

# Caratteri geomorfologici della instabilità del versante sinistro del fiume Basento interessato dalla grande frana di Brindisi di Montagna Scalo (Potenza, Basilicata)

Mario Bentivenga<sup>1</sup>, Salvatore Grimaldi<sup>2</sup>, Giuseppe Palladino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Geologiche, Università degli Studi della Basilicata, via Ateneo lucano, 10 – 85100 Potenza  
E-mail: bentivenga@unibas.it

<sup>2</sup>Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria, Università degli Studi della Basilicata, via Ateneo lucano, 10 – 85100 Potenza E-mail: sgrimaldi@unibas.it Fax 0971 205070

*Geomorphological instability in the left slope of the river Basento involved in the huge Brindisi di Montagna Scalo Landslide (Potenza, Basilicata)*

**ABSTRACT:** The left slope of the river Basento valley near Brindisi di Montagna (PZ) railway station is characterized by the presence of diffuse geomorphological instability. There is a large complex landslide that from Tempa Pizzuta hill develops down to the base of the slope where river Basento flows and the Potenza-Metaponto railway and an important motorway occur. In the upper part the landslide has the form of a deep slide, that in the lower part of the hill becomes a large earth-flow with retrogressive evolution. A detailed study of the stability condition of the whole left hand slope of river Basento valley has been carried out after the last reactivation of the earth-flow. On the base of a detailed geological and geomorphological survey it has been possible to define the relationships between the different geological formations outcropping in the area and to define the geomorphological evolution. In the area a complex superposition of tectonic units have, characterized by an eastward vergence, can be observed. The study, starting from the analysis of the geomorphological characters of the studied area, tried to explain the complex interaction between the slide in the upper part of the slope and the earth-flow at the bottom.

**Key terms:** Complex landslide; Basilicata Appenine; Brindisi di Montagna (Potenza, Basilicata) Landslide  
**Termini chiave:** Frana complessa, Appennino lucano, Frana Brindisi di Montagna (Potenza, Basilicata)

## Riassunto

In prossimità dello scalo di Brindisi di Montagna (PZ), lungo il versante sinistro del fiume Basento, è presente una grande frana che da Tempa Pizzuta a nord arriva fino al fiume Basento a sud, dove corre sia la ferrovia che la S.S. n° 407. La frana presenta a monte la morfologia di un profondo scivolamento rotazionale che verso valle evolve in una imponente colata con evoluzione retrogressiva. Già in passato è stata oggetto di studi scientifici. Le ultime riattivazioni della colata avvenute nell'inverno 2004/2005 hanno dato lo spunto per approfondirne lo studio, inquadrandolo nel contesto più ampio della franosità che interessa l'intero versante. Sulla base di un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio è stato possibile definire i rapporti tra le formazioni ivi affioranti in relazione anche all'evoluzione geomorfologica del sito. In questa porzione della Catena Appenninica affiorano complesse associazioni di unità tettoniche sovrapposte tra di loro e tutte con vergenza orientale. Lo studio, prendendo le mosse dalla ricostruzione geomorfologica ha cercato di approfondire le condizioni di stabilità e l'evoluzione

morfodinamica lenta che interessa la parte a monte della grande frana ed i complessi meccanismi di interazione esistenti fra questa e la porzione più a valle dove la stessa evolve a colata.

## 1. Introduzione

Il versante destro del fiume Basento, immediatamente a valle dello scalo di Brindisi di Montagna (PZ), risulta interessato da una grande frana che da Tempa Pizzuta a nord raggiunge il fiume Basento a sud, dove corre sia la ferrovia che la S.S. n° 407. Si tratta di una frana complessa perchè si origina a monte con un profondo scivolamento rotazionale, mentre nella porzione di valle, per condizioni litologiche ed idrogeologiche, evolve in una imponente colata con andamento retrogressivo. Quest'ultima parte è già stata oggetto di studi scientifici (Cotecchia et alii, 1986). Le ultime riattivazioni della colata, susseguitesi dall'inverno 2003/2004, hanno portato gli autori ad approfondire le problematiche relative alla stabilità dell'area inquadrando nel contesto più ampio della franosità che interessa l'intero versante. Un attento rilevamento geomorfologico di

superficie congiunto ad analisi fotointerpretativa ha permesso di definire in dettaglio il quadro dei fenomeni di instabilità che interessano il versante sinistro del Basento a valle dello Scalo di Brindisi di Montagna, di cui la colata rappresenta la parte interessata dalle riattivazioni più vistose.

