

Il “Fosso di Fabio”, un esempio di morfologia da sprofondamento catastrofico in roccia. Relazioni tra geomorfologia e dinamica del processo evolutivo

“Fosso di Fabio”, an example of catastrophic rock collapsing morphology. Relationship between geomorphology and evolutionary process dynamics karst cavities in Southern Lazio

MIELE P. (*)

RIASSUNTO - Uno studio condotto a seguito del rilevamento geologico e geomorfologico eseguito sia in superficie sia in ambiente ipogeo, su una cavità da sprofondamento catastrofico, situata sull'altipiano delle Mesole – M.ti Aurunci (Lazio - Italia), ha consentito di interpretare correttamente il processo morfogenetico occorso e di ricostruirne il modello morfoevolutivo.

PAROLE CHIAVE: Carsismo, Collasso, Conglomerato, Dolina, Faglia, Grotta, Sinkhole

ABSTRACT - The research, conducted as a result of geological and geomorphological study, performed in both surface and underground environment, has as its object a sinkhole, located on the plateau of Mesole – Aurunci Mt. (Lazio - Italy). The study has allowed to the correct knowledge of the morphogenetic process occurred and to reconstruct the model morphogenetic.

KEY WORDS: Karst, Collapse, Conglomerate, Dolina, Fault, Cave, Sinkhole

1. - INTRODUZIONE

In questo lavoro viene esaminato il processo morfoevolutivo di una struttura, apparentemente di morfogenesi carsica, che tuttavia si è rilevata prodotta da un processo gravitativo catastrofico. La cavità ipogea nota come “Fosso di Fabio”, censita nel catasto grotte con la sigla 1159-LA (MECCHIA *et alii*, 1996), è già stata definita, nella letteratura speleologica, come una “dolina sprofondata” (AA.VV., 2013) senza tuttavia l'aggiunta di ulteriori note o chiarimenti a supporto di tale definizione.

Tuttavia tale definizione evidenzia proprio l'evidenza di una morfologia riconducibile in qualche misura ad un processo gravitativo.

La distinzione tra cavità carsiche a sviluppo verticale e cavità da collasso modellate in carbonato, entrambe presenti in aree carsificate, risulta necessaria ai fini dello studio geomorfologico di un territorio e della individuazione e delimitazione di aree soggette a pericolosità geomorfologica.

2. - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito in esame è ubicato nel Basso Lazio, in corrispondenza del gruppo montuoso dei M.ti Aurunci Occidentali, in località “Le Mesole – F.^{SSO} di Fabio”. Il sito è posto ad una quota di circa 1000 m s.l.m. e più precisamente localizzabile in corrispondenza del punto di coordinate UTM WGS 84: 33T381472 – 4574736 (figg. 1, 2).

3. - BREVE INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE DELL'AREA

La grotta della quale ci stiamo occupando, nota con il toponimo “Fosso Di Fabio”, è ubicata in stretta prossimità del contatto tettonico tra una successione neocomiano – aptiana di calcari e calcari dolomitici color avana, ed una successione

(*) PhD, Geologo, Libero Professionista. Via A. Gramsci, 11 Formia (LT) paolo.gmiele@gmail.com.



Fig. 1 - Inquadramento geografico generale.
- General geographic location.

alto-cretacica (Senoniano p.p. – Turoniano) rappresentata da calcari biancastri e avana nettamente stratificati. Tale contatto avviene, per l'appunto, lungo un elemento strutturale orientato localmente secondo una direttrice Est – Ovest, con immersione a Sud, che avrebbe ribassato tettonicamente la successione cenomaniano – turoniana rispetto a quella neocomiano – aptiana affiorante più a Nord (fig. 3, 4).

Tutto ciò peraltro ben si colloca nel quadro più generale del pattern strutturale che caratterizza un più ampio settore di territorio nel quale risulta collocato il sito stesso. Territorio delimitato dalla valle tettonica del Rio d'Itri ad ovest, dalla depressione tettonica della piana di Formia a SE e dall'elemento della Valle Latina a Nord e, a sua volta, caratterizzato da tettonica "a blocchi" con la presenza di elementi strutturali orientati NW – SE, tagliati da una seconda famiglia di elementi orientati NE – SW.

L'assetto strutturale naturalmente agisce in maniera incisiva anche nel controllo dell'assetto geomorfologico dell'area. Tutto il settore di territorio circostante M. Ruazzo, delimitato verso sud da aree tettonicamente ribassate, processo verificatosi in tempi relativamente recenti e che ha definito la

morfologia delle aree costiere di Formia e di Gaeta (CERISOLA & MONTONE P., 1992; NASO G., TALLINI M., 1993), si presenta caratterizzato dalla presenza di pianori e valli sospese, diffusamente interessate da processi carsici sia epigei (doline e polje) che ipogei (con la presenza di cavità carsiche dotate di notevole sviluppo verticale).

Nello specifico l'area in oggetto, si presenta proprio come un pianoro compreso tra i rilievi di M. Ruazzo, M. Mesole e M. Ferrazzano (fig. 4).

4. - I DATI RACCOLTI

In stretta corrispondenza del sito è stato eseguito un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio.

4.1. – RISULTATI DEL RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il rilevamento geomorfologico del sito parte dal rilievo topografico ad esso propedeutico appositamente condotto dallo scrivente. Mancando una pianta di dettaglio costruita alla scala adeguata, si è

