

Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan"	Vol. 41	pp. 81-93	Trieste, 28 marzo 2007
---	---------	-----------	------------------------

MARIO PARISE (\*)

## PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA IN AMBIENTE CARSICO: LE GRAVINE DELL'ARCO IONICO TARANTINO

### RIASSUNTO

*Le gravine, profonde valli erosive di origine carsica, sono il principale elemento morfologico del paesaggio carsico apulo-lucano. Esse risultano incise nei depositi calcarenitici quaternari in trasgressione sui calcari del Cretaceo; questi ultimi di frequente affiorano sul fondo delle gravine. Le caratteristiche idrografiche dell'ambiente carsico fanno sì che le gravine, generalmente secche nel corso dell'anno, in occasione dei più significativi eventi di pioggia divengano la principale via di deflusso delle acque. Ciò, congiuntamente alla diffusa presenza allo sbocco delle gravine di ostacoli naturali e antropici, rende la fascia costiera estremamente vulnerabile al pericolo di alluvioni, come avvenuto nel gennaio-marzo 1996, nel settembre 2003 e nel novembre 2004. Altra tipologia di pericoli naturali che interessano le gravine è rappresentata dalle frane, estremamente diffuse lungo le ripide pareti delle valli. Crolli e ribaltamenti sono i più frequenti fenomeni, con subordinata presenza di scivolamenti planari. Le frane hanno spesso coinvolto, e ancora oggi minacciano, numerosi siti di interesse storico e archeologico, data la diffusa presenza nelle gravine di insediamenti rupestri.*

### SUMMARY

GEOMORPHOLOGICAL HAZARDS IN KARST ENVIRONMENT: THE GRAVINE, TYPICAL KARST VALLEYS IN THE TARANTO PROVINCE (APULIA, SOUTHERN ITALY)

*Gravine are typical valleys in the karst landscape of Apulia and Basilicata regions, in southern Italy. They are deep and narrow valleys with vertical walls, cut in the weak Quaternary calcarenites, down to the local bedrock, namely the Cretaceous limestone. Gravine represent a remarkable landform, which has also great importance for history of this sector of Italy, due to presence and frequentation of man in this territory. In particular, during the Middle Age the gravine hosted the so-called rupestrian culture, widespread in about all the karst valleys of the area. The geological and geomorphological characters of gravine make them highly susceptible to natural hazards such as floods and slope instabilities. On the occasion of the most intense rainfall events, gravine loose the dry character they have for most of the year, and become the main drainage way for surface waters. This leads to frequent flooding at the mouth of the valleys, because the coastline there located is nowadays continuously occupied by man-made infrastructures that create obstacles to the natural water flow toward the sea. The most severe recent floods have been registered in January-March 1996, September 2003 and November 2004. As regards slope instability, the vertical to sub-vertical walls of gravine are frequently affected by rock falls and topples, whilst rock slides and wedge failures represent subordinate landslide typologies. The landslides have directly involved or are threatening many of the natural and man-made caves located along the gravine walls.*

(\*) CNR-IRPI, Via Amendola 122, I-70126 Bari. Gruppo Puglia Grotte (Castellana-Grotte, Bari).  
e-mail: m.parise@ba.irpi.cnr.it

## Introduzione

Le gravine, tra i principali elementi morfologici del paesaggio carsico apulo-lucano, sono profonde valli erosive di origine carsica, a fondo generalmente piatto, tramite le quali si realizza il raccordo tra l'altopiano murgiano e le piane costiere. La zona di massima presenza e sviluppo di queste incisioni è costituita dall'ampia fascia che si affaccia sul Golfo di Taranto (fig. 1), e che si estende da Matera, in Basilicata (BOENZI, 1954; TROPEANO, 1992), sino a Grottaglie, in Puglia (PARENZAN, 1976; MASTRONUZZI & SANSÒ, 1993). L'etimologia del termine gravina deriva dal pre-latino *grava*, che significa pozzo, buca, e dal messapico *graba*, che indica erosione di una sponda fluviale (ROHLFS, 1976). Gravina condivide l'etimologia con molti altri termini in uso nella nomenclatura carsica pugliese e provenienti dalla stessa radice: grave, gravaglione, gravinelle, ecc. (PARISE *et al.*, 2003). A tali termini è associato il concetto di profondità (fig. 2), in contrapposizione all'aspetto superficiale che caratterizza invece l'altra classica tipologia di valle carsica pugliese, le lame (COLAMONICO, 1953; PALAGIANO, 1965).