L'area oggetto di studio ricade lungo la parte orientale della Catena Appenninica meridionale costituita da una complessa successione di unità tettoniche sovrapposte con vergenza orientale. Tali successioni danno luogo ad un potente edificio formato da terreni molto destrutturati (Pescatore et alii, 1988, 1999) i cui litotipi possono essere ascritti alle Unità Lagonegresi ed Irpine (Scandone, 1967; 1972; Cocco et alii, 1972). Il versante è interessato da numerosi movimenti di massa che presentano morfologie accentuate e notevoli dimensioni.

Le periodiche riattivazioni dei movimenti franosi che interessano il versante danno luogo a movimenti significativi quasi esclusivamente nella porzione di valle minacciando la viabilità regionale visto che in prossimità del piede della frana passa la ferrovia e la S.S. n° 407. Lo studio svolto ha consentito di definire i rapporti geomorfostrutturali esistenti tra il grande scorrimento che prende le mosse da Tempa Pizzuta e la colata che si sviluppa a valle fino al fiume Basento. Si è potuto così definire la dinamica dell'intero versante in relazione alle caratteristiche geolitologiche, geotecniche ed idrogeologiche. Lo studio ha consentito di evidenziare le condizioni di pericolosità che caratterizzano il versante in relazione a possibili rimobilizzazioni della colata caricata dallo scorrimento di monte.

## 2. Geologia

Per poter inquadrare la franosità del versante oggetto di studio, nell'ambito del complesso contesto geologico strutturale dell'area, è stato svolto un attento rilievo geologico esteso ad una zona ampia tanto da poter capire correttamente i rapporti esistenti tra le formazioni affioranti e le strutture che hanno interessato le stesse. L'area di studio ricade nella parte orientale dell'Appennino meridionale, una catena montuosa formatasi a partire dall'Oligocene in seguito ai continui accavallamenti tettonici tra le diverse unità paleogeografiche che costituivano l'antico paleomargine africano denominato *Adria* (Channel et alii, 1979). Attualmente tali unità si rinvencono impilate tettonicamente le une sulle altre a formare un complesso prisma di accrezione a vergenza orientale. I terreni affioranti nell'area di interesse sono riferibili alle Unità Lagonegresi ed Irpine (Scandone, 1967; 1972; Cocco et alii, 1972; Pescatore et alii 1999) (Fig. 1).

Alle Unità Lagonegresi appartengono le Argille Varicolori, (Auct.) di età Cretaceo superiore-Oligocene. Queste sono costituite prevalentemente da argille scagliose varicolori (rossastre e grigio-verdastre) disturbate tettonicamente, a struttura scagliettata e fortemente

caoticizzate e subordinatamente da calcari, calcari-marnosi, calcareniti e marne. Gli strati lapidei si presentano in genere isolati, sono discontinui lateralmente e si ritrovano completamente inglobati all'interno della porzione argillosa. Affiorano nel settore sud-ovest e centrale dell'area studiata. Le Argille Varicolori, affioranti nel settore sud-ovest e centrale dell'area studiata passano stratigraficamente verso l'alto alla formazione del *Flysch Rosso esterno* (Pescatore et alii 1988; Pescatore et alii, 1999) del Cretaceo superiore-Oligocene. Quest'ultimo è costituito da una fitta alternanza di calcareniti, marne rosse ed argille scagliettate. I litotipi del *Flysch Rosso* affiorano diffusamente nel settore nord-est dell'area, a partire da quota 550 m s.l.m.; si presentano intensamente piegate così da determinare un assetto giaciturale variabile rapidamente a breve distanza. Inoltre, le litologie descritte si mostrano ampiamente pervase da discontinuità meccaniche e stratigrafiche variamente orientate, ad apertura variabile da pochi millimetri a 1 cm, spesso prive di riempimento. La componente lapidea, costituita da calcareniti, marne, calcilutiti stratificate, mostra spessori centimetrici ed è prevalente rispetto alla componente argillosa costituita da argille scagliettate. Nei pressi di Tempa Pizzuta si osserva un piccolo affioramento riconducibile alla formazione di *Corleto Perticara* (Pescatore et alii, 1988) di età Eocene-Oligocene.

La formazione di *Corleto Perticara* risulta composta da una alternanza di marne e calcari marnosi bianchi, con noduli di selce nera, calcilutiti, calcareniti, argille e argille marnose grigie. Nella parte bassa del versante, ai bordi del letto del fiume Basento, sono presenti piccoli affioramenti riferibili al *Flysch* di Gorgoglione (Langhiano-Tortoniano), posti in discordanza sulle unità precedentemente descritte. Questa formazione è caratterizzata da una fitta alternanza di arenarie torbiditiche, siltiti ed argille scagliettate grigio-azzurre sulle quali poggiano i depositi alluvionali del fiume Basento.