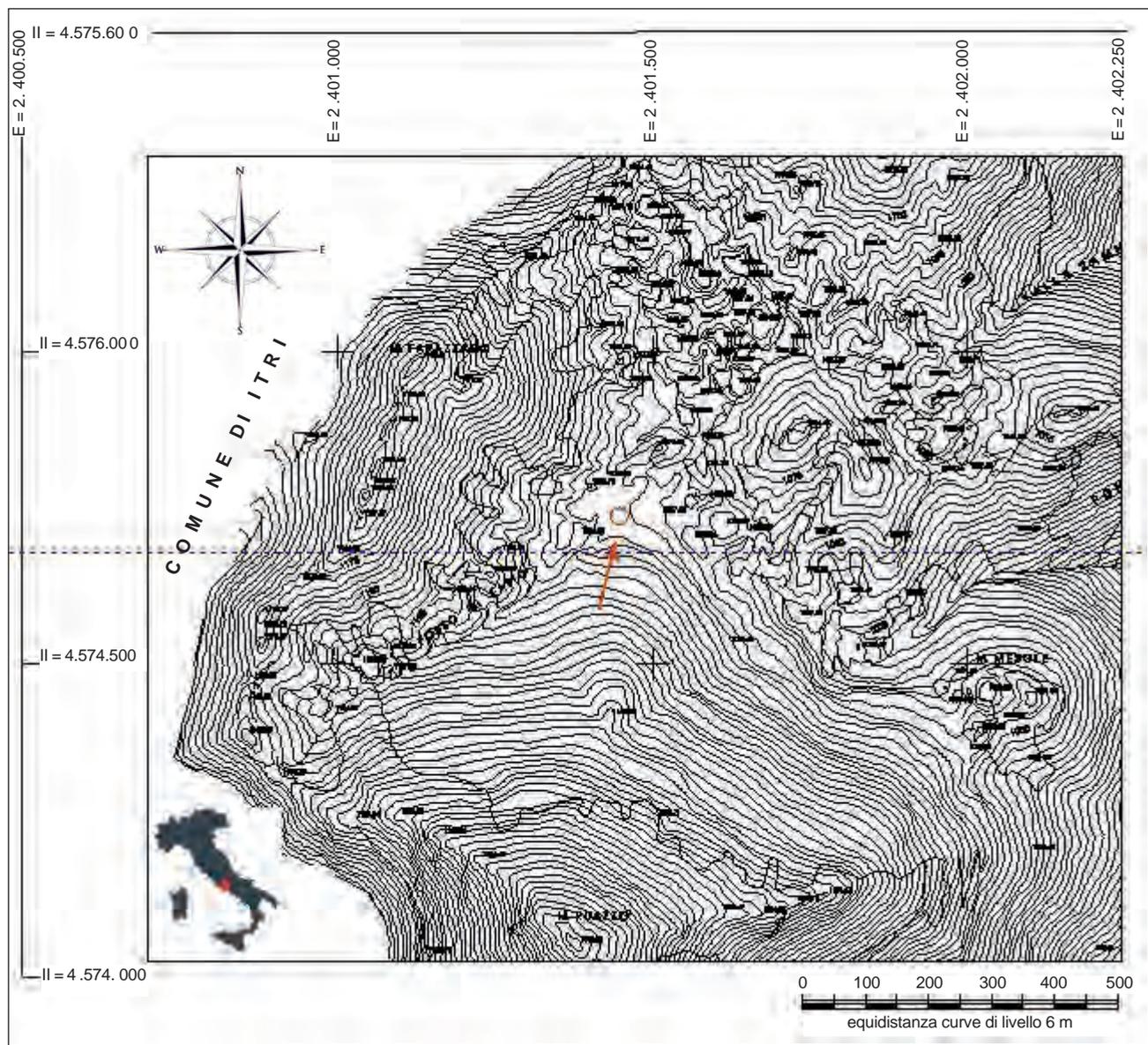


Fig. 2 - Planimetria dell'area.
- General plan of the area.

proceduto al rilevamento dei dati plano-altimetrici ed alla loro successiva elaborazione. Per quanto riguarda la parte del lavoro di rilevamento svolto in ambiente ipogeo, ci siamo invece riferiti ai rilievi pubblicati in letteratura (AA.VV., 2013), opportunamente e parzialmente soggetti a revisione.

La grotta nota con il toponimo di "Fosso di Fabio", è collocata sul fondo di una depressione morfologica a pianta grossolanamente circolare (fig. 5), aperta sul bordo meridionale, e con sviluppo planimetrico di circa 52 m x 54 m e profonda da 15 m e 25 m circa tra la quota del ciglio e quella dell'inizio della porzione ipogea. La pendenza dei versanti interni della depressione si presenta tuttavia articolata in un tratto superiore, posto immediatamente a valle del ciglio della do-

lina, dotato di maggiore pendenza, in un tratto intermedio a minore pendenza e infine in un settore a pendenza nuovamente elevata, coincidente con la porzione più depressa che prelude all'ingresso della grotta stessa (fig. 6). La depressione, al suo interno, presenta una scarpata in roccia posta sul lato occidentale ed orientata secondo un asse a direttrice circameridiana, a sua volta interrotta trasversalmente da una seconda scarpata in roccia al piede della quale si apre l'ingresso alla parte ipogea della struttura. Come verrà detto più avanti tale orientamento circameridiano coincide con l'asse principale lungo il quale si sviluppa la grotta stessa. In corrispondenza del versante orientale della dolina, invece, nella sua parte superiore, è stata riconosciuta in affioramento parte di una superficie di