La diffusa presenza di cavità naturali di origine carsica, congiuntamente alle caratteristiche di roccia tenera e di facile lavorabilità della locale roccia, costituita dalle calcareniti plio-pleistoceniche, ha determinato la possibilità per l'uomo di insediarsi nel sistema gravine a partire da epoca preistorica e protostorica. Inizialmente utilizzati come rifugi, le cavità che si aprivano sui versanti delle gravine presentavano indubbi vantaggi per il controllo del territorio e la sicurezza degli insediamenti (NOVEMBRE, 1978; GRECO, 1998). Nel tempo, le cavità naturali vennero via via adattate dall'uomo, e adeguate alle esigenze specifiche dei primi nuclei abitativi. Il massimo sviluppo dell'antropizzazione si ebbe nel Medio Evo con l'espansione della civiltà rupestre (FONSECA, 1970, 1980) e l'utilizzo di molte cavità come luoghi di culto (fig. 3). La disponibilità di acqua, seppure in quantità non elevata, costituì un ulteriore e fondamentale elemento per lo sviluppo degli insediamenti antropici nelle gravine. L'importanza delle risorse idriche è testimoniata dalla frequenza in moltissime gravine di opere atte alla raccolta e al trasporto delle acque piovane: cisterne, canali, vasche di raccolta scavate nelle calcareniti per consentire l'approvvigionamento idrico ai vari siti dislocati nelle valli.

Le caratteristiche morfologiche delle gravine (profondità di qualche decina di metri, pareti verticali o sub-verticali, fondo piatto) fanno sì che tali ambienti siano interessati da fenomeni di pericolosità naturale quali frane ed alluvioni, a cui si aggiungono, data la presenza di numerosi centri abitati ai margini delle gravine, pericoli di natura antropica, inclusi fenomeni di inquinamento e degrado del territorio (COTECCHIA & GRASSI, 1997; PECORELLA *et al.*, 2004). La presente nota intende descrivere i principali elementi di pericolosità geomorfologica naturale delle gravine, che mettono a rischio importanti elementi storici ed archeologici. Le testimonianze della civiltà rupestre risultano infatti in numerose gravine direttamente minacciate da processi gravitativi e, nei casi di ubicazione delle cavità nelle parti basse delle incisioni carsiche, anche da eventi di piena.

## Inquadramento geologico e morfologico

Le tipiche gravine del territorio apulo-lucano incidono il versante sud-orientale delle Murge di Matera e quello meridionale delle Murge Tarantine. La loro genesi, e l'attuale morfologia, vanno inquadrate nel contesto della evoluzione paleogeografica di quest'area. Il locale substrato è costituito dalla formazione cretacea del Calcarea di Altamura: calcari micritici laminati e calcari con abbondanti resti di rudiste, appartenenti alla piattaforma carbonatica apula. Quest'ultima, a partire dalla fine del Cretaceo, è stata interessata da fasi tettoniche che ne hanno provocato l'emersione, e quindi l'inizio di una lun-

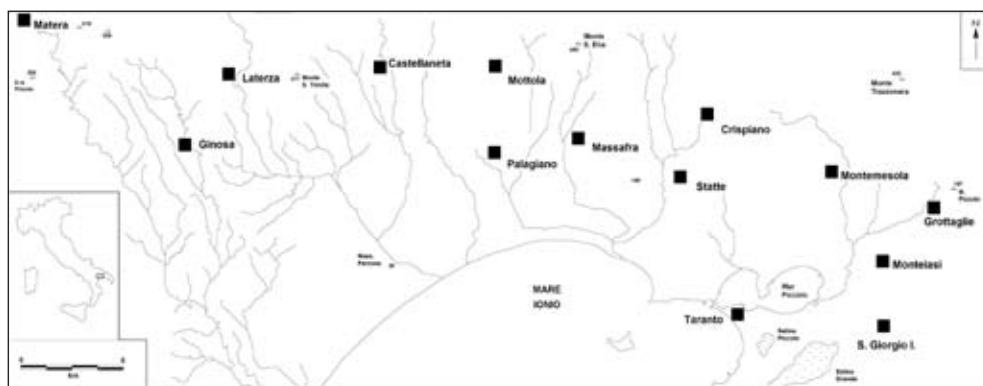


Fig. 1 – Ubicazione dell’area, con indicazione delle principali gravine dell’arco jonico tarantino.