## 3. Geomorfologia

L'area studiata comprende gran parte del versante che da Tempa Pizzuta arriva al fiume Basento. Questa è interessata da una frana complessa, denominata "grande frana di Brindisi di Montagna Scalo", costituita da uno scivolamento profondo che nella porzione bassa del versante evolve a colata (Fig. 2).

La frana è stata evidenziata dall'interpretazione di foto aeree relative a tutti i voli effettuati negli anni compresi tra il 1954 ad oggi. I risultati dell'analisi geomorfologica di dettaglio sono stati riportati su di una base topografica a scala 1:5000 così da mettere bene in evidenza tutti gli aspetti che contribuiscono al modellamento del versante ed alla sua evoluzione nel tempo. Dalla carta geomorfologica si evince che il versante è soggetto ad un modellamento legato principalmente a movimenti di massa che possono assumere dimensioni considerevoli tanto da interessare l'intero versante. Il versante a sud di Tempa Pizzuta si

sviluppa per una lunghezza di circa 1.4 km con una pendenza media di circa 12°. Le osservazioni eseguite sia durante i ripetuti sopralluoghi che con l'ausilio di foto aeree hanno messo in evidenza che le tipologie dei movimenti franosi sono ascrivibili, secondo la classifica di Cruden e Varnes (1996), a "composite earth slides-earth flows"; in

particolare nella zona di monte sono presenti scivolamenti rotazionali retrogressivi (retrogressive, multiple rotational slide) che evolvono in colata e scivolamenti traslazionali. Sono anche presenti aree più o meno estese soggette a movimenti superficiali.