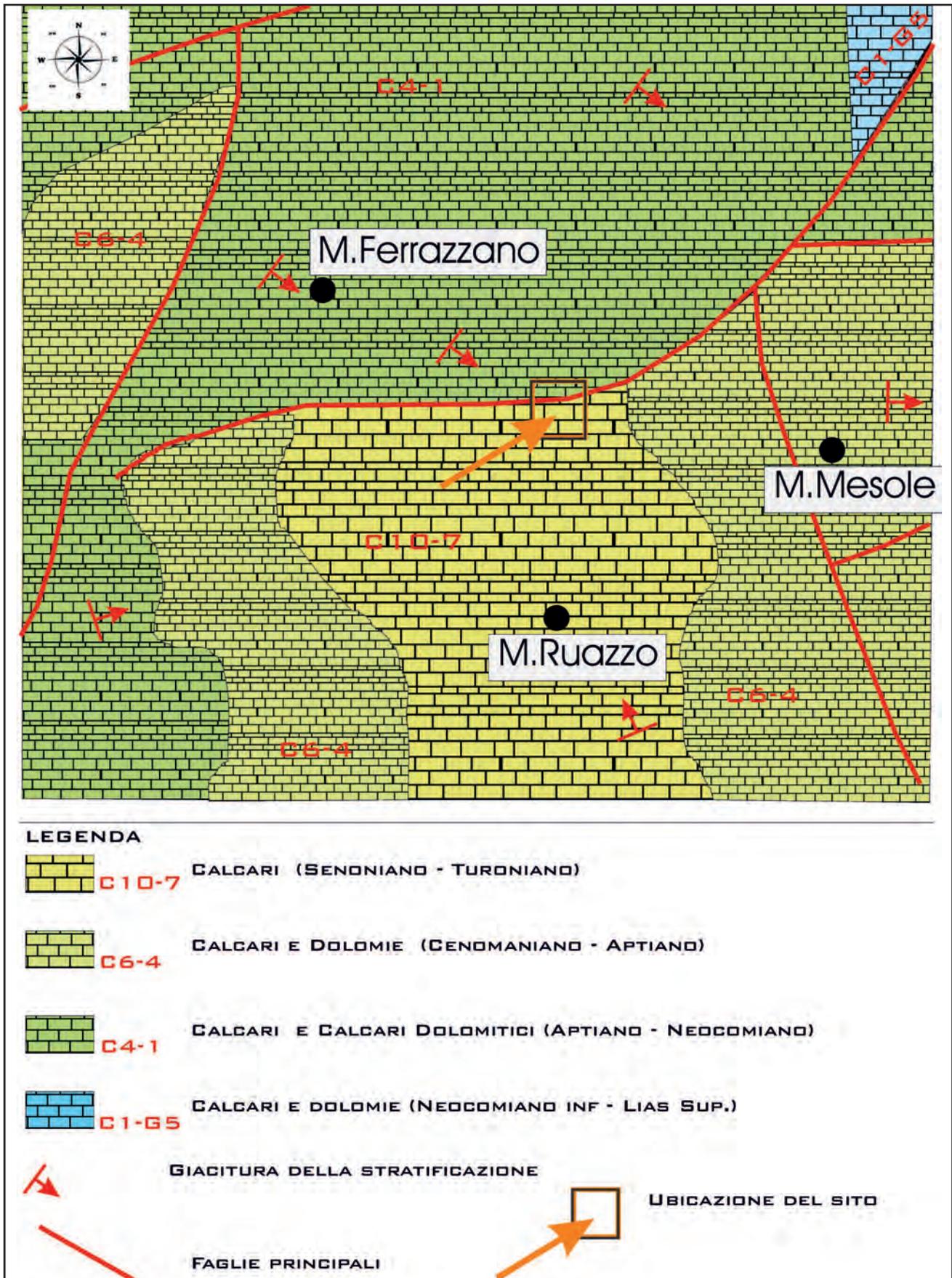


Fig. 3 - Schema geologico.
- Geological sketch.

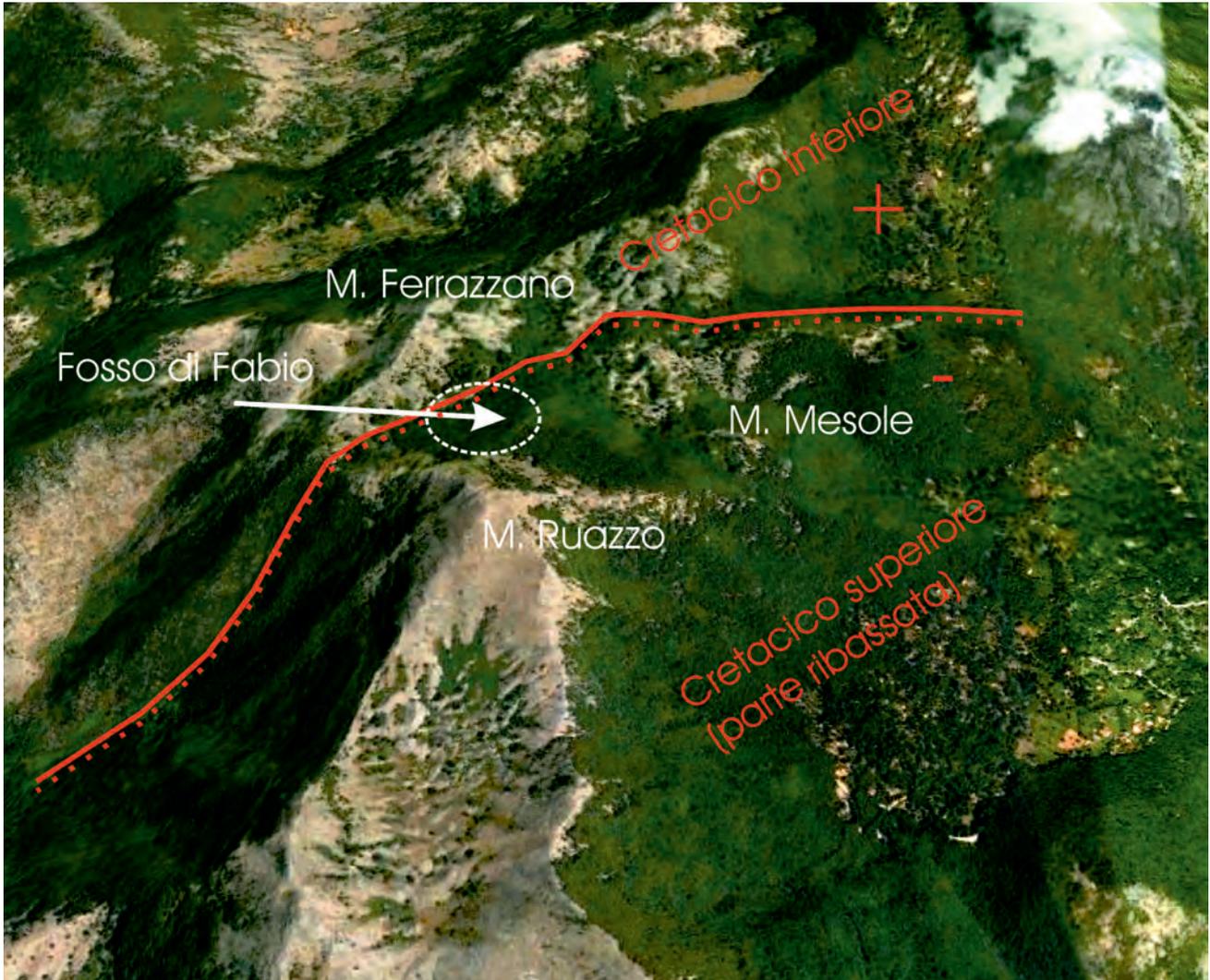


Fig. 4 - Collocazione del sito rispetto ai principali elementi tettonici.
- Site location in relation to major tectonic elements.

scivolamento modellata in roccia, immergente a SW con un angolo di circa $35^\circ - 45^\circ$ e direzione NNW – SSE. In corrispondenza del bordo meridionale della struttura, presso il quale la dolina si presenta aperta, risultano evidenti piccole morfologie conoidiche costruite con materiali terrigeni e clastici di dilavamento, convogliati verso la porzione più depressa dalle acque meteoriche ruscellanti.

