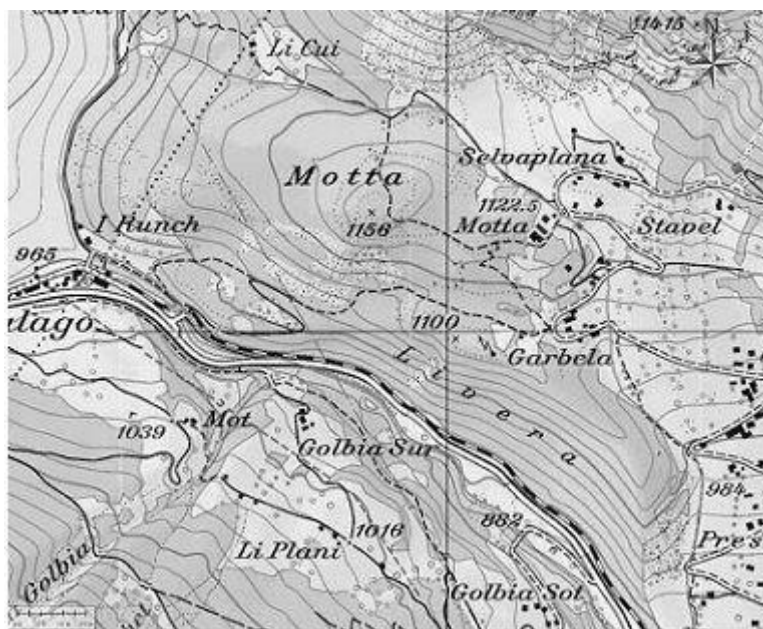


Figura 10: L'accumulo di frana della Motta, estratto della Carta Nazionale della Svizzera in scala 1 : 25 000.

La bibliografia sulla frana di Miralago è piuttosto scarsa. L'unico lavoro di dettaglio è Godenzi (1957),⁽¹⁸⁾ dove l'Autore affronta un rilievo geologico dell'ammasso di frana criticando le opinioni e la tradizione fino ad allora dominanti. La prova principe dell'argomentazione di Godenzi è la differenza petrografica tra i massi costituenti il deposito della frana di Miralago e le rocce affioranti presso la nicchia di San Romerio. L'accumulo di frana è infatti costituito in massima parte da rocce appartenenti alla Formazione del Granito di Brusio, che affiora anche in corrispondenza del Giümelin-Corn dal Solcun, mentre il versante di San Romerio è costituito da rocce metamorfiche appartenenti alla formazione della Vetta Ron.

Oltre alla prova di carattere petrografico, è inoltre da osservare che le dimensioni della nicchia di San Romerio non sono tali da giustificare la formazione dell'imponente ammasso presente alla base del pendio. Di contro la nicchia presente al di sotto della cresta del Giümelin – Corn dal Solcun ha

(18) A. GODENZI, *Ricerche sulla morfologia glaciale e geomorfogenesi nella regione fra il gruppo del Bernina e la Valle dell'Adda con particolare riguardo alla Valle di Poschiavo*. Tesi di laurea, Università di Friburgo. Tipografia Menghini, Poschiavo 1957.

delle dimensioni che possono essere correlate con il volume e l'estensione del deposito di frana.

Lo stesso Godenzi osserva come sia difficilmente argomentabile che un tale volume di materiale non sia risalito anche sull'opposto versante arrestandosi alla base del pendio di San Romerio, se realmente si fosse distaccata da quest'ultimo. Tuttavia, allo stato attuale delle conoscenze, non è dato sapersi se l'accumulo di frana sia costituito da altri depositi consistenti dovuti a fenomeni franosi provenienti sia dal versante del Giümelin-Corn dal Solcun che dalla zona di San Romerio.

Solamente con delle indagini più approfondite sul deposito di Miralago si potrà sapere se – al di sotto dello stesso – è presente l'accumulo della frana proveniente dalla località di San Romerio, oppure se sia stato asportato prima della caduta della frana che ha generato il lago.