ga fase di continentalità. Conseguenza diretta è stato lo sviluppo dei processi carsici, e la genesi di forme carsiche epigee e ipogee sull’altopiano murgiano. Nel Pliocene si verifica la trasgressione regionale che determina la sommersione di vaste aree carbonatiche, e la deposizione dei sedimenti della Fossa Bradanica, a cominciare dalle Calcareniti di Gravina, note con la denominazione locale di “tufo calcareo” (AZZAROLI *et al.*, 1968; IANNO NE & PIERI, 1982). Si tratta di depositi di mare poco profondo, tipici di ambiente litorale e costituiti in prevalenza da sabbie calcaree fossilifere più o meno cementate. L’approfondimento delle aree di sedimentazione, verificatosi alla fine del Pliocene, ha poi determinato la deposizione di sedimenti di ambiente più profondo, le Argille Subappennine. Nel Pleistocene Medio, l’inizio del sollevamento regionale dell’area determina la sedimentazione di materiali sabbiosi (Sabbie di Monte Marano) e ghiaioso-sabbiosi (Conglomerati di Iršina) di ambiente litorale e continentale.

A partire dal Pleistocene medio-superiore, l’intenso sollevamento regionale ha determinato dapprima l’individuazione di corsi d’acqua e, successivamente, ne ha innescato l’approfondimento fino alle posizioni oggi osservabili, con il conseguente terrazzamento dei depositi fluviali. L’effetto principale della morfogenesi recente è stato quindi proprio la profonda azione di incisione delle gravine.

Il reticolo idrografico presenta un pattern angolare, evidentemente impostato lungo i principali sistemi di discontinuità all’interno dell’ammasso roccioso carbonatico. Da quest’andamento si discostano le parti sommitali delle valli incise nei più teneri terreni quaternari, dove è frequente la presenza di anse e meandri.

In sezione trasversale, le gravine presentano pareti verticali nella porzione medio-alta (fig. 2), mentre quella bassa mostra in genere minore inclinazione, raccordandosi con il fondo stretto e piatto della valle mediante detrito derivante da fenomeni di instabilità delle pareti e breccie di versante più o meno cementate. La forma complessiva è a U leggermente svasata (BOENZI *et al.*, 1976).

Uno dei sistemi di maggiore interesse nell’ambito del territorio delle gravine è costituito dal sistema vallivo che si sviluppa tra Crispiano e Statte (fig. 4): da monte di Crispiano, la Gravina Miola presenta un andamento in direzione NE-SW, unendosi poi alla Gravina dell’Aleza e Gravina di Mésole, provenienti dalla destra orografica. Poco più a valle, a queste si congiunge, ancora dalla destra orografica, la Gravina Bocca Ladroni. Siamo, tra l’altro, nella zona di sviluppo di uno dei più rilevanti antichi acquedotti sotterranei della Puglia, l’acquedotto del Triglio, scavato in età romana in questi territori (GRAS-



Fig. 2 – Veduta verso valle della Gravina di Laterza: in bella evidenza le profonde pareti verticali nei calcari del Cretaceo che si raccordano al fondo valle attraverso acclivi pendii nei depositi detritici.



Fig. 3 – Cripta di S. Nicola a Mottola, uno dei più rappresentativi esempi della civiltà rupestre nelle gravine tarantine.

SI *et al.*, 1991; DELLE ROSE *et al.*, 2006). Da qui in poi la gravina prende infatti la denominazione di Gravina di Triglio, prima di congiungersi, poco a monte della Masseria Accetta piccola, alla Gravina di Lamastuola (o di l'Amastuola), proveniente da nord. La valle prosegue sotto forma di incisione singola e ben definita, con il nome di Gravina di Leucaspide. Nei pressi di Masseria Leucaspide (quota 70 m s.l.m. circa), l'incisione si attenua, raccordandosi lentamente verso le zone prossime alla piana costiera, e diviene meno netta (Gravina Gennarini), sino a assumere la connotazione di una blanda valle, o lama (Canale della Stornara).

## **Pericoli naturali**

### **Eventi di piena**

Le gravine costituiscono le principali vie di deflusso superficiale dall'entroterra murgiano verso il Mare Jonio. Numerose opere stradali e ferroviarie, in aggiunta agli insediamenti civili e industriali, sono dislocate parallelamente alla linea di costa (di conseguenza, ortogonalmente alle gravine stesse), a breve distanza dallo sbocco delle gravine. Tale localizzazione determina un'inevitabile azione di sbarramento in occasione di piogge intense, con ristagno di acqua e formazione di allagamenti.

Le gravine sono generalmente asciutte, prive di un corso d'acqua permanente, e soltanto in occasione dei più significativi eventi di pioggia sono interessate da deflusso idrico attivo (fig. 5). Il carattere di saltuarietà del deflusso fa sì che ci sia scarsa attenzione nei riguardi del pericolo naturale derivante dalle alluvioni, e ciò, a sua volta, determina un'elevata vulnerabilità delle infrastrutture antropiche localizzate sulla piana costiera (FEDERICO *et al.*, 1996).