In prossimità dell'ingresso alla parte ipogea della struttura, infine, un grosso blocco roccioso (fig. 7) risulta incastrato nella depressione a seguito di un modesto movimento di scivolamento verso il basso. Sotto la volta creata da tale corpo litico si apre l'ingresso alla grotta.

La porzione ipogea della struttura studiata, si presenta sviluppata lungo un asse principale orientato N- S. Nella porzione più profonda presenta invece una "stanza" dalla pianta grossola-

namente rettangolare. Il primo tratto si presenta in forte pendenza e raccorda le quote dell'ingresso con quelle della parte più profonda, posta circa 8 m più in basso. Lungo questo tratto di sviluppo un deposito di materiale detritico, rappresentato da blocchi carbonatici piuttosto eterometrici in abbondante matrice limoso – sabbiosa incoerente, veicolato e messo in posto dal flusso delle acque meteoriche. Tale corpo detritico presenta una morfologia tendenzialmente conoidica, che si apre a ventaglio nella porzione più depressa impegnando quasi completamente il piano di calpestio della cavità. La volta, nel settore occidentale, si presenta più alta rispetto a quella della "stanza" adiacente, specialmente nel punto più depresso, caratterizzato da speleotemi di grandi dimensioni e ben formati (fig. 8a, b). In corrispondenza dello stesso punto risulta presente una piccola sorgente a carattere stagionale.

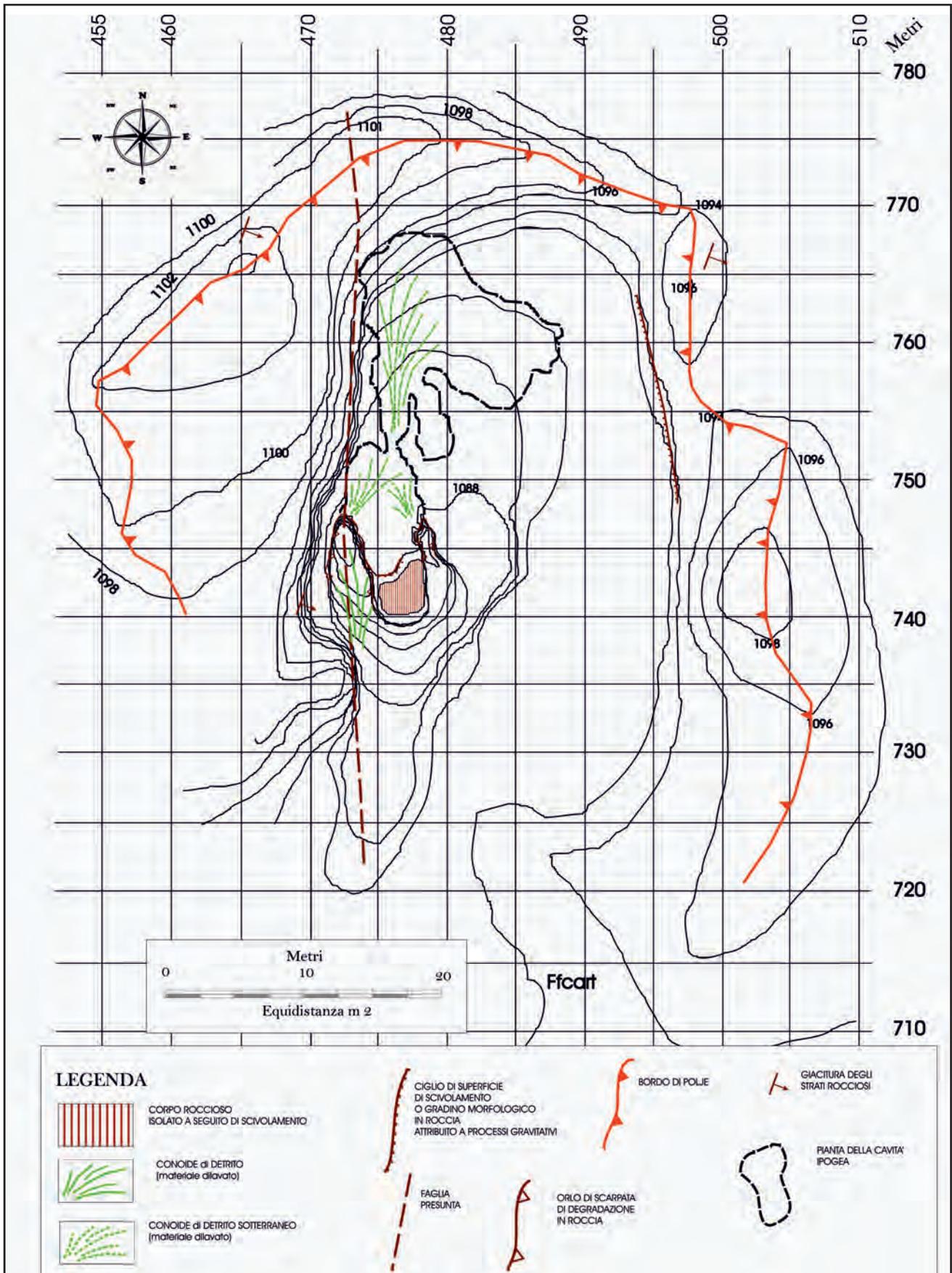


Fig. 5 - Schema geomorfologico.
- Geomorphological sketch.