L'evento di Miralago è molto simile a quello avvenuto in Val Pola nel 1987, ma presenta anche alcune differenze sostanziali. Innanzitutto la granulometria del deposito, lo spessore e l'area occupata dallo stesso dipendono dalle differenze litologiche dei due versanti (Granito di Brusio per Miralago, Gabbro di Sondalo per Sant'Antonio).

Oltre a ciò è da osservare, come si vedrà nel seguito, che il volume coinvolto è decisamente superiore per la val Poschiavo rispetto al caso della Valdisotto. Anche il cinematismo dei due eventi è leggermente diverso. Da tutto ciò deriva che la frana di Miralago è costituita da un deposito più spesso di quello della Val Pola, con blocchi di dimensione media superiore e con una marcata morfologia a dosso.

Il dosso della Motta (Figura 10) può essere suddiviso in più parti, come suggerisce il Godenzi. La massa principale ha una forma a cupola, che si eleva fino a 1156 m ed è denominata, appunto, Motta.

Una parte dell'accumulo di frana forma una cresta allungata (Livera) a sud di Garbela, parallelamente alla valle, e scende verso esso con un pendio molto inclinato. Più a sud di questa cresta, affiora nell'ambito del Conoide di Selvapiana un piccolo cumulo di massi, detto Mottina o Montina (Figura 11). La cresta della Livera è da attribuire al flusso diretto a valle dopo aver urtato contro il versante opposto. L'accumulo della Montina, che emerge dal Conoide di Selvapiana è indicativo della lunghezza del deposito di frana che probabilmente giunge fino a Bui, alle porte di Brusio. Nell'area della Montina, il conoide di Selvapiana ha sepolto, tramite processi di colata, la frana della Motta e deve essere avvenuta la stessa cosa anche a monte, nell'area di Selvapiana. Sulla destra idrografica, il seppellimento della massa franata è avvenuto a opera dei processi di colata del conoide presente nella nicchia di frana del Giümelin.

Tuttavia, in questa zona probabilmente hanno prevalso i fenomeni di incisione e asportazione del materiale franato, a opera del Poschiavino. Una parte del flusso del materiale di frana deve aver invece risalito la valle e ora i depositi generati da esso giacciono sotto il lago.



Figura 11: Deposito della Frana di Miralago. A) Mottina; B) Bui; C) Brusio.

Il deposito allo stato attuale affiora su un'area di 0,85 km²; non avendo dati sul fondovalle antico si può solo ipotizzare uno spessore di più di 300 m e di conseguenza un volume dell'ordine delle centinaia di milioni di m³ (Figura 12), contro i trentaquattro della Val Pola. Per quanto riguarda la Motta, la parte sudoccidentale del deposito di frana è stata incisa dal Poschiavino che, con la sua azione erosiva, tende a raggiungere l'altitudine che il fondovalle aveva prima del deposito di frana.⁽¹⁹⁾ Nel 1908, per regolare il deflusso delle acque che scendono dal Lago di Poschiavo, è stato costruito un sistema di controllo a Miralago (Bonnard, 2006).⁽²⁰⁾ Al momento il lago occupa una superficie di poco meno di 2 km², ha un volume d'acqua di 111 milioni di m³ e una profondità massima di 84 m.

Per quanto attiene all'età del fenomeno, Godenzi afferma che la zona della Motta è libera da una "vera copertura morenica". Burga (1987)⁽²¹⁾ ritiene, sulla base dei dati di Godenzi, che la frana della Motta sia "tardiglaciale". In realtà si ritiene che la frana sia comunque postglaciale,⁽²²⁾ nel senso che nessun ghiacciaio sia arrivato a coprire o a lambire l'accumulo di frana della

(19) Le motivazioni che hanno portato alla conservazione del lago di Poschiavo rispetto a quanto accaduto a Sernio e a Sondalo sono numerose e meriterebbero un discorso a parte.

