

**L'ambiente periglaciale al Passo della
Mulattiera in alta Valle di Susa**

INSTABILITÀ DEI VERSANTI IN AMBIENTE PERIGLACIALE

**Davide Tiranti, Fabrizio Bosco,
Luca Mensio, Monica Ponzone**

ARPA Piemonte

Area Previsione e Monitoraggio Ambientale
d.tiranti@arpa.piemonte.it

Luca Lanteri

ARPA Piemonte

Centro Regionale per le Ricerche
Territoriali e Geologiche

I cicli di gelo e disgelo come causa di alcuni processi geomorfologici

Nell'articolo vengono descritti i principali processi di instabilità che si sviluppano in ambiente periglaciale. L'area del Passo della Mulattiera, situata tra i Comuni di Oulx e Bardonecchia (alta Valle di Susa - Torino), è stata inserita nell'ambito del progetto "I geositi della Provincia di Torino" proprio per la presenza di alcuni peculiari elementi geomorfologici tipici dell'ambiente periglaciale, compresi in un contesto di notevole valore paesaggistico.

Una delle forme più caratteristiche è sicuramente il rock glacier della Mulattiera, ma questo non costituisce l'unico processo geomorfologico legato all'ambiente periglaciale, ve ne sono altri meno appariscenti ma altrettanto interessanti, soprattutto se si rivolge l'attenzione alla loro genesi. Si tratta di fenomeni gravitativi di piccole dimensioni che interessano le porzioni più superficiali degli ammassi rocciosi e delle coperture detritico-colluviali: crolli e ribaltamenti, fenomeni di geliflusso, di soliflusso e colamenti rapidi della coltre superficiale. Tali fenomeni geomorfologici, anche se meno caratteristici, apportano un decisivo contributo all'evoluzione morfogenetica del paesaggio in cui si sviluppano.

