

ALESSANDRO PASUTO (\*), SANDRO SILVANO (\*) & MAURO SOLDATI (\*\*)

## DEFORMAZIONI GRAVITATIVE PROFONDE DI VERSANTE E FRANE: CASI DI STUDIO NELLA VALLE DEL BOITE (DOLOMITI, ITALIA)

**ABSTRACT:** PASUTO A., SILVANO S. & SOLDATI M., *Deep-seated gravitational slope deformations and landslides: case studies in the Boite Valley (Dolomites, Italy)*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

After some conceptual specifications on the meaning of Deep-seated Gravitational Slope Deformations (Dgsd), some cases recognised in the Boite Valley (Dolomites, Italy) are described. In particular, the paper deals with the Dgsd's affecting Lastoni di Formin, Mount Faloria and Mount Antelao which are located in the vicinity of Cortina d'Ampezzo. From a typological point of view, Lastoni di Formin are affected by lateral spreading which evolves in block sliding; Mount Faloria is instead affected by a *sackung* which has partially evolved in a rock slide/rock avalanche; finally, Mount Antelao is characterised by the occurrence of a *sackung* that is responsible for the intense jointing of the upper part of the slope and favours the formation of thick scree slopes from which debris avalanches have periodically detached, sometimes with catastrophic effects.

**KEY WORDS:** Deep-seated Gravitational Slope Deformations, Landslides, Dolomites, Italy.

**RIASSUNTO:** PASUTO A., SILVANO S. & SOLDATI M., *Deformazioni gravitative profonde di versante e frane: casi di studio nella Valle del Boite (Dolomiti, Italia)*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

Dopo alcune puntualizzazioni di carattere concettuale sul significato di Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (Dgpv), vengono illustrati alcuni casi individuati nella Valle del Boite (Dolomiti). Si tratta in particolare delle Dgpv che interessano i Lastoni di Formin, il Monte Faloria e il Monte Antelao, rilievi ubicati nelle vicinanze di Cortina d'Ampezzo. Dal punto di vista tipologico, i Lastoni di Formin rappresentano un *lateral spread* che evolve in *block slide*; il Monte Faloria è invece interessato da un fenomeno di *sackung* che si è parzialmente evoluto in una frana di tipo *rock slide/rock avalanche*; il Monte Antelao, infine, è caratterizzato da un fenomeno di *sackung* al quale è riconducibile l'intensa fratturazione delle parti alte del versante e di conseguenza la presenza di potenti falde detritiche dalle quali si sono periodicamente originati fenomeni di *debris avalanche*, anche con effetti catastrofici.

**TERMINI CHIAVE:** Deformazioni Gravitative Profonde di Versante, Frane, Dolomiti.

(\*) Cnr - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nei Bacini dell'Italia Nord-Orientale, corso Stati Uniti 4 - 35127 Padova.

(\*\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Modena, largo S. Eufemia 19 - 41100 Modena.

La ricerca è stata finanziata dal Comitato 05 del Cnr (contributo 96.00333.CT05; Resp. M. Panizza) e dal Progetto Newtech (programma Environment and Climate) dell'Unione Europea (contratto ENV4-CT96-0248; Resp. Prof. M. Panizza).

### INTRODUZIONE

Sebbene i fenomeni di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (Dgpv) siano stati ampiamente documentati e descritti a partire dall'inizio degli anni '60, ancora oggi non esiste, da parte degli studiosi della materia, univocità nella terminologia utilizzata e si riscontra spesso poca chiarezza nella distinzione tra Dgpv e grandi frane. Si ritiene utile quindi ribadire alcuni concetti di carattere generale, con particolare riferimento a questioni di carattere terminologico (Soldati & Pasuto, 1991; Dramis & Sorriso-Valvo, 1994, 1995) e analizzare, seppure brevemente, i principali aspetti morfologici e strutturali che caratterizzano questi fenomeni. Verranno inoltre discussi alcuni casi di studio ed evidenziata l'importanza dell'individuazione dei rapporti tra Dgpv e fenomeni franosi ad esse collegati al fine di una corretta valutazione del rischio geomorfologico.