(20) C. BONNARD, *Technical and human aspects of historic rockslide dammed lakes an landslide dam breaches*, in "Italian Journal of Engineering Geology and Environment", Special Issue I (2006), pp. 21-31.

(21) C. BURGA, *Gletscher- und Vegetationsgeschichte der südrätischen Alpen seit der Spätzeit*: (Puschlav, Livigno, Bormiese). Birkhäuser Verlag, Basilea, 1987, 162 pp.

(22) Intendendo per postglaciale il periodo immediatamente successivo all'Ultima Massima espansione Glaciale (in letteratura: LGM) avvenuta circa 20000 anni fa.

Motta. Se – come per la datazione della frana del Monte Fo – consideriamo indicativamente i 12000 anni prima di oggi come età indicativa della scomparsa del Ghiacciaio dell’Adda dalle zone immediatamente limitrofe a Tirano, anche per la frana di Miralago è possibile considerare tale datazione come limite inferiore minimo per la caduta della stessa. Per il limite superiore, invece, essendo assenti testimonianze storiche dell’evento e vista l’imprecisione della tradizione locale per l’area di distacco della frana, si ritiene che il fenomeno deve essere avvenuto in epoca preistorica.

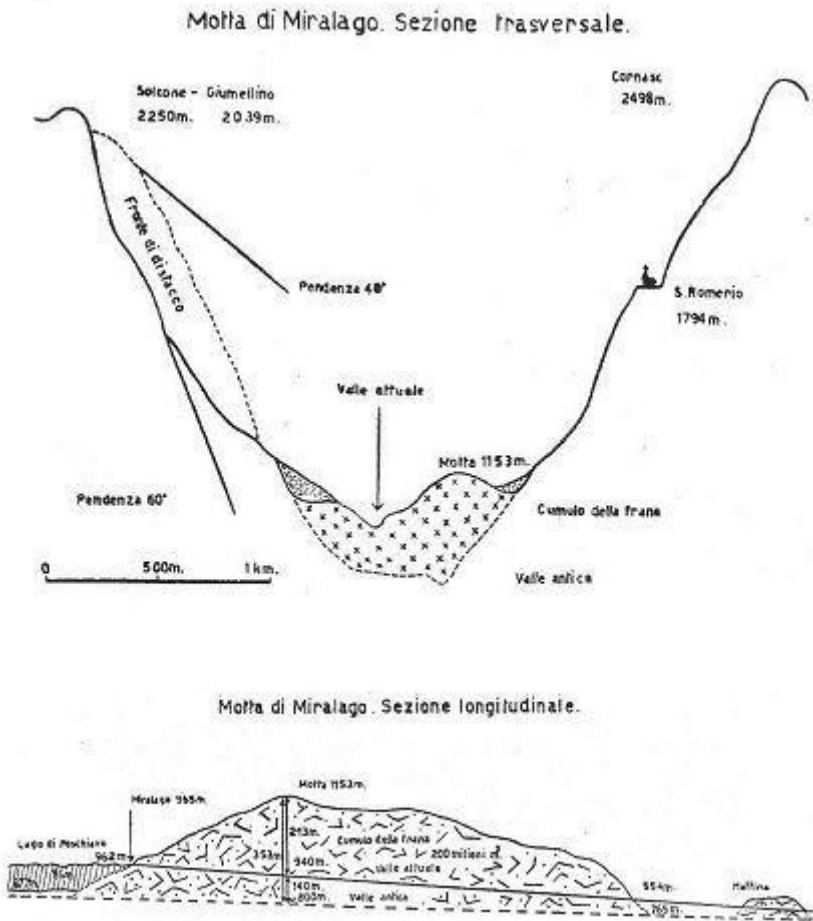


Figura 12: Sezioni del deposito della Frana di Miralago (Godenzi, 1957).