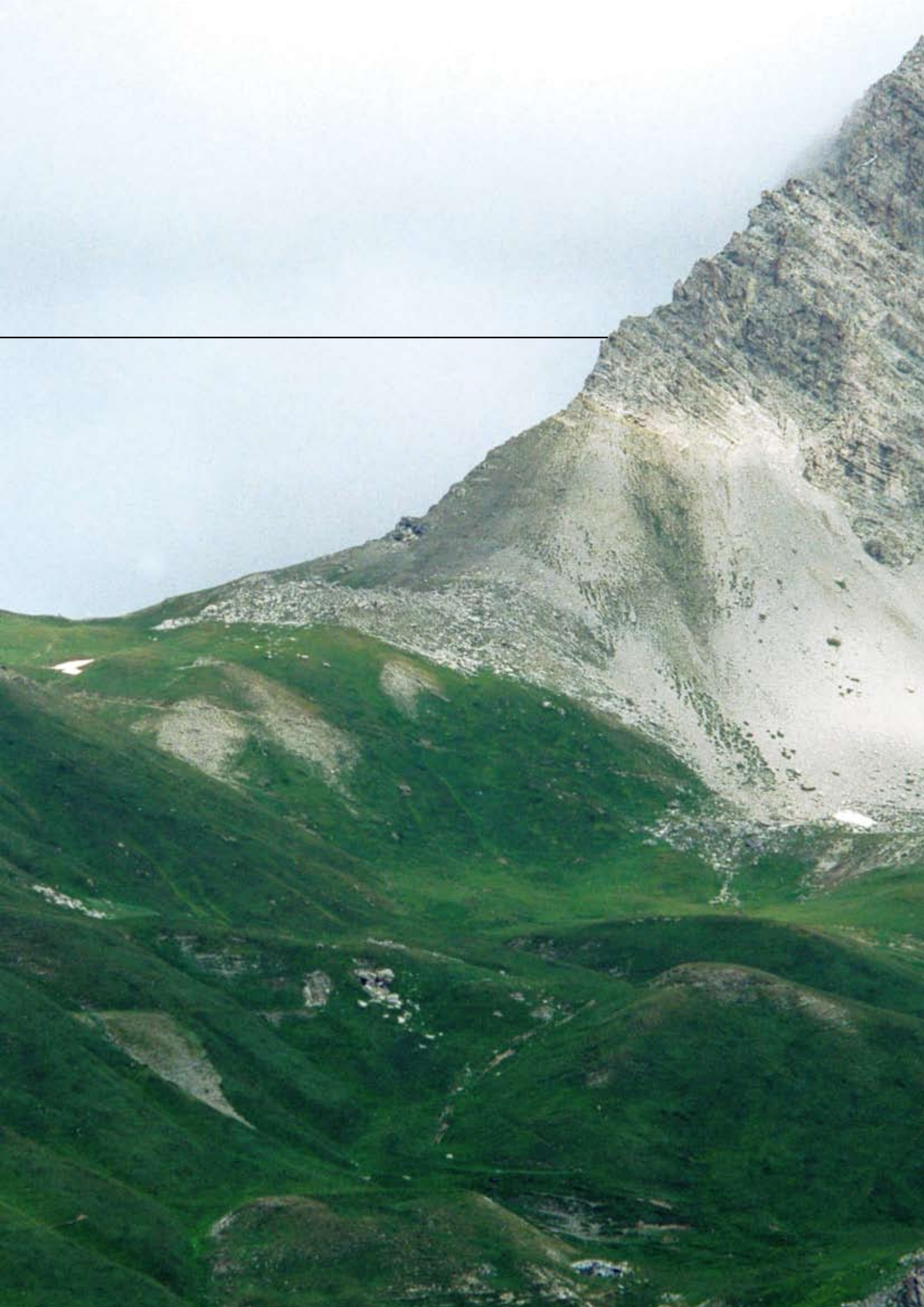


Figura 1:
Ricostruzione digitale
del terreno per la
testata del Rio Sanità
- rock glacier della
Mulattiera (ricavata
dall'elaborazione
dell'ortofotocarta
153160 del Volo
Toroc 2002).

© copyright Comitato per
l'Organizzazione dei XX Giochi
Olimpici Invernali - Torino
2006 - Tutti i diritti riservati.



Pioggia Media Annuale riferita al bacino della Dora Riparia

Bacino	PMA (mm)
Toce - Lago Maggiore	1594
Sesia - Agogna - Terdoppio	1424
Dora Baltea	1075
Orco	1224
Stura di Lanzo	1243
Dora Riparia	869
Pellice	1083
Po	902
Maira - Varaita	935
Tanaro	983
Bormida - Scrivia	1006

Ubicazione del Passo della Mulattiera

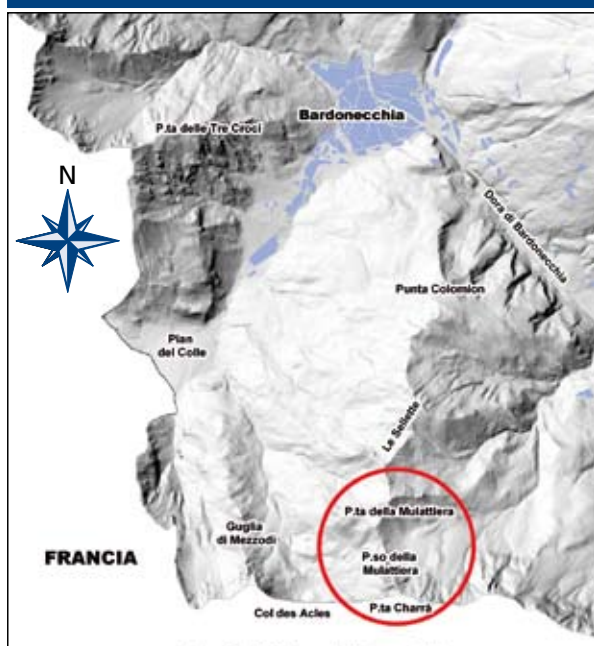


Figura 2

INTRODUZIONE

Il Passo della Mulattiera, sito nel settore nord-occidentale dell'alta Valle di Susa (TO) a cavallo del confine comunale tra Oulx e Bardonecchia, costituisce uno splendido spaccato delle Alpi Cozie settentrionali poiché caratterizzato da una rara ed articolata bellezza paesaggistica tanto da costituire una delle mete turistiche più ambite durante le

stagioni estive ed invernali. Il Passo della Mulattiera rappresenta una zona particolarmente significativa per l'osservazione delle forme tipiche di un ambiente caratterizzato da peculiari condizioni morfoclimatiche, denominato "ambiente periglaciale". Questa zona dell'alta Valle di Susa, di indubbio valore paesaggistico e culturale, è stata infatti inserita nell'ambito del progetto "I geositi della Provincia di Torino", progetto nato nel 1999 dalla collaborazione fra la Provincia di Torino, l'Assessorato alla Pianificazione Territoriale - Servizio Difesa del Suolo, il CNR-IRPI e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino (<http://www.provincia.torino.it/territorio/geositi/>), come patrimonio naturalistico delle nostre Alpi. L'ambiente periglaciale è sede di alcuni particolari processi geomorfologici responsabili della continua modificazione del paesaggio. (figura 1)

IL PAESAGGIO

L'area comprendente il Passo della Mulattiera è caratterizzata da una topografia complessa ed articolata, con alternanza di vette aspre con pareti verticali, rilievi dalle forme smussate e pendii dolci, valli ampie e pianeggianti, orridi profondi e stretti, valli sospese, forme carsiche epigee ed ovunque sono evidenti i segni del modellamento glaciale. Si parte da una quota di 1.290 m s.l.m. dell'abitato di Bardo-

necchia, fino a giungere a quota 2.710 m s.l.m. in prossimità di Punta Charrà, che rappresenta la vetta più alta dell'area considerata.

Altre vette rilevanti sono la Guglia di Mezzodì (2.621 m s.l.m.) e il Col des Acles (2.217 m s.l.m.) le cui vette si allineano in direzione W-E con quella della Punta Charrà a demarcare il confine nazionale con la Francia. La linea di cresta che corre in direzione N-NE dalla Punta Charrà, passando dalla P.ta della Mulattiera (2.467 m s.l.m.) per terminare in coincidenza della P.ta Colomion (2.054 m s.l.m.), coincide invece con il confine comunale Bardonecchia - Oulx (figura 2).