### DGPV E FRANE

Le Dgpv sono fenomeni gravitativi che evolvono in un intervallo di tempo molto esteso e che interessano generalmente interi versanti coinvolgendo volumi di centinaia di milioni di metri cubi su superfici anche di qualche chilometro quadrato e con spessori di parecchie decine di metri. Caratteristica principale di questi fenomeni è la verosimile assenza di una superficie di scivolamento continua e la presenza, invece, di una zona in cui la deformazione si esplica principalmente attraverso una microfessurazione dell'ammasso roccioso (Radbruch-Hall, 1978). Ciò è in accordo con quanto già definito da Terzaghi nel 1950, che individuava negli ammassi rocciosi una fase di *creep*, chiaramente differenziabile dalla eventuale successiva fase di movimento.

Le frane s.s. presuppongono infatti l'esistenza di una ben definita e riconoscibile superficie di taglio che separa nettamente la massa in posto da quella in movimento; in

questo caso gli spostamenti sono di entità molto maggiore rispetto a quelli che caratterizzano le Dgpv.

È evidente, tuttavia, che sussiste spesso una notevole difficoltà nell'attribuzione di alcuni fenomeni al dominio delle Dgpv o delle frane, anche perché, come riconosciuto da numerosi autori (Guerricchio & Melidoro, 1973; Nemčok, 1972; Hutchinson, 1988; Soldati & Pasuto, 1991; Sorriso-Valvo, 1995) le Dgpv possono essere considerate stadi iniziali di fenomeni franosi di imponenti dimensioni.

Per quanto riguarda la terminologia, una approfondita ricerca bibliografica effettuata da Pasuto & Soldati (1990) ha messo in evidenza come numerosi siano i termini utilizzati per indicare i fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante. Tali termini sono il risultato di differenti approcci metodologici (geologico, geomorfologico, geomeccanico ecc.); ciò ha creato, specie nel passato, notevoli problemi nella esatta definizione tipologica di alcuni fenomeni.

Le definizioni più ricorrenti in letteratura sono: *Sackung* (Zischinsky, 1969), *gravity faulting* (Beck, 1968), *depth creep of slopes and deep-reaching gravitational deformations* (Ter-Stepanian, 1966, 1977), *gravitational slope deformations* (Nemčok, 1972), *deep seated creep deformations* (Mahr & Nemčok, 1977), *deep-seated gravitational slope deformations* (Malgot, 1977), *gravitational block-type movements* (Pasek, 1974), *gravitational spreading and gravitational creep* (Radbruch-Hall, 1978), *rock flow e lateral spread* (Varnes, 1978), *deformazioni gravitative profonde di versante* (Sorriso-Valvo, 1984), *sagging of mountain slope* (Hutchinson, 1988). Attualmente si tende comunemente ad utilizzare i termini di *sackung* e *lateral spread*, che individuano le principali tipologie di Dgpv. Di seguito verranno discussi gli aspetti caratterizzanti tali tipologie.

In accordo con Zischinsky (1966, 1969), il *sackung*, che costituisce un fenomeno di *rock flow*, può essere considerato come una deformazione visco-plastica che interessa alti e ripidi pendii costituiti da ammassi rocciosi omogenei, fratturati o stratificati a comportamento fragile (Bisci & alii, 1996).

Il meccanismo non è ancora ben definito; si ritiene comunque che l'ammasso roccioso in profondità si comporti in modo differente rispetto alle condizioni di superficie a causa dell'elevata pressione di confinamento a cui è sottoposto il materiale. Esistono due principali modelli: Mencl (1968) ipotizza che nella parte centrale del versante, in profondità, le alte pressioni non permettano lo sviluppo di superfici di scivolamento, consentendo soltanto una deformazione di tipo viscoso, mentre in cresta e al piede, dove tale pressione è minore, sussisterebbe la possibilità di sviluppo di tali superfici; Savage & Varnes (1987) ritengono invece che la zona di deformazione plastica abbia una soluzione di continuità lungo una superficie di taglio posta alla base della massa instabile.

I principali indizi morfologici superficiali sono costituiti da:

- a) sdoppiamenti di cresta con sviluppo anche di qualche chilometro e *trench* nella parte superiore del versante;
- b) rigonfiamenti nella parte mediana ed inferiore del versante;
- c) fratture suborizzontali al piede;
- d) rotture laterali ecc.

I fenomeni di *lateral spread* possono verificarsi sia in rocce omogenee che in ammassi rocciosi a litologia variabile (Pasuto & Soldati, 1996).