Conclusione

Nel presente articolo sono stati messi in evidenza alcuni esempi di gigantesche frane che hanno interessato nel corso dei secoli il territorio valtellinese e di valli immediatamente adiacenti. Ovviamente non è stato possibile citare tutti i casi presenti nell'area in oggetto, come – ad esempio – Ponte in Valtellina o la zona di Valdidentro-Premadio.

Per alcune delle frane riportate è stato possibile risalire alle testimonianze delle epoche in cui tali fenomeni sono avvenuti, ma per altri le età degli eventi erano tali che era impossibile l'esistenza di documenti storici che potessero descriverli. In ogni caso sono stati messi in evidenza i caratteri geomorfologici che permettono il riconoscimento della caduta di una frana a prescindere dalle testimonianze antropiche. Nello specifico sono state individuate le aree di distacco e di accumulo delle frane, i depositi e la loro morfologia, le evidenze della formazione di un lago di sbarramento.

Dal presente articolo si evince che l'area studiata è caratterizzata da numerosi esempi di fenomeni gravitativi dalle dimensioni e dalle conseguenze comparabili a quelle della Frana della Val Pola che colpì Sant'Antonio nel 1987. Nonostante lo scalpore e l'impressione che destò tale fenomeno venticinque anni or sono, esso non rappresenta quindi un caso unico ed eccezionale nel panorama dei fenomeni franosi in Valtellina.

Oltre agli esempi riportati, in cui il movimento del volume instabile di roccia e terreno è giunto al definitivo collasso – ovvero alla caduta di una frana –, ve ne sono altri tutt'ora in atto o in stato di quiescenza che non hanno portato

(o per lo meno non lo hanno ancora fatto) al distacco di una frana. Si tratta delle Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV) che rappresentano uno dei caratteri geomorfologici salienti della Valtellina o giganteschi scivolamenti (Figure 13, 14, 15). Per citare solo alcuni esempi: il sakung del Mortirolo, o il Monte Masuccio in località Pra Campo, oppure la Frana del Ruinon in Valfurva, attualmente studiata dal Centro Monitoraggio Geologico di Sondrio di ARPA Lombardia.



Figura 13: DGPV presso Grailé (Sondalo), tra le confluenze delle valli di Rezzalo e Scala.



Figura 14: Sakung del Mortirolo (A).



Figura 15: L'angolo sud-occidentale del versante a Nord di Sondalo. Il gioco di luci e ombre permette di apprezzare le DGPV di tale settore, l'entità dei rilasci, le contropendenze e l'andamento delle trincee.

Non solo la morfologia e la topografia della Valtellina mettono in evidenza tali fenomeni. Anche dalle prospezioni geofisiche, in particolare attraverso l'utilizzo della sismica a riflessione, è possibile trovare le tracce sepolte di antiche frane. Biella et al. (2001)⁽²³⁾ hanno effettuato uno studio del sottosuolo valtellino al fine di definire l'evoluzione e l'origine della Valtellina sfruttando l'interpretazione di tre profili sismici realizzati a Teglio (Tresenda), Sondalo e Bormio. A titolo d'esempio riportiamo solo quanto emerso dal profilo sismico effettuato presso Tresenda.

Tale profilo (Figura 16) ha individuato il substrato ad una profondità di 600-610 m dal piano campagna (250 m al di sotto del livello attuale del mare). Inoltre ha messo in evidenza come la Valtellina sia stata caratterizzata da una fase di sedimentazione fluviale seguita alla formazione del solco. Contemporaneamente si depositavano frane e materiale di versante.