I litotipi presenti nell'area sono piuttosto monotoni: vi affiorano essenzialmente calcari dolomitici, dolomie, marmi, calcescisti, gessi e brecce a cemento carbonatico di origine continentale. La topografia è fortemente influenzata dal tipo di roccia affiorante; le rocce calcareo-dolomitiche disegnano pareti verticali caratterizzate da dislivelli anche superiori ai 100 m, mentre i calcescisti filladici danno luogo a pendii dolci, spesso sede di movimenti gravitativi i cui accumuli contribuiscono, unitamente all'estesa copertura detritico-colluviale e ai diffusi accumuli di depositi glaciali e fluvio-glaciali, a mascherare la natura e l'assetto del substrato roccioso. Gli abbondanti ammassi di brecce



a cemento travertinoso offrono splendide viste grazie alla loro caratteristica morfologia a pinna- coli osservabile principalmente in prossimità della Guglia di Mezzodi (foto 1).

Le testate dei bacini del Rio della Sanità e Rio Curguas, rispettivamente situati sul versante destro e sul versante sinistro del Passo della Mulattiera, in corrispondenza delle successioni carbonatiche di margine continentale, sono colmate da estesi campi di blocchi calcareo-dolomitici con struttura open-work o partially open-work, articolati in una serie di rilievi allungati che configurano dei lobi subparalleli ai margini degli accumuli; nella parte centrale di questi ultimi si osservano frequentemente depressioni chiuse di varia forma e dimensione. I caratteri sedimentologici e morfologici permettono di interpretare i depositi come il prodotto della rielaborazione di originari detriti di falda da parte di rock glacier (foto 2).

COS'È UN ROCK GLACIER

Sicuramente chi frequenta gli ambienti di alta montagna avrà avuto occasione di notare in uno dei numerosi valloni alpini dei caratteristici accumuli a grossi blocchi che con la loro forma lobata ricordano delle colate di lava o delle vere e proprie lingue di ghiaccio ricoperte di pietre. Queste particolari forme vengo-

no generalmente indicate nella letteratura internazionale come rock glacier, anche se in Italia è stato utilizzato alcune volte il termine di pietraie semoventi (Smiraglia, 1992). Sono state proposte numerose definizioni di rock glacier, riferendosi differenzialmente alle caratteristiche morfologiche, strutturali, morfoclimatiche o della dinamica di movimento. Dal punto di vista puramente morfologico, i rock glacier possono essere definiti accumuli detritici a forma di lingua, di lobo, di goccia, nettamente rilevati sul terreno circostante e sviluppati in lunghezza da alcune decine di metri fino ad alcune centinaia di metri. Proprio grazie alle loro peculiari caratteristiche queste particolari

forme dell'ambiente alpino sono in genere facilmente riconoscibili. La forma lobata viene spesso ben evidenziata anche dalla presenza di creste trasversali alternate ad avvallamenti, solcature ed ondulazioni molto simili alle cerchie concentriche (foto 3) che si trovano in prossimità dei depositi di ablazione delle fronti dei ghiacciai. La parte frontale si presenta in genere ripida, con pendenze che possono in alcuni casi superare i 40°; i materiali dell'accumulo sono costituiti da blocchi angolosi, per lo più privi di matrice in superficie, ma più ricchi di elementi fini in profondità. Gli studi compiuti negli ultimi anni hanno messo in evidenza la presenza, al di sotto della copertura detritica più grossolana, di

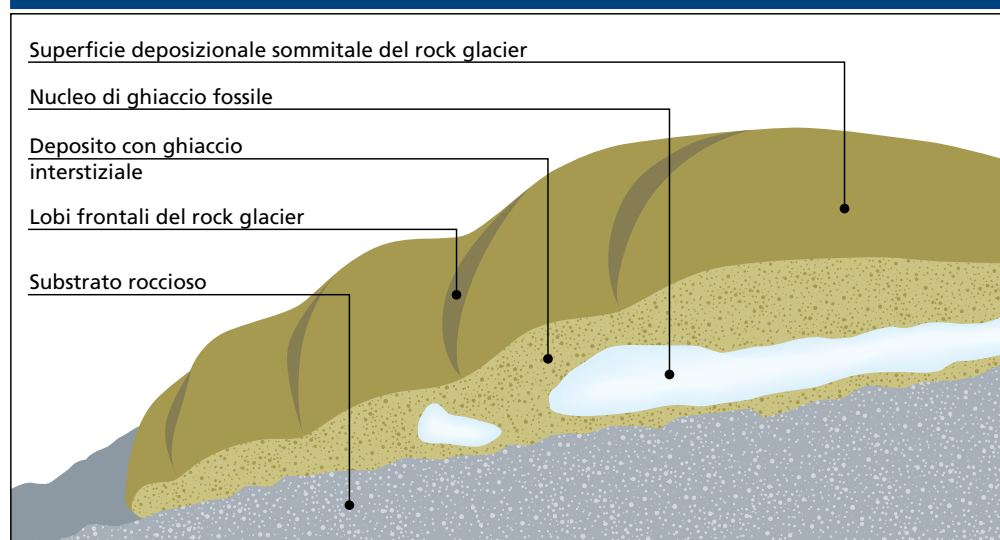
Sopra - foto 1: forme a pinnacolo modellate in breccie a cemento travertinoso (Guglia di Mezzodi).