I primi possono essere schematicamente suddivisi in due tipi in accordo rispettivamente con i modelli proposti da Jahn (1964) e da Beck (1968). Jahn interpreta indizi morfologici quali doppie creste, *trench* e scarpate in contropendenza, riscontrati nei Monti Tatra, come il risultato dell'evoluzione di fratture di trazione, indotte dalla gravità; in questo caso non si rinvengono superfici di discontinuità e la deformazione tende a ridursi con la profondità. Beck interpreta invece la presenza di doppie creste in argilliti e scisti della Nuova Zelanda come l'effetto di assestamenti gravitativi del versante conseguenti al notevole aumento di pendenza avvenuto in seguito alla sovraescavazione valliva operata dai ghiacciai.

D'altra parte, i *lateral spread* che interessano successioni litologiche costituite da ammassi rocciosi a comportamento rigido poggianti su un substrato a comportamento duttile sono caratterizzati da direzione di movimento a prevalente componente orizzontale lungo fratture di trazione o discontinuità tettoniche con andamento generalmente subverticale. Un modello del meccanismo evolutivo di questi fenomeni è ampiamente descritto, ad esempio, da Cancelli & Pellegrini (1987) e Conti & Tosatti (1996), che analizzano l'evoluzione di una placca rocciosa, interessata da un reticolo di fratture subverticali, poggiante su un substrato argilloso.

Analisi numeriche ad elementi finiti e modelli fisici hanno permesso di distinguere nelle placche rocciose zone interessate da distensione laterale e da compressione, di analizzare la formazione di superfici di rottura, nonché di evidenziare l'evenienza di fenomeni di *softening* nel materiale plastico posto alla base delle formazioni rigide.

A questo tipo di *lateral spread* sono spesso associati fenomeni di crollo e ribaltamento negli ammassi rocciosi a comportamento rigido e scivolamenti rotazionali, colate di detrito e terra nelle formazioni duttili.

Gli scenari evolutivi dei *sackung* e dei *lateral spread* sono differenti. I primi possono essere considerati come uno stadio iniziale di scivolamenti rotazionali e traslativi, suscettibili di evolvere in *rock* o *debris avalanche*, che possono indurre situazioni di elevato rischio geomorfologico; i secondi, invece, possono rappresentare una fase precoce nello sviluppo di fenomeni di tipo *block slide*, che generalmente evolvono in modo estremamente lento.

L'individuazione e lo studio delle Dgpv, oltre che per aspetti scientifici, trova pratico riscontro nella definizione delle condizioni di rischio in piani territoriali, sia per la possibile evoluzione parossistica di questi fenomeni, sia per la presenza al loro contorno di frane ad esse collegate. Un aspetto caratteristico delle Dgpv è infatti rappresentato dai crolli, colate e *debris flow* ubicati ai loro margini, che possono assumere anche carattere catastrofico e sembrano essere riconducibili alle modificazioni del regime idrico sotterraneo e delle condizioni tensionali del versante indotte dai processi deformativi.

## ESEMPI DI DGPV E FRANE AD ESSE COLLEGATE NELLA VALLE DEL BOITE (DOLOMITI)

L'area dolomitica e, in particolare, il tratto settentrionale della Valle del Boite (fig. 1) presentano numerosi casi di Dgpv e di fenomeni franosi ad esse collegati; questi ultimi hanno peraltro spesso causato la distruzione di abitati e provocato numerose vittime. La Valle del Boite si presenta assai vulnerabile in quanto è attraversata da un'importante via di comunicazione che collega l'Italia nord-orientale all'Austria ed è caratterizzata dalla presenza di alcune tra le più importanti località turistiche delle Alpi orientali.

Dalla fine dell'ultimo periodo glaciale, durante il quale la zona era ricoperta da masse di ghiaccio che raggiungevano uno spessore di circa 1000 m, la valle è stata interessata da numerosi movimenti di massa di differenti tipologie e dimensioni, connessi con la particolare situazione strutturale e tettonica dei litotipi triassici affioranti (Panizza & Zardini, 1986; Panizza, 1990; Panizza & *alii*, 1996). La sovrapposizione di rocce a comportamento meccanico fragile (Dolomia Cassiana, Formazione di Dürrenstein e Dolomia Principale) su rocce a comportamento duttile (Formazione di S. Cassiano e Formazione di Raibl) ha infatti determinato la formazione e lo sviluppo di Dgpv e frane (Menotti & *alii*, 1990; Soldati & Pasuto, 1991).