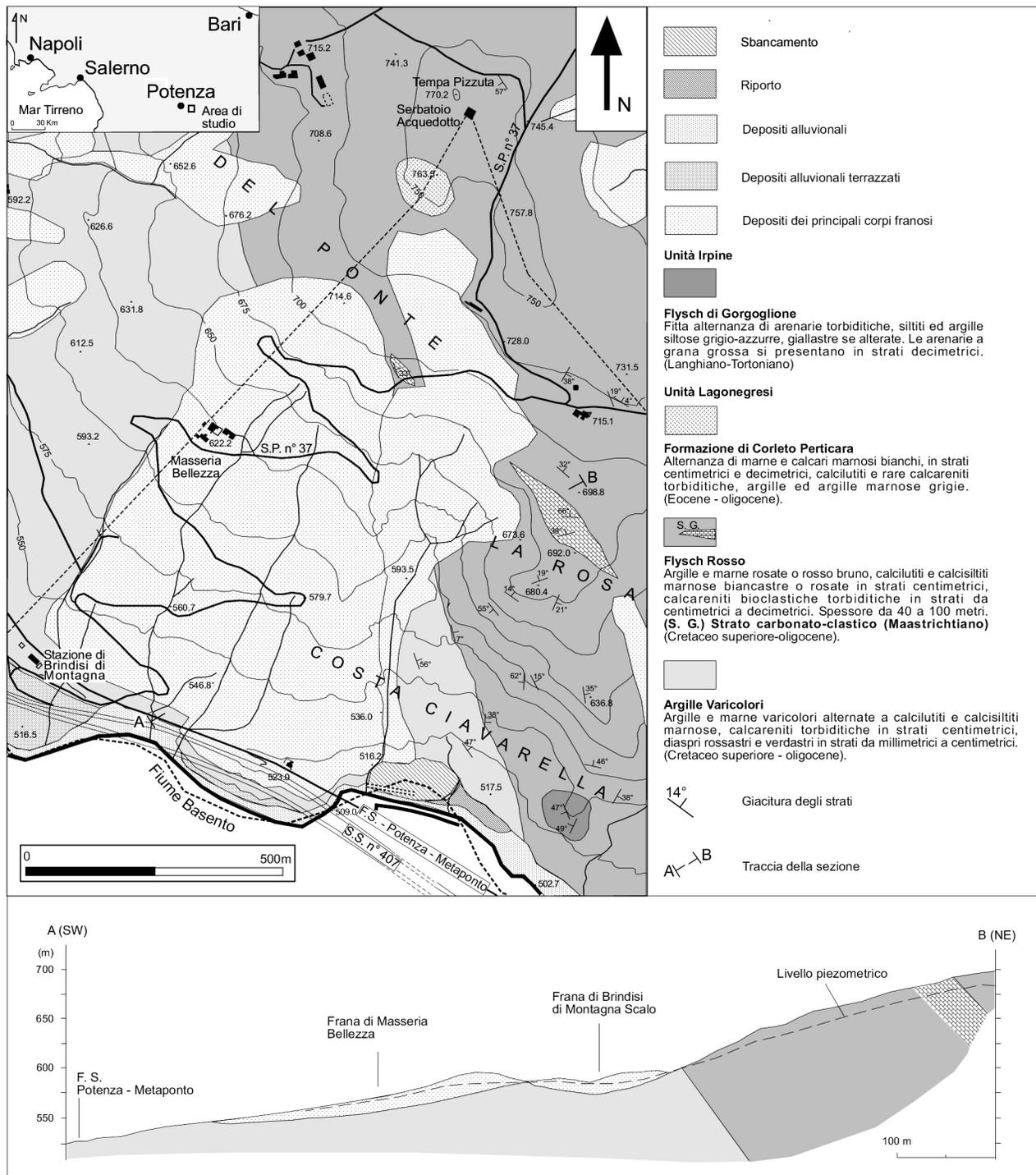


Fig. 1 – Carta geologica e sezione geologica  
*Geological map and geological cross-section*



Fig. 2 – Visione panoramica della grande frana di Brindisi di Montagna Scalo  
*General view the Brindisi di Montagna Scalo landslide*

A monte i corpi di frana sono delimitati da scarpate più o meno evidenti con alla base, separate da trincee, aree in leggera contropendenza che corrispondono a terrazzi di frana. L'avvenuta rotazione genera, lungo i bordi inferiori dei terrazzi di frana, scarpate da cui dipartono colate con corpi stretti ed allungati che nella parte terminale si espandono a ventaglio. In particolare, la frana di Brindisi di Montagna Scalo può essere classificata come "retrogressiva con sviluppo a colata verso valle" perché sono presenti, a varie altezze zone di distacco che danno vita a dei gradini morfologici con alla base aree in contropendenza separate da trincee più o meno obliterate da materiale colluviale. In prossimità del tornante della S.P. n° 37, appena ad est di Masseria Bellezza, vi è una scarpata principale, che delimita l'ultimo terrazzo di frana verso valle, da cui ha inizio un lungo corpo di colata. La colata è caratterizzata da un'ampia zona di alimentazione, un canale stretto ed allungato che si apre a ventaglio quando raggiunge i depositi alluvionali del fiume Basento. Lungo la sponda sinistra del fiume Basento, sia a destra che a sinistra del corpo di frana principale sono stati cartografati piccoli movimenti di massa classificabili come scivolamenti traslazionali che interessano la porzione a valle del materiale mobilitato da frane ben più ampie. Il rilevamento geomorfologico, oltre che a cartografare e classificare i corpi di frana, è servito per mettere in evidenza il loro diverso grado di attività. Di ogni corpo di frana è stato evidenziato il grado di attività scaturito da attente osservazioni eseguite in campagna ed in particolare su

strutture sia a sviluppo lineare che areale come le strade, muri di sostegno, rete idrica, recinzioni, edifici rurali, ecc.. Nella rappresentazione attuale della geomorfologia dell'area in studio è stato riportato anche il percorso del fiume Basento nel 1954/55 ricostruito sulla base di foto aeree dell'I.G.M (Fig. 3).

Dallo studio comparato dell'evoluzione del percorso del corso d'acqua si vede che negli anni '50 lo stesso scorreva ben più a nord rispetto ad oggi erodendo il materiale della zona di accumulo della grande frana favorendo così continue riattivazioni. Il materiale franato ha ostruito più volte il corso del fiume Basento dando luogo a pericolosi invasi incontrollati a monte. Nel 1980, per proteggere la linea ferroviaria Potenza-Metaponto che corre al piede del versante così come la S.S. n° 407, fu costruita una imponente gabbionata in sinistra idrografica del corso d'acqua, mentre lungo la sponda opposta fu elevato un muro di sostegno lungo circa 50 metri. Dall'inverno 2003/04 si sono avute una serie di riattivazioni della porzione a valle della grande frana che hanno provocato lo smantellamento di tutta la gabbionata ed una riduzione della sezione di deflusso del fiume favorendo la formazione di un invaso a monte della strozzatura. La carta geomorfologica mette in evidenza un altro grande movimento franoso attivo, che da Serra del Ponte arriva fino al fiume Basento ed il cui fianco sinistro è in comune con la grande frana di Brindisi di Montagna Scalo. Questo movimento, denominato "frana di Masseria Bellezza", certamente influenza la stabilità di

quello che gli sta a fianco. Le ultime riattivazioni della parte terminale della grande frana hanno interessato essenzialmente la porzione destra del canale senza coinvolgere i depositi di frana situati alla base del fianco

sinistro del canale di colata, generati da distinti episodi di riattivazione e delimitati da trincee longitudinali, come si può osservare sia dalla carta geomorfologica che dalle sezioni trasversali (Fig. 4).