Fig. 6 - "Fosso di Fabio".
- "Fosso di Fabio".

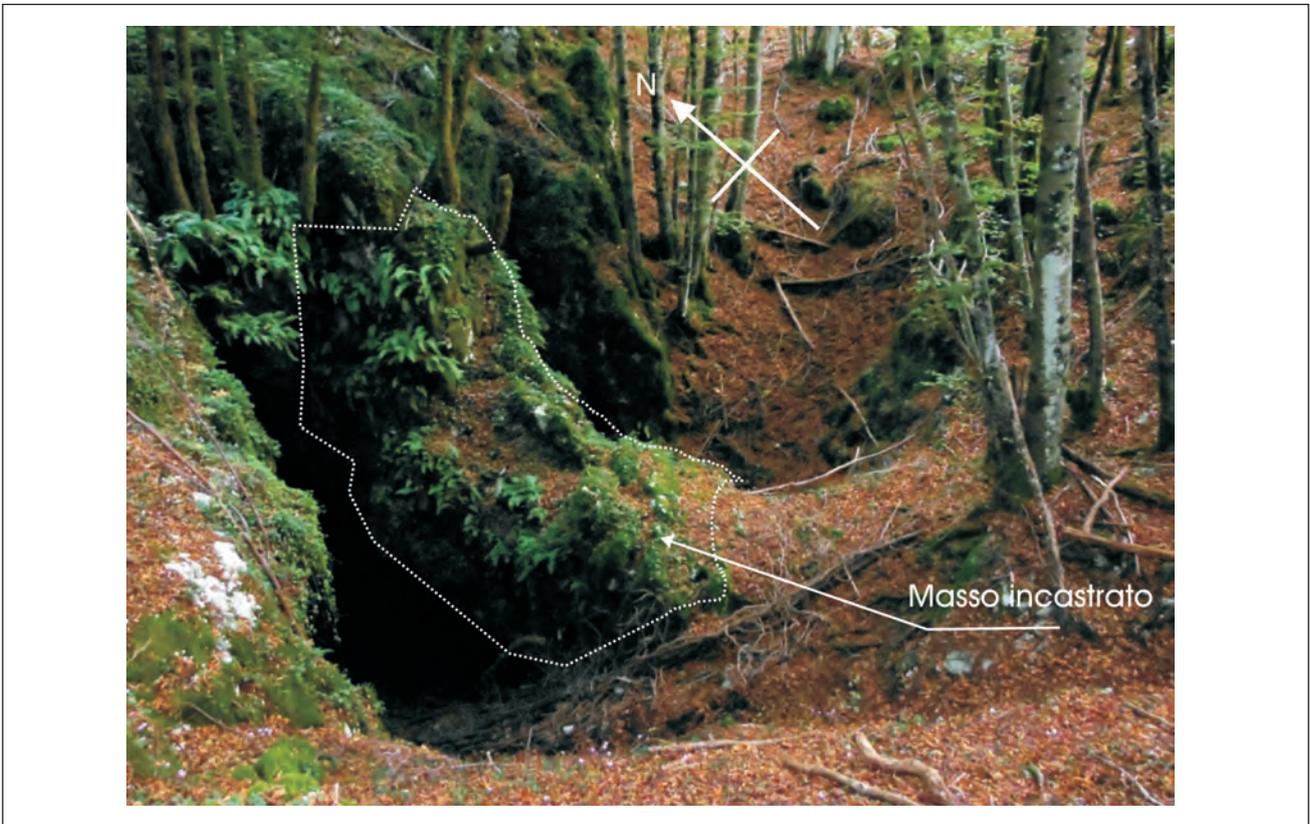


Fig. 7 - "Fosso di Fabio", dettaglio
- "Fosso di Fabio", detail.



a



b

Fig. 8 – a) Grandi speleotemi a sviluppo verticale nel settore nord occidentale della grotta; b) Dettaglio.

- a) Big vertical development speleothems, in the north-west of the cave; b) Detail.

Per contro, il settore orientale della grotta, corrispondente con la succitata “stanza” a pianta “retangolare”, presenta una volta piuttosto bassa, la cui morfologia è coerente con la giacitura della stratificazione. In questo settore gli speleotemi sono assenti o molto poco sviluppati.

Un inghiottitoio in corrispondenza del margine nord orientale della cavità, infine, parzialmente ispezionato tramite una videocamera calata all'interno (il diametro piuttosto ristretto ha reso im-

praticabile l'accesso), rende concreta la possibilità di uno sviluppo ulteriore della cavità a quote inferiori a quelle direttamente ispezionate in questo studio.

In conclusione, dunque, la morfologia della cavità ipogea sembrerebbe decisamente controllata dall'assetto strutturale. La porzione d'accesso, orientata in senso circameridiano, risulterebbe impostata lungo un elemento strutturale che avrebbe favorito la percolazione e la formazione degli speleotemi. Le dimensioni e lo sviluppo di tali concrezioni, come meglio si dirà più avanti, starebbe peraltro a suggerire lo sviluppo di tale settore in un intervallo temporale precedente a quello nel quale si sarebbe configurata la porzione orientale della cavità.

4.2. – RISULTATI DEL RILEVAMENTO GEOLOGICO

Il sito preso in esame impegna una successione di calcari e calcari dolomitici di colore variabile dall'avana al biancastro, attribuiti al Cretacico superiore, e caratterizzati da una netta stratificazione con giacitura N20°E 35°SE. Il carbonato risulta tuttavia coperto da coltri relativamente poco potenti (da 1 m a circa 3 – 4 m) di sedimento di natura perlopiù limoso – sabbioso – ghiaiosa (terreni di alterazione, suoli, humus ecc.). Gli affioramenti, ben esposti, esaminati in prossimità dell'ingresso della cavità e all'interno della cavità stessa, nonché quelli, sebbene più rari, presenti all'esterno, hanno permesso di ricostruire il contesto stratigrafico e strutturale locale. In particolare è stato possibile riconoscere la presenza di un elemento mesostrutturale orientato grossomodo N – S, a giacitura subverticale, che si è rilevato di notevole importanza nella interpretazione del *pattern* fessurativo dei corpi rocciosi presenti (e quindi del loco comportamento meccanico) e, più in generale, del contesto morfologico locale.