La valle, che presenta dislivelli superiori ai 2000 m, è caratterizzata da un andamento circa NS e da un profilo estremamente asimmetrico legato alle particolari condizioni strutturali. Questa asimmetria si riflette anche sulla distribuzione delle principali tipologie di dissesto. Il versante sinistro, in cui l'assetto degli strati è a reggipoggio, è caratterizzato dalla presenza di fenomeni di *sackung*, *rock avalanche* e *debris flow*; in destra idrografica, invece, dove la giacitura si presenta a franapoggio, si nota una vistosa gradonatura legata a fenomeni di *lateral spread* e di *block slide*.

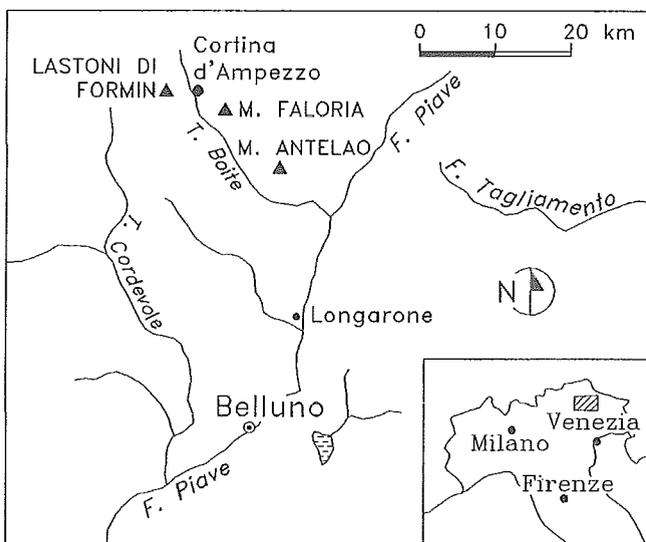


FIG. 1 - Inquadramento geografico delle aree studiate.

FIG. 1 - Geographical setting of the investigated sites.



FIG. 2 - Lastoni di Formin. È chiaramente visibile il caratteristico aspetto a gradinata causato dal fenomeno di *lateral spread*.

FIG. 2 - Lastoni di Formin. The characteristic step-like morphology due to lateral spreading is clearly visible.

### LASTONI DI FORMIN

I Lastoni di Formin, ubicati a SW di Cortina d'Ampezzo, rappresentano uno dei casi più significativi di *lateral spread* (fig. 2). Si tratta di un piastrone roccioso, costituito dai litotipi della Dolomia Cassiana e della Formazione di Dürrenstein, sovrapposto a marne, areniti ed argille della Formazione di S. Cassiano. Dal punto di vista strutturale gli strati presentano direzione NW-SE con debole immersione verso NE e sono interessati da un sistema di discontinuità NW-SE che smembra il piastrone calcareo-dolomitico (fig. 3).

Nella parte superiore dei Lastoni di Formin le fratture raggiungono la larghezza massima di un metro, mentre nella parte inferiore esse hanno scala decametrica, con rigetti di entità simile. Ciò determina la presenza di blocchi disarticolati e il caratteristico aspetto a gradinata.

La peculiarità di questa area è tuttavia la contemporanea presenza delle diverse fasi evolutive di un fenomeno di deformazione gravitativa. Il fenomeno di *lateral spread* è

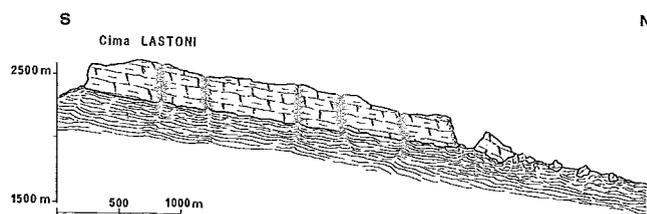


FIG. 3 - Sezione geologica schematica dei Lastoni di Formin. Il piastrone dolomitico fratturato giace sopra le argille e le marne della Formazione di S. Cassiano ed è interessato da fenomeni di *lateral spread* e *block slide* (da Menotti & *alii*, 1990; modificato).