Fig. 3 – Carta geomorfologica dell'area studiata  
*Geomorphology of the study area*

#### 4. Idrogeologia

Nella porzione alta del versante affiorano litotipi riconducibili al Flysch Rosso, caratterizzati da una abbondante frazione lapidea. Queste masse in affioramento, ricche di argille, scagliettate e caoticizzate, presentano localmente un grado di permeabilità relativa da bassa a media in funzione del quadro fessurativo locale e della

relativa orientazione. Le precipitazioni che insistono su questa porzione del versante riescono ad infiltrarsi dando luogo ad una discreta circolazione idrica superficiale e profonda. La presenza di materiali a diversa permeabilità, in parte destrutturati per effetto della storia tettonica, favorisce una circolazione idrica sotterranea secondo livelli preferenziali a differenti profondità. La quota piezometrica caratteristica del versante durante periodi di precipitazioni

abbondanti e prolungate, può essere considerata prossima al piano di campagna in tutta la porzione alta del versante (Fig. 1).

Lungo il versante sono presenti numerose sorgenti, captate e non, zone umide ed alcuni pozzi a scavo con abbondante presenza di acqua anche nel periodo estivo ed inverni piovosi. Ciò denota certamente la presenza di una attiva circolazione idrica nel sottosuolo. Inoltre, testimonianze dirette riportano la presenza di un piccolo laghetto in prossimità dell'attuale zona di alimentazione della frana fino agli anni sessanta.

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area fa sì che le acque contenute nella componente lapidea del Flysch Rosso

non possano facilmente defluire nelle sottostanti masse argillose delle Argille Varicolori. Queste sono di gran lunga meno permeabili in quanto caratterizzate da una componente argillosa nettamente prevalente e presentano un grado di permeabilità relativa molto bassa. Ciò favorisce da un lato la presenza di manifestazioni sorgentizie diffuse nella zona di passaggio fra i litotipi del Flysch Rosso e le Argille Varicolori e dall'altro la genesi di fenomeni di plasticizzazione dei litotipi argillosi a contatto con i termini lapidei causando lo sviluppo di elevate pressioni interstiziali con le conseguenti implicazioni per le condizioni di stabilità (Fig. 5).