Sotto - foto 2: la falda detritica costituita da blocchi calcareo-dolomitici ricopre uniformemente il rock glacier relitto alla testata del Rio Curguas.





Struttura del Rock Glacier



Sopra - foto 3: Lobo frontale, organizzato in cerchie, del *rock glacier* della Mulattier.

Sotto- figura 3: schema raffigurante la sezione longitudinale della parte frontale di un *rock glacier*.

corpi di ghiaccio a forma lenticolare e di livelli di detrito più fine congelati (figura 3). Nonostante il progredire delle ricerche, soprattutto nel campo geofisico, la natura e la provenienza del ghiaccio interno restano ancora in parte aspetti problematici. Gli Autori hanno formulato diverse ipotesi sull'origine del ghiaccio interno, ma le due ipotesi più diffuse sono quelle dell'origine glaciale (ice-cored rock glacier) e quella dell'origine periglaciale (ice-cemented rock glacier). Nel primo caso, pur non escludendo

la presenza di ghiaccio interstiziale limitatamente a qualche metro di spessore, si ritiene che il nucleo principale sia costituito da ghiaccio di origine glaciale. Il rock glacier deriva quindi dall'evoluzione di un antico ghiacciaio ricoperto da detriti. Nella seconda ipotesi si tratterebbe invece di ghiaccio che si forma per rigelo delle acque d'infiltrazione che cementa i sedimenti, oppure di ghiaccio derivante dalla compattazione di neve per valanga e detrito. È comunque ormai opinione comune di molti autori

che entrambi le ipotesi possano coesistere in quanto in condizioni climatiche che consentono l'esistenza del permafrost, anche il ghiaccio fossile da ghiacciaio può persistere a lungo.

Proprio la presenza di questo nucleo di ghiaccio interno e la frequenza delle oscillazioni termiche sopra e sotto il punto di congelamento dell'acqua sono la causa del lento e continuo movimento del rock glacier. La forma lobata indica che la velocità di movimento (di solito minore di 1 m all'anno) è maggiore nella parte centrale del corpo e diminuisce in modo graduale spostandosi verso i fianchi. Anche in questo caso sono stati proposti numerosi meccanismi per spiegare il movimento: il principale motore di questi fenomeni è da attribuire comunque alla deformazione plastica della massa di detriti e di sabbia gelata o del nucleo di ghiaccio all'interno del deposito.

Molti dei rock glacier presenti nelle Alpi non sono dotati attualmente di movimento, si tratta infatti di resti "fossili" di antichi corpi "inattivi".

I rock glacier possono rappresentare un importante indicatore paleoclimatico: queste forme si sviluppano comunemente in ambienti con caratteristiche climatiche molto specifiche. La presenza di ambienti periglaciali alpini alle nostre latitudini è da riferirsi alle ultime fasi di avanzata dei ghiacciai pleistocenici. Molte delle aree in cui è possibile osservare attualmente le caratteristiche forme degli ambienti periglaciali erano interessate in passato dalla presenza di ghiacciai. I rock glacier sono forme tipiche di un ambiente molto particolare caratterizzato da un'intensa azione dei cicli di gelo e disgelo dovuta a un particolare regime climatico per cui

i valori di temperatura media annua oscillano tra i -1 e i -3 gradi centigradi ed i valori di precipitazione media annua sono inferiori ai 1000 mm. Le zone che soddisfano tali condizioni climatiche vengono indicate con il termine di “ambiente periglaciale” che nelle Alpi persistono a fasce altimetriche con un limite inferiore pari a 2.200 m s.l.m.

PROCESSI GEOMORFOLOGICI CONNESSI ALL'AMBIENTE PERIGLACIALE

Il rock glacier, anche se il più grande e spettacolare, non è l'unico processo geomorfologico legato all'ambiente periglaciale, ve ne sono altri meno appariscenti ma altrettanto interessanti soprattutto se si rivolge l'attenzione alla loro genesi.

I fenomeni a cui si fa riferimento non sono esclusivi di questi ambienti, al contrario sono molto diffusi anche al di fuori del generico contesto montano, come quello pedemontano e collinare. Si tratta di fenomeni gravitativi di piccole dimensioni che interessano le porzioni più superficiali degli ammassi rocciosi e delle coperture detritico-colluviali:

- Crolli e ribaltamenti (rock fall e rock topple - Varnes, 1978) (figura 4):

- I crolli sono definiti come distacco da una parete sub-verticale di una porzione di roccia di dimensioni variabili che procede per caduta libera, rimbalzi, rotolamento e talvolta scivolamento;
- i ribaltamenti implicano il distacco con rotazione in avanti della parte sommitale di uno o più elementi pseudo-tabulari di roccia.

- Colamenti superficiali (shallow landslide) (figura 5) definiti come movimento assimilabile a quello di un fluido viscoso che interessa le coperture superficiali per spessori non superiori a 1.5 metri.