FIG. 3 - Schematic geological section of the Lastoni di Formin. The fractured dolomite plateau lies above the clays and marls of the S. Cassiano Formation and is affected by lateral spreading and block sliding (after Menotti & *alii*, 1990; modified).

prevalente nella parte sommitale; nella parte centrale sono evidenti fenomeni di *block slide*; nei settori più avanzati sono presenti vere e proprie frane di scivolamento, crollo e ribaltamento, come documentato dalla presenza di monoliti dolomitici e blocchi isolati all'interno del bosco sottostante, che possono raggiungere volumi di centinaia di metri cubi.

## MONTE FALORIA

Il versante sud-occidentale del Monte Faloria, posto a SE di Cortina d'Ampezzo, è caratterizzato dalla presenza di un *sackung*, di cui la parte settentrionale si è evoluta in una frana di tipo *rock slide/rock avalanche* (Frana di Zuel, cf. Panizza & alii, 1997) (fig. 4).

Il fenomeno gravitativo ha coinvolto terreni appartenenti alla Formazione di Raibl e alla Dolomia Principale, interessando un volume di alcune decine di milioni di metri cubi.

L'accumulo di frana, che ha originato il colle su cui sorge il trampolino olimpico, ha sbarrato e successivamente deviato il corso del torrente Boite, determinando anche la formazione di un lago la cui testimonianza si ritrova nella piana di Campo che ospita attualmente i campeggi di Cortina d'Ampezzo. Datazioni  $^{14}\text{C}$  effettuate su reperti organici (tronchi d'albero) rinvenuti nell'accumulo di frana hanno fornito un'età di  $9440 \pm 105$  anni B.P. (Pasuto & alii, 1997).

Attualmente la zona sommitale del *sackung* è caratterizzata dalla presenza di numerosi *trench* che mostrano al loro interno abbondante quantità di detrito, segno questo di una prolungata attività. Tali *trench* presentano direzione parallela al versante, con dimensioni che raggiungono alcune centinaia di metri di lunghezza per una profondità di circa 30-40 m, e sono impostati lungo direttrici tettoniche.



FIG. 4 - Monte Faloria. A destra si può osservare l'area interessata dal *sackung* e a sinistra quella relativa al fenomeno di scivolamento.

FIG. 4 - Monte Faloria. On the right the area affected by the *sackung* and on the left the sliding area are observable.

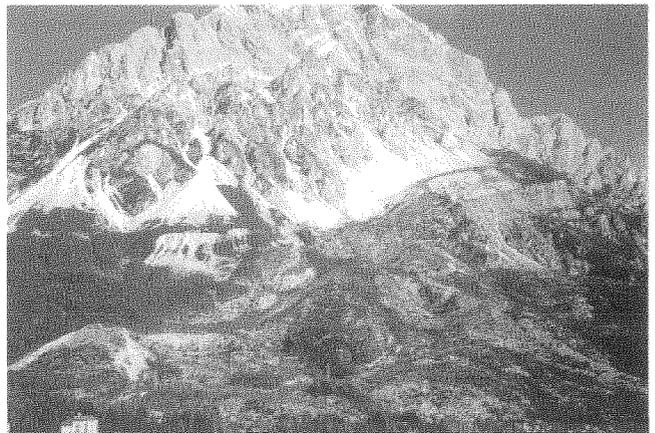


FIG. 5 - Monte Antelao. Sono visibili l'accumulo della frana del 1841 e, nella parte superiore della foto, il *sackung* che interessa il massiccio dolomitico maggiormente fratturato.

FIG. 5 - Monte Antelao. The accumulation of the 1841 landslide and, in the upper part of the picture, the *sackung* affecting the more densely jointed dolomitic rock mass are visible.

## MONTE ANTELAO

L'insieme dei fenomeni che interessano il versante occidentale del Monte Antelao, situato pochi chilometri a sud di Cortina d'Ampezzo, costituisce uno dei casi più interessanti di tutta l'area dolomitica. Il fenomeno principale è rappresentato da una deformazione gravitativa di tipo *sackung* il cui volume è stato stimato superiore a 100 milioni di metri cubi (fig. 5).

L'intensa fratturazione dell'ammasso roccioso dolomitico, riconducibile alla presenza del *sackung*, ha favorito la formazione di una potente falda detritica dalla quale si sono periodicamente originati fenomeni di *debris avalanche* anche con effetti catastrofici. Questo accumulo detritico potrebbe rimobilizzarsi con caratteristiche analoghe a quelle passate.