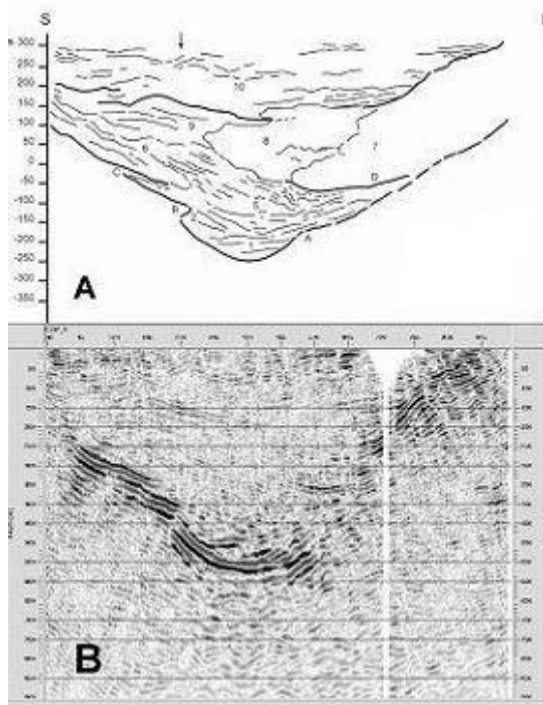


Figura 16: Interpretazione (A) del profilo sismico di Tresenda (B) (Biella et al., 2001).

⁽²³⁾ G. BIELLA et al., (2001): *Imaging the deposits that fill Valtellina (NW Italy) by seismic reflection Investigation*. Geologisch-Paläontologische. Mitteilungen, Innsbruck, Band 25, S 1-242, 2001, pp. 33-34.

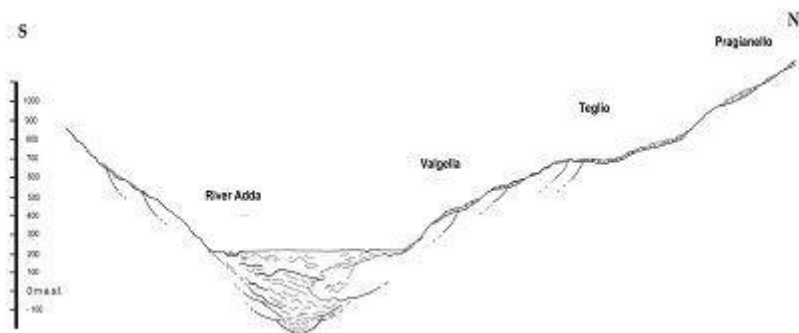


Figura 17: Sezione trasversale presso Teglio della Valtellina alla luce del profilo sismico di Tresenda (Biella et al., 2001).

Dal profilo sismico si osserva⁽²⁴⁾ che i corpi numerati dall'1 al 6 in Figura 16 rappresenterebbero dei depositi fluviali. Alcuni blocchi di roccia più o meno integra (7) indicherebbero lo scivolamento di vaste porzioni di versante sotto il controllo della gravità (DGPV). Questi movimenti hanno inoltre provocato la deformazione dei sedimenti presenti sul fondovalle (8) e la caduta di nuove frane. Sono stati inoltre osservati riflettori piano paralleli corrispondenti, in un sondaggio realizzato per l'occasione (Figura 18), a limi e argille di origine lacustre (9), sedimentatisi sul fondo di bacini evidentemente generatisi a seguito della caduta delle frane. Sopra a questi (10) si trovano depositi fluviali e lacustri, ricoperti da una successione di 151 m di till (depositi di origine glaciale) dello LGM,⁽²⁵⁾ quindi depositi fluvioglaciali e infine 40 m di sedimenti fluviali recenti.

Evidenze di fenomeni gravitativi sepolti al di sotto dell'attuale fondovalle valtellinese si rinvencono anche nei profili di Sondalo e Bormio, dei quali si tralascia la trattazione.

Ciò che emerge dalle osservazioni morfologiche e dallo studio del sottosuolo è quindi una storia geologica caratterizzata dalla costante presenza di fenomeni franosi, anche di dimensioni imponenti, che hanno interessato e modellato il territorio della Valtellina.



Figura 18: Sondaggio eseguito in corrispondenza del profilo sismico di Tresenda (Biella et al., 2001).