Di particolare interesse tuttavia risulta quanto emerso dalla campagna di rilevamento condotta in ambiente ipogeo, all'interno della grotta.

L'ispezione di tale cavità ha consentito di riconoscere una ulteriore unità litologica, non rinvenibile in ambiente epigeo, costituita da un conglomerato scheletrosostenuto dall'aspetto “caotico” e caratterizzato dalla estrema eterogeneità degli elementi clastici (provenienti questi dal corpo roccioso carbonatico) e dallo scarso grado di evoluzione degli stessi. Il conglomerato si presenta consolidato ed esternamente coperto (perlomeno in parte) da carbonato di calcio di precipitazione chimica.

Tale unità litologica dunque affiora in corrispondenza del settore orientale della grotta (fig. 9a, b, c). In figura 10 è riportato uno schema geologico

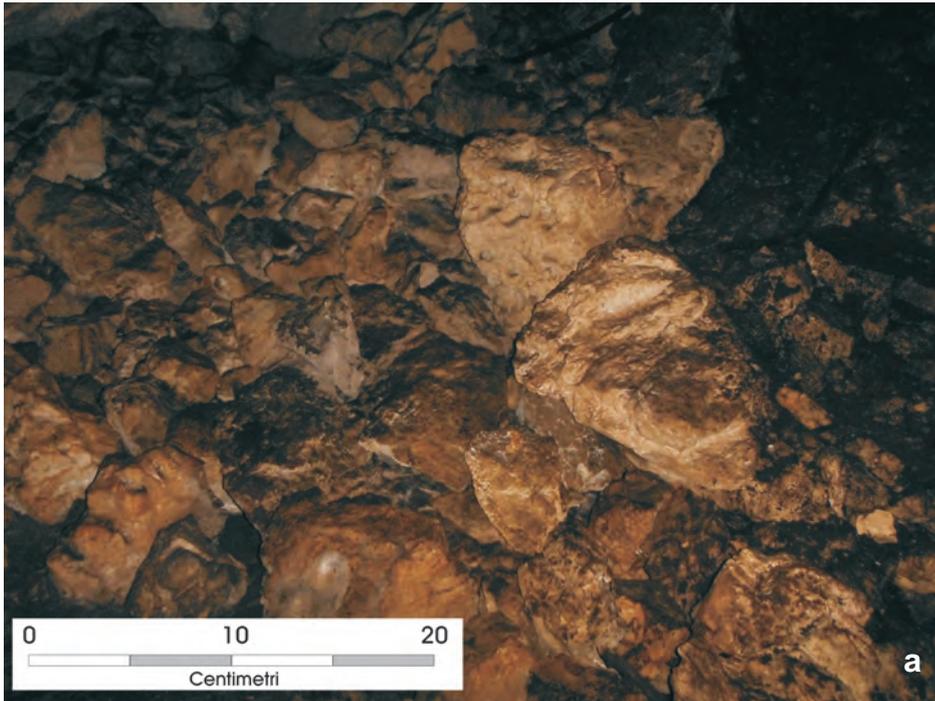


Fig. 9 – a) Dettaglio del conglomerato “caotico”. Affioramento di conglomerato a clasti di piccole dimensioni; b) Conglomerato “caotico”. Dall’ammasso roccioso affiorano alcuni blocchi rocciosi di grandi dimensioni; c) Dettaglio del conglomerato “caotico”.

- a) Detail of the “chaotic” conglomerate. Outcrop of the conglomerate with small clasts; b) “Chaotic” conglomerate. From the rock outcrop some large stones; c) “Chaotic” conglomerate detail.



del sito alla quota della cavità ipogea. Si tratta di fatto della sintesi di quanto rilevato all'interno della grotta. In figura 11 (a, b) sono riportate due sezioni geologiche della cavità stessa.

5. - RICOSTRUZIONE DEL MODELLO MORFOEVOLUTIVO E CONCLUSIONI

In questa fase del lavoro cercheremo dunque di interpretare i dati geomorfologici e geologici rilevati, provando a ricostruire il modello morfoevolutivo ad essi coerente.

La presenza di una forma tipica del carsismo epigeo, una dolina, nell'ambito di un pianoro carsico, appare di per se una cosa poco degna di nota. Ciò che rende invece particolare questa morfologia, che dunque può passare facilmente inosservata, è una serie di elementi che, qualora



Fig. 10 - Schema geologico rilevato all'interno della grotta.
- Geological sketch inside the cave.

considerati in maniera comparativa, possono porre in evidenza un processo geomorfologico che invece ha ben poco a che fare con i lenti processi dissolutivi tipici del carsismo epigeo e che, per contro, andrebbe messo in conto ai fini della definizione della pericolosità geomorfologica di quest'area e di altre aree carsiche con le medesime caratteristiche.

In particolare due sono gli elementi principali che sono stati considerati con maggiore attenzione: a) gli evidenti indizi di ringiovanimento geomorfologico riscontrati nella depressione; b) la presenza e le caratteristiche dei corpi sedimentari di natura conglomeratica rilevati nel sottosuolo.

Il corpo conglomeratico rilevato nel settore orientale della cavità è chiaramente interpretabile come un deposito di crollo. Il grado di evoluzione dei singoli elementi, praticamente nullo, l'assenza di qualsivoglia struttura al suo interno, l'estrema eterometricità dei clasti e, in una parola, la grande caoticità del corpo roccioso, indica chiaramente una messa in posto molto rapida in un contesto sin-sedimentario. In poche parole un collasso gravitativo improvviso. Tutto il settore orientale della grotta dunque sarebbe costituito da un deposito di crollo. Tale deposito peraltro esclude l'ipotesi di processi suffosivi, che potrebbero giustificare la sola morfometria di superficie senza contemplare alcun crollo di materiale roccioso (CASTIGLIONI, 1986).

Sulla verticale di tale corpo roccioso, in superficie, risulta invece ubicata la profonda depressione già descritta.