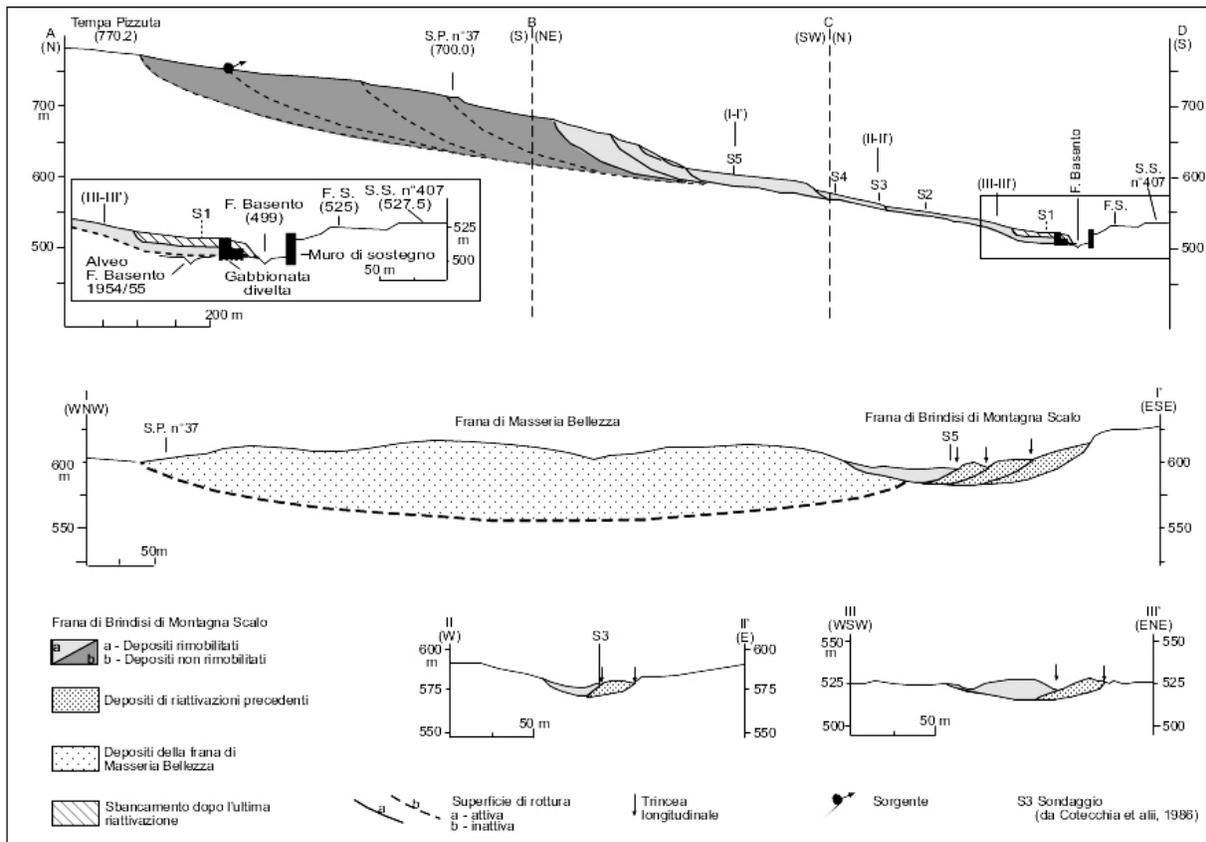


Fig. 4 – Sezioni longitudinali e trasversali della grande frana di Brindisi di Montagna Scalo  
*Longitudinal and transversal cross-sections of the landslide*

## 5. Meccanismi di riattivazione

Le riattivazioni della frana interessano essenzialmente la parte bassa del versante con movimenti di tipo colata che coinvolgono i litotipi più argillosi delle Argille Varicolori. Le principali riattivazioni del movimento franoso si verificano a seguito di periodi di precipitazioni abbondanti e prolungate, come nel caso dell'ultima riattivazione avvenuta nell'inverno 2004/05. A seguito di periodi piovosi si ha un'abbondante disponibilità di acqua nella parte alta del versante che favorisce la plasticizzazione dei litotipi

argillosi più a valle e l'instaurarsi di elevate pressioni interstiziali all'interno della massa in frana. Questo avviene nella zona di passaggio fra i materiali a diversa permeabilità.

Ciò predispone alla riattivazione degli scorrimenti rotazionali al contatto con il Flysch Rosso, che evolvono con modalità retrogressiva ed alimentano la colata a valle.

I movimenti nel canale si sviluppano con velocità inizialmente significative (superiori ad 1 m/d), ma che nel tempo tendono a decrescere lentamente fino al raggiungimento di una configurazione di frana sospesa o

quiescente dopo prolungati periodi di precipitazioni poco abbondanti.

Le ultime riattivazioni hanno interessato essenzialmente la porzione destra dell'area di alimentazione, mentre la parte sinistra è stata coinvolta solo in minima parte e superficialmente. La scarpata della frana si è arretrata coinvolgendo i litotipi più lapidei del Flysch Rosso, difficilmente mobilitabili. Il meccanismo di riattivazione probabilmente ha avuto luogo in relazione alla presenza del contatto asimmetrico tra il Flysch Rosso e le Argille

Varicolori. E' interessante osservare che nel corso dell'ultima riattivazione non si è evidenziata nessuna discontinuità fra il canale e la zona di accumulo, come spesso accade (Sdao e Simeone, 1997). Pertanto, anche la zona di accumulo è stata oggetto di una rimobilizzazione contestuale a quella del canale. L'insieme del materiale si è mosso come un fluido viscoso unico, con modalità simili ad una prima attivazione. La sezione trasversale attiva del canale risulta variabile e ristretta, mostrando una deriva verso il fianco destro, rispetto a riattivazioni precedenti.