In particolare nell'area di interesse si osservano tre sottoclassificazioni di colamenti

superficiali:

- soliflusso/geliflusso che si manifesta con il lento movimento della coltre d'alterazione che si deforma in lobi allungati nella direzione di massima pendenza del versante. (foto 4);
- scivolamento traslativo rapido di zolle distinte costituite dalla coltre d'alterazione superficiale e da porzioni integre di cotica erbosa (Translational soil slide - Varnes, 1978) (foto 5);
- colamento estremamente fluido ed estremamente rapido della coltre d'alterazione superficiale in cui il materiale viene trasportato in sospensione (Disintegrating soil slip - Kesseli, 1943) (foto 6).

Al di fuori di un contesto periglaciale questi fenomeni vedono



Schema raffigurante la dinamica di un crollo localizzato (a) e di un ribaltamento (b)

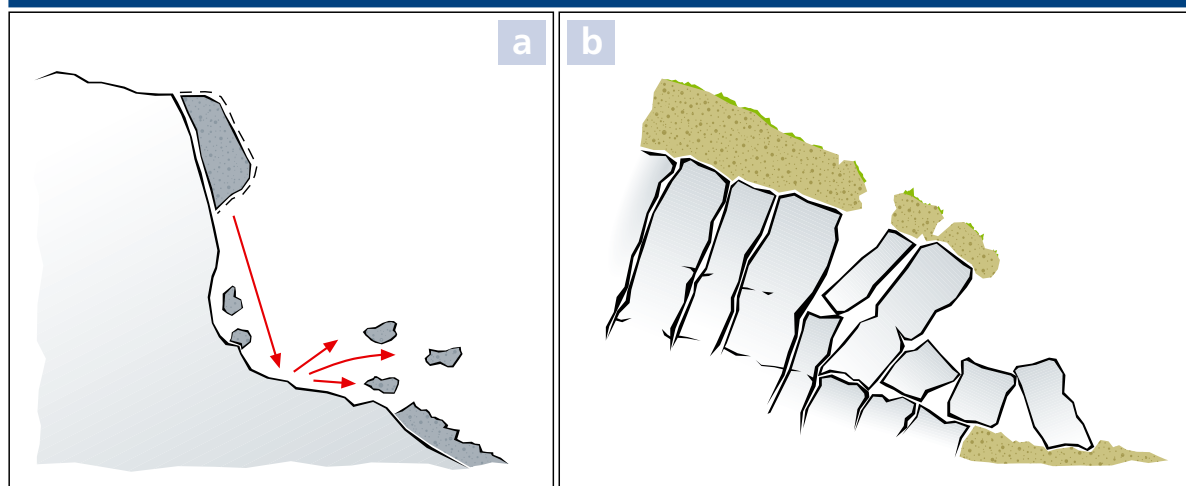


Foto 4: lobi di geliflusso (a) e lobi di soliflusso (b).

Figura 4

Geometria di un colamento per saturazione e fluidificazione della coltre superficiale

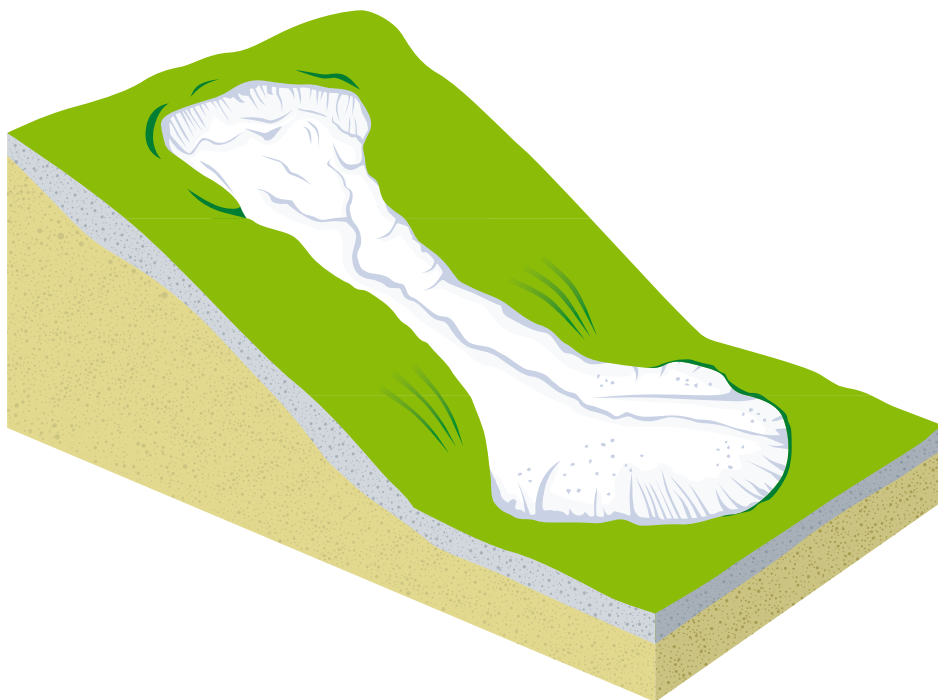


Fig. 5



Foto 5: un *translational soil slide* come evoluzione di un soliflusso.