Le prime notizie di eventi catastrofici risalgono al 25 gennaio 1348 quando, verosimilmente a seguito di un terremoto, più frane si staccarono dalle pendici dell'Antelao distruggendo un paese e provocando numerose vittime. Il 21 aprile 1814 si verificò l'evento più disastroso che causò 256 vittime, la distruzione di due villaggi e la temporanea formazione di un lago. L'accumulo, stimato in 35 milioni di metri cubi occupa una superficie di  $1,4 \text{ km}^2$  per una lunghezza di 1,7 km; il fronte presenta una larghezza di 1,2 km.

## CONCLUSIONI

Le ricerche condotte nel territorio dolomitico hanno dimostrato l'esistenza di uno stretto legame tra deformazioni gravitative profonde di versante e frane; questa relazione dovrebbe essere tenuta in grande considerazione nel-

le valutazioni della pericolosità e del rischio da frana. Infatti, come ampiamente dimostrato dalla bibliografia citata e dai casi di studio illustrati, le Dgpv possono costituire lo stadio evolutivo iniziale di fenomeni franosi che, per le loro notevoli dimensioni e velocità, possono comportare effetti catastrofici per l'attività antropica.

Pertanto si ritiene che lo studio di una frana, in generale, non possa prescindere da un'attenta analisi delle condizioni al contorno al fine di individuare eventuali rapporti con fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante. La mancata individuazione di tali rapporti potrebbe infatti rendere inefficace qualsiasi intervento finalizzato alla mitigazione del rischio.