La sua porzione più depressa si presenta come prodotta nel contesto di una fase evolutiva successiva e sovrainposta alla morfostruttura carsica originaria, la dolina, che dunque sarebbe preesistente. Tale "ringiovanimento" risulta testimoniato dalla particolare morfologia della depressione, dalla presenza della superficie di scivolamento rinvenuta presso il suo versante orientale, dall'enorme blocco roccioso scivolato verso il basso ed incastratosi presso l'ingresso della grotta (noto agli speleologi come "spada di Damocle"). Occorre inoltre considerare che l'assenza o la penuria di strutture speleotemiche proprio in corrispondenza del settore orientale della cavità ipogea, indicherebbe proprio la sua recente strutturazione. La volta in particolare risulta ancora, in tale settore orientale, esporre ben evidenti le testate di strato.

La contingenza dunque tra elementi geomorfologici e sedimentologici indicherebbe chiaramente che si sia verificato nel recente passato, un processo gravitativo di massa ed istantaneo.

È stato già messo in luce (MIELE, 2009) che un processo di tale tipo, che si sviluppi in roccia, può innescarsi solo se esiste una cavità già preesistente che evolve finché la resistenza al taglio dell'ammasso roccioso non viene superata dalle pressioni esercitate sulla volta e sulle pareti.

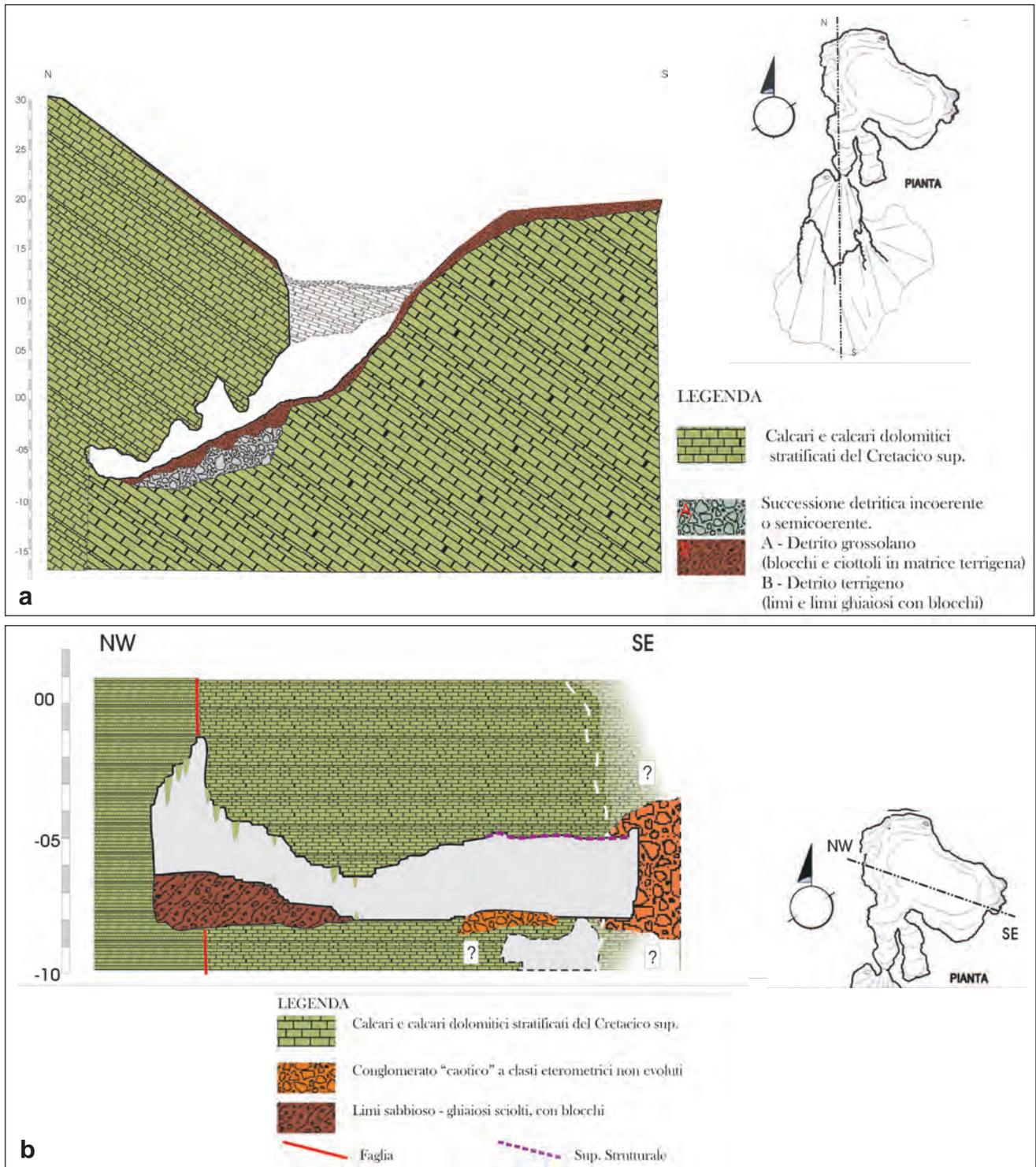


Fig. 11 – a) Sezione geologica N – S; b) Sezione geologica NE – SW.
- a) N-S cross section; b) NE – SW cross section.

La preesistenza di tale cavità, nel caso specifico che si sta analizzando, è dimostrata dalla presenza di un settore della grotta, quello occidentale, che per contro è caratterizzato da speleotemi ben formati e di grandi dimensioni.

Possiamo dunque ipotizzare che l'elemento strutturale poc'anzi descritto, la faglia orientata

Nord – Sud abbia favorito, l'infiltrazione delle acque al di sotto della depressione carsica originariamente presente, consentendo la formazione di una cavità ipogea di tipo prettamente carsico. Tale cavità, presumibilmente, possedeva uno sviluppo sia verticale che orizzontale molto maggiore rispetto a quello attuale e ciò che ne rimane può at-

tualmente essere collocato in corrispondenza del settore occidentale della grotta stessa.