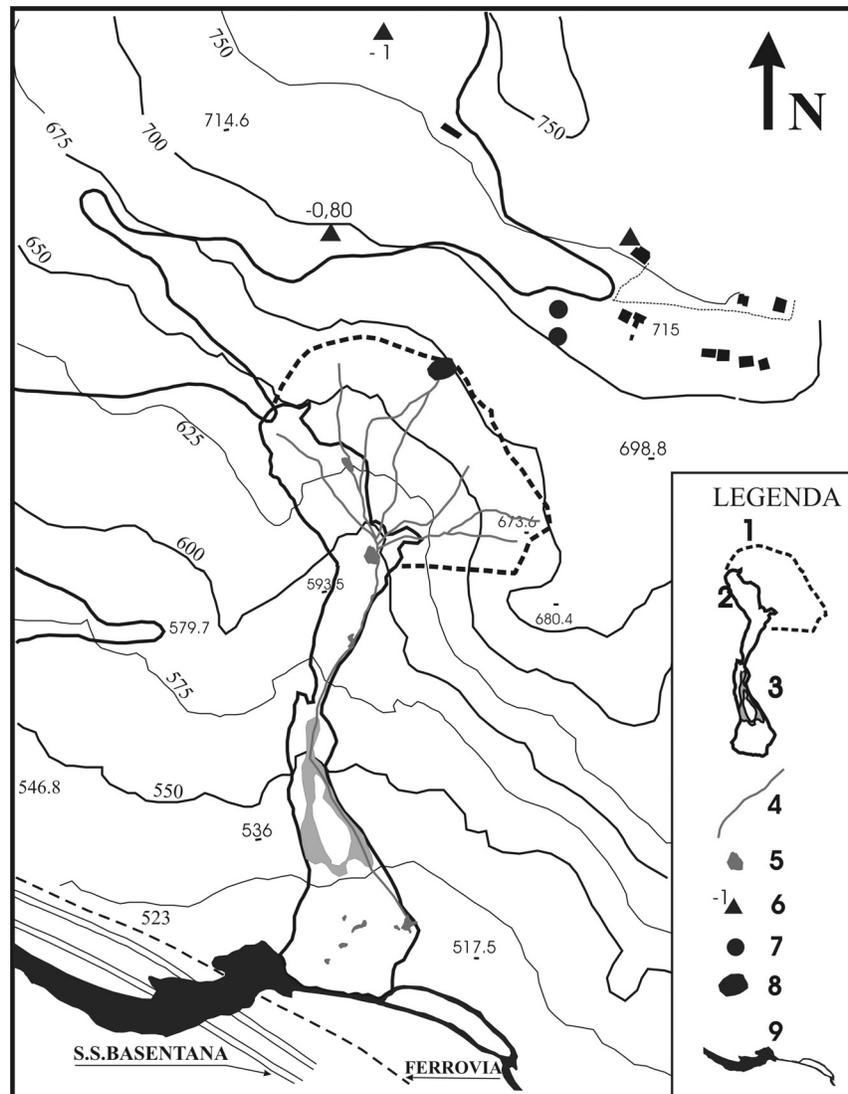


Fig. 5 - Schema idrogeologico - 1) area di alimentazione della colata; 2) Porzione di frana riattivata nell'inverno 2004; 3) Ruscigliamento diffuso sul corpo di frana; 4) Incisione con deflusso idrico attivo; 5) Accumulo idrico superficiale; 6) Pozzo di largo diametro e livello freatico misurato nel settembre 2005 (m dal p.c.); 7) Sorgente; 8) Affioramento della falda idrica (zona perennemente umida); 9) Fiume Basento: andamento del corso d'acqua modificato dal piede della colata dopo l'ultima riattivazione. Notare l'area esondata a causa della parziale occlusione del corso d'acqua

*Hydrogeological sketch map - 1) Feeding zone of the mud-flow ; 2) Sector of the mud-flow riactivated during winter 2004; 3) Diffuse water flowing on the landslide body; 4) Gullies with active water flowing ; 5) Superficial water accumulation ; 6) Large diameter well and phreatic level measured during September 2005 (m g.s.); 7) Spring; 8) Outcropping of groundwater (wetland area); 9) Basento river: new river bed modified by landslide activity*

Questo ha comportato la diminuzione del rapporto fra larghezza e massima profondità del canale, facendo assumere allo stesso una configurazione che tende a massimizzare il rapporto fra la superficie laterale e la massa mobilitata, indipendentemente dalla profondità. Ciò evidenzia che la resistenza del materiale mobilitato è prevalentemente dovuta alla componente coesiva rispetto a quella attrittiva (Simeone et alii, 1993).

L'insieme delle osservazioni sopra esposte porta a ritenere che il movimento sia avvenuto attraverso una rottura di tipo non drenato nel materiale di colata, caricato dallo scorrimento rotazionale di monte.

## 6. Conclusioni

Lo studio svolto ha consentito di evidenziare come il versante sinistro del fiume Basento, immediatamente a valle dello scalo ferroviario di Brindisi di Montagna, sia interessato da un assetto geologico strutturale alquanto complesso. Questo favorisce senza dubbio, la presenza di una diffusa franosità. La grande frana di Brindisi di Montagna Scalo era già evidente nelle foto aeree dell'I.G.M. volo 1954/55. La parte a colata della frana, già oggetto di studi, rappresenta solo l'elemento maggiormente attivo e quindi più evidente.

I rilievi eseguiti hanno permesso di evidenziare che l'area interessata dalla frana è ben più ampia di quella indicata in studi precedenti. La nuova perimetrazione della grande frana di Brindisi di Montagna Scalo, ha permesso di capire meglio l'evoluzione del versante.