In ambiente carsico, le acque meteoriche vengono generalmente smaltite attraverso forme carsiche a sviluppo ipogeo. Il ruscellamento superficiale è infatti estremamente limitato, data la natura dei terreni carsici, caratterizzati da permeabilità per fratturazione e dalla rapida infiltrazione delle acque nell'ammasso roccioso carbonatico attraverso i sistemi di discontinuità e i condotti carsici. Allorquando le precipitazioni divengono di intensità medio-elevata, o risultano di lunga durata, il deflusso idrico non viene smaltito del tutto, e ciò determina un'attività di deflusso superficiale anche all'interno delle gravine, con cospicue portate dei corsi d'acqua. Una volta che le acque, in uscita dalle gravine (le quali in pratica fungono da principali canali di deflusso in concomitanza degli eventi di pioggia), raggiungono le zone costiere, si verifica di frequente una situazione altamente propensa all'allagamento. Ciò a causa dei materiali poco permeabili in affioramento, in zone tra l'altro a pendenza estremamente bassa (piane costiere), e della presenza di ostacoli naturali (cordoni di dune) e antropici (intensa urbanizzazione, con numerosi rilevati stradali) che impediscono il naturale deflusso delle acque verso il mare. L'insufficiente capacità idraulica del reticolo idrografico naturale espone al rischio di alluvioni buona parte dei centri localizzati allo sbocco delle gravine; i rischi maggiori sono da individuare per i veicoli in transito lungo le importanti arterie stradali.

Tra i danni derivanti dalle alluvioni si registrano diffusi allagamenti delle campagne, dissesti lungo le sponde dei canali a causa dello straripamento dei corsi d'acqua, invasione della rete stradale con detrito e pietrisco, ostruzione di ponti e attraversamenti.

I più significativi eventi di allagamento registrati nell'area jonica tarantina negli ultimi decenni sono quelli del 4-5 novembre 1966 nel centro abitato di Crispiano, dell'ottobre e novembre 1976 (allagamenti e crolli nella Gravina Miola, ancora a Crispiano), e gli eventi del 1995-96. Questi ultimi ebbero inizio con una fase di intense piogge nei giorni 18-19 dicembre 1995, che determinarono seri problemi tra Francavilla Fontana e Manduria, e