#### BIBLIOGRAFIA

- BECK A.C. (1968) - *Gravity faulting as a mechanism of topographic adjustment*. N.Z. Journ. Geol. Geophys., 11 (1), 191-199.
- BISCI C., DRAMIS F. & SORRISO-VALVO M. (1996) - *Rock flow (Sackung)*. In: Dikau R., Brunsden D., Schrott L. & Ibsen M.-L. (eds.), *Landslide Recognition: Identification, Movement and Causes*. Wiley & Sons, Chichester, 150-160.
- CANCELLI A. & PELLEGRINI M. (1987) - *Deep-Seated Gravitational Deformations in the Northern Apennines, Italy*. Proc. 5th ICFL, Australia & New Zealand, 1-12 August 1987, 1-8.
- CONTI S. & TOSATTI G. (1996) - *Tectonic vs gravitational processes affecting Ligurian and Epiligurian units in the Marecchia valley (Northern Apennine)*. Mem. Sc. Geol., 48, 107-142.
- DRAMIS F. & SORRISO-VALVO M. (1994) - *Deep-seated gravitational slope deformations, related landslides and tectonics*. Eng. Geology, 38, 231-243.
- GUERRICCHIO A. & MELIDORO G. (1973) - *Segni premonitori e collassi delle grandi frane nelle metamorfite della Valle della Fiumara Buonamico (Aspromonte, Calabria)*. Geol. Appl. Idrogeol., 8, 13-22.
- HUTCHINSON J.N. (1988) - *General Report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology*. In: Bonnard C. (ed.), *Landslides*. Proc. 5th ISL, Lausanne. Balkema, Rotterdam, 1, 3-35.
- JAHN A. (1964) - *Slopes morphological features resulting from gravitation*. Zeit. Geom., Suppl. bd., 5, 59-72.
- MAHR T. & NEMČOK A. (1977) - *Deep-seated creep deformations in the crystalline cores of the Tatry Mts*. Bull. Iaeg, 16, 104-106.
- MALGOT J. (1977) - *Deep-seated gravitational slope deformations in neovolcanic mountain ranges of Slovakia*. Bull. Iaeg, 16, 106-109.
- MENCL V. (1968) - *Plastizitätslehre und das wirkliche Verhalten von Gebirgsmassen*. Felsmech. Ing. Geol., 4, 1-8.
- MENOTTI R.M., PASUTO A., SILVANO S., SIORPAES C. & SOLDATI M. (1990) - *Guida alle escursioni del IV Seminario. Cortina d'Ampezzo (Bl). 25-28 Settembre 1990*. CNR - Gruppo Informale DGPV, CNR - Istituto di Geologia Applicata, Padova, 22 pp.
- NEMČOK A. (1972) - *Gravitational Slope Deformation in High Mountains*. Proc. 24th Int. Geol. Congr. Montreal, Section 13, 132-141.
- PANIZZA M. (1990) - *The landslides in Cortina d'Ampezzo (Dolomites, Italy)*. In: Cancelli A. (ed.), ALPS 90-6th ICFL, Switzerland-Austria-Italy, Aug. 31<sup>st</sup>-Sept. 12<sup>th</sup>, Conference Proceedings, Università degli Studi di Milano, 55-63.
- PANIZZA M. & ZARDINI R. (1986) - *La frana su cui sorge Cortina d'Ampezzo (Dolomiti, Italia)*. Mem. Sc. Geol., 38, 415-426.
- PANIZZA M., PASUTO A., SILVANO S. & SOLDATI M. (1996) - *Temporal occurrence and activity of landslides in the area of Cortina d'Ampezzo (Dolomites, Italy)*. Geomorphology, 15(3-4), 311-326.
- PANIZZA M., PASUTO A., SILVANO S. & SOLDATI M. (1997) - *Landsliding during the Holocene in the Cortina d'Ampezzo Region, Italian Dolomites*. In: Matthews J.A., Brunsden D., Frenzel B., Gläser B. & Weiß M.M. (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. Paläoklimaforsch./Palaeoclim. Res., 19, 17-31.
- PASEK J. (1974) - *Gravitational block-type movements*. Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Congr. IAEG, São Paulo, Brasil, V-PC-1.1 - V-PC-1.9.
- PASUTO A. & SOLDATI M. (1990) - *Rassegna bibliografica sulle Deformazioni Gravitative Profonde di Versante*. Il Quaternario, 3(2), 131-140.
- PASUTO A. & SOLDATI M. (1996) - *Rock spreading*. In: Dikau R., Brunsden D., Schrott L. & Ibsen M.-L. (eds.), *Landslide Recognition: Identification, Movement and Causes*. Wiley & Sons, Chichester, 122-136.
- PASUTO A., SIORPAES C. & SOLDATI M. (1997) - *I fenomeni franosi nel quadro geologico e geomorfologico della conca di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti, Italia)*. Il Quaternario, 10 (1), 75-92.
- RADBRUCH-HALL D.H. (1978) - *Gravitational creep of rock masses on slopes*. In: Voight B. (ed.), *Rockslides and avalanches*. Elsevier, Amsterdam, 1, 607-675.
- SAVAGE W.Z. & VARNES D.J. (1987) - *Mechanics of gravitational spreading of steep-sided ridges («Sackung»)*. Bull. Iaeg, 35, 31-36.
- SOLDATI M. & PASUTO A. (1991) - *Some cases of deep-seated gravitational deformations in the area of Cortina d'Ampezzo (Dolomites). Implications in environmental risk assessment*. In: Panizza M., Soldati M. & Coltellacci M.M. (eds.), *European Experimental Course on Applied Geomorphology. Vol. 2 - Proceedings*. Istituto di Geologia, Università degli Studi di Modena, 91-104.
- SORRISO-VALVO M. (1984) - *Atti del I seminario «Deformazioni gravitative profonde di versante» - Presentazione*. Boll. Soc. Geol. It., 103, 667-669.
- SORRISO-VALVO M. (1995) - *Considerazioni sul limite tra deformazione gravitativa profonda di versante e frana*. Mem. Soc. Geol. It., 50, 179-185.
- VARNES D.J. (1978) - *Slope movements: types and processes*. In: Schuster R.L. & Krizek R.J. (eds.), *Landslides: Analysis and Control*. Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington D.C., Special Report, 176, 11-33.
- TER-STEPANIAN G. (1966) - *Types of depth creep of slopes in rock masses*. Proc. 1st Conf. Int. Soc. Rock Mech., Lisbon, 2, 157-160.
- TER-STEPANIAN G. (1977) - *Deep-reaching gravitational deformation of mountain slopes*. Bull. Iaeg, 16, 87-94.
- TERZAGHI K. (1950) - *Mechanism of landslides*. In: Paige S. (ed.), *Application of geology to engineering practice (Berkey volume)*. Geol. Soc. America, 83-123.
- ZISCHINSKY U. (1966) - *On the deformation of high slopes*. Proc. 1st Conf. Int. Soc. Rock Mech., Lisbon, 2, 179-185.
- ZISCHINSKY U. (1969) - *Über Sackungen*. Rock Mech., 1(1), 30-52.