Successivamente sarebbe avvenuto il crollo del corpo roccioso sovrastante, secondo le modalità del collasso “catastrofico”, così mentre nel sottosuolo si sarebbe depositato il conglomerato caotico, in superficie si sarebbe verificato l'improvviso ribassamento del fondo della originaria depressione carsica, e la messa in posto della c.d. “spada di Damocle”.

Purtroppo le strutture che tipicamente accompagnano tali processi di sprofondamento, che di norma vengono rinvenute in superficie in maniera concentrica rispetto all'apertura, quali fratture di trazione ecc. nel caso in esame risultano obliterate dall'erosione e/o sepolte sotto la coltre dei terreni superficiali. Tuttavia gli elementi analizzati risultano comunque probatori del processo ipotizzato.

Il processo morfogenetico dunque può essere a questo punto schematizzato come segue:

a) Una depressione carsica preesistente (una dolina) sovrastava inizialmente una cavità di grandi dimensioni, strutturata nella sua porzione occidentale coerentemente ad una faglia orientata N-S. Non si esclude che anche la faglia orientata E-W (della quale si è discusso nel par. 3) posta immediatamente a nord del sito in esame, abbia avuto un ruolo nella strutturazione di tale cavità ipogea preesistente.

b) In un secondo tempo si sarebbe verificato un crollo del corpo roccioso sovrastante tale cavità, che avrebbe interessato la porzione orientale della struttura e che avrebbe determinato il ringiovanimento della morfologia epigea, attraverso lo sprofondamento catastrofico del fondo della forma carsica preesistente, ribassandola di molti metri rispetto alla quota precedente.

c) Attualmente la “cavità relitto”, ciò che resta della cavità originaria, risulta soggetta a progressivo riempimento da parte di materiale detritico mobilizzato dalle acque meteoriche.

Tale processo dunque, sebbene si sia verificato in ambiente carsificato, non sarebbe imputato direttamente al carsismo s.s. La morfogenesi di cui sopra sarà correlata invece a fattori strutturali legati alla statica delle cavità in roccia e dunque al superamento della resistenza al taglio dell'ammasso roccioso sottoposto a pressione litostatica (HOEK E., 1994; LOLLINO P. & PARISE M., 2013). Risulta possibile ma ancora non definitiva, a questo punto, la classificazione di tale morfologia. Ciò proprio in considerazione del fatto che la classificazione comunemente adottata tende ad associare la morfologia con il processo morfoevolutivo. Il termine generico di “*Collapse-sinkhole*” potrebbe risultare adeguato (NISIO S., 2003; NISIO S., GRACIOTTI R. & VITA L., 2004; NISIO S. & SALVATI R., 2004).

L'evoluzione delle cavità ipogee in roccia dunque, non necessariamente è un fenomeno lento e regolare, come può avvenire a seguito di processi di dissoluzione del carbonato o di distacco progressivo di piccole volumetrie di roccia dalla volta ma, come si è dimostrato, può verificarsi in tempi molto rapidi coinvolgendo in massa notevoli volumetrie.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2013) – *Le grotte dei Monti Aurunci*. Quaderni GGCR, **1**, 2/2013: 206-207.
- BALIA R., GAVAUDO E. & GHIGLIERI G. (2001) - *Geophysical survey of a karst area- a case study from Sardinia Italy*. European Journal of environmental and engineering geophysics, **6**: 167- 180.
- CARAMANNA G., CIOTOLI G., FERRELLI L., GUERRIERI L., NISIO S., VITA L. & VITTORI E. (2006) - *Relazioni tra strutture sismogenetiche, eventi sismici e fenomeni di sinkhole: un approccio metodologico in Appennino centrale*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **71**: 121-122.
- CASTIGLIONI G.B. (1986) - *Geomorfologia*. UTET, 436 pp.
- CERISOLA R. & MONTONE P. (1992) - *Analisi strutturale di un settore della catena dei Monti Ausoni – Aurunci, Lazio, Italia*. Boll. Soc. Geol. It., **111**: 449 – 457.
- HOEK E. (1994) – *Rock mass properties for underground mines*. In: *Underground mines methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies*, SME: 1-20.
- LOLLINO P. & PARISE M. (2013) - *L'attività estrattiva sotterranea: approcci semplificati e metodi avanzati di calcolo per le analisi di stabilità*. Atti del convegno: “*L'attività estrattiva tra sviluppo economico e tutela del territorio*”, Sigea sez. Puglia, Lecce 30/04/2013.
- MECCHIA G. (1996) - *Grotte del Lazio: aggiornamento catastale dal 1101 al 1310*. Notiziario del Circolo Speleologico Romano, nuova serie, **11**: 3-41.
- MIELE P. (2009) - *Riconoscimento e censimento delle forme di sprofondamento catastrofico in ambiente carsico – area dei M.ti Aurunci occidentali. Lazio meridionale*. Compilazione di un database. Atti del 2° workshop internazionale: “*I Sinkholes, gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato*”, ISPRA 3-4 dic. 2009: 595 – 606.
- NASO G. & TALLINI M. (1993) - *Tettonica compressiva e distensiva nei Monti Aurunci Occidentali (Appennino centrale): prime considerazioni*. Geologica Romana, **29**: 455-462.
- NISIO S. (2003) – *I fenomeni di sprofondamento: stato delle conoscenze ed alcuni esempi in Italia Centrale*. Il Quaternario, **16** (1) 2003: 121-132.
- NISIO S., GRACIOTTI R. & VITA L. (2004) - *I fenomeni di sinkhole in Italia: terminologia, meccanismi genetici e problematiche aperte*. Atti Conv.: “*Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio*”, Roma 20-21 maggio 2004: 557-572.
- NISIO S. & SALVATI R. (2004) - *Fenomeni di sprofondamento catastrofico. Proposta di classificazione applicata alla casistica italiana*. Atti Conv.: “*Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio*” Roma 20-21 maggio 2004, 573-584.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA – *Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 – Foglio n. 171 Gaeta*. II Ed. (1968), Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, GRUPPO DI LAVORO PER LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA (1994) – *Carta Geomorfologica d'Italia – 1:50000 guida al rilevamento*. Quaderni del Servizio Geologico.