Stazione Lago Pilone - 2290 m s.l.m.
Temperature registrate nella giornata del 10 maggio 2004



Figura 6

come causa principale del loro innesco le precipitazioni piovose o altre tipologie di apporti idrici quali ad esempio la fusione del manto nivale, mentre in condizioni periglaciali la loro genesi sfugge a questo tipo di controllo che viene sostituito unicamente da quello operato dai cicli di gelo e disgelo.

In ambiente periglaciale sono da escludersi come causa di innesco le precipitazioni piovose poiché generalmente scarse per questi ambienti e ancora più in particolare per questo settore delle Alpi Cozie settentrionali rispetto ad altri settori del Piemonte, come mostrato in Tabella 1 dove si evidenzia lo scarso regime pluviometrico che caratterizza il bacino della Dora Riparia, principale corso d'acqua delle Valli di Susa.

Anche il contributo da parte delle acque risultanti dalla fusione del manto nivale è da escludersi poiché viene rilasciata in un periodo precedente rispetto a quello in cui si verifica la fusione del ghiaccio interstiziale formante il permafrost, che risente dell'irraggiamento solare e del rialzo delle temperature in una fase più avanzata del periodo estivo. Per questo motivo l'acqua di fusione della neve non è in grado di infiltrarsi nel terreno reso ancora impermeabile per effetto del ghiaccio.

I CICLI DI GELO E DISGELO COME CAUSE DI INSTABILITÀ

Per gran parte dell'anno l'acqua ospitata all'interno delle fratture di diaclasi degli ammassi rocciosi e negli spazi intergranulari dei depositi superficiali permane allo stato solido sottoforma di ghiaccio per via dei valori di temperatura media annua che oscillano, per l'area in oggetto, tra i 2 e i -1 C° (valori medi rica-

vati dall'interpolazione dei valori presenti nelle serie storiche di dati registrati della stazione meteorologica "Lago Pilone" (2.280 m s.l.m.) della Rete di Monitoraggio Regionale dell'Arpa Piemonte).

Nel periodo primaverile le temperature salgono sensibilmente nelle ore diurne mentre permangono su valori prossimi o inferiori allo 0 durante la notte (figura 6).

L'aumento di volume che l'acqua, presente nelle fratture, subisce quando passa dallo stato liquido allo stato solido è la principale causa dei fenomeni di crollo e ribaltamento. La dilatazione del ghiaccio esercita una significativa pressione sulle pareti delle fratture nell'ammasso roccioso causandone l'ulteriore apertura, mentre la fusione del ghiaccio si accompagna a decompressione e a sottrazione della funzione consolidante che il ghiaccio opera nei confronti di porzioni rocciose la cui stabilità è già fortemente compromessa. L'alternanza ciclica di questi processi è responsabile del distacco di porzioni di roccia, di dimensioni variabili, che precipitano al suolo per azione della gravità.

Per quanto riguarda i fenomeni di instabilità che interessano le coltri detritico-colluviali, la fusione del ghiaccio interstiziale, maggiormente accentuata nei livelli più superficiali dei depositi, è la principale causa di innesco di tali fenomeni.

Viene a mancare l'effetto cementante da parte del ghiaccio interstiziale e l'acqua derivante dalla fusione stessa del ghiaccio provoca l'imbibizione e il conseguente appesantimento dei livelli più superficiali (spessori di materiale inferiori ai 50 cm) della copertura detritico-colluviale rendendoli instabili con conseguente mobilitazione

per fluidificazione del terreno. Inoltre, analogamente a quanto visto per i fenomeni di crollo, le cicliche variazioni di volume subite dal terreno in conseguenza alla fusione del ghiaccio e al congelamento dell'acqua, portano ad un peggioramento delle caratteristiche geotecniche dei sedimenti e alla lacerazione della cotica erbosa rendendo ancora più instabili le condizioni del livello pellicolare dei depositi che ricoprono uniformemente il versante (foto 7).

La densità di tali processi è inoltre influenzata, all'interno del medesimo ambiente periglaciale, dall'esposizione dei versanti su cui si sviluppano. Ciò è particolarmente evidente nel caso trattato, infatti sul versante esposto a Nord-Est, versante destro del Passo della Mulattiera, i processi osservabili sono molto meno numerosi e diffusi; inoltre il rock glacier mostra segni di avanzamento (rock glacier attivo), rispetto al rock glacier esposto a Sud-Ovest che non evidenzia alcun segno di movimento (rock glacier inattivo o relitto).

Sul versante sinistro del Passo della Mulattiera, esposto a Sud-Ovest, l'accentuazione del fenomeno di saturazione in acqua del versante durante il periodo primaverile-estivo si accompagna ad una maggiore densità di fenomeni franosi (foto 8).

PROCESSI GEOMORFOLOGICI CON EFFETTI CONSERVATIVI E DISTRUTTIVI

Anche se i processi gravitativi fin'ora descritti sono accomunati dalle medesime cause di innesco, va fatto presente che non tutti giocano un ruolo sfavorevole alla conservazione del paesaggio periglaciale.

Si possono infatti osservare due



tipi di conseguenze sul paesaggio in funzione delle due principali tipologie di fenomeni franosi considerati.