La stabilità del versante è influenzata anche dalla presenza di un altro movimento franoso denominato "frana di Masseria Bellezza" che ha in comune con la grande frana di Brindisi di Montagna Scalo il lato sinistro. Questo mostra una evidente scarpata di distacco, il fianco destro coincidente con un corso d'acqua ed il fianco sinistro sepolto dai depositi della frana di Brindisi di Montagna

Scalo. Durante l'ultima stagione invernale la rimobilitazione dei depositi ha danneggiato un tratto dell'acquedotto del Basento nei pressi di Masseria Bellezza evidenziando così il suo stato di attività.

L'influenza della frana di Masseria Bellezza sul movimento franoso studiato risulta evidente anche dal continuo spostamento verso destra del canale, senza coinvolgere i depositi di frana situati lungo il fianco sinistro.

L'intero versante è soggetto a deformazioni gravitative quiescenti e/o attive sia pur con velocità di deformazione diverse, ma comunque lente. Le periodiche riattivazioni della colata ed il suo stato di attività sono fortemente condizionate:

- dalla discontinuità geolitologica;
- dalla diversa permeabilità esistente al passaggio fra i litotipi lapidei del Flysch Rosso e le Argille Varicolori;
- dalle precipitazioni che alimentano la falda idrica sotterranea presente nella parte medio-alta del versante;
- dalla rottura di tipo non drenato dei depositi di colata caricati dallo scorrimento rotazionale di monte.

Questa situazione favorisce la plasticizzazione delle Argille Varicolori dando luogo alle riattivazioni della colata.

Il lavoro rappresenta un contributo preliminare nell'ambito di un più ampio studio di approfondimento delle problematiche geologiche, geomorfologiche e di stabilità di quest'area che è attualmente in corso da parte degli autori.

## 7. Ringraziamenti

Lo studio è stato possibile grazie al finanziamento "P.I.L. ex 60%", 2002 di Mario Bentivenga. Si ringrazia il Prof. Vincenzo Simeone del Politecnico di Bari per la revisione critica del manoscritto e gli incoraggiamenti ricevuti. Inoltre, si ringrazia la ditta GEOCART di Potenza per aver reso disponibile il materiale iconografico.

## Bibliografia

- Channel J. E. T., D'Argenio B. & Horvath F. (1979) *Adria, the African Promontory*, in *Mesozoic Mediterranean Palaeogeography*. *Earth-Scienze Reviews*, 15, 213-292.
- Cocco E., Cravero E., Ortolani F., Pescatore T., Russo M., Sgrosso I. & Torre M. (1972) *Les facies sedimentaries du Basin Iripinien (Italie Meridionale)*. *Att. Acc. Pont.*, Napoli, 21, 13.
- Cotecchia V., Del Prete M., Federico A., Fenelli G. B., Pellegrino A. & Picarelli L. (1986) *Studio di una colata in formazioni strutturalmente complesse presso Brindisi di Montagna Scalo (PZ)*. *Associazione Geotecnica Italiana – Atti del XVI Convegno Nazionale di Geotecnica 14-16 maggio*, Bologna.
- Cruden D.M. and Varnes D.J. (1986) *Landslide Types and Processes*. In "Landslides: Investigation and Mitigation", Ed. Turner A.R. and Schuster R.L., Sp. Rep. 247, Transportation Research Board, National Research Council, National Academy Press, Washington D.C., 36-72.
- Pescatore T., Renda P. & Tramutoli M. (1988) *Rapporti tra le Unità Lagonegresi e le Unità Sicilidi nella media valle del Basento, Lucania (Appennino Meridionale)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41, 353-361.
- Pescatore T., Renda P. & Tramutoli M. (1999) *Carta geologica della Lucania centrale (Appennino meridionale)*. Regione Basilicata.
- Scandone P. (1967) *Studi di geologia lucana: Carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e i suoi rapporti con l'Appennino calcareo*. *Boll. Soc. Natur. in Napoli*, 76, 301-469.
- Scandone P. (1972) *Studi di geologia lucana: Carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e note illustrative*. *Boll. Soc. Natur. in Napoli*, 81, 225-300.
- Sdao F. & Simeone V. (1997) *Activation phases and geomorphic maturity of two earth-flow slides in Southern Italy*. "Landslide News" n. 10, 25-27.
- Simeone V., Melidoro N.L. & Maggi A. (1993) *Effetti tridimensionali nelle verifiche di stabilità a pendio indefinito*. *Atti del Gruppo Naz. di Coord. St. Ing. Geot. del CNR. Attività di ricerca 1992-93*.
- Pescatore T., Renda P., Schiattarella M. & Tramutoli M. (1999) *Stratigraphic and Structural relationships between Meso-Cenozoic Lagonegro basin and coeval carbonate platforms in southern Apennines, Italy*. *Tectonophysics*, 315, 269-286.