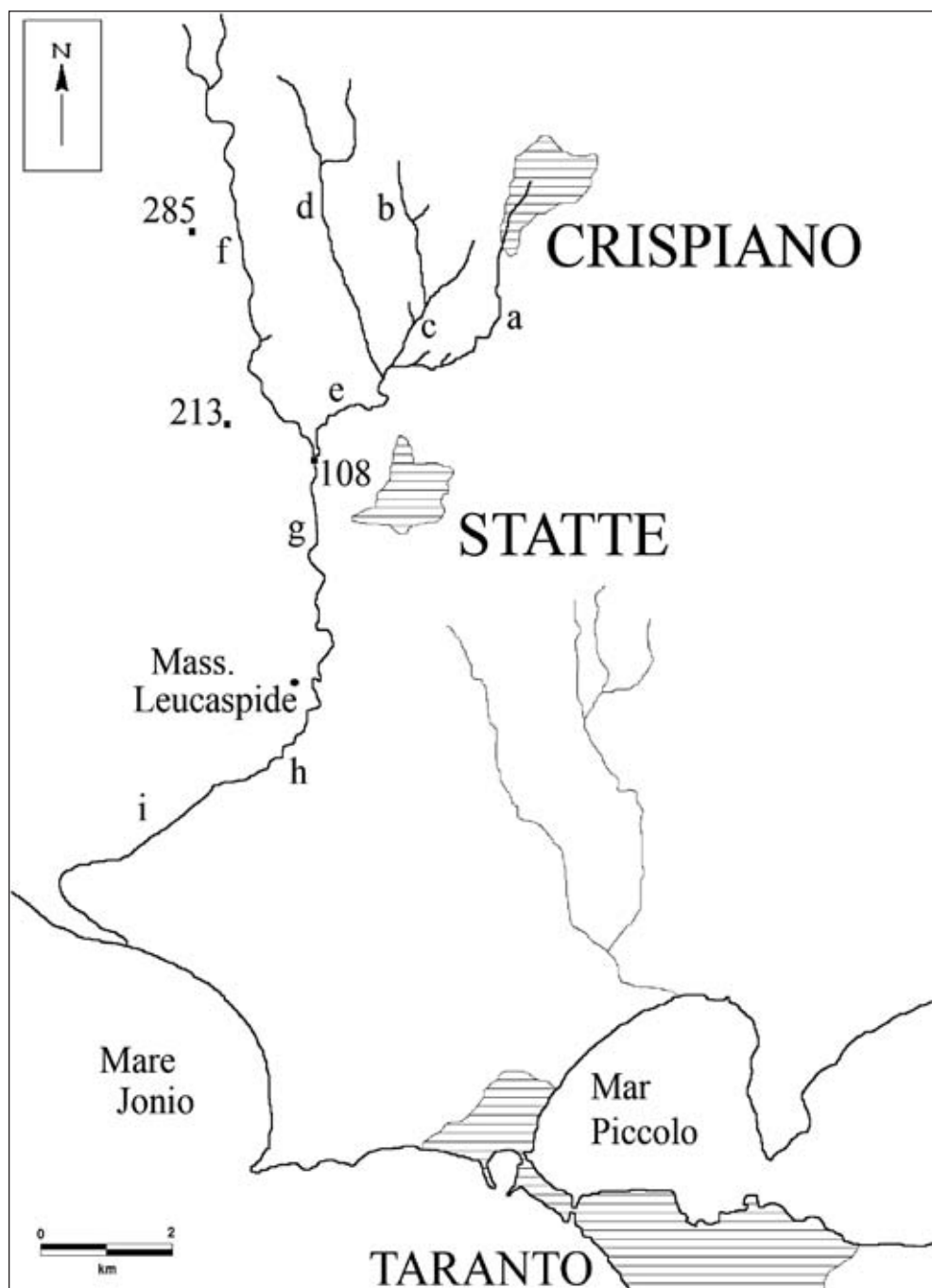


Fig. 4 – Il complesso sistema di gravine compreso tra i territori di Crispiano e Statte. Le lettere indicano le varie gravine: a) Gravina Miola; b) Gravina di Mésole; c) Gravina dell'Alezza; d) Bocca Ladroni o Gravina di Triglio; e) Gravina di Triglio; f) Gravina di l'Amastuola; g) Gravina di Leucaspide; h) Gravina Gennarini; i) Canale della Stornara.



Fig. 5 – La cascata in corrispondenza del salto iniziale di circa 15 m della Gravina Riggio, nel territorio di Grottaglie (settembre 2006, foto: A. Marangella). A destra della cascata, la cosiddetta “casa fortezza”, un complesso abitativo a più piani, costituito da cavità naturali riadattate dall’uomo.

proseguirono con le piogge di gennaio-marzo 1996. Dopo il picco di pioggia negli ultimi giorni di gennaio, ulteriori problemi furono registrati a Ginosa l’11 febbraio 1996, allorché si verificarono dei crolli al Rione Casale, sulla Gravina di Ginosa.

Gli eventi del gennaio-febbraio 1996 ebbero come area epicentrale quella di Crispiano e Massafra, ma si estesero fino a Taranto da un lato e a Palagianello dall’altro; furono caratterizzati da piogge notevoli, di lunga durata (circa tre mesi) sull’intero territorio; a ciò si aggiunse il verificarsi di piogge brevi e di elevata intensità, che toccarono il massimo valore a Crispiano il 30 gennaio (159,6 mm) e a Massafra (151,8 mm), corrispondenti a tempi di ritorno di 152 e 286 anni, rispettivamente (POLEMIO, 1996).

L’8 settembre 2003 la provincia di Taranto, ed in particolare la fascia compresa tra Taranto e Castellaneta, fu nuovamente colpita da intense piogge, che provocarono due vittime ed ingenti danni materiali alle abitazioni, al sistema di comunicazione stradale e ferroviario, e alle attività agricole e zootecniche. L’evento iniziò alle ore 7.00 e si protrasse fino alle 16.00; alcune stazioni pluviometriche private registrarono punte di 300 mm di pioggia nella zona di Mottola, mentre le fonti ufficiali riportano valori ben inferiori, pari a 140 mm a Marina di Ginosa, 115 mm a Taranto e 109 mm a Gioia del Colle.

In tale occasione, le gravine divennero veri e propri fiumi in piena, con conseguenze disastrose per le zone poste allo sbocco delle valli (fig. 6), e in particolare per le colture ivi presenti. Tra i danni derivanti dall’evento alluvionale, a Castellaneta crollò una parete rocciosa sul ponte sulla gravina; in più punti delle sedi stradali si verificarono frane, mentre



Fig. 6a – Effetti dell'alluvione del settembre 2003 nel territorio della provincia tarantina: tronchi di alberi e resti di vegetazione che occludono il passaggio al di sotto di una strada provinciale.