I crolli e i ribaltamenti ricoprono un ruolo conservativo nei confronti del rock glacier. Le porzioni di roccia che cadono al suolo vanno a costituire uno spesso deposito detritico che svolge una funzione di isolante termico nei confronti del terreno che va a ricoprire. In tal modo riduce sensibilmente gli scambi termici tra aria e suolo e non ne permette l'irradiazione solare diretta, impedendo così l'eccessiva fusione del permafrost in periodi caratterizzati da temperature di molto superiori a valori inferiori o prossimi allo 0.

Le frane superficiali sono invece causa della progressiva esposizione di livelli sempre più profondi della copertura detritica-colluviale all'azione

Foto 6: Versante interessato da alcuni fenomeni di *disintegrating soil slip*.

Foto 7: lacerazioni nella coltre superficiale ad opera dei cicli di gelo e disgelo.

degli agenti atmosferici, che ne favoriscono la continua degradazione, anche in considerazione del fatto che, in ambienti freddi e d'alta quota, la copertura erbosa stenta a ricostituirsi. Inoltre i lobi di geliflusso, caratterizzati da un lento avanzamento in condizioni periglaciali stabili, possono trasformarsi in soliflussi (sostituzione del ghiaccio interstiziale con acqua) che per periodi prolungati caratterizzati da va-

lori anomali di alta temperatura, possono ulteriormente mutare in colamenti superficiali ad evoluzione più rapida che portano all'obliterazione integrale degli originari lobi di geliflusso con un conseguente danno alla bellezza del paesaggio.

In entrambi i siti sono evidenti le diverse conseguenze legate ai due tipi di fenomeni, soprattutto per il sito del rock glacier della Mulattiera (figura 7).

Il versante destro, ai piedi delle pareti rocciose del massiccio carbonatico della Grand Hoche-Grand Argentier, è completamente coperto, come anche il fianco destro del rock glacier, da un uniforme corpo di detrito di falda costituito da blocchi calcareo-dolomitici, mentre sul versante sinistro si sviluppa una copertura detritico-colluviale a spese del substrato in calcescisti (foto 9). I lobi di geliflusso sono osservabili esclusivamente sul versante destro, mentre sul versante sinistro sono diffusamente presenti fenomeni di colamento superficiale ed il profilo del versante mostra rigonfiamenti ed avvallamenti legati a processi di tipo crionivale.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Provincia di Torino, l'Assessorato alla Pianificazione Territoriale - Servizio Difesa del Suolo, il CNR-IRPI e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino per l'introduzione e la promozione dei Geositi nelle Alpi torinesi.

Si ringrazia l'agenzia di grafica "io" di Torino per il contributo offerto nella realizzazione dei contenuti iconografici.



Foto 8: il versante sinistro del Passo della Mulattiera, esposto a S-E, mostra un'alta densità di fenomeni franosi superficiali.

Foto 9: sezione trasversale alla testata del Rio della Sanità, visione da monte verso valle. Si notino le diverse caratteristiche dei versanti al contorno del Rock glacier della Mulattiera (1). Il versante destro (3) è completamente ricoperto da detrito di falda, mentre sul sinistro (2) si manifestano i colamenti superficiali.



I Geositi

I siti geologico-geomorfologici di particolare importanza sono definiti con il termine "geotipo" dalla nomenclatura di origine tedesca (Stürm, 1994), o "geosito", dalla nomenclatura di origine anglosassone (Wimbledon, 1995).