(24) Cfr. BINI et alii, in S. ANGELONI, *Ricostruzione della trim line...*, cit.

(25) Ultima Massima espansione Glaciale.

Il motivo di una così alta e frequente concentrazione di fenomeni gravitativi profondi (DGPV) e gigantesche frane è da ricercare nell'evoluzione tettonica della valle stessa. La Valtellina si imposta infatti in corrispondenza di un lineamento tettonico di importanza regionale (il Lineamento Periadriatico⁽²⁶⁾), costituito da diversi segmenti (faglie) con andamento prevalentemente E-W. Il segmento posto in corrispondenza della Valtellina viene chiamato Linea del Tonale. Tale lineamento è stato caratterizzato – soprattutto nell'ultima fase della sua evoluzione – da un moto di tipo trascorrente.⁽²⁷⁾ L'origine della nostra valle è quindi di tipo tettonico, e la presenza di lineamenti strutturali di importanza regionale e di rocce intensamente fratturate dal movimento lungo tali elementi causano lo sviluppo delle gigantesche DGPV e di frane come quelle descritte. Medesime caratteristiche si possono trovare anche in altre vallate alpine e soprattutto in corrispondenza del Lineamento Periadriatico sopra citato, come ad esempio la Val Venosta e la Val Pusteria. La tesi dello sviluppo di detti fenomeni a seguito del ritiro dei ghiacciai Plio-Quaternari⁽²⁸⁾ appare poco plausibile.

⁽²⁶⁾ Una breve definizione del Lineamento Periadriatico la si trova in: A. BISTACCHI e M. MASSIRONI, *Introduzione alla tettonica fragile nealpina e sua influenza sull'instabilità dei versanti*, in G. PAQUARÉ (a cura di), "Tettonica recente e instabilità di versante nelle Alpi Centrali", Milano 2001, pp. 9-33: *Questo lineamento ha struttura complessa essendo costituito da una serie di faglie caratterizzate da due orientazioni preferenziali, le faglie E-W, tra cui le principali sono la Linea del Tonale e la Linea della Pusteria, e le faglie a direzione NNE-SSW (Linea del Canavese e Linea delle Giudicarie) che costituiscono interruzioni a gradino rispetto al prevalente sviluppo meridiano dell'allineamento stesso. L'intero sistema di faglie ha costituito un canale preferenziale per la risalita dei magmi di età oligocenica, rappresentati in Valtellina dal massiccio Val Masino-Val Bregaglia, e dal massiccio dell'Adamello in Valcamonica. Dal Miocene in poi il Lineamento Periadriatico ha agito da svincolo primario tra il settore assiale della catena, in forte sollevamento, e quello meridionale che tende invece a propagarsi in senso orizzontale mediante lo sviluppo di thrust pellicolari anche al di sotto della Pianura Padana. Questo sollevamento, che da 26/28 Ma ad oggi ha coinvolto l'intera parte assiale della catena, favorisce non solo lo sviluppo di faglie ma anche l'approfondimento dei solchi vallivi, con conseguente aumento dell'energia del rilievo.*

⁽²⁷⁾ Per faglia trascorrente si intende un tipo di faglia nella quale il movimento dei blocchi di roccia separati dal piano di faglia avviene prevalentemente lungo la direzione orizzontale. Le faglie trascorrenti si distinguono in "destre" e "sinistre" in base al verso di spostamento relativo dei due blocchi. Una delle faglie trascorrenti più famose è quella di Sant'Andrea, in California.

⁽²⁸⁾ Il Quaternario corrisponde, per convenzione, agli ultimi 2 milioni di anni di storia del nostro pianeta. Corrisponde ad un periodo di intensi cambiamenti climatici, la cui manifestazione più evidente è l'alternanza di periodi freddi (glaciazioni), nei quali si registra la formazione di estese calotte glaciali, e periodi caldi (interglaciali), come la fase nella quale viviamo attualmente. Il Pliocene è l'epoca che precede il Quaternario.