Fig. 6b – Effetti dell'alluvione del settembre 2003 nel territorio della provincia tarantina: ponte asportato dal passaggio della piena, qualche centinaio di metri a valle dello sbocco di una gravina.



grossi massi e detriti si riversarono sulla SS 7 Appia, interrompendo la circolazione per l'abitato di Palagiano. Le strade in molti abitati furono trasformate in torrenti d'acqua che trasportavano detriti di ogni genere. Ad esempio, Palagiano venne investita da tre grosse colate di acqua e fango che si riversarono nel centro abitato seguendo il corso delle principali gravine.

Successivamente all'evento del settembre 2003, sono state registrate altre situazioni analoghe, tra le quali si ricorda l'ondata di maltempo che ha colpito il versante occidentale della provincia di Taranto e del Materano dal 7 al 14 novembre 2004. La stazione di Ginosa Marina nella giornata del 12 novembre 2004 ha registrato 244.4 mm in sole 12 ore, pari a oltre la metà della media annua (calcolata su un arco temporale di 30 anni). Ancora una volta, notevoli danni si verificarono sulla SS 106 Jonica, la

principale arteria di collegamento tra Puglia, Basilicata e Calabria, che rimase chiusa per molte ore a causa del fango e dei detriti che si riversarono sulla carreggiata.



Fig. 7 – Depositi di crolli nei pressi del santuario di Madonna della Scala, a Massafra.

## Frane

I caratteri geomorfologici delle gravine, precedentemente delineati, le rendono siti particolarmente suscettibili alla franosità: le pareti verticali, in materiali estremamente fratturati, e il ruolo del processo carsico, che tende ad allargare le discontinuità presenti nell'ammasso roccioso, e a creare vere e proprie cavità, sono tutti elementi che determinano il verificarsi di movimenti di massa riconducibili principalmente alle categorie tipologiche di frane per crollo e per ribaltamento, con subordinata presenza di scorrimenti planari o di cunei rocciosi.

I crolli sono di gran lunga la tipologia più diffusa, e interessano volumetrie estremamente variabili, da pochi  $\text{dm}^3$  a centinaia di  $\text{m}^3$ . A seconda della morfologia del pendio sottostante (ripido, o più o meno inclinato) i relativi depositi di crollo possono fermarsi al piede della zona di distacco o subire un trasporto fino al fondo della gravina. Il distacco

avviene lungo discontinuità preesistenti nella roccia, o formatesi in seguito al rilascio tensionale che coinvolge le porzioni più esterne dell'ammasso roccioso, in corrispondenza del margine delle gravine. Tra gli esempi più significativi di depositi da crollo si segnalano quelli nei pressi del santuario della Madonna della Scala, in destra orografica dell'omonima gravina, a Massafra (fig. 7).

Ribaltamenti interessano porzioni di roccia con nette fratture verticali che isolano torrioni rocciosi o prismi, la cui altezza risulta ben superiore alle altre dimensioni. La forma stessa degli elementi così isolati determina un movimento in avanti, intorno ad un punto di rotazione situato al di sotto del baricentro della massa interessata (GOODMAN & BRAY, 1976; NOCILLA & URCIOLI, 1998). In molte gravine si osservano pilastri di roccia in situazioni di notevole instabilità, suscettibili a frane del tipo ribaltamento (fig. 8).



Fig. 8 – Prisma roccioso di oltre 10 metri di altezza, interessato da ribaltamento sul versante destro della Gravina di Laterza.

Laddove le potenziali superfici di distacco non sono verticali o prossime alla verticalità, ma presentano minore inclinazione, si possono determinare frane per scorrimento e, nel caso di presenza di più sistemi di discontinuità che si intersecano, sotto forma di distacco di cunei di roccia. Sebbene meno frequenti delle tipologie precedentemente descritte, le frane per scorrimento sono osservabili in molte gravine, e di frequente contribuiscono in maniera significativa ad alimentare i coni detritici alla base delle pareti rocciose.