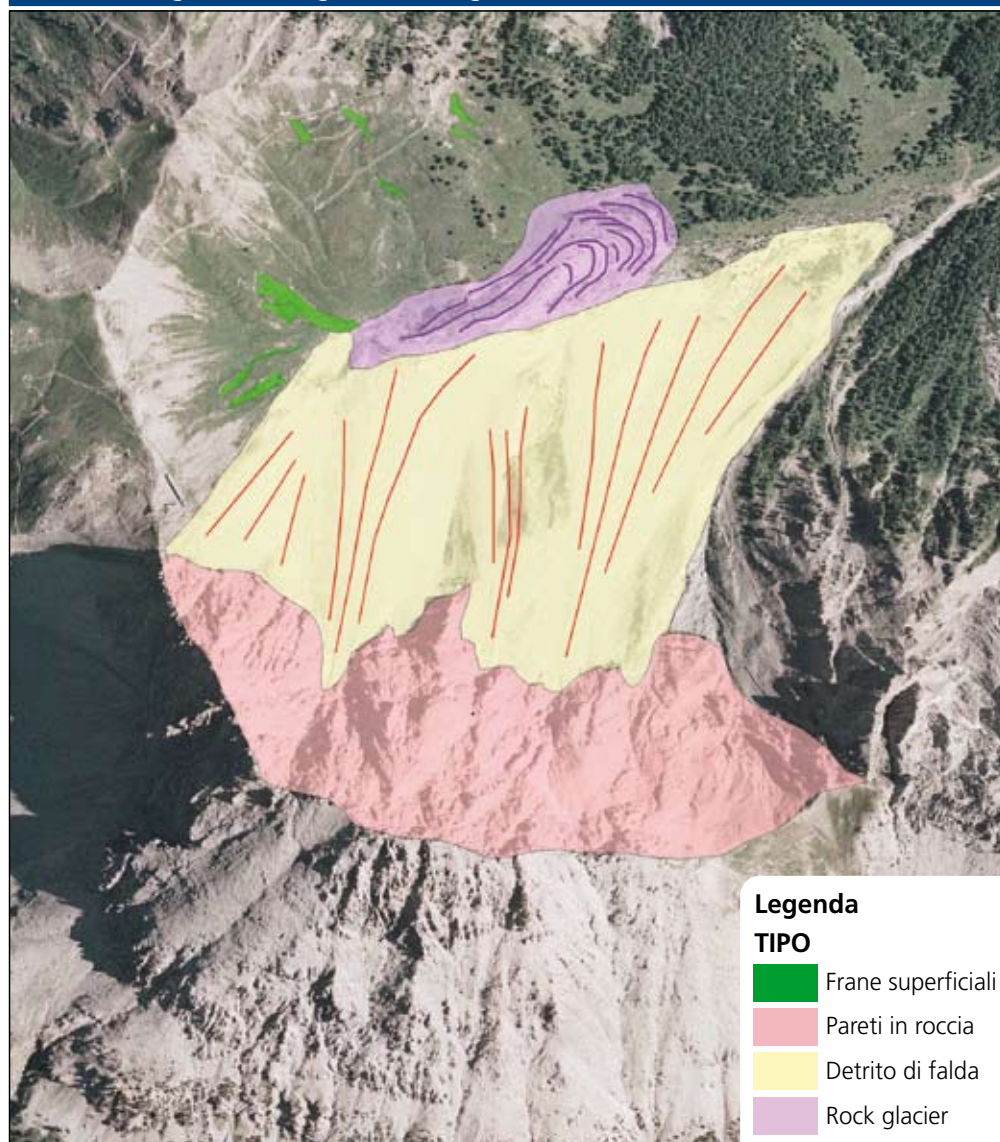
I geotipi sono parti di paesaggio costituenti un patrimonio geologico-geomorfologico prezioso e vulnerabile. Essi devono essere salvaguardati da tutti gli interventi che possono alterarne le caratteristiche e la naturale evoluzione.

I geositi definiscono invece una qualsiasi area in cui è possibile riscontrare uno o più elementi geologico-geomorfologici di particolare interesse.

Entrambe le definizioni indicano un oggetto di interesse ambientale e culturale da salvaguardare, differiscono solamente nella estensione territoriale considerata. Il concetto di geosito abbraccia una porzione di territorio che racchiude diversi aspetti di interesse geologico-geomorfologico, mentre il geotipo fa riferimento ad un preciso elemento distinto dal paesaggio che lo circonda per peculiarità di carattere geologico o geomorfologico.

Geological Monument (monumento geologico) e Heart Heritage Site (sito del patrimonio terrestre) (Joyce, 1994) sono altri modi per indicare ciò che in una cultura moderna deve necessariamente essere un patrimonio culturale da condividere e preservare.

Carta geomorfologica di dettaglio della testata del Rio della Sanità



Legenda

TIPO

- Frane superficiali
- Pareti in roccia
- Detrito di falda
- Rock glacier

(ricavata dall'elaborazione dell'ortofotocarta 153160 del Volo Toroc 2002)

© copyright Comitato per l'Organizzazione dei XX Giochi Olimpici Invernali - Torino 2006 - Tutti i diritti riservati.

BIBLIOGRAFIA

- Cruden D. M. & Varnes D.J. 1996. Landslides types and processes. In Turner A.K. & Schuster R.L. (eds), Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, National Research Council, Transportation Research Board: 36-75.
- Giardino M. e Mortara G. (ed.) (2004). I geositi nel paesaggio della Provincia di Torino. Pubblicazione del Servizio Difesa del Suolo della Provincia di Torino (Coordinatore Progetto: D. Aigotti). 2 volumi, 3 carte. Litografia GEDA, Nichelino.
- Joyce E. B. 1994. Assessing the significance of geological heritage sites: from the local level to world heritage. Actes du premier Symposium International sul la Protection du patrimoine geologique, in "Mem. Soc. Géol. de France", n.s., 165, pp 93-95.
- Varnes D.J. 1978. Slope movements types and processes, in Schuster R.L. and Krizek R.J. Ed., "Landslides analysis and control". Transportation Research Board Sp. Rep. No. 176, Nat. Acad. of Sciences, p. 11-33, Washinton.
- Wimbledon W. et al. 1995. The development of methodology for the selection of British geological site for conservation: Part 1. - Modern Geology, 20, 159-202.
- Smiraglia Claudio 1992. Guida ai ghiacciai e alla glaciologia, p. 47-50. Zanichelli Editore Bologna.
- Stürm B. 1994. Integration de la protection du patrimoine géologique l'aménagement du territoire en Suisse. Actes du premier Symposium International sul la Protection du patrimoine geologique, in "Mem. Soc. Géol. de France", n.s., 165, pp 93-95.
- Kesseli L. E. 1943. Disintegrating soil slip of the Coast Ranges of Central California, Journ. Geology Boll. 51 (5), p. 342-352, Chicago.