Altre evidenze di instabilità vanno segnalate in relazione alla presenza di cavità naturali e/o artificiali sulle pareti delle gravine (GRASSI, 1974; COTECCHIA & GRASSI, 1975, 1997; PECORELLA *et al.*, 2004). La notevole diffusione di cavità, ampliate e approfondite verso l'interno delle gravine in diverse epoche storiche, costituisce infatti un ulteriore elemento di debolezza dell'ammasso roccioso (DEL PRETE & PARISE, in stampa). Sia la volta delle cavità che le pareti sono di frequente soggette a fenomeni di alterazione che ne riducono significativamente le caratteristiche di resistenza, determinando il progressivo distacco delle porzioni più superficiali ed alterate. Questo processo si sviluppa talora sino a provocare la caduta di volumi ingenti di roccia. La situazione risulta particolarmente pericolosa allorché vengono interessati i pilastri di sostegno delle cavità (fig. 9), aggrediti da alterazione e distacchi progressivi su tutti i lati, fino a non eserci-

tare più la funzione di supporto statico (HUTCHINSON *et al.*, 2002). Molte cavità, incluse alcune di notevole importanza architettonica, storica ed artistica per la presenza di elementi iconografici, sono interessate da questo tipo di problemi.

## Conclusioni

La breve casistica di eventi di piena descritti dimostra la elevata pericolosità per l'ambiente antropico, connessa a forti piogge nel territorio delle gravine. L'indiscriminata occupazione, con strade, costruzioni e insediamenti ormai senza soluzione di continuità, delle aree allo sbocco delle gravine ha indubbiamente determinato un aumento del rischio da eventi di piena, a causa della forte presenza di elementi vulnerabili. Come spesso osservato in altri eventi alluvionali sui territori carsici pugliesi (BALDASSARRE & FRANCESCANGELI, 1987; PARISE, 2003), i danni sono in gran parte im-

putabili a non corretta pianificazione territoriale, che non tiene in alcun conto la possibilità di arrivi di ingenti quantitativi di acqua nelle zone costiere, a seguito dei maggiori eventi pluviometrici. Anche di recente, numerosi danni sono stati registrati in altre zone della costa pugliese, ad esempio a valle di Ostuni e a Bari (ANDRIANI & WALSH, 2006).

Oltre agli eventi di piena, fenomeni franosi di varia tipologia, direttamente connessi alle caratteristiche intrinseche dei territori delle gravine, risultano estremamente frequenti. L'instabilità coinvolge i centri urbani immediatamente a ridosso delle profonde valli (è il caso, ad esempio, di Matera, Laterza, Ginosà, Crispiano), ma soprattutto le emergenze storico-archeologiche dislocate all'interno delle gravine. Queste ultime, che di frequente versano in notevole stato di degrado e abbandono, sono infatti direttamente danneggiate o minacciate da fenomeni di instabilità avvenuti e/o potenziali.

In conclusione, si ribadisce che il territorio delle gravine costituisce un indubbio patrimonio di notevole valore naturalistico, paesaggistico, storico ed archeologico, che meriterebbe una maggiore attenzione da parte delle amministrazioni locali, e che potrebbe validamente essere inserito in percorsi turistico-naturalistici che ne possano valorizzare le indubbe peculiarità, nel contesto del territorio carsico pugliese e lucano.



Fig. 9 – Pilastro di sostegno all'interno di una cavità artificiale nella Gravina di Petruscio, in territorio di Mottola: la stabilità è seriamente compromessa dalle fratture beanti che interessano il pilastro e la volta della cavità.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDRIANI G.F., WALSH N., 2006 - *Human impact on karst in southern Italy: a case study from the Murge plateau (Apulia)*. Geophysical Research Abstracts, 8: 08961.
- AZZAROLI A., PERNO U., RADINA B., 1968 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 188 Gravina di Puglia*. Serv. Geol. d'Italia, 57 pp.
- BALDASSARRE G., FRANCESCANGELI R., 1987 - *Osservazioni e considerazioni sulla inondazione del 6 novembre 1926 in Bari e su un relativo deposito*. Mem. Soc. Geol. It., 37: 7-16.
- BOENZI S., 1954 - *La Gravina di Matera e i suoi fenomeni di erosione*. Rass. Spel. It., 6,(3): 123-133.
- BOENZI F., PALMENTOLA G., VALDUGA A., 1976 - *Caratteri geomorfologici dell'area del Foglio "Matera"*. Boll. Soc. Geol. It., 95: 527-566.
- COLAMONICO C., 1953 - *Lame e gravine in Puglia*. Le Vie d'Italia, 11: 704.
- COTECCHIA V., GRASSI D., 1975 - *Dissesti statici e stato di conservazione dei manufatti dei "Sassi" di Matera (Basilicata) in rapporto agli aspetti fisici del territorio e all'attività antropica*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 10 (1): 55-105.
- COTECCHIA V., GRASSI D., 1997 - *Incidenze geologico-ambientali sull'ubicazione e lo stato di degrado degli insediamenti rupestri medioevali della Puglia e della Basilicata*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 32: 1-10.
- DELLE ROSE M., GIURI F., GUASTELLA P., PARISE M., SAMMARCO M., 2006 - *Aspetti archeologici e condizioni geologico-morfologiche degli antichi acquedotti pugliesi. L'esempio dell'acquedotto del Triglio nell'area tarantina*. Opera Ipogea, 1-2: 33-50.
- DEL PRETE S., PARISE M., in stampa - *L'influenza dei fattori geologici e geomorfologici sulla realizzazione di cavità artificiali*. Opera Ipogea.
- FEDERICO A., DE FILO F., GELATO G., SIMEONE V., 1996 - *Vulnerabilità idrogeologica della fascia costiera ad ovest di Taranto. Nota preliminare*. Geologia Applicata e Idrogeol., 31: 289-295.
- FONSECA C.D., 1970 - *Civiltà rupestre in terra ionica*. Ed. Bestetti, Roma.
- FONSECA C.D., 1980 - *La civiltà rupestre in Puglia*. In: AA.VV., *La Puglia tra Bisanzio e l'Occidente*, 36-116. Milano.
- GOODMAN R.E., BRAY J.W., 1976 - *Toppling of rock slopes*. Atti Conf. "Rock Engineering for Foundations and Slopes", A.S.C.E., Boulder, Colorado, 2: 201-234.
- GRASSI D., 1974 - *Evoluzione morfologica dei depositi calcarenitici quaternari in corrispondenza dei versanti vallivi della Puglia e della Lucania, con particolare riferimento alla Gravina di Matera*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 9: 95-117.
- GRASSI D., ZERRUSO F., PASCALI E., GILIBERTO M., 1991 - *Indagine sull'acquedotto del Triglio. Nota preliminare*. Itinerari Speleologici, s. 2, 5: 173-176.
- GRECO A.V., 1998 - *Il territorio di Statte dagli insediamenti rupestri alle masserie*. Umanesimo della Pietra – Riflessioni, Martina Franca: 3-39.
- HUTCHINSON D.J., PHILLIPS C., CASCANTE G., 2002 - *Risk considerations for crown pillar stability assessment for mineral closure planning*. Geotechnical and Geological Engineering, 20: 41-63.
- IANNONE A., PIERI P., 1982 - *Caratteri neotettonici delle Murge*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 17: 147-159.
- MASTRONUZZI G., SANSÒ P., 1993 - *Inquadramento geologico e morfologico della Gravina di Riggio (Grottaglie, Taranto)*. Itinerari Speleologici, ser. II, n.7: 23-36.

- NOCILLA N., URCIUOLI G., 1998 - *Stabilità dei pendii in roccia: rilievi strutturali e spostamenti ammissibili*. Argomenti di Ingegneria Geotecnica, Hevelius Edizioni, Benevento.
- NOVEMBRE D., 1978 - *Per una cartografia del popolamento rupestre in Terra Jonica*. Habitat-Strutture-Territorio: 207-224.
- PALAGIANO C., 1965 - *Sulle lame e gravine della Puglia*. Annali Fac. Econ. Comm., Bari, 21: 357-386.
- PARENZAN P., 1976 - *La gravina di Riggio*. Ediz. Comune di Grottaglie.
- PARISE M., 2003 - *Flood history in the karst environment of Castellana-Grotte (Apulia, southern Italy)*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 3 (6): 593-604.
- PARISE M., FEDERICO A., DELLE ROSE M., SAMMARCO M., 2003 - *Karst terminology in Apulia (southern Italy)*. Acta Carsologica, 32 (2): 65-82.
- PECORELLA G., FEDERICO A., PARISE M., BUZZACCHINO A., LOLLINO P., 2004 - *Condizioni di stabilità di complessi rupestri nella Gravina Madonna della Scala a Massafra (Taranto, Puglia)*. Grotte e dintorni, 8: 3-24.
- POLEMIO M., 1996 - *Le calamità idrogeologiche dell'inverno 1995-96 nel territorio tarantino*. Atti Conv. Int. "La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica", 5-7 novembre 1996, Alba, 2: 63-73.
- ROHLFS G., 1976 - *Vocabolario dei dialetti salentini (Terra d'Otranto), I-III*. Congedo ed., Galatina.
- TROPEANO M., 1992 - *Aspetti geologici e geomorfologici della Gravina di Matera "Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano"*. Itinerari Speleologici, s. 2, 6: 19-33.